

The image is a composite of three scenes. The top scene shows a red high-speed train (TGV) at sunset, with its headlights on and the sky in shades of orange and red. The middle scene shows a bat-proof fence made of a diamond-patterned mesh supported by white posts, with a bat flying through it. The bottom scene shows a bat flying over a tunnel entrance, with a large, detailed illustration of a bat in the foreground.

***Fledermausschutz bei der Planung,
Gestaltung und Sanierung
von Verkehrsinfrastrukturen***

Arbeitsgrundlage

*Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
und des Bundesamtes für Strassen (ASTRA), 2017*

Impressum

Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU) Bundesamt für Strasse (ASTRA)
Begleitung BAFU / ASTRA	Adrien Zeender, BAFU Marguerite Trocmé, ASTRA
Autoren	Alain Lugon (L'Azuré), Cécile Eicher (B+S AG), Fabio Bontadina (SWILD)
Mitarbeit	Robin Arnoux, Christophe Poupon (L'Azuré), Lucretia Deplazes (SWILD)
Grafiken	Cédric Marendaz, infographiste, CCO und www.marendaz.com
Übersetzung	Cécile Eicher, Céline Barrelet (B+S AG), Alain Lugon (L'Azuré)
Version	1.0 – 10. August 2017
Hinweis	Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag BAFU / ASTRA verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Auftragnehmer



L'Azuré - études en écologie appliquée
Crêts du Mont d'Amin 1
2053 Cernier
032 852 09 66
alain.lugon@lazure.ch
www.lazure.ch



B+S AG
Weltpoststrasse 3, Postfach 313
3000 Bern 15
031 356 81 40
c.eicher@bs-ing.ch
www.bs-ing.ch



STADTÖKOLOGIE
WILDTIERFORSCHUNG
KOMMUNIKATION

SWILD
Stadtökologie, Wildtierforschung, Kommunikation
Wuhrstrasse 12, 8003 Zürich
044 450 68 05
fabio.bontadina@swild.ch
www.swild.ch

Zitierung

Lugon A, Eicher C, Bontadina F. 2017 . Fledermausschutz bei der Planung, Gestaltung und Sanierung von Verkehrsinfrastrukturen - Arbeitsgrundlage. Im Auftrag von BAFU und ASTRA. 78 S.

Begleitgruppe

Um diese Arbeitsgrundlage von Anfang an zu begleiten, wurde eine Begleitgruppe, bestehend aus Spezialisten zu Verkehrsinfrastrukturen, Kunstbauten und Fledermäusen, zusammengestellt. Drei Arbeitssitzungen wurden durchgeführt. Die Begleitgruppe bestand aus folgenden Personen:

Name	Firma, Institution	Aufgabe, Funktion
Adrien Zeender	BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften	Projektleitung, Infrastrukturpolitik Verkehr, Wildtierkorridore
Marguerite Trocmé	ASTRA, Abteilung Strassennetze	Projektbegleitung, Fachbereichsleiterin Umwelt
Laurent Meyer	ASTRA, Abteilung Strasseninfrastruktur Ost	Fachspezialist Kunstbauten
Danielle Hofmann	BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften s	Artenförderung Schweiz
Thomas Gremminger	Departement Bau, Verkehr und Umwelt Kanton Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer	Leiter Fachbereich Landschaft und Vernetzung
Philippe Fallot	Tiefbauamt des Kantons Bern, Nationalstrassen	Projektleiter Wald, Natur, Landschaft
Harry Fehlmann	Büro Bänziger Partner AG	Spezialist Kunstbauten
Pascal Moeschler	Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO)	Geschäftsführer
Hubert Kraettli	Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz (KOF), Stiftung Fledermausschutz	Geschäftsführer
Luigi d'Egidio	SBB	Anlagenmanagement - Tragkonstruktionen

Inhaltsverzeichnis

Ziele und Struktur der Arbeitsgrundlage.....	6
I Einleitende Kapitel	7
1.1 Rechtliche Grundlagen und Gefährdung	8
1.2 Ökologie der Fledermäuse.....	9
1.2.1 Vielfältiger Jahreszyklus	9
1.2.2 Nutzung von unterschiedlichen Quartieren	11
1.2.3 Echoortung und Lebensraumnutzung	11
1.3 Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten	14
1.3.1 Verlust und Beeinträchtigung des Jagdlebensraums	14
1.3.2 Verlust und Beeinträchtigung von Quartieren	15
1.3.3 Kollisionen	15
1.3.4 Habitatfragmentierung	16
1.3.5 Unterhalt und Sanierung von Kunstbauten	16
1.3.6 Licht- und Lärmemissionen	17
II Schutzmassnahmen.....	19
2.1 Umsetzung der Massnahmen	20
2.1.1 Vorgehensweise	20
2.1.2 Wahl der Massnahmen.....	23
2.1.3 Spezifische Massnahmen.....	26
2.1.4 Umweltbaubegleitung (UBB)	28
2.1.5 Unterhaltsplan.....	29
2.2 Erfolgskontrolle	30
2.2.1 Wirkungskontrolle	30
2.2.2 Monitoring der Populationen.....	32
Anhänge	33
Anhang A Beschrieb einiger Fledermausarten	34
Anhang B Massnahmenblätter	35
B.1 Wildtierbrücken	37
B.2 Wildtierunterführungen	41
B.3 Anlegen von Leitstrukturen	45
B.4 Aufwertung von Kunstbauten zu Gunsten der Fledermäuse.....	49
Anhang C Praxisbeispiele	55
Anhang D Merkblatt: Fledermausquartiere schaffen an Brücken	64
Glossar.....	72
Bibliographie	75
Danksagung.....	77
Bildnachweise	78
Nützliche Adressen.....	78

Ziele und Struktur der Arbeitsgrundlage

Um den Fledermausschutz in die Infrastrukturplanung zu integrieren stellt diese Publikation eine wichtige Arbeitsgrundlage dar für Planer und Unterhaltsverantwortliche von Verkehrsinfrastrukturen sowie Beratungsbüros im Umweltbereich. Konflikte mit dem Fledermausschutz können so reduziert und Aufwertungsmöglichkeiten bei Verkehrsinfrastrukturprojekte genutzt werden.

Beim Berücksichtigen der Auswirkung von linearen Infrastrukturen auf Natur und Landschaft wurden bis heute nur terrestrische Tierarten berücksichtigt. Kenntnissgewinne, die sich in Europa sowie weltweit in Sache „Road Ecology“ ergeben haben zeigen, dass diese Abgrenzung fehlerhaft ist und dass auch fliegende Arten massiv beeinträchtigt werden können. Wie die letzten Erkenntnisse aus Deutschland, Frankreich und weiteren europäischen Ländern zeigen, gehören auch Fledermäuse zu den betroffenen Arten.

Um in die Jagdlebensräume¹ zu gelangen nutzen viele Fledermausarten Flugkorridore aus linearen Landschaftselementen (Wasserläufe, Täler, Waldränder, Hecke, Alleen etc.). Strassen- oder Bahn-Infrastrukturprojekte können solche Flugkorridore tangieren in dem sie einerseits deren Durchlässigkeit merklich reduzieren oder unterbrechen und andererseits das Kollisionsrisiko erhöhen.

Fledermauspopulationen können dadurch bedroht und/oder isoliert werden [1] [2] [14]. Diese Problematik betrifft fast die Hälfte aller Fledermausarten der Schweiz, in erster Linie jene, die nahe am Boden oder der Vegetation fliegen.

Verkehrsinfrastrukturen, insbesondere die Kunstbauten (Brücken, Viadukte etc.), bieten auch Versteckmöglichkeiten für Fledermäuse. Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten können Konflikte mit dem Fledermausschutz hervorrufen, indem sie Störungen oder den Verlust von Quartieren bewirken.

Diese Arbeitsgrundlage fasst die aktuellen Kenntnisse zu baulichen Massnahmen zusammen, welche es erlauben, die Querung von Verkehrsinfrastrukturen zu verbessern, die Mortalität durch Kollision zu verringern und Fledermäuse in den Kunstbauten zu fördern. Sie stützt sich auf die gesammelten Kenntnisse der letzten Jahre aus der Schweiz und Europa [6] [11] [13] [17] [23] [25] ab. Die Arbeitsgrundlage schlägt eine Vorgehensweise und einen Massnahmenkatalog vor, um die bestehenden oder geplanten Infrastrukturen zu verbessern. Um die Anwendung zu vereinfachen ist sie in zwei Teile gegliedert.

I. Einleitende Kapitel

Rechtliche Grundlagen, Gefährdung und Instrumente für den Schutz	→ Kapitel 1.1
Ökologie der Fledermäuse	→ Kapitel 1.2
Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten	→ Kapitel 1.3

II. Schutzmassnahmen

Umsetzung der Massnahmen	→ Kapitel 2.1
Erfolgskontrolle	→ Kapitel 2.2

¹ siehe Glossar auf Seite 72

I Einleitende Kapitel

1.1 Rechtliche Grundlagen und Gefährdung

Alle Fledermausarten sind gemäss Art. 20 Abs. 1 des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG), Art. 20 Abs. 2 und Anhang 3 der Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV) sowie Art. 6 und Anhang 2 des Übereinkommens über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention, 1982) geschützt.

Die NHV präzisiert in Art. 20 Abs. 3, dass die zuständigen Behörden Ausnahmegewilligungen erteilen können «für technische Eingriffe, die standortgebunden sind und einem überwiegenden Bedürfnis entsprechen. Ihr Verursacher ist zu bestmöglichen Schutz- oder ansonst angemessenen Ersatzmassnahmen zu verpflichten.»

Von den 30 in der Schweiz vorkommenden Fledermausarten sind 15 bedroht (2 vom Aussterben bedroht, 5 stark gefährdet und 7 gefährdet) und 7 potentiell gefährdet [9]. 22 Arten sind, aufgrund des Gefährdungsgrads und der internationalen Verantwortung der Schweiz für diese Arten, auf der Liste der national prioritären Arten aufgeführt [5]. Hauptgefährdungsgründe der Fledermäuse sind das Verschwinden insektenreicher Jagdlebensräume (struktureiche Landwirtschaftsflächen, artenreiche Laubwälder im Mittelland, Moore, Magerwiesen etc.), der Rückgang des Nahrungsangebotes (vorwiegend Insekten) durch den Einsatz von Pestiziden, die Renovation von Gebäuden mit Quartieren und Störungen in Höhlen und Stollen während dem Winterschlaf.

1.2 Ökologie der Fledermäuse

Dieses Kapitel stellt die wichtigsten Punkte der Ökologie der Fledermäuse vor, die im Rahmen von Neubauten, dem Unterhalt und der Sanierung von Verkehrsinfrastrukturen zu berücksichtigen sind.

Der **Jahreszyklus** der Fledermäuse ist sehr vielfältig. Im Sommer sind Fledermäuse sehr aktiv und sie widmen sich der Jungenaufzucht, den Winter verbringen sie aufgrund des mangelnden Nahrungsangebotes (Insekten etc.) im Winterschlaf.

Die verschiedenen Fledermausarten nutzen im Verlauf der Saison eine grosse **Vielfalt an Quartieren**. Man unterscheidet Winterquartiere, Sommerquartiere (Männchen), Wochenstuben (Quartiere mit Jungenaufzucht), Paarungsquartiere, die Ende Sommer bewohnt sind und Zwischenquartiere, die während der Verschiebung zwischen den Quartieren genutzt werden. Kunstbauten bieten verschiedene Quartiermöglichkeiten für Fledermäuse. Am attraktivsten sind Brücke und Viadukte, die Gewässer oder bewaldete Einschnitte überqueren.

Fast die Hälfte der Fledermausarten ist für den Quartierwechsel oder die Jagd nach Insekten eng an Strukturen gebunden. Sie nutzen **Flugkorridore** um vom Quartier in die Jagdlebensräume zu gelangen. Diese Flugkorridore folgen **linearen Landschaftselementen** wie Gewässer mit bestockten Ufern, Täler, Waldränder, Hecken oder Baumalleen.

1.2.1 Vielfältiger Jahreszyklus

Fledermäuse sind nachtaktive, fliegende Säugetiere mit einer kleinen Fortpflanzungsrate (meist nur ein Jungtier pro Jahr) und einer langen Lebensdauer (bis über 30 Jahre).

Heimische Fledermäuse sind an die Wechsel der Jahreszeiten angepasst. Insektenreiche Monate mit einem hohen Nahrungsangebot werden zur Fortpflanzung und Paarung genutzt. Die Weibchen schliessen sich zwischen April und Mai zu Wochenstubenkolonien zusammen und gebären die Jungtiere zwischen Ende Mai bis Anfang Juli. Bereits nach 4-6 Wochen sind die Jungtiere flügge und beginnen selbständig zu jagen. Die Wochenstubenkolonien lösen sich auf, es beginnt eine Phase des Umherstreifens, in der auch die artspezifischen Winterquartiere aufgesucht werden. Zugleich ist es die Paarungszeit. Die Männchen versuchen in speziellen Balzquartieren Weibchen anzulocken oder die Fledermäuse treffen sich vor bestimmten Höhlen und Stollen um dort zu schwärmen. Diese Schwarzmaktivitäten dienen nebst der Paarung, der Erkundung von Winterquartieren und der Informationsweitergabe an die Jungtiere. Die Kälteperiode zwischen Oktober/November und März/April ist mehrheitlich dem Winterschlaf vorbehalten. Die Reduktion des Stoffwechsels ermöglicht Energie zu sparen und die insektenarmen Monate ohne Nahrungsaufnahme zu überleben (Abbildung 1).

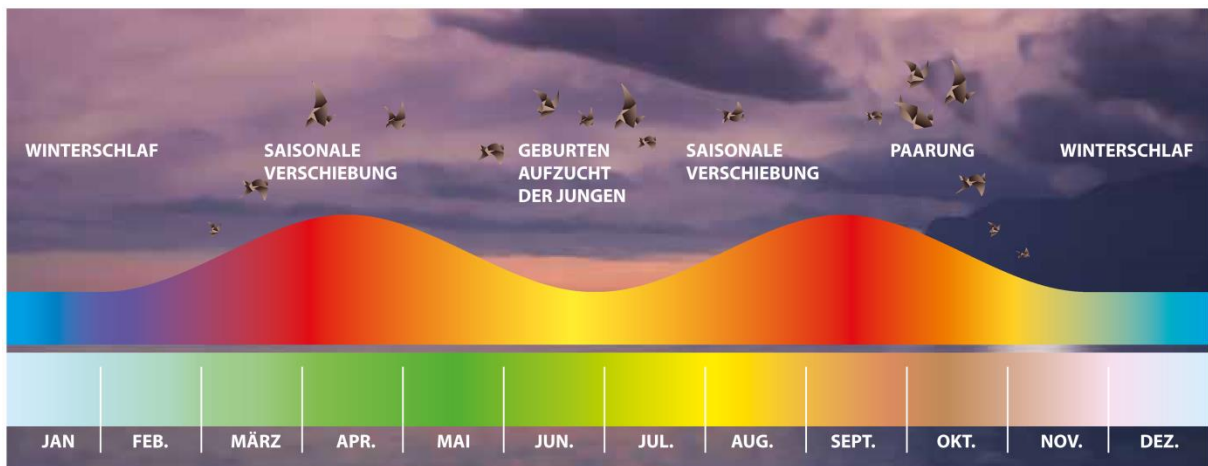


Abbildung 1: Jahreszyklus der Fledermäuse: den Winter verbringen Fledermäuse in Höhlen und Stollen, Baumhöhlen, etc.; gelegentlich können sie auch Kunstbauten mit günstigem Klima nutzen wie z.B. das Widerlager; zu Beginn des Frühlings verschieben sich die Weibchen in die Wochenstuben; einige ziehende Arten nutzen auch noch Zwischenquartiere; die grösste Aktivität wird Ende Sommer zur Zeit des Ausfluges der Jungtiere festgestellt; im Herbst versammeln sich einige Arten in Höhlen oder Baumhöhlen für die Paarung, etc.



Abbildung 2: Wochenstube des Grossen Mausohrs in der Brücke von Corbières, Kanton Freiburg (© Jérôme Gremaud).



Abbildung 3: Grosse Hufeisennasen im Winterschlaf, Mine von Ougney, Franche-Comté, Frankreich.

1.2.2 Nutzung von unterschiedlichen Quartieren

Fledermäuse nutzen eine Vielzahl verschiedener Unterschlupfmöglichkeiten, die ihnen tagsüber bzw. während des Winterschlafes einen sicheren und ungestörten Aufenthalt ermöglichen. Sommerquartiere befinden sich in Gebäuden oder an/in Bäumen. Häufige Gebäudequartiere sind Estriche, Spalten im Zwischendach, hinter Fassadenverkleidungen, Fensterläden, Mauerfugen, sowie Hohlräume in Brücken und anderen Kunstbauten oder in speziellen Fledermauskästen. Vielen Fledermausarten genügt eine schmale Öffnung, durch die sie kriechend oder kletternd ins Quartier gelangen, einige Arten benötigen eine Durchflugsöffnung. Fledermäuse stellen oft hohe, saisonal wechselnde Anforderungen an das Mikroklima. Alle Arten benötigen daher ein Netzwerk aus mehreren, oft eng benachbarten Quartieren.

Als Winterquartiere dienen Felsspalten, Höhlen und Stollen oder für einige Arten auch Baumhöhlen, Rollladenkästen oder spezielle Winterschlaf-Fledermauskästen. Winterquartiere zeichnen sich durch ein ausgeglichenes Mikroklima aus, sind oft feucht und kalt, aber frostfrei.



Abbildung 4: Wochenstube der Grossen Hufeisennase im Dachstock einer Kirche, Vex VS.



Abbildung 5: Winterquartier in einem ehemaligen Marmor-Steinbruch, Saillon VS.

Da Fledermäuse eine Quartiertradition ausbilden und immer wieder zurückkehren, ist die Erhaltung bestehender *Quartiere* von grosser Bedeutung. Quartierverluste betreffen oft Kolonien und damit eine grosse Anzahl von Individuen, mit erheblichen negativen Auswirkungen auf die lokalen Populationen.

1.2.3 Echoortung und Lebensraumnutzung

Echoortung und Flugverhalten

Die nachtaktiven, sehr mobilen Fledermäuse orientieren sich mit Hilfe von Echos ihrer Ultraschallrufe. Dank dieser Echoortung können sie in völliger Dunkelheit durch die Landschaft navigieren und Insekten jagen.

Einheimische Fledermausarten rufen in einem Frequenzbereich zwischen 10 und 120 kHz und sind so zu einem grossen Teil für den Menschen nicht hörbar. Die Reichweite der Fledermausrufe ist sehr unterschiedlich. Bei grossen Arten mit langen, schmalen Flügeln für einen schnellen Flug, der Ihnen das Jagen im freien Luftraum erlaubt (z.B. Grosse Abendsegler), können die Rufe bis zu 100 m weit hörbar sein. Demgegenüber stehen die kleineren Arten mit kurzen, breiten Flügeln (z.B. die Kleine Hufeisennase). Sie sind wendig und in der Lage in dichter Vegetation oder zwischen Bäumen zu jagen. Ortungsrufe dieser Arten sind stark gerichtet und von vergleichsweise geringer Reichweite.

Artspezifische Raum- und Habitatnutzung

Die einzelnen Fledermausarten zeichnen sich durch artspezifische Verhaltensweisen und unterschiedliche Ansprüche an ihren Lebensraum aus. Einige Arten migrieren über weite Distanzen (mehrere 100

km) und beziehen in der Schweiz nur ihre Winterquartiere (z.B. Rauhaufledermaus und Grosser Abendsegler). Andere ortstreue Arten besiedeln ein vergleichsweise kleinräumiges Gebiet ganzjährig mit einem Aktivitätsradius von wenigen Kilometern (z.B. Zwergfledermaus und Kleine Hufeisennase). Jagdlebensräume können im Wald, über Gewässern oder auch über insektenreichen, offenen Flächen liegen. Die Jagdlebensraumtypen hängen von der artspezifischen Jagdstrategie ab. Nebst der fliegenden Insektenjagd mit Hilfe von Echoortung im freien Luftraum (z.B. Abendsegler) oder entlang von Strukturen (z.B. Zwergfledermäuse), gibt es "Gleaner", wie das Grosse Mausohr oder die Langohrfledermäuse, welche ihre Beute durch passives Detektieren von Krabbelgeräuschen ausmachen und diese anschliessend vom Untergrund oder der Vegetation ablesen. Daraus ergeben sich artspezifische Unterschiede der Jagdlebensräume auf vertikaler und struktureller Ebene (Abbildung 6 und Anhang A).

Flugkorridore in der Landschaft

Aufgrund der wenig weit reichenden Ultraschallrufe sind einige Fledermausarten zur Orientierung in der Landschaft stark an gut strukturierte Flugkorridore gebunden.

Stark frequentierte Flugkorridore sind meist lineare Verbindungselemente in der Landschaft mit vertikalen, nachtdunklen Strukturen wie zum Beispiel Hecken, Baumreihen, Gebäude, Waldränder oder Gewässer mit Ufergehölz (siehe Abbildung 6). Vor allem in der Nähe von grossen Fledermausquartieren können solche Flugkorridore während der Nacht intensiv frequentiert werden. Durch die Zerschneidung eines Flugkorridors, z.B. durch eine Strasse, kann ein Jagdlebensraum unter Umständen nicht mehr erreicht oder die Route gemieden und infolgedessen ein Fledermausquartier an Qualität verlieren oder gar aufgegeben werden.

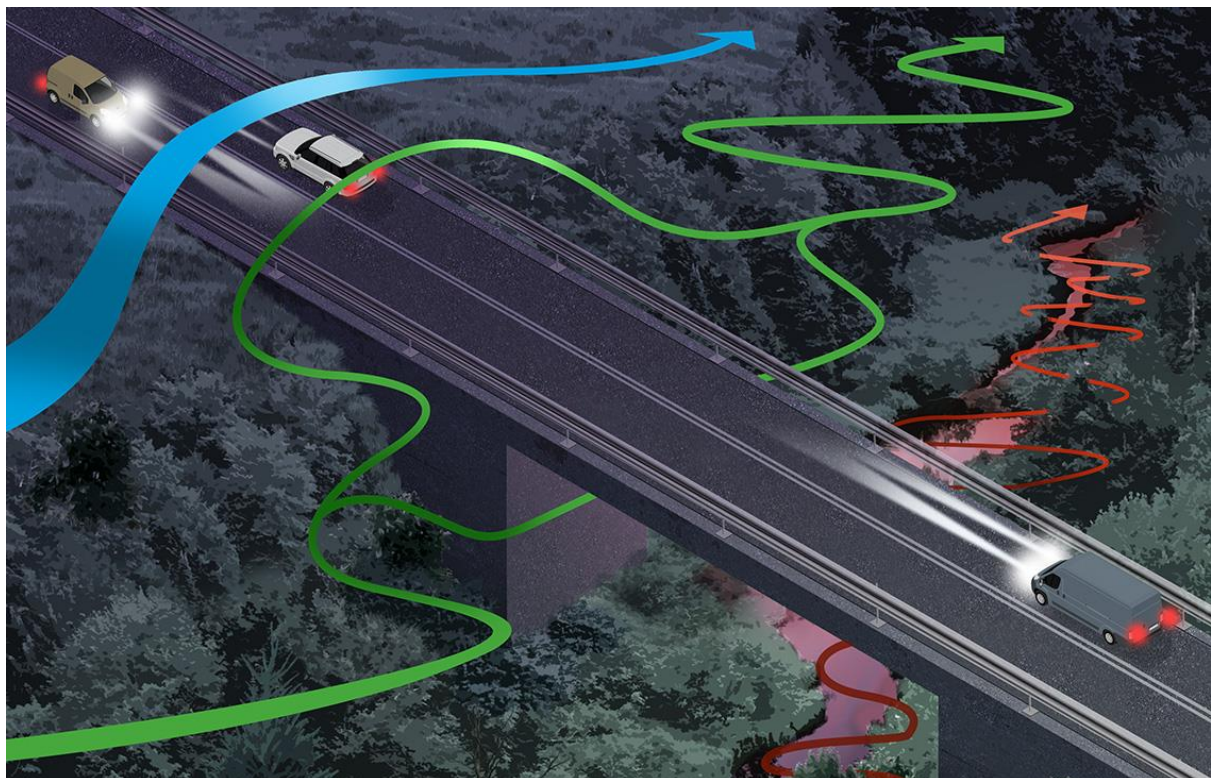


Abbildung 6: *Unterschiedliche Nutzung der Jagdlebensräume durch verschiedene Fledermausarten: blau, hoch fliegende Arten bewegen sich im Luftraum (z.B. Grosser Abendsegler); grün, entlang der Vegetation und in Lichtungen fliegende Arten (z.B. Breitflügel- und Zwergfledermaus); rot, stark an Strukturen gebundene Arten, fliegen auch in der Struktur (z.B. Hufeisennasen und Langohren).*



Abbildung 7: Entlang eines Gewässers wurden die Ufer bestockt, um eine Wochenstube der Kleinen Hufeisennasen mit ihren Jagdlebensräumen im Wald zu verbinden, Autobahn BAB17 Dresden–Prag, Sachsen, Deutschland.



