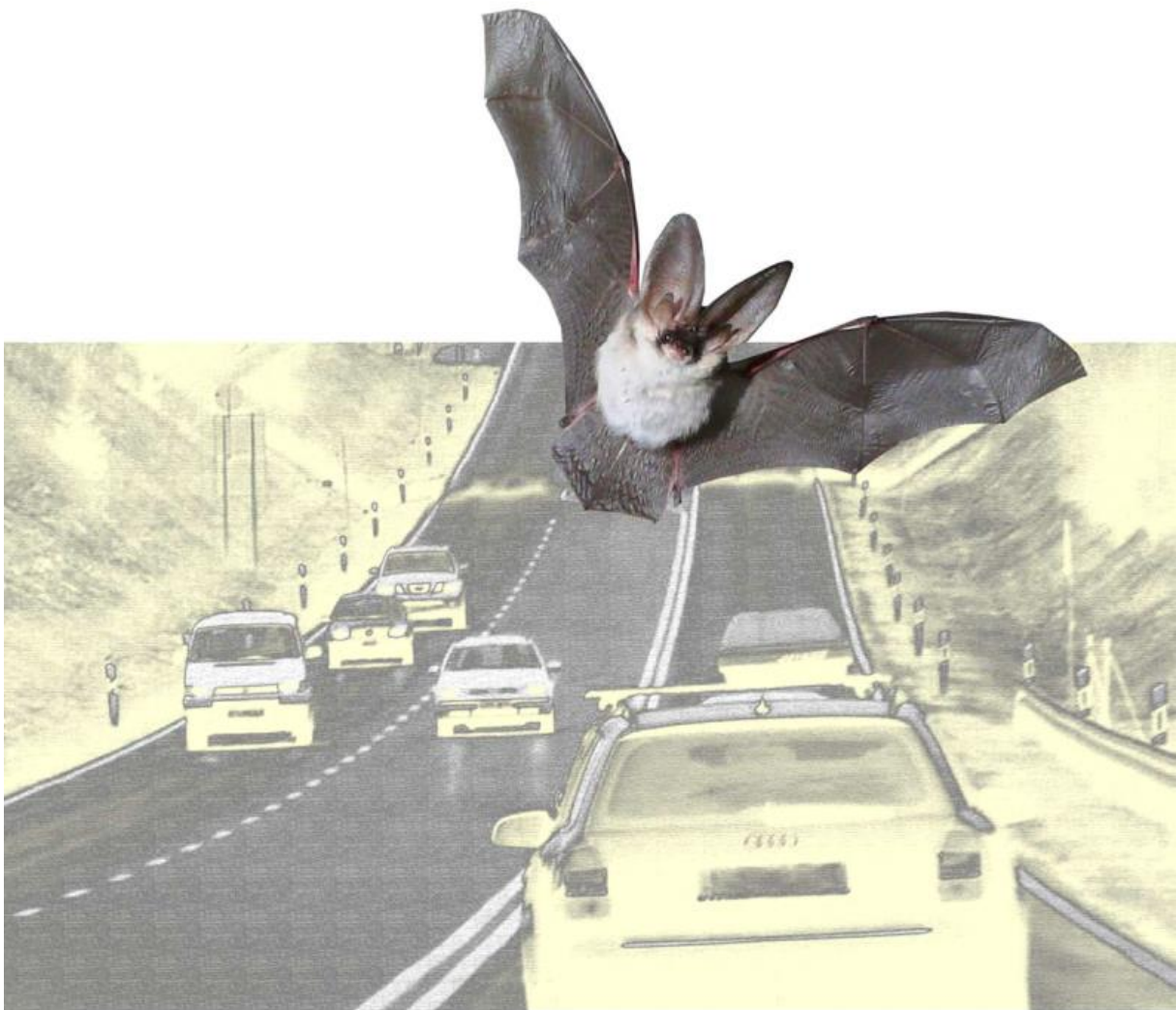




Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr

Bestandserfassung – Wirkungsprognose – Vermeidung / Kompensation



Ausgabe 2023

Titelbild

Graues Langohr (*Plecotus austriacus*) (Aufnahme: R. Heuser) auf Hintergrund-Symbolbild

BUNDESMINISTERIUM FÜR
DIGITALES UND VERKEHR
Abteilung Bundesfernstraßen

Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr

Bestandserfassung – Wirkungsprognose – Vermeidung / Kompensation

Ausgabe 2023

bearbeitet von



FÖA Landschaftsplanung GmbH

Auf der Redoute 12
54296 Trier

www.foea.de

im Auftrag von



Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Robert-Schuman-Platz 1
53175 Bonn

www.bmdv.bund.de

vertreten durch



Bundesanstalt für Straßenwesen

Brüderstr. 53
51427 Bergisch Gladbach

www.bast.de

Die Arbeitshilfe wurde erstellt auf Basis des Forschungsvorhabens
FE-Nr. 02.0256/2004/LR „Quantifizierung und Bewältigung verkehrsbedingter Trenn-
wirkungen auf Fledermauspopulationen als Arten des Anhangs der FFH-Richtlinie“

Auftragnehmer des FE-Vorhabens:

Dipl.-Ing. Dr. Jochen Lüttmann

FÖA Landschaftsplanung GmbH, Trier

Dipl.-Biol. Malte Fuhrmann

Beratungsgesellschaft NATUR GbR, Oberwallmenach

Dr. jur. Tobias Hellenbroich

Aachen

Prof. Dr. Gerald Kerth

Angewandte Zoologie und Naturschutz, Univ. Greifswald,
Greifswald

PD Dr. Björn Siemers († 23. Mai 2012)

Sensory Ecology Group, Max Planck Institute for Ornithology,
Seewiesen

Projektleitung

TRDir Dipl.-Ing. Andreas Heil (ab 2009)	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
RR Dipl.-Biol. Jan Sauer (ab 2018)	Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach (heute Fernstraßen-Bundesamt, Leipzig)
MR'in Gesa Schwoon (bis 2008)	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
ORR i.R. Dipl.-Biol. Dr. Udo Tegethof (bis 2017)	Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Bearbeitung der Arbeitshilfe

Dipl.-Ing. Dr. Jochen Lüttmann	FÖA Landschaftsplanung GmbH, Trier
Dipl.-Biogeograph Jörg Bettendorf	
Dipl.-Biol. Roland Heuser	
Dipl.-Ing. Werner Zachay	
M. Sc. Umweltbiowiss. Clara Neu	
Dipl.-Umweltwiss. Kerstin Servatius	

Forschungsbegleitender Arbeitskreis zum FE-Vorhaben

Dr. Michael Below (zeitweise)	Deutsche Bahn AG, Berlin
Dipl.-Ing. Dirk Bernotat	Bundesamt für Naturschutz, Leipzig
Dipl.-Ing. Marita Böttcher (zeitweise)	Bundesamt für Naturschutz, Leipzig
Dipl.-Biol. Monika Engels	Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung des Landes Brandenburg, Potsdam
Dipl.-Biol. Harro Herzberg	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Hannover (heute Autobahn GmbH des Bundes, Berlin)
Prof. Dr. Dipl.-Ing. Jens Lüdeke	Eisenbahnbundesamt, Bonn (heute Berliner Hochschule für Technik)
Dip.-Ing. Adolf Noack (zeitweise)	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr, Hannover
Dipl.-Ing. Eckhard Roll	Eisenbahnbundesamt, Köln (heute Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden)
GBD i.R. Dr. Ing. Edmund Rutttert	Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement, Wiesba- den
LD i.R. Albrecht Schlierer (zeitweise)	Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg
BD i.R. Dipl.-Ing. Helmut Schneider	Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz, Koblenz
Dipl.-Ing. Claudia Sterzing	Deutsche Bahn AG, Leipzig
Dr. Thomas Wachter (zeitweise)	Bosch & Partner GmbH, Hannover
Dipl.-Ing. Karin Wolfram	DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Berlin

Inhalt

1	Einleitung, Zielsetzung der Arbeitshilfe	1
2	Geschützte Fledermausarten, rechtliche Vorgaben zum Fledermausschutz in der Straßenplanung	3
3	Ökologie der Fledermausarten - fachlich und rechtlich relevante Definitionen	5
4	Aufgabenstellung und Inhalte der fledermauskundlichen Untersuchung (Fachgutachten Fledermäuse).....	9
5	Bestandsaufnahme und Bestandsbewertung	11
5.1	Wann sind Fledermaus-Erfassungen erforderlich?	11
5.2	Potenzialanalyse	12
5.3	Bewertung der Datenaktualität	13
5.4	Methodenwahl und Untersuchungsumfang für die Fledermaus-Erfassung	14
5.4.1	Wahl geeigneter Methoden	14
5.4.2	Untersuchungsumfang, notwendige situative Ergänzung des projektbezogenen Methodenspektrums.....	16
5.4.3	Grenzen der Geländeerfassung mit verschiedenen Methoden	17
5.4.4	Verhältnismäßigkeit und Zulässigkeit von Telemetrie und Netzfang	19
5.4.5	Andere Methoden.....	19
5.5	Methodische Anforderungen an die Auswertung	20
5.5.1	Aufbereitung und Dokumentation der Geländeergebnisse	20
5.5.2	Bestandsbewertung	23
5.5.2.1	Identifikation der fledermauskundlich bedeutsamen Funktionen und Landschaftsbereiche	23
5.5.2.2	Sonderfälle der Bewertung (Bewertung der lokalen Population, Modellierungen)	28
6	Beurteilung der Auswirkungen von Straßen und Verkehr	30
6.1	Relevante Wirkfaktoren und Konfliktanalyse	30
6.2	Hinweise zur Empfindlichkeit und zur Bewertung von Beeinträchtigungen	41
6.2.1	Direkter Flächenentzug	41
6.2.2	Betriebsbedingte Störung durch Schall (Lärm)	43
6.2.3	Betriebsbedingte Störung durch Licht des fließenden und ruhenden Verkehrs.....	44
6.2.4	Individuenverlust durch Kollisionen von Individuen mit dem Verkehr.....	48
7	Möglichkeiten der Problembewältigung durch Maßnahmen (Vermeidung, Kompensation)	57
7.1	Allgemeine Anforderungen, Nachweis der Wirksamkeit	57

7.2	Maßnahmen zur Vermeidung von Individuenverlusten und Störungen im Zuge der Baudurchführung.....	59
7.2.1	Kontrolle und Beseitigung von Baumquartieren.....	59
7.2.2	Gebäudequartiere	62
7.3	Querungshilfen und flankierende Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Zerschneidungswirkungen / Kollision	63
7.3.1	Begriffssystem „Querungshilfen“ für Fledermäuse.....	63
7.3.2	Maßnahmenübersicht.....	64
7.3.3	Standortkonzeption	70
7.3.4	Artspezifische Anforderungen an die Dimensionierung der Querungshilfen.....	72
7.3.5	Leitpflanzungen.....	78
7.3.6	Leit- und Sperreinrichtungen (Zäune, Wände).....	81
7.3.7	Absicherung der Wirksamkeit durch temporäre Strukturen im Baufeld.....	84
7.3.8	Vermeidung von Fallenwirkungen (Regenrückhalte- und Absetzbecken, sonstige Fallen).....	86
7.4	Sonstige Maßnahmen zur Vermeidung von Störwirkungen in Quartier- und Nahrungshabitaten sowie auf Flugrouten während der Bauzeit	87
7.5	Kompensationsmaßnahmen.....	88
7.5.1	Quartierverbesserung und Neuschaffung von Quartieren im Siedlungsbereich.....	88
7.5.2	Kompensation von (Baum-) Quartierverlusten.....	89
7.5.3	Kompensation von Nahrungshabitaten.....	92
7.6	Hinweise zu Nachkontrollen / Risikomanagement	95
8	Literatur	96
Anhang		110

Anlagen: Musterkarten

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	In der FFH-RL in Anhang II und Anhang IV aufgeführte Arten.....	4
Tabelle 2:	Fachlich relevante Aspekte der Ökologie der Fledermausarten.....	5
Tabelle 3:	Orientierungsrahmen (Merkmale, Kriterien, Schwellenwerte) für die Identifikation artbezogen bedeutsamer Habitats / Funktionen	25
Tabelle 4:	Wirkfaktoren und mögliche Auswirkungen auf die Fledermausfauna an Straßen.....	31
Tabelle 5:	Beeinträchtigung der Habitatsignung (%) für passiv akustisch ortende Fledermausarten in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und von der Entfernung vom Straßenrand	44
Tabelle 6:	Empfindlichkeit gegenüber Lichteintrag.....	47
Tabelle 7:	Artbezogene Disposition der Fledermausarten gegenüber Kollisionsgefahren.....	54
Tabelle 8:	Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Zerschneidungswirkungen und Kollisionsgefahren (Übersicht) ...	65
Tabelle 9:	Artspezifische Anforderungen an Fledermaus-Querungshilfen und Hop-over für kollisionsgefährdete Fledermausarten	77
Tabelle 10:	Aufwertungspotenzial verschiedener Waldtypen als Nahrungshabitat.....	94

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Funktionselemente des Lebensraums einer gebäudebewohnenden Fledermausart (Gebäudequartier) bzw. einer Waldart (Quartiere im Wald).....	8
Abbildung 2:	Methodenmix in Abhängigkeit von den Untersuchungsfragestellungen und raumbezogen ausgeprägten fledermausrelevanten Funktionen	15
Abbildung 3:	Für die Fledermauserfassung geeignete Erfassungszeiträume (nach Methoden geordnet).....	16
Abbildung 4:	Unterschiede zwischen Aktionsraum, Aufenthaltsraum und Kernjagdgebiet eines Individuums nach Telemetriedaten.....	22
Abbildung 5:	Entscheidungsdiagramm für das Vorgehen während der Besatzkontrolle zur Vermeidung von baubedingten Individuenverlusten in potenziellen Baumquartieren.....	60
Abbildung 6:	Querungshilfen-Typen für Fledermäuse	63
Abbildung 7:	Idealtypische Anordnung der Vegetationselemente auf Fledermaus-brücken	74
Abbildung 8:	System der zur Sicherstellung der Wirksamkeit von Querungshilfen erforderlichen Vegetationselemente im Umfeld (Prinzipdarstellung)	79

Abbildung 9:	Idealtypische Ausprägung von Leitstrukturen aus dichtem Gebüsch und mindestens einzelnen größeren Gehölzen („Landmarken“) sowie Krautsaum	81
--------------	---	----

Verzeichnis der Anhänge

Anhang A:

Ökologische Angaben

Anhang A-1	Artbezogene Übersicht über die Jahresphänologie der verschiedenen Fledermausarten
Anhang A-2	Quartierpräferenz und Quartierwechselverhalten

Anhang B

Methodische Hinweise

Anhang B-1	Mustergliederung „Fachgutachten Fledermäuse“
Anhang B-2	Checkliste zur Identifikation der Nutzungs- und Habitattypen mit potenziell hoher Bedeutung für Fledermäuse
Anhang B-3	Prüffragen / Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit vertiefender Untersuchungen und zur Auswahl von Methodenbausteinen
Anhang B-4	Hinweise zur Methodenwahl zur Erfassung von Fledermäusen in der Eingriffsplanung (best practise-Methodenübersicht)
Anhang B-5	Hinweise / Muster für die Kartendarstellung zum Fachgutachten Fledermäuse

Verzeichnis der Anlagen (Musterkarten)

Anlage 1:	Untersuchungsstandorte und Nachweise
Anlage 2	Bewertung
Anlage 3	Ergebnisse der Telemetry

Vorbemerkung

Im Oktober 2011 wurde auf der Grundlage des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Quantifizierung und Bewältigung verkehrsbedingter Trennwirkungen auf Fledermauspopulationen als Arten des Anhangs der FFH-Richtlinie“ (FE-Nr. 02.0256/2004/LR) (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR 2014) der erste Entwurf der Arbeitshilfe erstellt. Dieser wurde mit den Ländern und der Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES), dem Bundesministerium für Umwelt (BMU), dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), dem Bundesrechnungshof (BRH) und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) abgestimmt und im Anschluss weiter fortgeschrieben. Dabei sind die Ergebnisse der Stellungnahmen eingeflossen.

Zudem wurde die Anwendung des Entwurfs der Arbeitshilfe 2011 (Methodik der Bestandserfassung, Bewertung, Maßnahmenplanung) in den Verfahren zum Fernstraßenbau erprobt. Weitere wissenschaftliche Erkenntnisse wurden veröffentlicht (siehe Literaturverzeichnis). Im Rahmen des Transnational Road Research Programms „Roads and Wildlife“ der Conference of European Directors of Roads (CEDR) erfolgte eine ausführliche und breite Diskussion der neuen Erkenntnisse (ELMEROS & DEKKER 2016), die anschließend in die Arbeitshilfe integriert wurden. Damit beinhaltet die vorliegende Schlussfassung den aktuellen Stand der Forschung.

1 Einleitung, Zielsetzung der Arbeitshilfe

Adressaten der Arbeitshilfe sind der Vorhabenträger, die Ersteller der Fachgutachten und die für das Verfahren zuständigen Behörden. Mit der Arbeitshilfe zum Fledermausschutz werden die im Forschungsvorhaben (FE-Vorhaben „Fledermäuse und Straßenverkehr“, ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR 2014) gewonnenen Erkenntnisse, ergänzt aus anderen Forschungsvorhaben und einschlägigen Publikationen sowie projektbezogenen Untersuchungen, planungsbezogen aufbereitet.

Dabei geht es darum, die Erkenntnisse entsprechend der inhaltlich-methodischen Arbeitsschritte so darzustellen, dass sie im Rahmen der unterschiedlichen Planungsinstrumente wie die FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) und dem Landschaftspflegerischem Begleitplan (LBP) einschl. dem Artenschutzbeitrag (ASB) angewendet werden können. Auf vorgelagerten Planungsebenen gelten die Hinweise sinngemäß. Damit wird ein Beitrag zur Qualifizierung und einheitlichen Gestaltung der fledermauskundlichen Untersuchungen im Zuge der Erstellung der genannten Planungsunterlagen geleistet.

Die Arbeitshilfe befasst sich mit den Leistungen „Bestandserhebung“ und „Dokumentation“ (Aufbereitung der Geländeergebnisse, Darstellen und Beurteilen) sowie mit der Wirkungsprognose und den Maßnahmen zur Vermeidung und zur Kompensation und spezifiziert diese in Bezug auf die Artengruppe Fledermäuse. Viele Angaben können in der Arbeitshilfe zwangsläufig nur kurzgehalten sein. Soweit Grunddaten und weitere Erläuterungen dem Gutachten zum FE-Vorhaben „Fledermäuse und Straßenverkehr“ entnommen werden können, wird hierauf in folgender Form verwiesen (→ FE-Gutachten). Ggf. wird auch auf weiterführende Literatur verwiesen.

Das entsprechend der Arbeitshilfe methodisch angelegte „Fachgutachten Fledermäuse“ erlaubt im Regelfall die Auswirkungen durch den Eingriff in Bezug auf die Funktionszusammenhänge zwischen den (Teil-) Lebensräumen von Fledermäusen diese zuverlässig abzuschätzen und ein geeignetes Schutzkonzept zu entwickeln. Die Konzeption der Arbeitshilfe für den Planungsalltag setzt allerdings Vereinfachungen voraus, welche die Komplexität z.B. der divergierenden Artansprüche, Empfindlichkeiten und straßenbedingten Wirkpfade und Wirkungen auf ein zumutbares Niveau reduzieren. Wissenslücken und Unsicherheiten, die im Forschungsfeld „Fledermäuse und Straßenverkehr“ noch bestehen (vgl. im Gutachten zum FE und in zusammenfassenden neueren Arbeiten, z.B. in „Bats and roads, ABBOTT et al. 2015 und ELMEROS & DEKKER 2016 sowie ALTRINGHAM & KERTH 2016), müssen u. U. durch vereinfachende Annahmen bzw. über Konventionsbildung geschlossen werden, weil Planungsfragen Antworten benötigen. Zugleich verpflichten diese Lücken ggf. zu vorsorglichen Einstufungen und u.U. zu Nachkontrollen.

Zum Komplex „Kollisionsverluste“ besteht weiterhin Forschungs- bzw. Klärungsbedarf, was die Folgen einer Zerschneidung für die Kolonien bzw. der Kollision einzelner Individuen betrifft. Dies betrifft z.B. die weiterhin schwierige Operationalisierung der „Signifikanz“ im Sinne des Artenschutzes.

Die Wirkfaktoren, die nicht behandelt werden, sind eventuelle langfristige, verkehrsbedingte Veränderungen der Fledermaushabitate durch Immissionen von Nähr- und Schadstoffen. Weitere Fragen, die den Fledermausschutz an Straßen betreffen, bspw. die fledermaus-freundliche Gestaltung und Unterhaltung von Straßenbrücken, deren Hohlräume von Fledermäusen als Quartiere genutzt werden, sind ebenfalls nicht Gegenstand. Schließlich werden die speziellen Untersuchungsansätze und Methoden, welche im Rahmen der in besonderen Fällen notwendigen Nachkontrollen (Monitoring) benötigt werden, in der Arbeitshilfe nicht behandelt.

2 Geschützte Fledermausarten, rechtliche Vorgaben zum Fledermausschutz in der Straßenplanung

Alle in Deutschland vorkommenden Fledermausarten (**Tabelle 1**) sind in Anhang IV FFH-Richtlinie¹ (FFH-RL) gelistet und unterliegen damit den Verboten, Freistellungen und Ausnahmen des Besonderen Artenschutzrechts (§§ 44, 45 BNatSchG). Einige Arten sind zudem in Anhang II FFH-RL aufgeführt. Für diese Arten des Anhangs II hat Deutschland nach den Bestimmungen der FFH-RL ein kohärentes Schutzgebietsnetz geschaffen. Sofern für Fledermausarten gemeldete FFH-Gebiete von der Straßenplanung betroffen sein könnten oder Funktions-/Wirkungsbezüge in diese Gebiete bestehen², ist der Gebietsschutz nach § 34 BNatSchG strikt zu beachten. Zugleich muss die Planung die Kriterien der Eingriffsregelung nach § 15 BNatSchG erfüllen.

Eine wichtige Information ist der aktuelle Erhaltungszustand der Arten in der jeweilig relevanten biogeographischen Region (kontinentale / atlantische / alpine biogeographische Region). Diese Information muss den amtlichen Listen entsprechend Berichtspflicht nach Art. 11 / 17 FFH-RL entnommen werden. Sie ist auf der Homepage des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) abrufbar.

Insgesamt muss in der Planung der Nachweis erbracht werden, dass Fledermauspopulationen, ggf. unter Rückgriff auf Vermeidungsmaßnahmen, nicht (im Sinne der o.g. Rechtsvorschriften) signifikant beeinträchtigt werden. Zu beachten ist, dass die Maßstäbe von Artenschutz (mit Bezug zu den beeinträchtigten Individuen) und vom FFH-Gebietsschutz (mit Bezug zur Population im jeweiligen FFH-Gebiet) sowohl in Bezug auf die Eingriffsbewertung als auch in Bezug auf die Maßnahmen verschieden sind.³ Falls eine Beeinträchtigung nicht vermeidbar ist, müssen die in rechtlicher Hinsicht jeweils zu erfüllenden weiteren Zulässigkeitsvoraussetzungen vorliegen. Dies betrifft in fachlicher Hinsicht insbesondere die Verpflichtung, dass der Erhaltungszustand der Fledermauspopulationen im Bezugsraum bzw. im FFH-Gebiet trotz Eingriff nicht verschlechtert wird (§ 45 Abs. 7 BNatSchG; ähnlich: § 34 Abs. 5 BNatSchG).

¹ Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-RL). Richtlinie 92/43/EG des Rates vom 21.5.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen, ABl. EU L 206, S. 7; zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/17/EU vom 13.5.2013 (ABl. L 158 S. 193).

² Hauptflugrouten von Fledermäusen, denen eine Vernetzungsfunktion zwischen den Teilen eines FFH-Gebiets oder zwischen dem Gebiet und anderen FFH-Gebieten zukommt, unterfallen den Bestimmungen des Habitatrechts, auch wenn sie außerhalb der Grenzen des FFH-Gebietes verlaufen. Trennwirkungen in Bezug auf die Erreichbarkeit von Nahrungshabitaten der Fledermäuse sind dagegen an den Bestimmungen des allgemeinen Artenschutzrechts zu messen (BVerwG, Urteil vom 14.04.2010, 9 A 5.08, Rn. 73). [ECLI:DE:BVerwG:2010:140410U9A5.08.0].

³ Siehe die Leitfäden der Europäischen Kommission: Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der FFH-Richtlinie. Mitteilung der Kommission 12.10.2021. https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_de.pdf. (Zugriff 16.11.2021); Prüfung von Plänen und Projekten in Bezug auf Natura-2000-Gebiete. Methodik-Leitlinien zur Erfüllung der Vorgaben des Artikels 6 Absätze 3 und 4 der FFH-Richtlinie 92/43/EWG. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/methodological-guidance_2021-10/DE.pdf (Zugriff 16.11.2021) sowie Natura 2000 – Gebietsmanagement – Die Vorgaben des Artikels 6 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG. Vermerk der Kommission C(2018) 7621 final, 21.11.2018. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/DE_art_6_guide_jun_2019.pdf. (Zugriff 16.11.2021).

Die gebietsschutzrechtlichen und artenschutzrechtlichen Bedingungen für die Umsetzung eines Vorhabens müssen spätestens im Rahmen der Planfeststellung erfüllt sein. Es ist dafür unabdingbar, den Fledermausschutz als artenschutz- bzw. gebietsschutzrechtliches Thema im Planungsprozess frühzeitig zu bearbeiten. Andernfalls könnten Konflikte erst spät erkannt werden, die auf der Planfeststellungsebene nicht mehr aufgelöst werden und dort zu einer Unzulässigkeit des Vorhabens führen können.

Tabelle 1: In der FFH-RL in Anhang II und Anhang IV aufgeführte Arten

	Artname (deutsch)	Artname (wiss.)	Anhang II	Anhang IV
1	Alpenfledermaus*	<i>Hypsugo savii</i>		X
2	Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteinii</i>	X	X
3	Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>		X
4	Breitflügelfledermaus	<i>Eptesicus serotinus</i>		X
5	Fransenfledermaus	<i>Myotis nattereri</i>		X
6	Graues Langohr	<i>Plecotus austriacus</i>		X
7	Große Bartfledermaus	<i>Myotis brandtii</i>		X
8	Große Hufeisennase	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	X	X
9	Großer Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>		X
10	Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i>	X	X
11	Kleine Bartfledermaus	<i>Myotis mystacinus</i>		X
12	Kleine Hufeisennase	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	X	X
13	Kleiner Abendsegler	<i>Nyctalus leisleri</i>		X
14	Langflügelfledermaus*	<i>Miniopterus schreibersii</i>	X	X
15	Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i>	X	X
16	Mückenfledermaus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>		X
17	Nordfledermaus	<i>Eptesicus nilssonii</i>		X
18	Nymphenfledermaus	<i>Myotis alcathoe</i>		X
19	Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>		X
20	Teichfledermaus	<i>Myotis dasycneme</i>	X	X
21	Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>		X
22	Weißrandfledermaus*	<i>Pipistrellus kuhlii</i>		X
23	Wimperfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i>	X	X
24	Zweifarbflfledermaus	<i>Vespertilio murinus</i>		X
25	Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>		X

* Die Alpenfledermaus (*Hypsugo savii*), die Langflügelfledermaus (*Miniopterus schreibersii*) und die Weißrandfledermaus (*Pipistrellus kuhlii*) haben in Deutschland eine Randverbreitung oder kommen ausnahmsweise als Gäste vor. Sie werden in der Arbeitshilfe nicht behandelt.

3 Ökologie der Fledermausarten - fachlich und rechtlich relevante Definitionen

Im Folgenden werden – in aller Kürze – die im Kontext der Arbeitshilfe besonders wichtigen ökologischen Merkmale der Gruppe der Fledermäuse bzw. die zu beachtenden Funktionen im Lebensraum der Fledermäuse benannt. Zur Vertiefung geeignete Standardwerke sind im Literaturverzeichnis (Kap. 8) aufgeführt.

Fledermäuse benötigen im Jahresverlauf Sommerquartiere, in denen die Wochenstuben sind, Zwischenquartiere (Tages- und Balzquartiere) und Winterquartiere in Baum- oder Felsenhöhlen und / oder in Gebäuden und anderen natürlichen oder künstlichen Objekten (im Folgenden: Quartiere). Sie nutzen weiterhin Nahrungshabitate und wechseln zwischen Nahrungshabitaten und Quartieren auf mehr oder weniger tradierten Routen (im Folgenden: Flugrouten) sowie zwischen Sommer- und Winterquartieren den Landschaftsstrukturen folgend (Flugkorridore).

Um die Beeinträchtigung dieser Funktionen beurteilen zu können, müssen diese in ihrer verschiedenen Bedeutung für die lokalen Fledermauspopulationen bekannt sein. Beispielhaft sind die in einem Fledermaus-Sommerlebensraum typischerweise verteilten Funktionen und deren Beziehungen zueinander in Abbildung 1 (S. 8), idealisiert für eine gebäudebewohnende Fledermausart und für eine baumhöhlen- bzw. waldbewohnende Fledermausart, dargestellt.

Jede Fledermausart besitzt ökologische Spezifika. Z.B. werden spezielle Quartiertypen artspezifisch saisonal divergierend genutzt bzw. bevorzugt. Anatomisch bedingt ergeben sich bestimmte Flug-, Jagd-, Echoortungsstrategien und somit Ernährungsweisen und unterschiedliche Aktionsradien im Umfeld saisonal präferierter Quartiere. Zwischen Sommer- und Winterquartieren fliegen die Arten unterschiedlich weit; die Migrationsdistanzen betragen von wenigen (<10 - 30 km) bis zu mehreren hundert Kilometern. Die Lebensraumansprüche und die Nutzung von Quartieren können regional in einer gewissen Bandbreite variieren. Verschiebungen in den jahreszeitlichen Zyklen (z. B. Ein- oder Ausflug in Sommer- oder Winterquartiere) aufgrund unterschiedlicher klimatischer Gegebenheiten sind zu beachten. Siehe die artbezogene Übersicht über die Jahresphänologie im **Anhang A-1**.

Tabelle 2: Fachlich relevante Aspekte der Ökologie der Fledermausarten

Funktion / Funktionselement	Vom besonderen Artenschutz erfasste („essenzielle“) Habitatelemente und -funktionen
<u>Sommerquartiere</u> Während des Sommers leben Fledermäuse als Gruppen in Kolonien zusammen. Bei den meisten Arten bilden die reproduzierenden Weibchen, oftmals in Gesellschaft von Jungtieren und nicht reproduzierenden Weibchen, „Wochenstuben-Kolonien“. Oft verteilt sich die Kolonie zeitweise auf mehrere Quartiergruppen. Fledermäuse haben gewöhnlich ein Junges pro Jahr. Sie verbringen den Tag in ihren Schlafplätzen je nach Art in den verschiedensten Typen von Gebäuden, unter Brücken, in (Specht-) Höhlen oder in Spaltenquartieren im Wald. Fledermäuse verhalten sich gebietstreu und kehren zu den sommerlichen Quartierwäldern (Baumhöhlen bewohnende Arten) resp. zu den Gebäudequartieren immer wieder zurück.	Fortpflanzungsstätte (und Ruhestätte): Wochenstubenquartier(e) oder „Quartierzentrum“ (Gebäudeensemble mit wechselnden Quartieren einer siedlungsbewohnenden Fledermausart, Waldbereich mit

Funktion / Funktionselement	Vom besonderen Artenschutz erfasste („essenzielle“) Habitats- und -funktionen
Oft bilden mehrere Quartiere einen Quartierverbund. Die Quartiere werden wiederholt genutzt, wobei zwischen den einzelnen Quartieren eines Verbundes häufig, z. T. alle 1 – 2 Tage gewechselt wird. Einen ausgeprägten Quartierwechsel zeigen v.a. Baumhöhlen bewohnende Arten. Je nach Art liegen die Quartiere, zwischen denen regelmäßig gewechselt wird, in mehr oder weniger enger räumlicher Benachbarung („Quartierzentrum“). Das Quartiersystem wird bei einigen Arten (Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhaufledermaus, Zwergfledermaus) im Jahresverlauf noch durch die Ausbildung von Paarungsquartieren ergänzt: im Sommer und Frühherbst besetzen die fortpflanzungsaktiven Männchen Paarungsquartiere zumeist in Baumhöhlen und versuchen durch Werberufe Geschlechtspartner anzulocken. In geeigneten baumhöhlenreichen Wäldern können dann sehr starke Balzaktivitäten beobachtet werden („Rast- und Paarungsgebiet“). Andere Fledermausarten, z.B. die Bartfledermäuse, nutzen dazu die im Spätsommer und Herbst zu beobachtenden „Schwärmphasen“ an unterirdischen Felsquartieren, wie z.B. Höhlen und Stollen (Schwarmquartier), die zumeist auch Winterquartiere darstellen. Die meisten Sommerkolonien zerstreuen sich ab August. Die jungen Fledermäuse sind dann alt genug um zu fliegen. Die Fledermäuse erkunden im September und Oktober ihre Lebensraumumgebung. Mit dem Einflug in die Winterquartiere endet i.d.R. die Paarungszeit.	Wechselquartieren der Kolonie einer waldbewohnenden Art)⁴ sowie Rast- und Paarungsgebiete (mit einer Konzentration von Balzquartieren) und Schwarmquartiere. Die wechselnden Tagesquartiere einzelner Männchen oder Weibchen fallen i.d.R. nicht in den Schutzzumfang. Zur Fortpflanzungs- und Ruhestätte gehört auch deren funktional notwendiges (in der Regel enges) räumliches Umfeld.
<u>Winterquartiere</u> Einige Arten überwintern von etwa November bis April im nahen Umfeld ihrer Sommerquartiere bzw. ihrer Nahrungshabitate, andere wandern auch über längere Strecken zu ihren Winterquartieren. Fledermäuse wählen als Winterquartiere allgemein ungestörte, frostfreie Plätze mit ausgeglichener Temperatur wie Höhlen, Burgen, Kirchen, Tunnel oder unterirdische Gebäudeteile. Einige Arten (Großer und Kleiner Abendsegler, Rauhaufledermaus, Zweifarbfledermaus) überwintern in Felspalten sowie vergleichbaren Strukturen im Siedlungsraum. Von einigen Arten wie dem Braunen Langohr, der Fransenfledermaus oder dem Großen Abendsegler werden auch alte Bäume mit einem großen Stammdurchmesser als Winterquartier genutzt.	In Ihrer Funktion als Ruhestätte geschützt sind alle als Winterquartier genutzten natürlichen wie durch den Menschen errichteten Objekte. Zur Ruhestätte gehört auch deren funktional notwendiges (in der Regel enges) räumliches Umfeld.
<u>Nahrungshabitate</u> Die heimischen Fledermausarten ernähren sich ausschließlich von Insekten. Verschiedene Arten haben verschiedene Nahrungserwerbsstrategien: Einige können Insekten im Flug fangen oder sie von der Wasseroberfläche, vom Boden oder vom Laub aufnehmen. Die meisten Arten orten ihre Beute aktiv mit Hilfe ihres Echoortungsvermögens, wenige (das Große Mausohr, die Bechsteinfledermaus und die Langohren <i>Gatt. Plecotus</i>) orten ihre Beute passiv. Das Große Mausohr bspw. hört die leisen Klickgeräusche, welche Laufkäfer beim Laufen auf der Bodenoberfläche verursachen.	Essenzielle Nahrungshabitate sind als Bestandteil der Fortpflanzungs- und Ruhestätte u.U. geschützt.⁶

⁴ Die räumliche Abgrenzung einer Fortpflanzungs- und Ruhestätte i.S. der FFH-RL ist eine in erster Linie naturschutzfachliche Frage, die je nach Verhaltensweisen der verschiedenen Arten bzw. je nach Raumanspruch der Arten unterschiedlich beantwortet werden kann (BVerwG, Urteil vom 13.05.2009, 9 A 73.07 - A 4, Dürren/Kerpen, 3. Leitsatz u. Rn. 91). Ebenso in EU-KOMMISSION 2021 (Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten der FFH-Richtlinie, Kap. 2.3.4b) und zum notwendigen räumlichen Zusammenhang einer Fortpflanzungsstätte VGH München, Urteil vom 16.03.2010 - 8 N 09.2304, Rn. 41 bzw. zum notwendigen „Umfeld“ zuletzt im Urteil des EuGH vom 18.10.2021, C-357/20, Rz. 34.

⁶ Nahrungshabitate / Jagdbereiche (sowie Flugrouten und Wanderkorridore) unterliegen als solche nicht dem Verbot des § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG. Ausnahmsweise kann ihre Beschädigung auch tatbestandsmäßig sein, wenn dadurch die Funktion der Fortpflanzungs- oder Ruhestätte vollständig entfällt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn durch den Wegfall eines Nahrungshabitats eine erfolgreiche Reproduktion in der Fortpflanzungsstätte ausgeschlossen ist; eine bloße Verschlechterung der Nahrungssituation reicht nicht. Entsprechendes gilt, wenn eine Ruhestätte auf Dauer verhindert wird.

Funktion / Funktionselement	Vom besonderen Artenschutz erfasste („essenzielle“) Habitatslemente und -funktionen
Im Sommer fliegen die Fledermäuse aus ihren Schlafplätzen (Quartieren) im Halbdunkel aus, um zu fressen. Die gewöhnlich zu den Jagdhabitaten und während der Nahrungssuche zurückgelegte Flugstrecke ist sehr unterschiedlich, sowohl zwischen den Arten als auch zwischen den Individuen einer Kolonie (abhängig von der Raumverteilung der individuell genutzten Nahrungshabitate). Quartiernahe Jagdhabitate sind für die Wochenstubenkolonien bei einigen Arten besonders wichtig (essenziell)⁵. Einige Arten, z. B. das Braune Langohr oder die Bechsteinfledermaus benötigen Nahrungshabitate in der Nähe ihres Quartiers, möglichst nur wenige hundert Meter entfernt. Andere Arten fliegen regelmäßig große Entfernungen zwischen Quartier und Nahrungshabitaten (beim Großen Abendsegler sind Entfernungen bis über 26 km registriert worden). Viele Fledermäuse suchen für die Jagd mehrere verschiedene Nahrungshabitate während einer Nacht auf und „pendeln“ zwischen diesen, um die Flächen mit den besten Insektdichten ausfindig zu machen. Fledermäuse kehren oft zu denselben Nahrungshabitaten (Bereichen) zurück und besuchen diese über viele Nächte, u. U. langjährig. Innerhalb des Aktionsraumes nutzt ein Individuum trotzdem eine große Zahl von Nahrungshabitaten und Teilräumen und reagiert damit auf die unterschiedliche Insektdichte der einzelnen Flächen im Laufe des Jahres, die sich abwechselnd sowohl jahreszeitlich als auch mit den lokalen Wetterbedingungen verändert. Geeignete Nahrungshabitate können für eine große Zahl von Fledermäusen zentrale Bedeutung haben und von mehreren Arten zugleich genutzt werden. Insoweit sind unter den Jagdhabitaten artspezifisch „essenzielle“ Kernbereiche, deren Entzug oder Störung gravierend sein kann, von sporadisch genutzten Randgebieten bzw. opportunistisch genutzten, u.U. kurzfristig bestehenden Angeboten, zu unterscheiden: Kern-Nahrungshabitate werden regelmäßig genutzt. Sie liegen meist im engeren Aktionsraum um die Wochenstubenkolonie(n). Teilweise werden solche Habitate trotz isolierter Lage auch von weit angeflogen, bspw. Gewässer, die bezüglich des Insektenangebotes hoch produktiv sind. In größerer Entfernung liegende Kern-Nahrungshabitate sind dann in der Regel umso stärker über Leitstrukturen (Hecken u. ä. Strukturen) angebunden.	
<u>Flugrouten / Zugkorridore</u> Auf dem Weg vom Tagesquartier (z.B. in einem Waldgebiet) in die Nahrungshabitate orientieren sich die meisten Fledermausarten mehr oder weniger eng an linienhaften Landschaftselementen („Leitstruktur“). Sie meiden das Queren größerer Freiflächen. Entsprechend bilden sich entlang von z.B. Waldrändern, linearen Gehölzstrukturen (im Folgenden „Hecken“)⁷, Galleriewäldern an Bächen und entlang von Reliefkanten u. U. „Flugrouten“, die mehreren / vielen Individuen oft über Jahre als Flugroute dienen, d.h. traditionell genutzt werden. In gehölzarmen Landschaftsbereichen dienen punktförmig herausragende Landschaftselemente als „Landmarken“, an denen sich der Flug orientiert. Neben den während des Sommers jede Nacht wiederkehrend genutzten Flugrouten zwischen Quartieren und Nahrungshabitaten existieren möglicherweise saisonal genutzte <u>Zugkorridore</u> zwischen z.B. Sommerlebensraum und Winterquartieren.⁸	Flugrouten sind <u>regelmäßig</u> von den Fledermausindividuen genutzte, räumlich an Leitstrukturen oder einzelnen Landmarken orientierte, Flugstrecken. Zugkorridore verbleiben meist diffus (nicht abgrenzbar) und fallen insoweit nicht unter die gesetzlich geschützten Habitatkategorien.

⁵ Wenn bspw. nur dieser eng begrenzte Bereich im Umfeld des Wochenstubenquartiers als Jagdhabitat günstig ist und sein Fortbestand maßgeblichen Einfluss auf den Erhaltungszustand der Wochenstubenkolonie hat.

⁷ Lineare Gehölzstrukturen aus vorwiegend heimischen, niedrigen Gehölzen und/oder Bäumen werden im Folgenden mit dem eingebürgerten Begriff „Hecken“ bezeichnet.

⁸ Der Literatur sind Hinweise zu entnehmen, dass die Wanderungen vom Großen Abendsegler, dem Kleinen Abendsegler und der Rohrfledermaus, die über große Entfernungen zwischen Sommer- und Winterlebensräumen wandern, relativ eng an bestimmte Landschaftsstrukturen angelehnt erfolgen. Ob diese

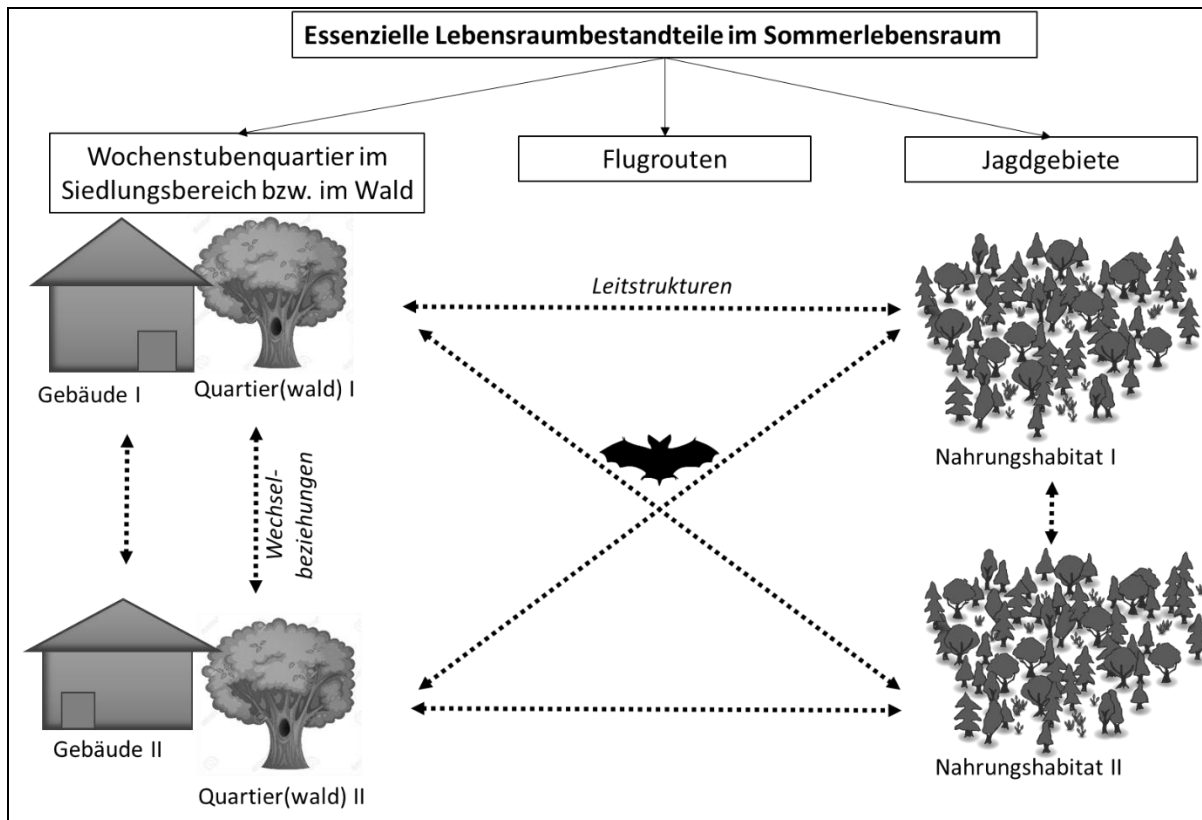


Abbildung 1: Funktionselemente des Lebensraums einer gebäudebewohnenden Fledermausart (Gebäudequartier) bzw. einer Waldart (Quartiere im Wald)

„Zugkorridore“ ausgeprägt sind, indem Flussauen oder Bergketten diesen Arten als Landmarken (Leitlinien) für die Navigation dienen und die Wanderungen kanalisieren, ist allerdings wissenschaftlich umstritten. In einem Forschungsbericht an das Bundesamt für Naturschutz kamen die Autoren zu der Einstufung: „Breitfrontenzug lässt die Existenz von Zugkorridoren“ für Fledermäuse unwahrscheinlich werden“ (MESCHÉDE et al. 2017: 13). Allerdings wandern die meisten Fledermausarten zwischen Sommer- und Winterlebensräumen mehrheitlich nicht so weit wie die genannten Fernwanderer. Sie sind entweder Kurzstreckenwanderer, bei denen Sommer- und Winterquartiere sehr nah beieinander liegen (z.B. Zwergfledermaus), oder Mittelstreckenwanderer (z.B. Wasserfledermaus), die Strecken bis zu 300 Kilometern zurücklegen können. Woran sich diese Fledermäuse orientieren und in welcher Höhe sie sich dabei normalerweise fortbewegen, ist noch wenig erforscht. Hinweise liegen vor, dass diese Flugbewegungen sich vergleichbar den Wechseln zwischen Sommerquartieren und Nahrungshabitaten vollziehen, nämlich orientiert an Leitstrukturen und topographischen Landmarken und in vergleichbarer Höhe bzw. mit vergleichbarem Abstand von diesen.

4 Aufgabenstellung und Inhalte der fledermauskundlichen Untersuchung (Fachgutachten Fledermäuse)

Die rechtlichen Anforderungen für den Schutz der Fledermäuse vor Beeinträchtigung müssen sich auch in den jeweiligen fledermauskundlichen Untersuchungen niederschlagen: Das Fachgutachten Fledermäuse muss hinsichtlich der Gegenstände der Untersuchung, des Untersuchungsumfanges und der Untersuchungstiefe so konzipiert sein, dass die für das Fledermausvorkommen maßgeblichen Funktionen angemessen dargestellt werden können.

Jedes Fachgutachten beinhaltet mehrere Arbeitsschritte, die mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung einerseits und den Ergebnissen der vorhabenbezogenen Untersuchung andererseits ausgefüllt werden.

Der Grundstein einer art- und konfliktspezifischen Beurteilung wird mit der Bestandserfassung der Fledermausfauna gelegt. Grundsätzlich ist hierbei die fachliche Untersuchungsintensität anzustreben, die sicherstellt, dass die lokale Fledermausaktivität, das Artenspektrum und die artspezifischen Funktionen beschrieben und vergleichend bewertet werden können.

Dem folgt eine fachliche Bewertung der fledermauskundlich maßgeblichen Raumfunktionen. Sach- und Wertdarstellungen müssen voneinander getrennt als solche erkennbar sein. Vage Eindrücke oder von den Gutachtern geäußerte Zweifel z.B. an einer ausreichenden Untersuchungsintensität müssen im Vorfeld des Berichtes – vor Abschluss des Gutachtens – ggf. durch Erweiterung des Untersuchungsauftrages ausgeschlossen sein.

Die → **Mustergliederung** für das Fachgutachten Fledermäuse (**Anhang B-1**) gibt Auskunft über den Rahmen und die Differenzierung, mit der diese Inhalte in einem Fachgutachten darzulegen sind.

Die fledermausspezifischen Ergebnisse müssen anschließend in die landschaftsplanerischen Fachbeiträge FFH-VP und ASB eingepasst bzw. integriert werden können. Die daraus resultierenden Anforderungen an die fledermauskundliche Untersuchung sind identisch mit denen anderer faunistischer Untersuchungen; insoweit wird auf das HVA F-StB (BMVI 2017) verwiesen.

Die Inhalte bzw. Arbeitsschritte des Fachgutachtens Fledermausschutz sind:

Bestandsaufnahme und Bestandsbewertung

Arbeitsschritt I: Vorprüfung

- Prüfung der Notwendigkeit vertiefender Untersuchung.
 - o „Potenzialanalyse“
 - o Sind aufgrund der geplanten Projektelemente Eingriffe in Natur und Landschaft mit Bezug zu Fledermausarten zu erwarten / ausgeschlossen? Ergeben sich zulassungsrelevante Beeinträchtigungsrisiken?
- Festlegung der Untersuchungsziele, -inhalte und -methoden, Begründung.
 - o Beurteilung vorhandener Daten

- Festlegung des notwendigen Untersuchungsprogramms.

Arbeitsschritt II: Erfassung und Bewertung

Durchführung der Untersuchung und Beurteilung der Untersuchungsergebnisse in Bezug auf Vorkommen und Verteilung der für die lokalen Fledermauspopulationen maßgeblichen Habitate und Funktionen.

Beurteilung der Auswirkungen von Straßen und Verkehr

Arbeitsschritt IIIa: Eingriffsbezogene Bewertung, Beurteilung der Konflikte

Vertiefende Prüfung möglicher Konflikte bzw. Beeinträchtigungen Art-für-Art und Feststellung, ob Beeinträchtigungen eintreten, nach den spezifischen Maßstäben des Artenschutzes (bzw. des Gebietsschutzes für erhebliche Beeinträchtigungen nach Art. 6.3 FFH-RL, falls Anhang II-Arten oder charakteristische Arten eines FFH-Gebietes betroffen sind).

Problembewältigung durch Maßnahmen (Vermeidung, Kompensation)

Arbeitsschritt IIIb: Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen

Konzipierung geeigneter Vermeidungsmaßnahmen (ggf. Schadensbegrenzungsmaßnahmen) bzw. vorgezogener Ausgleichsmaßnahmen. Ggf. Planung sonstiger kompensatorischer Maßnahmen.

Das Fachgutachten Fledermäuse konzentriert sich auf die Arbeitsschritte I und II (Mustergliederung, **Anhang B-1**). Die Darstellung der Beeinträchtigungen und deren Vermeidung/Bewältigung durch eine entsprechende Maßnahmenplanung erfolgt in den Planungsbeiträgen LBP/ASB und FFH-VP. Bei der Erarbeitung der Planungsbeiträge ist die Mitwirkung von Fledermaus-Sachverständigen unabdingbar.

5 Bestandsaufnahme und Bestandsbewertung

Um mögliche Auswirkungen eines Straßenneubaus, eines Ausbaus bzw. des Betriebs der Straße auf Fledermäuse in einem Landschaftsraum abschätzen zu können, sind detaillierte Kenntnisse über die vorkommenden Fledermausarten im Untersuchungsraum notwendig. Sofern die Potenzialanalyse in Arbeitsschritt I (Kap. 5.2) nicht ergibt, dass die verfügbaren Daten für eine belastbare Bewertung ausreichen, ist eine eigene Bestandserhebung erforderlich.

Bezüglich der Konzipierung dieser Untersuchung siehe Kap. 5.2. Neben der Art-Erfassung müssen die Untersuchungen geeignet sein, die Bedeutung und funktionalen Zusammenhänge der von projektspezifischen Wirkungen betroffenen Fledermauslebensräume zu erfassen.

Quartiere, regelmäßig genutzte Flugrouten und Nahrungshabitate von Fledermäusen angemessen zu erfassen und ihre Wertigkeit abzuschätzen, ist eine Spezialaufgabe, die durch auf diesem Gebiet ausgewiesene Fachkräfte erfolgen muss. Diese verfügen über entsprechende Erfahrung, die notwendigen personellen und technischen Kapazitäten und über das spezielle professionelle technische Equipment.

5.1 Wann sind Fledermaus-Erfassungen erforderlich?

Die Entscheidung, ob, in welchem Raum und mit welchen Fragestellungen eine fledermauskundliche Untersuchung durchgeführt wird, basiert auf der Recherche vorhandener Daten in Verbindung mit einer fachkundigen Potenzialabschätzung.⁹

- Abgrenzung des Untersuchungsraums. Der Untersuchungsraum soll die potenziellen Raumbezüge der Kernlebensräume umfassen und sich an den typischen Aktionsradien der (relevanten) Arten orientieren.¹⁰ Solange keine besonders bedeutsamen Arten/Vorkommen bekannt sind, kann hilfsweise ein Radius von 2.000 m angenommen werden, der mit zunehmendem Erkenntnisstand entweder verkleinert oder vergrößert wird.¹¹ Der Untersuchungsraum muss zudem mindestens die mögliche Reichweite der Wirkungen des Projektes abdecken.
- Auswertung vorhandener Daten, ob Fledermausvorkommen innerhalb des Untersuchungsraums bekannt sind (und ob ggf. bereits ausreichende Daten vorliegen, die eine weitere Geländeerfassung erübrigen).

Innerhalb des Untersuchungsraumes werden alle verfügbaren Informationen über das Vorkommen der Fledermausarten bei den Naturschutzbehörden abgefragt. Eine Einbeziehung der einschlägig tätigen Verbände und Einzelpersonen (Artspezialisten) ist

⁹ Die Inhalte entsprechen der „faunistischen Planungsraumanalyse“ lt. ALBRECHT et al. (2014, Kap. 2.1.4) und spezifizieren diese in Bezug auf die Fledermäuse.

¹⁰ BVerwG, Urteil vom 06.11.2013 - 9 A 14.12, Rn. 113 - für die Haselmaus.

¹¹ Diese Einschätzung beruht auf der Grundannahme, dass regelmäßige Nutzungen von einzelnen Leitstrukturen durch ein- oder ausfliegende Tiere in größeren Entfernungen (zu bzw. von Quartieren) in der Regel ausgeschlossen werden könnten. Sind im Umfeld besonders bedeutsame Fledermaus-Vorkommen bekannt, muss das Untersuchungsgebiet dieser Bedeutung entsprechend angepasst sein und ggf. nach funktionalen Gesichtspunkten weiter gefasst werden. Den o.g. 2 km – Radius akzeptierte das BVerwG als Untersuchungsraum für das „überragend bedeutsame“ Winterquartier Seegeberger Kalkhöhle jedenfalls nicht, vgl. Urteil des BVerwG vom 27.11.2018 - 9 A 8.17, Rn. 85 f.

als Ergänzung sinnvoll. (Alleine die Auswertung vorliegender Fledermaus-Daten reicht in der Regel nicht, weil über den Status und die Raumnutzung vieler Arten in der Mehrzahl der Bundesländer erst wenig bekannt ist).

- Abschätzung des Untersuchungsraums in Bezug auf das Vorkommen von potenziell bedeutsamen Fledermaushabitaten und nach Datenlage zu erwartenden Arten anhand von Luftbildern oder anderen geeigneten Quellen (Potenzialanalyse, Kap. 5.2).
- Ortsbegehung zur Überprüfung (Potenzialanalyse, Kap. 5.2).

5.2 Potenzialanalyse

In Bezug auf das Untersuchungsgebiet wird eine Abschätzung vorgenommen, ob und wo aufgrund der Ausprägung bestimmter Teillebensräume in Bezug auf Quartiere, Nahrungshabitate und Flugrouten fledermausrelevante besondere Funktionen zu erwarten sind. Diese Einschätzung erfolgt anhand der im Untersuchungsraum vorhandenen Nutzungs-/Strukturtypen (Auswertung von Luftbildern und ggf. Biotoptypenkartierung in Verbindung mit der Ortsbegehung) mittels der Checkliste in **Anhang B-2**. Die Lebensräume, die von Fledermäusen genutzt werden, werden in dieser Checkliste entsprechend ihrer potenziellen Eignung unterschieden, nach:

- Quartierhabitaten (differenziert nach: Wochenstube der Kolonien, Zwischenquartier v. a. von Männchen und Weibchen außerhalb der Wochenstube, Balzquartier etc., Winterquartier),
- Nahrungshabitaten (Lebensräume, in denen die Individuen jagen),
- Leitstrukturen (Strukturen, die der Orientierung und Verteilung der Individuen im Raum dienen).

Das Ergebnis der Potenzialanalyse wird in Text bzw. Tabelle und Karte dokumentiert.

In schwierig zu beurteilenden Fällen soll die Potenzialanalyse über die Ortsbegehung hinaus durch Voruntersuchungen, die der eigentlichen Geländekartierung vorauslaufen, unterstützt werden:

- Baumhöhlenkartierung im Winter: Erfassung von Bäumen mit potenziellen Quartiereigenschaften in Gestalt abstehender Rinde, Spalten, Höhlen aus ausgefaulten Astabbrüchen oder Spechthöhlen (zur Methodik s. in ALBRECHT et al. 2014) im Bereich des geplanten Baufeldes und darüber hinaus bis 100 m.

Diese Untersuchung sollte immer angestellt werden, sofern aufgrund des Vorhandenseins von alten Wäldern / Bäumen Beeinträchtigungen von Baumquartieren möglich sind. Die Untersuchung kann helfen, das Beeinträchtigungspotenzial abzuschätzen und den Untersuchungsbedarf frühzeitig zu ermitteln. Ist die Lage der Bäume mit Quartierpotenzial bekannt, ist später (im belaubten Zustand) eine gezielte Untersuchung ohne langwierige Suche möglich.

- Übersichtskartierung mit Detektoren: Beprobung von Geländepunkten an Stellen, die die geplante Trasse schneiden soll, zur vorläufigen Beurteilung des Untersuchungsbedarfs in Bezug auf Flugrouten und zur Präzisierung geeigneter Probestellen. Je nach Zielsetzung mit mobilen Detektoren oder an, aufgrund der Vorinformation bestimmten Standorten, mit stationären Detektoren¹².

5.3 Bewertung der Datenaktualität

Eine Geländeuntersuchung ist nur dann verzichtbar, wenn für die betreffenden Bereiche bereits ausreichende Daten vorliegen. Ausreichend sind Daten, die aktuell sind, die mit gleichwertigen Erfassungsmethoden (gemessen an den in **Anhang B-3** aufgeführten) erfasst worden sind und für die betreffenden Bereiche oder vergleichbare¹³ aussagekräftig sind.

Nach herrschender Auffassung sind die beurteilungsrelevanten Daten in der Regel noch ausreichend aktuell, wenn sie nicht älter als fünf Jahre sind. Für die Frage nach der ausreichenden Aktualität der Daten sind aber in erster Linie die genannten inhaltlichen Kriterien maßgeblich (vgl. TRAUTNER & MAYER 2021). Trifft eines der folgenden Kriterien möglicherweise nicht zu, ist relativ unabhängig vom Datenalter eine Plausibilitätskontrolle durchzuführen. Auf deren Grundlage wird im Einzelfall eine Entscheidung über die Notwendigkeit einer erneuten Kartierung getroffen. Die Plausibilitätskontrolle dient der Überprüfung der Methodik und der Ergebnisse aus der ursprünglichen Kartierung und der Angemessenheit der daraus abgeleiteten Konflikte und Maßnahmen:

- Basis der Plausibilitätsprüfung ist eine Überprüfung der Lebensraumstrukturen im Gelände analog zur Potenzial-Analyse. Haben sich für die Vorhabenbeurteilung wesentliche strukturelle Veränderungen (u.a. Veränderung der Lage der bekannten/vermutlichen Quartierzentren infolge Waldveränderungen und damit indirekt auch der Flugrouten, o. a.) im vom Vorhaben betroffenen Raum ergeben?
- Hat sich seitdem die Bestandsentwicklung der bisher vorrangig für die Vorhabenbeurteilung relevanten Arten auf lokaler und übergeordneter Ebene (Naturraum, Schutzgebiet, Schutzstatus im Bundesland) bekanntermaßen geändert?
- Haben die für die Konfliktanalyse bisher zur Verfügung stehenden / benutzten Daten eine ausreichende artspezifische Auflösung? Vor allem ältere Daten, welche sich methodisch bedingt auf gruppenbezogene Aussagen beschränken (in denen z.B. nur die Gattung *Pipistrellus* von der Gattung *Myotis* unterschieden sind), sind für viele Fragestellungen, die der ASB oder die FFH-VP zu beantworten haben, nicht (mehr) geeignet.

¹² Stationäre Detektoren unterschiedlichen Typs je nach Zielsetzung der Untersuchung (s. Anhang B-4).

