

---

# Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen

---

Berichte der Bundesanstalt für  
Straßen- und Verkehrswesen  
Verkehrstechnik Heft V 392

---

# Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen

---

von

Klaus Albrecht<sup>1</sup>, Hendrik Reers<sup>2</sup>, Katharina Scharf<sup>1</sup>, Johanna Grimm<sup>2</sup>, Sarah Radford<sup>2</sup>,  
Brigitte Namyslo<sup>1</sup>, Felix Günther<sup>2</sup>, Ralph Martin<sup>2</sup>, Oliver Behr<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ANUVA Stadt- und Umweltplanung GmbH, Nürnberg

<sup>2</sup> OekoFor GbR, Freiburg

---

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines  
B - Brücken- und Ingenieurbau  
F - Fahrzeugtechnik  
M - Mensch und Sicherheit  
S - Straßenbau  
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der BASt, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung: <https://bast.opus.hbz-nrw.de>

## Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 02.0440  
Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen

Fachbetreuung:  
Pia Bartels, Jan Sauer

Referat:  
Umweltschutz, Immissionen

Herausgeber:  
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen  
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach  
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion:  
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltungskonzept:  
MedienMélange:Kommunikation

Druck, Verlag und Produktsicherheit:  
Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG  
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen  
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 0 | E-Mail: [kontakt@schuenemann-verlag.de](mailto:kontakt@schuenemann-verlag.de)  
[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331 | ISBN 978-3-95606-835-5 | <https://doi.org/10.60850/bericht-v392>

Bergisch Gladbach, März 2025

# Kurzfassung

## **Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen**

Das vorrangige Ziel dieser Studie war es, zu klären, ob und inwieweit die an Straßen in Deutschland installierten Überflughilfen für Fledermäuse ihre Funktion erfüllen. Der Fokus lag dabei auf schmalen, hohen Konstruktionen entlang des Straßenrandes, insbesondere Zäunen beidseitig der Straße. In einer Standortrecherche wurden neun Überflughilfen ähnlichen Bautyps in unterschiedlichen Naturräumen Deutschlands für die Untersuchung ausgewählt und beprobt. Das Verhalten von Fledermäusen an den Überflughilfen wurde sowohl visuell als auch akustisch erfasst. Hierzu wurden je Überflughilfe an drei Beobachtungspunkten auf einer Straßenseite Aufnahmesysteme positioniert. Die Rufsequenzen in den Audioaufnahmen wurden mit den entsprechenden Videosequenzen synchronisiert, um die Flugbahnen von Fledermäusen zu rekonstruieren und mithilfe einer App zu analysieren. An einer Überflughilfe wurde das großräumige Verhalten der Fledermäuse zusätzlich mittels automatisierter Telemetrie untersucht. Dabei wurden Tiere mit Sendern versehen und ihre Bewegungen an fest installierten Stationen aufgezeichnet.

Die beobachteten Fledermäuse nutzten den Luftraum an den untersuchten Überflughilfen hauptsächlich zur Querung der Straßen, ohne dass eine relevante Sperr- oder Barrierewirkung festgestellt wurde. Eine mögliche Leitfunktion war dabei der Querungsfunktion untergeordnet. Die Wirksamkeit der Überflughilfe wurde als Reduktion des Anteils der Straßenquerungen in kollisionsgefährdeter Höhe definiert und betrug über die Standorte und Arten gemittelt 50 %. Ob eine Fledermaus die Straße in kollisionsgefährdeter Höhe überquerte, wurde dabei signifikant vom Ort der Querung an der Überflughilfe, der Flugrichtung (in Richtung Straße oder von der Straße kommend) und der Starthöhe beim Überflug beeinflusst. Die genannten Zusammenhänge konnten für Mücken- und Zwergfledermäuse gesichert nachgewiesen werden, wobei artspezifische Unterschiede deutlich wurden. Für Mückenfledermäuse wurde in den statistischen Modellen eine geringere Querungssicherheit ermittelt als für Zwergfledermäuse. Arten der Gattung *Myotis* (nicht auf Artniveau unterschieden) und die Mopsfledermaus wurden seltener aufgezeichnet, zeigten jedoch ähnliche Verhaltens-tendenzen. Von den untersuchten standortspezifischen Parametern korrelierten das Verkehrsaufkommen signifikant positiv und die Straßenbreite tendenziell negativ (statistisch nicht signifikant) mit der Querungssicherheit.

Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass der untersuchte Typ von Überflughilfen dazu beitragen kann, die Kollisionsgefahr für Fledermäuse deutlich zu verringern und daher als sinnvolle Minderungsmaßnahme zu bewerten ist. Je nach Konfliktbewertung in einer konkreten Situation ist i. d. R. eine Kombination mit weiteren Maßnahmen, wie Unterführungen, Faunabrücken, Grünbrücken, Aufweitung von Durchlässen oder der Verlängerung von Brücken erforderlich, um das Tötungsrisiko ausreichend zu senken. Die Flugaktivität an den ungeschützten Straßenabschnitten, die an die untersuchten Überflughilfen angrenzten, lag annähernd genauso hoch wie an den Überflughilfen selbst, weshalb bei der Planung auf Positionierung und Gestaltung der Enden ein besonderes Augenmerk gelegt werden sollte. Anzustreben sind eine ausreichende Länge über die ermittelte Austauschbeziehung hinaus, eine Anbindung an andere Querungshilfen oder dichte Vegetation und die spiegelbildliche Positionierung der Zaunenden an beiden Straßenseiten. Im Hinblick auf die optimale Gestaltung einer Überflughilfe wird noch weiterer Forschungsbedarf gesehen. Ebenso zur Frage der Wirksamkeit für akustisch schwer zu erfassende Arten oder in sensiblen Phasen.

# Abstract

## Evaluating the effectiveness of road-crossing structures for bats

The primary objective of this study was to clarify whether and to what extent the road crossing mitigation measures for bats, installed on roads in Germany, fulfill their function. Focus was placed on road-crossing aids for bats in terms of tall structures along the roadside, more specifically fences placed on both sides of the road. Based on a search for suitable study locations nine crossing aids of a similar construction type, located in different natural regions in Germany, were selected for study and sampled. Bat behaviour was recorded both visually and acoustically at the crossing aids. At each site, recording systems were positioned at three observation points on one side of the road. Call sequences within the audio recordings were automatically matched to the temporally corresponding video sequences, in order to reconstruct bat flight paths and analyse them using an app. At one of the nine study sites, the behaviour of bats in the vicinity of a crossing aid site was additionally investigated, using net trapping and automated telemetry. Bats were fitted with radio tags and their movements were recorded at stationary loggers.

The bats observed mainly used the airspace at the crossing aids investigated to cross the roads. There were no indications of the crossing aid presenting a relevant barrier effect. A possible guiding effect is considered subordinate to the crossing function of the crossing aid. The effectiveness of the crossing aids was defined here as the reduction in the proportion of all road crossings that occur at an unsafe height. On average, across all sites and species, the effectiveness as defined above was 50 %. Whether a bat crossed the road at an unsafe height was significantly influenced by the location of the crossing at the crossing aid, the direction of flight (towards the road or away from the road) and the starting height of the crossing. These correlations were confirmed for soprano pipistrelle and common pipistrelle bats, although species-specific differences were also apparent. For soprano pipistrelle bats, the statistical models determined an overall lower crossing safety than for common pipistrelle bats. Species of the genus *Myotis* (not differentiated to species level) and the western barbastelle bat were recorded less frequently but showed similar behavioural tendencies to the other species. Of the site-specific parameters investigated, traffic volume correlated significantly and positively with crossing safety and road width tended to correlate negatively with crossing safety but was not statistically significant.

The results of the study show that the type of crossing aids investigated can help to reduce the risk of collision for bats and can therefore be regarded as a sensible mitigation measure. Depending on each specific situation a combination with other measures, such as underpasses, fauna bridges, green bridges, the widening of culverts or the lengthening of bridges, is usually necessary to sufficiently reduce the risk of bat mortality. The flight activity on the unprotected road sections, adjacent to the crossing aids investigated, was almost as high as at the crossing aids themselves, meaning that special attention should be paid to the positioning and design of the ends of these structures during planning. Crossing aids should be of a sufficient length, extending beyond the determined or predicted area in which bats cross the road. Furthermore, they should be connected to other crossing aids or dense vegetation and the ends of these structures should be parallel (i. e. positioned on either side of the road directly opposite each other). Further research is still required regarding the optimal design of a crossing aid. The same applies to the question of their effectiveness for species that are difficult to detect acoustically or during sensitive phases in the year for bats.

# Summary

## Evaluating the effectiveness of road-crossing structures for bats

### 1 Objective

This research and development project assesses the functional effectiveness of existing road-crossing aids for bats (in the context of this research project, narrow, tall structures along the roadside). The aim is to abide to nature and species protection laws in accordance with the Federal Nature Conservation Act and implement financial resources for sensible measures. The primary objective of this project was to investigate the extent to which the road-crossing aids, installed on roads in Germany, fulfill their function. The context of the investigated structures, e. g. their construction and the site-specific conditions at each bat crossing structure, was also taken into account. This research project focusses on the question of how bats behave at road-crossing aids:

- At what height do bats cross the road-crossing aids?
- Do bats fly around the road-crossing aids instead of crossing them?
- Is it possible to observe temporal or spatial patterns in species-specific or species-group-specific behaviour?

This evaluation was restricted to the most common type of bat road-crossing aid, those consisting of fences, and took place at nine locations within Germany. The study sites were located in five different federal states and included motorways, federal roads and country roads.

### 2 Methods

To address the current knowledge regarding the research questions, a literature review was first conducted. 145 existing road crossing structures were identified in 11 federal states in Germany. The research results were compiled into a database of existing road-crossing structures within Germany, from which the study sites were selected.

In 2022, nine of these study sites were surveyed for 10 to 17 nights. Bat behaviour was documented at each study site using a combination of visual and acoustic recordings, allowing a detailed assessment of bat behaviour. Additionally, an automated telemetry study was carried out for ten days at one of the sites - parallel to the optical-acoustic surveys. This additionally study aimed to reconstruct the flight paths used by bats when crossing the road, particularly in the area of the crossing aid. For the telemetry study, net trapping was carried out on four occasions near the selected crossing aid. The 20 receiver stations positioned on both sides of the road (ecoPi:Bleep model, developed by OekoFor GbR in collaboration with tRackIT OS (HÖCHST *ET AL.*, 2021)), recorded flight paths of the eight radio tagged bats along the road, within a 2 km radius of the crossing aid. For the optical-acoustic surveys three recording systems, each consisting of three infrared cameras (with three different viewing directions) and two stationary ultrasonic detectors, were installed at three observation points at the crossing aid on one side of the road. The observation points were located along and, where possible, at the ends of the crossing aid.

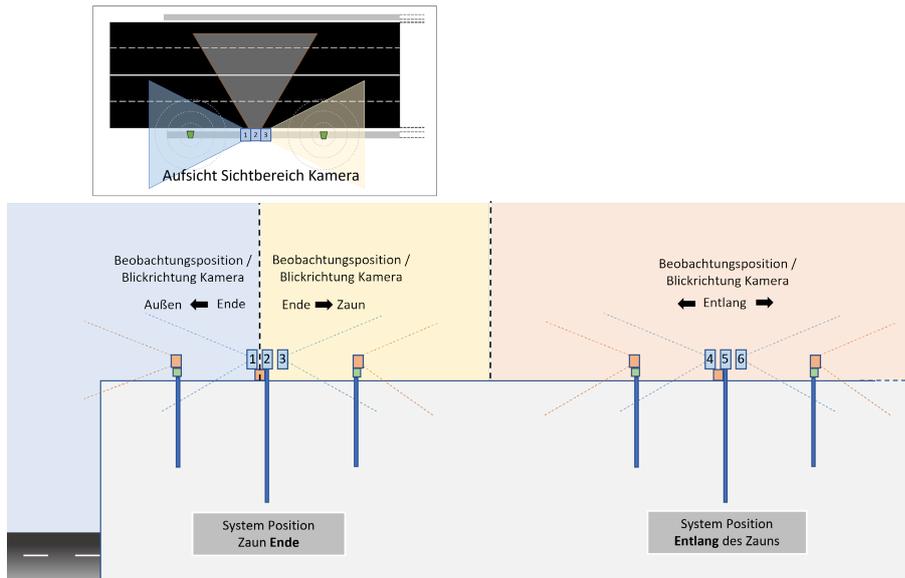


Figure 2-1: Schematic diagram of the observation positions along the crossing aid. The positions of the camera are: entlang= along the crossing aid, ende-außen = at the end of the crossing aid looking outwards, ende-zaun= at the end of the crossing aid, looking towards the middle of the crossing aid. The infra-red cameras are shown in blue, the infra-red lamps in orange and the audio recording devices are show in green.



Figure 2-2: Examples of the observed behavioural categories recorded by the infrared cameras (composite images). Top left: a safe crossing over the crossing aid, top right: an unsafe flight over the crossing aid, bottom left: a flight around the end of the crossing aid, bottom right: a flight parallel to the crossing aid.

In order to extract potential bat crossings from the generated optical-acoustic data sets, the acoustic data was synchronised with the video data and pre-filtered using detection software. The audio data containing bat calls were subsequently automatically matched to the corresponding video sequences. To check whether a bat crossing took place, the individual images from video snippets were compiled into composite images. The reconstructed flight path of the bat shown in these images was manually checked using an app and its behaviour at the crossing aid was analysed. The flight paths were divided into different behavioral categories (flights around the

crossing aid, flights parallel to the crossing aid and safe or unsafe crossings). Species information (or species call-type group information) was assigned to each flight path, based on the analysis of the corresponding acoustic data.

For statistical modelling, several generalized linear mixed models (GLMM with logistic link function) were calculated. The aim of the statistical analysis was to model possible factors (= fixed effects/predictors) which influence the crossing safety (safe/not safe) of bats at crossing aids (= dependent variable). The average daily traffic volume (DTV), the number of lanes and both the length and age of the crossing aid were used as predictors (continuously scaled) in the species-independent models (models 1–3). Similar models were used to assess species-specific questions.

### 3 Results

The telemetry study provided indications of bat crossings in the vicinity of the crossing aid and demonstrated the suitability of this method. With the optical-acoustic recordings at the sampled crossing aids, a total of 1,067 crossing events (969 flights over the crossing aid and 98 circumnavigations) and 447 parallel flights were observed and assigned to a specific bat species or species-call-type group.

The study shows that the observed bats predominantly (in 70 % of all observations) use the airspace at the crossing aids investigated to cross the roads. There were no indications of the crossing aid presenting a relevant barrier effect. A possible guiding effect is considered subordinate to the crossing function of the crossing aid. The effectiveness of the crossing aids is defined in this study as the reduction in the proportion of all road crossings that occur at an unsafe height. On average, across all sites and species, the effectiveness (as defined above) was 50 %. The proportion of unsafe flights was about half as high in the area of the crossing aid compared to outside of this area (Figure 3-1, model 1). The flight height of bats approaching the crossing aid on the road side (approach flight) was significantly lower than that of bats flying from the crossing aid into the road area (departure flight) (Figure 3-1, model 2). The proportion of animals, whose flight height decreased during a road crossing was relatively low at 6 %. Animals that were already flying at a sufficient height ( $> 4$  m) prior to reaching the crossing aid showed significantly higher crossing safety (91 % safe crossings) than animals which approached the crossing aid at a lower height ( $< 4$  m) (62 % safe crossings) (Figure 3-1, model 3). Some of the animals approaching the crossing aid at a low height ( $< 4$  m) maintained a safe flight height when crossing the road. An estimated effectiveness of the crossing aid, calculated from the proportion of animals whose flight path was diverted upwards, was around 50 % (i. e. a 50 % reduction in the number of animals crossing the road at an unsafe height), as already shown in model 1 (data from the end of the crossing aid). The aforementioned correlations could be reliably demonstrated for soprano pipistrelle bats and common pipistrelle bats, although species-specific differences were apparent. The models showed a lower crossing safety for soprano pipistrelle bats than for common pipistrelle bats. Species of the genus *Myotis* (not differentiated to species level) and the western barbastelle bat were recorded less frequently but showed similar behavioural tendencies to the other species. Of the site-specific parameters investigated, traffic volume correlated significantly and positively with crossing safety, the age of the crossing aid was significantly negatively correlated to crossing safety and road width showed a tendency to negatively correlate with crossing safety but was not statistically significant.

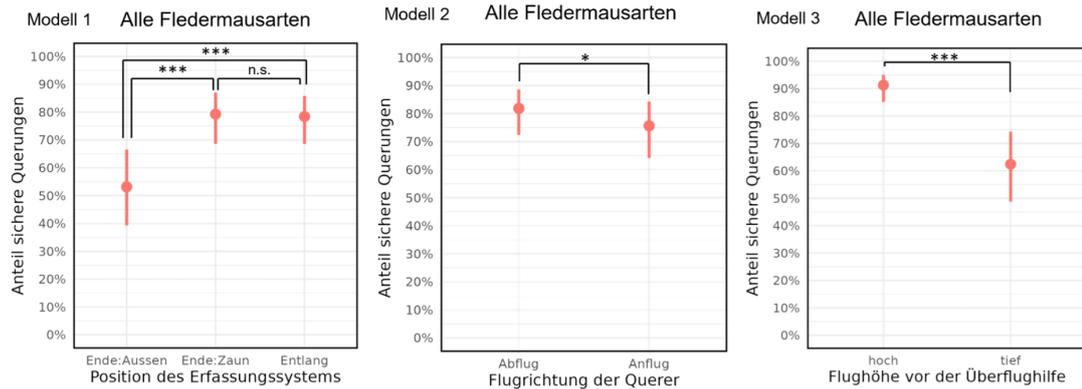


Figure 3-1: The probability of a safe crossing depending on: the crossing position (Model 1, ende:aussen = end of crossing aid outside, ende:zaun = end of crossing aid towards the middle, entlang = position along the crossing aid); the direction of crossing (Model 2, abflug=departure, anflug=arrival) and the flight height when approaching the crossing aid (Model 3, hoch= sufficient height, tief= low). Model results displayed here show the average probability of a safe crossing, with 95% confidence intervals. Models 1, 2 and 3 included all bat species.

## 4 Implications for planning procedures

Some planning-relevant findings and recommendations can be derived from the results of this study, which can influence the effectiveness of crossing aids (fences along the road) and should be considered when planning mitigation measures. The effectiveness of crossing aids was defined here as the reduction in the proportion of all road crossings at an unsafe height, with collision risk (< 4 m). The measured effectiveness of on average 50 % shows that crossing aids along roads can help to significantly reduce the risk of collision for bats. The effectiveness of crossing aids could only be demonstrated for the two species soprano pipistrelle and common pipistrelle bat in this study. A slightly higher risk of collision was identified for the soprano pipistrelle in this study than for the common pipistrelle bat. The crossing behaviour of the less frequently observed western barbastelle bat and bats from the genus *Myotis*, which were not further separated to species level, showed similar trends (not statistically testable due to the small sample size) in terms of proportions and distributions of safe crossings to the more frequently observed species.

The results of this study show that the type of crossing aids investigated can help to reduce the risk of collision for bats and can therefore be regarded as a sensible mitigation measure. Depending on each specific situation a combination with other mitigation measures, such as underpasses, fauna bridges, green bridges, the widening of culverts or the lengthening of bridges, is usually necessary to sufficiently reduce the risk of bat mortality. The results underline the importance of the correct positioning of crossing aids and planning a sufficient number of crossing aids when planning mitigation measures. This is particularly important when large-scale functional areas are fragmented (e. g. road construction projects in forests), where the areas in which bats cross the road are often rather diffusely distributed. At the sites investigated in this study flight activity at the unprotected road sections, adjacent to the crossing aids, was almost as high as at the crossing aids themselves. As such, special attention should be paid to the positioning of these structures and the design of their ends during planning. Depending on the structures available, crossing aids should be of sufficient length, extending beyond the area in which bats are known or predicted to cross

the road. A change in the flight height of a bat as a reaction to the fence (crossing aid) can only be expected at a short distance from the fence. Therefore, the ends of the fences should always be parallel (i. e. positioned on either side of the road directly opposite each other), where possible with a connection to other structures.

### ***Need for further research***

For an integrated approach to avoid bat collisions in areas where bats are known to cross the road, further research is required. An open question here is the extent to which bat interactions are limited to certain road sections and the resulting necessary length of crossing aids.

Related to this is the question; to what extent and over what distance can fences fulfill a guidance function (this function was not the focus of the present study). This knowledge would improve evaluations during planning, concerning which bat interactions across roads can be covered and maintained with the help of crossing aids. Furthermore, this knowledge would also help identify bat interactions across roads for which either further structures are required, or the fences themselves must be sufficiently effective as crossing aids.

In this study, species-specific differences were observed for the soprano pipistrelle and common pipistrelle bat species. Species that call quietly and are difficult to differentiate acoustically (e. g. long-eared bats, Bechstein's bat) are, due to methodical limitations, either underrepresented or were not recorded. However, these species are among the species at very high risk of collision (BMDV, 2023) and - unlike horseshoe bats, pond bats or Geoffroy's bat, for example - may also be affected at several sites. Further research should therefore focus primarily on the three species grey long-eared bat, brown long-eared bat and Bechstein's bat. Valid scientific findings on the effectiveness of mitigation measures are particularly important for Bechstein's bat, as a species listed in Annex II of the Habitats Directive (Directive 92/43/EEC), and of special importance regarding the assessment of the impact on Natura 2000 sites.

One explanation for the site-specific differences observed in this study could be due to a seasonal effect (the sites were surveyed at different times of the year). It is conceivable, for example, that the proportion of road crossings at unsafe heights increases after the young from nearby maternity roosts have fledged, because more inexperienced individuals are then in flight. This aspect should be examined in a further study and if necessary be considered during planning.

Most of the questions formulated above could be investigated at a few sites with known occurrence of the three target species mentioned (Bechstein's bat, brown and grey long-eared bat), using a combination of the recording systems used in this study (optical-acoustic continuous recording and automated telemetry). The study was able to show that the method of automated telemetry could be a promising approach to investigate the behaviour of these species at crossing aids in more detail in future studies. Seasonal effects could be investigated with a longer period of continuous recording per study site. Data sets from experimental studies or before-and-after studies are very informative, but in practice are generally not available for many sites within a short period of time.

## Literature

- BMDV (2023) *Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr: Bestandserfassung - Wirkungsprognose - Vermeidung/Kompensation*. Edited by Bundesministerium für Digitales und Verkehr.
- HÖCHST, J. *ET AL.* (2021) 'tRackIT OS: Open-source Software for Reliable VHF Wildlife Tracking.' Bonn: Gesellschaft für Informatik, pp. 425–442. Available at: <https://github.com/nature40/tRackIT-OS>.

## Table of figures

- Figure 2-1: Schematic diagram of the observation positions along the crossing aid.
- Figure 2-2: Examples of the observed behavioural categories recorded by the infrared cameras (composite images).
- Figure 3-1: The probability of a safe crossing depending on: the crossing position (Model 1, ende:aussen = end of crossing aid outside, ende:zaun = end of crossing aid towards the middle, entlang = position along the crossing aid); the direction of crossing (Model 2, abflug=departure, anflug=arrival) and the flight height when approaching the crossing aid (Model 3, hoch= sufficient height, tief= low). Model results displayed here show the average probability of a safe crossing, with 95% confidence intervals. Models 1, 2 and 3 included all bat species.

---

# Inhalt

---

Abkürzungen	14
Glossar	16
<b>1 Zielsetzung und Untersuchungsdesign</b>	<b>18</b>
1.1 Zielsetzung	18
1.2 Untersuchungskonzept	19
1.3 Erfassungsdesign	19
<b>2 Literaturrecherche</b>	<b>24</b>
2.1 Methode	24
2.2 Ergebnisse	24
2.3 Fazit	30
<b>3 Recherche bestehender Überflughilfen</b>	<b>31</b>
3.1 Methode	31
3.2 Ergebnisse	34
3.3 Fazit	39
<b>4 Untersuchungsstandorte</b>	<b>40</b>
4.1 Standortauswahl	40
4.2 Standortbeschreibung	43
4.2.1 Standort A (Teststandort 2021)	43
4.2.2 Standort B	47
4.2.3 Standort C	50
4.2.4 Standort D	53
4.2.5 Standort E	56

4.2.6	Standort F	60
4.2.7	Standort G	63
4.2.8	Standort H	66
4.2.9	Standort I	69
<b>5</b>	<b>Telemetrieuntersuchung</b>	<b>72</b>
5.1	Methode	72
5.1.1	Fledermausfang & Besenderung	72
5.1.2	Telemetriegeräte & Einstellungen	76
5.1.3	Standorte & Erfassung	78
5.1.4	Quartiersuche	80
5.1.5	Auswertung	80
5.2	Ergebnisse	82
5.2.1	Fledermausfang & Besenderung	82
5.2.2	Telemetriegeräte & Quartiersuche	83
5.2.3	Erfassungsergebnisse der einzelnen Sendertiere	85
5.3	Diskussion	96
5.3.1	Methode	96
5.3.2	Querungsverhalten	96
<b>6</b>	<b>Optisch-akustische Erfassungen</b>	<b>99</b>
6.1	Methode	99
6.1.1	Erfassungsgeräte & Einstellungen	99
6.1.2	Installation	103
6.1.3	Deskriptive Auswertung	107
6.1.4	Statistische Modellierung	116
6.2	Ergebnisse	119
6.2.1	Datengrundlage	119
6.2.2	Überblick	122
6.2.3	Verhalten pro Standort	129
6.2.4	Verhalten pro Art	150
6.2.5	Statistische Modellierung	165
6.3	Diskussion	171
6.3.1	Methode	171
6.3.2	Verhalten an der Überflughilfe	172

7	Zusammenfassende Erkenntnis und Interpretation	177
7.1	Beobachtetes Flugverhalten insgesamt	184
7.2	Flughöhe im Verlauf der Straßenquerung	185
7.3	Unterschied im Flugverhalten an den Enden der Überflughilfe im Vergleich zu übrigen Beobachtungspositionen	188
7.4	Beobachtete Arten	190
7.5	Artspezifisches Verhalten der Mücken- und Zwergfledermaus	191
7.6	Standortspezifische Faktoren und verhaltensökologische Aspekte	192
7.7	Empfehlungen für die Maßnahmenplanung	194
8	Weiterer Forschungsbedarf	200
9	Danksagung	203
	Literatur	204
	Tabellen	208
	Bilder	209
	Anlagen	215
	Anlage 1: Datenbank der recherchierten in Deutschland realisierten Überflughilfen	216
	Anlage 2: Netzfangprotokolle	224
	Anlage 3: Datentabellen	229
	Anlage 4: Statistische Modelle	241
	Anlage 5: Beispiele für Kompositbilder	252

## Abkürzungen

AGM	Absorbent Glass Mat
Ah	Amperestunde
ASK	Artenschutzkartierung
B.bar	Mopsfledermaus ( <i>Barbastella barbastellus</i> )
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d. h.	das heißt
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
ESRI	Environmental System Research Institute
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.
etc.	et cetera
g	Gramm
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
GLMM	Generalisiertes lineares gemischtes Modell (generalized linear mixed models)
GPS	Globales Positionsbestimmungssystem
GSM	Global System for Mobile Communications
h	Stunde
Kap.	Kapitel
Kfz	Kraftfahrzeuge
kHz	Kilohertz
KI	Konfidenzintervall der statistischen Modelle
km	Kilometer
Lkw	Lastkraftwagen
m	Meter

MAQ	Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen
max.	maximal
MHz	Megahertz
mind.	mindestens
mm	Millimeter
ms	Millisekunde
o. ä.	oder ähnliches
Pkw	Personenkraftwagen
P.pip	Zwergfledermaus ( <i>Pipistrellus pipistrellus</i> )
P.pyg	Mückenfledermaus ( <i>Pipistrellus pygmaeus</i> )
R	Programmiersprache R
RPi	Raspberry Pi
s	Sekunde
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnlich
URL	Uniform Resource Locator
usw.	und so weiter
V	Volt
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
VHF	Very High Frequency
W	Watt
Wp	Watt Peak
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

## Glossar

Abflug	Die Fledermaus fliegt weg von der Überflughilfe mit installiertem Kamerasystem und fliegt auf die andere Straßenseite.
Abflug, tief startend	Die Fledermaus fliegt unterhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu und fliegt auf die andere Straßenseite.
Abflug, hoch startend	Die Fledermaus fliegt oberhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu und fliegt auf die andere Straßenseite.
Anflug	Die Fledermaus fliegt straßenseitig die Überflughilfe an. Sie fliegt also von der anderen Straßenseite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu.
Bogenflug	Die Fledermaus fliegt unterhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu (tief startender Abflug) und sinkt für eine Querung nach dem Passieren der Überflughilfe wieder in den risikoreichen Straßenraum ab.
Fledermausereignis	Der potenziell akustische Nachweis einer Fledermaus durch die verwendete Detektionssoftware „batdetect“, mit einer maximalen Länge der Rufsequenzen von fünf Sekunden. Diese Ereignisse wurden im nächsten Schritt mit den Videodaten verschnitten und weiter ausgewertet.
Hop-Over	Bäume rechts und links einer Fahrbahn, die nahezu einen Kronenschluss aufweisen.
nicht sichere Querung	Als eine nicht sichere Querung wird ein Überfliegen der Überflughilfe mit Straßenquerung unterhalb der Höhe der Überflughilfe sowie ein Umfliegen der Überflughilfe bezeichnet. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, ob tatsächlich beim Queren eine Gefährdungssituation aufgrund von Verkehr bestand. Es muss zudem beachtet werden, dass methodisch bedingt nur der optisch erfasste Bereich beurteilt werden kann.
Nyctaloid	Im Rahmen bioakustischer Fledermauserhebungen sind i. d. R. Teile der erbrachten Nachweise nicht eindeutig einzelnen Fledermausarten, sondern nur übergeordneten so genannten Ruftypengruppen zuzuordnen. Die Ruftypengruppe Nyctaloid umfasst die Arten der Gattungen Nyctalus, Eptesicus und Vespertilio.
Parallelflug	Keine (beobachtete) Straßenquerung. Die Fledermaus ist entlang der Überflughilfe geflogen.
Querungssicherheit bzw. Wirksamkeit	Berücksichtigt lediglich die Flughöhe im Straßenraum (siehe „nicht sichere Querung“ und „sichere Querung“). Nicht berücksichtigt wird, ob tatsächlich eine Gefährdungssituation während der Straßenquerung durch vorherrschenden Verkehr bestand.

sichere Querung	Als eine sichere Querung wird ein Überfliegen der Überflughilfe mit Straßenquerung oberhalb der Höhe oder auf gleicher Höhe der Überflughilfe bezeichnet. Dabei muss beachtet werden, dass methodisch bedingt nur der optisch erfasste Bereich beurteilt werden kann.
Umfliegen	Straßenquerung der Fledermaus. Die Überflughilfe wurde aber an den Enden umflogen und nicht überflogen.
Überfliegen	Straßenquerung der Fledermaus, wobei sie über die Überflughilfe geflogen ist.
Überflughilfe	Es ist eine schmale, hohe Konstruktion längs des Straßenrandes gemeint, die dazu bestimmt ist, die Gefahr der Kollision von Fledermäusen mit dem Straßenverkehr deutlich zu senken. Bei allen beprobten Überflughilfen der vorliegenden Studie handelte es sich um Maschendrahtzäune.

# 1 Zielsetzung und Untersuchungsdesign

## 1.1 Zielsetzung

Der Bau und die Nutzung von Straßen sind mit Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft verbunden. Durch den Neu- und Ausbau von Straßen kann eine Kollisionsgefahr für Fledermäuse entstehen, die gemäß § 44 BNatSchG besonders und streng geschützt sind. Breite Straßenschneisen und/oder eine hohe Verkehrsdichte führen zudem zu Lebensraumzerschneidungen. Häufig werden dadurch Leitstrukturen, an denen sich die Fledermäuse auf ihren traditionellen Flugrouten zwischen Quartier und Jagdhabitat orientieren, unterbrochen. Für viele Fledermausarten stellen Straßen daher sowohl eine Barriere als auch eine Mortalitätsgefahr innerhalb oder zwischen ihren Habitaten dar.

Aufgrund des besonderen Artenschutzes müssen Maßnahmen zur Vermeidung eines signifikant erhöhten Tötungsrisikos aufgrund des Baus und späteren Betriebs einer Straße umgesetzt werden. Daher steht auch regelmäßig bei Planungen die Frage im Raum, wie zukünftig verhindert werden kann, dass an einer Straße querende Tiere mit dem Verkehr kollidieren, wenn eine Fledermausaustauschbeziehung oder -flugbahn von einer Trasse zerschnitten werden muss. Die planerische Unsicherheit ist dabei jedoch sehr hoch, da die funktionale Wirksamkeit vorhandener Überflughilfen generell nicht hinlänglich wissenschaftlich geklärt ist. So besteht noch ein dringender Forschungsbedarf, um dem Natur- und Artenschutzgedanken gemäß dem Bundesnaturschutzgesetz gerecht werden zu können und die finanziellen Mittel für sinnvolle Maßnahmen einsetzen zu können.

An dieser Stelle setzt das vorliegende Forschungsvorhaben an, das die Frage klären soll, ob und inwieweit die in Deutschland installierten Überflughilfen an Straßen ihre Funktion erfüllen. Dabei soll auch der Kontext des jeweiligen Standorts, z. B. die Bauweise und andere Randbedingungen, berücksichtigt werden.

Folgende Fragestellungen stehen im Fokus des vorliegenden Forschungsvorhabens:

Wie verhalten sich Fledermäuse an Überflughilfen?

- In welcher Höhe queren die Tiere die Überflughilfen?
- Werden die Überflughilfen statt überquert, von den Fledermäusen umflogen?
- Lässt sich zeitlich und räumlich art-/artgruppenspezifisches Verhalten beobachten?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde das Verhalten der Fledermäuse an realen Standorten von Überflughilfen erfasst. Dabei wurde die Untersuchung auf die gängigsten Ausführungsformen von Überflughilfen (Zäune) beschränkt, um für diese eine möglichst gut verallgemeinerbare Aussage treffen zu können.

## 1.2 Untersuchungskonzept

In einem ersten Schritt wurden in einer umfangreichen Recherchearbeit zunächst die bestehenden Kenntnisse zur Wirksamkeit von Überflughilfen aus der nationalen und internationalen Literatur abgefragt und zusammengestellt (vgl. Kap. 2).

Im zweiten Schritt erfolgte eine gezielte Recherche installierter Überflughilfen in Deutschland (vgl. Kap. 3), die in einer Datenbank zusammengetragen wurden (vgl. Anlage 1, Kap. 13) und aus denen die Auswahl der Untersuchungsstandorte erfolgte.

Nach der Auswahl der Untersuchungsstandorte (vgl. Kap. 4) wurde die Beprobung der ausgewählten Überflughilfen durchgeführt. Dabei fanden an allen beprobten Überflughilfen optisch-akustische Erfassungen statt, um das Fledermausverhalten an der Überflughilfe möglichst genau dokumentieren und auswerten zu können (vgl. Kap. 6). Zusätzlich erfolgte an einem der Standorte – parallel zu den optisch-akustischen Erfassungen – eine (automatisierte) Telemetrieuntersuchung, die eine exemplarische Untersuchung des räumlichen Nutzungsverhaltens von Fledermäusen im Nahbereich der Überflughilfe ermöglichen sollte (vgl. Kap. 5). Abschließend wurden die gewonnenen Ergebnisse in Bezug auf mögliche planerische Konsequenzen eingeordnet (vgl. Kap. 7).

## 1.3 Erfassungsdesign

Grundsätzlich wurden drei verschiedene Verhaltensszenarien an der Überflughilfe, und in weiterer Folge bei der Straßenquerung, angenommen (Bild 1-1): (1) Die Fledermaus quert oberhalb der Höhe der Überflughilfe den Straßenraum, es besteht kein Kollisionsrisiko. (2) Die Fledermaus sinkt nach dem Passieren der Überflughilfe wieder ab und quert den Straßenraum unterhalb der Höhe der Überflughilfe, es besteht das Risiko einer Kollision mit dem Straßenverkehr. (3) Die Fledermaus umfliegt die Überflughilfe an deren Enden und quert den Straßenraum unterhalb der Höhe der Überflughilfe (nach hier getroffener Definition<sup>1</sup>), dabei besteht wiederum das Risiko einer Kollision mit dem Straßenverkehr.

Um dieses Verhalten quantifizieren zu können, wurden Abschnitte der Überflughilfe jeweils an drei Punkten beobachtet. Die drei Beobachtungspunkte waren dabei an einer Straßenseite angeordnet und konnten jeweils in zwei möglichen Beobachtungssituationen liegen (Bild 1-1): Entweder im Bereich entlang der Überflughilfe (A) oder am Ende der Überflughilfe (B), um hier eventuelle Umflüge beobachten zu können. Es wurde angestrebt, mindestens einen Beobachtungspunkt am Ende der Überflughilfe zu positionieren. Durch die jeweilige standortspezifische Konstruktion der Überflughilfe war dies jedoch nicht immer möglich.

---

<sup>1</sup> Aus methodischen Gründen konnten Umflüge nur dann als solche eindeutig identifiziert werden, wenn diese unterhalb der Höhe der Überflughilfe stattfanden, da eine Tiefeneinschätzung optisch nicht möglich ist.

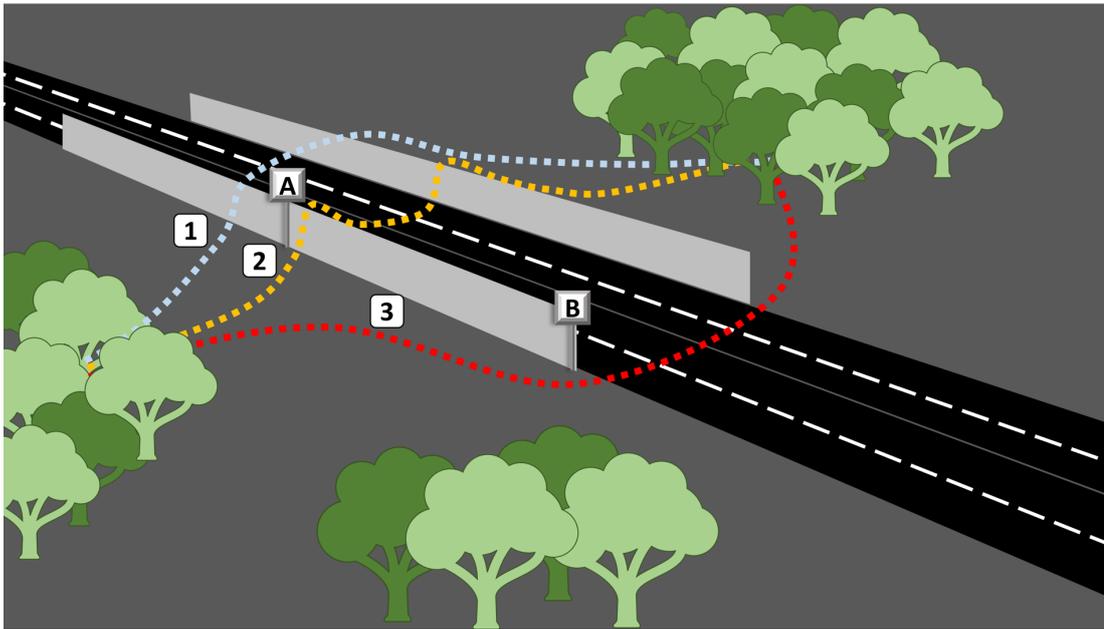


Bild 1-1: Schematische Darstellung der möglichen Verhaltensszenarien (1–3) an der Überflughilfe sowie der beiden möglichen Beobachtungssituationen (A & B).

Theoretische Flugbahnen: 1 = Querung der Straße oberhalb der Höhe der Überflughilfe, 2 = Absinken während der Straßenquerung unterhalb der Höhe der Überflughilfe, 3 = Umfliegen der Überflughilfe.

Beobachtungssituationen: A = entlang der Überflughilfe, B = am Ende der Überflughilfe.

An jedem Beobachtungspunkt wurde ein System aus zwei akustischen Aufnahmegegeräten in Kombination mit drei Infrarotkameras so installiert, dass ein Sichtbereich von etwa 240° in der Horizontalen mit zwei blinden Sektoren à 27° abgedeckt werden konnte (Bild 1-2). Auf diese Weise wurde der Bereich in beide Richtungen entlang der Überflughilfe sowie in Richtung Straßenraum im Radius von etwa 10 m optisch erfasst. Dabei war es nicht an allen Standorten möglich, den gesamten Straßenraum optisch zu erfassen. Wertungen in Bezug auf die Querungssicherheit einer Flugbahn beziehen sich daher immer nur auf den sichtbaren Bereich. Um dennoch Aussagen über den wahrscheinlichen Verlauf der gesamten Flugbahn während der Straßenquerung – und damit die Querungssicherheit – treffen zu können, wurde das Flugverhalten von abfliegenden Fledermäusen<sup>1</sup> gesondert vom Flugverhalten anfliegender Fledermäuse<sup>2</sup> ausgewertet. Hierbei wurde die Annahme getroffen, dass Fledermäuse, die oberhalb der Höhe der Überflughilfe anfliegen, diese Flughöhe während der gesamten Straßenquerung beibehalten haben.

Um Fledermausquerungen zu quantifizieren, wurden über die gesamte Nacht kontinuierlich und zeitlich synchronisiert Audio und Video aufgezeichnet. Mithilfe der akustischen Nachweise wurden dann die einzelnen Fledermausaktivitäten identifiziert und anhand der Videoaufnahmen manuell bewertet. Zudem ermöglichten die akustischen Daten eine Art-/Artgruppenzuweisung der optisch erfassten Fledermausflugbahnen.

<sup>1</sup> „Abflug“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt von der Überflughilfe mit Erfassungssystem kommend in den Straßenraum ein.

<sup>2</sup> „Anflug“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt vom Straßenraum kommend auf die Überflughilfe mit Erfassungssystem zu.

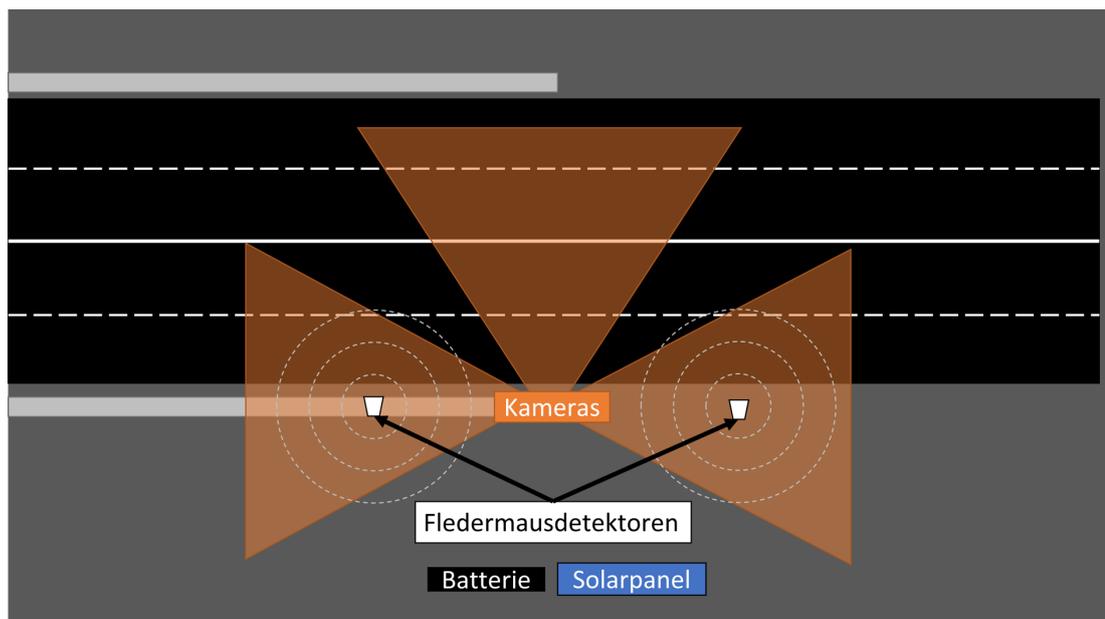


Bild 1-2: Schematisch dargestellter Erfassungsraum einer Einheit aus drei Kameras und zwei Fledermausdetektoren an einem Beobachtungspunkt (hier am Ende einer Überflughilfe).

Die konkreten Fragestellungen des vorliegenden Forschungsvorhabens (vgl. Kap. 1.1) erfordern eine große Datenbasis, um wissenschaftlich valide Aussagen treffen zu können. Das Ziel der Erfassungen war folglich, eine möglichst große Anzahl an Fledermausbeobachtungen an unterschiedlichen Standorten mit bestehenden Überflughilfen zu dokumentieren. Eine große Stichprobe zu generieren – unter Berücksichtigung des vorgegebenen Kostenrahmens – stellten damit die Anforderungen an das (technische) Erfassungsdesign dar.

Diese Anforderungen konnten mit den hier eingesetzten Erfassungsgeräten erfüllt werden. So wurden preiswerte technische Einzelkomponenten für den Bau der Erfassungsgeräte verwendet sowie eine autarke Stromversorgung (geringerer personeller Aufwand) umgesetzt. Außerdem wurde die Datenerfassung weitgehend automatisiert. Auch bei der Datenauswertung wurden, sofern möglich, Auswertungsschritte automatisiert durchgeführt (vgl. Kap. 6.1.1 und 6.1.3). Nach einer ersten Evaluation der entwickelten Erfassungssysteme wurden insgesamt zwei Sets an optisch-akustischen Erfassungssystemen gebaut, wodurch zwei Standorte zeitlich parallel beprobt und die Anzahl an Untersuchungsstandorten erhöht werden konnte.

Neben den optisch-akustischen Erfassungen zur Dokumentation des Flugverhaltens der Fledermäuse an der Überflughilfe, wurde der Untersuchungsumfang an einem Standort zusätzlich ausgeweitet und das Fledermausverhalten mittels Telemetrie im Umfeld der Überflughilfe entlang der Straße erfasst (vgl. Kap. 5). Auf diese Weise sollte die räumliche Nutzung anderer potenzieller Querungsorte exemplarisch aufgezeigt und Hinweise zum Verhalten von Fledermäusen hinsichtlich ihrer Flugrouten abgeleitet werden (z. B.: Querden die Fledermäuse immer an ähnlichen Stellen bzw. im Bereich der Überflughilfe? Werden im Lauf der Nacht unterschiedliche Querungsorte genutzt?).

Die klassischerweise personell sehr aufwändigen Telemetrieerfassungen wurden bei der vorliegenden Untersuchung ebenfalls möglichst optimiert. Da sich die Fragestellung auf die Raumnutzung in einem bestimmten, abgrenzbaren Gebiet – rund um die zu untersuchende Überflughilfe – bezieht, konnte mit fest installierten Empfangseinheiten gearbeitet werden, die den Vorbeiflug besenderter Fledermäuse automatisch aufzeichnen. tRackIT OS (HÖCHST ET AL., 2021) bietet dazu eine open-source-Softwarelösung an, die in Kombination mit selbst gebauten, autarken Erfassungsgeräten (Loggern), eingesetzt wurde.

Die Auswahl der Untersuchungsstandorte erfolgte nach einer umfangreichen Recherchearbeit (vgl. Kap. 3) und einem anschließenden Auswahlprozess inklusive Vorortbegehungen sowie Transektbegehungen zur Erfassung der lokalen Fledermausaktivität (vgl. Kap. 4.1).

In Tab. 1-1 werden die Erfassungsmethoden im Überblick aufgeführt sowie der jeweils zu erwartende Erkenntnisgewinn der eingesetzten Methode.

Methoden <i>in-situ</i> -Erfassung	Erkenntnisgewinn durch
Ortseinsicht und Transektbegehung mit mobilem Ultraschalldetektor und mobiler Wärmebildkamera	Beurteilung der grundsätzlichen Fledermausaktivität und Einzelbeobachtungen (optisch, akustisch) durch Experten
Aufnahme an drei Beobachtungspunkten (entlang und/oder am Ende der Überflughilfe) mit je drei Infrarotkameras (drei verschiedene Blickrichtungen) und zwei stationären Ultraschalldetektoren an bis zu zehn verschiedenen Untersuchungsstandorten	Artbezogene Erfassung der Flugbahnen und Nutzungshäufigkeit in verschiedenen Höhen sowie Verhältnis Überflug zu Ausweichen (um Hindernis herumfliegen)
Telemetrie von maximal zehn Individuen möglichst verschiedener Arten mit stationären automatisierten Empfangsgeräten exemplarisch an einem der ausgewählten Untersuchungsstandorte	Artbezogene Erfassung der Raumnutzung verschiedener Arten im Umfeld einer Überflughilfe beispielhaft an einem Untersuchungsstandort

Tab. 1-1: Überblick der Erfassungsmethoden

Die Literaturrecherche zum bisherigen Kenntnisstand der Wirksamkeit von Überflughilfen sowie die Recherche zu bestehenden Überflughilfen in Deutschland erfolgten im ersten Projektjahr 2021. Der Auswahlprozess für die Untersuchungsstandorte erfolgte (Vorauswahl & Vorortbesichtigungen) 2021/2022, wobei neun Untersuchungsstandorte gewählt wurden. Parallel dazu wurden die Erfassungsgeräte entwickelt bzw. gebaut und zusammen mit der Auswertungsmethode zunächst 2021 an einem Teststandort evaluiert. Aufbauend darauf wurden im folgenden Jahr 2022 die optisch-akustischen Erfassungen an den neun Untersuchungsstandorten durchgeführt sowie an einem der Standorte zeitgleich die Telemetrieuntersuchung.

Der Beginn der geplanten Vorversuche 2021 verzögerte sich bis in den Herbst, da erst nach dem Vergabetermin des vorliegenden Forschungsvorhabens im April 2021 mit den Vorbereitungen für die Erfassungen begonnen werden konnte. Dabei erwies sich die Standortrecherche (siehe Kap. 3) als aufwendig und langwierig. Außerdem verzögerte ein weltweiter – unvorhersehbarer – Chipmangel das Zusammenstellen der optisch-akustischen Erfassungseinheiten, da die technischen Komponenten nur

nach ungewöhnlich langen Lieferzeiten verfügbar waren. Darüber hinaus waren die Sommermonate 2021 zum Teil von längeren Schlechtwetterperioden geprägt, wodurch die Durchführung der Vorversuche erschwert wurde. Die Verkettung dieser Faktoren hatte zur Folge, dass die Installation der Erfassungssysteme am Teststandort erst Anfang Oktober 2021 erfolgen konnte. Trotz des späten Erfassungsbeginns wurden am Teststandort Fledermäuse aufgezeichnet und die generelle Funktionsweise der Erfassungsmethode ließ sich erfolgreich bestätigen.

Nach der Auswahl der endgültigen Untersuchungsstandorte A bis I (Kap. 4) im Frühjahr 2022 wurden die zuständigen Ämter kontaktiert und die jeweils nötigen Genehmigungen für die Installation der Erfassungseinheiten eingeholt. Die Erfassungszeit pro Standort betrug im Durchschnitt etwa 14 Nächte und erstreckte sich über die Monate Juni bis September 2022. Damit wird dem Methodenblatt FM 2 der Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen (ALBRECHT *ET AL.*, 2015) und den darin formulierten Empfehlungen zur Erfassung an potenziellen Austauschbeziehungen weitgehend entsprochen. Jedoch wird hier ein früherer Untersuchungsbeginn vorgeschlagen, welcher in der vorliegenden Untersuchung zwar angestrebt, aber aufgrund von v. a. mangelnder Verfügbarkeit von technischen Komponenten (u. a. Corona-bedingter Chip Mangel) nicht realisiert werden konnte. Trotzdem konnte der Zeitraum mit der erwartungsgemäß höchsten Fledermausaktivität (u. a. Wochenstubenzeit) gut abgedeckt werden.

Nach Abschluss der Datenerhebung wurde mit der Auswertung der Daten Ende 2022 begonnen. Aufgrund der enormen Datenmenge war es jedoch nicht möglich, alle Daten im zeitlichen Rahmen des Projekts zu sichten, weshalb für die Auswertung in erster Linie je Standort Erfassungstage ausgewählt wurden, die eine hohe Datenfülle aufwiesen. Im Anschluss an die visuelle Auswertung erfolgte die Auswertung der Audiodaten, wobei nur diejenigen Daten akustisch ausgewertet wurden, in denen zeitgleich Fledermausverhalten an der Überflughilfe visuell beobachtet werden konnte.

Eine vergleichbare Studie wurde unseres Wissens lediglich vom ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) durchgeführt, wobei der Untersuchungsumfang hier geringer war und drei Standorte mit jeweils unterschiedlichen Überflughilfen (Zaun, Wand und Drahtgitterzaun) beprobt wurden.

## 2 Literaturrecherche

### 2.1 Methode

Zur Klärung der Forschungsfragen wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Eine Reihe internationaler und nationaler Studien beschäftigen sich mit der Wirksamkeit von Überflughilfen. Unter einer Überflughilfe im Sinne des vorliegenden Forschungsvorhabens sind schmale, hohe Konstruktionen längs des Straßenrandes gemeint, die dazu bestimmt sind, die Gefahr der Kollision von Fledermäusen mit dem Straßenverkehr deutlich zu senken. Dabei sollen sie die querenden Tiere dazu bringen, in einer Höhe zu fliegen, die sicher genutzt werden kann. Solche Konstruktionen können Wände oder Zäune unterschiedlicher Bauweise sein und werden z. B. in der „Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr“ (BMDV, 2023) Leit- und Sperreinrichtungen genannt. Als Mindesthöhe für solche Konstruktionen nennt die Arbeitshilfe 4 m (BMDV, 2023). Im Sinne des vorliegenden Forschungsvorhabens wird keine straßenüberspannende Konstruktion verstanden, wie z. B. Grünbrücken oder Faunabrücken im Sinne der MAQ (FGSV, 2022), begrünte Wirtschaftswegüberführungen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012) oder sonstige Konstruktionen, wie beispielsweise Stahlseilkonstruktionen (ALTRINGHAM and BERTHINUSSEN, 2013).

Zunächst wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens sämtliche Kenntnisse zur Wirksamkeit von Überflughilfen aus der nationalen und internationalen Literatur abgefragt und zusammengestellt. Hierfür wurde mit der Literatursuchmaschine „Google Scholar“ sowie den online Forschungsbibliotheken „Science Direct“ und „Wiley Online Library“ nach internationaler und deutschsprachiger Literatur gesucht. Dabei wurden folgende Suchbegriffe verwendet: „bats and hop-overs“, „bats and roads“, „bat road crossing“, „bat gantry“, „bat collision mitigation“, „bat road mitigation“, „Überflughilfe“, „Kollisionsschutzzaun“, „Irritationsschutzwand“, „Querungshilfe“, „Querungsverhalten“. Aufgrund der bisher uneinheitlich genutzten Verwendung dieser Begriffe in Veröffentlichungen und planerischen Unterlagen, wurden die verschiedenen Suchbegriffe bei der Recherche berücksichtigt. Außerdem lieferten die Literaturverweise in recherchierten Studien weitere Hinweise auf bestehende Literatur zum gesuchten Themenkomplex.

### 2.2 Ergebnisse

Weibliche Fledermäuse bringen nur ein oder zwei Junge pro Jahr zur Welt und diese pflanzen sich frühestens im auf die Geburt folgenden Jahr fort. Daher ist der Verlust auch weniger erwachsener Tiere für Fledermauspopulationen wesentlich schwerer zu kompensieren als dies bei vielen anderen Säugetierarten der Fall ist (PAPADATOU *ET AL.*, 2011). Somit könnten schon geringe Verluste durch Kollision mit dem Straßenverkehr kleine Fledermauspopulationen und Bestände seltener Arten weiter gefährden.

Auch wenn davon auszugehen ist, dass grundsätzlich alle 25 in Deutschland vorkommenden Fledermausarten von Verkehrsverlusten betroffen sein können, so bestehen im Hinblick auf die Höhe des Kollisionsrisikos, abhängig vom spezifischen Raumnutzungsverhalten, deutliche artspezifische Unterschiede. Insbesondere das Flugverhalten bei der Jagd sowie auf Transferflügen (Flüge zwischen Habitaten) kann zwischen den Arten zum Teil sehr unterschiedlich sein. Strukturgebunden und in geringer Höhe

fliegende Arten (z. B. entlang von Waldsäumen, Hecken oder über Wasser) sind potenziell stärker durch den Straßenverkehr gefährdet als höher fliegende Arten. Zwischen diesen Verhaltenstypen gibt es nahezu fließende Übergänge. Der Neubau von Straßen erhöht die Kollisionsgefahr insbesondere für die strukturgebunden fliegenden Arten (KERTH & MELBER, 2009). Basierend auf dem bisherigen Kenntnisstand und der Einschätzung von Experten (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; LUGON ET AL., 2017; LÜTTMANN ET AL., 2017) hinsichtlich der Strukturgebundenheit beim Flug, der Flughöhe und des Raumnutzungsverhaltens von Fledermäusen sowie unter Berücksichtigung aller dokumentierten Fledermaustotfunde in Deutschland und Europa, kann die Mortalitätsgefährdung durch Kollision im Straßenverkehr für die verschiedenen Fledermausarten klassifiziert werden (BERNOTAT & DIERSCHKE, 2021).

Grundsätzlich können Querungshilfen wie Grünunterführungen/-brücken oder Faunaunterführungen/-brücken zum Schutz der Fledermäuse nach dem „Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen“, MAQ (FGSV, 2008, 2018, 2022) errichtet werden. Diese Maßnahmen sind jedoch teuer. Eine weitere Möglichkeit zum Schutz der Fledermäuse vor dem Straßenverkehr können Überflughilfen sein.

In den Arbeitshilfen und Leitfäden zur Berücksichtigung von Fledermäusen bei Straßenbauvorhaben (BRINKMANN ET AL., 2012; LUGON ET AL., 2017; FGSV, 2022; BMDV, 2023) wird die Begrifflichkeit Hop-Over für Bäume rechts und links einer Fahrbahn, die nahezu einen Kronenschluss aufweisen, verwendet. Begrifflich davon unterschieden werden Überflughilfen im Sinne des vorliegenden Forschungsvorhabens (schmale, hohe, künstliche Konstruktionen wie Zäune oder Wände längs des Straßenrandes). Hierbei unterscheiden die Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr (BMDV, 2023) und das Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ) (FGSV, 2022) weiterhin zwischen den Begriffen Sperr- und Leiteinrichtung sowie Irritationsschutzwände. Als Irritationsschutzwände werden Schutzwände an und auf Über- und Unterführungsbauwerken bezeichnet, die insbesondere auch zur Reduktion von Licht- und Lärmemissionen an Querungshilfen beitragen sollen. In der Arbeitshilfe für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen (BRINKMANN ET AL., 2012) wird neben dem Begriff Leit- und Sperrrichtung auch der Begriff Kollisionsschutzwand/-zaun für Überflughilfen im Sinne des vorliegenden Forschungsvorhabens verwendet.

Bei der Planung von Überflughilfen stellen sich Fragen hinsichtlich der erforderlichen Höhe oder Länge der Anlage sowie bezüglich der maximal möglichen Breite einer Straße, bei der von einer Wirkung ausgegangen werden kann. Es werden einige zu berücksichtigende Ausgestaltungskriterien für Überflughilfen in den Arbeitshilfen und Leitfäden aufgeführt (BRINKMANN ET AL., 2012; LUGON ET AL., 2017; FGSV, 2022; BMDV, 2023). So wird unter anderem als notwendige Höhe der Überflughilfen 4 m über Fahrbahnoberkante und als Position beidseitig der Straße und möglichst nah am Fahrbahnrand angegeben (BRINKMANN ET AL., 2012; FGSV, 2022; BMDV, 2023). Bezüglich der Länge gilt, dass sie mind. 25 m über den typischen Lebensraum hinaus geführt werden sollten (BRINKMANN ET AL., 2012; FGSV, 2022; BMDV, 2023). Als geeignete Maschenweite bei Zäunen wird 4 x 4 cm genannt (FGSV, 2022; BMDV, 2023). Die Zäune und Wände können aus verschiedenen Materialien gestaltet werden, u. a. Beton-/Metall- oder Kunststoffelemente und Pfosten aus kunststoffummanteltem oder feuerverzinktem Stahlrohr oder Eichenpfähle für Zäune und Holz oder

Beton für Wände. Dabei ist darauf zu achten, dass für Fledermäuse gut mittels Echoortung erkennbare Materialien und keine spiegelnden Oberflächen verwendet werden (FGSV, 2022).

In den genannten Arbeitshilfen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012; BMDV, 2023) sowie einer Arbeitsgrundlage aus der Schweiz (LUGON *ET AL.*, 2017) werden den Zäunen und Wänden jeweils zwei Funktionen/Wirkungen zugeschrieben. Zum einen geht es dabei um die Leitfunktion (Ableitung/Leitstruktur). Dabei sollen die strukturgebundenen Arten zu als Querungshilfe dienenden Bauwerken hingeleitet werden. BRINKMANN *ET AL.* (2012) verwenden zusätzlich den Begriff „Ableitung“ und beziehen sich dabei darauf, dass die Fledermäuse mithilfe der Zäune/Wände vom Trassenbereich abgehalten werden. In der Funktion als Leitstruktur wird Zäunen/Wänden gemäß Arbeitshilfe des BMDV (2023) eine mittlere bis hohe Prognosesicherheit bezüglich ihrer Wirksamkeit als flankierende Maßnahme zugeordnet. Zum anderen wird bei BRINKMANN *ET AL.* (2012) und LUGON *ET AL.* (2017) von einer Funktion als Überflughilfe gesprochen. Darunter ist zu verstehen, dass die Fledermäuse aufgrund der Zäune/Wände ihr Flugverhalten anpassen und die Straße entsprechend in einer größeren Höhe überqueren. Bisher wurde die Wirksamkeit einer Überflughilfe an einer Autobahn (25 m Breite) auf Grundlage einer Expertenbefragung in BRINKMANN *ET AL.* (2012) für alle Fledermausarten nur als ungeeignet bis wenig geeignet beurteilt. Mit zusätzlicher Überflughilfe auf dem Mittelstreifen wurde die Wirksamkeit von den Experten ebenso wie an einer Landstraße (15 m Breite) zumindest teilweise als bedingt geeignet beurteilt. Bei der Arbeitshilfe (BMDV, 2023) wird zudem von einer Sperrwirkung gesprochen, da neben dem Effekt der Flughöhenanhebung auch eine Reduktion der Anzahl an querenden Individuen zu erwarten ist. In der Funktion als Sperrstruktur wird den Zäunen/Wänden gemäß der Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr (BMDV, 2023) jedoch nur eine geringe Prognosesicherheit bezüglich ihrer Wirksamkeit zugeordnet.

Die funktionale Wirksamkeit vorhandener Überflughilfen ist generell nicht hinlänglich wissenschaftlich geklärt. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in der sehr zurückhaltenden Darstellung sowohl in der MAQ (FGSV, 2022) als auch in der „Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr“ (BMDV, 2023) wider. Gründe dafür sind, dass die bisherigen Untersuchungen entweder zu geringe Datenmengen aufwiesen oder dass der Fokus lediglich auf einzelnen Arten lag, vor allem auf der Kleinen Hufeisennase (WRAY *ET AL.*, 2005; SWILD & NACHTAKTIV, 2007; BIEDERMANN *ET AL.*, 2015; KARST *ET AL.*, 2019). Weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der Wirksamkeit von Überflughilfen wurde daher auch bei einer Literaturstudie zum Kenntnisstand bezüglich Vermeidungsmaßnahmen im Auftrag des BMDV identifiziert (ALBRECHT *ET AL.*, 2017). Auch in den Arbeitshilfen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012; BMDV, 2023) wird betont, dass die Wirksamkeit solcher Schutzzäune/-wände bisher nicht ausreichend untersucht wurde und differenzierte Einschätzungen in der Literatur vorhanden sind. Mehrheitlich wird von einer tendenziell geringen Wirkung ausgegangen, wobei sowohl artspezifische Unterschiede angenommen als auch die Bedeutung einzelfallspezifischer Geländesituationen hervorgehoben werden. Es wird ein großer Bedarf darin gesehen, die zukünftig realisierten Maßnahmen mit Hilfe eines entsprechenden Monitorings auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012).

Sowohl in Deutschland als auch international sind Studien zur Wirksamkeit von Überflughilfen generell nur spärlich vorhanden. Die wenigen existierenden Studien zu diesem Thema sind zudem limitiert in ihrer Aussagekraft. In einigen Studien lag der

Fokus auf ein oder zwei Arten (KERTH & MELBER, 2009; BIEDERMANN *ET AL.*, 2015; CHRISTENSEN *ET AL.*, 2016; CLAIREAU *ET AL.*, 2019; KARST *ET AL.*, 2019) oder sie fanden nur an wenigen Standorten statt (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; LÜTTMANN *ET AL.*, 2017; CLAIREAU *ET AL.*, 2021). Darüber hinaus sind die meisten Studien nicht direkt vergleichbar, da sehr unterschiedliche Situationen mit verschiedenen methodischen Ansätzen untersucht wurden (WRAY, REASON & WELLS, 2005; SWILD & NACHTAKTIV, 2007; KERTH & MELBER, 2009; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; BIEDERMANN *ET AL.*, 2015; CHRISTENSEN *ET AL.*, 2016; ALBRECHT *ET AL.*, 2017; LÜTTMANN *ET AL.*, 2017; CLAIREAU *ET AL.*, 2019; KARST *ET AL.*, 2019).

Ein ähnliches Setup wie in der vorliegenden *in-situ*-Studie verwendeten ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014): Mithilfe des Einsatzes von Infrarotempfindlichen Kamerasystemen und parallel durchgeführten akustischen Aufnahmen der Fledermausaktivität konnten in einer Vorher-Nachher Untersuchung, vergleichend an drei Probeflächen (Lärmschutzwand, Maschendrahtzaun, Metallgitterwand), im Bereich von bekannten Flugwegen und Jagdgebieten das Verhalten verschiedener Fledermausarten dokumentiert werden. Demnach hat der Anteil der sicheren Querungen an den untersuchten Überflughilfen im Vergleich Vorher/Nachher zugenommen.

Vorher-Nachher-Untersuchungen müssten langfristig ausgelegt werden, um die langen, mehrere Jahre umfassenden Phasen von der Planung bis zum Betrieb einer Straße abzudecken. Sie wurden daher in der Forschung bislang kaum durchgeführt. Auch im vorliegenden Vorhaben wäre dieses Vorgehen im Rahmen einer überschaubaren Projektlaufzeit nicht praktikabel und zudem – sofern überhaupt vorhanden – nur auf wenige, gerade zufälligerweise zu bauende Überflughilfen anwendbar. Dennoch können Aussagen über die Effektivität einer Überflughilfe sehr gut über andere Methoden getroffen werden: indem der Anteil der Fledermäuse, die diese Konstruktionen benutzt und die Straße in einer sicheren Höhe überquert, mit dem Anteil, der in einer gefährlichen Höhe quert, verglichen wird.

Die Definition von BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM (2015) für eine sichere Flughöhe von 5 m wurde in einigen weiteren Studien übernommen (SCHUT *ET AL.*, 2013; MØLLER *ET AL.*, 2016). Um eine Überflughilfe als effektiv einstuft zu können, müsste diese also die Fledermäuse dazu verleiten, die Straße in sicherer Höhe zu queren. Damit wäre das Kollisionsrisiko und die Barrierewirkung der Straße stark verringert oder sogar eliminiert. In der Literatur konnte mehrmals festgestellt werden, dass Querungshilfen (im untersuchten Fall Fledermausbrücken) im Mittel nicht häufiger von Fledermäusen genutzt werden als anderen Bereiche der Straße (BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM, 2012; SCHUT *ET AL.*, 2013; CLAIREAU *ET AL.*, 2019). Auch diese Frage spielt bei der Wirksamkeit von Überflughilfen eine Rolle. Würden die Tiere immer um die Bauwerke herumfliegen und dann erst eine Straße wiederum in kollisionsgefährdeter Höhe queren, wäre wenig gewonnen. Auch, wenn statt dem Straßenabschnitt mit der Überflughilfe andere Abschnitte ohne einen entsprechenden Schutz genutzt würden, wäre keine Wirksamkeit gegeben. Bezüglich der Höhennutzung von Überflughilfen im Sinne des Forschungsvorhabens wird von Experten erwartet, dass viele Arten ihre Flughöhe zwischen den Wänden wieder absenken (BRINKMANN *ET AL.*, 2012). In einigen Studien konnte dieses „Abtauchverhalten“ auch für einzelne Fledermausarten (FERNÁNDEZ-BOU *ET AL.*, 2010) sowie im Speziellen für die Kleine Hufeisennase (RASEY & GREEN, 2006; KARST *ET AL.*, 2019) beobachtet werden.