Abbildung 8: Hecke leitet die Fledermäuse unter einem Viadukt durch, LGV-Rhin-Rhône, Ougney, Franche-Comté, Frankreich.



Abbildung 9: Baumalleen werden regelmässig als Flugkorridore genutzt; sie dürfen aus Sicherheitsgründen nur an Strassen mit eingeschränkter Geschwindigkeit oder in genügend grosser Distanz zur Strasse gepflanzt werden; Bahretal, Sachsen, Deutschland.

1.3 Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten

Der Bau und der Betrieb einer Verkehrsinfrastruktur kann die **Mobilität von Fledermäusen einschränken**, insbesondere wenn Flugkorridore zwischen einer Kolonie und den Jagdlebensräumen zerschnitten werden. **Konflikte** können in Form von Zerstörung der Jagdlebensräume und Quartiere, durch Unterbrechung von Flugkorridoren, durch Kollisionen und Habitatfragmentierung sowie aufgrund von Störung durch Bauarbeiten, Beleuchtung und Lärm entstehen. Bei Sanierung und Unterhalt von Verkehrsinfrastrukturen kann jedoch mit spezifischen Massnahmen die **Durchlässigkeit der Flugkorridore verbessert** werden.

Kunstbauten werden regelmässig **unterhalten** und periodisch **saniert**. Dies bringt für Fledermäuse, die diese Bauten bewohnen, ein Risiko mit sich. Solche Eingriffe bieten aber auch die **Möglichkeit, neue Quartiere zu schaffen**. Aufwertungen an Kunstbauten, die über Gewässer oder bewaldete Einschnitte führen, sind am erfolgversprechendsten. Alte Steinbrücken sind bei Fledermäusen sehr beliebt, aber auch neuere Bauwerke werden regelmässig genutzt.

Fledermäuse sind von **Lichtverschmutzung** betroffen, insbesondere im Mittelland. Zahlreiche Arten meiden beleuchtete Zonen und werden daher durch den Bau beleuchteter Strassen am Rande der Siedlungen negativ beeinflusst. Das Beleuchten der Kunstbauten (Gewässerdurchlässe, Brücken, Viadukte) ist ebenfalls sehr ungünstig, weil empfindliche Arten dort keine Quartiere beziehen können und Flugkorridore unterbrochen werden.

Die Tabelle 1 fasst die verschiedenen Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten zusammen, welche in Abbildung 10 dargestellt sind. Sie bildet die verschiedenen Punkte während der Bau- und der Betriebsphase ab und verweist für eine detaillierte Beschreibung auf die entsprechenden Kapitel.

Tabelle 1: Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten durch Verkehrsinfrastrukturen in der Bau- und Betriebsphase.

	Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten	Kapitel
Bauphase	Verlust und Beeinträchtigung des Jagdlebensraums	1.3.1
	Verlust und Beeinträchtigung von Quartieren	1.3.2
	Unterbrechung der Flugkorridore während der Bauphase	1.3.4
	Verlust / Aufwertung von Quartieren im Zuge von Unterhalt oder Sanierung von Kunstbauten	1.3.5
Betriebsphase	Kollisionsrisiko	1.3.3
	Dauerhafte Unterbrechung eines Flugkorridors und Habitatfragmentierung	1.3.4
	Störungen durch Licht und Lärm	1.3.6

1.3.1 Verlust und Beeinträchtigung des Jagdlebensraums

Der Strassen- und der Bahnverkehr können zu einer indirekten Qualitätsverminderung der Jagdlebensräume und je nach Umgebungsgestaltung zu einem direkten Verlust von natürlichen Lebensräumen führen, die als Jagdgebiete genutzt werden. Dies bedeutet eine Reduktion des Nahrungsangebots und durch längere Flugwege einen grösseren Aufwand. Grosse Strassen können die Fledermausaktivität bis zu einer Distanz von 1.5 km negativ beeinflussen [7] [17] (siehe auch Kapitel 1.3.6).



Abbildung 10: Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit Verkehrsinfrastrukturen: Vermindern der Erreichbarkeit gewisser Jagdlebensräume (1.3.1) oder Quartiere (1.3.2), Kollisionsrisiko auf den Flugkorridoren (1.3.3), Habitatfragmentierung, insbesondere der Waldlebensräume (1.3.4), Risiken und Aufwertungsmöglichkeiten aufgrund von Unterhalt und Sanierung von Kunstbauten (1.3.5), beeinträchtigter Flugkorridor aufgrund der Beleuchtung (1.3.6); die Nummern verweisen auf die entsprechenden Kapitel; Abbildung mit umgesetzten Massnahmen, siehe Abbildung 18, Seite 25.

1.3.2 Verlust und Beeinträchtigung von Quartieren

Degradation von einem Quartier entsteht vor allem, wenn der Strassenverkehr im direkten Umfeld vorbeiführt, so dass deren Individuen chronisch einem erhöhten Kollisionsrisiko ausgesetzt sind. Darüber hinaus können die Tiere durch Sekundärfaktoren (z.B. Licht, Lärm, Veränderungen des Mikroklimas) veranlasst werden, das Quartier dauerhaft aufzugeben. Quartiere werden traditionell über Jahrzehnte genutzt. Eine aktive Umsiedlung von Kolonien ist in der Regel nicht erfolgreich. Selbst wenn, jahreszeitlich bedingt, die Fledermäuse nicht anwesend sind, ist das Quartier eine gesetzlich geschützte „Brutstätte“ (Art. 20 NHV).

In Wäldern und teilweise auch im Siedlungsraum muss beachtet werden, dass eine Fledermauskolonie häufig einen Verbund von Quartieren bewohnt. Durch die Fragmentierung kann es zu einem völligen Funktionsverlust dieses Verbundsystems kommen, selbst wenn kein einzelnes Quartier unmittelbar zerstört wird.

1.3.3 Kollisionen

Fledermäuse sind durch die Orientierung mit Ultraschall in der Lage ihre Umgebung sehr genau abzubilden, trotzdem können tödliche Kollisionen mit schnell bewegenden Objekten auftreten. Die Rufe einer Fledermaus sind in Flugrichtung gerichtet. Hindernisse, die sich von hinten oder von der Seite auf die Fledermaus zu bewegen, können nicht wahrgenommen werden. Kollisionen treten beim nied-

rigen Überflug von Strassen (wie z.B. bei Transferflügen zwischen den Quartieren und den Jagdlebensräumen) oder auch beim Beutefang (Jagdflug) auf.

Bei Transferflügen sind vor allem strukturgebunden fliegende Fledermausarten betroffen, die sich meist im Schutz der Vegetation bewegen und Offenland nur knapp über dem Boden überfliegen.

Im Jagdflug können auch weniger strukturgebundene Arten, wie z.B. der Abendsegler, von Kollisionen betroffen sein. Aufgewärmte Trasse und starke Lichtquellen (Autoscheinwerfer, Strassenlaternen) locken nachtaktive Insekten an, die diesen Fledermausarten ein reichhaltiges Nahrungsangebot bieten.

Fledermäuse als Verkehrsoffer werden meist nur zufällig gefunden und die Dunkelziffer der Fledermaus-Verluste durch Strassen- und Schienenverkehr umfasst ein Vielfaches der zufälligen Totfunde. Neuere Studien mit systematischen Nachsuchen von Kollisionsopfern zeigen, dass Totfunde gehäuft auftreten, wo Strassen Flugkorridore kreuzen oder nahe an attraktiven Jagdlebensräumen liegen. Insbesondere unerfahrene Jungtiere im Spätsommer sind betroffen [10].

Die Zahl der Kollisionen scheint direkt von der Dichte des Verkehrs und der Verkehrsgeschwindigkeit beeinflusst zu werden [23]. Strassen mit dichtem und schnellem Verkehr sind demnach die problematischsten. Die Anzahl der zu querenden Spuren beeinflusst ebenfalls die Überlebenschancen.

1.3.4 Habitatfragmentierung

Strassen können wichtige Flugkorridore von Fledermäusen zu ihren unterschiedlichen Teillebensräumen (Wochenstuben, Sommerquartiere, Jagdlebensräume, Winterquartiere u.a.) trennen. Grosse Jagdlebensräume (z.B. Wald) können auch zerschnitten werden. Die Zerschneidungswirkung hängt von der Breite des Trassees und von der Frequenz an Fahrzeugen während der Nacht ab [14]. Im Extremfall sind Flugkorridore zwischen Gebieten durch Strassen dauerhaft unterbrochen oder in ihrer funktionalen Beziehung gestört. Zum Teil versuchen Arten der Strasse auch auszuweichen und nehmen grössere Umwege in Kauf, um zu ihren Quartieren oder Jagdlebensräumen zu gelangen. Diese Vermeidungsreaktionen können die Überlebenschancen und Entwicklung einer Fledermauspopulation entscheidend vermindern. Eine Zerschneidung kann eine Barrierewirkung zur Folge haben wenn Populationen isoliert und der genetische Austausch behindert wird. Dies kann zu einer langfristigen Beeinträchtigung der Fledermauspopulationen oder gar zum lokalen Artensterben führen [26].

1.3.5 Unterhalt und Sanierung von Kunstbauten

Generell bieten Kunstbauten (Brücken, Viadukte, etc.) verschiedene Möglichkeiten für die Mehrzahl der Fledermausarten. Sie finden günstige Unterschlüpfen, z.B. in den Entwässerungsrohren, den Dilatationsfugen oder im Brückenhohlkörper.

Kunstbauten bieten dunkle Verstecke ohne Durchzug, die für Prädatoren kaum zugänglich sind. Zudem sind die Temperaturen relativ stabil und höher als im Tagesdurchschnitt. Brücken verschaffen potentiell sehr geschätzte Quartiere für Fledermäuse, insbesondere bei Gewässerübergängen. Gewisse Arten wie die Wasserfledermaus werden stark von diesen anthropogenen Quartieren angezogen. Steinbrücken haben das grösste Potential Fledermausquartiere zu bieten, moderne Bauten werden jedoch auch häufig von Fledermäusen genutzt sobald sie Spalten von mindestens 5 cm Tiefe und 1.2 cm Breite aufweisen.



Abbildung 11: Wasserfledermäuse, die den Vorsprung bei einer Brücke nutzen (© Cyril Schönbacher).

Der Abbruch oder die Sanierungen von Kunstbauten, die von Fledermäusen bewohnt werden, können zu direkten oder indirekten Verlusten führen. Allgemein können Vibrationen, Lärm und nächtliche Beleuchtung die in den Bauten ruhenden Fledermäuse stören und als Folge das Verlassen des Quartiers bewirken. Eine gute Planung der Arbeiten, verbunden mit Abklärungen zur Nutzung des Bauwerks durch Fledermäuse, ist also entscheidend um das Risiko von Störungen zu verringern.

Kunstbauten können als Wochenstuben oder Überwinterungsquartiere genutzt werden, sie werden jedoch auch regelmässig von März bis April und von September bis Oktober bewohnt. Diese zwei Perioden sind am günstigsten um Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten durchzuführen, da brückenbewohnende Fledermäuse zu dieser Zeit mobiler und weniger empfindlich sind als während der Jungenaufzucht und dem Winterschlaf. Das Risiko Fledermäuse in Fugen und Spalten der Bauwerke einzusperren oder zu töten ist also geringer.

1.3.6 Licht- und Lärmemissionen

Licht- und Lärmemissionen können Jagdlebensräume indirekt negativ beeinflussen. Lichtemissionen durch Strassenbeleuchtung, Scheinwerfer etc. können artspezifisch zu einer Meidung von strassen-nahen Jagdlebensräumen führen [29]. Alle Beleuchtungssysteme (auch LED) führen zu einer Vermeidungsreaktion gewisser Fledermausarten. Insbesondere einige Waldfledermausarten wie Bechstein-, Fransen-, Bartfledermäuse, Mausohren, Langohren sowie Hufeisennasen meiden das Licht und beleuchtete Gebiete. Für diese Arten bedeuten die Beleuchtungen der Bauwerke eine Barriere auf den Flugkorridoren.

Die Beleuchtung von Ein- und Ausflugsöffnungen bei von Fledermäusen besiedelten Bauten reduziert deren Attraktivität und in gewissen Fällen kann es zum Verlassen des Quartiers führen [29]. Bei einigen Arten (*Myotis sp.* und *Rhinolophus sp.*) verzögert eine solche Beleuchtung den Ausflug, wodurch die Zeit für die Jagd auf Insekten reduziert wird. Dies bewirkt einen reduzierten Fortpflanzungserfolg und kleinere Jungtiere. Ein Schutz gegen die Beleuchtung der Ausflugsöffnung (z.B. Bäume) erlaubt den Fledermäusen, das Quartier früher zu verlassen und auch später zurückzukehren, was die Jagdzeit deutlich verlängert.

Gewisse Fledermausarten, die gegenüber Licht weniger empfindlich sind (*Pipistrellus sp.*, *Eptesicus sp.*, *Nyctalus sp.*), jagen die von Beleuchtungssystemen mit geringer Wellenlänge (UV) angezogen Insekten [29]. Quecksilberdampflampen (weisses Licht) mit hohem Blauanteil (UV) ziehen Nachtinsekten und damit auch Fledermäuse stärker an als Natriumdampflampen (gelbes Licht) [27]. Den Vorteil, den sich diese Arten dadurch geschaffen haben, könnte durch das erhöhte Kollisions- und Prädationsrisiko verringert werden [21]. Das Ersetzen dieser Beleuchtungssysteme durch LED-Lampen reduziert die Attraktivität für Insekten deutlich, wobei die weissen LED (2500°K bis 3500°K) die unattraktivsten

sind [15]. Daraus ergibt sich eine deutliche Reduktion der Attraktivität von Strassenbeleuchtungen für Fledermäuse [22].

Verkehrslärm betrifft vor allem Fledermäuse, die Insekten oder Spinnen von Blättern und dem Boden ablesen (z.B. Bechstein-, Fransenfledermäuse, Grosse Mausohren und Braune Langohren). Diese Arten jagen entweder mit sehr leisen Echoortungsrufen oder sind auf das Hören von Bewegungen der Beuteinsekten angewiesen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Frequenzbänder von Laufkäfergeräuschen und Verkehrslärm weitgehend überlappen, was den Jagderfolg der Fledermäuse mindert [7] [28].

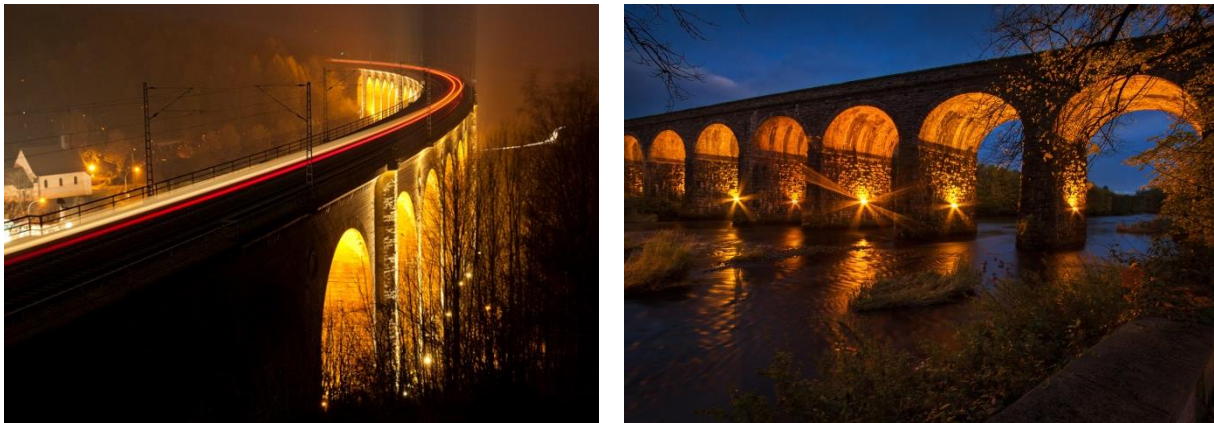


Abbildung 12: Zwei Beispiele von beleuchteten Brücken (links Eisenbahnviadukt Altenbeken, Nordrhein-Westfalen, Deutschland © Andreas Fiebig; rechts Viadukt von Randalstown, Nordirland © Alan Hopps): nicht günstig für Fledermäuse.

II Schutzmassnahmen

2.1 Umsetzung der Massnahmen

Dieses Kapitel schlägt dem Bauherrn eine **Vorgehensweise** vor, um Fledermäuse beim (Aus)Bau von Verkehrsinfrastrukturen und dem Unterhalt optimal zu berücksichtigen. Die Arbeitsgrundlage zeigt Kriterien auf, welche während der Planung erlauben, potentielle Probleme für Fledermäuse zu erkennen und Aufwertungsmöglichkeiten zu identifizieren. Die Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz (CCO/KOF) bietet einen Beratungsdienst für die Bauherren an. Je nach Projekttyp oder Anfrage bietet sie eine einfach **Vorabklärung** an. Dieser Dienst erlaubt es die potentiellen Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten eines Infrastrukturprojektes schnell zu identifizieren. Der Bauherr profitiert von der Beratung zur Auswahl der passenden Massnahmen. Die Vorabklärung verhindert zudem, dass spezifische Massnahmen geplant werden, ohne dass der Nutzen für die Fledermäuse angezeigt ist. In komplexeren Fällen wird der Bauherr für ein **Gutachten** an Fledermausspezialisten verwiesen.

Massnahmen, die sich bewährt haben, werden in den Massnahmenblättern (Anhang B) und im Kapitel 2.1.3 beschrieben. Die Massnahmenblätter beschreiben den Bau von Über- und Unterführungen für Fledermäuse, das Anlegen von Leitstrukturen für die Anbindung der Quartiere an die Jagdlebensräume, die zu berücksichtigenden Punkte für Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten an Kunstbauten und das Schaffen von Quartieren an Brücken.

Ein **Unterhaltsplan** für die Vegetation in der Umgebung und auf den Bauwerken ist unerlässlich um die Funktionalität zu gewährleisten (Kapitel 2.1.5). Ein falscher Unterhalt bei Wildtierpassage kann sehr schnell dazu führen, dass eine Leitstruktur ihre Funktion für Fledermäuse nicht mehr erfüllt.

2.1.1 Vorgehensweise

Eine einfache Vorgehensweise wird den Bauherren in der Abbildung 13 vorgeschlagen, um Fledermäuse im Rahmen von Verkehrsinfrastrukturprojekten vermehrt zu berücksichtigen. Sie hat zum Ziel vorausschauend mögliche Konflikte und Aufwertungsmöglichkeiten zu erkennen, indem dem Bauherrn oder den Auftragnehmern ein Beratungsdienst zu jeglichen Fragen dieses Themenbereichs zur Verfügung gestellt wird. Die CCO/KOF kann, mit Unterstützung der Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten, schnell und professionell auf Anfragen von beteiligten Personen antworten. Das Ziel ist, möglichst früh (während der Planungsstudie) eine Zusammenarbeit zwischen Bauherren und Fledermausspezialisten zu erreichen. Es wird empfohlen, die Berücksichtigung von Fledermäusen in den verschiedenen Pflichtenheften aufzuführen.

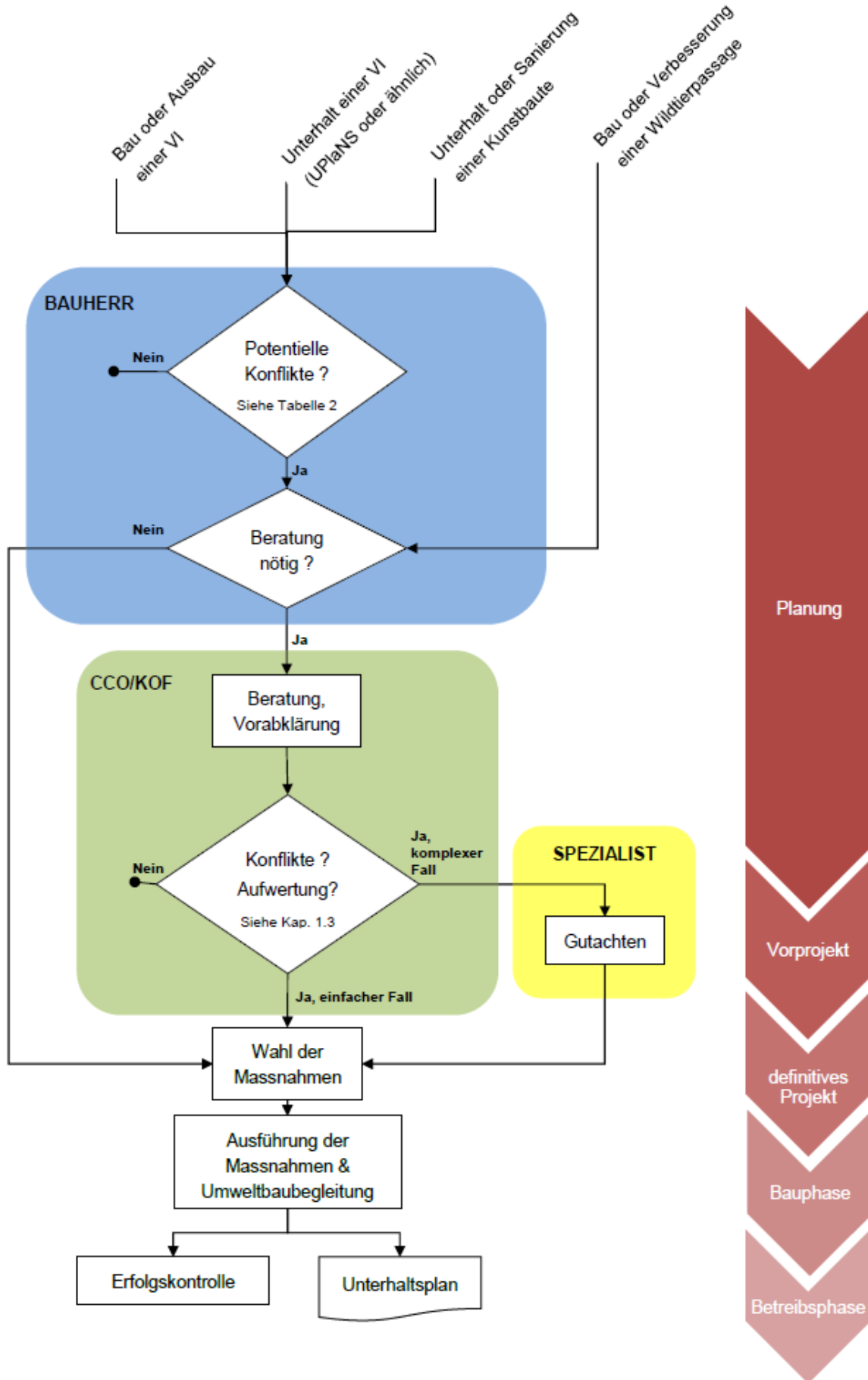


Abbildung 13: Vorgehen, um Fledermäuse im Rahmen von Verkehrsinfrastrukturprojekten zu berücksichtigen.

In einem ersten Schritt soll der Bauherr abklären, ob sein Projekt Fledermäuse potentiell betreffen kann. Die Tabelle 2 stellt die Themenbereiche vor, bei denen Fledermäuse tangiert werden könnten. Der Bau oder die Verbesserung von spezifischen Querungen für grosse und mittlere Wildtiere stellen für Fledermäuse per se ein wichtiges Potential dar. Im Rahmen von solchen Projekten wird von den beauftragten Umweltbüros verlangt, dass die Fledermausproblematik mit Hilfe der Massnahmenblätter im Anhang B oder, falls erforderlich, mit Beratung von der CCO/KOF, integriert wird.

Tabelle 2: Projekttypen und Bedingungen, bei denen Fledermäuse potentiell betroffen werden.