¹³ Repräsentative Bereiche, so dass valide Analogien möglich sind.

- Sind durch inzwischen geänderte, rechtliche oder weitere, oben nicht erwähnte fachliche Rahmenbedingungen, zusätzliche Arten / Sachverhalte zu untersuchen oder zu bewerten (etwa aufgrund fortgeschrittener Methodik, bei Änderung des Schutzstatus einer Art)?

Je bedeutender ein Artvorkommen ist und je gravierender die zu erwartenden Beeinträchtigungen (und deren Rechtsfolgen) sein könnten, umso größer ist der Anspruch auf Aktualität.

5.4 Methodenwahl und Untersuchungsumfang für die Fledermaus-Erfassung

5.4.1 Wahl geeigneter Methoden

Die Methoden zur Erfassung von Fledermäusen in einem Landschaftsraum ergeben sich bedarfsorientiert (ebenso wie der Untersuchungsumfang, vgl. Kap. 5.4.2.).

Eine entsprechende Matrix findet sich in → **Anhang B-3**. Die Matrix enthält Prüffragen, welche als Definitionshilfe bezüglich der in vertiefender Untersuchung zu klärenden Fragestellungen und zur Auswahl der dann sinnvollen Methodenbausteine dienen können. Die fledermauskundliche Untersuchung soll sich auf die positiv beantworteten, relevanten Fragestellungen konzentrieren. Zur Beantwortung der Fragen müssen im Regelfall Sachverständige hinzugezogen werden.

Entscheidend für die Auswahl einer Methode und der Methodenkombination (Methodenmix) ist die Effizienz der Methoden in Bezug auf die Untersuchungsfragestellung. Jede Untersuchung muss zum Ziel haben, bei kleinstmöglichem Aufwand den größtmöglichen Effekt zu erzielen. Methodenstandards sind ansatzweise etabliert.¹⁴ Um ausreichende Erkenntnisse über das vorhandene Artenspektrum und räumliche Verteilungsschwerpunkte zu gewinnen, sollte ein Methodenmix zum Einsatz kommen (→ **Abbildung 2**). Die Arbeitshilfe gibt hier einen Rahmen vor, der einzelfallbezogen aufzufüllen und zu begründen ist. Von Spezialfällen abgesehen, sollte der Methodenmix mindestens Detektorbegehungen, automatische Aufzeichnungen an bestimmten Orten mittels stationärer Echtzeit/Vollspektrum-Detektoren und Netzfänge während der Sommermonate umfassen. Der anzuwendende Methodenmix ergibt sich ansonsten entsprechend der im Raum vorhandenen, potenziell fledermausbedeutsamen Strukturen (Siedlungsstruktur, Wald, ...) und der dort potenziell realisierten (und potenziell beeinträchtigten) Funktionen, Quartiere, Flugrouten und Nahrungshabitate. Sind im Untersuchungsraum Habitate vorhanden, die möglicherweise als Schwarm- und Winterquartiere in Betracht kommen, müssen der Untersuchungszeitraum und das Methodenspektrum entsprechend angepasst bzw. erweitert werden.

¹⁴ Für Fledermausuntersuchungen, die im Rahmen von Straßenplanungen durchgeführt werden, enthält das HVA F-StB (BMVI 2017) Methoden-Hinweise. Die dort im Anhang enthaltenen Methodenblätter (ALBRECHT et al. 2014) sind zur Gewinnung der notwendigen Grunddaten im Allgemeinen geeignet. Je nach speziellen Rahmenbedingungen (bezüglich der zu erfassenden Arten, der speziellen Eigenschaften der Habitate, z.B. Gebäude oder der speziellen Zielsetzungen) müssen sie aber ergänzt und z.T. auch modifiziert werden, damit die Sachverhaltsermittlung ausreichend ist. Deswegen ist weiterhin eine vorhaben- bzw. konfliktbezogene Methodenauswahl und Begründung im Einzelfall erforderlich. Eine Methodenübersicht enthält Anhang B-4. Ergänzend werden die Methodenbeschreibungen in BCT (2016), GESSNER (2011) und MKULNV (2017) empfohlen.

Anwendungsbeispiel: Berührt das zu beurteilende Projekt beispielsweise strukturreiche, von Hecken gegliederte Offenlandflächen und sind entsprechend der Beurteilung durch das Expertenteam als empfindliche Funktionen v.a. Flugrouten und lediglich nachrangig Nahrungshabitate zu erwarten, genügen Detektorkartierungen. Je höherwertiger die Habitate und je bedeutsamer die (Flugrouten-)Funktion oder die potenzielle Projekteinwirkung eingeschätzt werden, desto häufiger müssen neben mobilen Detektoren differenziertere Methoden, hier über längere Zeit automatisch aufzeichnende stationäre Echtzeit-Vollspektrum-Detektoren, zur Klärung eingesetzt werden. Vollspektrum-Geräte müssen immer zum Einsatz kommen, wenn nicht auf eine Artdifferenzierung verzichtet werden kann. Nur mit Hilfe von stationären Geräten lassen sich weitere Merkmale, wie z.B. der zeitliche Verlauf der Flugroutennutzung während der Nachtstunden bzw. während aufeinander folgender Nächte, ermitteln.

Sind Waldhabitate potenziell betroffen, muss mittels Höhlenbaumkartierung unterschieden werden, ob als Quartier von Fledermäusen geeignete Strukturen in Trassennähe vorhanden sind oder nicht. Im Einzelfall sind die Quartiere bereits durch die angewendeten anderen (Detektor-)Methoden ausreichend identifiziert. Im Regelfall wird mittels Netzfängen zu klären sein, ob aufgrund der Präsenz und Häufigkeit von reproduzierenden Weibchen (Wochensturentieren) eine Wochenstube in der Nähe, im betreffenden Waldbestand, anzunehmen ist. Verdachtsfälle sind dann ggf. durch Besenderung eines oder mehrerer Tiere und Verfolgung zum Wochenstubenquartier abzuklären („Quartier-Telemetrie“). Sind entsprechende Strukturen im Wald nicht vorhanden und/oder ergeben die Netzfänge keine Hinweise, genügt die Ermittlung von Flugrouten und Nahrungshabitaten mittels mobiler und stationärer Detektormethoden.

Raumbezogen vorhandene fledermausrelevante Lebensräume	Funktion	Höhlenbaumkartierung*	Mobiler Detektor	Stationärer Detektor	Visuelle Erfassung**	Netzfang	Telemetrie***
Wälder	Quartiere						Q
	Nahrungshabitate						A
	Flugrouten						
Waldränder, Hecken	Flugrouten				V		A
Fließ- und Stillgewässer	Nahrungshabitate						
	Flugrouten						
(Halb-)Offenland (Wiesen/Weiden, Äcker)	Nahrungshabitate						A
Siedlungsstrukturen, Brücken, Höhlen, Stollen, Keller	Sommerquartiere				V		Q
	Winterquartiere				F, L		

Zu bevorzugen

Oft notwendige Ergänzung

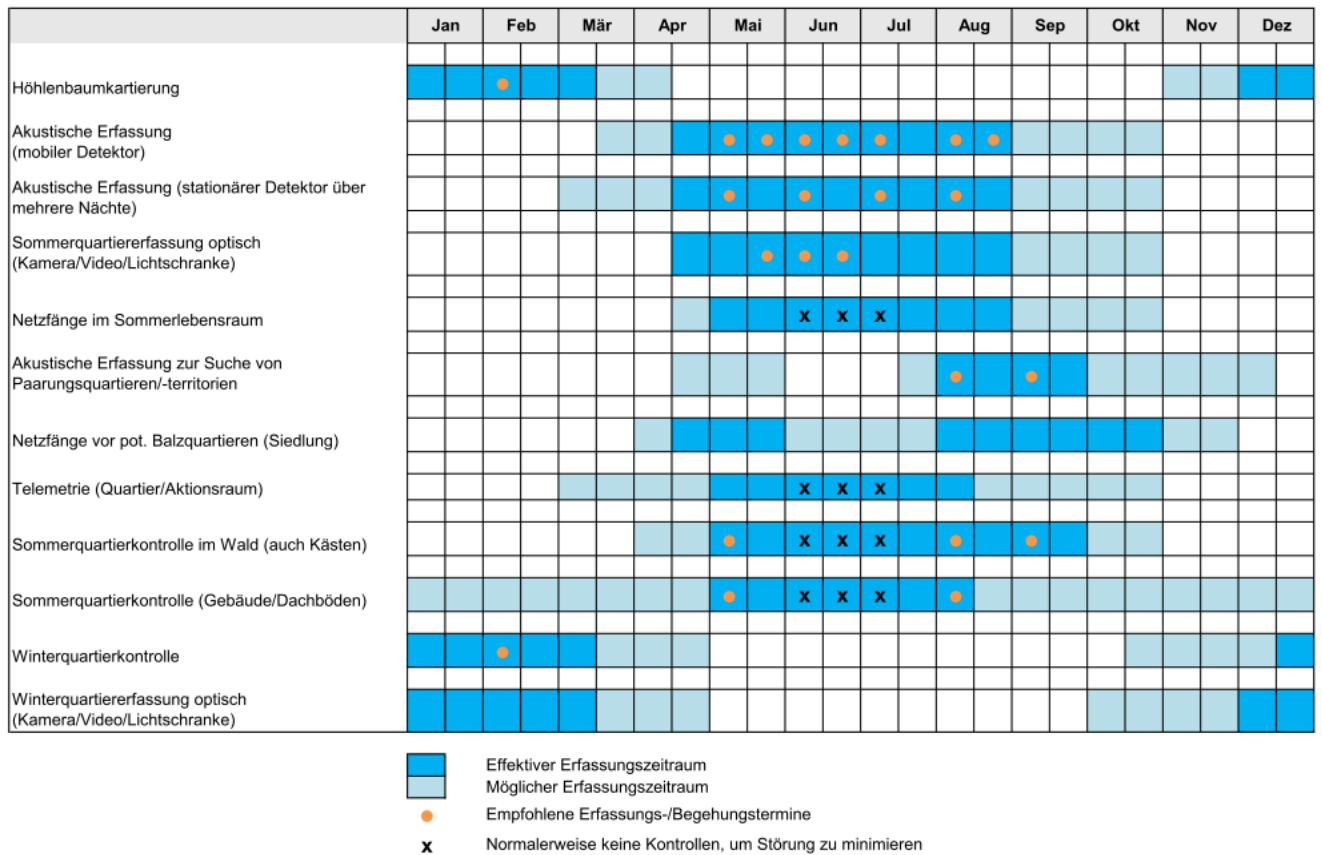
* Geeignete Quartierstrukturen werden zusätzlich endoskopiert (einmalig).

** Video V, Fotofalle F, Lichtschranke L

*** Quartiertelemetrie Q, Aktionsraumtelemetrie A

Abbildung 2: Methodenmix in Abhängigkeit von den Untersuchungsfragestellungen und raumbezogen ausgeprägten fledermausrelevanten Funktionen

Die am besten geeigneten Zeiträume für die Untersuchungen und die empfohlenen Untersuchungswiederholungen (Termine der Probennahme) sind in → **Abbildung 3** dargestellt.



Quellen: BRINKMANN et al. 1996, 2012, LIMPENS et al. 2005, GESSNER 2011, BCT 2016, verändert.

Abbildung 3: Für die Fledermauserfassung geeignete Erfassungszeiträume (nach Methoden geordnet)

Hinweise zur standardisierten Anwendung der verschiedenen Methoden im Rahmen des Fachgutachtens sind in → **Anhang B-4** aufgeführt.

5.4.2 Untersuchungsumfang, notwendige situative Ergänzung des projektbezogenen Methodenspektrums

Der Untersuchungsumfang zur Erfassung von Fledermäusen in einem Landschaftsraum ergibt sich ebenso bedarfsorientiert.

Eine Grundbedingung stellt die Einhaltung der methodischen Empfehlungen dar, bezüglich der Mindestzahl an Stichproben (Methodenmix → **Abbildung 2**), der Untersuchungswiederholungen (→ **Abbildung 3**), der Zahl der Probeflächen sowie der Untersuchungsdauer (→ **Anhang B-4**).

Im Regelfall sind alle nach der „Potenzialanalyse“ für Fledermäuse geeigneten Nutzungs-/Strukturtypen hinsichtlich des Vorkommens von Fledermäusen und der Bedeutung der Strukturen für die Fledermäuse näher zu untersuchen, sofern nicht ausgeschlossen werden kann,

dass sie von Projektwirkungen möglicherweise überlagert oder beeinflusst werden. Sollen abweichend potenziell relevante Strukturen nicht näher untersucht werden, wird dies im Fachgutachten dokumentiert und begründet (z.B. durch Verweis auf ausreichende Daten aus anderen Quellen).

Besondere Aufmerksamkeit muss den für das Überleben des lokalen Fledermausbestands potenziell bedeutsamen Quartierhabitaten und eventuellen Flugroutenbeziehungen, welche von der geplanten Straße geschnitten werden könnten, gegeben werden. Nahrungshabitate können wegen des damit verbundenen Aufwands im Allgemeinen nicht flächendeckend lückenlos erfasst werden. Es muss aber dafür gesorgt sein, dass ausreichende Erkenntnisse über die Lage der bedeutsamen Nahrungshabitate gewonnen werden. Dafür reichen in der Mehrzahl der Fälle die Untersuchung auf repräsentativen Probeflächen und die Flächenextrapolation der Erkenntnisse. Könnten Trenn- und Barrierewirkungen maßgebliche Habitate voneinander trennen, müssen Funktions-/Lagezusammenhänge der insoweit besonders empfindlichen Arten durch ergänzende Telemetrie aufgeklärt werden.

Wachsende Erkenntnisse aufgrund erster Untersuchungen machen es erforderlich, speziellen Fragestellungen in weiteren Untersuchungsschritten mit jeweils verfeinerten, meist aber auch aufwendigeren Methoden nachzugehen. Dies schließt auch ein, dass Methoden ggf. sehr kurzfristig / unmittelbar zu modifizieren sind und eine andere, besser geeignete Methode einzusetzen ist.

*Beispiel: Bei einer nächtlichen Geländeerfassung wird ein besonderes Artvorkommen erfasst, z.B. gibt der Detektor Hinweise auf eine naturschutzfachlich sehr bedeutende und / oder mit dem Detektor nicht einwandfrei identifizierte Art an eingriffsbezogen relevanter Stelle. Diese Vorkommen sollten dann durch Netzfänge weiter präzisiert werden. Wird ein trächtiges Weibchen einer gefährdeten Art festgestellt, deren Wochenstubenquartier bislang unbekannt ist, muss dies möglichst umgehend eine Untersuchung durch Telemetrie auslösen, weil nähere Daten über die Lage des Wochenstubenquartiers (Quartiertelemetrie, s. **Anhang B-4**) und evtl. weitergehend – bezüglich möglicher Zerschneidungseffekte – über die Raumnutzung der Kolonie (Aktionsraumtelemetrie) erforderlich sind.*

5.4.3 Grenzen der Geländeerfassung mit verschiedenen Methoden

In der Regel müssen die Daten artspezifisch erhoben werden. Nicht immer müssen aber alle Fledermausarten in gleicher Differenzierung erfasst werden. Arten, deren Vorkommen naturschutzfachlich besonders bedeutsam sind und Arten, die gegenüber den voraussichtlichen Projektwirkungen besonders empfindlich sind (vgl. Kap. 6), stehen im Zentrum der Bestandserfassungen. Dies ist bei der Methodenwahl zu berücksichtigen, weil nicht jede Methode bei jeder Art gleich effektiv ist.

In Bezug auf Detektormethoden wird die Rufaufzeichnung und anschließende computergestützte Rufanalyse als Mindestanforderung angesehen.¹⁵ Zudem sind hochwertige Detektoren einzusetzen, welche sich im Allgemeinen dadurch auszeichnen, dass sie eine Möglichkeit zur Kalibrierung besitzen.

¹⁵ Gegenüber einer reinen audiovisuellen Ansprache im Gelände hat die computergestützte Rufanalytik den Vorteil, dass die ermittelten Ergebnisse – gerade in Zweifelsfällen – durch Dritte überprüfbar sind (vgl. z. B. SKIBA 2009).

Trotzdem müssen sich alle Beteiligten, die fledermauskundliche Geländedaten nutzen, darüber bewusst sein, dass die Ergebnisse zwangsläufig immer eine Momentaufnahme darstellen. Auch die besten verfügbaren Methoden produzieren eine hohe Varianz, weil die Fledermäuse in Kolonien leben und die nächtlichen Flugaktionen zwischen Quartieren und Nahrungshabitaten räumlich und zeitlich hoch variabel sind (vgl. Kap. 3). Zudem weist das nächtliche Aktivitätsmuster zeitliche Spitzen und Tiefpunkte auf. Zu den arttypischen Aus- und Einflugzeiten der Fledermäuse, meist einige Zeit nach Sonnenuntergang bzw. vor Sonnenaufgang, ist die Aktivitätsdichte im Umfeld des Wochenstubenquartiers sehr hoch, zum Rest der Nacht hin eher gering, bis die Individuen gegen Sonnenaufgang und u. U. noch einmal um Mitternacht in die Kolonie zurückkehren, um ein Jungtier zu säugen. Im Spätsommer, nachdem die Jungtiere fliegen können, ist die Aktivitätsdichte ebenfalls höher als zu Beginn der Flugzeit oder während der Wochenstubenphase. Die hohe Mobilität der Fledermäuse bedingt, dass durch Untersuchungen, die in der Regel nur stichpunktartig und zeitlich begrenzt durchgeführt werden, nicht alle Arten mit ihren räumlichen Wechselbeziehungen umfassend erfassbar sind.

Eingeschränkt wird die Nachweisbarkeit von Arten auch durch den Untersuchungsraum: Aus Gründen der Praktikabilität, angesichts aufwendiger Untersuchungen, müssen die Kartierungen relativ eng¹⁶ auf das engere Trassenumfeld einer oder mehrerer Varianten begrenzt erfolgen.

Bei der Interpretation von Detektorergebnissen muss berücksichtigt werden, dass die Echorufe der einzelnen Arten eine sehr unterschiedliche Impulsstärke (laut und leise rufende Arten) aufweisen, so dass einzelne Arten eher bzw. häufiger detektiert werden als andere. Die ungleiche Verteilung der Fledermausaktivität nach Raum und Zeit und die Erfassbarkeit müssen bei der Wahl der Methoden und bei der Auswertung berücksichtigt werden. Das stellt hohe Anforderungen an die fachliche Interpretation der Ergebnisse und die gutachterliche Bewertung.

Selbst unter günstigen Rahmenbedingungen können einige Arten, v.a. die Arten Braunes und Graues Langohr sowie Kleine und Große Bartfledermaus, allerdings nicht allein mittels Lautanalyse mit dem Detektor identifiziert werden. Zudem kann selbst bei ordnungsgemäßer Handhabung qualitativ hochwertiger Detektoren nicht jede Rufsequenz der ansonsten artbezogen identifizierbaren Arten mit gleicher Sicherheit ausgewertet werden. Je nach Grad der Unsicherheit sind solche Rufsequenzen entweder auf Gattungsniveau einzuordnen oder als nicht näher bestimmbarer Fledermausruf zu kennzeichnen.

Sind Arten zu erwarten, bei denen eine Artbestimmung nicht anders möglich ist, sind Netzfänge zur Ergänzung der Untersuchungsmethoden in der Regel erforderlich. Ausnahmsweise sind artspezifische Informationen verzichtbar, etwa wenn andere bzw. spezielle Fragestellungen verfolgt werden.

Akustische Lockmittel (z.B. die Sussex-„Autobat“ und vergleichbare Produkte) sollen im Rahmen vergleichender Kartierungen der Eignung von Nahrungshabitaten (also zur Ermittlung der relativen Aktivitätsdichte) in der Regel nicht eingesetzt werden, wenn die Gefahr besteht, dass

¹⁶ Im Verhältnis zu den Aktionsradien und Lebensraumansprüchen der betroffenen Fledermausarten. Aktionsradien in der sensiblen Zeit der Schwangerschaft und Aufzuchtphase sind spezifisch und betragen bei einigen Arten lediglich ein bis zwei Kilometer. Andere Arten hingegen benötigen aufgrund ihrer Ökologie Aktionsareale, die bis mehr als 20 Kilometer im Radius betragen können, um eine solide Nahrungsgrundlage sicherzustellen.

ihr Einsatz die Ergebnisse verzerrt. Sie können aber hilfreich sein, weil sie z.B. zur Vorbereitung der Telemetrie die Fängigkeit einiger Arten in Fledermausnetzen steigern können (u.a. Bechsteinfledermaus, vgl. HILL & GREENAWAY 2005, GOITI et al. 2007, GILMOUR 2014).

5.4.4 Verhältnismäßigkeit und Zulässigkeit von Telemetrie und Netzfang

Speziell die Besenderung und Verfolgung von Fledermausindividuen mittels Telemetrie ist mit einem erhöhten Aufwand verbunden. Dieser ist aber oft gerechtfertigt, weil die Telemetrie effektiv Erkenntnisse über die Lage der Quartiere („Quartier-Telemetrie“) erlaubt. Die Methode ist zudem alternativlos, wenn die Raumnutzung einzelner Individuen bzw. der Wochenstubenkolonien ermittelt werden muss („Aktionsraum-Telemetrie“) (→ **Anhang B-4**).

Bei der Ausführung durch Sachverständige auf dem Gebiet der Fledermauskunde, verlaufen die Methodenanwendungen ohne besondere Belastungen für die betroffenen Individuen. Der Netzfang und die Telemetrie stellen trotzdem als (schwach) invasiv eingestufte¹⁷ Methoden dar. Dennoch kann auf diese Methoden oft nicht verzichtet werden (s.o.).¹⁸

Diese Untersuchungen, die der Vorbereitung einer Planung dienen, gelten nach Naturschutzrecht nicht als genehmigungspflichtig¹⁹. Es besteht jedoch gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung des Tierschutzgesetzes (AVV-TierSchG, Ziffer 7.1.3) nach überwiegender Interpretation der Fachbehörden eine Anzeigepflicht. Je nach den Umständen des Einzelfalles kann die Behörde den Einsatz der Telemetrie auch als genehmigungspflichtig einstufen. Generell sollen invasive Methoden zurückhaltend eingesetzt werden, d.h. nur wenn die Fragestellung nicht anders zu klären ist.

Unter Artenschutzgesichtspunkten darf die Telemetrie außerdem unmittelbar vor, während und nach der Geburtsphase (→ **Anhang A-1**) nicht zum Einsatz kommen.

5.4.5 Andere Methoden

Andere, als die genannten Methoden, können eingesetzt werden, wenn sie für die jeweilige Fragestellung geeignet sind und ausreichend etabliert sind, bspw. die Eignung durch Literatur belegt ist. Die abweichende Methodenwahl im Einzelfall muss dann begründet werden.

Im Rahmen eines Monitorings (s. Kap. 7.6) kommen in der Regel andere, weitergehende Untersuchungsansätze und Methoden zur Anwendung, die in dieser Arbeitshilfe nur am Rande behandelt werden. Sofern das Monitoring auf die Ergebnisse der fledermauskundlichen Bestandserfassung unmittelbar aufbauen soll, müssen die relevanten Daten in besonderer Weise

¹⁷ Im Sinne von u.U. stark störend und mit einem Verletzungsrisiko behaftet.

¹⁸ Neben Netzfang und Telemetrie sind hier nicht dargestellte Methoden zur dauerhaften individuellen Markierung der Individuen zu nennen. Diese Methoden dienen dem mehrjährigen Monitoring und sind deshalb nur für Spezialfragestellungen (v.a. im Rahmen des Monitoring) sinnvoll einsetzbar.

¹⁹ Nach § 44 (6) BNatSchG gelten die Zugriffs- und Besitzverbote von § 44 (1) „nicht für Handlungen zur Vorbereitung gesetzlich vorgeschriebener Prüfungen, die von fachkundigen Personen unter größtmöglicher Schonung der untersuchten Exemplare und der übrigen Tier- und Pflanzenwelt im notwendigen Umfang vorgenommen werden. Die Anzahl der verletzten oder getöteten Exemplare [...] ist von der fachkundigen Person der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Behörde jährlich mitzuteilen.“

die Anforderung der Reproduzierbarkeit erfüllen, mindestens durch eindeutige Methodendokumentation, ggf. auch bereits durch Auswahl entsprechend geeigneter Methoden. Im Rahmen einer Monitoring-Fragestellung ist insbesondere Wert zu legen auf eine verlässliche „Mengenangabe“ z.B. bei den Detektor-Zählungen. Diese besonderen Anforderungen an die Aktivitätserfassung werden nur von einigen unter den genannten Geländemethoden erfüllt (→ **Anhang B-4**: „für Monitoring geeignet“).

5.5 Methodische Anforderungen an die Auswertung

5.5.1 Aufbereitung und Dokumentation der Geländeergebnisse

Die mit unterschiedlichen Methoden erzielten Geländeergebnisse werden zunächst methodenspezifisch²⁰ ausgewertet und dokumentiert (Datenbank, Tabellenkalkulations-Dateien). Im Einzelnen sind zu jedem Ergebnis zu dokumentieren:

- Methodische Rahmenbedingungen: Probeflächen / Transekte²¹ mit Geokoordinaten, Angaben zu den verwendeten Untersuchungs- und Auswertungsgeräten (z.B. Detektor- oder Netztyp, Menge, z.B. Länge der pro Probestelle gestellten Netze), Witterung (Temperatur, Regen, Windstärke während des Transektganges / des Netzfanges).
- Ergebnis: Art, Ort, Datum / Uhrzeit; Menge (z.B. Anzahl der Aufnahmen pro Zeiteinheit pro Art / Nacht / Probefläche), bei Netzfängen zusätzlich: Geschlecht, Alter / Reproduktionsstatus des Individuums, ggf. Flügelklammernummer oder andere relevante individuelle Merkmale. Anmerkungen, z.B. Hinweise auf Unsicherheiten, Sichtbeobachtungen, Angaben zur beobachteten Flugrichtung oder Flughöhe etc.

Nachweisstandorte / Probeflächen werden mittels GPS oder in Karten (am besten sind aktuelle Luftbilder geeignet) verortet.

Auch Untersuchungen ohne Feststellung von Fledermäusen (Nichtnachweise) sind zu dokumentieren.

Sofern eine Artdiagnose unsicher verbleibt (z.B. wegen technischer Störungen, zu kurzer Rufsequenz usw.), wird - je nach Grad der Unsicherheit - das Artvorkommen / der Detektorkontakt mit cf.²² dokumentiert (also: *Plecotus cf. auritus*) oder nur mit dem Gattungsnamen (also: *Plecotus spec.*).

Die Erfassung von Fledermäusen mit einem Batdetektor (mobiler und stationärer Detektor) mit nachfolgender Rufaufzeichnung zeigt im Ergebnis die Präsenz einer Art an einer Untersuchungsstelle, unter Zusammenfassung mehrerer Probestellen in einem Raum. Mit Einschränkungen ist auch die Aktivität der Art beschreibbar; aufgrund der Dokumentation von

²⁰ Die Ergebnisse verschiedener Detektoren sind nicht unmittelbar vergleichbar (ADAMS et al. 2012, BELKIN & STEINBORN 2014, RUNKEL et al. 2018).

²¹ Zur Transektmethode siehe Anhang B-4.

²² Exemplar, das nicht eindeutig der Art / der Gruppe zugeordnet werden konnte, weil Merkmale fehlen ([Gattungsname] cf. [Artname]).

Einzelrufen ist bei kurz aufeinander folgenden Ortungs-Ereignissen nicht ohne Zusatzinformation unterscheidbar, ob ein Individuum einmalig oder dasselbe Individuum mehrmals aufgezeichnet wurde. Probleme der Quantifizierung resultieren auch aus echoakustischen Besonderheiten des jeweiligen Geländes (z.B. infolge unterschiedlicher Reflexionseigenschaften) und der verwendeten Detektormikrophone, die in der Regel nicht kalibriert sind.²³

Die Geländeaufzeichnungen sollen – methodenspezifisch – mittels möglichst eindeutiger Kennzahlen ausgewertet werden. Als Kennzahl kommt bei Detektoruntersuchungen die mittlere Anzahl der Kontakte je Stunde je Probefläche bzw. Detektorstopp in Betracht.²⁴ Bei Netzfängen wird ebenfalls die Berechnung eines Index (z.B. Fangerfolg / m² Netz / Netzstunde) empfohlen.²⁵ Der Mittelwert, dem die registrierten Aktivitäten aus allen Detektor-Begehungen / Probenächten zu Grunde liegen, stellt neben weiteren Kriterien ein Maß dar, welches später als Bewertungsgrundlage dient. Daten von stationär eingesetzten Detektoren (Stationärer Echtzeit/Vollspektrum-Detektor) werden in derselben Weise einer Bewertung zugänglich gemacht. Bei Mittelwertbildungen und den darauf aufbauenden Bewertungen ist auf eine ausreichende Stichprobenmenge zu achten und nach Gerätetypen gruppenweise zu trennen.

Telemetriedaten sind entsprechend ihrer Zielsetzungen, zur Feststellung des Aktionsraumes der Kolonietiere anhand einer repräsentativen Stichprobe („Aktionsraum-Telemetrie“) und / oder zur Feststellung nur der Quartiere der besenderten Wochenstubenmitglieder (Weibchen) („Quartiertelemetrie“), aufzubereiten.

Die Quartiere der Wochenstube sind von Quartieren zu unterscheiden, die lediglich als Zwischenquartier von Einzeltieren dienen. (Ggf. sind hierzu die Ergebnisse von Ausflugzählungen ergänzend heranzuziehen).

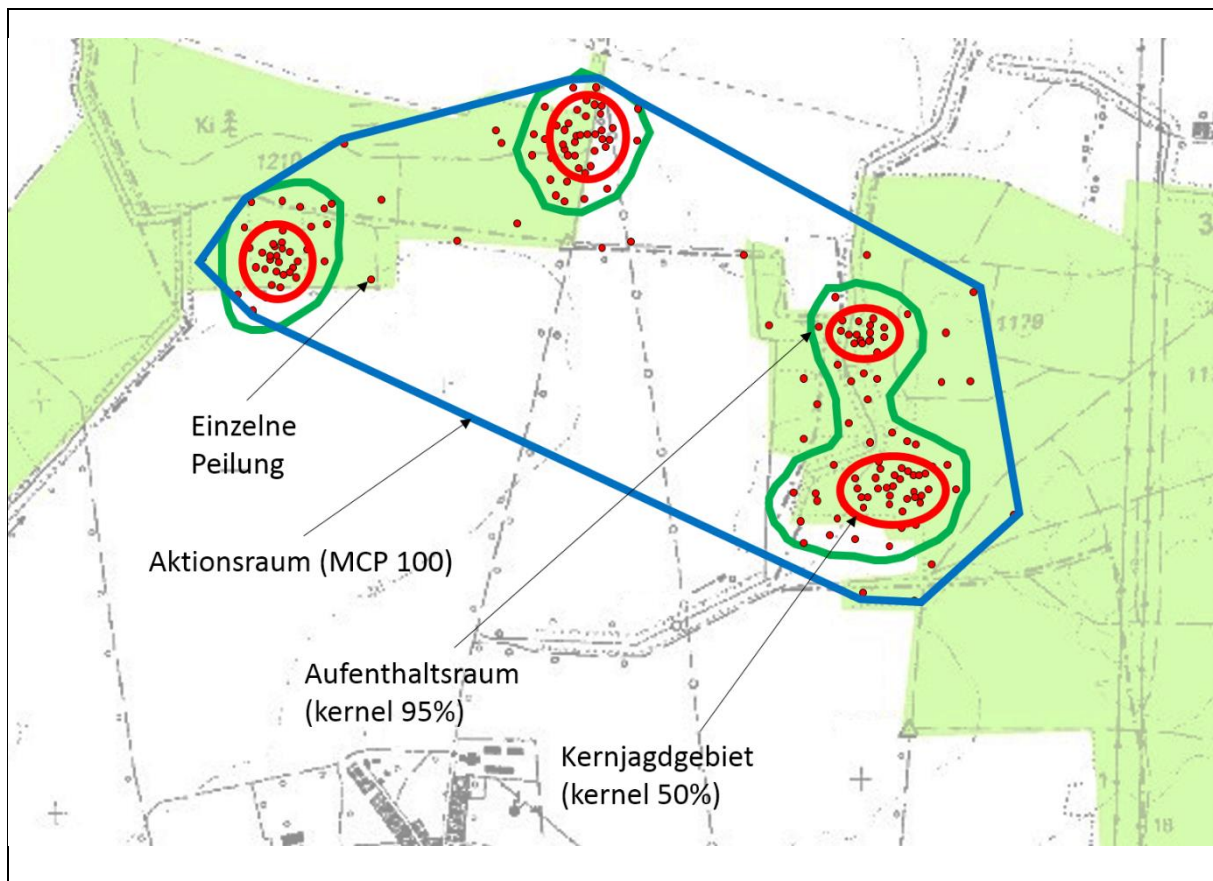
Die Nutzung im Aktionsraum ist geostatistisch so aufzubereiten, dass die Räume erkennbar werden, welche die „essenziellen Lebensräume“ der lokalen Population (Kolonie) darstellen. Zur Festlegung wird die Kernel-Methode empfohlen.²⁶ Als „Aufenthaltsraum“ bzw. „Kernjagdgebiet“ der Individuen sind die Bereiche anzusehen, in denen 95% bzw. 50% der Peilungen („fixes“) eines telemetrierten Individuums liegen (kernel₉₅ bzw. kernel₅₀) (→ **Abbildung 4**).

²³ Siehe RUNKEL (2008).

²⁴ Geräteabhängig sind verschiedene Kenngrößen in Anwendung, welche unterschiedliche Vor- und Nachteile haben (ADAMS et al. 2015, SOWLER & MIDDLETON 2013, RUNKEL et al. 2018). Mehrheitlich wird die Zahl der Kontakte (calls) pro Zeiteinheit (in der Regel 1 Stunde) genutzt, die Anzahl von Aufnahmen (Sequenzen) oder die %-Aktivität pro Zeitintervall (10 Minuten – Intervall oder Stundenintervall).

²⁵ KUNZ & PARSONS (2009).

²⁶ Weitere methodische Angaben zur Auswertung in AMELON et al. 2009, KENWARD 1987, MILLSPAUGH et al. 2012, WHITE & GARROTT 1990, WRAY et al. 1992.



Das Polygon, welches den Raum umschließt, in dem die besenderten Tiere unabhängig von der Nutzungsverteilung festgestellt wurden, gilt als „Aktionsraum“. Dieser Bereich schließt auch Flächen ein, die für das Fledermausindividuum ohne funktionale Bedeutung sind. Davon werden der „Aufenthaltsraum“ (i. d. R. Nahrungssuchraum) und das „Kernjagdgebiet“ unterschieden.

Abbildung 4: Unterschiede zwischen Aktionsraum, Aufenthaltsraum und Kernjagdgebiet eines Individuums nach Telemetriedaten

Mit Ergebnissen nach der „Homing-In-Methode“ (KENWARD 1987) ist entsprechend zu verfahren; die nach dieser Methode ermittelten Aufenthaltsflächen sind in der Regel als Kernjagdgebiete einzustufen. Aufgrund geringer Standardisierung ist die Homing-In-Methode besonders fehleranfällig und sollte deswegen nur ausnahmsweise zur Anwendung kommen.

Dabei hat die geostatistische Auswertung von Telemetriedaten maßgeblichen Einfluss auf die Ergebnisse. Insbesondere die zu treffenden Entscheidungen über den anzuwendenden Auswertalgorithmus und Glättungsfaktor müssen sachkundig mit Bedacht getroffen werden und erfordern Spezialwissen und Erfahrung, weil sich die Ergebnisse z.T. stark unterscheiden (CHIRIMA & OWEN-SMITH 2015, GULA & THEUERKAUF 2013). Als vergleichsweise robust wird der als Open-Source verfügbarer R-Algorithmus rhr (SIGNER & BALKENHOL 2015) für die Auswertung empfohlen.

Die im Rahmen der Fledermauskartierung ermittelten Ergebnisse werden in Karten dargestellt, siehe die Hinweise → **Anhang B-5, Musterkarten in Anlagen 1-3.**

5.5.2 Bestandsbewertung

5.5.2.1 Identifikation der fledermauskundlich bedeutsamen Funktionen und Landschaftsbereiche

Die Lebensräume, die von Fledermäusen genutzt werden, werden entsprechend ihrer Funktion eingeteilt als:

- Quartiere (differenziert nach: Wochenstube der Kolonien, Zwischenquartiere v. a. von Männchen und Weibchen außerhalb der Wochenstube, Balzquartiere etc., Winterquartiere).
- Flugrouten (Leitlinien, Strukturen, die der Orientierung und Verteilung der Individuen im Raum dienen).
- Nahrungshabitate (Lebensräume, wo die Individuen jagen).

Aufgabe der Bewertung ist es, die für Fledermäuse bzw. für die Arten resp. Kolonien maßgeblichen Habitate zu identifizieren. Dies kann - im Fall der Beeinträchtigung - auch Hinweise auf die Schwere der Beeinträchtigung geben. Aufgrund von Funktionsüberlagerungen und methodischer Probleme der Bestandserfassung können die Funktionen nicht immer eindeutig identifiziert, separiert und bewertet werden.

Entsprechend der aufgrund methodischer Probleme begrenzten Differenzierungsmöglichkeiten wird eine Klassifizierung nach Landschaftsbereichen mit Funktionen besonderer Bedeutung (A) und allgemeiner Bedeutung (B) vorgenommen. Habitate mit einer Funktion besonderer Bedeutung (Klasse A) sind solche, die entweder von überdurchschnittlich vielen Individuen aus den Wochenstuben oder überdurchschnittlich intensiv von Wochenstubentieren genutzt werden und die insofern „maßgeblich“ für die Wochenstubenkolonie(n) sind. Habitate, die für das Wohlergehen der Kolonie(n) dagegen von unterdurchschnittlicher Bedeutung sind, werden davon abgegrenzt (Klasse B). Die Habitate / Bereiche mit diesen Eigenschaften (A, B) werden entsprechend in Karten gekennzeichnet. Handelt es sich um Bereiche, die bereits auf der Grundlage der Vorbegehungen und weiterer Vorinformation der Sachverständigen sowie allgemeiner Kenntnis ohne weitere Prüfung mittels Geländeerfassung als Flächen mit sehr geringer Eignung für Fledermäuse eingeordnet wurden (nicht lediglich unterdurchschnittlich; Beispiele in → Tabelle 3, S. 25), werden sie zur Klasse (C) gezählt.

Für die weiteren Funktionen (z.B. Winterquartier-Funktion) gilt entsprechendes.

Zu unterscheiden sind die für die FFH-VP und den ASB immer erforderliche artbezogene Bewertungsebene und die bei Bedarf zu ergänzende synthetische Ebene, in der die Ergebnisse artengruppenbezogen bewertet werden.

Artbezogene Bewertung

Verallgemeinerbare Daten über die Aktivitätsdichte von Fledermäusen, die als Bewertungshintergrund dienen könnten, existieren – auch vor dem Hintergrund der o. g. Methodenprobleme und fehlender Messstandards – artbezogen bislang kaum. Trotzdem muss eine

artbezogene Bewertung angestrebt werden. Verbleiben Lücken aufgrund der gerätespezifischen Grenzen der Art-Erfassbarkeit, müssen diese durch komplementäre Untersuchungsmethoden und – in engen Grenzen – durch Potenzialabschätzungen²⁷ und ggf. Worst-Case-Annahmen ausgeglichen werden. Nur wenn die konkrete Fragestellung eine weitere Spezifizierung nicht zwingend erfordert, darf die Einordnung der Geländeerfassungsdaten, bspw. der Detektordaten, gruppenbezogen bleiben.

Für die Bewertung ergeben sich folgende Leitlinien:

- Je mehr Wochenstubentiere (reproduzierende Weibchen oder Jungtiere einer Art) an einer Netzfangstelle gefangen werden, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit eines Quartiers im nahen Umfeld. Eine hohe Bedeutung des Habitats für das örtliche Vorkommen ist anzunehmen, wenn aufgrund des artspezifisch relativ geringen Aktionsraumes der gefangenen Fledermausart (z.B. Bechsteinfledermaus, Langohren) auf eine Wochenstubenkolonie (weitere reproduzierende, adulte Tiere und Jungtiere) und entsprechende Nahrungshabitate in geringer (je nach Art <1 bis 2 km) Entfernung geschlossen werden kann und der Fangzeitpunkt in den Zeitraum des Koloniezusammenhaltes fällt.
- Mittels Telemetrie nachgewiesene Tagesquartiere, Nahrungshabitate oder Flugrouten von - repräsentativ ausgewählten - Wochenstubentieren sind für das jeweilige Individuum und die Kolonie umso bedeutsamer, je konstanter das Quartier, das Nahrungshabitat bzw. der betreffende Teilbereich als Nahrungshabitat oder Flugroute genutzt wird.²⁸ Für eine hohe Bedeutung eines Nahrungshabitats für die Kolonie spricht auch, wenn das Nahrungshabitat nahe an der Wochenstube liegt.
- Der Nachweis eines adulten Männchens per Netzfang und seine ggf. durch Telemetrie nachgewiesenen (Nahrungs-)Habitate sind von vergleichsweise geringer Bedeutung. Hier kann lediglich auf ein Nahrungshabitat eines einzelnen Individuums oder einen Transferflug geschlossen werden.
- (Artspezifisch) zeitlich-räumlich sehr verdichtete Nachweise im Detektor geben einen Hinweis auf eine Wochenstubenkolonie in der näheren Umgebung oder auf tradierte / obligatorische Nahrungshabitate oder Flugrouten. Merkmale können die Flugintensität (Aktivität, Frequenz) der betrachteten Art in Relation zu den Nachweisen im gesamten Untersuchungsraum sein und eine hohe Stetigkeit des Antreffens der Art bei mindestens 7 Wiederholungen der Detektorbegehungen. (In anderen Fällen kann aus Detektordaten allein nicht auf den Status der Tiere bzw. auf eine bedeutende Funktion als Nahrungshabitat oder Flugroute geschlossen werden).
- Einige Arten können aufgrund ihrer leisen Echoortungssignale unter den Rahmenbedingungen der Erfassung u. U. gerätetypisch unterrepräsentiert sein (Braunes Langohr, Graues Langohr, Bechsteinfledermaus, Hufeisennasen). Die gutachterliche Einschätzung

²⁷ Indem das Gutachterteam unter Berücksichtigung der sonstigen Ergebnisse, z.B. Verteilung der Arten in den Netzfängen, eigene Schlüsse bezüglich der Artvorkommen und -verteilung zieht und diese begründet.

²⁸ Besonderheiten wie z.B. die ausnahmsweise und meist kurzzeitige starke Nutzung ansonsten atypischer Habitate, z.B. die zeitweilige Jagdnutzung von walddahen Äckern oder von „Käferlöchern“ in jungen Nadelforsten, müssen ggf. kommentiert und abweichend bewertet werden.

muss dies berücksichtigen, sofern weitere Daten hierfür sprechen, z.B. die Habitateigenschaften für die Art günstig sind. Entsprechende Korrekturfaktoren können der Literatur (EUROBATS 2015: 142)²⁹ entnommen werden.

Die → **Tabelle 3** (S. 25) soll als **Orientierungsrahmen für die artbezogene Bestandsbewertung** dienen.

Darin werden qualitative und quantitative Hilfskriterien für die Zuordnung sowie methodenbezogene Schwellenwerte genannt. Die Sachverständigen müssen die sich nach dem Orientierungsrahmen ergebende Bewertung vor dem Hintergrund ihrer Erfahrungswerte evaluieren, ggf. korrigieren und gebiets- bzw. fallbezogen begründen. Zur Bewertung und Funktionszuweisung müssen zuvor alle zur Verfügung stehenden Informationen (Vorinformationen und Ergebnisse aller methodisch unterschiedlichen Untersuchungen, z.B. Sichtbeobachtungen, Angaben zur Flugrichtung, Flughöhe etc.) interpretativ betrachtet werden. Die Beurteilung darf nicht allein auf ein Teilergebnis gestützt werden.

Tabelle 3: Orientierungsrahmen (Merkmale, Kriterien, Schwellenwerte) für die Identifikation artbezogen bedeutsamer Habitate / Funktionen

Funktion	Bedeutung ³⁰	Beschreibung (art-bezogene Betrachtung)	Qualitative und quantitative Zuordnungskriterien, methodenbezogene Schwellenwerte	Mögliche Erkenntnisquellen
Wochenstubenquartier, Winterquartier, (Balzzentrum)	A	- Wochenstubenquartier - Balzzentrum / Schwarmquartier - Winterquartier (unter Tage) Quartier(-zentrum) mit (art-spezifisch) vielen Individuen / hohe Dichte geeigneter Strukturen; stetig genutzt, starke Bindung / geringe Ausweichflexibilität.	Bindung / Struktureignung (Quartierzentrum, Balzzentrum), artbezogen zu differenzieren.	Direkt: - Ausflugbeobachtung/ Quartierzählung - (Quartier-)Telemetry Indirekt: - Netzfänge - (Detektor) - Höhlenkartierung - Qualifizierte Hinweise von Dritten Gutachterliche Einschätzung.

²⁹ Identisch in BARATAUD (2015).

³⁰ (A) Funktion besonderer Bedeutung (sehr hoch bis mittel), „maßgeblich“ für die Kolonie. (B) allgemeine Bedeutung (gering). (C) aufgrund allgemeiner Eignungskriterien ohne Bedeutung (nähere Untersuchung war entbehrlich).

Funktion	Be- deu- tung ³⁰	Beschreibung (art-bezo- gene Betrachtung)	Qualitative und quantitative Zu- ordnungskriterien, methoden- bezogene Schwellenwerte	Mögliche Erkenntnisquel- len
Zwischenquartier	B	- Tagesquartier - Balzquartier Einzel-/Ausweichquartier, von einzelnen / wenigen Indi- viduen temporär genutzt; ge- ringe Bindung / hohe Ausweichflexibilität	Quartier eines Einzeltieres, kurz- zeitig genutzt. Isolierte Lage abseits Aktivitäts-/ Quartierzentrum, geringes Volu- men (geringe Eignung als Wo- chenstubenquartier)	
	C	keine Funktion als Quar- tier(wald) (ohne weitere Prü- fung), höchstens wie (B)	Junge, baumhöhlenarme Be- stände / frei von möglichen Quar- tierstrukturen (ganz überwiegend keine Quartierqualitäten vorhan- den / zu vermuten)	- Biotoptypenkartierung - Vorbegehung durch Sachverständige - Baumhöhlenkartierung, hilfsweise ornithologi- sche Daten zu Spechten und Hohltaube
Flugroute	A	Flugroute (artspezifisch) vie- ler Individuen, geringen Ver- änderungen unterworfen, traditionell genutzt starke Bindung / geringe Ausweichflexibilität (Bezug zu nahe gelegenen Quartie- ren der Art)	Gerichtete Bewegung mehrerer bis vieler Individuen <u>und</u> typischer Verlauf der Aktivität: - 50%-Regel ³¹ , mind. 4 Rufkon- takte/Nacht ³² - Sofern wenige Individuen/Kon- takte: Stetigkeit über alle Probe-Nächte hoch (i. d. R. > 50%, bei leise rufenden Arten mind. 2x) - Zeitliche Struktur / Verlauf des Auftretens während aufeinander folgender Nächte: Peaks kurz nach Sonnenuntergang / Dunkelheitseintritt und ggf. vor Sonnenaufgang	- Mobiler Detektor und Sichtbeobachtung - Stationärer Detektor - Telemetrie - Gutachterliche Einschät- zung: Struktur-/ Raumei- genschaften, (z.B. strukturelle Durchgän- gigkeit, Zwangspässe, sonstige strukturelle Eig- nung/Nichteignung)
	B	Vorbeiflüge einzelner Indivi- duen, als Nahrungsres- source starker Veränderung unterworfen / temporär be- stehend, geringe Bindung / hohe Ausweichflexibilität	Zeitlich-räumlich unauffällige Nachweise (weniger als bei (A), die Kriterien für (A) treffen nicht zu)	
	C	keine Funktion als Flugroute (ohne weitere Prüfung), höchstens wie (B)	Gutachterliche Einschätzung: Strukturell ungeeignet (keine Leit- struktur)	- Gutachterliche Einschät- zung: Vorbegehung in

³¹ Aus den Ergebnissen der einzelnen Detektortermine aller Probestellen wird ein Mittelwert errechnet. Die Berechnung des Mittelwertes berücksichtigt nur Flächen mit Rufaktivität > 0. Werte, die unterhalb des Mittelwertes (50%-Regel) aller Probeflächen (mindestens 15 Probeflächen) liegen, können vielfach als nicht maßgeblich eingestuft werden. Werden weniger Probeflächen herangezogen und/oder sind die meisten Probeflächen entweder sehr arm an Fledermäusen (z.B. großflächige Ackerlandschaften) oder sehr reich (z.B. großflächige, naturnahe Wälder), führt die Bewertung mit relativen Zahlenwerten anhand der 50% - Regel zwangsläufig zu Fehleinstufungen. Generell muss die Einstufung von den Sachverständigen anhand der Gesamtheit vorliegender Ergebnisse überprüft bzw. plausibilisiert werden. Für Arten mit sehr geringer Präsenz / Stetigkeit (auf wenigen Probeflächen mit einzelnen akustischen Nachweisen) erfolgt die Bewertung verbal-argumentativ.

³² BOONMAN (2011: 7) definiert eine Flugroute als einen Querungsbereich, an dem mind. 2 Individuen die Flugroute jede Nacht auf dem Hin- und Rückweg zwischen Quartier und Jagdhabitaten nutzen. Entsprechend müssen mind. 4 „Rufkontakte“ der Art pro Nacht identifiziert sein, damit von einer Flugroute gesprochen werden kann.

Funktion	Bedeutung ³⁰	Beschreibung (art-bezogene Betrachtung)	Qualitative und quantitative Zuordnungskriterien, methoden-bezogene Schwellenwerte	Mögliche Erkenntnisquellen
				Bezug auf Struktur-/Raumeigenschaften
Nahrungshabitat	A	Kern-Nahrungshabitat (für die Kolonie(n) maßgeblich) - geringen Veränderungen unterworfen, traditionell genutzt - Seltene Ressource, strenge ökologische Bindung der Art - Vergleichsweise nahe am Wochenstubenquartier	Viele Individuen / stark frequentiert: - Detektor (50%-Regel). Oder: - Netzfang (mit ≥ 3 Indiv. einer Art / $\sim 100\text{m}$ Netz / Nacht <u>und</u> mind. 2 reproduzierende Weibchen). Oder: - Telemetrie: Kernjagdgebiete (=Kernel50 nach Kreuzpeilungsdaten bzw. "homing-in")	- Detektor - Netzfang - Telemetrie - Gutachterliche Einschätzung: Analogieschluss bzw. Extrapolation auf weitere und nicht näher untersuchte Flächen
	B	Geringe Funktion: Einzelne Individuen / wenig frequentiert - Unterdurchschnittlich genutzt (50%-Regel) - Geringe Bindung / hohe Ausweichflexibilität (häufigen Veränderungen unterworfen, temporär bestehend, häufige Ressource)	- Detektor: weniger als bei (A), Oder: - Netzfang: geringer als bei (A)	
	C	Keine Funktionen als Nahrungshabitat (ohne weitere Prüfung)	Artbezogen strukturell ungeeignete Flächen (je nach Art bspw. Baumkulturen und andere sehr dichte Waldbestände, von Hecken kaum strukturiertes Intensivgrünland, Acker)	Gutachterliche Einschätzung: - Vorbegehung

Die aus der Fledermauskartierung resultierende Bewertung wird nach artspezifischen Funktionen in einer Karte abgegrenzt: → **Musterkarte Anlage 2 / Anhang B-5**. Möglichst sollen Funktionsräume als Darstellungshilfsmittel abgegrenzt werden, die den punktuell (auf Probeflächen) erfolgten Erfassungen einen räumlichen Bezug (Punkt-Flächen-Extrapolation) geben, in dem die Untersuchungsergebnisse aufgrund vergleichbarer landschaftsstruktureller Ausprägung Gültigkeit beanspruchen.

Artengruppenbezogene Bewertung

Für die Anwendungsbereiche ASB oder FFH-VP sind immer artbezogene Bewertungen erforderlich. Die artengruppenbezogene Bewertung kann ergänzend erfolgen. Die artengruppenbezogene Bewertung hat stärker als die artbezogene Bewertung die Bedeutung eines größeren Landschaftsausschnittes³³ für die Gruppe der Fledermäuse insgesamt im Blick und kann für die UVS und zur Bewältigung der Eingriffsregelung zweckdienlich sein.

³³ Darunter verstehen wir z.B. einen Funktionsraum (im Sinne der R LBP, BMVBS 2011), der sich aufgrund anderer mehr oder weniger homogener Strukturverteilung von anderen Räumen im Untersuchungsgebiet unterscheidet.

Für die Bewertung ergeben sich folgende Leitlinien:

- je höher die Zahl der registrierten Arten ist und / oder
- je höher ihre Aktivitätsdichte und -frequenz ist,

umso bedeutsamer ist der Landschaftsbereich (Funktionsraum) für Fledermäuse.

Für die artengruppenbezogene Bewertung werden die Ergebnisse der Fledermauskartierung methodenspezifisch (stationäre Detektoren, mobile Detektoruntersuchungen usw.) klassifiziert. Die Bewertung der Funktionsräume / Funktionen (Flugrouten, Jagdgebiete, Quartierwälder /-bereiche) kann analog zur artbezogenen Bewertung in 3 Klassen (hohe Bedeutung bis keine Bedeutung) vorgenommen werden. Bezüglich der Schwellenwerte liegen einige Empfehlungen in der Fachliteratur vor (BACH et al. 1999, BRINKMANN et al. 1996, RAHMEL et al. 2004, LANU 2008, STARRACH & MEIER-LAMMERING 2008), die für die Klassifikation herangezogen werden können. Die Sachverständigen müssen dabei den zwischenzeitlichen Fortschritt bei der Entwicklung effektiver Erfassungsgeräte berücksichtigen.

Die Zahl der festgestellten Arten und weitere qualitative Merkmale (aus der artbezogenen Bewertung, vgl. Tabelle 3) z.B. das Vorhandensein von Quartieren in unmittelbarer Nähe sowie der Fang reproduzierender Fledermausweibchen, sind zusätzlich für die Bewertung heranzuziehen. Ein Bewertungsmerkmal kann das Vorkommen naturschutzfachlich bedeutender Arten sein (z.B. nach dem von BERNOTAT & DIERSCHKE 2016 vorgeschlagenen „Naturschutzfachlichen Wertindex“).

Die Bewertung wird analog der artbezogenen (s.o.) nach Funktionsräumen in einer Karte abgegrenzt.

5.5.2.2 Sonderfälle der Bewertung (Bewertung der lokalen Population, Modellierungen)

Bewertung des Erhaltungszustandes der lokalen Population

Als lokale Population ist im Sommer die Wochenstube anzusehen (u.U. verteilt auf mehrere Quartiere), im Winterhalbjahr das Vorkommen in einem Winterquartier(komplex).³⁴

In der Regel muss für eine sachgerechte artenschutzrechtliche Beurteilung von Störungen (erhebliche Beeinträchtigungen, notwendige Maßnahmen zur Bewältigung) auf keine Daten zur lokalen Population zurückgegriffen werden.³⁵ In Sonderfällen aber, bspw. im Zusammenhang mit der Beurteilung einer artenschutzrechtlichen Ausnahme oder bei speziellen Fragen des

(z.B. ein Hecken- und/oder obstbaumreicher Funktionsraum, gegenüber einem ackerbaulich geprägten Raum bzw. einem geschlossenen Waldgebiet).

³⁴ „Die Abgrenzung der lokalen Population erfolgt nach Gruppen von Fledermäusen, die in einem lokalen Maßstab eine räumlich abgrenzbare Funktionseinheit (zu bestimmten Jahreszeiten) bilden, die wiederum für die Art von Bedeutung ist“ (BfN Internethandbuch, <https://ffh-anhang4.bfn.de/> Zugriff 20.12.2021). Danach sind Männchenvorkommen und im Spätsommer Gruppen von Männchen und Weibchen in Paarungsquartieren ebenso der lokalen Population zuzurechnen. Da die Quartiere aber meist über einen größeren Raum verstreut verteilt sind und im Einzelnen unbekannt bleiben, lassen sich die Vorkommen planerisch in der Regel nicht als lokale Population abgrenzen und behandeln.

³⁵ Nach der EuGH-Entscheidung C-473/19 und C-474/19 "Föreningen Skydda Skogen" vom 04.03.2021 (ECLI:EU:C:2021:166) hat eine fachlich angemessene populationsbezogene Relativierung artenschutzrechtlich enge Grenzen.

FFH-Gebietsschutzes, muss der aktuelle Erhaltungszustand des lokalen Vorkommens beurteilt werden. Hilfsweise wird hierfür eine Bewertung nach dem „ABC-Bewertungsschema“³⁶ empfohlen. Das „ABC-Bewertungsschema“ wurde zur Bewertung lokaler Vorkommen der Anhang IV-Arten im Rahmen der Berichtspflichten nach FFH-RL entwickelt.³⁷ Für lokale Vorkommen werden drei Parameter: Zustand der Population, Habitatqualität und Beeinträchtigungen bezogen auf den lokalen Bestand einer Art erhoben/eingeschätzt und bewertet. Die Beurteilung für die lokalen Bestände erfolgt nach grundsätzlich bundesweit einheitlichen Beurteilungskriterien für die Arten des Anhangs IV FFH-RL (SCHNITTER et al. 2006).³⁸ Modifikationen dieser Kriterien ergeben sich aus Fortschreibungen entsprechend dem neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisstand und länderspezifischen Regelungen.³⁹

Einsatz von Modellrechnungen in der Bewertung von Fledermaus-Habitaten

Um ein Vorkommen vor den Folgen eines Eingriffes wirksam schützen zu können, müssen die verschiedenen Funktionen des Gesamtlebensraumes räumlich ausreichend bekannt sein. Fledermausuntersuchungen können aber ein Gelände zwangsläufig nur stichprobenhaft und ausschnittsweise erfassen. In bestimmten Fällen, beispielsweise wenn Funktionszusammenhänge des Wochenstubenquartiers mit den Nahrungshabitaten einer Kolonie im Vordergrund der Fragestellungen stehen, bietet es sich an, fehlende Informationen durch Extrapolation der vorhandenen Daten mittels GIS-Modellierung zu gewinnen. Dabei werden aus den Habitatdaten von (in der Regel mittels Telemetry) repräsentativ beobachteten Individuen die Habitatparameter berechnet und auf ein größeres Gebiet, den Aktionsraum der Kolonie, hochgerechnet, um die potenziellen Nahrungshabitate und ggf. auch die sie erschließenden Flugrouten darzustellen. Durch Kombination mit Cost-Distance-Modellen (ADRIAENSEN et al. 2003, RAINHO & PALMEIRIM 2011) kann eine Bewertung der verschiedenen Raumbezüge und potenziellen Habitate in Bezug auf ihre Bedeutung für das Überleben der jeweiligen Kolonie vorgenommen werden. Beispiele entsprechender Modellrechnungen, welche als Grundlage für die projektbezogene Bewertung und die Entwicklung von Vermeidungsmaßnahmen herangezogen wurden, sind z.B. in BIEDERMANN et al. (2004) für die Kleine Hufeisennase, bei LÜTTMANN et al. (2001) für die Bechsteinfledermaus sowie in STECK & BRINKMANN (2015) für die Mopsfledermaus dokumentiert. Die modellierten Ergebnisse lassen teils räumliche Verteilungsprognosen mit hoher Auflösungsschärfe zu.

Modellierungen können im Straßenplanungsverfahren zur Unterstützung der fachgutachterlichen Bewertung dienen (BVerwG, Urteil vom 23.04.2014 - 9 A 25.12, Rn. 61 f.). Damit den Ergebnissen von Modellierungen auch im Verwaltungsverfahren eine hohe Beweiskraft zugestanden werden kann, müssen diese den maßgeblichen Standards, z.B. für die FFH-VP den

³⁶ „Mindestanforderungen für die Erfassung und Bewertung von Lebensräumen und Arten sowie die Überwachung“. Beschlossen durch die LANA (Bund-Länderarbeitsgemeinschaft „Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung“ der Ministerien) auf ihrer 81. Sitzung (September 2001) in Pinneberg.

³⁷ Ein anderes Verfahren, das „Ampel-Bewertungsverfahren“, dient dagegen dazu, den Erhaltungszustand auf der Ebene von biogeographischen Regionen zu klassifizieren. (Vgl. EUROPÄISCHE KOMMISSION 2005).

³⁸ Online:

http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/monitoring/Gesamtsonderheft_2_Bewertungsschemata.pdf.

³⁹ Bspw. im Fachinformationssystem in NRW unter <https://ffh-arten.naturschutzinformationen.nrw.de/ffh-arten/de/downloads> (Zugriff 16.10.2019).

„besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen“ entsprechen. Dazu gehört eine ausreichende Grunddatenmenge und -qualität, die eine Evaluierung und Justierung der Modellierung anhand von Geländeergebnissen möglich macht.

6 Beurteilung der Auswirkungen von Straßen und Verkehr

Im Zuge der Bewertung der Auswirkungen von Straßen und Verkehr auf Fledermäuse ist zu klären, welche straßenspezifischen Wirkungen relevante nachteilige Auswirkungen auf die Fledermäuse auslösen können. Ob eine Beeinträchtigung vorliegt, muss dann einerseits aus fledermauskundlicher Sicht nach den spezifischen Lebensraumansprüchen und Empfindlichkeitsprofilen der Arten beurteilt werden. Die Wirkungen und die sich ergebenden Beeinträchtigungen sind nicht nur eine Funktion des Eingriffsumfanges (kleine – große Straße bzw. Neu- oder Ausbau). Faktoren wie die Habitatausstattung bzw. die landschaftliche Konfiguration im Wirkungsraum spielen eine bedeutende Rolle. Dieses Element der Beurteilung muss konkret projektbezogen von den Sachverständigen eingebracht werden.

Bei den hier in Kap. 6 genannten Werten und Schwellen handelt es sich nicht um „Erheblichkeitsschwellen“, sondern um Orientierungswerte, deren Überschreitung eine relevante nachteilige Veränderung des Ist-Zustands auslösen kann. Ob eine nachteilige Veränderung im konkreten Fall eine Beeinträchtigung im Sinne des Eintritts eines artenschutzrechtlichen Verbotstatbestandes nach § 44 BNatSchG, der erheblichen Beeinträchtigung eines Erhaltungszieles in einem FFH-Gebiet (§ 34 BNatSchG) und/oder als Beeinträchtigung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes (§ 15 BNatSchG) einzustufen ist, ist nach geltenden nationalen bzw. internationalen fachlichen Standards im Kontext des Einzelfalls zu beurteilen.

6.1 Relevante Wirkfaktoren und Konfliktanalyse

Die von Straßen ausgehenden Wirkungen (→ **Tabelle 4**) werden unterteilt in die Gruppen Direkter Flächenentzug, Individuenverlust, Barriere- und Fallenwirkung sowie Störungen durch Schall (Lärm), Vibrationen und Licht. Ferner wird unterschieden in *baubedingte*, *anlagebedingte* und *betriebsbedingte* Faktoren. Mögliche Auswirkungen auf Fledermäuse werden gegenübergestellt und Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und Eingriffsbewältigung in Abhängigkeit von der Intensität und Reichweite der Wirkungen gegeben. Spezielle Fragen der Wirkungsbeurteilung und Bewertung der Beeinträchtigungen werden in Kap. 6.2 vertieft. Zu beachten ist, dass die Wirkungen von Fernstraßen auf die Fledermäuse sehr komplex sind und sich überlagern, so dass Wirkungen und Auswirkungen (Beeinträchtigungen) in den seltensten Fällen streng systematisch voneinander trennbar sind (u.a. CLAIREAU et al. 2019).

Tabelle 4: Wirkfaktoren und mögliche Auswirkungen auf die Fledermausfauna an Straßen

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
Baubedingte Wirkungen		
Direkter Flächenentzug		
▪ (Vorübergehende) Flächeninanspruchnahme durch Baustelleneinrichtung, Baustraßen usw. ▪ Überbauung, Versiegelung, Beseitigung der Vegetation	▪ Verlust vorhandener und potenzieller Quartiere	Waldfledermäuse nutzen nicht nur ein Baumquartier (z.B. eine Höhle), sondern einen Komplex von Quartieren in einem Quartierverbund. Infolge der Beseitigung von (aktuell unbesetzten) Höhlenbäumen durch Baumfällungen kann ein Mangel an geeigneten Quartierbäumen entstehen. Arten mit Siedlungsquartieren weisen oft eine sehr starke Bindung an das Quartier auf. Beurteilung der Beeinträchtigung in Abhängigkeit von der Bedeutung / Funktion und Menge der beeinträchtigten / eingriffsbedingt entfallenden Quartiere. Zu bewerten sind: ▪ Nachfrageaspekte: Grad der Bindung an ein oder mehrere Quartiere (Maßstab: Quartierwechselverhalten → Anhang A-2), soziale bzw. reproduktive Bedeutung der betroffenen Individuen (der Eingriff wiegt u.U. geringer, falls lediglich Zwischenquartiere bzw. Einzelquartiere von Männchen betroffen sind). ▪ Angebotsaspekte: Mengenverhältnis der beeinträchtigten Quartierbäume zum Vorhandensein / zur Dichte des Angebotes im engeren Aktionsraum der Kolonie (→ Kap 7.5.2). ▪ Kompensierbarkeit durch Auffüllung des Quartierangebotes (Neuschaffung von Quartierangeboten → Kap. 7.5.2). Ist ein Quartierzentrum vom Eingriff betroffen, müssen vor der Planung von Maßnahmen alle Möglichkeiten zum Erhalt eruiert und – innerhalb der Grenzen der Verhältnismäßigkeit – ausgeschöpft werden.

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
	▪ Verlust von Nahrungshabitaten oder von Leitstrukturen durch Entfernen der Vegetation ▪ Neuschaffung anderer (Nahrungs-)habitats oder von Leitstrukturen nach Entfernen der Vegetation (befristet) Der Verlust von Nahrungshabitaten kann über Erhöhung von Konkurrenz und Stress zu Nahrungsmangel und zu erhöhter Mortalität führen. (Die Weibchen z.B. des Großen Mausohrs und der Bechsteinfledermaus verhalten sich bezüglich der Nahrungshabitats „tendenziell territorial“ (→ FE-Gutachten, Kap. 4). Besonders der Verlust nahrungsreicher Habitats im Umfeld der Kolonien kleinräumig agierender Arten (v.a. Braunes Langohr, Bechsteinfledermaus; weitere Arten → Anhang A-2) kann den Bestand der betroffenen Kolonien gefährden.	Der Grad der Beeinträchtigung ist davon abhängig, in welchem Ausmaß essenzielle Habitats (→ Kap. 5.5.2.1) infolge Überbauung entzogen werden. ▪ Verlust von Nahrungshabitats infolge Rodung von Waldgebieten, Hecken und Feldgehölzen, die als Nahrungshabitats dienen. Merkmale sind: Qualität, Menge, Entfernung vom Quartier. ▪ Fledermäuse haben je nach Art und Koloniegroße unterschiedliche Anforderungen an die Größe und Ausprägung ihrer Habitats (→ FE-Gutachten, Kap. 4) (artbezogene Angaben in der weiterführenden Literatur: MESCHÉDE et al. 2000, NIETHAMMER & KRAPP 2001/2004, DIETZ et al. 2016, DIETZ & KIEFER 2014). ▪ Nahrungshabitats sind im Allgemeinen umso bedeutsamer, je näher sie am Aktionszentrum (Quartierzentrum) der jeweiligen Fledermauskolonie liegen (artspezifische Größe der Aktionsräume / Aktionsdistanzen → Anhang A-2). ▪ Die Stärke der Beeinträchtigung wird unter Berücksichtigung der Habitatverluste einerseits und der Habitatzugewinne andererseits (z.B. durch artspezifisch wirksame, vorgezogen geplante Kompensationsmaßnahmen) beurteilt.
Individuenverlust		
▪ Fällarbeiten, Beseitigung der Vegetation ▪ Beseitigung von Quartierstrukturen	▪ Infolge des Fällens von Höhlenbäumen oder durch Entfernung von anderen Strukturen, die als Sommerquartier (Wochenstube und weitere Quartiere während des Sommers) oder als Winterquartier genutzt werden, kann es zu Tierverlusten kommen.	▪ Das Fällen eines besetzten Quartierbaumes einer Wochenstube führt zu gravierenden Beeinträchtigungen der Fledermauskolonie. ▪ Fledermäuse senken im Winterschlaf ihre Körpertemperatur stark ab. Sie wachen nur langsam auf und können auf akute Störungen nicht durch Flucht reagieren. Deshalb sind sie im Winter durch das Fällen von Quartierbäumen oder die Beseitigung anderer Quartierstrukturen (Felsen, Stollen usw.) besonders stark gefährdet.

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
		- Ein Fällen von Quartierbäumen in der Wochenstubenzeit und eine Beseitigung eines besetzten Winterquartiers (Baumquartier, Unter-Tage-Quartier) sind deswegen grundsätzlich zu unterlassen (unvermeidbare Eingriffe bedürfen andernfalls einer artenschutzrechtlichen Ausnahme). - Tierverluste / Beeinträchtigungen / Störungen können im Regelfall durch ein Baumanagement vermieden werden (→ Kap.7.2, ausführliche Darstellung in BETTENDORF 2017a, b).
Baubedingte Barriere- und Fallenwirkung		
Baustelleneinrichtung, Baubetrieb	(temporäre) Versperrung von Flugrouten/ temporärer Habitatentzug: Beleuchtungseinrichtungen oder Baustellenverkehr tauchen die Baustelle in Licht und bestrahlen diffus benachbarte Habitate. Maßgebliche (traditionell genutzte) Flugrouten werden mehr als einige Tage verstellt, d. h. annähernd „verschlossen“. Quartiernutzungen können beeinträchtigt werden, wenn Baugerüste und Baustellenausleuchtung bei Sanierungen und Ausbauarbeiten in bestehenden Brücken und Tunnel den Quartiereingang blockieren und damit den Ein- und Ausflug oder den Transferflug behindern (→ FE-Gutachten, Kap. 7). - Im Einzelfall können sich im Baufeld mit Rohböden und Ruderalvegetation zeitweise attraktive Nahrungshabitate für einige Arten herausbilden (→ dies muss bei der Prognose von Fallensituationen/Kollision nach Verkehrsaufnahme beachtet werden).	- Werden im Zuge eines Ausbaues vorhandene, von den lokalen Kolonien genutzte Querungshilfen durch die Bautätigkeit (Gerüste, Licht usw.) verstellt, reduziert dies ihre Funktion als sichere Querungsmöglichkeit signifikant (→ FE-Gutachten, Kap.5). Flugrouten können zeitweilig aufgegeben werden, Quartiere u.U. dauerhaft. - Die (räumlich begrenzten) Wirkungen sind in der Regel durch ein entsprechendes Baumanagement unter Schonung der besonders empfindlichen Habitate vermeidbar.
Baubedingte Störung		
Schall, baubedingt	- Lärmimission durch Baubetrieb in der Nacht oder in der Nähe von Quartieren - Störung; Entzug von essenziellen Habitaten, graduelle Beeinträchtigung von essenziellen Habitaten	Den mit einem Nachtbaubetrieb für gewöhnlich einhergehenden Lärm tolerieren die im Wald jagenden Fledermäuse mit einiger Sicherheit (Hinweise: → FE-Gutachten, Kap. 2 und 4).

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
	Der Schall von Sprengungen ist hier nicht dargestellt. (Sprengungen in der Nähe von Quartieren müssen unterbleiben resp. im Einzelfall beurteilt werden).	▪ Baubedingte Lärmwirkungen im Umfeld des Quartiers (Baum- und Siedlungsquartiere) werden im Allgemeinen toleriert, sofern die Schallquelle außerhalb des Quartiers bleibt. ▪ Bezüglich des bei Sanierungsvorhaben (z.B. Brückensanierung) entstehenden sehr starken Baulärms fehlt neuere und straßenbauspezifische Literatur.⁴⁰ Treten solche sehr starken Schallwirkungen auf, werden sie im Nahbereich eines Quartiers möglicherweise nicht mehr toleriert. Beeinträchtigungen müssen ggf. vorsorglich - auf der Basis einer Einzelfallbeurteilung - durch ein Baumanagement vermieden werden.
▪ Vibration, Erschütterungen durch Baubetrieb	▪ Einwirkungen von Erschütterungen und des induzierten Schalls infolge Bohrungen, Sprengungen etc. auf Sommerquartiere und Winterquartiere ▪ Verlassen / ausbleibende Besiedlung eines Quartiers (weil erkundenden Tieren das Quartier als ungeeignet erscheint) ▪ Aufwachen aus der Winterruhe mit eventueller Todesfolge	▪ Auswirkungen durch Erschütterungen infolge von (Straßen-) Baumaßnahmen, z.B. aufgrund von Sprengungen zur Errichtung von Tunnel, sind bei entsprechend geringer Entfernung zwischen Quelle und Empfänger wahrscheinlich. Die wenigen, vorhandenen Untersuchungen lieferten keine Bestätigung⁴¹ sind aber auch nicht als genereller Gegenbeweis belastbar. ▪ Gutachterliche Abschätzung im Einzelfall erforderlich.

⁴⁰ Nach FFH-VP-Info (BFN/Bundesamt für Naturschutz, o.J.) gelten Fledermäuse generell und das Mausohr speziell als gegenüber Bauschall empfindlich, was zur Quartiersaufgabe oder zur Vergrämung eines hohen Teils der Wochenstubenkolonie führen kann. Bezüglich der Arten, die individuenstarke Wochenstuben in Brückenquartieren oder Winterquartiere in Brücken wählen, ist allerdings ein gewisses Niveau von Tolerierung bzw. Gewöhnung anzunehmen. In der vom BFN herangezogenen Literatur (u.a. BLOHM et al. 2005, REITER & ZAHN 2006, zitiert in BFN o.J.: Steckbrief Gr. Mausohr) sind die angegebenen baubedingten Beeinträchtigungen offenbar ausnahmslos auf ein Zusammentreffen von Lärm mit anderen Störeinflüssen (Licht, Vibrationen, Berührungen sowie insbesondere unsachgemäße Durchführung von Renovierungsarbeiten) zurückzuführen. Der Faktor Lärm erscheint darin nachrangig. Dies dürfte darin begründet sein, dass das Energiemaximum des Baulärms zu wesentlichen Anteilen unterhalb der Hörschwelle des Großen Mausohrs liegt. Entsprechend dem breiten Frequenzspektrum sowohl der Baugeräusche als auch des Hörvermögens der Fledermäuse ist eine lärmbedingte Störwirkung aber trotzdem – untergeordnet, als mitwirkender Faktor – nicht auszuschließen. Auf der Baustelle entsteht zudem niederfrequenter Schall. Dieser ist im Nahbereich, bei sehr hohem Schalldruck, als Vibration wahrnehmbar. Meide- bzw. Ausweichreaktionen könnten provoziert werden.

⁴¹ ANLAUF et al. (2004), HAENSEL & THOMAS (2006).

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
▪ Licht infolge Baubetrieb (Fahrlicht) ▪ Stationär beleuchtete Flächen (Bauflächen, Materiallager usw.)	Lichtemission (z.B. Fahrlicht, flutlichtartige Baustellenbeleuchtung) ▪ Barriereeffekte auf Flugrouten (Vertreibung aus beleuchteten Flächen, Meidung beleuchteter Flächen) ▪ Störungen (Reduzierung der Nutzung durch Blendwirkung) ▪ In der Bauphase verhindert ein Lichteinfluss auf geplante Flugrouten (im Zusammenhang mit Querungshilfen) die Entstehung neuer Flugrouten-Traditionen.	Neben deren Intensität ist die Art des Lichts wichtig. Ein hoher UV-Anteil zieht Insekten an stationäre Lichtquellen und schafft potenzielle Nahrungshabitate in straßen- bzw. verkehrsnahen Bereichen für lichttolerante Arten (→ Tabelle 6, S.47), weißes bzw. gelb-grünes Licht wird von den lichtempfindlichen Arten (graduell) gemieden, rotes Licht emittierende Lichtquellen dagegen weniger. Die Intensität der Störung ist artspezifisch unterschiedlich. Bei den lichtempfindlichen Arten (→ Tabelle 7S.47) sind Meidereaktionen gegenüber stationären Lichtquellen bereits bei sehr geringer Lichtintensität zu erwarten (EUROBATS 2019a). Das Quartier und die Zugangsbereiche zum Quartier dürfen generell nicht in helles Licht getaucht sein. Nicht tolerierte starke Beeinträchtigungen während der Bauphase müssen im Regelfall durch ein Baumanagement vermieden werden: ▪ Lichtwirkungen müssen auf das enge Baufeld beschränkt werden. ▪ Ein Nachtbau sollte während der relevanten Zeiten (Sommermonate) in fledermausrelevanten Habitaten möglichst nicht vorgesehen werden; mindestens für den Nahbereich der besonders fledermausbedeutsamen Habitats muss Nachtbau speziell eingeschränkt werden.
Anlagebedingte Wirkungen		
Anlagebedingte Barriere- und Fallenwirkung		
▪ Schneisen- oder Barriereeffekt der Gradienten <i>Hinweis: Anlagebedingte Zerschneidungswirkungen sind gegenüber betriebsbedingten (Kollisionsgefahr, Barrierewirkung) bezüglich der Gefährdung von Fledermäusen nachrangig. Sie sind aber bei der Planung frühzeitig zu</i>	▪ Zerschneidung / Fragmentierung, Querungshindernisse ▪ Aufgabe von Flugrouten (Entzug/Behinderung) des Zugangs zu Quartieren oder Nahrungshabitaten). ▪ V.a. strukturgebundene Arten mit einer geringen Sonar-Reichweite (s. Tabelle 7, S. 54) vermeiden es aus (ver-	Die Bewertung ist artspezifisch vorzunehmen (→ Tabelle 7, S. 54) ▪ Bei kleinräumig und nahe am Substrat (Vegetation und

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
<i>berücksichtigen, weil weitere betriebsbedingte Wirkungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Linie (Lage im Aktionszentrum der Wochenstubenkolonie oder randlich) und der Gradientenlage (Damm, Einschnitt oder Gleichlage) verstärkt oder vermindert werden.</i>	schiedenen, nicht im Einzelnen differenzierbaren) Gründen nach Möglichkeit, größere Freiflächen zu überfliegen ⁴² bzw. Wochenstubenquartiere über die Straße hinweg zu verlegen, mit der Folge, dass - die Straße (hier: das Baufeld) - die Unterbrechung vorhandener Leitstrukturen für einige Fledermausarten eine (graduelle) Barrierewirkung hervorruft (→ FE-Gutachten, Kap. 5).	Waldboden) jagenden Arten, z.B. Langohr spec., Bechsteinfledermaus ⁴³ ist mit einer starken Zerschneidungswirkung zu rechnen. ▪ Bei Arten, die innerhalb eines großen Raumes verteilte Jagdgebiete aufsuchen und dabei Flächen außerhalb des Waldes häufig niedrig queren (z.B. Großes Mausohr), resultiert die Barriere populationsbezogen aus den Kollisionsrisiken. ▪ Bei großräumig und weiter von der Struktur entfernt jagenden Arten bzw. vergleichsweise schmalflügeligen Arten (Kleiner Abendsegler, Großer Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Rauhauffledermaus) ist i.d.R. mit einer nur geringen (nicht relevanten) Zerschneidungswirkung zu rechnen. ▪ Ob eine relevante Beeinträchtigung besteht, wird unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen beurteilt (s. Kap.7.3).
▪ Straßennah angelegte Regenrückhaltebecken mit Dauerstau (vegetationsreich)	▪ Attraktionswirkung; mögliche Erhöhung der Kollisionsgefahr aufgrund der Schaffung von attraktiven Zielhabitaten (Trinkgewässer, Nahrungsangebot) in Straßennähe (→ Kap. 7.3.8).	▪ Regelmäßig erhöhte Kollisionsgefahr, Einflüge in den Straßenraum sind verstärkt zu erwarten (Wirkungsprognose und Maßnahmen → Kap. 7.3.8).
Betriebsbedingte Wirkungen		
Betriebsbedingte Barriere- und Zerschneidungswirkung		
▪ Zerschneidung ▪ Zerstörung von Verbundstrukturen	▪ Entzug von Teilen des Aktionsraumes infolge Fragmentierung der Landschaft (Entzug von Quartier- und/oder Nahrungshabitaten) ▪ Verlust von Verbundstrukturen (Hecken, Baumreihen, Feldgehölz, Streuobstwiesen, Alleen usw.)	▪ Merkmale sind: Zerschneidungslänge, Qualität, Menge, Entfernung der entzogenen Habitate (randlich / zentral). ▪ Die Beeinträchtigung ist weiterhin davon abhängig, in welchem Ausmaß essenzielle Habitate (→ Kap. 5.5.2.1) infolge der Zerschneidung des Aktionsraumes entzogen werden.

⁴² MESCHEDE et al. (2000), VERBOOM (1998) und MARTINDALE (2007) führen dies auf fehlende „akustische Geländer“ zurück.

⁴³ Bezügl. Bechsteinfledermaus siehe im FE- Gutachten (Kap. 4), auszugsweise veröffentlicht in KERTH & MELBER (2009).

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
		▪ Zerschneidungen können durch die Schaffung ausreichender Querungshilfen (Erhalt von Flugrouten über die Straße hinweg / unter der Straße hindurch) vermieden werden (→ Kap. 7.3). Resultierende „Umwege“ (Verlängerung der Flugrouten) müssen geringgehalten werden, die Nachteile müssen durch günstige Nahrungshabitat-Angebote auf der Flugroute oder in den Zielgebieten (innerhalb des Aktionsradius der Art) kompensiert werden.
Individuenverlust		
▪ Direkte Kollisionen mit Fahrzeugen, Sogeffekte und Luftverwirbelung	▪ Verkehrstod (direkt oder infolge Verletzungen) Fledermäuse, die die Trassenabschnitten abseits von Querungshilfen in niedriger Höhe queren, unterliegen der Gefahr, direkt mit Fahrzeugen zu kollidieren oder so stark von Luftverwirbelungen erfasst zu werden, dass ihr Flug bis zur Manövrierunfähigkeit beeinflusst wird und folglich einer erkannten Gefahr nicht mehr ausgewichen werden kann. Fahrzeuge die sich von hinten nähern, können durch das Sonar der Fledermäuse grundsätzlich nicht erfasst werden.	▪ Arten mit starker Empfindlichkeit (artspezifische Merkmale / Disposition → Tabelle 7, S. 54). ▪ Zusätzlich sind die gebiets- und projektbezogenen wirksamen speziellen, Risiko mindernden oder erhöhenden Merkmale (landschaftsbezogene Merkmale wie z.B. für Fledermäuse attraktive Habitate in Straßennähe) und Projektmerkmale (z.B. Gradientenlage, Verkehrsdichte, Verkehrsfluss) im Einzelfall gutachterlich zu ermitteln. ▪ Die Frage, ob eine signifikant erhöhte⁴⁴ Kollisionsgefahr besteht, wird unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen beurteilt (weitere Angaben zur Bewertung in Kap. 6.2.3, zu möglichen Maßnahmen in Kap. 7.3).
Betriebsbedingte Störung		
▪ Schall, betriebsbedingt	▪ Störung (Vertreibungseffekte) ▪ Barriereeffekte	▪ Der Faktor wurde im → FE-Gutachten (Kap. 2.1) speziell untersucht. ▪ Unter den heimischen Fledermäusen ist v.a. für das Große Mausohr, die Bechsteinfledermaus, das Braune Langohr

⁴⁴ Im Sinne von § 44 Abs. 5 Satz 2 BNatSchG (siehe dazu in Kap. 6.2.3).

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
		und das Graue Langohr eine erhöhte „Lärmempfindlichkeit“ anzunehmen. Diese Arten finden ihre Beute mindestens teilweise, indem sie auf Lauf- bzw. Fluggeräusche oder Kommunikationslaute der Beuteinsekten lauschen. Solche Arten meiden lärmintensive, trassennahe Bereiche zur Beutesuche graduell. ▪ Zur Bewertung der Lärmwirkungen → Kap. 6.2.1 und Tabelle 5, S. 44.
▪ Erschütterungen durch Verkehr	▪ Einwirkungen von Erschütterungen und des induzierten Schalls durch die Belastung / den Aufdruck von Fahrzeugen, die eine Brücke passieren, auf Sommerquartiere und Winterquartiere. ▪ Verlassen / ausbleibende Besiedlung eines Quartiers (weil erkundenden Tieren das Quartier als ungeeignet erscheint) ▪ Aufwachen aus der Winterruhe mit eventueller Todesfolge	▪ Erschütterungen verbleiben ohne erkennbare Auswirkungen auf Wochenstuben- und Balzquartiere in Brückenhohlkörpern. (Hohlräume in Brücken werden von mehreren Fledermausarten regelmäßig und in großer Zahl besiedelt. Obwohl die Wirkungen der verkehrsbedingten Erschütterungen im Einzelnen nicht bekannt sind, dominieren in diesen Quartieren offenbar andere Faktoren, welche die Entwicklung und Mortalität der Fledermäuse bestimmen → FE-Gutachten, Kap. 7).
▪ Stationär beleuchtete Verkehrsflächen/Flächenbeleuchtung auf Flächen des ruhenden Verkehrs⁴⁵ ▪ Licht infolge des fließenden Verkehrs	▪ Barriereeffekte auf Flugrouten (Vertreibung aus beleuchteten Flächen, Meidung beleuchteter Flächen) ▪ Störungen (Reduzierung der Nutzung von durch Lichteinwirkungen gestörten Flächen im Nahrungshabitat): Intensives Licht führt dazu, dass empfindliche Fledermäuse entsprechende Habitate weniger nutzen (→ FE-Gutachten, Kap. 2.2), Nahrungshabitate verlegen und Flugrouten und Quartiere mindestens zeitweilig aufgeben. ▪ Anlockung (Jagd bestimmter Arten an / um konstante Lichtquellen, die hohe Insektdichten hervorrufen)	Die Empfindlichkeit gegenüber Lichtwirkungen ist art- bzw. artengruppenspezifisch (u.a. abhängig von der Jagdstrategie der Arten, vgl. z.B. VOIGT et al. 2021) → Tabelle 6, S. 47. ▪ Der Große und der Kleine Abendsegler, die über den Baumkronen oder im freien Luftraum Insektennahrung suchen, sind mehr oder weniger unempfindlich. Diese Arten sowie die Breitflügelfledermaus und die Pipistrellus-Arten Zwergfledermaus, Flughautfledermaus, Mückenfledermaus jagen an beleuchteten Flächen, die besonders insektenreich sind. ▪ Diese Arten meiden zugleich stark (direkt) angeleuchtete Flugrouten mindestens graduell (z.B. VOIGT et al. 2021).

⁴⁵ Stationäre Beleuchtung an Verkehrswegen unterliegen in Schutzgebieten den Verboten des Insektenschutzgesetzes (Gesetz vom 18.08.2021 - BGBl. I 2021, Nr. 59 30.08.2021, S. 3908 „Gesetz zum Schutz der Insektenvielfalt in D und zur Änderung weiterer Vorschriften“, §1, Absatz 7). Weitere Anforderungen ergeben sich u.U. durch eine Rechtsverordnung nach § 54 BNatSchG.

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
		▪ Arten, die Ihre Nahrung von Oberflächen absammeln, sind hoch empfindlich gegenüber Störungen durch Licht. Myotis-Arten und die Hufeisennasen (<i>Rhinolophus</i>) meiden starke Lichtfelder. Das Große Mausohr fliegt ebenfalls bevorzugt entlang stark beschatteter Routen. ▪ Bei den lichtempfindlichen Arten (→ Tabelle 7, S. 54) sind Meidereaktionen gegenüber stationären Lichtquellen bereits bei sehr geringer Lichtintensität zu erwarten (EUROBATS 2019a, VOIGT et al. 2021). ▪ Bezüglich Fahrlicht, das ebenfalls stark blendend sein und einen hohen UV-Anteil haben kann, s. in Kap. 6.2.3. ▪ Neben deren Intensität ist die Art des Lichts wichtig: ▪ Ein hoher UV-Anteil zieht Insekten an stationäre Lichtquellen (vgl. VAN GEFFEN 2015, BFN 2020) und schafft potenzielle Nahrungshabitate in straßen- bzw. verkehrsnahen Bereichen für lichttolerante Arten (→ Tabelle 7, S. 54). ▪ LED-Leuchten bewirken nach aktuellem Erkenntnisstand mit langwelligem Licht bzw. rötlichem Lichtspektrum geringere Störungen (vgl. SPOELSTRA et. al. 2017). Weißes bzw. gelb-grünes Licht wird von den lichtempfindlichen Arten graduell stärker gemieden. - Stationär beleuchtete Flächen (auf Parkplätzen, Tankstellen usw.) ▪ Lichteintrag im Sommer in Wochenstubenquartiere sowie in Winterquartiere ist grundsätzlich zu vermeiden. Wirkungen müssen auf das notwendigerweise beleuchtete Feld beschränkt werden. ▪ Erhebliche Beeinträchtigungen, v.a. die Aufgabe einer Flugroute, können ggf. durch Abschirmung des Lichtes während der relevanten Zeiten vermieden werden.

Wirkfaktor	Mögliche Auswirkung	Hinweise zur Eingriffsprognose und zur Eingriffsvermeidung und -bewältigung
		▪ Je nach örtlicher Situation kann die gewünschte Wirkung ("Nichtbeleuchtung" fledermausbedeutsamer Bereiche) entweder allein durch die Wahl der Beleuchtungsstandorte, durch die indirekte Ausrichtung oder durch Wahl „fledermausfreundlicher“ Leuchtkörper erreicht werden. Betriebsbedingter Lichteinfall in Habitate von Fledermäusen: ▪ Betriebsbedingter Lichteinfall in bedeutende Habitate empfindlicher Fledermausarten ist im Einzelfall zu bewerten. Die Reichweite der Störung entspricht dem Lichtkegel der Fahrzeuge → Kap. 6.2.3 (S. 44).

6.2 Hinweise zur Empfindlichkeit und zur Bewertung von Beeinträchtigungen

6.2.1 Direkter Flächenentzug

Die Beeinträchtigungen müssen unter dem Aspekt der Lebensraumzerstörung als auch der Störung betrachtet werden. Zur Eingriffsbeurteilung kommt es (neben der Eingriffsintensität) darauf an, die unterschiedlichen Funktionen der Habitate und ihre zeitliche und räumliche Beständigkeit im Auge zu behalten.

Beeinträchtigung von Quartieren

Das Fledermausquartier stellt innerhalb des Aktionsraumes eines Fledermausindividuums bzw. der Wochenstubenkolonie ein zentraler „Lebensmittelpunkt“ dar. Wenige Strukturen stellen über sehr lange Zeiträume, wenn nicht dauerhaft, essenzielle Bestandteile des Fledermauslebensraumes dar, wie z.B. der Stollen, der als Schwarm- oder Winterquartier dient. Die meisten Fledermaus-Sommerquartiere haben diese Funktion aber nur zeitlich befristet. Einige Arten (v.a. Bewohner von Dachböden und anderen Quartieren im Siedlungsbereich wie bspw. das Große Mausohr oder die Kleine Hufeisennase) nutzen einzelne Quartiere als Wochenstuben über noch vergleichsweise lange Zeit. Andere Arten nutzen zahlreiche Quartiere innerhalb eines Quartierverbundes nacheinander über sehr kurze Zeit von wenigen Tagen. Besonders die Baumhöhlen bewohnenden Fledermausarten wechseln ihre Wochenstubenquartiere während eines Sommers viele Male. Dies ist auch erforderlich, weil z.B. Baumhöhlen, die aufgrund ihres Zustandes oder ihrer Lage als Quartiere in dem einen Zeitraum oder in dem einen Jahr besonders geeignet sind bzw. zentral genutzt werden, diese Eigenschaft zu einem anderen Zeitpunkt nicht aufweisen. Zudem stehen die Baumhöhlen bewohnenden Arten in Quartierkonkurrenz mit anderen Baumhöhlenbewohnern, bspw. Vögeln. Die Quartiere bei der Mopsfledermaus unter abstehender Borke sind schnell vergänglich und weisen u.U. nur kurze Zeit Quartiereigenschaften auf.

Quartierhabitate werden infolge eines Projektes entzogen, wenn geeignete, von den Individuen genutzte Habitate durch Flächenverlust oder andere Einwirkungen weitgehend funktionslos werden, oder die Habitate der Arten aufgrund von Zerschneidungswirkungen nicht mehr erreicht werden können und geeignete Ausweichhabitate nicht nachgewiesenermaßen zur Verfügung stehen oder durch geeignete Maßnahmen (vgl. Kap. 7.5.2) zur Verfügung gestellt werden.⁴⁶

⁴⁶ Der eingriffsbedingte Verlust eines Quartiers muss artenschutzrechtlich anhand des Kriteriums beurteilt werden, ob z.B. bei einem Quartierverbund die ökologische Funktionalität der Fortpflanzungs- und Ruhestätte fortbestehen wird. Vgl. im Leitfaden zum strengen Artenschutz der EU Kommission (2021, S. 38 ff. insbes. Rn. 2-55 und Rn. 2-62). Lt. EU-Kommission ist die Frage der Abgrenzung einer Fortpflanzungs- oder Ruhestätte eine fachliche und keine rechtliche Frage, die artspezifische Differenzierungen verlangt (Leitfaden der EU Kommission 2021, S. 39 ff., insbes. Rn. 2-55 und Rn. 2-57 ff.). Diese Sichtweise teilt das BVerwG in ständiger Rechtsprechung, vgl. BVerwG, Urteil vom 06.11. 2012, 9 A 17.11, juris Rn. 109; BVerwG, Urteil vom 18.03.2009, 9 A 39/07., juris Rn. 69 (unter Verweis auf den inzwischen durch die Fassung 2021 ersetzten Leitfaden der EU Kommission aus 2007), BVerwG, Urteil vom 13.05.2009, 9 A 73/07, juris Rn. 91; BVerwG, Urteil vom 12.08.2009, 9 A 64/07, juris Rn. 68. Vertiefend in Bezug auf den Quartierverbund der Bechsteinfledermaus und Maßstäbe bezüglich der verfügbaren Ausweichhabitate äußerte sich das BVerwG im Urteil vom 13.05.2009, 9 A 73/07 (juris Rn. 91).

Relevante Informationsquellen zu den präferierten Quartiertypen, zum Quartierwechselverhalten und zur Quartiertreue sowie zu den Aktionsräumen (hier: Distanz Jagdgebiete – Quartiere) sind im Anhang artspezifisch aufgeführt (→ **Anhang A-2**).

Ob und in welchem Umfang geeignete Ausweichhabitate zur Verfügung stehen, muss unter Berücksichtigung dieser Merkmale in Bezug auf den zu beurteilenden Raum und die Vorhabenwirkungen im Einzelfall ermittelt werden.

Für Winterquartiere in Erdhöhlen, Felsspalten, Stollen und vergleichbaren natürlichen und anthropogenen Strukturen gelten grundsätzlich dieselben Grundsätze, auch bezüglich des Umgebungsschutzes.⁴⁷ Jedoch muss bei Winterquartieren vielfach eine sehr starke Bindung an das jeweilige Quartier angenommen und das Fehlen von Ausweichmöglichkeiten unterstellt werden.

Beeinträchtigung von Nahrungshabitaten

Alle Fledermäuse haben mehr oder weniger große Aktionsräume (→ **Tabelle 7**). Diese beinhalten sowohl günstige Nahrungshabitate, welche regelmäßig von den Individuen genutzt werden („Kernnahrungshabitate“) als auch Flächen, die für die Individuen der Wochenstubengemeinschaft geringe Bedeutung haben. Die betreffenden Flächen stellen während eines Jahres zudem ein unterschiedliches Nahrungsangebot (Insekten) bereit. Entsprechend haben einzelne Flächen über die Zeit eine unterschiedliche Funktion / Bedeutung als Nahrungshabitat. Die Unterscheidung kann anhand der Detektordaten oder – sofern erforderlich differenzierter – durch Auswertung einer Aktionsraum-Telemetrie erfolgen.

Nahrungshabitate werden infolge eines Projektes direkt durch Überbauung oder durch Veränderungen im Baufeld entzogen. Zu Bewertung von Beeinträchtigungen durch den Flächenverlust an Nahrungshabitat kommt es auf den Aspekt der Bedeutung der beeinträchtigten Flächen für die Mitglieder der konkret betroffenen Wochenstubenkolonie an.⁴⁸ Ein Verlust von essenziell bedeutsamen Habitaten im Zentrum eines Fledermausaktionsraums kann bei vergleichsweise geringer Flächenausdehnung dauerhaft Substanzverluste auslösen und eine erhebliche Verschlechterung darstellen. Es kommt dann darauf an, ob die der Nahrungssuche dienenden Flächen für eine erfolgreiche Fortpflanzung der festgestellten Fledermauskolonie erforderlich sind.⁴⁹

⁴⁷ Als Ruhestätten im Sinne der FFH-Richtlinie und damit auch im Rahmen der nationalen Umsetzung der Vorschrift in § 44 Abs. 1 Nr. 3, Abs. 5 BNatSchG sind auch solche Ruhestätten anzusehen, die von der jeweiligen Art aktuell zwar nicht mehr genutzt werden, aber bzgl. derer noch die hinreichende Wahrscheinlichkeit besteht, dass die Art an die Ruhestätte zurückkehren wird (EuGH, Urteil vom 02.07.2020, C-477/19, juris Rn. 30-36; der Schutz umfasst alle „wichtigen Teile ihres Lebensraums“ (EuGH, Urteil vom 02.07.2020, C-477/19, juris Rn. 28-29).

⁴⁸ Nahrungs- bzw. Jagdhabitate gehören grundsätzlich nicht zu den nach §44 (1) Nr. 3 BNatSchG artenschutzrechtlich geschützten Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Ihre Beeinträchtigung wird ausnahmsweise relevant, wenn dadurch die Funktion der Fortpflanzungs- und Ruhestätte vollständig entfällt (sog. „essenzieller Habitatbestandteil“). Als essenziell werden Nahrungshabitate angesehen, welche für den Fortpflanzungserfolg bzw. für die Fitness der Individuen in der Fortpflanzungs- oder Ruhestätte maßgeblich sind und deren Wegfall dazu führt, dass die Fortpflanzungsfunktionen nicht in gleichem Umfang aufrecht erhalten werden können (vgl. RUNGE et al. 2010:13 oder LANA 2009:7ff.). Der Verlust von Nahrungshabitat kann auch eine erhebliche Beeinträchtigung der lokalen Population durch Störung (§44 (1) Nr. 2 BNatSchG) darstellen.

⁴⁹ Dann kann die Beeinträchtigung eine erhebliche Störung der lokalen Population darstellen und damit einhergehend der Verbotstatbestand der Zerstörung zutreffend sein. Den der Artenschutz kann auch das Umfeld der Wochenstube und ggf. die Jagdhabitate einbeziehen, allerdings nur dann, wenn dieses Umfeld „erforderlich“

Welche Nahrungshabitate von besonderer Bedeutung (essenziell) für die lokalen Fledermausvorkommen sind, ist art-, aber auch in hohem Maß gebietsspezifisch.⁵⁰ Die Ermittlung erfolgt durch sachverständige Einschätzung auf Grundlage des bilanzierten Flächenverlustes der nach Habitatausprägung in Verbindung mit den Ergebnissen der fledermauskundlichen Bestandserfassung besonders bedeutsamen Habitate. In jedem Fall müssen die Sachverständigen eine spezielle gebiets- und artbezogene Beurteilung vornehmen. Kriterien resp. Merkmale sind die Menge bzw. Ausdehnung und Lage beeinträchtigter bedeutsamer Habitate.

Besonders günstige Habitate, die von den Individuen der Kolonien u.U. selbst aus vergleichsweise großer Entfernung angefliegen werden, bzw. Nahrungshabitate in räumlicher Nähe zur Wochenstube, sind stärker zu gewichten als andere. Überschlägige Angaben über den insoweit relevanten Bezugsraum können der Literatur entnommen werden (Aktionsraum → **Tabelle 7**). Genügen überschlägige Daten über den anzunehmenden Gesamtkaktionsraum der jeweiligen Kolonie im Einzelfall nicht (bspw., weil aufgrund der Verteilung im Umfeld keine annähernd radiäre Verteilung der Nahrungshabitate um den Standort des Wochenstubenquartiers angenommen werden kann), sind Daten heranzuziehen, welche durch Telemetry eines repräsentativen Teils der Kolonienmitglieder ermittelt wurden.

6.2.2 Betriebsbedingte Störung durch Schall (Lärm)

Hinweise, dass die Straße querende Flugrouten infolge Lärmbelastung gemieden werden, existieren nicht.⁵¹

Zur Beurteilung von lärmbedingten Beeinträchtigungen der straßennahen Jagdhabitate kommt es darauf an, welche Verkehrsbelastung während der Nachtstunden zu erwarten ist, ob lärmempfindliche Arten betroffen sein werden und ob maßgebliche Nahrungshabitate innerhalb von Bereichen mit relevanten Lärmeinwirkungen existieren.

Als besonders empfindliche Arten gelten das Große Mausohr, die Bechsteinfledermaus, das Braune Langohr sowie das Graue Langohr (→ **Tabelle 5**).

Die Bereiche mit relevanten Lärmeinwirkungen werden wie folgt ermittelt:

- Je nach Verkehrsdichte und Entfernung von der Straße ergibt sich durch Extrapolation der Laborergebnisse der Wirkungsforschung (→ **FE-Gutachten**, dort Kap. 2.1 und Kap. 10, Tabelle 10-2) eine graduelle funktionale Entwertung der nahe einer Straße liegenden Nahrungshabitate durch Verkehrsschall.
- Die funktionale Beeinträchtigung der im Straßenumfeld liegenden Jagdhabitate wird mit diesen Reduktionsfaktoren berücksichtigt (**Tabelle 5**).

ist, um der betroffenen Art eine erfolgreiche Fortpflanzung zu ermöglichen (EuGH, Urteil vom 28.10.2021, C-357/20, juris Rn. 34).

⁵⁰ Angaben zur Einstufung der Nahrungshabitate u.a. in EUROBATS (2019b) und MKULNV (2013).

⁵¹ In Fällen sehr hoher Verkehrs- bzw. Schallbelastung kann eine graduelle Meidung der Flugroute nicht ausgeschlossen werden. Eventuelle Lichteinträge werden aber als relevanter eingestuft.

Tabelle 5: Beeinträchtigung der Habitategnung (%) für passiv akustisch ortende Fledermausarten in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und von der Entfernung vom Straßenrand

DTV bis	Kfz / Std. nachts (22-6 Uhr)	*Klassen der Reduktion der Habitategnung (%) in Entfernung vom Straßenrand bis			
		7,5 m	15 m	25 m	50 m
≤ 5.000	55				
≤ 10.000	110				
≤ 20.000	280	25%	25%		
≤ 30.000	420	25%	25%	25%	
≤ 50.000	700	50%	50%	25%	25%
≤ 80.000	1120	50%	50%	50%	25%
> 100.000	1400	75 %	75 %	50%	50%

*Grundlage: FE-Gutachten, Kap. 10, Tabelle 10-2.

Neben den genannten Reduktionsfaktoren muss die Bedeutung der lärm betroffenen Habitate berücksichtigt werden (Kap. 6.2.1). Flächen, die aus strukturellen Gründen für die jeweilige Art eine geringe Eignung haben (→ in **Anhang B-2** genannte Habitate⁵²), sind aus der Bilanzierung auszuklammern.

Arten die ihre Beute akustisch aktiv orten (alle übrigen Arten), nutzen ein Frequenzspektrum, das überwiegend oberhalb 35 kHz liegt. Während die Verkehrslärmanteile, die ebenso hochfrequent sind, nur wenige Meter weit reichen, sind die energiereicheren und deswegen weitertragenden Anteile des vom Verkehr ausgehenden Schalls dagegen niederfrequent (vgl. im FE-Gutachten, Kap. 2.1) und werden von diesen Arten schlecht oder gar nicht wahrgenommen. Insoweit sind erhebliche Störungen dieser Arten durch schallbedingte Beeinträchtigungen nicht zu erwarten.⁵³

6.2.3 Betriebsbedingte Störung durch Licht des fließenden und ruhenden Verkehrs

Lichteinwirkungen auf Quartiere, auf das nahe Quartierumfeld sowie auf Jagdhabitate und Flugrouten bewirken bei fast allen Fledermausarten mehr oder weniger starke Meidereaktionen (vgl. zusammenfassend in EUROBATS 2019a).

Die vorliegenden Daten, die eigenen Verhaltensstudien in Bezug auf Störungen des Jagdverhaltens am Mausohr (→ **FE-Gutachten, Kap. 2.2**) und weitere neuere Studien liefern Belege für die Lichtempfindlichkeit dieser Fledermausart und weitere, aufgrund ihrer Jagdstrategien

⁵² In Verbindung mit den Ergebnissen der fledermauskundlichen Bestandserfassungen.

⁵³ Über die o.g. „empfindlichen“ Arten hinaus wird eine graduelle Meidung des straßennahen Bereichs auch in Bezug auf weitere Fledermausarten festgestellt (KITZES & MERENLENDER 2014, LUO et al. 2015, CLAIREAU et al. 2019, FINCH et al. 2020, BHARDWAJ et al. 2021), vermutlich als Folge des Zusammenwirkens vieler ungünstiger Faktoren (DOMINONI et al. 2020, GOMES & GOERLITZ 2020, JEREM & HALFWERK 2021). Die Zonen, für die eine (graduelle) Meidung berichtet wird, sind sehr unterschiedlich, bedingt durch unterschiedliche Verkehrsbelastungen und betroffene Habitate und Arten in den Untersuchungen. Diese Erkenntnisse begründen über die generelle Annahme eines graduell gestörten Bereichs entlang einer Straße (s. Kap. 6.2.1) hinaus keine gesonderte Bewertung.

und Verhaltensweisen vergleichbare Arten (alle *Myotis*-Arten und die Hufeisennasen, nicht die *Pipistrellus*- und *Nyctalus*-Arten und nicht die Breitflügelfledermaus) (→ **Tabelle 6**, S. 47).

Stationäres Licht, auch das LED-Licht, ist hinsichtlich seiner Wirkungen auf Fledermäuse intensiv untersucht worden (z.B. MATHEWS et al. 2015, ROWSE et al. 2015 / 2016, STONE et al. 2015, LEWANZIK & VOIGT 2016, SPOELSTRA et al. 2017). Die Intensität und Reichweite von stationärem Licht ist je nach Konfiguration unterschiedlich und im Einzelfall zu bestimmen oder den jeweils zutreffenden technischen Merkblättern zu entnehmen oder durch entsprechende Messungen zu ermitteln. Schon sehr geringe Lichtstärken (schon unterhalb der allgemein für Fuß- und Radwege festgelegten Mindestbeleuchtung von wenigen Lux) können Jagd- bzw. Flugaktivität von Fledermäusen beeinflussen und u.U. zur Meidung eines Bereichs führen (EUROBATS 2019a:9).

Vom bewegten Lichtkegel der PKW-Scheinwerfer (Fahrlicht) geht - vermutlich aufgrund des Unruhefaktors - eine graduell stärkere Störwirkung (Vertreibung, Irritation) aus als von einer (einzelnen) stationären Lichtquelle, etwa einer Straßenlampe. Irritation durch Lichtimpulse kann u.U. auch die Kollisionsgefährdung bei Straßenquerungen verstärken (ORBACH & FENTON 2010). Anlockwirkungen durch das Fahrlicht sind nicht anzunehmen (→ **FE-Gutachten, Kap. 6.1.3, S. 129 f.**). Die (relevante) Wirkungsreichweite von Fahrlicht auf Fledermäuse ist im Gegensatz zum stationären Licht unter Geländebedingungen bislang nicht empirisch untersucht. Autoscheinwerfer sind so ausgelegt, dass sie die Fahrbahn bei asymmetrischer Lichtverteilung weit ausleuchten (bis zu 150 m bei herkömmlichem Halogen-Abblendlicht, bis zu 200 m bei herkömmlichem Fernlicht). Bei Bi-Xenon-Scheinwerfern und LEDs ist die Ausleuchtungscharakteristik bei abgeblendetem Licht vergleichbar, die Lichtintensität ist aber höher als bei herkömmlichen. Der horizontale Lichtkegel (Ausleuchtung aus Sicht des Fahrers) rechts der Fahrbahn, der bei herkömmlichem Licht ca. 15 m beträgt, ist bei LED-Fahrlicht breiter und reicht weiter in den Straßenrandbereich. Die starke Lichtwirkung reicht im Freiland bis im Mittel 30 m⁵⁴ von der rechten Fahrbahn. Danach nimmt die Beleuchtungsintensität stark ab (nach unveröff. Daten der Fa. HELLA und eigenen Geländemessungen). Zusätzliche Wirkungen von Frontschweinerwerfer-Licht von einem Damm bzw. von einer Brücke auf den tief liegenden Talboden, zumindest Streulicht-Einfluss, sind je nach Dammhöhe und Brückenkonstruktion nicht ausgeschlossen. Bei großer Damm- / Brückenhöhe ist statt des Talbodens u.U. der obere Talrand einem Lichteinfluss ausgesetzt, wenn z.B. Schutzvorkehrungen (Spritzschutz o.ä.) bis zur Höhe der Autoscheinwerfer fehlen.

Direkter Lichteinfluss auf die Flugrouten wird von vielen Arten gemieden (→ **Tabelle 6**). Diese Arten nutzen Flugrouten, z.B. Unterführungen, in geringerem Maß, solange auf der Flugroute direkter Lichteinfluss durch Fahrlicht oder aufgrund stationärer Leuchten liegt. Sie weichen dem Licht in verschattete Bereiche aus (unveröff. Daten FE-Projekt). Grund für die Lichtmeidung auf Flugrouten ist vermutlich einerseits die Vermeidung von Prädation. Andererseits liegen Erkenntnisse bezüglich der visuellen Wahrnehmung von Fledermäusen nahe, dass diese eine größere Bedeutung bei Orientierung und Jagd hat als bisher angenommen (ORBACH & FENTON 2010). Dies lässt den Schluss zu, dass die Tiere schlichtweg geblendet werden und sich deshalb von künstlichen Lichtquellen fernhalten bzw. diese umgehen wollen.

⁵⁴ Gleichlage oder Damm; freie Ausbreitung der Lichtwirkung.

Da die lichtbedingte Störung zugleich dazu beiträgt, die lichtempfindlichen Arten vom unmittelbaren Trassenbereich fernzuhalten, verringert die (auf dem Straßenraum liegende) Lichtwirkung zugleich graduell das Risiko einer Kollision mit einem Fahrzeug. In Großbritannien wird stationäre Beleuchtung vereinzelt gezielt genutzt, um Fledermäuse (Kleine Hufeisennase) von der Verkehrsstrasse abzulenken (WYATT 2010)⁵⁵. Andere Fledermäuse, die um und über Straßenlampen jagen, weil von diesen Insekten angezogen werden⁵⁶ (→Tabelle 6), halten sich typischerweise oberhalb des Fahrzeugs auf und sind daher einem wesentlich niedrigeren Kollisionsrisiko ausgesetzt als bodennah jagende Arten wie das Große Mausohr. Aus Fledermausschutzsicht ist daher nicht generell angezeigt, Maßnahmen zu ergreifen, die die Scheinwerferreichweite auf den Fahrweg begrenzen. In folgenden Fällen sind aber die Wirkung begrenzende Maßnahmen erforderlich:

- Falls Lichtwirkungen den Ein- und Ausflugsbereich zu einem (Wochenstuben-) Quartier betreffen. (Als Folge von Quartierbeleuchtung konnten bei der Großen Hufeisennase, beim Kleinen Mausohr und bei der Wimperfledermaus relevante Ausflugverzögerungen dokumentiert werden, REITER & ZAHN 2006). Beim Quartierausflug kann Beleuchtung selbst auf die ansonsten am Licht jagenden *Pipistrellus*-Arten (z.B. Zwergfledermäuse) verzögernd wirken.
- Sofern das Licht von stationären Beleuchtungseinrichtungen oder von frequent vorbeifahrenden Fahrzeugen auf die Flugroute bzw. die Leitstrukturen auf Fledermausbrücken oder zu Fledermaus-Unterführungen fällt und insoweit den Zugang behindert.
- Sofern essenzielle (wichtige und begrenzt verfügbare) Jagdhabitats innerhalb des Störkorridors entzogen werden könnten.
- Sofern bedeutende (vorhandene oder aufgrund des Schutzkonzeptes geplante) Flugrouten betroffen werden könnten.

Sind diese spezifischen Wirkungen auf essenzielle Habitate oder Flugrouten beim Bau oder beim Betrieb einer Straße nicht ganz vermeidbar, muss geprüft werden, ob die Effekte durch andere Beleuchtungstechnik (z.B. Einsatz von „fledermausfreundlicher“ LED-Technik bzw. andere Lichtinstallation) vermindert werden können, vgl. bzgl. stationärer Beleuchtung in Kap. 6.1. Ggf. müssen die relevanten Bereiche (Quartierumfeld, Flugroute) anders vor Lichtwirkungen – auch des fließenden Verkehrs - abgeschirmt werden.

Inwieweit für durch Lichtwirkungen betroffene Nahrungshabitate im Umfeld der Straße an anderer Stelle geeignete, ungestörte Habitate ersatzweise bereitgestellt werden müssen, muss im Einzelfall beurteilt werden.

⁵⁵ Die Wirksamkeit dieser Maßnahme ist nach BERTHINUSSEN et al. (2015) bislang nicht ausreichend belegt.

⁵⁶ Z.B. in Wakefield et al. (2017).

Tabelle 6: Empfindlichkeit gegenüber Lichteintrag

Art		auf Flugrou- ten	im Nahrungsha- bitat	Anmerkung
Bechsteinfledermaus	Myotis bechsteinii*	h	h	
Braunes Langohr	Plecotus auritus	h	m	Nutzung am Licht von KURTZE (2012) vermutet; FURE (2012): geringe Lichttoleranz der Gattung. EUROBATS (2019a): „lichtscheu“
Breitflügelfledermaus	Eptesicus serotinus*	m	g	
Fransenfledermaus	Myotis nattereri	h	m/g	MURPHY et al. (2009): Aktivitätsverringern
Graues Langohr	Plecotus austriacus*	h	m	Aktivitätsverringern mit steigender Lichtintensität
Große Bartfledermaus	Myotis brandtii*	h	h	
Große Hufeisennase	Rhinolophus ferrumequinum	h	h	Große und Kleine Hufeisennasen bevorzugten den lichtbeschatteten, bodennahen Bereich einer landwirtschaftlichen Brücke, um eine viel befahrene Straße zu überqueren (BURETTE 2013).
Großer Abendsegler	Nyctalus noctula	g	L	FURE (2012): hohe Lichttoleranz und Lichtnutzung.
Großes Mausohr	Myotis myotis*	h	h	
Kleine Bartfledermaus	Myotis mystacinus*	m	m	
Kleine Hufeisennase	Rhinolophus hipposideros	h	h	
Kleiner Abendsegler	Nyctalus leisleri*	g	g	
Mopsfledermaus	Barbastella barbastellus	m	g	LACOEUILHE et al. (2014): kein Effekt von Lichtintensität auf Aktivität. SCHEWE (2020): Signifikante Effekte auf Flugrouten.
Mückenfledermaus	Pipistrellus pygmaeus	m	L	MURPHY et al. (2009): verringerte Aktivität bei Beleuchtung, LEWANZIK & VOIGT (2016): Nutzung am Licht nicht festzustellen. LACOEUILHE et al. (2014): Lichtnutzung. Nach M. DIETZ u. L. BACH nutzt die Art Straßenlampen „regelmäßig“ (mdl. Mitt.).
Nordfledermaus	Eptesicus nilssonii*	m	g	
Nymphenfledermaus	Myotis alcathoe*	h	h	
Rauhautfledermaus	Pipistrellus nathusii*	g	g	Nur bei LACOEUILHE et al. (2014) auf Artniveau behandelt.
Teichfledermaus	Myotis dasycneme	h	m	KUIJPER et al. (2008): Meideverhalten bei Transfer, aber Beibehaltung der Route; Verringerung der Jagdaktivität während Transfer.
Wasserfledermaus	Myotis daubentonii	h	m	
Wimperfledermaus	Myotis emarginatus*	h	m	
Zweifarbflöfledermaus	Vespertilio murinus	g?	g?	
Zwergfledermaus	Pipistrellus pipistrellus	m	g	HALE et al. (2015): je höher die Beleuchtungsintensität, umso größer ist die Meidung von Lücken in Flugrouten begleitenden Strukturen. Lücken

Art		auf Flugrou- ten	im Nahrungs- habitat	Anmerkung
				von > 25 – 30 m wurden ab einer Lichtintensität von ca. 20 lux kaum mehr überwunden. Licht reduzierte die Passage unter Brücken (BARRÉ et al. 2020).

Kategorien:

- * nur auf Niveau von Artgruppen/Gattungen (z.B. Nyctalus-Eptesicus) untersucht
- h Hoch: starke Meidung / stark beeinträchtigende Wirkung (deutlich reduzierte Aktivität, evtl. Aufgabe der Nutzung)
- m mittel; schwache / graduelle Meidung belegt
- g gering; Lichteinfluss wird toleriert (weder Nutzung noch Meidung nachgewiesen)
- L Licht bzw. Insekten im Licht werden genutzt
- ? Prognoseunsicherheit aufgrund uneinheitlicher / unsicherer Belege / Einschätzungen in der Fachliteratur / in Experteneinschätzungen.

Quellen: ABBOTT et al. 2015, AZAM et al. 2015, BARRÉ ET AL. 2020, BOLDOGH et al. 2007, BRINKMANN et al. 2012, BURETTE 2013, EUROBATS 2019a, FURE 2012, GORRESEN et al. 2015, JUNG & KALKO 2010, KUIJPER et al. 2008, KURTZE 2012, LACOEUILHE et al. 2014, LEWANZIK & VOIGT 2016, MALTAGLIATI 2012, MATHEWS et al. 2015, MURPHY et al. 2009, PATRIARCA et al. 2016, RIJKSWATERSTAAT (2012), ROWSE et al. 2015, 2016, RUSSO et al. 2017, RYDELL 1991, SCHEWE 2020, SMITH 2007, SPOELSTRA et al. 2015, STONE 2013, STONE et al. 2012, 2015, TROXELL et al. 2013.

6.2.4 Individuenverlust durch Kollisionen von Individuen mit dem Verkehr

Fast alle Fledermausarten unterliegen aufgrund der verhaltensbedingten regelmäßigen Flüge zwischen Quartieren und Nahrungshabitaten einem höheren Zerschneidungsrisiko ihres Gesamtlebensraumes und dann auch einem höheren Kollisionsrisiko, wenn die Straße Kernlebensräume trennt. Bei Auswertungen von Totfunden an Straßen aus verschiedenen europäischen Ländern⁵⁷ und weiteren spezifischen Untersuchungen zur Kollisionsgefährdung von Fledermäusen (s. im FE-Gutachten, Kap. 6)⁵⁸ gehen trotzdem Merkmale hervor, die auf eine unterschiedliche Kollisionsgefährdung der Arten sowohl allgemein als auch projektspezifisch schließen lassen und zur Beurteilung einer konkreten Planungssituation herangezogen werden können.

Artspezifische Merkmale (Disposition), welche die Kollisionsgefährdung beeinflussen, sind:

- Verhalten auf Flugrouten: Einige Arten fliegen typischerweise sehr niedrig und/oder orientieren sich eng an Leitstrukturen (Waldränder, Hecken/Gehölzreihen, Gewässerläufe). Andere Arten kommen aufgrund der von ihnen bevorzugten Flughöhen nur selten in Kontakt mit den Fahrzeugen.
- Charakteristik und Reichweite der Echoortung: Die Echoortung der Fledermäuse dient dem Zweck der Orientierung, der Hinderniserkennung und der Beuteortung. Deswegen wird Schall von den Fledermausohren v.a. dann empfangen, wenn dieser von vorne in Richtung Flugbahn gerichtet ist. Zudem ist die Echoortung der Fledermäuse nur bedingt geeignet, plötzlich auftauchende Hindernisse wahrzunehmen: Obwohl sich bei der Echoortung Rufen und Empfangen (Hören) in sehr schneller Folge abwechseln, entstehen während des Wechsels kurze „blinde“ Phasen in der Wahrnehmung der Fledermäuse, die mit Hilfe des hochentwickelten Ortsgedächtnisses über die Flugroutenbeschaffenheit in den

⁵⁷ Aktuelle Zusammenstellung in BERNOTAT & DIERSCHKE (2021, Anh. 16.1).

⁵⁸ Neuere, berücksichtigte empirische Arbeiten siehe im Literaturverzeichnis.

natürlichen Habitaten „überbrückt“ werden.⁵⁹ Plötzlich vorhandene Hindernisse in ihrer Flugroute können Fledermäuse deswegen u. U. nicht rechtzeitig wahrnehmen. Hindernisse, die sich von hinten oder von der Seite auf die Fledermaus zu bewegen, wie dies bei Fahrzeugen der Fall ist, werden nicht wahrgenommen. Hinzu kommt, dass viele Fledermausarten eher „leise“ (energiearme) Rufe haben und der hochfrequente Schall in der Luft zudem extrem stark abgeschwächt wird. Bei fast allen Arten (Ausnahmen: Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Nordfledermaus) reicht das Ortungssystem höchstens 15 – 30 Meter weit (→ **Tabelle 7**)⁶⁰ Dies macht ein weit „vorausschauendes“ Erkennen von (plötzlich erscheinenden) Hindernissen, welche die Flugroute kreuzen oder sich frontal mit hoher Geschwindigkeit nähern, unmöglich.