Darüber hinaus stellten versuchsbasierte Studien zu Überflughilfen fest, dass diese als Kollisionsschutz für Fledermäuse nicht geeignet sind (CHRISTENSEN *ET AL.*, 2016; KARST *ET AL.*, 2019). Sie wurden von der Kleine Hufeisennase als Querungshilfe stark vermieden, waren aber als ablenkende Struktur über Distanzen von mindestens 10 m wirksam (KARST *ET AL.*, 2019). In Dänemark fanden 50 % der Überquerungen einer Überflughilfe von Wasserfledermäusen an einer Versuchsstelle auf einer kollisionsgefährdeten Höhe statt (CHRISTENSEN *ET AL.*, 2016). Studien zu bestehenden (*in-situ*) Konstruktionen, die als Überflughilfe konzipiert wurden, zeigten heterogene Ergebnisse. Beispielsweise untersuchte eine Studie sowohl natürliche Hop-Over, also Bereiche, in denen die Baumkronen auf beiden Straßenseiten eine geschlossene bis halbgeschlossene Kronendecke bilden (Lücken im Kronenschluss von bis zu 7 m wurden toleriert) als auch Überflughilfen bestehend aus 4 m hohen Schutzzäunen (LÜTTMANN *ET AL.*, 2017). Die Ergebnisse zeigten, dass Fledermäuse schmale, zweistreifige Straßen unabhängig vom Typ der Überflughilfe (natürlich oder künstlich) in Höhen über 4 m über der Straße überquerten. Allerdings muss bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass die Stichproben für beide Typen an Überflughilfen sehr klein waren (natürliche Hop-Over n=5, künstliche Überflughilfen n=2, LÜTTMANN *ET AL.*, 2017). Eine britische *in-situ*-Fallstudie konnte hingegen zeigen, dass Schutzzäune keine geeigneten Querungshilfen für die Kleine Hufeisennase sind. Es wurden einige Verkehrstopfer dieser Art und zusätzlich Verkehrstopfer von Zwergfledermaus und Braunem Langohr festgestellt (RASEY & GREEN, 2006). Auch eine Studie in Spanien zu *in-situ*-Überflughilfen an einer Hochgeschwindigkeitsbahnlinie nahe einer Fledermauskolonie konnte zeigen, dass 11,2 % der Fledermäuse, die über die Überflughilfen flogen, nach dem Überflug auf eine gefährlich niedrige Höhe über der Straße abtauchten (FERNÁNDEZ-BOU *ET AL.*, 2010).

Allgemein wurde die Wirksamkeit von Überflughilfen bisher dennoch wenig untersucht und die bestehenden Ergebnisse sind nicht einheitlich. Obwohl Aussagen darüber für die Kleine Hufeisennase und mit gewissen Einschränkungen für Arten mit sehr ähnlichem Flugverhalten getroffen werden können, ist die Wirksamkeit von Überflughilfen für die meisten Arten noch unklar. Das beobachtete „Abtauchverhalten“ der Fledermäuse ist ein großes Problem für die Effektivität der Überflughilfen. Darüber hinaus bleiben noch weitere Fragen bezüglich des Verhaltens von Fledermäusen an solchen Konstruktionen offen. Einige Autoren (MØLLER *ET AL.*, 2016) warnen, dass bestimmte Überflughilfen eventuell wie eine ökologische Falle fungieren könnten, wenn z. B. Fledermäuse über einem durch Sträucher und Bäume an den Straßenrändern geschützten Straßenabschnitt nach Nahrung suchen und dabei in den Luftraum gelangen, in dem sie mit den Fahrzeugen kollidieren können. Viele Faktoren wie die Größe, die Position sowie die Anbindung an Vegetation spielen eine wichtige Rolle in der Funktionalität einer Überflughilfe (BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM, 2015; BIEDERMANN *ET AL.*, 2015). Zudem ist die Wirksamkeit auch von der Geländesituation abhängig (BRINKMANN *ET AL.*, 2012), die daher zusätzlich berücksichtigt werden sollte. In Tab. 2-1 sind mögliche standortspezifische Parameter zusammenfassend aufgeführt sowie bekannte Erkenntnisse aus der Literatur und bisherigen Untersuchungen in Bezug auf ihre Auswirkungen auf das Kollisionsrisiko für Fledermäuse beschrieben. Dabei wird zwischen Straßenparameter, Parameter der Überflughilfe und Parameter mit Bezug zur Ökologie der Fledermausarten unterschieden.

In der planerischen Praxis werden einiger dieser Parameter, insbesondere Straßenparameter und Parameter mit Bezug zur Ökologie der Fledermausarten (vgl.

Tab. 2-1), bei der Ermittlung des konstellationsspezifischen Risikos (nach BERNOTAT & DIERSCHKE, 2021) und eines ggf. erforderlichen Maßnahmenbedarfs zur Vermeidung der betriebsbedingten Tötung berücksichtigt. So kann insbesondere die Nähe zu Quartieren (Gebäude in Siedlungsgebieten oder Baumquartiere in Wäldern) und der Anteil an Arten mit hoher bis sehr hoher Mortalitätsgefährdung eine Rolle spielen. Anhand der Information über die Nähe zum Quartier kann beispielsweise die Entfernung des Vorhabens in Bezug auf den Aktionsraum möglicherweise betroffener Fledermausarten bewertet werden (Parameter gem. BERNOTAT & DIERSCHKE, 2021).

Standortparameter	Erläuterung und Quellenangaben
<b>Straßenparameter</b>	
Verkehrsstärke (Kfz/24 h)	Anstieg des Kollisionsrisikos mit zunehmender Verkehrsstärke wird erwartet (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; BERNOTAT & DIERSCHKE, 2021). Unter 5.000 Kfz/24 h ist von einer geringen Kollisionsgefahr auszugehen (LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2020; BMDV, 2023). Über 50.000 Kfz/24 h kann aufgrund der nahezu durchgehenden Fahrzeugkolonne auch eine vergleichsweise geringe Kollisionsgefahr angenommen werden (BMDV, 2023).
Straßenbreite (Anzahl der Fahrstreifen)	Anstieg des Kollisionsrisikos mit zunehmender Straßenbreite ist anzunehmen, da bei der Querung eine längere Aufenthaltsdauer im Gefahrenbereich anzunehmen ist und mit zunehmender Straßenbreite zumeist auch die Verkehrsstärke zunimmt. Zudem wird bei breiteren Straßen angenommen, dass Fledermäuse häufiger zwischen den Überflughilfen absinken und in kollisionsgefährdeter Höhe queren (KARST ET AL., 2019).
Straßengradiente	Bei Untersuchungen konnten Fledermäuse in Straßenabschnitten in Gleichlage häufiger im Straßenbereich erfasst werden als in Straßenabschnitten in Damm- oder Einschnittslage (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014). Daraus lässt sich aufgrund einer höheren Aufenthaltswahrscheinlichkeit auch eine höhere Kollisionsgefahr für Straßen in Gleichlage ableiten. Außerdem konnten Unterschiede im Flugverhalten und Flughöhe je nach Straßengradiente festgestellt werden (in Einschnittslage und Dammlage seltener in kollisionsgefährdeter Höhe als in Gleichlage, ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR 2014).
<b>Parameter der Überflughilfe</b>	
Anbindung an Leitstruktur	Zur Straße hinleitende Leitstrukturen (wie Waldränder, Hecken oder Gewässer) können die Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit von Kollisionen erhöhen (BMDV, 2023).
Errichtungszeitpunkt	Bisher liegen wenig Erkenntnisse über die Dauer einer möglichen Gewöhnungsphase vor (BMDV, 2023), ein über die Zeit ansteigendes Anpassungsverhalten ist jedoch anzunehmen (BRINKMANN ET AL., 2012; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; LUGON ET AL., 2017).
Zusätzliche Überflughilfe auf Mittelstreifen	Zusätzliche Schutzwände/-zäune oder Pflanzungen auf dem Mittelstreifen können ggf. die Flughöhe der querenden Tiere beeinflussen, Wirksamkeitsbeleg steht noch aus (BRINKMANN ET AL., 2012). Im Rahmen eines (unveröffentlichten) Monitorings konnte eine verlängerte Aufenthaltsdauer im Bereich des Mittelstreifens beobachtet werden, die auf eine erhöhte Kollisionsgefahr hinweisen könnte (BMDV, 2023).
<b>Parameter mit Bezug zur Ökologie der Fledermäuse</b>	
Nähe Quartierangebot für gebäudebewohnende Arten	Die Nähe zum Aktionsraum/Wochenstubenquartier ist gem. BERNOTAT & DIERSCHKE (2021) entscheidend für das konstellationsspezifische Risiko. Für gebäudebewohnende Arten kann hierfür die Entfernung der Überflughilfe zum nächstgelegenen Siedlungsgebiet zur Kategorisierung verwendet werden.

Standortparameter	Erläuterung und Quellenangaben
Nähe Quartierangebot für waldbewohnende Arten	Die Nähe zum Aktionsraum/Wochenstubenquartier ist gem. BERNOTAT & DIERSCHKE (2021) entscheidend für das konstellationsspezifisches Risiko. Für waldbewohnende Arten kann hierfür die Anbindung der Überflughilfe ans nächstgelegene Waldgebiet zur Kategorisierung verwendet werden.
Anteil Arten mit hoher bis sehr hoher Mortalitätsgefährdung	Anteil der Arten mit hoher bis sehr hoher Mortalitätsgefährdung durch Kollision an Straßen gem. BERNOTAT & DIERSCHKE (2021). Mit zunehmendem Anteil dieser Arten steigt die Wahrscheinlichkeit, dass bereits ein niedrigeres konstellationsspezifisches Risiko artenschutzrechtlich planungs- und verbotsrelevant wird.
Jahresphänologie	Totfunde an Straßen konnten gehäuft im Hoch- und Spätsommer gefunden werden (flügge Jungtiere, Ortswechsel zu Balz- und Schwärmquartieren) (BRINKMANN ET AL., 2012; MEDINAS ET AL., 2013). Jungtiere weisen während ihrer Schwärmflüge um die Wochenstuben ein höheres Kollisionsrisiko als Adulte auf (LESIŃSKI, 2007; LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN, 2020). Zudem nimmt die Gesamtaktivität der Fledermäuse im Jahresverlauf nach der Wochenstubenzeit zu (LUGON ET AL., 2017).
Flughöhe	An Straßenabschnitten mit Waldanbindung oder Hop-Over-ähnliche Baumvegetation am Straßenrand konnte ein erhöhter Anteil an hoch fliegenden Fledermäusen festgestellt werden (ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014). Auch Erdwälle in Kombination mit Pflanzungen könnten zu einer Anhebung der Flughöhe führen (vgl. BILLINGTON 2013 und PICARD 2014, beides in MØLLER ET AL., 2016).

Tab. 2-1: Übersicht verschiedener Standortparameter und deren Auswirkung auf die Kollisionsgefahr für Fledermäuse

## 2.3 Fazit

Alle Fledermausarten sind grundsätzlich durch Kollision mit dem Straßenverkehr gefährdet. Bereits geringe Verluste können für bestehende Fledermauspopulationen problematisch sein, da sich Fledermäuse nur langsam reproduzieren. Verluste sind aus diesem Grund nur schwer kompensierbar, was insbesondere für kleine Populationen oder Bestände seltener Fledermausarten unzutraglich ist.

Überflughilfen in Form von Wänden oder Zäunen an Straßen, stellen eine mögliche Form der Querungshilfe zum Schutz von Fledermäusen dar und sollen helfen, Kollisionen zu vermeiden. Die Literaturrecherche zeigte, dass die Begrifflichkeiten Überflughilfe bzw. der oft synonym verwendete Begriff Hop-Over in der Literatur heterogen ausgelegt und unterschiedlich definiert und verwendet werden. In Deutschland werden Überflughilfen im Sinne der vorliegenden Studie immer wieder in Planungsverfahren als Querungshilfe vorgeschlagen und umgesetzt, dabei konnte die Wirksamkeit von (verschiedenen) Konstruktionsweisen bislang noch nicht abschließend wissenschaftlich geklärt werden. Die wenigen bis dato vorliegenden *in-situ*-Studien zu Überflughilfen zeigen widersprüchliche Ergebnisse. Es besteht daher ein dringender Forschungsbedarf hinsichtlich einer Wirksamkeitsprüfung solcher Überflughilfen, auch in Bezug auf verschiedene Fledermausarten.

## 3 Recherche bestehender Überflughilfen

### 3.1 Methoden

Zur Auswahl geeigneter Untersuchungsstandorte sowie der Erstellung einer Datenbank der in Deutschland installierten Überflughilfen erfolgte eine Recherche bestehender Überflughilfen. Dabei wurden gezielt die Landesbauverwaltungen der Bundesländer und die Autobahn GmbH des Bundes zu vorliegenden Informationen bezüglich installierter Überflughilfen angefragt. In Ergänzung wurde auch eine Internetrecherche durchgeführt.

#### ***Befragung der Behörden***

Es wurden sowohl die Landesbauverwaltungen, die Autobahn GmbH des Bundes sowie die DEGES kontaktiert (Tab. 3-1). Da die meisten Bundesländer keine zentral geführten Datenbanken oder Listen der in ihrem Bundesland installierten Überflughilfen haben, wurden die Anfragen meist an einzelne Zweigstellen weitergeleitet.

Bei der Anfrage wurden mittels einer Tabelle insbesondere folgende Informationen zu den Bauwerken abgefragt: Projektbezeichnung des Bauvorhabens, GPS-Koordinaten, Straßenname/-kategorie, Stadt-/Landkreis und zuständige Baubehörde, DTV<sup>1</sup>; Art der Überflughilfe (Zaun, Wand oder Heckenpflanzung), Höhe und Länge der Überflughilfe, Jahr der Errichtung und verfügbare Planunterlagen (Artenschutzbeitrag, Maßnahmenplanung etc.).

---

<sup>1</sup> Zusätzlich zur Abfrage bei den Behörden wurden zur Ermittlung der DTV die Daten zur automatischen Verkehrszählung der BAST ([https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl\\_aktuell\\_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322](https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322), aufgerufen am 30.06.2023), sowie die Deutsche Verkehrszahlendatenbank (<https://www.b30oberschwaben.de/verkehrszahlen-datenbank.html?year=2021&road=&search=&country=alle&priority=&allfrcm=%3D&allfr=B-Rang&allfrccm=%3D&allfr=L-Rang&allfdtvcn=%3D&allfdtv=DTV&allfsvcm=%3D&allfsv=SV&globalfbplpt=alle&mode=0&shortview=true&sort=27&BtnExecSearch=Suche+starten>, aufgerufen am 30.06.2023) und für Standorte in Bayern auch das Bayerische Straßeninformationssystem BAYSIS (<https://www.baysis.bayern.de/webgis/synserver?project=webgis&x=603845.9916550028&y=5490621.630054005&scale=9027&rotation=0&basemapview=WebkarteSWBayern&client=core&language=de>, aufgerufen am 03.07.2023) verwendet.

<b>Behörde</b>	<b>Bundesland</b>
Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg	Baden-Württemberg
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Südwest	Baden-Württemberg
Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr	Bayern
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Nordbayern	Bayern
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Südbayern	Bayern
Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz	Berlin
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Nordost	Berlin, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung des Landes Brandenburg	Brandenburg
Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg	Brandenburg
Amt für Straßen und Verkehr	Bremen
Behörde für Verkehr und Mobilitätswende Freie und Hansestadt Hamburg	Hamburg
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Nord	Hamburg, Schleswig-Holstein
Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement	Hessen
Landesamt für Straßenbau und Verkehr Mecklenburg-Vorpommern	Mecklenburg-Vorpommern
Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV Niedersachsen)	Niedersachsen
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Nordwest	Niedersachsen, Hessen
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Westfalen	Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen
Landesbetrieb (LB) Straßenbau NRW	Nordrhein-Westfalen
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Rheinland	Nordrhein-Westfalen
Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz (LBM RP)	Rheinland-Pfalz
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung West	Rheinland-Pfalz, Saarland, Hessen
Landesbetrieb für Straßenbau Saarland	Saarland
Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV Sachsen)	Sachsen
Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt	Sachsen-Anhalt
Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (LBV SH)	Schleswig-Holstein
Thüringer Landesamt für Bau und Verkehr (TLBV)	Thüringen
Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Ost	Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen
Autobahn GmbH des Bundes, Zentrale	bundesweit
DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH	bundesweit

Tab. 3-1: Übersicht der angefragten Behörden

## **Internetrecherche**

Neben den Anfragen an die oben genannten Stellen wurde auch im Internet nach realisierten Standorten von Überflughilfen recherchiert. Dabei wurden verschiedenen Schlagwörter in die Suchmaschine von Google eingegeben (Tab. 3-2). Als Suchergebnisse wurden häufig Pressemitteilungen oder Planunterlagen ausgegeben. Anhand dieser Ergebnisse erfolgte eine gezielte Suche zu diesen Standorten. Nach Möglichkeit wurden Informationen zu Bauweise, Standort- und Randbedingungen der Überflughilfen vermerkt.

<b>Schlagwörter</b>
„Überflughilfe“
„Querungshilfe“
„Hopover“
„Hop-Over“
„Hop Over“
„Überflughilfen an Straßen“
„Überflughilfe Fledermäuse“

Tab. 3-2: Für die Internetrecherche verwendete Schlagwörter

## **Aufbau einer Datenbank**

Die erhobenen Informationen wurden in einer Datenbank zusammengetragen (vgl. Anlage 1, Kap. 13). Um die Auswahl der Untersuchungsstandorte zu erleichtern, wurde basierend auf dieser Datenbank eine eigene App entwickelt, in der die Informationen (z. B. Länge und Art der Überflughilfe) zu jeder recherchierten Überflughilfe tabellarisch gelistet sind. Die App wurde mit R-Shiny entwickelt und kann über eine URL auf einem Computer oder Smartphone geöffnet werden (Bild 3-1).

Die Standorte sind in einer interaktiven Karte geographisch dargestellt, die mit unterschiedlichen Hintergrundkarten (OpenStreetMap, ESRI Sattelitenbild) geladen werden kann. Eine Zoom-Funktion ist ebenfalls eingebaut. Es wurden Filterfunktionen in der App eingebaut, um das Selektieren der Standorte anhand von bestimmten Kriterien zu erleichtern. Die folgenden Variablen können gefiltert werden:

- die Länge der Überflughilfe
- die Höhe der Überflughilfe
- der Straßentyp
- die Anzahl der Fahrstreifen der Straße
- die Art der Überflughilfe (Zaun, Hecke, Wand usw.)
- ob es sich um eine Überflughilfe handelt, die beidseitig errichtet wurde
- ob Gewässer- oder sonstige Unterführungen Teil der Überflughilfe sind
- in welchem Bundesland sich die Überflughilfe befindet

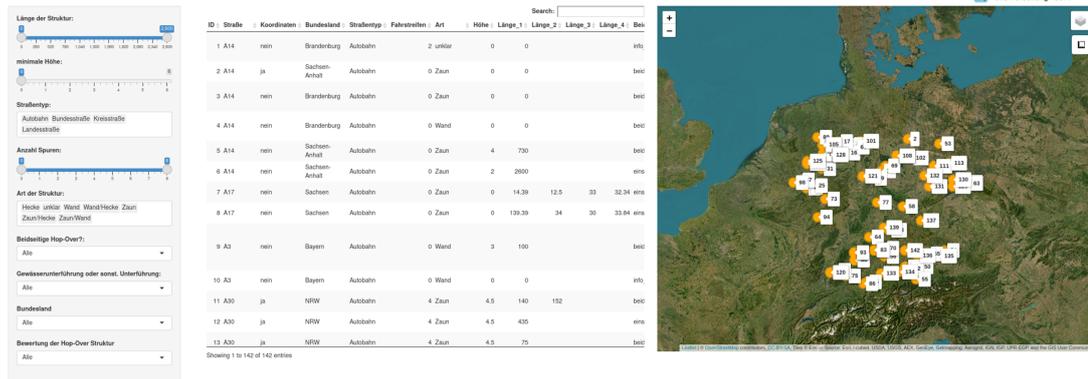


Bild 3-1: Ein Screenshot der Standort App

### 3.2 Ergebnisse

Es konnten insgesamt 145 Standorte von in Deutschland realisierten Überflughilfen in elf Bundesländern ermittelt werden (Tab. 3-3). Für die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg sowie für Mecklenburg-Vorpommern und das Saarland liegen keine Informationen über realisierte Überflughilfen vor. Von den angefragten Behörden aus diesen Bundesländern gab es die Rückmeldung, dass sie keine installierten Überflughilfen in ihrem Zuständigkeitsbereich kennen. Der Großteil der recherchierten Überflughilfen ist an Bundesstraßen (40 %) und Autobahnen (40 %) installiert. Über die Hälfte der recherchierten Standorte wurde von den befragten Landesbehörden der Bundesländer gemeldet (Bild 3-2).

Aus den Ergebnissen der Recherche wurde deutlich, dass der Begriff „Überflughilfe“ bei den Behörden und auch in den planerischen Unterlagen (u. a. Artenschutzbeiträge, Landschaftspflegerischen Begleitplänen und Maßnahmenblättern) heterogen ausgelegt und unterschiedlich interpretiert und verwendet wird. Neben den linearen, straßenparallelen Konstruktionen (wie sie im vorliegenden Forschungsvorhaben als Überflughilfe definiert werden), wurden auch Grünbrücken, Faunabrücken, Grünunterführungen, Fauna-/Gewässerunterführungen (gem. FGSV 2022), einzelne Bäume und insbesondere auch Irritationsschutzwände an Brücken und Gewässerquerungen als solche bezeichnet und gemeldet.

Der Umfang der Informationen zu den Standort- und Randbedingungen der gemeldeten und recherchierten Standorte unterscheidet sich teilweise deutlich. Für einige Parameter konnten Informationen nicht ermittelt werden. Eine Übersicht der Verteilung der vorliegenden Informationen für die einzelnen Parameter sind Tab. 3-4 und Bild 3-3 zu entnehmen. Dabei wurden in Bild 3-3 nur die Standorte mit vorliegenden Informationen zu den jeweiligen Parametern berücksichtigt. Die Größe der jeweiligen Stichprobe (Anzahl der berücksichtigten Standorte, „n“) ist über dem jeweiligen Diagramm angegeben.

Bundesland	Anzahl an Standorten mit Überflughilfen		
	insgesamt	gemeldet	Internetrecherche
Baden-Württemberg	13	10	3
Bayern	40	18	22
Berlin	-	-	-
Brandenburg	5	5	-
Bremen	-	-	-
Hamburg	-	-	-
Hessen	14	12	2
Mecklenburg-Vorpommern	-	-	-
Niedersachsen	5	5	-
Nordrhein-Westfalen	27	23	4
Rheinland-Pfalz	2	2	-
Saarland	-	-	-
Sachsen	15	14	1
Sachsen-Anhalt	13	11	2
Schleswig-Holstein	4	3	1
Thüringen	7	6	1
<b>Summe</b>	<b>145</b>	<b>109</b>	<b>36</b>

Tab. 3-3: Verteilung der recherchierten Standorte auf die einzelnen Bundesländer

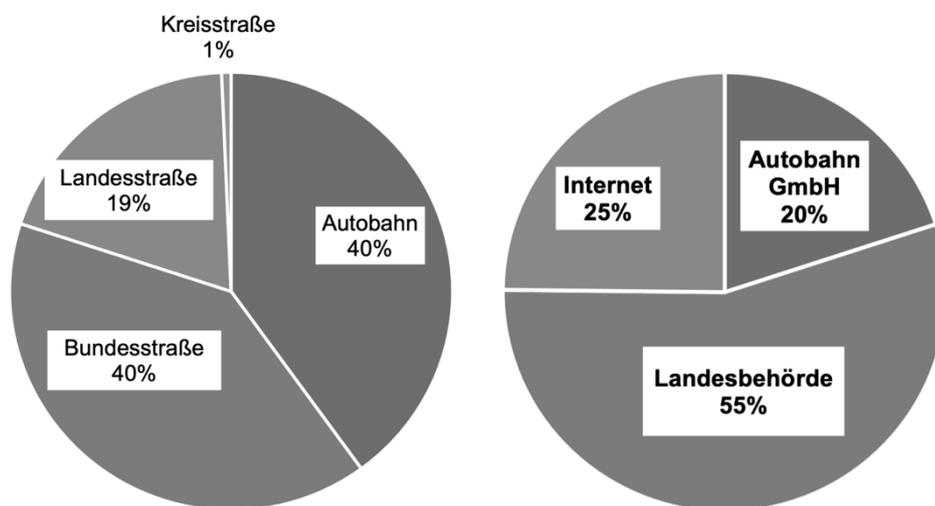


Bild 3-2: Straßenkategorie und Informationsquellen zu den recherchierten Standorten

Parameter	recherchierte Standorte	
	Anzahl	%
<b>Straßenkategorie</b>		
Autobahn	58	40
Bundesstraße	58	40
Landesstraße	28	19
Kreisstraße	1	1
<b>Anzahl Fahrstreifen</b>		
2	63	43
3	12	8
4	43	30
6	23	16
8	1	1
keine Angaben	3	2
<b>DTV</b>		
< 5.000	18	12
5.000 bis < 10.000	37	26
10.000 bis < 20.000	33	23
20.000 bis < 30.000	18	12
30.000 bis < 50.000	9	6
50.000 bis <100.000	13	9
>100.000	2	1
keine Angaben	15	10
<b>Art der Überflughilfe</b>		
Hecke	18	12
Wand	44	30
Zaun	44	30
Kombination	21	15
keine Angaben	18	12
<b>Überflughilfe ein-/beidseitig der Straße</b>		
einseitig	16	11
beidseitig	108	74
einseitig/beidseitig	1	1
keine Angaben	20	14
<b>Höhe der Überflughilfe</b>		
<4 m	29	20
≥4 m	65	45
keine Angaben	51	35
<b>Länge der Überflughilfe</b>		
<50 m	16	11
50 bis <100 m	28	19
100 bis <200 m	30	21
200 bis <300 m	14	10
300 bis <400 m	7	5
400 bis <500 m	7	5

Parameter	recherchierte Standorte	
	Anzahl	%
500 bis <1.000 m	6	4
≥1.000 m	6	4
keine Angaben	31	21
<b>Jahr der Errichtung der Überflughilfe</b>		
bis 2010	20	14
2011 bis 2016	31	21
2017 bis 2020	55	38
2021 bis 2022	2	1
keine Angaben	37	26
<b>Standort an Bauwerk</b>		
keine Kombination mit Bauwerk	45	31
Kombination mit Gewässerunterführung	43	30
Kombination mit Überführungsbauwerk	39	27
keine Angaben	18	12
<b>Weitere Planunterlagen vorhanden</b>		
weitere Unterlagen vorhanden	95	66
keine weiteren Unterlagen vorhanden	5	3
keine Angaben	45	31
<b>Monitoring vorhanden</b>		
Monitoring vorhanden	17	12
Monitoring ausstehend	1	1
kein Monitoring	40	28
keine Angaben	87	60
<b>Ausbau- oder Neubauvorhaben</b>		
Ausbauvorhaben	22	15
Neubauvorhaben	98	68
keine Angaben	25	17

Tab. 3-4: Übersicht der abgefragten Parameter zu den recherchierten Standorten

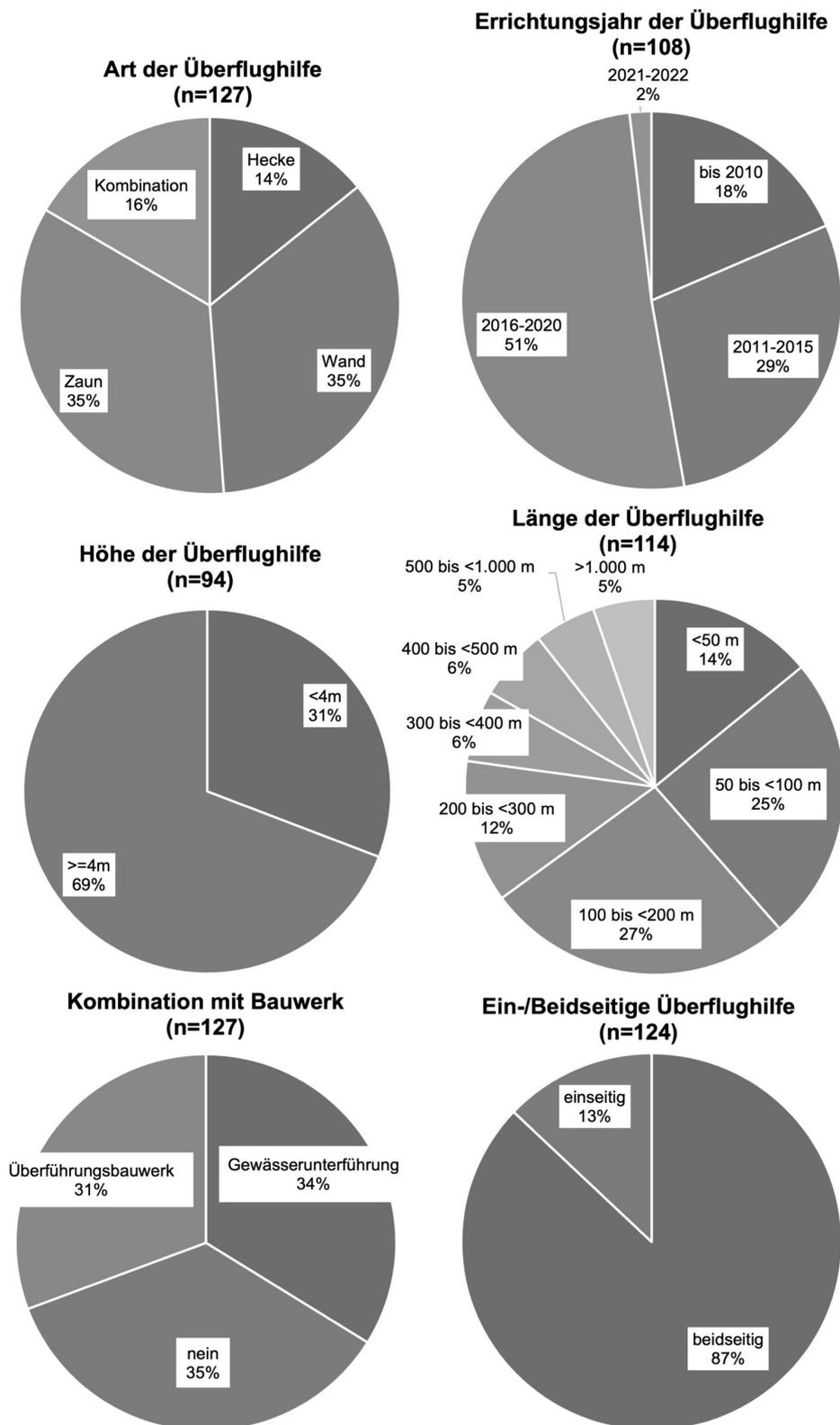


Bild 3-3: Verteilung der Standorte in Bezug auf verschiedene Parameter

Dargestellt ist die prozentuale Verteilung der recherchierten Standorte für unterschiedliche Parameter. Dabei wurden jedoch nur Standorte mit vorliegenden Informationen zu den jeweiligen Parametern berücksichtigt. Die Größe der jeweiligen Stichprobe (Anzahl der berücksichtigten Standorte, „n“) ist über dem jeweiligen Diagramm angegeben.

### 3.3 Fazit

Der Großteil der recherchierten Überflughilfen ist an Bundesstraßen (40 %) und Autobahnen (40 %) installiert. Über die Hälfte der Überflughilfen ist als Zaun oder Wand realisiert, seltener handelt es sich um Heckenpflanzungen oder um eine Kombination aus Zaun oder Wand und Heckenpflanzung. Es überwiegen Überflughilfen mit einer Höhe über 4 m und einer beidseitig der Straße angebrachten Konstruktion. Die Länge der Überflughilfe liegt in der Hälfte der Fälle zwischen 50 m und 200 m. Etwa die Hälfte der Überflughilfen wurde zwischen 2016 und 2020 gebaut und der Großteil (68 %) im Rahmen eines Straßenneubaus installiert.

Die Recherche bestehender Überflughilfen zeigte, dass die Begrifflichkeiten Überflughilfe bzw. der oft synonym verwendete Begriff Hop-Over in planerischen Unterlagen (u. a. Artenschutzbeiträge, Landschaftspflegerischen Begleitplänen und Maßnahmenblättern) wie auch in der Literatur heterogen ausgelegt und unterschiedlich definiert und verwendet werden. Ein Großteil der recherchierten Standorte weist eine Kombination der Überflughilfe mit einem Brücken- oder Gewässerunterführungsbauwerk auf (jeweils ca. ein Drittel der Standorte). Daher wurden diese Standorte auch in die Datenbank mitaufgenommen, auch wenn sie nicht der für das vorliegende Forschungsvorhaben enggefassten Definition einer Überflughilfe entsprechen. Bei der Erstellung von planerischen Unterlagen ist es wichtig, dass auf eine klare Definition der geplanten Maßnahmen (Querungshilfe, Überflughilfe etc.) Wert gelegt wird.

# 4 Untersuchungsstandorte

## 4.1 Standortauswahl

Aus den Ergebnissen der Literaturrecherche wurde klar, dass es verschiedene Varianten von Querungshilfen gibt, die bereits auf ihre Wirksamkeit hin überprüft wurden: Faunabrücken und -unterführungen, Grünbrücken, überspannende Schilderbrücken etc. Bei der geplanten Auswahl der Untersuchungsstandorte für das vorliegende Forschungsvorhaben war vor allem ausschlaggebend, ob diese der Definition einer Überflughilfe gemäß Kap. 2.1 entsprechen: Schmale hohe Konstruktionen entlang des Straßenrandes, ohne dass eine die Straßen überspannende Konstruktion vorhanden ist. Die Überflughilfen sollen den Vorgaben zur Wirksamkeit derartiger Bauwerke entsprechen, also auch eine Mindesthöhe von 4 m aufweisen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012; FGSV, 2022; BMDV, 2023). Zusätzliche Strukturen in der Mitte der zu querenden Straße können vorhanden sein (z. B. Heckenpflanzung auf dem Mittelstreifen o. ä.). In der vorliegenden Studie sollten nur folgende Überflughilfen evaluiert werden: Zäune und Wände.

Das Konzept sah vor, aus allen gemeldeten und von uns recherchierten Überflughilfen zunächst eine Vorauswahl zu treffen und zehn bis zwölf Überflughilfen auszuwählen, die nach den recherchierten Informationen in möglichst vielen notwendigen Parametern der genannten Definition entsprechen. Eine schematische Darstellung des Auswahlverfahrens ist Bild 4-1 zu entnehmen.

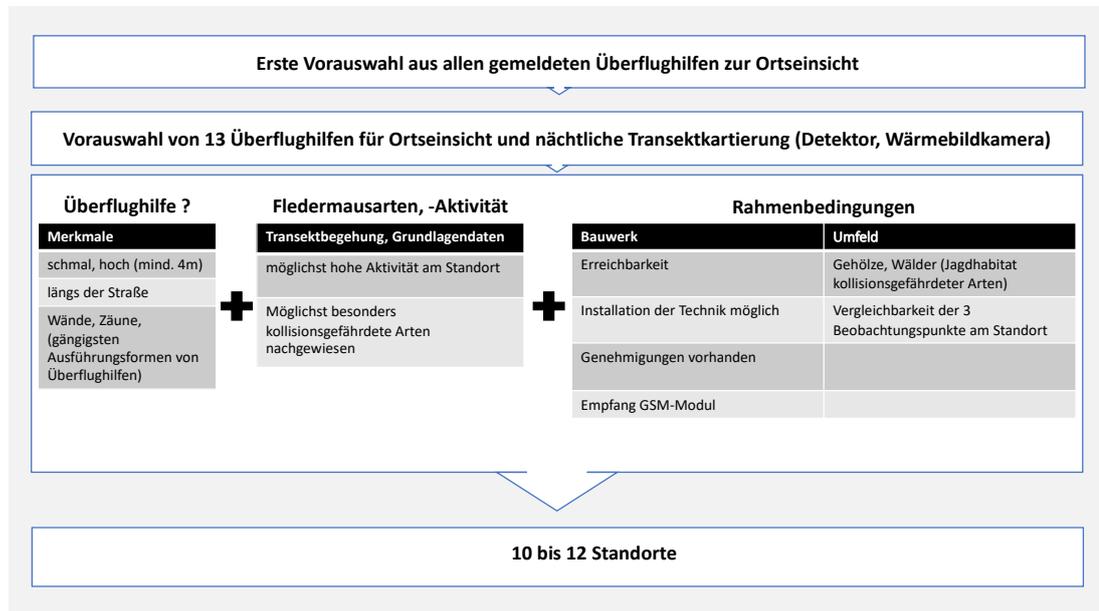


Bild 4-1: Schematische Darstellung des Auswahlverfahrens geeigneter Untersuchungsstandorte

In einem zweiten Schritt wurden die einzelnen Kriterien im Rahmen einer Vorortbeurteilung überprüft. Weiterhin wurden für die Untersuchungsstandorte die existierenden Planunterlagen und Voruntersuchungen, die im Rahmen des Planungsprozesses des jeweiligen Vorhabens durchgeführt wurden, ausgewertet, um ein Bild des vorkommenden Artenspektrums und der Fledermausaktivität zu erhalten. Eine hohe Fledermausaktivität an den auszuwählenden Untersuchungsstandorten sowie ein vorhandener Anteil an kollisionsgefährdeten Arten am nachgewiesenen Artenspektrum wurde als gute Voraussetzung betrachtet, um bei den nachfolgenden Untersuchungen ausreichend große Datenmengen zu erhalten.

Daneben gab es für die Standortwahl auch organisatorische Bedingungen: Die Erreichbarkeit des Bauwerks für die Installation der Technik musste gegeben sein und die Erlaubnis für die Installation der Technik in Aussicht gestellt werden. Außerdem war ausschlaggebend, dass am Standort der Empfang für GSM-Module zur Weiterleitung der Daten gewährleistet war.

Im Optimalfall sollten ausreichend Strukturen vorhanden sein, die das Bauwerk an die umgebende Landschaft anbinden, wie Gehölze oder Wälder, also typische Jagdhabitats kollisionsgefährdeter Arten. An jedem ausgewählten Standort sollte sich die Installation von drei Erfassungssystemen mit vergleichbaren Rahmenbedingungen verwirklichen lassen.

Aus der Vorauswahl wurden anschließend neun Standorte als Untersuchungsstandorte für die Untersuchungen 2022 festgelegt (vgl. Tab. 4-1), wobei folgende Standortkriterien entscheidend waren:

- Es befindet sich eine Überflughilfe auf beiden Seiten der Fahrbahn.
- Es sind keine über- oder unterführenden Bauwerke im 150 m Umkreis der Überflughilfe vorhanden. Bis auf einen Standort sind keine über- oder unterführenden Bauwerke im 300 m Umkreis vorhanden.
- Die Überflughilfe sollte ein künstliches, wenig durchlässiges Bauwerk sein (Zaun, Wand). Lückige Hecken- oder Baumanpflanzungen wurden ausgeschlossen.
- Die Überflughilfe sollte möglichst lang sein. Angestrebt wurde eine Mindestlänge von 100 m, wobei dieses Kriterium einen weniger strengen Einfluss auf die Auswahl hatte.

Alle Überflughilfen waren mindestens seit drei Jahren errichtet, so dass anfängliche Gewöhnungsphasen der Fledermäuse bereits als abgeschlossen anzunehmen sind. Im Kap. 4.2 werden die neun Untersuchungsstandorte (Standorte A bis I, vgl. Tab. 4-1) einzeln vorgestellt.

Standort	Straßentyp	Anzahl der Fahrstreifen	DTV (Kfz/24 h)	Lage der Straße	Art der Überflughilfe	Höhe (m)	Länge (m)	Errichtung	Waldanbindung	Siedlungsgebiet im 500 m-Umkreis	vorhandene Querungsbauwerke im Umfeld <sup>1</sup>
A	Bundesstraße	2	6.020	Gleichlage	Zaun	4	100	2015	keine	nein	Gewässerunterführung in ca. 710 m
B	Landesstraße	2	1.856	Dammlage*	Zaun	4	200	2017	keine	vorhanden	Wegeüberführung in ca. 390 m
C	Landesstraße	2	5.797	Gleichlage	Zaun	4	60	2020	keine	vorhanden	Wegeunterführung in ca. 430 m
D	Autobahn	6	64.313	Dammlage*	Zaun	4,5	620	2013	einseitig	vorhanden	Gewässerunterführung in ca. 410 m
E	Autobahn	6	64.313	Gleichlage	Zaun	4,5	360–560	2013	beidseitig	vorhanden	Wegeüberführung in ca. 170 m, Grünbrücke in ca. 500 m
F	Autobahn	4	8.148	Gleichlage	Zaun	4	130–420	2014	einseitig	nein	Grünbrücke in ca. 1.070 m
G	Autobahn	4	6.370	Gleichlage	Zaun	4	145	2020	beidseitig	nein	Grünbrücke in ca. 1.230 m
H	Autobahn	4	21.291	Dammlage*	Zaun	4	1.137–1.142	2006	beidseitig	nein	Grünunterführung in ca. 300 m
I	Bundesstraße	4	18.745	Gleichlage	Zaun/Wand	4	310	2019	keine	vorhanden	Wegeunterführung in ca. 340 m

Tab. 4-1: Übersicht der ausgewählten Untersuchungsstandorte für die Erfassungen 2022

<sup>1</sup>: Die Entfernung zum nächsten Querungsbauwerk ist jeweils als Entfernung vom mittleren Erfassungssystem aus angegeben.

\*: die Einstufung „Dammlage“ wurde nur den Überflughilfen zugeordnet, die mindestens auf einer Fahrhahenseite eine Böschung von  $\geq 3$  m Höhendifferenz aufweisen.

## 4.2 Standortbeschreibung

### 4.2.1 Standort A (Teststandort 2021)

Standort A befindet sich an einer zweistreifigen Bundesstraße in Bayern (Bild 4-2 und Bild 4-3). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Deutscher Verkehrszahlendatenbank<sup>5</sup> auf ca. 6.020 Kfz/24 h (Stand 2021). Die Überflughilfe wurde 2015 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Maschendrahtzaunes errichtet. Die Zäune sind ca. 100 m lang und sind darüber hinaus entlang der Straße nicht exakt spiegelbildlich positioniert (vgl. Bild 4-4). Das führt dazu, dass z. B. das Ende des östlichen Zauns nach Norden versetzt ist und somit auf der gegenüberliegenden Seite ein entsprechender Zaunabschnitt fehlt. Die Erfassungen erfolgten auf der Südwestseite der Straße, sowohl an den beiden Zaunenden und entlang des 100 m langen Zauns. Damit lag nur einem der untersuchten Zaunenden auch ein Zaun auf der anderen Straßenseite gegenüber. Im Bereich der Überflughilfe liegt die Straße nach Westen hin mit einer Böschung von ca. 1–1,5 m leicht höher als der parallel verlaufende Flurweg (Bild 4-3). Im direkten Umfeld der Überflughilfe sind einzelne auf die Straße zuführende Hecken in einer ansonsten von Ackernutzung geprägten Landschaft vorhanden (Bild 4-4). In größerer Entfernung zur Überflughilfe (1–2 km) befinden sich mehrere Ortschaften. Nördlich des untersuchten Bereichs ist in ca. 710 m Entfernung eine Querungsstelle in Form einer Wege-/Gewässerunterführung vorhanden. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (Artenschutzbeitrag), Landschaftspflegerische Begleitplan mit Maßnahmenplan, Bestands- und Konfliktplan, Unterlage zur Umweltverträglichkeitsprüfung und der Planfeststellungsbeschluss.



Bild 4-2: Überflughilfe am Standort A an einer Bundesstraße (Blickrichtung nach Süden)  
(Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

---

<sup>5</sup><https://www.b30oberschwaben.de/verkehrszahlen-datenbank.html?year=2021&road=&search=&country=alle&priority=&allfrcm=%3D&allfr=B-Rang&allfrccm=%3D&allfr=L-Rang&allfdtvcvcm=%3D&allfdtv=DTV&allfsvcm=%3D&allfsv=SV&globalfbplpt=alle&mode=0&short-view=true&sort=27&BtnExecSearch=Suche+starten>, aufgerufen am 30.06.2023)

Als Datengrundlage für das Vorkommen von Fledermausarten wurde laut Planunterlagen die Artenschutzkartierung Bayerns (ASK-Datenbank) verwendet. Demnach sind folgende Arten genannt: Braunes Langohr, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Graues Langohr, Großer Abendsegler, Großes Mausohr, Kleinabendsegler, Kleine Bartfledermaus, Kleine Hufeisennase, Rauhautfledermaus, Zweifarbfledermaus und Zwergfledermaus. Für diese Arten ist von Nahrungshabitaten oder Flugrouten (u. a. Austausch zwischen Quartiergebiet im Siedlungsbereich und Jagdhabitaten) im betrachteten Gebiet auszugehen. In der Region sind mehrere Fledermausquartiere in Gebäuden bekannt. Konkrete Erkenntnisse zu Flugkorridoren lagen nach Angabe des Artenschutzbeitrags nicht vor.

Aufgrund des Straßenneubaus wurde eine Hecke zerschnitten, die laut Planunterlagen im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung als Leitlinie für Fledermäuse eingestuft wurde. Im betrachteten Gebiet wurden die betroffenen Hecken im Vergleich zur ansonsten strukturarmen Umgebung (vgl. Bild 4-4) zudem als hochwertigere Nahrungshabitats eingestuft. Die Überflughilfe wurde nach Angaben der Planunterlagen als temporäre Maßnahme errichtet, bis zur Funktionalität (ausreichende Dichte und Größe) der angelegten Gehölze.

Am 11.08.2021 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts sowie eine nächtliche Begehung mit einem mobilen Detektor und einer Wärmebildkamera zur Erfassung der Fledermausaktivität. Im Rahmen der nächtlichen Begehung konnten neben der Zwergfledermaus noch Aufnahmen von Fledermäusen der Gattung *Myotis* sowie die Ruftypengruppe „Nyctaloid“<sup>6</sup> (Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus* und *Vespertilio*) erfasst werden, die nicht näher bestimmt wurden. Insgesamt konnten innerhalb der erfassten Aufnahmezeit (ca. 1:45 h ab Sonnenuntergang) elf Fledermauskontakte registriert werden. Visuell konnten trotz Einsatz einer Wärmebildkamera keine Querungen der Bundesstraße beobachtet werden.

Dieser Standort wurde aufgrund von mehreren Faktoren als Teststandort 2021 ausgewählt: So wurde maßgeblich die vorherrschende Landschaftsstruktur berücksichtigt, wobei an der gewählten Überflughilfe jeweils T-förmig eine Hecke angrenzt, die von der Straße zerschnitten wird. Da die Hecke die einzige Leitstruktur in einer sonst sehr offenen Landschaft bildet (Bild 4-4), wurde angenommen, dass sie höchstwahrscheinlich von Fledermäusen für Transferflüge zwischen Quartier und Jagdgebiet genutzt wird. Dementsprechend wurden Querungen von Fledermäusen an der Überflughilfe erwartet. Zudem erfüllte die Überflughilfe die Anforderung hinsichtlich einer methodisch erforderlichen Mindestlänge von ca. 100 m. Auch ermöglichte die Bauweise der Überflughilfe aus grobem Maschendraht eine einfache Installation der Erfassungseinheiten. Ebenfalls entscheidend war, dass bei dieser Überflughilfe keine Unterführungen vorhanden waren, die die Fledermäuse alternativ hätten nutzen können, um die Straße zu passieren, ohne erfasst zu werden. Ebenso wie die nachfolgenden Standorte wurde Standort A auch im Jahr 2022 im Rahmen der Studien untersucht.

---

<sup>6</sup> Im Rahmen bioakustischer Fledermauserhebungen sind i. d. R. Teile der erbrachten Nachweise nicht eindeutig einzelnen Fledermausarten, sondern nur übergeordneten so genannten Ruftypengruppen zuzuordnen. Die den Gruppen zugehörigen Gattungen bzw. Arten sind gemäß der verwendeten ecoObs-Bestimmungssoftware in Tab. 6-3 aufgelistet.

**A** (Blick von Südost nach Nordwest)

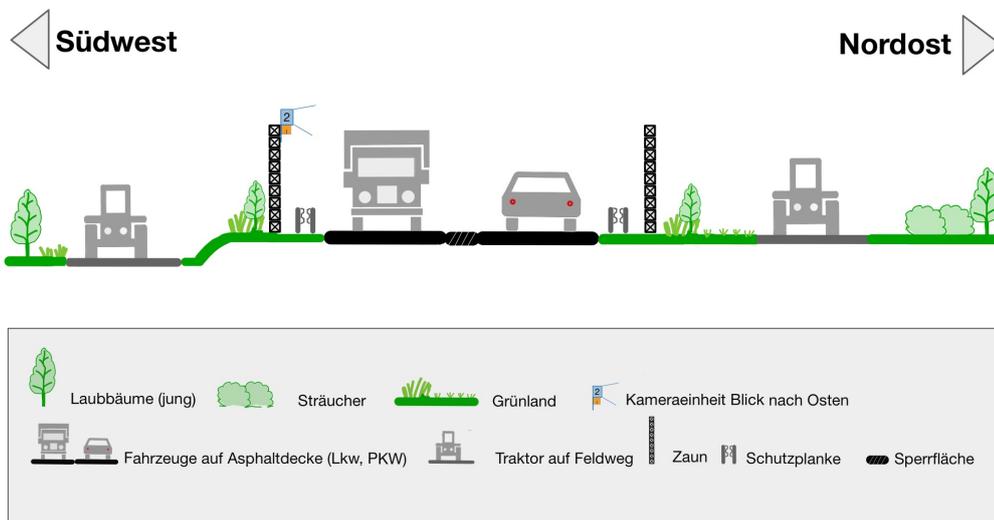
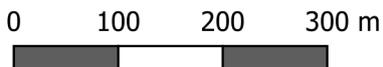
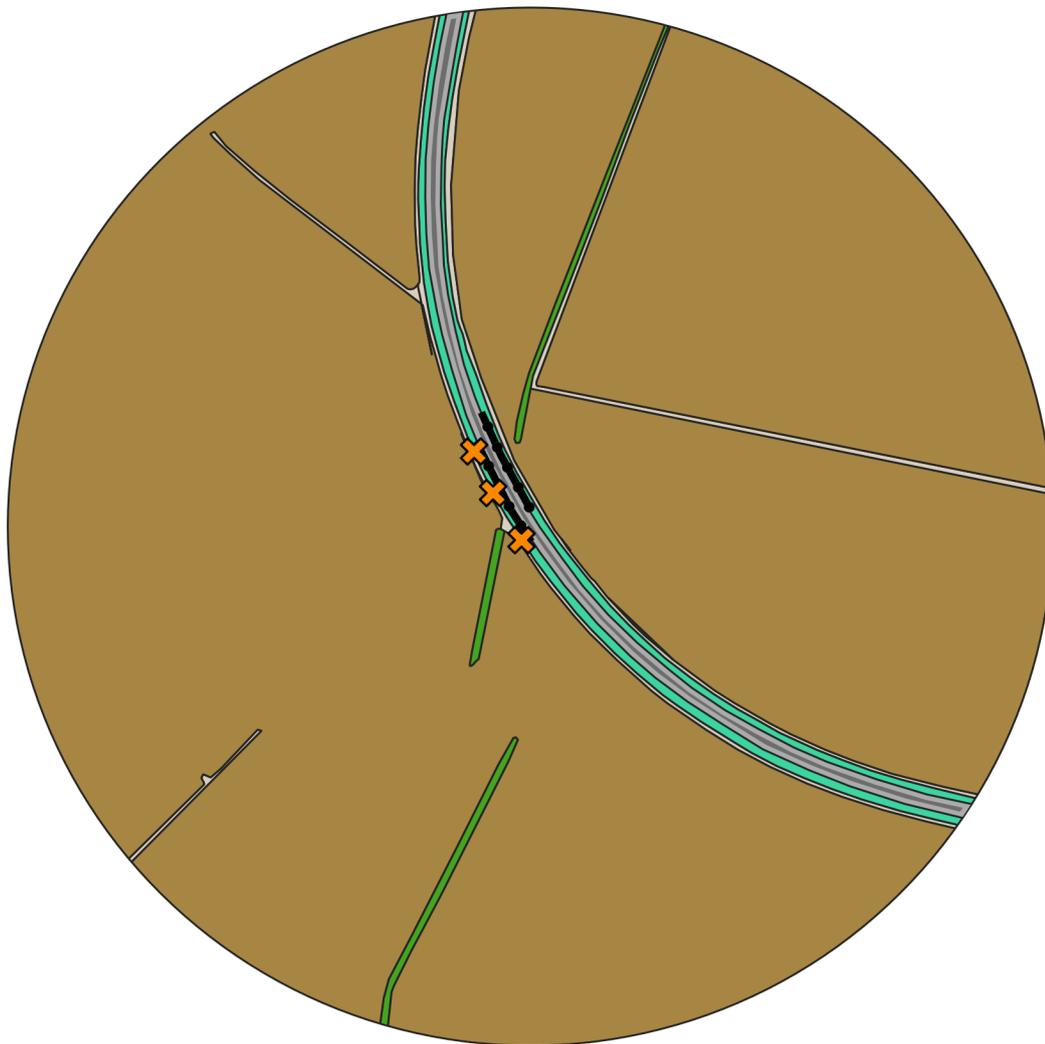


Bild 4-3: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort A (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

Standort A



Grundlage Landnutzung: landuse OpenStreetMap (Daten angepasst, Lücken ergänzt)

- |  |                      |                    |  |                    |
|--|----------------------|--------------------|--|--------------------|
|  | Standort Erfassungs- | <b>Landnutzung</b> |  | Straße             |
|  | system               |                    |  | Weg                |
|  | Überflughilfe        |                    |  | Straßenbegleitgrün |
|  |                      |                    |  |                    |
|  |                      |                    |  |                    |

Bild 4-4: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort A  
 (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlichung unter ODbL)

## 4.2.2 Standort B

Standort B befindet sich an einer zweistreifigen Landesstraße in Bayern (Bild 4-5 und Bild 4-6). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Bayerisches Straßeninformationssystem BAYSIS<sup>7</sup> auf ca. 1.856 Kfz/24 h. Am 11.08.2021 erfolgte die Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2017 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Maschendrahtzaunes errichtet. Die Zäune sind ca. 200 m lang und enden auf beiden Seiten der Straße an den gleichen Streckenkilometern, sie sind also spiegelbildlich entlang der Straße positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Westseite der Straße, an den beiden Zaunenden und entlang des Zauns. Auf Höhe der Überflughilfe liegt die Straße in Dammlage, auf der Ostseite mit einer Böschungshöhe von ca. 4 m und einem parallel verlaufendem Flurweg (Bild 4-6). Auf der Westseite ist der Höhenunterschied zwischen Fahrbahn und Flurweg geringer (ca. 1,5 m). Die Überflughilfe liegt im Offenland, östlich grenzt ein Rückhaltebecken (in Bild 4-7 als Landnutzung „Straße“ dargestellt) und ein Gehölzstreifen an die Überflughilfe, der zu einer Ortschaft führt (Bild 4-7). Westlich der Überflughilfe grenzt weiter südlich ebenfalls eine linienförmige Gehölzfläche an die Straße, in etwa 1 km Entfernung sind größere Waldgebiete vorhanden. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (Artenschutzbeitrag), Maßnahmenblatt, Legende zum Maßnahmenplan und der Planfeststellungsbeschluss.

Im Artenschutzbeitrag werden lediglich Fledermausarten, die ihre Sommer- und Wochenstubenquartiere in Gebäuden haben, als eingriffsempfindlich behandelt, da die Straße für diese Arten eine Austauschbeziehung zwischen Quartier und Jagdhabitat beeinträchtigt. Als Datengrundlage wird die Artenschutzkartierung Bayerns (ASK-Datenbank) genannt. Es liegen demnach aus dem näheren und weiteren Umfeld ASK-Funde für die Arten Braunes Langohr, Breitflügelfledermaus, Fransenfledermaus, Graues Langohr, Großer Abendsegler, Großes Mausohr, Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Kleine Bartfledermaus, Zweifarbfledermaus und Zwergfledermaus vor. Gebäudequartiernachweise aus dem Quartierhabitat (Ortschaft) liegen für das Graue Langohr (Kirche), für die Zwergfledermaus und für die Gruppe der Bartfledermäuse (Große oder Kleine Bartfledermaus, Scheune) vor.

Laut Maßnahmenblatt und Legende zum Maßnahmenplan wurden die bestehenden linienförmigen Gehölzflächen (vgl. Bild 4-7) als Leitlinie für Fledermäuse zwischen Ortschaft und Wald angesehen (Verbindung zwischen Quartier und Jagdhabitat). Daher wurde in Bereichen mit Dammlage der Straße eine Überflughilfe in Form einer künstlichen Überflughilfe installiert, um das Kollisionsrisiko für Fledermäuse zu reduzieren. Die künstliche Überflughilfe soll zurückgebaut werden, wenn die Bepflanzung ihre volle Funktionsfähigkeit erreicht hat (mind. 10 Jahre).

---

<sup>7</sup><https://www.baysis.bayern.de/webgis/synserver?project=webgis&x=603845.9916550028&y=5490621.630054005&scale=9027&rotation=0&base-mapview=WebkarteSWBayern&client=core&language=de>, aufgerufen am 03.07.2023)



Bild 4-5: Überflughilfe am Standort B an einer Landesstraße  
 linkes Bild Blickrichtung nach Norden, rechtes Bild Blickrichtung nach Süden (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

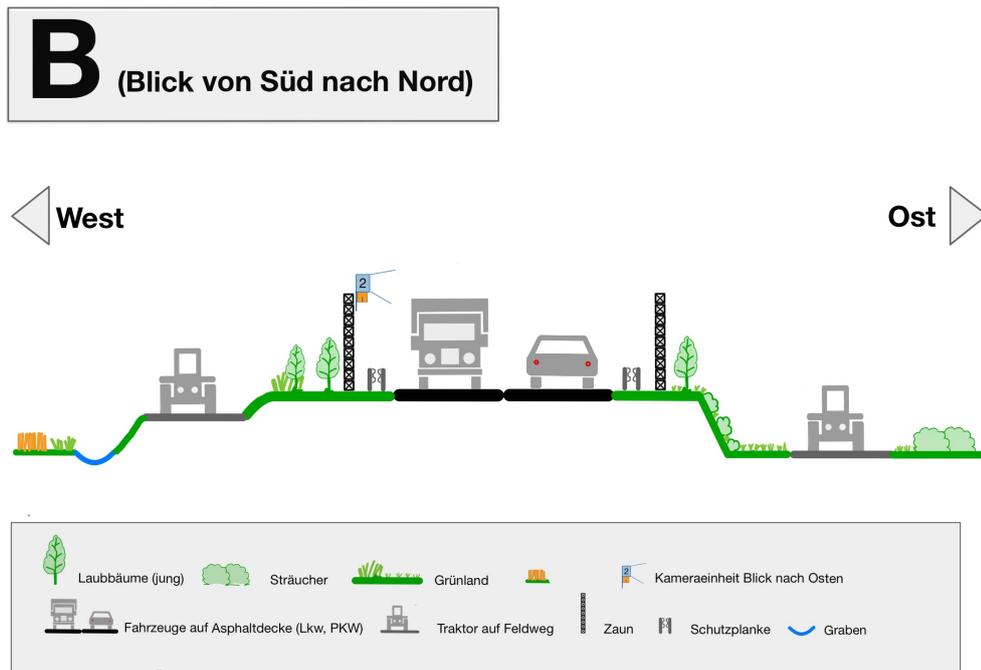


Bild 4-6: Schematische Darstellung der Überflughilfe am Standort B (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.  
 Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

## Standort B

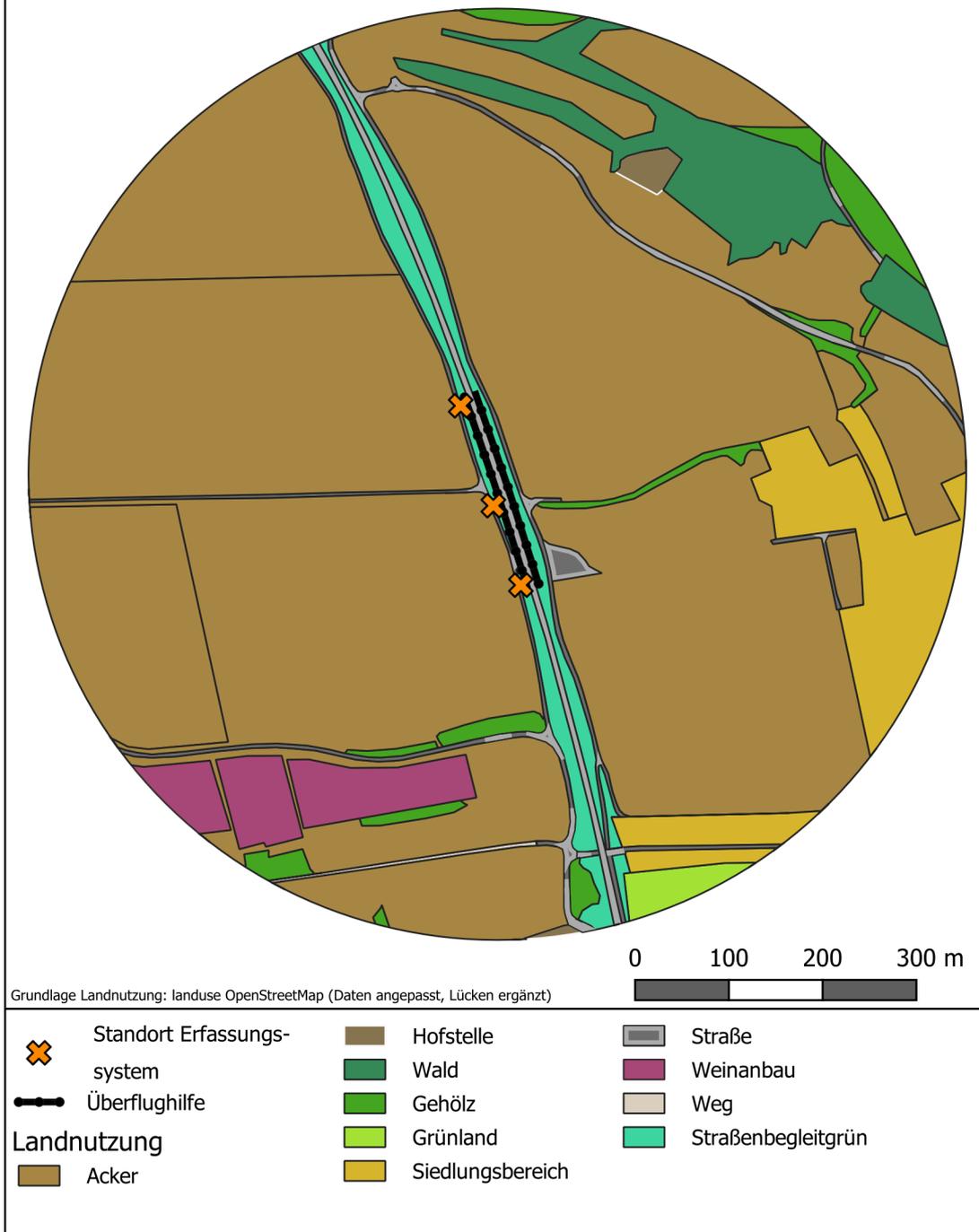


Bild 4-7: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort B  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlichung unter OdbL)

### 4.2.3 Standort C

Standort C befindet sich an einer zweistreifigen Landesstraße in Bayern (Bild 4-8 und Bild 4-9). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Bayerisches Straßeninformationssystem BAYSIS<sup>8</sup> auf ca. 5.797 Kfz/24 h. Am 11.04.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2020 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Maschendrahtzaunes errichtet. Die Zäune sind ca. 60 m lang und enden auf beiden Seiten der Straße an den gleichen Streckenkilometern, sie sind also spiegelbildlich entlang der Straße positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Westseite der Straße an den beiden Zaunenden und entlang des Zauns. Die Überflughilfe liegt im Offenland, südwestlich liegt eine Ortschaft (Bild 4-10). Beidseitig der Überflughilfe führt ein Feldweg auf die Straße zu, westlich der Straße ist dieser mit einem kleinen Feldgehölz bestanden. Entlang der Zäune sind kleine Sträucher (max. 50 cm Höhe) gepflanzt. Nordöstlich liegt in etwa 900 m Entfernung ein Talraum eines Gewässers mit Fischteichen u. ä., südwestlich ist in ca. 700 m Entfernung ein größeres Waldgebiet. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (Artenschutzbeitrag) inklusive Dokumentation der Erfassung, Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerische Begleitplan mit Maßnahmenplan und Maßnahmenblatt sowie der Planfeststellungsbeschluss.

Als Datengrundlage für das Vorkommen von Fledermausarten wurde gemäß Artenschutzbeitrag die Artenschutzkartierung Bayerns (ASK-Datenbank) sowie Ergebnisse einer Fledermauserfassung aus dem 2014 verwendet. Dabei wurden im Gebiet die Arten Fransenfledermaus, Großer Abendsegler, Kleinabendsegler, Mopsfledermaus, Mückenfledermaus, Rauhaufledermaus und Zwergfledermaus auf Artniveau erfasst. Weiterhin sind Hinweise auf die Arten Braunes und Graues Langohr, Breitflügelfledermaus, Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Kleine Bartfledermaus, Großes Mausohr und Zweifarbfledermaus erbracht worden. Im Bereich der errichteten Überflughilfe wurden neben der Zwergfledermaus auch Hinweise auf Arten der Gattung *Myotis* erbracht, insgesamt wurde hier gemäß dem Kartierbericht eine geringe Aktivitätsdichte festgestellt.

Laut Planunterlagen wurden die im Gebiet vorhandenen, mit Gehölzen bestandenen Flurwege aufgrund von Kartiererergebnissen (Horchboxenaufnahmen, mobiler Detektor und Sichtbeobachtungen) gutachterlich im Artenschutzbeitrag als Jagd- und Vernetzungsstrukturen zwischen Siedlung (Quartierhabitat) und Offenland/Talraum eines Gewässers (Jagdhabitat, u. a. sind Streuobstbestände und Fischteiche vorhanden) eingestuft. Um die Kollisionsgefahr für Fledermäuse zu vermindern, wurde daher die Errichtung von temporären Leit- und Irritationsschutzeinrichtungen in Kombination mit Heckenpflanzungen auf den Böschungsf Flächen als Maßnahme vorgesehen. Die Irritationsschutzeinrichtungen sollen laut Maßnahmenblatt nach Erreichen der Schutzfunktion durch die Heckenpflanzung wieder entfernt werden.

---

<sup>8</sup><https://www.baysis.bayern.de/webgis/synserver?project=webgis&x=603845.9916550028&y=5490621.630054005&scale=9027&rotation=0&base-mapview=WebkarteSWBayern&client=core&language=de>, aufgerufen am 03.07.2023)



Bild 4-8: Überflughilfe am Standort C an einer Landesstraße (Blickrichtung nach Osten)  
(Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

## C (Blick von Süd nach Nord)

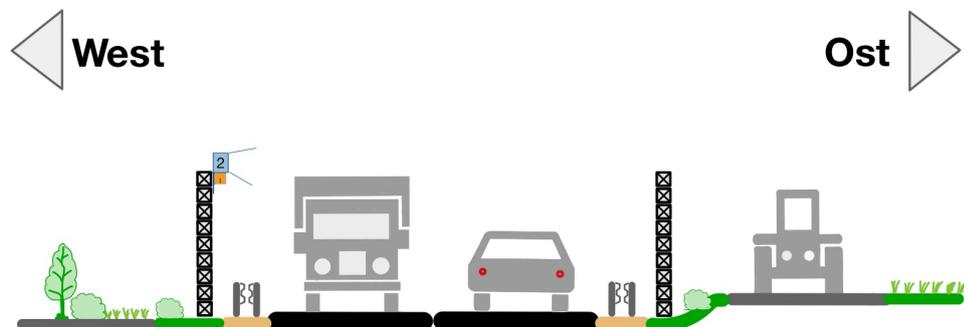


Bild 4-9: Schematische Darstellung der Überflughilfe am Standort C (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofils.