Projekttyp	Bedingungen, bei denen Fledermäuse potentiell betroffen werden
Bau oder Verbesserung einer Wildtierpassage für grosse und mittlere Wildtiere	- Alle Bauwerke
Bau oder Verbesserung einer nicht spezifischen Wildtierpassage	- Brücke oder Viadukt über ein Gewässer oder einen bewaldeten Einschnitt - Infrastruktur im Wald, insbesondere in naturnahen Laubwäldern - Infrastruktur, die weniger als 100 m von Wäldern, Feuchtgebieten (Moor, Auengebiete, naturnahen Seeufern) oder Schutzgebieten entfernt liegt - Infrastruktur, die einen zusammenhängenden Gehölzstreifen durchquert (Hecke, Allee), insbesondere wenn der Gehölzstreifen ein Dorf (Kolonie) mit potentiellen Jagdlebensräumen (Wald, Teiche, strukturreiche Landwirtschaft etc.) verbindet
Unterhalt oder Sanierung einer Kunstbaute	- Brücke oder Viadukt, welche/s über ein Gewässer oder einen bewaldeten Einschnitt führt - Steinbrücke
Abholzung/Rodung verbunden mit dem Bau oder Ausbau einer Verkehrsinfrastruktur	- Naturnaher Laubwald - Alte Bäume, Höhlenbäume
Andere Infrastrukturen, weniger als 500 m von einem Querungsbauwerk entfernt	- Grosse Infrastruktur mit starker Beleuchtung (Sportanlage, Gewerbegebiet, etc.) - Windenergieanlagen (Kollisionsrisiko)

Wenn der Bauherr potentielle Auswirkungen vermutet, kann er sich an die Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz (CCO/KOF, Adressen auf Seite 78) wenden. Die CCO/KOF ist im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) die offizielle Stelle für die Forschung und den Schutz der Fledermäuse in der Schweiz. Sie bietet als Solche einen Beratungsdienst. Je nach Projekt oder Anfrage bietet sie schriftliche oder telefonische Beratung oder erstellt eine einfache Vorabklärung (Datenbankabfrage, wenn nötig Begehung vor Ort). Der Bauherr entscheidet, ob er den Dienst der CCO/KOF in Anspruch nimmt. In einfachen Fällen, die keiner speziellen Beratung bedürfen, werden die Massnahmen mit Hilfe der Massnahmenblätter (Anhang B) direkt vom Bauherrn bestimmt.

Die Vorabklärung erlaubt es, die potentiellen Auswirkungen des Projektes und mögliche Aufwertungsmassnahmen zu definieren. Da sie normalerweise in der Planungsstudie erfolgt, hat sie auch zum Ziel nicht zweckmässige Untersuchungen oder Massnahmen (keine Wirkung für Fledermäuse) oder solche mit sehr schlechtem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu vermeiden. So erlaubt die Vorabklärung dem Bauherrn, unter Berücksichtigung der Bedeutung der Fledermauskolonien sowie dem Umfang und den Kosten der Massnahmen, die Arbeiten zu planen. Für komplexere Projekte soll ein detailliertes Gutachten erstellt werden um die Chancen oder Konflikte zu analysieren und angepasste Massnahmen zu definieren. Je nach Schlussfolgerung der Vorabklärung beauftragt der Bauherr einen Fledermausspezialisten die nötigen Abklärungen vorzunehmen: Analyse des vom Projekt betroffenen Flugkorridors, Begleitung einer zu sanierenden Brücke, die von Fledermäusen genutzt wird, etc. Das

Gutachten soll so früh wie möglich, normalerweise mit dem Vorprojekt, ausgeführt werden und einen detaillierten Bericht zu den Resultaten liefern.

In einfacheren Fällen, die kein Gutachten benötigen (z.B. Fledermauskästen an Kunstbauten anbringen), kann sich der Bauherr direkt auf die Wahl der Massnahmen (Anhang B) konzentrieren, allenfalls mit der Unterstützung der CCO/KOF.

2.1.2 Wahl der Massnahmen

Die Definition der Massnahmen beruht auf dem Grundsatz vermeiden – vermindern – ausgleichen / wiederherstellen:

- **Vermeiden:** Zuerst Lösungen suchen, die keine Auswirkungen auf Fledermäuse haben; wenn eine Linienführung zu grosse negative Wirkungen hat, sind Varianten auszuarbeiten, die kostspielige Massnahmen zur Reduktion oder Kompensation vermeiden; von Fledermäusen besetzte Hohlräume sind wenn möglich zu erhalten
- **Vermindern:** Massnahmen zur Reduktion der Wirkungen betreffen hauptsächlich Über- oder Unterführungen und die Verbesserung der Eingliederung der Bauwerke in die Landschaft indem Leitstrukturen geschaffen werden; eine fachgerechte Beleuchtung erlaubt es ebenfalls negative Wirkungen eines Projektes zu reduzieren
- **Ausgleichen / Wiederherstellen:** Verbessern des Quartierangebotes an Kunstbauten; Ersetzen von zerstörten Quartieren nach Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten und Wiederherstellen von Jagdlebensräumen nach Bauarbeiten (Abbildung 18)

Es gibt nur wenige Massnahmen mit erwiesener Wirksamkeit. Der Massnahmenkatalog beschränkt sich auf solche, die ohne grössere Probleme umgesetzt werden können [13]. Die Massnahmenblätter behandeln die zwei folgenden Themen:

Die **Mobilität** der Fledermäuse vereinfachen :

- Planen von fledermausfreundlichen Über- oder Unterführungen
→ **Massnahmenblatt B.1** und **B.2**
- Anbinden der Bauwerke an Ihre Umgebung mit Hilfe von *Leitstrukturen*
→ **Massnahmenblatt B.3**



Abbildung 14: Brücke für landwirtschaftliche Fahrzeuge, aufgewertet um den Fledermäusen die Überquerung zu erleichtern (Zaun, Blendschutz aus Holz, Pflanzung von Leitstrukturen) Staatsstrasse S170n, Bahretal, Sachsen, Deutschland.



Abbildung 15: Pflanzung einer Hecke als Leitstruktur, um die Wildtierpassage mit dem nahen Wald zu verbinden, Staatsstraße S170n, Bahretal, Sachsen, Deutschland.

Erhalten und Verbessern des **Quartierangebotes** für Fledermäuse:

- Wirkungen während den Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten reduzieren und die Attraktivität des Bauwerkes für Fledermäuse erhöhen → **Massnahmenblatt B.4**



Abbildung 16: Berücksichtigen von Fledermäusen während der Inspektion einer alten Steinbrücke.



Abbildung 17: Montierte Fledermauskästen an einem Stahlträger einer gewässerquerenden, modernen Brücke (© Marzia Mattei).

Der Anhang C stellt gute Praxisbeispiele aus der Schweiz, Deutschland und Frankreich vor. Die Terminplanung der Arbeiten, die Anpassung der Beleuchtung und Aufwertungen der Lebensräume werden nicht in den Massnahmenblättern und Praxisbeispielen beschrieben, werden jedoch im Kapitel 2.1.3 behandelt. Weitere Massnahmen, deren Wirksamkeit nicht erwiesen ist, werden im gleichen Kapitel kurz beschrieben.

Es ist wichtig, alle Synergien zwischen den Gestaltungsmassnahmen für Wildtiere und Fledermäuse zu nutzen. Speziell ist beim Bau oder der Verbesserung von Wildtierpassagen für grosse und mittlere Wildtiere sind die Bedürfnisse der Fledermäuse zu berücksichtigen. Es ist auch wichtig darauf zu achten, dass spezifische Massnahmen für Fledermäuse die Mobilität anderer Artengruppen nicht behindern. Allgemein kann man sagen, dass spezifische Massnahmen für Fledermäuse die Wirksamkeit der Wildtierpassagen für andere Arten normalerweise unterstützen. Die zu berücksichtigenden Punkte sind in den Massnahmenblättern (Anhang B) beschrieben.

Bei spezifischen Aufwertungen für Fledermäuse muss ein Unterhaltsplan (Kapitel 2.1.5) und ein Konzept für die Erfolgskontrolle (Kapitel 2.2) erstellt werden.

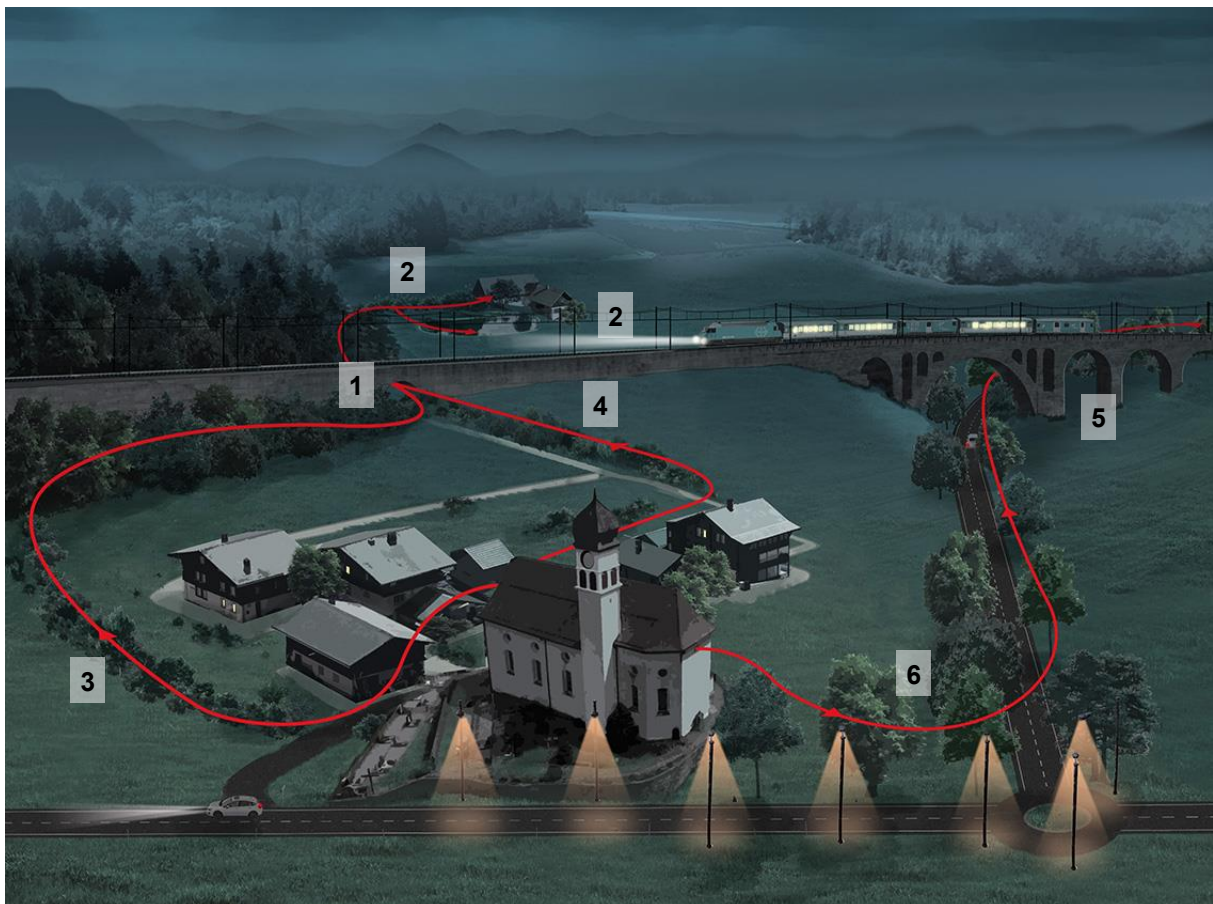


Abbildung 18: Massnahmen zu Gunsten der Fledermäuse verbunden mit Verkehrsinfrastrukturprojekten: 1) Verbesserung einer Wildtierbrücke; 2) Verlegen einer Hecke, die als Flugkorridor dient; 3) Verstärkung eines Flugkorridors im Rahmen einer Gewässerrenaturierung; 4) Pflanzen einer Leitstruktur, die Fledermäuse zu einem bestehenden Bauwerk führt; 5) Aufwertung eines Quartiers in einem Viadukt; 6) Beleuchtungskonzept, das die Baumallee möglichst nicht beleuchtet; Ausgangssituation ohne Massnahmen: siehe Abbildung 10, S. 15.

2.1.3 Spezifische Massnahmen

Terminplanung der Arbeiten

Es wird empfohlen Baumfällungen oder das Entfernen von potentiell durch Fledermäuse genutzte Gehölzstrukturen im Winter auszuführen, zur Zeit des Winterschlafs der Fledermäuse (Abbildung 19). Zudem wird das Brutgeschäft der Vögel zu dieser Zeit nicht beeinträchtigen. Falls alte Höhlenbäume zu fällen sind, die potentiell als Winterquartier genutzt werden, wird empfohlen die CCO/KOF für eine vorgängige Kontrolle beizuziehen. Die Fällungen sind in diesem Fall im Herbst (September bis Oktober) vorzunehmen, damit die Fledermäuse nicht getötet werden und noch Ersatzquartiere finden können (gemäss NHG Art. 20a und Anhang 3).

Falls Bauarbeiten den Unterbruch eines Flugkorridors zwischen April und Oktober bewirken, erlaubt eine temporäre Leitstruktur in gewissen Fällen das Aufrechterhalten während der Bauphase (siehe Massnahmenblatt B.3).

Wenn eine Kunstbaute durch Fledermäuse genutzt wird, sind der Frühling (März-April) und der Herbst (September-Oktober) die besten Perioden, um Unterhalts- oder Sanierungsarbeiten auszuführen. Im Winter sind Fledermäuse viel empfindlicher auf Störungen, das Gleiche gilt für die Zeit der Jungenaufzucht (Mai bis Anfang August). Es wird also empfohlen zu Beginn des Frühlings oder im Herbst einzugreifen, weil Fledermäuse die Bauten zu dieser Zeit ohne grössere negative Folgen verlassen können. Es müssen jedoch Vorkehrungen getroffen werden, damit keine Fledermäuse eingesperrt werden (siehe Massnahmenblatt B.4).

Für grosse Projekte mit längeren Bauphasen sind spezifische Lösungen mit Fledermausspezialisten zu suchen.

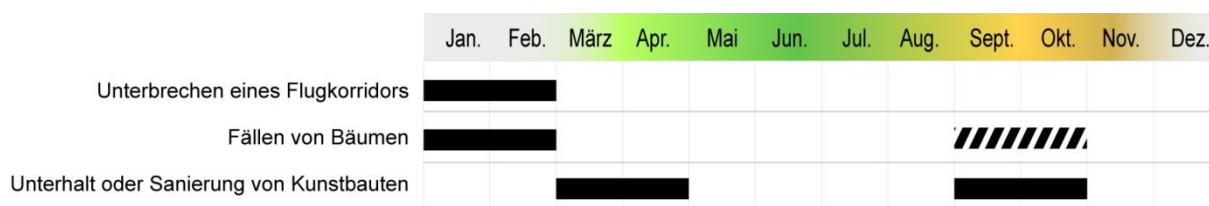


Abbildung 19: Empfohlene Zeitfenster für die verschiedenen Arbeiten; schraffiert die idealste Periode, um Bäume mit Quartieren zu fällen.

Optimieren der Beleuchtung

Während der aktiven Zeit der Fledermäuse, also April bis Oktober, ist es unerlässlich unbeleuchtete Flugkorridore zu erhalten, insbesondere im Siedlungsraum. Das Erschaffen eines Dunkelkorridors beinhaltet die Absicht, ein zusammenhängendes und funktionelles Netzwerk von wenig oder nicht beleuchteten Räumen zu schaffen, um nachtaktive Arten zu schützen [15]. Es soll insbesondere darauf geachtet werden, Gewässerachsen im Siedlungsraum möglichst wenig zu beleuchten um potentielle Flugkorridore zu schützen.

Folgende Lösungen können vorgesehen werden (siehe auch Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen [18], die VSS Normen 640 246a et 640 247a, und die SIA Norm 491 Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum):

- Lampen so ausrichten, dass ausschliesslich die Bauwerke beleuchtet werden und potentielle Flugkorridore im Dunklen liegen, falls notwendig in dem man Abschirmungen anbringt (Häuben, Schirme, optische Einrichtungen wie Spiegel oder Reflektoren)

- Entlang von beleuchteten Infrastrukturen, die an Gewässern liegen, soll die Vegetation entlang der Ufer im Dunkeln liegen.
- Vermeiden, dass Brücken und Viadukte, die potentiell als Fledermausquartier genutzt werden oder Flugkorridore überspannen, beleuchtet werden - insbesondere über Gewässern.
- Vorsehen von Beleuchtungen auf Anfrage (z.B. für eine wenig frequentierte Unterführung, die potentiell von Fledermäusen genutzt wird), sehr schwache oder zum Boden hin gerichtete Beleuchtung
- Entfernen von Beleuchtungen in Bereichen, in denen es für die menschliche Sicherheit kein Problem darstellt oder Ausschaltung der Beleuchtung mitten in der Nacht.
- Falls die Beleuchtung einer Verkehrsinfrastruktur notwendig ist, sollen Leuchtmittel verwendet werden, die keine Insekten anziehen (LED von 2500K bis 3500K, Natriumdampflampen).

Aufwertung und Schaffung von Jagdlebensräumen

Wenn Infrastrukturprojekte natürliche Lebensräume, die als Jagdlebensraum genutzt werden, zerstören, müssen die Eingriffe durch neue Lebensräume oder die Aufwertung bestehender Lebensräume kompensiert werden. Dies gilt insbesondere wenn Bestände mit alten Bäumen betroffen sind.

Empfohlene Massnahmen sind dabei das Vorsehen von Altholzinseln (Baumgruppen, die bis zum Absterben und Zersetzen stehen gelassen werden), das Schützen von Höhlenbäumen, Fördern von Mischwäldern mit hohem Laubanteil und das Schaffen von Lichtungen sowie strukturreichen Waldrändern. Positiv für Fledermäuse und viele weitere Arten wirken sich auch neue Feuchtgebiete im Wald oder am Waldrand aus.

Falls eine Kolonie von Waldfledermäusen (z.B. *Myotis sp.*, *Rhinolophus sp.*) in der Nähe eines durch Verkehrsinfrastruktur zerschnittenen Waldbestandes liegt, sind Aufwertungsmassnahmen auf der Seite der Kolonie zu bevorzugen. Dieser Ansatz erlaubt, die Anzahl Querungen durch Fledermäuse zu reduzieren.

Je nach Fall kann es sinnvoll sein, Flugkorridore zu erstellen oder zu verstärken, die Quartiere mit potenziellen Jagdlebensräumen verbinden. Es können Hecken, Gehölzstreifen oder Alleen angelegt werden. Diese Massnahmen verlangen, dass man über gewisse Flächen verfügt. Sie können z.B. bei einer Güterzusammenlegung im Rahmen des Baus einer Verkehrsinfrastruktur erfolgen.

Weitere Massnahmen

Um das Kollisionsrisiko zu minimieren, wurden verschiedene Massnahmen für die Erleichterung des Überflugs von Verkehrsinfrastrukturen getestet (z. B. leichte Überführungen, für Fledermäuse angefertigte Netze auf der Höhe von bestehenden Flugkorridoren). Metallische, U-förmige Passerellen oder Kabel mit Styroporkugeln (um das Erkennen für Fledermäuse zu erleichtern) ergaben je nach Fall unterschiedliche Ergebnisse. Gemäss heutigen Kenntnissen wurde für diese Art von Massnahmen die Effizienz noch nicht nachgewiesen und es muss davon abgeraten werden, resp. es sind weitere Erkenntnisse dazu notwendig [8] [13].

Die Hop-overs (Übergänge im Kronenbereich) sind dazu vorgesehen, Fledermäusen, welche nahe der Baumwipfel fliegen (*Pipistrellus sp.*, *Eptesicus sp.*), das Überqueren einer breiten Infrastruktur zu erleichtern. Die Massnahme soll die Fledermäuse zwingen höher zu fliegen, um die Strasse über den Fahrzeugen zu queren. Dazu werden grosse Bäume nahe der zu querenden Strasse gepflanzt und Palisaden oder Zäune aufgestellt (Abbildung 20). Neben Sicherheitsaspekten (Abbruch von Ästen, Erstellen von Sicherheitschranken aufgrund der nahen Bäume) ist diese Massnahme sehr abhängig von den betroffenen Arten und dem Gelände. Sie funktioniert nicht mit sehr stark an Strukturen gebundene Arten, die bodennah fliegen (Langohren, Hufeisennasen).

Die Ansprüche der terrestrischen Fauna sind von Fall zu Fall ebenfalls zu berücksichtigen. Es handelt sich um experimentelle Massnahmen, die nur in sehr spezifischen Fällen, unter Begleitung eines Fledermausspezialisten, empfohlen werden können [12].



Abbildung 20: Hop-over, verstärkt mit einem Holzzaun, leitet die Fledermäuse über dem Verkehr durch (Fotomontage).

Die Beleuchtung kann punktuell dazu gebraucht werden, einen Barriereeffekt zu erzeugen, um Fledermäuse daran zu hindern, die Strasse zu queren. In Wales wurde die Beleuchtung beispielsweise gebraucht, um eine Kolonie von Kleinen Hufeisennasen daran zu hindern eine breite Strasse zu überfliegen und sie zu einer unbeleuchteten, gewässerüberquerenden Brücke zu führen [13]. Strassenlampen von 60W wurden beidseits der Strasse über 150 m alle 2 bis 3 m aufgestellt, dies beidseits der Brücke. Diese Aufstellung hat sich für einen grossen Teil der Kolonie als effizient erwiesen. Dennoch fehlt die Erfahrungen bezüglich der Nutzung von Beleuchtung als Barriere für verschiedene Arten und diese Massnahme kann zurzeit nicht routinemässig vorgeschlagen werden.

2.1.4 Umweltbaubegleitung (UBB)

Die Baubegleitung durch einen Fledermausspezialisten erlaubt die korrekte Ausführung der Massnahmen, um die maximale Effizienz sicher zu stellen. Sie ist Bestandteil der Umweltbaubegleitung (UBB).

Die Massnahmenblätter (Anhang B) beschreiben die allgemeinen Grundsätze für die Umsetzung der Fledermausmassnahmen bei Verkehrsinfrastrukturen. Jede Massnahme ist aufgrund der betroffenen Arten und den topographischen Bedingungen einzigartig, somit müssen spezifische Lösungen und Anpassungen zur Anwendung kommen.

Die Umsetzung der Massnahmen verlangt eine enge Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren, Biologen und Auftragnehmern. Die Tabelle 3 fasst die Punkte zusammen, die bei der Umweltbaubegleitung zu berücksichtigen sind.

Die Kontrolle der Umweltmassnahmen eines Projektes erfolgt – im Sinne einer Vollzugskontrolle der Verfügung – im Rahmen der Bauabnahme durch die zuständige Entscheidbehörde. Die Umweltbaubegleitung erstellt dabei vor der Bauabnahme einen Bericht über die erfolgte Umsetzung.

Tabelle 3: Zusammenfassende Darstellung der Punkte, die bei der Umweltbaubegleitung zu berücksichtigen sind.

Phase / Dauer	- Bauphase
Ziel	- Umsetzung der Massnahmen gemäss Planung sicherstellen - Allenfalls notwendige Anpassung der Massnahmen während der Bauphase vorschlagen
Pflichtenheft	- Prüfen der Übereinstimmung mit den Plänen, dem Zeitplan und dem Pflichtenheft
Bemerkungen	- Der Beizug eines Fledermausspezialisten für das Begleiten der Umsetzung der Massnahmen wird empfohlen
Normen und Richtlinien	- VSS 640 691a Fauna und Verkehr – Planungsverfahren - VSS 640 610a Umweltbaubegleitung

2.1.5 Unterhaltsplan

Der Unterhaltsplan soll langfristig die Funktion der spezifischen Massnahmen für Fledermäuse sichern. Insbesondere, wenn Pflanzungen als Leitstruktur angelegt werden, müssen diese regelmässig unterhalten werden um ihre Funktion zu erfüllen (z.B. Niederhecken, die Fledermäuse zu einer Unterführung leiten; Verhindern, dass Vegetation den Eingang einer Wildtierunterführung versperrt oder dass ihre Entwicklung die Fledermäuse an falsche Orte führt). Ein detailliertes Pflichtenheft wird vom Bauherrn erstellt und den Unternehmen oder den zuständigen Stellen für den Unterhalt zugestellt. Das Massnahmenblatt B.3 Anlegen von Leitstrukturen beschreibt die für den Unterhalt zu beachtenden Punkte.