- Meideverhalten: Arten die ihre Beute akustisch passiv orten (Gr. Mausohr, Bechsteinfledermaus, Graues Langohr und Braunes Langohr) und ihre Beute anhand von den Beutetieren ausgehenden Lauf- oder Fluggeräuschen erkennen müssen, sind sensibel gegen den verkehrsbedingten Schall und meiden deswegen den stark mit hochfrequentem Lärm belasteten Verkehrsraum tendenziell (vgl. im FE-Gutachten, Kap. 2.1). Ebenso führt die Lichtempfindlichkeit zahlreicher Arten (vgl. Kap. 6.2.3 und → **Tabelle 6**) zur graduellen, aber nicht vollständigen Meidung von Bereichen, die dauerhaft oder frequent in Licht getaucht werden. Meide- bzw. Ausweichverhalten wurde im FE und ebenso in den in Kap. 6.2.3 genannten Arbeiten nachgewiesen. Meideverhalten tritt auf gegenüber Fahrzeugen, die sich mit vergleichsweise geringer Geschwindigkeit nähern oder weil vergleichsweise früh auftretende (Stör-)Impulse am Straßenrand / im Verkehrsraum (Licht, Lärm, Verkehrsbewegung) das Einfliegen vermindern. Im Einzelfall können entsprechende Merkmale als Bestandteil der projektbezogenen Eigenschaften (s.u.) berücksichtigt werden. Andere Arten fliegen in den Verkehrsraum hinein oder nutzen die straßenparallel bestehenden Randstrukturen als Nahrungshabitate, weil sie gegenüber den Störwirkungen infolge Lärms, Lichts und Bewegungen des Verkehrsflusses wenig sensibel sind. Bei diesen Arten ist kein Meideverhalten zu konstatieren.

Die Arten, welche entsprechend dieser Merkmale artspezifisch als besonders kollisionsempfindlich gelten müssen, sind in → **Tabelle 7** aufgeführt. Die Klassifikation basiert auf den vorliegenden Untersuchungen und Einschätzungen v.a. zur Strukturbindung und zum Verhalten beim Flug (Echoortungsdistanz, Flughöhe beim Queren von Straßen). Die Einstufung berücksichtigt außerdem die publizierten Totfundzahlen (→ FE Kap. 6.1.4; fortgeschrieben in BERNOTAT & DIERSCHKE 2021: Anh. 16.1).

Landschaftsbezogene Merkmale, welche die Kollisionsgefährdung wesentlich nachteilig beeinflussen (→ FE-Gutachten, Kap. 6.1.4.4) (ebenso z.B. in FOURASTÉ et al. 2014, LESINSKI et al. 2011, MEDINAS et al. 2013, TRAUSCHKE 2017, ROEMER 2018, BERNOTAT & DIERSCHKE 2021) sind:

- Verteilung bedeutender Fledermaushabitate und –funktionen,
- die Nähe zu (großen) Wochenstubenkolonien, aufgrund der stetigen Flugaktivität und aufgrund des zahlreichen Auftretens unerfahrener Jungtiere, steigert die Kollisionsgefahr.

⁵⁹ Weitere Angaben z.B. in ULANOVSKY & MOSS (2008).

⁶⁰ Entsprechend Detektionsdistanz (Hörbarkeit mittels Detektor), zusammengestellt in DIETZ & KIEFER (2014: 108).

- zur Straße hinleitende Hecken und Waldrandsituationen (Flugrouten) bergen die Möglichkeit von Fallensituationen und steigern die Kollisionsgefahr.
- häufige Berührungspunkte des Projektes und Grenzlinien mit besonders bedeutenden Habitaten steigern die Kollisionsgefahr.

Werden dagegen geringwertige Fledermaushabitate gequert und verlaufen Flugrouten parallel, ist die Kollisionsgefahr gering. Auch Vorbelastungen können für die Beurteilung eine Rolle spielen, etwa wenn das Projektumfeld viele Belastungsfaktoren für die vorkommenden Tierarten aufweist.⁶¹

Die Beurteilung landschaftsbezogener Merkmale muss außerdem die künftig vorhandenen Fledermauslebensräume im Vorhabenumfeld, nach Fertigstellung der Straße und der (bis zum Eintritt der Kollisionsgefährdung wirksamen) Maßnahmen, berücksichtigen.

Als projektbezogene Eigenschaften (Eigenschaften des Vorhabens und Vermeidungsmaßnahmen), die die Kollisionsgefahr für die in der Nähe der Straßen agierenden Individuen vor dem Hintergrund der Artmerkmale teils erhöhen, teils vermindern, sind zu berücksichtigen:

- **Stärke des Verkehrs:** Sehr schwach in der Nacht befahrene Straßen und Wege (Orientierungswert: < 5000 Kfz/24 Std), oft zugleich schmale und nur relativ langsam befahrbare Verkehrswege, verursachen im Regelfall eine geringe Kollisionsgefahr. Straßen werden umso stärker gemieden (nicht überflogen), je breiter⁶² und je verkehrsreicher sie sind (vermutlich als Funktion der Intensität der wirksamen Störungen); stark frequentierte Straßen > 50.000 Kfz/24 Std werden vergleichsweise selten direkt niedrig gequert und die Kollisionsgefahr ist ebenfalls gering. Diese Einstufung gilt nicht für Bereiche mit besonderen Fallensituationen (s.u.).
- **Geschwindigkeit:** Auf langsam befahrenen Straßen kommt es weniger häufig zu Kollisionen als auf schnell befahrenen. Die Fahrgeschwindigkeit determiniert die Zeitspanne welche eine Fledermaus hat ein herannahendes Fahrzeug wahrzunehmen und auszuweichen. Bei Fahrgeschwindigkeiten von $\leq 50 - 60$ km/h stellte sich das Kollisionsrisiko in den meisten Situationen entweder als deutlich reduziert bzw. gering dar.⁶³ Der Faktor geringe Geschwindigkeit ist allerdings umso weniger relevant, je stärker Fallensituationen (s.u.) auftreten.
- **Gradiente:** Einschnittslagen (> 3 m) verringern im Allgemeinen die Querungshäufigkeit; die Kollisionsgefahr ist verglichen mit anderen Abschnitten in Gleich- oder Dammlage gering. Die Einstufung gilt nicht für Bereiche mit besonderen Fallensituationen (s.u.).
- **Sehr lange Barrieren-Länge** (Straßenabschnitte von mehreren Kilometer Länge ohne sichere Querungsmöglichkeiten) in Verbindung mit weiteren Merkmalen.
- **Vorhandensein von Fallensituationen** aufgrund:

⁶¹ Das Risiko muss „in einem Risikobereich verbleiben, der mit einem Verkehrsweg im Naturraum immer verbunden ist,“ (BVerwG Urt. v. 09.07.2008 - 9 A 14.07, Rn. 91 ff.).

⁶² Je breiter die durch die Straße bedingte Lücke zwischen Orientierungs-/Leitstrukturen ist.

⁶³ Vgl. CAPO et al. 2006: 45 f., FOURASTÉ et al. 2014: 28, LÜTTMANN et al. 2014: 132 ff., NOWICKI 2016, ROEMER 2018, ROEMER et al. 2020).

- Trennung benötigter Teillebensräume, Zerschneidung von Leitstrukturen, durch Hindernisse erzwungener Überflug in den Straßenraum
- Straßennahe Schaffung attraktiver Habitate / Ausprägung der Straßenbegleitvegetation: straßenparallel bestehende Randstrukturen dienen einigen Arten als Nahungshabitate. (Kollisionen treten seltener auf, wenn der Abstand zwischen Verkehr und begleitenden Hecken 10m beträgt).⁶⁴
- In den Straßenraum führender Verlauf von Leit- und Sperreinrichtungen (z.B. Wildschutzzäunen) im Übergang von Damm- zu Einschnittslagen, vor oder hinter Bauwerken und Straßenabschnitte in Gleichlage zwischen Dammabschnitten.
- Lenkung durch Licht, Schallmeidung: In Ausnahmesituationen ist das Ausweichen vor der Störquelle, v.a. dem Licht, für die Gesamtbewertung bzw. das Schutzkonzept nutzbar, wenn entsprechend starke Störimpulse z.B. auf eine nicht gewollte Flugroute bestehen. Im Allgemeinen reicht das Meide- bzw. Ausweichverhalten vor Schall und Licht aber nicht aus, um Verkehrskollisionen der genannten Arten zu vermeiden. Aus der Literatur ergibt sich kein Beweis für das alleinige Ausreichen des Abschreckungseffektes von z.B. gezielter Straßenbeleuchtung⁶⁵ (BERTHINUSSEN et al. 2015: 51), vgl. Kap. 7.

Projekteigenschaften, welche die Kollisionsgefahr erheblich beeinflussen, sind weiterhin

- die Vermeidungsmaßnahmen wie z.B. Querungshilfen, Schutzzäune usw. (→ Kap. 7),
- die sonstigen Maßnahmen des Schutzkonzeptes (ebd.).

Signifikanzprüfung

Nicht jede zu erwartende Kollision einer Fledermaus muss planerisch berücksichtigt und bewältigt werden: Für Straßenbauvorhaben gilt entsprechend § 44 Abs. 5, Satz 1 BNatSchG: „(...) (es) liegt ein Verstoß gegen 1. das Tötungs- und Verletzungsverbot nach Absatz 1 Nummer 1 nicht vor, wenn die Beeinträchtigung durch den Eingriff oder das Vorhaben das Tötungs- und Verletzungsrisiko für Exemplare der betroffenen Arten nicht signifikant erhöht und diese Beeinträchtigung bei Anwendung der gebotenen, fachlich anerkannten Schutzmaßnahmen nicht vermieden werden kann“.

Was eine signifikante Gefahrerhöhung darstellt, wird gesetzlich nicht konkretisiert; die Herleitung ist gutachterlich-prognostisch zu leisten. In seltenen Fällen stehen Daten aus dem Vergleich Vorher (z.B. vor dem Ausbau einer Straße) und Nachher (nach dem Anbau z.B. einer Fahrbahn) zur Verfügung, die es erlauben, dem Begriff der Signifikanz eine quantitative Di-

⁶⁴ Andererseits können attraktive Habitate in Straßennähe als Bestandteil der Schutzkonzeption, z.B. zur Akzeptanzsteigerung von Flugrouten, wichtig sein.

⁶⁵ In Wales wird mittels einer speziellen Straßenbeleuchtung versucht, Kleine Hufeisennasen vom Queren einer Nationalstraße abzuhalten (WYATT 2011, Case Study 7: A487 Llanwnda to South of Llanllynfi Improvement).

mension für die artenschutzrechtliche Beurteilung zu geben. Der rechtliche Signifikanzmaßstab ist allerdings kein mathematisch-statistischer (Zusammenfassend in rechtlicher Hinsicht z.B. HUGGINS 2021) und in der Regel stehen solche Daten auch nicht zur Verfügung.⁶⁶

Die Sachverständigen müssen die gefahrsteigernden und die Gefahren abschwächenden Merkmale wertend nebeneinander stellen. Basis sind die entsprechenden Ergebnisse der Geländeerfassung (Habitate mit hoher Bedeutung für Fledermäuse entsprechend Bewertung → Tabelle 3), die Beurteilung des vorgefundenen und künftigen Habitatpotenzials (→ **Anhang B-2**, bspw. Gewässer, Gewässerränder, Feuchtwälder, alte Wälder usw.) sowie die o.g. weiteren Merkmale.

Aus der Kombination der o.g. Merkmale lässt sich im Einzelfall ableiten, welche (räumlichen) Situationen und welche artbezogenen Merkmale zusammentreten müssen, damit eine signifikante Gefahrerhöhung einzutreten droht.⁶⁷ In der Regel wird man beim Zusammentreffen der o.g. Konstellationen (Auftreten sowohl kollisionsempfindlicher Arten als auch von Projektmerkmalen, welche die Häufigkeit / Wahrscheinlichkeit von Kollisionen erhöhen) von einer signifikanten Kollisionsgefahr ausgehen und entsprechende Vermeidungsmaßnahmen vorsehen. Das Zusammentreten folgender Merkmale indiziert regelmäßig eine „signifikant erhöhte Kollisionsgefährdung“ (unvollständige Nennung):

- (Mindestens eine) bedeutende Flugroute / essenzielle Nahrungshabitate von einer oder von mehreren „Sehr hoch“ oder „Hoch“ kollisionsempfindlichen Arten⁶⁸ (→ **Tabelle 7**) wird zerschnitten,
oder
- für eine zerschnittene bedeutende Flugroute / ein essenzielles Nahrungshabitat von einer oder von mehreren Arten mit fallweise erhöhtem Kollisionsrisiko (→ **Tabelle 7**: „Mittel“) trifft zu, dass die Individuen aufgrund der besonderen örtlichen Gegebenheiten unausweichlich mehrheitlich in den Verkehr kanalisiert werden (z.B. Breitflügelfledermaus an Brücken oder an Dämmen, auch Arten dieser Gruppe („Mittel“ → **Tabelle 7**), die beleuchtete Straßen(rand)flächen bejagen)

und

⁶⁶ Im „Besonderen Teil“ (B) der Gesetzesbegründung (BR-Drs. 168/17, S. 17) wird auf die Rechtsprechung verwiesen, nach der der Bedeutungsgehalt von „signifikant“ z.T. auch mit dem Begriff „deutlich“ gleichgesetzt werde. Darüber, wann eine prognostizierte Entwicklung „signifikant“ ist, müssen sich Straßenbauverwaltung als Vorhabenträger / Gutachtende und Zulassungsbehörden im Einzelfall verständigen. Das BVerwG weist in Richtung einer argumentativen Herleitung (vgl. BVerwG, Urt. v. 13.03.2008 – 9 VR 9.07, Urt. v. 12.03.2008 – 9 A 3.06, Urt. v. 09.07.2008 – 9 A 14.07, Urt. v. 13.5.2009 – 9 A 73.07).

⁶⁷ Z.B. im Rahmen einer FFH-VP muss abgeschätzt werden, welchen Einfluss der Verlust einzelner Individuen (in der prognostizierten Häufigkeit) auf den Bestand der betroffenen Fledermaus-Kolonie im FFH-Gebiet hat. Dies hängt u. a. von der artspezifischen Dynamik der Population (Reproduktionsrate, Mortalität) ab. Da Fledermäuse in der Regel nur ein Junges pro Generation haben, gehören sie zu den besonders anfälligen Arten. Fragestellung ist, ob eine Veränderung innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite von Todes- und Geburtenrate bleibt, sich ein möglicherweise vorhandener negativer Trend fortsetzt oder das Erlöschen eines Vorkommens infolge eines Straßenbauprojektes, z.B. infolge von Kollisionen mit dem Verkehr, erwartet werden muss. Im Allgemeinen genügt eine Abschätzung anhand der genannten Kriterien. Bislang stehen keine statistischen Modelle zur Verfügung, welche mit den im Projektrahmen zu gewinnenden Daten die kollisionsbedingte zusätzliche Mortalität ausreichend verfahrenssicher prognostizieren könnten.

⁶⁸ Arten mit starker Bindung an Strukturen und vergleichsweise kleinen Aktionsräumen, die verhaltensbedingt den Straßenraum sehr konturfolgend queren.

- „sichere“ Querungsmöglichkeiten, welche die Erreichbarkeit ausnahmslos aller essenziellen Habitate sicherstellen, nicht angeboten werden können, bspw. weil
- Unterföhrungsbauwerke mit ungenögender Höhe/Weite (welche einzelne Individuen zum Überfliegen der Straße an dieser Stelle zwingt) versehen sind,
- Ausbaurorhaben (Verbreiterung, Anbau einer dritten Spur) dazu föhren, dass eine etablierte sichere Querungssituation (z.B. als Hop-over fungierender Baumkronenschluss über dem Straßenraum⁶⁹) nicht länger besteht,
- angebotene neue Flugrouten artspezifisch relevant weite⁷⁰ bzw. ungünstige Umwege erzwingen (und insoweit Risiken beeinhalten) oder
- sonstige Risikobereiche in Bereichen mit hoher Fledermausaktivität der empfindlichen Arten verbleiben, z.B.
- in den Verkehr föhrende Leitlinien (zur Straße hinleitende Waldrandsituationen, Hecken oder Gewässer, in den Straßenraum föhrender Verlauf von Leit- und Sperreinrichtungen (z.B. Wildschutzzäune) im Übergang von Damm- zu Einschnittslagen, vor oder hinter Bauwerken und Straßenabschnitte in Gleichlage zwischen Dammabschnitten,
- Verkehrsföhrungen entlang von Seeufern und an anderen Stellen, die zu bestimmten Zeiten kleinklimatisch herausragen und besonders reich an Insekten sind,
- beleuchtete Flächen (Straßenbeleuchtung v.a. im Bereich von Parkplätzen).

Eine signifikant erhöhte Kollisionsgefahr ist in anderen Fällen zu verneinen.

Pauschal betrifft dies die Arten ohne erhöhte Kollisionsempfindlichkeit an Fernstraßen („gering“ → **Tabelle 7**). Dazu zählen die Arten Breitflügelgedermaus, Großer Abendsegler und Kleiner Abendsegler sowie Nord- und Zweifarbgledermaus und die Rauhaufgedermaus. Diese Arten werden zwar auch im Straßenbereich aktiv beobachtet. Breitflügelgedermäuse und Abendsegler jagen entlang der Waldränder meist hoch über der Straßenschneise, werden aber selten Kollisionsopfer an Fernstraßen. Deswegen brauchen diese Arten im Allgemeinen im Rahmen der Fernstraßenplanung in Bezug auf die Kollisionsgeföhrdung auch nicht vertiefend beachtet werden. (Für Breitflügelgedermaus und Abendsegler ebenso in BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2015: 47).

Diese Arten sind auch vergleichsweise störungsunempfindlich (Lärm, Licht). Sie sind (unter anderem deswegen) mehrheitlich weit verbreitet und hinsichtlich der Individuenzahl (vor allem auch im Siedlungsraum mit einem dichten Straßennetz) dominante Arten, die regelmäßig auch Habitate im trassennahen Bereich (straßenbegleitende Strukturen, im Luftraum über Straßen wie über anderen Offenlandstrukturen) bejagen. Bei diesen Arten kommt es proportional zum Vorkommen in Straßennähe unvermeidlich zu Kollisionsopfern.

⁶⁹ Beispiele und Randbedingungen in LÜTTMANN et al. (2017).

⁷⁰ Gemessen an den „normalen“ Entfernungen, welche die Individuen zwischen Quartier und Jagdhabitat bzw. zwischen separaten Jagdhabitaten regelmäßig zurücklegen, erscheinen selbst für kleinräumig agierende Arten (Anhang A-2) Umwege von ≤ 200 - 300 m unter dem Aspekt Energieverbrauch vernachlässigbar, wenn die neue Flugroute zugleich attraktive Nahrungsangebote aufweist.

Tabelle 7: Artbezogene Disposition der Fledermausarten gegenüber Kollisionsgefahren

Quellen: Auswertung der empirischen Literatur und eigener Daten im FE-Gutachten; weitere zusammenfassende Auswertungen in BRINKMANN et al. (2012), LIMPENS et al. (2005), DIETZ & KIEFER 2014, EUROBATS 2015, BERNOTAT & DIERSCHKE 2016; weitere Einzelquellen im Literaturverzeichnis).

* Ungenügende Datenlage, Expertenvotum aufgrund von Analogieschlüssen.

(1) Situationsspezifisch.

Flughöhe: Auf der Flugroute (Spannen). In Klammern: Werte, die sich v.a. aus der Varianz beim Jagen bzw. im Jagdhabitat ergeben oder aus speziellen Geländesituationen.

Echoortung: Reichweite auf Flugroute (bis-Wert, geschätzt nach Detektionsreichweite), im (Wald-)Jagdhabitat oft viel geringer.

Strukturbindung: h hoch, m mittel, g gering.

Art	Disposition	Verhalten bei der Jagd und auf Flugrouten	Flughöhe (m)	Echoortung (Reichweite, bis m)	Strukturbin- dung beim Flug
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	sehr hoch	Im Offenland bevorzugt an linearen Strukturen (Hecken, Galleriewälder der Bäche), in geringer sowie auch größerer Höhe (größer 10 m) beobachtet. Wechsel über schmalen, max. zweispurigen Straßen im Kronenbereich der trassennahen Bäume sowie bodennah (Kollisionsoffer). Breite Straßen stellen Barrieren dar.	1-5 (- 15)	15	h
Braunes Langohr <i>Plecotus auritus</i>	sehr hoch	Fliegt bevorzugt sehr nahe an der Vegetation, entlang von Hecken oder an Baumkronen. Verhalten insgesamt sehr strukturgebunden. Niedrig über offenem Gelände.	(1) 3-6 (- 15)	20	sh
Breitflügel-Fledermaus (1) <i>Eptesicus serotinus</i>	gering	Relativ hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, Orientierung dennoch häufig an Strukturen, z. B. an einem Waldrand, an Hecken. (1) Mögliche stärkere Gefährdung beim Hineinfliegen in den Verkehr auf mittelhohen Brücken.	5-10 bei der Jagd auf Grünland geringer	20 - 50	m
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	hoch	Fliegt bevorzugt nahe an der Vegetation, z.B. entlang von Hecken oder in den Baumkronen selbst. Oft entlang von Gewässerläufen. Überquert offene Flächen in geringer Höhe. Insgesamt strukturgebunden.	1-4 (-15)	20	h
Graues Langohr <i>Plecotus austriacus</i>	sehr hoch	Fliegt sehr nahe an der Vegetation, entlang von Hecken oder an Baumkronen. Verhalten insgesamt sehr strukturgebunden, im Offenland niedrig.	2 – 5 auch tiefer, auch in Baumkrone	20	sh
Große Bartfledermaus <i>Myotis brandtii</i>	hoch	Fliegt bevorzugt nahe an der Vegetation, z. B. entlang von Hecken, dort überwiegend in geringen Höhen, aber nicht bodennah. Quert offene Flächen überwiegend in geringer Höhe.	3 - 5 (- 15)	10	h
Große Hufeisennase* <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	sehr hoch	Sehr enge Strukturanbindung, fliegt nahe der Vegetation und zum Teil nur in geringer Höhe über der Erdoberfläche (1-2 m). Querungen von kleineren Straßen in geringer Flughöhe.	0,3 - 6	5	sh

Art	Disposition	Verhalten bei der Jagd und auf Flugrouten	Flughöhe (m)	Echoortung (Reichweite, bis m)	Strukturbindung beim Flug
Großer Abendsegler <i>Nyctalus noctula</i>	gering	Fliegt hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, orientiert sich dennoch häufig an Strukturen, z. B. am Waldrand.	>15	> 50	g
Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>	hoch	Fliegt z.T. strukturgebunden z.B. entlang von Hecken, aber auch höher, lediglich an der Struktur orientiert. Überquerungen von Freiflächen im Direktflug, bei schnellen Transferflügen teils bodennah, teils in größerer Höhe.	Jagdflug 0,5 - 3, Transferflüge oft höher	20	m
Kleine Bartfledermaus <i>Myotis mystacinus</i>	hoch	Fliegt bevorzugt nahe an der Vegetation, strukturfolgend entlang von Vegetationsstrukturen.	1-4 (- 15)	10	h
Kleine Hufeisennase <i>Rhinolophus hipposideros</i>	sehr hoch	Orientierung streng an Leitstrukturen (Hecken, Waldränder, Geländekanten), in geringer Höhe. Größere Freiflächen werden selten überflogen; orientiert sich auch entlang künstlicher Strukturen wie z.B. Wildschutzzäunen.	1-5	5	sh
Kleiner Abendsegler <i>Nyctalus leisleri</i>	gering	Hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, orientiert sich dennoch häufig an Strukturen, z. B. am Waldrand.	>5 selten niedriger	> 50	m-g
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	hoch	Relativ nahe an der Vegetation, überwiegend strukturfolgend, entlang von Waldwegen/Vegetationsstrukturen. Transferflüge höher, auch weit über offenes Gelände (evtl. Orientierung an Einzelbäumen und anderen Landmarken), bei der Jagd wenige Meter über dem Boden bis in Kronenhöhe. "Lückenflieger": meidet dichtständige Wälder/Forsten (Lücken < 2-3 m).	(2) -5 (- 15)	15	m
Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	hoch	Schnell und wendig; in der Nähe und im Windschutz von Vegetationsstrukturen, abhängig vom Wind. Mehr oder weniger strukturfolgend; bei Windruhe und tiefer Dunkelheit weiter weg von den Strukturen, aber noch der Leitlinie folgend.	1-15	20	m
Nordfledermaus <i>Eptesicus nilssonii</i>	gering	Relativ hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, orientiert sich dennoch häufig an Strukturen, z. B. an einem Waldrand.	(2-) 5-10 (-50)	20 - 50	m-g
Nymphenfledermaus* <i>Myotis alcathoe</i>	hoch	Ungenügende Datenlage. Strukturgebunden. Oft entlang von Gewässerläufen. Feuchtwälder und Gewässerränder. Überquert offene Flächen in geringer Höhe. Jagd in Baumkronen alter Wälder.	1-3 (- 6)	10	h
Rauhautfledermaus (1) <i>Pipistrellus nathusii</i>	gering	Erjagt Beute ähnlich wie Zwergfledermaus, jedoch eher im freien Luftraum, aber auch in der Nähe der Vegetation in ca. 3 – 15 m (20 m) Höhe (MESCHÉDE & RUDOLPH 2004: 285). Transferflüge höher (EUROBATS 2015: 136). (1) Mögliche Gefährdung bei der Jagd um beleuchtete Flächen / Lampen.	5-15 (Zug >15)	20 - 50	m-g
Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>	sehr hoch	Jagt dicht über der Wasseroberfläche, orientiert sich an Randstrukturen / Gewässerböschungen etc. Über Land ebenfalls überwiegend strukturgebunden und niedrig.	<1-5 über Wasser 0,1	< 20	h

Art	Disposition	Verhalten bei der Jagd und auf Flugrouten	Flughöhe (m)	Echoortung (Reichweite, bis m)	Strukturbin- dung beim Flug
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	sehr hoch	Nahe an der Vegetation, Strukturen folgend, z. B. entlang von Hecken, Waldwegen in Höhen zwischen einem und 6 m oder direkt über der Gewässeroberfläche. Folgt vorzugsweise gewässerbegleitenden Strukturen. Meidet die Querung von Offenlandflächen ohne Struktur weitgehend, dann niedrig.	1-5 dicht über der Wasseroberfläche	< 20	h
Wimperfledermaus <i>Myotis emarginatus</i>	sehr hoch	Jagt im Kronenbereich von Hecken und Bäumen, Flugrouten immer nahe der Vegetation, selten im freien Luftraum und über Wasser, stark strukturgebunden. Wechsel über schmalen, max. zweispurigen Straßen im mittleren Kronenbereich der trassennahen Bäume (Waldrand, Alleen), breitere Straßen / Lücken bodennah. Breite Straßen stellen Barrieren dar.	1-4 (-15)	< 20	h
Zweifarfledermaus <i>Vespertilio murinus</i>	gering	Fliegt hoch und schnell, z. T. auch völlig im freien Luftraum, orientiert sich dennoch häufig an Strukturen, z. B. am Waldrand.	>15	20 - 50	g
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	hoch	Bevorzugt in der Nähe und im Windschutz von Vegetationsstrukturen, Flug überwiegend Strukturen folgend, teilweise abhängig von Licht und Wind: in der tiefen Dunkelheit weiter weg von den Strukturen, aber immer noch der Leitlinie folgend, bei Wind dichter an der Leitstruktur fliegend. Flüge bevorzugt strukturgebunden, aber auch quer und relativ hoch über Offenland und über 4-spurigen Straßen.	2 - 6 Transferflüge auch höher	20	m

7 Möglichkeiten der Problembewältigung durch Maßnahmen (Vermeidung, Kompensation)

7.1 Allgemeine Anforderungen, Nachweis der Wirksamkeit

Auf der Grundlage der Bestandserfassung (siehe Kap. 5) und der Kenntnis der relevanten Wirkungen/Beeinträchtigungen (siehe Kap. 6 – Konfliktanalyse) ist zu prüfen:

- welche Maßnahmen in Betracht kommen, um die relevanten Beeinträchtigungen zu vermeiden bzw. zu vermindern
- welche Maßnahmen ggf. in Betracht kommen, um die unvermeidbaren Beeinträchtigungen maßgeblicher Funktionen und Strukturen zu kompensieren.

Vermeidungsmaßnahmen sind zumeist bautechnische Vorkehrungen, die in den straßentechnischen Entwurf integriert sind. Unter die Vermeidungsmaßnahmen fallen auch Maßnahmen zum Schutz vor bauzeitlichen Gefährdungen (z. B. Schutzzäune, besondere fachliche Kontrolle des Baufeldes) sowie zeitliche Begrenzungen der Bautätigkeit (z.B. Baufeldräumung außerhalb der Wochenstuben- und Ruhephasen der Fledermäuse).

Vermeidungsmaßnahmen tragen zur Zulässigkeit eines Vorhabens bei, indem sie verhindern, dass eine Beeinträchtigung überhaupt eintritt. Generell geht die Vermeidung der Kompensation vor. (Zu den Grenzen siehe in den Richtlinien FFH-VP bzw. R-LBP zum ASB; BMVBW 2004, BMVBS 2011).

Vermeidungsmaßnahmen müssen zum Zeitpunkt des Eintretens der Eingriffswirkung jedenfalls ihre spezifische Funktion erfüllen. Relevante Zeitpunkte sind die Baufeldfreistellung oder der Zeitpunkt der Inbetriebnahme für den Verkehr. Beeinträchtigungen, die wie Störungen durch den Verkehr und Zerschneidungswirkungen, u. U. auch Kollisionsverluste, mit dem Betrieb einer Straße verbunden sind, entfalten ihre volle Wirkung oft erst gewisse Zeit nach der Inbetriebnahme der Straße. In Abhängigkeit vom angestrebten Ziel der Vermeidungsmaßnahme muss die Maßnahme so geplant und dargestellt werden, dass erkennbar ist, dass und warum sie innerhalb dieses Zeitraumes umgesetzt werden kann und ihre Wirksamkeit erreichen wird.

Kompensationsmaßnahmen sind zumeist Maßnahmen zur Habitatentwicklung oder zur Habitatoptimierung. Spezifische Anforderungen bezüglich der Auswahl und Planung geeigneter Maßnahmen ergeben sich, wenn die Maßnahme zum Eingriffszeitpunkt vergleichbar den Vermeidungsmaßnahmen funktional wirksam sein muss (das betrifft insbesondere vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen nach § 44 Abs. 5 BNatSchG).

Die Maßnahmen müssen unter Berücksichtigung der artspezifischen Anforderungen wirkfaktorspezifisch konzipiert werden. Das Konzept zur Vermeidung und ggf. zur Kompensation muss ausgehend von der Bestandserfassung auf einer Prognose der absehbaren Entwicklung nach Eintreten der Straßenwirkungen beruhen. Die spezifische landschaftliche Konfiguration bzw. Entwicklung, d.h. die aktuelle und künftig zu erwartende funktionale Verteilung von Quartieren, Flugrouten und Nahrungshabitaten in einer Landschaft, muss berücksichtigt werden. Infolge des Straßenbaues, als Konsequenz der Neugestaltung des (Wald-) Wegenetzes oder landespflegerischer Maßnahmen können sich aufgrund der veränderten Topographie /

Situation bspw. andere / neue Flugrouten ergeben (u.a. ALTRINGHAM 2008, SOLOWCZUK 2019), die in das Konzept einbezogen werden müssen.

Die Daten aus Nachkontroll-Untersuchungen oder experimentellen Untersuchungen erlauben sichere Zuordnungen der Maßnahmenwirksamkeit für eine Reihe von Arten und für ein gewisses Spektrum von Maßnahmen und räumlichen Standard-Situationen. Allerdings sind die aufwendigen Geländenachweise artbezogen und in Bezug auf einige Bauwerkstypen zwangsläufig noch lückenhaft, weil eine auf die speziellen Fragestellungen ausgerichtete Forschung aus verschiedenen Gründen (→ FE-Gutachten) erst seit wenigen Jahren verstärkt betrieben wird.

Wenn empirische Daten fehlen, beruhen die Einstufungen auf Analogieschlüssen bzw. auf Einschätzungen der Sachverständigen.⁷¹ Die Prognose(un)sicherheit (→Tabelle 8, S.65) muss berücksichtigt werden, wenn die eine oder die andere Maßnahme dazu dienen soll, Beeinträchtigungen der Fledermauspopulationen in einem FFH-Gebiet zu vermeiden (Schadensbegrenzungsmaßnahmen) und aus diesen oder anderen Gründen (z.B. artenschutzrechtlichen CEF-Maßnahmen) hohe Anforderungen an die uneingeschränkte Wirksamkeit gestellt sind. Dies schließt aber nicht aus, dass die aufgeführten Maßnahmen oder ggf. auch andere, innovative Lösungen einzelfallbezogen zielführend sind und deswegen zum Einsatz kommen dürfen. Eine Einzelfallprüfung genügt auch rechtlichen Anforderungen, wenn die Maßnahme plausibel hergeleitet und dargelegt wird, welche Aspekte für und ggf. gegen die jeweilige Maßnahme sprechen.

Maßnahmen, die zur Vermeidung von Zerschneidungswirkungen und zur Minderung des Kollisionsrisikos ergriffen werden, sind grundsätzlich nur sehr begrenzt standardisierbar. Sie müssen vielmehr einzelfallbezogen speziell für die konkrete Landschafts- und Eingriffssituation entwickelt werden. Die Wirksamkeit vieler Maßnahmen (s.u.) ist in hohem Maß von ihrer Einbettung in ein Gesamtkonzept abhängig. Basierend auf den Empfehlungen / Standardlösungen muss das Konzept im Einzelfall in räumlicher Hinsicht wie auch hinsichtlich der eingesetzten Maßnahmenelemente von den Gutachtern und Gutachterinnen eigens entwickelt und begründet werden. Die Einzelmaßnahmen müssen in Bezug auf das Problem und die angestrebte Wirkung verhältnismäßig sein.

Bei der Planung kommt es darauf an, Synergien der verschiedenen Maßnahmen gezielt zu nutzen und die relative Bedeutung der jeweiligen Maßnahme für die Gesamtwirksamkeit abzuschätzen. Beispielsweise wird die Wirksamkeit einer Leitstrukturpflanzung umso höher sein, je stärker die Maßnahmenplanung vorhandene Landschaftsstrukturen wie z.B. einen Gewässerverlauf berücksichtigt. Wenn in unmittelbarer Nähe zu einer neuen Querungshilfe attraktive Nahrungshabitate entstehen (z.B. ein von Gehölzen umrandetes Kleingewässer), stellen sich Fledermäuse schneller ein. Eine Querungshilfe, die nicht optimal in ein System von (Leit-) Strukturen / Habitaten eingebunden ist, verbleibt vergleichsweise wirkungslos.

⁷¹ Als Grundlage für diese Einschätzung wurden neben eigenen empirischen Untersuchungen (→ FE-Gutachten) umfangreiche Recherchen der Literatur und durch Befragung von Sachverständigen in entsprechend spezialisierten Büros und bei den Straßenbau- und Naturschutzbehörden vorgenommen. Die zuletzt durchgeführte Auswertung (LÜTTMANN & BETTENDORF 2018) zeigte, dass bei Monitoringergebnissen weiterhin Präsenz-/Absenzdaten dominieren. Methodisch uneingeschränkte, vergleichende quantitative Daten liegen selten vor. Dementsprechend ist die Wirksamkeitsbeurteilung weiterhin zusätzlich auf die qualitative Bewertung durch die Fledermaus-Sachverständigen (Expertise) angewiesen.

Da entsprechend auch keine direkt vergleichbaren Situationen und Vorbilder existieren, kann der Nachweis der Wirksamkeit für viele Maßnahmen in Bezug auf die betroffene Situation im streng wissenschaftlichen Sinn auch nicht Ex ante erfolgen, sondern nur Ex post, mittels eines Monitorings der (fachgerecht geplanten) Vermeidungsmaßnahmen bzw. des Vermeidungskonzeptes in Gänze.

Vermeidungsmaßnahmen, die direkte oder indirekte Auswirkungen auf andere Fachbereiche haben (können), sind frühzeitig und intensiv im Hinblick auf die technische Machbarkeit und Verhältnismäßigkeit abzustimmen. Bspw. kann ein Kappen von Vegetation, die eine Leitstruktur für Flugrouten in Richtung Trasse bildet, zwar sektoral aus Fledermausschutzsicht zur Verhinderung von Kollisionen sinnvoll sein. Die Maßnahme steht aber möglicherweise im Konflikt mit anderen naturschutzfachlichen Zielsetzungen.

7.2 Maßnahmen zur Vermeidung von Individuenverlusten und Störungen im Zuge der Baudurchführung

7.2.1 Kontrolle und Beseitigung von Baumquartieren

Baufeldfreimachung im Wald ohne Quartierkontrolle

Kann in Bereichen mit möglichen Sommerquartieren im Ausnahmefall die Winterquartiernutzung ausgeschlossen werden, weil z.B. die betreffenden Baumquartiere keine Eignung als Winterquartier aufweisen (im Regelfall sind in Bäumen < 30 cm Bruthöhendurchmesser keine frostfreien Höhlungen zu erwarten), können Bäume ohne weitere Kontrolle in Frostphasen zwischen Dezember und Februar gefällt werden.

Bestehen Zweifel an der Abwesenheit von Fledermäusen, muss eine nähere Untersuchung erfolgen. In Bereichen / an Strukturen, wo nachgewiesene oder vermutete Fledermausquartiere bestehen, sind zwingend bauvorauslaufende Besatzkontrollen durchzuführen.

Bauvorauslaufende Besatzkontrollen im Wald

Ein geeignetes Zeitfenster für die bauvorauslaufende Kontrolle (und nachfolgende Beseitigung von Quartierbäumen) stellt die Phase nach der Auflösung der Wochenstubenquartiere bis vor Beginn der Winterruhe ab September bis Oktober (November) dar. In diesem Zeitraum sind Fledermäuse ausreichend mobil und weisen eine geringe Quartierbindung auf (Ausnahmen im Falle von Balzquartieren).

Für die dann notwendige Kontrolle, ob Fledermausindividuen in Baumhöhlen im Baufeld vorhanden sind, wird ein Vorgehen entsprechend Prüfschema empfohlen (→Abbildung 5).

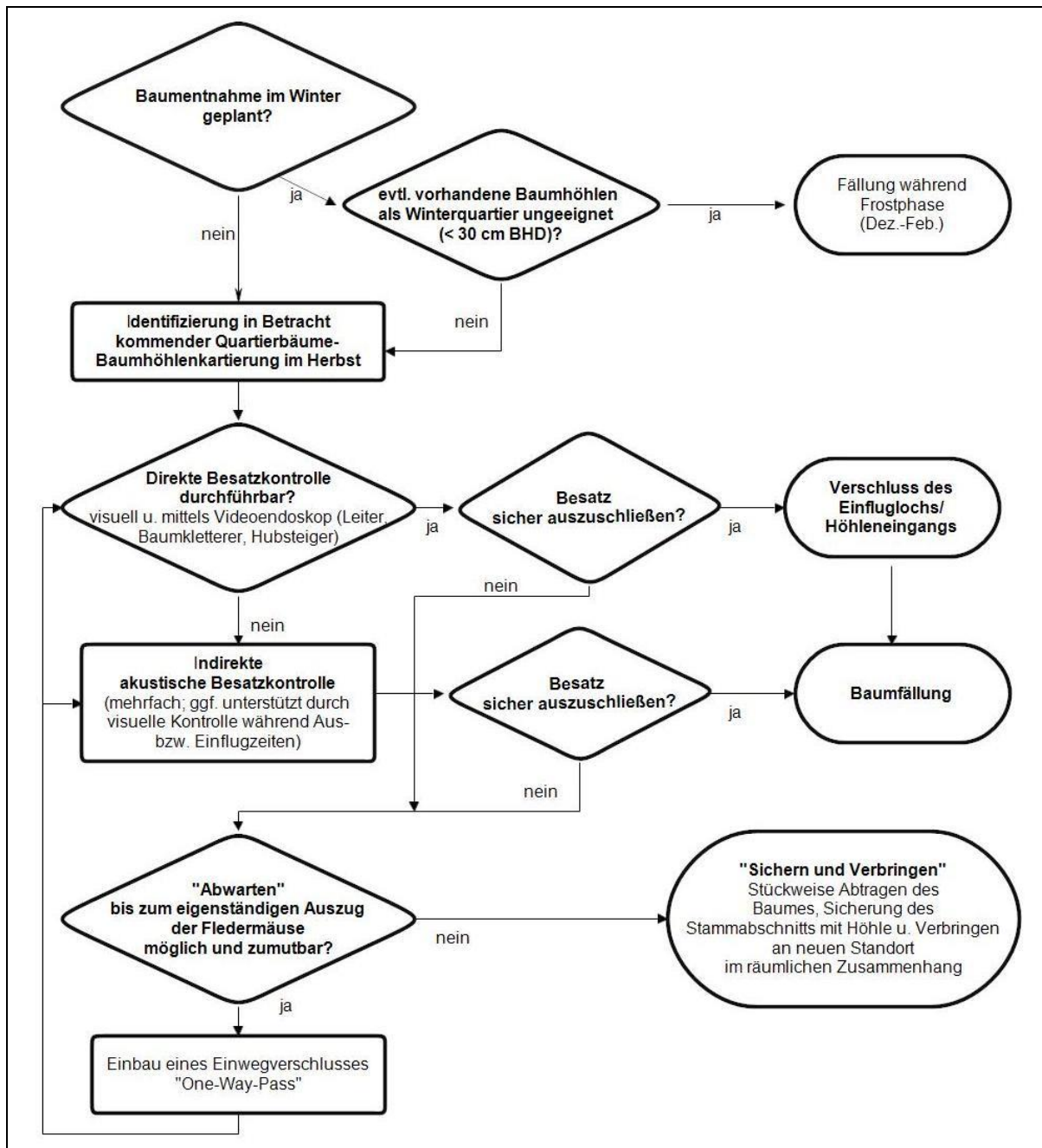


Abbildung 5: Entscheidungsdiagramm für das Vorgehen während der Besatzkontrolle zur Vermeidung von baubedingten Individuenverlusten in potenziellen Baumquartieren

Nach Möglichkeit muss die Baumfällung (bzw. der Abbruch von Gebäudeteilen) auf Zeiträume verlagert werden, an denen das Quartier nachweislich unbesetzt ist (→ **Anhang A-1**).

Die visuelle Quartierkontrolle muss mittels eines geeigneten Videoendoskops mit einem langen, schwenkbaren und flexiblen „Halsstück“ durchgeführt werden, welche eine Inspektion der Höhle nach Oben ermöglicht. Für eine ausreichende Lichtquelle muss gesorgt werden, damit alle Winkel der Baumhöhle ausgeleuchtet werden. Viele Höhlen sind vom Boden schwer erreichbar. Dann muss bei der Kontrolle auf Sachverständige mit Erfahrungen im Baumklettern zurückgegriffen werden. Ggf. genügen Hubsteiger und andere Steighilfen.

Werden Fledermäuse festgestellt oder kann ein Besatz nicht ausgeschlossen werden, ist nach Möglichkeit ein Ausschlussverfahren zu wählen, z.B. durch Einbau eines Einweg-Ausgangs („One-Way-Pass“), vgl. die Abbildung in HAMMER & ZAHN (2011: 5). Dadurch können die Fledermäuse die Baumhöhle verlassen, aber nicht zurückkehren. Nach einigen Tagen muss eine erneute Kontrolle durchgeführt werden zum Nachweis des Auszugs der Fledermäuse. Kann im Ergebnis ein Besatz mit Fledermäusen mit Sicherheit ausgeschlossen werden, müssen die Höhlenbäume unmittelbar gefällt werden oder die Einflugöffnungen sind so zu verschließen, sodass kein Wiederbesatz möglich ist.

Baumhöhlen, deren Kontrolle auf diese Weise objektiv nicht möglich ist (z.B. aus Arbeitsschutzgründen, weil die Höhle bspw. an Totholzbäumen arbeitstechnisch nicht ausreichend sicher erreichbar ist), können ersatzweise mit akustischen Mitteln, ggf. in Kombination mit einer Ein- und Ausflugbeobachtung durch Sachverständige, kontrolliert werden, sofern die Witterung (kein Regen, Temperatur > 10°C während der Nachtstunden) den abendlichen Auszug der Fledermäuse aus den Höhlen nicht verhindern kann.

Wenn es deswegen oder aus anderen Gründen unmöglich bzw. unzumutbar ist, den Nichtbesatz sicher festzustellen (oder den Wiederbesatz zu verhindern), kann alternativ, wie nachfolgend beschrieben, verfahren werden, mit dem Ziel, einen selbstständigen Auszug nach Beendigung der Winterruhe sowie den Bestand des Quartiers noch einige Zeit zu gewährleisten:

- das Ausflugloch wird (für die Dauer der Umsetzaktion zur Vermeidung der Flucht und dem resultierenden Verletzungsrisiko) verschlossen,
- der Baum wird etappenweise gefällt und der Bereich mit der Höhlung als Stammabschnitt samt Höhle mittels Greifarmes (o.ä. Gerätschaften) gesichert und im aufrechten Zustand transportiert,
- der entnommene Stammabschnitt mit der Höhle (und den darin befindlichen Fledermäusen) wird unverzüglich im räumlich funktionalen Zusammenhang an einem störungsfreien Standort artgerecht ausgebracht (an vitalen Bäumen verankert, hinsichtlich Höhe und Exposition vergleichbar zur Ausgangssituation).

Erfordernis einer artenschutzrechtlichen Ausnahme

Eine artenschutzrechtliche Ausnahme ist bei Einhaltung der Rahmenbedingungen nicht erforderlich. Die Bergung von Fledermaus-Individuen aus einer im Zuge der Baufeldräumung festgestellten Baumhöhle oder einem anderen Quartier stellt artenschutzrechtlich einen zulässigen Bestandteil einer Maßnahme zur Vermeidung baubedingter Tierverluste dar.⁷² Bedingung ist, dass vermeidbare Beeinträchtigungen unterbleiben. Nach Möglichkeit sollte also die Methode gewählt werden, bei der die Tiere das Baufeld aktiv verlassen können. Ein Umsetzen immobiler Individuen, die z.B. während einer Frostphase aus einer Baumhöhle entnommen werden sollen, wird in der Regel als vermeidbar angesehen. Andernfalls ist zur rechtlichen Absicherung weiterhin eine artenschutzrechtliche Ausnahme erforderlich.

Damit die Maßnahme keine artenschutzrechtliche Ausnahme erfordert, muss sie in Verbindung mit vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen zur Habitatneuschaffung (in welche die Individuen umgesetzt werden) stehen. Die neuen Habitate müssen zudem „im räumlichen Zusammenhang“ liegen. D.h. sie müssen innerhalb des individuellen Aktionsraums der betroffenen Art⁷³ (→ **Anhang A-2**) verortet sein.

7.2.2 Gebäudequartiere

Ist eine Beseitigung eines identifizierten oder potenziellen Siedlungsquartiers erforderlich und zugelassen, ist analog zum Verfahren für Baumquartiere eine Gebäude-/Bauwerksinspektion durchzuführen, damit ein Besatz ausgeschlossen werden kann. Ggf. dient die Inspektion zur Feststellung von aktuellem Besatz oder von Spuren (Fledermauskot, Fraßreste etc.), welche Hinweise auf die Quartierfunktion geben.

Wo nachgewiesene oder vermutete Fledermausquartiere bestehen (unabhängig davon, ob es sich um Einzelquartiere oder das Wochenstuben- oder Winterquartier einer größeren Zahl von Fledermäusen handelt), soll der Abbruch von Gebäudeteilen nach Möglichkeit auf Zeiträume vertagt werden, an denen das Quartier im Allgemeinen unbesetzt ist. (Zuvor ist eine präzise Feststellung der Funktionen, welche das Quartier für die Fledermäuse hat, notwendig, vgl. die Methoden → Kap. 5.2).⁷⁴

Ein ggf. geeignetes Zeitfenster stellt wie bei der Baumquartier-Entnahme die Phase nach der Auflösung der Wochenstubenquartiere bis vor Beginn der Winterruhe im September und Ok-

⁷² In § 44 (5) Nr. 2 BNatSchG ist normiert, dass das Verbot in § 44 (1) Nr. 1 für zugelassene Eingriffe nicht zutrifft, „wenn die Tiere oder ihre Entwicklungsformen im Rahmen einer erforderlichen Maßnahme, die auf den Schutz der Tiere vor Tötung oder Verletzung oder ihrer Entwicklungsformen vor Entnahme, Beschädigung oder Zerstörung und die Erhaltung der ökologischen Funktion der Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im räumlichen Zusammenhang gerichtet ist, beeinträchtigt werden und diese Beeinträchtigungen unvermeidbar sind“.

⁷³ Die Mitglieder eines Wochenstubenverbands „kennen“ und erkennen während Suchflügen das Quartierangebot innerhalb ihres Aktionsraums normalerweise. Bzgl. Grenzen für die räumliche Lage der Maßnahmen vgl. BVerwG, Urteil vom 06.11.2013 - 9 A 14.12.

⁷⁴ Abhängig von der Gebäudesubstanz (z.B. bei nichteinsehbaren Nischen, Wandverkleidungen) reicht die visuelle Gebäudekontrolle nicht zur Identifizierung von Besatz mit Fledermäusen. Sie muss dann durch weitere Methodenbausteine (akustische Erfassung, Video) ergänzt werden.

tober dar (mit Verschiebungen je nach Witterung und abweichend je nach klimatischem Bezugsraum). Ein Abbruch von Gebäudeteilen ist außerdem im Frühjahr, vor der Wochenstubenzeit (Jahresphänologie → **Anhang A-1**) möglich.⁷⁵

Die zu wählende Methodik und das Vorgehen beim Abbruch des Gebäudes oder von Gebäudeteilen sind situationsbezogen, abhängig von der Bauwerkssubstanz und der möglichen Quartierfunktion (Einzelquartier, Wochenstubenquartier, Winterquartier), gutachterlich im Einzelfall festzulegen.

7.3 Querungshilfen und flankierende Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Zerschneidungswirkungen / Kollision

7.3.1 Begriffssystem „Querungshilfen“ für Fledermäuse

Querungshilfen werden entsprechend ihrer Zielsetzung, die Verbindung der verschiedenen Teilhabitate von Wildtieren über breite Verkehrswege aufrecht zu erhalten, geplant. Sind keine anderen Arten/Sachverhalte mit weitergehenden Anforderungen an die nutzbare Breite einer Querungshilfe zu berücksichtigen (vgl. Merkblatt M AQ) erfolgt die Planung im Hinblick auf die spezifischen Anforderungen der Zielart(en) als **Faunaunterführung Fledermaus** oder als **Faunabrücke Fledermaus** (Abbildung 6).

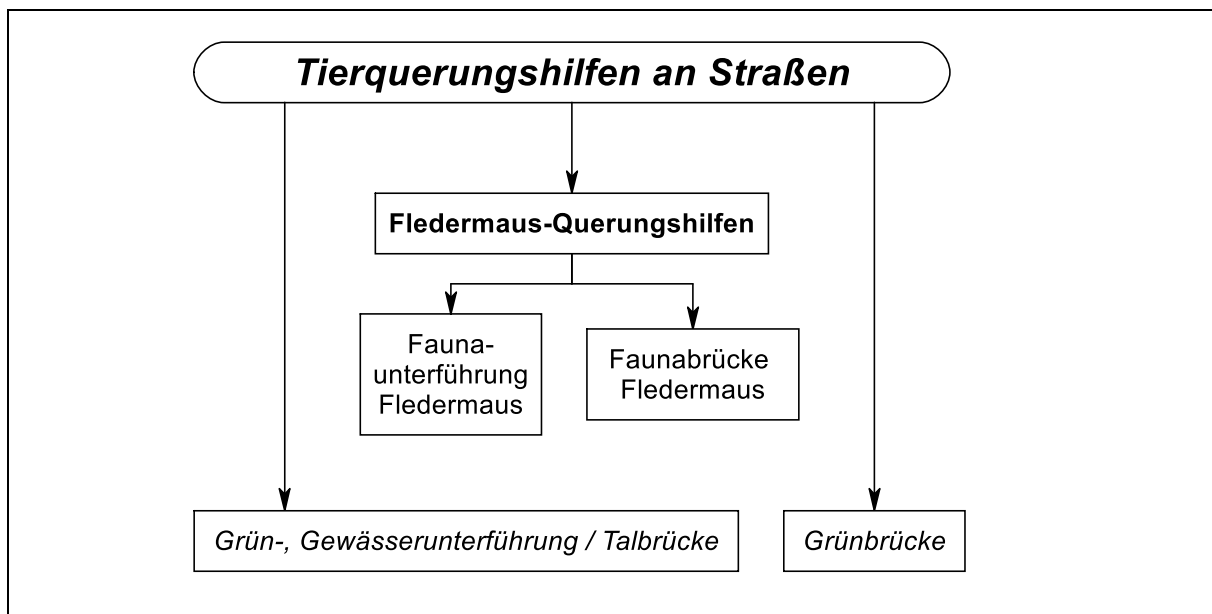


Abbildung 6: Querungshilfen-Typen für Fledermäuse

⁷⁵ Bei Baumquartieren scheidet das Frühjahr aus, weil die Brutzeit höhlenbewohnender Vögel zu beachten ist.

„Irritationsschutzwände“ auf Fledermaus- und Grünbrücken fungieren als Abschirmung, insbesondere bezüglich Lärmes und Lichtes auf den Brücken und unterstützen zusätzlich zur Vegetation die Leitfunktion. „Fledermaus-Leit- und Sperreinrichtungen“ sind Wände oder Zäune, die die Fledermaus-Individuen im Idealfall entlang des Bauwerkes zur nächsten Querungsmöglichkeit leiten. Sie sollen den (niedrigen) Einflug der Individuen in den Straßenraum verhindern. Entsprechende Wände sollen zudem Kollisionen in Situationen vermeiden, in denen Fledermausindividuen im Einzelfall z.B. eine Flugroute oberhalb des Einganges einer (Fledermaus-) Unterführung wählen (→ **FE-Gutachten**, Kap. 8). Oberhalb der Unterführungen angeordnet, bieten sie zudem Licht- und Schallschutz im Bereich des Unterführungs-Portals.

Fledermausquerungshilfen sind vielfach auch für eine Reihe weiterer Arten aus anderen Gruppen funktional. Deren Anforderungen sollten bei der Ausgestaltung und Begründung der Bauwerke mit bedacht werden. (→ **MAQ**).

7.3.2 Maßnahmenübersicht

Eine Zusammenstellung in Betracht kommender Vermeidungsmaßnahmen ist aus → Tabelle 8 ersichtlich. Basierend auf dem vorhandenen Kenntnisstand⁷⁶ wurde eine Einschätzung vorgenommen, welche Maßnahmen aufgrund eines (vergleichsweise) guten Forschungsstandes eine hohe Prognosesicherheit haben. Aus der Tabelle ist auch zu ersehen, für welche Maßnahmen – meist aufgrund einer noch geringen Zahl von Untersuchungen oder gänzlich fehlender Daten - uneinheitliche Experteneinschätzungen bestehen. Die Tabelle benennt weiterhin Maßnahmen, die nach derzeitigem Wissensstand auf Grund langer Entwicklungszeiträume oder unsicherer Wirksamkeit (negative Belege oder überwiegend negative Experteneinschätzungen) nicht als Vermeidungsmaßnahmen geeignet sind.

⁷⁶ In Bezug auf Querungshilfen wurden 51 Arbeiten ausgewertet, davon 46 Primär- und Sekundärquellen und vier Publikationen, welche Experteneinschätzungen wiedergeben.

Tabelle 8: Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Zerschneidungswirkungen und Kollisionsgefahren (Übersicht)

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
Querungshilfen			
Grün-, Gewässerunterführung, Talbrücke	Talbrücken und vergleichbar groß dimensionierte Grün- und Gewässerunterführungen stellen besonders wirksame Querungshilfen dar. Talbrücken tragen zur gefahrlosen Querung wesentlich bei (→ FE-Gutachten, Kap. 4, Kap. 8.1). Eine Verbindung mit einem Gewässerlauf ist besonders günstig und resultiert in geringeren Anforderungen an die Bauwerksdimensionierung.	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	sehr hoch
Faunaunterführung (Nur bei Dammlage möglich. Dimensionierung entsprechend den Artanforderungen, s. Tabelle 9, S. 77.) Anbindung an vorhandene Leitstrukturen (Hecken, Waldränder, Waldschneisen, Gewässer und deren Begleitvegetation) wichtig)	Unterführungen können zur gefahrlosen Querung beitragen, wenn sie einen geeigneten Querschnitt aufweisen (s. FE-Gutachten, Kap. 8.1). Unterführungen stellen besonders wirksame Querungshilfen dar. Eine Verbindung mit einem Gewässerlauf ist besonders günstig und führt zu geringeren Anforderungen an die Bauwerksdimensionierung. Die von Sachverständigen (ARGE Querungshilfen 2003, LIMPENS et al. 2005, FGSV 2008, ABBOTT et al. 2012, BRINKMANN et al. 2012; ELMEROS et al. 2016, NOWICKI 2016) geforderten Bauwerksdimensionen (vgl. die Empfehlungen in Tabelle 9) haben sich in den empirischen Untersuchungen zum FE-(FE-Gutachten, Kap. 8) und weiteren seither verfügbar gewordenen Untersuchungen aus Nachkontrollen tendenziell bestätigt. Die festgestellte Varianz ist meist (nur) durch landschaftliche Besonderheiten erklärbar. Dies erlaubt im Einzelfall Abweichungen von der empfohlenen Bauwerksdimension, welche aufgrund von örtlichen Spezifika begründet sein können.	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	sehr hoch
Grünbrücke Anbindung an vorhandene Leitstrukturen (Hecken, Waldränder, Waldschneisen) wichtig	Sehr gute Funktionsfähigkeit; in Abhängigkeit von der Vegetationsentwicklung auf der Brücke auch kurzfristig möglich (→ FE, Gutachten, Kap. 8.2; BACH 2008; M. HERRMANN/ÖKOLOG schrift. Mitt.). Die Funktionsfähigkeit einer Grünbrücke und der Faunaüberführung Fledermaus (s.u.) hängt in	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	sehr hoch

⁷⁷ Einschätzung der Prognosesicherheit bezügl. Wirksamkeit (in Anlehnung an RUNGE et al. 2010): **Sehr hoch:** es liegen mehrere hinreichende Wirksamkeitsbelege vor, kurzfristig wirksam. **Hoch:** Es liegen mindestens ein hinreichender Wirksamkeitsbeleg oder durchweg positive Experteneinschätzungen vor. **Mittel:** Prognoseunsicherheit aufgrund uneinheitlicher Belege / Einschätzungen in der Fachliteratur / in Experteneinschätzungen, bei Anwendung der Maßnahme durch Nachkontrollen bzw. ein Risikomanagement aufzufangen. **Gering:** nach derzeitigem Wissensstand auf Grund langer Entwicklungszeiträume und überwiegend als unsicher beurteilte Wirksamkeit nicht als Vermeidungsmaßnahme geeignet. Publierte Wirksamkeitsbelege wie auch positive Experteneinschätzungen fehlen.