## Standort C

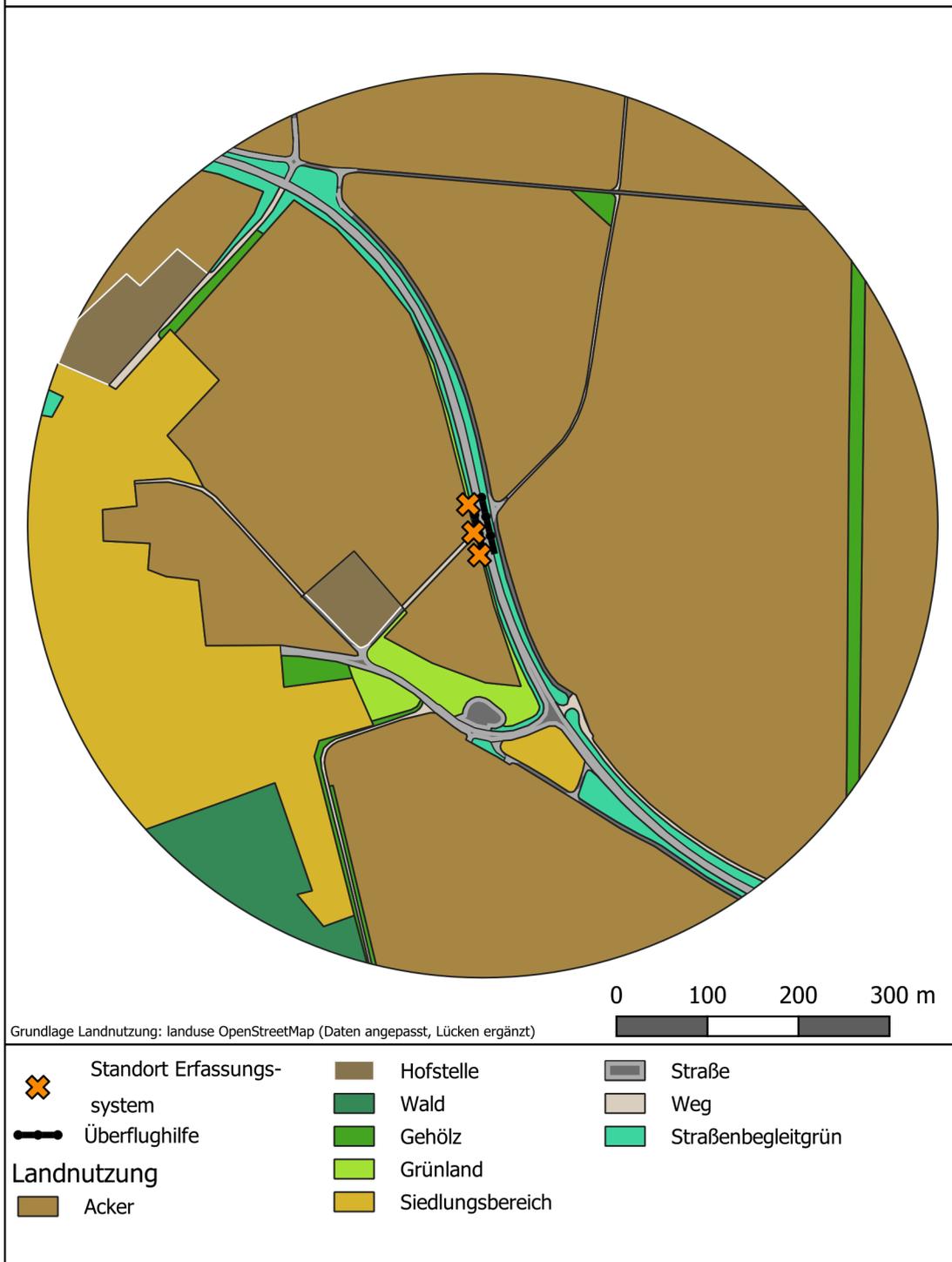


Bild 4-10: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort C  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlichung unter OdbL)

#### 4.2.4 Standort D

Standort D befindet sich an einer sechsstreifigen Autobahn in Nordrhein-Westfalen (Bild 4-11 und Bild 4-12). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. automatischer Verkehrszählung der BAST<sup>9</sup> auf ca. 64.313 Kfz/24 h (Stand 2021). Am 30.06./01.07.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2013 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4,5 m hohen Maschendrahtzaunes (Maschenweite < 4 cm) kombiniert mit Hecken auf der einen Seite und einer Wand auf der anderen Seite errichtet (Bild 4-12). Zusätzlich ist auf dem Mittelstreifen eine Leiteinrichtung in Form einer Heckenpflanzung als Überflughilfe vorhanden, die die geplante Mindesthöhe von 4 m aktuell noch nicht erreicht hat. Der Zaun ist ca. 620 m lang. Die gegenüberliegende Wand ist etwas länger, so dass Zaun- und Wandende gegeneinander versetzt sind. Die Erfassungen erfolgten auf der Südseite der Straße entlang des Zauns. Im Bereich der Überflughilfe liegt die Straße in deutlicher Dammlage mit einer Böschungshöhe von ca. 4 m (Bild 4-12). Nördlich grenzt ein Waldgebiet mit anschließender Ortschaft an die Autobahn (Bild 4-13). Der Wald ist noch jung und als Aufforstungsfläche im Zuge der Maßnahmenplanung in den Planunterlagen eingezeichnet. Am westlichen Ende der Überflughilfe ist eine Unterführungsbauwerk mit Gewässerquerung vorhanden (ca. 410 m von den Erfassungssystemen entfernt). Südlich der Autobahn befinden sich ein Rückhaltebecken (in Bild 4-13 als Landnutzung „Straße“ dargestellt), Ackerflächen und weiter südlich ein Waldgebiet. Im Bereich des Rückhaltebeckens ist eine Reihe von ca. 20 Hainbuchen (Höhe ca. 4–5 m) zwischen dem Rückhaltebecken und der Straßenböschung gepflanzt. Im weiteren Umfeld bis 1,5 km sind weitere Waldgebiete und Ortschaften vorhanden. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, Bestands- und Konfliktpläne, Übersichts- und Maßnahmenpläne.

Gemäß dem Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan erfolgten Fledermauserfassungen, bei denen insbesondere die Arten Zwergfledermaus, Großer Abendsegler, Großes Mausohr, Rauhautfledermaus, Bechsteinfledermaus, Kleinabendsegler, Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Fransenfledermaus und Braunes Langohr erfasst werden konnten. Im direkten Umfeld der untersuchten Überflughilfe waren es vor allem die Arten Zwergfledermaus, Großes Mausohr, Großer Abendsegler und Rauhautfledermaus. Laut Bestands- und Konfliktplan sind westlich des Untersuchungsstandorts entlang des gehölzbestandenen Gewässers eine Austauschbeziehung und Leitlinien von Fledermäusen (u. a. Großes Mausohr) vorhanden. Quartiere werden in den umliegenden Ortschaften sowie in alten Bäumen entlang der Gewässer erwartet.

Gemäß Maßnahmenplan ist vorgesehen, dass sowohl der Zaun auf der Südseite der Autobahn als Schutzzaun als auch die Heckenpflanzung auf dem Mittelstreifen als Leiteinrichtung, gleichzeitig als Überflughilfe für Fledermäuse wirken. Die Wand auf der Nordseite der Autobahn ist laut Maßnahmenplan eine Lärmschutzwand und nicht explizit als Überflughilfe gekennzeichnet. An Zaun und Wand schließt jeweils ein Wildschutzzaun an.

---

<sup>9</sup>[https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl\\_aktuell\\_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322](https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322), aufgerufen am 30.06.2023



Bild 4-11: Überflughilfe am Standort D an einer Autobahn (Blickrichtung nach Norden)  
 (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)



Bild 4-12: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort D (westliches Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

## Standort D

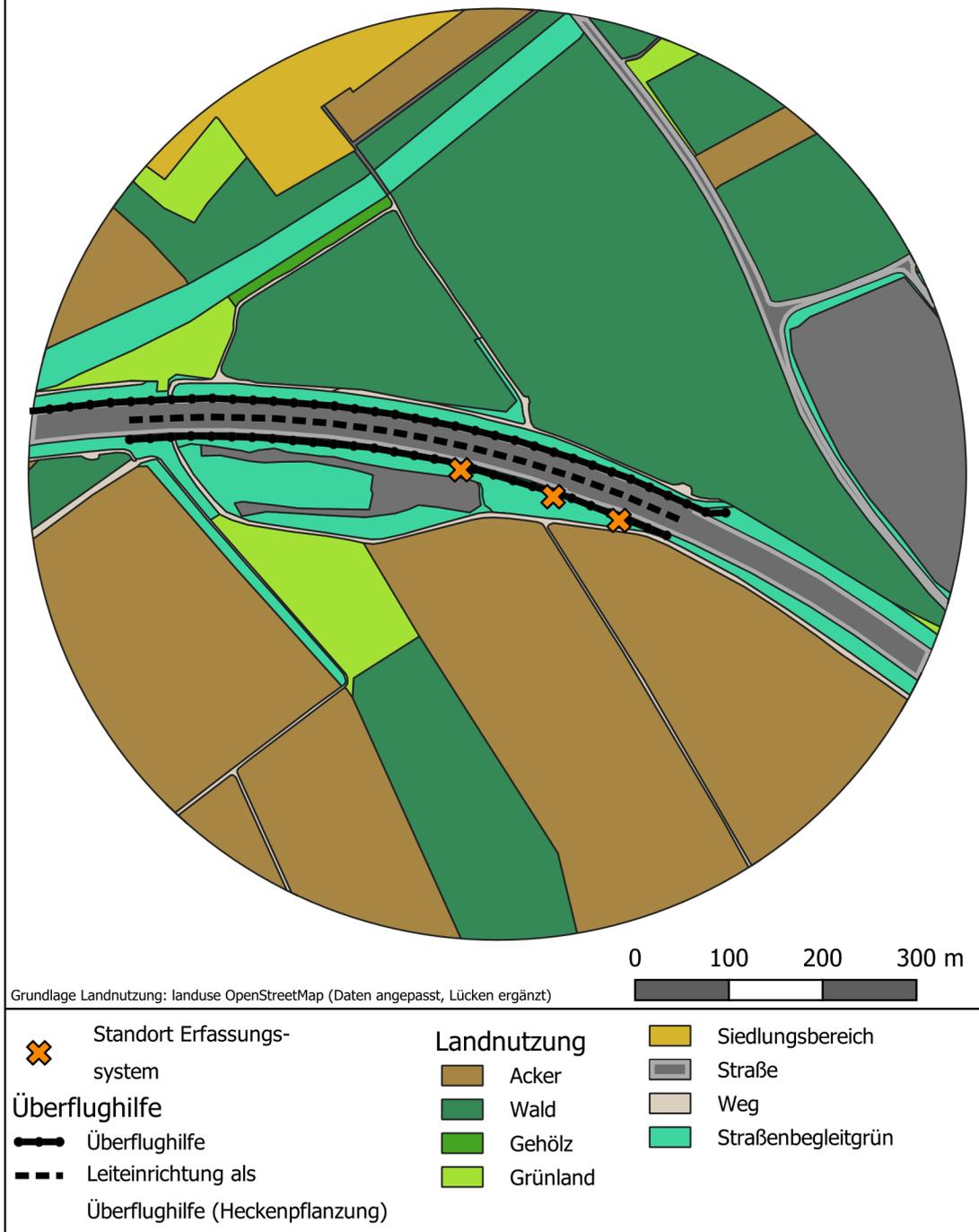


Bild 4-13: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort D

(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter OdbL). Der Wald nördlich der Autobahn ist noch jung und wurde erst im Zuge der Maßnahmenplanung als Aufforstungsfläche angepflanzt.

#### 4.2.5 Standort E

Standort E befindet sich an einer sechsstreifigen Autobahn in Nordrhein-Westfalen (Bild 4-14 und Bild 4-15). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. automatischer Verkehrszählung der BAST<sup>10</sup> auf ca. 64.313 Kfz/24 h (Stand 2021). Am 30.06./01.07.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2013 beidseitig der neugebauten Straße in Form einer 4,5 m hohen und circa 360 m langen geschlossenen Wand errichtet, die nach Osten ca. 1.500 m als Zaun weitergeführt wird und beidseitig der Straße etwa auf gleicher Länge endet. Am Westende der Wand entlang der südlichen Fahrbahnseite ist der Holzwand ein Zaunstück aufgesetzt (Gesamthöhe hier ebenfalls ca. 4,5 m; Bild 4-14 links). Der östlich an die Wand anschließende Kollisionsschutzzaun ist ca. 4 m hoch und verläuft auf ganzer Länge beidseitig entlang der Autobahn zwischen dem nördlich gelegenen Wald und angrenzenden Flächen (Bild 4-14 rechts, Bild 4-16). Dieser Zaun wird von einer als Querungshilfe gestalteten Überführung unterbrochen (ca. 170 m von Erfassungssystemen entfernt). Ab hier verläuft der Zaun noch über 360–560 m weiter. In diesem Teilbereich wurden die Untersuchungseinheiten angebracht, auf der Südseite der Straße. Hier verläuft die Straße in Gleichlage (Bild 4-15). Westlich des untersuchten Bereichs wurde eine Bepflanzung aus Säulenhainbuchen im Mittelstreifen (Pflanzhöhe mind. 4 m) aufgrund der schlechten Wüchsigkeit der Säulenhainbuchen im Winter 2018/2019 durch einen 4 m hohen Zaun ersetzt. Im Bereich der untersuchten Überflughilfe ist keine zusätzliche Überflughilfe auf dem Mittelstreifen vorhanden. Hier durchquert die Straße ein nach Norden großräumiges Waldgebiet. Südlich der Straße verlaufen zwei Bahntrassen überwiegend durch Acker- und Grünlandflächen (Bild 4-16). Im Umfeld von ca. 1 km ist ein weiteres Waldgebiet sowie eine Ortschaft vorhanden. Westlich des untersuchten Bereichs ist in ca. 500 m Entfernung eine Grünbrücke vorhanden. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, Bestands- und Konfliktpläne, Übersichts- und Maßnahmenpläne sowie Monitoringberichte aus den Jahren 2015, 2018 und 2021.

Gemäß Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan erfolgten Fledermauserfassungen, bei denen in dem Waldgebiet vor allem die Arten Großes Mausohr, Bechsteinfledermaus, Zwergfledermaus, Großer Abendsegler, Braunes Langohr und Kleinabendsegler nachgewiesen wurden. Als bedeutsame Teilbereiche wurden der westliche Waldrand und die Laubwaldbestände im südlichen Teil bewertet. Auch der Waldrand im Bereich der untersuchten Überflughilfe wurde als viel genutzte Flugstraße identifiziert.

Der Autobahnabschnitt ist im September 2014 in Betrieb gegangen. Aufgrund des Trassenneubaus kam es zu Eingriffen in eine zusammenhängende Waldfläche und zur Neuzerschneidung bestehender Austauschbeziehungen. Auf der Basis von zuvor durchgeführten telemetrischen Untersuchungen zur Ermittlung von Flugkorridoren wurden verschiedene Typen von Querungsbauwerken (Grünbrücke, Kastendurchlässe, optimierte Wirtschaftswegebrücke mit Irritationsschutz und Kollisionsschutzgitter) installiert und im Zuge eines Monitorings (gem. Planfeststellungsbeschluss) in

---

<sup>10</sup>[https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl\\_aktuell\\_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322](https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322), aufgerufen am 30.06.2023

den Folgejahren deren Funktionalität geprüft (mittels Netzfang, Telemetrie und akustischem Monitoring).

Gemäß der Monitoringberichte wurden im Rahmen des Monitorings zehn Fledermausarten im Untersuchungsraum nachgewiesen (Erfassungen 2015, 2018, 2021) und werden als eingriffsempfindlich behandelt: Bechsteinfledermaus, Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Großer Abendsegler, Großes Mausohr, Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Kleinabendsegler, Kleine Bartfledermaus, Rauhautfledermaus und Zwergfledermaus. Für die Arten Braunes Langohr und Kleinabendsegler sind Nachweise von Wochenstubenkolonien in Baumhöhlen im angrenzenden Wald bekannt. Von der Großen Bartfledermaus (Brandtfledermaus), dem Großen Mausohr und der Zwergfledermaus weisen säugende Weibchen bei Netzfängen auf eine Nutzung von Wochenstubentiere hin. Von der Bechsteinfledermaus scheint im angrenzenden Wald keine Fortpflanzungsgemeinschaft zu bestehen. Die Untersuchungen im Rahmen des Monitorings zeigen, dass die Pipistrellus-Arten, insbesondere die Zwergfledermaus, alle zur Verfügung stehenden Querungshilfen nutzen, d. h. Einzeltiere überflogen die randlichen Schutzwände, um dann auf kürzestem Weg rechtwinklig zur Fahrbahn zu queren. Für die Rufgruppen Langohrfledermäuse, *Myotis spec.* und *Nyctalus spec.*, wurden keine Querungen beobachtet, die Ruftypengruppen konnten aber während der Begehungen in der Nähe der Schutzwände verheard werden. Teilweise unterquerten sie die Autobahn durch ein Kastenbauwerk.



Bild 4-14: Überflughilfe am Standort E an einer Autobahn

linkes Bild Blickrichtung nach Nordwest; rechtes Bild Untersuchungsstandort, Blickrichtung nach Norden (Fotos: K. Scharf & H. Reers)

**E** (Blick von Südwest nach Nordost)

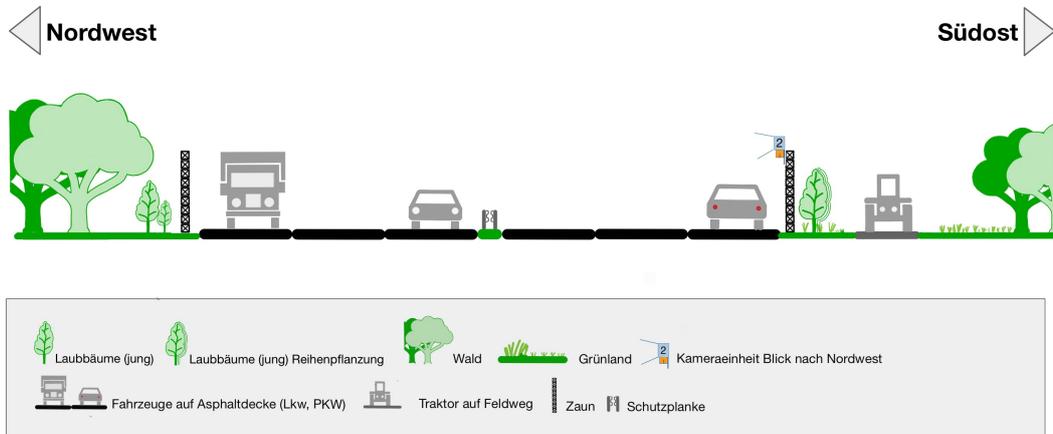


Bild 4-15: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort E (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

Standort E

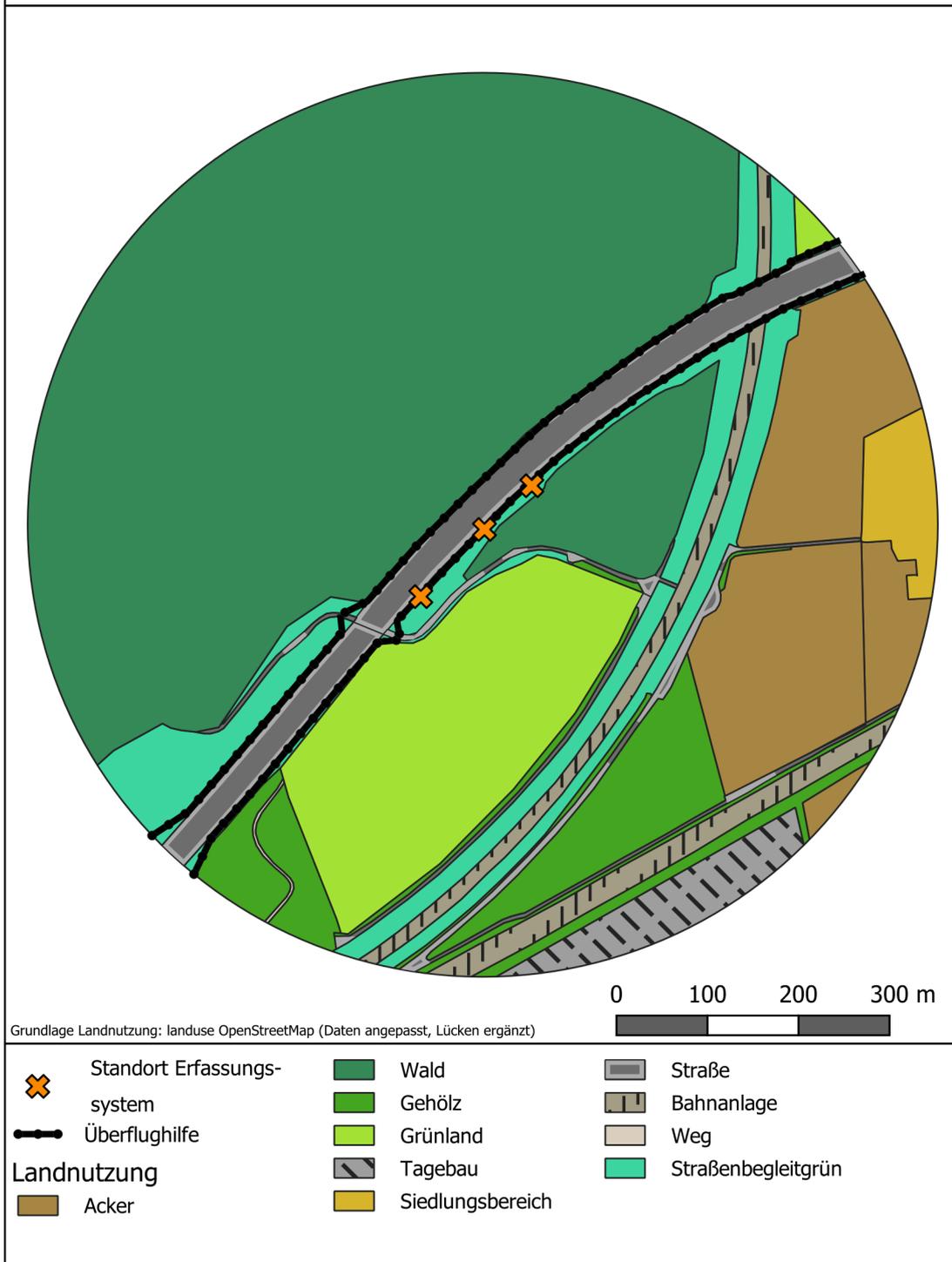


Bild 4-16: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort E  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlich unter ODbL)

#### 4.2.6 Standort F

Standort F befindet sich an einer vierstreifigen Autobahn in Sachsen-Anhalt (Bild 4-17 und Bild 4-18) und liegt ca. 3,8 km südlich von Standort G. Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Deutscher Verkehrszahlendatenbank<sup>11</sup> auf ca. 8.148 Kfz/24 h (Stand 2021). Am 17.05.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Maschendrahtzaunes errichtet. Die Zäune sind auf einer Straßenseite ca. 130 m und auf der anderen Straßenseite ca. 420 m lang und die Zaunenden sind dementsprechend gegeneinander versetzt positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Westseite der Straße, also am kürzeren Zaun (an beiden Zaunenden und entlang des Zauns). An beiden untersuchten Zaunenden verläuft somit auf der gegenüberliegenden Straßenseite der Zaun noch weiter nach Norden bzw. Süden. Der Verlauf der Straße im Bereich der Überflughilfe ist in Gleichlage (Bild 4-18). Die Verkehrsfreigabe erfolgte 2014. An die Zäune grenzt beidseitig ein Wildschutzzaun und Anpflanzungen an. Westlich der Überflughilfe steht eine einzelne große Birke mit dahinterliegenden Gehölzstreifen. Östlich der Straße grenzt ein großes Waldgebiet an (Bild 4-19). In etwa 1,5–2 km Entfernung sind Ortschaften vorhanden. Nördlich und südlich der Überflughilfe sind in ca. 1 km Entfernung zum Untersuchungsstandort ein Fledermausüberführungsbauwerk und eine Wegeunterführung vorhanden. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Artenschutzbeitrag inklusive Karte, Landschaftspflegerischer Begleitplan inklusive Bestands- und Konfliktplan, Maßnahmenübersichts- und -lageplan sowie Monitoringberichte der Funktionskontrolle des nördlich gelegenen Fledermausüberführungsbauwerks (2014, 2016).

Gemäß dem Landschaftspflegerischen Begleitplan und dem Artenschutzbeitrag erfolgten mehrere Fledermauserfassungen in den Jahren 2004 bis 2008. Dabei konnten insgesamt 14 Fledermausarten nachgewiesen werden (darunter auch Mopsfledermaus, Braunes und Graues Langohr, Kleine und Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Wasserfledermaus und Fransenfledermaus). Mehrere Waldränder und gehölzbestandene Feldwege werden als bedeutende Flugtrassen und Jagdgebiete für Arten wie Großer Abendsegler und Zwergfledermaus eingestuft. Umliegende Waldgebiete und die Ortschaft sind als Quartierhabitat von Bedeutung. In einer Ortschaft sind u. a. Wochenstuben von Breitflügelfledermaus und Graues Langohr bekannt, für Zwergfledermaus und die Mückenfledermaus wurden ebenfalls Wochenstuben vermutet. Im Bereich der hier beschriebenen Überflughilfe wurde von einer funktionalen Beeinträchtigung einer hochfrequentierten Flugroute entlang des östlich der Autobahn verlaufenden Waldrands und einer Kollisionsgefahr für Einzeltiere der Arten Fransenfledermaus, Zwergfledermaus, Mückenfledermaus und Graues Langohr aufgrund der Querung einer Flugroute geringer Bedeutung ausgegangen. Da die Hauptflugbewegung östlich der Autobahn entlang des Waldrands verläuft, wurde der Zaun auf dieser Seite auf einer längeren Strecke gebaut. Zusätzlich wurde der Waldrand zurückgesetzt, womit die Fledermäuse vom Queren der Trasse abgelenkt und eine Abschirmung der Trasse erreicht werden sollte.

---

<sup>11</sup><https://www.b30oberschwaben.de/verkehrszahlen-datenbank.html?year=2021&road=&search=&country=alle&priority=&allfrcm=%3D&allfr=B-Rang&allfrccm=%3D&allfr=L-Rang&allfdtvcvcm=%3D&allfdtv=DTV&allfsvcm=%3D&allfsv=SV&globalfbplpt=alle&mode=0&short-view=true&sort=27&BtnExecSearch=Suche+starten>, aufgerufen am 30.06.2023)

Nördlich der Überflughilfe wurde ein für Fledermäuse geeignetes Überführungsbauwerk mit Irritationsschutzwänden gebaut, um die dort betroffene hoch bedeutsame Funktionsbeziehung/Flugroute zu erhalten (insbesondere für die Arten Fransenfledermaus, Mückenfledermaus, Mopsfledermaus und Zwergfledermaus). Für diese Querungshilfe liegen Monitoringberichte zur Funktionskontrolle vor (2014, 2016). Im Rahmen des akustischen Monitorings zur Funktionskontrolle des Fledermausüberführungsbauwerks wurde eine bevorzugte Nutzung des Bauwerks insbesondere für Zwergfledermaus und Mückenfledermaus beobachtet. Für eine Langohrfledermaus konnte ein einzelner Überflug der Straße am Ende des Irritationsschutzzauns erfasst werden.



Bild 4-17 : Überflughilfe am Standort F an einer Autobahn  
linkes Bild Blickrichtung nach Süden, rechtes Bild Blickrichtung nach Norden (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

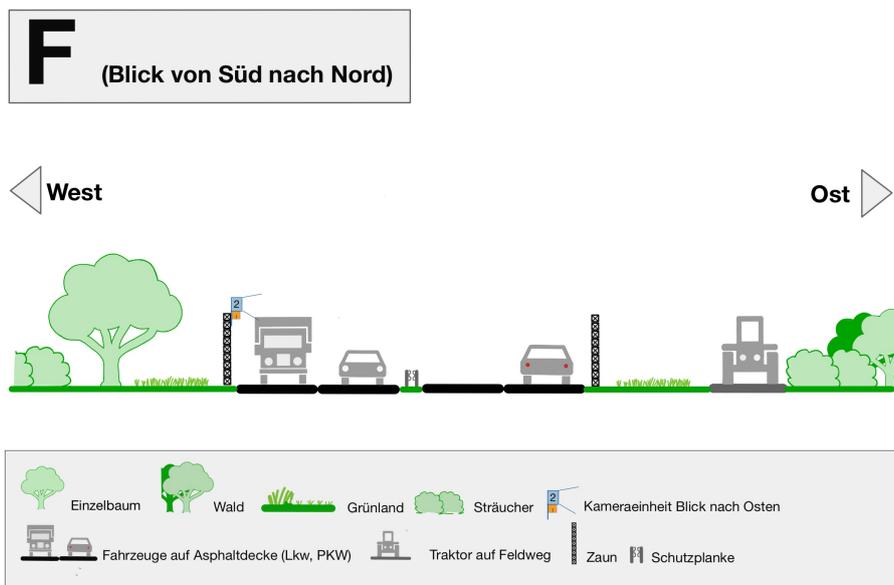


Bild 4-18: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort F (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnitzzeichnung ist eine nicht maßstabgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

## Standort F

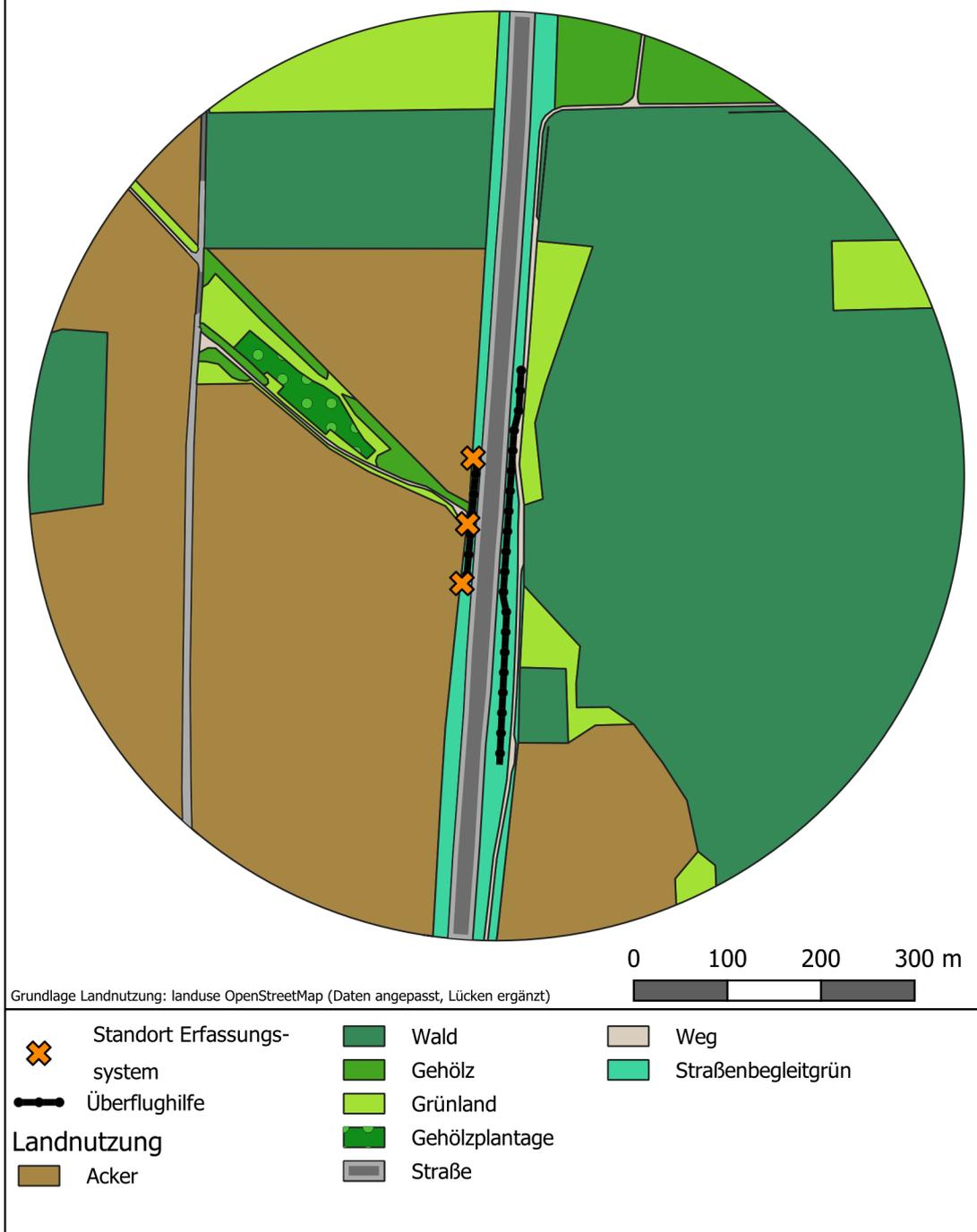


Bild 4-19: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort F  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

#### 4.2.7 Standort G

Standort G befindet sich an einer vierstreifigen Autobahn in Sachsen-Anhalt (Bild 4-20 und Bild 4-21) und liegt ca. 3,8 km nördlich von Standort F. Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Deutscher Verkehrszahlendatenbank<sup>12</sup> auf ca. 6.370 Kfz/24 h (Stand 2021). Am 17.05.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2020 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Maschendrahtzaunes errichtet. Die Zäune sind jeweils ca. 145 m lang und enden auf beiden Seiten der Straße an den gleichen Streckenkilometern, sie sind also spiegelbildlich entlang der Straße positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Ostseite der Straße an den beiden Zaunenden und entlang des Zauns. Im Osten verläuft direkt entlang der Straße eine Böschung mit ca. 1,5 m und ein kleiner Graben, ansonsten ist der Verlauf der Straße im Bereich der Überflughilfe in Gleichlage (Bild 4-21). An die Zäune grenzt beidseitig ein Wildschutzzäun an. Die Überflughilfe liegt an einem südlichen Waldrand eines großen Waldgebiets, das von der Straße durchquert wird (Bild 4-22). Nach Süden sind überwiegend Ackerflächen im direkten Umfeld der Überflughilfe vorhanden. In etwa 1,5 km Entfernung befindet sich eine Ortschaft und in ca. 1,2 km Entfernung eine Grünbrücke. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Erläuterungsbericht zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, Bestands- und Konfliktpläne, Übersichts- und Maßnahmenpläne.

Als Datengrundlage für das Vorkommen von Fledermausarten wurde in den Jahren 2006 bis 2008 Erfassungen durchgeführt (Detektorbegehungen, Horchboxenuntersuchungen, Quartierkontrollen, Netzfänge und Telemetrie). Im Bereich des sich nördlich der Überflughilfe erstreckenden Waldes konnten die Arten Großes Mausohr, Wasserfledermaus, Große Bartfledermaus (Brandtfledermaus), Fransenfledermaus, Bechsteinfledermaus, Braunes und Graues Langohr, Mopsfledermaus, Mückenfledermaus, Rauhaufledermaus, Zwergfledermaus, Breitflügelfledermaus, Großer Abendsegler und Kleinabendsegler erfasst werden. Dieses große Waldgebiet bietet ein breites Quartierangebot (Spechthöhlen, Spaltenquartiere, Kastenreviere) und wurde als ein Fledermauslebensraum hoher Bedeutung eingestuft, der neben der Funktion als Quartier- und Jagdhabitat auch Flugtrassen und Austauschbeziehungen zwischen Quartier- und Jagdhabitaten, u. a. entlang der Waldränder, aufweist.

Als Maßnahme zur Vermeidung betriebsbedingter Kollisionsopfer (u. a. der Mopsfledermaus) wurden gemäß dem Erläuterungsbericht neben Querungshilfen (Grünbrücke, Unter- und Überführungsbauwerken) auch Fledermausschutzzäune mit 4 m Höhe über der Gradientenlinie und 3 cm Maschenweite geplant. Diese Schutzzäune wurden laut Maßnahmenblatt in Bereichen umgesetzt, in denen bedeutende Flugrouten dauerhaft von der Trasse unterbrochen werden und eine Lenkung der Flugbewegungen gewünscht wird. Neben der Ablenkfunktion wird im Maßnahmenblatt auch von einer Funktion als Überflughilfe für nicht strukturgebunden fliegende Arten wie beispielsweise die Breitflügelfledermaus gesprochen.

---

<sup>12</sup><https://www.b30oberschwaben.de/verkehrszahlen-datenbank.html?year=2021&road=&search=&country=alle&priority=&allfrcm=%3D&allfr=B-Rang&allfrccm=%3D&allfr=L-Rang&allfdtvcvcm=%3D&allfdtv=DTV&allfsvcm=%3D&allfsv=SV&globalfbplpt=alle&mode=0&short-view=true&sort=27&BtnExecSearch=Suche+starten>, aufgerufen am 30.06.2023)



Bild 4-20: Überflughilfe am Standort G an einer Autobahn  
 linkes Bild Blickrichtung nach Osten, rechtes Bild Blickrichtung nach Norden (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

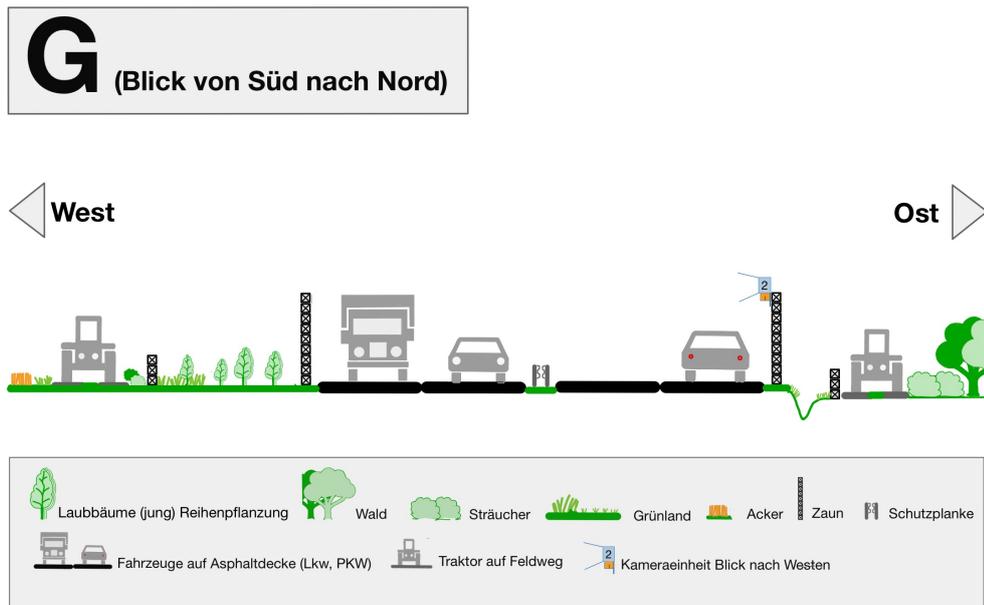


Bild 4-21: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort G (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.  
 Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

Standort G

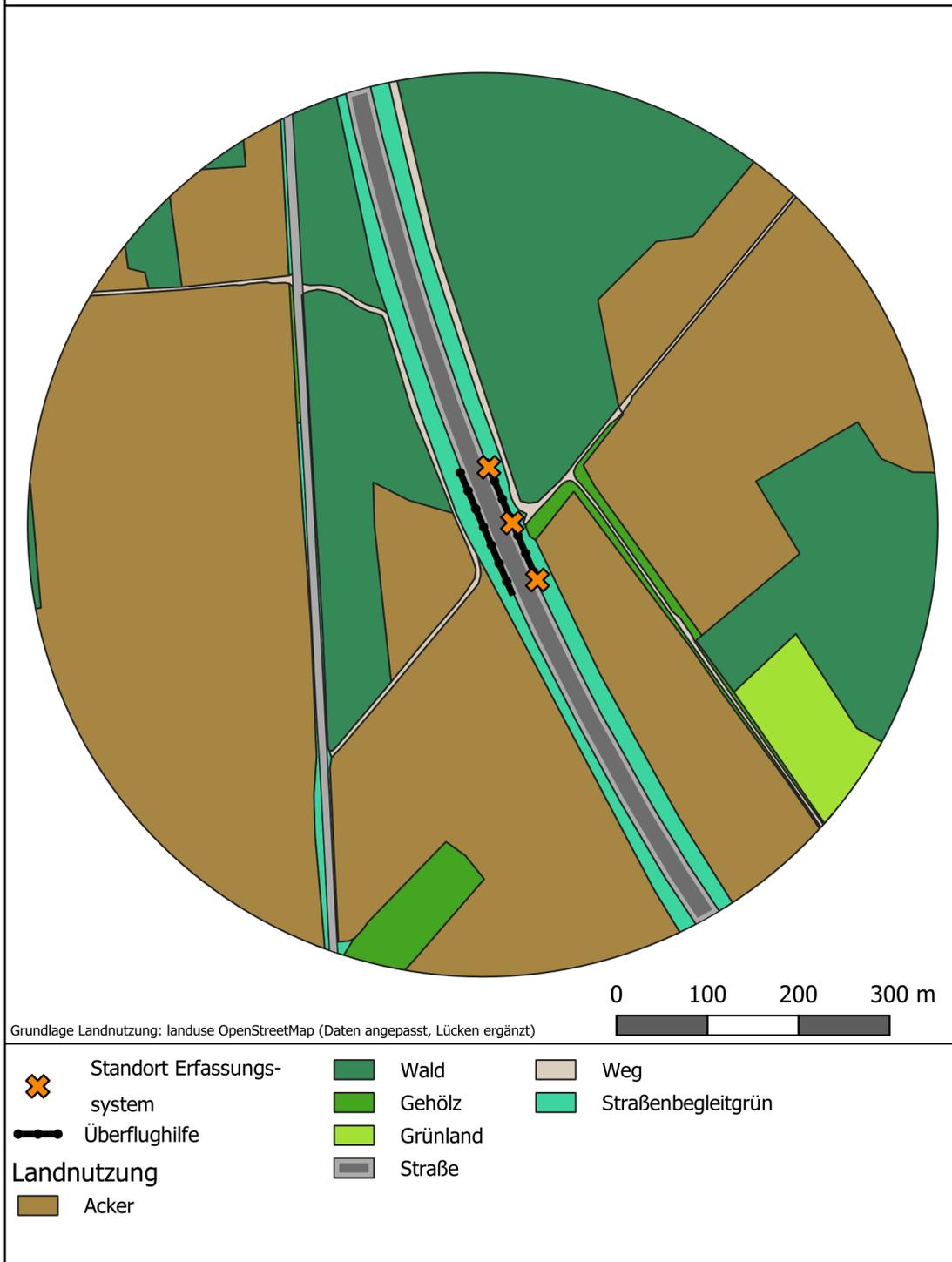


Bild 4-22: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort G  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlich unter ODbL)

#### 4.2.8 Standort H

Standort H befindet sich an einer vierstreifigen Autobahn in Thüringen (Bild 4-23 und Bild 4-24). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. Deutscher Verkehrszahlendatenbank<sup>13</sup> auf ca. 21.291 Kfz/24 h (Stand 2021). Die Überflughilfe wurde 2006 beidseitig der neugebauten Straße in Form eines 4 m hohen Gitterzaunes errichtet. Die Zäune sind ca. 1.137–1.142 m lang und enden auf beiden Seiten der Straße etwa an den gleichen Streckenkilometern, sie sind also spiegelbildlich entlang der Straße positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Südseite der Straße entlang des Zauns. Die Autobahn durchquert in diesem Abschnitt ein großes Waldgebiet (Bild 4-25) und liegt insbesondere nach Süden hin in Dammlage (Bild 4-24). Östlich und westlich des untersuchten Bereichs sind eine Grünunterführung und eine Wegeunterführung vorhanden (ca. 300 m von den Erfassungssystemen entfernt). Südlich des Walds sind vor allem Ackerflächen und in etwa 1 km Entfernung ist eine Ortschaft vorhanden. Für die Überflughilfe liegen eine Informationsbroschüre sowie eine Dokumentation zum Verkehrsprojekt vor. Hierin wird beschrieben, dass aufgrund einer hohen Nachweisdichte von verschiedenen Fledermausarten im umliegenden Waldgebiet und mehreren quer zur Autobahn verlaufenden Flugbahnen ein hohes Kollisionsrisiko zu erwarten war. Mit Hilfe der Überflughilfe sollte das Kollisionsrisiko für Fledermäuse reduziert und die Hinleitung zu im Umfeld vorhandenen, groß dimensionierten Bauwerken (teilweise als Wilddurchlässe geplante Bauwerke) ermöglicht werden.

Am 18.05.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts sowie eine nächtliche Begehung mit einem mobilen Detektor und einer Wärmebildkamera zur Erfassung der Fledermausaktivität. Im Rahmen der nächtlichen Begehung konnten neben der Zwergfledermaus auch Arten der Gattung *Myotis* entlang der Überflughilfe erfasst werden. Die Arten der Gattung *Myotis* wurden insbesondere im Bereich der Grünunterführung festgestellt. Die Zwergfledermaus konnte zusätzlich auch im Umfeld entlang der Überflughilfe registriert werden.

---

<sup>13</sup><https://www.b30oberschwaben.de/verkehrszahlen-datenbank.html?year=2021&road=&search=&country=alle&priority=&allfrcm=%3D&allfr=B-Rang&allfrccm=%3D&allfrc=L-Rang&allfdtvcvcm=%3D&allfdtv=DTV&allfsvcm=%3D&allfsv=SV&globalfbplpt=alle&mode=0&short-view=true&sort=27&BtnExecSearch=Suche+starten>, aufgerufen am 30.06.2023)



Bild 4-23: Überflughilfe am Standort H an einer Autobahn  
 linkes Bild Blickrichtung nach Westen, rechtes Bild Blickrichtung nach Norden (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

**H** (Blick von West nach Ost)

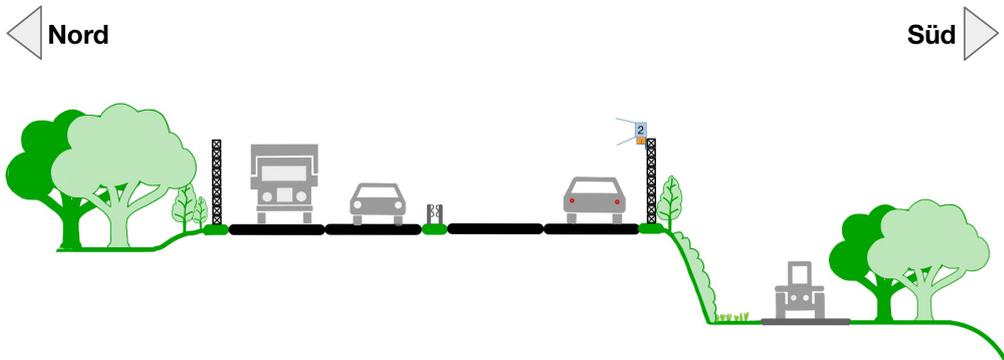


Bild 4-24: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort H (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

## Standort H

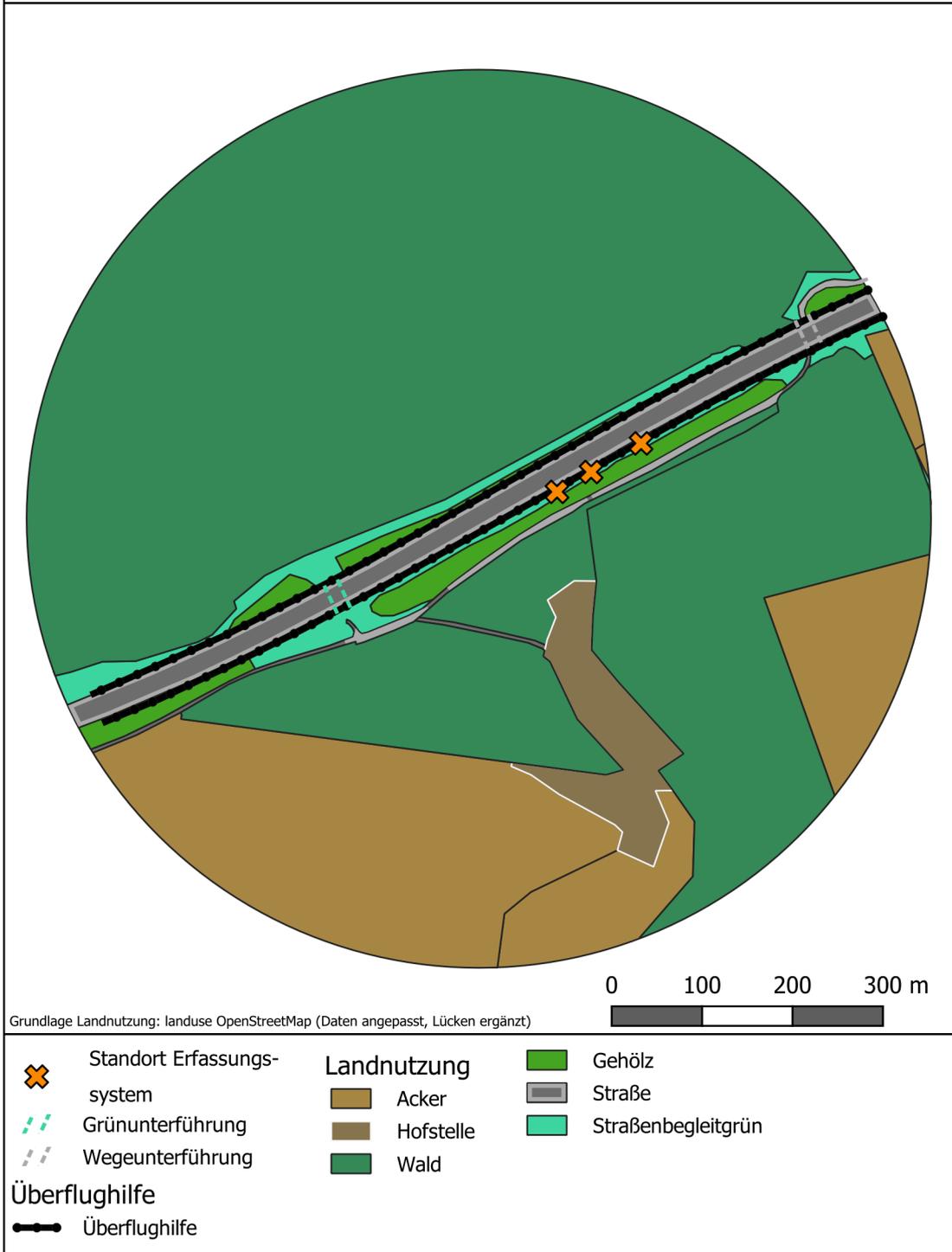


Bild 4-25: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort H  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlich unter ODbL)

#### 4.2.9 Standort I

Standort I befindet sich an einer vierstreifigen Bundesstraße in Niedersachsen (Bild 4-26 und Bild 4-27). Das Verkehrsaufkommen der Straße beläuft sich gem. automatischer Verkehrszählung der BAST<sup>14</sup> auf ca. 18.745 Kfz/24 h (Stand 2021). Am 30.06.2022 erfolgte eine Vorortbesichtigung des Standorts. Die Überflughilfe wurde 2019 beidseitig der neugebauten Straße in Form einer 4 m hohen Kombination aus Wand und Zaun errichtet. Diese sind jeweils ca. 310 m lang und enden auf beiden Seiten der Straße an den gleichen Streckenkilometern, sie sind also spiegelbildlich entlang der Straße positioniert. Die Erfassungen erfolgten auf der Ostseite der Straße an einem Zaunende und entlang des Zauns. Gemäß der Detailpläne bestehen die Überflughilfen im unteren Teil aus ca. 1,5 m hohen Aluminiumelementen und im oberen Teil aus Wellengitter mit einer Maschenweite von mindestens 30x30 mm. Östlich der Straße grenzen eine Bahnstrecke und dahinter eine Ortschaft an, westlich sind Acker/Grünlandflächen und ein kleines Waldstück vorhanden (Bild 4-28). Nordwestlich befindet sich in ca. 800 m Entfernung ein größeres Waldgebiet. Im Bereich der Erfassungssysteme liegen Straße und Bahnlinie etwa auf gleicher Höhe, im weiteren Verlauf nach Süden liegt die Bahntrasse im Einschnitt. Für die Überflughilfe liegen folgende Planunterlagen vor: Dokumentation der Untersuchungsergebnisse (Fledermauserfassungen), Maßnahmenblatt und zugehöriger Maßnahmenplan, Lageplan zur Ausführungsplanung, Detailpläne zu den Überflughilfen sowie Auszug des Erläuterungsberichts (Maßnahmenbeschreibung).

Die Fledermauserfassungen aus den Jahren 2003 und 2008 ergaben Funktionsbeziehungen, die von der Trasse gequert und möglicherweise beeinträchtigt werden. Im Bereich der installierten Überflughilfe wurde demnach auf ca. 50 m Breite ein Flugkorridor sehr hoher Bedeutung (> 50 beobachtete Individuen, Breitflügel- und Zwergfledermaus, Einzelbeobachtung Myotis-Art) registriert. Hier wurde ein Austausch zwischen der östlich der Straße liegenden Ortschaft und dem westlich der Straße liegenden Waldgebieten angenommen (Bild 4-28). Weiterhin wurden auch die Arten großer und kleiner Abendsegler westlich der Überflughilfe über dem Offenland jagend beobachtet.

Laut Maßnahmenblatt ist die Überflughilfe aufgrund dieser betroffenen Fledermausflugbahn mit hoher Bedeutung für Zwergfledermaus und Breitflügel-Fledermaus vorgesehen. Für diese potenzielle Querungsstelle wurde daher gemäß Erläuterungsbericht eine Überflughilfe vorgesehen, die ein zu niedriges Einfliegen in den Fahrbahnbereich verhindert, insbesondere für die stärker strukturgebundenen Arten. Laut Maßnahmenblatt ist zudem ein zweijähriges Monitoring vorgesehen (ggf. erforderliche Nachrüstung einer Überflughilfe auf dem Mittelstreifen). Dies ist bisher jedoch noch nicht erfolgt.

---

<sup>14</sup>[https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl\\_aktuell\\_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322](https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html;jsessionid=50F6CAAFB4BD86FBEAC14E40AE69B6C1.live21322), aufgerufen am 30.06.2023



Bild 4-26: Überflughilfe am Standort I an einer Bundesstraße

linkes Bild Blickrichtung nach Westen, rechtes Bild Blickrichtung nach Osten (Fotos: B. Namyslo & K. Scharf)

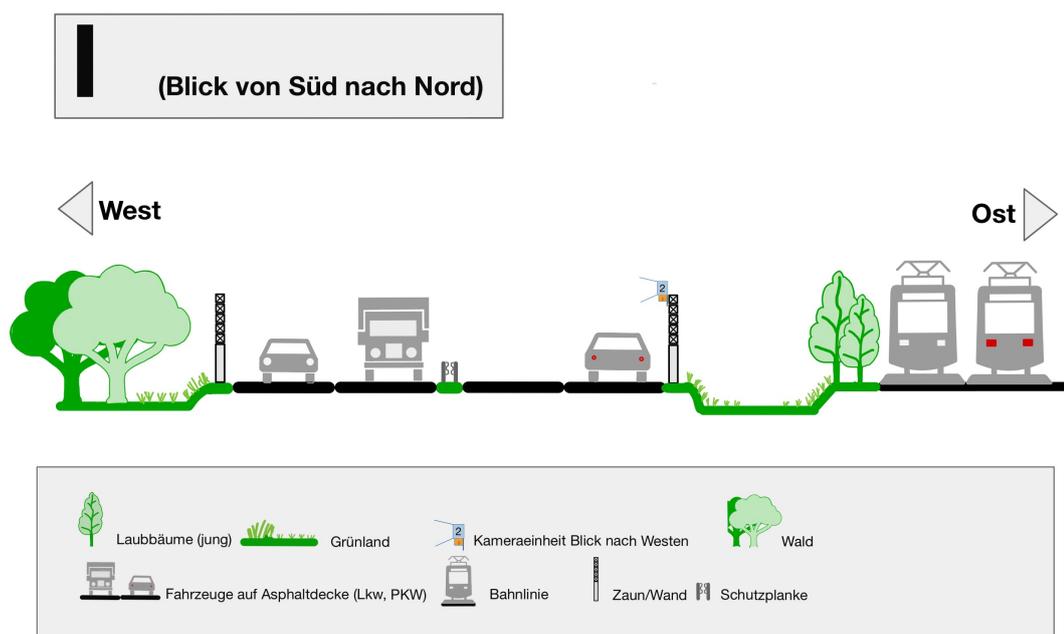


Bild 4-27: Schematische Darstellung der Überflughilfe am Standort I (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.

Die Schnittzeichnung ist eine nicht maßstabsgetreue schematische Darstellung des Geländeprofiles.

## Standort I

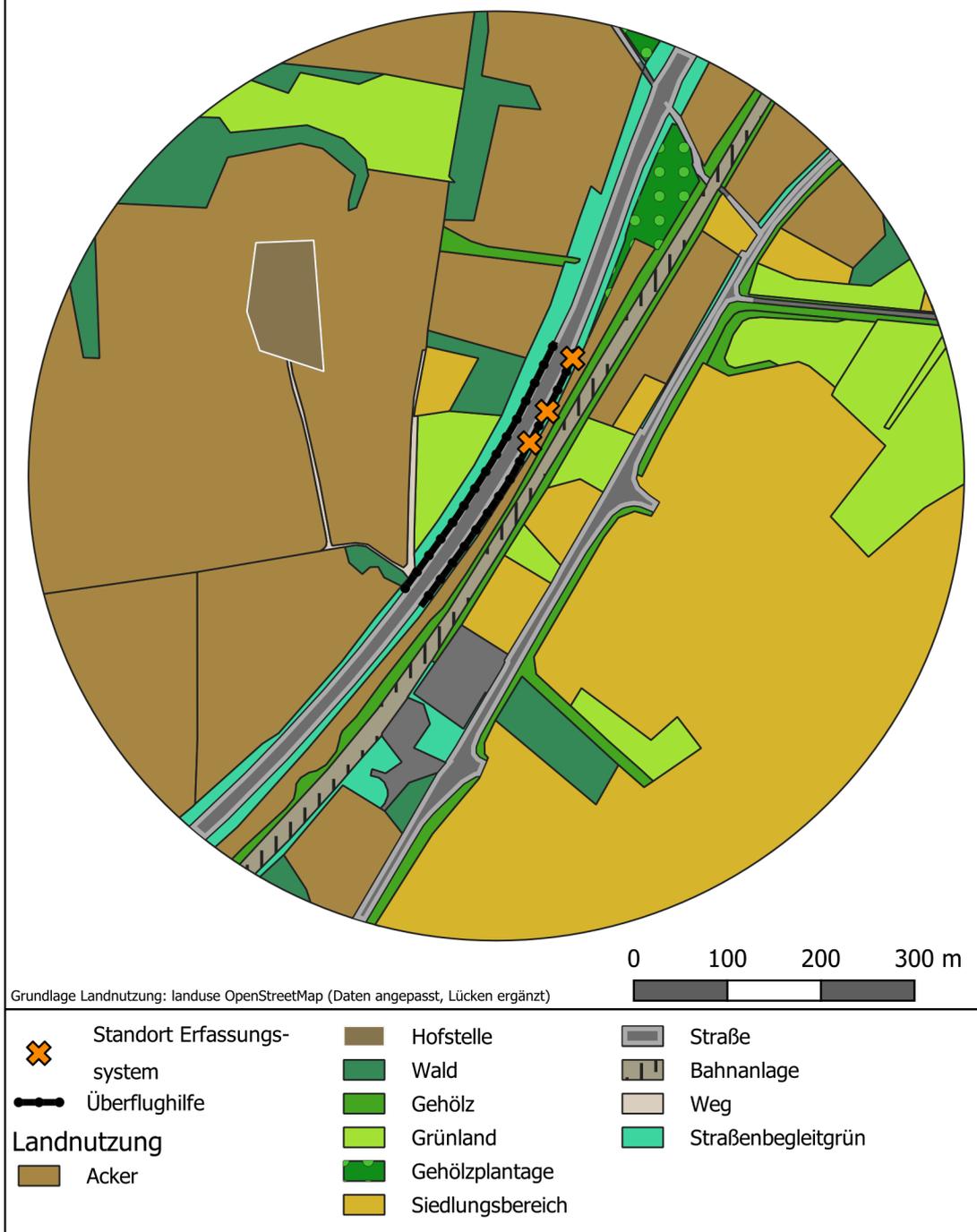


Bild 4-28: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort I  
(Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlich unter ODbL)

## 5 Telemetrieuntersuchung

### 5.1 Methode

#### 5.1.1 Fledermausfang & Besenderung

Nahe der Überflughilfe am Standort F wurden insgesamt vier Netzfänge in der ersten Nachthälfte, zur Ausflugzeit der Fledermäuse, durchgeführt (Tab. 5-1 und Bild 5-5). Für das Fangen der Fledermäuse wurden pro Netzfang sechs bis neun Japannetze unterschiedlicher Größe (6–12 m Länge und je 2,5 m Höhe) eingesetzt (Bild 5-1).

Nr.	Standort	Datum	Zeitraum	Netzzahl	Netztyp (Länge x Höhe)
1	N1	16.08.22	20:30–00:00 Uhr	4	6 x 2,5 m
				5	9 x 2,5 m
2	N2	17.08.22	20:30–00:45 Uhr	3	6 x 2,5 m
				3	9 x 2,5 m
3	N2	19.08.22	20:30–00:30 Uhr	3	6 x 2,5 m
				2	9 x 2,5 m
				1	12 x 2,5 m
4	N2	21.08.22	20:30–01:00 Uhr	3	6 x 2,5 m
				3	9 x 2,5 m
				1	12 x 2,5 m

Tab. 5-1: Übersicht Netzfänge

Die Kontrolle der Netze erfolgte in einem 10-minütigen Intervall. Ein gefangenes Tier wurde vorsichtig aus dem Netz befreit (Dauer: bis zu 3 Minuten) und im Anschluss vermessen, gewogen und auf Artniveau bestimmt (Dauer: bis zu 10 Minuten). Dabei wurden folgende Angaben protokolliert: Art, Geschlecht, Reproduktionsstatus, körperspezifische Parameter (Gewicht und Unterarmlänge), altersabhängige Merkmale (Kinnfleck und Epiphysenfuge) sowie ggf. Sendernummer und Senderfrequenz. Die Fangzeit sowie der genaue Fangort (Netznummer) wurden ebenfalls notiert. Das jeweilige Fangprotokoll enthält allgemeine Angaben zur Fangstelle: Ort, Datum, Temperatur, Dauer des Fangs, durchführende Personen, Aufbau der Fangstelle und Position der Netze sowie die Art und Anzahl der verwendeten Netze (siehe Netzfangprotokolle in Anlage 2, Kap. 13).

Die Altersbestimmung anhand des Verknöcherungsgrads der Fingerglieder (Epiphysenfuge) ist ein artunabhängiges und sicheres Merkmal. Bis zum ersten Winter können die Jungtiere (subadult) so von einem ausgewachsenen Tier (adult) unterschieden werden. Bei vielen Arten der Gattung *Myotis* kann zusätzlich die Ausprägung eines dunklen Kinnflecks Hinweise auf das Alter des Tieres geben, mit zunehmendem Alter verblasst dieser Fleck (DIETZ ET AL., 2007).

Zur Besenderung einer Zielart (d. h. aus der Gattung *Myotis*, *Pipistrellus*, *Plecotus*, *Eptesicus* und *Barbastella*) erfolgte im Anschluss an die oben beschriebenen Standardprozedur das Aufkleben des Senders in das Rückenfell des Tieres. Dazu wurde der Sender zunächst auf seine korrekte technische Funktionsweise geprüft und ein

Hautkleber (SAUER Hautkleber, Manfred Sauer GmbH) auf den Sender aufgetragen. Der präparierte Sender wurde dann in das Rückenfell des Tieres geklebt (Bild 5-2). Damit das Tragen der Sender keine Beeinträchtigung der Fledermäuse nach sich zieht, wurde sehr genau auf die Platzierung des Senders geachtet und damit die uneingeschränkte Bewegungsfreiheit, im Besonderen der Schulterblätter und des Kopfes, sichergestellt. Zudem wurden nur Fledermäuse besendert, bei denen das Sendergewicht unter 5 % des Körpergewichts des Tieres betrug (ALDRIDGE & BRIGHAM, 1988). Verwendet wurden VHF-Sender mit einer Signallänge von 10 ms und einer Pulsrate von ca. 0,5 s. Die Sender haben ein Gewicht von je 0,35 g (V1 Sender der Firma Telemetry-Service Dessau). Nach dem Trocknen des Hautklebers (ca. 10 min), erfolgte eine erneute technische Prüfung der Funktionsweise des Senders. Im Anschluss wurde die Fledermaus am Fangort wieder freigelassen. Das Anbringen des Senders dauerte pro Individuum insgesamt ca. 15 Minuten. Die Sender lösen sich in der Regel nach ca. zwei bis drei Wochen von selbst aus dem Fell, ohne bis dahin das Tier beim Tragen negativ zu beeinflussen.

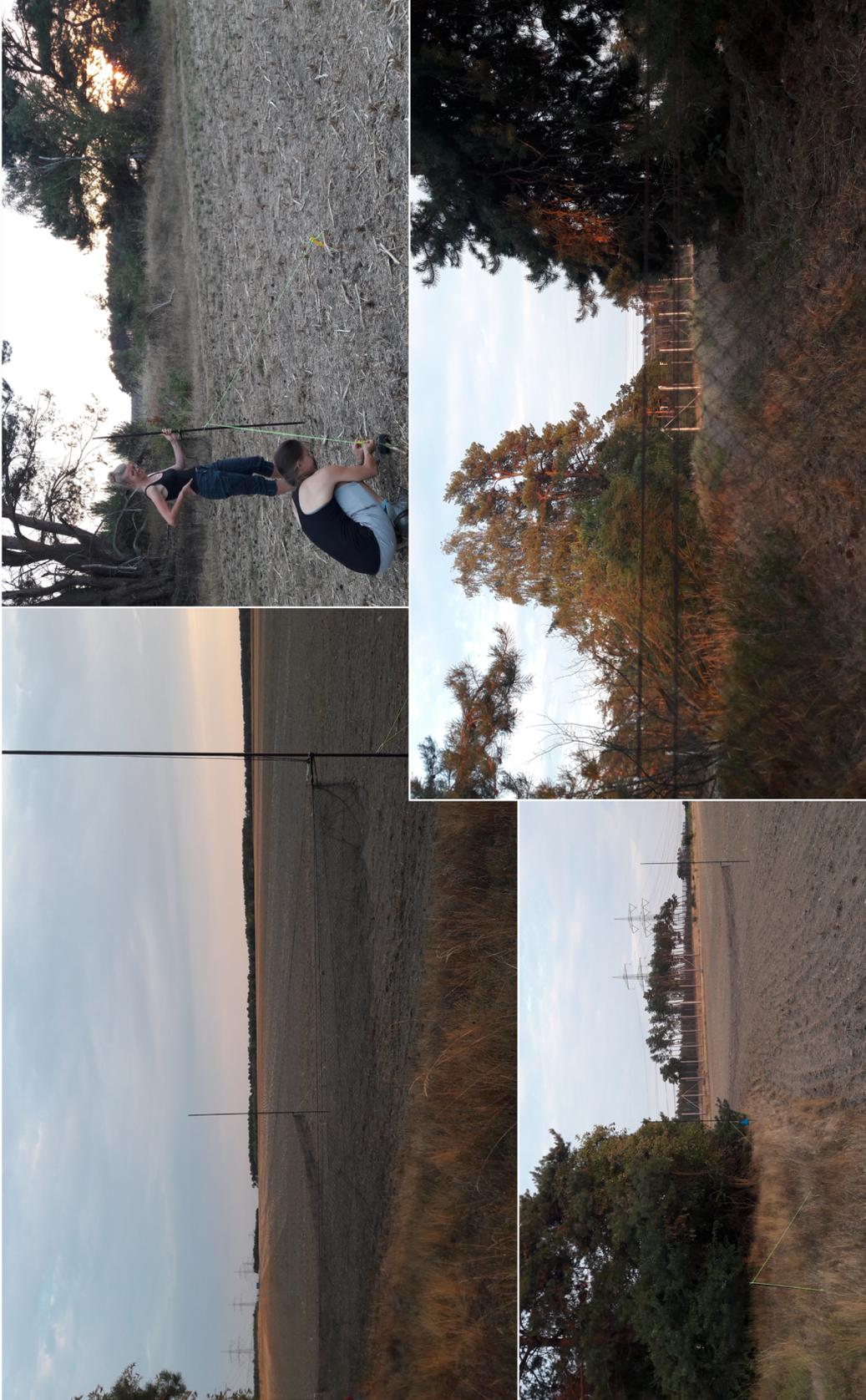


Bild 5-1: Aufbau der Netze am Fangort N2. Im unteren Bild rechts sind im Hintergrund des Netzes die Überflughilfe und die installierten Erfassungssysteme zu sehen. (Fotos: H. Reers)

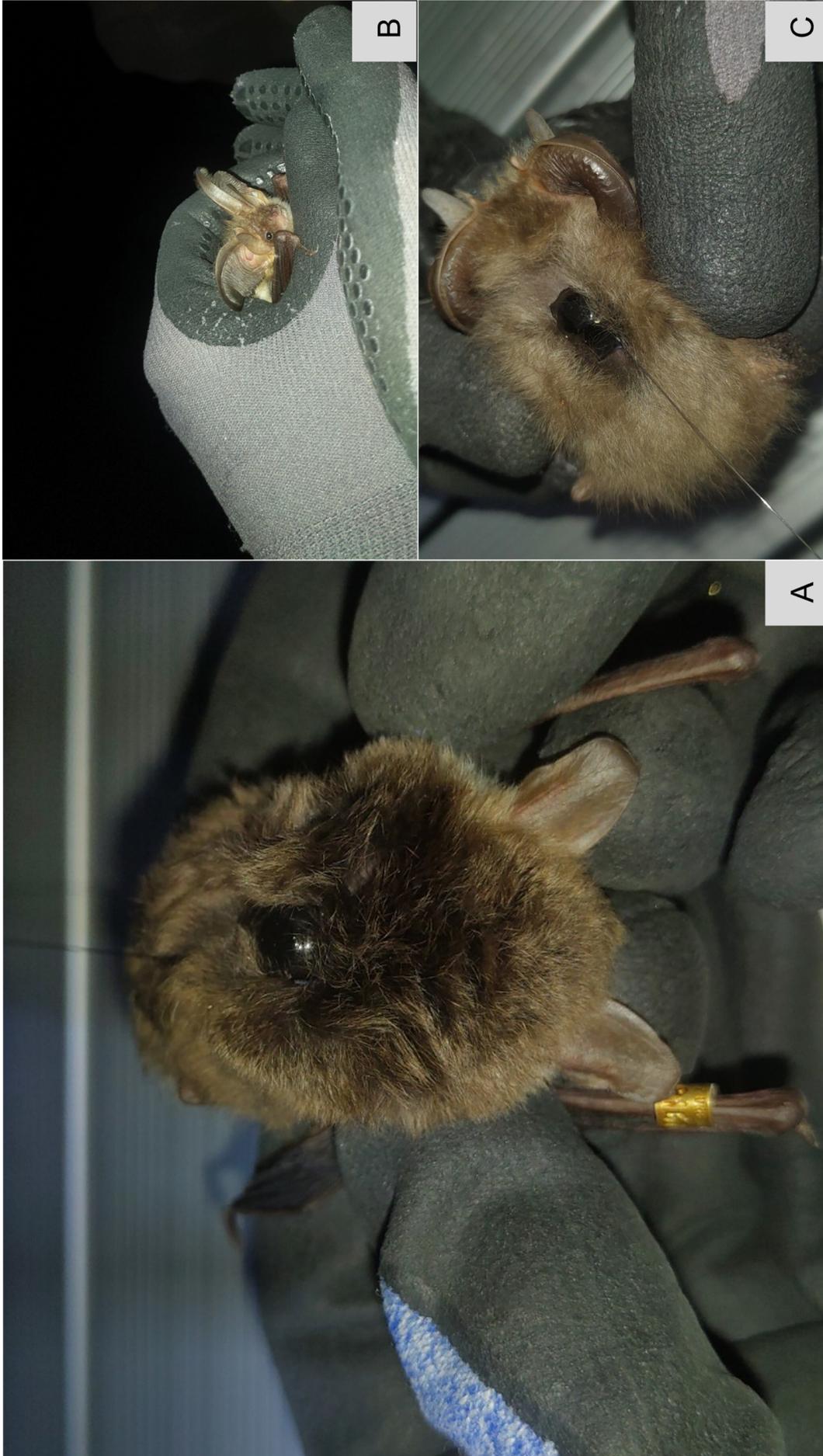


Bild 5-2: Besenderte Fledermäuse: A) Beringte *M. nattereri*; B) *P. auritus* und C) Besenderte *P. auritus* (Fotos: H. Reers)

## 5.1.2 Telemetriegeräte & Einstellungen

Zentraler Bestandteil der automatischen Telemetrie sind die Empfängerstationen für die Sender, die sogenannten Logger. Sie sollen die Signale der VHF-Sender vorbeifliegender, besonderer Fledermäuse aufzeichnen und speichern. Ein solcher Logger muss daher grundsätzlich aus einer Einheit zum Empfang der Radiosignale, also einer Antenne, einem Receiver zur Umwandlung der Signale sowie einer Speichereinheit und einer Form der Stromversorgung bestehen. Gleichzeitig muss diese Einheit aber auch mittels einer Software steuerbar sein. Das bereits in Kap. 1.3 beschriebene open-source Projekt tRackIT OS (HÖCHST *ET AL.*, 2021) bietet dazu eine Softwarelösung an<sup>15</sup>. Um die Software auf den hier eingesetzten Loggern nutzen zu können, wurde diese gemeinsam mit den Entwicklern angepasst.