2.2 Erfolgskontrolle

Die Kenntnisse zur Effizienz der Aufwertung von Verkehrsinfrastrukturen sind noch lückenhaft, was eine Erfolgskontrolle als Begleitung besonders notwendig macht.

Die Erfolgskontrolle hat zum Ziel, eventuelle **Funktionsstörungen** der Massnahmen aufgrund des tatsächlichen Verhaltens der Fledermäuse rasch zu erkennen und **optimierende Massnahmen** auszuführen.

Die Kontrolle erlaubt auch, **Erfahrungen in diesem Bereich zu sammeln**, welche für weitere Projekte wertvoll sind. Sie trägt also dazu bei, die Ressourcen effizienter zu nutzen und eine bessere Akzeptanz der Massnahmen zu erreichen.

Die Erfolgskontrolle soll folgende Fragen beantworten:

- Wie werden die Bauten oder die Massnahmen zu Gunsten der Fledermäuse genutzt? Sind Korrekturen und Anpassungen nach der Bauphase nötig um die Effizienz zu steigern? → **Wirkungskontrolle (2.2.1)**
- Erlauben die Bauten oder Massnahmen die potentiell durch die Verkehrsinfrastruktur betroffenen Fledermauspopulationen langfristig zu erhalten? → **Monitoring der Populationen (2.2.2)**

2.2.1 Wirkungskontrolle

Die Wirkungskontrolle überprüft, ob die in der Planung definierten Ziele erreicht wurden [6]. Die Kontrolle verlangt demnach, dass am Anfang des Projektes die Ziele klar formuliert werden. Gegebenenfalls werden in dieser Phase korrigierende Massnahmen vorgeschlagen (Tabelle 4).

Die Wirkungskontrolle erweist sich bei Aufwertungen von Querungsbauten als besonders gerechtfertigt. Sie erlaubt zu überprüfen, ob Fledermäuse die ausgeführten Aufwertungen nutzen und gibt auch wertvolle Rückmeldungen zur gemachten Erfahrung. Die Wirkungskontrolle führt einen Vergleich der Anzahl den Flugkorridor nutzenden Fledermäuse vor dem Bau der Infrastruktur (oder vor der Aufwertung des Querungsbauwerks für Fledermäuse) mit der Anzahl nach der Ausführung durch [8]. Dabei muss auch untersucht werden, wie viele Fledermäuse das Bauwerk nach dem Bau umfliegen [8].

Es wird empfohlen die Wirkungskontrolle direkt nach der Abnahme des Bauwerks zu starten und sie im Budget der Projekterstellungsphase vorzusehen.

Tabelle 4: Zusammenfassende Darstellung der Punkte, die bei der Wirkungskontrolle zu berücksichtigen sind.

Phase / Dauer	- Während etwa fünf Jahren nach Inbetriebnahme
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis der Funktionalität des Bauwerks und/oder der Massnahmen (Leitstrukturen, Kästen) - Gegebenenfalls erkennen und optimieren der Faktoren, welche die Funktionalität des Bauwerks/der Massnahme mindern - Kenntnisse verbessern und daraus lernen, Know-how aufbauen
Pflichtenheft	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgangszustand vor der Ausführung der Massnahmen erfassen um einen Vergleich mit den Resultate nach der Ausführung zu erlauben; wiederholen der Aufnahmen nach der Ausführung - Anwendung eines klar definierten Vorgehens, das statistische Auswertungen erlaubt und reproduzierbar ist - Kontrolle der Nutzung der Bauwerke anhand eines im Pflichtenheft definierten Vorgehens; verschiedene Methoden kommen zur Anwendung: Akustisches Monitoring, Wärmebildkamera, 3D Tracking-Systeme, etc. - Im Falle einer Flugkorridor durchschneidenden, neuen Infrastruktur, bestimmen wie hoch der Anteil der Fledermäuse ist, der das Bauwerk nutzt und wie viele es umfliegen; Bestimmen des Anteils der Fledermäuse, welche den Flugkorridor nicht mehr nutzen. - Prüfen ob der Anteil der Kolonie, welcher den Flugkorridor nutzt, nach der Ausführung einer Aufwertungsmassnahme auf einem bestehenden Querungsbauwerk zu nimmt - Nach der Aufwertung einer Kunstbaute durch Quartiere im Folgejahr zwei Kontrollen zur Nutzung im April-Mai und August-September durchführen. Für ein langfristiges Monitoring ist die CCO/KOF zu kontaktieren. - Übermitteln der Resultate an die CCO/KOF, um die Erfahrungen in ihrer Datenbank zu integrieren
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Es wird empfohlen Fachspezialisten für die Erarbeitung und Umsetzung der Wirkungskontrolle beizuziehen - Nutzung von Synergien mit der CCO/KOF für die Kontrollen
Normen und Richtlinien	<ul style="list-style-type: none"> - VSS 640 691a Fauna und Verkehr - Planungsverfahren - Für die Nationalstrassen: Richtlinie ASTRA 18008 Querungshilfe für Wildtiere [4]

2.2.2 Monitoring der Populationen

Mortalität durch Kollisionen, auch geringe (im Rahmen weniger Prozente), kann langfristig Auswirkungen auf die Populationen haben. Es wird daher empfohlen, potentiell durch Verkehrsinfrastrukturen gefährdete Populationen mit einem Monitoring zu überwachen, insbesondere im Fall einer neuen Infrastruktur, die einen bekannten Flugkorridor zerschneidet. Das Monitoring erlaubt indirekt zu überprüfen, ob die ausgeführten Massnahmen den gewünschten Effekt bei den regionalen Fledermauspopulationen erzielen (Tabelle 5).

Von Fall zu Fall ist zu überprüfen, ob ein Monitoring ausführbar ist. Es ist wichtig eine Vergleichskolonie zu haben, um die Auswirkungen der Verkehrsinfrastruktur von anderen Wirkungen auf die Art zu unterscheiden.

Für die langfristige Planung des Monitorings der Populationen wird empfohlen sich mit der CCO/KOF in Verbindung zu setzen.

Tabelle 5: Zusammenfassende Darstellung der Punkte, die bei einem Monitoring der Populationen zu berücksichtigen sind.

Phase / Dauer	- Langfristige Begleitung, idealerweise 5 bis 10 Jahre, allenfalls noch länger
Ziel	- Kontrollieren, ob die Bestände der potenziell durch die Verkehrsinfrastruktur betroffenen Kolonien gleich bleiben
Pflichtenheft	- Jährliche Zählung der Kolonien während der Ausflugszeit (Anzahl Weibchen kurz vor den Geburten) und Anzahl Jungtiere - Kontrollieren von ein oder zwei Vergleichskolonien ohne Wirkungen durch das Projekt, um zu prüfen, ob andere Faktoren die Bestandesschwankungen beeinflussen
Bemerkungen	- Planung des Monitorings der Populationen mit Hilfe des <i>CCO/KOF</i>
Normen und Richtlinien	-

Anhänge

Anhang A Beschrieb einiger Fledermausarten

Hoch fliegende Arten, die im freien Luftraum jagen

Grosser Abendsegler (*Nyctalus noctula*)



Grosse, ziehende Art (Spannweite: 40 cm); Weibchen pflanzen sich im Nordosten von Europa fort und treffen im Herbst wieder auf die Männchen, die den Sommer in der Schweiz verbringen; besiedeln im Frühling und im Herbst gelegentlich Spalten in Brücken.



Nahe an Strukturen fliegende Arten

Breitflügel-Fledermaus (*Eptesicus serotinus*)



Grosse Fledermausart, die Dächer von Gebäuden besiedelt; jagt grosse Insekten entlang von Waldrändern, Hecken, Feld- und Ufergehölz oder unter Lampen; fliegt sich meist entlang von Flugkorridoren

Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*)



Art, die über ruhigen Gewässern jagt; bewohnt von März bis Oktober Baumhöhlen und Spalten von Brücken über Gewässern; fliegt entlang von Flugkorridoren in die Jagdlebensräume

Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*)



Häufigste Fledermausart der Schweiz, die ca. 5 Gramm wiegt; wird stark von Insekten an öffentlichen Beleuchtungen angezogen; fliegt entlang von Flugkorridoren in die Jagdlebensräume

Stark strukturgebundene Arten, die in der Vegetation jagen

Braunes Langohr (*Plecotus auritus*)



Charakteristische Art aufgrund der riesigen Ohren; fliegt entlang von Flugkorridoren in die Jagdlebensräume (Wälder, Parks); sammelt Beutetiere in langsamem Flug von Blättern ab

Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*)



Kleine, sehr wendige Fledermaus, in der Schweiz gefährdet; ist sehr stark an Landschaftsstrukturen gebunden um von den Quartieren in die Wald-Jagdlebensräume zu gelangen

Fotos :© Cyril Schönbächler und Cécile Eicher (Rh. hipp.)



Anhang B Massnahmenblätter

B.1 Wildtierbrücken

B.2 Wildtierunterführungen

B.3 Anlegen von Leitstrukturen

B.4 Aufwertung von Kunstbauten zu Gunsten der Fledermäuse

B.1 Wildtierbrücken

Dieses Massnahmenblatt stellt die wichtigen Punkte vor, die beim Bau einer Wildtierbrücke oder der Aufwertung einer bestehenden Überführung zu beachten sind.



Allgemeines

Beschreibung

- Diese Massnahme soll Fledermäuse mit Hilfe von Zäunen und Pflanzungen Richtung Wildtierbrücke kanalisieren und mit Hilfe eines Blendschutzes die Störungen durch die Lichter der Fahrzeuge reduzieren sowie das Bauwerk durch lineare Leitstrukturen mit den angrenzenden Lebensräumen verbinden

Ziele

- Verbessern der Wildtierbrücken (bestehende oder geplante) um die Nutzung durch Fledermäuse zu fördern
- Erhalten oder Verbessern eines Flugkorridors
- Reduzieren der Fragmentierung der Lebensräume
- Reduzieren des Kollisionsrisikos

Kosten der spezifischen Anlage*

- Gitterzäune : 200 CHF/m' (Höhe 3 m)
- Pflanzungen : 30 CHF/m' (2 Büsche pro m')
- Blendschutz aus Holz : 400 CHF/m' (Höhe 3 m)

Wirksamkeit

- Die Wirksamkeit einer Überführung hängt ab von:
- seiner Breite
 - der Dichte der gepflanzten Strukturen auf dem Bauwerk
 - der Qualität der Verbindungen zu den umliegenden Lebensräumen

Vorteile / Nachteile

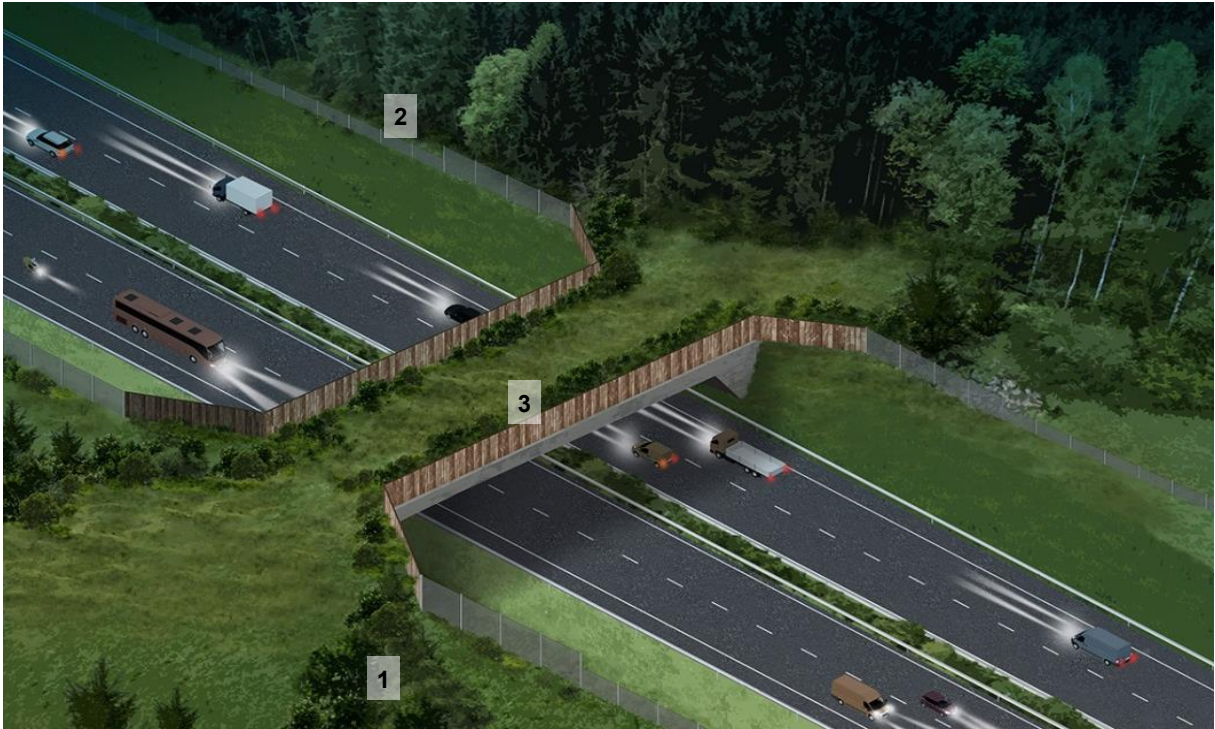
- ⊕ Massnahme, die für eine Mehrheit der Fledermausarten förderlich ist
- ⊕ Synergien mit dem Bau von Überführungen für Land- und Forstwirtschaft, Langsamverkehr oder Fussgänger sind möglich
- ⊕ Kein Widerspruch mit den geltenden Normen für Wildtiere (kleine und grosse Tiere; VSS Normen 640 690a bis 640 694 ; [4])
- ⊕ Grosse Synergien mit der Vernetzung für Wildtiere im Allgemeinen, welche es erlauben die Kosten-Nutzen-Bilanz von Querungsbauwerken zu verbessern

Beratungsdienst CCO/KOF

- Es wird empfohlen, sich durch einen Experten der CCO/KOF beraten zu lassen (Adressen S. 78, Vorgehen siehe Abbildung 13)

* Die angegebenen Kosten hängen von verschiedenen Faktoren ab und haben einen hinweisenden Charakter; sie umfassen den Kauf und das Montieren des Materials

Umsetzung



1. Leitstrukturen in der Landschaft

Verbinden das Querungsbauwerk mit den umliegenden Lebensräumen und bewegt die Fledermäuse dazu, das Bauwerk zu nutzen.

Anforderungen :

- Das Bauwerk mit Hilfe von natürlichen, zusammenhängenden Leitstrukturen (z.B. Hecken, Baumalleen) an die umliegenden Biotope anbinden
- Pflanzen einer durchgehenden Strauchhecke auf dem Bauwerk

Empfehlungen :

- Siehe Massnahmenblatt B.3 Anlegen von Leitstrukturen



Pflanzung einer Heckenstruktur um das Querungsbauwerk mit dem nahen Wald zu verbinden

2. Gitterzäune

Leiten die stark an Strukturen gebundenen Arten Richtung Bauwerk und zwingen die hoch fliegenden Arten zu steigen und die Verkehrsinfrastrukturen über dem Verkehr zu queren

Anforderungen :

- Die Zäune an den Blendschutz anbinden

Empfehlungen :

- Die Höhe der Zäune der Topographie, den Arten und den Gegebenheiten anpassen, Optimum zwischen 2 und 3 m
- Damit der Zaun als Leitstruktur dienen kann und nicht hindurchgeflogen wird, muss die Maschengrösse klein sein. Eine rechteckige Maschengrösse von 5 x 15 cm ist für die Mehrzahl der Arten ausreichend, 5 x 5 cm muss sie betragen, wenn der Flugkorridor von Hufeisennasen genutzt wird
- Länge des fledermausspezifischen Zauns: ≥ 20 m beidseits des Bauwerks
- Das Pflanzen einer dichten Hecke ausserhalb des Zauns verstärkt die Funktion als Leitelement und Überflughilfe wenn die Höhe ≥ 4 m beträgt



3m hoher Zaun, der mit dem Blendschutz einer Überführung verbunden ist

3. Seitlicher Blendschutz

Verringert die Störungen aufgrund der Fahrzeug-Scheinwerfer, dient als Leitelement.

Anforderungen :

- Muss auf beiden Seiten des Querungsbauwerks angebracht werden und absolut lichtundurchlässig sein

Empfehlungen :

- Die Höhe der Topographie und den Gegebenheiten anpassen, Optimum zwischen 2 und 3 m
- Den Blendschutz beidseits des Bauwerks um 10 bis 20 m verlängern um einen Trichtereffekt zu schaffen und ihn an die Zäune anzuschliessen
- Das Pflanzen von Büschen entlang der Abschirmung vergrößert den Blendschutzeffekt gegen die Scheinwerfer



Seitlicher Blendschutz, beidseits trichterförmig verlängert, gesäumt von Pflanzungen und korrekt mit den angrenzenden Zäunen verbunden

4. Wichtige Aspekte

Empfehlungen :

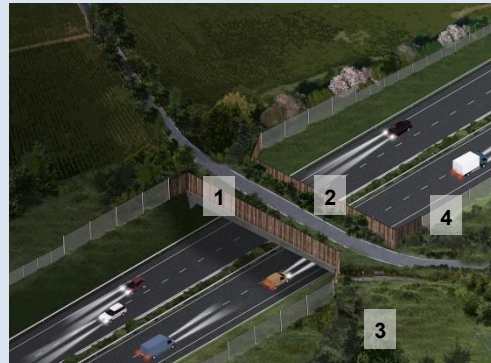
- Während der Bauphase einer neuen, Flugkorridor querenden Verkehrsinfrastruktur, temporäre Leitstrukturen vorsehen um die Durchlässigkeit während den Arbeiten zu gewährleisten → Massnahmenblatt B.3
- Tiefe Punkte bei Zäunen und seitlichen Abschirmungen verhindern, da sie leicht von Fledermäusen überflogen werden können → Massnahmenblatt B.3
- Das Bauwerk und/oder die angrenzende Vegetation dürfen während der Betriebsphase nicht beleuchtet werden
- Die Entwicklung von Büschen an den direkt angrenzenden Böschungen innerhalb des Zauns ist zu verhindern, da dies das Risiko einer Querung neben dem Bauwerk erhöht



Die Entwicklung von Büschen an den Böschungen zwischen Zaun und Fahrbahn leitet die Fledermäuse neben der Überführung durch und erhöht somit das Kollisionsrisiko stark

5. Spezialfälle von angepassten Brücken und Passerellen

Land- und Forstwirtschaftsbrücken oder solche mit wenig Verkehr sowie Fussgänger- oder Langsamverkehrsbrücken können aufgewertet werden, um die Querung durch gewisse Fledermausarten zu fördern



Anforderungen :

- Beidseits des Bauwerks Abschirmungen installieren (1)
- Pflanzen einer Niederhecke entlang der seitlichen Abschirmung auf einer oder beiden Seiten (2), je nach verfügbarem Platz; Büsche in Töpfen können dafür ebenfalls genutzt werden
- Brücke und Zugänge nicht beleuchten oder die Intensität der Beleuchtung reduzieren
- Leitstrukturen (Hecken, Alleen) anlegen, welche Fledermäuse zum Bauwerk führen (3)

Empfehlungen :

- Den seitlich Blendschutz beidseits der Passerelle um 10 bis 15 m verlängern (4), eventuell kombiniert mit Heckenpflanzungen, um einen Trichtereffekt zu bewirken
- Hecken am Eingang des Bauwerks mit einem regelmässigen Unterhalt (alle 3 bis 5 Jahre) nieder halten (2 - 4 m) um die Fledermäuse direkt über dem Bauwerk zu führen

Praxisbeispiel : Anhang C.2 Grün- und Heckenbrücken Bundesautobahn BAB17 Dresden-Prag

B.2 Wildtierunterführung

Dieses Massnahmenblatt stellt die wichtigen Punkte vor, die beim Bau einer Wildtierunterführung oder der Aufwertung einer bestehenden Unterführung zu beachten sind.



Allgemeines

Beschreibung

- Bei dieser Massnahme sollen Fledermäuse mit Hilfe von Zäunen und Pflanzungen zu einer Wildtierunterführung geführt werden, mit Hilfe eines Blendschutzes die Störungen durch Fahrzeuglichter reduziert sowie das Bauwerk mit linearen Leitstrukturen an die angrenzenden Lebensräumen angebunden werden

Ziele

- Verbessern der Wildtierunterführungen (bestehende oder geplante) um die Nutzung durch Fledermäuse zu fördern
- Erhalten oder Verbessern eines Flugkorridors
- Reduzieren der Zerschneidung der Lebensräume
- Reduzieren des Kollisionsrisikos

Kosten der spezifischen Anlage*

- Gitterzäune : 200 CHF/m' (Höhe 3 m)
- Pflanzungen : 30 CHF/m' (2 Büsche pro m')
- Blendschutz aus Holz : 400 CHF/m' (Höhe 3 m)

Wirksamkeit

Die Wirksamkeit einer Unterführung hängt ab von:

- ihren Dimensionen :
 - Für die Mehrheit der Arten min. 4.5 m Höhe und 4-6 m Breite; *Pipistrellus sp.* nutzen keine Bauwerke unter 3 m Höhe, *Myotis sp.* nutzen Bauwerke unter 2 m Höhe nur wenig.
 - Die Höhe spielt eine entscheidendere Rolle als die Breite, die Länge scheint keinen limitierenden Faktor darzustellen
- der Qualität der Verbindungen zu den angrenzenden Lebensräumen
- dem Vorhandensein von Wasser im Bauwerk, das die Funktion als Korridor unterstützt und Nahrungsquellen bietet
- dem Vorhandensein einer Beleuchtung, welche die Wirksamkeit des Bauwerks stark reduziert
- dem Verkehr: Unterführungen, die stark von nächtlichem Verkehr befahren werden, werden von Fledermäusen nicht oder nur wenig genutzt
- der Vegetation bei den Eingängen: Unterführungen, welche von Vegetation versperrt werden, sind wenig funktional

Vorteile / Nachteile

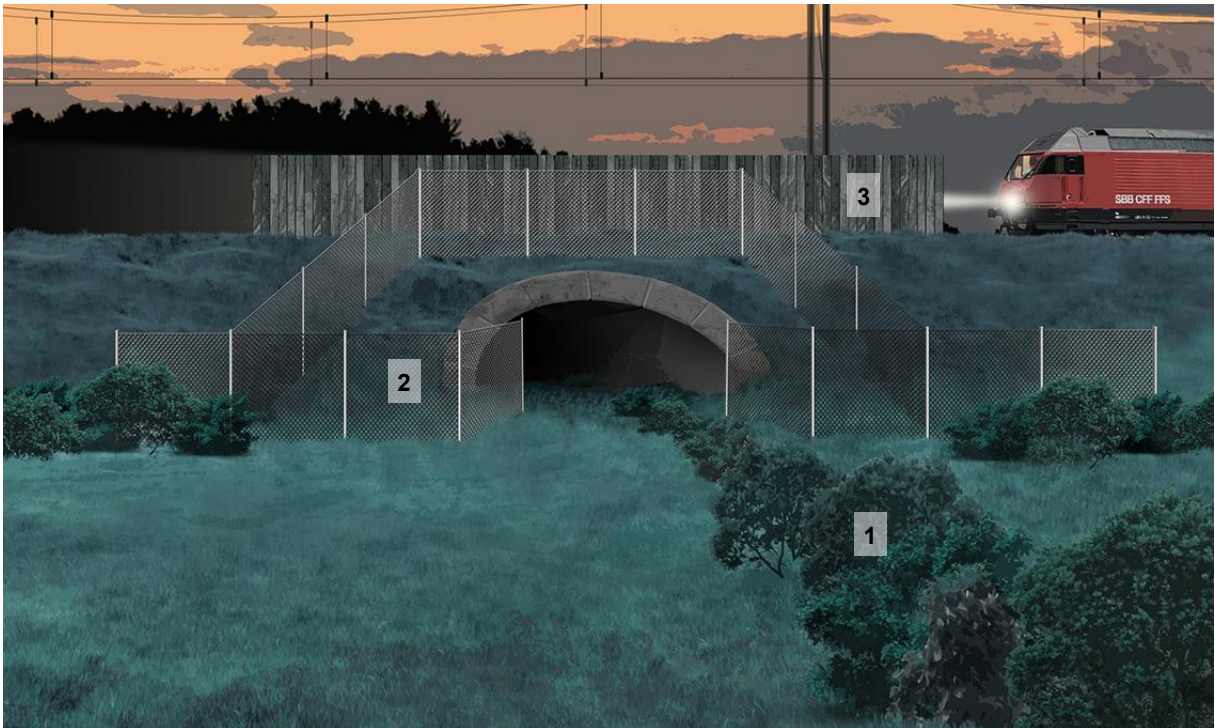
- ⊕ Synergien mit dem Bau von Gewässerdurchlässen, Unterführungen für Land- und Forstwirtschaft, Langsamverkehr oder das Vieh
- ⊕ Kein Widerspruch mit den geltenden Normen für Wildtiere (kleine und grosse Tiere; VSS Normen 640 690a bis 640 694 ; [4])
- ⊕ Grosse Synergien mit der Biodiversitätsförderung im Allgemeinen, welche es erlaubt die Kosten-Nutzen-Bilanz von Querungsbauten zu verbessern

Beratungsdienst CCO/KOF

- Es wird empfohlen, sich durch einen Experten der CCO/KOF beraten zu lassen (Adressen S. 78, Vorgehen siehe Abbildung 13)

* Die angegebenen Kosten hängen von verschiedenen Faktoren ab und haben einen hinweisenden Charakter; sie umfassen den Kauf und das Montieren des Materials

Umsetzung



1. Natürliche Leitstrukturen

Anbinden des Querungsbauwerks an die angrenzenden Lebensräume und Leiten der Fledermäuse unter der Verkehrsinfrastruktur durch

Anforderungen :

- Das Bauwerk mit Hilfe von natürlichen, zusammenhängenden Leitstrukturen (z.B. Hecken, Baumalleen) an die umliegenden Biotope anbinden
- Die Höhe der Vegetation in der Nähe des Bauwerks kontinuierlich verkleinern um die Fledermäuse dazu zu bewegen, ihre Flughöhe zu reduzieren
- Unterhalt der Vegetation angrenzend an die Bauwerke alle 2 bis 5 Jahre um die gewünschte Stufung zu erhalten und damit die Vegetation die Unterführungen nicht versperrt

Empfehlungen :

- Um das Risiko des Überflugs zu reduzieren, die Pflanzung von Vegetationsstrukturen so konzipieren, dass sie die Fledermäuse zum Eingang der Unterführung leiten

→ Siehe Massnahmenblatt B.3 Anlegen von Leitstrukturen



Das Reduzieren der Heckenhöhe mit einem differenzierten Unterhalt, verbunden mit dem Aufstellen von Schutzwänden gegen Licht, bewegt strukturgebundene Fledermäuse dazu, ihre Flughöhe zu reduzieren und in die Unterführung zu gelangen



Grosse Unterführung mit einem querenden Gewässer sind für Fledermäuse sehr wirksam; sie müssen regelmässig unterhalten werden um die Höhe der Vegetation vor dem Eingang zu reduzieren

2. Gitterzäune

Leiten die Fledermäuse in das Bauwerk, zwingen die hoch fliegenden Arten zu steigen und die Verkehrsinfrastrukturen oberhalb des Verkehrs zu queren.