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
	erster Linie von der Ausprägung geeigneter Vegetation auf der Brücke ab (→ FE, Gutachten, Kap. 8.2) und von der Qualität der Anbindung an das Umfeld (Wälder, Hecken) (u.a. BACH 2008, BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2012).		
Faunabrücke Fledermaus Anbindung an vorhandene Leitstrukturen (Hecken, Waldränder, Waldschneisen) wichtig	Die Funktionsfähigkeit einer Faunabrücke Fledermaus hängt in erster Linie von der Ausprägung geeigneter Vegetation auf der Brücke und der Qualität der Anbindung an das Umfeld (Wälder, Hecken) ab (u.a. BACH 2008, BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2015). Die diesbezüglichen Anforderungen sind artspezifisch: Für die Mehrzahl der Arten günstig ist eine möglichst ausgeprägte, durchgehende Vegetation, am besten eine zweiseitige Abschirmung durch Gehölze (einem „Hohlweg“ vergleichbar) und dementsprechend eine vergleichsweise breite Brücke (→ Seite 73 und Abb. 7). Für einige Arten reichen weniger ausgeprägte Vegetationsstrukturen resp. schmalere Brücken → Tabelle 9 und FE-Gutachten, Kap. 8.2. Vergleichsweise geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase (im Vergleich zu den Daten über Fledermaus-Unterführungen).	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	hoch ⁷⁸
Unbegrünte Brücken (in Verbindung mit „Hop-over“)	In der Regel geringe Eignung als Querungshilfe (BRINKMANN et al. 2008, eigene Auswertung). Eignung im Einzelfall nachgewiesen / unter bestimmten Bedingungen möglich, wenn eine technische Brücke als verbindendes Element Querungen von Fledermäusen zwischen beidseitig vorhandenen Leitstrukturen, die bis an die Straße heranreichen, unterstützt (vergleichbar „Hop-over“-Situation, LIMPENS et al. 2005, BRINKMANN mdl.).	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	gering
„Gantries“ (Kabelüberführungen, Straßen überspannende Netze, als Überflughilfen dienende Seilstrukturen)	Belastbare Nachweise der Wirksamkeit für Schilderbrücken liegen nicht vor (FE-Gutachten, Kap. 8.1.4). Im Einzelfall werden vergleichbare Strukturen, Kabelüberführungen und Netz-Konstruktionen als Querungshilfen erprobt mit bislang uneinheitlichen, in der Summe aber negativen Ergebnissen (BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2012, BERTHINUSSEN et al. 2015, CICHOCKI ET AL. 2013, CLAIREAU ET AL. 2019 a, b; NOWICKI 2016, O'CONNOR & GREEN 2011, SCHUT et al. 2012, 2013).	Unbekannt	gering

⁷⁸ Soweit in der Literatur festgestellt wurde, dass Querungshilfen nicht häufiger von Fledermäusen genutzt wurden als benachbarte Bereiche der Straße (BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2012, SCHUT et al. 2012, 2013, CLAIREAU et al. 2019a,b), entsprachen die dort untersuchten Querungshilfen erkennbar nicht den in Deutschland nach MAQ (und vorliegender AH Fledermäuse und Straßenverkehr) empfohlenen Typen hinsichtlich Art der Querungshilfe, der Vegetation auf der Querungshilfe und der notwendigen Anbindung mittels Leitstrukturen. Insoweit werden diese negativen Beurteilungen hier nicht zur Einstufung des Prognoserisikos berücksichtigt.

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
	Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.		
Flankierende Maßnahmen (oft zwingend für das Funktionieren des Schutzkonzeptes)			
Kappen von Leitstrukturen im Offenland (Hecken, Gehölzreihen), Umlenkung.	Uneinheitliche, grundsätzlich positive Einschätzung der Leitwirkung / Nichtleitwirkung aufgrund von Analogien und Hinweisen aus Orientierungs- bzw. „Heckenexperimenten“ (u.a. BRITSCHGI et al. 2004, SWILD & NACHTaktiv 2007), straßenbezogenen Nachkontrollen sowie Einzelbeobachtungen (LIMPENS et al. 2005, MARTINDALE 2007 und briefl. am 2.9.2013, WRAY et al. 2005, WYATT 2010, FÖA unveröff.). Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.	Mittelfristig (> 3 Sommer)	hoch - mittel Als wirksam angesehen, wenn alternativ günstige Leitstrukturen (und Querungshilfen) zur Verfügung stehen.
Leitpflanzung abseits der Trasse aus schnell wachsenden Gehölzen und einzelnen Bäumen (Hecken)	Sehr hohe Bedeutung für die räumliche Verteilung der Fledermäuse. Wirksamkeit für konturfolgende Arten ab Erreichen einer Wuchshöhe von ≥ 3 m (NACHTaktiv, mdl. nach unveröff. Monitoringdaten im Umfeld der BAB A17 im Auftrag der DEGES; TOFFOLI 2016), allgemeiner: BILLINGTON 2013, BOUGHEY et al. 2011, KELM et al. 2014, LACOEUILHE et al. 2016, LIMPENS & KAPTEYN 1991, ELMEROS et al. 2016, FROIDEVAUX et al. 2019). Dauer der Gewöhnungsphase mittel- bis kurzfristig (je weiter abseits gewohnter Flugrouten und je weniger günstige, nahrungsreiche Habitate die neue Flugroute prägen, desto länger).	Mittelfristig (> 3 Sommer) bis kurzfristig	hoch
Lage im Einschnitt, Verwallung der Trassenseite(n)	Artspezifisch: Eine Einschnittssituation (auch eine sekundäre Einschnittslage infolge Verwallung) wird als sicher im Vergleich zur Gleichlage eingestuft. (→ FE-Gutachten, Kap. 6.1). Für Arten mit geringer Echoortungsreichweite bzw. speziellen Jagdstrategien (Gr. Mausohr), die stark den Konturen folgend fliegen / jagen, besteht u.U. die Gefahr, dass die Tiere in den Einschnitt abtauchen und die Trasse niedrig queren (bzgl. der Kleinen Hufeisennase: BIEDERMANN 2008). Diese Arten benötigen alternative Flugrouten mit Querungshilfen und günstige Leitstrukturen. Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	mittel
Leit- und Sperreinrichtung (technisch: Zaun, Wand) beidseitig der Trasse auch temporär als Leitstruktur im Vorlauf von Bepflanzungsmaßnahmen	Kurzfristig umsetzbare Minderungsmaßnahme. Uneinheitliche Einschätzung der Wirksamkeit in der Literatur, je nachdem ob eine Leit- oder eine Sperrwirkung erwartet wird:	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
	Leitstruktur: für strukturfolgende Arten als flankierende Maßnahme geeignet (wirksame Länge artspezifisch, < 50 bis < 300m). Sperrwirkung: Reduziert in Verbindung mit der Leitwirkung die Zahl der Querer (→ FE-Gutachten, Kap. 8.3; SWILD & NACHTaktiv 2007, HIGHWAYS AGENCY 2008). Graduelle Anhebung der Überflughöhe / Reduzierung der Kollisionsgefahr der Querer je nach Situation (Wald, keine Querungshilfen, Offenland, Querungshilfen in räumlicher Nähe) um ca. 40-70% (→ FE Gutachten, Kap. 8.3) bzw. in signifikanter Weise (LÜTTMANN 2013). Vergleichbare Effekte in FERNANDEZ-BOU et al. (2010) und CICHOCKI et al. 2013). Bei der Kleinen Hufeisennase keine relevante Wirkung festgestellt (SWILD & NACHTaktiv 2007). Soweit Individuen weiterhin queren, verbleibt die Gefahr, dass diese in den Straßenbereich eintauchen (BRINKMANN et al. 2012) und beim niedrigen Queren vom Verkehr getötet werden. Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.		Hoch - Mittel (als Leitstruktur) Gering (als Sperrstruktur/Kollisionschutz)
Sonstige Maßnahmen			
„Hop-over“: Erhalt eines Baumkronenschlusses über dem Straßenraum schmäler, in der Regel nur 2-spuriger Straßen	Abschnitte mit Baumkronenschluss über vergleichsweise schmalen Straßen werden als „Hop-over“ für bestimmte Arten (Tabelle 9) empfohlen. Als sicher wirksamer Kronenschluss gilt eine Vegetationslücke ≤ 7m (LÜTTMANN et al. 2017).	kurzfristig (Erhalt, Bestandspflege)	hoch
„Hop-over“: Neuanlage auf beiden Seiten der Straße	mind. je 2 großkronige Bäume auf beiden Seiten der Straße, anschließend gestufte Abfolge von Gehölzen zwecks Anschlusses an die vorhandenen Leitstrukturen.	mittelfristig (> 3 Sommer)	Mittel
„Hop-over“: Erhalt oder Neuanlage von Gehölzen/Pflanzungen auf dem (erweiterten) Mittelstreifen mehrspuriger Straßen	Uneinheitliche Beurteilung: Empfehlung durch LIMPENS et al. (2005: 15), BRINKMANN et al. (2012); empirischer Nachweis der Nutzung (ohne Angabe zu evtl. trotzdem stattfindenden Kollisionseignissen) an einer Autobahn in D durch STARRACH (2011).	Unbekannt (vermutl. mittel - langfristig, > 3 Sommer)	Mittel - gering
„Hop-over“: Errichtung techn. Sperreinrichtungen (Wände / Zäune) auf dem Mittelstreifen	Zäune / Wände im Mittelstreifen als „Hop-over“ anstelle von Gehölzen.	Kurzfristig (≤ 3 Sommer)	gering
	Bei breiten Trassen und fehlenden Möglichkeiten zur Bereitstellung anderer Querungshilfen im Einzelfall sinnvolle Ergänzung der Leit- und		

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
	Kollisionsschutzvorkehrungen am Fahrbahnrand. Bislang uneinheitliche/unzureichende Befunde bezüglich Wirksamkeit. Die Befunde von Geländeuntersuchungen bezügl. Kl. Hufeisen-nase (SWILD & NACHTaktiv 2007) und Myotis / Pipistrellus-Arten (FÖA 2011/LÜTTMANN 2011) ergaben überwiegend ungünstige Effekte. Nach FÖA (2011) verlängerte sich die Aufenthaltszeit im Straßenraum in entsprechenden Straßenabschnitten. Die Gutachter vermuteten, dass unerfahrene Jungtiere (?) zum Entlangfliegen an den Zaun-Einrichtungen im Mittelstreifen provoziert werden. Entsprechend ist die Kollisionsgefahr erhöht. Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.		
Sperrpflanzung: Sperrpflanzungen (Vegetation, dicht) beidseitig der Trasse	Erst ab Erreichen einer Wuchshöhe von ≥ 4 m und entsprechender Dichte graduell wirksam als Sperre; Wirkungsgrad vermutlich der techn. Leit- und Sperreinrichtung vergleichbar. Kaum Daten, erste Erkenntnisse in TRAUSCHKE (2017). Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.	Mittelfristig (> 3 Sommer)	Mittel-gering
Sperrpflanzung: Zupflanzen von Waldschneisen/-wegen	Geeignet, um traditionelle Nutzung der Flugrouten zu unterbinden (und - in Grenzen – umzulenken). Waldränder und Waldschneisen (z.B. Forstwege oder Trassen von Versorgungsleitungen) dienen oftmals Fledermäusen als Leitlinien. Werden diese Flugbahnen zugepflanzt oder anderweitig "verbaut" (z.B. durch Sukzession), zwingt dies die Fledermäuse auf eine andere Flugbahn oder sie meiden diese Routen vollständig (Hinweise in: ASCHOFF et al. 2006, FÖA 2013, TRAUSCHKE 2017). Die Flugroutennutzung verringert sich umso mehr, je geringer der von Vegetation (Ästen) freie Luftraum ist. Ein lichter Flugraum geringer 3 m² Fläche bzw. einen Durchmesser geringer 2 m wird nur noch selten genutzt.	Mittelfristig (> 3 Sommer)	Hoch ⁷⁹
Neuschaffung von Schneisen: Anlage von Schneisen in Waldbeständen / in Kulturen	Umgekehrt kann Flugrouten durch gezielte Neuanlage von Schneisen (mindestens 4 * 4 m Breite/ vegetationsfreie Höhe) oder stufigen Bestandsrändern in Waldbeständen / Kulturen eine neue räumliche Orientierung (z.B. in paralleler Ausrichtung zum Verkehrsweg) gegeben werden.	Mittelfristig (> 3 Sommer)	Mittel ⁸⁰

⁷⁹ Als unterstützende Maßnahme hohe Wirksamkeit / Prognosesicherheit in Verbindung mit geeigneten Querungshilfen.

⁸⁰ Als unterstützende Maßnahme hohe Wirksamkeit / Prognosesicherheit in Verbindung mit geeigneten Querungshilfen.

Maßnahme	Beschreibung / Wirksamkeit	Zeitpunkt Wirksamkeit	Prognosesicherheit ⁷⁷
	Geringe Erkenntnisse über die Dauer der Gewöhnungsphase.		
Geschwindigkeitsbegrenzung im nachgeordneten Netz	Begrenzung der tatsächlichen Geschwindigkeit auf 50 km/h. Die Maßnahme kommt in Betracht, wenn als Folge des Fernstraßen-Vorhabens Gefahrenstellen im nachgeordneten Straßen-/Wegenetz geschaffen werden (Verlagerungen des Verkehrs/der Flugrouten). Wirksame Reduzierung der Zahl der Kollisionen. Kurzfristig.	kurzfristig	hoch

7.3.3 Standortkonzeption

Querungshilfen, die von den Zielarten angenommen werden und ihre Funktion erfüllen sollen, müssen zunächst eine optimale Anbindung an die landschaftsbezogenen, bis vor den Eingriffen als Leitlinien genutzten Strukturen (Hecken, Gehölzrändern am Außenrand von Wäldern sowie an Waldschneisen und -wegen, Geländekanten usw.) haben.

Hinsichtlich der Standortkonzeption von Querungshilfen ist zu beachten, dass möglichst alle vor dem Eingriff festgestellten, bedeutsamen Flugrouten aufrechterhalten werden sollen (d.h. alle Flugrouten der Klasse A, vgl. Tabelle 3, S. 25). Bei der Standortwahl ist prognostisch zu berücksichtigen, ob die Flugrouten auch nach dem Eingriff weiter existieren. Aufgrund der eingriffsbedingten Landschaftsveränderungen können sich sekundär andere Flugrouten ergeben, die ebenso vorausschauend prognostiziert und durch entsprechende Maßnahmen in Gestalt von Sperr- und Leitlinienpflanzungen aktiv entwickelt werden müssen.

In Agrarlandschaften werden die Lage und die Zahl der (notwendigen) Querungsstellen oft strukturell, durch den Verlauf von Hecken, Bachläufen, Hangkanten und Waldränder, die den Fledermäusen als wichtige Leitstrukturen zwischen Quartieren und Jagdhabitaten dienen, vorbestimmt. Je enger die geplante Straße an diese Landschaftselemente heranrückt und die Strukturen miteinander verknüpft werden, umso höher ist die zu erwartende Konzentration der Fledermaus-Aktivität an diesen Stellen. Wo dieses Verbundsystem infolge Straßenbaus unterbrochen wird, muss es wieder verbunden werden, ggf. durch Neuetablierung von Leitstrukturen, entsprechend den vor Ort bestehenden räumlichen Beziehungen zwischen Quartier- und Jagdhabitaten. Dies kann auch das Schließen von Lücken im Verbund der Flugrouten in größerer Entfernung vom Eingriffsort bedeuten. Bleibt die Anbindung zwischen Quartieren und Jagdhabitaten im Aktionsraum unvollständig, kann dies die Wirkung des Schutzkonzeptes insgesamt kompromittieren.

In Waldbereichen können Querungshilfen u. U. nicht gezielt an Leitlinien orientiert errichtet werden, weil solche nicht ausgeprägt sind. Die Tiere durchfliegen lichte Waldbestände in breiter Front. Flugrouten in Waldbeständen bestehen oft nur lokal und temporär. Dann muss die Wechselmöglichkeit zwischen Nahrungshabitaten beiderseits der Trasse aufrechterhalten werden. In solchen Fällen können folgende Optionen geprüft werden:

- U.U. kann den Fledermäusen eine Querung nur mit Grünbrücken größerer Breite (Landschaftsbrücken, Tunnel) oder mit zahlreichen kleineren Faunabrücken und Faunaunterführungen⁸¹ in geringen Abständen ermöglicht werden.
- In anderen Fällen kann die Lösung darin liegen, das Waldwegenetz zu nutzen: Sofern das Waldwegenetz die querungswilligen Tiere an bestimmten Stellen ausreichend konzentrieren kann, können wenige Querungshilfen genügen. Ggf. kann auch eine Neukonzeption des Wegenetzes, das auf die Querungshilfen zuläuft, in Verbindung mit weiteren flankierenden Maßnahmen (z.B. Waldrandunterpflanzungen zur Entwicklung von Randlinien, die den Fledermäusen Orientierungshilfe geben) zielführend sein.

Sofern Flugrouten – ohne das Bauwerk Straße – sehr nahe nebeneinander existieren, können sie mit entsprechenden Maßnahmen in engen Grenzen auch gebündelt werden. Funktionale Querungshilfen können offenbar einem Trichter gleich einen gewissen „Sog“ auf die Querungsbewegungen im Umfeld ausüben. Dieser Effekt konnte in empirischen Untersuchungen an Talbrücken, die neu erstellt worden waren, bereits nach wenigen Monaten festgestellt werden (→ **FE-Gutachten**, Kap. 4).

Wo keine Strukturen etabliert sind oder neu etabliert werden können, die in örtlich konzentrierten Flugrouten resultieren, können andere, nicht allein auf das Schutzgut „Fledermaus“ ausgelegte Kriterien zu Hilfe genommen werden. Die maximale Entfernung zwischen Querungsmöglichkeiten muss an den normalen Aktionsdistanzen (→ **Anhang A-2**) der Zielarten im (kritischen) Zeitraum der Wochenstubenzeit orientiert werden (vgl. KERTH & MELBER 2009).⁸²

Die fledermauskundlich begründete Maßnahmenkonzeption kann mit dem Schutz anderer Tierarten oder mit anderen beachtlichen Gesichtspunkten im Einzelfall konkurrieren. Bestehen Zielkonflikte, können Abweichungen bzw. Abstriche von der fledermauskundlich optimalen Lösung begründet sein. Die fachlichen und rechtlichen Rahmen- resp. Ausnahmebedingungen, artenschutzrechtlich insbesondere des § 45 Abs. 7 BNatSchG, müssen beachtet werden. Die Abwägung muss transparent sein und dokumentiert werden.

Wird von einer optimalen Standortkonzeption abgewichen, muss die Funktionalität für Fledermäuse durch umso mehr Maßnahmen, Querungshilfen, Leitpflanzungen, weitere vorgreifende technische Lösungen wie Leit- und Sperreinrichtungen und weitere habitatentwickelnde Maßnahmen, sichergestellt werden.

⁸¹ Vgl. in DIETZ (2016).

⁸² Durch zu lange Umwege werden die Flugrouten in die Nahrungshabitate u.U. energetisch ungünstig: In Komplexbiotopen wird die Raumnutzung u.a. bestimmt durch die Energie, die ein Individuum aufwenden muss, um eine Lebensraumressource zu nutzen, im Verhältnis zum Energiegewinn durch Nahrungsaufnahme (z.B. RANSOME 1990). Wird der energetische Aufwand zu hoch, um über Umwege in ein geeignetes Nahrungshabitat zu kommen, kann es zur Aufgabe dieses Nahrungshabitates kommen oder die Individuen nehmen weiterhin den vor dem Bau der Straße genutzten, kollisionssträchtigen Weg.

7.3.4 Artspezifische Anforderungen an die Dimensionierung der Querungshilfen

Die Anforderungen an die Bauwerksdimensionen (nutzbare Breite von Fledermausbrücken, lichte Weite und Höhe der Unterführungen) ergeben sich aufgrund der spezifischen Präferenzen der Zielarten. Siehe die Zusammenstellung der aufgrund empirischer Untersuchungen oder als ausreichend angesehener Erfahrungswerte wirksamen Bauwerkstypen und Bauwerksmaße bezüglich lichter Weite der Faunaunterführungen für Fledermäuse und der Breite der Faunabrücken → **Tabelle 9**, S.77.

Basierend auf dem vorhandenen Kenntnisstand⁸³ ist auch zu ersehen, für welche Maßnahmen – meist aufgrund einer noch geringen Zahl von Untersuchungen oder gänzlich fehlender Daten - uneinheitliche Einschätzungen in der Fachliteratur bestehen⁸⁴.

Die spezifischen Anforderungen an Querungshilfen (bzw. Leit- und Sperreinrichtungen) werden insbesondere durch das Flug- und Beutesuchverhalten der Arten bestimmt. Grob unterscheidbar sind folgende Arten bzw. Anspruchstypen:

- Arten die im Allgemeinen langsam und sehr eng strukturgebunden bzw. -folgend fliegen, beanspruchen vergleichsweise gering dimensionierte Bauwerke, v.a. wenn sie entlang von Gewässerläufen fliegen.
- Arten, die schwach strukturgebunden, aber tendenziell strukturfolgend fliegen, beanspruchen vergleichsweise groß dimensionierte, weite und lichte Bauwerke.

Arten, die überwiegend im halboffenen Kronenraum hoher Bäume bzw. frei über den Kronen fliegen und selten Freiflächen in Bodennähe bejagen, benötigen im Allgemeinen keine Querungshilfen oder Leitstrukturen. Diese Arten sind deswegen auch nicht in → Tabelle 9 aufgeführt. Dazu zählen die Arten Breitflügelfledermaus, Großer Abendsegler und Kleiner Abendsegler sowie Nord- und Zweifarbfledermaus und die Rauhautfledermaus. Diese Arten werden zwar auch im Straßenbereich aktiv beobachtet. Breitflügelfledermäuse und Abendsegler jagen entlang der Waldränder meist hoch über der Straßenschneise, werden aber selten Kollisionsoffer an Fernstraßen. Deswegen brauchen diese Arten im Allgemeinen im Rahmen der Fernstraßenplanung in Bezug auf Zerschneidungswirkungen und Kollisionsgefährdung nicht beachtet zu werden. (Für Breitflügelfledermaus und Abendsegler ebenso in BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM 2015: 47). Für diese Arten werden nur in besonderen Fällen Querungshilfen erforderlich (z. B. bei direkter Nachbarschaft von wichtigen Quartieren zur Trasse).⁸⁵

⁸³ Aktualisierte Auswertung auf der Basis von 51 Quellen (LÜTTMANN 2018).

⁸⁴ Bezüglich des Umgangs mit dann notwendigen Einzelfallentscheidungen s. in Kap. 7.1.

⁸⁵ Breitflügelfledermaus, Kleiner Abendsegler, Rauhautfledermaus und Nordfledermaus überfliegen wie die anderen genannten Arten bspw. Autobahnen in größerer Höhe. In Grenzen orientieren sich diese Arten aber auch an den Leitstrukturen. In Ausnahmesituationen könnten die Individuen in den kollisionssträchtigen Straßenbereich gelenkt werden. Werden in der Planung anlagebedingt entsprechende Fallensituationen identifiziert, müssen diese zusätzlich durch Maßnahmen gegen den Einflug auf niedrigerer Höhe berücksichtigt werden.

Für die Weißrandfledermaus liegen für allgemeine Empfehlungen keine ausreichenden Erkenntnisse vor.

Bezüglich weiterer Aspekte, insbesondere Fragen der Vegetationstechnik, wird auf das MAQ verwiesen.

Faunabrücken Fledermaus

Die Bauwerksbreite ist so zu wählen, dass die spezifischen Anforderungen aller Arten, deren Relevanz die Bestandserfassung ergeben hatte, erfüllt werden (soweit Fledermäuse Zielarten sind → **Tabelle 9**).

Für die meisten Fledermausarten sind Faunabrücken mit einer zweireihigen Hecke und einer nutzbaren Breite von 13,5 m als geeignete Querungshilfe anzusehen. In besonders sensiblen Bereichen werden Fledermausbrücken mit einer Breite von ≥ 20 m empfohlen, welche umfangreicher und mit höher wachsender Vegetation bepflanzt werden können. Die Breite von Fledermausbrücken muss sich dabei in erster Linie an den Mindestanforderungen orientieren, die zur Realisierung der angestrebten Vegetationsstruktur (Höhe, Breite, Mehrreihigkeit der Vegetation) erforderlich ist.

Auf der Querungshilfe muss Vegetation ausgeprägt sein. Für eine optimale Funktion müssen Fledermausbrücken für Arten der Gattungen *Myotis* und *Plecotus* (Tabelle 9), die tendenziell breitflügelig sind und die bevorzugt dicht entlang der Vegetation fliegen, möglichst stark entwickelte und – mit Blick auf eine durch Ausfälle u.U. zu hohe Lückigkeit – am besten mehrreihige Vegetationsstrukturen aufweisen (→ Abbildung 7 **S.74**). Sind die unterschiedlichen Strukturen mehrfach auf der Brücke vorhanden und können die Individuen entsprechend zwischen dem Flug inmitten der Vegetation, an der Wind zugewandten Seite oder an der dem Wind abgewandten Seite wählen, erfüllen die Brücken die Funktion als Flugroute und Nahrungshabitat am besten, weil sie Schutz gegen Wind, gegenüber den Störungen durch das Licht, des fließenden Verkehrs und gegenüber Fressfeinden bieten.

Auch für die Arten der Gattung *Pipistrellus* (Tabelle 9), die in halboffenen Landschaftsbereichen bevorzugt fliegen und für die die Vegetation auf der Fledermausbrücke v.a. zur Orientierung dient, haben sich Vegetationsstrukturen mit zwei parallel verlaufenden Vegetationsreihen / Hecken wie in Abbildung 7 als günstig herausgestellt. Jedoch genügen den allgemein breiter eingenischten Arten auch einreihige Strukturen und entsprechend schmale Fledermausbrücken als Querungshilfe (→ Tabelle 9), sofern eine optimale Anbindung an die Leitstrukturen im Umfeld gewährleistet ist.

Ab einer Höhe von ≥ 3 m ist die Vegetation auf der Querungshilfe ausreichend wirksam, um die Orientierungsfunktion und die Kanalisierung der Flugbewegungen zu gewährleisten.⁸⁶ Eine zusätzliche günstige Wirkung wird erreicht, wenn neben Sträuchern auch höhere Bäume vorhanden sind, auf der Brücke oder, wenn nicht realisierbar, an den Brückenportalen.

Ein Eintrag von starkem Umgebungslicht oder beunruhigenden Lichteffekten auf die Flugroute muss vermieden werden. Bei Fledermausbrücken ist ein zusätzlicher Blendschutz mit mind.

⁸⁶ FE-Gutachten, Kap. 8.2, NACTaktiv & SWILD 2008, BRINKMANN et al. 2012: 87, ELMEROS et al. 2016: 20, 22.

2 m Höhe notwendig („Irritationsschutzwand“ entsprechend Regelquerschnitt nach MAQ, Abbildung 7), damit Störungen der Flugroute durch Scheinwerferlicht vermieden werden.

Irritationsschutzwände und evtl. Aufbauten dürfen nicht aus Glas bestehen, da die sehr glatte Oberfläche zu Fehlortungen bei Fledermäusen führen kann, bis hin zu Kollisionen (vgl. GREIF et al. 2017).

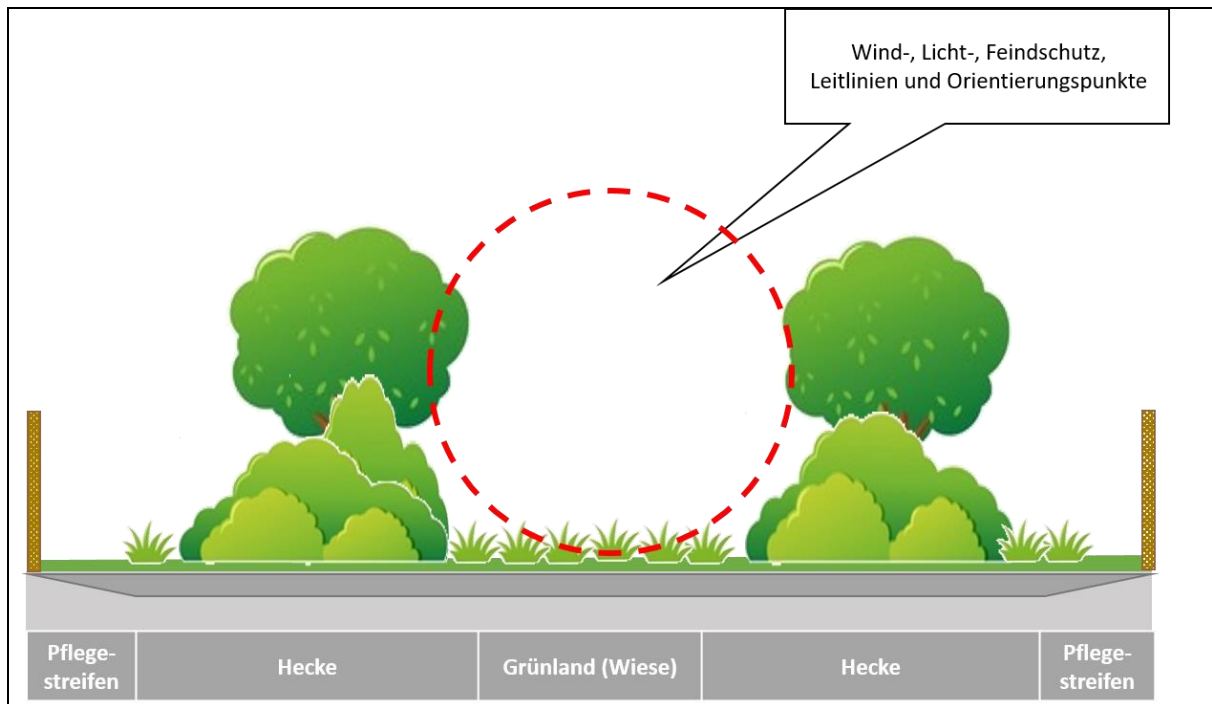


Abbildung 7: Idealtypische Anordnung der Vegetationselemente auf Fledermausbrücken

Fledermausunterführungen

Die Akzeptanz und Nutzung von Unterführungen unter breiten Verkehrswegen ist grundsätzlich artspezifisch (→ **Tabelle 9**, S. 77). Eng strukturgebunden fliegende Arten benötigen im Allgemeinen einen geringeren nutzbaren Querschnitt (lichte Weite * lichte Höhe) als solche Arten, welche sich lediglich an den Strukturen orientieren. Sofern eine Querungshilfe geplant werden soll, soll sie die Anforderungen der jeweils anspruchsvollsten Art erfüllen.

Unterführungen von Gewässern dürfen unter ansonsten vergleichbaren Bedingungen für dieselben strukturgebundenen Arten im Vergleich zu sonstigen Unterführungen einen geringeren nutzbaren Querschnitt haben. Entlang eines Baches bzw. entlang eines bachbegleitenden Galeriewaldes bestehen enge, tradierte Flugrouten. Zudem ist das Nahrungsangebot über der Wasseroberfläche vergleichsweise groß und in der Unterführung sogar nochmals gegenüber dem Offenland erhöht, sodass die Passage besonders „attraktiv“ für einige Arten ist. Soweit die Kombination mit einem Gewässer eine günstigere Prognose begründet, ist dies in der

→ **Tabelle 9** vermerkt. (Der Faktor ist dann in der angegebenen 2. Solldimension berücksichtigt). Als Mindestmaße für Fledermausunterführungen entlang von Gewässern gelten eine Höhe und Breite von ca. 3 m.⁸⁷

Die folgenden weiteren Randbedingungen können die Annahme von Fledermausunterführungen durch Fledermäuse im Einzelfall positiv oder negativ beeinflussen und können Abweichungen begründen:

- Entscheidend ist der effektiv für den Durchflug zur Verfügung stehende Querschnitt⁸⁸. Dieser muss dauerhaft gewährleistet sein.
- Tradierte Einengungen: Gewässern vergleichbare, seit langer Zeit bestehende (tradierte), natürliche und künstliche Höhen- und Breitenbegrenzungen der den Fledermausindividuen dienenden Strukturen entlang der Flugroute (Hangkanten, Hohlwege, Hecken mit ausschließlich niedriger Vegetation) können eine sehr enge Orientierung an dieser Linearstruktur und im Einzelfall (etwas) geringere Anforderungen begründen.
- Spaltenverstecke sorgen dafür, dass zum Beispiel Wasserfledermäuse Bachdurchlässe und Wege-Unterführungen u. U. auch als (Zwischen-)Quartier nutzen. Dies verbessert u.U. die Akzeptanz durch diese Art.
- Starke Kaltluftbildung bzw. Zug in einer Unterführung kann das Durchfliegen zum Erliegen bringen und muss bei der Planung, ggf. durch größere Dimensionierung, berücksichtigt werden.
- Ein nachteiliger Einfluss großer Durchlasslängen ist aus den vorliegenden Daten nicht nachweisbar.
- Ein Angebot an Nahrungsquellen, z.B. Insekten an künstlichen Kleingewässern oder Regenrückhaltebecken, innerhalb der Unterführungen, auf den Fledermausbrücken oder in der unmittelbaren Umgebung der Querungshilfen und eine günstige strukturelle Anbindung der Querungsmöglichkeit an frequentierte Nahrungshabitate (Kleingewässer, Waldrand) und Quartiere im Umfeld wirken Akzeptanz erhöhend.
- Temporäre Einengungen: Bei Gewässerunterführungen ist die Wasserführung bei Hochwasser zu berücksichtigen. Häufig auftretende starke Abflüsse in der Phase der Anwesenheit der Fledermäuse im Sommerhalbjahr dürfen nicht zu einer regelmäßigen Versperrung der Unterführung für Fledermäuse führen. Bei Wirtschaftswegen kann eine nächtliche Nutzung des Durchlasses z.B. durch den Querschnitt verstellende Baugerüste oder abgestellte landwirtschaftliche Geräte oder eine häufige Frequentierung durch Kraftfahrzeuge oder Schienenfahrzeuge zu einer Störung und zur (zeitweiligen) Aufgabe führen.

⁸⁷ Im Einzelfall werden Unterführungen mit noch geringeren Maßen (Querschnitt $\geq 4 \text{ m}^2$) genutzt. Solche engen Unterführungen können aber nicht als Regellösung empfohlen werden, weil die in der Literatur dokumentierten Fälle offenbar auf besondere Verhältnisse vor Ort zurück gehen.

⁸⁸ Als lichte Höhe wird analog der Erfassung der Bauwerksmaße in der zugrundeliegenden Recherche von Bauwerken, für die Monitoringergebnisse vorliegen, die jeweils größte Höhe gemessen.

Zusätzlich in der Tabelle aufgeführt sind „Hop-over“. Die Angaben beziehen sich dabei ausschließlich auf Hop-over-Situationen, v.a. im Bestand, aus straßenbegleitenden Gehölzen, die den Straßenraum überkronen und an schmalen, in der Regel nur 2 – spurigen Straßen als Querungshilfe dienen.

Weiterhin aufgeführt sind – aus Gründen der Abgrenzung - technische Straßenbrücken, die bei sehr günstiger Anbindung im Einzelfall auch eine Querungsfunktion haben können.

Nicht aufgeführt sind sogenannte „Gantries“ (u.a. SCHUT et al 2012, 2013), die in der Regel aus Seilen hoch über der Straße bestehen und Strukturen bereitstellen sollen, an denen sich Fledermäuse zum Queren orientieren. Für diesen Maßnahmentyp fehlen Wirksamkeitsnachweise (→Tabelle 8). Ebenfalls nicht aufgeführt sind künstliche Strukturen (massive Wände oder Zäune) auf beiden Seiten der Straße, die primär keine Überflughilfen darstellen (→ Tabelle 8).

Tabelle 9: Artspezifische Anforderungen an Fledermaus-Querungshilfen und Hop-over für kollisionsgefährdete Fledermausarten

Art ^a	Sollmaß ⁸⁹								
	Hop-over ⁹⁰	WW	Faunabrücke Fledermaus			Grün-brücke	Faunaunterführung Flm.		
			≥ 8,0 m	≥ 13,5 m	≥ 20 m	≥ 50m	≥ 3 m LH	≥ 4m LH	≥ 5m LH
		unbe-grünt	mit 1-reihiger Hecke	mit 2-reihiger Hecke	mit 2-reihiger Hecke und höherer Vegetation		und Q ≥ 9 m ²	und Q ≥ 20m ²	und Q ≥ 36m ²
Bechsteinfledermaus <i>Myotis bechsteinii</i>	O	–	–	–	X	X	O	X	X
Braunes Langohr ⁹¹ <i>Plecotus auritus</i>	O	O	O	X	X	X	O	X	X
Fransenfledermaus <i>Myotis nattereri</i>	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Graues Langohr* <i>Plecotus austriacus</i>	O	O	O	X	X	X	X	X	X
Große Bartfledermaus* <i>Myotis brandtii</i>	O	O	O	X	X	X	–	X	X
Große Hufeisennase <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	–	–	–	X	X	X	O	X	X
Großes Mausohr <i>Myotis myotis</i>	O	–	–	O	X	X	–	O	X
Kleine Bartfledermaus* <i>Myotis mystacinus</i>	O	O	O	X	X	X	O	X	X
Kleine Hufeisennase <i>Rhinolophus hipposideros</i>	–	–	X	X	X	X	X	X	X
Mopsfledermaus <i>Barbastella barbastellus</i>	O	–	O	O	X	X	–	O	X
Mückenfledermaus <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	O	O	O	O	X	X	–	O / X	X
Nymphenfledermaus ⁹² <i>Myotis alcathoe</i>			–	O	O	O	–	O	O
Teichfledermaus <i>Myotis dasycneme</i>	–	–	O	O	O	X	– / X	X	X
Wasserfledermaus <i>Myotis daubentonii</i>	–	–	O	X	X	X	– / X ⁹³	X	X
Wimperfledermaus <i>Myotis emarginatus</i>	–	–	–	O	X	X	–	O	X
Zwergfledermaus <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	O	O	O	X	X	X	–	O	X

Erläuterung der Kürzel siehe Folgeseite.

⁸⁹ Einschätzung der Prognosesicherheit bezügl. Wirksamkeit (Klassifikation in Anlehnung an RUNGE et al. 2010).

⁹⁰ Hier ausschließlich bezogen auf „Hop-over“ aus straßenbegleitenden Gehölzen, die den Straßenraum an ausreichend schmalen, in der Regel nur 2 – spurigen Straßen stellenweise überkronen.

⁹¹ Die zugrunde liegenden Monitoring-Ergebnisse beziehen sich überwiegend undifferenziert auf die Artengruppe (Langohren bzw. Bartfledermäuse.

⁹² Noch sehr geringe Datenbasis. Nach Angaben in BIEDERMANN et al. (2015) und bzgl. der Faunabrücken eigener Abschätzung.

⁹³ Im Einzelfall werden Unterführungen mit noch geringeren Maßen (Querschnitt ≥ 4 m²) genutzt. Solche engen Unterführungen können im Bestand genügen.

Erläuterungen zu Tabelle 9 (vorige Seite).

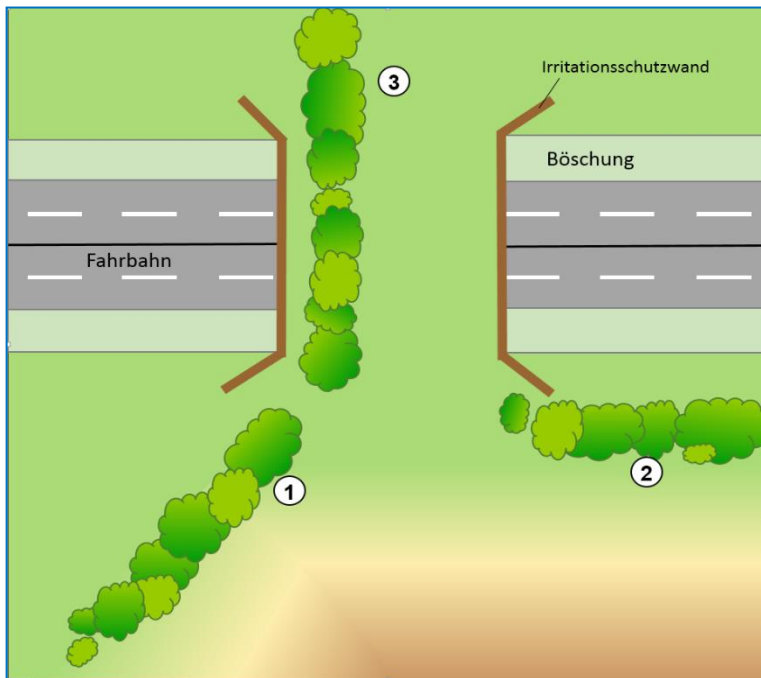
WW	Wirtschaftswegebrücke (ohne Leitstruktur aus Vegetation/Hecke).
LH	Lichte Höhe (LH) wird gemessen über dem Gewässer bei Sommermittelwasser, abseits von Gewässern über Gelände. Als lichte Höhe gilt - analog zur Erfassung der Bauwerksmaße in der zugrundeliegenden F+E-Recherche (Bauwerke, für die Monitoringergebnisse vorliegen) – die jeweils größte Höhe.
Q	Querschnitt (lichte Weite * lichte Höhe). (Zur Ermittlung des Querschnitts wird die größte Breite gemessen).
../..	Zweite Angabe: bei Gewässerquerungen.
X	sehr hoch bis hoch: für das Sollmaß liegen mehrere hinreichende Wirksamkeitsbelege vor oder es liegen mindestens ein hinreichender Wirksamkeitsbeleg sowie durchweg positive Experteneinschätzungen vor.
O	mittel: Im Einzelfall wirksam. Prognoseunsicherheit aufgrund uneinheitlicher Belege/Einschätzungen in der Fachliteratur resp. in Experteneinschätzungen. Bei Anwendung der Maßnahme einzelfallbezogene Begründung notwendig. Unsicherheit ggf. durch ein Risikomanagement aufzufangen.
–	gering: als unsicher beurteilte Wirksamkeit; nicht als Vermeidungsmaßnahme geeignet. Publierte empirische Wirksamkeitsbelege wie auch positive Experteneinschätzungen fehlen.

7.3.5 Leitpflanzungen

Fledermäuse sind in der Lage, sich neue Flugrouten zu erschließen, um ihre Nahrungshabitate zu erreichen, sofern sich ihnen strukturelle Leitlinien (Hecken, Alleen etc.) bieten, an denen entlang sie sich beim Fliegen orientieren können, bis sie geeignete Querungsmöglichkeiten (z.B. Unter- oder Überführungen / Grünbrücken) erreichen.⁹⁴

Entsprechend kann die Wirksamkeit der Querungshilfen durch Neupflanzung oder Ergänzung von Hecken / Gehölzen wesentlich unterstützt werden. Zu unterscheiden sind die in **Abbildung 8** skizzierten Vegetationsstrukturen, die je nach Lage/Anordnung unterschiedliche Funktionen haben.

⁹⁴ ENTWISTLE et al. (1996) fanden z.B. heraus, dass Braune Langohren beim Wechsel zwischen ihren Nahrungshabitaten längere Wege in Kauf nahmen, wenn sie sich entlang von Hecken bewegen konnten. In KRULL et al. (1991) ist für die Wimperfledermaus ein 750 m langer Umweg dokumentiert, um entlang von Hecken eine Unterführung unter einer Autobahn zu nutzen. Weitere Ergebnisse in LIMPENS & KAPTEYN (1991).



(1) Leitpflanzung als Anbindung an das Hinterland (≥ 3 m).

(2) Leitpflanzung entlang des Verkehrswegs (dichte Hecke bzw. Abpflanzung ≥ 4 m, u.U. ergänzt durch techn. Leit- und Sperreinrichtung (Zäune oder Wände ≥ 4 m)).

(3) Hecke(n) als Leitstruktur(en) auf der Querungshilfe (≥ 3 m hoch).

Abbildung 8: System der zur Sicherstellung der Wirksamkeit von Querungshilfen erforderlichen Vegetationselemente im Umfeld (Prinzipdarstellung)

- Leitpflanzungen (1) sollen das vorhandene landschaftstypische Netz ergänzen und die fledermausrelevanten Habitate, Quartierwälder bzw. Quartierstrukturen in Siedlungen sowie Nahrungshabitate, mit den Querungshilfen zu einem funktionalen Netz zusammenschließen.
- Leitpflanzungen (2) sollen auch trassenparallel verlaufen. Trassenparallele Pflanzungen sollen Querungshilfen bzw. andere Querungsbereiche, die für die Fledermäuse gefahrlos sind, z.B. Tunnelabschnitte und Talbrücken mit bedeutenden Fledermauslebensräumen möglichst lückenlos verbinden.

Die Querungshilfen müssen an das vorhandene Netz aus Hecken und bspw. Gewässern / Gräben oder Wegen mit begleitenden Gehölzen durch ergänzende Pflanzungen (Hecken/Gehölzreihen, Alleen) eng angeschlossen werden. Soweit die Pflanzungen in diesem Kontext stehen, sind sie als Vermeidungsmaßnahmen einzustufen: Eine günstige Anbindung vermindert in signifikanter Weise zugleich das infolge der Zerschneidung erhöhte Kollisionsrisiko.

Unter diesem Aspekt muss die landschaftliche Konfiguration (z.B. das Heckensystem, das Quartiere und Nahrungshabitate miteinander verbindet) in allen relevanten Bezugsräumen entsprechend den Aktionsradien der Arten im Rahmen der Maßnahmenplanung LBP auf Defizite analysiert werden ($\rightarrow$ Kompensationsmaßnahmen, s. Kap.7.5.). Für eine bestmögliche Funktion ist es sinnvoll, das Netz der Flugrouten bis an die bekannten Quartierwälder bzw. an

die Siedlungen, in denen Quartiere bekannt sind (oder vermutet werden), zu planen. Neben Ergänzungspflanzungen sind u.U. auch Maßnahmen zur Funktionssicherung geboten.

Hecken, bei denen v.a. eine Leitlinienwirkung beabsichtigt ist, müssen raumwirksam sein. Sie werden ab einer Höhe von ungefähr 3 m (je nach Art) wirksam⁹⁵; größere Gehölze bieten – auch einzeln - darüber hinaus relevante Wirkungen zur Fernorientierung („Leuchtturm-Funktion“), als Windschutz und aufgrund ihres Insektenangebotes und sind als Leitstrukturen umso funktionaler.⁹⁶ Die Attraktivität einer Flugroute kann durch Anreicherung mit fruktifizierenden Gehölzen (bspw. Wildrosen, Schlehen, Wildobstsorten) zusätzlich gesteigert werden.

Leitpflanzungen dürfen nur wenige größere Lücken haben (z.B. um die Zuwegung zu einzelnen Parzellen zu ermöglichen). Lücken sollten mit Blick auf Zielarten, die eng strukturgebunden fliegen wie z.B. die Langohren (Gatt. *Plecotus*), möglichst selten vorhanden sein und nur ausnahmsweise wesentlich größer sein als die „Echoortungsreichweite“ (→ Tabelle 7, S. 54). Lücken größer 30 - 40 m stellen für viele Fledermausarten Barrieren dar und beeinträchtigen die Flugroutennutzung (u.a. BERTHE 2010).

Hecken und vergleichbare Strukturen, die die o.g. Bedingungen einhalten, werden nach gesicherten Erkenntnissen (Telemetriestudien) auch über längere (Umweg-) Strecken als Leitlinien genutzt, vermutlich weil hier zugleich ein gutes Beutetierspektrum Nahrung bietet.

Ausnahmsweise, zum Schließen zeitlicher Funktionslücken, können künstliche Leiteinrichtungen (z.B. temporäre Zäune) die Funktion von Leitpflanzungen übernehmen (→ Kap. 7.3.7). Sie haben den Vorteil der unmittelbaren Wirksamkeit.

Leitstrukturen entlang des Verkehrsweges sollten mit einem Abstand von 10 m zum Fahrbahnrand⁹⁷ geplant werden. Günstige ist z.B. die Position am Böschungsfuß, entlang dem oft vorhandenen Unterhaltungsweg und dem Waldrand auf der anderen Wegeseite. Im Offenland können je nach der neu herzustellenden Verbindungssituation auch Standorte deutlich weiter von der Straße entfernt zur Erfüllung der Leitfunktion günstig sein.⁹⁸

Alleebäume können der Straße folgend nahe der Fahrbahn stehen. Alleen werden im Allgemeinen im mittleren bis hohen Kronenbereich bejagt. Die Kollisionsgefahr für die hier jagenden Fledermäuse ist vergleichsweise gering.

Bezüglich weiterer Aspekte wird auf das MAQ verwiesen.

⁹⁵ NACTaktiv & SWILD (2008), NACTaktiv, mdl. nach unveröff. Monitoringdaten im Umfeld der BAB A17 im Auftrag der DEGES, BILLINGTON 2013, ELMEROS et al. 2016, eigene Monitoring-Daten.

⁹⁶ VERBOOM & SPOELSTRA (1999), LOOS (2002: 69), TOFFOLI (2016).

⁹⁷ Der Seitenstreifen / Standstreifen zählt nicht zur Fahrbahn.

⁹⁸ Hecken werden u.U. als an Insekten (Nahrung) reiches Habitat wahrgenommen und auf beiden Seiten, auch auf der der Fahrbahn zugewandten Seite, beflogen.



Abbildung 9: Idealtypische Ausprägung von Leitstrukturen aus dichtem Gebüsch und mindestens einzelnen größeren Gehölzen („Landmarken“) sowie Krautsaum

7.3.6 Leit- und Sperreinrichtungen (Zäune, Wände)

Fledermausschutzzäune und –wände an/auf Querungshilfen

Regelmäßig sind zusätzliche Leit- und Sperreinrichtungen in folgenden Situationen erforderlich:

- Bei Faunabrücken ist ein zusätzlicher Blendschutz mit mind. 2 m Höhe notwendig („Irritationsschutzwand“), vgl. die Beschreibung in Zusammenhang mit der Faunabrücke in Kap. 7.3.4.

An jeder Seite werden an den Blendschutz Zäune als Leit- und Sperreinrichtungen angeschlossen (4m Höhe über Fahrbahnoberkante, Länge i. d. R. mindestens 20 m in Abhängigkeit der Topographie und des Reliefs, situationsabhängig u.U. deutlich länger), sofern dieselbe Funktion nicht durch Pflanzungen erreicht wird.

- Bei Faunaunterführungen sind in der Regel zwei Meter hohe Irritationsschutzwände (zur Ausführung siehe in der MAQ⁹⁹) an der Straße zu errichten, um den Bereich der Unterführung zu beruhigen. Besteht ein erhöhtes Kollisionsrisiko für die kollisionsempfindlichen Fledermausarten, sind vier Meter hohe Irritationsschutzwände erforderlich. Die Leit- und

⁹⁹ Der schallmindernde Effekt steht nicht im Vordergrund. Selbst bei als lärmempfindlich geltenden Arten (Mausohr, Bechsteinfledermaus, Braunes Langohr) wird nicht beobachtet, dass Flugrouten, die durch eine Unterführung unter einer stark befahrenen Straße führen, unter dem Lärmeinfluss merklich gemieden oder gar aufgegeben werden, solange Lichtstörungen ausbleiben.

Sperreinrichtung ist nicht erforderlich sofern die Höhe des Straßendamms größer ist als die 2-fache lichte Höhe des Bauwerkes (Dammhöhe = $2 \cdot LH$ des Bauwerkportals).

Überstände sollen in Abhängigkeit der Topographie, des Reliefs und des Bauwerks mindestens 5 m Länge haben. Besteht aufgrund der Topographie oder aufgrund anderer Faktoren (z.B. Besonderheiten der Anbindung an vorhandene Leitstrukturen) die Wahrscheinlichkeit, dass Fledermaus-Individuen von der Flugroute abweichen und das Querungsbauwerk regelmäßig verfehlen, wird die Überstandslänge erhöht. Die notwendigen Überstände sind dann einzelfallbezogen entsprechend der topographischen Rahmenbedingungen bzw. der Gradienten festzulegen. (In der Regel sind Überstände von > 25 m Länge nicht erforderlich).

- Auf Talbrücken, sofern die Straße in diesem Bereich bedeutende Flugrouten entlang des Talrandes zerschneidet, kann der Irritationsschutz auf den hangnahen Brückenbereich beschränkt werden.

Die Länge der Leit- und Sperreinrichtung auf der Brücke ab Widerlager ist im Einzelfall festzulegen, in Abhängigkeit von der Ausdehnung bedeutsamer Habitats am Talrand. (Orientierungswert: die Leit- und Sperreinrichtung sollte von Beginn der Brücke (Widerlager) bis zu der Stelle auf der Brücke geführt werden, wo die lichte Höhe der Brücke ≥ 8 m ist. Ab dieser Brückenhöhe unterfliegen die Arten die Brücke und Lichteinflüsse von der Brücke auf den Talgrund sind gering).

- Weiterhin sind im Einzelfall Leit- und Sperreinrichtungen zum Kollisionsschutz erforderlich auf Talbrücken, sofern die lichte Höhe der Talbrücke über 5 m und unter 15 m beträgt und sofern die Straße in diesem Bereich Flugrouten von Breitflügelfledermaus oder Mopsfledermaus quert.

Bezüglich weiterer Aspekte wird auf das MAQ verwiesen.

Fledermausschutzzäune und -wände abseits der Querungshilfen

Wenn die Zerschneidung bedeutsamer Fledermaushabitats nicht vermieden werden kann und trotz der ergriffenen Maßnahmen zum Erhalt der Funktionsbeziehungen eine signifikant erhöhte Kollisionsgefahr prognostiziert wird, können Leit- und Sperreinrichtungen zur Gefahrenminderung beitragen, indem sie den querungswilligen Individuen der niedrig fliegenden, kollisionsempfindlichen Arten¹⁰⁰ einen zusätzlichen Anreiz geben, eine Straßentrasse in größerer, sicherer Höhe zu überfliegen oder - in Verbindung mit Querungshilfen - entlang der Leiteinrichtung einen anderen Weg zu wählen.

Folgende Bauweisen von Leit- und Sperreinrichtungen können je nach Aufgabenstellung im Einzelfall und je nach örtlicher Situation zur Minderung der Kollisionsgefahr signifikant beitragen (→ **FE-Gutachten**, Kap. 8):

¹⁰⁰ Abendsegler und Breitflügelfledermaus sowie Rauhaufledermaus sind generell keine Zielarten für vergleichbare Schutzmaßnahmen im Straßenraum bzw. im Baustellenbereich.

- Zäune (über Fahrbahnoberkante¹⁰¹ 4 m hoch, Maschendraht, 4 x 4 cm),
- Wände aus verschiedenen Materialien (über Fahrbahnoberkante 4 m hoch, z.B. Schallschutzwände),
- Wälle (über Fahrbahnoberkante 4 m hoch, bepflanzt).

Folgende Rahmenbedingungen müssen erfüllt sein:

- Zäune und Wände müssen möglichst nahe am Fahrbahnrand positioniert werden,
- straßenparallele Leit- und Sperreinrichtungen für Fledermäuse sollten mindestens 25 m über den typischen Lebensraum hinaus geführt werden.
- Irritationsschutzwände dürfen nicht aus Glas bestehen, da die glatte Oberfläche von Glas zu Fehlortungen bei Fledermäusen führen kann, bis hin zu Kollisionen (vgl. GREIF et al. 2017).

Die Wirksamkeit von Zäunen, Wänden und Wällen als künstliche Leit- und Sperreinrichtung ist bislang systematisch wenig untersucht. Die Einschätzungen divergieren (**Tabelle 8**, S.65). Fledermaus-Sachverständige bewerteten die Wirkung aufgrund von Analogieschlüssen mehrheitlich als tendenziell gering (BRINKMANN et al. 2012). In experimentellen Geländeuntersuchungen wurde für die Kleine Hufeisennase keine signifikante Sperrwirkung festgestellt (SWILD & NACHTaktiv 2007). Auch die kurzfristig erreichte Leitwirkung war bei der Kleinen Hufeisennase gering (ebd.); für diese Art sind relevante Wirkungsgrade als Leiteinrichtung nach KARST et al. (2019) nach mehrjähriger Gewöhnung zu erwarten. Für andere weniger streng strukturgebundene Arten wird in den Untersuchungen mehrheitlich eine positive Wirksamkeit als Leitstruktur und graduell als Sperreinrichtung konstatiert (→ **FE-Gutachten** – Kap. 8; ergänzend FERNANDEZ-BOU et al. 2010, FÖA 2011¹⁰², LÜTTMANN 2013, LÜTTMANN et al. 2017, NACHTAKTIV & SWILD 2021). Die Wirkungsstärke hängt offenbar auch stark von den örtlichen Gegebenheiten im Einzelfall ab.

Sofern die im Allgemeinen mehrjährige Entwicklungszeit bis zur vollständigen Funktionserfüllung kein Hindernis darstellt, kann die Funktion ebenso von ausreichend dicht strukturierten Hecken bzw. Abpflanzungen wahrgenommen werden. Vegetationsstrukturen sollten den Zäunen und Wänden dann als Lösung vorgezogen werden.

Bezüglich weiterer Aspekte wird auf das MAQ verwiesen.

¹⁰¹ Bezugspunkt für die Höhe: Höhe des nächstliegenden Fahrbahnrandes.

¹⁰² Zum Zeitpunkt der Untersuchungen war die Bepflanzung mit Sträuchern und Bäumen lückig und die Pflanzen ca. 1,5 – 2 m hoch (FÖA 2011).

7.3.7 Absicherung der Wirksamkeit durch temporäre Strukturen im Baufeld

Schließen zeitlicher Funktionslücken von Leitpflanzungen mittels temporärer Leiteinrichtungen

Straßenparallele Leit- und Sperreinrichtungen, vornehmlich Pflanzungen, sollen die Fledermäuse in der oben beschriebenen Form zu den Querungshilfen leiten und gleichzeitig verhindern, dass Fledermäuse in den Straßenverkehr gelangen. Diese Pflanzungen müssen bei der Verkehrsfreigabe funktionsfähig sein und sind deswegen mit ausreichendem Vorlauf zum Eingriff anzulegen. Ist ein ausreichender Vorlauf der Entwicklungszeit nicht möglich, können die Pflanzungen hilfsweise mit temporären künstlichen Leitstrukturen (Zäune, Wände) kombiniert werden, die so lange wirksam sind, bis die Gehölze in ihre Funktion hineingewachsen sind. Die Bauweise muss entsprechend den Anforderungen der Zielarten problemangepasst erfolgen, je nachdem ob die Leit- und Sperreinrichtung das Ziel Kollisionsschutz¹⁰³ oder das Ziel Leiten/Lenken primär verfolgt. Für temporäre Leitstrukturen können im Einzelfall Abstriche bei der Höhe und Dichte (Maschendichte) angezeigt sein. Um eine Grundschutzfunktion zu gewährleisten müssen folgende Rahmenbedingungen erfüllt sein:

- Die Höhe muss ausreichend sein, dass die Zielarten eine ausreichende echoakustische „Lenkung“ erfahren. Bei streng strukturgebunden fliegenden Arten kann eine Höhe von 2 m über Gelände ($\geq 2\text{m}$ über Fahrbahn) für einen Grundschutz genügen.
- Im Einzelfall kann die Maschenweite eines Zauns / die Lückigkeit einer Bauwand größer gewählt werden, als für Fledermausschutzzäune im Allgemeinen empfohlen wird, damit keine zu große Windlast die Aufstellung am angestrebten Ort nahe der Straße verhindert. Ein grobmaschiger Zaun, etwa ein Wildschutzzäun mit der Maschenweite $5 \times 15\text{ cm}$ oder $10 \times 10\text{ cm}$ (Drahtstärke $\geq 3\text{ mm}$) kann dann eine grundlegende Leitfunktion bieten.
- Die Wirkung ist begrenzt: An (rein) künstlichen Leiteinrichtungen, an Wänden, Zäunen oder Netzkonstruktionen, fliegen die Fledermäuse nach den bisher vorliegenden Daten über vergleichsweise kurze Distanzen, einige zehn bis wenige hundert Meter, entlang.¹⁰⁴
- Mäßig strukturgebunden fliegende Arten wie z.B. die Zwergfledermaus oder die Mopsfledermaus zeigen eine Orientierung an höheren Einzelstrukturen¹⁰⁵ und aufgrund breiter Nahrungsnische ein ausgeprägtes Such-Verhalten u.U. selbst in ausgesprochen strukturalarmen Bereichen (unter Brücken, in Baustellenbereichen). Von einem niedrigen Zaun, der u.U. in einer Baustelle / im Baufeld von anderen raumwirksamen Strukturen (Baugerät, Gerüste ...) überragt wird, kann dann nur eine geringe Lenkungsfunktion ausgehen.
- Für die auf Flugrouten besonders lichtempfindlichen Arten ($\rightarrow$ **Tabelle 6**, S. 47) muss die Leitstruktur einen Schutz gegen Lichtblendung gewährleisten. Flugrouten bzw. Zäune, die

¹⁰³ Während der Bauphase ist die Kollisionsschutzfunktion im Allgemeinen nachrangig.

¹⁰⁴ BRITSCHGI et al. (2004), FÖA (2011), HIGHWAYS AGENCY (2008), KARST et al. (2019).

¹⁰⁵ BUDENZ et al. (2017), LAU (2018).

näher als 20 m zur Fahrbahn/zu Lichtemittenten aufgestellt werden, benötigen einen zusätzlichen Lichtschutz.

Wenn die Struktur primär dem Kollisionsschutz dienen soll, muss sie die in Kap. 7.3.6 genannten Anforderungen an Sperreinrichtungen erfüllen.