Der hier eingesetzte Logger, der von OekoFor GbR entwickelte *ecoPi:Bleep*, besteht aus einer wasserdichten, rechteckigen Kunststoffbox, an deren unteren kurzen Außenseite sich die Empfangsantenne befindet. Die Stromversorgung wurde mittels eines 20 Wp Solarpanel in Kombination mit zwei 12 V Blei-Gel-Batterien sichergestellt. Alle Komponenten des *ecoPi:Bleep* sind modular, weshalb der Logger gut in einzelne Bauteile zerlegt transportiert werden kann.

Im Inneren der Box befinden sich die technischen Komponenten. Herzstück ist ein Raspberry Pi Einplatinencomputer (kurz: RPi; Raspberry Pi Foundation), der die empfangenen Radiosignale verarbeitet und speichert. Über die Antenne an der Außenseite der Logger werden die Radiosignale erfasst und an einen Mini-Receiver (SDR der Firma Nooelec Inc.) weitergeleitet. Dieser wandelt das analoge Signal der Antenne in ein digitales Signal um, welches im Anschluss vom RPi verarbeitet werden kann. Dabei werden die Daten auf einer micro-SD Karte im RPi gespeichert und parallel per GSM-Modul (Huawei E3372) auf einen Cloud-Speicher übertragen. Zusätzlich besitzt der RPi ein Erweiterungsmodul mit Echtzeituhr, über die der RPi Informationen zur aktuellen Uhrzeit bezieht und somit eine zeitliche Steuerung des RPi möglich ist.

Die Steuerung des *ecoPi:Bleep* erfolgte über die open-source-Software von tRackIT OS, die auf dem RPi installiert wurde. Die Software ermöglicht ein Verarbeiten und Speichern der empfangenen Radiosignale in einem definierten Frequenzbereich. Die empfangenen Daten werden direkt auf ein Onlineportal übermittelt, mithilfe dessen es möglich ist, Detektionen an den Loggerstationen live zu verfolgen. Dabei kann nach Frequenz und Logger gefiltert werden (Bild 5-3).

---

<sup>15</sup> Verfügbar unter: <https://github.com/nature40/tRackIT-OS> (abgerufen am 14.12.2021)

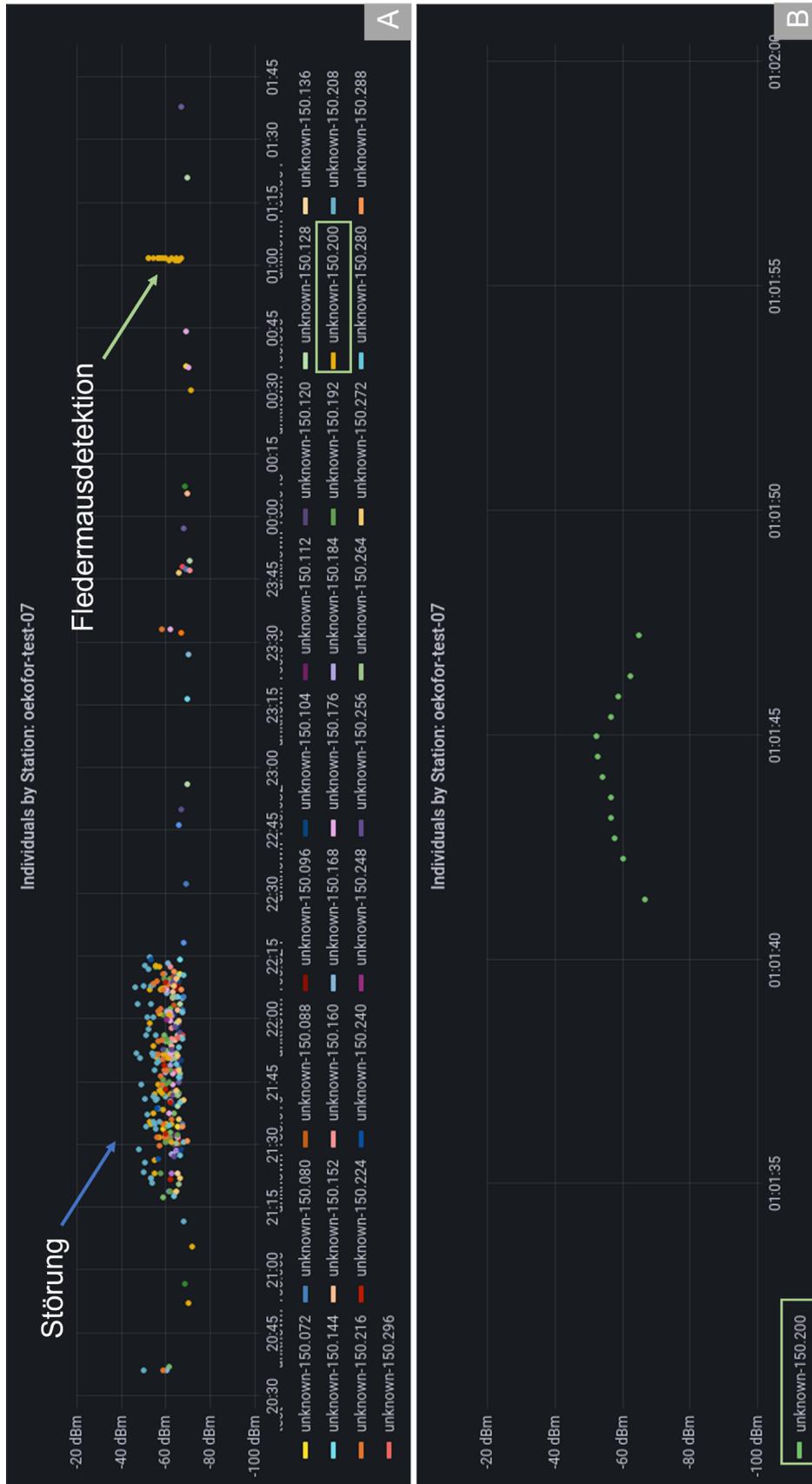


Bild 5-3: Online-Oberfläche von tRackIT OS.

- A) Alle erfassten Frequenzdetektionen im Laufe einer Nacht an Station 7, aufgetragen nach Amplitude und Uhrzeit. Markiert sind Frequenzen, bei denen es sich offensichtlich um Störsignale handelt und die Frequenz 150–200 um 1:00 Uhr (Fledermausdetektion).
- B) Vergrößerung der detektierten Frequenz 150–200. Das Signal ist plausibel für einen detektierten Fledermausflug, da die Amplitude erst ansteigt (Hinflug) und dann wieder abfällt (Wegflug)

### 5.1.3 Standorte & Erfassung

Aufgrund der standortspezifischen Gegebenheiten (Leitstruktur zur Überflughilfe und Habitatausgestaltung im Umfeld) wurde Standort F für die Telemetrieuntersuchung ausgewählt. Am Standort F wurden insgesamt 20 Logger auf beiden Straßenseiten so verteilt, dass mögliche Flugwege der Fledermäuse über die Überflughilfe oder entlang der Straße (Parallelfüge) oder Flugwege über die Straße an einer anderen Stelle in einem Umkreis von etwa 2 km weitestgehend abgedeckt werden konnten. Dabei wurden die Logger gezielt an Standorten ausgebracht, an denen Fledermausquerungen aufgrund der gegebenen Vegetationsstrukturen erwartet werden konnten. An den Loggerstandorten 10/11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk (Breite > 20 m zzgl. Wirtschaftswegeüberführung, vgl. Bild 5-5). Zum Zeitpunkt der Untersuchung bestand darauf ein Streifen von niedrigen Büschen und jungen Bäumen sowie ein befestigter Bereich, der vorwiegend als landwirtschaftlicher Verbindungsweg genutzt wurde.

Jeder Logger deckte, abhängig von der Position und der Umgebungsstruktur, einen Erfassungsradius von etwa 15–30 m ab. Es ist daher nicht anzunehmen, dass das Signal einer Fledermaus auf einer Straßenseite über die Straße hinweg auf der anderen Straßenseite von einem Logger erfasst werden konnte. Die Logger wurden direkt auf dem Boden positioniert (Bild 5-4). Die Installationshöhe beeinflusst die Reichweite der Logger. Eine Installation über dem Boden hätte die Reichweite vergrößert, dieser Effekt war jedoch nicht erwünscht, da die Verortung detektierter Fledermäuse im nahen Umfeld der Logger angestrebt wurde, um ein Passieren der Logger möglichst genau rekonstruieren zu können. Die Logger wurden am 15./16.08.2022 im Untersuchungsgebiet ausgebracht. Anschließend wurden die Geräte mit einem Testsender geprüft. Die Logger nahmen über den gesamten Erfassungszeitraum in jeder Nacht für 10 h ab Sonnenuntergang durchgehend auf. Am 25.08.2022 wurden die Logger wieder abgebaut. Damit wurden insgesamt zehn bzw. neun Nächte erfasst. In Bild 5-5 sind alle Loggerstandorte dargestellt.



Bild 5-4: Logger im Untersuchungsgebiet. Im Hintergrund links im Bild ist die Straße zu sehen. (Foto: H. Reers)

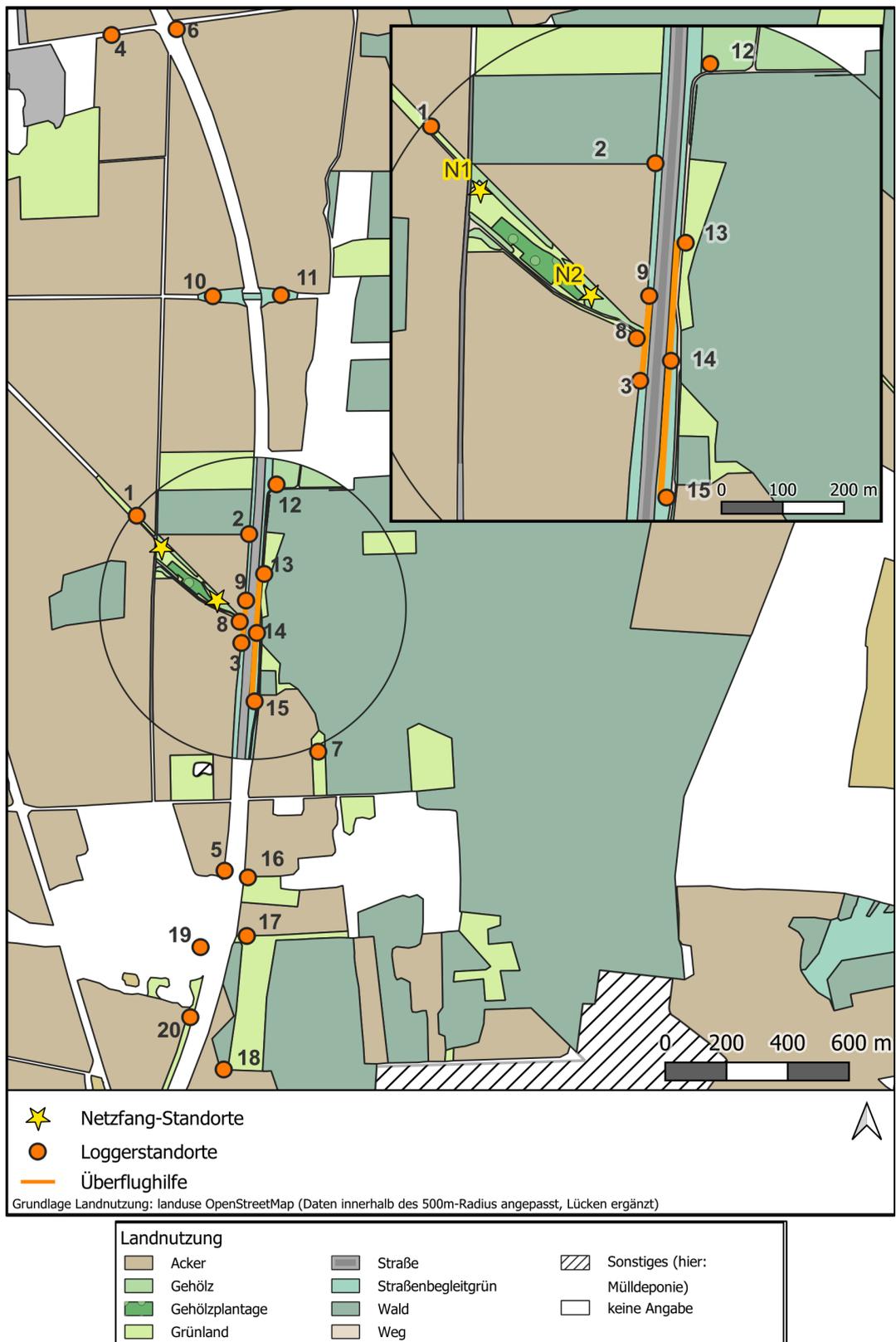


Bild 5-5: Standorte der Logger im Untersuchungsgebiet sowie der beiden Netzfangstellen (N1 und N2).

Die Überflughilfe ist orange hervorgehoben. Zwischen den Logger-Standorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

#### 5.1.4 Quartiersuche

Zusätzlich zur automatischen Telemetrie mittels festinstallierter Logger zur Untersuchung der Flugwege der Sendertiere, wurden auch Peilungen hinsichtlich der Ruhequartiere der Fledermäuse („Homing-In“) durchgeführt. Dabei wurden im Besonderen Fledermauskästen in einem 700 m nordöstlich von der Überflughilfe gelegenen alten Eichenbestand auf Quartiere besenderter Fledermäuse untersucht. Hierbei wurde mittels einer Yagi-Antenne und einem Handempfänger nach Quartieren gesucht.

#### 5.1.5 Auswertung

Ziel war es, anhand der Fledermausdetektionen an den Loggern die von den Fledermäusen genutzten Flugwege über die Straße, vor allem im Bereich der Überflughilfe, rekonstruieren zu können. Interessant war es zudem, ggf. andere Bereiche zu identifizieren, in denen die Fledermäuse die Straße querten.

Die Daten der Logger wurden am Ende der Erfassung gepoolt und die Signale mithilfe der verwendeten Software von tRackIT OS nach Frequenz sowie Amplitude vorgefiltert. Da die Logger für sehr hochfrequente Sender (VHF-Sender) empfindlich sein müssen, wurden auch andere Radiowellen (z. B. Stromleitungen, Weidezäune etc.) innerhalb des gesuchten Frequenzbandes erfasst. Viele technische Elemente verursachen nieder- oder hochfrequenten Lärm, der erst mit entsprechend empfindlichen Geräten „sichtbar“ wird. Ein Vorfiltern der Daten ist daher nötig, um potenzielle Detektionen gesuchter Senderfrequenzen identifizieren zu können.

Die so vorgefilterten Daten wurden im Anschluss weiter untersucht, indem für jede Senderfrequenz ein sogenanntes „Moving Window“ angewendet wurde, um die Signale anhand ihrer Intervalllänge zu erkennen. Das „Moving Window“ kann als eine Art Schablone verstanden werden, die Signale in einem definierten Abstand voneinander erkennt und somit einzelne Signale innerhalb einer Frequenz einem besenderten Tier oder einer Störquelle zuordnen kann. Dabei bewegt sich das „Moving Window“ entlang der Zeitachse von Signal zu Signal und prüft, ob in einem definierten Abstand weitere Signale auftreten. Werden weitere Signale im richtigen Abstand erkannt, können diese als tatsächliches Signal von einem Sendertier bestätigt werden. Weist der Signalabstand aber ein anderes als das über das „Moving Window“ festgelegte Muster auf, so handelt es sich um ein Störgeräusch und wird nicht gewertet (Bild 5-6).

Die Abstände des „Moving Window“ sind abhängig von der Pulsrate der jeweiligen Sender. Verwendet wurden Sender mit der Signallänge von 10 ms und einer Pulsrate von ca. 0,5 s. Dementsprechend muss das „Moving Window“ in einem Abstand von 0,5 s bei einem 10 ms Sender nach weiteren Signalen suchen. Da die Aufzeichnung der Pulsrate durch die Logger minimal variieren kann, wurde eine Intervall-Fehlertoleranz von 0,01 s (bei 10 ms Sendern) beim nächstfolgenden Signal berücksichtigt. Auf diese Weise erhöhen sich die Intervall-Fehlertoleranzen aber innerhalb des „Moving Window“, weshalb eine Signalprüfung in maximal drei Intervalllängen vom Start festgelegt wurde. Trotzdem kam es beim letzten Prüfintervall des „Moving Window“ durch die Fehlertoleranzen teilweise zu doppelten Signalen. Über den Amplitudenunterschied wurden diese Signale auf ein Signal pro Intervall reduziert, wobei das Signal mit dem höheren Amplitudenwert erhalten blieb.

Ein Signal wurde als zusammengehörig zu einem anderen erkannt, wenn es innerhalb des „Moving Window“ in der richtigen Intervalllänge (+/- der entsprechenden Toleranz) auftrat. Dabei musste nicht nach jeder Intervalllänge ein Signal auftreten, sondern es wurden auch Lücken von maximal drei Intervalllängen akzeptiert (Bild 5-6).

Gewertet wurde erst eine Signalabfolge von mindestens vier Pulsen im richtigen Abstand. Diese „Streaks“ wurden zusammengefügt, wenn sie den gleichen Zeitstempel aufwiesen. „Streaks“, die sich mit anderen vermutlichen „Streaks“ überlappten, wurden aussortiert, da solche Überlappungen als Hinweis auf viel Hintergrundlärm („noise“) gedeutet werden können. In diesen Fällen ist es nicht möglich, Hintergrundlärm von einem tatsächlichen Signal zu unterscheiden. Alle detektierten Signale wurden im Nachgang manuell auf ihre Plausibilität geprüft.

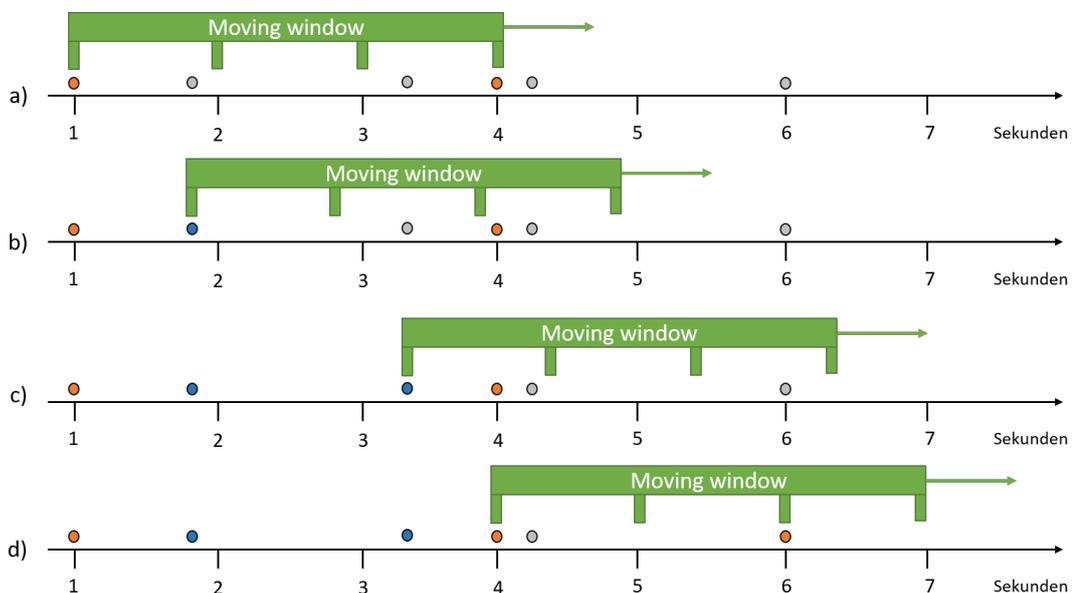


Bild 5-6: Schematische Darstellung des Auswertungsprinzips mittels „Moving Window“.

In diesem Beispiel wird auf einen Sender mit 20 ms Signallänge und 1 s Pulsrate geprüft. Orangefarbene Punkte stellen dabei Sendersignale dar, blaue Punkte Radiorauschen.

**(a)** Das „Moving Window“ startet mit einem Signal (orangefarbener Punkt) und prüft in definierten Abständen von einer Sekunde (+/- 0,02 s), ob weitere Signale vorhanden sind. Bei Sekunde 4 wurde ein weiteres Signal im passenden Abstand detektiert (orangefarbener Punkt), an anderen Stellen im passenden Intervallabstand findet sich kein Signal. Signale werden auch dann als zusammengehörig erkannt, wenn sie maximal zwei Intervalllängen auseinanderliegen. Die ausgegrauten Punkte innerhalb des „Moving Window“ stellen Signale dar, die ein anderes zeitliches Muster aufweisen und daher nicht zusammengehören. Die Punkte außerhalb des „Moving Window“ wurden noch nicht geprüft und sind daher ebenfalls ausgegraut.

**(b)** Das „Moving Window“ prüft das nächstfolgende Signal. Hier können keine weiteren passenden Signale innerhalb des „Moving Window“ erkannt werden, es handelt sich daher nicht um ein Sendersignal, sondern um Radiorauschen (blauer Punkt).

**(c)** Das dritte Signal (blauer Punkt) wird geprüft. Kein weiteres passendes Signal wird erkannt.

**(d)** Das bereits erkannte Signal bei Sekunde 4 (orangefarbener Punkt) wird geprüft. Innerhalb des „Moving Window“ kann ein weiteres Signal im passenden Abstand bei Sekunde 6 erkannt werden (orangefarbener Punkt).

## 5.2 Ergebnisse

### 5.2.1 Fledermausfang & Besenderung

Bei den durchgeführten Netzfängen konnten insgesamt 16 Fledermäuse am Netzfangort N2 (vgl. Bild 5-5 in Kap. 5.1) gefangen werden (Tab. 5-2). Ein Tier davon hat sich selbstständig aus dem Netz befreit und konnte daher nicht weiter erfasst werden.

Fangort	Datum/Nacht	Art						
		<i>P.pyg</i>	<i>M.daub</i>	<i>M.nat</i>	<i>B.bab</i>	<i>E.ser</i>	<i>P.aur</i>	<i>N.noc</i>
N2	16./17.08.22	-	-	-	-	-	-	-
N2	17./18.08.22	-	1/0	1/1	0/1	1/0	-	-
N2	19./20.08.22	0/2*	-	-	-	-	-	-
N2	21./22.08.22	0/4	-	-	-	-	2/1	1/0
<b>Summe der gefangenen Tiere (Männchen/Weibchen)</b>		<b>0/6*</b>	<b>1/0</b>	<b>1/1</b>	<b>0/1</b>	<b>1/0</b>	<b>2/1</b>	<b>1/0</b>

Tab. 5-2: Fangerfolge der durchgeführten Netzfänge.

**Art:** *P.pyg* *Pipistrellus pygmaeus*, Mückenfledermaus  
*M.daub* *Myotis daubentonii*, Wasserfledermaus  
*M.nat* *Myotis nattereri*, Fransenfledermaus  
*B.bab* *Barbastella barbastellus*, Mopsfledermaus  
*E.ser* *Eptesicus serotinus*, Breitflügelfledermaus  
*P.aur* *Plecotus auritus*, Braunes Langohr  
*N.noc* *Nyctalus noctula*, Großer Abendsegler

\* ein weiteres Tier konnte sich aus dem Netz befreien, Geschlecht unbekannt

Für die Untersuchung waren ursprünglich maximal zehn Sendertiere vorgesehen. Acht der gefangenen Tiere konnten letztlich besendert werden (Tab. 5-3). Dabei handelte es sich um je eine Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*, *M.daub*), Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*, *B.bab*) und Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*, *E.ser*) sowie um drei Braune Langohren (*Plecotus auritus*, *P.aur*) und zwei Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*, *M.nat*). Eine der beiden Fransenfledermäuse war beringt. Die Ringnummer wurde ausgelesen und an das zuständige Amt übermittelt. Aus den dort für dieses Tier hinterlegten Daten ließ sich rekonstruieren, dass die Fledermaus drei Jahre zuvor in etwa 2 km Entfernung gefangen und beringt wurde.

Drei der Sendertiere waren weiblich und fünf männlich. Sechs Sendertiere konnten als adult, zwei Sendertiere als subadult bestimmt werden. Alle Sendertiere wiesen ein ausreichendes Körpergewicht auf, um besendert zu werden. In Grenzfällen – wie bei den gefangenen Mückenfledermäusen (*Pipistrellus pygmaeus*, *P.pyg*) – wurde auf eine Besenderung verzichtet (siehe Kap. 5.1). Ebenfalls auf eine Besenderung verzichtet wurde bei einem Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*, *N.noc*), da beim arttypischen Flugverhalten der Tiere – vergleichsweise hohe Flüge im freien Luftraum (DIETZ ET AL., 2007) – kein Erkenntnisgewinn bezüglich der zu untersuchenden Fragestellung erwartet wurde.

Datum/Nacht	Art	Geschlecht (m/w)	Alter	Senderfrequenz
17./18.08.22	<i>B.bab</i>	0/1	subadult	150,294 MHz
17./18.08.22	<i>E.ser</i>	1/0	subadult	150,155 MHz
17./18.08.22	<i>M.daub</i>	1/0	adult	150,269 MHz
17./18.08.22	<i>M.nat*</i>	0/1	adult	150,216 MHz
17./18.08.22	<i>M.nat</i>	1/0	adult	150,200 MHz
21./22.08.22	<i>P.aur</i>	1/0	adult	150,114 MHz
21./22.08.22	<i>P.aur</i>	1/0	adult	150,097 MHz
21./22.08.22	<i>P.aur</i>	0/1	adult	150,284 MHz

Tab. 5-3: Sendertiere und ihre Senderfrequenzen.

<b>Art:</b>	<i>M.daub</i>	<i>Myotis daubentonii</i> , Wasserfledermaus
	<i>M.nat</i>	<i>Myotis nattereri</i> , Fransenfledermaus
	<i>B.bab</i>	<i>Barbastella barbastellus</i> , Mopsfledermaus
	<i>E.ser</i>	<i>Eptesicus serotinus</i> , Breitflügel-fledermaus
	<i>P.aur</i>	<i>Plecotus auritus</i> , Braunes Langohr

<b>Geschlecht:</b>	m	männlich
	w	weiblich

\* dieses Tier war beringt

## 5.2.2 Telemetriegeräte & Quartiersuche

Alle Logger liefen zuverlässig über den etwa zehntägigen Erfassungszeitraum, totale Ausfälle traten nicht auf. Vereinzelt längere Ausfälle über eine gesamte Nacht wurden nur bei einem Logger (Nr. 2, vgl. Bild 5-5, Kap. 5.1) festgestellt. Ursache hierfür war, dass der Logger – vermutlich von einem Fuchs oder einem Wildschwein – wiederholt umgestoßen worden war und die Empfangsantenne dadurch am Boden lag. Somit war das Empfangen von Signalen sehr eingeschränkt oder gar nicht möglich. Einzelne temporäre Ausfälle über eine bis wenige Stunden zum Ende der Nacht traten an fünf anderen Loggern auf und sind vermutlich auf eine unzureichende Stromversorgung via Solarpanel zurückzuführen.

An elf Loggern konnte ein Vorbeiflug einer Fledermaus registriert werden (Bild 5-7). Dabei wurden von den acht Sendertieren sieben Tiere mindestens einmal von einem dieser Logger erfasst. Für ein Sendertier (Senderfrequenz 150,155 MHz, Breitflügel-fledermaus) konnte an keinem der Logger ein Nachweis erbracht werden.

Vier der besenderten Fledermäuse wurden von mindestens einem der Logger, die nahe der Überflughilfe positioniert waren (Logger 3, 8, 9, 13, 14 oder 15), mindestens einmal erfasst, jedoch konnte in keinem Fall eine Flugroute rekonstruiert werden, die auf eine direkte Querung der Straße an der Überflughilfe hinweist. Die zeitlichen Abstände zwischen den Detektionen an den Loggern waren dafür zu groß. Nachweise im nahen Umfeld der Überflughilfe waren jedoch häufiger als an anderen Loggerstandorten. Dabei scheinen die standortspezifischen Gegebenheiten hier besonders relevant, da die Überflughilfe – zumindest westlich der Straße – am Ende einer Baum-/Heckenreihe installiert ist, der in der überwiegend freien Landschaft vermutlich eine wichtige Leitfunktion zukommt.

Geprüft wurde außerdem, ob die Daten der optisch-akustischen Erfassungen Aufschluss über das (Querungs-)Verhalten der besenderten Fledermäuse geben können. Dazu wurden die optisch-akustischen Daten, die an der (westlichen) Überflug-

hilfe gesammelt wurden, mit den Daten der Logger nahe der Überflughilfe (Logger 3, 8 und 9) zum Zeitpunkt einer Detektion abgeglichen. Ein optischer Nachweis konnte jedoch nicht erbracht werden. In einem Fall wurde eine besondere Fledermaus (Senderfrequenz 150.216 MHz, adulte Fransenfledermaus) aber zusätzlich zum Logger 8 auch von den AudioMoth in der Mitte der Überflughilfe erfasst. Ein Hinweis zum (Que-  
rungs-)Verhalten dieses Tieres lässt sich daraus nicht ableiten. Die Telemetriedetek-  
tion konnte dadurch aber bestätigt werden.

An dem Fledermausüberführungsbauwerk (Logger 10 und Logger 11) konnten keine der besonderen Fledermäuse detektiert werden. Die Quartiersuche via Handantenne brachte kein Ergebnis.

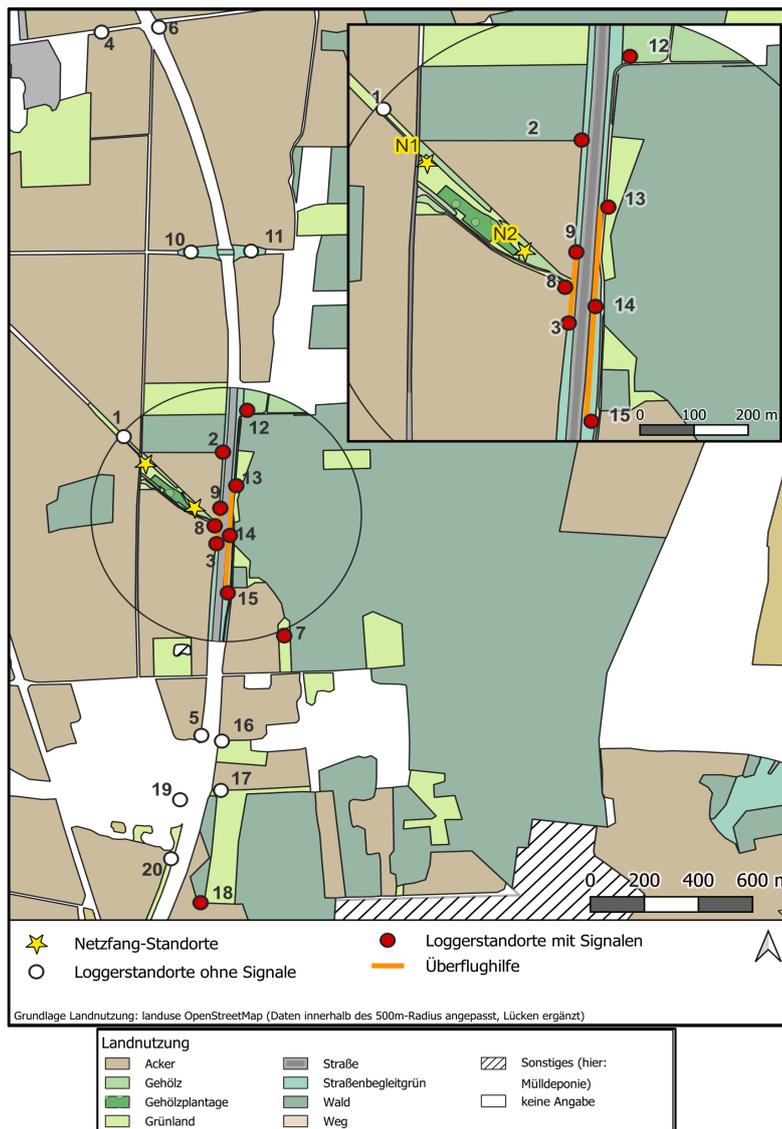


Bild 5-7: Loggerdetektionen. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

Die Loggerstandorte (1 bis 20) sind rot gekennzeichnet, wenn dort Fledermäuse detektiert wurden. Die gelben Sterne kennzeichnen die Netzfangstellen (N1 und N2), an der die Tiere besonders wurden. Die Überflughilfe ist orange hervorgehoben. Zwischen den Logger-  
Standorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk.

### 5.2.3 Erfassungsergebnisse der einzelnen Sendertiere

#### **Weibliche, subadulte Mopsfledermaus (*B.bab*, Senderfrequenz 150,294 MHz)**

Diese Fledermaus wurde in der folgenden Nacht nach der Besenderung (18.08.2022) einmal kurz von Logger 18 um 19:15 Uhr im südlichsten Teil des Erfassungsgebietes detektiert (Bild 5-8). Um von diesem Logger detektiert zu werden, musste das Tier nach der Besenderung am Fangort einmal die Straße queren. Da es keine weiteren Detektionen an anderen Loggern gibt, kann jedoch nicht nachvollzogen werden, an welcher Stelle das Tier die Straße querte. Flugaktivität im Bereich der Überflughilfe konnte nicht dokumentiert werden. Im weiteren Verlauf der Erfassungen wurde das Tier nicht noch einmal von einem Logger detektiert.

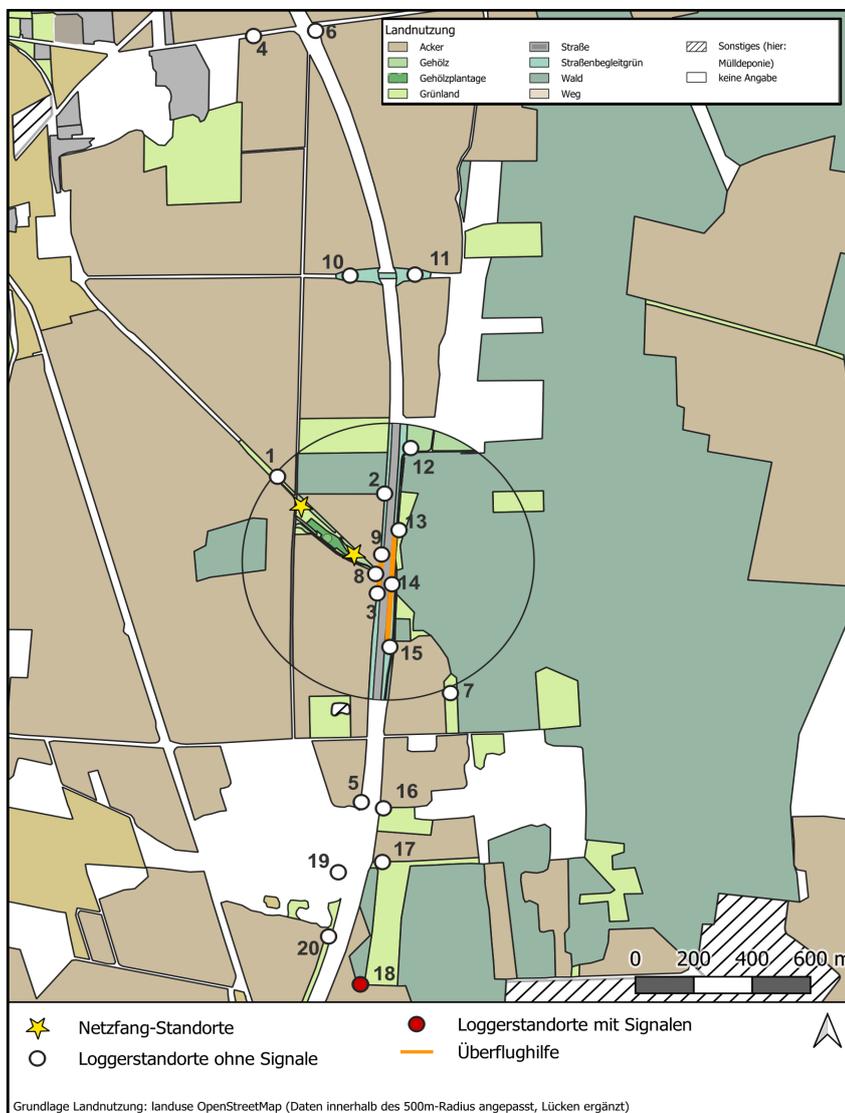


Bild 5-8: Loggerdetektionen der besenderten Mopsfledermaus (Senderfrequenz 150,294 MHz).

Loggerdetektion ist in rot dargestellt. Der Fangort ist mit einem gelben Stern markiert. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

**Männliche, adulte Wasserfledermaus (*M.daub*, Senderfrequenz 150,269 MHz)**

Diese Fledermaus wurde über insgesamt vier Nächte (19.08. bis 23.08.2022) von vier verschiedenen Loggern erfasst (Bild 5-9 und Tab. 5-4). Da das Tier jeweils nur einmal pro Nacht detektiert wurde, können keine möglichen Flugrouten rekonstruiert werden.

Das Tier konnte überwiegend östlich der Straße erfasst werden (Logger 12, 13 und 15). Nur einmal (22.08.2022) wurde die Fledermaus auch westlich der Straße von Logger 9 (am Ende der Überflughilfe) erfasst. Da das Tier auf der westlichen Straßenseite gefangen und besendert wurde, ist nachweislich von mindestens zwei Straßenquerungen auszugehen.

<b>Datum/Nacht: 19.08.2022</b>	
Logger Nr.	13
Detektion Uhrzeit	19:54-19:55
<b>Datum/Nacht: 21.08.2022</b>	
Logger Nr.	15
Detektion Uhrzeit	01:47
<b>Datum/Nacht: 22.08.22</b>	
Logger Nr.	9
Detektion Uhrzeit	02:10
<b>Datum/Nacht: 23.08.22</b>	
Logger Nr.	12
Detektion Uhrzeit	19:53

Tab. 5-4: Detektionen von *M.daub*, Senderfrequenz 150,269 MHz

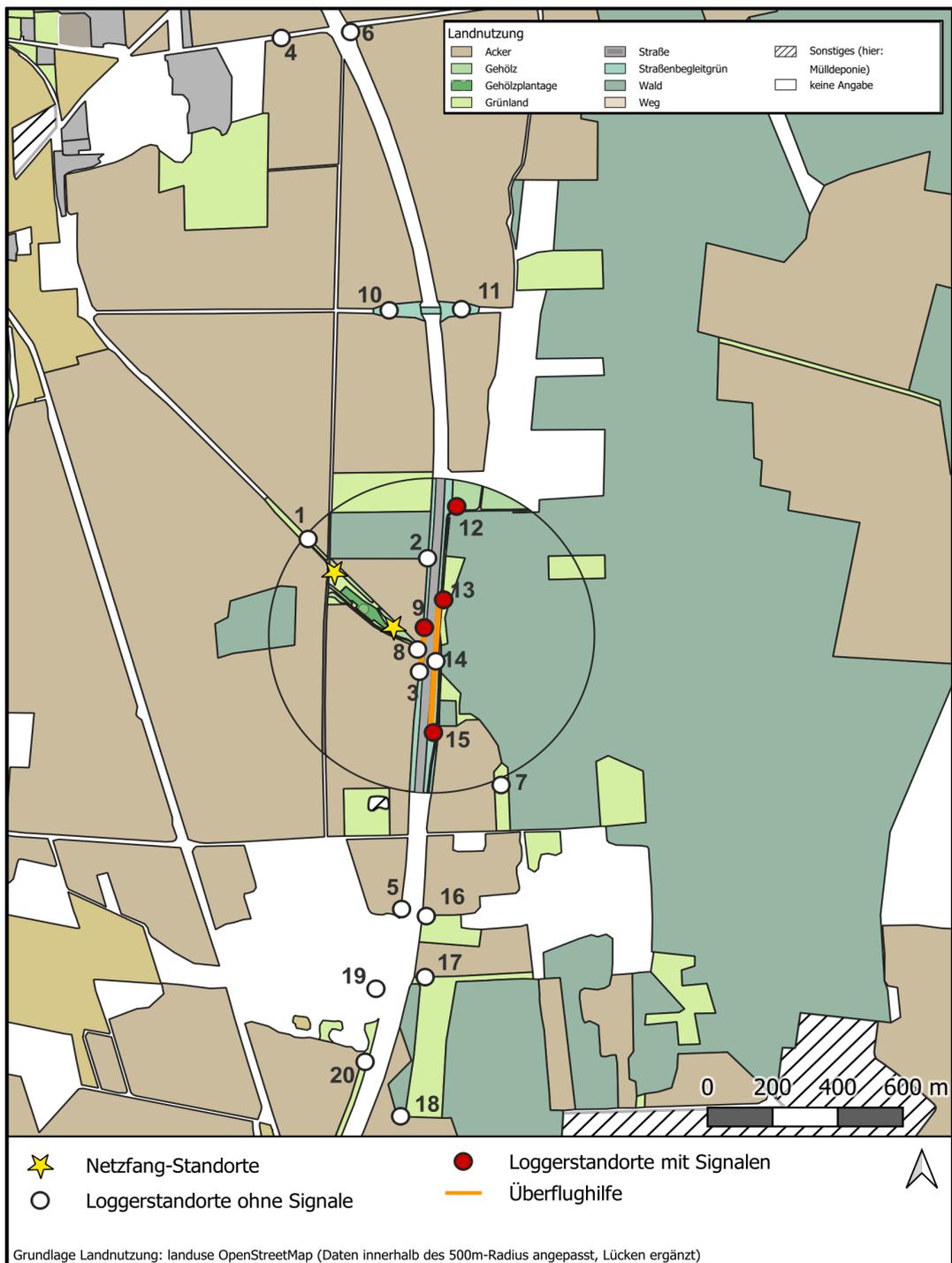


Bild 5-9: Loggerdetektionen der besenderten Wasserfledermaus (Senderfrequenz 150,269 MHz).

Loggerdetektionen sind in rot dargestellt. Der Fangort ist mit einem gelben Stern markiert. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

**Weibliche, adulte Fransenfledermaus (*M.nat*, Senderfrequenz 150,216 MHz), beringt**

Diese Fledermaus wurde über insgesamt drei Nächte (18.08. bis 21.08.2022) an sieben verschiedenen Loggern erfasst (Bild 5-10 und Tab. 5-5). Da das Tier im Laufe der Nächte von verschiedenen Loggern detektiert wurde, können z. T. Flugwege – bei plausiblen zeitlichem Abstand zwischen den Detektionen – rekonstruiert werden.

So wurde das Tier am 18.08.2022 in naher zeitlicher Folge zunächst an Logger 13, dann an Logger 8, Logger 3, Logger 8 und zuletzt an Logger 12 erfasst. Dabei musste das Tier die Straße mindestens zweimal queren und hielt sich dabei auch an der Überflughilfe auf. Am 19.08.2022 wurde die Fransenfledermaus ebenfalls in zeitlich nahen Abständen zunächst an Logger 2, dann an Logger 8, Logger 3, Logger 8 und später an Logger 14 erfasst. Das Tier musste dafür mindestens einmal die Straße queren und hielt sich wiederrum nahe an der Überflughilfe auf. Am 20.08.2022 wurde die Fransenfledermaus wieder in zeitlich naher Folge erst an Logger 13, dann an Logger 3, Logger 9, Logger 13 und später an Logger 8 und kurz danach an Logger 3 detektiert. Für diese Flugroute musste das Tier die Straße mindestens dreimal queren. An allen drei Tagen hielt sich die Fledermaus für etwa 20 Minuten im Bereich der Überflughilfe auf, was möglicherweise ein Hinweis auf Jagdverhalten sein könnte.

<b>Datum/Nacht: 18.08.2022</b>						
Logger Nr.	13	8	3	8	12	
Detektion Uhrzeit	02:18	02:20	02:20-02:27	02:27	02:41	
<b>Datum/Nacht: 19.08.2022</b>						
Logger Nr.	2	8	3	8	14	
Detektion Uhrzeit	00:05	00:19	00:23	00:24	01:39-01:46	
<b>Datum/Nacht: 20.08.2022</b>						
Logger Nr.	13	3	9	13	8	3
Detektion Uhrzeit	21:41	21:48	21:51	21:52	00:30	00:30

Tab. 5-5: Detektionen von *M.nat*, Senderfrequenz 150,216 MHz

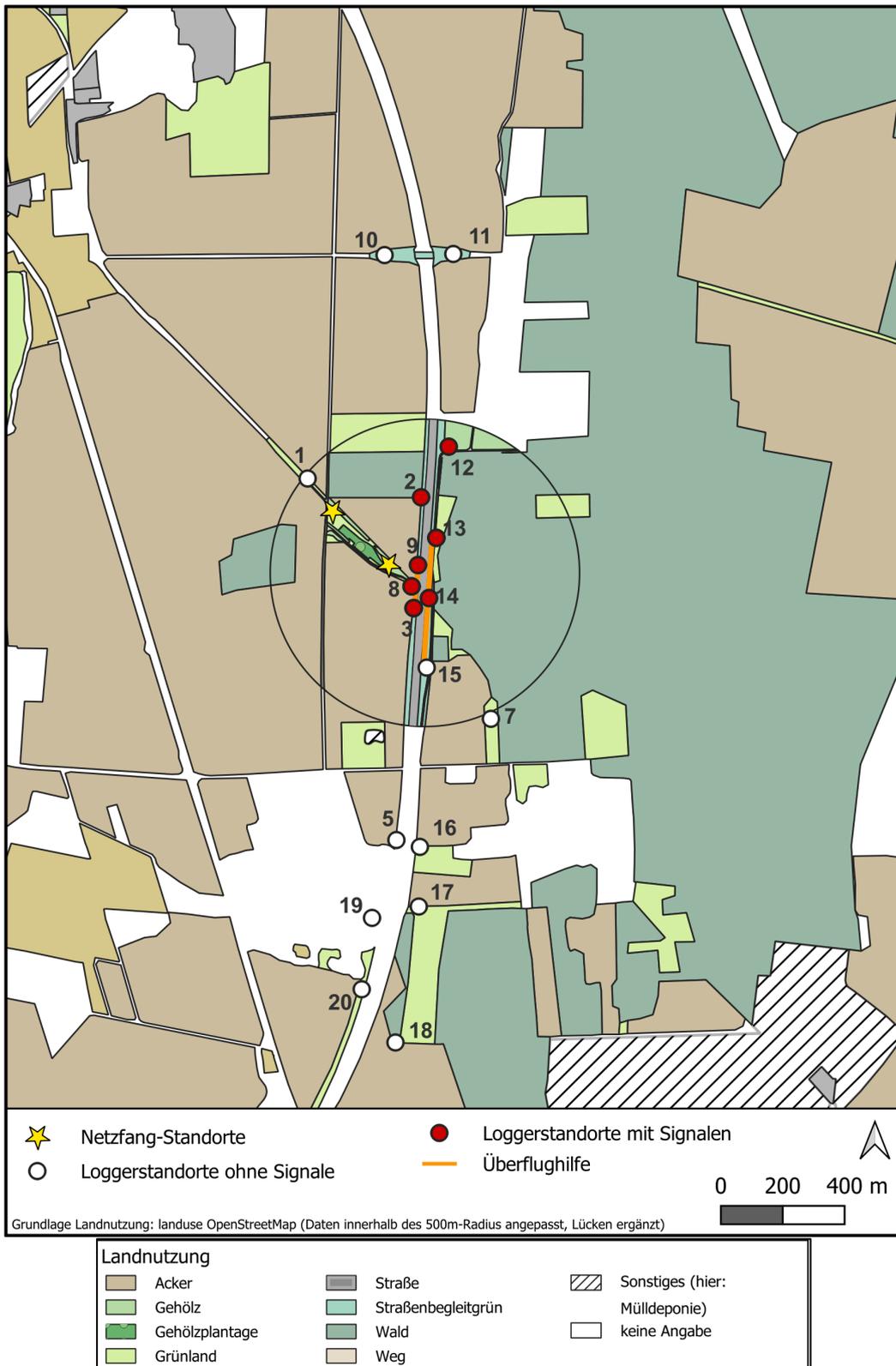


Bild 5-10: Loggerdetektionen der besenderten Fransenfledermaus (Senderfrequenz 150,216 MHz).

Loggerdetektionen sind in rot dargestellt. Zwischen den Loggerstandorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreet-Map – Veröffentlicht unter ODbL)

**Männliche, adulte Fransenfledermaus (*M.nat*, Senderfrequenz 150,200 MHz)**

Diese Fledermaus wurde über insgesamt fünf Nächte (17.08. bis 22.08.2022) an fünf verschiedenen Loggern erfasst (Bild 5-11 und Tab. 5-6). Besonders an Logger 7 (direkt an einem kleinen Teich) konnte die Fransenfledermaus an vier Nächten hintereinander, etwa zur gleichen Zeit in der ersten Nachthälfte, detektiert werden.

Ein Flugweg konnte für den 17.08.2022 zwischen Logger 2 und Logger 7 rekonstruiert werden, außerdem am 21.08.2022 zwischen Logger 7, Logger 14 und Logger 9. Für den 22.08.2022 wurde ein Flugweg zwischen Logger 8 und Logger 7 festgestellt. Damit querte das Tier pro Nacht nachweislich mindestens einmal die Straße.

<b>Datum/Nacht: 17.08.2022</b>			
Logger Nr.	2		7
Detektion Uhrzeit	22:55		23:01
<b>Datum/Nacht: 21.08.2022</b>			
Logger Nr.	7	14	9
Detektion Uhrzeit	23:11	00:14	00:15
<b>Datum/Nacht: 22.08.2022</b>			
Logger Nr.	8		7
Detektion Uhrzeit	22:33		22:36

Tab. 5-6: Detektionen von *M.nat*, Senderfrequenz 150,200 MHz

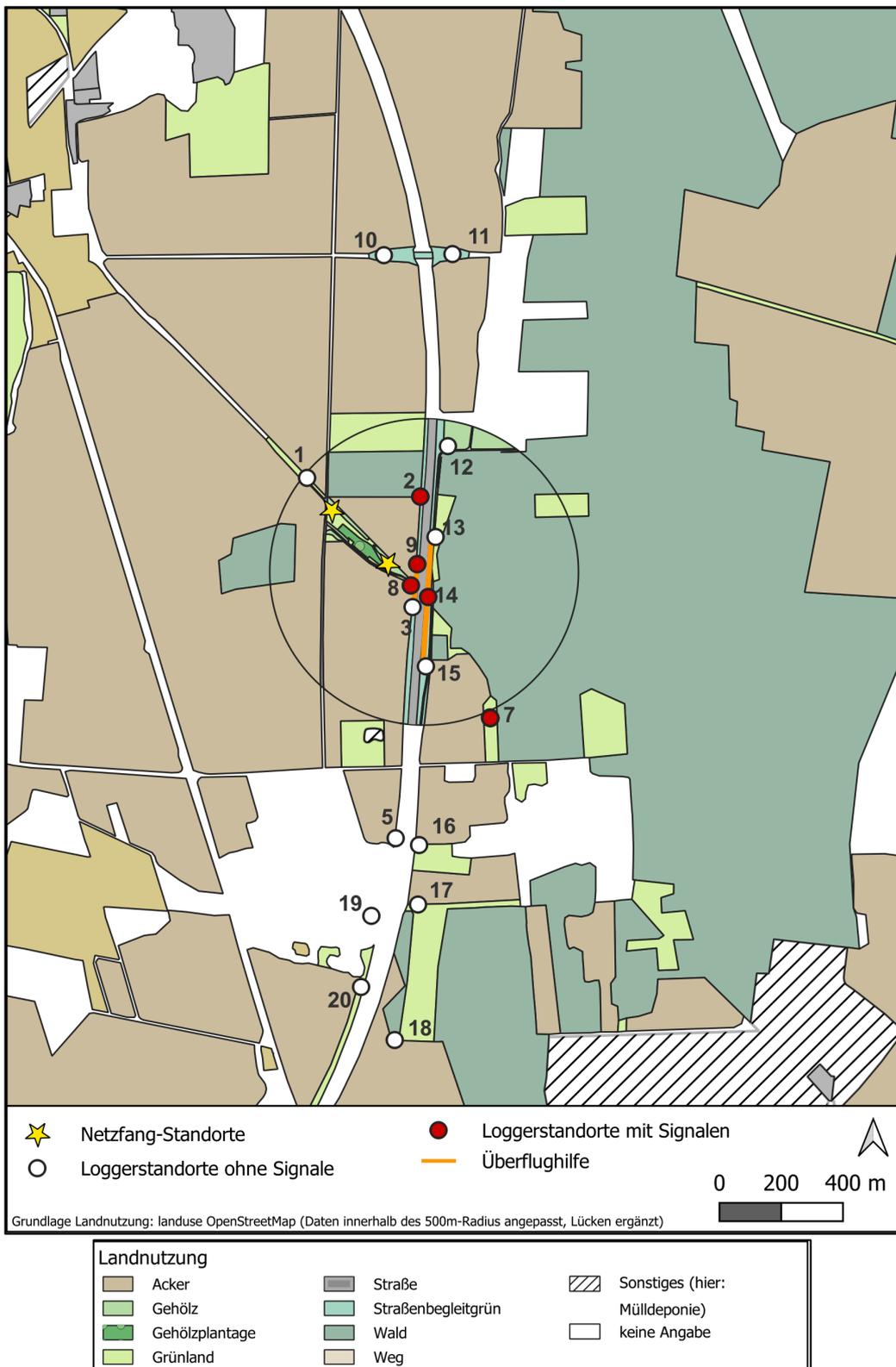
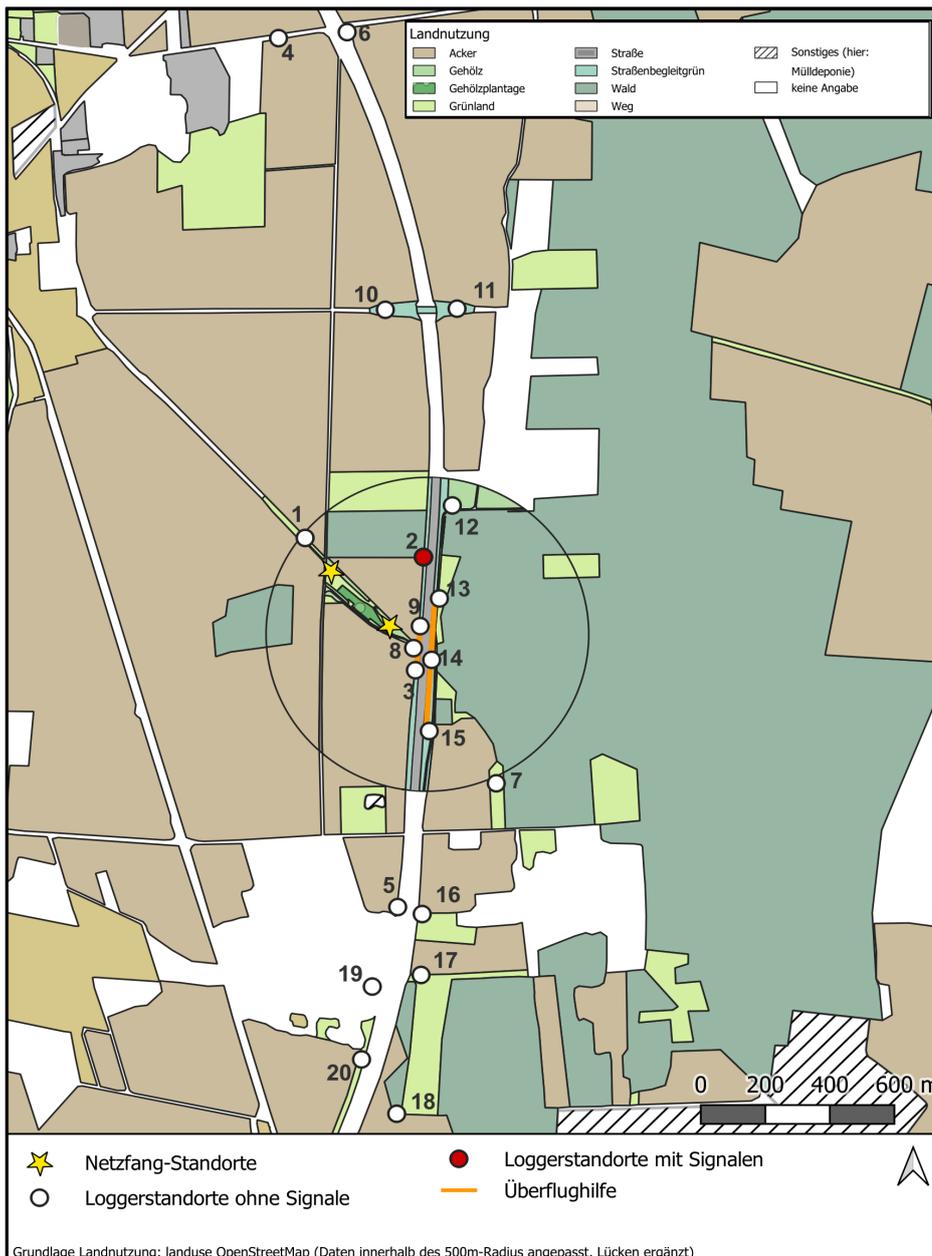


Bild 5-11: Loggerdetektionen der besenderten Fransenfledermaus (Senderfrequenz 150,200 MHz).

Loggerdetektionen sind in rot dargestellt. Zwischen den Loggerstandorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreet-Map – Veröffentlicht unter ODbL)

**Männliches, adultes Braunes Langohr (*P.aur*, Senderfrequenz 150,114 MHz)**

Diese Fledermaus wurde direkt nach der Besenderung am 21.08.2022 an Logger 2 für fünf Minuten (21:20 Uhr bis 21:25 Uhr) nördlich der Fangstelle detektiert (Bild 5-12). Eine Straßenquerung konnte dabei nicht dokumentiert werden. An weiteren Loggern konnte das Tier nicht erfasst werden.



**Bild 5-12: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,114 MHz)**

Loggerdetektion ist in rot dargestellt. Zwischen den Loggerstandorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlichung unter ODbL)

**Männliches, adultes Braunes Langohr (*P.aur*, Senderfrequenz 150,097 MHz)**

Diese Fledermaus wurde über insgesamt vier Nächte (21.08. bis 25.08.2022) an drei verschiedenen Loggern erfasst (Bild 5-13 und Tab. 5-7).

Am 22.08., 24.08. und 25.08.2022 wurde das Tier jeweils für 7 bis 10 Minuten in der zweiten Nachthälfte an Logger 15 erfasst. Wahrscheinlich befindet sich in direkter Nähe zu diesem Logger, der sich am Ende der Überflughilfe befand, ein Fraßplatz der Fledermaus.

Zusätzlich wurde die Fledermaus am 21.08. und am 22.08.2022 kurz an Logger 17 bzw. an Logger 7 detektiert. Eine zeitliche Beziehung, die einen direkten Flugweg nahelegen würde, konnte nicht festgestellt werden. Um von diesen Loggern detektiert zu werden, musste das Tier nach der Besenderung am Fangort mindestens einmal die Straße queren. Es ist jedoch nicht nachvollziehbar, an welcher Stelle die Fledermaus die Straße querte.

<b>Datum/Nacht: 21.08.2022</b>		
Logger Nr.	17	
Detektion Uhrzeit	20:10	
<b>Datum/Nacht: 22.08.2022</b>		
Logger Nr.	7	15
Detektion Uhrzeit	19:13	01:19-01:28
<b>Datum/Nacht: 24.08.22</b>		
Logger Nr.	15	
Detektion Uhrzeit	01:16-01:28	
<b>Datum/Nacht: 25.08.22</b>		
Logger Nr.	15	
Detektion Uhrzeit	02:01-02:07	

Tab. 5-7: Detektionen von *P.aur*, Senderfrequenz 150,097 MHz

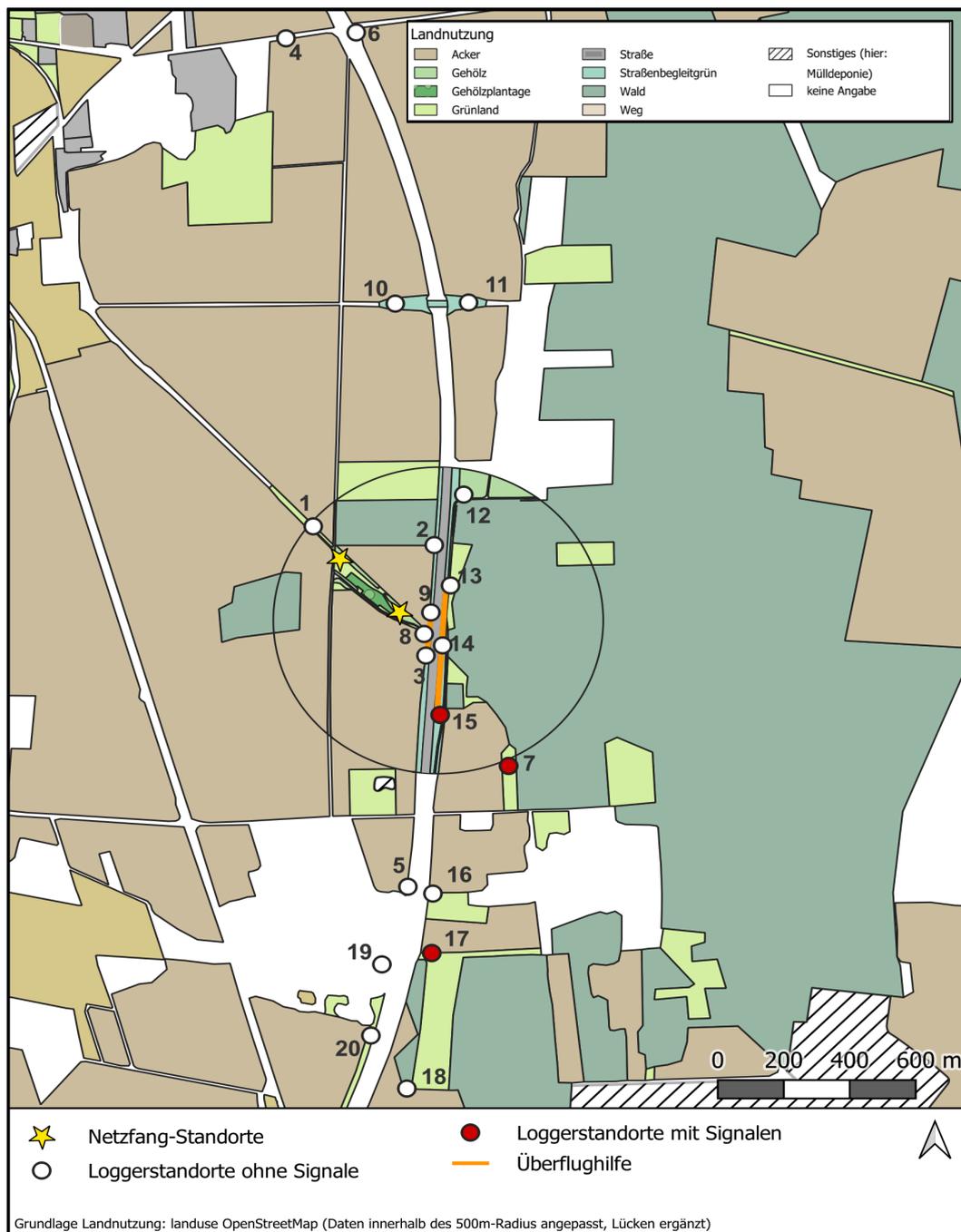


Bild 5-13: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,097 MHz).

Loggerdetektionen sind in rot dargestellt. Der Fangort ist mit einem gelben Stern markiert. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlich unter ODbL)

**Weibliches, adultes Braunes Langohr (*P.aur*, Senderfrequenz 150,284 MHz)**

Diese Fledermaus wurde im Laufe der Besenderungsnacht (22.08.2022) einmal kurz an Logger 12 um 02:15 Uhr nordöstlich der Fangstelle, auf der anderen Straßenseite, detektiert (Bild 5-14). Folglich muss das Tier mindestens einmal die Straße gequert haben, da sich die Fangstelle auf der westlichen Straßenseite befand. Es ist jedoch nicht nachvollziehbar, an welcher Stelle die Fledermaus die Straße querte. Weitere Detektionen konnten nicht erbracht werden.

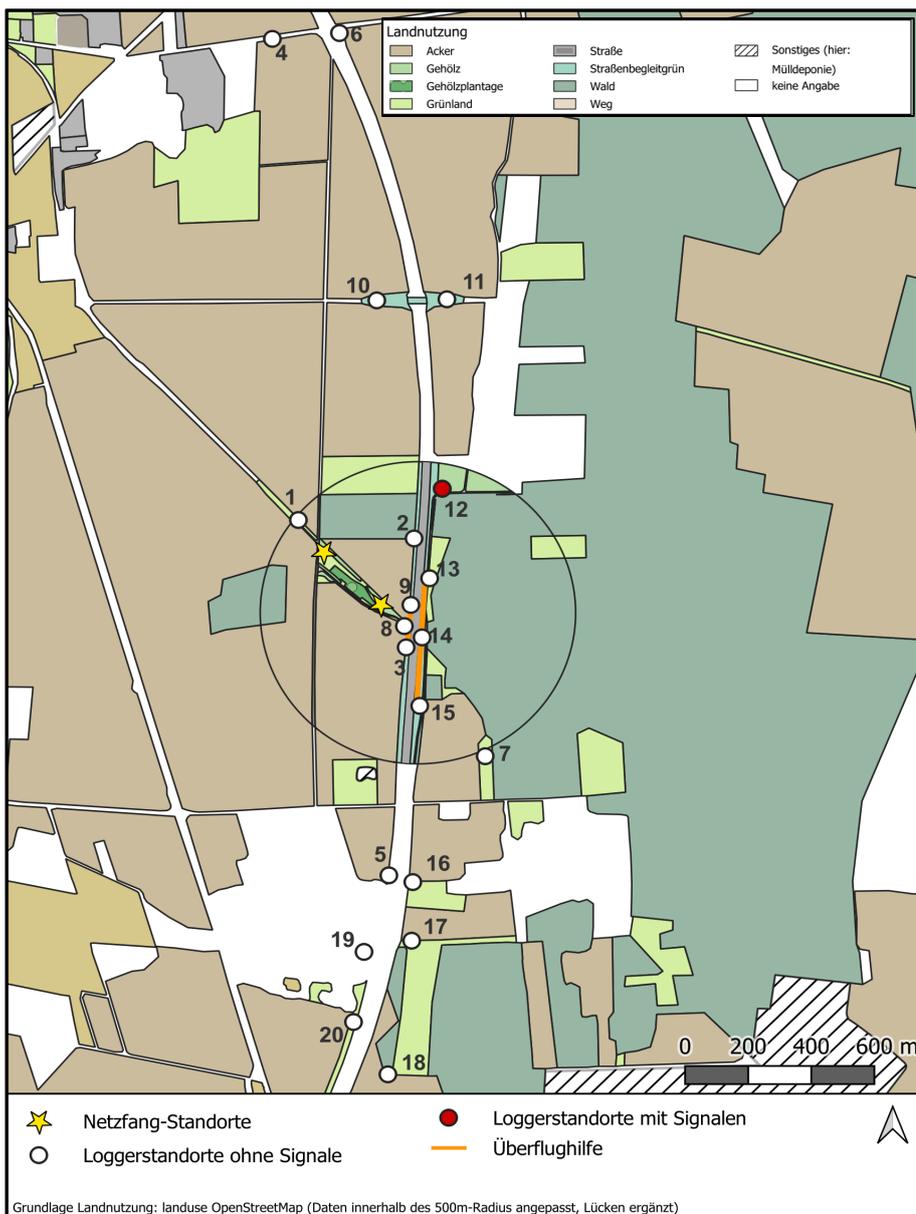


Bild 5-14: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,284 MHz).