Anforderungen :

- Die Zäune im unteren Teil des Bauwerks einfügen (um Fledermäuse in das Bauwerk zu leiten) und den oberen Teil des Eingangs mit Zäunen versehen (um die Wahrscheinlichkeit zu minimieren, dass die Unterführung überflogen wird)

Empfehlungen :

- Die Höhe der Zäune der Topographie, den Arten und den Gegebenheiten anpassen, Optimum zwischen 2 und 3 m
- Damit der Zaun als Leitstruktur dienen kann und nicht hindurchgeflogen wird, muss die Maschengrösse klein sein. Eine rechteckige Maschengrösse von 5x15 cm ist für die Mehrzahl der Arten ausreichend, 5x5 cm muss sie betragen, wenn der Flugkorridor von Hufeisennasen genutzt wird
- Länge des fledermausspezifischen Zauns: ≥ 20 m beidseits des Bauwerks
- Überhängende Zäune oberhalb der Unterföhrungseingänge vergrössern den Trichtereffekt
- Von Fall zu Fall abklären, ob das Pflanzen von Niederhecken ausserhalb der Zäune genutzt werden kann um Fledermäuse zum Bauwerk zu leiten, keine Vegetation oberhalb des Eingangs der Unterführung (zieht Fledermäuse an)



Die Zäune werden oberhalb des Bauwerks durchgeführt und leiten Fledermäuse in die Unterführung



Zaun, der die Fledermäuse dazu bewegt die Unterführung zu nutzen oder die Strasse oberhalb des Verkehrs zu queren

3. Seitlicher Blendschutz

Hält die Eingänge der Unterführungen im Dunkeln, zwingt Fledermäuse das Bauwerk zu nutzen oder es oberhalb des Verkehrs zu queren.

Anforderungen :

- Muss beidseits des Querungsbauwerks erstellt werden und absolut lichtundurchlässig sein, insbesondere bei stark befahrenen Strassen

Empfehlungen :

- Die Höhe der Topographie und den Gegebenheiten anpassen, Optimum zwischen 2 und 3 m
- Den Blendschutz beidseits des Bauwerks um 10 bis 20 m verlängern um einen Trichtereffekt zu schaffen und ihn an die Zäune anzuschliessen
- Bei wenig befahrenen Infrastrukturen ist es möglich, den Blendschutz durch Gitterzäune zu ersetzen



Seitlicher Blendschutz aus Holz, der es erlaubt einen Flugkorridor im Dunkeln zu halten

4. Wichtige Aspekte

Empfehlungen :

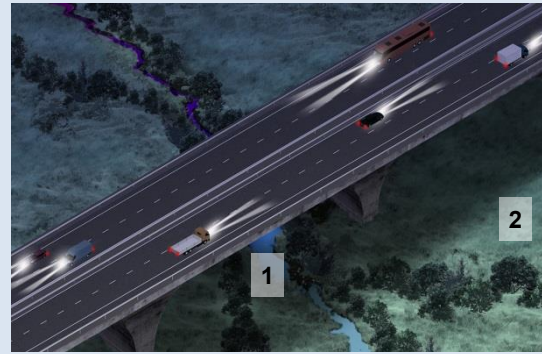
- Bei einer neuen, Flugkorridor querenden Verkehrsinfrastruktur, während der Bauphase temporäre Leitstrukturen vorsehen um die Durchlässigkeit während den Arbeiten zu gewährleisten \rightarrow Massnahmenblatt B.3
- Tiefe Punkte bei Zäunen und seitlichen Abschirmungen verhindern, da sie leicht von Fledermäusen überflogen werden können \rightarrow Massnahmenblatt B.3
- Das Bauwerk und/oder die angrenzende Vegetation dürfen während der Betriebsphase nicht beleuchtet werden
- Auf den an die Eingänge angrenzenden Böschungen ist das Pflanzen oder die Entwicklung von linearen Elementen zu verhindern



Die sich entwickelnden Sträucher im oberen Teil der Böschung könnten Fledermäuse dazu bewegen die Bahngeleise zu überfliegen (1); die Sträucher am Fusse der Böschung, ausserhalb des Zauns (2), leiten die Fledermäuse zum Eingang der Unterführung

5. Spezialfall der Brücken und Viadukte

Brücken und Viadukten bieten zahlreiche Aufwertungsmöglichkeiten für Fledermäuse, da sie meist über Einschnitten oder Gewässern liegen, die als Flugkorridore oder bevorzugte Jagdlebensräume dienen. Zudem werden sie von verschiedenen Arten regelmässig als Quartier genutzt (siehe Massnahmenblatt B.4).



Anforderungen :

- Anlegen von Leitstrukturen (Hecken, Alleen), die Fledermäuse unter dem Bauwerk durchführen, wenn möglich Erhalten der ökologischen Verbindungen unter dem Bauwerk (1)

Empfehlungen :

- Die Widerlager werden regelmässig an bewaldeten Hängen erstellt, die potentiell als Flugkorridor gebraucht werden. In diesen Fällen kann der Schnittpunkt mit einer Verkehrsinfrastruktur eine Stelle mit hohem Kollisionsrisiko darstellen; um dieses Risiko zu minimieren wird empfohlen, die Pflanzungen neu zu gestalten indem man Rodungen vornimmt und die Vegetation so anlegt, dass sie Fledermäuse unter dem Bauwerk durchführt (2)

Praxisbeispiel

- Anhang C.1 Unterführungen an der Hochgeschwindigkeitslinie Rhein-Rhone (LGV Rhin-Rhône), Abschnitt Ost

B.3 Anlegen von Leitstrukturen

Dieses Massnahmenblatt stellt die wichtigen Punkte vor, die beim Anlegen von Leitstrukturen, die Unter- und Überführungen mit den angrenzenden Lebensräumen verbinden, zu beachten sind.



Allgemeines

Beschreibung

- Linearen Landschaftsstrukturen wie Hecken, Alleen und bestockte Ufer werden von Fledermäusen genutzt, die nahe oder in der Vegetation fliegen; künstliche Strukturen (Zäune, Lärmschutzmauern) können eine analoge Funktion erfüllen, wenn sie im Dunkeln liegen
- Das Massnahmenblatt beschreibt verschiedene zu berücksichtigende Punkte beim Anlegen und dem Unterhalt von verschiedenen Leitstrukturtypen.

Ziele

- Verbessern der Wirksamkeit der Querungsbauwerke für Fledermäuse
- Reduzieren des Kollisionsrisikos indem das Überfliegen der Infrastrukturen möglichst verhindert wird
- Verstärken der bestehenden oder potentiellen Flugkorridore mit gezielten Massnahmen

Kosten der spezifischen Anlage*

- Pflanzungen : 30 CHF/m' (2 Büsche pro m')
- Gitterzäune : 200 CHF/m' (Höhe 3 m)

Wirksamkeit

- Das Anlegen von Leitstrukturen erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Nutzung der Querungsbauwerke durch Fledermäuse
- Um funktionell zu bleiben, müssen die linearen Strukturen durchgehend sein; für streng an Strukturen gebundenen Arten (Hufeisennasen, Langohren) darf ein Unterbruch nicht grösser als 5 m sein

Vorteile / Nachteile

- ⊕ Leitstrukturen erhöhen die Wirksamkeit der Querungsbauwerke für die gesamte Fauna (grosse Synergien mit der Biodiversitätsförderung im Allgemeinen)
- ⊕ Vegetationsstrukturen haben daher ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis
- ⊖ Sie verlangen jedoch meist Flächen ausserhalb des Eingriffsbereichs der Verkehrsinfrastrukturen, was die Möglichkeiten einschränkt
- ⊖ Um die Funktionalität zu erhalten, brauchen sie einen regelmässigen Unterhalt

Beratungsdienst CCO/KOF

- Es wird empfohlen, sich durch einen Experten der CCO/KOF beraten zu lassen (Adressen S. 78, Vorgehen siehe Abbildung 13)

* Die angegebenen Kosten hängen von verschiedenen Faktoren ab und haben einen hinweisenden Charakter; sie umfassen den Kauf und das Montieren des Materials

Umsetzung

1. Natürliche Leitstruktur

Natürliche Leitstrukturen sind lineare Strukturen wie Hecken, Alleen, Gehölz entlang von Fließgewässern oder Waldränder.

Die Empfehlungen variiert aufgrund des Lebensraumes, der durchquert wird:

Im Wald :

- Verhindern von Lücken zwischen Wald und Querungsbauten
- Büsche oder Hecken trichterförmig anordnen, um die Fledermäuse zum Bauwerk hin zusammen zu führen

In der offenen Landschaft :

- Querungsbauten an Jagdlebensräume (Wald, Feuchtgebiete, etc.) oder überbaute Gebiete (Quartiere) anbinden
- Hecken können in der Nähe der Bauwerke mit Zäunen kombiniert werden; dichte, zusammenhängende Niederhecken ausserhalb der Zäune, idealerweise im Abstand von mehr als 20m zum Rand der Verkehrsinfrastruktur
- Eine doppelte Hecke ist ausserordentlich wirksam, z.B. beidseits einer Landwirtschafts- oder Forststrasse, die zum Querungsbauwerk führt
- Naheliegende Flugkorridore, die zum gleichen Jagdlebensraum führen, können zum gleichen Bauwerk geführt werden indem die Leitstrukturen umgestaltet werden
- Im Falle von grossen Eingriffen ist die Wachstumsphase der Büsche (3 bis 5 Jahre) zu berücksichtigen → siehe Punkt 4
- Synergien zwischen Vernetzungsprojekten, Meliorationen, Gewässerrenaturierungen, etc. nutzen

Im Siedlungsgebiet :

- Die Wirksamkeit von Massnahmen im Siedlungsgebiet ist wesentlich schwieriger; es ist dennoch sinnvoll bekannte oder potentielle Flugwege zu verstärken, insbesondere bei Querungsbauwerken (Brücken, Viadukte)
- Um die Leitstrukturen im Dunkeln zu halten, verdient die öffentliche Beleuchtung spezielle Aufmerksamkeit → siehe Kapitel 2.1.3



Im Vordergrund, junge Pflanzungen, welche die Überführung mit dem nahen Wald verbinden sollen



Doppelte Hecke leitet Fledermäuse zu einer Autobahn-Überführung



Durchgehend bestocktes Ufer sichert die Verbindung unter dem Viadukt durch

2. Künstliche Leitstrukturen

Zäune, Holzpalisaden, Mauern, etc. können künstliche Leitstrukturen darstellen.

Ihre Wirksamkeit unterscheidet sich je nach Art. Die folgenden Empfehlungen können gemacht werden:

Gitterzäune :

- Optimale Höhe zwischen 2 und 3 m
- Der klassische Wildzaun (z.B. 30x15 cm, VSS Norm 640 693a) wird von kleinen, sehr wendigen Arten (*Myotis sp.*, *Rhinolophus sp.*) durchquert
- Eine kleinere Maschenweite, z.B. 5x15 cm, verstärkt die Leitwirkung beachtlich
- Für Hufeisennasen wird eine Maschenweite von 5x5 cm empfohlen; je nach Fall muss überprüft werden, ob die Durchlässigkeit für kleine, terrestrische Tiere (Igel, Marderartige, etc.) erhalten bleiben muss indem man auf den untern 30 cm eine grössere Maschenweite vorsieht (Verhindern, dass kleine Tiere auf der Seite der Infrastruktur gefangen bleiben)



Gitterzaun, welcher Fledermäuse zu einem Querungsbauwerk führt

- Verhindern von tiefen Punkten indem man die Zäune korrekt an die Eingänge der Bauwerke anschliesst oder indem die Zäune an kritischen Punkten erhöht werden → siehe Punkt 3
- Die Zäune im unteren Teil der Eingänge der Unterführungen anschliessen; sie an den seitlichen Blendenschutz oder die Brüstung der Überführungen anschliessen

Lärmschutzwände :

- Beidseits der Querungsbauwerke haben die Lärmschutzwände eine Leitfunktion für Fledermäuse, gleichzeitig limitieren sie die Störungen durch den Lärm und die Schweinwerfer
- Begrünte Lärmschutzwände oder in Kombination mit Heckenpflanzungen sind wirksamer
- Bei Querungsbauwerken sind lichtdichte Lärmschutzwände gegenüber den transparenten zu bevorzugen



Anschluss des Zauns im unteren Teil des Eingangs einer grossen Unterführung

3. Anschliessen der Leitstrukturen an die Querungsbauwerke

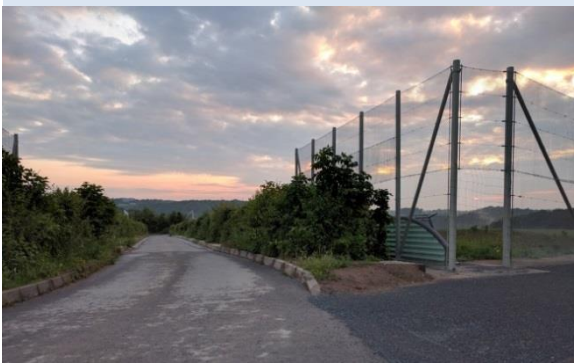
Die Qualität des Anschlusses der Leitstrukturen an die Querungsbauwerke bestimmt in grossem Mass die Funktionalität; folgende Punkte sind zu berücksichtigen:



Positives Beispiel : fachgerechter Anschluss des Zaunes auf Höhe des seitlichen Blendeschutzes; niedere Hecke dient als Leitstruktur auf dem Bauwerk



Negatives Beispiel : aufgrund des versetzt zum Bauwerkeingang angeschlossenen Zauns besteht ein erhöhtes Risiko, dass die Strasse überflogen wird



Positives Beispiel : Gitterzaun angebunden an eine Hecke, welche Fledermäuse über das Querungsbauwerk führen



Negatives Beispiel : Der Zaun weicht am Böschungsfuss ab und bildet einen tiefen Punkt, der von Fledermäusen leicht überflogen werden kann



Positives Beispiel : korrekter Anschluss des Zauns am Eingang eines Querungsbauwerkes



Negatives Beispiel : falscher Anschluss unter das Brückenbauwerk bewegt die Fledermäuse dazu, die Strasse zu überfliegen

4. Temporäre Leitstruktur

Temporäre Leitstrukturen werden während der Bauphase gebraucht um eine Verbindung aufrecht zu erhalten oder am Anfang der Betriebsphase, wenn man die Entwicklung der Pflanzungen abwarten muss

Anforderungen :

- Für Arten, die von Strukturen stark abhängig sind, sollten Lücken von mehr als 5 m mit temporären Leitstrukturen geschlossen werden
- Die temporären Leitstrukturen dürfen nicht beleuchtet werden

Empfehlungen :

- Nutzen von Plastik-Bauzäunen oder ähnlichen Elementen, Mindesthöhe 2m
- Die Zäune können tagsüber versetzt werden um Baufahrzeugen die Durchfahrt zu ermöglichen, in solchen Fällen sind sie jede Nacht wieder aufzustellen
- Die temporären Leitstrukturen sind zwischen April und Oktober notwendig (aktive Phase der Fledermäuse) und können ausserhalb dieser Zeit abgebaut werden



Temporäre Leitstruktur erstellt aus 2m hohen Bauzäunen aus Plastik; dieser Zaun wurde auch auf dem Querungsbauwerk aufgestellt, solange die gepflanzte Vegetation noch nicht genug entwickelt war

5. Unterhalt der Leitstrukturen

Der regelmässige Unterhalt der natürlichen Leitstrukturen hat zum Ziel, die Funktionalität des Querungsbauwerkes zu erhalten

Anforderungen :

- In der Nähe von Eingängen zu Unterführungen sind die Hecken nieder zu halten oder alle 3 bis 5 Jahre auf den Stock zu setzen um das Überfliegen der Infrastruktur zu verhindern
- Verhindern, dass Vegetation die Eingänge versperrt

Empfehlungen :

- In unmittelbarer Nähe der Unterführungen ist die Entwicklung von Büschen auf den Böschungen innerhalb der Zäune zu vermeiden, da so die Wahrscheinlichkeit eines Überflugs erhöht wird und damit auch das Kollisionsrisiko



Entwicklung von grossen Bäumen in der Leitstruktur und Büsche auf den Böschungen bewegen Fledermäuse dazu, die Infrastruktur eher zu überfliegen als die Unterführung zu nutzen; verhindern dass Büsche den Eingang des Bauwerkes versperren

Praxisbeispiele

- Anhang C.3 Anbindung von Querungsbauwerken mit Leitstrukturen: Bundesautobahn BAB17 Dresden – Prag
- Anhang C.4 Zaunexperiment

B.4 Aufwertung von Kunstbauten zu Gunsten der Fledermäuse

Das Massnahmenblatt stellt die wichtigsten Punkte vor, die es bei der Planung einer neuen oder der Sanierung einer bestehenden Brücke zu beachten gilt. Die Nutzung durch Fledermäuse soll berücksichtigt und gefördert werden.



Die Brücke von Corbières beherbergt die grösste Mausohrkolonie des Kantons Freiburg. Pfeile markieren Ein- und Ausflugsstellen, Hangplätze sind im Hohlkörper der Brücke (© Jérôme Gremaud).

Allgemeines

Beschreibung

Mit den aufgeführten Massnahmen werden die negativen Auswirkungen auf Fledermäuse bei Reparatur- und Sanierungsarbeiten limitiert. Zusätzlich werden Aufwertungen vorgeschlagen um die Nutzung von Kunstbauten als Fledermausquartiere zu fördern.

Ziele

- Erhalten von bestehenden Quartieren und Aufwerten von Kunstbauten, indem neue Quartiermöglichkeiten geboten werden
- Verhindern, dass Fledermäuse bei Bauarbeiten getötet oder vertrieben werden
- Verhindern von tödlichen Fallen an/in Kunstbauten

Kosten der spezifischen Anlage*

- Externe Fledermauskästen: ab 50 CHF (Verschiedene Modelle und Hersteller)
- Erstellen von Zugängen für Fledermäuse an Kunstbauten (zum Hohlkörper, Drainagen, Lüftungssystem etc.) ab 100 CHF

Wirksamkeit

Die Quartierwahl der Fledermäuse ist stark von der direkten Umgebung abhängig, die genügend Jagdlebensräume bieten muss.

Vorteile / Nachteile

- ⊕ (Wieder)Besiedlung der erhaltenen Quartiere nach Sanierung mit hoher Wahrscheinlichkeit
- ⊕ Oft einfache und kostengünstige Aufwertungsmassnahmen für verschiedene Fledermausarten
- ⊕ Im gleichen Zug können auch Aufwertungen für andere Tiergruppen (z.B. Vögel) vorgesehen werden

Beratungsdienst CCO/KOF

- Die Fledermausschutz-Beauftragten CCO/KOF der Kantone (Adressen S. 78) sind einzubeziehen um die Nutzung durch Fledermäuse und das Potenzial von Kunstbauten abzuklären. Die Planung und Begleitung von Massnahmen sollte durch Fachpersonen erfolgen um die Erfolgchancen zu erhöhen und Fallen zu vermeiden.

* Die angegebenen Kosten hängen von verschiedenen Faktoren ab und haben einen hinweisenden Charakter; sie umfassen den Kauf und das Montieren des Materials

Umsetzung



© Hansuelli Alder

Der Hohlkörper (1) dieser Brücke dient als Fledermausquartier. Einflug beim Pfeil. Details zum Zugang für die Fledermäuse siehe unter Punkt 3.



© Cyril Schönbächler

Wasserfledermaus in einem Spalt einer Brücke



© Cyril Schönbächler

Mopsfledermaus in einem Entwässerungsrohr

1. Nutzung durch Fledermäuse erkennen

Erkennen von Fledermausspuren und möglichen Quartieren

Anforderungen :

- Vor Sanierungsarbeiten gilt es allenfalls vorhandene Fledermausquartiere (Dilatationsfugen, Entwässerungsrohre, Gewölbespalten...) zu erkennen. Neben der direkten Sichtung von Fledermäusen findet man oft typische Spuren wie Kot (ähnlich wie Mäusekot, zerbröseln aber leicht beim Zerdrücken) und Verfärbungen am Hangplatz (siehe Fotos rechts).

Empfehlungen :

- Viele Quartiere sind nur schlecht einsehbar. Am besten kombiniert man die Brückeninspektion mit der Suche nach Fledermausquartieren (-> Hebebühnen etc. vorhanden).
- Brückeninspektoren können ausgebildet werden um Fledermausquartiere zu erkennen. Wenn sie entdeckte Quartiere in den Datenbanken der Bauwerke aufnehmen, weiss man bei anstehenden Bauarbeiten Bescheid.
- Neu entdeckte Verstecke CCO/KOF melden und Beratung einfordern.