Erhaltung von bedeutenden Flugrouten über die Baustelle hinweg durch temporäre Maßnahmen

Der Neubau mehrspuriger Straßen durch Waldgebiete oder in Landschaften die durch Netze von linearen Heckenstrukturen gekennzeichnet sind, führt bereits mit Baubeginn zu Barrierewirkungen (graduellen Trenn- und Zerschneidungswirkungen). Strukturgebundene Arten wie die Hufeisennasen, die Langohren und die Bechsteinfledermaus könnten im Verlauf von häufig mehrjährigen Bauphasen ihre Flugrouten aufgeben; gewachsene Flugrouten Traditionen könnten unterbrochen werden. Umso schwerer wird es sein, an diesen Stellen gewollte Flugrouten über Querungshilfen wieder zu etablieren. Wo die Erhaltung von bedeutenden Flugrouten über die Straße hinweg angestrebt ist, kann dies durch folgende Maßnahmen in der Bauphase unterstützt werden:

- Die Querungshilfen werden frühzeitig begonnen und fertig gestellt (Bauwerke und Vegetationsausstattung),
- Im unmittelbaren Umfeld der Querungshilfen-Bauwerke sind die vorhandenen natürlichen Leitstrukturen nach Möglichkeit so lange zu erhalten, bis Leitstrukturen auf der / zur Querungshilfe funktional hergestellt sind. Dies kann auf folgende Arten realisiert werden:
 - Werden geschlossene Waldlebensräume zerschnitten, soll der vorhandene Wald vorzugsweise parallel zum Baufeld auf mindestens einer Seite des Bauwerks in einer Mindestbreite von ca. 10 - 30 m (je nach Einzelfall, z.B. unter Berücksichtigung von Windwurfgefahr usw.) möglichst lange erhalten werden. Der auf diese Weise verbliebende Galeriewald ermöglicht waldbewohnenden Fledermäusen, insbesondere den diesbezüglich besonders empfindlichen Arten (Hufeisennasen, Langohren), eine ungehinderte Querung des Baufeldes im Inneren des Gehölzes und an dessen Außenkanten. Die Flugbewegungen der Fledermäuse, die das Baufeld queren wollen, werden nach und nach, mit zunehmender Freilegung der Bustrasse für die Strecke, auf den Nahbereich der künftigen Querungshilfen konzentriert. Auf diese Weise wird das angestrebte Erlernen der Querung erreicht.
 - Im Halboffenland, wo Flugrouten entlang von Heckenstrukturen vom Vorhaben betroffen sind, ist ein möglichst langer Erhalt der Hecken in der Bauphase sinnvoll, weil die Erfolgsprognose bezüglich späterer Akzeptanz der Flugroute dann besonders günstig ist.

- Sobald der Erhalt der gewachsenen Strukturen nicht (mehr) möglich ist, können bei Bedarf künstliche Strukturen (z.B. 3 – 4 m hohe Zäune oder Vergleichbares)¹⁰⁶ während der Nachtstunden (SU – SA) errichtet werden, die die Funktion einer Leitstruktur übernehmen.

7.3.8 Vermeidung von Fallenwirkungen (Regenrückhalte- und Absetzbecken, sonstige Fallen)

Einrichtungen der Straßenausstattung können für Fledermäuse als Fallen wirken, wenn sie im Straßenbereich oder nahe dem Verkehrsfeld zeitweilig oder dauerhaft Strukturen bereitstellen, die als Quartier- oder Nahrungshabitat für Fledermäuse oder als Wasserquelle zum Trinken attraktiv sind.

Darunter fallen regelmäßig z.B. Regenrückhalte- und Absetzbecken und ähnliche Wasserflächen nahe der Straße. Bei längerer Stauhaltung sind deren Wasserflächen Schlupforts für viele (nachtaktive) Insekten in zeitweiser sehr hoher Dichte, die als Imagines eine wichtige Nahrungsquelle für Fledermäuse darstellen (vgl. STAHLSCMIDT et al. 2012).

Die Aktivität von Fledermäusen ist über Gewässern, speziell stehenden, im Vergleich mit anderen Landschaftselementen deutlich erhöht (ZUKAL & REHAK 2006; LEITL 2013, SALVARINA 2016, STAHLSCMIDT et al. 2012, SEIBOLD et al. 2013). Dementsprechend muss nach Anlage eines (natürlicher Sukzession ausgesetzten oder bepflanzten) Gewässers von einer Anlockwirkung auf Fledermäuse ausgegangen werden, v.a. wenn weitere Faktoren diese begünstigen (Windschutz und Orientierungsstrukturen in Gestalt von Gehölzen an den Gewässerrändern, Anbindung an weitere Habitate über lineare Strukturen wie z.B. Hecken).

Dementsprechend sollen die Standorte von Regenrückhalte- und Absetzbecken nach Möglichkeit so gewählt werden, dass ein ausreichender Abstand von der Straße gewährt ist. Als unproblematisch gilt ein Abstand von ≥ 50 m. Kann dieser Abstand nicht eingehalten werden, sollen die näher an der Straße / Autobahn liegenden Regenrückhaltebecken einen Grundablauf erhalten, damit sich kein dauerhafter Einstau bilden kann. Auch eine flächendeckende Bepflanzung mit Röhricht¹⁰⁷ kommt in Betracht oder technische Lösungen (z.B. eine Abdeckung mit aufschwimmenden Strukturen, die den Zugriff auf die Wasseroberfläche verhindern). Auf Bepflanzung der Gewässerränder und des nahen Umfeldes mit Gehölzen soll in diesen Fällen verzichtet werden.

¹⁰⁶ Berichte nach denen Fledermäuse die als Querungshilfe über das Baufeld installierten Netzkonstruktionen annahmen, liegen nur für einen Einzelfall aus Großbritannien vor (WYATT 2010, S. 13). Die Informationen über die Wirksamkeit sind unvollständig und lassen keine positive Empfehlung zu. Dementsprechend müsste eine solche Lösung durch entsprechende Nachkontrollen (→ Kap. 7.6) abgesichert werden

¹⁰⁷ Reine Schilfbestände (Phragmites), wie sie üblicherweise in Bodenfilteranlagen zu finden sind, haben keine gesteigerte Attraktionswirkung auf Fledermäuse (HELVERSEN & LEITL 2013). Entsprechende Schilfflächen werden vermutlich sogar tendenziell von einigen Art aufgrund von Maskierungseffekten gemieden: SCHAUB et al (2008) stellten für *Myotis myotis*, eine passiv akustisch jagende Art, experimentell eine Meidung des Bereichs fest, der künstlich mit einem Schilfrauschen beschallt wurde.

Günstige Standorte für (wasserführende) Regenrückhalte- und Absetzbecken sind dagegen die Bereiche unmittelbar vor oder hinter dem Zugang zu einer Querungshilfe oder als Ergänzung einer Leitstruktur-Pflanzung, weil die Attraktivität des künstlichen Gewässers als Nahrungshabitat (STAHLSCHMIDT et al. 2012) die Wirksamkeit / Akzeptanz der Querungshilfe bzw. der Leitstruktur für Fledermäuse erheblich steigern kann (→ FE-Gutachten, Kap. 4.4.3.3). Bestehen Möglichkeiten für die Anlage von entsprechenden Gewässern, sollten sie genutzt werden.

Im Einzelfall muss eine Abwägung zwischen den Nachteilen (mögliche Erhöhung der Kollisionsgefahr) und der Vorteile (Angebot an Trink- und Jagdgewässern) erfolgen.

Bezüglich anderer potenzieller Fallenwirkungen wird auf den Schlussbericht zum FE 02.262/2005 LRB "Straßenausstattung und Fallenwirkung für Tiere" im Auftrag der BAST (KRAMER-ROWOLD & ROWOLD 2011) verwiesen.

7.4 Sonstige Maßnahmen zur Vermeidung von Störwirkungen in Quartier- und Nahrungshabitaten sowie auf Flugrouten während der Bauzeit

Bisher vorliegende Erkenntnisse, Begleituntersuchungen der Reaktionen von Fledermäusen während der Baudurchführung und die weiteren Daten zur Empfindlichkeit der Arten bezüglich Störeinflüssen (→ **FE-Gutachten**) lassen den Schluss zu, dass im Allgemeinen keine durchgreifenden Auswirkungen infolge baubedingter Störungen auf die betroffenen Kolonien zu erwarten sind. Um dies sicher zu stellen, müssen (neben den speziellen Regelungen für die Baufeldfreistellung) aber mindestens folgende Rahmenbedingungen während der Baudurchführung eingehalten bzw. als Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

- Verzicht auf Bauarbeiten in den Dämmerungs- und Nachtzeiten in der Zeit vom 1. April bis 15. Oktober in besonders bedeutsamen Habitaten der besonders lichtempfindlichen Fledermausarten (→ Tabelle 6, S. 47).
- Verzicht auf Bauarbeiten in den Dämmerungs- und Nachtzeiten in der Zeit vom 1. April bis 15. Oktober im Bereich besonders bedeutsamer Flugrouten. Auf die Flugroute sollten weder starkes Licht einwirken, noch darf die Flugroute stark durch Baugeräte oder Baumaterial verstellt werden.
- Ist eine nächtliche Bauruhe z.B. beim Brückenbau nicht möglich, kann die Barrierewirkung im Einzelfall vermieden werden, indem z.B. relevante Teilflächen z.B. durch Verhängen vor Lichteinwirkung abgeschirmt werden oder andere, im Einzelfall geeignete, Maßnahmen ergriffen werden.
- Ob Abschirmungen im Grenzbereich zu weiteren bedeutsamen Habitaten (bspw. mittels temporäreren Lichts versperrender Bauzäune oder -wände) erforderlich sind, weil deren Funktionsminderung nicht anderweitig kompensiert werden kann, muss in Abhängigkeit vom Einzelfall entschieden werden.

7.5 Kompensationsmaßnahmen

Kompensationsmaßnahmen dienen dazu, die unvermeidbaren Folgen eines Eingriffs durch Optimierung der Habitate der betroffenen Fledermauskolonien abzufangen.

Nachfolgend werden Methoden und Maßnahmen dargestellt, die es erlauben, die zur Kompensation fachlich in Betracht kommenden Maßnahmen zu ermitteln. Welche Maßnahmen notwendig sind, ist zum einen aufbauend auf den Ergebnissen der Wirkungsprognose und Ermittlung der Beeinträchtigungen im konkreten Einzelfall und zum anderen nach den Anforderungen der im jeweiligen Eingriffsfall berührten Rechtsvorschriften (Kohärenzmaßnahmen nach FFH-Gebietsschutz, Vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF) oder artspezifische Kompensationsmaßnahmen (FCS) nach FFH-Artenschutz und Vorgaben der Bewältigung der nationalen Eingriffsregelung) festzulegen. Bezüglich der spezifischen rechtlich begründeten Verpflichtungen wird auf die Spezialliteratur sowie die Auslegungsleitfäden der Europäischen Kommission bzw. die Regelwerke im Bundesfernstraßenbau verwiesen.

7.5.1 Quartierverbesserung und Neuschaffung von Quartieren im Siedlungsbereich

Der Schutz und die Entwicklung des Quartiers / der Quartiere sind zur Sicherung des günstigen Erhaltungszustandes von Fledermauspopulationen vorrangig. Quartierschutz muss deswegen immer als Element eines kompensatorischen Maßnahmenkonzeptes erwogen werden.

Maßnahmen müssen aufgrund einer eingehenden Analyse bestehender limitierender Faktoren im Quartier entwickelt werden. Faktoren, die Funktionseinschränkungen verursachen, sind bei Quartieren im Siedlungsraum oftmals ein Übermaß an Außen- und Innenbeleuchtung, das Vorhandensein natürlicher Fressfeinde im Quartier (Prädation durch Eulen, Marder, Katzen), Beunruhigung durch Co-Nutzer, Bausanierungen sowie bauliche Veränderungen oder schlicht der fortschreitende Verfall der (Bau-)Substanz z.B. von Kellern, die als Winterquartier dienen. Als Folge können ansonsten u. U. günstige Quartiereigenschaften ganz oder teilweise verloren gehen.

Bezüglich der Vielzahl der in Frage kommenden Maßnahmen zur Quartierverbesserung von Siedlungsquartieren wird auf die Literatur bzw. entsprechende Leitfäden verwiesen (z.B. DIETZ & WEBER 2002, SCHULZ & SCHULZ 2009, MKULNV 2013, dort weitere Quellen). Je nach Ergebnis der fallbezogenen Analyse kommen zur Quartierverbesserung in Betracht:

- Erhöhung der Anzahl von Quartierstrukturen
- Optimierung der Temperaturqualitäten des Quartiers
- Optimierung der Hangplätze / Hangplatzangebote
- Optimierung der Quartierzugänglichkeit.

Im Einzelfall kommt auch eine Quartierneuschaffung in Betracht. Während für die Quartierverbesserung vergleichsweise umfangreiche und – bei sachgerechter Ausführung positive - Erfahrungswerte existieren, beruhen die Erfahrungen bezüglich der Neuschaffung auf weni-

gen Daten (vgl. in RUNGE et al. 2010, MKULNV 2013). Neuschaffungen gelten als problematisch, weil ihr Erfolg sich einer sicheren Prognose oft entzieht. Deswegen sollten Neuschaffungen nur erwogen werden, wenn die Maßnahme dazu dient, ein zusätzliches Angebot an neuen Habitatflächen zu schaffen. In fachlicher Hinsicht sollte der Fortbestand der jeweiligen Wochenstubenkolonie nicht von der erfolgreichen Belegung des neu geschaffenen Quartiers abhängig sein. Entsprechende Maßnahmen sind im Regelfall nicht geeignet, wenn auch in rechtlicher Hinsicht die Zulässigkeit des Eingriffes vom Nachweis abhängig ist, dass das Quartier von der jeweiligen Zielart neu als Quartier genutzt wird (bspw. bei CEF-Maßnahmen).

7.5.2 Kompensation von (Baum-) Quartierverlusten

Erfassung des notwendigen Umfanges der Maßnahme

Waldbewohnende Fledermäuse nutzen als Sommerquartiere, selten auch als Winterquartier unterschiedliche Baumquartiere. In vielen Wäldern ist das Quartierpotenzial aufgrund des zu geringen Alters der Bäume bzw. aufgrund des geringen Anteils alter Bäume mengenmäßig begrenzt. Für Fledermausarten, welche an derartige Bestände gebunden sind, ist der Erhalt höhlenreicher Waldbestände im räumlichen Zusammenhang mit den vom Eingriff betroffenen Habitaten zwingend.

Ausgangsbasis der Bemessung des Umfangs von Kompensationsmaßnahmen sind die Anforderungen der jeweils betroffenen Arten. Einige Arten nutzen mehr oder weniger ausschließlich Baumhöhlen (Spechthöhlen, Astausfaltungen), andere Arten nutzen Spaltenquartiere oder Baumrisse (Ökologische Angaben → **Anhang A-2**). Alle waldbewohnenden Arten benötigen entsprechende Angebote in den Quartierwäldern in hoher Zahl, weil die Fledermäuse die Quartiere regelmäßig, oft alle 2 – 4 Tage wechseln.¹⁰⁸ Eine ausreichende Anzahl an Baumhöhlenquartieren steht vor allem in älteren Laubmischwäldern zur Verfügung (bspw. Buche ≥ 120 Jahre), wo die Baumhöhlendichte im Allgemeinen > 25 bis 30 Baumhöhlen pro Hektar bzw. durchschnittlich 7 – 10 Höhlenbäume pro Hektar ständig überschreitet.¹⁰⁹

Inwieweit der Waldzustand bezüglich der Höhlen dem Soll entspricht und welches natürliche Entwicklungspotenzial existiert, muss durch einen Soll-Ist-Vergleich dargestellt werden. Die potenziellen Quartierstrukturen werden zum Beleg des Höhlenbestandes durch Zählung im laubfreien Zustand während der Wintermonate visuell erfasst (richtiger: abgeschätzt¹¹⁰) und in Karten (1:1000 – 1:500) verortet,

- im Eingriffsbereich (Baufeld) flächendeckend (als Bestandteil der Konfliktanalyse)
- in benachbarten Waldbeständen im Umfeld (innerhalb des engeren Aktionsraumes um das jeweils beeinträchtigte / Verlust gehende Quartier) (zweckmäßigerweise auf repräsentativen Probeflächen)

¹⁰⁸ Gründe hierfür sind vermutlich Konkurrenz mit anderen Höhlenbewohnern, Feindvermeidung und Schutz vor überhand nehmender Parasitierung.

¹⁰⁹ In waldwirtschaftlich schwach genutzten Wochenstuben-Wäldern der Bechsteinfledermaus sind häufig sogar 20 Höhlenbäume/ha vorhanden (DIETZ & KRANNICH 2019).

¹¹⁰ Bei einer systematisch angelegten Vorgehensweise bei günstiger Witterung (trocken, klar) werden nach Erfahrungswerten 50 – 60% des Höhlenbestandes und ca. 80% der Höhlenbäume erfasst.

- in allen als Maßnahmenflächen bestimmten Waldbeständen (zweckmäßigerweise auf repräsentativen Probeflächen).

Sind potenzielle oder aktuell genutzte Quartierhabitate vom Eingriff betroffen, kommen als Maßnahmen in Betracht:

- In alten Wäldern (> 80 - 100 Jahre): Erhöhung des natürlichen Quartierangebotes möglichst durch Verzicht auf Entnahme (Aufgabe der forstlichen Nutzung ganz oder teilweise), im Regelfall auch in Verbindung mit der folgenden Maßnahme.
- In jungen Wäldern (< 80 - 100 Jahre): Ergänzen des Höhlenangebotes durch künstliche Quartierangebote (Fledermauskästen) oder durch Wiedereinbringen von zuvor in benachbarten Beständen (z.B. im Baufeld) entnommenen Naturhöhlen („Biotopholz“).

Die Flächen müssen im engeren Aktionsraum der betroffenen Kolonie liegen, am besten im Bereich der nachgewiesenen Quartierzentren oder nahe daran angrenzend, da hier davon ausgegangen werden kann, dass die Maßnahme der nachgewiesenen Kolonie zugutekommt.

Erhöhung des natürlichen Quartierangebotes

Die Maßnahme besteht darin, alte Baumbestände entweder ganz oder gezielt ausgewählte Einzelbäume innerhalb eines Bestandes, dauerhaft aus der forstlichen Nutzung zu nehmen. Die Maßnahme und Anforderungen sowohl in Bezug auf die Habitatentwicklung für Fledermäuse als auch zur Eignung als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme sind in RUNGE et al. (2010: S. A41 ff.) und in MKULNV (2013) dargestellt, siehe dort. Mit der Herausnahme aus der forstlichen Nutzung wird im jeweiligen Bestand, gemessen an der Entwicklung bei Aufrechterhaltung der ordnungsgemäßen forstlichen Nutzung, ein Aufwertungsprozess, hier insbesondere ein Baumhöhlenzuwachs, eingeleitet.

Da das Aufwertungspotenzial im Bestand i. d. R. geringer ist als der Funktionsverlust durch die eingriffsbedingte Entnahme von Höhlen, muss der Umfang der zu sichernden Fläche deutlich über die vom Eingriff betroffene Fläche / Anzahl Bäume hinausgehen.¹¹¹

Die Vitalität der Altbäume und der Höhlenzuwachs kann durch waldbauliche Maßnahmen unterstützt werden (bspw. durch Freistellung / Lichtstellung der Altbäume in Eichenbeständen). Die entsprechenden Maßnahmen müssen bestandsbezogen im Einzelfall entwickelt werden.

Fledermauskästen / „Biotopholz“

Gehen anlagebedingt Höhlenbäume im Rahmen eines Straßenbaues verloren, so können natürliche Höhlen nicht kurzfristig ersatzweise geschaffen werden: Das natürliche Höhlenan-

¹¹¹ Der Umfang ist auf der Basis der Ergebnisse der Bestandserfassung und Bewertung im Einzelfall zu bestimmen (vgl. in HURST et al. 2016 sowie Dietz & Krannich 2019).

gebot ist – soweit nicht altersbedingt (Faulhöhlen, Stammrisse) – stark abhängig von der Siedlungsdichte resp. der Höhlenbauaktivität v.a. von Bunt- und Schwarzspecht.¹¹² Deswegen kann eine Baumhöhlenmehrung selbst unter günstigen Bedingungen (Nutzungsverzicht bei Althölzern) nicht kurzfristig erwartet werden.

Dann kann das Ausbringen von Fledermauskästen oder von „Biotophölzern“ eine geeignete, kurz- bis mittelfristig wirksame Maßnahme sein, Quartierengpässe durch Verbesserung des Angebotes zu kompensieren (z.B. MKULNV 2013, HURST et al. 2016, LEITL 2021 mit weiteren Quellen).

„Biotophölzer“ sind geeignete Stämme / Stammabschnitte mit Baumhöhlen, die aus dem vom Eingriff betroffenen Bereich nach fachlichen Kriterien ausgewählt werden, im Zuge der Baufeldfreistellung entnommen und zur direkten Anreicherung als „Biotopholz“ in geeignete Waldflächen im Umfeld verbracht werden. Die „Biotophölzer“ werden im Waldbestand als stehendes Holz an vorhandenen Bäumen befestigt.

Werden das Kastenausbringen oder das Einbringen von „Biotophölzern“ als Maßnahme erwogen, müssen neben dem Aspekt der artbezogenen Eignung weitere Aspekte in die fachplanerische Beurteilung vor den unterschiedlichen rechtlichen Hintergründen einbezogen werden, welche in RUNGE et al. (2010) und MKULNV (2013) artspezifisch näher beschrieben sind. In diesen Leitfäden für Artenschutzmaßnahmen werden geeignete Maßnahmen benannt. Ebenso wie in der Publikation von ZAHN & HAMMER (2017) werden entsprechend dem verfügbaren Wissensstand¹¹³ die Prognoseunsicherheiten bezüglich des Zeitpunktes der Annahme durch die jeweilige Zielart und die insoweit einzuhaltenden Rahmenbedingungen für die Maßnahmenanwendung dargestellt:

- Wenige Arten besiedeln Fledermauskästen kurzfristig, d.h. innerhalb der ersten 24 Monate; ZAHN & HAMMER (2017) berichten über z.T. wesentlich längere Zeiträume bis zur Annahme. Einige Arten sind bisher gar nicht als Nutzer von Fledermauskästen nachgewiesen.
- Die verschiedenen Fledermausarten haben unterschiedliche Anforderungen an die Quartierbeschaffenheit (unterschiedliche Hangplatzanforderungen, unterschiedliche Temperaturpräferenz). Zudem bestehen unterschiedliche Anforderungen an Wochenstubenquartiere und an Tagesquartiere.
- Kunsthöhlen bedürfen einer fortlaufenden Unterhaltung.
- Diese Einschränkungen gelten für das „Biotopholz“ mehrheitlich nicht.¹¹⁴ „Biotophölzer“ haben sich im Bestand entwickelt und entsprechen in vielen Merkmalen, v.a. hinsichtlich der Höhlenraumeigenschaften, den Quartierbäumen, die eingriffsbedingt Verlust gehen. Prognoseunsicherheiten bestehen insoweit, als entsprechende Umsetzungsbeispiele und Nachkontrollen bislang nicht verfügbar sind.

¹¹² Der Schwarzspecht baut rechnerisch allerdings lediglich ca. 0,2 Höhlen pro Jahr und Paar (vgl. PECHACEK 2005, SIKORA 2005).

¹¹³ Die dort enthaltenen Einstufungen stützen sich v.a. auf umfangreiche Anwendungserfahrungen. Breit angelegte wissenschaftliche Untersuchungen der verschiedenen Einflussgrößen auf die Eignung von Fledermauskästen fehlen bislang.

¹¹⁴ Die in der Regel im Baufeld entnommenen Baumhöhlen / Höhlenbäume erfüllen in qualitativer Hinsicht (Art des Höhlenraumes, Feuchte und Temperatur) die Anforderungen der betroffenen Kolonien vermutlich am ehesten. ZAHN et al. (2021) geben eine hohe Eignung an.

- In der Regel besteht in einem Wald ein erheblicher Konkurrenzdruck (vor allem bei Rundhöhlen und überwiegend durch Meisen) bezüglich der Inanspruchnahme des Höhlenangebotes. Wird die Maßnahme ergriffen, muss mit Blick auf die Prognoseunsicherheiten einer Besiedlung durch die Zielart eine im Verhältnis zum baubedingten Entzug große Zahl Kästen / „Biotophölzer“ (im Verhältnis $\geq 3 : 1$ zum Verlust)¹¹⁵ unterschiedlicher Bauweise entsprechend den Anforderungen der Zielarten an verschiedenen Alternativstandorten „ausgebracht“ werden. Bewährt haben sich (Kasten-) Gruppen von 8 - 12 Kästen mit je 2 – 3 Bautypen pro Standort.
- Die Maßnahmen „Ausbringen von Fledermauskästen“ resp. Wiedereinbringung von „Biotopholz“ sollten ausschließlich als – im Vergleich zum „natürlichen“ Höhlenzuwachs in einem Wald – relativ kurzfristig wirksame Ergänzung zum Einsatz kommen. Eine Koppelung an die Maßnahme „Entwicklung durch Nutzungsentzug und waldbauliche Optimierung“ ist zwingend.

Die artbezogenen allgemein und ortsbezogen im Einzelfall zutreffenden Risikofaktoren sind bei der Entscheidung über die Anwendung einer Maßnahme als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme (CEF-Maßnahme) zu berücksichtigen.

Die Einschränkungen bezüglich der Fristen bis zur Wirksamkeit von Kästen gelten nicht für sogenannte „Kastenreviere“ (Fledermauskolonien, die ihre Quartiere ganz oder überwiegend in Fledermaus- oder Vogelkästen haben und dort bereits Quartiertraditionen zu vermuten sind), wenn als Quartier genutzte Kästen fortfallen.

7.5.3 Kompensation von Nahrungshabitaten

Notwendigkeit der Kompensation von Fledermaus-Nahrungshabitaten

Gehen im Zuge des Neu- oder Ausbaues von Verkehrswegen Fledermaushabitate verloren, müssen im Verhältnis zum Eingriff, Flächen- und Funktionsverluste an Quartier- und Nahrungshabitaten der Fledermäuse kompensiert werden.

Der Kompensationsbedarf wird aus folgenden Betrachtungsebenen abgeleitet:

- Die Kompensationshabitate müssen den ökologischen Anforderungen der jeweiligen Zielarten entsprechen.
- Die Art der notwendigen Kompensation ergibt sich aus dem Erfordernis, die Kompensation funktional anzulegen, also Quartierhabitate mit ggf. anderen Quartierhabitaten bzw. Nahrungshabitate mit ggf. anderen Nahrungshabitaten zu kompensieren.
- Der für die Kompensationsflächen einzuhaltende Bezugsraum ergibt sich aus der durch die Bestandserfassung ermittelten oder aus den Daten und Literaturdaten plausibel abgeleiteten Abgrenzung bzw. Größe des Aktionsraumes der betroffenen Art / Wochenstubenkolonie.

¹¹⁵ Damit ist eine bessere Streuung der Angebote sichergestellt. Dies trägt dazu bei, nachteilige Faktoren zu kompensieren, bspw. die reduzierte Besiedlungswahrscheinlichkeit, bedingt durch die Konkurrenz mit anderen Arten (v.a. Meisen), um die Höhlen und evtl. bestehende lokale Präferenzen der Arten bezüglich der Expositionen und Lokalisationen der Quartierhöhlen.

- Weitergehend müssen räumlich-funktionale Aspekte berücksichtigt werden: Nahrungshabitate sind insbesondere für die streng strukturgebunden fliegenden Fledermausarten nur nutzbar, wenn sie diese Habitate entlang geeigneter Leitstrukturen erreichen können. Selbst ansonsten günstige, insektenreiche Habitate, bspw. Kleingewässer, werden als Nahrungshabitate nicht oder kaum genutzt, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, etwa weil das Habitat isoliert inmitten von Ackerflächen liegt.
- Der Kompensationsumfang ergibt sich aus der Qualität und Menge der beeinträchtigten Flächen entsprechend den Ergebnissen der Bestandserfassung.

Kompensation von Fledermaus-Nahrungshabitaten in Wäldern

Waldhabitate für Fledermäuse, als Nahrungs- wie als Quartierhabitat, können nur eingeschränkt neu geschaffen werden. In der Regel ist eine Aufwertung vorhandener Bestände als Kompensation zu prüfen.

Welche die bevorzugten Wald(nahrungs)habitate der betroffenen Fledermausarten sind, ergibt sich aus der einschlägigen Fachliteratur.¹¹⁶ Bezüglich der genutzten Walddtypen ergibt sich eine Bedeutungsrangfolge von der höchsten bis zur geringsten Bedeutung tendenziell entsprechend dem Laubholzanteil und dem vorherrschenden Alter der Bäume (**Tabelle 10**, allgemeiner → **Anhang B-2**). Weil Nahrungshabitate und Quartierhabitate idealerweise eng benachbart sind, wird die Bedeutung eines Waldbestandes sowohl von dem Nahrungshabitat- wie den Quartierqualitäten beeinflusst. Vergleichsweise eng habitatgebundene Waldfledermausarten sind in der Artengruppe der breitflügeligen, langsam fliegenden, sich mehr oder weniger eng an Strukturen orientierenden und ihre Nahrung vom Laub oder aus dem Luftraum im engen Baumkronenbereich sammelnden Arten, zu suchen. Diese Arten haben die speziellsten Ansprüche an den Wald als Nahrungshabitat. Stellvertreter sind Bechsteinfledermaus, Fransenfledermaus und das Braune Langohr. Die Mopsfledermaus ist als Spaltenbewohner auf eine bestimmte Struktur angewiesen, in der sie diesen Quartiertyp findet. In Laubwäldern ist das Nahrungsangebot für Fledermäuse (u.a. Schmetterlinge) größer, vielfältiger und zeitlich breiter gestreut (u.a. BRÄNDLE & BRANDL 2001). Die Baumart bestimmt das Angebot an Quartieren stark. Eichen und andere grobborkige Bäume, auch Kiefern, bieten z.B. Rindenquartiere (Mopsfledermaus) (vgl. KLENKE et al. 2004, BOYE & DIETZ 2005, DIETZ 2010, DIETZ et al. 2016). Je älter der Wald, umso mehr Quartiere und Nahrung bietet er. Ein gleichwertig ausgestatteter Wald jungen Alters (60 bis 80 Jahre) kann nur etwa halb so bedeutend für Fledermäuse sein, wie der Gleiche sehr hohen Alters (180 bis 300 Jahre) (u.a. KLENKE et al. 2004). Je struktureicher (vielfältige Stratifikation, lückiger Kronenraum) ein Wald ist, desto mehr Jagdmöglichkeiten kann er bieten (u.a. KUSCH et al. 2004).

Die Integration von Freiflächen und Sonderstrukturen, insbesondere von (Klein-)Gewässern und sonstigen Feuchtbereichen) steigert diese funktionale Bedeutung nochmals (u.a. KERTH 1997: 29; MESCHEDE et al. 2000; BRAUN & DIETERLEN 2003, LINTON 2011, LEITL 2013, SALVARINA 2016, STAHLSCMIDT et al. 2012).

¹¹⁶ Weiterführende Angaben in: MESCHEDE et al. (2000), MESCHEDE & RUDOLPH (2004), DIETZ & KIEFER (2014), DIETZ et al. (2016), weitere siehe im Literaturverzeichnis dieser Unterlage sowie in den genannten Gesamtdarstellungen.

Tabelle 10: Aufwertungspotenzial verschiedener Waldtypen als Nahrungshabitat

Waldtyp	Kennzeichen / Erläuterung	Aufwertungspotenzial
Laubwald, alt (1)	Höchste funktionale Bedeutung	Nach Nutzungsverzicht steigt die Bedeutung kontinuierlich mit zunehmendem Alter. In Verbindung mit waldbaulichen Optimierungsmaßnahmen hoch.
Laub-, Nadelmischwald, 40 – > 80-jährig (2)	Engpasssituationen bestehen in der Regel bezüglich des Höhlenangebotes; dies kann durch Kästen gesteigert werden. Zunehmende Bedeutung mit höherem Laubholzanteil und/oder höherem Altholzanteil. Höhere Bedeutung, sobald kleinflächig Bestände mit altem Laubwald / alte Laubgehölze (Typ 1) (kleiner 0,5 - 1 ha) eingebettet sind.	Mittel–hoch durch waldbauliche Maßnahmen (Auflichtung ¹¹⁷ , Förderung von Laubholzarten, Anreicherung von stehendem Alt- Totholz)
Nadel-Laubmischwald (3)	Ohne die unter 2 genannten eignungsbestimmenden Strukturen. Deutlich geringere Artenzahl, geringere Aktivitätsdichte, größere Aktionsräume der Individuen, Engpasssituationen bezüglich Quartieren.	Mittel-gering (Aufwertung nur langfristig durch Waldumbau / Auflichtung und unter Rückgriff auf künstliche Höhlenanreicherung mittels Kästen / „Biotopbäumen“ möglich). Mittlere Aufwertungseignung bei enger Benachbarung / Verzahnung mit Beständen des Typs 1 (dann nimmt der Nadel-Laubmischwald nur Funktionen als Nahrungshabitat wahr).
Nadelwald, dichter Schluss, vorherrschend jung (4)	Geringste funktionale Bedeutung. Geringe Besiedlung durch Fledermäuse, nur zeitweilig oder im Bereich von Sonderstrukturen (Zerfallsstadien) mit Insektenkalamitäten ¹¹⁸ und entsprechend punktuell vorhandenen Nahrungs- und Quartierressourcen.	Gering (Aufwertung nur langfristig durch Waldumbau / Auflichtung und unter Rückgriff auf künstliche Höhlenanreicherung mittels Kästen / „Biotopbäumen“ möglich). Mittlere Aufwertungseignung bei enger Benachbarung / Verzahnung mit Beständen des Typs 1 (dann nimmt der Nadelwald nach Auflichtung nur Funktionen als Nahrungshabitat wahr).

¹¹⁷ Z.B. Förderung von Lichtbaumarten wie z.B. Eiche, Aufschließen sehr emgständiger (Jung-)Bestände für jagende Fledermäuse. Auflichtungsmaßnahmen müssen in Bezug auf u.U. einhergehende nachteiligen Veränderungen der Habitateigenschaften infolge Auskühlung in der Nacht oder verstärkter Sonneneinstrahlung am Tage geprüft werden.

¹¹⁸ Für die Mopsfledermaus vgl. KORTMANN et al. (2017) und RACHWALD et al. (2022).

7.6 Hinweise zu Nachkontrollen / Risikomanagement

Prognose- und Entwicklungsrisiken sind im Rahmen der Planung, insbesondere in Bezug auf bestimmte Maßnahmen, u.U. nicht vollständig vermeidbar.

Je nachdem, welche kritischen Pfade aufgrund der Prognosen identifiziert wurden, ist ein sogenanntes Risikomanagement erforderlich. Hierunter wird die systematische Erfassung und Bewertung durch ein Monitoring sowie die Steuerung bzw. Reaktion auf Fehlentwicklungen mit Vorsorge- und Korrekturmaßnahmen verstanden. Auslöser für ein Risikomanagement (und Monitoring) bei Straßenbauvorhaben können sein:

- Ex ante nicht ausräumbare Wissensdefizite und Prognoseungenauigkeiten bei der Beurteilung der Projektwirkungen.
- Ex ante nicht ausräumbare erfolgsrelevante Prognoseunsicherheiten bezüglich der Entwicklung der Maßnahmen.¹¹⁹

Die Fragestellungen, Methoden und Reaktionsnormen des Risikomanagements sind entsprechend der prognostizierten Wirkungspfade und Risiken im Rahmen der Erstellung der PF-Unterlagen detailliert zu entwickeln.

Daneben existieren u.U. Risiken, welche v.a. die Entwicklung der Maßnahmen betreffen, bspw. die ausreichende Bereitstellung geeigneter Zustände von Nahrungshabitaten oder die Vollständigkeit geplanter Maßnahmen zur Verminderung des Kollisionsrisikos, infolge Nicht- oder Schlechtdurchführung von Maßnahmen.

Ein darauf eingehendes gestuftes System von Nachkontrollen aus Umweltbaubegleitung, Herstellungs- und speziellen Funktionskontrollen sehen die „Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau“ (RLBP) (BMVBS 2011) vor.

Auf die „Hinweise zu Risikomanagement und Monitoring im Straßenbau“ (HRM) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV 2019), welches v.a. das fallweise notwendige spezielle Risikomanagement behandelt, wird verwiesen.

¹¹⁹ „Angesichts „der mit einer Umsiedlung in vielen Fällen offenkundig verbundenen Unsicherheiten genügt es nicht, die Funktionalität der Ersatz-Lebensstätten im Sinne einer einfachen Pflege- und Funktionskontrolle zu überwachen (Monitoring). Vielmehr sind die Ersatzlebensräume in einem festgelegten Turnus nach der Umsiedlung auf Besatz zu kontrollieren“ (BVerwG, Urteil vom 6.11.2013 - 9 A 14.12 Rn. 123 zur Haselmaus).

8 Literatur

- Abbott, I. M.; Berthiussen, A.; Stone, E.; Boonman, M.; Melber, M.; Altringham, J. (2015): Bats and roads. (In: Handbook of road ecology. Van der Ree, R.; Smith, D. J.; Grilo, C. (Hrsg.). 290-299.
- Abbott, I.; Harrison, S.; Butler, F. (2012): Clutter adaption of bat species predicts their use of under-motorway passageways of contrasting sizes - a natural experiment. *Journal of Zoology* Bd. 286 (3). Online-ISSN 1469-7998.
- Adams, A.M.; Jantzen, M.; Hamilton, R.; Fenton, M. (2012): Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution*. Volume 3, Issue 6, pages 992–998, DOI: 10.1111/j.2041-210X.2012.00244.x.
- Adams, A. M.; McGuire, L. P.; Hooton, L. A.; Brock Fenton, M. (2015): How high is high? Using percentile thresholds to identify peak bat activity. *Canadian Journal of Zoology* 93 (4). 307-313.
- Adriaensen, F.; Chardon, J.P.; De Blust, G.; Swinnen, E.; Villalba, S.; Gulincx, H.; Matthysen, E. (2003): The application of "least-cost" modelling as a functional landscape model. *Landscape and Urban Planning* 64: 233-247.
- Albrecht, K., T. Hör, F. W. Henning, G. Töpfer-Hofmann, & C. Grünfelder (2014): Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen im Zusammenhang mit landschaftsplanerischen Fachbeiträgen und Artenschutzbeitrag. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 02.0332/2011/LRB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Schlussbericht 2014.
- Altringham, J. (2008): Bat Ecology and Mitigation. May 2008. Summary of Proof of Evidence. On behalf of the White Horse Alliance. Public Inquiry into the A350 Westbury Bypass. www.wiltshire.gov.uk/westbury-bypass-inquiry-proof-altringham.pdf. 39 S. (20.07.2009).
- Altringham, J., Kerth, G. (2016): Bats and Roads, in: Voigt, C.C., Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing, Cham, pp. 35–62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_3.
- Amelon, S.; Dalton, D. C., Millsaugh, J. J. (2009): Radiotelemetry; techniques and analysis. IN: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* / ed. Thomas H. Kunz and Stuart Parsons. Baltimore (University Press): 57-77. <http://hdl.handle.net/10113/38180> (20.10.2010).
- Anlauf, A.; Klima, M.; König, B.; Wieland, S. (2004): Untersuchungen zur Aktivität von Fledermäusen in der Zitadelle Spandau Abschlussbericht. Bundesanstalt für Gewässerkunde (Eigenverlag). 46 S. + Anhang.
- ARGE Fledermäuse und Verkehr, Lüttmann, J., Fuhrmann, M., Hellenbroich, T., Kerth, G., Siemers, S. et al. (2014): Zerschneidungswirkungen von Straßen und Schienenverkehr auf Fledermäuse. Quantifizierung und Bewältigung verkehrsbedingter Trennwirkungen auf Fledermauspopulationen als Arten des Anhangs der FFH-Richtlinie. Schlussbericht Dezember 2013 – FuE-Vorhaben 02.0256/2004/LR. des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung. 348 S. – Bonn/Trier. https://www.foea.de/images/downloads/ARGE_Fledermaeuse_Verkehr_FE-Gutachten_2014-03-05.pdf.
- ARGE Querungshilfen (2003): Querungshilfen für Fledermäuse. Schadensbegrenzung bei der Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsprojekte. Kenntnisstand - Untersuchungsbedarf im Einzelfall - fachliche Standards zur Ausführung. Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft Querungshilfen. Robert Brinkmann, Gundelfingen; Lothar Bach, Bremen; Martin Biedermann, Jena; Markus Dietz, Laubach; Carsten; Dense, Osnabrück; Wolfgang Fiedler, Radolfzell; Malte Fuhrmann, Oberwallmenach; Andreas Kiefer, Mainz; Herman Limpens, Wageningen; Ivo Niermann, Hannover; Wigbert Schorcht, Walldorf; Ulf Rahmel, Harpstedt; Guido Reiter, Wilhering; Matthias Simon, Marburg; Claude Steck, Zürich. http://www.buero-brinkmann.de/Positionspapier_2003_4.pdf. Download vom 06.10.03.
- Aschoff, T.; Holderied, M.; Markmann, U.; Runkel, V. (2006): Forstliche Maßnahmen zur Verbesserung von Jagdlebensräumen von Fledermäusen. Abschlussbericht für die Vorlage bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. <http://www.dbu.de/PDF-Files/A-22437.pdf> 20.10.08. 70 S.
- Azam, C.; Kerbiriou, C.; Vernet, A.; Julien, J.-F.; Bas, Y. (2015): Is part-night lighting an effective measure to limit the impacts of artificial lighting on bats? *Global Change Biology* 21. 4333 – 4341.
- Bach, L. (2008): Zusammenfassung des Vortrags. Veranstaltung: „Eingriffsplanungen und Managementpläne für Fledermäuse“ Österreichische Akademie für Umwelt und Natur. 31. 01. - 01.02.2008. Schloss Hagenberg, A-4232 Hagenberg. www.natur-ooe.at/natur_ooe/media/pdf_content_natur/VortragBach.pdf 5 S.
- Bach, L.; Brinkmann, R.; Limpens, H.; Rahmel, U.; Reichenbach, M.; Roschen, A. (1999): Bewertung und planerische Umsetzung von Fledermausdaten im Rahmen der Windkraftplanung. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* 4. 163 – 170.

- Bach, L.; Limpens, H. J. G. A.; Burkhardt, P. (2004): Tunnels as a possibility to connect bat habitats. *Mammalia* 2004 68 (4). 411 – 420.
- Bhardwaj M, Soanes K, Lahoz-Monfort JJ, Lumsden LF, van der Ree R (2021) Insectivorous bats are less active near freeways. *PLoS ONE* 16(3): e0247400. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247400>.
- Barataud, M. (2015): Acoustic ecology of European bats. Species Identification and Studies of Their Habitats and Foraging Behaviour. Biotope Editions, Mèze; National Museum of Natural History, Paris, 340 S.
- Barré, K., Spoelstra, K., Bas, Y. et al. (2020). Artificial light may change flight patterns of bats near bridges along urban waterways. *Animal Conservation*. 10.1111/acv.12635.
- BCT (Hrsg.) (2016): Bat Surveys for Professional Ecologists: Good Practice Guidelines (3rd ed.). Ed. Collins, J. im Auftrag des Bat Conservation Trust. ISBN-13 978-1-872745-96-1. https://cdn.bats.org.uk/uploads/pdf/Resources/Bat_Survey_Guidelines_2016_NON_PRINTABLE.pdf?v=1542281971 (2.12.2021). 103 S.
- Belkin, B.; Steinborn, H. (2014): Wie die Technik die Bewertung in Fledermausgutachten beeinflusst - Ergebnisse einer Auswertung verschiedener bodengestützter Fledermauserfassungsgeräte. Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung GmbH. http://www.arsu.de/sites/default/files/einzelpositionen/positionen_05-2014_belkin_steinborn_fledermaushorchkisten.pdf (04.01.2016).
- Bernotat, D.; Dierschke, V. (2016): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen - 3. Fassung - Stand 20.09.2016. http://www.gavia-ecoresearch.de/ref/pdf/Bernotat_Dierschke_2016.pdf.
- Bernotat, D., Dierschke, V. (2021). Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. Teil II.7: Arbeitshilfe zur Bewertung der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an Straßen. 4. Fassung, Stand 31.08.2021. 47 S. DOI: 10.13140/RG.2.2.23924.68480.
- Berthe, S. (2010): Conséquences du remembrement et de la fragmentation des haies sur l'activité des chiroptères du Coglais. Université de La Rochelle Master 2 Professionnel. Sciences pour l'Environnement. <https://www.bretagne-vivante.org> (20.06.2020).
- Berthinussen, A.; Altringham, J. (2012): Do Bat Gantries and Underpasses Help Bats Cross Roads safely? *PLoS ONE* 7(6): e38775. doi:10.1371/.
- Berthinussen, A.; Richardson O. C.; Altringham, J. D. (2015): Bat Conservation - Global evidence for the effects of interventions. Synopses of Conservation Evidence, Volume 5. The Quarterly Review of Biology 2015 (Stand 3.3.2014) doi: 10.1086/681460.
- Bettendorf, J. (2017a): Fledermausquartiere und Straßenbau – vom Erstnachweis einer Langohr-Wochenstube bis zum Abriss des Quartiergebäudes. FÖA Landschaftsplanung GmbH. Posterbeitrag im Rahmen der Landschaftstagung der FGSV 2017 – Veitshöchheim (18./19. Mai) – AK 2.9.1 / AK 2.9.6 der FGSV.
- Bettendorf, J. (2017b): Erfassung und Bergung von Fledermäusen im Zuge der Baufeldfreimachung in Wäldern. FÖA Landschaftsplanung GmbH. Posterbeitrag im Rahmen der Landschaftstagung der FGSV 2017 – Veitshöchheim (18./19. Mai) – AK 2.9.1 / AK 2.9.6 der FGSV.
- BfN / Bundesamt für Naturschutz (2020): Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen: Anforderungen an eine nachhaltige Außenbeleuchtung. BfN-Schriften 543. 2020. https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/skripten/skript543_4_auf.pdf. Abgerufen am 20.12.2021.
- BfN / Bundesamt für Naturschutz (o.J.): FFH-VP-Info: Fachinformationssystem zur FFH-Verträglichkeitsprüfung, www.ffh-vp-info.de, Großes Mausohr. Empfindlichkeiten / Auswirkungen. Abgerufen am 14.12.2021.
- BfN / Bundesamt für Naturschutz (o.J.): Internethandbuch Fledermäuse: Stand / Anhang IV FFH-Richtlinie > Säugetiere - Fledermäuse > Braunes Langohr (*Plecotus auritus*) > Lokale Population & Gefährdung. Abgerufen am 20.12.2021.
- Biedermann, M. (2008): Wirksamkeit von Schadensbegrenzungsmaßnahmen für die Kleine Hufeisennase am Beispiel der neu gebauten Autobahn Dresden-Prag. Veranstaltung: "Eingriffsplanungen und Managementpläne für Fledermäuse". Österreichische Akademie für Umwelt und Natur. 31.01.- 01.02.2008. Schloss Hagenberg, A-4232 Hagenberg. www.fledermausschutz.at/downloads/Vortrag-Biedermann.pdf.
- Biedermann, M.; Bontadina, F.; Brinkmann, R.; Dietz, C.; Dietz, I.; Karst, I.; Niermann, I.; Schauer-Weissahn, H.; Schorcht, W. (2015): Einzelfallstudien zum Querungsverhalten der Nymphenfledermaus *Myotis alcaethoe* an Straßen. Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Verbreitung und Ökologie der Nymphenfledermaus. 58-71.

- Biedermann, M.; Meyer, I.; Schorcht, W.; Bontadina, F. (2004): Sonderuntersuchung zur Wochenstube der Kleinen Hufeisennase in Friedrichswalde-Ottendorf / Sachsen. DEGES, Berlin. http://www.swild.ch/deges/Sonderuntersuchung_Ottendorf2004_V2.0.pdf.
- Billington, G. (2013): A487 Llanwnda to South of Llanllyfni Bat Surveys. Interim Report Period April to November 2012. Greena Ecological Consultancy, Report 28, Draft V2.
- Blohm, T., Gille, H.; Hauf, H.; Heise, G.; Hörn, J. (2005): Bemerkungen zur Störungstoleranz des Mausohrs (*Myotis myotis*) im Wochenstubenquartier. *Nyctalus* (N.F.) 10 / Heft 2 (2005). 99-107.
- BMVBW (2004): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung im Bundesfernstraßenbau (Leitfaden FFH-VP). <http://www.bmvi.de/>.
- BMVBS (2011): Richtlinien für die landschaftspflegerische Begleitplanung im Straßenbau (RLBP). <http://www.bmvi.de/>.
- BMVI (2017): Handbuch für die Vergabe und Ausführung von freiberuflichen Leistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA F-StB). Stand Januar 2017. Darin: "Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen im Zusammenhang mit landschaftsplanerischen Fachbeiträgen und Artenschutzbeitrag, Schlussbericht 2014". <http://www.bmvi.de/>.
- Boye, P.; Dietz, M. (2005): Development of good practice guidelines for woodland management for bats. BCT / (Hrsg.). English Nature Research Reports 661. English Nature. Peterborough. ISSN 0967-876X, 89 S.
- Boye, P., Dense, C. & R. Rahmel (2004): *Myotis dasycneme*. In: Petersen, B., G. Ellwanger, R. Bless et al. (Bearb.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland, Band 2: Wirbeltiere: 482-488.
- Boldogh, S.; Dobrosi, D.; Samu P. (2007): The effects of the illumination of buildings on house-dwelling bats and its conservation consequences. *Acta Chiropterologica* 9 (2). 527 – 534.
- Boonman, M. (2011): Factors determining the use of culverts underneath highways and railway tracks by bats in lowland areas. *LUTRA* 54 (1) http://www.buwa.nl/fileadmin/buwa_upload/publicaties/NL/artikel_lutra_Martijn_Boonman.pdf (27.04.2012). 3 – 16.
- Boughey, K.L., Lake, I.R., Haysom, K.A., Dolman, P.M. (2011): Improving the biodiversity benefits of hedgerows: How physical characteristics and the proximity of foraging habitat affect the use of linear features by bats. *Biol. Conserv.* 144, 1790–1798. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.02.017>.
- Brändle, M. & R. Brandl (2001): Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. - *Journal of Animal Ecology*, 70, 491-504.
- Braun, M.; Dieterlen, F.; /Hrsg. (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 1. Allgemeiner Teil Fledermäuse (Chiroptera). Stuttgart (Ulmer). 687 S.
- Brinkmann, R., Bach, L., Dense, C., Limpens, H.J.G.A., Mäscher, G. & Rahmel, U. (1996): Fledermäuse in Naturschutz- und Eingriffsplanungen, Hinweise zur Erfassung, Bewertung und planerischen Integration. - *Naturschutz u. Landschaftsplanung*, 28(8): 229-236.
- Brinkmann, R.; Biedermann, M.; Bontadina, F.; Dietz, M.; Hintemann, G.; Karst, I.; Schmidt, C.; Schorcht, W. (2008): Planung und Gestaltung von Querungshilfen für Fledermäuse. Ein Leitfaden für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen. Entwurf. Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit. http://www.smwa.sachsen.de/set/431/Planung_Gestaltung_Querungshilfen_Flederm%C3%A4use_Leitfaden_Entwurf.pdf 134 S.
- Brinkmann, R.; Biedermann, M.; Bontadina, F.; Dietz, M.; Hintemann, G.; Karst, I.; Schmidt, C.; Schorcht, W.; Eidam, T.; Lindner, M. (2012): Planung und Gestaltung von Querungshilfen für Fledermäuse. Eine Arbeitshilfe für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen. Arbeitsgruppe zur Erstellung einer Arbeitshilfe für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen.. Redaktion: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/18190/documents/24396>.
- Britschgi, A., Theiler, A.; Bontadina, F. (2004): Wirkungskontrolle von Verbindungsstrukturen. „Heckenexperiment“, Bestandteil der Sonderuntersuchung zur Wochenstube der Kleinen Hufeisennase in Friedrichswalde-Ottendorf / Sachsen <http://www.swild.ch/deges/Hecke.pdf>. Swild, Zürich: 1-23.
- Budenz, T., Gessner, B., Lüttmann, J., Molitor, F., Servatius, K., and Veith, M. (2017). Up and down: *B. barbastellus* explore lattice towers. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 28(2), pp.272-276. <https://doi.org/10.4404/hystrix-00009-2017>.
- Burette, L. (2013): Utilisation d'un aménagement de type passerelle par les Chiroptères du genre *Rhinolophus*. Masterarbeit Université de Rennes. Betreuer: L. Arthur, Muséum d'histoire naturelle de Bourges, Bourges, Frankreich. 1-29.

- Burkhard, W.D.; Güttinger, R. (2011): Jagdgebiete und Jagdverhalten der Mückenfledermaus (*Pipistrellus pygmaeus*, Leach, 1825) am Bodensee. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 65. 199-215.
- CALTRANS (2016): Technical Guidance for Assessment and Mitigation of the Effects of Traffic Noise and Road Construction Noise on Bats. Bearb. E. West (Ecosystems Analysis). CALTRANS (California Department of Transportation), Division of Environmental Analysis. Sacramento. CA 95814 www.dot.ca.gov/hq/env/ 354 S.
- Capo, G.; Chaut J.; Arthur L. (2006): Quatre ans d'étude de mortalité sur deux kilomètres routier proche d'un site d'hibernation. *Symbioses* 15 (Mus. de Bourges). S. 45-46.
- Cichocki, Jan & Łupicki, Dariusz & Wązna, Agnieszka & Nowacka, Dagmara. (2013). Can bats be protected against highway collisions with vehicles?. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie*. 36. 70 - 78. https://www.researchgate.net/publication/260338387_Can_bats_be_protected_against_highway_collisions_with_vehicles (Zugriff 20.12.2021).
- Claireau F.; Bas, Y, Pauwels J., Barré K., Machon N., Allegrini B., Puechmaille S., C. Kerbiriou, (2019): Major roads have important negative effects on insectivorous bat activity, *Biological Conservation*, Volume 235, 2019, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.04.002>.
- Claireau, F., Bas, Y., Julien, J.-F., Machon, N., Allegrini, B., Puechmaille, S.J., Kerbiriou, C. (2019a): Bat overpasses as an alternative solution to restore habitat connectivity in the context of road requalification. *Ecol. Eng.* 131, 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.02.011>.
- Claireau, F., Bas, Y., Puechmaille, S.J., Julien, J.-F., Allegrini, B., Kerbiriou, C. (2019b). Bat overpasses: An insufficient solution to restore habitat connectivity across roads. *J. Appl. Ecol.* 56, 573–584. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13288>.
- Chirima, G. J., Owen-Smith, N. (2015). Comparison of kernel density and local convex hull methods for assessing distribution ranges of large mammalian herbivores. *Transactions in GIS* 21(2): 359-375.
- Christensen, M.; Fjederholt, E. T.; Baagoe, H.J.; Elmeros, M. (2016): SafeBatPaths. Fumbling in the dark - effectiveness of bat mitigation measures on roads. Hop-overs and their effects on flight heights and patterns of commuting bat. A field experiment. CEDR Transnational Road Research Programme. Call 2013 Roads and Wildlife. 30 S.
- Dietz, M., Weber, M. (2002): Von Fledermäusen und Menschen. Abschlussbericht des E+E-Hauptvorhabens „Schaffung eines Quartierverbundes für gebäudebewohnende Fledermausarten“. Schriftenreihe des Bundesamtes für Naturschutz. Landwirtschaftsverlag, Münster. 198 S.
- Dietz M, Krannich A (2019) Die Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteinii* – Eine Leitart für den Waldnaturschutz. Handbuch für die Praxis. Naturpark Rhein-Taunus, Idstein.
- Dietz, C. (2005): Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Sanierung von Natursteinbrücken und Wasserdurchlässen. Erfahrungsberichte aus der Straßenverwaltung. Innenministerium Baden-Württemberg (Hrsg.). Horb a. Neckar. http://www.fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/schutz_und_pflege_von_fledermausen/fledermausschutz-sanierung-bruecken.pdf (11.05.2009).
- Dietz, C.; Helvesen, O.; Nill, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Stuttgart. 399 S.
- Dietz, C.; Helvesen, O.; Nill, D. (2016): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas, Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Kosmos. 399 S. (2. Auflage).
- Dietz, C.; Kiefer, A. (2014): Die Fledermäuse Europas: kennen, bestimmen, schützen. Kosmos. 394 S.
- Dietz, M. (2010): Fledermäuse als Leit- und Zielarten für Naturwald orientierte Waldbaukonzepte. *Forstarchiv* 81: 69-75.
- Dietz, M. (2016): Effizienz von Querungshilfen für Fledermäuse. Monitoringergebnisse aus NRW. Vortrag. Tagung NUA "Fledermäuse in der Eingriffsplanung" 24.11.2016. Institut für Tierökologie und Naturbildung. 45 S.
- Doerpinghaus, A.; Eichen, C.; Gunnemann, H.; Leopold, P.; Neukirchen, M.; Petermann, J.; Schröder, E. (2005): Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Naturschutz und Biologische Vielfalt 20. Bundesamt für Naturschutz (BfN). 449 S.
- Dominoni, D., Halfwerk, W., Baird, E. et al. (2020). Why conservation biology can benefit from sensory ecology. *Nature Ecology & Evolution*. 4. 10.1038/s41559-020-1135-4.
- Dubos et al. (2020): Going beyond species richness and abundance: robustness of community specialisation measures in short acoustic surveys. https://www.researchgate.net/publication/346281409_Going_beyond_species_richness_and_abundance_robustness_of_community_specialisation_measures_in_short_acoustic_surveys.
- Elmeros, M.; Dekker, J. (2016): SafeBatPaths. Fumbling in the dark - effectiveness of bat mitigation measures on roads. Final

- report. CEDR Transnational Road Research Programme. Call 2013 Roads and Wildlife. 19 S..
- Elmeros, M.; Moller, J.D.; Dekker, J.; Garin, I.; Christensen, M.; Baagoe, H.J. (2016): SafeBatPaths. Fumbling in the dark - effectiveness of bat mitigation measures on roads. Bat mitigation on roads in Europe - a guideline. CEDR Transnational Road Research Programme. Call 2013 Roads and Wildlife. 56 S.
- Entwistle, A. C.; Racey, P. A.; Speakman, J. R. (1996): Habitat exploitation by a gleaning bat, *Plecotus auritus*. Philosophical Transaction Royal Society London B 351. 921-931.
- EUROBATS (Hrsg.) (2007) Schutz und Management unterirdischer Lebensstätten für Fledermäuse. EUROBATS Publication Series No. 2 (deutsche Fassung). Bearb.: Mitchell-Jones, A. J., Bihari, Z., Masing, M. & Rodrigues, L.; UNEP / EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 40 Seiten.
- EUROBATS (Hrsg.) (2010a): Schutz oberirdischer Quartiere für Fledermäuse (insbesondere in Gebäuden unter Denkmalschutz). EUROBATS Publication Series No. 4 (deutsche Version). Bearb.: Marnell, F. & P. Presetnik. UNEP / EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 59 S. 3. Auflage 2017.
- EUROBATS (Hrsg.) (2010b): Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats. EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP / EUROBATS Sekretariat, Bonn, Germany, 95 pp. (Battersby, J. / comp. 2010), 3rd edition 2017).
- EUROBATS (Hrsg.) (2015): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Windenergieprojekten – Überarbeitung 2014. Eurobats Publication Series No. 6. Bearb. Rodrigues, L.; Bach, L.; Dubourg-Savage, M.-J.; Karapandza, B.; Kovac, D.; Kervyn, T.; Dekker, J.; Kepewl, A.; Bach, P.; Collins, J.; Harbusch, C.; Park, K.; Micevski, J.; Mindermann, J.; Unep/Eurobats Sekretariat, Bonn, Germany. 143 S.
- EUROBATS (Hrsg.) (2019a): Leitfaden für die Berücksichtigung von Fledermäusen bei Beleuchtungsprojekten. Bearb.: Voigt, C.C, C. Azam, J. Dekker, J. Ferguson, M. Fritze, S. Gazaryan, F. Hölker, G. Jones, N. Leader, D. Lewanzik, H.J.G.A. Limpens, F. Mathews, J. Rydell, H. Schofield, K. Spoelstra, M. Zagmajster. EUROBATS Publication Series No. 8 (deutsche Ausgabe). UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Deutschland, 68 Seiten. https://www.eurobats.org/sites/default/files/documents/publications/publication_series/EUROBATS_PS08_DE_RL_web_neu.pdf
- EUROBATS (Hrsg.) (2019b): Guidance on the conservation and management of critical feeding areas and commuting routes for bats. EUROBATS Publication Series No. 9. Bearb.: Kyheröinen, E.M., S. Aulagnier, J. Dekker, M.-J. Dubourg-Savage, B. Ferrer, S. Gazaryan, P. Georgiakakis, D. Hamidovic, C. Harbusch, K. Haysom, H. Jahelková, T. Kervyn, M. Koch, M. Lundy, F. Marnell, A. Mitchell-Jones, J. Pir, D. Russo, H. Schofield, P.O. Syvertsen, A. Tsoar. UNEP/EUROBATS Sekretariat, Bonn, Germany, 109 pp.
- Europäische Kommission (2005): Bewertung, Monitoring und Berichterstattung des Erhaltungszustands. Vorbereitung des Berichts nach Art. 17 der FFH-Richtlinie für den Zeitraum von 2001 - 2007 (DocHab-04-03/03-rev.3). http://www.naturschutzrecht.eu/wp-content/uploads/2008/07/uebersetzung_bmu_habdoc_04-03-03_rev3.pdf (Deutsche Übersetzung durch BMU) (22.02.2011). 28 S.
- Europäische Kommission (2021): Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der FFH-Richtlinie. Mitteilung der Kommission 12.10.2021. https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_de.pdf. (Zugriff 16.11.2021).
- Europäische Kommission (2021): Prüfung von Plänen und Projekten in Bezug auf Natura-2000-Gebiete. Methodik-Leitlinien zur Erfüllung der Vorgaben des Artikels 6 Absätze 3 und 4 der FFH-Richtlinie 92/43/EWG. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/methodological-guidance_2021-10/DE.pdf (Zugriff 16.11.2021).
- Europäische Kommission (2019): Natura 2000 – Gebietsmanagement – Die Vorgaben des Artikels 6 der Habitat-Richtlinie 92/43/EWG. Vermerk der Kommission C(2018) 7621 final, 21.11.2018. https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/DE_art_6_guide_jun_2019.pdf. (Zugriff 16.11.2021).
- Fensome, A.G., Mathews, F., 2016. Roads and bats: a meta-analysis and review of the evidence on vehicle collisions and barrier effects. *Mammal Rev.* 46, 311–323. <https://doi.org/10.1111/mam.12072>.
- Fenton, M. B.; Bouchard, S.; Vonhof, M.J.; Zigouris, J. (2001): Time Expansion and Zero-Crossing period meter systems present significantly different views of ecolocation calls of bats. *Journal of Mammalogy*. 721-727.
- Fernandez-Bou, M.; Flaquer, C.; Rosell, C.; Matas, R.M.; Siller, J.M.; Garcia-Rafols, R. (2010): Monitoring the effect of a screen installed to mitigate the impact of a high speed railway on bats. Tagung IENE 2010 (Budapest and Velence, Hungary, 27.9. - 1.10.2010). Poster + Abstract 2 p.
- Fernández-Bou, M (2010): Monitoring the Effect of a Screen Installed to Mitigate the Impact of a High Speed Railway to Mitigate the Impact of a High Speed Railway on Bats. *Methods*, 88(2).