Loggerdetektionen sind in rot dargestellt. Zwischen den Loggerstandorten 10 und 11 befindet sich ein Fledermausüberführungsbauwerk. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreet-Map – Veröffentlicht unter ODbL)

## 5.3 Diskussion

### 5.3.1 Methode

Die hier verwendete Methode der automatischen Telemetrie hat sich gut bewährt und konnte exemplarisch an Standort F Hinweise zum räumlichen Verhalten der Fledermäuse im Nahbereich der Überflughilfe liefern. Ein großer Vorteil der Methode bestand darin, dass das Verhalten von mehreren Fledermäusen gleichzeitig, punktgenau und über einen längeren Zeitraum (hier etwa 10 Tage) an relevanten Punkten im Nahbereich der Überflughilfe sowie entlang der Straße erfasst werden konnte.

Zudem ermöglichte der Live-Zugriff auf die Logger neben einer stetigen Funktionskontrolle vor allem das unmittelbare Nachverfolgen von Empfangssignalen besendeter Tiere. Die Datenübertragung von den Loggern auf das Onlineportal der open-source Software von tRackIT OS funktionierte dabei reibungslos. Auch konnte gezeigt werden, dass die autarke Stromversorgung über 20 W Solarpanele in Kombination mit zwei 12 V/7 Ah Blei-Gel Akkus ausreichend und zuverlässig war.

Außerdem ließ sich, wie erhofft, mit Hilfe der durchgeführten Telemetrieuntersuchung auch explizit das Verhalten leise rufender Fledermausarten (hier Braunes Langohr) erfassen. Sehr wahrscheinlich sind diese Fledermausarten bei der optisch-akustischen Erfassung unterrepräsentiert.

Eine methodische Einschränkung, die sich zwangsläufig aus dem Prinzip der automatischen Telemetrie ergibt, ist, dass nur an den Punkten Signale empfangen werden können, an denen sich auch die Logger befinden. Andere Bereiche werden nicht erfasst. Des Weiteren muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass die erbrachten Ergebnisse nur Aussagen über das Verhalten der Sendertiere während des 10-tägigen Untersuchungszeitraums zulassen.

### 5.3.2 Querungsverhalten

Die Ergebnisse der Telemetrieuntersuchung weisen auf eine erhöhte (Querungs-)Aktivität der acht Sendertiere an und im Nahbereich der Überflughilfe hin. Nur in diesem Bereich des Untersuchungsgebietes konnten zeitlich passende Nachweise an Logger-Stationen westlich und östlich der Straße erbracht werden, die auf eine Straßenquerung der Sendertiere schließen lassen. Dabei konnte jedoch nicht geklärt werden, ob und wie die besenderten Fledermäuse bei der Straßenquerung die Überflughilfe nutzten. Auch die optisch-akustischen Erfassungsdaten lieferten dazu keine Hinweise, da keines der Sendertiere optisch erfasst wurde.

Zudem zeigten die Ergebnisse, dass an anderen plausiblen Querungsmöglichkeiten im 2 km Umkreis um die Überflughilfe keine Straßenquerungen der Sendertiere registriert wurden. Auch nicht an dem 1 km nördlich entfernt gelegenen Fledermausüberführungsbauwerk (Loggerstandorte 10/11), wo Querungen hätten erwartet werden können. Zum Zeitpunkt der Untersuchung befand sich auf diesem Fledermausüberführungsbauwerk ein Streifen von niedrigen Büschen und jungen Bäumen. Darüber hinaus handelte es sich bei den hin- und ableitenden Strukturen um junge Bäume, mit (noch) verminderter Leitfunktion. Demnach stellte das Bauwerk zum Untersuchungszeitpunkt möglicherweise eine wenig attraktive Querungsmöglichkeit für die Sendertiere dar, die nur sporadisch genutzt wird. Plausibel erscheint jedoch auch

die Erklärung, dass die Sendertiere hier bislang keine Flugwege etabliert haben, da alle Sendertiere ca. 250 m von der Überflughilfe entfernt gefangen wurden und ein etablierter Flugweg im Nahbereich der Überflughilfe für diese Tiere daher wahrscheinlich ist.

Auch muss berücksichtigt werden, dass von der soliden Hecke-/Baumreihe hin zur Überflughilfe vermutlich ein stark leitender Effekt ausgeht, da die Landschaft sonst von freien Flächen dominiert wird. Berücksichtigt man zudem, dass die Hecken-/Baumreihe von der nächstgelegenen Ortschaft kommend bis direkt zur Überflughilfe führt und auf der anderen Straßenseite in einen lückigen, später dichteren Wald übergeht, können fest etablierte Austauschbeziehungen zwischen Ruhequartieren und Jagdhabitaten vermutet werden. Die Ergebnisse der in den vorliegenden Planunterlagen berücksichtigten Voruntersuchungen (u. a. Artenschutzbeitrag) unterstreichen diese Vermutung.

Zudem wiesen die Beobachtungen während der Netzfänge auf eine offensichtliche Austauschbeziehung hin und es konnte zur Ausflugszeit eine Flugstraße von Mückenfledermäusen beobachtet werden. Dabei flogen – soweit ersichtlich – die Tiere entlang der Hecken-/Baumreihe Richtung Überflughilfe und querten die Straße in diesem Bereich. Aussagen darüber, ob die Tiere auch andere Bereiche der Straße bevorzugt querten, können jedoch nicht getroffen werden, da keine Besenderung von Mückenfledermäusen erfolgte und folglich auch keine Telemetriedaten dazu vorliegen. Es wurden zwar in Summe sechs Fledermäuse dieser Art gefangen, bei denen aber das Körpergewicht der Tiere für eine Besenderung als zu gering bewertet wurde. Daher wurden diese nicht telemetriert.

Die Ergebnisse der Telemetrie legen außerdem die Vermutung nahe, dass die Fledermäuse die Überflughilfe zur Jagd nutzten. So konnten bei einer der besenderten Fransenfledermause (Senderfrequenz 150,216 MHz) an drei Nächten hintereinander Parallelfüge aufgrund der zeitlichen Folge von Erfassungen durch die Telemetrie-Logger belegt werden. Zudem hielt sich diese Fledermaus fast 20 min im Bereich der Überflughilfe auf und querte dabei auch in schneller Abfolge die Straße. Naheliegend ist, dass es sich hierbei um Jagdverhalten handelt. Darüber hinaus konnte für eines der besenderten Braunen Langohren (Senderfrequenz 150,097 MHz) ein möglicher Fraßplatz an oder in Nähe der Überflughilfe identifiziert werden – das Tier wurde an Logger 15 am Ende der Überflughilfe registriert. Das Aufsuchen von relativ fixen Fraßplätzen ist ein typisches Verhalten für Langohrfledermäuse (DIETZ *ET AL.*, 2007). Damit wird die Vermutung gestützt, dass auch dieses Tier den Nahbereich und/oder die Überflughilfe als Jagdhabitat genutzt hat. Auch wurde während des Netzfangs beobachtet, wie eine Fledermaus (Art unklar) punktuell Insekten von der Überflughilfe „absammelte“. Jedoch legen andere Untersuchungen nahe, dass das Nahrungsangebot an Straßen nur eine untergeordnete Rolle spielt und folglich als Jagdhabitat für Fledermäuse nicht relevant ist (WEBER, 2002; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014). Denkbar ist auch, dass das Licht vorbeifahrender Fahrzeuge in gewissem Maße eine Anlockwirkung auf Insekten hat und in weiterer Folge auch Fledermäuse angelockt werden. So ist das Jagen von Fledermäusen an Straßenlaternen hinlänglich bekannt (STONE *ET AL.*, 2015) und ein analoger Zusammenhang möglich. Außerdem könnten vom Licht angezogenen Insekten sich auf der Konstruktion der Überflughilfe niederlassen oder in Spinnennetzen verfangen (Spinnennetze wurden an Standort F auch in großer Zahl festgestellt) und dort von Fledermäusen erbeutet

werden. Vor allem „Gleaner“, wie das Braune Langohr könnten dieses Nahrungsangebot nutzen, da sie Beute häufig nicht im Flug aufnehmen, sondern bspw. von Blättern absammeln (DIETZ *ET AL.*, 2007).

Des Weiteren könnte die Strukturgebundenheit bestimmter Fledermausarten, wie z. B. Langohrfledermäusen, dazu führen, dass sich diese Arten nah an der Überflughilfe aufhalten oder an ihr entlangfliegen (entspricht den hier definierten „Parallelfügen“). KERTH & MELBER (2009) konnten Parallelfüge für die Bechsteinfledermaus nachweisen, SWILD & NACHTAKTIV (2007) für die Kleine Hufeisennase. Auch in ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) vermuten die Autoren speziell für die beiden Langohrarten sowie die Bechsteinfledermaus häufigere Parallelfüge an den untersuchten Leiteinrichtungen. Die artspezifisch geringe Stichprobengröße der vorliegenden Telemetrieuntersuchung lässt jedoch keine Rückschlüsse auf das generelle Verhalten bestimmter Fledermausarten zu.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Telemetrieuntersuchung in Kombination mit den Beobachtungen während der Netzfänge, dass die Sendertiere und andere Fledermäuse (Mückenfledermaus) im Bereich der Überflughilfe die Straße querten, wobei der Anbindung von Leitstrukturen und etablierten Austauschbeziehungen zwischen Ruhe- und Jagdstätten sehr wahrscheinlich ein maßgeblicher Effekt zukommt. Außerdem konnten Flüge parallel zur Überflughilfe aufgezeichnet werden, die in Zusammenhang mit Jagdverhalten stehen könnten. Hierbei scheint artspezifisches Verhalten plausibel (ggf. speziell für strukturgebundene Arten), das jedoch nur anekdotisch beobachtet werden konnte. Verallgemeinernde Schlüsse lassen sich hieraus nicht ableiten. Es können lediglich Hinweise aufgezeigt werden, die in weiteren vertiefenden Studien untersucht werden müssen. Dabei könnten umfassendere Telemetrieuntersuchungen in Kombination mit Kameraerfassungen eine probate Methode sein, um bspw. explizit die Wirksamkeit von Überflughilfen für leise rufende Arten zu untersuchen, die akustisch häufig nur schwer nachweisbar sind.

## 6 Optisch-akustische Erfassungen

### 6.1 Methode

#### 6.1.1 Erfassungsgeräte & Einstellungen

Die Fledermausaktivität sollte an den Überflughilfen einerseits optisch und andererseits akustisch erfasst werden. Dazu wurden in Summe sechs Erfassungssysteme entwickelt und gebaut, um zwei Standorte parallel beproben zu können. Die Erfassungssysteme setzen sich jeweils aus einer optischen und einer akustischen Erfassungseinheit zusammen.

Für die optischen Erfassungen wurden pro Erfassungssystem drei Kameramodule installiert, wobei sich ein Modul jeweils aus einem RPi-Einplatinencomputer und einer Infrarotkamera (RaspberryPi: High Quality Camera mit 6 mm Objektiv) zusammensetzt. Diese sind gemeinsam in einer robusten Kunststoffbox (BOPLA) verbaut (Bild 6-2 A). Drei Infrarotstrahler (C & M Vision Technologies) beleuchten das Sichtfeld der Infrarotkameras. Ein GSM-Modul (Huawei E5576) gewährleistet die Internetverbindung und damit die Synchronisation der Module sowie einen Fernzugriff auf die Geräte.

Für die akustischen Erfassungen wurden pro Erfassungssystem zwei AudioMoth Dev Geräte (Open Acoustic Devices) eingesetzt – energiesparende und kostengünstige Ultraschall-Aufnahmegeräte. Diese Geräte sind mit einem GPS-Modul ausgestattet, um eine exakte Uhrzeitsynchronisation sicherzustellen. Die Fledermausrufe wurden mit einem externen Ultraschallmikrofon (Primo Em258 von MicBooster) erfasst, wobei das Mikrofon zusätzlich mit einer Schaumstoffabdeckung ausgestattet wurde, um Windgeräusche möglichst zu minimieren (Bild 6-2 B).

Diesem endgültigen Setup gingen unterschiedliche Vorabtests voraus. Dabei wurden verschiedene Infrarotstrahler sowie Kameraeinstellungen getestet, um die Sichtweite der Infrarotkameras bestmöglich zu optimieren. Außerdem wurden die Belichtungszeiten und Bildfrequenzen der Videos so eingestellt, dass Flugbahnen von Fledermäusen möglichst gut im Video sowie in den einzelnen Videobildern zu erkennen waren. Die Einstellungen der akustischen Erfassungseinheiten wurden ebenfalls umfassend getestet und optimiert.

Zwei dieser so konstruierten Erfassungssysteme konnten bereits 2021 gebaut und an einem Teststandort (Standort A) eingesetzt werden. Vier weitere baugleiche Erfassungssysteme wurden Anfang 2022 fertiggestellt. Die Verzögerung ergab sich hauptsächlich aus den bereits beschriebenen Engpässen in der Materialverfügbarkeit (Kap. 1.3). In Summe standen somit sechs Erfassungssysteme zur Verfügung, wodurch eine parallele Beprobung von zwei Standorten möglich war (drei Systeme pro Standort).

Eine Infrarotkamera hatte im Lichtkegel der Infrarotstrahler eine Sichtweite von ca. 10 bis 15 m und einen Öffnungswinkel von 63°. Folglich deckte ein Erfassungssystem – bestehend aus drei Infrarotkameras – einen Sichtbereich von etwa 240° in der Horizontalen und 63° in der Vertikalen ab, mit zwei blinden Sektoren à 27° und mit einem Radius von bis zu 15 m (Bild 6-1).

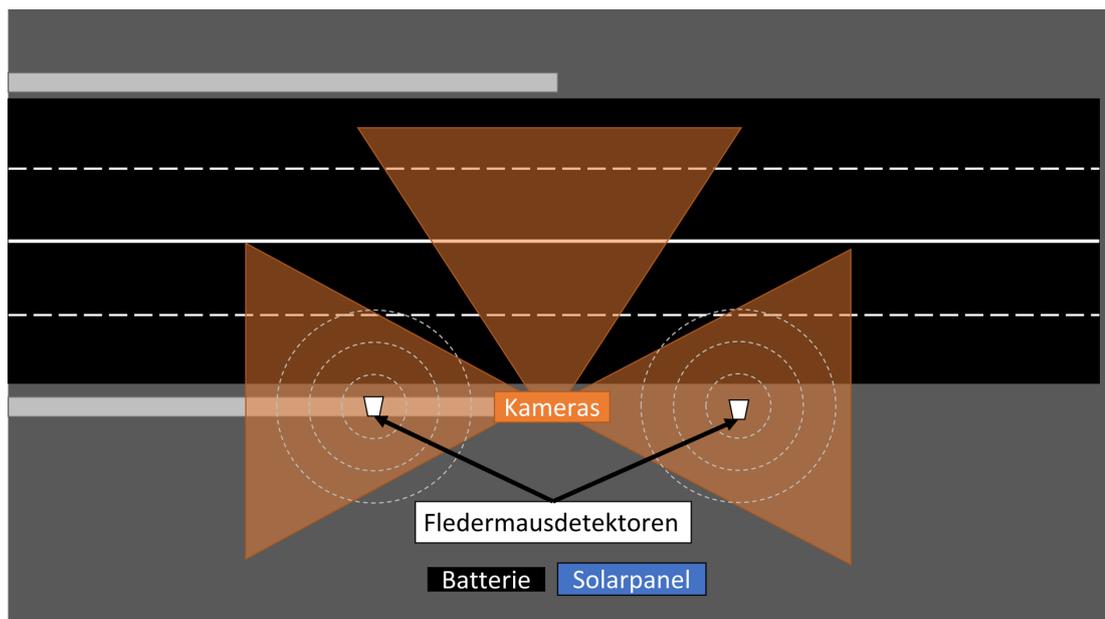


Bild 6-1: Schematisch dargestellter Erfassungsräum in Aufsicht (orange Sektoren stellen den horizontalen Querschnitt des Sichtbereichs auf Höhe der Kameras und somit der Zaunoberkante dar).

Gezeigt ist eine Erfassungseinheit aus drei Kameras und zwei Fledermausdetektoren an einem Beobachtungspunkt (hier am Ende einer Überflughilfe).

Mit dieser Kamerainstallation konnte sowohl der Straßenraum als auch ein großer Bereich der hinter dem Zaun gelegenen Straßenebenfläche eingesehen werden, so dass viele Fledermäuse daher bereits bei der Annäherung an den Zaun aus der Landschaft kommend erfasst wurden und dann weiterverfolgt werden konnten, bis sie über den Zaun hinweg in den Straßenraum flogen. Aufgrund der maximalen Reichweite von 15 m konnte, in Abhängigkeit von der Straßenbreite, nicht die gesamte Querung der Straße beobachtet werden. Alle Infrarotkameras wurden während der Installation auf der Überflughilfe befestigt und waagrecht ausgerichtet, so dass der Horizont in der Bildmitte verlief (Bild 6-3). Auf diese Weise ist es möglich, die Flughöhe der erfassten Fledermäuse relativ zur Oberkante der Überflughilfe einzuschätzen und zu beurteilen.

Basierend auf den Erkenntnissen aus den Testerfassungen 2021 wurden die Audio- und Videoaufnahmen auf die optimalen Einstellungen angepasst. So wurden die Audioaufnahmen mit einer Samplerate von 385 kHz und einem Aufnahmezyklus von 10 min erstellt. Die Videoerfassungen wurden mit einer Auflösung von 1024 x 768 Pixel sowie einer Bildfrequenz von 20 Bildern pro Sekunde und einer Belichtungszeit von 45 ms durchgeführt. Die Audiogeräte und Infrarotkameras waren so programmiert, dass sie durchgehend über die gesamte Nacht von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang aufnahmebereit waren.

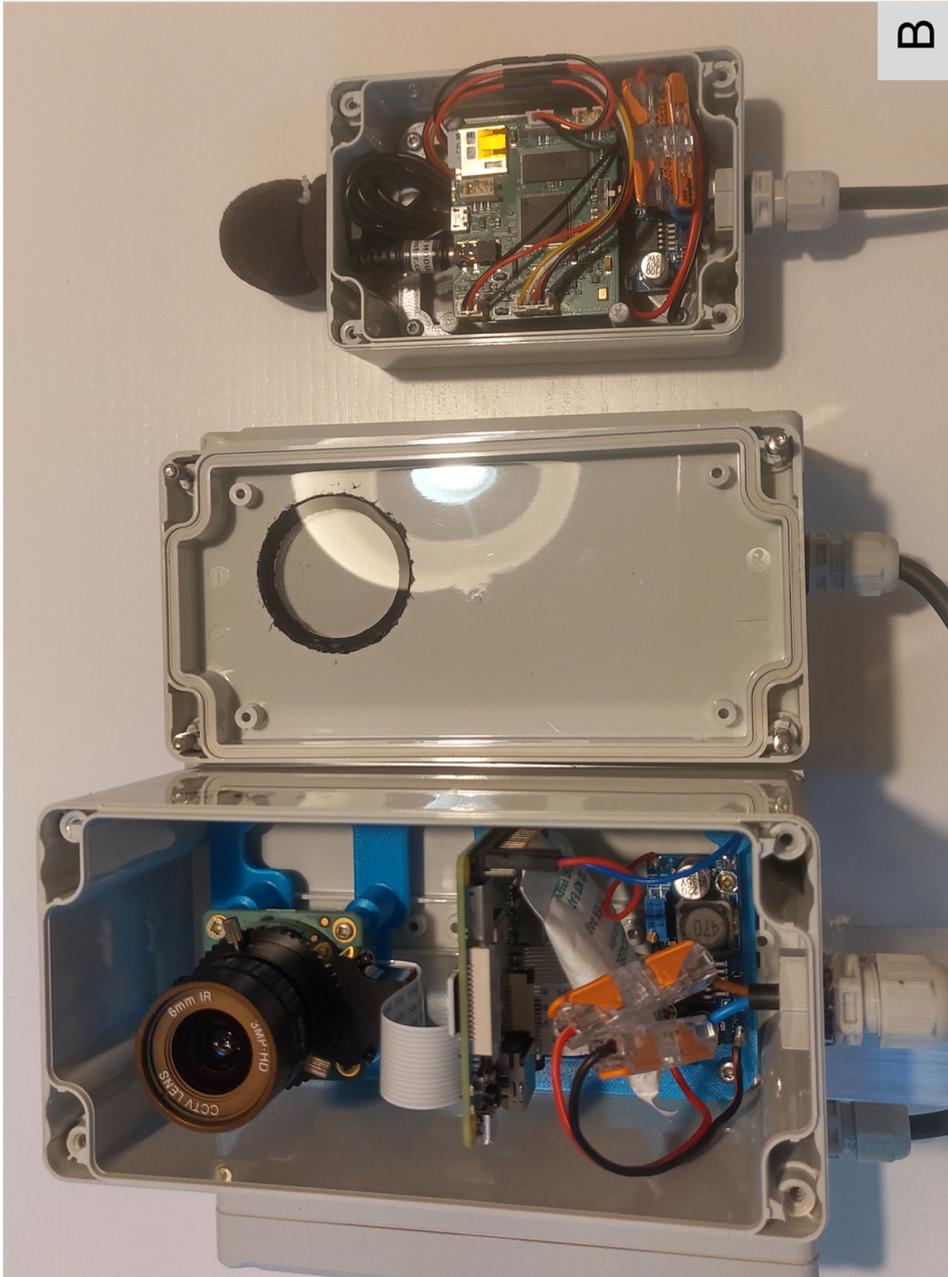
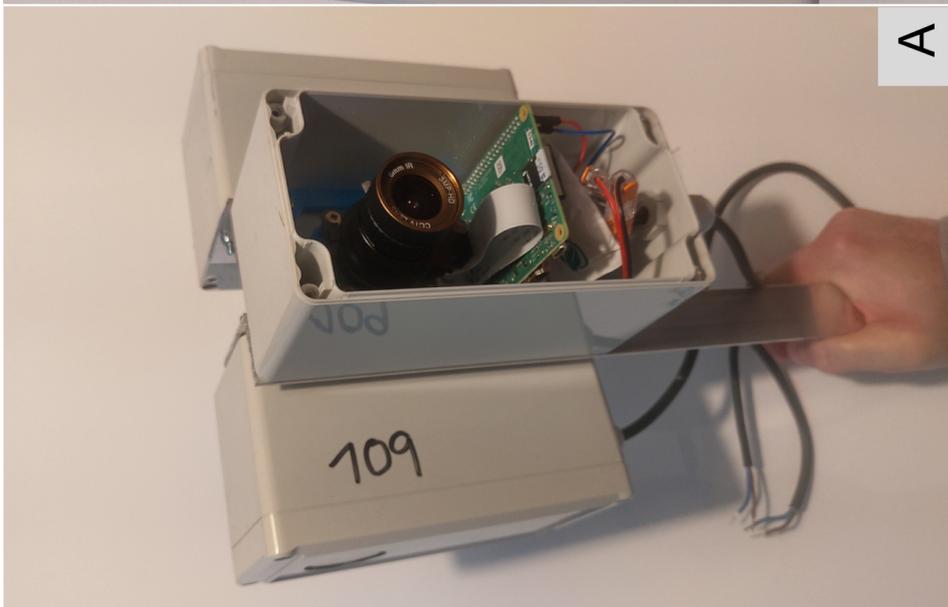


Bild 6-2: Komponenten des optisch-akustischen Erfassungssystems. (Fotos: H. Reers)  
A): Kamerakopf mit drei Infrarotkameras. B) Blick in den Kamerakopf und die Audio-Box.

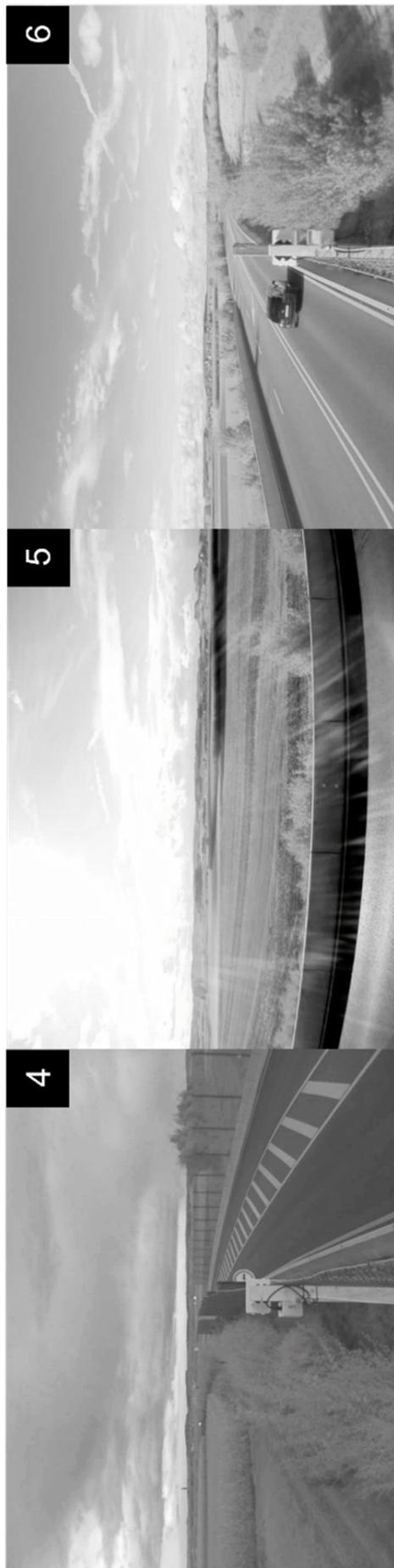


Bild 6-3: Ausrichtung und Sichtfeld der installierten Infrarotkameras entlang (1 bis 3, System 1) und am Ende (4 bis 6, System 2) einer Überflughilfe.

- 1 – Sichtbereich entlang der Überflughilfe nach links, 2 – Sichtbereich über die Fahrbahn, 3 – Sichtbereich entlang der Überflughilfe nach rechts; 4 – Sichtbereich entlang der Überflughilfe nach links, 5 – Sichtbereich über die Fahrbahn, 6 – Sichtbereich entlang der Überflughilfe nach rechts Richtung Ende der Konstruktion.

## 6.1.2 Installation

Die Installation an der Überflughilfe wurde an allen Standorten nach dem gleichen Prinzip durchgeführt. Am Teststandort wurden 2021 zwei Erfassungssysteme an der Überflughilfe angebracht, 2022 wurden je Untersuchungsstandort drei Erfassungssysteme installiert. Die Installation der Erfassungssysteme erfolgte entweder entlang oder am Ende der Überflughilfe. Für die Beobachtungsposition am Zaunende wurden die Kameras jedoch nicht am letzten Zaunpfosten montiert, sondern wenige Meter davor, so dass Fledermäuse noch aufgezeichnet werden können, die sich nahe dem Ende an den Zaun annähern und dann – statt den Zaun zu überfliegen – außen am Zaun vorbeifliegen. Dabei kann die Beobachtungssituation „Ende der Überflughilfe“ nochmal nach der Ausrichtung der Kameras unterschieden werden in „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“ und „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Zaun“ (vgl. Bild 6-4).

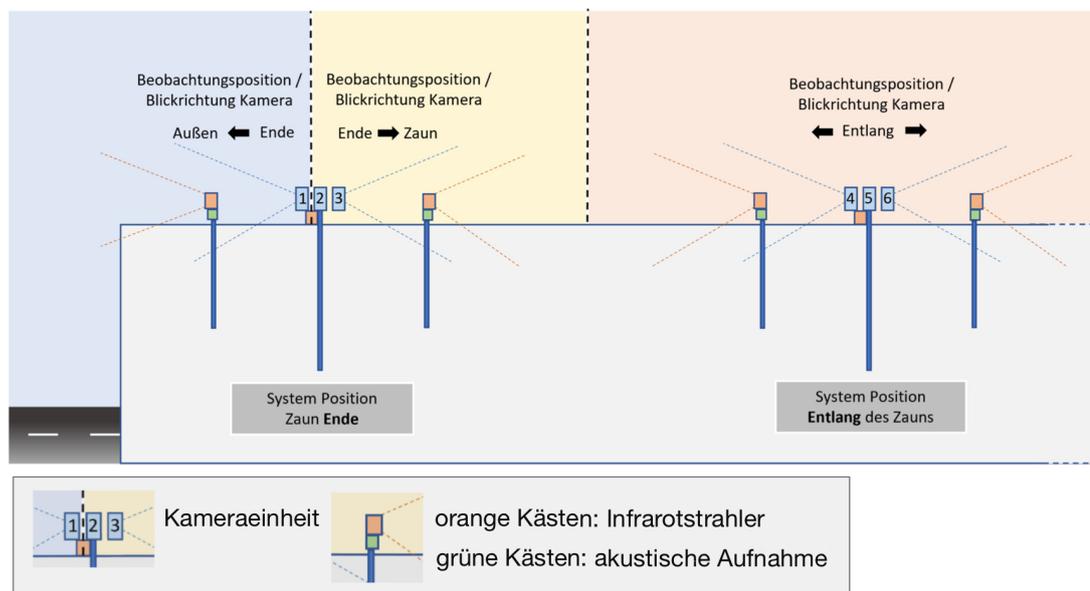


Bild 6-4: Schematische Darstellung der Beobachtungspositionen

Die Infrarotkameras 1–6 sind in Form blauer Rechtecke dargestellt. Die seitlichen Infrarotkameras 1 & 3 sowie 4 & 6 erfassen entlang der Überflughilfe, die mittig installierten Infrarotkameras 2 und 5 erfassen den Bereich über der Fahrbahn. Die grünen Kästen stellen die akustischen Aufnahmegeräte dar, die darüberliegenden orangenen Kästen symbolisieren die Infrarotstrahler. Sie beleuchten den Bereich entlang der Überflughilfe und über die Fahrbahn, analog zu den Infrarotkameras.

Aufgrund von standortspezifischen Gegebenheiten (Länge, Bauweise & Zugänglichkeit der Überflughilfe) konnten nicht an jedem Standort die jeweils gleichen Beobachtungspunkte an der Überflughilfe gewählt werden. So war an drei Standorten eine Beprobung am Ende der Überflughilfe nicht möglich (Standorte D, E und H, vgl. Tab. 6-1). Insgesamt wurden 2022 neun Standorte im Zeitraum von Anfang Juni bis Anfang Oktober beprobt, wobei an jedem Standort mindestens neun Nächte und maximal 17 Nächte erfasst wurden (Tab. 6-1).

Standort	Position der Erfassungssysteme	Aufbau	Abbau	Anzahl erfasster Nächte
Test (A)	1x entlang, 1x Ende	05.10.21	28.10.21	22
A	1x entlang, 2x Ende	03.06.22	20.06.22	17
B	1x entlang, 2x Ende	28.06.22	14.07.22	17
C	1x entlang, 2x Ende	28.06.22	14.07.22	17
D	3x entlang	25.07.22	08.08.22	14
E	3x entlang	24.07.22	08.08.22	15
F	1x entlang, 2x Ende	15.08.22	25.08.22	10
G	1x entlang, 2x Ende	16.08.22	25.08.22	9
H	3x entlang	03.09.22	19.09.22	16
I	2x entlang, 1x Ende	20.09.22	06.10.22	16

Tab. 6-1: Installation der Erfassungssysteme 2021 und 2022.

Pro Erfassungssystem wurden drei Infrarotkameras und ein Infrarotstrahler an einem Holzpfehl sowie jeweils ein Infrarotstrahler und ein Audiogerät an zwei weiteren Holzpfehlen montiert. Die so präparierten Holzpfehle wurden dann, soweit möglich, mit Hilfe eines Hakens an der Überflughilfe befestigt und mittels Kabelbinder mehrfach fixiert. Die beprobten Überflughilfen unterschieden sich zum Teil in ihrer Bauweise, so dass minimale Anpassungen bei der Befestigung der Holzpfehle erfolgten. In jedem Fall wurde gewährleistet, dass die Systeme stabil und sicher installiert waren und für Verkehrsteilnehmer keine Gefahr darstellten. Eine autarke Stromversorgung der Erfassungssysteme wurde jeweils mit Hilfe eines 150–160 W Solarpanel (Offgrid-Tech) in Kombination mit je einer 12 V 101–122 Ah AGM-Batterie (OffgridTech) eingerichtet, wobei das Solarpanel am Boden Richtung Sonne ausgerichtet und die Batterie in einer wasserdichten Kunststoffbox untergebracht wurde (Bild 6-5). Bei jedem Erfassungssystem wurden die seitlichen Infrarotstrahler jeweils in einem Abstand von ca. 2 m vor den Infrarotkameras installiert und horizontal entlang der Überflughilfe ausgerichtet (Bild 6-5 und Bild 6-6). Der mittlere Infrarotstrahler wurde oberhalb der mittleren Infrarotkamera installiert (Bild 6-5 und Bild 6-6).



Bild 6-5: Installation der optisch-akustischen Erfassungssysteme an einem Standort. (Fotos: H. Reers & S. Radford)

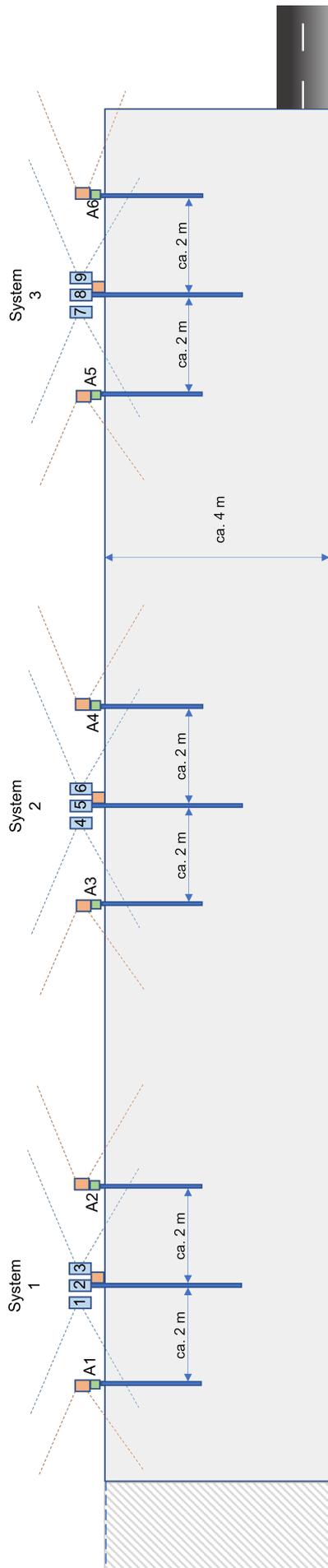


Bild 6-6: Schematische Darstellung der installierten Erfassungssysteme an der Überflughilfe.

Die Infrarotkameras 1–9 sind in Form blauer Rechtecke dargestellt. Die seitlichen Infrarotkameras 1 & 3, 4 & 6 sowie 7 & 9 erfassen entlang der Überflughilfe, die mittig installierten Infrarotkameras 2, 5 und 8 erfassen den Bereich über der Fahrbahn. Die grünen Kästen A1 bis A6 stellen die akustischen Aufnahmegeräte dar, die darüberliegenden orangenen Kästen symbolisieren die Infrarotstrahler. Sie beleuchten den Bereich entlang der Überflughilfe und über die Fahrbahn, analog zu den Infrarotkameras.

An jeder Überflughilfe wurden drei Erfassungssysteme installiert, wobei die Enden der Überflughilfe aus standortspezifischen Gegebenheiten nicht immer erfasst werden konnten (vgl. Tab. 6-1).

### 6.1.3 Deskriptive Auswertung

Mithilfe der optisch-akustischen Erfassungssysteme wurden an den Überflughilfen parallel zwei verschiedene Datensätze generiert: ein Audio- und ein Videodatensatz. Ziel war es dabei, eine Querung einer Fledermaus, sowohl akustisch als auch visuell zu erfassen. Da Fledermäuse optisch auf den Infrarotbildern leicht mit z. B. Insekten oder Vögeln verwechselt werden können, dienten die akustischen Daten in erster Linie als Hilfsmittel, um einen eindeutigen Fledermausnachweis erbringen zu können (charakteristische Rufe im Ultraschallbereich). Diese akustischen Nachweise wurden mithilfe einer Detektionssoftware („batdetect“) aus den Rohdaten vorgefiltert und dann in einem zweiten Schritt mit den zeitlich passenden Videosequenzen verschnitten sowie per App ausgewertet. Eine Art- oder Ruftypengruppenzuweisung anhand der akustischen Daten erfolgte gesondert in einem nachfolgenden Schritt. Dabei wurden nur diejenigen akustischen Daten ausgewertet, bei denen zeitgleich eine Fledermausflugbahn beobachtet werden konnte.

In Bild 6-7 sind die Auswertungsschritte in einem Überblick schematisch dargestellt. Das genaue Vorgehen bei der visuellen und akustischen Auswertung wird in den folgenden Absätzen näher erläutert.

Die Daten, die im Rahmen der Testphase 2021 am Standort A erhoben wurden, sind nicht in die Auswertung eingeflossen, da hier methodisch leicht anders vorgegangen wurde als im Jahr 2022 und eine Vergleichbarkeit der Daten damit nicht gegeben ist. In die vorliegende Auswertung sind demnach ausschließlich die im Jahr 2022 erhobenen Daten eingeflossen.

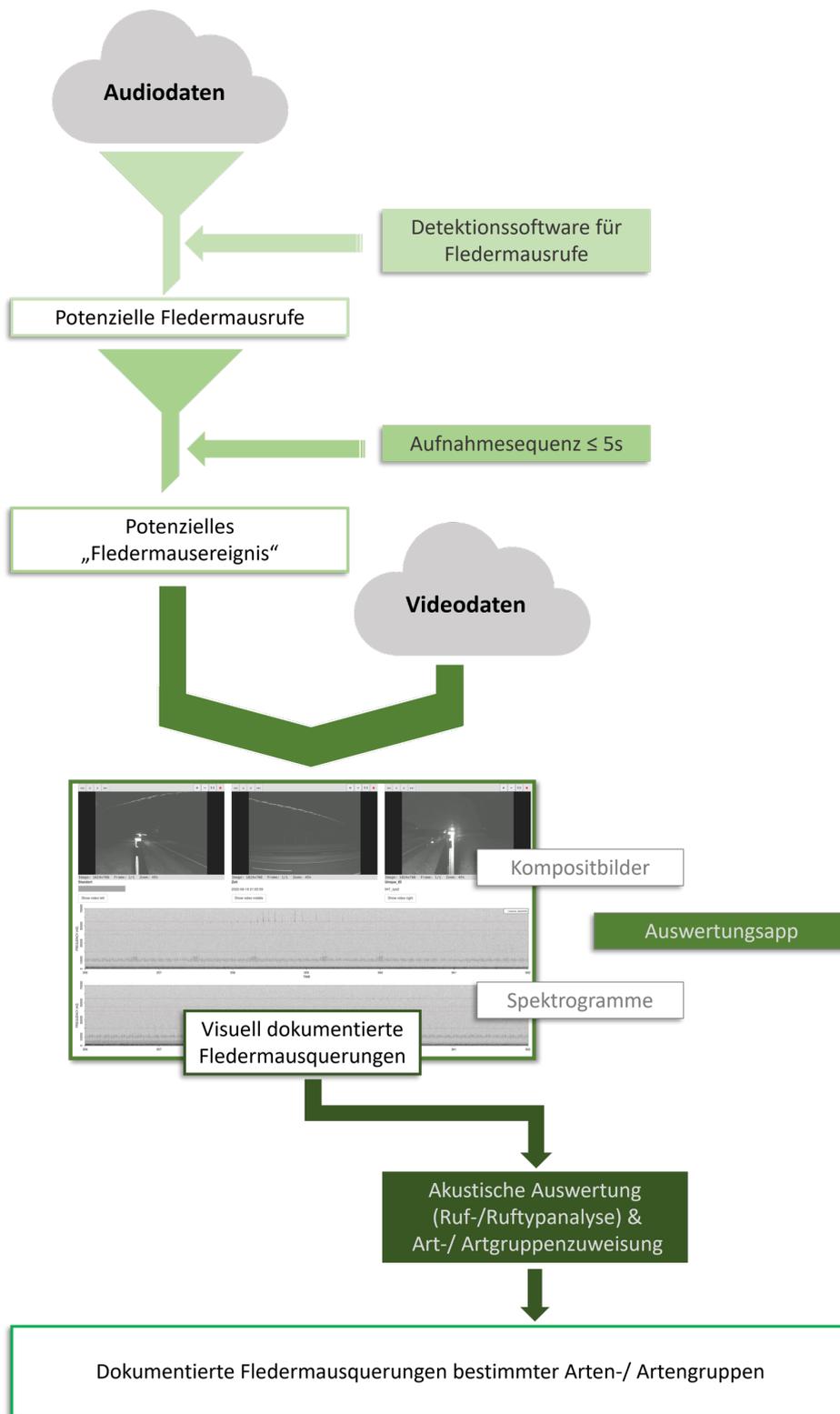


Bild 6-7: Schematischer Überblick der Auswertungsschritte.

## **Visuelle Auswertung der Fledermausereignisse**

Um aus den generierten Datensätzen potenziell dokumentierte Fledermausquerungen zu extrahieren, wurde wie in Bild 6-7 dargestellt vorgegangen. Zunächst wurden die akustischen Daten mit Hilfe der Open-Source-Software 'batdetect' (MAC AODHA ET AL., 2018) ausgewertet. Diese Detektionssoftware ermöglicht es innerhalb der Audiodateien Fledermausrufe zu erkennen, dient jedoch nicht der Artbestimmung. Die Einstellung der Detektionssoftware war so gewählt, dass die Audiodateien in 10 s Intervallschritten auf Fledermausrufe geprüft wurden und nur Rufe mit einer Richtig-Positiv-Rate von 95 % in die Wertung einfließen. Die Falsch-Negativ-Rate wurde stichprobenartig manuell geprüft und lag bei einem Wert von 0,5 %. Durchgehende Aufnahmesequenzen, die länger als fünf Sekunden waren, wurden nicht weiter betrachtet, da sie als unplausibel galten und in diesen Fällen von einer Fehldetektion (z. B. Grillenzirpen oder andere Störgeräusche) ausgegangen wurde. Nur kürzere Aufnahmesequenzen von maximal fünf Sekunden Länge („Fledermausereignis“<sup>16</sup>) wurden weiter betrachtet, da eine Querung der Überflughilfe und/oder der Straße innerhalb von fünf Sekunden als plausibel angenommen wurde.

Um zu prüfen, ob während der Fledermausereignisse tatsächlich eine Fledermausquerung stattfand, wurden die Videoaufnahmen der Infrarotkameras herangezogen. Dazu wurden den Fledermausereignissen innerhalb der Audioaufnahmen automatisch die zeitlich passenden Videosequenzen zugeordnet. Anhand der Videozeitstempel konnten Einzelbilder, die Teile einer Fledermausflugbahn erfasst hatten, extrahiert und im nächsten Schritt in einem Kompositbild zusammengestellt werden. Das Kompositbild entsteht, indem die Einzelbilder kombiniert werden. Bereiche, die in einem Einzelbild heller sind als im vorherigen Bild, werden übernommen und sind im Kompositbild dann als helle Streifen oder Linien zu sehen. Auf diese Weise lässt sich die Flugbahn einer Fledermaus rekonstruieren (Beispiele für Kompositbilder siehe Anlage 5, Kap. 13).

Im Anschluss wurden die Kompositbilder eines Systems, also von drei Infrarotkameras, sowie die zeitlich dazu passenden Spektrogramme der Audiodateien mit Hilfe einer selbstentwickelten Auswertungssapp (OekoFor, Bild 6-8) dargestellt und konnten auf diese Weise manuell ausgewertet werden.

---

<sup>16</sup> Als Fledermausereignis wird der potenziell akustische Nachweis einer Fledermaus von der Detektionssoftware „batdetect“ bezeichnet, mit einer maximalen Länge der Rufsequenzen von fünf Sekunden. Diese Ereignisse wurden im nächsten Schritt mit den Videodaten verschnitten und weiter ausgewertet.

### Datenauswertung

**Standort**

unbearbeitet

**Status**

unbearbeitet

**System**

Filter

**Datum**

**Standort**

Image: 1024x768 Frame: 1/1 Zoom: 45%

947\_9952

Show video left

**Zeit**

Image: 1024x768 Frame: 1/1 Zoom: 45%

2022-08-19 21:05:59

Show video middle

**Flughöhe**

Image: 1024x768 Frame: 1/1 Zoom: 45%

947\_9952

Show video right

**Bestehender Bearbeitungsstand**

ecoFindBat-2022-12-07-13181

Upload complete

**Flughöhe Straßenseite?**

höher als Zaunhöhe

niedriger als Zaunhöhe

NA

**Flughöhe Nicht-Straßenseite?**

höher als Zaunhöhe

niedriger als Zaunhöhe

NA

**Flughöhe?**

Von der Straße

Auf die Straße zu

Entlang

NA

**Fledermaus akustisch?**

Ja

Nein

unsicher

**Art / Artengruppe**

Pyggy

**Nahrungsaufnahme am Struktur**

Ja

Nein

**Potenzielle Kollisionsgefahr?**

nein

**Auswertbar**

ja

Bild 6-8: Bildausschnitt der Auswertungsapp.

Oben: Kompositbilder der drei Infrarotkameras. Im linken und mittleren Bild ist die Flugbahn einer Fledermaus zu sehen, die die Überflughilfe quert;  
Unten: Spektrogramme der beiden AudioMoth; im oberen Spektrogramm ist die Rufsequenz einer Fledermaus zusehen.  
Rechts: Informationen zur Flugbahn, die manuell erfasst werden.

Mit Hilfe der Auswertungsapp wurden für jedes ausgewertete, potenzielle Fledermausereignis folgende Informationen erfasst:

- Handelt es sich um eine Fledermaus?  
Dazu wurde das Spektrogramm ausgewertet. Fledermäuse können aufgrund ihrer charakteristischen Rufe im Ultraschallbereich akustisch gut nachgewiesen und dadurch bspw. von Insekten oder Vögeln unterschieden werden.
- Ist die Fledermaus auf den Kompositbildern sichtbar?  
Nicht zu jedem akustischen Nachweis konnten die Tiere auch optisch erfasst werden. Insbesondere hoch fliegende Arten (z. B. Arten der Gattung Nyctalus) können außerhalb des Kamerasichtfelds vorbeifliegen.
- Hat die Fledermaus die Straße überquert?  
Hier wurde erfasst, ob die beobachtete Fledermaus tatsächlich die Straße gequert hat und ob die Fledermaus dabei über die Überflughilfe geflogen (Überfliegen, vgl. Glossar) oder am Ende der Überflughilfe vorbeigeflogen ist (Umfliegen, vgl. Glossar) und/oder parallel entlang der Überflughilfe geflogen ist (Parallelfly, vgl. Glossar).
- Von welcher Seite hat sich die Fledermaus der Überflughilfe genähert?  
Hier wurde erfasst, ob die Fledermaus von der Straßenseite auf die Überflughilfe zugeflogen ist (Anflug, vgl. Glossar) oder sich von der straßenabgewandten Seite angenähert hat (Abflug, vgl. Glossar), um dann z. B. die Straße zu queren.
- In welcher Flughöhe hat sich die Fledermaus der Überflughilfe genähert und diese dann gequert, relativ zur Überflughilfe?  
Hier wurde die Flughöhe der ankommenden und abfliegenden Fledermäuse straßenseitig (tief/hoch weiter fliegend) und die Flughöhe der abfliegenden Fledermäuse auf der straßenabgewandten Seite der Überflughilfe (Abflüge tief/hoch startend, vgl. Glossar) beurteilt. Als „nicht sicher“ wurde die Straßenquerung unterhalb der Höhe der Überflughilfe bewertet, als „sicher“ die Straßenquerung oberhalb oder auf gleicher Höhe der Überflughilfe. Beachtet werden sollte, dass nicht immer der vollständige Straßenbereich überblickt werden konnte und das Verhalten der Fledermaus nach dem Passieren der Überflughilfe nicht zwangsläufig in allen Fällen während der gesamten Straßenquerung beibehalten wurde.
- Bestand eine unmittelbare Kollisionsgefahr?  
Hier wurde erfasst, ob zum Zeitpunkt einer „nicht sicheren“ Fledermausquerung gleichzeitig ein Fahrzeug vorbeifuhr.
- Anderes, auffälliges Verhalten?  
Insbesondere optisch konnte gut nachvollzogen werden, ob die Fledermaus beispielsweise Jagdverhalten entlang der Überflughilfe zeigte.
- Wurden mehrere Fledermäuse gleichzeitig erfasst?  
Wurden zwei oder mehr Fledermäuse gleichzeitig optisch erfasst, so wurde dies notiert. Bewertet wurde jedoch nur das Flugverhalten der ersten erfassten Fledermaus.

Einen Überblick zur Definition des erfassten und bewerteten (Querungs-)Verhaltens der Fledermäuse an der Überflughilfe geben Tab. 6-2, Bild 6-9 und Bild 6-10.

<b>Verhalten an der Überflughilfe</b>	
Überfliegen	Straßenquerung der Fledermaus, wobei die Fledermaus über die Überflughilfe geflogen ist.
Umfliegen	Straßenquerung der Fledermaus, die Überflughilfe wurde aber von der Fledermaus an den Enden umflogen und nicht überflogen.
Parallelfly	Keine (beobachtete) Straßenquerung. Die Fledermaus ist parallel entlang der Überflughilfe geflogen.
Anflug	Die Fledermaus fliegt straßenseitig die Überflughilfe an. Sie fliegt also von der gegenüberliegenden Straßenseite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu.
Abflug	Die Fledermaus fliegt weg von der Überflughilfe mit installiertem Kamerasystem und fliegt auf die gegenüberliegende Straßenseite zu.
Abflug hoch startend	Die Fledermaus fliegt oberhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu und passiert diese.
Abflug hoch startend und hoch weiter fliegend	Die Fledermaus, die mit einer Flughöhe oberhalb der Überflughilfe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zugeflogen ist, behält ihre Flughöhe oberhalb der Höhe der Überflughilfe auch nach dem Passieren der Überflughilfe bei und quert die Straße sicher.
Abflug hoch startend und absinkend	Die Fledermaus, die mit einer Flughöhe oberhalb der Überflughilfe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zugeflogen ist, verändert ihre Flughöhe und sinkt nach dem Passieren der Überflughilfe unterhalb der Höhe der Überflughilfe ab. Die Straßenquerung ist nicht sicher.
Abflug tief startend	Die Fledermaus fliegt unterhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu.
Abflug tief startend und hoch weiter fliegend	Die Fledermaus, die mit einer Flughöhe unterhalb der Überflughilfe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zugeflogen ist, verändert ihre Flughöhe und fliegt nach dem Passieren der Überflughilfe oberhalb der Höhe der Überflughilfe weiter. Die Straßenquerung ist sicher.
Abflug tief startend und absinkend	Die Fledermaus, die mit einer Flughöhe unterhalb der Überflughilfe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zugeflogen ist, sinkt nach dem Passieren der Überflughilfe wieder in eine Flughöhe unterhalb der Überflughilfe ab. Die Straßenquerung ist nicht sicher. Die Fledermaus macht einen „Bogenflug“ (vgl. Glossar).
<b>Bewertung der Straßenquerung</b>	
sicher	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Fledermaus überfliegt die Überflughilfe und quert die Straße oberhalb der Höhe oder auf gleicher Höhe der Überflughilfe.</li> <li>Die anfliegende Fledermaus fliegt oberhalb der Höhe oder auf gleicher Höhe der Überflughilfe auf die Überflughilfe mit installiertem Kamerasystem zu.</li> <li>Die abfliegende Fledermaus bleibt nach dem Passieren der Überflughilfe oberhalb der Höhe oder auf gleicher Höhe der Überflughilfe und quert die Straße.</li> </ul>
nicht sicher	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Fledermaus umfliegt die Überflughilfe an den Enden.</li> <li>Die anfliegende Fledermaus fliegt unterhalb der Höhe der Überflughilfe auf die Überflughilfe mit installiertem Kamerasystem zu.</li> <li>Die abfliegende Fledermaus taucht nach dem Passieren der Überflughilfe unterhalb der Höhe der Überflughilfe ab und quert die Straße.</li> </ul>

Tab. 6-2: Überblick Definitionen und Bewertung des Flugverhaltens

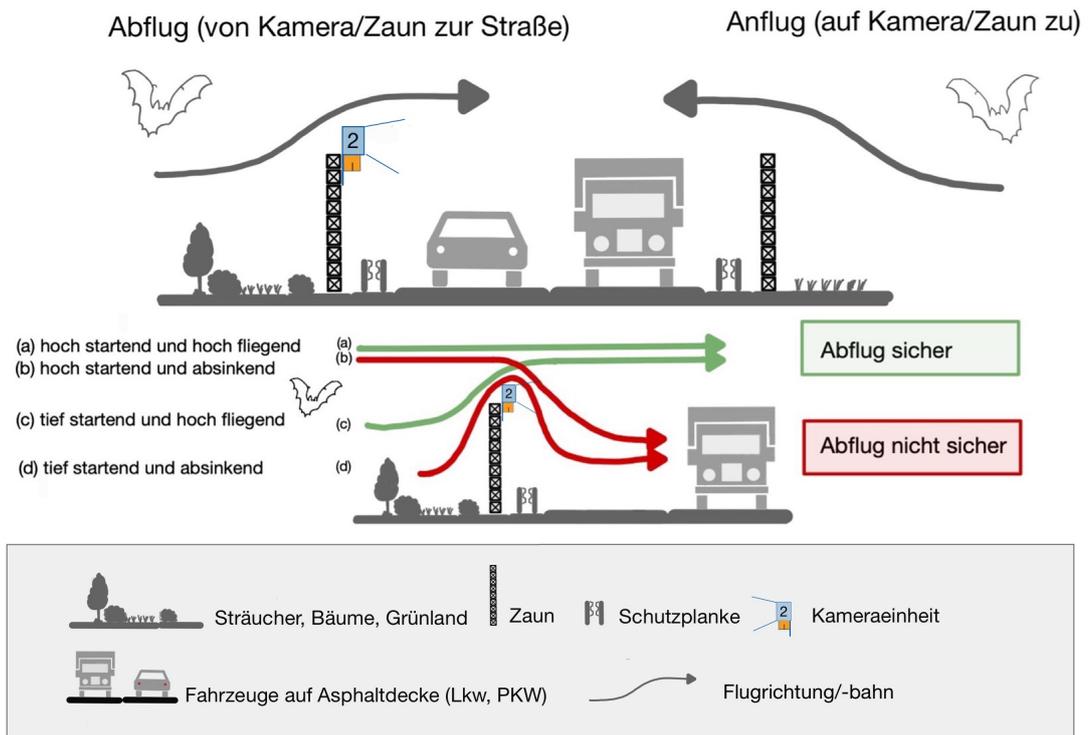


Bild 6-9: Visualisierung der Definitionen gem. Tab. 6-2 und Bewertung des Flugverhaltens

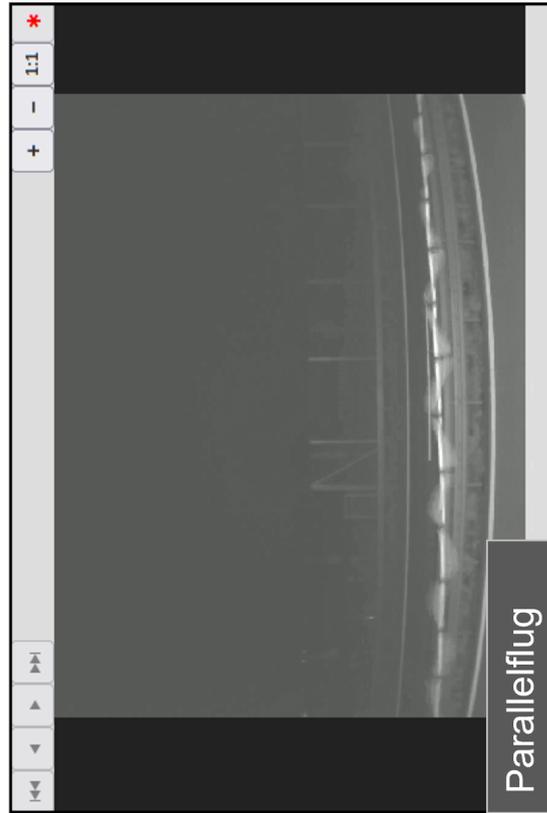
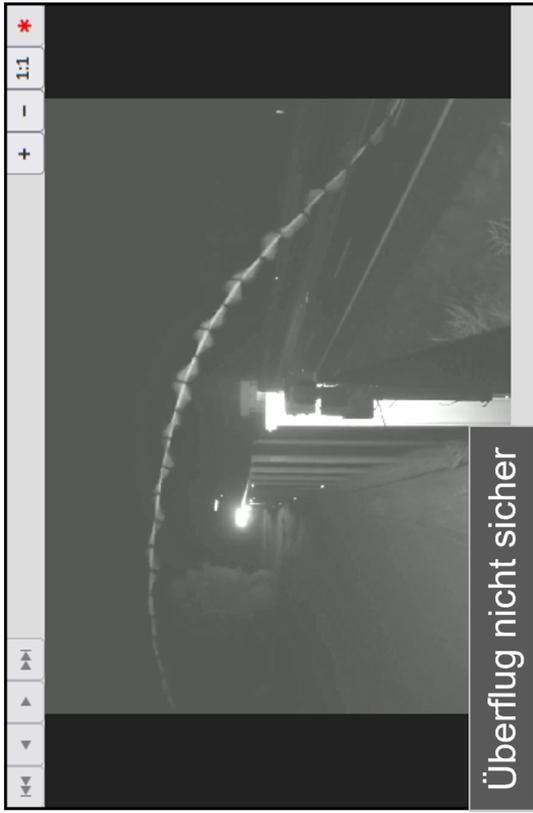


Bild 6-10: Beispiele beobachteter Verhaltenskategorien an der Überflughilfe, die mit den Infrarotkameras erfasst wurden.

## **Akustische Auswertung der Fledermausereignisse**

Im Anschluss an die visuelle Auswertung erfolgte die akustische Auswertung. Es wurden jedoch nur diejenigen Daten akustisch ausgewertet, bei denen zeitgleich visuell das Verhalten einer Fledermaus an der Überflughilfe auf den Videosequenzen erfasst werden konnte. Ziel der akustischen Auswertung war, das beobachtete Verhalten einer bestimmten Fledermausart oder Ruftypengruppe zuordnen zu können.

Für die Auswertung der akustischen Daten wurden die Aufnahmen mit bcAdmin4 (ecoObs GmbH, Version 1.3.0) und batIdent (ecoObs GmbH, Version 1.5(1)) automatisiert bestimmt. Für die Rufsuche wurde eine Schwelle von -34 dB gewählt. Die Bestimmungsergebnisse aus bcAdmin4 und batIdent, wurden manuell, unter Berücksichtigung der Bestimmungsleitfäden des Bayerischen Landesamts für Umwelt (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2020, 2022) mit dem Programm bcAnalyze2 (ecoObs GmbH, Version 1.2b) überprüft. Eine Artzuweisung erfolgte nur, wenn die akustische Zuordnung eindeutig war (Zwergfledermaus (*P.pip*), Mückenfledermaus (*P.pyg*) oder Mopsfledermaus (*B.bar*)), andernfalls erfolgte eine Zuweisung nach Ruf-typengruppe (*Myotis* oder *Nyctaloid*). Innerhalb der erfassten Ruftypengruppe *Myotis* ist aufgrund der Rufauswertung und der Kenntnisse zur Verbreitung der Arten überwiegend von den Arten Wasserfledermaus (*M.dau*), Fransenfledermaus (*M.nat*), Großes Mausohr (*M.myo*) und Bartfledermäuse (*M.bra*/*M.mys*) und innerhalb der Ruftypengruppe *Nyctaloid* vor allem von den Arten Breitflügelfledermaus (*E.ser*), Kleinabendsegler (*N.lei*) und Nordfledermaus (*E.nil*) auszugehen. Für diese Ruftypengruppen erfolgte aufgrund der generell schwierigen akustischen Artzuweisung und der in der vorliegenden Studie geringen Stichprobengröße für diese beiden Ruftypengruppen (vgl. Datentabellen Anlage 3 bzw. Kap. 6.2.4) keine getrennte Betrachtung auf Artniveau.

In elf Fällen konnte keine Zuweisung zu einer Art oder Ruftypengruppe erfolgen und diese Daten wurden ausgeschlossen. Außerdem kam es bei der Auswertung der Akustikdaten in 37 Fällen (2,3 %) vor, dass einem visuell beobachteten Querungsergebnis zwei Fledermausarten akustisch zugeordnet wurden. In Fällen, bei denen eine unterschiedliche Bestimmungsqualität vorlag, wurde diejenige Bestimmung mit der genaueren Information beibehalten. Ergab beispielsweise die Aufnahme des linken Ultraschalldetektors nur eine Bestimmung auf Ruftypengruppenniveau (*Pipistrelloid*<sup>17</sup>), die Aufnahme des rechten Detektors aber eine Bestimmung auf Artniveau (*Pipistrellus pipistrellus*), so wurde die Artinformation übernommen und die Ruftypengruppenbestimmung verworfen. In Fällen, in denen eine – verhaltensbiologisch – wahrscheinliche und eine unwahrscheinliche Art akustisch nachgewiesen wurde, wurde die wahrscheinliche Bestimmung beibehalten. So zum Beispiel, wenn für ein visuell beobachtetes Fledermausverhalten der akustische Nachweis für eine Zwergfledermaus und einen Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*) vorlag, wurde angenommen, dass es sich bei der visuellen Beobachtung wahrscheinlicher um eine Zwergfledermaus handelt als um einen Großen Abendsegler. In Fällen, in denen zwei – verhaltensbiologisch – gleich wahrscheinliche Arten akustisch einem beobachteten Fledermausverhalten zugeordnet wurden, wurde auf die weitere Auswertung dieser

---

<sup>17</sup> Unter der Ruftypengruppe „Pipistrelloid“ werden grundsätzlich die Arten der Gattungen *Pipistrellus*, *Miniopterus* und *Hypsugo* zusammengefasst.

Beobachtung verzichtet, da keine sichere oder zumindest wahrscheinliche Artzuweisung erfolgen konnte. Auf Grundlage dieses Vorgehens wurden 17 Fälle (1,1 %) mit zwei Akustiknachweisen von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. In den übrigen 20 Fällen konnte einer der beiden Akustiknachweise ausgeschlossen und die Beobachtung in der Auswertung berücksichtigt werden.

Zudem ist zu beachten, dass die Auswertung auf bestimmte, potenziell niedrig fliegende Arten und Ruftypengruppen beschränkt wurde, da sie für die vorliegende Fragestellung relevant sind. Aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen wurden Nachweise des Großen Abendseglers (4 Fälle), da für diese bekanntermaßen hochfliegende Art eine Relevanz der Überflughilfe als unwahrscheinlich angenommen wurde. Zudem wurden Nachweise mit „Pipistrelloid“, „Pipistrellus tief“ und „Pipistrellus hoch“<sup>18</sup> (insgesamt 12 Fälle) ausgeschlossen, da keine eindeutige Bestimmung für eine der Pipistrellus-Arten möglich war.

Tab. 6-3 gibt einen Überblick zu den nachgewiesenen und bei der Auswertung berücksichtigten Arten sowie Ruftypengruppen. Für die leise rufenden *Plecotus*-Arten konnten keine akustischen Nachweise erbracht werden.

Art/ Ruftypengruppe	Abkürzung	Beschreibung
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	P.pip	Zwergfledermaus
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	P.pyg	Mückenfledermaus
<i>Barbastella barbastellus</i>	B.bar	Mopsfledermaus
Nyctaloid	Nyctaloid	Arten der Gattung Nyctalus, Eptesicus und Vespertilio; ohne <i>Nyctalus noctula</i>
Myotis	Myotis	Arten der Gattung Myotis

Tab. 6-3: Überblick der nachgewiesenen Arten und Ruftypengruppen, die bei der Auswertung berücksichtigt wurden.

#### 6.1.4 Statistische Modellierung

Im Gegensatz zu einer deskriptiven Analyse ermöglichen statistische Modellierungen komplexe Analysen, welche signifikante Zusammenhänge aufzeigen und dabei unterschiedliche Stichprobengrößen pro Standort und Art sowie die unterschiedlichen Standortparameter berücksichtigen können. Mithilfe der so errechneten Modelle lassen sich darüber hinaus Vorhersagen zur Querungssicherheit unter der Berücksichtigung der verschiedenen relevanten Variablen treffen.

<sup>18</sup> Unter der Ruftypengruppe „Pipistrelloid“ werden grundsätzlich die Arten der Gattungen Pipistrellus, Miniopterus und Hypsugo zusammengefasst. Zu der Ruftypengruppe „Pipistrellus tief“ werden die Arten Rauhautfledermaus, Weißrandfledermaus und Alpenfledermaus gezählt. Die Ruftypengruppe „Pipistrellus hoch“ umfasst die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus.

Ziel der statistischen Auswertung war es, in einem ersten Schritt mögliche Einflussfaktoren (= fixe Effekte/Prädiktoren) wie bspw. die Flughöhe, das Verkehrsaufkommen etc. auf die Querungssicherheit (sicher/nicht sicher) von Fledermäusen generell (unabhängig von der Art) an Überflughilfen (= abhängige Variable) zu modellieren. Hierbei wurden die Fledermausart und der Untersuchungsstandort als Zufallseffekte berücksichtigt. Das bedeutet, das Modell berücksichtigt die Variation in der Querungssicherheit, die auf Unterschiede zwischen den Arten und Standorten zurückzuführen ist. In einem zweiten Schritt wurde artspezifisches Verhalten statistisch untersucht, wobei die geringe Stichprobengröße eine statistische Modellierung nur für die beiden Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus zuließ.

Für die Modellierungen wurde jeweils ein generalisiertes lineares gemischtes Modell (kurz GLMM) verwendet (vgl. Anlage 4, Kap. 13). Dieser Modelltyp ermöglicht es, neben den verschiedenen festen Effekten (fixe Effekte/Prädiktoren) auch mehrere Zufallseffekte zu berücksichtigen.

Als Prädiktoren gingen in die artübergreifenden Modelle (Modell 1–3) verschiedene Merkmale der Überflughilfe ein, die möglicherweise die Querungssicherheit der Fledermäuse beeinflussen. So wurden das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen (DTV), die Anzahl der Fahrstreifen, die Länge der Überflughilfe sowie das Alter der Überflughilfe als Prädiktor berücksichtigt. Diese Prädiktoren wurden als kontinuierliche Variable in skaliert Form verwendet. Das Modell verwendet die logistische Link-Funktion (logit), um die Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung als Funktion der Prädiktoren zu modellieren.

### ***Artübergreifendes Verhalten (Modelle 1–3)***

Im ersten Modell (Modell 1) wurde die Frage untersucht, ob ein signifikanter Teil der Fledermäuse die Überflughilfe umfliegt und nicht sicher quert. Daher wurden alle Querungen (n = 1.067) inkludiert und als zusätzliche Prädiktoren die Position des Erfassungssystems verwendet. Das heißt, es wurde unterschieden, ob die Querung mit dem Erfassungssystem, welches entlang der Überflughilfe installiert wurde, erfasst worden ist („Entlang der Überflughilfe“, vgl. Bild 6-4 in Kap. 6.1.2) oder ob die Querung am Erfassungssystem am Ende der Überflughilfe aufgezeichnet wurde. Am Ende wurde darüber hinaus unterschieden, ob die Querung von der Endkamera mit Blickrichtung Mitte der Überflughilfe erfasst wurde („Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Zaun“, vgl. Bild 6-4 in Kap. 6.1.2) oder von der Endkamera mit Blickrichtung Zaunende („Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“, vgl. Bild 6-4 in Kap. 6.1.2).

Im zweiten Modell (Modell 2) wurde mithilfe der Flugrichtung die Frage untersucht, ob Abflüge von der Überflughilfe in den Straßenraum sicherer sind als Anflüge von der Straße an die Überflughilfe. Dies würde auf ein Absinken während der Querung hindeuten. Daher gingen in dieses Modell alle Überflüge (n = 969) ein, also Querungen exklusive der Umflüge, und als zusätzlicher Prädiktor wurde die Flugrichtung (Ab- oder Anflug, vgl. Glossar) berücksichtigt.