© SSF



© SSF

2. Schutz bestehender Fledermausquartiere

Rücksichtnahme auf Fledermausquartiere bei Sanierungsprojekten



© Cyril Schönbacher (2)



© Echlot (2)

Anforderungen :

- Vor anstehenden Bauarbeiten sind frühzeitig Massnahmen zum Schutz der Fledermäuse und der Quartiere einzuplanen

Empfehlungen :

- Verschiedene Massnahmen möglich: Montieren einer Reuse (siehe Foto rechts: dank der montierten Reuse können Fledermäuse zwar ausfliegen, der (Wieder-) Einflug wird jedoch vor den Bauarbeiten verhindert), Versperren von Zugängen vor der Bauphase, Sicherstellen, dass Zugänge nach der Bauphase wieder zur Verfügung stehen, anpassen der Bauzeit, Ausführung am besten zwischen März und April oder September und Oktober
- Fachleute sind frühzeitig in die Planungsarbeiten einzubeziehen, damit keine Bauverzögerungen entstehen

3. Schaffen von Quartieren für Fledermäuse

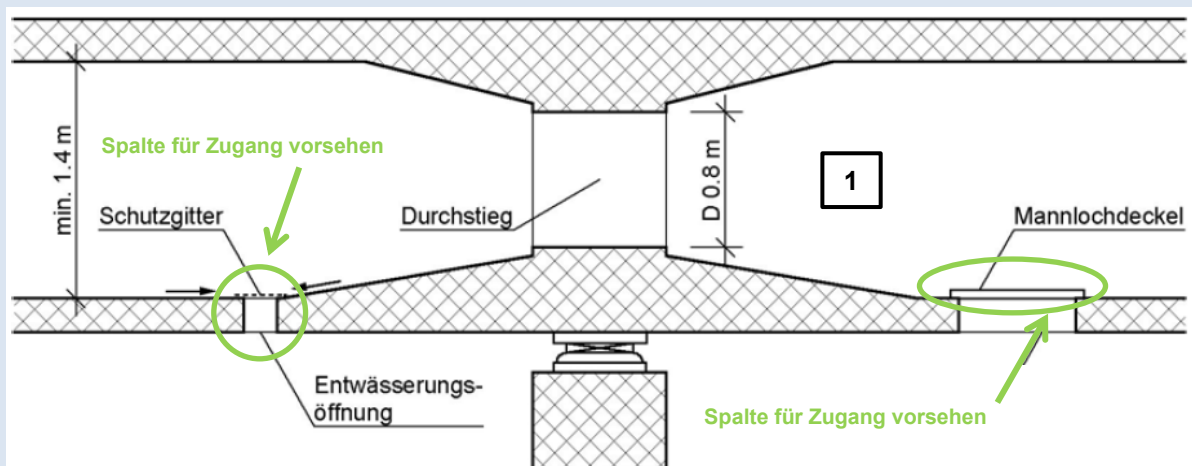
Potentielle Quartiere für Fledermäuse schaffen indem bestehenden Hohlräumen zugänglich gemacht werden

Anforderungen :

- Spalten, Löchern und Hohlräumen zugänglich lassen oder nach Bedarf zugänglich machen (z.B. Gitter und das Ende von Entwässerungsrohren so anpassen, damit Fledermäuse rein können)
- Fledermausgerechte Öffnung mit geeignetem Anflug (Zugang für grössere Hohlräume ca. 7x40cm, Spalten min. 12mm breit und 50mm tief, siehe auch Anhang D)
- Beim Schaffen von Zugängen ist darauf zu achten, dass kein Durchzug und keine Fallen entstehen. Diverse Details sind dabei zu beachten und mit dem Beratungsdienst der CCO/KOF abzusprechen.



Fotomontage



Graphik aus der Richtlinie für konstruktive Einzelheiten von Brücken (Kapitel 6 Entwässerung, ASTRA 2007). Damit Fledermäuse den Hohlraum (1) nutzen können, sind wenige Anpassungen notwendig (farbige Ergänzungen). Zugänge sollen Fledermäuse zulassen, nicht aber Tauben (angepasste Schutzgitter).



© Hansueli Alder



Mögliche Zugänge zu (Spalt)Quartieren für Fledermäuse an Brücken: Mannloch (2), bei dem die Fledermäuse seitlich vom Gitter durchkriechen; Entwässerungs- oder Lüftungslöcher (3), Spalten beim Widerlager (4), Dilatations- oder Elementfugen (5).

4. Fledermauskästen

Zusätzliche Quartiermöglichkeiten an Brücken bieten

Anforderungen :

- Die Kästen müssen gut zugänglich, und mind. 4m über Boden montiert werden.
- Der Standort muss so gewählt werden, dass die Kästen mind. zeitweise besonnt werden
- Es besteht eine grosse Auswahl an verschiedenen Modellen (Spalt- und Hohlraumkästen), Grössen (ab ca. 30 x 40cm) und Funktionen (Sommer- oder Winterquartier)

Empfehlungen :

- Siehe Merkblatt (Anhang D) mit verschiedenen Kastenmodellen und Plänen für direkten Einbau von Kästen in Brückenkonstruktion



© Marzia Mattei



Abb. links: Dieses Einbauquartier (Modell Schwegler 1WI) kann direkt in der Konstruktion vorgesehen werden



© Elias Bader

5. Wichtige Aspekte

- Brücken über Gewässer oder nachtdunklem Wald sind bevorzugt aufzuwerten, da die Umgebung meist ein ideales Jagdgebiet bietet
- Im Normalfall keine Aufwertungen von Brücken, die über andere Verkehrsträger führen
- Der Kot von Fledermäusen verursacht keine Schäden am Beton [16], bei Metall kann es u.U. zu Korrosion kommen
- Öffnungen können für Fledermäuse und andere Tiere auch zu Fallen werden (Bsp. schnellfliegende Arten können in einen schmalen, vertikalen Hohlraum wie ein Betonpfeiler einfliegen, sind aber nicht wendig genug um wieder heraus zu fliegen); dies ist bei der Planung unter Einbezug von Fachleute CCO/KOF zu berücksichtigen

Spezialfall Steinbrücken



Anforderungen :

- Natursteinbrücken können potenziell eine Vielzahl von Quartiermöglichkeiten für Fledermäuse und andere Tierarten bieten, die bei Sanierungen ohne Beizug von Fachpersonen verloren gehen
- Die Suche nach möglichen Quartieren kann gut mit der Brückeninspektion kombiniert werden

Empfehlungen :

- Spalten systematisch erhalten
- Spezifisch Spezialisten (Ingenieure) Natursteinbrücken sensibilisieren

Praxisbeispiele




- Anhang C.5, Sanierung der Brücke von Corbières, Kanton Freiburg
- Anhang D, Merkblatt zum Thema Fledermausquartiere schaffen an Brücken
- www.fledermausschutz.ch/Fledermaeuse/Fledermauskasten.html

Anhang C Praxisbeispiele

- C.1 Unterführungen an der Hochgeschwindigkeitslinie Rhein-Rhone (LGV Rhin-Rhône), Abschnitt Ost**
- C.2 Wildtier- und Heckenbrücken Bundesautobahn BAB17 Dresden-Prag**
- C.3 Anbindung der Querungsbauwerke mit Leitstrukturen: Bundesautobahn BAB17 Dresden-Prag**
- C.4 Zaunexperiment**
- C.5 Sanierung der Brücke von Corbières, Kanton Freiburg**

C.1 Unterführungen an der Hochgeschwindigkeitslinie Rhein-Rhone (LGV Rhin-Rhône), Abschnitt Ost [20]

Die TGV Linie Rhin-Rhône, welche Dijon mit Mulhouse verbindet, verläuft nahe an der Mine d'Ougney, einem Natura 2000 Gebiet, welches eine wichtige Wochenstube von 2500 Langflügelfledermäusen (*Miniopterus schreibersii*) beherbergt. Telemetrie- und akustische Untersuchungen haben gezeigt, dass durch die geplante Linienführung drei Flugkorridore, die von rund 10% der Kolonie genutzt werden um die Jagdlebensräume zu erreichen, zerschnitten werden. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden 3 Unterführungen erstellt um die Fledermäuse zu einer Unterquerung der Linie anzuregen. 2009-2010 wurde eine Wirkungskontrolle ausgeführt um die Effizienz der Bauwerke anhand von Zählungen mit Ultraschall-Detektoren, automatischen Aufzeichnungs- (Anabats) und lichtverstärkenden Nachtsichtgeräten zu erheben.

Unterführung von Touillon	Unterführung von Brésille	Viadukt La Vèze
Einschnitt mit einem kleinen, von Ufervegetation gesäumten Gewässer Bauwerk mit Mischnutzung (Vieh)	Sektor mit ausgedehnter, strukturarmer Landwirtschaft, wenig befahrene Strasse	12 m hohes Bauwerk, das ein kleines Gewässer mit bestockten Ufern überbrückt
		
Anteil der Langflügelfledermäuse, der die Unterführungen nutzt (der andere Teil fliegt über die Bahnlinie) :		
60 %	52 %	100 %

Allgemeine Resultate

- Mehr als die Hälfte der Langflügelfledermäuse nutzen die Unterführungen
- Das Viadukt hat eine Effizienz von 100 %, die kleineren Unterführungen werden von einem Teil der Fledermäuse überflogen.
- Der Anteil der Kolonie, der die TGV Linie quert, ist gleich wie vor dem Bau, so auch die Verteilung auf die drei Flugkorridore; mit den Unterführungen blieb die Durchlässigkeit der Flugkorridore erhalten aber das Kollisionsrisiko konnte nicht gänzlich aufgehoben werden

Optimierungsmassnahmen

- Einen regelmässigen Unterhalt der Leitstrukturen sichern, welche die Fledermäuse zu den Unterführungen leiten (bestockte Ufer, Hecken). Wichtig ist, die Höhe der Strukturen in der Nähe der Bauwerke zu reduzieren.



Allgemeine Empfehlungen

- Siehe Massnahmenblatt B.2 und B.3

C.2 Wildtier- und Heckenbrücken Bundesautobahn BAB17 Dresden-Prag [24]

Die Autobahn BAB17 südlich von Dresden (Eröffnung 2006), sowie die Zubringerstrasse S170 (Eröffnung 2008) verlaufen in geringer Entfernung zu einem Wochenstubenquartier der besonders geschützten Kleinen Hufeisennase (EU Habitat Direktive, FFH Anhang II). Im Zuge der Baubewilligung wurden technische Maßnahmen zur Schadensbegrenzung der Kolonie festgeschrieben, geplant und umgesetzt.

Die Überprüfung der ökologischen Wirksamkeit an Querungsbauten erfolgte durch akustische Permanentüberwachungen und punktuell eingesetzte bioakustische und optische Untersuchungsmethoden.

Wildtierbrücke	Heckenbrücke	
Wildtierbrücke (Länge 22m, Breite 20m) mit Blendschutz (Höhe 2.5m) und Schutzzäunen von 4m.	Landwirtschaftlich genutzte Überführungsbauwerke mit beidseitiger Gehölzpflanzung mit Länge $\geq 19\text{m}$ bei einer Breite von 11m.	
	Heckenbrücke mit Wirtschaftsweg über die Autobahn	Fledermaus Flugkorridor: Kleine Hufeisennase (Wärmebild) fliegt auf 1m Höhe über Heckenbrücke
		

Allgemeine Resultate

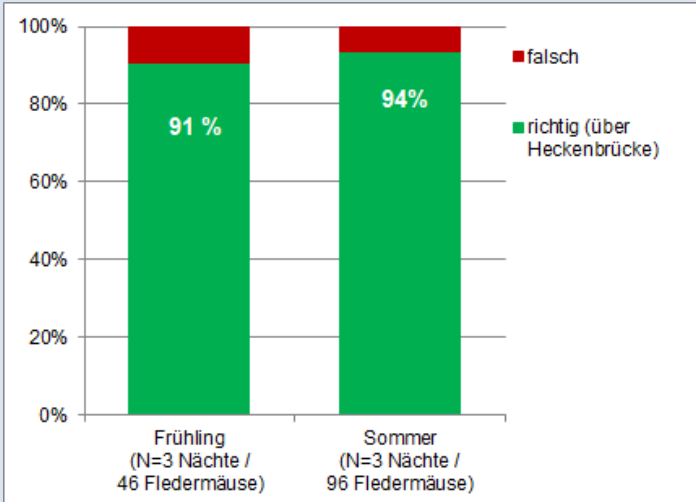
Wildtierbrücke:

- Schnelle Annahme der Querungshilfe nach Bau
- Nachweis der Nutzung für viele, auch stark gefährdete Fledermausarten erbracht
- Quantitative Bedeutung der Nutzung deutlich erbracht
- Monitoring aufgrund der Breite des Bauwerkes unvollständig: reale Nutzung ist grösser

Heckenbrücke:

- Annahme erst nach Entwicklung der Heckenstruktur auf der Brücke und den zuführenden Hecken: stetige Zunahme innerhalb von 10 Jahren
- Nachweis der Nutzung durch verschiedene gefährdete Fledermausarten erbracht
- Quantitative Bedeutung der Nutzung im Vergleich zu Kontrollstellen deutlich erbracht
- Unterhalt der Heckenstruktur ist entscheidend (Wässerung im Sommer, kein vollständiges Zurückschneiden)

Nutzung einer Heckenbrücke durch Fledermäuse an der A17 Dresden – Prag



- Die Nachweise auf der Heckenbrücke umfassen >90% der durchfliegenden Fledermäuse im Vergleich zu Kontrollstellen
- Die Anzahl Nachweise haben im Laufe des 10-jährigen Monitorings laufend zugenommen: Monitoring nach 10 Jahren wichtig
- Sowohl Nutzung der Heckenbrücke zur Querung als auch die quantitative Wirksamkeit können für verschiedene gefährdete Fledermausarten nach 10 Jahren nachgewiesen werden

Resultate 10 Jahre nach Bau (N = 6 Nächte in 2016).

Optimierungsmassnahmen

- Optimierung der lückenlosen Anbindung von Leitstrukturen (Zäune/Hecken) zu den Brücken
- Schliessen von Lücken zwischen Blendschutz und Fledermausschutzzaun
- Gehölzschnitt Wildtierbrücke: mittige Schneise in der Vegetation bietet geschützten Flugkorridor
- Strassenseitiger Raum zwischen Bauwerken und Schutzzäunen ohne Gehölze (zieht Fledermäuse an)



Schliessen von Lücken zwischen Zaun/Blendschutz notwendig



Gehölzschnitt in der Mitte der Wildtierbrücke, damit Flugschneisen entstehen



Gehölze strassenseitiger Raum entfernen

Allgemeine Empfehlungen

- Siehe Merkblätter B.1 und B.3

C.3 Anbindung der Querungsbauwerke mit Leitstrukturen: Bundesautobahn BAB17 Dresden-Prag [24]

Einleitung siehe C.2

In der Umgebung der Autobahn BAB17 wurde ein dichtes Netz von Hecken, Alleen sowie Einzelbäumen als Leitstrukturen zwischen Wochenstubenquartier und Jagdgebieten der Kleinen Hufeisennasen gepflanzt, um die Flugkorridore gezielt zu den Querungsbauwerken zu bündeln.

Bündelung der Flugkorridore im Gelände mit Hilfe von Leitstrukturen



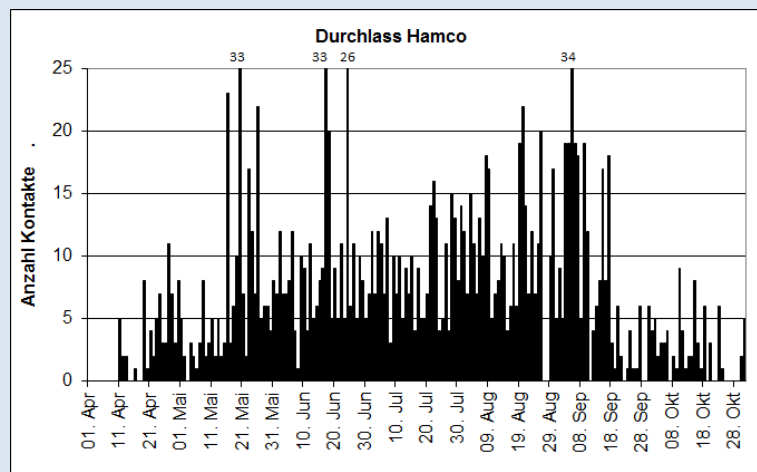
Heckenleitstruktur zur Unterführung Hamco Borna



Enge Anbindung der Leitstruktur an die Unterführung



Anzahl erfasste Kleine Hufeisennasen 2014 entlang einer Leitstruktur und durch die Hamco Unterführung.
Anzahl Durchflüge pro Nacht im Verlaufe der Saison (Total 1495 Durchflüge) :

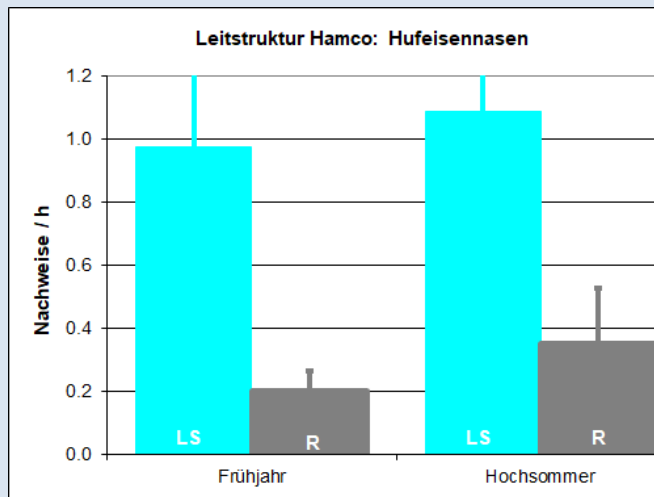


Allgemeine Resultate

Leitstruktur durch Hecken:

- Nachweis der Funktion erbracht
- Positive Tendenz innerhalb von 5 Untersuchungsjahren mit steigender Anzahl Durchflüge an der Leitstruktur: Tendenz zu Nachweis der quantitativen Bedeutung (Vergleich zu Referenz)

Ergebnisse der Kontrolle entlang einer Leitstruktur (Hecke) nach 5-jähriger Untersuchungsperiode



- Die Nachweise entlang der Hecke umfassen >80% im Vergleich zu Referenzstandorten
- Sowohl der Nachweis der Funktionsfähigkeit als Leitstruktur als auch die quantitative Wirksamkeit können im Monitoring nach 5 Jahren nachgewiesen werden.

LS=Leitstruktur zum Bauwerk (blau), R=Referenz an isolierter Gehölzstruktur (grau). N = 6 Nächte.

Optimierungsmassnahmen

- Anbindung der Leitstrukturen an die Bauwerke möglichst lückenlos
- Enge Anbindung des Zauns an die Heckenleitstruktur; Zaun auf die Brücke führen
- Eine gute Pflege der angelegten Leitstrukturen (Gehölze) ist für die Wirksamkeit entscheidend, nicht auf den Stock schneiden, Lücken schliessen



Verlängerung des Schutzzauns



Schliessen der Lücken in der Leitstruktur (hier Baum-Allee)



Einsatz von temporären Leitstrukturen (Plastikzaun) in der Bauphase

Allgemeine Empfehlungen

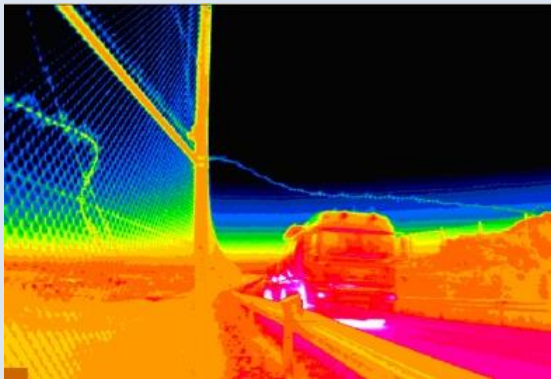
- Siehe Massnahmenblatt B.3

C.4 Zaunexperiment [31]

Einleitung siehe C.2

Schutzzäune entlang kritischen Stellen der Strasse mit einer Höhe von 2 bis 4 m haben das Ziel, dass querende Fledermäuse die Trasse auf ausreichender Höhe überqueren ("Kollisionsschutz") und/oder vom Trassenbereich abgeleitet und zu punktuellen *Querungsbauwerken* hingeleitet werden ("Leitwirkung"). In einem Feldexperiment wurde die Wirksamkeit von Schutzzäunen bezüglich dieser beiden Funktionen überprüft.

Überflug im Wärmebild zeigt: Fledermausschutzzaun mit "Leitwirkung" (links) und als "Kollisionsschutz" (rechts)



- Im Experiment wurde die grosse Mehrheit der Kleinen Hufeisennasen Fledermäuse durch den Zaun abgeleitet (Leitwirkung). Lediglich in 4.2% der Fälle kam es zu Zaunüberflügen. Diese erfolgten allerdings meist im Kollisionsbereich auf einer Höhe von <3m.

Fledermausschutzzaun mit "Leitwirkung" zur Wildtierbrücke



- Nachweis Funktion als "Leitwirkung" erbracht – aber als Kollisionsschutz nur ungenügend wirksam.

Allgemeine Resultate

- Funktion "Kollisionsschutz" für stark strukturgebundene Fledermäuse wie die Kleine Hufeisennase nicht erbracht
- Funktion "Leitwirkung" erfüllt

Optimierungsmassnahmen

- Wichtig ist, dass auch kleine Lücken im Schutzzaun geschlossen werden
- Die Anschlüsse der Schutzzäune an die Querungsbauten müssen so optimiert sein, dass keine Lücken für "Falschflieger" bestehen
- Während der Bauphase können Schutzzäune aus Plastik eingesetzt werden



Lücken im Zaun müssen geschlossen werden



Vermeidung von Lücken bei den Übergängen zu den Querungsbauten



Einsatz von temporären Zäunen während der Bauphase

Allgemeine Empfehlungen

Siehe Massnahmenblatt B.3

C.5 Sanierung der Brücke von Corbières, Kanton Freiburg [30]

Die Brücke von Corbière verbindet zwei Ufer des Lac de la Gruyère. Ihre Bedeutung geht aber weit über das Verbinden von zwei Kantonen; sie ist eine der wenigen Brücken in Europa, die eine solch bedeutende Fledermauskolonie beherbergt. Gegen 400 Weibchen der Grossen Mausohren nutzen das Bauwerk von Mai bis August und bilden die grösste *Wochenstube* des Kantons Freiburg.

Eine komplette Sanierung dieses Stahlbeton-Bauwerks aus dem Jahre 1930 wurde 1991 und 1992 durchgeführt. Die Entdeckung der Fledermäuse während der Inspektion des Bauwerks wurde rasch dem Kantonalen Fledermausschutz-Beauftragten des CCO gemeldet, der die Wichtigkeit dieses Standorts unterstrich und den Bauherrn davon überzeugte, die Arbeiten fledermausfreundlich durchzuführen. Dieses Vorgehen war möglich, da FRibat-CCO Fribourg schon zuvor eine gute Zusammenarbeit mit den Behörden hatte.

Die Bauarbeiten wurden in mehreren Etappen geplant und es wurde berücksichtigt, dass Fledermäuse das Bauwerk bewohnen. Im Winter, während der Abwesenheit der Fledermäuse, wurden die Hangplätze zerstört und wieder aufgebaut. Um die Chancen der Wiederbesiedlung zu erhöhen, wurden viele Vorsichtsmassnahmen getroffen. Die Decken wurden mit körnigem Beton ausgestaltet, was den Grossen Mausohren erlaubt, sich an der Decke aufzuhängen. Die von den Fledermäusen genutzten Eingänge wurden erhalten und vorgängig vor Ort gesammelter Kot wurde wieder hinggebracht um den vertrauten Geruch wieder herzustellen. Ein spezifisches Entwässerungssystem erlaubt es die Feuchtigkeit konstant zu halten und das Erfassen der Temperatur im *Quartier* zeigte, dass die vorherigen Bedingungen erhalten blieben. Die vollständig sanierte Brücke wurde von den Grossen Mausohren im darauf folgenden Frühling wieder besetzt.

Der Bauherr (Tiefbauamt des Kantons Freiburg) stellte fest, dass das Entdecken der Kolonie zuerst als Problem angeschaut wurde. Das Gespräch mit dem CCO erlaubte es jedoch die Ingenieure zu sensibilisieren und eine gute Zusammenarbeit aufzubauen. Wenn die Anwesenheit von Fledermäusen für das Bauwerk und die Nutzer kein Risiko darstellt, sollte gemäss dem Bauherrn ein solches Vorgehen erprobt werden. Die Kosten sind schwierig zu beziffern, sie werden auf 1-2 % der Gesamtkosten der Sanierung geschätzt.