- Finch, D., Schofield, H. & Mathews, F. (2020): Traffic noise playback reduces the activity and feeding behaviour of free-living bats. *Environmental Pollution*. 263. 114405. 10.1016/j.envpol.2020.114405.
- FGSV (2008): Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ). Ausgabe 2008. FGSV-Nr. 261. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Straßenentwurf. (FGSV-Verlag Köln). 48 S.
- FGSV (2019): H RM - Hinweise zum Risikomanagement und Monitoring landschaftspflegerischer Maßnahmen im Straßenbau. Ausgabe 2019. Technische Regelwerke. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. FGSV-Nr. 248/2. Köln.
- FÖA (2001): BAB A 33, Bauabschnitt 7/1, FFH-VU Tatenhauser Wald, Teilgutachten zur möglichen Beeinträchtigung der Bechsteinfledermaus. Bearb. J. Lüttmann, R. Uhl, D. Matzik, L. Bach & M. Weishaar. Erläuterungsbericht. Im Auftrag des Landesbetrieb Straßen NRW, NL Bielefeld. 28 S. + Anhänge.
- FÖA (2011): Monitoring einer Querungshilfe für Fledermäuse unter bes. Berücksichtigung des Großen Mausohrs. BAB A38, VKE 5614 – Funktionskontrolle 2010. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der DEGES, Berlin.
- FÖA (2013): Sonderuntersuchung. Geländeuntersuchungen zur Erfassung des Verhaltens von Fledermäusen an Fledermausflugrouten über die B189 im Waldgebiet Colbiz-Letzlinger Heide. Im Auftrag der Landesstraßenbauverwaltung LSA, NL Süd (Halle/Saale). Unveröffentlichter Bericht, Halle. Stand 27.05.2013.
- Fourasté, S., Cosson, E., Planckaert, O., Henoux, V. (2014): Systems to help with the crossing of roads - Integrated conservation and management of two bat species, the Greater Horseshoe Bat and Geoffroy's Bat in the Mediterranean region of France. Hrsg.: Parc naturel régional de Camargue. Life+ Chiro Med Programme, Technical Guide No.1. http://www.parc-camargue.fr/newsletter/lifechiromed_technical_guide_n1_ecran.pdf. 31 S.
- Froidevaux, JSP, Boughey, KL, Hawkins, CL, Broyles, M, Jones, G. (2019): Managing hedgerows for nocturnal wildlife: Do bats and their insect prey benefit from targeted agri-environment schemes? *J Appl Ecol*. 56: 1610– 1623. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13412>.
- Fure, A. (2012): Bats and lightning - six years on. *The London Naturalist*, No. 91. 69-88.
- Gessner, B. (2011): Entwicklung methodischer Standards zur Erfassung von Fledermäusen im Rahmen von Straßenprojekten in Rheinland-Pfalz. Koblenz. Landesbetrieb Mobilität Rheinland Pfalz (Hrsg.). Bearb. B. Gessner. http://hochmose-luebergang.rlp.de/pdf/Landespflege/Handbuch_Fledermaeuse_LBM_2011-03-24.pdf. 160 pp.
- Gilmour, L. (2014): Modelling, Mapping and monitoring bats. Species distribution modelling for Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*) in Britain and the use of acoustic lure to study bats in woodlands. <http://www.researchgate.net/> <http://www.researchgate.net/> DOI: 10.13140/2.1.4194.9767. 122 S.
- Goiti, U.; Aihartza, J.; Garin, I.; Salsamendi, E. (2007): Surveying for the rare bechstein's bat (*Myotis Bechsteinii*) in Northern Iberian peninsula by means of an acoustic lure. *Hystrix It. J. Mamm. (n.s.)* 18 (2). 215-223.
- Gomes, D. & Goerlitz, H. (2020). Individual differences show that only some bats can cope with noise-induced masking and distraction. *PeerJ*. 8. e10551. 10.7717/peerj.10551.
- Gorresen, P.M.; Cryan, P.M.; Dalton, D.C.; Wolf, S.; Bonaccorso, F.J. (2015): Ultraviolet vision may be widespread in bats. *Acta Chiropterologica* 17 (1). 193-198.
- Greif, S.; Zsebok, S.; Schmieder, D.; Siemers, B. (2017): Acoustic mirrors as sensory traps for bats. *Science* 8 (Sept. 2017). Vol. 357 (6355): 1045-1047.
- Gula, R.; Theuerkauf, J.; (2013): The need for standardization in wildlife science: home range estimators as an example. *European Journal of Wildlife Research*. October 2013, Volume 59, Issue 5, pp 713-718.
- Haensel, J.; Thomas, H.-P.; (2006): Sprengarbeiten und Fledermausschutz - eine Analyse für die Naturschutzpraxis. *NYCTALUS* 2006 (11), Heft 4. 344-358.
- Hale, J.; Fairbrass, A.; Methews, T.; Davies, G; Sadler, J. (2015): The ecological impact of city lighting scenarios: exploring gap crossing thresholds for urban bats. *Global Change Biology* 21 (7): 1521-1530. DOI: 10.1111/gcb.12884.
- Hammer, M.; Zahn, A. (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen - Version 1 –Oktober 2009. Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern. http://www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprogramme_zoologie/fledermaeuse/doc/lautzuordnung.pdf (12.12.2014).
- Hammer, M.; Zahn, A. (2011): Empfehlungen für die Berücksichtigung von Fledermäusen im Zuge der Eingriffsplanung insbesondere im Rahmen der saP - Stand: April 2011. Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern. http://fledermaus-bayern.de/content/fldmcd/infomaterial_und_artikel/beruecksichtigung_bei_eingriffsplanung.pdf (05.02.2013).

1 – 14.

- Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trehwella, W. J., Woollard, T. & Wray, S. (1990). Home-range analysis using radio-tracking data: a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mamm. Rev.* 20: 97-123.
- Highways Agency (2008): Natur conservation advice in relation to bats. Interim Advice Note 116/08. Highways Agency, The Scottish executive Development Department, The national Assembly for Wales, The Department for Regional Development. IAN 116/08 (Oct 08). www.standardsforhighways.co.uk/ians/pdfs/ian116.pdf (08.03.2009). 57 S.
- Hill, D.A.; Greenaway, F. (2005): Effectiveness of an acoustic lure for surveying bats in British woodlands. *Mammal Review.* 35 (2005). 116-122.
- Hurst, J., Biedermann, M., Dietz, C. et al. (2016) Fledermäuse und Windkraft im Wald: Überblick über die Ergebnisse des Forschungsvorhabens. In: Hurst J, Biedermann M, Dietz C. et al. (Hrsg) Fledermäuse und Windkraft im Wald. Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bd. 153. Springer, Berlin, S 17–66.
- Huggins, B. (2021): Das artenschutzrechtliche Tötungsverbot als abgestuftes Schutzregime. *NuR* (2021) 43:73-82.
- Jerem, P. & Halfwerk, W. (2021). A systematic review of the combined ecological impact of anthropogenic noise and artificial light at night. *Frontiers in Ecology and Evolution.* 9. 10.3389/fevo.2021.765950.
- Jung, K.; Kalko, E. K. V. (2010): Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammalogy*, 91(1). 144 – 153.
- Karst, I., Biedermann, M., Schorcht, W., Bontadina, F. (2019): Verhindern Schutzzäune Kollisionen von Fledermäusen an Straßen? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 01/2019. 28-35.
- Kelm, D., Lenski, J., Kelm, V., Toelch, U., Dziok, F. (2014): Seasonal Bat Activity in Relation to Distance to Hedgerows in an Agricultural Landscape in Central Europe and Implications for Wind Energy Development. *Acta Chiropterologica* 16. DOI 10.3161/150811014X683273.
- Kenward, R. E. (1987): *Wildlife radio-tagging*. Academic Press, London, U. K. 222 S.
- Kerth, G. (1997): Verbreitung und Schutz waldlebender Fledermausarten unter besonderer Berücksichtigung der Bechsteinfledermaus (*Myotis bechsteini*) in den Laubwäldern Mainfrankens. *Naturschutzzentrum Wasserschloß Mitwitz. Materialien* 1/97. 27-29.
- Kerth, G.; Melber, M. (2009): Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two endangered bat species that differ in foraging ecology and wing morphology. *Biological Conservation* Vol. 142 (2): 270-279.
- Kerth, G.; Wagner, M.; Weisman, K.; König, B. (2002): Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. In: Meschede, A., K.-G. Heller & P. Boye (Bearb.): *Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern - Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 71. Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz: 99-108.
- Kitzes, J., Merenlender, A. (2014): Large Roads Reduce Bat Activity across Multiple Species. *PLoS ONE* 9(5). 7 S.
- Klenke, R.; Biedermann, M.; Keller, M.; Lämmel, D.; Schorcht, W.; Tschierschke, A.; Zillmann, F.; Neubert, F. (2004): Habitatsprüche, Strukturbindung und Raumnutzung von Vögeln und Säugetieren in forstwirtschaftlich genutzten und ungenutzten Kiefern- und Buchenwäldern. *Beiträge Forstwirtschaft und Landschaftsökologie* 38: 102-110.
- Kortmann, M., Hurst, J., Brinkmann, R., Heurich, M., Silveyra González, R., Müller, J. and Thorn, S. (2018), Beauty and the beast: how a bat utilizes forests shaped by outbreaks of an insect pest. *Anim Conserv*, 21: 21-30. <https://doi.org/10.1111/acv.12359>. (21.01.2022).
- Kramer-Rowold, E.; Rowold, W. (2011): *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik*. Heft 1060. Bundesminister für Verkehr, Abteilung Straßenbau. (Zugleich Schlussbericht zum FE 02.262/2005 LRB "Straßenausstattung und Fallenwirkung für Tiere). Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen Bergisch-Gladbach (BAST). 157 S.
- Krapp, F. / (Hrsg.) 2001, *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 4: Fledertiere, Teil I. 612 S.
- Krull, D.; Schumm, A.; Metzner, W.; Neuweiler, G. (1991): Foraging areas and foraging behaviour in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus* (Vespertilionidae). *Behavioural ecology and sociobiology* 28. 247 – 253.
- Kugelschafter, K. (2021): Bestandsmonitoring mittels Fledermauslichtschrankensystemen. Mittschnitt des Vortrages zur Sommertagung der Deutschen Fledermauswarte am 19.06.21 (Zitadelle Spandau, Berlin). <https://youtu.be/D3-fwJ9zFrk> (22.01.2022).

- Kuijper, D.P.J.; Schut, J.; van Dullemen, D.; Toorman, H.; Goossens, N.; Ouwehand J.; Limpens, H.J.G.A. (2008): Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*). *Lutra* 2008 51 (1): 37-49 <http://www.zoogdiervereniging.nl/sites/default/files/imce/nieuwewebsite/Publicatie%20fotos/Lutra/downloads/Lutra%2051-1%20Kuijper%20et%20al.pdf>.
- Kunz, H., Parsons, S. (Hrsg.) (2009): *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Baltimore (University Press): 920 S.
- Kurtze, W. (2012): Die Einwirkung urbaner Strukturen auf Fledermäuse, dargestellt am Beispiel der Stadt Stade (Niedersachsen). *NYCTALUS* 2012 Band 17 Heft 1-2. 46 – 60.
- Kusch, J.; Weber, C.; Idelberger, S.; Koob, T. (2004): Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in an western European low mountain range forest. *Folia Zoologica* 53 (2). 113 – 128.
- Lacoeuilhe, A.; Machon, N.; Julien, J. F.; Le Bocq, A.; Kerbiriou, C. (2014): The Influence of Low Intensities of Light Pollution on Bat Communities in a Semi-Natural Context. *PLOS ONE* www.plosone.org - Volume 9 | Issue 10 | e103042. 8 S.
- Lacoeuilhe A., Machon N., Julien J.-F. & Kerbiriou C. (2016) Effects of hedgerows on bats and bush crickets at different spatial scales. *Acta Oecologica*, 71, 61–72.
- LANA (2001): Mindestanforderungen für die Erfassung und Bewertung von Lebensräumen und Arten sowie die Überwachung nach FFH-RL. Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA). LANA-Beschluss am 20./21.09.2001 in Pinneberg. Bundesamt für Naturschutz. http://www.bfn.de/03/030306_lana.pdf.
- LANA (2009): Hinweise zu zentralen unbestimmten Rechtsbegriffen des Bundesnaturschutzgesetzes. Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA). Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (Hrsg.). 26 S.
- LANU; Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2008): Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein. www.schleswig-holstein.de/.../Publikation__Wind__Voegel,templateId=raw,property=publicationFile.pdf vom 19.12.2009.
- Lau, C. (2018): Das Höhenflugverhalten der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) entlang zweier Klimamasten im Osburger Hochwald. Masterarbeit im Studiengang: Umweltbiowissenschaften der Universität Trier. Unveröff. 67 S.
- Leitl, R. (2013): Jagdhabitatnutzung von Fledermäusen in Wald-Gewässer-Insellagen. DBU-Abschlussbericht (AZ 26538) „Fledermausprojekt Biesenbrow“. Im Auftrag der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). 139 S.
- Leitl, R. (2021): Fledermäuse in Wäldern Nordostbayerns. Erfassung vorhandener Kästen und deren Belegung in einer Synchronzählung im Sommer 2017. Fledermausschutz in Bayern. *UmweltSpezial*. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). 120 S.
- Lesinski, G.; Sikora, A.; Olszewski, A. (2011): Bat casualties on a road crossing a mosaic landscape. *European Journal of Wildlife Research*, Volume 57, Issue 2. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-010-0414-9> (27.07.2011).
- Lewanzik, D.; Voigt, C. (2016): Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. *Journal of Applied Ecology*; DOI: 10.1111/1365-2664.12758.
- Limpens, H.; Kapteyn, K.; (1991): Bats, their behaviour on linear landscape elements. *Myotis* 29. 39-48.
- Limpens, H. J. G. A.; Roschen, A. (1996): Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung, Teil 1 – Grundlagen. *Nyctalus N.F.* 6(1): 52-60.
- Limpens, H. J. G. A.; Roschen, A. (2002): Bausteine einer systematischen Fledermauserfassung. Teil 2: Effektivität, Selektivität und Effizienz von Erfassungsmethoden. *Nyctalus N. F.* 8(2): 159-178.
- Limpens, H.; Twisk, P.; Veenbaas, G. (2005): Bats and road construction (Engl. Fassung). Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General for Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Institute (Delft) & Association for the Study and Conservation of Mammals (Arnhem). <http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/uploaded/DWW/2006-02/273409/DWW-2005-033%20Bats%20and%20road%20construction%20.pdf> (21.11.08). 24 S.
- Linton, D. (2011): Creating ponds for bats. A 50-year project to create a network of clean water ponds for freshwater wildlife. Million Ponds Project Pond Conservation. Pond Conservation Org.; Natural England; Bat Conservation Trust. 12 S.
- Loos, T. (2002): Vertikalstrukturen als Leitlinien Für Fledermäuse zwischen Wald und Umland. Diplomarbeit Universität Bremen. 73 S. + Anhang.
- Luo, I., Clarin, B., Borissov, I., Siemers, B. (2014): Are torpid bats immune to anthropogenic noise? *J Exp Biol* 1 April 2014;

- 217 (7): 1072–1078. doi: <https://doi.org/10.1242/jeb.092890>.
- Luo, J., Siemers, B. M., Koselj, K. (2015): How anthropogenic noise affects foraging. *Global Change Biology*, 21, 3278–3289.
- Lucan, R.K.; Andreas, M.; Benda, P.; Bartonicka, T.; Brezinová, T.; Hoffmannová, A.; Hulová, S.; Hulva, P.; Neckárová, J.; Reiter, A.; Svacina, T.; Sálek, M.; Horáček, I. (2009): *Alcathoe Bat (Myotis alcathoe) in the Czech Republic: Distribution Status, Roosting, and Feeding Ecology*. *Acta Chiropterologica* 11 (1). 61-69.
- Lüttmann, J. (2011): "Fledermausschutz beim Straßenbau" Ergebnisse des Forschungsvorhabens "Quantifizierung und Bewältigung verkehrsbedingter Trennwirkungen auf Fledermauspopulationen als Arten des Anhangs der FFH-Richtlinie", Landschaftstagung 2011 am 19./20. 5. 2011 in Halle/Saale. Vortrag. Unveröff.
- Lüttmann, J. (2013): Beeinflussen Querungshilfen und Schutzzäune das Querungsverhalten von Fledermäusen? Poster FGSV-Landschaftstagung 2013. AK 2.9.6. der FGSV Gruppe E „Artenschutz“ B9. DOI: 10.13140/RG.2.2.34952.75524.
- Lüttmann, J. & Bettendorf, J. (2018): Wirksamkeit von Querungshilfen über Straßen für Fledermäuse. Vortrag. Evidenzbasierter Fledermausschutz: Was funktioniert wie, wo und warum, und welche Wissenslücken bestehen? (Meeting on Evidence-based Conservation of Bats: What works how, where and why and what knowledge gaps do exist? 17th – 18th March 2018, Berlin, Germany). Tagungsbericht (Kurzfass. S. 51; als Mskr. verteilt).
- Lüttmann, J.; Kerth, G.; Weishaar, M. (2001): Untersuchungen zur Auswirkung des Autobahnbaues auf das Jagdverhalten und die Revierverteilung von Bechsteinfledermäusen. Bearb. Lüttmann, J., Kerth, G., Weishaar, M. Gutachten (FÖA Landschaftsplanung, Trier). Stand redakt. Änd. 02/2002. Im Auftrag des Landesbetrieb Straßen NRW, Niederlassung Bielefeld. 59 S. + Anhänge. http://www.foea.de/pdf/229emp_T01_v58%20mit%20Bildern_2.pdf (12.01.2011).
- Lüttmann, J.; Neu, C.; Trauschke, J. (2017): Monitoring of "Hop-overs" as Crossing structures for bats over 2-lane roads / Querungshilfen für Fledermäuse an 2-spurigen Straßen. Poster May 2017. Veithhöhnheim (Germany), Conference: FGSV Landschaftstagung 18.–19.05.2017. FÖA Landschaftsplanung GmbH, DOI: 10.13140/RG.2.2.14949.70886.
- Maltagliati, G. (2012): Behavioral ecology of bats in urban and suburban areas: an eco-ethological approach to conservation. *Universita degli studi di firenze*. https://www.researchgate.net/profile/Giacomo_Maltagliati/publication/259533356_Behavioral_ecology_of_bats_in_urban_and_suburban_areas_an_eco-ethological_approach_to_conservation/links/00b4952c6ca95c112f000000/Behavioral-ecology-of-bats-in-urban-and-suburban-areas-an-eco-ethological-approach-to-conservation.pdf?origin=publication_detail. 95 S.
- Markmann, U.; Runkel, V. (2009): Die automatische Rufanalyse mit dem batcorder-System. Erklärungen des Verfahrens der automatischen Fledermausruf-Identifikation und Hinweise zur Interpretation und Überprüfung der Ergebnisse. Version 1.0 (November 2009). <http://www.ecoobs.de/downloads/Automatische-Rufanalyse-1-0.pdf> (12.02.2010).
- Martindale, R. (2007): Bats and gaps in hedges (Abstract). Bat Conservation Trust. 31.08.- 02.09.2007 Conference abstracts 2007. http://www.bats.org.uk/news_events/documents/ABSTRACTSSept07.pdf (03.10.2010).
- Mathews, F.; Roche, N.; Aughney, T.; Jones, N.; Day, J.; Baker, J.; Steve, L. (2015): Barriers and benefits: implications of artificial night-lighting for the distribution of common bats in Britain and Ireland. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370 (1667). 20 S.
- Medinas, D.; Marques, J.T.; Mira, A. (2013): Assessing road effects on bats: the role of landscape, road features, and bat activity on road-kills, *Ecological Research*. March 2013, Volume 28, Issue 2, pp 227-237.
- Medinas, D., Ribeiro, V., Marques, J.T., Silva, B., Barbosa, A.M., Rebelo, H., Mira, A. (2019): Road effects on bat activity depend on surrounding habitat type. *Sci. Total Environ.* 660, 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.032>.
- Meschede, A.; Heller, K.G.; Leitz, R. (2000): Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. Teil 1. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 66. 374 S.
- Meschede, A.; Rudolph, B. (2004): Fledermäuse in Bayern. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV) und Bund Naturschutz in Bayern e.V. (BN). 411 S.
- Meschede, A.; Schorcht, W.; Karst, I.; Biedermann M.; Fuchs, D. & Bontadina, F. (2017): Wanderrouten der Fledermäuse. – BfN-Skripten 453.
- Millspaugh, J. J., R. A. Gitzen, J. L. Belant, R. W. Kays, B. J. Keller, D. C. Kesler, C. T. Rota, J. H. Schulz, and C. M. Bodinof. (2012): Analysis of radiotracking data. S. 480-50. In: N. J. Silvy, editor. *Wildlife Techniques Manual*. Johns Hopkins Press.
- MKULNV (Hrsg.) (2013): Leitfaden „Wirksamkeit von Artenschutzmaßnahmen“ für die Berücksichtigung artenschutzrechtlich

- erforderlicher Maßnahmen in NRW. Forschungsprojekt des Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) Nordrhein-Westfalen (Az.: III-4 - 615.17.03.09). Bearb. FÖA Landschaftsplanung GmbH (Trier): J. Bettendorf, R. Heuser, U. Jahns-Lüttmann, M. Klußmann, J. Lüttmann, Bosch & Partner GmbH: L. Vaut, Kieler Institut für Landschaftsökologie: R. Wittenberg. Düsseldorf. Schlussbericht. Stand: 5.2.2013. (Online: <http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/downloads>).
- MKULNV (Hrsg.) (2017): Methodenhandbuch zur Artenschutzprüfung in NRW - Stand: 9.3.2017. Forschungsprojekt des Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) Nordrhein-Westfalen (Az.: III-4 - 615.17.03.13). Bearb. FÖA Landschaftsplanung GmbH (Trier): M. Klusmann, J. Lüttmann, J. Bettendorf, U. Jahns-Lüttmann, R. Heuser; S. Sudmann (Büro Sterna, Kranenburg), W. Herzog (Büro BÖF, Kassel). Schlussbericht. Stand: 9.3.2017. (Online: <http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/downloads>). 61 S. + Anhänge.
- Moller, J.D.; Dekker, J.; Baagoe, H.J.; Garin, I.; Alberdi, A.; Christensen, M.; Elmeros, M. (2016): SafeBatPaths. Fumbling in the dark - effectiveness of bat mitigation measures on roads. Effectiveness of mitigating measures for bats - a review. CEDR Transnational Road Research Programme. Call 2013 Roads and Wildlife. 78 S.
- Murphy, S.; Hill, D.; Greenaway, F. (2009): Monitoring Light and Noise / Pilot study of a technique for investigating the effects of artificial light and noise on bat activity. School of Life Sciences University of Sussex Falmer, Brighton BN1 9QG. 32 S.
- NACHTaktiv & SWILD (2008): Monitoring von Schadensbegrenzungsmaßnahmen für die Kleine Hufeisennase, BAB A17, VKE 391.3 – Funktionskontrolle 2007. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der DEGES, Berlin, 47 Seiten.
- NACHTaktiv; SWILD (2020): Sonderuntersuchung zum Monitoring von Schadensbegrenzungsmaßnahmen für die Kleine Hufeisennase, Staatsstraße S170n (Freistaat Sachsen), Bereich Friedrichswalde Ottendorf: Nachweis aller im Bereich der Schutzzäune vorkommenden Fledermausarten, Endbericht Bauwerke und Zäune. Bericht im Auftrag der DEGES, Berlin. http://swild.ch/publi/NACHTaktiv+SWILD_Fledermausmonitoring_S170_alleArten_2016.pdf (16.01.2022).
- NACHTaktiv & SWILD. (2021): Sonderuntersuchungen zur Planung und ein 10-jähriges Monitoring als Erfolgskontrolle von Schadensbegrenzungsmaßnahmen für die Kleine Hufeisennase *Rhinolophus hipposideros* an der Deutschen Bundesautobahn BAB17 zwischen Dresden und Prag. Website mit den Ergebnissen und Publikationen. Erfurt & Zürich. <http://swild.ch/ottendorf>. doi: 10.13140/RG.2.2.35242.13763.
- Niethammer, J., Krapp, F. (Hrsg.) (2001): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 4/I, Fledertiere - Chiroptera I (Rhinolophidae, Vespertilionidae). Wiebelsheim.
- Niethammer, J., Krapp, F. (Hrsg.) (2004): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd.4/2 Fledertiere; Chiroptera, Vespertilionidae 2, Molossidae, Nycteridae. Wiebelsheim.
- Nowicki, F. (Hrsg.) (2016): Guide méthodologique. Chiroptères et infrastructures de transport. Direction technique Infrastructures de transport et matériaux (DTecITM) du Cerema. <http://www.infra-transport-materiaux.cerema.fr/chiropteres-et-infrastructures-de-transport-a6006.html>. 85 S.
- O'Connor, G.; Green, R.; Wilson, S. (2011): A Review of Bat Mitigation in Relation to Highway Severance (Sept. 2011). Highways Agency. http://assets.highways.gov.uk/specialist-information/knowledge-compendium/2009-11-knowledge-programme/A_Review_of_Bat_Mitigation_in_Relation_to_Highway_Severance_PIN_515368.doc.pdf (2.1.2018). 112 S.
- Orbach, D. N.; Fenton, B. (2010): Vision Impairs the Abilities of Bats to Avoid Colliding with Stationary Obstacles. PLoS ONE; www.plosone.org 1; 5 (11). 7 S.
- Patriarca, E.; Debernardi, P.; Garzoli, L. (2016): The bats of Gran Paradiso National Park: inventory and preliminary characterization of distribution, with evidence of the influence of artificial lighting. Poster. HYSTRIX the Italian Journal of Mammalogy 27 (Supplement). 129.
- Pechacek, P. (2005): Der Schwarzspecht im Spannungsfeld zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz - eine Einführung in das Thema. Host, S. (Hrsg.): Der Schwarzspecht - Indikator intakter Waldökosysteme? Tagungsband zum 1. Schwarzspechtsymposium der Deutschen Wildtier Stiftung in Saarbrücken vom 5.-6. November 2004: 11-20.
- Rachwald, Alek & Ciesielski, Mariusz & Szurlej, Marta & Żmihorski, Michał. (2022). Following the damage: Increasing western barbastelle bat activity in bark beetle infested stands in Białowieża Primeval forest. Forest Ecology and Management. 503. 119803. [10.1016/j.foreco.2021.119803](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119803). (01.12.2021)
- Rahmel, U., L. Bach, R. Brinkmann, H. Limpens & A. Roschen (2004): Windenergieanlagen und Fledermäuse – Hinweise zur Erfassungsmethodik. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 7: 265-272.

- Rainho, A.; Palmeirim, J. (2011): The Importance of Distance to Resources in the Spatial Modelling of Bat Foraging Habitat. *PLoS ONE* 6(4): e19227. doi:10.1371/journal.pone.0019227.
- Ramalho, D.F.; Aguiar, L.S.M (2021): Bats on the Road — A Review of the Impacts of Roads and Highways on Bats. *Acta Chiropterologica* 22(2), 417-433. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2020.22.2.015>. (01.12.2021).
- Ransome, R.D. (1990): (1990): The natural history of hibernating bats. C. Helm, London. 235 S.
- Reiter, G.; Zahn, A. (2006): Leitfaden zur Sanierung von Fledermausquartieren im Alpenraum. – INTERREG IIIB Projekt Lebensraumvernetzung. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.). München <http://www.lsn.tirol.gv.at/de/doc/sanierungsleitfaden.pdf>. 132 pp + Anhang.
- Rico, R.; Desbas, J.-B.; Bas, Y. (2013): Modelling Bat Mortality Risk on a Railway Using Acoustic Flight Path Reconstruction. Vortrag. International Bat Research Conference 2013 Costa Rica. http://www.biotope.fr/sites/biotope.fr/files/documents/biotope_yba_sonospot_ibrc2013.pdf (20.01.2015).
- Roemer, C. (2018): Bat collisions at secondary roads: the importance of bat density and flight behavior. IENE 2018, Bats and Infrastructure, Stockholm/Uppsala, 27.-28.11.2018. 35 pp. http://iene.se/wp-content/uploads/Roemer_181127.pdf.
- Roemer, C., Coulon, A., Disca, T., BAS, Y. (2020): Influence of local landscape and time of year on bat-road collision risks. *bioRxiv*, 2020.07.15.204115, version 3 peer-reviewed and recommended by PeerCommunity in Ecology. <https://doi.org/10.1101/2020.07.15.204115>.
- Rowse, E. G.; Harris, S.; Jones, G. (2016): The Switch from Low-Pressure Sodium to Light Emitting Diodes Does Not Affect Bat Activity at Street Lights. *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0150884. 14 S.
- Rowse, E., Lewanzik, E., Stone E. et al. (2015): Dark Matters: The Effects of Artificial Lighting on Bats (In: Voigt, C.C.; Kingston, T. 2015, *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*). 187 - 214.
- Runge, H.; Reich, M.; Simon, M.; Louis, H. (2010): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturmaßnahmen. Endbericht. Umweltforschungsplan 2007, Fkz 3507 82 080. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Bearb.; Planungsgruppe Umwelt, Inst. für Umweltplanung der Univ. Hannover, Büro Simon & Widdig & Prof. H.W. Louis. Hannover / Marburg (Juni 2010). http://www.simon-widdig.de/downloads/FE_CEF_Endbericht.pdf (15.05.2011).
- Runkel, V. (2008): Warum Kalibrieren? Einfluss von Empfindlichkeitsunterschieden eines Detektors auf die Erfassung von Fledermäusen. www.ecoobs.de/downloads/WarumKalibrieren.pdf (Download 20.08.2009).
- Runkel, V.; Gerding, G., Marckmann, U. (2018): Handbuch: Praxis der akustischen Fledermauserfassung. Hamburg. ISBN: 978-3-7469-7481-1. 260 S.
- Russo, D.; Cistrone, L.; Libralato, N.; Korine, C.; Jones, G.; Ancilotto, L. (2017): Adverse effects of artificial illumination on bat drinking activity. *Animal Conservation*. 1 – 10.
- Rydell, J. (1991): Seasonal use of illuminated areas by foraging northern bats *Eptesicus nilsonii*. *Holarctic Ecology* 14. 203-207.
- Rydell, J., Russo, D. (2014): Photography as a low-impact method to survey bats, *Mammalian Biology* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2014.11.003>.
- Rijkswaterstaat (2012): Vleermuisvriendelijke LEDverlichting: de Batlamp. <https://youtu.be/T7XFleYLMkc> (Zugriff 20.12.2021).
- Salvarina, I. (2016): Bats and aquatic habitats: a review of habitat use and anthropogenic impacts. *Mammal Review* 46 (2). 131-143.
- Schaub, A.; Ostwald, J.; Siemers, B. (2008): Foraging bats avoid noise. *J Exp Biol.* 211(19): 3174 – 3180.
- Schewe, Andrea. (2015). Querungen von Fledermäusen an der Bundesautobahn A11 - Erfassung des Artenspektrums querender Fledermäuse durch 25 verschiedene Autobahnunterführungsbauwerke auf dem Abschnitt Finowfurt-Gramzow. Thesis. https://www.researchgate.net/publication/346081368_Querungen_von_Fledermausen_an_der_Bundesautobahn_A11_-_Erfassung_des_Artenspektrums_querender_Fledermause_durch_25_verschiedene_Autobahnunterführungsbauwerke_auf_dem_Abschnitt_Finowfurt-Gramzow. (Zugriff 20.12.2021).
- Schewe, A. (2020). Die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) im Bayerischen Schwaben Erkenntnisse zur Reaktion der Art gegenüber LED-Beleuchtung. Thesis. https://www.researchgate.net/publication/346024432_Die_Mopsfledermaus_Barbastella_barbastellus_im_Bayerischen_Schwaben_Erkenntnisse_zur_Reaktion_der_Art_gegenueber_LED-Beleuchtung. (Zugriff 20.12.2021).

- Schnitter, P., Ellwanger, G., Neukirchen, M. & Schröder, E. (Bearb.) (2006): Empfehlungen für die Erfassung und Bewertung von Arten als Basis für das Monitoring nach Artikel 11 und 17 der FFH-Richtlinie in Deutschland. - Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Halle), Sonderheft 2, 370 S. http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/monitoring/Gesamtsonderheft_2_Bewertungsschemata.pdf.
- Schulz, G., Schulz W. (2009): Erfahrungen bei Neueinrichtungen und Ausbauten von Fledermaus-Winterquartieren. Neufassung und Aktualisierung August 2009. <http://www.fledermaus-winterquartier-bau.de/FImWQ09.pdf>.
- Schut, J., van der Heide, Y., Bos, D., Huitema, D., Limpens, H. (2012): Wegpassages van vleermuizen Veldonderzoek naar het gebruik van infrastructuur over wegen door vleermuizen. Altenburg & Wymenga. A&W rapport 1534 http://www.altwym.nl/uploads/file/433_1322562940.pdf. 27 S.
- Schut, J., Limpens H., La Haye M., Van der Heide Y., Koelman R., Overman W. (2013) Belangrijke factoren voor het gebruik van hop-overs door vleermuizen over wegen. Veldonderzoek bij Sumar en Gieten. Altenburg & Wymenga. A&W-rapport 1840. <https://www.researchgate.net/publication/281651834>.
- Seibold, S.; Buchner, J.; Bässler, C.; Müller, J. (2013): Ponds in acidic mountains are more important for bats in providing drinking water than insect prey. *Journal of Zoology* 290. 302-308.
- Semrl, M., Presetnik, P.; Gregorc, T. (2012): First proper "after construction" monitoring in Slovenia immediately reveals bats (Chiroptera) as highway traffic casualties. In: 2012 IENE International Conference – Safeguarding Ecological Functions Across Transport infrastructure. October 21–24, 2012 Potsdam, Germany. http://www.lutra.si/images/stories/pdf/ieneposter_ms_pp_tg.pdf.
- Signer, J., Balkenhol, N. (2015): Reproducible home ranges (rhr): A new user-friendly R pack-age for Analyses of Wildlife Telemetry Data. *Wildlife Society Bulletin*, 39(2): 358-363.
- Sikora, L. G. (2005): Der Schwarzspecht - Lebensweise und Bestandssituation in Deutschland. Host, S. (Hrsg.): Der Schwarzspecht - Indikator intakter Waldökosysteme? Tagungsband zum 1. Schwarzspechtsymposium der Deutschen Wildtier Stiftung in Saarbrücken vom 5.-6. November 2004: 21-34.
- Skiba, R. (2009): Europäische Fledermäuse. 2. überarbeitete Auflage. Neue Brehm Bücherei. Bd. 648. 220 S.
- Smith, P. (2007): Monitoring Light levels for Lesser Horseshoe Bats. Poster. SKYE INSTRUMENTS LTD. <http://www.skyeinstruments.com/wp-content/uploads/Skye-Case-Study-Monitoring-light-levels-for-lesser-horseshoe-bats.pdf> (04.01.2013). 1 p.
- Solowczuk, A. (2019). Determinants of the Performance of Bat Gantries Installed to Carry Bat Commuting Routes over the S3 Expressway in Poland. *Symmetry*. 11. 1022. 10.3390/sym11081022.
- Sowler, S.; Middleton, N. (2013): Bat Passes - Redundant or Still Useful? An Alternative Approach to the Analysis & Interpretation of Large Amounts of Data. *EEM In Practice*, Issue 79, March 2013. 16- 18.
- Spoelstra, K.; van Grunsven, R.; Ramakers, J.; Ferguson K. B.; Raap T.; Donners M.; Veenendaal E.M.; Visser M.E. (2017): Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 284 (1855). DOI:10.1098/rspb.2017.0075).
- Stahlschmidt, P.; Pätzold, A.; Ressler, L.; Schulz, R.; Brühl, C. (2012): Constructed wetlands support bats in agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology*, 2012, 13 (2). 196 – 203.
- Starrach, M. (2011): Faunistische Untersuchungen zum Baumbestand des Mittelstreifens der BAB 2 im Bereich Stuckenbergl / Obernberg. Gutachten im Auftrag des Landesbetrieb Straßenbau NRW, NL Bielefeld. Unveröff. 19 S.
- Starrach, M.; Meier-Lammering, B. (2008): Erfassung von Fledermausaktivitäten mittels Horchboxen in der Landschafts- und Eingriffsplanung. *Nyctalus* 13 (1). 48-60.
- Steck, C.; Brinkmann, R. (2015): Wimperfledermaus, Bechsteinfledermaus und Mopsfledermaus - Einblicke in die Lebensweise gefährdeter Arten in Baden-Württemberg. Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.). 200 S.
- Stephan, S.; Bettendorf, J. (2011): Homeranges von 19 Bechsteinfledermäusen in Bezug auf die Autobahn A1. Poster. Fachtagung zur "Populationsökologie und Habitatsprüche der Bechsteinfledermaus (Myotis Bechsteinii)" vom 25.-26.02.2011 in Bad Nauheim. <http://www.oeko-log.com/fledermaeuse13.pdf>.
- Stone, E.L. (2013): Bats and lighting: Overview of current evidence and mitigation. www.batsandlighting.co.uk. 76 S.
- Stone, E.L.; Jones, G.; Harris, S. (2012): Conserving energy at a cost to biodiversity? Impacts of LED lighting on bats. *Global Change Biology* 18 (8). 2458 – 2465.
- Stone, E.; Harris, S.; Jones, G. (2015): Impacts of artificial lighting on bats: A review of challenges and solutions. *Mammalian*

- Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde. 02/2015; 80(3). DOI: 10.1016/j.mambio.2015.02.004.
- SWILD & NACHTaktiv (2007): Schadensbegrenzung für die Kleine Hufeisennase an Straßen - Experimente zur Wirksamkeit von Schutzzäunen (12.12.2007, v2). SWILD - Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation (Zürich), NACHTaktiv - Biologen für Fledermauskunde GbR (Erfurt) im Auftrag der DEGES, Berlin. http://www.swild.ch/deges/Zaunexperimente_SWILD_NACHTaktiv_2007.pdf (20.12.2021). 31 S.
- Toffoli, R. (2016): The importance of linear landscape elements for bats in a farmland area: the influence of height on activity. *Journal of Landscape Ecology* 9 (1). 49 – 62.
- Trauschke, J. (2017): Wieso fliegen Fledermäuse hier (nicht)? Flugverhalten von Fledermäusen an Straßen. Bachelorarbeit. Universität Trier, Fachbereich VI Raum- und Umweltwissenschaften, Studiengang: Umweltbiowissenschaften (Erstprüfer: Prof. Dr. Michael Veith, Zweitprüfer: Dr. Jochen Lüttmann). 47 S.
- Trautner, J., Mayer, J. (2021): Veralten faunistische Daten und Bewertungen nach 5 Jahren – und sind sie bis dahin aktuell genug? *NuR* 43, 315–320 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10357-021-3839-x>.
- Troxell, S.; Schuller, B.-M.; Goerlitz, H. R.; Koselj, K.; Greif, S.; Siemers, B. M. (2013): Experimentelle Untersuchung des Einflusses von LED Beleuchtung auf Fledermausverhalten im Rahmen des Projekts "Nordbahntrasse Wuppertal". *Sinnesökologie Gruppe, Max-Planck-Institut für Ornithologie*. 1 – 34.
- Ulanovsky, N.; Moss, C.F. (2008): What the bat's voice tells the bat's brain. *Proc Natl Acad Sci USA* (25): 8491-8498.
- Van Geffen, K.G. (2015): Moths in illuminated nights. Thesis. University Wageningen. 116pp. <https://edepot.wur.nl/337000>. Abruf 20.12.2021.
- Verboom, B. (1998): The use of edge habitats by commuting and foraging bats. Diss. Landbouwniversiteit Wageningen. 123 S.
- Verboom, B.; Spoelstra, K. (1999): Effects of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Can J. Zool.* 77. 1393-1401.
- Voigt, C., Dekker, J., Fritze, M., et al. 2021: The Impact Of Light Pollution On Bats Varies According To Foraging Guild And Habitat Context. <http://dx.doi.org/10.1093/biosci/biab087>. Abruf 20.12.2021.
- Wakefield, A.; Broyles, M.; Stone, E.L.; Harris, S.; Jones, G. (2017): Quantifying the attractiveness of broad-spectrum street lights to aerial nocturnal insects. *Journal of Applied Ecology* 2017. 1-9.
- White, G., Garrott, R. (1990): Analysis of wildlife radio-tracking data. San Diego (Academic Press).
- Wray, S., Cresswell, W.J., White, P.C.L. & Harris, S. (1992). What, if anything, is a core area? An analysis of the problems of describing internal range configurations. In: Priede, I.G. & S.M. Swift. *Wildlife Telemetry. Remote Monitoring and Tracking of Animals*. Ellis Horwood, Chichester: 521-537.
- Wyatt, L. (2010): Experiences of Dealing with Lesser Horseshoe Bats (*Rhinolophus hipposideros* / Kleine Hufeisennase) in Wales, United Kingdom. Vortragsmanuskript Len Wyatt, Welsh Assembly Government. Tagung "Berücksichtigung von Fledermäusen bei der Straßenplanung", Fachgespräch am 24. Juni 2010 in Köln. http://www.strassen.nrw.de/_down/fg_bats100624-01.pdf (12.02.2011).
- Wray, S.; Reason, P.; Wells, D.; Cresswell, W.; Walker, H. (2005): Design, installation, and monitoring of safe crossing points for bats on a new highway scheme in Wales. In: Irwin, C. L.; Mc Dermott, K. P. (Hrsg.): *Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh. 369-379.
- Zahn, A.; Hammer, M. (2017): Zur Wirksamkeit von Fledermauskästen als vorgezogene Ausgleichsmaßnahme. *Anliegen Natur* 39 (1). 27-35.
- Zahn, A., Hammer, M. & Pfeiffer, B. (2021): Vermeidungs-, CEF- und FCS-Maßnahmen für vorhabenbedingt zerstörte Fledermausbaumquartiere. – Hinweisblatt der Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern: 23 S.. www.tierphys.nat.fau.de/files/2021/07/empfehlung_vermeidung_cef_fcs-masnahmen_fledermausbaumquartiere_2021.pdf (01.02.2022).
- Zukal, J., Rehák, Z. (2006): Flight activity and habitat preference of bats in a karstic area, as revealed by bat detectors. *Folia Zool.* 55(3). 273 – 281.

Anhang

Anhang A: Ökologische Angaben

Anhang A-1: Artbezogene Übersicht über die Jahresphänologie der verschiedenen Fledermausarten

Quellen: Entwurf ECHOLOT GBR, Münster (www.buero-echoLOT.de), ergänzt nach KRAPP 2001, DIETZ & KIEFER 2014 und weiteren Einzelarbeiten, s. im Literatur-Verzeichnis.

	Jan/Feb			März			April			Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober			November			Dezember								
	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E									
Bechsteinfledermaus	WQ			aus			WS			WS/geb			lak			aufl WS/			schw			schw/ein			ein			WC			WQ								
Braunes Langohr	WQ			WQ/aus			aus			ZQ			WS			WS/geb			lak			aufl WS			ZQ			ein			ein			WQ			WQ		
Breitflügelfledermaus	WQ			WQ/aus			wan			aus			WS			WS/geb			lak			lak/aufli			ZQ			ein			ein /WQ			WQ					
Fransenfledermaus	WQ			aus			WS/schw			WS/geb			lak			aufli WS			ZQ			schw			schw/ein			ein/WQ			WQ								
Graues Langohr	WQ			WQ/aus			ZQ			ZQ			WS			WS/geb			ZQ			aufli WS			ein			ein			WQ			WQ					
Gr. Bartfledermaus	WQ			aus			WS			WS/geb			lak			aufli WS			ZQ			ein			WQ			WQ											
Große Hufeisennase	WC*			WS			lak			aufli WS			einflug			Paarungsq.			beziehen der WQ			WQ																	
Großer Abendsegler	WQ			WQ/aus/wan			WS/			WS			WS/geb			lak			aufli/bz/wan			bz/wan			ein			ein/WQ			WQ								
Großes Mausohr	WQ			WQ/			aus			WS			WS/geb			lak			lak/aufli			aufli WS/schw			schw			chw/ein			ein			WQ					
Kl. Bartfledermaus	WQ			aus			WS			WS/geb			lak			aufli WS			ZQ			ein			WQ														
Kleine Hufeisennase	WQ			ZQ			WS			geb			WS			lak			aufli WS			Paarungsq.			ein			WQ											
Kleiner Abendsegler	WQ			WQ/aus/wan			WS			WS/geb			lak			aufli/bz/wan			bz/wan			ein			WQ														
Mopsfledermaus	WQ			WQ/aus			aus			ZQ			WS			WS/ geb			geb/lak			lak			ZQ			ein			WQ								
Mückenfledermaus	WQ			WQ/aus			aus			WS			WS/geb			lak			aufli			WS			ZQ			ein			WQ			WQ					
Nordfledermaus	WQ			WQ/aus			wan			aus			WS			WS/geb			lak			/aufli WS			ZQ			ein			ein/WQ			WQ					
Nymphenfledermaus*	WQ			aus			WS			WS/geb			lak			aufli WS			ZQ			ein			WQ														
Rauhautfledermaus	WQ			WQ/aus/wan			wan			WS			WS/geb			lak			aufli WS			bz			bz/wan			ein			WQ			WQ					
Teichfledermaus	WQ			WQ/aus			us/wan/WS			WS			WS/geb			ak			lak			ufli WS			ZQ			schw			ein			WQ					
Wasserfledermaus	WQ			WQ/aus			aus			aus/WS			WS			geb			lak			WS			aufli WS			schw			ein			WQ					
Wimperfledermaus	WQ			WQ/			aus			WS			WS			geb			lak			aufli WS			ZQ			ein			WQ								
Zweifarbflödermaus	WQ			WQ/aus/wan			WS			WS/geb			lak			aufli WS			ZQ			bz/wan			bz/ein			WQ											
Zwergfledermaus	WQ			WQ/aus			aus			WS			WS/geb			lak			aufli			WS			ZQ			ein			WQ			WQ					

Legende s. folgende Seite

Legende zu Anhang A-1:

A	Anfang
aufl WS	Auflösen der Wochenstube
aus	Verlassen des WQ
bz	Balz
E	Ende
ein	Einwanderung ins Winterquartier
geb	Geburt der Jungtiere
lak	Laktationszeit
M	Mitte
Paarungsq	Paarungsquartier
schw	Schwärmphase
wan	Herbst-/Frühjahrswanderung*
WQ	Winterquartier*
WS	Wochenstubenzeit
ZQ	Zwischenquartier

* Dauer ist je nach Höhenlage und allgemeinen klimatischen Bedingungen sehr unterschiedlich, Winterschlaf wird oftmals zwischendurch unterbrochen.

Anhang A-2: Quartierpräferenz und Quartierwechselerhalten, individuelle Aktionsräume /-distanz

Art	Präferenz WsQ Wald W / Siedlung S	Sommerquartiertyp (Wochenstube, Zwischenquartier)	Quartiertreu Q / Quartiergebiets- treu G*	Quartierwechsel (Häufigkeit)	Quartierwechsel (Zeitraum)	Distanz Jagd- gebiete – Quar- tiere (km)
Bechsteinfledermaus	W	Spechthöhlen, Fäulnishöhlen, Einzeltiere auch hinter Borke, Wochenstuben auch in Kästen (Vogel- und v.a. Fledermauskästen); ausnahmsweise an Gebäuden	G (M. quartiertreu während einer Saison)	häufig (10-50 Q. / Saison)	alle 2-5 Tage	≤ 1 (ausnahmsweise – 3)
Braunes Langohr	W/(S)	Baumhöhlen, Spaltenquartiere hinter abstehender Borke, Kästen / in Gebäuden, z.B. in Dachböden in Zapfenlöchern, Balkenkehlen und Spalten hinter Dachbalken	G	häufig	alle 1-4 Tage	≤ 0,5 – 2
Breitflügelfledermaus	S	Spalten in und an Gebäuden (Spalten und Hohlräume im Dachbereich, unter Firstziegeln, Zwischendecken, Dach- und Wandverschalungen usw.; Einzeltiere selten in Fledermausflachkästen	Q/G (regional unterschiedlich)	häufig bis sehr selten (regional unterschiedlich)	ein Quartier / Saison bis alle 4 Tage	< 1, oft 3 – 5, selten noch weiter – 10
Fransenfledermaus	W/S	Baumhöhlen / Gebäude (Hohlräume in Viehställen oder Dachböden)	G / Q	häufig	alle 1-4 Tage, in Siedlungsquartieren weniger	1 – 6
Graues Langohr	S	Nischen und Dachböden	G	keine	selten, kleinräumig (witterungs- und störabhängig)	bis 5 (7) (größer als beim Br. Langohr)
Große Bartfledermaus	S/W	wenige Funde in Baumhöhlen, Balz an Bäumen / Wochenstuben in Dachböden, hinter Verschalungen von Häusern, in Nistkästen (mit Spalte als Einflug)	G	selten (?)	alle 1-4 Tage, in Siedlungsquartieren weniger	bis 10
Große Hufeisennase	S	große Dachböden	Q	sehr selten	oft ein Quartier / Saison	1 – 5 (– 10)
Großer Abendsegler	W/(S)	große Baumhöhlen (auch Schwarzspechthöhlen) und -spalten vornehmlich Laubholz, große Nistkästen, ab 4 m Höhe, frei zugänglich / selten Spalten an Gebäuden	G	häufig	alle 2-3 Tage	> 5 – 25

Art	Präferenz WsQ Wald W / Siedlung S	Sommerquartiertyp (Wochenstube, Zwischenquartier)	Quartiertreu Q / Quartiergebiets- treu G*	Quartierwechsel (Häufigkeit)	Quartierwechsel (Zeitraum)	Distanz Jagdge- biete – Quar- tiere (km)
Großes Mausohr	S	Quartiere auf Dachböden. Männchenquartiere separat auf Dachböden, in Spalten verstecken am und im Haus, auch in Baumhöhlen und Fledermauskästen	Q/G	sehr selten	oft ein Quartier / Saison	> 5 – 15 (25)
Kleine Bartfledermaus	S/W	Spalten in und an Gebäuden	G	seltener	mehrfache Wechsel / Saison	< 1 bis 5
Kleine Hufeisennase	S	große Dachböden	Q	keine	nur in Ausnahmefällen 1 Wechsel / Saison	< 1 – 6
Kleiner Abendsegler	W	Baumhöhlen und -spalten, Nistkästen im Wald und am Waldrand	G	häufig	alle 2-4 Tage	5 – 15
Mopsfledermaus	W/S	Spechthöhlen, Baumspalten, abstehende Borke, Spalten in und an Gebäuden (besonders Fensterläden, auch Hausverkleidungen, Windbretter, Hohlblockziegel	G	sehr häufig (Baumspalten), Gebäudequartiere seltener	fast täglich (Baumquartier)	1 – 10
Mückenfledermaus	S/W	Fassadenspalten, unter Dachverschalungen / in Vogel- und Fledermauskästen	G	häufig	alle zwei bis vier Wochen	2 - 5 (BURKHARD & GÜTTINGER 2011)
Nordfledermaus	S	in Spalten hinter Wandverkleidungen und Zwischendächern von Häusern / Dachböden	G	häufig	alle zwei bis vier Wochen	< 10 (15)
Nymphenfledermaus	W	Specht- u. Fäulnishöhlen, Einzeltiere auch hinter Borke	G	häufig (LUČAN et al. 2009)	alle zwei bis vier Wochen	< 3
Rauhautfledermaus	W/S	Baumquartiere (v.a. Spalten), Nistkästen (Spalten und Höhlen), eher kleine Kästen ab 4 m Höhe	G	seltener	mehrfache Wechsel / Saison	bis >5
Teichfledermaus	S/(W)	Gebäude, Nistkästen	Q/G	seltener	einzelne Quartierwechsel / Saison	10 – 15 (BOYE et al. 2004)
Wasserfledermaus	W/S	Baumhöhlen, geräumige Nistkästen	G	häufig	alle 2-4 Tage	< 10 (– 15)
Wimperfledermaus	S	Dachböden, sehr vereinzelt Baumhöhlen o. Kästen	Q	einige Wechsel	mehrfach / Saison (Quartierverbund)	< 10-15
Zweifarbflödermaus	S	Spalten an Gebäuden (u.U. auch Baumhöhlen u. Nistkästen)	G	W selten, M häufig	mehrfache Wechsel / Saison (M)	1 – 6, Männchen tlw. weiter - 20

Art	Präferenz WsQ Wald W / Siedlung S	Sommerquartiertyp (Wochenstube, Zwischenquartier)	Quartiertreu Q / Quartiergebiets- treu G*	Quartierwechsel (Häufigkeit)	Quartierwechsel (Zeitraum)	Distanz Jagd- gebiete – Quar- tiere (km)
Zwergfledermaus	S	Spalten an Gebäuden, vereinzelt in Baumhöhlen von abgestorbenen / sehr alten Bäumen, Wochenstuben vereinzelt in Kästen	G	keine während der Geburtsphase, da- vor und danach ei- nige Wechsel	einzelne Quartier- wechsel / Saison	1 – 2

* Quartier- bzw. Quartiergebietstreue bezogen auf das Wochenstubenquartier. Winterquartiere sind im Allgemeinen tradiert.

Quellen: DIETZ & KIEFER 2014, DIETZ et al. 2016; weitere Einzelarbeiten siehe im Literaturverzeichnis.

Anhang B: Methodische Hinweise

Anhang B-1: Mustergliederung „Fachgutachten Fledermäuse“

Die nachfolgende Gliederung soll Hinweise geben, in welchem Rahmen und in welcher Differenzierung das Fachgutachten Fledermäuse als Beitrag zur Vorhabenplanung auf der PF-Stufe abzufassen ist. Die Angaben des HVA F-StB¹ sind ergänzend zu beachten. Für Beiträge auf der UVS-Stufe gelten die Hinweise sinngemäß.

1	Anlass und Aufgabenstellung	
		Sofern die Untersuchung eine spezielle Ausrichtung hat, also bspw. im Nachgang zu einer Hauptuntersuchung erfolgt, oder speziell der Ermittlung bedeutsamer Flugrouten in einem bestimmten Teilraum dient, sollte dies genau benannt werden.
2	Methodik	
2.1	Methoden der Geländeerfassung	Text: Abgrenzung und Beschreibung des Untersuchungsraums und der Untersuchungsflächen, Begründung. Vorliegende Daten, Datenrecherche. Darstellung der Methodenauswahl mit Bezug zur Arbeitshilfe; angeraten ist eine Methodenkombination (s. in der Arbeitshilfe). Begründung der gewählten Methoden konfliktbezogen, darüber hinaus ggf. mit Hinweis auf Einbeziehung möglicher / zu vermutender funktionsräumlicher Bezüge im trassennahen Umfeld z.B. aufgrund vorliegender Ergebnisse der Datenrecherche. Tabelle der Untersuchungswiederholungen, getrennt nach Methoden (Datum, Zeit, Ort / Probestränge). Karte: Untersuchungsraum und Untersuchungsflächen - Detektor - Linientransekte bzw. Stopps (bei Punkt-Stopp-Methode) - Horchboxstandorte (mit Kürzel für Horchboxtyp) - Netzfänge - Telemetrie (Symbol mit Verweis auf separate Karte, evtl. Abgrenzung eines Bezugsraumes für die Telemetrie) - ggf. sonstige untersuchte Objekte.
2.2	Methoden der Auswertung	Umgang mit quantitativen Ergebnissen: Normierung / Klassifikation der Ergebnisse, Varianzen (z.B. Angabe der max./mittleren Zahl der Echoortungskontakte aus z.B. 7 Begehungswiederholungen). Hinweise auf verbliebene Datenlücken (mit Begründung, warum diese nicht geschlossen wurden). Nennung der Bewertungsmaßstäbe / Definition dargestellter Funktionen: Benennung der Kriterien und Merkmale für die Einstufung der Bedeutung (was ist bedeutsam, was weniger bedeutsam; wann wird ein Habitat als bedeutsamer Nahrungshabitat / als bedeutsame Flugroute dargestellt). Verweis auf Arbeitshilfe (und ggf. andere Quellen) und ggf. abweichende, einzelfallbezogene gutachterliche Beurteilung.

¹ Insbesondere die „Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen im Zusammenhang mit landschaftsplanerischen Fachbeiträgen und Artenschutzbeitrag“ (ALBRECHT et al. 2014).

3	Ergebnisse	Eine Darstellung Art-für-Art ist zwingend. Sach- und Wertdimension (Vorkommen / Bedeutung) müssen unbedingt auseinander gehalten werden.
3.1	Nachgewiesene Arten	Nachgewiesene Arten, Vergleich eigener Ergebnisse mit dem Vorwissen aus dem Bezugsraum, Angabe möglicher Erfassungsdefizite / Vollständigkeit der Artnachweise.
3.2	Verteilung der Vorkommen	Text: Beschreibung der Verteilung im Untersuchungsraum, Verteilungsschwerpunkte, mögliche Nachweisdefizite Karte - Quartiernachweise (Unterscheidung nach Funktion: Wochenstubenquartier, Tagesquartier/Zwischenquartier einzelner Individuen, Balz/Schwarmquartier, Winterquartier) - Aktivität: Ergebnis mobiler Detektoren (Transekte), Ergebnis stationärer Detektoren - Netzfang-Ergebnisse - Sonstige Beobachtungen nach Arten differenziert. Bzgl. Mindestinhalten siehe Musterkarte „Untersuchungsstandorte und Nachweise“. Die graphische Darstellung sollte sich soweit möglich und sinnvoll an der Musterkarte orientieren.
4	Bedeutung der Vorkommen, Verteilung der maßgeblichen Fledermaushabitate / -funktionen	
4.1	z.B. : Alte Eichenwälder westlich B-Dorf (Bereich Bau-km – Bau-km)	Text: Beschreibung des Untersuchungsraumes und seiner relevanten Funktionen (Darstellung Art-für-Art) für die vorkommenden Fledermausarten. Gliederung möglichst angelehnt an die Bezugsräume LBP (analog RLBP) oder vergleichbaren Raumbezügen nach Habitatqualität aufgrund gutachterlicher Beurteilung, u.U. hilfsweise gegliedert nach Bau-km-Stationen entlang der geplanten Straße. Auf einen engen Bezug zu den Karten ist zu achten. Text: Darstellung der Artenvorkommen (Art-für-Art) anhand ihrer Verteilung, Darstellung der Bedeutung / raumbezogenen Seltenheit der Raumfunktionen und der lokalen Engpasssituationen für das Vorkommen (lokale Gefährdungsfaktoren). Darstellung mit Bezug zu den in der Arbeitshilfe (Kap. 5) aufgeführten Merkmalen, z.B. Zahl der registrierten Arten, Zahl der registrierten Echokontakte einer Art / Std. (Aktivitätsdichte) und absolut, Stetigkeit einer Art im Untersuchungsgebiet aufgrund der Untersuchungen, Verhaltensbeobachtungen, Raumbezüge (für die Art bedeutsame Flugrouten), Qualität der Habitatrequisiten (z.B. Baumhöhlenangebot, Habitatqualität resp. -struktur) gestützt auf Angaben der Biotoptypen- oder einer speziellen Struktur/Baumhöhlenkartierung (vgl. HVA-F Stb, Methodenblatt V 3 / V4, ALBRECHT et al. 2014). Karte: - Bedeutung als Fortpflanzungs-/Ruhestätte (Quartierfunktion) (artbezogen) - Bedeutung als Flugroute (artbezogen) - Bedeutung als Nahrungshabitat (artbezogen) Bzgl. Mindestinhalten: siehe Musterkarte „Bewertung“.