Im dritten Modell (Modell 3) wurde die Frage untersucht, ob bei Abflügen die Flughöhe vor der Überflughilfe einen Einfluss auf die Flughöhe im Straßenraum hat. Daher wurden ausschließlich diejenigen Überflüge betrachtet, für die die Flughöhe vor der

Überflughilfe beim Abflug bekannt war (n = 590) und als zusätzlicher Prädiktor diese Flughöhe im Modell berücksichtigt.

Die vereinfachten Formeln für die statistischen Modellierungen lauten entsprechend:

**Modell 1 (alle Querungen, n = 1.067):**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Verkehrsaufkommen + Anzahl Fahrstreifen + Länge + Alter + Systemposition + (1 | Art) + (1 | Standort)

**Modell 2 (nur Überflüge, keine Umflüge, n = 969):**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Verkehrsaufkommen + Anzahl Fahrstreifen + Länge + Alter + Flugrichtung + (1 | Art) + (1 | Standort)

**Modell 3 (nur die Abflüge der Überflüge, n = 590):**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Verkehrsaufkommen + Anzahl Fahrstreifen + Länge + Alter + Flughöhe Abflüge + (1 | Art) + (1 | Standort)

***Artspezifisches Verhalten der Mücken- und Zwergfledermaus (Modelle 4–6)***

Die Modellierung für die Mücken- und Zwergfledermaus wurde analog zu den Modellierungen für alle untersuchten Fledermausarten (Modelle 1–3) durchgeführt. Die standortspezifischen Prädiktoren konnten hier jedoch nicht berücksichtigt werden (DTV, Anzahl der Fahrstreifen, Länge und Alter der Überflughilfe). Die dafür jeweils nur geringe Stichprobengröße pro Art ließ eine Modellierung mit diesen Prädiktoren nicht zu.

Folglich lauten die vereinfachten Formeln für die statistische Modellierung:

**Modell 4 (alle Querungen, Zwergfledermaus n = 367, Mückenfledermaus n = 514)**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Systemposition + (1 | Standort)

**Modell 5 (nur Überflüge, keine Umflüge; Zwergfledermaus n = 345, Mückenfledermaus n = 449):**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Flugrichtung + (1 | Standort)

**Modell 6 (nur die Abflüge der Überflüge, Zwergfledermaus n = 218, Mückenfledermaus n = 278):**

Querung (sicher/nicht sicher) ~ Flughöhe Abflüge + (1 | Standort)

Die Modelle wurden mit dem R-Paket *lme4* (BATES ET AL., 2015) berechnet. Die Vorhersage der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung von Fledermäusen (binäre abhängige Variable) im Zusammenhang mit verschiedenen Prädiktoren wurde mit Maximum-Likelihood-Schätzung (Laplace-Approximation) geschätzt. Das 95 % Konfidenzintervall (KI) gibt dabei an, wie groß die Unsicherheit in der Schätzung ist, also in welchem Bereich geschätzte Werte mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit liegen. Ein enges Konfidenzintervall zeigt daher eine große Sicherheit der Schätzung an. Ein großes Konfidenzintervall zeigt an, dass der ermittelte Wert mit großen Unsicherheiten behaftet ist.

## 6.2 Ergebnisse

Einleitend sei darauf hingewiesen, dass aus Gründen der Übersichtlichkeit die Ergebnisse in den folgenden Kapiteln überwiegend in Form von Grafiken präsentiert werden. Alle zugehörigen Datentabellen sind jedoch als Anlage 3 beigefügt und können dort eingesehen werden (vgl. Kap. 13). Zudem wird in den einzelnen Abschnitten und Kapiteln auf die entsprechenden Datentabellen verwiesen.

### 6.2.1 Datengrundlage

Insgesamt konnten 9.259 Stunden an Videomaterial mit den Infrarotkameras und 6.093 Stunden akustische Aufnahmen mit den AudioMoth gesammelt werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich eine Erfassungseinheit aus drei Kameras sowie zwei AudioMoth zusammensetzt (vgl. Kap. 6.1) und folglich mehr Stunden an Videomaterial als an Akustikdaten erwartet werden konnten. Tab. 6-4 gibt einen Überblick zur Anzahl der Aufnahmestunden pro Standort. Unterschiede in den Aufnahmestunden pro Standort sind einerseits auf die leicht unterschiedliche Erfassungsdauer und andererseits auf die unterschiedliche Nachtlänge im Jahresverlauf (im Laufe der Erfassungen nahm die Nachtlänge zu; Tab. 6-1 in Kap. 6.1) zurückzuführen. Zudem verkürzten auch temporäre Systemausfälle aufgrund einer unzureichenden Stromversorgung via Solarpanel, bedingt durch geringe Sonneneinstrahlung, die Aufnahmezeiten.

In den Audiodateien wurden von der Detektionssoftware ‚batdetect‘ in Summe 23.986 potenzielle akustische Fledermausereignisse<sup>19</sup> automatisiert erkannt. Im Rahmen des Projekts konnten aufgrund von zeitlichen Limitierungen nicht alle von der Detektionssoftware registrierten potenziellen Fledermausereignisse ausgewertet werden und es wurde sich auf Erfassungstage mit den meisten potenziellen Fledermausereignissen (und damit möglichen dokumentierten Querungen) beschränkt. Aus diesem Grund wurden von den 23.986 Rufsequenzen eine Teilmenge von 10.117 Ereignissen (ca. 42 %) manuell ausgewertet (Tab. 6-4).

In Tab. 6-4 wird zudem die leicht unterschiedliche Richtig-Positiv-Rate in Bezug auf die Fledermausnachweise mittels „batdetect“ deutlich. Sie liegt im Mittel bei etwa 93 %. Dies geht aus den Anteilen „geprüfte Fledermausereignisse“ zu „geprüfte & bestätigte Fledermausereignisse“ hervor. Möglich ist, dass hier in den Sonagrammen

---

<sup>19</sup> Als Fledermausereignis wird der akustische Nachweis einer Fledermaus von der Detektionssoftware „batdetect“ bezeichnet, mit einer maximalen Länge der Rufsequenzen von fünf Sekunden. Da es sich hierbei jedoch auch um Falsch-Positive-Bestimmungen handeln kann („keine Fledermaus“) wird von einem *potenziellen* Fledermausereignis gesprochen.

bei der manuellen Nachprüfung Nachweise schlechter erkannt werden konnten als durch die Software oder dass es andere Ursachen für Ultraschallaufnahmen gab (bspw. Grillenzirpen, Ultraschallsensoren vorbeifahrender Autos etc.).

Darüber hinaus lässt sich in Tab. 6-4 erkennen, dass die Anzahl an potenziellen Fledermausereignissen nicht zwingend proportional zur Anzahl beobachtbarer Querungereignisse ist (vgl. Standort A und E). Es wird daher angenommen, dass der Erkenntnisgewinn der noch ausstehenden Restdaten aufgrund der niedrigen Querungsraten nur gering ist und die bislang ausgewerteten Daten den Anteil an tatsächlich beobachteten Fledermausverhalten an der Überflughilfe gut abbilden.

Datengrundlage für die vorliegende Auswertung bilden in Summe 1.067 Querungereignisse (969 Überflüge und 98 Umflüge) sowie 447 beobachtete Parallelflüge, die einer bestimmten Art oder Ruftypengruppe zugeordnet werden konnten.

Standort	Optische Aufnahmen	akustische Aufnahmen	...davon Anzahl akustischer Fledermausereignisse „batdetect“-Software <sup>1</sup>	... davon Anzahl geprüfter akustischer Fledermausereignisse <sup>2</sup>	... davon Anzahl bestätigter akustischer Fledermausereignisse <sup>3</sup>	... davon Anzahl zeitgleich Querungsverhalten (Über-/Umflug) beobachtet & ausgewertet wurde <sup>4</sup>	Anteil Querungsergebnisse von bestätigten akustischen Fledermausereignissen	Anzahl Parallelflüge <sup>5</sup>
A	1.112 h	600 h	4.687	1.544	1.489	16 / 3	1,2 %	21
B	926 h	733 h	777	696	664	73 / 9	11,8 %	45
C	949 h	752 h	1.984	1.168	1.128	162 / 9	14,7 %	163
D	1.018 h	746 h	1.133	1.058	973	84 / 0	7,9 %	15
E	967 h	712 h	8.287	1.166	988	6 / 0	0,5 %	0
F	654 h	416 h	2.566	2.022	1.782	416 / 63	23,7 %	154
G	773 h	523 h	2.191	1.757	1.727	198 / 14	12,1 %	46
H	1.523 h	874 h	1.921	641	592	12 / 0	1,9 %	2
I	1.337 h	737 h	440	65	64	2 / 0	3,1 %	1
Σ	9.259 h	6.093 h	23.986	10.117	9.407	969 / 98	Ø 11,3 %	447

Tab. 6-4: Übersicht der erreichten optischen und akustischen Aufnahmestunden pro Standort sowie die Anzahl potenzieller Fledermausereignisse, die von der Detektionssoftware erkannt wurden und die letztlich erreichten Daten für die Auswertung.

<sup>1</sup> Ergebnisse der Detektionssoftware „batdetect“ ≤ 5 s (hierin sind auch Fehldetektionen aufgrund von Störgeräuschen enthalten)

<sup>2</sup> Anzahl an akustischen Fledermausereignissen laut der Detektionssoftware, die manuell geprüft wurden. An den Standorten A, E, H und I wurden nicht alle Nachweise geprüft, da im Verhältnis zum Aufwand hier kein Mehrgewinn aus den verbliebenen Daten erwartet wurde. Die übrigen Standorte wurden komplett ausgewertet, wobei aufgrund von technischen Ausfällen sowie Synchronisationsfehlern nicht alle Aufnahmen geprüft werden konnten.

<sup>3</sup> Anzahl an akustischen Fledermausereignissen, bei denen es sich tatsächlich um akustische Nachweise einer Fledermaus handelt.

<sup>4</sup> Ereignisse, bei denen zu den akustischen Nachweisen Querungsverhalten von Fledermäusen beobachtet werden konnte (Überflüge, Umflüge) und die in die Auswertung einfließen. D. h. es sind hier nur Daten gelistet, bei denen zu einem visuellen beobachteten Fledermausverhalten an der Überflughöhe ein eindeutiger akustischer Art- oder Rufftypengruppen-Nachweis erbracht werden konnte und das Verhalten visuell eindeutig beurteilt werden konnte (sicher/nicht sicher).

<sup>5</sup> Zusätzlich zum Querungsverhalten beobachtetes Verhalten. Wobei hier ebenfalls nur diejenigen Daten gelistet sind, bei denen ein eindeutiger akustischer Art- oder Rufftypengruppen-Nachweis erbracht werden konnte.

## 6.2.2 Überblick

Es wurden insgesamt 1.514 Ereignisse zum Fledermausverhalten an der Überflughilfe ausgewertet. Dabei handelte es sich in 1.067 Fällen um Straßenquerungen in Form von Überflügen oder Umflügen der Überflughilfe und in 447 Fällen um Parallelflüge entlang der Überflughilfe.

Im Folgenden werden die Ergebnisse deskriptiv in einem Überblick – unabhängig von der Fledermausart und dem Untersuchungsstandort – vorgestellt. Eine gesonderte deskriptive Betrachtung pro Standort und pro untersuchte Art/Artengruppe erfolgt in den Kapiteln 6.2.3 und 6.2.4.

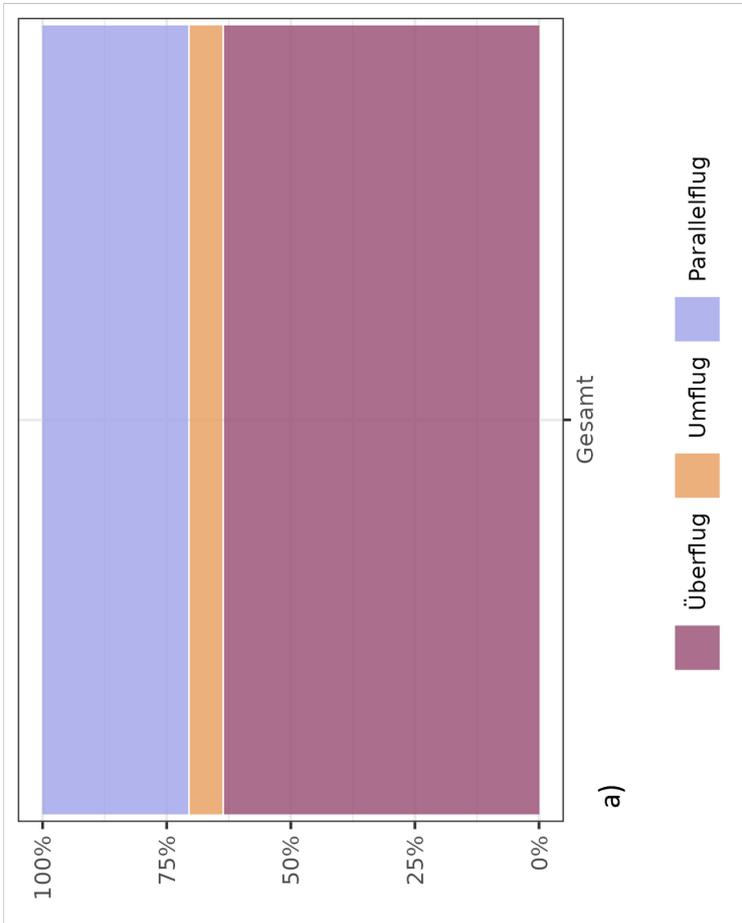
### ***Verhalten und generelle Querungssicherheit***

Bild 6-11 gibt einen Überblick zum beobachteten Verhalten an der Überflughilfe sowie zur Sicherheit des Fluges beim Queren der Straße – insgesamt für alle untersuchten Standorte und Arten/Rufftypgruppen. Dabei wird deutlich, dass in 70 % der Fälle tatsächliche Straßenquerungen beobachtet wurden. Überflüge (ca. 64 %) überwogen dabei deutlich im Vergleich zu Umflügen (ca. 6 %). Auch Parallelflüge konnten zu etwa 30 % an der Überflughilfe beobachtet werden. Außerdem zeigt sich in Anlage 3, Tab. 1, dass die Parallelflüge zum größten Teil entweder auf der straßenabgewandten Seite oder in risikofreier Höhe stattfanden und dieses Verhalten vor allem bei der Zwerg- und Mückenfledermaus dokumentiert wurden.

Im Hinblick auf die Querungssicherheit (Anteil der Straßenquerungen in sicherer Höhe, vgl. Glossar) wird deutlich (Bild 6-11b), dass in etwa zwei Drittel der Fälle (65 %) der Überflug als „sicher“ bewertet werden konnte und die Fledermaus die Straße in sicherer Höhe querte. Im übrigen Drittel der Fälle wurde eine nicht sichere Straßenquerung beobachtet, entweder, weil die Fledermaus unterhalb der Höhe der Überflughilfe den Straßenraum überflog (Überflüge, nicht sicher, 26 %) oder die Überflughilfe an ihren Enden in niedriger Höhe umflog (Umflüge, 9 %) (vgl. auch Anlage 3, Tab. 2).

Betrachtet man die Querungssicherheit im Hinblick auf den Ort der Querung an der Überflughilfe (Bild 6-12), so zeigt sich, dass am Zaunende der Überflughilfe (Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“) deutlich weniger Querungen in sicherer Höhe („sichere Querung“, vgl. Glossar) beobachtet wurden als an anderen Stellen der Überflughilfe (Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Zaun“ und Beobachtungsposition „Entlang der Überflughilfe“). So konnten sowohl bei Überflügen entlang der Überflughilfe als auch bei Überflügen am Ende→Zaun ca. 70 % sichere Querungen beobachtet werden. Folglich fanden 30 % der Querungen an diesen beiden Beobachtungspositionen in nicht sicherer Höhe statt. Am Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung nach Außen wurden nur etwa 41 % sichere Querungen registriert. Dementsprechend waren nicht sichere Querungen an dieser Beobachtungsposition häufiger. Dabei konnten in etwa 12 % Überflüge in nicht sicherer Höhe registriert werden, den größten Anteil machte jedoch ein Umfliegen der Überflughilfe (46 %) mit einer anschließenden niedrigen Querung des Straßenraums aus (vgl. auch Anlage 3, Tab. 3).

Fledermausverhalten gesamt n = 1.514



Querungsverhalten gesamt n = 1.067

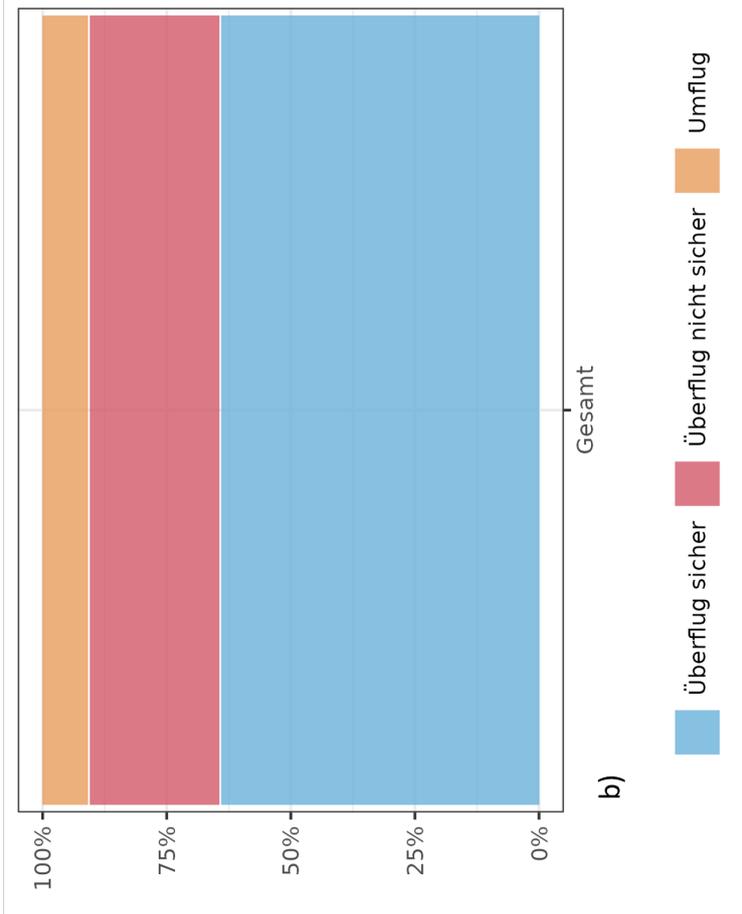
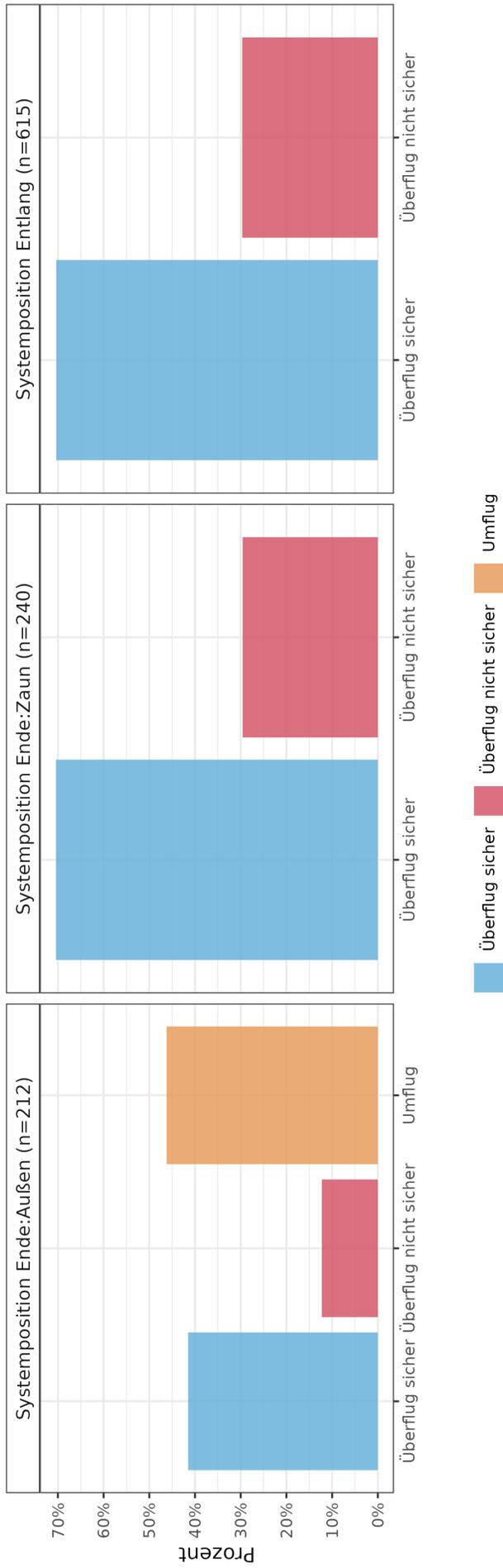


Bild 6-11: Überblick zum beobachteten a) Fledermausverhalten bzw. b) Querungsverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Ruftypengruppe insgesamt für alle Standorte.

Die Querungssicherheit der Überflüge wurde in a) nicht unterschieden, d. h. sichere und nicht sichere Überflüge sind zusammengefasst als Überflug dargestellt. Umflüge stellen immer eine nicht sichere Querung dar, da sie unterhalb der Höhe der Überflughilfe stattfanden.



**Bild 6-12: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten in Bezug auf die Systemposition.**

Umflüge konnten nur an der Systemposition Ende:Außen beobachtet werden, sie stellen immer eine nicht sichere Querung dar, da sie unterhalb der Höhe der Überflughilfe stattfanden.

### **Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen**

Wird die Querungssicherheit getrennt nach Abflug (von der Überflughilfe in Richtung Straße, vgl. Glossar) und Anflug (von der Straße kommend an die Überflughilfe, vgl. Glossar) betrachtet, lässt sich erkennen, dass die Fledermäuse im Schnitt häufiger in sicherer Höhe abgeflogen sind (Abflug, 66 %), als angeflogen (Anflug, 62 %). Umflüge fanden sowohl beim Abflug (10 %) als auch beim Anflug (8 %) statt (Bild 6-13 sowie Anlage 3, Tab. 4 und Tab. 5).

### **Flugverhalten & Querungssicherheit bei Abflügen**

Neben der Querungssicherheit bei An- und Abflügen wurde zusätzlich auch das Flugverhalten bei Abflügen im Detail ausgewertet<sup>20</sup>. Dabei wurde die Flughöhe beim Annähern an die Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite (Abflug hoch startend oder tief startend, vgl. Glossar) und dem Weiterflug nach dem Passieren der Überflughilfe (hochfliegend oder absinkend) untersucht (Bild 6-14). Es zeigte sich, dass Fledermäuse, die hoch startend auf die Überflughilfe zuflogen, ihre Flughöhe in etwa 88 % der Fälle auch nach dem Passieren der Überflughilfe beibehielten und ein Absinken der Flughöhe nur in 12 % beobachtet werden konnte.

Flogen die Fledermäuse bereits niedrig auf die Überflughilfe zu (Abflug tief startend), änderten die Tiere in 52 % der Fälle nach dem Passieren der Überflughilfe ihre Flughöhe und querten die Straße in sicherer Höhe. In den übrigen 48 % konnte eine Art Bogenflug beobachtet werden und die Fledermäuse sanken nach dem Passieren der Überflughilfe wieder ab, was eine risikoreiche Querung der Straße zur Folge hatte (Bild 6-14).

---

<sup>20</sup> Eine vergleichbare Auswertung konnte bei den Anflügen nicht durchgeführt werden, da die Starthöhe hier nicht beobachtet werden konnte. Die Erfassungssysteme konnten nur die Überflughilfe auf einer Straßenseite von beiden Seiten erfassen.

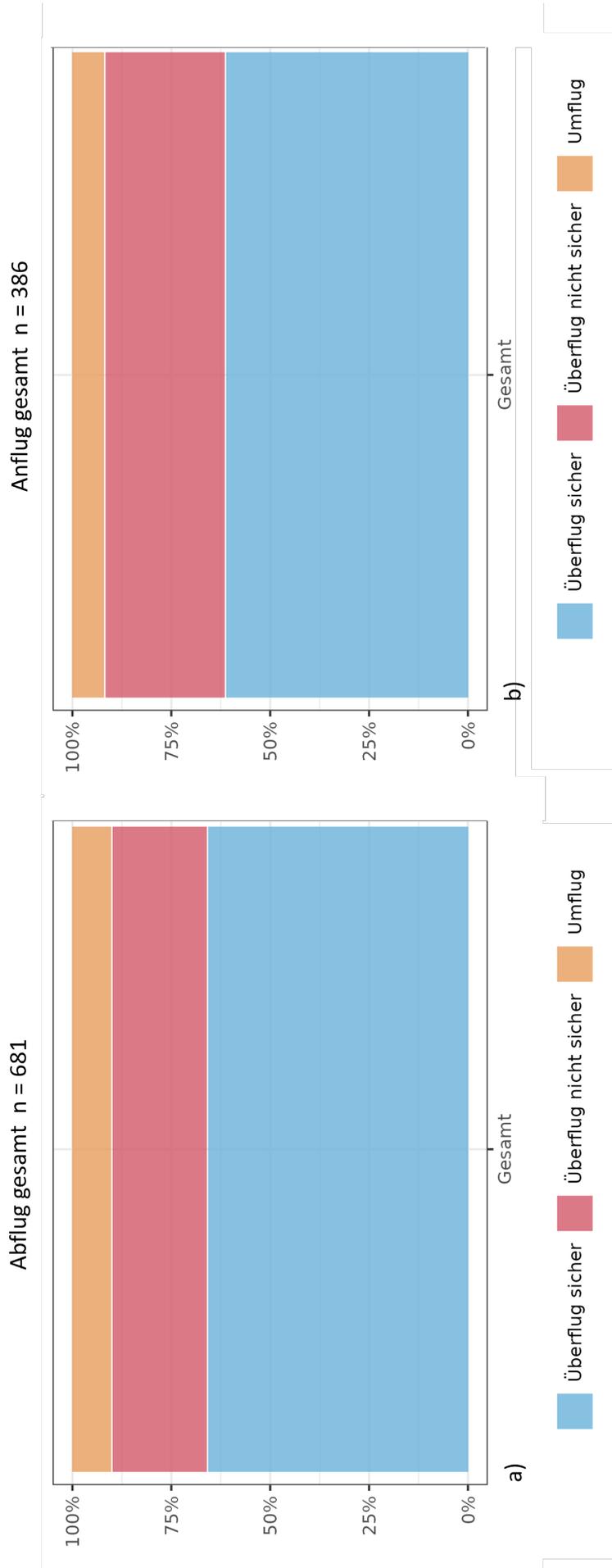
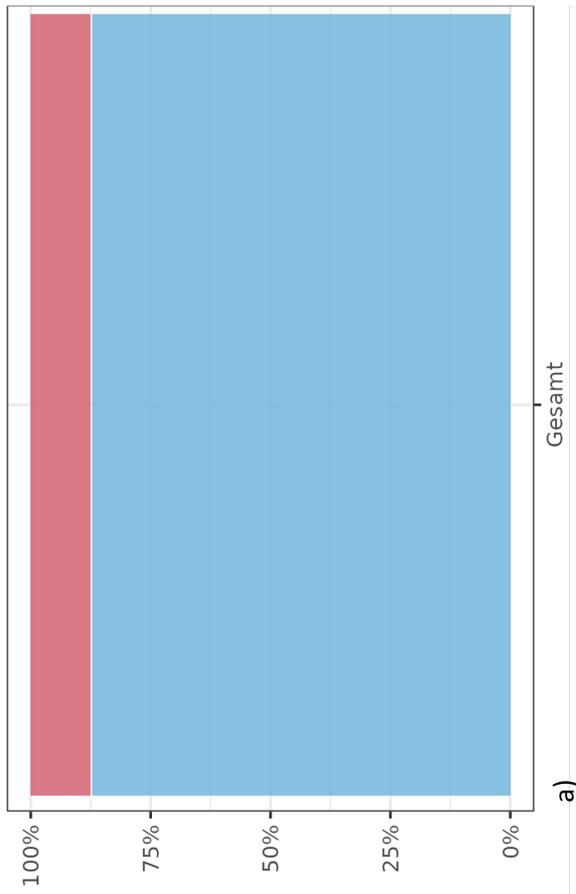


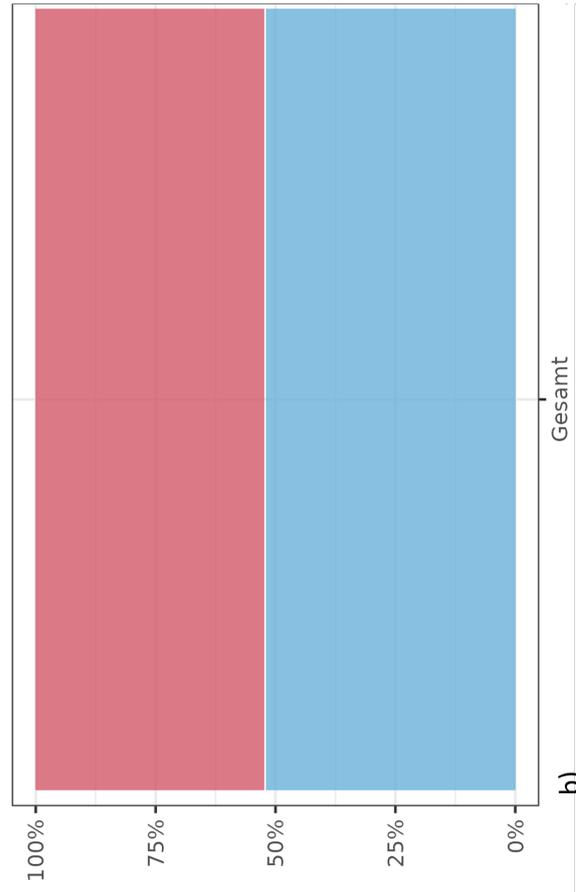
Bild 6-13: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei a) Abflügen von der Überflughilfe und b) Anflügen an die Überflughilfe unabhängig von der Art und Rufftypengruppe insgesamt für alle Standorte.

Abflug hochstartend gesamt n = 362



a)

Abflug tiefstartend gesamt n = 228



b)

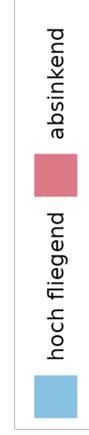
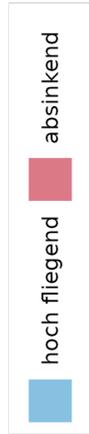


Bild 6-14: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei a) hoch startenden und b) tief startenden Abflügen unabhängig von der Art oder Rufftypengruppe insgesamt für alle Standorte.

Dargestellt sind Flüge, bei denen die Fledermäuse in sicherer Höhe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zuflogen, und ihr Verhalten nach dem Passieren der Überflughilfe, d. h. ob sie ihren Flug hoch fliegend in sicherer Höhe fortsetzten oder in den nicht sicheren Straßebereich abtauchten (absinkend).

### Querungsverhalten Standort & Art

Einen Überblick zu den beobachteten (und bewerteten) Straßenquerungen pro Standort sowie pro Art oder Ruftypengruppe gibt Tab. 6-5. Dabei wird deutlich, dass mit 479 die meisten Querungen an Standort F dokumentiert wurden (45 %). Auch an Standort G (212 Querungen, 20 %) und C (171 Querungen, 16 %) wurden im Vergleich zu den übrigen Standorten viele Querungen beobachtet. Nur wenige Querungen (2 bis 12) konnten an den Standorten E, H und I erfasst werden (Tab. 6-5).

Getrennt nach Art sowie Ruftypengruppe betrachtet (Tab. 6-5), zeigt sich, dass vor allem für die Pipistrellen (Zwergfledermaus (*P.pip*, 34 %) und Mückenfledermaus (*P.pyg*, 48 %)) mit Abstand die meisten Querungen beobachtet werden konnten. Wobei für die Mückenfledermaus (*P.pyg*) hervorzuheben ist, dass diese Fledermausart, ebenso wie die Mopsfledermaus (*B.bar*), fast ausschließlich an Standort F sowie an Standort G erfasst wurde und diese beiden Arten an diesen Standorten auch den größten Anteil an bewerteten Querungen ausmachen (ca. 86 %). Auch für die anderen untersuchten Arten und Ruftypengruppen zeigt sich, dass vor allem an den Standorten F und G Querungen dieser Fledermäuse dokumentiert wurden. Für die Myotis-Arten wurden die meisten Querungen an Standort B beobachtet (ca. 33 %). Für die Zwergfledermaus (*P.pip*) konnte der größte Anteil an Querungen an Standort C beobachtet werden (ca. 44 %), wobei hier diese Fledermausart auch den größten Anteil an bewerteten Querungen für diesen Standort ausmacht (ca. 95 %). Zudem ist hervorzuheben, dass Querungen von der Zwergfledermaus (*P.pip*) an fast allen Standorten beobachtet werden konnten (außer Standort I). Auch für die Myotis- und Nyctaloid-Arten konnten an fast allen Standorten Querungen beobachtet werden. Allerdings konnten für die Nyctaloid-Arten insgesamt die wenigsten Querungen dokumentiert werden (Tab. 6-5).

Art/ Ruftypen- gruppe	Anzahl bewertetes Querungsverhalten pro Standort (Überflüge & Umflüge)										Gesamt	%
	A	B	C	D	E	F	G	H	I			
<i>B.bar</i>	0	0	0	0	0	60	22	0	0	82	8	
<i>Myotis</i>	0	25	7	4	2	19	11	6	2	76	7	
<i>Nyctaloid</i>	1	4	1	1	2	9	10	0	0	28	3	
<i>P.pip</i>	18	52	163	79	2	38	9	6	0	367	34	
<i>P.pyg</i>	0	1	0	0	0	353	160	0	0	514	48	
<b>Gesamt</b>	19	82	171	84	6	479	212	12	2	1.067		

Tab. 6-5: Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflüge und Umflüge) je nach Art oder Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

## 6.2.3 Verhalten pro Standort

### *Verhalten an der Überflughilfe*

In Bild 6-15 ist das beobachtete Verhalten (Überflug, Umflug und Parallelflug) an der Überflughilfe insgesamt und pro Standort dargestellt. Es zeigt sich, dass an fast<sup>21</sup> jedem der Standorte alle Verhaltenskategorien beobachtet wurden. Dabei ist die erreichte Stichprobengröße pro Standort sehr unterschiedlich. An Standort F wurden die meisten (n=633) und an den Standorten E, H und I die wenigsten Verhaltensbeobachtungen (n=2 bis 14) gemacht (vgl. Anlage 3, Tab. 1 und Tab. 2). Die Unterschiede in den Stichprobengrößen sollten daher bei den folgenden Ergebnissen berücksichtigt werden.

In Bild 6-15 wird deutlich, dass die prozentualen Anteile der jeweiligen Verhaltenskategorien zwischen den Standorten variierten und vom Gesamtverhältnis abwichen (Überflüge=64 %, Umflüge=6 %, Parallelflüge=30 %). So konnten anteilig die meisten Überflüge an den Standorten D, G und H (77 % bis 86 %) beobachtet werden, die wenigsten Überflüge wurden an den Standorten A und C (40 % bis 49 %) registriert. Umflüge waren anteilig am häufigsten an den Standorten A, B und F (7 % bis 10 %), am geringsten traten sie an Standort C auf (4 %). Parallelflüge wurden anteilig am häufigsten an den Standorten A, B und C dokumentiert (35 % bis 53 %). An den Standorten D, G und H wurden prozentual die wenigsten Parallelflüge beobachtet (14 % bis 18 %) (vgl. Anlage 3, Tab. 1). Nachfolgend werden die Parallelflüge nicht weiter vertiefend betrachtet, da der Fokus der vorliegenden Studie auf dem Querungsverhalten der Fledermäuse lag (Überflüge und Umflüge) und zudem, methodenbedingt, nur eingeschränkt Aussagen zu Parallelflügen getroffen werden können.

### *Querungssicherheit*

In Bild 6-16 ist das bewertete Querungsverhalten im Überblick insgesamt und pro Standort visualisiert. Auch hier wird die unterschiedliche Stichprobengröße pro Standort deutlich. Wobei wiederum die meisten Querungen an Standort F (n=479) und die wenigsten Querungen an den Standorten E, H und I (n=2 bis n=12) beobachtet wurden (vgl. auch Anlage 3, Tab. 2).

Die geringe Zahl an beobachteten Fledermausquerungen über die Überflughilfen und Straße hinweg ist allerdings nicht generell gleichzusetzen mit einer ebenso geringen gemessenen Fledermausaktivität an diesen Standorten. So haben z. B. an den Standorten E bzw. H die verwendeten Mikrofone über alle Aufnahmenächte hinweg eine hohe Zahl an Fledermausrufen aufgezeichnet, obwohl im Blickfeld der Kameras nur wenige synchrone Querungsereignisse zu sehen waren. Die Mikrofone der Erfassungseinheiten könnten demnach Rufe von parallel zur Straße jagenden Fledermäusen aufgezeichnet haben, die aber außerhalb des Sichtfeldes der Kameras geflogen sind. Auch aus den Untersuchungen vor Errichtung der Straße, die ein großes Waldgebiet zerschneidet, war lt. vorliegenden Informationen hier bereits eine hohe Nachweisdichte von verschiedenen Fledermausarten bekannt und die vorhabenbedingte

---

<sup>21</sup> Eine Ausnahme bildet Standort I, da hier keine Umflüge beobachtet wurden, jedoch muss dabei zwingend die geringe Stichprobengröße von n=2 berücksichtigt werden. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass an den Standorten D, E und H die Enden nicht beprobt wurden, weshalb hier auch keine Umflüge beobachtet werden konnten.

Querung dieser Austauschbeziehung hatte die Errichtung von Querungshilfen begründet (vgl. Kap. 4.2.5 und 4.2.8). Die von uns durchgeführten Untersuchungen lassen zwar kaum Fledermausflüge über die Überflughilfen und die Straße erkennen, geben jedoch keinen Hinweis darauf, ob die Fledermäuse den Straßenraum möglicherweise anderweitig queren. So besteht die Möglichkeit, die Trasse an Unterführungen östlich und westlich des untersuchten Bereichs zu queren, statt die Straße zu überfliegen.

Zudem wird deutlich, dass das Verhältnis an sicheren zu nicht sicheren Überflügen bzw. Umflügen zwischen den Standorten und im Vergleich zum Gesamtverhältnis teilweise sehr unterschiedlich ist. Dabei überwiegt der Anteil an sicheren Überflügen an allen Standorten. Eine Ausnahme bildet Standort F. An diesem Standort ist der Anteil an Überflügen in sicherer Höhe am geringsten (47 %) und nicht sichere Querungen traten in über der Hälfte der Fälle auf. Damit liegt dieses Ergebnis deutlich unter dem Gesamtschnitt (sichere Überflüge = 65 %). Deutlich höher als im Gesamtschnitt hingegen war der Anteil an sicheren Überflügen an den Standorten C, D und H (86 % bis 92 %). Umflüge traten anteilig am häufigsten an den Standorten A, B und F auf (11 % bis 16 %), wobei hier insgesamt die Unterschiede zwischen allen Standorten eher gering sind.

Fledermausverhalten Gesamt n = 1.514

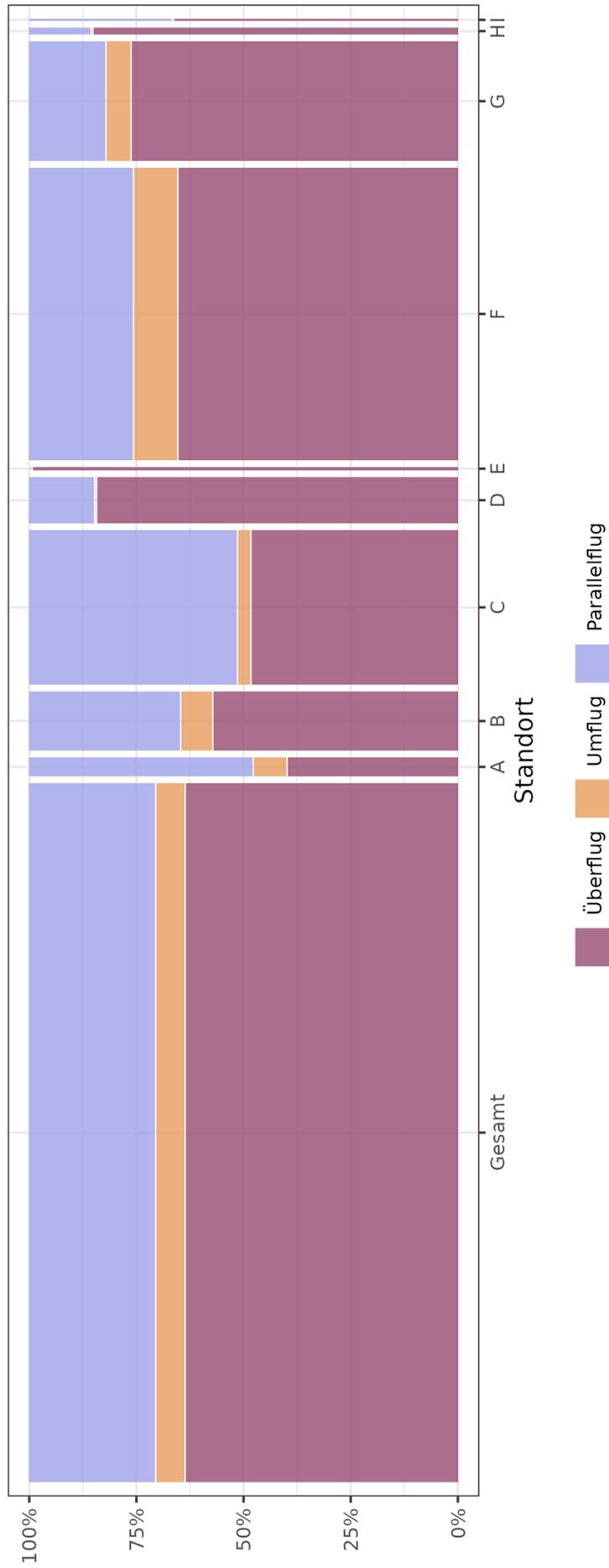


Bild 6-15: Überblick zum beobachteten Fledermausverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Artengruppe an den verschiedenen Standorten (A-I) sowie insgesamt.

Die Querungssicherheit der Überflüge wurde hier nicht unterschieden (sichere und nicht sichere Überflüge sind zusammengefasst). Außerdem ist zu beachten, dass ein Umfliegen („Umflug“) der Überflughilfe nicht an den Standorten D, E und H beobachtet werden konnte, da hier die Enden der Überflughilfe nicht beprobt wurden. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Querungsverhalten Gesamt n = 1.067

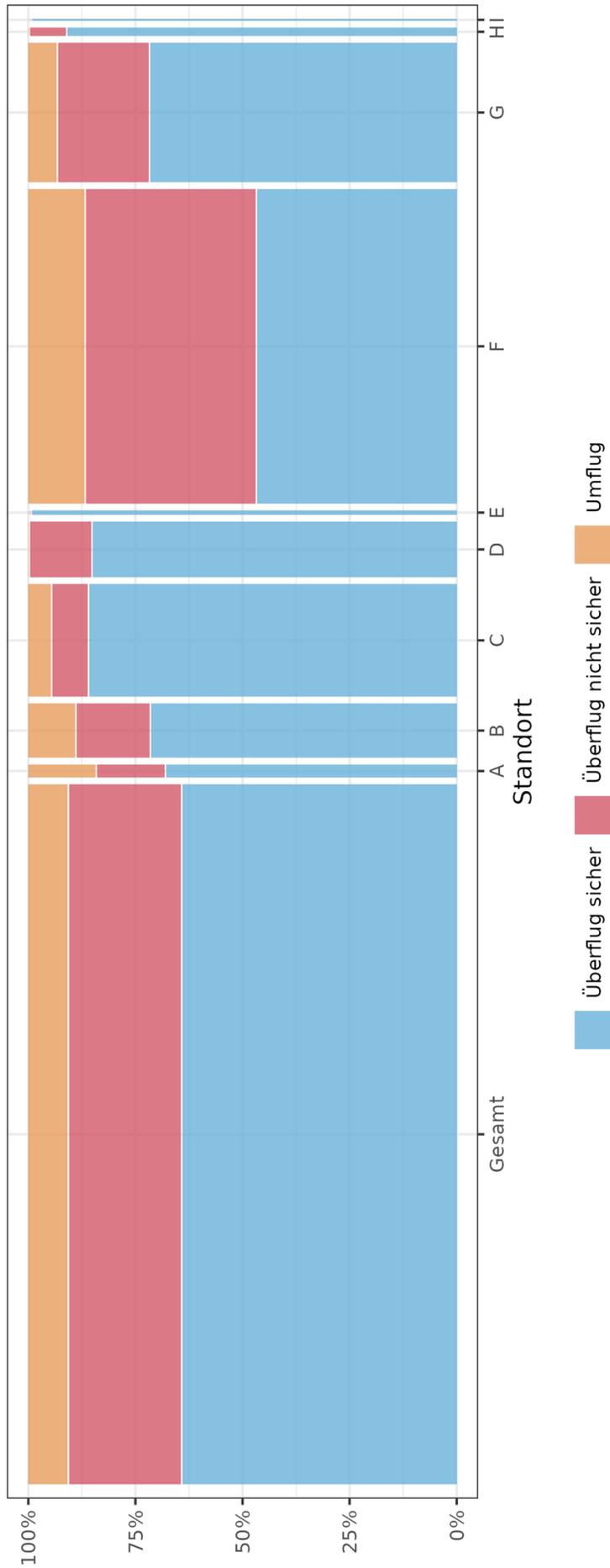


Bild 6-16: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Artengruppe an den verschiedenen Standorten (A-I) insgesamt und pro Standort.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen („Umflug“) der Überflughilfe nicht an den Standorten D, E und H beobachtet werden konnte, da hier die Enden der Überflughilfe nicht beprobt wurden. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Nachfolgend werden die einzelnen Standorte im Hinblick auf die Querungssicherheit und Artensammensetzung detaillierter betrachtet. Hierbei werden nur die Ergebnisse von Standorten mit mehr als 15 Beobachtungen vorgestellt<sup>22</sup>. Alle Daten im Detail können jedoch den Tabellen in Anlage 3 (Tab. 2 und Tab. 4/5) entnommen werden.

In Bild 6-17 und Bild 6-18 wird die Variation zwischen den Standorten in Bezug auf die Anteile an sicheren Überflügen zu nicht sicheren Überflügen bzw. Umflügen nochmal deutlich. Mit Ausnahme von Standort F (47 %) überwiegt insgesamt an allen Standorten der Anteil an sicheren Überflügen. Neben der Variation in Bezug auf die anteilige Querungssicherheit zeigt sich in Bild 6-17 und Bild 6-18 auch, dass die Zusammensetzung der Arten und Ruftypengruppen sowie die Anzahl an Querungen für diese Arten und Ruftypengruppen zwischen den Standorten teilweise sehr unterschiedlich war (vgl. auch Anlage 3, Tab. 2).

Alle untersuchten Arten/Ruftypengruppen (Zwerg-/Mücken- und Mopsfledermaus sowie *Myotis* und *Nyctaloid*) konnten an den Standorten F und G beobachtet werden, wobei hier jeweils der Anteil an Mückenfledermäusen überwog (ca. 75 %). An den übrigen Standorten A, B, C und D überwog der Anteil an Zwergfledermäusen (ca. 75 %), wobei an Standort B die meisten *Myotis*-Beobachtungen (n=25) gemacht werden konnten und diese Artengruppe hier auch anteilig entsprechend häufig auftritt (31 %).

Insgesamt auffallend ist, wie bereits erwähnt, das Ergebnis für Standort F (Bild 6-18). Hier wurden in weniger als der Hälfte der Fälle (47 %) sichere Überflüge dokumentiert. Risikoreiche Querungen in Form von nicht sicheren Überflügen (40 %) fanden im Vergleich zu den anderen Standorten wesentlich häufiger statt. Berücksichtigt man dazu die am Standort F nachgewiesenen Arten und Ruftypengruppen zeigt sich, dass vor allem die Mückenfledermaus (*P.pyg*) aber auch die Zwergfledermaus (*P.pip*) und die Mopsfledermaus (*B.bar*) die Straße nicht sicher überflogen. An Standort F lag ferner der Anteil der nicht sicheren Umflüge (13 %), ähnlich wie bei Standort A (16 %) höher als bei den übrigen Standorten. Diese beiden Standorte gehören zu denen, die keine spiegelbildlich positioniert endenden Überflughilfen aufweisen.

Im Hinblick auf die Zusammensetzung der Arten und Ruftypengruppen ist der nahe gelegene Standort G identisch mit Standort F (Bild 6-18). An Standort G dominieren jedoch die sicheren Überflüge (72 %), wobei hier ebenfalls das Verhalten der Arten Mückenfledermaus (*P.pyg*) und Mopsfledermaus (*B.bar*) auffällt und sichere Überflüge bei den beiden Arten etwas weniger oft als durchschnittlich am Standort G auftraten. Anteilig gleich viele bzw. ähnlich viele sichere Überflüge wie an Standort G wurden in der Gesamtbetrachtung an den Standorten A (68 %) und B (72 %) dokumentiert. Umflüge traten an den Standorten A (16 %), F (13 %) und B (11 %) jedoch häufiger auf verglichen mit Standort G (7 %) (Bild 6-17).

Bemerkenswert ist, dass für die Zwergfledermaus (*P.pip*) der Anteil an sicheren Überflügen an den vier Standorten A, B, D und G ähnlich ist (72 % bis 86 %). Anders ist es für *Myotis*-Arten und Arten der Ruftypengruppe *Nyctaloid*. Hier zeigt sich im Standortvergleich ein heterogenes Bild, wobei zwingend die teilweise geringe

---

<sup>22</sup> Hier nicht vorgestellt werden demnach die Standorte E (n=6), H (n=12) und I (n=2).

Stichprobengröße (zum Teil nur eine Beobachtung pro Standort) beachtet werden muss (vgl. auch Anlage 3, Tab. 2).

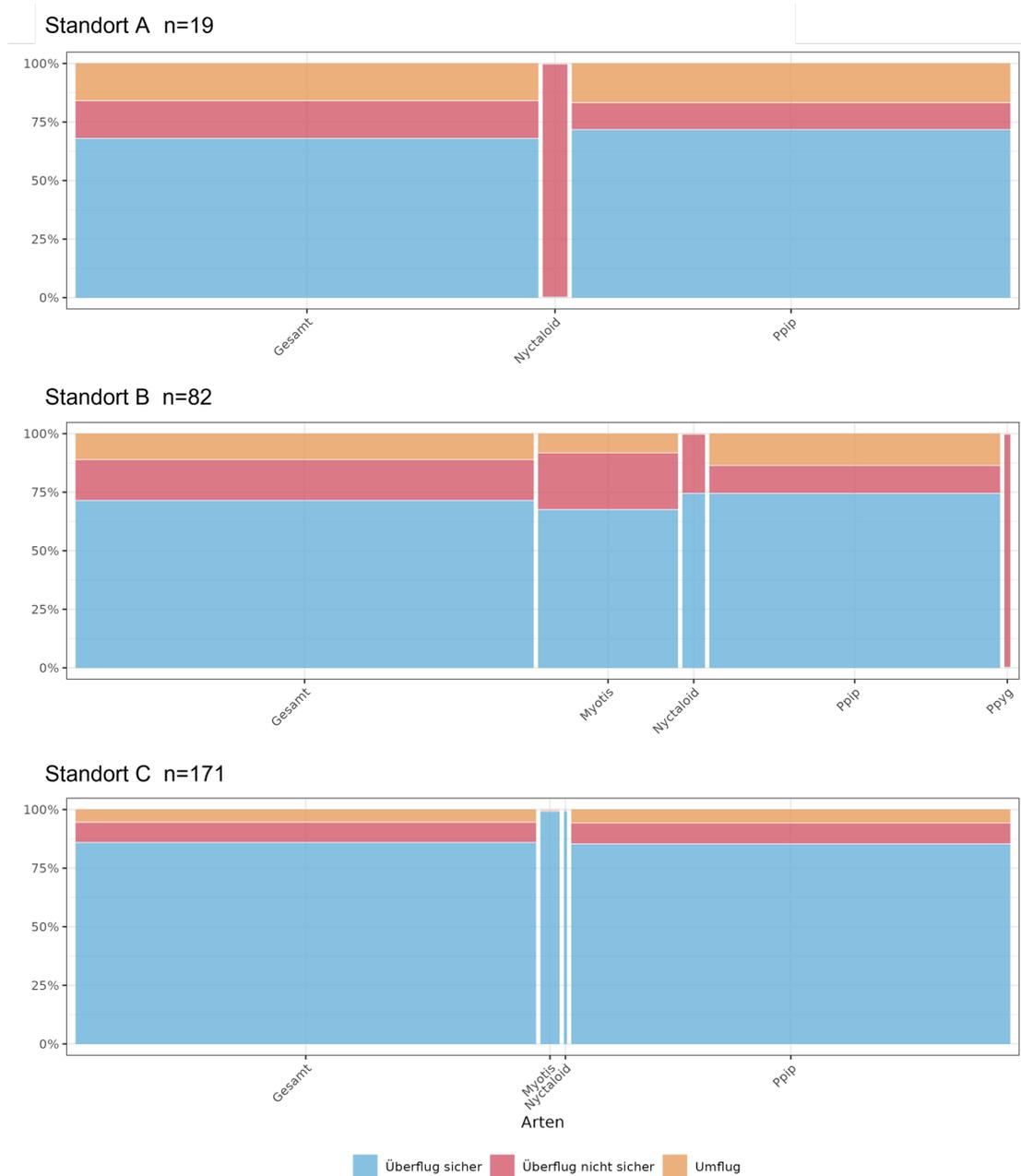


Bild 6-17: Querungsverhalten an den Standorten A bis C, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen. Die Standorte sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert dargestellt.

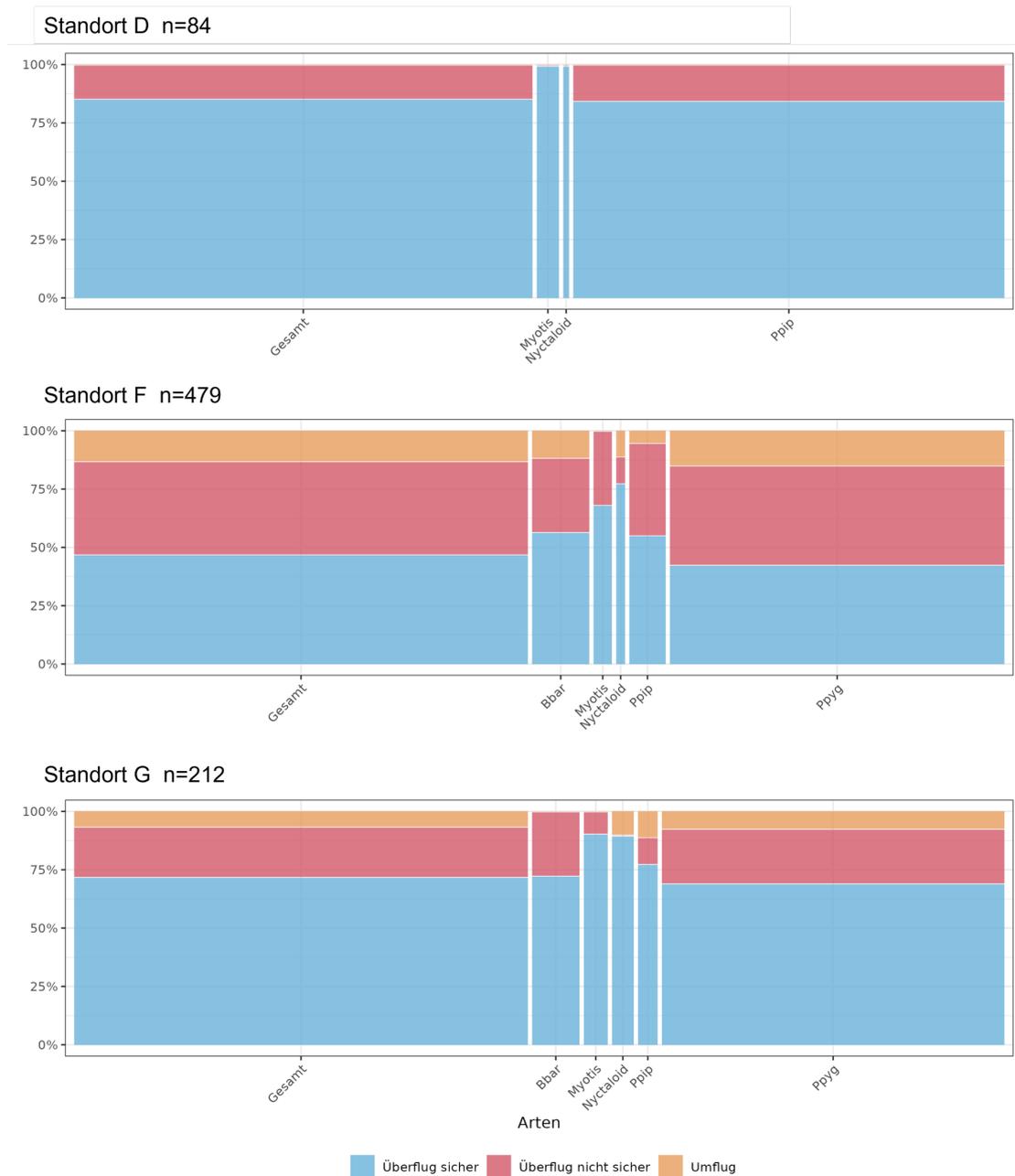


Bild 6-18: Querungsverhalten an den Standorten D, F und G jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen der Überflughilfe am Standort D nicht auftreten konnte, da an diesem Standort das Ende der Überflughilfe nicht erfasst wurde. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen. Die Standorte sind in alphabetischer Reihenfolge sortiert dargestellt, aufgrund der geringen Stichprobengröße wurden die Standorte E, H und I nicht dargestellt.

### **Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen**

Wird die Querungssicherheit getrennt nach Abflug (von der Überflughilfe Richtung Straße fliegend, vgl. Glossar) und Anflug (von der Straße kommend an die Überflughilfe fliegend, vgl. Glossar) betrachtet, zeigen sich im Überblick Unterschiede zwischen den Standorten und im Vergleich zum jeweiligen Gesamtschnitt (Bild 6-19 und Bild 6-20). Jedoch müssen die Unterschiede bzgl. der Stichprobengröße beachtet werden (an den Standorten A, E, H und I liegen nur wenige Beobachtungen (n=1 bis 13) vor).

Insgesamt überwogen sichere Überflüge bei abfliegenden Fledermäusen (Abflug, 66 %) im Vergleich zu ankommenden (Anflug, 62 %). Dieses Verhältnis spiegelt sich an den Standorten C, F und G wider, wobei an F in Summe die meisten nicht sicheren Ab- und Anflüge dokumentiert wurden. An den Standorten A, B und H – sowie marginal an Standort D – zeigt sich ein umgekehrtes Verhältnis und anfliegende Fledermäuse querten häufig sicher als abfliegende. Dabei ist jedoch die geringe Stichprobengröße der Standorte A und H zu beachten (vgl. auch Anlage 3, Tab. 4 und Tab. 5).

Umflüge konnten insgesamt geringfügig häufiger bei Abflügen als bei Anflügen beobachtet werden. Dieses Verhältnis spiegelt sich auch bei der einzelnen Betrachtung der Standorte wider (sofern das Ende der Überflughilfe beprobt wurde). Lediglich an Standort C wurde ein davon abweichendes Verhältnis festgestellt und Umflüge traten bei Anflügen etwas häufiger auf, jedoch ist die geringe Stichprobengröße zu beachten.

Querungsverhalten Abflug n = 681

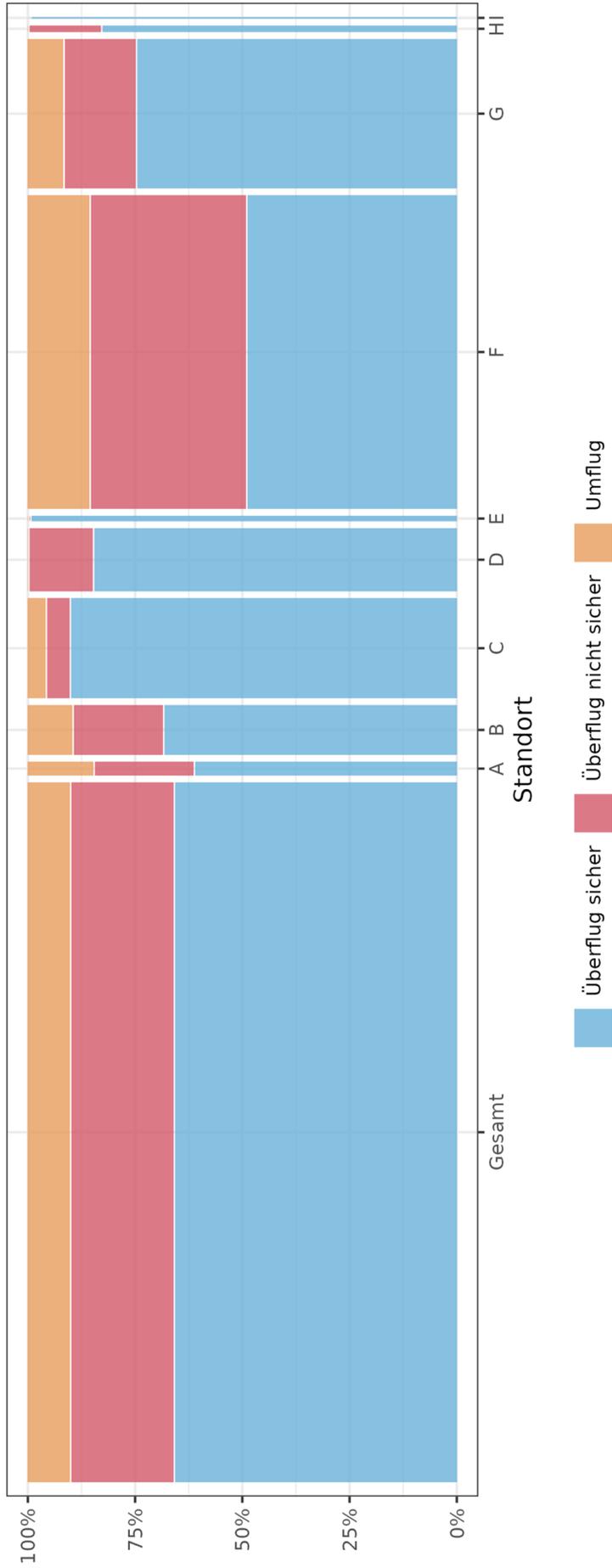


Bild 6-19: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei Abflügen von der Überflughilfe an den verschiedenen Standorten (A–I) unabhängig von der Art bzw. Artengruppe.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen („Umflug“) der Überflughilfe nicht an den Standorten D, E und H beobachtet werden konnte, da hier die Enden der Überflughilfe nicht beprobt wurden. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Querungsverhalten Anflug n = 386

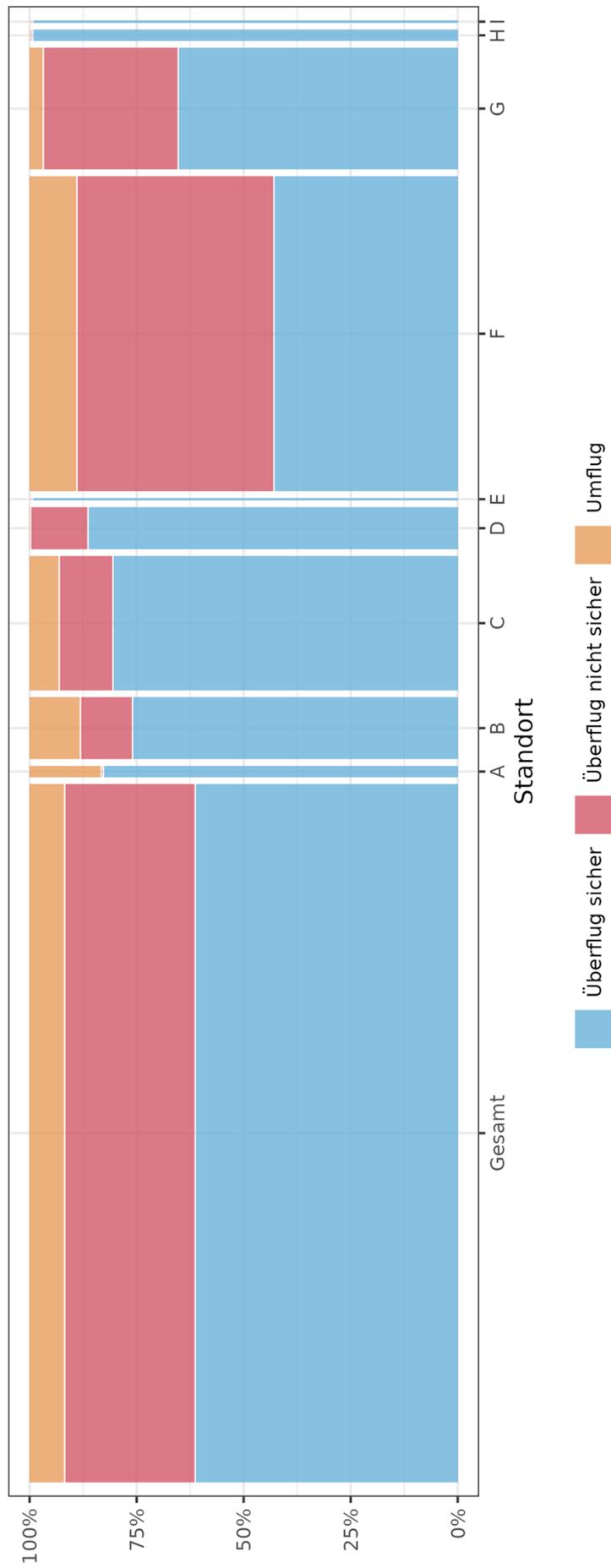


Bild 6-20: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei Anflügen hin zur Überflughilfe an den verschiedenen Standorten (A–I) unabhängig von der Art bzw. Artengruppe.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen („Umflug“) der Überflughilfe nicht an den Standorten D, E und H beobachtet werden konnte, da hier die Enden der Überflughilfe nicht beprobt worden sind. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Bei der nachfolgenden detaillierten Betrachtung der Ergebnisse pro Standort in Bezug auf die Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen werden wiederum nur die Ergebnisse von Standorten mit mehr als 15 Beobachtungen vorgestellt<sup>23</sup>. Alle Daten im Detail können jedoch den Tabellen in Anlage 3 (Tab. 2 und Tab. 4/5) entnommen werden.

In Bild 6-21 bis Bild 6-23 wird die Variation bei Ab- und Anflügen zwischen den Standorten in Bezug auf die Querungssicherheit nochmal deutlich. Dabei konnten zwar an etwa gleich vielen Standorten anteilig jeweils mehr sichere Abflüge als Anflüge bzw. umgekehrt festgestellt werden, jedoch überwiegen in Summe Querungen in sicherer Höhe bei Abflügen als bei Anflügen, wenn die Stichprobengröße mitberücksichtigt wird.

Auch die Zusammensetzung der Arten und Ruftypengruppen sowie die Anzahl an Querungen für diese Arten und Ruftypengruppen bei Ab- und Anflügen ist zwischen den Standorten teilweise sehr unterschiedlich (vgl. auch Anlage 3, Tab. 4 und Tab. 5). Jedoch spiegelt das Verhältnis insgesamt pro Standort jeweils das Verhalten aller dort beobachteten Arten und Ruftypengruppen wider. Das bedeutet, an Standorten mit häufiger sicher abfliegenden als anfliegenden Fledermäusen, war dies für alle dort beobachteten Arten und Ruftypengruppen der Fall. Zudem zeigt sich am Beispiel der Zwergfledermaus (*P.pip*), dass für diese Fledermausart je nach Standort ein unterschiedliches Verhalten dokumentiert wurde. So überwogen an den Standorten C, F und G sichere Überflüge bei abfliegenden Zwergfledermäusen (*P.pip*), wohingegen an Standort B (und geringfügig an Standort D) anfliegende Zwergfledermäuse (*P.pip*) häufiger sicher überflogen als abfliegende. Auch für *Myotis*-Fledermäuse konnte Ähnliches beobachtet werden (vgl. Standort B mit Standort F und Standort G). Für Mückenfledermäuse (*P.pyg*) und Mopsfledermäuse (*B.bar*) wurde dies nicht festgestellt. Beide Arten wurden aber fast ausschließlich an den Standorten F und G erfasst und zeigten hier jeweils die gleiche Verhaltensweise (d. h. häufiger nicht sichere Anflüge als Abflüge) (Bild 6-21 bis Bild 6-23).