Brücke von Corbière, die zwei Ufer des lac de la Gruyère verbindet; die Fledermäuse fliegen über die Bullaugen ein (© Jérôme Gremaud)



Die 400 Weibchen umfassende Mausohrkolonie besetzt einen Abschnitt der Hohlbrücke (© Jérôme Gremaud)

Allgemeine Resultate

- Dank einer sachgemässen Planung der Arbeiten und der geringen Kosten der technischen Massnahmen, war der Erhalt der Kolonie möglich

Optimierungsmassnahmen

- Die Grossen Mausohren aus der Brücke werden manchmal Verkehrsoffer; die Installation eines Netzes oberhalb der Einflugsöffnungen limitiert das Kollisionsrisiko
- Auch andere Arten nutzen das Bauwerk, insbesondere die Wasserfledermaus; weitere Aufwertungen könnten in anderen Teilen der Hohlbrücke erfolgen

Allgemeine Empfehlungen

- Siehe Massnahmenblatt B.4

Anhang D Merkblatt: Fledermausquartiere schaffen an Brücken



Zürich, Juni 2017

Merkblatt: Fledermausquartiere schaffen an Brücken

Fledermäuse sind bedroht und bundesrechtlich geschützt, sie zu töten oder ihre Quartiere zu zerstören ist gesetzlich verboten. Viele Arten bewohnen enge Felsspalten. Manche tun dies nur im Winter, andere auch während den übrigen Jahreszeiten. Brücken kommen mit ihrer oft verwinkelten Bauweise sowie ihren zahlreichen Spalten und Hohlräumen natürlichen Felsformationen sehr nahe. Da sie oft auch an oder über Gewässern stehen, an welchen Fledermäuse ein reichhaltiges Buffet an Nahrungsinsekten vorfinden, sind Brücken als Quartiere doppelt beliebt. Mit der Sanierung alter Brücken gehen viele Spalten verloren, bei Neubauten wird zudem oft auf die Dichtheit geachtet, neue Spalten entstehen kaum mehr. Durch die Installation von speziellen Fledermauskästen an geeigneten Orten an Brücken lässt sich diesem Quartierverlust entgegenwirken, ohne dass dabei Ästhetik, Funktion oder Lebensdauer der Brücke beeinträchtigt werden.

Folgende Parameter müssen berücksichtigt werden, damit Fledermäuse Ersatzquartiere nutzen:

- besonnte Standorte: Die Kästen müssen sich tagsüber zumindest zeitweise in der Sonne erwärmen können. Einzelne Kästen können als Winterschlafquartiere auch an schattigen, windgeschützten Stellen montiert werden.
- möglichst nachtdunkle Standorte: Kästen, die im Schein von Lampen hängen werden kaum besiedelt.
- Installation an Brücken über Gewässern nur oberhalb der Hochwasserlinie
- Installation über Land in mindestens 2.5 m Höhe
- freier An- und Abflug muss gewährleistet sein: Gehölze im Umkreis von mindestens 3 m um die Kästen müssen regelmässig gestutzt werden.
- Fledermauskästen können auf die Oberfläche aufgeschraubt oder bei Neubauten und Sanierungen auch direkt in die Konstruktion versenkt werden. Hierfür sind spezielle Elemente erhältlich (siehe Beispiele), solche lassen sich aber auch selber bauen (siehe Konstruktionspläne).
- „Klotzen statt kleckern“: Viele Kästen und eine unterschiedliche Bauweise, Position und Exposition ebendieser steigern den Besiedlungserfolg bezüglich Individuenzahl und Artenvielfalt. Als Mindestanzahl sollte bei kleineren und schwieriger zu bestückenden Brücken von fünf Kästen ausgegangen werden, bei grösseren von entsprechend mehr.

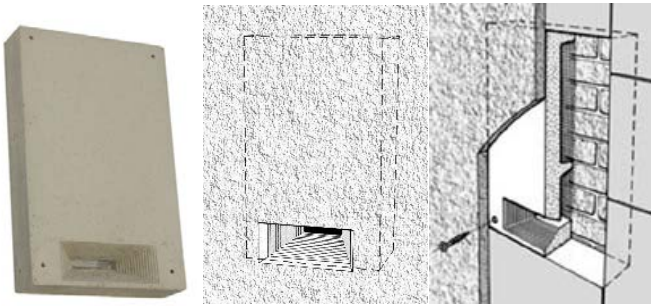
Ungeeignet sind Standorte:

- neben oder über Bahnlinien und stark befahrenen Strassen, hier ist das Kollisionsrisiko zu gross
- an Orten, wo Hindernisse wie Bäume, Zäune, etc. den Zugang versperren
- im Schein von Strassenlampen, Brückenbeleuchtungen etc.
- zu nahe an der Wasseroberfläche: Die Öffnung der Kästen müssen auch bei Hochwasser noch über der Wasserlinie sein
- zu nahe (< 2.5 m) am Boden, sodass Marder und Katzen leichtes Spiel haben

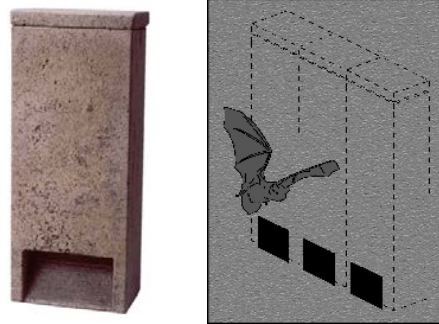
Verschiedene Kastenmodelle der Firma Schwegler eignen sich gut zur Installation an und in Brücken, anbei einige Beispiele. In der Schweiz können sie z.B. über www.kuepfer-gaeumann.ch bestellt werden:

Für den Einbau in die Konstruktion:

Schwegler 1WI (auch als Winterquartier geeignet)



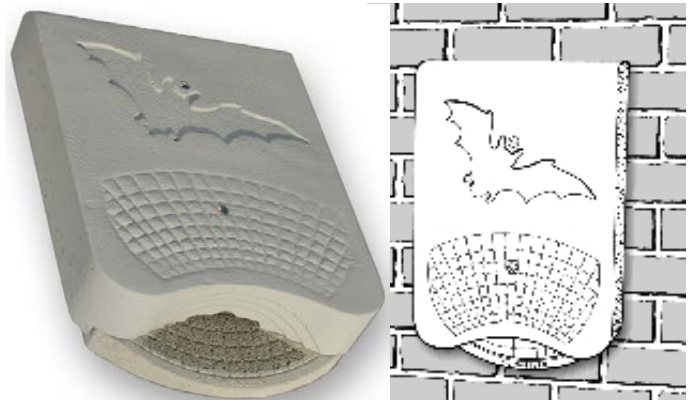
Schwegler 2FR



Zum Aufschrauben auf die Fassade:
Schwegler 1&2FTH



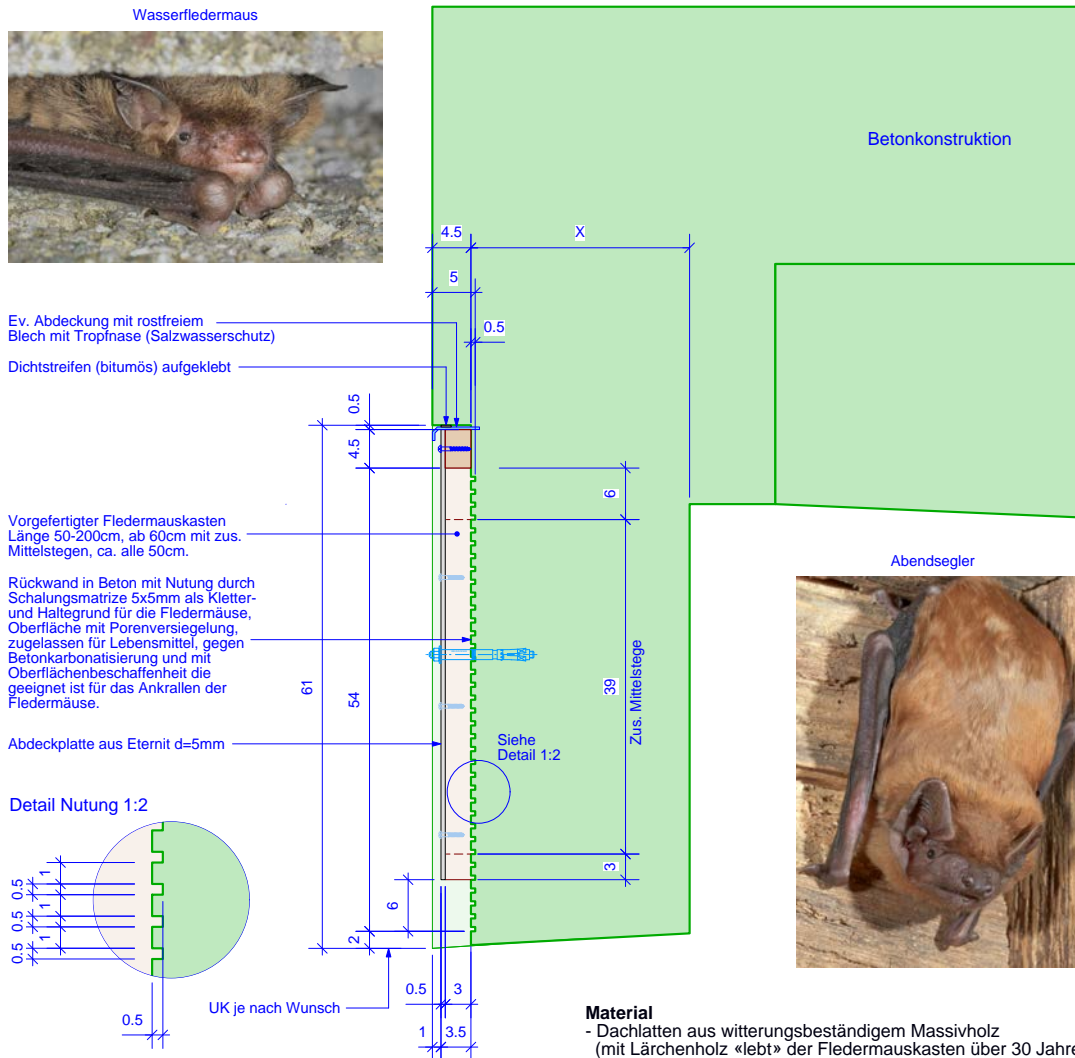
Schwegler 1WQ (auch als Winterquartier geeignet)



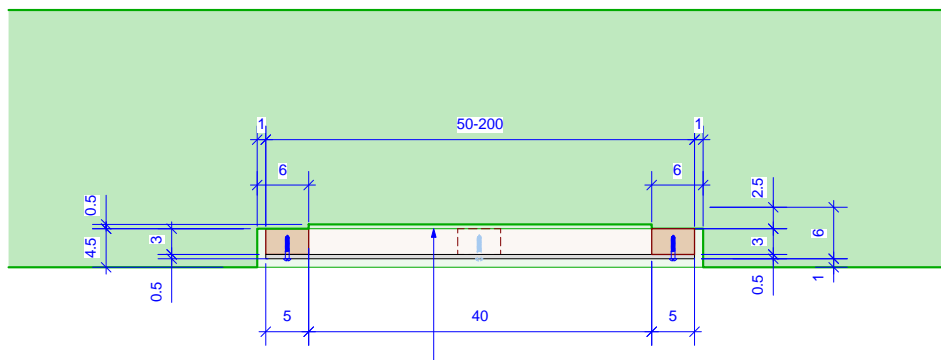
Folgende Konstruktionspläne zeigen verschiedene Varianten, wie Fledermauskästen in Brücken integriert werden können

Variante 1 : Integrierter Fledermauskasten mit Rückwand aus gerilltem Beton

Schnitt Brückenrand 1:5



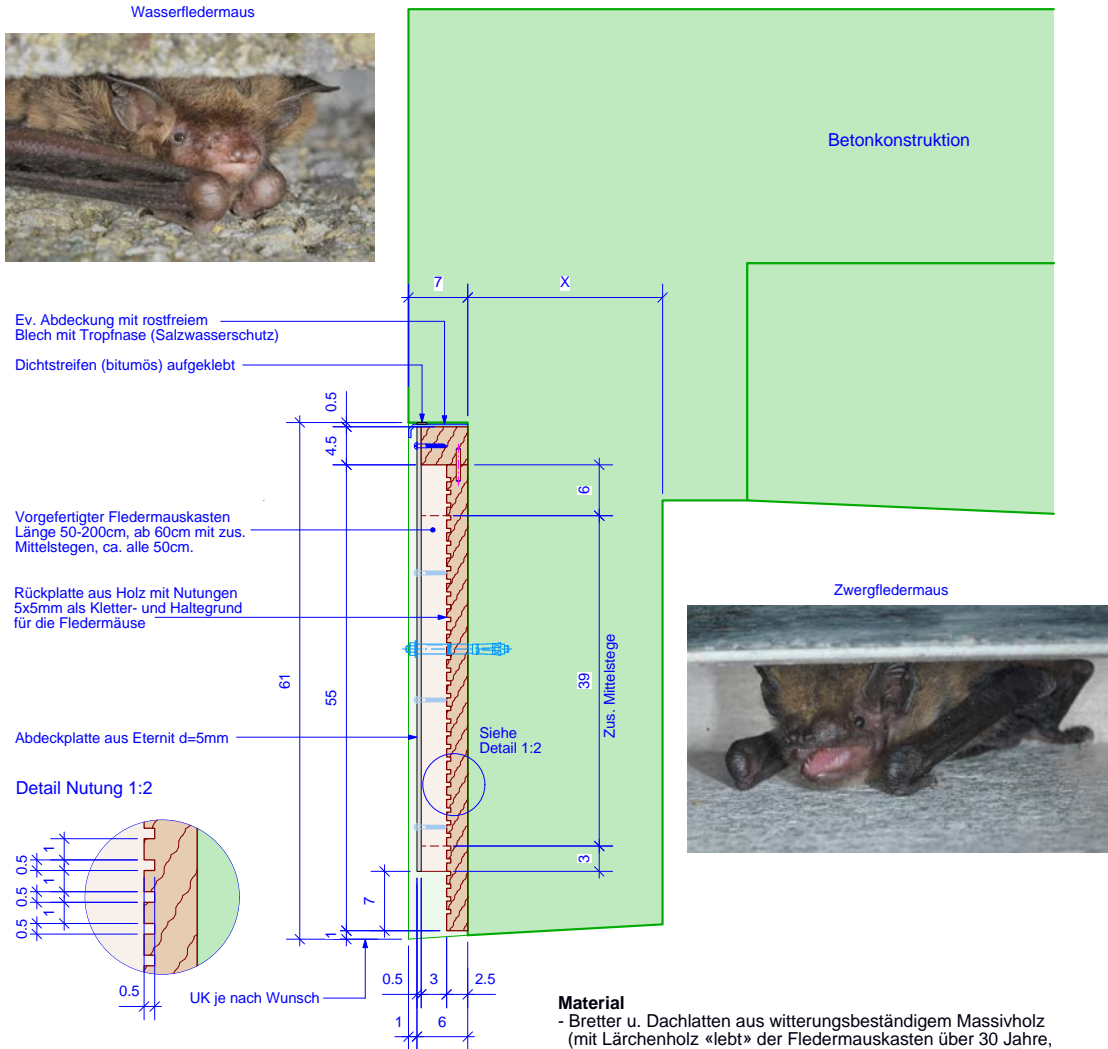
Grundriss 1:5



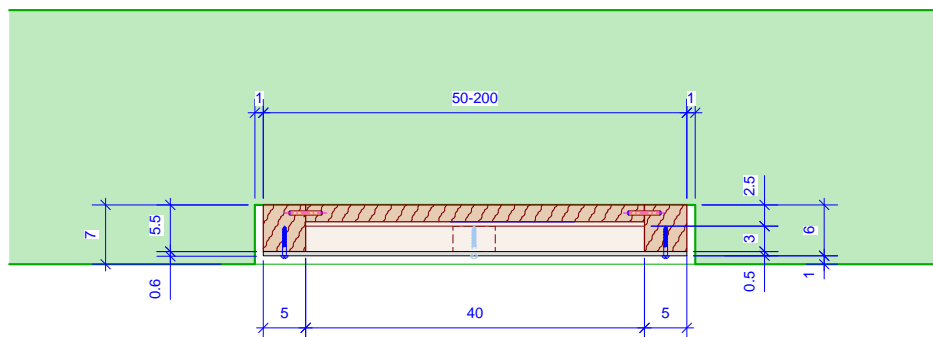
ERNE/WG/150114

Variante 2 : Integrierter Fledermauskasten mir Rückwand aus gerilltem Holz

Schnitt Brückenrand 1:5



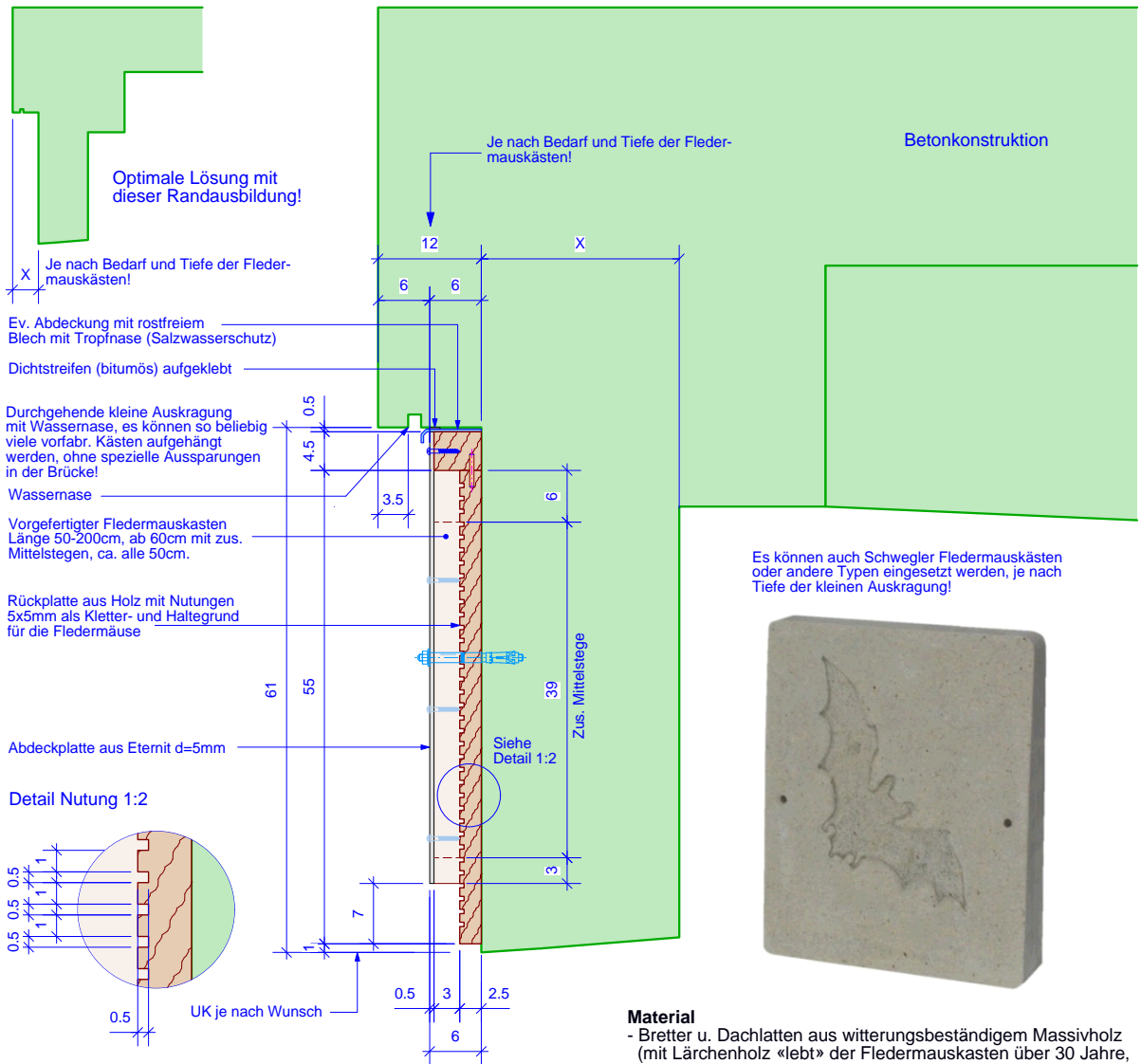
Grundriss 1:5



ERNE/WG/150114

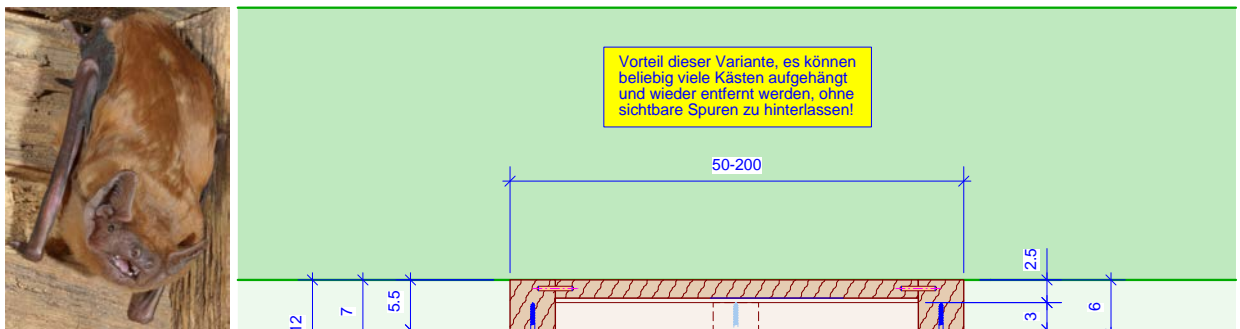
Variante 3 : Fledermauskasten an Brücke mit Auskragung

Schnitt Brückenrand 1:5

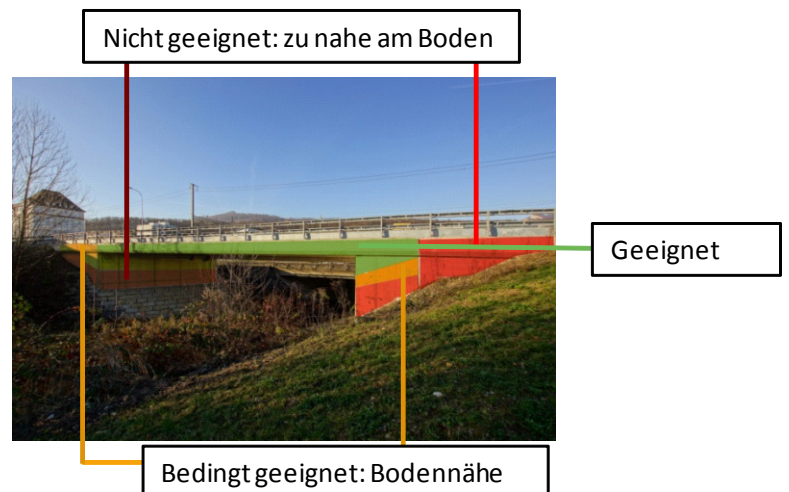
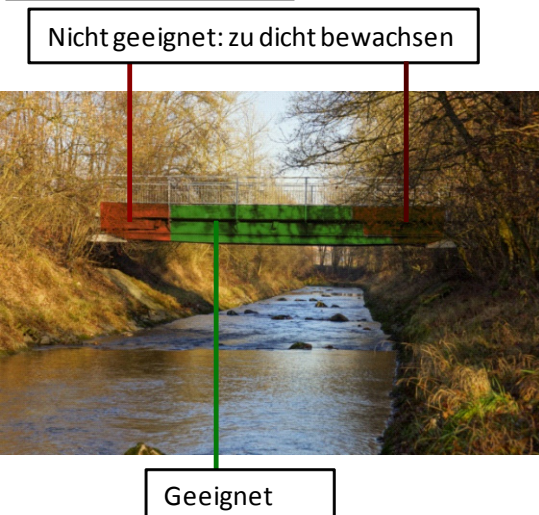
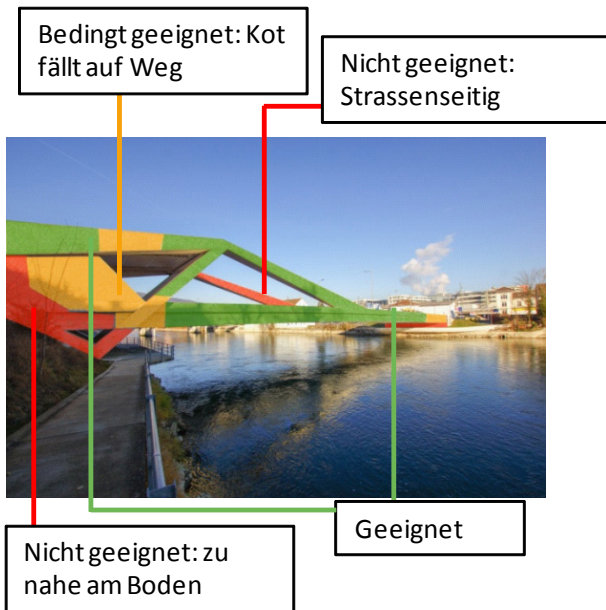
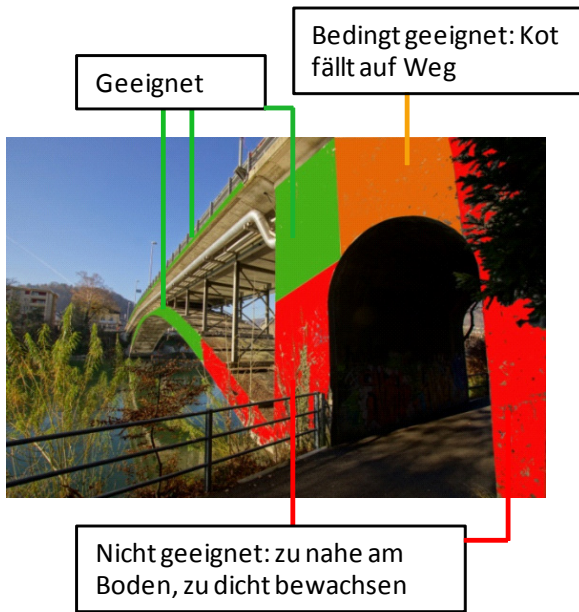