5	Ökologie und Empfindlichkeit im Hinblick auf Straßenbauvorhaben (Zuarbeit zu den einzelnen Fachberichten wie UVS; FFH-VP, LBP, ASP) <i>Auf einschlägige Werke kann verwiesen werden (Zitate aus umfangreichen Arbeiten werden durch Angabe der zitierten Seite ergänzt). Auf eine Wiederholung allgemeiner Grundsätze, die den Grundlagenwerken und insbesondere vorliegender Arbeitshilfe zu entnehmen sind, soll verzichtet werden.</i>	
5.1	Merkmale und allgemeine Empfindlichkeit der nachgewiesenen Arten gegenüber bau-, anlage- und betriebsbedingten straßenspezifischen Wirkungen	Ökologische <u>Kurzkennzeichnung</u> der Arten (z.B. präferierte Nahrungshabitate, Größe des Aktionsraumes, Quartierwahl/Quartierwechselverhalten, Darlegung der artspezifischen Dispositionen in Bezug auf die zu erwartenden Projektwirkungen (Schall, Licht, Kollision, Entzug von Habitaten, Quartiereinbußen, etc.) entsprechend dem besten wiss. Erkenntnisstand.
5.2	Untersuchungsraumspezifische Merkmale der Empfindlichkeit / Gefährdung	Untersuchungsraumspezifische Merkmale der Bedeutung / Seltenheit, Raumverteilung, Konzentration vieler Individuen an bestimmten Stellen / zu bestimmten Zeiten im Untersuchungsgebiet. Hinweise auf auffällige Vorbelastungen / Ausstattungsdefizite im Planungsraum (die z.B. Ansätze für ggfs. erforderliche kompensatorische Maßnahmen bieten können).
6	Quellenverzeichnis	
7	Anhang	
7.1	Geländeprotokolle	Tabellarische Dokumentation der Gelände-Ergebnisse von Netzfängen, Detektoruntersuchungen, Telemetrie-Untersuchungen usw.. Diese Unterlagen / Dokumentationen müssen auch digital hinterlegt werden.
7.2	Fotodokumentation	Fotodokumentation der Struktur der Probeflächen im Jahr der Untersuchungen mit 1-2 Bildern von repräsentativen Bereichen (optional: von repräsentativen Landschaftsbereichen)

Anhang B-2: Checkliste zur Identifikation der Nutzungs- und Habitattypen mit potenziell hoher Bedeutung für Fledermäuse

Nutzungs-/ Habi- tattyp	Quartierhabitate				Nahrungshabitate	Flugrouten	Potenzielle Bedeutung für Fledermäuse
	Wochenstuben- quartier	Einzel-/ Zwischen- quartier	Balz-/ Schwarmquar- tier	Winterquartier			
Wälder, gehölzbestimmte Habitate							
Wälder (allge- mein)	xx	xx	xx	x	xx	(x)	Die Bedeutung als Jagdlebensraum und Quartierhabitat steigt mit dem Bestandsalter (Angebot an Baumhöhlen) sowie mit der (unzerschnittenen) Flächengröße. Laubwälder mit einem hohen Bestandsalter zeichnen sich durch ein reichhaltiges Angebot an Baumhöhlen aus, die Fledermäuse als Quartiere nutzen.
Buchen-/Eichen- wald (> 80 J.)	xx	xx	xx	x	xx	(x)	U.U. großes Angebot an Quartierstrukturen, v.a. in Stämmen (> BHD 30 cm) mit entsprechenden Höhlen, in Bäumen mit Stammrissen und anderen geeigneten Strukturen (vgl. Abbildung 11). Jagdhabitat für viele Arten. Schneisen, Rückegassen oder Forstwege stellen oft Flugrouten dar.
alle Baumarten: Jungwuchs Vor- wald, Pionierwald (<30 J.)					(x)		Geringe Bedeutung für Fledermäuse. Bei engem Baumstand und fehlenden Quartierstrukturen ist eine Quartiernutzung nahezu ausgeschlossen. Eine Eignung als Jagdhabitat ist nur in Randbereichen, im Übergang zu älteren Wäldern oder entlang von Wegen / Schneisen zu erwarten.
Forst (Fichte, Lär- che, Douglasie)					(x)	(x)	Im Allgemeinen geringe Bedeutung für Fledermäuse; als Quartier geeignete Strukturen fehlen meist völlig. In lichten Altbeständen (> 60 J.) ist eine Nutzung als Jagdhabitat möglich. Schneisen, Rückegassen oder Forstwege können Funktion als Flugroute und Jagdhabitat haben.
Kiefern(misch)- wald	(x)	x	(x)	(x)	x	(x)	Geringe bis hohe Bedeutung für Fledermäuse je nach Bestockungsdichte, Laubholzanteil, Bestandsalter und forstl. „Pflegegrad“. In älteren, lichten Beständen sind Quartierstrukturen vorhanden und das Nahrungsangebot günstig. Schneisen, Rückegassen oder Forstwege können vernetzende Funktion haben.
bachbegleitender Weiden-/Erlen- Eschenwald	x	x	x		xx	xx	Hohe Eignung als Nahrungshabitat und als Leitstruktur. In Beständen mit ausreichendem Stammumfang (> 30cm BHD) können Quartierstrukturen vorhanden sein.
Waldränder und vernetzende line- are Gehölzstruktu- ren	x	x	x	(x)	xx	xx	Bedeutung als Leitstruktur/Flugroute (sowie als Jagdlebensraum). Bedeutung in der Regel umso höher, je stärker die Struktur mit anderen eng verbunden ist (Biotopverbund). Mit dem Alter der Bäume steigt das Angebot an Baumhöhlen, die sich als Quartiere eignen.

Nutzungs-/ Habitatyp	Quartierhabitate				Nahrungshabitate	Flugrouten	Potenzielle Bedeutung für Fledermäuse
	Wochenstubenquartier	Einzel-/ Zwischenquartier	Balz-/ Schwarmquartier	Winterquartier			
Halbopenland und Offenland (Wiesen, Weiden, Äcker, Sonderkulturen)		x	x		xx	(x)	Von Gehölzen (Baumgruppen, Einzelbäume, Hecken) gegliederte Flächen sind wichtige Nahrungshabitate. Andere Flächen nur zeitweilig / ausnahmsweise, wenn die artspezifisch präferierte Nahrung häufig auftritt und erreichbar ist (z.B. frisch gemähte Wiesen oder Rebkulturen bieten Laufkäfer für das Große Mausohr).
Gewässer							
Fließgewässer					x	xx	Jagdlebensräume, Orientierungsstrukturen/Flugrouten und Quartierstätten. Die Bedeutung als Quartierstandort steigt mit dem Alter der Gehölzbestände (Angebot an Baumhöhlen).
Wasserführender Graben					x	xx	Jagdlebensraum, Orientierungsstruktur/Flugroute
Stillgewässer					xx		Insektenreiche Nahrungshabitate. Von bes. Bedeutung, wenn von Gehölzstrukturen umgeben. Offene Wasserflächen bieten die Möglichkeit, im Flug den Wasserbedarf zu decken (Trinken). Größte Bedeutung haben Kleingewässer bzw. Gewässer mit fischfreien Zonen (Insektenschlupf).
Gesteins- und Siedlungshabitate							
Natürliche Felsen / Felsspalten		x	x	x			Exponierte Felsen / Einschnitte haben stellenweise Bedeutung als Balzhabitat. Spalten und Hohlräume können Quartiere darstellen.
(Ältere) Siedlungsbauten	xx	xx	xx	x			Fallweise Bedeutung als Quartierstandort (Einzelfallbeurteilung nötig): ggf. Hangplätze auf Dachböden, weitere Strukturen in und an Gebäuden (die über geeignete Strukturen, Spalten oder Hohlräume mit günstigen Hangplätzen für Fledermäuse verfügen und mikroklimatisch geeignet sind). Besonders hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines Fledermausbesatzes im Fall von älteren, einzeln stehenden Gebäuden im Umfeld potenzieller, bedeutender Nahrungshabitate (HAMMER & ZAHN 2011).
Höhlen, Stollen, Bunker, Keller		x	xx	xx			Bedeutung als Quartier, in unterirdischer Ausprägung primär zur Überwinterung.

xx = Hauptnutzung; x = Nutzung; (x) = untergeordnete Nutzung

Anhang B-3: Prüffragen / Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit vertiefender Untersuchungen und zur Auswahl von Methodenbausteinen

Nr.	Wirkfaktoren	Relevante Fragestellungen	Nein	Ja	Untersuchungsziel	Methodenbausteine / Methodenmix
1	alle	Kommen im vom Vorhaben betroffenen Raum fledermausrelevante Strukturen vor, die eine Funktion als - Quartierhabitat (Fortpflanzungs- und Ruhestätte), (bedeutendes) Nahrungshabitat, - Flugroute haben können?	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	Potenziell betroffene fledermausrelevante Habitate / Nutzungsstrukturen: Quartierhabitate Nahrungshabitate Flugrouten	Wenn ja, weiter mit Frage 2 Wenn ja, weiter mit Frage 3 Wenn ja, weiter mit Frage 4 und 5
2	Funktion der Quartierhabitate					
	Quartierhabitate im Wald / in Gehölzen					
2a	Flächenverlust, Störung	Werden im Zuge des Vorhabens Gehölze beseitigt? Sind indirekte Quartierbeeinträchtigungen/-störungen im Wald (alle Waldtypen, Waldränder, Gehölze) möglich? Werden Waldbereiche mit Höhlenbäumen beseitigt, welche als Wochenstuben- oder Schwarmquartiere in Betracht kommen?	☐	☐	Bestimmung des <u>Quartierpotenzials</u> innerhalb des vom Vorhaben betroffenen Bereiches.	Höhlenbaumkartierung innerhalb der betroffenen Gehölzbereiche und in der angrenzenden Umgebung (zur Bestimmung des Ausweichpotenzials ggf. zusätzlich auf Referenzflächen in der Umgebung); u.U. akustische Kontrolle (mobiler/stationärer Detektor) in Bezug auf Schwarmverhalten
2b	Flächenverlust, Störung	Besteht ein konkreter Hinweis auf ein Quartier / sind Quartiere bekannt?	☐	☐	Bestimmung der <u>konkreten Quartierfunktion</u>	Sommerquartierkontrolle: - bei Quartiervedacht akustische Kontrolle (mobiler/stationärer Detektor) in Bezug auf Schwarmverhalten / Paarungsquartier und visuelle Ausflugkontrolle; Videoendoskopie - bei unbekannter Lage des Quartiers: Quartiertelemetrie

Nr.	Wirkfaktoren	Relevante Fragestellungen	Nein	Ja	Untersuchungsziel	Methodenbausteine / Methodenmix
Quartierhabitate in und an Siedlungsstrukturen						
2c	Flächenverlust, Störung	Sind potenziell Beeinträchtigungen von Strukturen (direkt durch Überbauung, indirekt durch Veränderung des Umfeldes der Siedlungsstruktur (Wohnhäuser, Brückenbauwerke etc.)), welche als Wochenstuben-, Schwarm- oder Winterquartiere in Betracht kommen, zu erwarten?	☐	☐	Bestimmung des <u>Quartierpotenzials</u> innerhalb des vom Vorhaben betroffenen Bereiches.	Überprüfung des Quartierpotenzials der betroffenen Siedlungsstrukturen durch - Gebäudekontrolle (visuell) zur Identifikation des Quartiers oder von Besatzhinweisen - Befragungen von Eigentümern
2d	Flächenverlust, Störung	Besteht ein konkreter Hinweis auf ein Quartier / sind Quartiere bekannt (auch Winterquartiere)?	☐	☐	Bestimmung der <u>konkreten Quartierfunktion</u> (einschl. der Ersetzbarkeit des Quartiers).	Überprüfung der möglichen Quartierfunktion durch: - Visuelle Besatzkontrollen (ggf. unter Zuhilfenahme von Videodoskopie) - Akustische Besatzkontrolle (mobil, stationär oder Kombination), ggf. über längere Zeit zwecks Dokumentation der zeitl. Kontinuität der Quartiernutzung - Visuelle (Ausflug-) Kontrollen bei Quartierverdacht - Quartiertelemetrie zwecks Ermittlung des Quartierverbunds / von Quartierwechseln (einschl. Fang zur Erfassung der Sendertiere)
3 Funktion der Nahrungshabitate						
	Flächenverlust, Störung	Sind mögliche bedeutende Nahrungshabitate von Fledermäusen direkt (Flächenverlust; Überbauung) oder indirekt (durch Schall, Licht oder andere Immissionen) betroffen?	☐	☐	Bestimmung relevanter Nahrungshabitate innerhalb der vom Vorhaben betroffenen Bereiche: Unterteilung in Habitate keiner, allgemeiner und besonderer Bedeutung für Fledermäuse (gruppen- und artbezogen).	Beprobung repräsentativer Bereiche: - Erfassung durch stationäre Echtzeit-Vollspektrum-Detektoren - Kartierung mit mobilen Detektoren - Netzfänge zur Identifikation akustisch nicht bestimmbarer Arten

Nr.	Wirkfaktoren	Relevante Fragestellungen	Nein	Ja	Untersuchungsziel	Methodenbausteine / Methodenmix
4	Funktion und Verteilung der Flugrouten					
4a	Barrierewirkung, Zerschneidung, Kollision	Werden durch die Trasse mögliche Flugrouten entlang von Waldwegen, Fließgewässern / Gräben, Gehölzstrukturen im Offenland (Hecken entlang von Wegen / Hohlwegen, Hangstufen, Waldrändern oder anthropogenen Linearstrukturen wie z.B. Bahnlinien) geschnitten? Drängt sich aus anderen Gründen ein starkes Querungsverhalten zwischen Habitaten rechts und links der Trasse auf? Werden z.B. Bereiche mit bekanntem / offensichtlichem Quartierpotenzial von anderen evtl. wichtigen Teillebensräumen / Flugrouten getrennt?	☐	☐	Überprüfung der Funktion/Bedeutung als Flugroute: Unterteilung der vom Vorhaben betroffenen Strukturen ohne, mit allgemeiner Bedeutung und von besonderer Bedeutung als Flugroute für Fledermäuse (gruppen- und artbezogen).	- Kartierung mit mobilen Detektoren (gekoppelt mit visueller Erfassung) - Erfassung durch stationäre Echtzeit-Vollspektrum-Detektoren (möglichst über einen längeren Zeitraum, optimal: ≥ 20 Nächte) - Ggf. Telemetry (Aktionsraumtelemetry)
4b	Barrierewirkung, Zerschneidung	Werden ehemals großflächige Waldgebiete derart zerschnitten, dass die verbleibenden Restflächen aufgrund Unterschreitung von Aktionsräumen / Minimalarealen von den vorhandenen Wochenstubenkolonien voraussichtlich dauerhaft verlassen werden?	☐	☐	Ermittlung des Vorkommens von kleinräumig agierenden Waldarten und deren Verteilung im Raum zur Bestimmung von essenziellen Nahrungshabitaten / Funktionszusammenhängen.	Aktionsraumtelemetry der betroffenen Wochenstube / Kolonie
5	Spezialfall „Ausbau von Verkehrswegen“					
	Barrierewirkung, Zerschneidung, Kollision	Ausschließlich Ausbau (Anbau von Spuren, sonst. Verbreiterung), sonstige Eingriffsarten ² : Werden vorhandene (potenzielle) Querungsmöglichkeiten (z.B. vorhandene Überkronungen des Straßenraumes, vorhandene Über- oder Unterführungen) baulich oder in anderer Hinsicht reduziert / verändert?	☐	☐	wie in Nr. 4a	wie in Nr. 4a

² Anschlussstellen, Tank- und Rastanlagen, auch Kleinvorhaben wie z.B. Radwege, Haltebuchten, Ausbau von Kreuzungen.

Anhang B-4: Hinweise zur Methodenwahl zur Erfassung von Fledermäusen in der Eingriffsplanung (best practise - Methodenübersicht)

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
Höhlenbaumkartierung (Kartierung potenzieller Quartiere, Lokalisation von Baumhöhlen)	Visuelle Erhebung der Höhlenbäume / Bäume mit potenziellen Quartierstrukturen (Spalten, Risse, Stammfußhöhlen, Höhlen durch Astabbrüche oder Fäulnis, Spechthöhlen, Rindenabspaltungen) - im direkten Eingriffsbereich und in dessen Umfeld bis 100 m Entfernung - in vom Eingriff nicht betroffenen Waldbereichen im Umfeld (Referenz) in der laubfreien Zeit zwischen Anfang November und Ende März bei guten Witterungs-/Sichtverhältnissen (trocken und klar). Näherungsweise flächendeckend für die potenziell fledermausbedeutsamen Habitate. Schleifenförmiges Durchschreiten des Bestands im Abstand $\geq 10\text{-}20\text{ m}$, abhängig von Baumabständen. Aufnahme mittels Fernglas sowie (GPS-) Dokumentation.	Erfassung der (relativen) Dichte / des Vorkommens von Quartierstrukturen im Wald. Referenzflächen erlauben Vergleiche mit benachbarten Bereichen. (Auf Grundlage der Höhlenbaumkartierung können nachfolgende Untersuchungen zur Quartierfeststellung gezielter konzipiert werden bzw. sind effektiver.)	Grundlegender Untersuchungsansatz. Abschätzung des Vorkommens / der Verteilung u. Dichte von Quartierstrukturen für Fledermäuse, sofern Gehölzbestände betroffen sein können. Hinweis: Im Rahmen der Ersterfassung ist die visuelle Kontrolle von Quartierstrukturen auf Besatz (unter Zuhilfenahme z.B. von Endoskopen) im Regelfall nicht zielführend. Aufgrund der häufigen Quartierwechsel von Fledermäusen gelingen aktuelle Besatznachweise nur in Ausnahmefällen bzw. nur mit meist unverhältnismäßig hohem Arbeitsaufwand. Zudem schließt ein momentaner Nichtbesatz nicht aus, dass die Baumhöhle zu anderen Zeiten als Quartier dient.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
Akustische Erfassung mittels Detektoren³			
Akustische Erfassung mit mobilem Detektor / Detektorbegehung	Transekt-/Punkttaxierung: Wiederholte Begehung der als relevant bestimmten Bereiche mit Ultraschalldetektor(en) entlang festgelegter Strecken (Transekte) oder Verhör an ausgewählten Punkten mit festen Zeitvorgaben. Transekte / Punkte werden zu wechselnden Zeiten im Nachtverlauf aufgesucht. Anzahl der Transekte / Punkte je nach Gebietsgröße / Strukturvielfalt: alle fledermausrelevanten Strukturen, soweit potenziell wirkungsbetroffen, sowie Referenzflächen (Flächen mit vermutlich höherer und geringerer Bedeutung) sollen repräsentativ beprobt werden. In Flächen geringer potenzieller Eignung / strukturarmen Flächen mind. 1 Transekt / 30 ha. In Flächen mit hoher potenzieller Lebensraumeignung / in strukturreichen Untersuchungsflächen mind. 3 Transekte / 30 ha.	Nachweis von Arten / Artgruppen und deren Aktivität (Echoortungsaktivität, semiquantitativ). Erfassung von Arten, ihrer unterschiedlichen Aktivität und Verhalten (Jagd-, Transferverhalten) zwecks Beurteilung der Funktion der Landschaftselemente/-bereiche als Jagdhabitat oder Flugroute.	Grundlegender Untersuchungsansatz zur Abschätzung des Vorkommens von Fledermäusen in ausgewählten Strukturen des Untersuchungsgebietes bzw. an den gewählten Probestellen. Zur Erfassung des Artenspektrums und der relativen Aktivitätsdichte. (Nachrangig: Flugrouten- und Quartierermittlung; ergeben sich Hinweise auf Flugrouten bzw. Quartiere, ist die Untersuchung zu erweitern, bei Flugrouten in der Regel mittels stationärer Detektoren, bei Quartieren mittels Quartiertelemetrie).

³ Zur Gewährleistung reproduzierbarer Daten und der Qualität der Artanalysen sollen in der Regel nur Direktaufzeichnungs- bzw. Echtzeitdetektoren zum Einsatz kommen. Ein direkter quantitativer Vergleich der Ergebnisse von Detektoren unterschiedlicher Bauart / Hersteller ist nur eingeschränkt möglich und erfordert dann ein angepasstes, spezielles Untersuchungs- bzw. Auswertungsdesign zur Kalibrierung der Geräteergebnisse untereinander.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
	Transektmethode: Wald / Halboffenland: 7 (5-8) Wiederholungs-Stichproben pro Untersuchungsfläche (Bereich mit vergleichbarer Habitatstruktur). In der Regel sind in Untersuchungsgebieten mit hoher Strukturvielfalt mind. 7 Beprobungen/Sommer notwendig, um ein qualitativ und quantitativ repräsentatives Ergebnis zu erzielen, bei sehr geringer Strukturausstattung ist eine Reduzierung möglich. • Saisonal verteilt bei vergleichbaren Wetterbedingungen von Mai bis Mitte September mit Konzentration auf die Wochenstubezeit zwischen Ende Mai und Mitte Juli. • Transekt mit ca. 1 km Länge • Gleichmäßige Begehung (ca. 60-90 min/km). Während der kurzen Sommernächte mit hoher Fledermausaktivität über die ganze Nacht ist eine, die ganze Nacht währende, Untersuchung sinnvoll (dann ist auf +/- gleichmäßige Verteilung der Untersuchungszeiten auf die Probestellen zu achten). Alternativ ab Sonnenuntergang 2-3 Std. bzw. bis ca. Mitternacht).	Wie oben.	Transektmethoden eignen sich zur Erfassung in großflächigen Habitaten sowie an vorherrschend linienhaften Strukturen (z.B. Bächen / Gräben in ansonsten strukturarmen Niederungsbereichen).
	Punkt-Stopp-Methode: An Punkten mit pot. besonders relevanten Strukturen / Landschaftsbestandteilen und Referenzstandorten werden Stopps von 10 min. eingelegt. Umfang / zeitliche Verteilung wie oben.	Wie oben.	Zur Anwendung insbesondere in Landschaftsräumen geeignet, in denen pot. für Fledermäuse bedeutsame Strukturen sehr ungleich verteilt und dabei kleinflächig sind.
	Sonderuntersuchung: Aktive Quartiersuche durch Verfolgung von Flugrouten und durch Detektierung von morgendlichem „Schwarmverhalten“ an den Sommerquartieren.	Detektorgestützte Quartiersuche, ausgehend von Flugrouten (<i>backtracking method</i>) oder von Aktivitäten in Quartierumgebung, Ein- und Ausflugaktivität in das Quartier, Paarungsaktivität. Besonders Erfolg versprechend ist die akustische	Nachweis von Quartieren von gebäudebewohnenden und baumhöhlenbewohnenden Arten und Abschätzung der artbezogenen Betroffenheit dieser Quartiere.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
	- Wald: im Rahmen der o.g. Detektorbegehungen, ggf. zusätzlich frühmorgendliche Begehung (mind. 3 Std. vor Sonnenaufgang bis Sonnenaufgang) - Siedlungsraum: 5x zur Wochenstubezeit (zw. Mitte Mai und Juli, 1h vor Morgendämmerung, Abenddämmerung $\pm$ 1h)	Erfassung während der Phase des ersten Ausflugs der Jungtiere (ab Ende Juni) aufgrund des erhöhten Schwärmverhaltens um das Quartier.	
Akustische Erfassung mit stationären Detektoren	Siehe folgende Zeilen.	Monitoring der Artaktivität an einem Ort über einen längeren Zeitraum / mind. mehrere Nächte.	Grundlegende Untersuchungsmethodik zur vergleichenden Abschätzung des Vorkommens von Fledermäusen an den gewählten Probestellen (alleine oder ggf. ergänzend zu Detektorbegehung). Je nach Untersuchungsdesign und am besten in Kombination mit weiteren Methoden (mobile Detektoruntersuchung, Telemetrie) sind Aussagen zu räumlich-funktionellen Fragestellungen möglich.
Echtzeit-/Vollspektrumdetektor (Batcorder, Batlogger, Petterson 500, Avisoft-Ultrasondgate und Vergleichbare)	- Mehrere Anlagen (mind. 1, in der Regel 2 stationäre Detektoren) pro pot. Flugroute bzw. an pot. fledermausbedeutsamen / konfliktträchtigen Punkten und ggf. Referenzstandorten (synchron) - In strukturreichen (möglicherweise Quartiere beinhaltenden) Wäldern paralleler Einsatz von 3 stat. Echtzeitdetektoren pro homogene Waldstruktureinheit.	Quantitative Rufaktivitätsüberwachung (z.B. vergleichend an mehreren Probestellen), auch über längere Zeiträume. Weil bei automatisch-stationärem Betrieb der „Geländeeindruck“ fehlt, ob die aufgezeichnete Aktivitäten (Ortungsrufe) auf ein Fledermausindividuum oder mehrere zurückzuführen sind, erfordert die Anwendung in der Regel neben qualitativen auch zeitlich-quantitative Auswertungen (z.B. Verteilung der Rufaktivität über die Nacht).	Derzeit „state of the art“ zur Unterscheidung auch schwierig zu differenzierender Arten mittels statistischer Verfahren in Kombination mit „manueller“ Überprüfung durch erfahrenes Personal. Detektoren dieses Typs reduzieren die Fledermaussignale bei der Aufzeichnung nicht (vgl. MARKMANN & RUNKEL 2009). Im Allgemeinen für die Erhebung von Vergleichsdaten zur artspezifischen Aktivität / für akustisches Monitoring besonders geeignet. Vergleichbarkeit von Aktivitätsaufzeichnungen an verschiedenen Standorten gewährleistet durch gerätespezifische Mikrofonkalibrierung. Geräte verschiedener Hersteller und verschiedene Gerätegenerationen produzieren u.U. unterschiedliche, quantitativ untereinander nicht direkt vergleichbare Ergebnisse. Für Monitoring geeignet.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
	<u>Regeluntersuchung (Art-/Aktivitätsfeststellung):</u> • Einsatz zwischen Mai und Ende August (Schwerpunkt Wochenstubenzeit Ende Mai bis Mitte Juli) über insgesamt ≥ 20 Nächte je Gerät • 2-3 Untersuchungszeiträume (Phasen) an jedem Untersuchungsstandort zwischen Mai und Juli (Wochenstubenzeit), in strukturreichen, potenziellen Quartierwäldern im Wirkraum eine weitere Phase • Zwecks Monitoring herbstlicher Schwarmphänomene: 10 Nächte im September/Okttober • Aufnahmestart 30 min vor Sonnenuntergang, Aufnahmeende zur Morgendämmerung <u>Langzeituntersuchung (Monitoring), Untersuchung des Fledermauszugs</u> • Anzahl der Anlagen je nach Bedarf • Aufnahmezeitraum je nach Fragestellung zw. April-Sept. oder August-Oktober und März/April > 30 Nächte	Ermittlung der relativen Bedeutung einzelner Nahrungshabitate / einzelner Flugrouten. Ermittlung von Schwarmaktivität im Herbst an Schwarm-/Winterquartieren (z.B. Schwarmhöhlen; keine gezielte Erfassung von Balzquartieren einzelner Individuen)	
(„Horchbox“, heterodyn)	Sonderfall-Anwendung.	Im Einzelfall zur vorläufigen Identifikation von Bereichen mit erhöhter Fledermaus-Aktivität („untersuchungsbedürftige Bereiche“), sofern keine Artinformation bzw. Artunterscheidung erforderlich ist. Eine Mikrofonkalibrierung entfällt (anwenderseits nicht möglich); die Empfindlichkeit von Gerät zu Gerät ist dementsprechend sehr unterschiedlich. Zeitsignale sind meist ungenau.	Heterodyne Detektoren in Horchboxen sollten für die Regeluntersuchung nicht bzw. nur noch für Spezialzwecke zum Einsatz kommen. Die in „Horchboxen“ verwendeten Mischer-/Teilerdetektoren in Verbindung mit MP3-Signalaufzeichnung ermöglichen keine artgenaue und sogar nur eingeschränkt eine gruppenbezogene Erfassung.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
Anabat (Fa. Titley/AUS) (Spezieller Frequenzteiler-Detektor)	- Dauermonitoring (mehrere Wochen bis Monate) - Im Übrigen s. Echtzeitdetektor	Die Artdifferenzierung ist eingeschränkt (gut für Arten der Gattung <i>Nyctalus</i> und <i>Pipistrellus</i>, weniger gut bis nicht möglich für <i>Myotis</i>-Arten, <i>Plecotus</i>). Detektoren dieses Typs reduzieren die Fledermaussignale bei der Aufzeichnung unter Verwendung spezieller Aufnahme-/Auswerteverfahren (Frequenzteilung und Nulldurchgangsanalyse). Je nach Zielarten standortbezogene Aussagen zu Artbestand/Aktivität sowie Untersuchung von Aktivitätsschwankungen möglich.	Frequenzteiler-Detektoren (hier: Anabat) sollten für die Regeluntersuchung zur Fernstraßenplanung nicht bzw. nur noch für Spezialzwecke zum Einsatz kommen. Zur Erfassung der speziell planungsrelevanten, kollisionsempfindlichen <i>Myotis</i>-Arten ungeeignet. Für langfristig angelegte Anwesenheitskontrollen (mehrmonatig, gruppenbezogen) geeignet. Für Monitoring geeignet (nicht für <i>Myotis</i> sp.).
Visuelle Erfassung			
Visuelle Ausflugszählung Sommerquartier	Ermittlung der Zahl aus dem Quartier ausfliegen-der Individuen, visuell durch sachverständiges Personal. - Mind. zweimalige Zählung (bei stark unterschiedlichen Ergebnissen sind wegen der möglichen Aufteilung auf Gruppen weitere Ausflugszählungen, ggf. auch Besenderung weiterer Individuen, durchzuführen) - in 2 Phasen, vor und nach „Flüggewerden“ der Jungtiere - Begin vor Sonnenuntergang bis in der Regel 20-30 Minuten nach Sichtung des zuletzt ausfliegenden Individuums	Ausflugszählung an (bekannten) Baum- und Gebäudequartieren (Sommerquartiere). Bestimmung der Koloniegröße (in der Regel nur in Kombination mit Videokontrolle verlässlich durchführbar).	Bestimmung der Koloniegröße. Für Monitoring geeignet.
Optische Erfassung Sommerquartier / (Winterquartier) (gerätegestützte Besatzzählung)	Digitale Aufzeichnung während des Ein-/Ausflugs mittels Infrarot- oder Wärmebild-Videokamera (Erfassung von Anzahl, Art/Artgruppe, Verhalten). - Anzahl der Anlagen je nach Bedarf (je nach Anzahl der Beobachtungsobjekte) - Aufnahmezeitraum je nach Fragestellung	Bestimmung der Koloniegröße. Quartierbesatz: Schwarmaktivität an Quartieren. Ausflugszählung an (bekannten) Baum- und Gebäudequartieren (Sommerquartiere). Zur Artbestimmung ist eine Kombination mit akustischer Erfassung nötig.	Bestimmung der Koloniegröße. Sehr objektive Ausflugszählung (gegenüber rein visueller Beobachtung zu bevorzugen). Die Aus- und Einflugstellen müssen bekannt sein. Für Monitoring geeignet.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
	(2, in der Regel 3 Mal an aufeinander folgenden Abenden, ab Sonnenuntergang ca. 2 Std. Varianten / Kombinationen mit Lichtschranken (je nach Lokalität und Zielsetzung): - Foto/Videokamera/Blitz-Lichtschranken-Kombination - Lichtschranken-Datenlogger-Kombination Umfang, Zeitdauer und Zeitraum je nach Spezialfragestellung im Einzelfall.	Aus-/Einflugzählung an (bekannten) Quartieren (Sommer-, Balz- und Winterquartiere). Automatisierte Quartierüberwachung mit speziellen Fledermaus-Lichtschranken (vgl. KUGEL-SCHAFER 2021).	Automatisierte Quartierüberwachung zur Ermittlung von (lokalen) Populationsgrößen (Wochenstube, Winterbestand). Die Aus- und Einflugstellen müssen bekannt sein. Für Monitoring geeignet.
Kamera-, Video-, Lichtschrankendetektion (Sonderaufgaben)	Sonderaufgaben: - Flugroutenkontrolle: Mehrere (Video-)Anlagen an konfliktträchtigen Punkten und ggf. Referenzpunkten (zeitgleich, synchron) - Aufnahmezeitraum je nach Fragestellung (i.d.R. – zur Eingrenzung des digitalen Datenumfangs – ab Sonnenuntergang ca. 3 Std.) Erstuntersuchung zzgl. mindestens 2, bei Monitoringanwendung 5 Wiederholungen) (günstig sind ≥ 2 Blöcke à 3 Nächte).	Sonderanwendungen: - Ermittlung der relativen Bedeutung einzelner Flugrouten. - Verhaltensbeobachtungen, z.B. an Vermeidungsmaßnahmen.	- Ausreichende Artdifferenzierung in Verbindung mit Detektorkontrolle. - Standardisiertes Monitoring von Vorbeiflügen („bat passes“). Hinweis: Hoher Auswertungsaufwand (entspricht mindestens dem Geländeaufwand), hoher Geräteaufwand. Für Monitoring geeignet.

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
Netzfang	Fang auf Probeflächen mit Wiederholung und adäquater Netzlänge/-höhe, Fang auf Flugrouten (quartiernah). - Anzahl der Netzfangstandorte von Gebietsgröße abhängig; Gebiet < 30 ha: 1 - 2 Standorte, 30 - 250 ha: 4-6 Standorte, >250 ha: > 6 Standorte. - Mind. 2 Netzfang-Wiederholungen pro Standort sofern eine Standortbewertung in Bezug auf das Gebiet / die homogene Struktur angestrebt wird, bei Spezialfragen u.U. mehr. - Mitte April – Anfang September, v.a. Mai – Mitte Juli / Anfang August (Ausnahme während der Hochträchtigkeit von Ende Mai bis Mitte Juni; artspezifisch, regional und jahresweise anzupassen). - Fangzeit 6-10 h je Standort (die ganze Nacht). - Netzlänge je nach Fragestellung: pro Standort mind. 60, in der Regel 80-100m, fragespezifisch ggf. auch Einsatz von Einzelnetzen mit weniger als 10 m (z.B. auf Flugrouten an Wegen). - Netzhöhe: Oberkante soll 3 m nicht unterschreiten (i.d.R. 5 m).	Sichere Artbestimmung (vor allem von Arten, die akustisch nicht ausreichend erfasst werden können oder nicht eindeutig determinierbar sind. Geschlechtsbestimmung, Aussagen zum Reproduktionsstatus). Spezialanwendung (unabhängig von den nebenstehenden methodischen Vorgaben): zum Fang von Tieren zwecks Besenderung im Rahmen einer anschließenden Telemetrie.	Erfassung des Arteninventars - Zusatzuntersuchung zu Detektorbegehungen bezüglich nicht eindeutig identifizierbarer Arten (z.B. Bartfledermäuse, Langohren) - Zur sicheren Artdiagnose Aussagen zu Populationsparametern (Alter, Reproduktionsstatus) Als Basis für Telemetrie, Probenentnahme usw. Für Monitoring geeignet.
Telemetrie (radiotelemetrische Erfassung von besenderten Tieren)	Radiotelemetrische Erfassung von besenderten Fledermausindividuen (Sendergewicht i.d.R. ≤ 5% des Körpergewichts). Während Wochenstubenzeit zwischen Mai und Mitte August (keine Besenderung während der Hochträchtigkeit von Ende Mai bis Mitte Juni; artbezogen regional und jahresweise anzupassen).		Zur Ermittlung von Aktionsräumen, Nahrungshabitatnutzung, Quartieren, (nachrangig) Flugrouten, Aktivitätsrhythmus einzelner Tiere. Keine Telemetrie von hochträchtigen Tieren (Fangpause)!
„Quartiertelemetrie“	Je nach Erfolg/Fragestellung Fang und Besenderung von ≥ 1 Ind.	Ermittlung von Tages-/Wochenstubenquartieren.	Bestimmung von Wochenstubenquartieren (von

Nachweismethode	Umfang, Zeitdauer, Zeitraum	Ziel / Möglichkeiten	Anwendungsbereich
	Im Anschluss Suche des Sendertiers / Quartiersuche am folgenden Morgen, Wiederholung z.B. am 3. und 5. Morgen zur Feststellung von Quartierwechseln; bei schwierigem Gelände (Peil-/Empfangsproblem) Verfolgung des Sendertiers bis zum Quartier.		baum- und gebäudebewohnenden Arten) und Abschätzung des Quartierwaldzentrums. Für Monitoring geeignet.
„Aktionsraumtelemetrie“	- Telemetrie eines repräsentativen Querschnitts der Individuen aus der Kolonie (näherungsweise 10% der Tiere, bei einer Koloniegröße von < 20 möglichst ≥ 3, von < 100 i.d.R. mind. 6, von > 100 max. 30 Individuen pro Kolonie)⁴ - Methode: Fang, Besenderung, Verfolgung während der gesamten Nacht, Kreuzpeilungen im 5-10 min Rhythmus (2 Beobachter:innen, Protokoll, Übertragung in Karte) oder „homing-in-on-the-animal“ (KENWARD 1987). - Dauer: in der Regel 2 Nächte zuzgl. Netzfangnacht. Je nach Auswertalgorithmus sind ≥ 30 Kreuzpeilungen zur Abgrenzung von Aktivitätsschwerpunkten erforderlich (AMELON et al. 2009); Zeitraum je nach Art und Fragestellung; Mai bis Ende Juli/August zur Ermittlung des Wochenstubenaktionsraums.	Feststellung des Aktionsraumes der Wochenstubenkolonie: - Ermittlung von Tages- und Wochenstubenquartieren - Darstellung der maßgeblichen Nahrungshabitate der Kolonie Eine für Planungszwecke ausreichend hohe Auflösung der Raumnutzung wird oft erst erreicht, wenn die Gesamtzahl aller Peilungen höher ist, am besten ≥ 60, bei großräumig agierenden Arten ≥ 90, zeitlich annähernd gleichmäßig verteilt über die Nächte.	Zur Ermittlung von individuellen und koloniebezogenen Aktionsräumen, Nahrungshabitatnutzung, (Kernnahrungshabitate), Wochenstubenquartieren, Flugrouten. Keine Telemetrie von hochträchtigen Tieren! Für Monitoring geeignet.

⁴ Die Annäherung an eine repräsentative Abdeckung des Aktionsraums kann anhand einer Sättigungskurve überschlägig verifiziert werden.

Anhang B-5: Hinweise / Muster für die Kartendarstellung zum Fachgutachten Fledermausschutz

Vorbemerkung

Die Musterkarten setzen die wesentlichen Inhalte der Plandarstellung des Fachgutachtens Fledermausschutz kartografisch um.

Die Übernahme wird zwecks Vereinheitlichung und zur Sicherung eines Mindestniveaus hinsichtlich der darzustellenden Inhalte zur Anwendung empfohlen.

Die kartografische Darstellung ist prinzipiell als Ergänzung der textlichen Erläuterungen des Fachgutachtens zu verstehen. In diesem Sinne unterstützt sie die Nachvollziehbarkeit und die Übernahme in die darauf aufbauenden Pläne (UVS, LBP, ASB, FFH-VP).

Maßstab / Kartengrundlage

Der Maßstab der einzelnen Kartendarstellungen sollte dem Maßstab der Planung entsprechen, der zugearbeitet wird (in der Regel 1:5.000). Fallweise können andere Maßstäbe zum Einsatz kommen (z. B. bei großräumigen Übersichten oder Planausschnitten). Dies betrifft auch die Kartengrundlagen.

Kartenwerk des Fachgutachtens Fledermausschutz

Das Kartenwerk setzt sich in der Regel aus zwei Einzelplänen zu folgenden Themen zusammen:

1. Untersuchungsstandorte und Nachweise
2. Bewertung

Je nach Fragestellung und entsprechendem Einsatz weiterer Methoden müssen die Ergebnisse in eigenen Karten dargestellt werden. Siehe z.B. die Musterkarte

3. Ergebnisse der Telemetrie.

Karteninhalte (Legende), Farbgebung und Grafik

Die Inhalte sind in Anlehnung an die Musterpläne (siehe Anlagen) vorzusehen.

Karte: Untersuchungsstandorte und Nachweise (Planinhalte)

- Kataster / Topografie (aktuelle Geobasisdaten)
- Untersuchungsstandorte
 - Netzfangstandorte
 - Detektorroute (Transekt / Detektorprobestelle)
 - Standorte/Probestellen der stationären Detektoren

- Ergebnisse
 - Netzfänge: gefangene Fledermausindividuen (Art, Anzahl / Geschlecht / Reproduktionsstatus)
 - Detektorkontakte der Transekte (Art, Anzahl bzw. Aktivitätsdichte)
 - Detektorkontakte der Probestellen mit stationären Detektoren (Art, Kontakte / Zeiteinheit)
 - Nach Absprache kann auf die detaillierte Darstellung der Ergebnisse in der Karte verzichtet und die Wiedergabe sich auf die Methoden / Probeflächen beschränken. Dann ist bei der Textdarstellung der Ergebnisse besonders auf eindeutige Karten – Text – (Ergebnis-)Tabellenbezüge zu achten.
- Nutzungstypen (v.a. Wald, Gehölzbestände) (Übernahme aus Geodatenbasis):
 - blass-farbige Darstellung generalisierter Nutzungstypen, soweit in Bezug auf die Fledermäuse relevant (im Fallbeispiel: Wälder, Fließgewässer)
- technische Planung:
 - maßstabsgerechte blass-farbige Darstellung nach Lage (Trassierung)

Karte: Bewertung (Planinhalte)

- Kataster / Topografie (aktuelle Geobasisdaten)
- Bezugsräume
 - Abgrenzung und Kennzeichnung (Nummer und Name) der Bezugsräume / Raumgrenzen der vom Gutachter differenzierten Teilräume, auf die sich die fledermauskundliche Begutachtung bezieht. (Dient dem Aufzeigen von naturräumlichen bzw. funktionalen Zusammenhängen)
 - Arten (getrennt nach Bedeutung des Teilraumes für die jeweilige Art)
- Maßgebliche Funktionen und Strukturen (Bedeutung, soweit möglich artspezifisch):
 - Flugroute (differenziert nach Bedeutung)
 - Quartier
 - Wochenstubenquartier
 - Winterquartier
 - Sonstige Quartiere (Zwischenquartier, Balzquartier).
- Nutzungstypen (v.a. Wald, Gehölzbestände) (Übernahme aus Geodatenbasis):
 - blass-farbige Darstellung der Nutzungstypen, welche nach Potenzialanalyse potenziell Fledermaus relevant sind (generalisiert, im Planbeispiel: Wälder, Fließgewässer), alternativ: Luftbild
- technische Planung:
 - maßstabsgerechte blass-farbige Darstellung der Trasse
- Schutzgebiete/ -objekte (nachrichtlich; für den Fledermausschutz relevante Schutzkategorien):
 - Naturschutzgebiet, FFH-Gebiet

Karte: Ergebnisse der Telemetrie (Planinhalte)

- Kataster / Topografie (aktuelle Geobasisdaten)
- Aktionsräume
 - Aktionsräume der telemetrierten Individuen (Individuum 1 – x) entsprechend der gewählten Auswertemethode, z.B. Kernjagdgebiete / Aufenthaltsräume.
 - Aufenthaltspunkte (Kreuzpeilungen, Lokalisierungen lt. Homing-in)
(Sofern die Lesbarkeit der Karte unter der Darstellung der Aufenthaltspunkte zu sehr leidet, kann darauf verzichtet werden. In der GIS-Basis müssen die Aufenthaltspunkte aber einsehbar sein).
 - Netzfang (Punkt mit Datum) mit Benennung des / mit Bezug auf das besenderte Individuum)
- Quartierbäume / Quartiere der Wochenstube
- technische Planung:
 - maßstabsgerechte blass-farbige Darstellung der Trasse
- Relevante Zusatzinformationen, bspw.:
 - FFH-Gebiet

Die Plandarstellungen können sinnvoll um weitere Inhalte ergänzt werden. Im Falle planungsrelevanter Vorbelastungen, die den funktionalen Wert des Bestandes wie auch dessen Sensibilität gegenüber vorhabenbedingten Wirkungen maßgeblich beeinflussen (z.B. Lärm- und Schadstoffbelastung, Barrierewirkung vorhandener Verkehrsträger bei Ausbauvorhaben oder Bündelung von Verkehrsachsen), können diese z.B. über eine geeignete Plangrafik ergänzend dargestellt werden.

Eine farbige Gestaltung der Pläne wird als Standard vorausgesetzt. Farbgebung und Graphik sind so eindeutig anzulegen, dass Verwechslungen (z.B. einer Art mit einer Anderen) weitgehend ausgeschlossen sind.

Die Karteninhalte / Darstellungen werden als GIS-Dateien (Austauschformat shape) abgelegt. Angaben zum verwendeten Koordinatensystem bzw. zur Projektion werden in den Karten ergänzt, sofern von landesweiten Standards abgewichen wird.

Karte: Untersuchungsstandorte und Nachweise



Netzfangstandort 2008



Netzfangstandort 2007



Baumquartier



Gebäudequartier

GMo	12.07.2008: 24
15.07.2008: 32	

— Art
— Datum der Zählung und Anzahl

Netzfang 5	
2008 6 Nächte	
GMo	4m
GBA	1w, 1w
GAS	2m
Zwe	1w
GLO	1w

— Untersuchungsjahr und Anzahl der Fangnächte
— Individuenzahl und Status:
m = Männchen
w = Weibchen

Erläuterungen Kürzel
siehe Tabelle

7

Mobiler Detektor

Transekt 7	
7 Begehungen	
ART	RK/h
waf	0,20
Myo	1,20
GAS	0,40
Zwe	9,60
Mo	2,00

— Anzahl Begehungen
— Rufkontakte je Stunde
(Mittelwert)

Erläuterungen Kürzel
siehe Tabelle

2

Stationärer Detektor

Batcorder 2	
10 Nächte	
ART	RK/h
GMo	0,04
Myo	0,06
Nyc	0,04
Zwe	23,04
Pip	0,20
Mo	0,01
indet	0,26

— Gerätetyp und Standort-Nr
— Anzahl Erfassungsnächte
— Rufkontakte je Stunde
(Mittelwert)

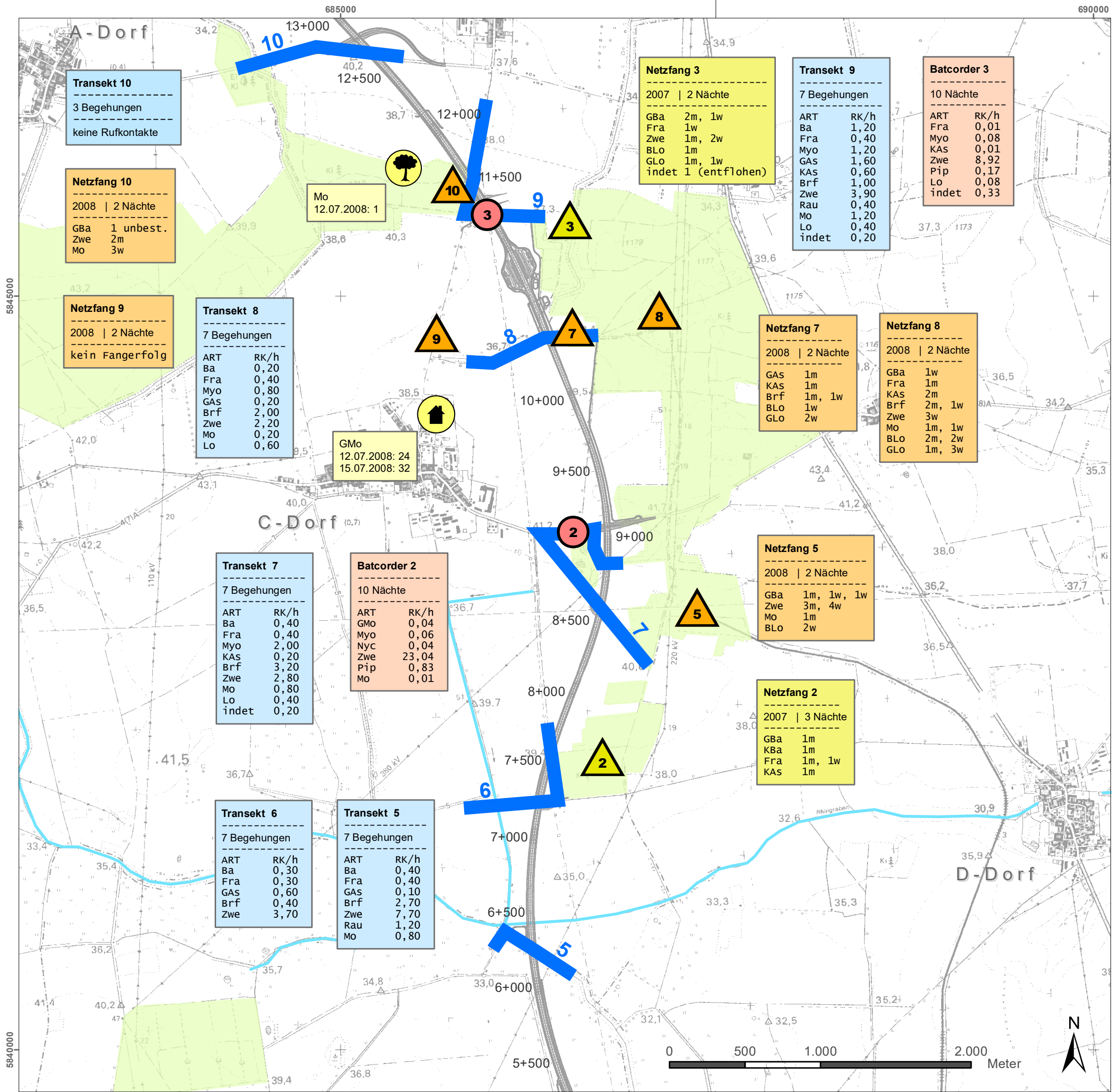
Erläuterungen Kürzel
siehe Tabelle

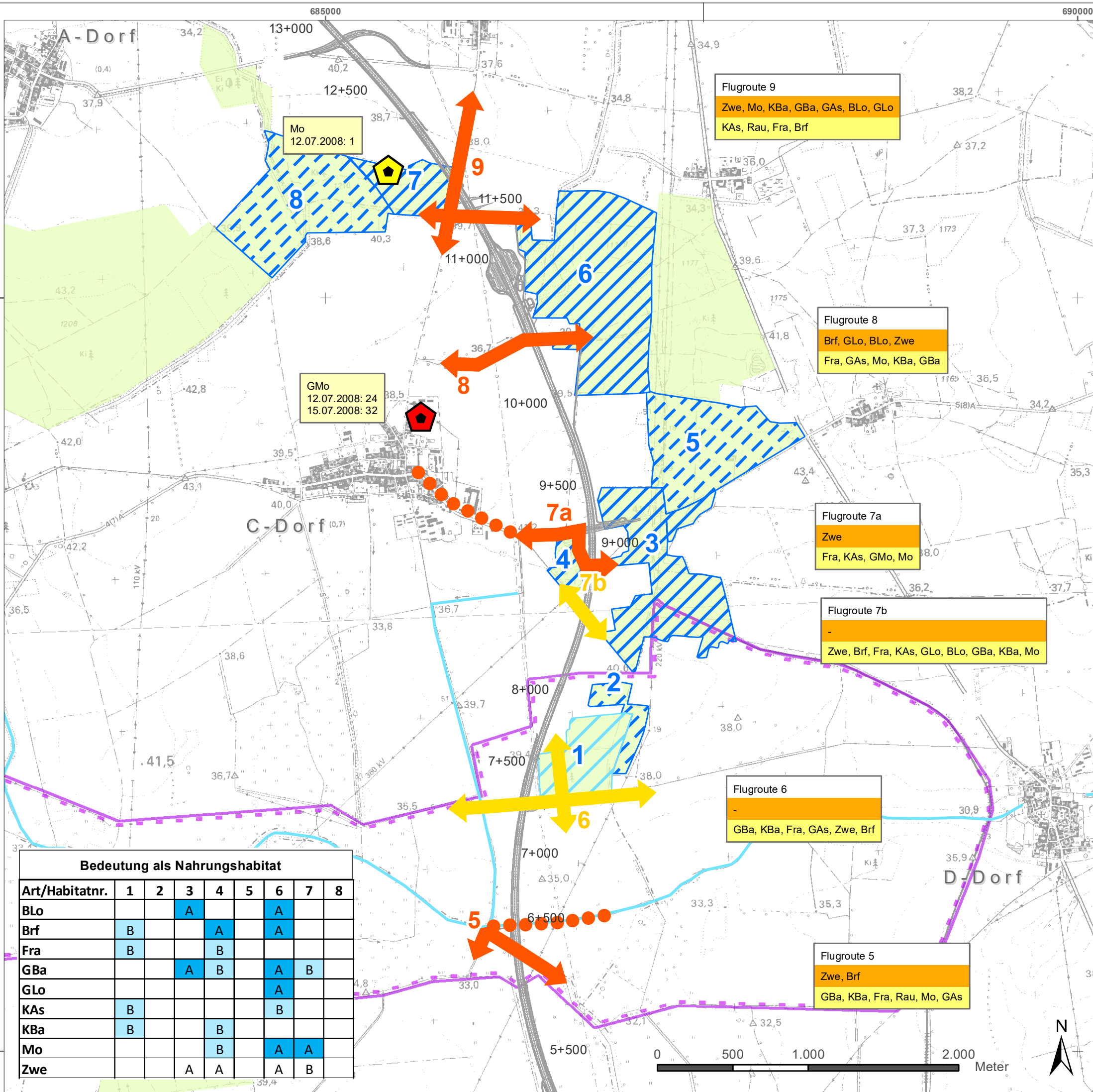
Nachrichtlich

Trassenverlauf (geplant)

Wald

Fließgewässer





Karte: Bewertung

Bedeutung als Flugroute

- ↔ besondere Bedeutung (A)
- besondere Bedeutung (A) (im Analogieschluss)
- ↔ allgemeine Bedeutung (B)

Flugroute 5
Zwe, Brf
GBa, KBa, Fra, Rau, Mo

- Funktionselement mit Nr.
- Trassenbereich mit besonderer Bedeutung für:
- allgemeine Bedeutung für:
- Erläuterung der Kürzel (siehe Tabelle)

Bedeutung als Nahrungshabitat

- ▨ besondere Bedeutung (A)
- ▨ besondere Bedeutung (A) (im Analogieschluss)
- ▨ allgemeine Bedeutung (B)

Lage von Fortpflanzungs-/Ruhestätten

Bedeutung siehe Text

- 🏠 Wochenstube
- 🏠 Balzzentrum
- 🏠 Winterquartier
- 🏠 Zwischenquartier

GMo
12.07.2008: 24
15.07.2008: 32

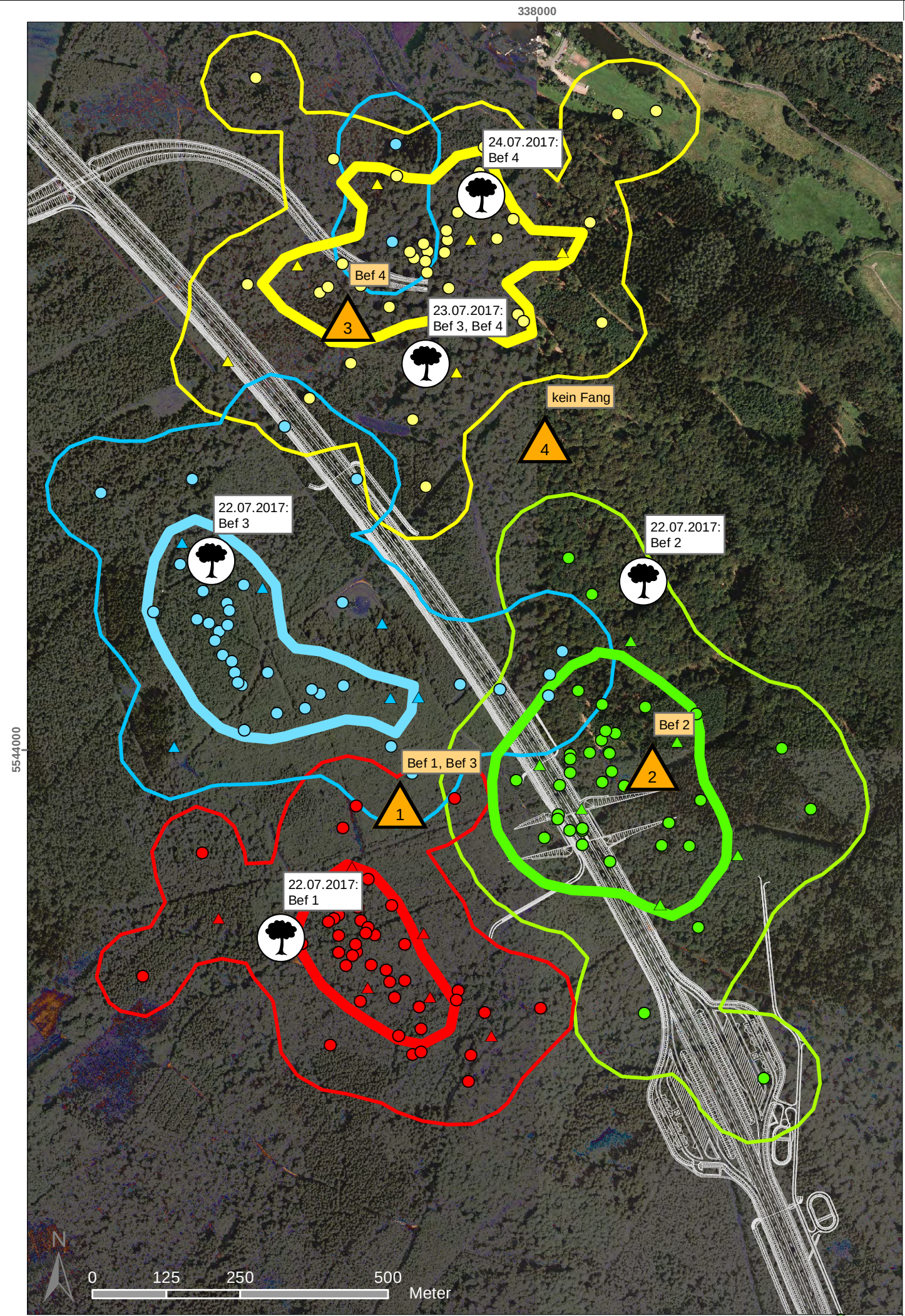
- Art
- Datum der Zählung und Anzahl

Alf	Alpenfledermaus	<i>Hypsugo savii</i>
Bef	Bechsteinfledermaus	<i>Myotis bechsteinii</i>
BLo	Braunes Langohr	<i>Plecotus auritus</i>
Brf	Breitflügelfledermaus	<i>Eptesicus serotinus</i>
Fra	Fransenfledermaus	<i>Myotis natterii</i>
GLo	Graues Langohr	<i>Plecotus austriacus</i>
GBa	Große Bartfledermaus	<i>Myotis brandtii</i>
GHu	Große Hufeisennase	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>
GAs	Großer Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i>
GMo	Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i>
KBa	Kleine Bartfledermaus	<i>Myotis mystacinus</i>
KHu	Kleine Hufeisennase	<i>Rhinolophus hipposideros</i>
KAs	Kleiner Abendsegler	<i>Nyctalus leisleri</i>
Lf	Langflügelfledermaus	<i>Miniopterus schreibersii</i>
Mo	Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastella</i>
Mü	Mückenfledermaus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>
No	Nordfledermaus	<i>Eptesicus nilssonii</i>
Nym	Nymphenfledermaus	<i>Myotis alcathoe</i>
Rau	Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i>
Tfl	Teichfledermaus	<i>Myotis dasycneme</i>
Waf	Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i>
Wrf	Weißrandfledermaus	<i>Pipistrellus kuhlii</i>
Wim	Wimperfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i>
Zfa	Zweifarbflfledermaus	<i>Vespertilio murinus</i>
Zwe	Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>

FFH-RL: alle im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten sind Arten nach Anhang IV FFH-RL; die X-Fledermaus (X X) auch nach Anhang II

Nachrichtlich

- ▬ Trassenverlauf (geplant)
- ▬ FFH-Gebiet
- ▬ Wald
- ▬ Fließgewässer



Karte: Telemetrie

Bechsteinfledermaus (Bef 1 - 4)

	Kreuzpeilung	Homing In	Kernjagdgebiet (Kernel 50)	95% Aufent- haltsraum
Bef 1	●	▲		
Bef 2	●	▲		
Bef 3	●	▲		
Bef 4	●	▲		

Netzfangstandort (Nr. 1 - 4)

Sendertier

Quartierbaum
 Datum
Sendertier

Nachrichtlich

Trassenverlauf (geplant)