Umflüge traten an allen Standorten sowohl beim Ab- als auch beim Anflug auf. Dieses Verhalten konnte an den Standorten F und G häufiger bei abfliegenden Fledermäusen beobachtet werden als bei anfliegenden. An Standort C war dieses Verhältnis umgekehrt und Umflüge traten häufiger bei Anflügen auf. Bei Standort B umflogen etwa gleich viele Fledermäuse beim Abflug wie beim Anflug die Überflughilfe. Das insgesamt für den jeweiligen Standort dokumentierte Ergebnis spiegelt auch mehrheitlich das Verhalten der dort jeweils beobachteten Arten und Ruftypengruppen wider. Analog zu den Überflügen (sicher/nicht sicher) fällt es entsprechend variabel aus. Die Zwergfledermaus (*P.pip*) bildet eine Ausnahme. Für diese Art wurde an allen Standorten dokumentiert, dass Umflüge bei anfliegenden Fledermäusen häufiger auftraten als bei abfliegenden (Bild 6-21 bis Bild 6-23).

---

<sup>23</sup> Hier nicht vorgestellt werden demnach die Standorte A (Abflug n=13 und Anflug n=6), E (Abflug n=5 und Anflug n=1), H (Abflug n=6 und Anflug n=6) und I (Abflug n=1 und Anflug n=1).

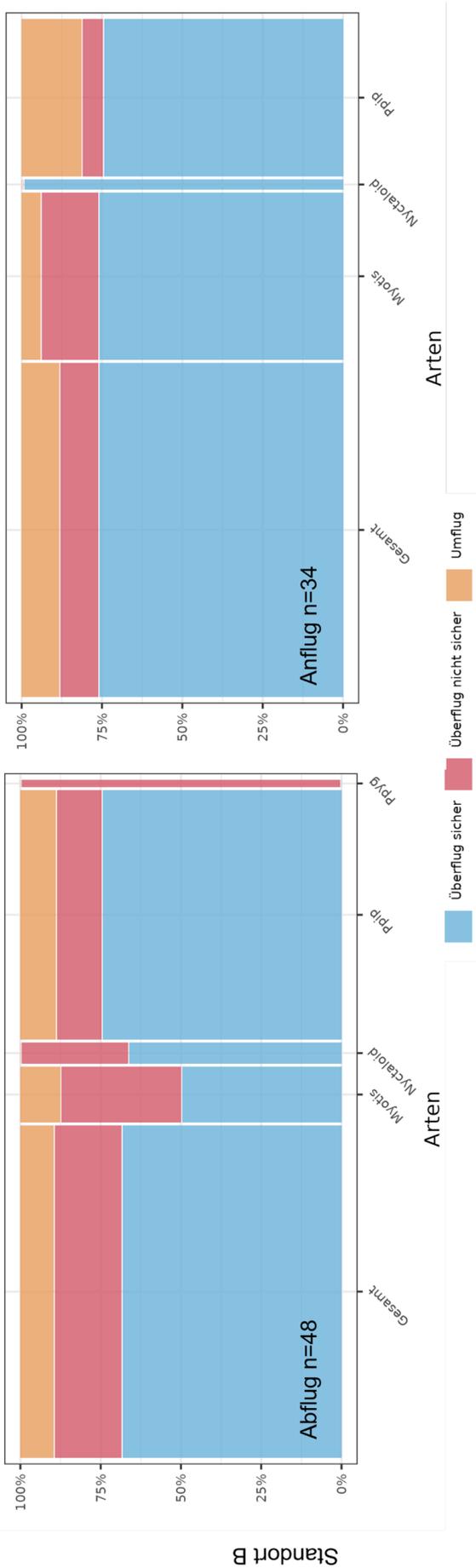


Bild 6-21: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe an Standort B, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Rufftypen-  
gruppen.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen der Überflughilfe am Standort D nicht auftreten konnte, da an diesem Standort das Ende der Überflughilfe nicht erfasst wurde. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

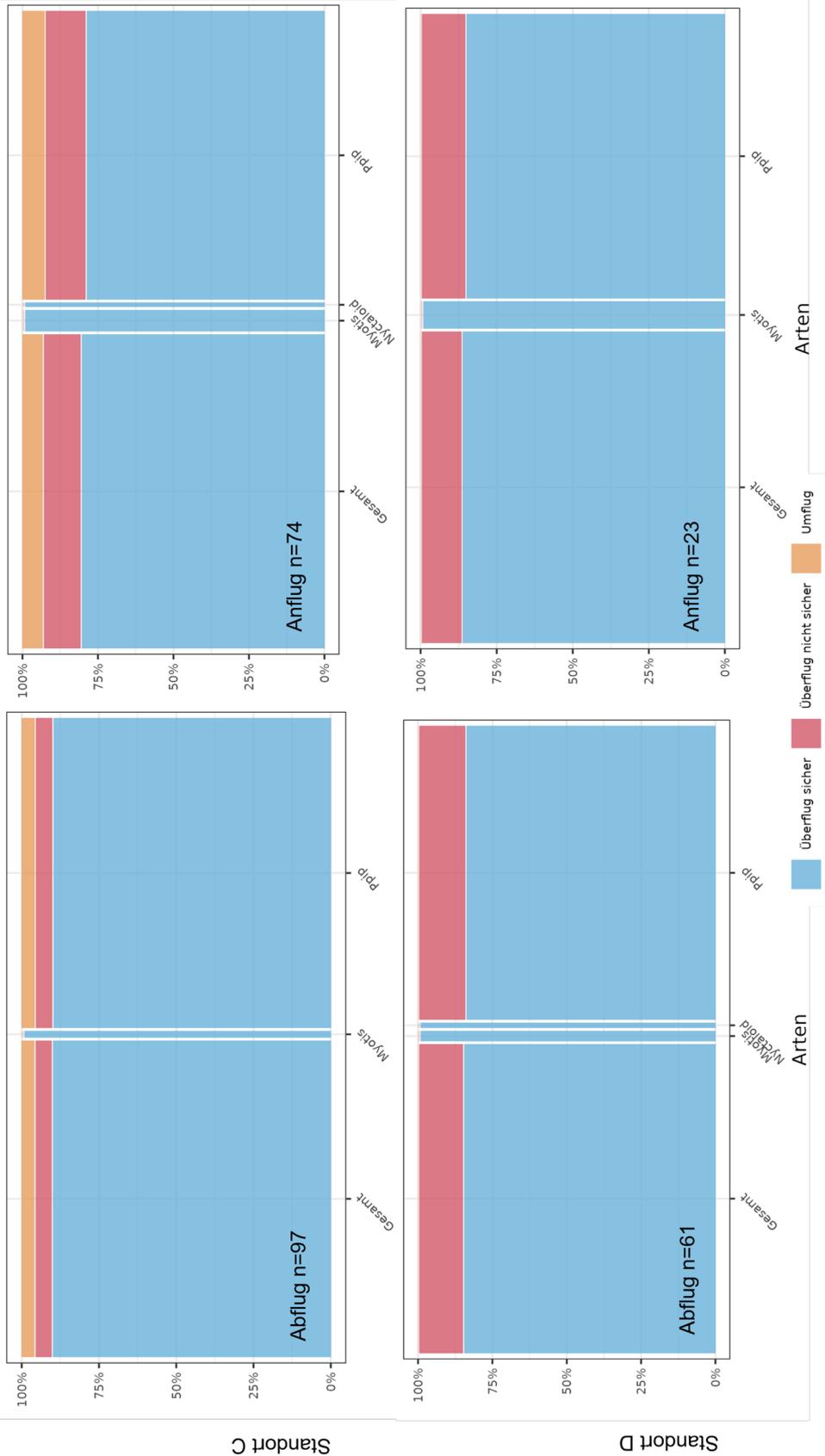


Bild 6-22: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe der Standorte C und D, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Rufftypengruppen.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen der Überflughilfe am Standort D nicht auftreten konnte (Überflug-Ende wurde nicht beprobt). Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

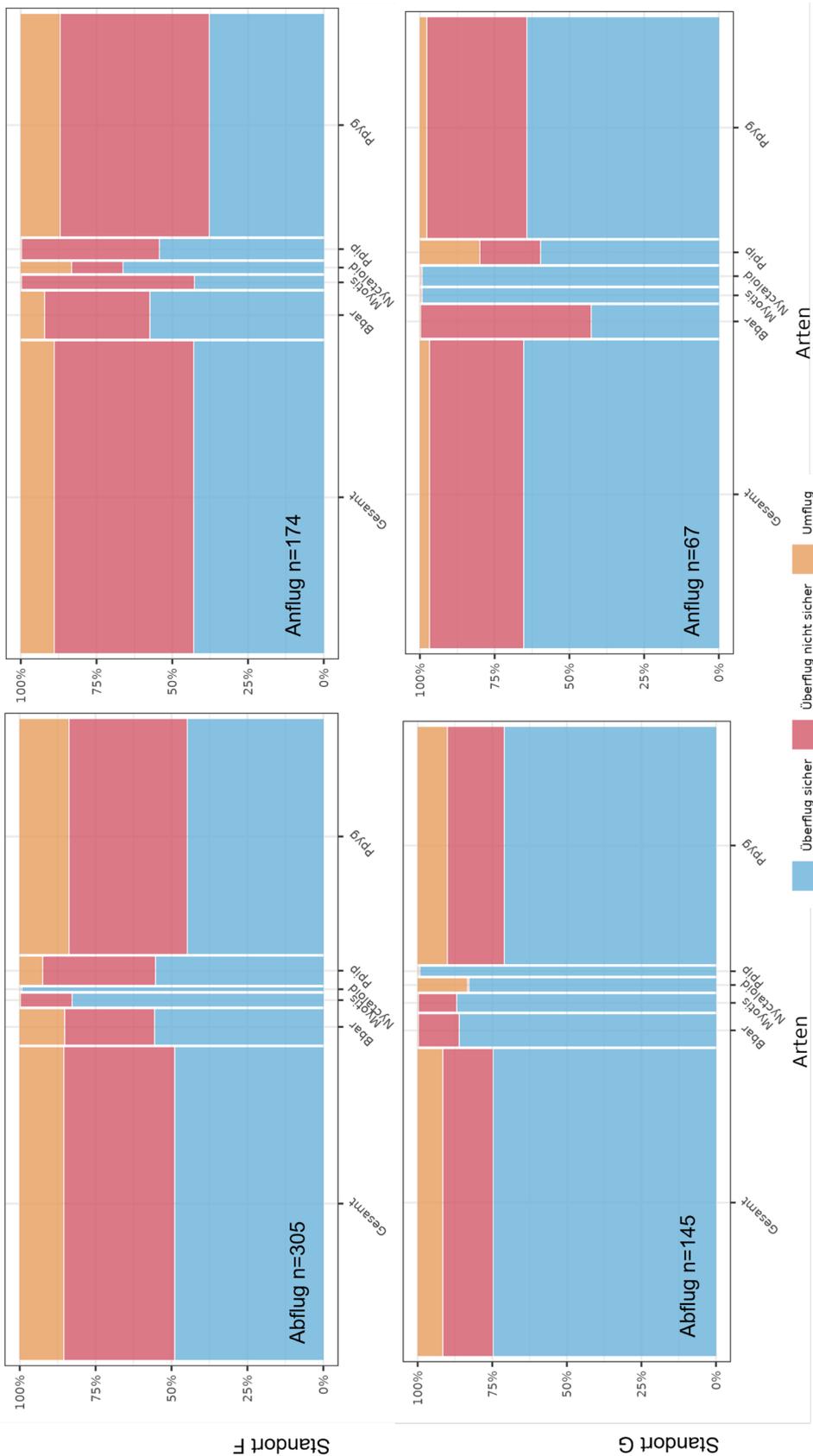


Bild 6-23: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe der Standorte F und G, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Rufftypengruppen.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

### ***Flugverhalten & Querungssicherheit bei Abflügen***

Die Querungssicherheit der Abflüge pro Standort wurde zusätzlich auch im Detail betrachtet, also in welcher Höhe sich die Fledermaus der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite näherte (hoch startend oder tief startend, vgl. Glossar) und in welcher Höhe die Fledermaus nach dem Passieren der Überflughilfe die Straße querte (hochfliegend oder absinkend) (Bild 6-24 und Bild 6-25).

Das Gesamtverhältnis zeigt, dass hoch startende Fledermäuse in 88 % ihre Flughöhe auch nach dem Passieren der Überflughilfe beibehielten und die Straße sicher querten. Fledermäuse, die tief starteten änderten in 52 % ihre Flughöhe und querten die Straße sicher.

In Bezug auf die hoch startenden Fledermäuse zeigt sich zwischen den Standorten zwar eine gewisse Variabilität, jedoch überwog die sichere Querung („hochfliegend“) deutlich und die sichere Flughöhe wurde an allen Standorten in über 75 % der Fälle beibehalten.

Bei tief startenden Fledermäusen sind die Unterschiede zwischen den Standorten deutlicher ausgeprägt. Besonders an Standort F liegt der Anteil an sicheren Querungen (34 %) deutlich unter dem Durchschnitt. An den Standorten C und D liegt der Anteil an sicheren Querungen bei tief startenden Fledermäusen (84 % bis 92 %) hingegen über dem Durchschnitt. Die übrigen Standorte (A, B, G und H) spiegeln das Gesamtverhältnis.

Querungsverhalten hochstartender Abflüge n = 362

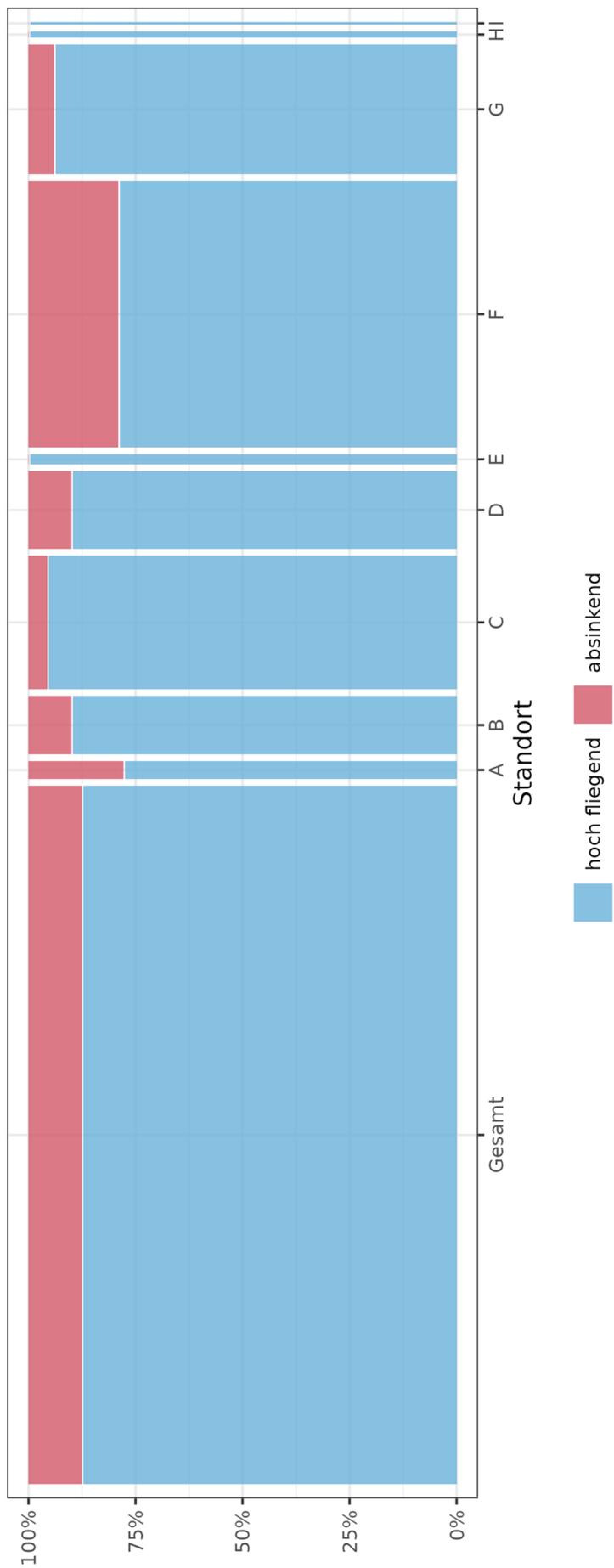


Bild 6-24: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch startenden Abflügen insgesamt und pro Standort.

Dargestellt sind Flüge, bei denen die Fledermäuse in sicherer Höhe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zufflogen sowie ihr Verhalten nach dem Passieren der Überflughilfe, d. h. ob sie ihren Flug hoch fliegend in sicherer Höhe fortsetzten oder in den nicht sichereren Straßensektor abtauchten (absinkend). Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Querungsverhalten tiefstartender Abflüge n = 228

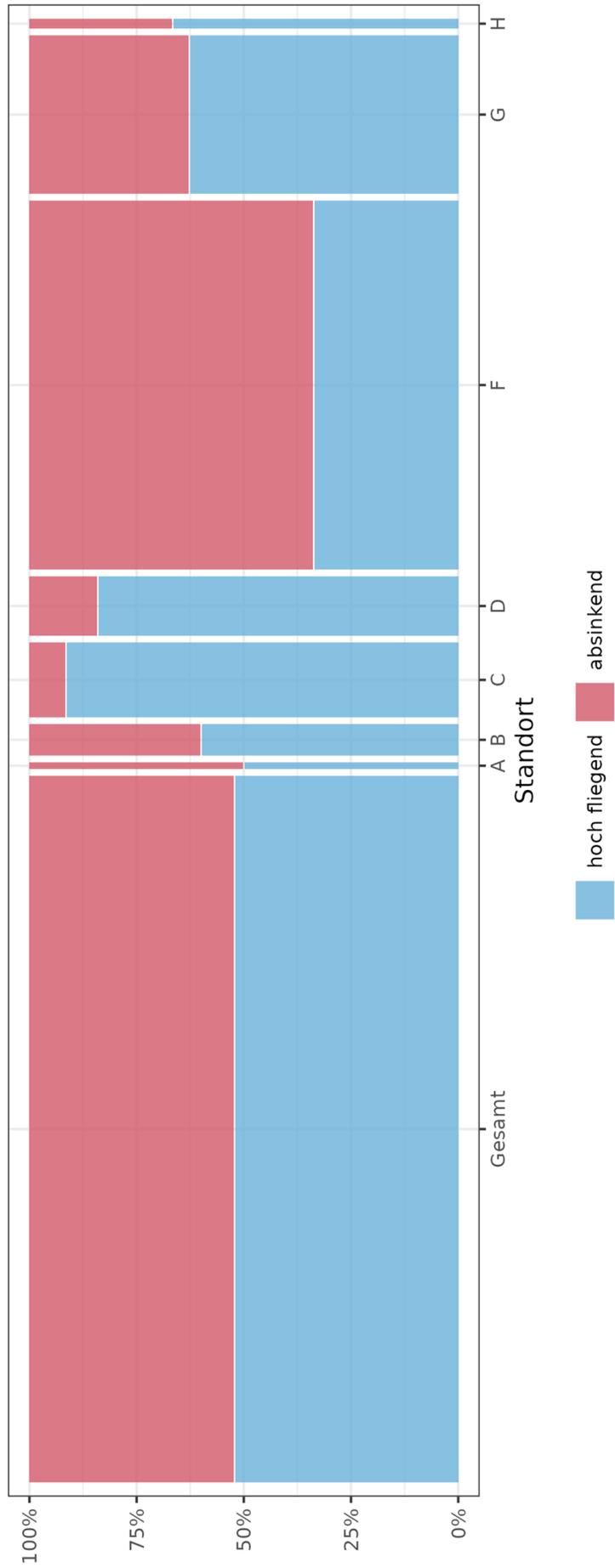


Bild 6-25: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei tief startenden Abflügen insgesamt und pro Standort.

Dargestellt sind Flüge, bei denen die Fledermäuse in nicht sicherer Höhe straßenabgewandt auf die Überflughilfe zuflogen (tief startende Abflüge), und ihr Verhalten nach dem Passieren der Überflughilfe, d. h. ob sie ihren Flug weiter in sicherer Höhe fortsetzten (hoch fliegend) oder in den nicht sicheren Straßensbereich abtauchten (absinkend). Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

Bei der im Folgenden detaillierten Betrachtung der Ergebnisse pro Standort in Bezug auf die Querungssicherheit bei hoch startenden oder tief startenden Abflügen, werden auch hier nur die Ergebnisse von Standorten mit mehr als 15 Beobachtungen vorgestellt<sup>24</sup>. Alle Daten im Detail können jedoch den Tabellen in Anlage 3 (Tab. 2 und Tab. 6/7) entnommen werden.

In Bild 6-26 bis Bild 6-28 werden die Unterschiede zwischen den Standorten, die schon in der Gesamtübersicht (Bild 6-24 und Bild 6-25) aufgefallen sind, nochmal deutlicher. So querten zwar hoch startende Fledermäuse an allen Standorten zu einem klar überwiegenden Teil in sicherer Höhe nach dem Passieren der Überflughilfe die Straße, jedoch schnitten tief startenden Fledermäuse nicht an allen Standorten deutlich schlechter ab. An den Standorten C und D bestehen keine großen Unterschiede hinsichtlich der Querungssicherheit von hoch startenden (sicher „hoch fliegend“ 90 % bis 96 %) versus tief startenden (sicher „hoch fliegend“ 84 % bis 92 %) Fledermäusen, wobei hier die Beobachtungen fast ausschließlich auf Zwergfledermäuse zurückzuführen sind.

Besonders groß sind die Unterschiede jedoch am Standort G und vor allem an Standort F. So querten tief startenden Fledermäuse an Standort F nur in 34 % der Fälle die Straße in sicherer Höhe. Folglich machten die Tiere hier zum überwiegenden Teil einen Bogenflug und sanken nach dem Passieren der Überflughilfe in den risikoreichen Straßenraum für eine Querung ab. Dabei ist bemerkenswert, dass alle an Standort F nachgewiesenen Arten/Ruftypengruppen dieses Verhalten zeigten, im Besonderen jedoch die Mückenfledermaus.

Auch an Standort G konnten bei tief startenden Mückenfledermäusen häufig Bogenflüge beobachtet werden. Ansonsten wurde dieses Verhalten an Standort G nur bei den tief startenden Mopsfledermäusen beobachtet. Für alle anderen dort nachgewiesenen Arten/Ruftypengruppen (Myotis, Nyctaloid und Zwergfledermaus) konnte kein Absinken bei den tief startenden Tieren beobachtet werden. Hierbei muss allerdings die geringe Stichprobengröße bzgl. der Artnachweise berücksichtigt werden (vgl. Anlage 3, Tab. 6/7). Insgesamt konnten an Standort G aber deutlich mehr sichere Überflüge bei tief startenden Fledermäusen (63 %) beobachtet werden als an Standort F (34 %).

---

<sup>24</sup> Hier nicht vorgestellt werden demnach die Standorte A (Abflug hoch startend n=9 und Abflug tief startend n=2), B (Abflug hoch startend n=30 und Abflug tief startend n=10), E (Abflug hoch startend n=5 und Abflug tief startend n=0), H (Abflug hoch startend n=3 und Abflug tief startend n=3) und I (Abflug hoch startend n=1 und Abflug tief startend n=0).

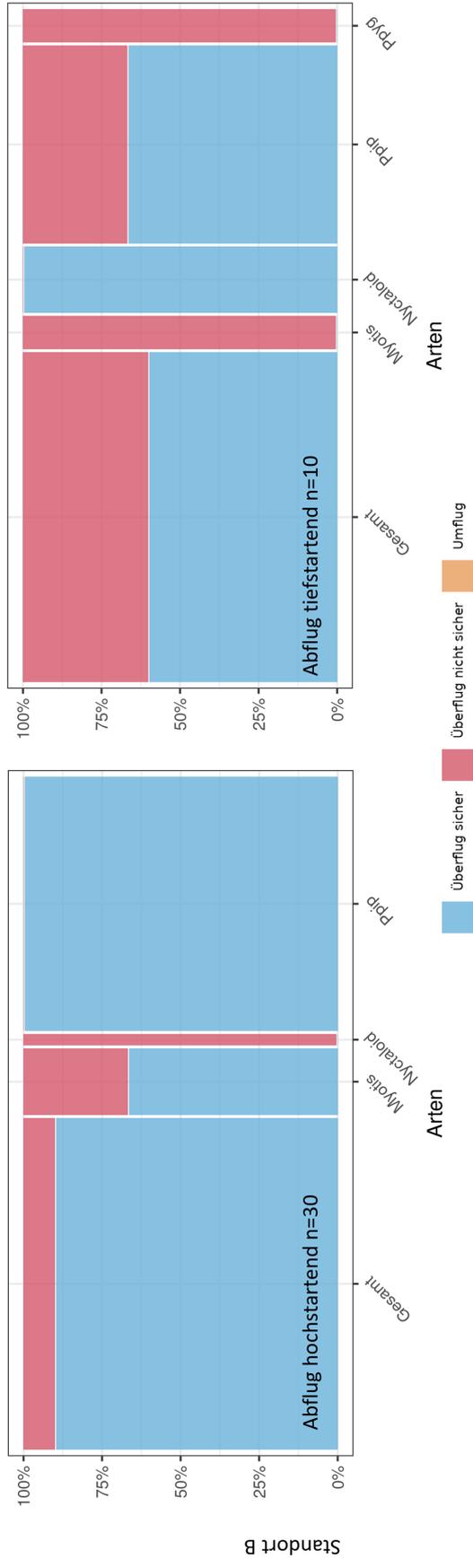
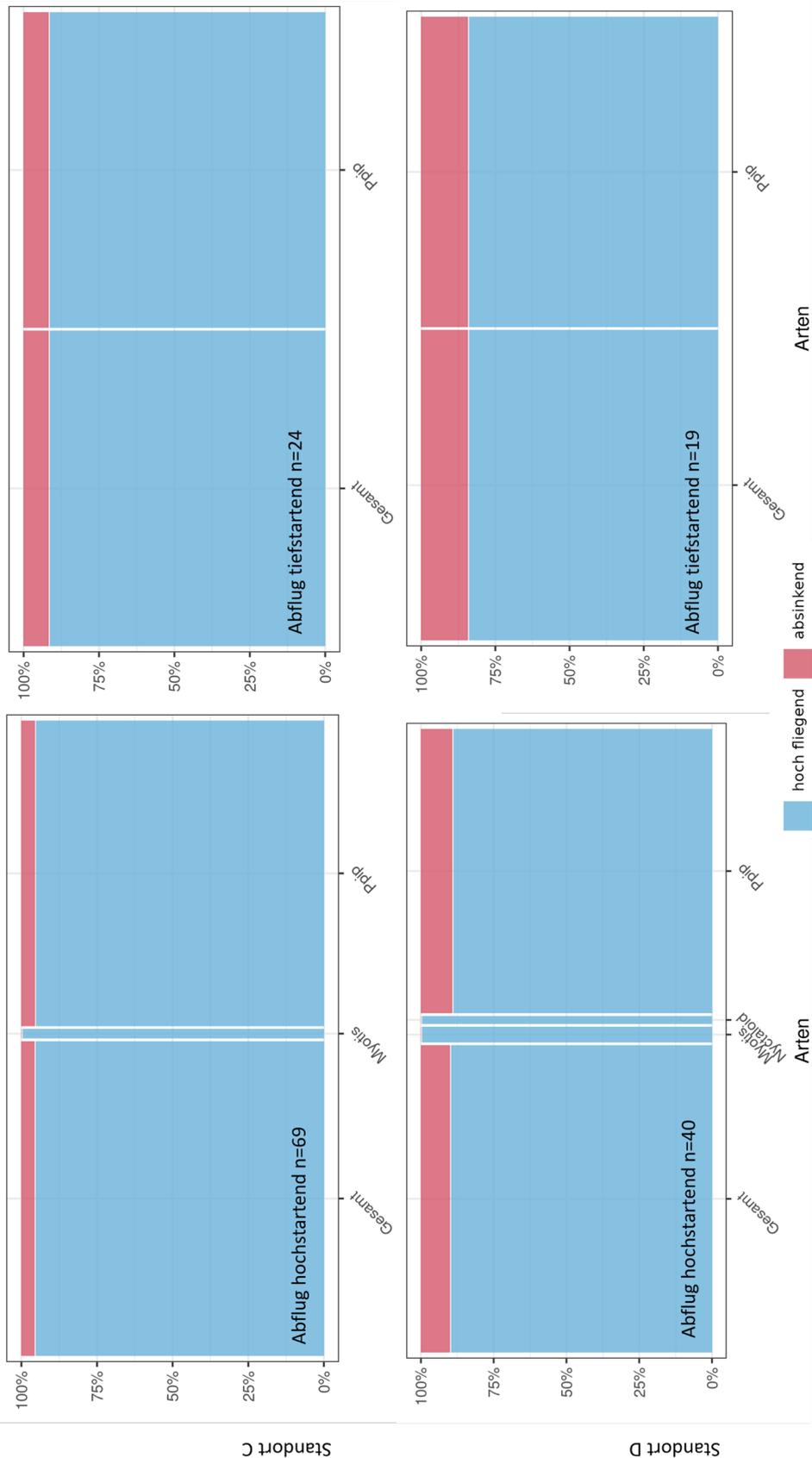
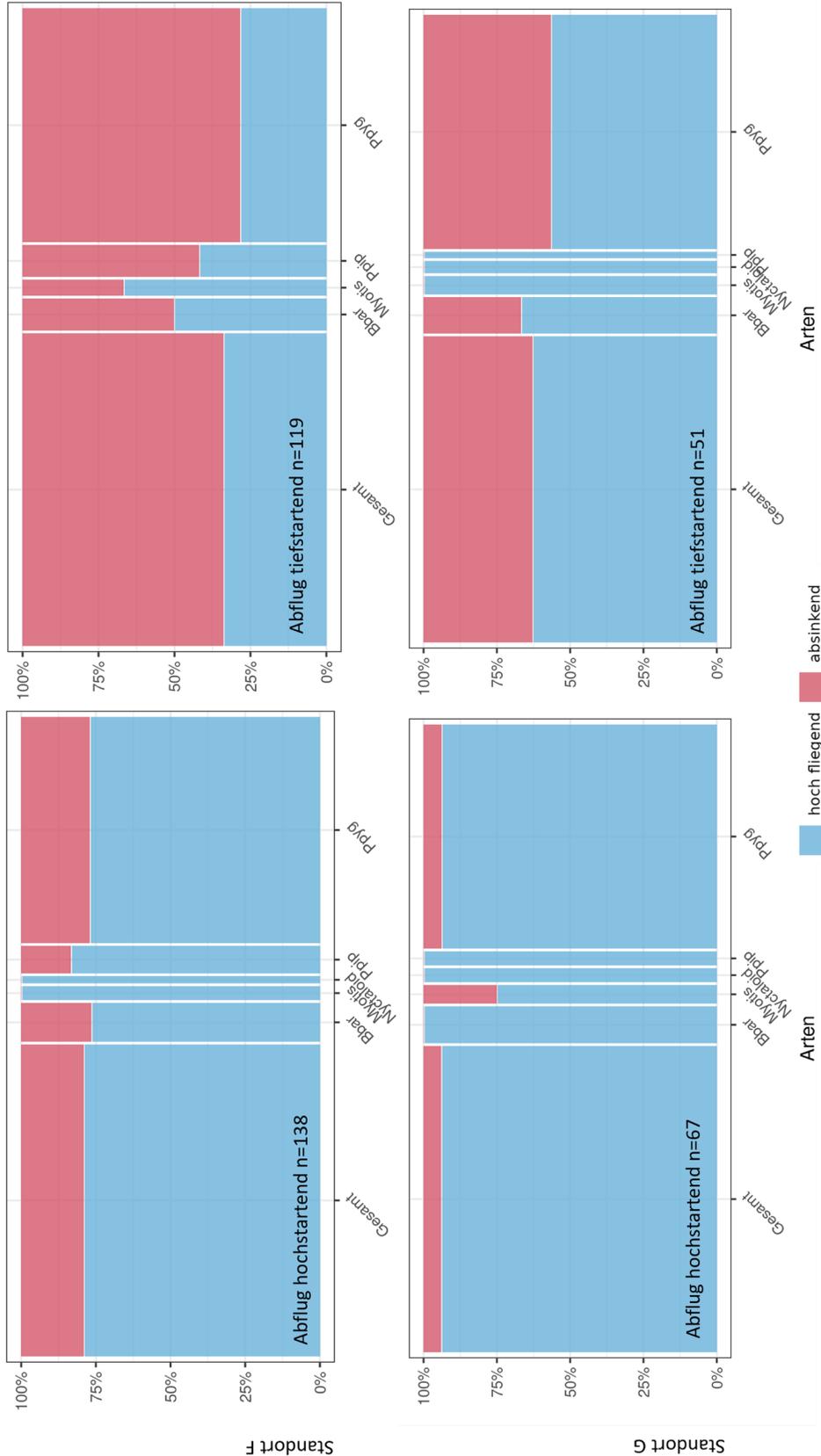


Bild 6-26: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen am Standort B, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.

Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.



**Bild 6-27:** Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen an den Standorten C und D, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen. Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.



**Bild 6-28:** Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen an den Standorten F und G, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

## 6.2.4 Verhalten pro Art

### *Querungssicherheit*

Betrachtet man das Querungsverhalten in Abhängigkeit von den untersuchten Arten und Ruftypengruppen so zeigt sich, dass für alle überwiegend Überflüge in sicherer Höhe dokumentiert wurden (Bild 6-29 und Bild 6-30). Jedoch variierte der Anteil an sicheren Überflügen zwischen den Arten/Ruftypengruppen und für die jeweilige Art/Ruftypengruppe pro Standort zum Teil deutlich.

In Bezug auf Unterschiede in der Querungssicherheit zwischen den Arten/Ruftypengruppen, fällt vor allem das nicht sichere Querungsverhalten der Arten Mops- und Mückenfledermaus gegenüber den anderen untersuchten Arten/Ruftypengruppen auf (Bild 6-29 und Bild 6-30 bzw. Anlage 3, Tab. 2). So wurden bei der Zwergfledermaus (P.pip) sowie den Nyctaloid- und Myotis-Arten insgesamt ähnlich häufig Überflüge in sicherer Höhe (ca. 80 %) beobachtet. Bei der Mückenfledermaus (P.pyg) und Mopsfledermaus (B.bar) hingegen konnten lediglich in knapp über der Hälfte (51 % bis 61 %) der beobachteten Querungen sichere Überflüge dokumentiert werden. Bemerkenswert ist zudem, dass für Arten derselben Gattung (P.pyg und P.pip) unterschiedliche Verhaltensmuster dokumentiert wurden (Bild 6-30).

Allerdings fällt auf, dass die Mückenfledermaus (P.pyg) – und auch die Mopsfledermaus (B.Bar) – (fast) ausschließlich nur an den Standorten F und G nachgewiesen wurden. Ein möglicher artspezifischer Effekt lässt sich demnach nicht von einem standortspezifischen Effekt trennen. Jedoch werden Unterschiede in der Querungssicherheit pro Standort bei der Zwergfledermaus (P.pip) sowie den Nyctaloid- und Myotis-Arten deutlich, wobei für alle an den Standorten B und F weniger Querungen in sicherer Höhe registriert wurden als jeweils insgesamt für die Art/Ruftypengruppe oder an den übrigen Standorten mit Nachweis (Bild 6-29 und Bild 6-30).

Umflüge traten bei allen untersuchten Arten und Ruftypengruppen auf (Bild 6-29 und Bild 6-30). Insgesamt wurden sie am häufigsten für die Mückenfledermaus (13 %) und die Mopsfledermaus (9 %) beobachtet, am seltensten für Myotis-Arten (3 %). Deutlich werden jedoch auch Unterschiede beim Umflug-Verhalten der Arten und Ruftypengruppen an den verschiedenen Standorten. An manchen Standorten wurden Umflüge häufiger erfasst als an anderen (z. B. an Standort B und F) bzw. an manchen Standorten wurden Umflüge gar nicht erfasst. Hierbei muss jedoch die teilweise geringe Stichprobengröße berücksichtigt werden (vgl. auch Anlage 3, Tab. 2).

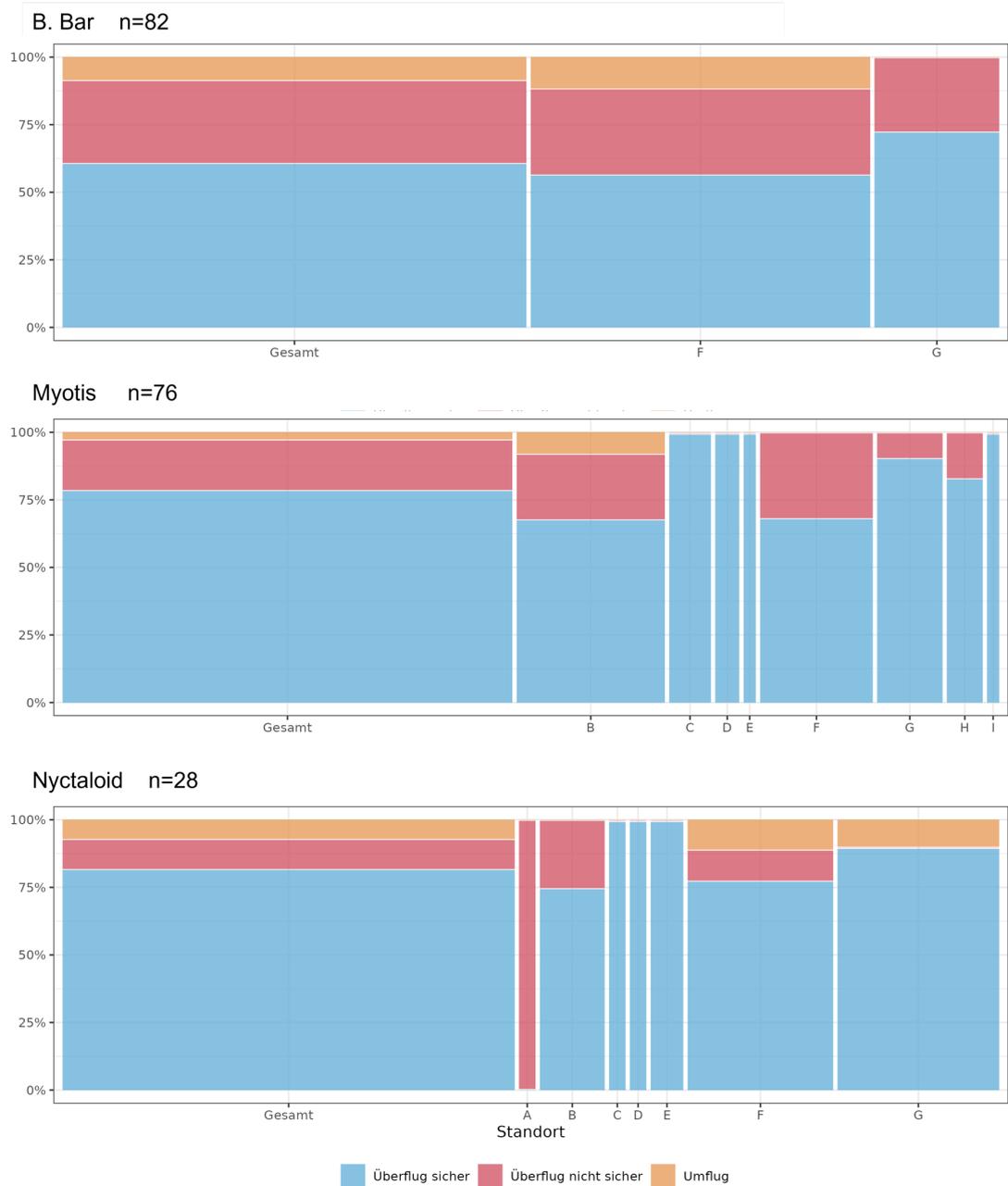
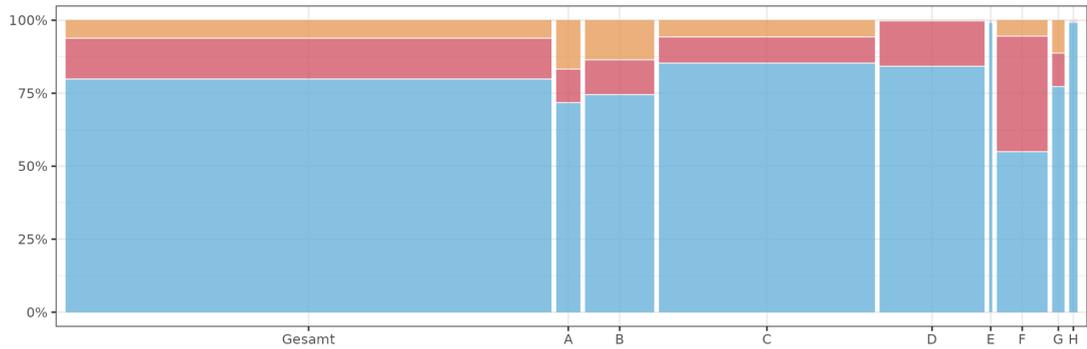


Bild 6-29: Querungsverhalten Mopsfledermaus (B.bar), Myotis- und Nycatloid-Arten, jeweils insgesamt sowie nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen der Überflughilfe am Standort D, E und H nicht auftreten konnte, da an diesem Standort das Ende der Überflughilfe nicht erfasst wurde. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

P. pip n=367



P. pyg n=514

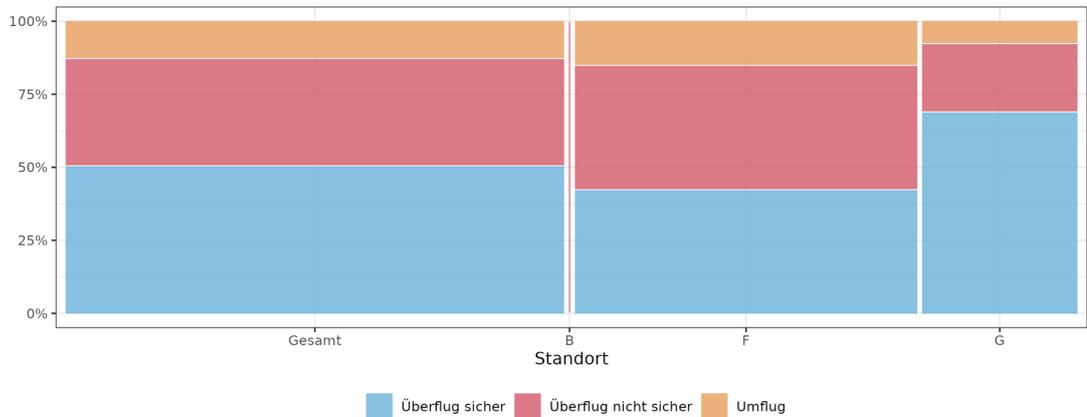


Bild 6-30: Querungsverhalten Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.

Zu beachten ist, dass ein Umfliegen der Überflughilfe am Standort D, E und H nicht auftreten konnte, da an diesem Standort das Ende der Überflughilfe nicht erfasst wurde. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

### **Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen**

Getrennt nach Ab- und Anflug betrachtet zeigen sich im Hinblick auf die Querungssicherheit Unterschiede zwischen den Arten und Ruftypengruppen (Bild 6-31 bis Bild 6-33) sowie für die jeweilige Arten/Ruftypengruppen pro Standort.

Bei den Arten Mopsfledermaus (B.bar), Mückenfledermaus (P.pyg) sowie Zwergfledermaus (P.pip) überwiegen sichere Querungen bei Abflügen im Vergleich zu Anflügen zum Teil deutlich. Kaum Unterschiede in der Querungssicherheit zwischen Ab- und Anflügen können jedoch bei Myotis-Arten und Nyctaloid festgestellt werden. Wiederrum auffällig ist bei den Arten Mopsfledermaus (B.bar) und Mückenfledermaus (P.pyg) der insgesamt geringere Anteil an Querungen in sicherer Höhe sowohl bei Ab- als auch bei Anflügen. Vor allem bei den Anflügen wurden sichere Querungen nur in 45 % bis 55 % beobachtet.

Ein heterogenes Bild zeigt sich, wenn die Querungssicherheit beim Ab- und Anflug der jeweiligen Arten/Ruftypengruppen an den verschiedenen Standorten betrachtet wird. Dabei variiert die Querungssicherheit zum Teil deutlich und für die jeweilige Art/Ruftypengruppe konnte je nach Standort eine unterschiedliche Querungssicherheit in Hinblick auf die Ab- und Anflüge dokumentiert werden (Bild 6-31 bis Bild 6-33). So zeigt sich beispielsweise für Myotis-Arten und Arten der Ruftypengruppe Nyctaloid, dass am Standort B häufiger sicheres Querungsverhalten beim Anflug dokumentiert wurde, als dies beim Abflug der Fall war. An Standort F ist dieses Verhältnis umgedreht und Myotis-Arten sowie Arten der Ruftypengruppe Nyctaloid querten die Straße bei Anflügen seltener in sicherer Höhe. Dabei ist bemerkenswert, dass an Standort F auch bei allen anderen Arten (Zwerg-, Mücken- und Mopsfledermaus) die Anflüge seltener in sicherer Höhe waren, als dies bei den Abflügen der Fall war.

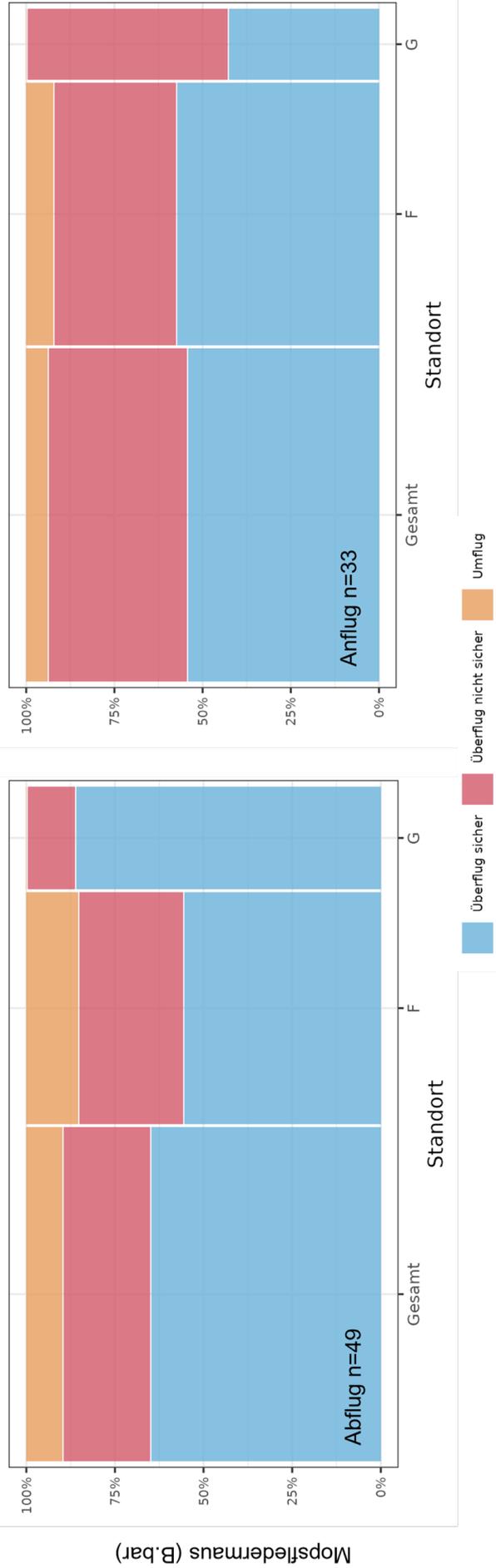


Bild 6-31: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für die Mopsfledermaus (B.bar), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Art nachgewiesen wurde.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

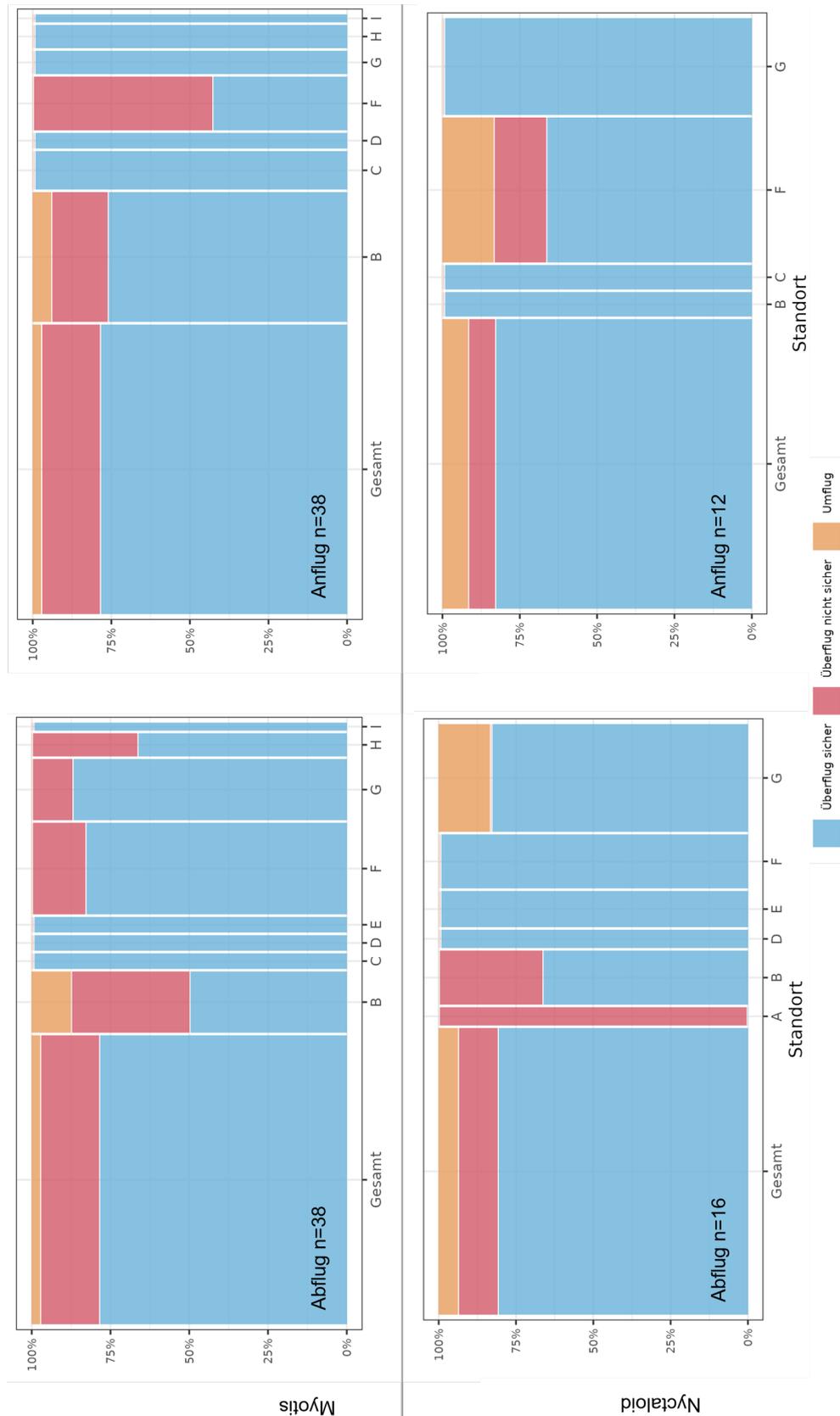
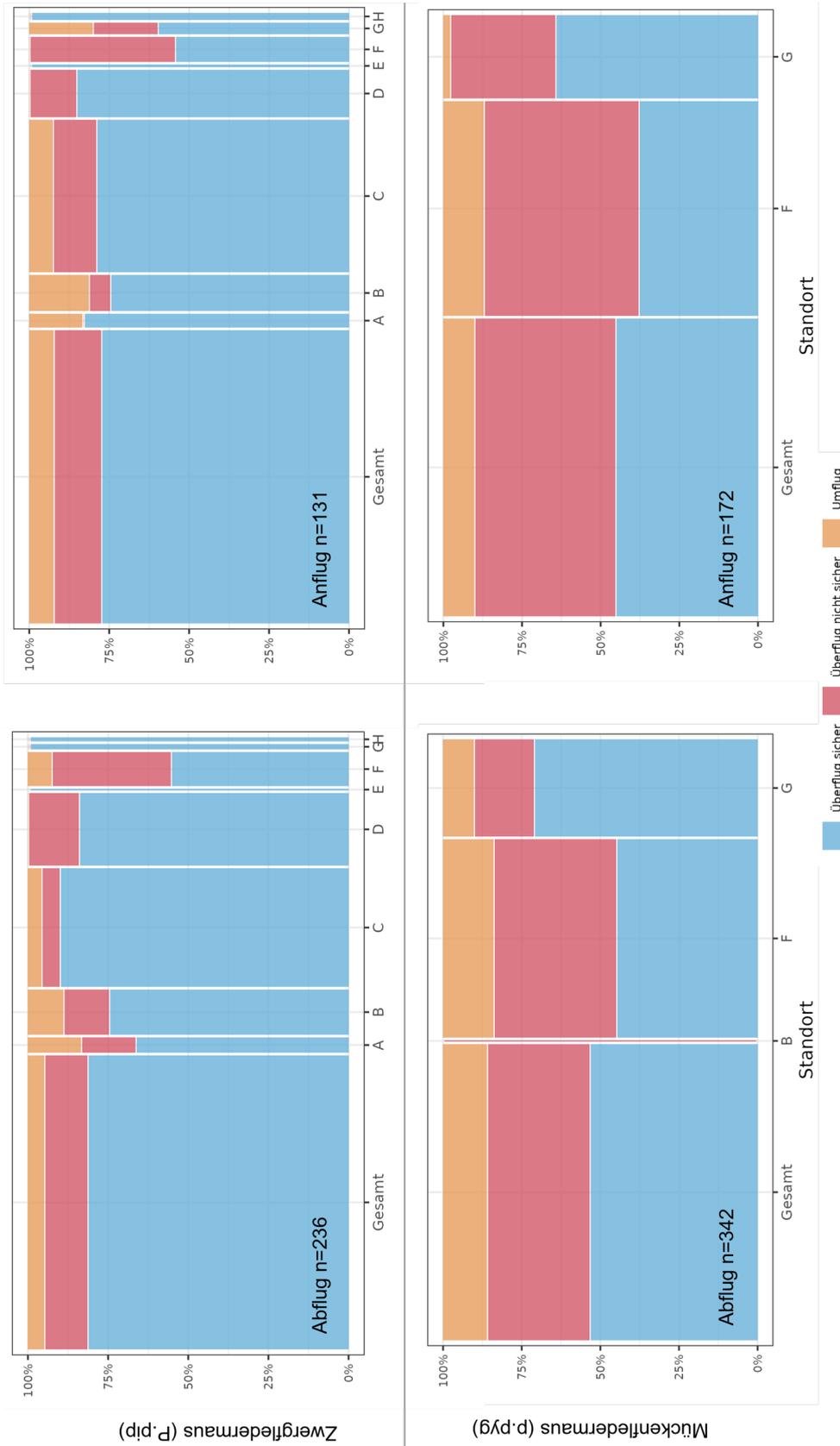


Bild 6-32: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für die Arten der Ruftypengruppe Myotis und Nyctaloid, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Ruftypengruppe nachgewiesen wurde. Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.



**Bild 6-33:** Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

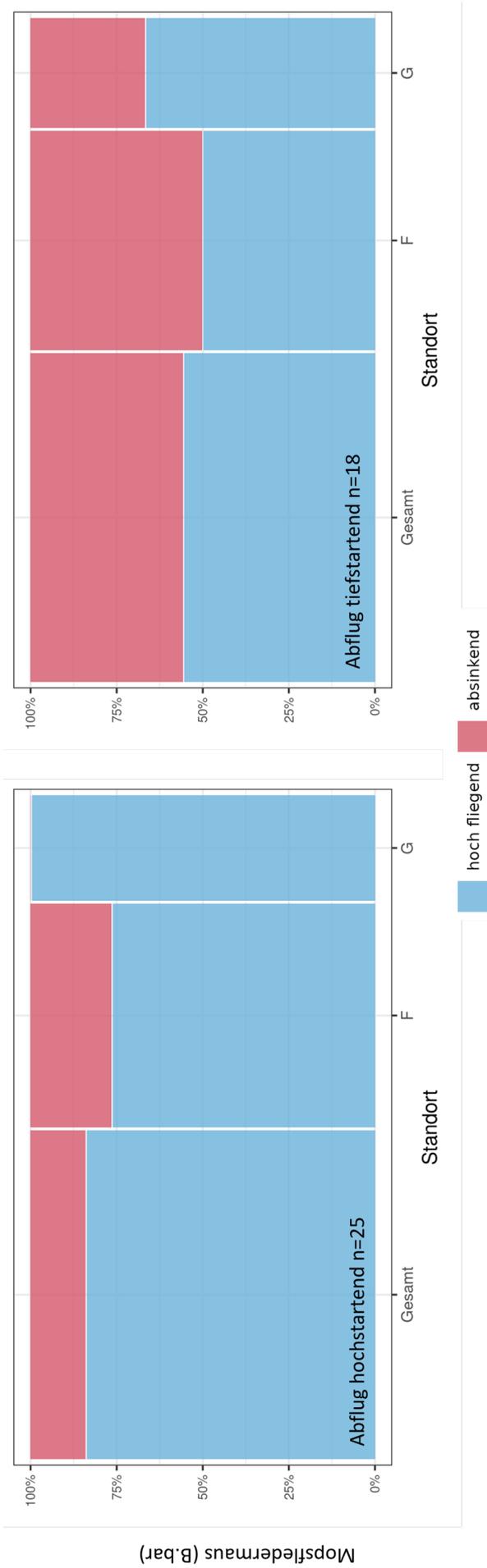
### **Flugverhalten & Querungssicherheit bei Abflügen**

Für die Arten und Ruftypengruppen wurden die Querungssicherheit bei den Abflügen ebenfalls im Detail betrachtet. Dabei wurde das Flugverhalten näher untersucht, d. h. in welcher Höhe sich die Fledermaus der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite näherte – hoch startend oder tief startend – und in welcher Höhe die Fledermaus nach dem Passieren der Überflughilfe die Straße querte (hochfliegend oder absinkend) (Bild 6-34 bis Bild 6-36).

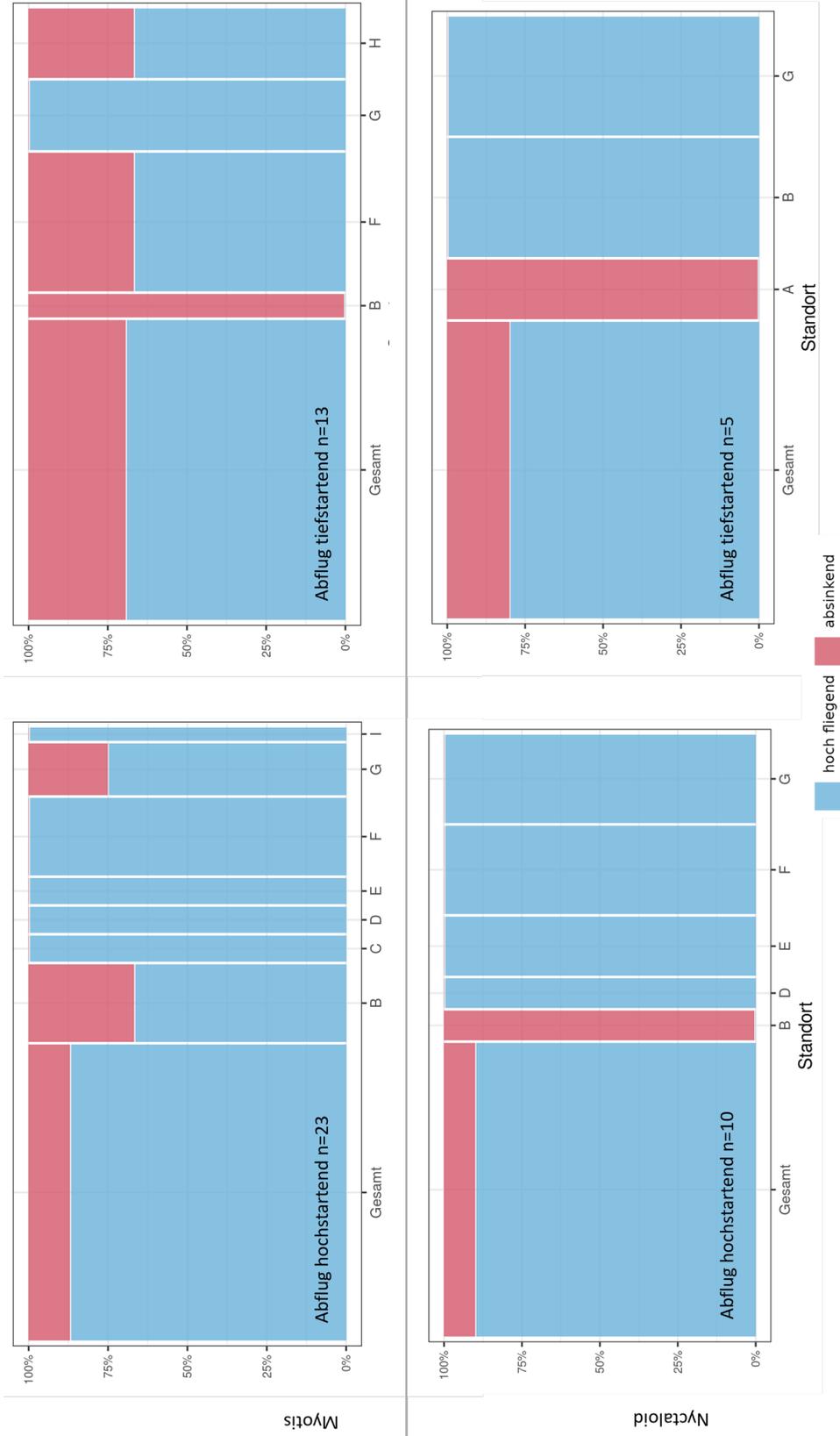
Hierbei wird deutlich, dass hoch startende Fledermäuse – unabhängig von der Art oder Ruftypengruppe – auch nach dem Passieren der Überflughilfe zum größten Teil ihre Flughöhe beibehielten und die Straße in sicherer Höhe querten. Bei tief startenden Fledermäusen zeigte sich, dass im Besonderen Mückenfledermäuse (*P.pyg*) überwiegend einen Bogenflug machten, d. h. nach dem Passieren der Überflughilfe in eine risikoreiche Flughöhe absanken und die Straße querten. Entsprechend konnten hier nur wenige Überflüge in sicherer Höhe beobachtet werden (36 %). Auch bei tief startenden Mopsfledermäusen (*B.bar*) wurde dieses Verhalten häufig dokumentiert und sichere Querungen fanden nur zu 56 % statt. Hingegen konnte für die übrigen untersuchten Arten oder Ruftypengruppen (Zwergfledermaus, *Myotis* und *Nyctaloid*) festgestellt werden, dass tief startende Fledermäuse zu einem überwiegenden Teil ihre Flughöhe änderten und nach dem Passieren der Überflughilfe ihren Flug in sicherer Höhe fortsetzten („hochfliegend“ 69 % bis 80 %).

Unter Berücksichtigung der Standorte ist das Bild für die Arten/Ruftypengruppen wiederum recht heterogen und es lässt sich kein einheitliches Bild für die Arten oder Ruftypengruppen ableiten. Auffällig ist jedoch, dass an Standort F tief startende Abflüge bei allen Arten/Ruftypengruppen seltener in sicherer Höhe erfolgten als an anderen Standorten (und auch im Vergleich zu hoch startenden Abflügen an Standort F).

Insgesamt sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die artspezifische Stichprobengröße vergleichsweise gering war, außer bei der Zwergfledermaus (*P.pip*) und der Mückenfledermaus (*P.pyg*) (vgl. Anlage 3, Tab. 6/7).

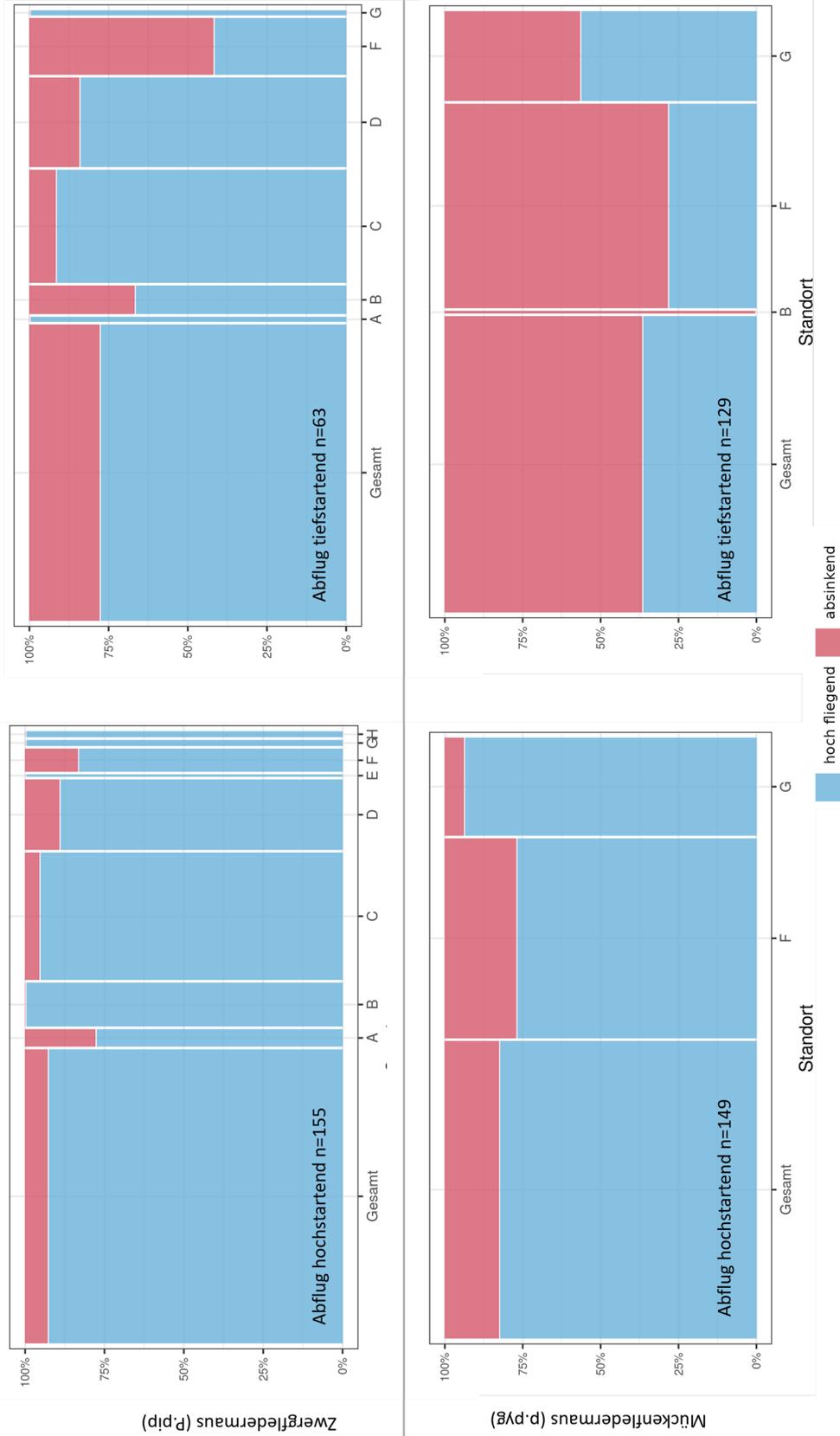


**Bild 6-34:** Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für die Mopsfledermaus (B. bar), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Art nachgewiesen wurde.  
 Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.



**Bild 6-35:** Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für die Arten der Ruftypengruppe Myotis und Nyctaloid, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Ruftypengruppe nachgewiesen wurde.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.



**Bild 6-36:** Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.

Die Flächen der rechteckigen Felder, die für eine Merkmalskombination stehen, sind proportional zur Anzahl der Beobachtungen, die diese Merkmalskombination aufweisen.

### **Zeitlicher Aktivitätsverlauf**

In diesem Kapitel beschränkt sich die Darstellung auf Arten und Ruftypengruppen, deren Verhalten insgesamt (Überflug sicher/nicht sicher sowie Umflug) mehr als 15-mal am jeweiligen Standort beobachtet werden konnte.<sup>25</sup> Weiterhin werden in den nachfolgenden Darstellungen nur Verhaltenstypen mit mehr als zwei Beobachtungen dargestellt.

Betrachtet man die zeitlichen Aktivitätsmuster der unterschiedlichen Arten im Hinblick auf das Querungsverhalten, so lässt sich anhand der Muster kein zeitlicher Zusammenhang erkennen (Bild 6-37 bis Bild 6-39). Alle Verhaltensweisen – sichere und nicht sichere Überflüge sowie Umflüge – konnten zu gleichen Anteilen bei jeder betrachteten Art oder Ruftypengruppe zu jeder Nachtzeit und an jedem untersuchten Standort auftreten.