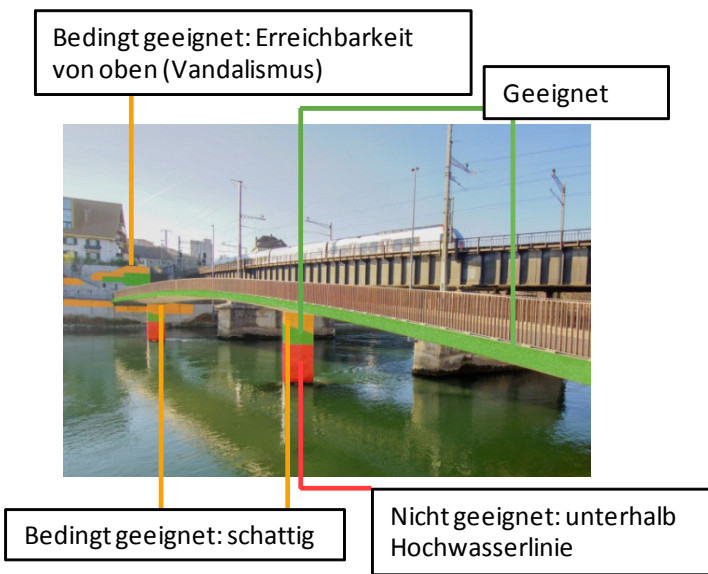
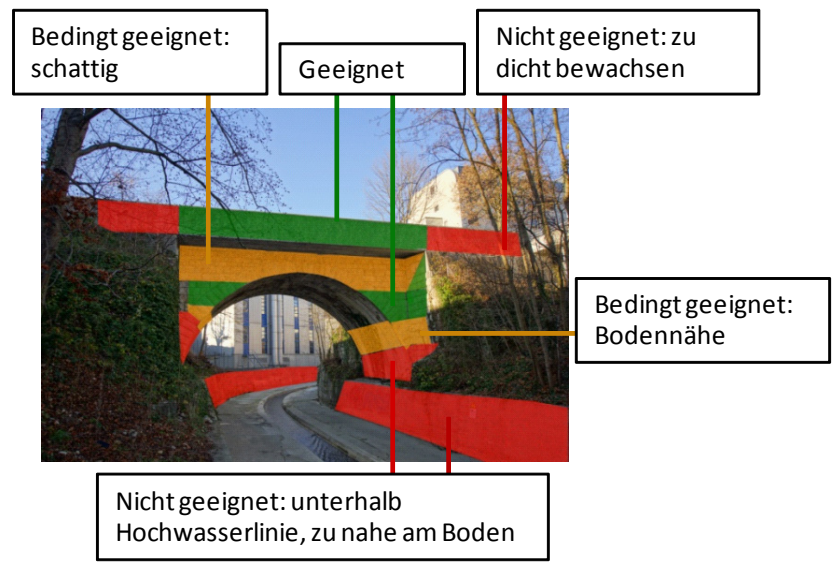
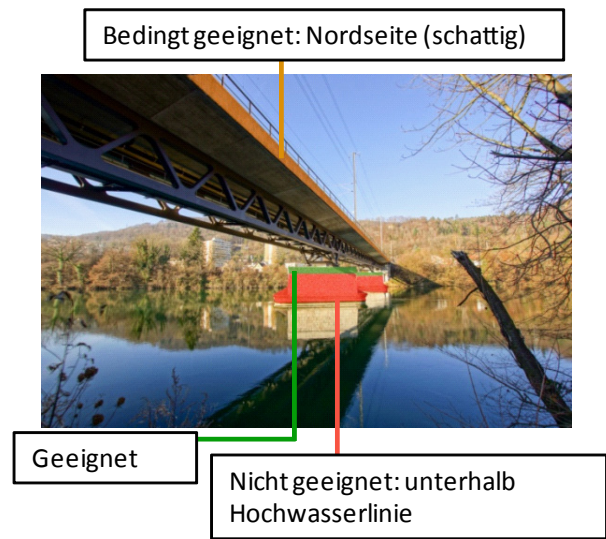
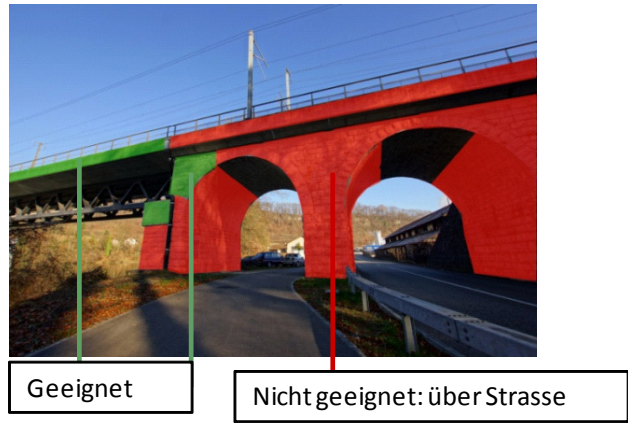
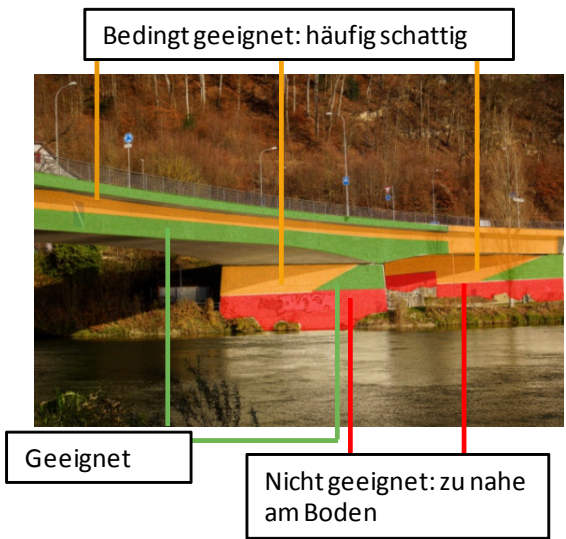
- Material**
- Bretter u. Dachlatten aus witterungsbeständigem Massivholz (mit Lärchenholz «lebt» der Fledermauskasten über 30 Jahre, mit Fichtenholz oder verleimtem Holz weniger als 5 Jahre)
 - Schrauben rostfrei,
 - Holzleim

Grundriss 1:5



Folgende Bilder zeigen geeignete und weniger geeignete Standorte für die Montage von Fledermauskästen an Brücken





Glossar

CCO/KOF	Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz. Der Fledermausschutz Schweiz führt zwei Koordinationsstellen (CCO in Genf, KOF in Zürich). Zudem gibt es für jeden Kanton eine Ansprechperson (Kantonale/r Fledermausschutz-Beauftragte/r).
Dilatationsfuge	Dehnungsfuge in Betonstrassen, Brücken, Talsperren usw., welche Spannungen bei Temperaturschwankungen verhindert.
Dunkelkorridor	Korridor der dunkel erhalten wird oder auf dem die künstliche Beleuchtung angepasst ist, um die Wirkungen auf die nachtaktiven Tiere zu reduzieren ohne die Sicherheit und den Komfort für die Menschen zu mindern.
Durchlässigkeit	Mass für die Bewegungsmöglichkeit von Arten in einem gegebenen Raum; Verkehrsinfrastrukturen können die Durchlässigkeit der Flugkorridore reduzieren.
Echoortung	Orientierungsmethode: Schallwellen werden ausgesandt und deren Echo wird genutzt, um Elemente in der Landschaft zu lokalisieren und identifizieren.
Erfolgskontrolle	Diese Kontrolle zeigt, ob die vorgesehenen Wirkungen für Natur und Landschaft durch das Projekt erreicht wurden. Die zentrale Frage ist: wurden die geplanten Veränderungen der Naturwerte erreicht (Wirkungsziel) und in welchem Mass (qualitativ oder quantitativ)?
Fallen für Fledermäuse	Fledermäuse können zum Teil in eine Kunstbaute (oder andere Objekte) gelangen, finden aber nicht mehr hinaus, resp. sind im Innern nicht genügend wendig beim Fliegen, können nicht starten und/oder rutschen beim Klettern am Material ab.
Fledermauskasten	Künstlicher Unterschlupf für Fledermäuse. Es sind verschiedene Modelle aus unterschiedlichen Materialien im Handel.
Flugkorridor	Verbindungsstruktur in der Landschaft, die von gewissen Fledermausarten genutzt wird, um vom Quartier zum Jagdlebensraum zu gelangen; Flugkorridore charakterisieren sich durch das Vorhandensein von linearen Landschaftsstrukturen; Synonym: Flugweg, Flugroute.
Fragmentierung der Lebensräume	Künstliche Zerstückelung des Raumes (durch Verkehrsinfrastrukturen, Urbanisierung, etc.), welche die Bewegungsmöglichkeit der Arten einschränkt und die brauchbaren Lebensräume verkleinert; die Zerschneidung/Fragmentierung bringt eine Isolation der Populationen und eine Verringerung des genetischen Austauschs mit sich.
Geburten	Fledermäuse finden sich in Gruppen zusammen und gebären ein bis zwei Jungtiere pro Jahr in Quartieren mit günstigem Mikroklima und geringen Störungen (Dachstöcke, Baumhöhlen, Brücken, Höhlen, etc.)

Gewässerdurchlass	Kleines Bauwerk, welches das Durchfließen eines Gewässers unterhalb einer Strasse oder Bahnlinie ermöglicht.
Hop-over	Querungshilfe leitet die Fledermäuse über dem Verkehr durch. Eine Kombination von Zäunen und Bepflanzung mit angepasster Pflege der Vegetation (Erhöhen der Vegetation in der Nähe der Verkehrsinfrastruktur).
Jagdlebensraum	Natürlicher Lebensraum, der von Fledermäusen für die Jagd auf Insekten genutzt wird.
Kunstabauten	Aus dem Begriff künstliches Bauwerk entstanden. Kunstbauten sind Brücken, Bachdurchlässe, Über- und Unterführungen, Tunnel und Stützmauern.
Lichtverschmutzung	Bezeichnet die Aufhellung des Nachthimmels durch künstliche Lichtquellen, deren Licht in den Luftschichten der Erdatmosphäre gestreut wird. Lichtverschmutzung kann u. A. negative Wirkungen auf Flora und Fauna haben; mehrere Fledermausarten vermeiden beleuchtete Abschnitte.
Leitstruktur	Lineares Landschaftselement (Hecke, Baumreihe, Waldrand), entlang dem sich Wildtieren fortbewegen. Fledermäuse nutzen eine Leitstruktur als Flugkorridor in dem sie nahe oder in der Vegetationsstruktur fliegen.
Lineares Landschaftselement	Natürliches (Hecke, Baumallee, Gewässerlauf, Waldrand, etc.) oder künstliches Landschaftselement (Böschung, Mauer, etc.), das als Flugkorridor genutzt werden kann.
Migration	Saisonale Verschiebung über mehrere hundert km zwischen den Winterquartieren und den Wochenstuben, resp. Sommerquartieren; mehrere europäische Fledermausarten sind migrierend.
Monitoring	Überwachung der Fledermauskolonien über die Zeit um deren Bestandesschwankungen zu kennen.
Nicht spezifische Wildtierpassage	Ein für menschliche Nutzung erstelltes Querungsbauwerk (für land- oder forstwirtschaftliche Zwecke, Gewässerquerung), welches für die Nutzung durch Wildtiere angepasst wurde.
Quartier	Ort der von Fledermäusen genutzt wird für die Jungenaufzucht (Wochenstube), um den Sommer zu verbringen (Sommerquartier der Männchen, welche einzeln oder in einer Gruppe, separat von den Weibchen, den Sommer verbringen), für die Paarung (Paarungsquartier), während der Migration (Zwischenquartier) oder um zu überwintern (Winterquartier).
Querungsbauwerk	Bauwerk, welches der Querung einer Verkehrsinfrastruktur dient – in Form einer Wildtierpassage oder einer nicht spezifischen Wildtierpassage sowie leichteren Strukturen (z.B. Hop-over). Es kann für die Nutzung durch Fledermäuse angepasst werden.

Übergangszeit	In dieser Zeit (Frühling und Herbst) finden die Überflüge (die Verschiebung) zwischen den Winterquartieren und Sommerquartieren, resp. Wochenstuben für die Weibchen, statt.
Wildtierpassage	Bauwerk erstellt mit dem Ziel, den Wildtieren die Querung einer Verkehrsinfrastruktur zu ermöglichen; Man unterscheidet Wildtierpassagen für grosse (z.B. für Huftiere), mittlere (Fuchs, Feldhase, Dachs, etc.) und kleine Wildtiere (Reptilien, Amphibien, kleine Säuger, etc.).
Winterschlaf	Lethargische Phase während der die Fledermaus ihre Körpertemperatur reduziert um ihre Energiereserven zu schonen; Fledermäuse überwintern an frostsicheren Stellen, z.B. in unterirdischen Höhlen und Stollen oder in Baumhöhlen.
Wirkungskontrolle	Sie kontrolliert den Erfolg einer Massnahme (Vorher/Nachher) und schlägt allenfalls korrigierende Massnahmen vor.
Wochenstube	Ansammlung von weiblichen Fledermäusen in einem Sommerquartier (Dachstock, Höhle, Baumhöhle, Brücke, etc.) um je ein bis zwei Jungtiere pro Jahr aufzuziehen.

Bibliographie

- [1] Abbott I.M., Berthinussen A., Stone E., Boonman M., Melber M., Altringham J. 2015. Chapter 34: Bats and Roads. *In: Handbook of road ecology.* Van der Ree R., Smith D.J., Grilo C. Wiley-Blackwell. 290-299.
- [2] Altringham J. & Kerth G. 2015. Bats and Roads. *In: Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World.* Voigt C.C. & Kingston T. (Eds). Springer. 35-62.
- [3] ASTRA. 2007. Richtlinie für Konstruktive Einzelheiten von Brücken, Teil 6 Entwässerung.
- [4] ASTRA. 2014. Querungshilfe für Wildtiere. Richtlinie ASTRA 18008, Bern. 40 S.
- [5] BAFU. 2011. Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt-Vollzug No. 1103: 132 S.
- [6] BAFU. 2002. Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Leitfaden Umwelt Nr. 11, 123 S.
- [7] Berthinussen A. & Altringham J. 2012. The effect of a major road on bat activity and diversity. *J. Appl. Ecol.* 49 : 82–89.
- [8] Berthinussen A. & Altringham J. 2015. Development of a cost-effective method for monitoring the effectiveness of mitigation for bats crossing linear transport infrastructure. WC1060, Final report. Department for Environment Food and Rural Affairs. 60 p. et annexes.
- [9] Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberg C., Ruedi M., Moeschler P. 2014. Liste rouge Chauves-souris. Espèces menacées en Suisse, état 2011. Office fédéral de l'environnement, Berne; Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris, Genève et Zurich; Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf. L'environnement pratique n°1412. 95 p.
- [10] 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. 114 p.
- [11] CEREMA. 2016. Chiroptères et infrastructures de transport. Guide méthodologique. 168 p.
- [12] Christensen M., Fjederholt E.T., Baagøe H.J., Elmeros M. 2016. Hop-overs and their effects on flight heights and patterns of commuting bats – a field experiment. CEDR Call 2013: Roads and Wildlife. 30 p.
- [13] Elmeros M., Dahl Møller J., Dekker J., Garin I., Christensen M., Baagøe H.J. 2016. Fumbling in the dark – effectiveness of bat mitigation measures on roads. Bat mitigation measures on roads – a guideline. CEDR Transnational Road Research Programme Call 2013: Roads and Wildlife. 56 p.
- [14] Fensome, A.G. & Mathews F. 2016. Roads and bats: a meta-analysis and review of the evidence on vehicle collisions and barrier effects. *Mammal Review* 46 : 311-323.
- [15] Held M., Hölker F., Jessel B. (Hrsg.). 2013. Schutz der Nacht – Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft. Bundesamt für Naturschutz-Skripten 336. 189 p.
- [16] Keeley, B. W., and M. D. Tuttle. 1999. Bats in American bridges. Bat Conservation International, Inc., Austin, Texas, Resource Publication 40 p.
- [17] Kitzes J, Merenlender A. 2014. Large Roads Reduce Bat Activity across Multiple Species. *PLoS ONE* 9(5): e96341.
- [18] Klaus G., Käbi B., Kobler R. L., Maus K., Righetti A. 2005. Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen Vollzug Umwelt. BAFU. 37 S.
- [19] LACON. 2014. Fledermäuse und Strasse. Annahmewahrscheinlichkeit von Querungshilfen für Fledermäuse. Endbericht, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Österreich. 117 p.
- [20] L'Azuré & CPEPESC. 2011. Suivi de l'utilisation des passages à chiroptères de la ligne LGV Rhin-Rhône. Analyse de la fréquentation des ouvrages et propositions d'optimisation. Rapport non publié sur mandat de Réseau Ferré de France, Besançon. 14 p.

- [21] Lesinski, G., Sikora, A., & Olszewski, A. (2011). Bat casualties on a road crossing a mosaic landscape. *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 217–223.
- [22] Lewanzik D. & Voigt C.C. 2017. Transition from conventional to light-emitting diode street lighting changes activity of urban bats. *J. Appl. Ecol.* 54(1): 264-271.
- [23] Limpens H.J.G.A., Twisk P., Veenbaas G. 2005. Bats and road construction. Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management Directorate-General for Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Institute, Delft, the Netherlands and the Association for the Study and Conservation of Mammals, Arnhem, the Netherlands. 24 p.
- [24] NACHTaktiv & SWILD. 2016. Monitoring von Schadensbegrenzungsmaßnahmen für die Kleine Hufeisennase, Staatsstraße S170n (Freistaat Sachsen), Bereich Friedrichswalde Ottendorf. Ergebnisse der 5jährigen Funktionskontrolle 2009 bis 2013. Entwurf Abschlussbericht im Auftrag der DEGEG, Berlin. 84 S. plus Anhang.
- [25] National Roads Authority. 2005. Best practice guidelines for the conservation of bats in the planning of national road schemes. 44 p.
- [26] Oggier P., Righetti A., Bonnard L. 2001. Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen COST 341. Umwelt-Wissen Nr. 0714 (2. aktualisierte Auflage der BUWAL-Schriftenreihe Umwelt Nr. 332). Bundesamt für Umwelt; Bundesamt für Raumentwicklung; Bundesamt für Verkehr; Bundesamt für Strassen. Bern, 101 S.
- [27] Rydell, J. 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Funct. Ecol.* 6 : 744–750.
- [28] Schaub A., Ostwald J., Siemers B.M. 2008. Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211(19): 3174–3180.
- [29] Stone, E.L., Harris S., Jones G. 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mamm. Biol.* 80 : 213-219.
- [30] Sunier K. & Magnin B. 1997. Un pont nichoir? Ou de l'harmonie possible entre œuvre humaine et nature. *Strasse und Verkehr* 1 : 17-21.
- [31] SWILD & NACHTaktiv. 2007. Schadensbegrenzung für die Kleine Hufeisennase an Strassen – Experimente zur Wirksamkeit von Schutzzäunen. Unveröffentlichter Bericht im Auftrag der DEGEG, Berlin. 31 S.

Danksagung

Nachstehenden Personen sei herzlich gedankt für ihre Teilnahme an der Realisation dieser Arbeitsgrundlage:

- Die Mitglieder der Begleitgruppe (Zusammensetzung S. 4) haben den Inhalt und die Form dieser Arbeitsgrundlage wesentlich bereichert indem sie ihr Erfahrungen und Erwartungen mit der Projektleitung und den Autoren geteilt haben
- Der Projektgruppe CEDR SafeBatPaths im Rahmen des CEDR Transnational Road Research Programme "Roads and Wildlife", koordiniert von Morten Elmeros, Universität Aarhus, Dänemark für den wertvollen Erfahrungsaustausch während der Entstehung der Arbeitsgrundlage und im Rahmen des CEDR Bat-road mitigation workshops vom 22.-24. Februar 2016 in Kalø, DK
- Das Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO), mit seinem Geschäftsführer Pascal Moeschler, hat einen Teil der Kosten für die Illustrationen übernommen
- Andres Beck, Kantonaler Fledermausschutz-Beauftragter (AG), für den Erfahrungsaustausch bezüglich fledermausgerechten Unterhaltsarbeiten an Kunstbauten
- Martin Biedermann, Inken Karst und Wigbert Schorcht des Büros NACHTaktiv GbR, Deutschland, für ihre Zusammenarbeit mit dem Büro SWILD und ihre Ratschläge bezüglich der für Kleine Hufeisennasen aufgewerteten Überführungen an der Autobahn BAB17 Dresden-Prag
- Guido Gerding des Büros Echolot GbR, Deutschland, für das Teilen seiner Erfahrung bezüglich der Berücksichtigung von Fledermäusen bei Strassenbauprojekten und das zur Verfügung stellen der Fotos zu Sanierungsarbeiten
- Jérôme Gremaud des Büros Atelier 11a für die Hilfe beim Erstellen des Praxisbeispiels C.5 Sanierung der Brücke von Corbières und das zur Verfügung stellen der Fotos dieses Bauwerks
- Cédric Marendaz, unabhängiger Graphiker und Illustrator, Mitarbeiter des Naturhistorischen Museums Genf, für die Realisation der Illustrationen dieses Dokuments
- Das Ingenieurbüro WaltGalmarini AG hat die Pläne zu den Fledermauskästen im Anhang D zur Verfügung gestellt und diese Texte ins Französische übersetzt

Bildnachweise

Alder Hansueli	Massnahmenblatt B.4
Bader Elias	Massnahmenblatt B.4
Beck Andreas	Massnahmenblatt B.4
Fiebig Andreas	S. 18
Gerding Guido, Echolot	Massnahmenblatt B.4
Gremaud Jérôme	S. 10, Anhang C.5
Hopps Alan	S. 18
Mattei Marzia	S. 24, Massnahmenblatt B.4
Schönbächler Cyril	S. 17, Anhang A, Massnahmenblatt B.4
SSF ²	Massnahmenblatt B.4

Obenstehend nicht aufgeführte Fotos wurden von den Autoren dieser Arbeitsgrundlage zur Verfügung gestellt (B+S AG, L'Azuré, SWILD).

Nützliche Adressen

Centre de coordination ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris/Swissbats CCO
Muséum d'histoire naturelle
CP 6434
1211 Genève 6
041 22 418 63 47
chauves-souris.mhng@ville-ge.ch
<http://www.ville-ge.ch/mhng/cco/>

Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz KOF
SSF – Stiftung zum Schutze unserer Fledermäuse in der Schweiz
c/o Zoo Zürich
Zürichbergstrasse 221
8044 Zürich
044 254 26 80
fledermaus@zoo.ch
www.fledermausschutz.ch

² Stiftung zum Schutze unserer Fledermäuse in der Schweiz