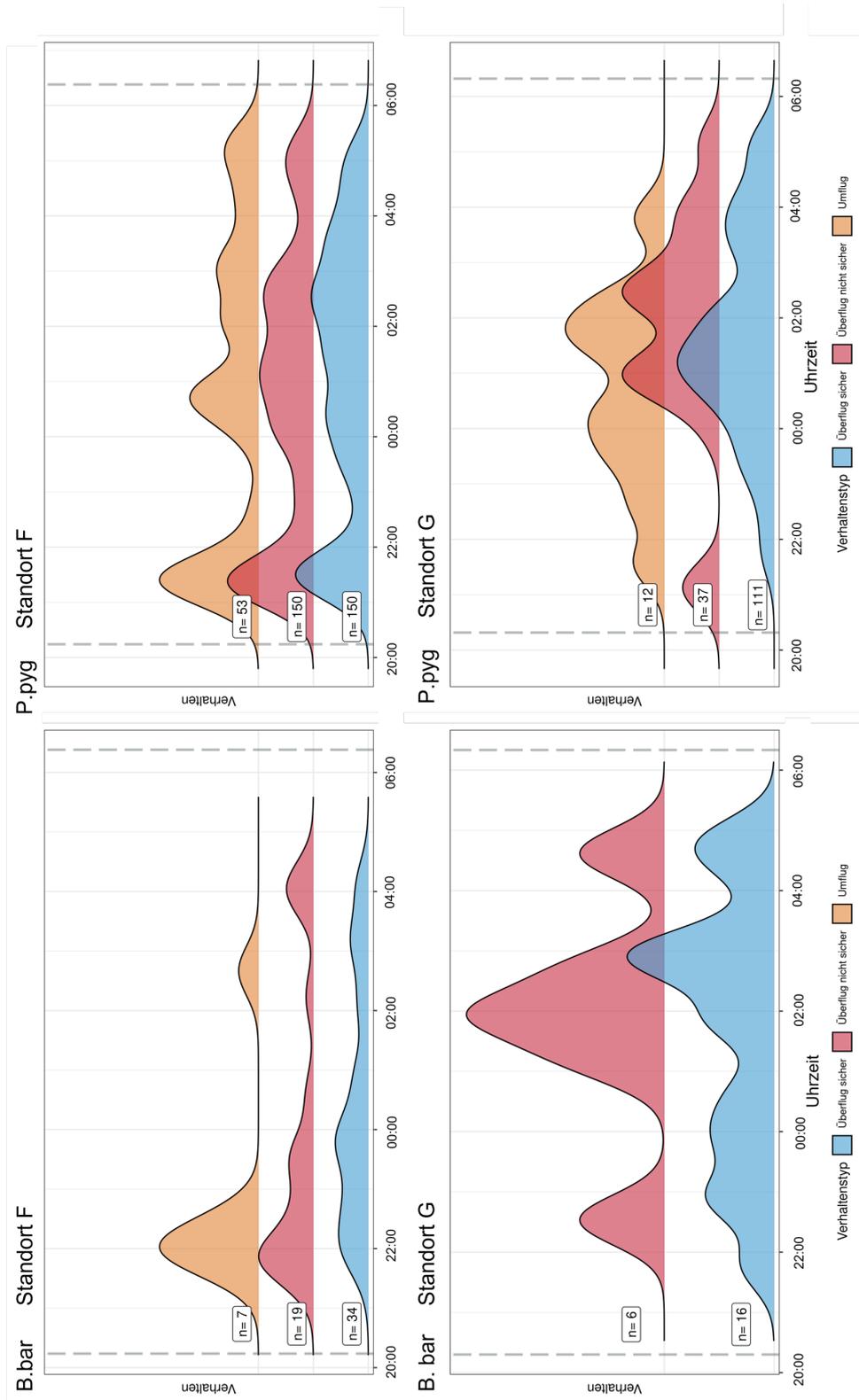
Abgesehen vom Querungsverhalten sind die zeitlichen Aktivitätsmuster insgesamt plausibel. Aktivitätspeaks wurden vor allem zum Anfang der Nacht festgestellt, teilweise lässt sich ein weiterer Peak in der zweiten Nachthälfte erkennen. Dieses Ergebnis deckt sich mit den aus der Literatur bekannten Aktivitätsmustern (z. B. DIETZ ET AL., 2007).

Bemerkenswert ist, dass sich im Standortvergleich für manche Arten Unterschiede in den Aktivitätsmustern ergeben. Dies wird deutlich für die Arten Mückenfledermaus (*P.pyg*) und Mopsfledermaus (*B.bar*) an Standort F und G (Bild 6-37). Während die beiden Fledermausarten an Standort F eher in der ersten Nachthälfte beobachtet werden konnten, zeigt sich an Standort G ein Aktivitätspeak in der zweiten Nachthälfte. Beide Standorte sind räumlich nahe gelegen.

Für die Zwergfledermaus (*P.pip*) sind die Aktivitätsmuster an den unterschiedlichen Standorten kaum verschieden und weisen zumeist zwei Peaks während der Nacht auf, außer an Standort F. Hier können kaum Peaks identifiziert werden und die Zwergfledermaus (*P.pip*) wurde gleichbleibend oft über die Nacht an Standort F beobachtet (Bild 6-38 und Bild 6-39). Auch für die *Myotis*-Arten ergibt sich tendenziell für Standort F ein anderes Aktivitätsmuster als an Standort B (Bild 6-39), jedoch muss hier die eher geringe Stichprobengröße berücksichtigt werden.

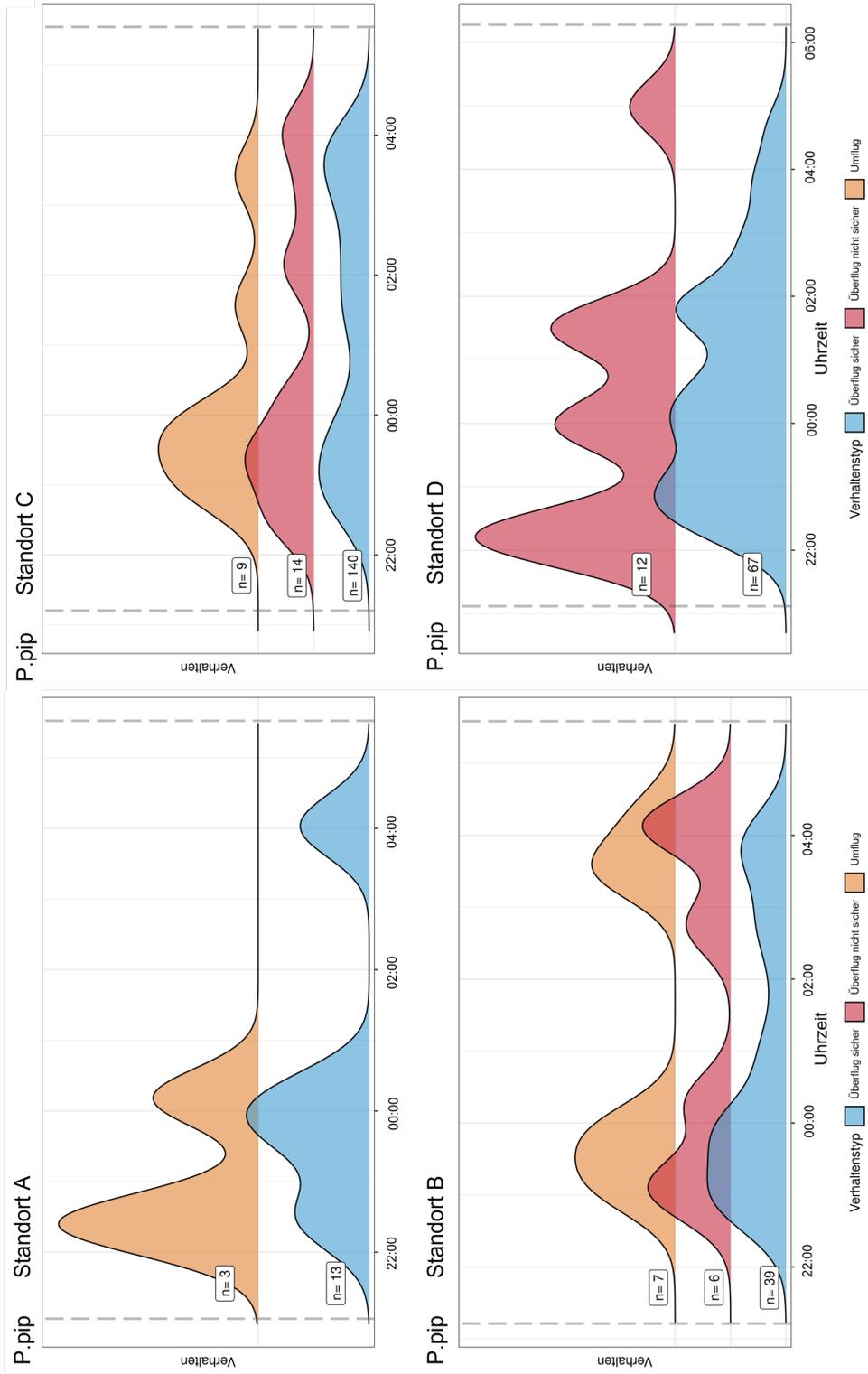
---

<sup>25</sup> Nyctaloid-Arten wurden entsprechend nicht dargestellt.



**Bild 6-37:** Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für Mopsfledermaus (B.bar) und Mückenfledermaus (P.pyg) an den Standorten F und G.

Das Verhalten ist farblich codiert, der Sonnenuntergang und -aufgang ist mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet. Verhaltenstypen mit  $n \leq 2$  Beobachtungen wurden nicht dargestellt. Es ist die geglättete Verteilung der Daten dargestellt.



**Bild 6-38:** Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für die Zwergfledermaus (P.pip) an den Standorten A bis D.

Das Verhalten ist farblich codiert, der Sonnenuntergang und -aufgang ist mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet. Verhaltenstypen mit  $n \leq 2$  Beobachtungen wurden nicht dargestellt. Es ist die geglättete Verteilung der Daten dargestellt.

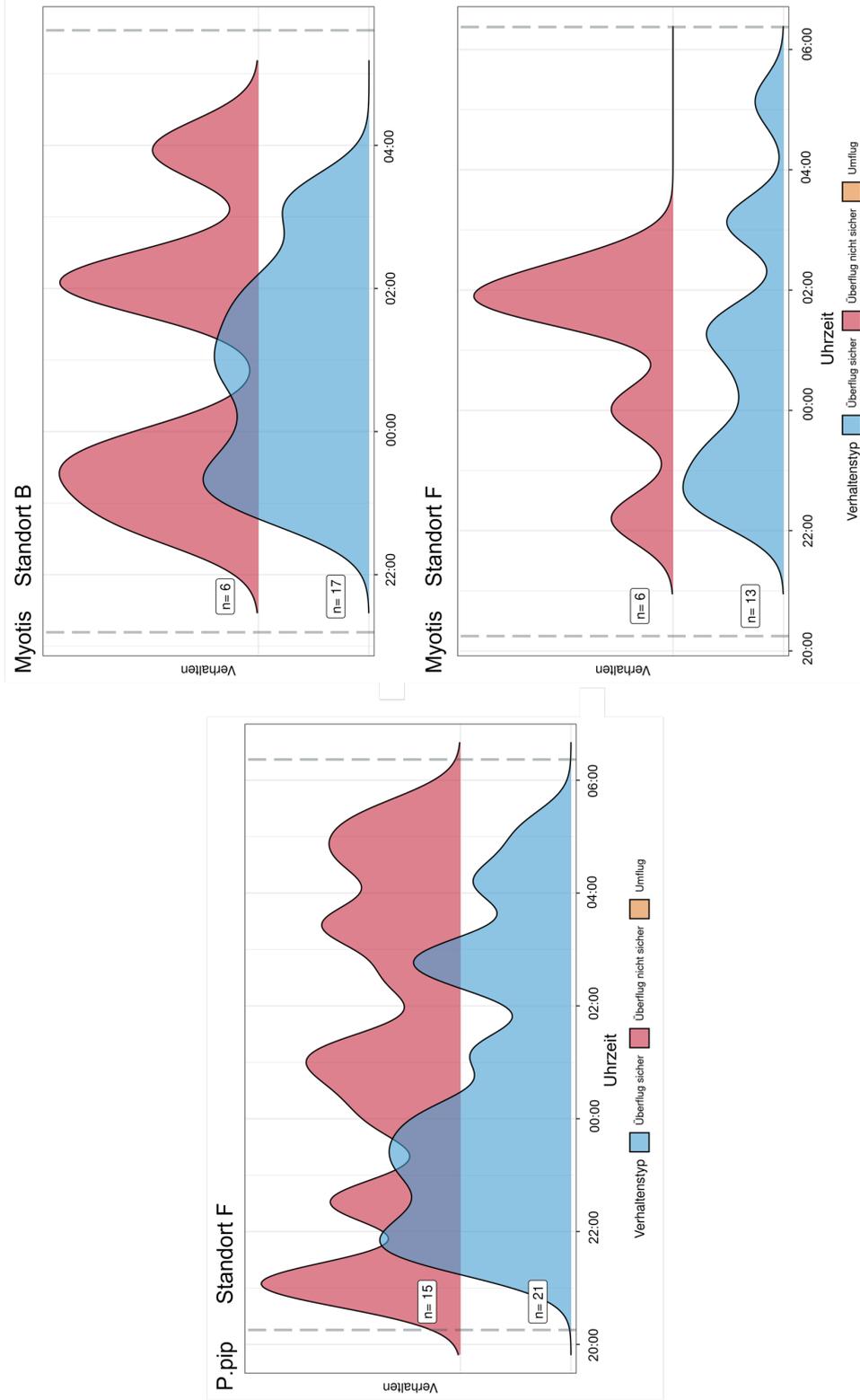


Bild 6-39: Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für die Zwergfledermaus (P.pip) an Standort F sowie für Myotis-Arten an Standort B und F.

Das Verhalten ist farblich codiert, der Sonnenuntergang und -aufgang ist mit einer gestrichelten Linie gekennzeichnet. Verhaltenstypen mit  $n \leq 2$  Beobachtungen wurden nicht dargestellt. Es ist die geglättete Verteilung der Daten dargestellt.

## 6.2.5 Statistische Modellierung

Die statistischen Modelle ermöglichen es in einem ersten Schritt die beobachtete Variation in den Daten abzubilden und signifikante Einflüsse zu identifizieren. Im zweiten Schritt können dann anhand der Modelle Vorhersagen über die Querungssicherheit getroffen werden, wobei für alle anderen Prädiktoren jeweils die Mittelwerte der beobachteten Variablen vorausgesetzt werden. Im Folgenden sind für jedes Modell die signifikanten Effekte dargestellt sowie die jeweils vorhergesagte Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung.

Im Modell 1 (Bild 6-40 und Anlage 4) zeigt sich ein Effekt der Erfassungsposition, bei der die Querungen – artunabhängig – an den Enden der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera nach außen signifikant weniger sicher sind im Vergleich zu Querungen mit Blickrichtung der Endkamera Richtung Zaunmitte ( $z = 5,697$ ,  $p < 0,001$ ) bzw. im Vergleich zu Querungen entlang der Überflughilfe ( $z = 6,286$ ,  $p < 0,001$ ). Nicht signifikant verschieden war die Querungssicherheit von Querungen entlang der Überflughilfe im Vergleich zu Querungen mit Blickrichtung der Endkamera Richtung Zaunmitte.

Außerdem zeigt sich für das Verkehrsaufkommen (DTV) ein signifikanter Zusammenhang, wobei mit steigendem Verkehrsaufkommen die Anzahl sicherer Querungen ansteigt ( $z = 2,311$ ,  $p = 0,021$ ). Dieser Effekt wirkt sich besonders bei Querungen am Ende der Überflughilfe Richtung außen aus, wobei die Querungssicherheit hier von ca. 42 % auf ca. 90 % von dem niedrigsten zum höchsten betrachteten Verkehrsaufkommen ansteigt (Bild 6-40). Für Querungen an den anderen Beobachtungspositionen ist der Effekt geringer (von im Mittel ca. 70 % auf ca. 95 %), wobei zwischen diesen beiden Beobachtungspositionen (Position „Entlang“ und Position „Ende→Zaun“) nur marginal Unterschiede erkennbar sind. Für die weiteren untersuchten Prädiktoren (Anzahl Fahrstreifen, Länge und Alter der Überflughilfe) ergaben sich keine Korrelationen, weder signifikant noch als Tendenz.

Aus diesem Modell lässt sich vorhersagen, dass die mittlere Querungssicherheit für die hier untersuchten Standorte und Arten entlang der Querungshilfe bei 78 % (KI<sup>26</sup>: 69 %–86 %) liegt. Nahezu identisch ist die mittlere Querungssicherheit am Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera Richtung Zaunmitte (79 %, KI: 69 %–87 %). Querungen am Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera nach außen waren jedoch um ca. 25 Prozentpunkte weniger sicher (53 %, KI: 39 %–66 %). Hieraus ergibt sich eine Reduktion der Zahl der Querungen in unsicherer Höhe im Zaunbereich um etwa die Hälfte.

Im Modell 4 (Bild 6-40 und Anlage 4), das gesondert für die Mücken- und für die Zwergfledermaus, die Querungssicherheit an den drei unterschiedlichen Erfassungspositionen untersucht, zeigt sich der gleiche Zusammenhang, wie bereits in Modell 1. Querungen an den Enden der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera nach außen sind bei beiden Arten signifikant weniger sicher im Vergleich zu Querungen mit Blickrichtung der Endkamera Richtung Zaunmitte (Mückenfledermaus:  $z = 4,628$ ,  $p < 0,001$ , Zwergfledermaus:  $z = 3,434$ ,  $p < 0,001$ ) bzw. im Vergleich zu Querungen entlang der Überflughilfe (Mückenfledermaus:  $z = 6,286$ ,  $p < 0,001$ , Zwerg-

<sup>26</sup> KI = 95 % Konfidenzintervall, d. h. in diesem Bereich liegen die geschätzte Werte mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit.

fledermaus:  $z = 3,741$ ,  $p < 0,001$ ). Nicht signifikant waren auch hier für beide Arten die Unterschiede der Querungssicherheit von Querungen entlang der Überflughilfe im Vergleich zu Querungen mit Blickrichtung der Endkamera Richtung Zaunmitte. Insgesamt verdoppelt sich für beide Arten etwa der Anteil an nicht sicheren Querungen an den Enden der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera nach außen (Mückenfledermaus: 31 %, KI: 16 %–51 %; Zwergfledermaus: 55 %, KI: 38 %–72 %) im Vergleich zur Querungssicherheit an den anderen Beobachtungspositionen (Mückenfledermaus: Ende Richtung Zaunmitte 62 %, KI: 42 %–79 %; Entlang: 60 %, KI: 41 %–76 %; Zwergfledermaus: Ende Richtung Zaunmitte 84 %, KI: 71 %–92 %; Entlang: 83 %, KI: 73 %–90 %). Dabei ist die Querungssicherheit für die Mückenfledermaus jedoch insgesamt geringer und an den Enden der Überflughilfe mit Blickrichtung der Endkamera nach außen nur etwa halb so hoch, wie für die Zwergfledermaus (Bild 6-40).

Querungssicherheit in Abhängigkeit zum Ort der Querung (Zaunende oder entlang des Zauns)

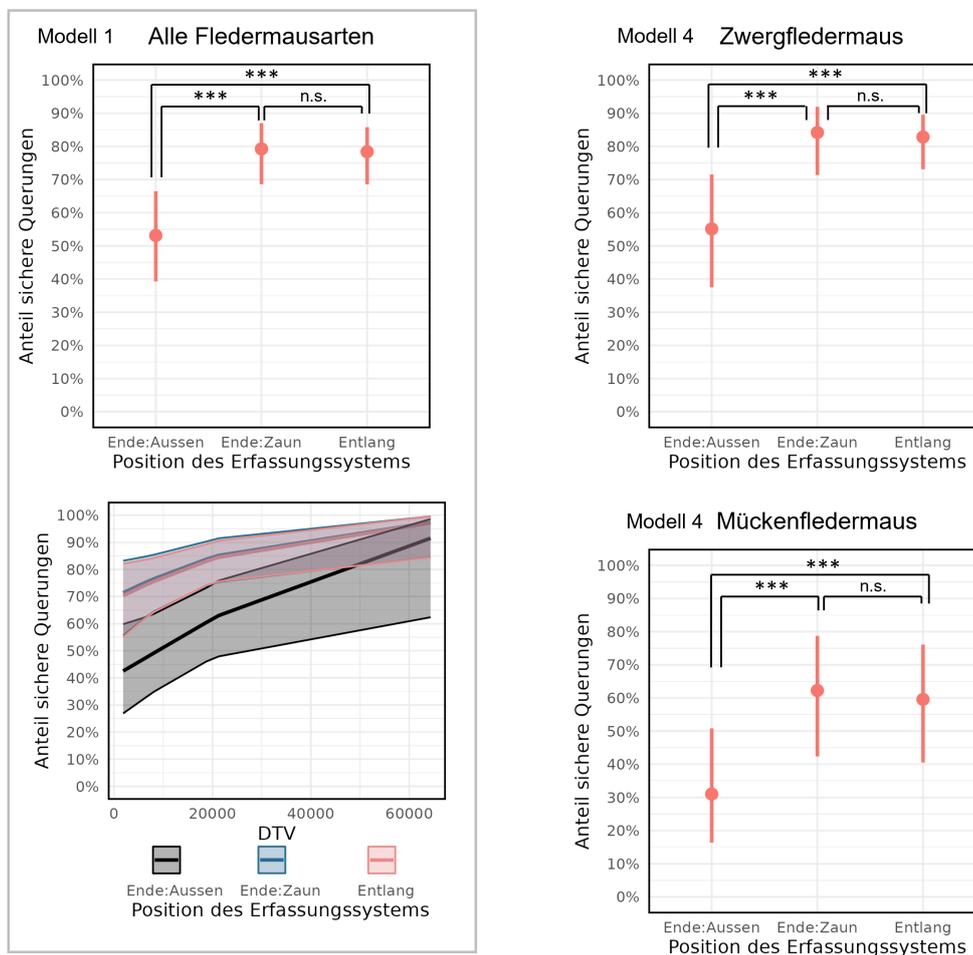


Bild 6-40: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zum Ort der Querung für alle Fledermäuse (Modell 1) sowie die Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 4).

Ort der Querung: am Ende des Zauns Richtung Zaunende (Ende:Aussen), am Ende des Zauns Richtung Zaunmitte (Ende:Zaun) sowie entlang des Zauns (Entlang). Für alle Fledermäuse ist zusätzlich auch die Querungssicherheit in Abhängigkeit zum Verkehrsaufkommen dargestellt. Dargestellt ist jeweils die mittlere Wahrscheinlichkeit inklusive des 95 % Konfidenzintervalls.

Im Modell 2 (Bild 6-41 und Anlage 4), welches den Einfluss der Flugrichtung auf die Querungssicherheit prüft, zeigt sich, dass – unabhängig von der untersuchten Fledermausart – beim Beenden einer Querung („Anflug“) die Tiere signifikant häufiger in nicht sicherer Höhe fliegen als beim Abflug in den Straßenraum ( $z = -2,393$ ,  $p = 0,017$ ). Zusätzlich zeigt das Verkehrsaufkommen (DTV) auch in diesem Modell einen signifikant positiven Einfluss auf die Querungssicherheit ( $z = 2,069$ ,  $p = 0,039$ ). Die Anzahl der Fahrstreifen zeigte eine Tendenz (nicht signifikant) zu einem negativen Einfluss auf die Querungssicherheit ( $z = -1,718$ ,  $p = 0,086$ ). Für die weiteren untersuchten Prädiktoren (Länge und Alter der Überflughilfe) ergaben sich keine Korrelationen, weder signifikant noch als Tendenz.

Basierend auf den Ergebnissen des Modells 2 (Bild 6-41) lässt sich vorhersagen, dass die Querungssicherheit aller untersuchten Fledermausarten von im Mittel ca. 82 % (KI: 72 %–89 %) auf 76 % (KI: 64 %–84 %) während der Querung abnimmt. Für den Einfluss des Verkehrsaufkommens auf die Querungssicherheit für Ab- und Anflüge kann vorhergesagt werden, dass die Querungssicherheit von ca. 70 % auf ca. 95 % von dem niedrigsten zum höchsten hier betrachteten Verkehrsaufkommen ansteigt, wobei sich die Konfidenzintervalle zwischen Ab- und Anflug überlappen und sich daher kein Unterschied zwischen diesen zeigt.

Wird die gleiche Fragestellung gesondert für die Mücken- bzw. Zwergfledermaus untersucht (Modell 5, Bild 6-41 und Anlage 4), zeigt sich, dass die Querungssicherheit an- und abfliegender Zwergfledermäuse insgesamt leicht höher ist (im Mittel 85 %), als sie unter Berücksichtigung aller untersuchten Fledermausarten festgestellt wurde und um etwa 20 % über der Querungssicherheit von Mückenfledermäusen beim An- und Abflug liegt.

Der Anteil sicherer Querungen abfliegender Zwergfledermäuse beträgt 87 % (KI: 77 %–93 %). Anfliegende Zwergfledermäuse querten in 83 % (KI: 71 %–91 %) der Fälle sicher. Die Querungssicherheit an- und abfliegender Zwergfledermäuse unterscheidet sich nicht statistisch signifikant ( $z = -0,749$ ,  $p = 0,454$ ), d. h. die Querungssicherheit bleibt für die untersuchten Zwergfledermäuse im Laufe der Straßenquerung gleich und die Tiere sinken nicht während der Querung ab.

Anders ist es für die Mückenfledermaus. Der Anteil an sicheren Querungen bei Abflügen beträgt hier 65 % (KI: 46 %–80 %), bei Anflügen sind es 53 % (KI: 34 %–72 %). Die Unterschiede sind statistisch signifikant ( $z = -2,293$ ,  $p = 0,022$ ). Das bedeutet, im Laufe einer Straßenquerung sinkt die Querungssicherheit bei Mückenfledermäusen um ca. 12 %, weshalb von einem Absinkverhalten während der Straßenquerung ausgegangen werden kann.

Querungssicherheit in Abhängigkeit zur Flugrichtung (Abflug zur Straße oder Anflug von der Straße)

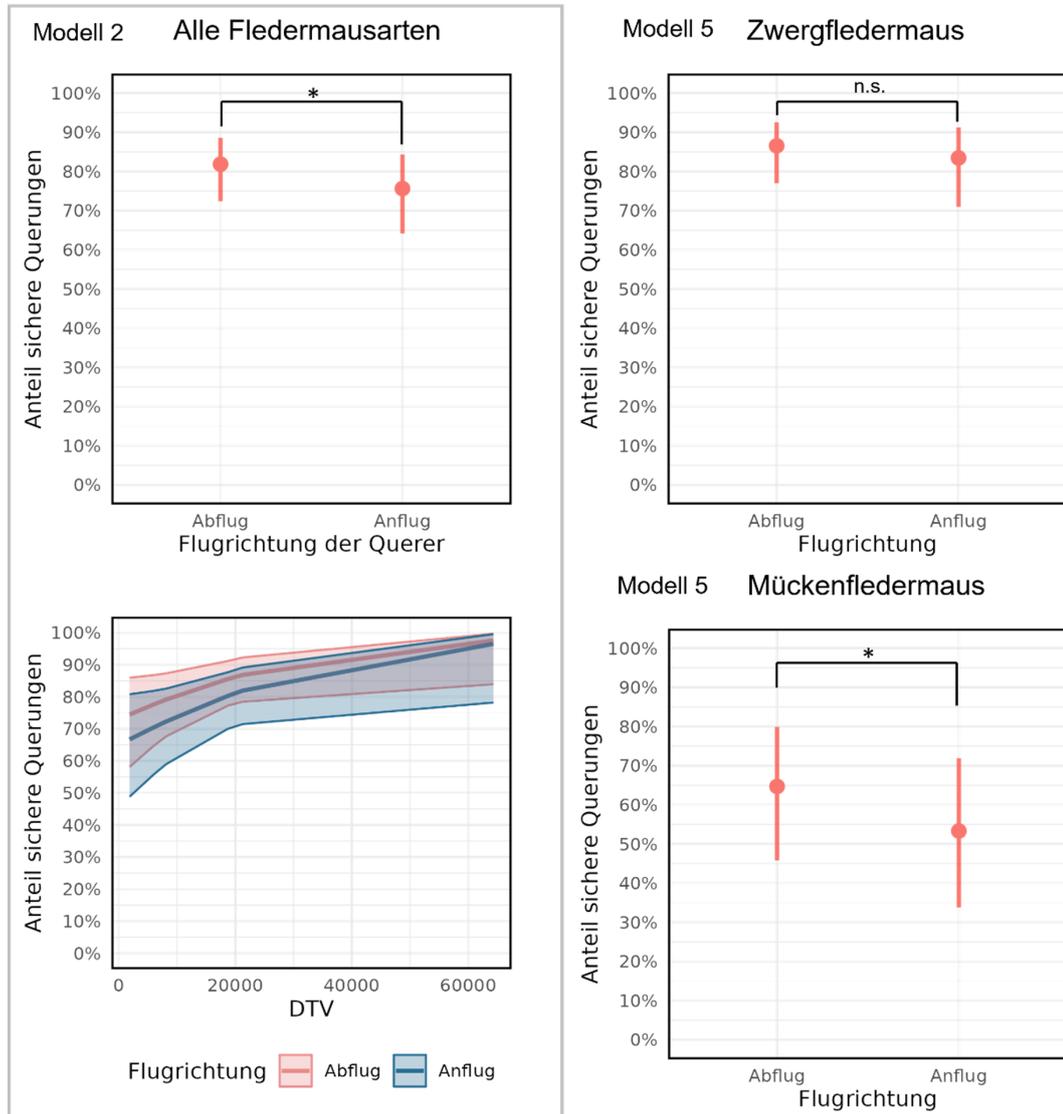


Bild 6-41: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zur Flugrichtung aller Querer (Ab-/Anflug, Modell 2) sowie für die Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 5).

Für alle ab- und anfliegende Fledermäuse ist zusätzlich auch die Querungssicherheit in Abhängigkeit zum Verkehrsaufkommen dargestellt. Dargestellt ist jeweils die mittlere Wahrscheinlichkeit inklusive des 95 % Konfidenzintervalls.

Im Modell 3 (Bild 6-42 und Anlage 4) wird der Einfluss der Flughöhe bei Abflug vor der Überflughilfe auf den Anteil sicherer Querungen – unabhängig von der Fledermausart – geprüft. Dabei zeigt sich, dass die Querungssicherheit bei tief startenden Fledermäusen hochsignifikant geringer ist als bei hoch startenden Fledermäusen ( $z = -8,272$ ,  $p < 0,0001$ ). Die vorhergesagten Werte für die Querungssicherheit zeigen, dass hoch startende Fledermäuse mit einer Wahrscheinlichkeit von 91 % (KI: 85 %–95 %) eine sichere Flughöhe im Straßenraum haben, im Gegensatz zu 62 % (KI: 49 %–74 %) der tief startenden Fledermäuse.

Für das Verkehrsaufkommen wird ein positiver Einfluss auf die Querungssicherheit vorhergesagt ( $z = 2,217$ ,  $p = 0,027$ ), wobei sich dieser aber unterschiedlich stark auf hoch bzw. tief startende Tiere auswirkt. Bei geringem Verkehrsaufkommen steigt der Anteil von Querungen für hoch startende Tiere in sicherer Höhe von 75 % auf ca. 97 %. Für tief startende Fledermäuse ist der Effekt stärker (von 67 % auf im Maximum auf ca. 96 % Querungssicherheit) (Bild 6-42).

Mit zunehmendem Alter der Überflughilfe wird ein negativer Zusammenhang vorhergesagt ( $z = - 2,294$ ,  $p = 0,022$ ). Dabei wirkt sich das Alter der Überflughilfe stärker auf tief startende als auf hoch startende Fledermäuse aus: Für tief startende Tiere nimmt die Querungssicherheit von 86 % auf nahe 0 % ab, während bei hoch startenden Fledermäusen die Querungssicherheit von 97 % auf 7 % abnimmt. Die sehr breiten Konfidenzintervalle mit steigendem Alter der Überflughilfe zeigen jedoch, dass die Vorhersage große Unsicherheiten aufweist (Bild 6-42). Für die weiteren untersuchten Prädiktoren (Anzahl Fahrstreifen und Länge der Überflughilfe) ergaben sich keine Korrelationen, weder signifikant noch als Tendenz.

Betrachtet man die Querungssicherheit bei tief und hoch startenden Mückenfledermäusen bzw. Zwergfledermäusen (Modell 6, Bild 6-42 und Anlage 4) zeigt sich auch hier, dass sowohl tief startende Zwergfledermäuse (sichere Flughöhe in 78 %, KI: 60 %–89 %) als auch tief startende Mückenfledermäuse (sichere Flughöhe in 39 %, KI: 21 %–61 %) signifikant weniger sicher queren im Vergleich zu den jeweils hoch startenden Tieren (Zwergfledermaus:  $z = - 2,736$ ,  $p = 0,006$ ; Mückenfledermaus:  $z = - 7,470$ ,  $p < 0,0001$ ). Dabei liegt der Anteil hoch startender Zwergfledermäuse, die in sicherer Höhe weiterflogen bei 92 % (KI: 84 %–97 %) und für hoch startende Mückenfledermäuse bei 86 % (KI: 70 %–94 %). Besonders bei der Mückenfledermaus zeigt sich, dass tief startende Tiere deutlich häufiger in risikoreicher Höhe den Straßenraum queren als ihre hoch startenden Artgenossen. Die Querungssicherheit der tief startenden Mückenfledermäuse verringert sich um 47 Prozentpunkte gegenüber den hoch startenden.

Insgesamt zeigen die Modelle 1 bis 3, dass das Querungsverhalten – artunabhängig – signifikant vom Ort des Überflugs (Entlang der Überflughilfe bzw. am Ende Richtung Zaunmitte im Vergleich zu am Ende Richtung außen), der Flugrichtung (An-/Abflug) und der Flughöhe vor der Überflughilfe (hoch/tief startend) beeinflusst wird. Außerdem zeigt das Verkehrsaufkommen einen positiven Effekt, die Anzahl Fahrstreifen und das Alter der Überflughilfe einen negativen Effekt auf die Zahl der sicheren Querungen. Die Länge der Überflughilfe zeigte keinen direkten Effekt auf die Querungssicherheit.

Die Modelle 4 bis 6, die das Querungsverhalten spezifisch für die Zwerg- und Mückenfledermaus untersuchen, belegen diese Zusammenhänge größtenteils ebenfalls (kein Unterschied in der Querungssicherheit bei an- und abfliegenden Zwergfledermäusen). Deutlich werden hier artspezifische Unterschiede, wonach für Mückenfledermäuse in allen Modellen insgesamt eine geringere Querungssicherheit vorhergesagt wird im Vergleich zu Zwergfledermäusen.

Querungssicherheit in Abhängigkeit zur Flughöhe vor der Überflughilfe (tiefstartend oder hochstartend)

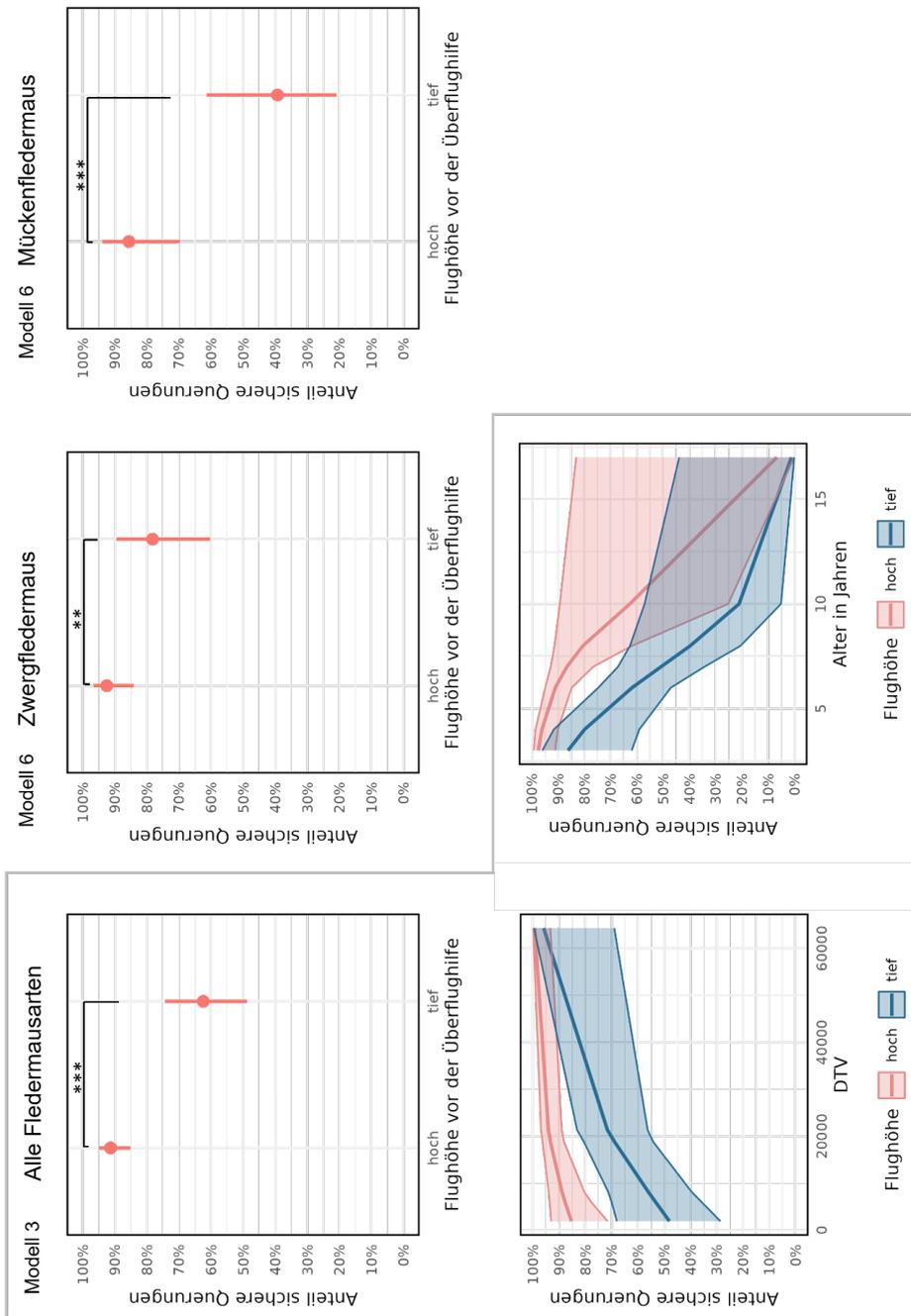


Bild 6-42: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zur Flughöhe beim Abflug (hoch/tief startend) aller Fledermäuse (Modell 3) sowie der Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 6). Für alle tief- und hochstartenden Fledermäuse ist zusätzlich auch die Querungssicherheit in Abhängigkeit zum Alter der Überflughilfe sowie zum Verkehrsaufkommen dargestellt. Dargestellt ist jeweils die mittlere Wahrscheinlichkeit inklusive des 95 % Konfidenzintervalls.

## 6.3 Diskussion

### 6.3.1 Methode

Es konnte gezeigt werden, dass die hier verwendete Methode grundsätzlich zur Beantwortung der zur untersuchenden Fragestellung geeignet ist und sich der Einsatz der eigens für die Untersuchung entwickelten und gebauten Erfassungseinheiten bewährte. Die Kombination aus optischen und akustischen Parallel-Erfassungen ermöglichte es, das genaue Verhalten der Fledermäuse an den Überflughilfen optisch zu erfassen und mit Hilfe der akustischen Daten auch einer bestimmten Art oder Ruftypengruppe zuzuordnen. Zudem stellte die autarke Stromversorgung der Erfassungseinheiten via 150 W Solarpanel in Kombination mit einer 100 Ah AGM-Batterie eine kostengünstige Lösung dar und ermöglichte eine unkomplizierte Installation der Erfassungseinheiten an den Überflughilfen.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse müssen jedoch methodische Einschränkungen berücksichtigt werden. So ergibt sich aus dem angewendeten Prinzip der Stromversorgung via Solarpanel zwangsläufig die Limitierung, dass die Stromversorgung in hohem Maße vom vorherrschenden Bewölkungsgrad und den erreichten Sonnenstunden beeinflusst wird. Entsprechend wirkte sich die Tageslichtlänge auf die Ladeleistung aus und Systemausfälle aufgrund mangelnder Stromversorgung traten bei den später im Jahr beprobten Standorten (Standorte H und I) häufiger auf, weshalb hier im Schnitt auch weniger Daten gesammelt werden konnten. Des Weiteren bedingten die Stromausfälle auch Synchronisationsfehler hinsichtlich der Kamera- und Audioaufnahmen, weshalb diese Daten (< 5 %) nicht weiter ausgewertet werden konnten.

Zudem wurde die Beurteilung des Fledermausverhaltens auf den Videoaufnahmen teilweise durch die Lichtverhältnisse während der Dämmerung erschwert, da sich vor dem dann vorherrschenden, vergleichsweise hellen Hintergrund die Fledermäuse schlechter abhoben und ihre Flugbahn weniger gut beurteilt werden konnte. Auch konnte sich eine Überblendung aufgrund der Scheinwerfer vorbeifahrender Fahrzeuge negativ auf die Bildqualität auswirken, wobei die Flugbahn der Fledermäuse trotzdem zumeist gut erfasst werden konnte.

Berücksichtigt werden muss auch, dass nur dann Fledermäuse optisch erfasst werden konnten, wenn sie den Lichtkegel der Infrarotstrahler durchflogen. Außerhalb dieses Kamerasichtbereichs (etwa 10 bis 15 m Radius) konnten vorbeifliegende Fledermäuse optisch nicht aufgenommen werden. Folglich konnte auch nur der optisch erfasste Teil der Flugbahn beurteilt werden. Dabei war es abhängig von der Straßenbreite teilweise nicht möglich, die Flugbahn während der gesamten Straßenquerung zu erfassen. Wertungen in Bezug auf die Querungssicherheit einer Flugbahn beziehen sich daher immer nur auf den sichtbaren Bereich. Um dennoch Aussagen über den wahrscheinlichen Verlauf der gesamten Flugbahn während der Straßenquerung – und damit der Querungssicherheit – treffen zu können, wurde das Flugverhalten von abfliegenden Fledermäusen gesondert vom Flugverhalten anfliegender Fledermäuse ausgewertet. Hierbei wurde die Annahme getroffen, dass Fledermäuse, die oberhalb der Höhe der Überflughilfe anfliegen, diese Flughöhe während der gesamten Straßenquerung beibehalten haben.

In Bezug auf die akustischen Nachweise muss beachtet werden, dass leise rufende Arten (z. B. *Plecotus*-Arten) in der vorliegenden Studie höchstwahrscheinlich unterrepräsentiert sind. Nur bei einem nahen Vorbeiflug an den Rekorden können diese Arten in ausreichender Lautstärke aufgenommen werden, um im Nachgang von der Detektionssoftware als Fledermausereignis erkannt zu werden. Eine manuelle Sichtung aller Akustikdaten war aufgrund der enormen Datenmenge jedoch nicht möglich, weshalb ausschließlich diejenigen Fledermausereignisse bewertet werden konnten, die von der Detektionssoftware erkannt wurden. Fledermausereignisse von *Plecotus*-Arten wurden dabei nicht detektiert, weshalb folglich das Verhalten dieser Fledermausarten an Überflughilfen auf Basis des ausgewerteten Datensatzes dieser Studie nicht bewertet werden kann. Lediglich die Ergebnisse der parallel durchgeführten Telemetrieuntersuchung können Hinweise zum Verhalten dieser Fledermausarten aufzeigen (siehe Kap. 5.2.3).

Daneben muss beachtet werden, dass durch das Zusammenfassen akustischer Nachweise zu Ruftypengruppen (*Myotis* und *Nyctaloid*) teilweise verhaltensbiologisch unterschiedliche Fledermausarten in einer Gruppe geführt bzw. ausgewertet wurden. Verhaltensspezifika bestimmter *Myotis*-Arten oder Vertretern der Ruftypengruppe *Nyctaloid* werden auf diese Weise wahrscheinlich maskiert und können aus den vorliegenden Ergebnissen nicht direkt abgeleitet werden.

Trotz der genannten Limitierung konnte in Summe ein sehr umfassender Datensatz in Bezug auf die Fragestellung generiert und über 1.000 Querungen ausgewertet werden.

### 6.3.2 Verhalten an der Überflughilfe

Zusammenfassend zeigen die deskriptiv dargestellten Ergebnisse der optisch-akustischen Erfassungen zum Teil eine große Variation in der erhobenen Stichprobe in Bezug auf das standort- und artspezifische Querungsverhalten der Fledermäuse. Die statistische Modellierung auf Grundlage der erhobenen Daten konnte verschiedene signifikante Effekte identifizieren. Außerdem konnten Vorhersagen zur Querungssicherheit gemacht werden, welche im Mittel über alle erfassten Arten und untersuchten Standorte auf ca. 78 %<sup>27</sup> geschätzt wird (vgl. Kap. 6.2.5, Modell 1), wenn man die Beobachtungsposition am Ende mit Blickrichtung nach Außen unberücksichtigt lässt und als eine Art Referenzstandort versteht (vgl. Kap. 7.3). D. h. die Fledermäuse überflogen die Straße mehrheitlich in ausreichender Höhe (oberhalb der Höhe der Überflughilfe). Die Zahl der Querungen in unsicherer Höhe lag im Zaunbereich etwa halb so hoch wie im Bereich außerhalb des Zaunes (Blickrichtung der Endkamera nach außen). Auf Basis dieses Ergebnisses kann eine prinzipielle Wirksamkeit der Überflughilfe abgeleitet werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse vertieft diskutiert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stützen das Ergebnis einer vergleichbaren Studie von ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014), in der Untersuchungen an drei Standorten mit unterschiedlichen Überflughilfen (Zaun, Wand und Drahtgitterzaun) durchgeführt wurden. Im Hinblick auf den Anteil an Querungen in sicherer Höhe decken sich die dabei erzielten Ergebnisse sehr gut mit den hier vorgestellten Werten.

---

<sup>27</sup> nicht gleichzusetzen mit Wirksamkeit (50 %, siehe Kap. 7)

Interessant sind zudem auch die Vorher-Nachher-Untersuchungen, die in ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) vorgestellt wurden. Dabei konnte ein signifikanter Effekt auf die Flughöhe der querenden Fledermäuse belegt werden und Straßen wurden nach dem Bau der Überflughilfen (Wand und Zaun) in deutlich größerer Höhe als davor überflogen, was ebenfalls eine grundsätzliche Wirksamkeit der Überflughilfen nahelegt.

Es ist anzunehmen, dass die sichere Flughöhe eine Reaktion der Fledermäuse auf die installierte Überflughilfe ist und kein zufälliges Verhalten darstellt. So konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass hoch von der straßenabgewandten Seite an die Überflughilfe fliegende Fledermäuse („hoch startende“ Tiere, vgl. Glossar) signifikant häufiger in dieser Höhe weiterflogen und die Straße sicher querten. Für tief startende Fledermäuse konnte gezeigt werden, dass diese zwar insgesamt signifikant weniger sicher die Straße überflogen, jedoch in ca. 62 % (Konfidenzintervall 49 % bis 74 %, gem. statistischem Modell) nach dem Passieren der Überflughilfe ihre Flughöhe änderten und in sicherer Höhe den Straßenraum querten. Dies legt eine unmittelbare Lenkwirkung der Überflughilfe nahe. Auch wird ein gewisser Lerneffekt der Fledermäuse nach einer entsprechenden Gewöhnungsphase vermutet, wie auch anderen Untersuchungen nahelegen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; LUGON *ET AL.*, 2017). Allerdings sollte diese Gewöhnung bei allen untersuchten Überflughilfen weitgehend abgeschlossen gewesen sein, da jede mindestens drei Jahre vor Beginn der Beobachtungen errichtet worden war (vgl. Kap. 4.1). Entsprechend wäre keine Veränderung des Querungsverhaltens der Fledermäuse mehr zu erwarten. Konträr zu dieser Vermutung war jedoch der Zusammenhang, der sich in der vorliegenden Studie in einem der Modelle statistisch ergab. Ob der beobachtete Effekt tatsächlich auf einen verhaltensökologischen Zusammenhang oder auf eine nicht erfasste Einflussgröße bei den hier untersuchten Standorten zurückzuführen ist, ließ sich nicht klären. Es könnte sich um einen durch das Alter der Überflughilfe maskierten Effekt handeln. Auch die Relevanz des Effektes, lässt sich aufgrund der großen Konfidenzintervalle nicht sicher angeben.

Neben Querungen konnten auch Parallelflüge beobachtet werden (ca. 30 % aller ausgewerteten Fledermausereignisse), wobei diese zum überwiegenden Teil auf der straßenabgewandten Seite registriert wurden. Parallelflüge wurden an allen Standorten (außer E, geringe Datenlage) und bei allen untersuchten Arten/Ruftpengruppen registriert. Im Standortvergleich konnten Parallelflüge anteilig besonders oft an den Standorten A, B und C festgestellt werden. Hinsichtlich der Arten traten Parallelflüge vor allem bei den beiden Pipistrellus-Arten (Mücken- und Zwergfledermaus) auf. Insgesamt legen die dokumentierten Parallelflüge eine Leitfunktion der Überflughilfe nahe, es kann sich jedoch auch um Jagdverhalten handeln. Zwar legen andere Untersuchungen nahe, dass das Nahrungsangebot an Straßen nur eine untergeordnete Rolle spielt und Straßen folglich als Jagdhabitat für Fledermäuse nicht relevant sind (WEBER, 2002; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014), jedoch kann das Insektenaufkommen im Umfeld der Straße in Abhängigkeit der Vegetation, von naheliegenden Gewässern oder von der Jahreszeit auch sehr unterschiedlich ausfallen. So konnte im Zuge der optisch-akustischen Auswertung sowie auch während der Netzfänge dieser Studie anekdotisch immer wieder Jagdverhalten an zwei Überflughilfen (Standorte F & G) beobachtet werden. Zudem lassen auch die Telemetrieergebnisse einer der besenderten Fransenfledermäuse (Weibliche, adulte Fransenfledermaus (M.nat,

Senderfrequenz 150,216 MHz) sowie eines Braunen Langohrs (Männliches, adultes Braunes Langohr (P.aur, Senderfrequenz 150,097 MHz), jeweils in Kap. 5.2.3) vermuten, dass an der Überflughilfe Jagdverhalten stattfand. Belastbare Aussagen zu Parallelfügen im Zusammenhang mit Jagdverhalten können jedoch nicht getroffen werden, da der Fokus der vorliegenden Untersuchung auf dem Querungsverhalten an Überflughilfen lag und daher – methodisch bedingt – oftmals nur kurze Teile der Parallelfüge beobachtet werden konnten. Entsprechend wäre ein methodisch anderes Vorgehen nötig, um Parallelfüge an Überflughilfen eingehender zu untersuchen. Auch können auf Basis der vorliegenden Daten keine quantitativen Aussagen zur Sperrwirkung oder einem möglichen Barriereeffekt durch die installierten Überflughilfen auf einen Teil der Fledermauspopulationen getroffen werden, da keine Vergleichsdaten zur Aktivität und zum Querungsverhalten vor Errichtung der Überflughilfen vorliegen. Jedoch deutet die hohe Anzahl an beobachteten Querungen (1.067 Querungen) auf keine relevante Sperr- oder Barrierewirkung hin.

Eine Besonderheit der vorliegenden Studie ist, dass nicht nur das Querungsverhalten in Form von Überflügen betrachtet wurde, sondern auch ein Umfliegen der Überflughilfe (vgl. Glossar) erfasst werden konnte, da gezielt die Enden der Überflughilfe beprobt wurden. Umflüge konnten anteilig im Schnitt in ca. 9 % aller Querungen beobachtet werden, wobei von 27 Erfassungssystemen 11 Systeme die Enden der Überflughilfen erfasst haben. Ein Umflug der Überflughilfe war, laut Definition, in jedem Fall mit einer risikoreichen Straßenquerung verbunden, da die Fledermäuse dann unterhalb der Höhe der Überflughilfe querten. Hieraus lässt sich auch das Ergebnis der vorliegenden Studie begründen, dass Querungen am Ende der Überflughilfe, d. h. mit der Option eines Umflugs, in Summe signifikant weniger sicher waren, als wenn die Fledermäuse an anderen Stellen der Überflughilfe querten. Umflüge konnten an allen Standorten (soweit die Enden beprobt wurden) und auch bei allen untersuchten Arten/Ruftypengruppen beobachtet werden. Bemerkenswert ist dabei, dass bei *Myotis*-Arten Umflüge anteilig am seltensten auftraten, was unter Berücksichtigung der Strukturgebundenheit dieser Arten nicht erwartet wurde. Anteilig am häufigsten wurden Umflüge hingegen bei der Mückenfledermaus registriert. Dies wurde auch in einer Studie von CHRISTENSEN *ET AL.* (2016) beobachtet, in der Wasserfledermäuse seltener um experimentell aufgestellte Zäune herumflogen als die untersuchten Mückenfledermäuse. Umflüge in Form eines vorherigen Parallelfugs wurden nicht beobachtet.

Das dokumentierte Querungsverhalten konnte in keinen Zusammenhang mit der Nachtzeit gebracht werden. Wurde Fledermausaktivität registriert, so wurden zu gleichen Anteilen sichere sowie nicht sichere Überflüge und Umflüge unabhängig von der Nachtzeit beobachtet. Denkbare mögliche Zusammenhänge der Querungssicherheit mit beispielsweise der Ausflugszeit oder während der Rückkehr zu den Ruhestätten, konnten nicht abgeleitet werden.

Bei der deskriptiven Darstellung der Ergebnisse wurden Unterschiede in der Querungssicherheit zwischen den untersuchten Standorten und Arten/Ruftypengruppen deutlich, die Stichprobengröße pro Art/Artengruppe ließ jedoch keine statistische Auswertung zu. Der Anteil an sicheren Überflügen variierte zwischen im Minimum 45 % an Standort F und maximal 80 % an den Standorten C und D. Im Hinblick auf die untersuchten Arten zeigte sich, dass der Anteil an sicheren Überflügen im Mittel über alle untersuchten Standorte hinweg bei der Zwergfledermaus, den *Myotis*- sowie

Nyctaloid-Arten ähnlich war (ca. 80 %) und davon abweichend für die Arten Mops- und Mückenfledermaus anteilig deutlich niedriger (Mopsfledermaus 61 % und Mückenfledermaus 51 %). Auch in der Untersuchung von CHRISTENSEN *ET AL.* (2016) konnte festgestellt werden, dass Mückenfledermäuse einen experimentell aufgestellten Zaun auf dem Weg ihrer Flugroute deutlich häufiger – auch nach einer gewissen Gewöhnungszeit – entweder an den Zaunenden umflogen oder den Zaun in einem Bogenflug querten, d. h. nach dem Passieren des Zaunes wieder in eine niedrige Höhe absanken. Bei der ebenfalls untersuchten Wasserfledermaus konnte hingegen nach der Gewöhnungszeit eine Zunahme von hoch querenden Tieren von mindestens 10 % nachgewiesen werden. Demnach zeichnet sich möglicherweise insgesamt für die Mückenfledermaus ein artspezifisches Querungsverhalten von Hindernissen in Form von Zäunen bzw. Überflughilfen ab, das zu einer geringeren Querungssicherheit führt.

Jedoch muss berücksichtigt werden, dass Mops- und Mückenfledermäuse zum allergrößten Teil ausschließlich an den Standorten F und G nachgewiesen wurden. Schwer trennbar ist somit ein artspezifischer von einem standortspezifischen Effekt. Folglich könnten die Ergebnisse auch mit speziell standortspezifischen Aspekten in Verbindung gebracht werden. So zeigt sich auch für die Arten/Ruftypengruppen an Standort F, dass auch diese weniger sicher querten als an anderen Standorten.

Ein solcher standortspezifischer Aspekt ist beispielsweise die Straßenbreite, die bei den Querern tendenziell zu einem Absinken der Flughöhe führte. Zudem hat sich gezeigt, dass der Anteil der sicheren Querungen signifikant mit dem Verkehrsaufkommen (DTV-Werte) zunimmt. Umgekehrt resultiert ein geringes Verkehrsaufkommen demnach in weniger Querungen in sicherer Höhe (wie bspw. während der Erfassungszeit an Standort F<sup>28</sup>). Fledermäuse scheinen ihr Querungsverhalten also je nach Verkehrsaufkommen am Standort anzupassen. Einen weiteren standortspezifischen Effekt könnte die umgebende Vegetation der Überflughilfe auf das Querungsverhalten und somit auf die Sicherheit der Überflüge haben. Betrachtet man die Standorte F und G genauer, zeigt sich, dass die Querungssicherheit an Standort G für die Mückenfledermaus insgesamt deutlich höher ist verglichen zu Standort F (F = 57 %, G = 70 %). Auch die anderen Arten/Ruftypengruppen querten an Standort G sicherer im Vergleich zu Standort F. An Standort F befindet sich die Überflughilfe auf einer Straßenseite am Ende einer hinführenden Hecken-/Gehölzreihe. Auf der anderen Straßenseite schließt sich der Überflughilfe ein lückiger, vom Straßenrand zurückgenommener Wald an. Hingegen ist die Überflughilfe an Standort G beidseitig straßennah von Wald mit hochgewachsenen Bäumen gesäumt. Die hohe Vegetation an Standort G könnte die Fledermäuse bereits in eine größere Flughöhe beim Flug an die Überflughilfe lenken und zu häufiger sicheren Querungen führen. RUSSELL *ET AL.* (2009) konnten Ähnliches an einer Autobahn in den USA beobachten, wobei die straßennahe Baumkronenbedeckung die Flughöhe der Fledermäuse bei der Straßenquerung maßgeblich beeinflusste. Ebenso konnte in ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) ein ähnlicher Effekt beobachtet werden und Fledermäuse querten an einer Autobahn im Wald tendenziell in größerer Höhe als im Offenland. Auch CLAIREAU *ET AL.* (2021) fanden bei ihren Untersuchungen, dass Fledermäuse, die sich entlang von

---

<sup>28</sup> Basierend auf den Beobachtungen vor Ort während der parallel zu den optisch-akustischen Erfassungen durchgeführten Netzfänge wurde das nächtliche Verkehrsaufkommen an Standort F als vergleichsweise gering eingestuft.

hohen Vegetationsstrukturen orientierten, dazu tendierten, die Straße im Anschluss hoch fliegend zu queren. Unsere Untersuchungen bestätigen dies, da hoch an die Überflughilfe anfliegende Fledermäuse auch zum größten Teil ihre Flughöhe beibehielten und die Straße sicher querten (vgl. Kap. 6.2.2 „Flugverhalten & Querungssicherheit bei Abflügen“).

Eine weitere mögliche Erklärung für das auffällige Ergebnis an Standort F ist, dass weniger die Art, als vielmehr die Altersgruppenzusammensetzung der Querer eine Rolle spielt und möglicherweise vor allem bei den Jungtieren der Anteil an Querungen in sicherer Höhe geringer war. In der Nähe des Standorts F wird ein Quartier der Mückenfledermaus vermutet und die Erfassung erfolgte wahrscheinlich zur Zeit der ersten Ausflüge der Jungtiere (Erfassung erfolgte im August). Einen Einfluss der jahreszeitlichen Phänologie auf das Flugverhalten und somit auf die Querungssicherheit wurde bereits in der Literatur beschrieben. Im Zeitraum der Auflösung der Wochenstubenzeit und dem Ausflug der Jungtiere konnten in früheren Untersuchungen die meisten Totfunde an Straßen registriert werden (LESIŃSKI, 2007; MEDINAS ET AL., 2013). Allgemein nimmt zudem die Gesamtaktivität der Fledermäuse im Jahresverlauf nach der Wochenstubenzeit zu, da neben den Adulten auch die Jungtiere aktiv sind. Hieraus ergibt sich, dass die Wirksamkeit der Überflughilfe über das Jahr möglicherweise unterschiedlich ist und zu sensiblen Zeiten (insbesondere Auflösung der Wochenstuben und Ausflug der Jungtiere) v. a. in der Nähe von Wochenstuben zeitweise geringer sein kann. Wie lang dieser (mögliche) Effekt anhält, konnte in der vorliegenden Studie nicht geklärt werden. Die später im Jahr beprobten Standorte lieferten dazu keine aussagekräftigen Daten, da hier nur sehr wenige Überflüge dokumentiert werden konnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Verhalten von Fledermäusen an Überflughilfen von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt wird, wobei ein Zusammenspiel von art- und standortspezifischen Effekten angenommen wird. Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte anhand statistischer Modellierungen gezeigt werden, dass die Querungssicherheit signifikant positiv von der Flughöhe beim Abflug von der Überflughilfe beeinflusst wird. Außerdem war die Querungssicherheit im Bereich der Überflughilfe signifikant höher als außerhalb. Daneben korrelieren auch die standortspezifischen Parameter signifikant mit der Querungssicherheit: das Verkehrsaufkommen war positiv und die Straßenbreite sowie das Baujahr der Überflughilfe negativ mit der Querungssicherheit korreliert. Plausibel, jedoch hier nicht untersucht, könnte auch die Vegetation im Nahbereich der Überflughilfe das Querungsverhalten beeinflussen. Ebenso ist ein saisonaler Einfluss im Hinblick auf die Querungssicherheit von Fledermäusen (Adulttiere versus Jungtiere) denkbar. Die Ergebnisse unterstreichen insgesamt die Notwendigkeit einer umfassenden Betrachtung im Hinblick auf die Bewertung sowie Ausgestaltung und Umsetzung von Überflughilfen. Vertiefende Untersuchungen sind erforderlich, um weitere, belastbare Zusammenhänge zu erkennen. Im Besonderen im Hinblick auf Fledermausarten, zu denen in der vorliegenden Studie keine statistischen Aussagen gemacht werden können.

## 7 Zusammenfassende Erkenntnis und Interpretation

Aus den Beobachtungen der vorliegenden empirischen Studie lassen sich Erkenntnisse zusammenfassen, die für die Planung von Überflughilfen im Sinne des vorliegenden Forschungsvorhabens (schmale, hohe Konstruktionen – meist Zäune – längs des Straßenrandes, vgl. Glossar) von Bedeutung sind. Zusätzlich konnten die Ergebnisse für weitere plausible Annahmen genutzt werden, die für konkrete Planungen ebenfalls von Interesse sind. Im Fokus der Auswertungen stand vor allem die Wirksamkeit der Überflughilfen, die hier mit der Reduktion des Anteils aller Straßenquerungen in kollisionsgefährdeter Höhe (Flughöhe nicht sicher, vgl. Bild 7-2) definiert wurde. Die zentralen Erkenntnisse und plausiblen Annahmen sind in einer Übersicht in Tab. 7-1 dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert. Dabei ergibt sich die Wirksamkeit im hier definierten Sinn v. a. aus den Ergebnissen Nr. 3 (i. V. m. Nr. 2), 5 und 9.

Die in der Tab. 7-1 verwendeten Begriffe bezüglich der Beobachtungspositionen sowie des Flugverhaltens sind in Bild 7-1 und Bild 7-2 erläutert.

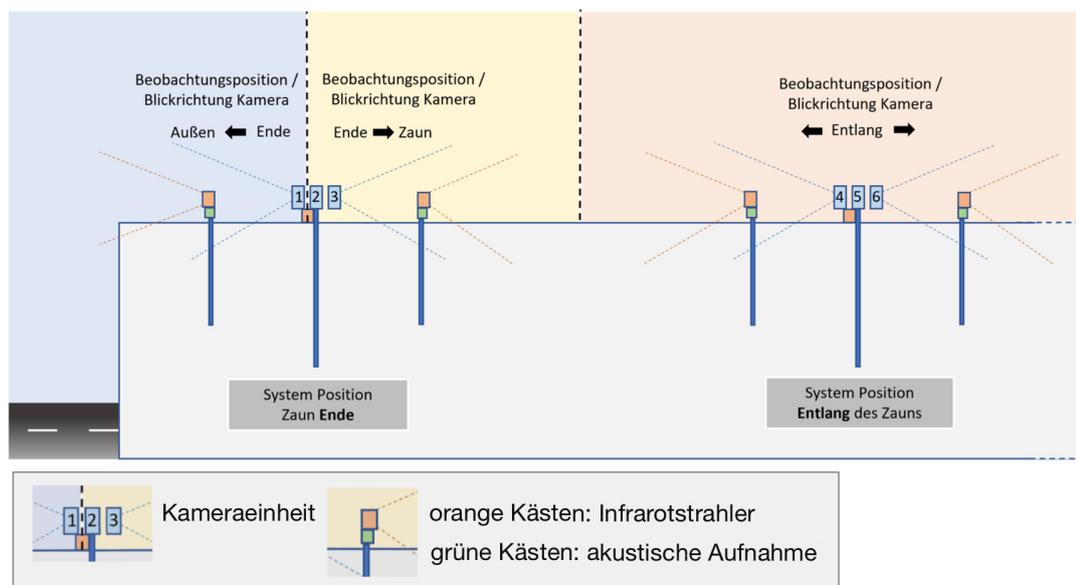


Bild 7-1: Schematische Darstellung der Beobachtungspositionen

Die seitlichen Infrarotkameras 1 & 3 sowie 4 & 6 erfassen entlang der Überflughilfe, wobei die Infrarotkamera 1 über das Zaunende hinaus erfasst; die mittig installierten Infrarotkameras 2 und 5 erfassen den Bereich über der Fahrbahn. Die Infrarotstrahler beleuchten den Bereich entlang der Überflughilfe und über die Fahrbahn, analog zu den Infrarotkameras.

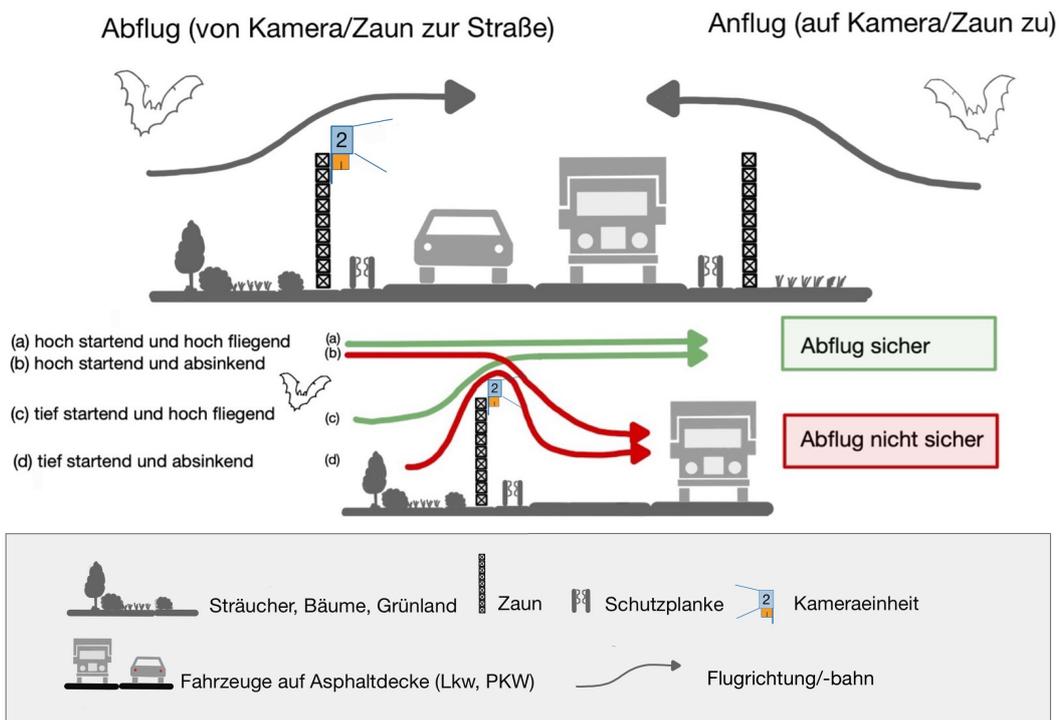


Bild 7-2: Visualisierung der Begriffsdefinitionen und Bewertung des Flugverhaltens

Ergebnisse	Nachgewiesene Erkenntnisse	Plausible Annahmen
<p><b>Beobachtetes Flugverhalten insgesamt</b></p> <p><b>Ergebnis 1</b>  <i>Insgesamt beobachtetes Verhalten:</i>  70 % Straßenquerungen (inkl. Umflüge 6 %)  30 % Parallelflüge</p>	<p>Es wurden deutlich mehr Straßenquerungen als Flüge parallel zur Überflughilfe beobachtet. In den Aufnahmen wurde kein „Abbiegen“<sup>1</sup> der Fledermäuse an der Überflughilfe nachgewiesen.</p> <p><b>Fledermäuse nutzen den Bereich der Überflughilfe zur Querung von Straßen.</b></p>	<p>Keine Hinweise auf eine relevante Sperr- oder Barrierewirkung.  Parallelflüge könnten als Folge einer Leitfunktion der Überflughilfe interpretiert werden.</p> <p><b>Kein Hinweis auf eine relevante Sperrwirkung der Überflughilfen.  Mögliche Leitfunktion gegenüber Querung untergeordnet.</b></p>
<b>Flughöhe im Verlauf der Straßenquerung</b>		
<p><b>Ergebnis 2</b>  <i>Anteil Querungen in sicherer Höhe:</i>  beim Abflug<sup>2</sup> (vgl. Bild 7-2) ca. 82 % (KI 72–89 %)  beim Anflug<sup>3</sup> (vgl. Bild 7-2) ca. 76 % (KI 64–84 %)</p>	<p>Der Anteil der Querungsflüge in sicherer Höhe lag beim Abflug vom Zaun zur Straße signifikant höher (6 %) als beim Anflug von der Straßenseite auf den Zaun.</p> <p><b>Die Flughöhe kann im Laufe einer Straßenquerung absinken.</b></p>	<p>Das Absinken der Flughöhe wurde selten beobachtet (6 % der beobachteten Straßenquerungen).  Da der Anteil an Querungen in sicherer Höhe tendenziell mit zunehmender Straßenbreite abnimmt (vgl. <b>Ergebnis 11</b>), könnte der Effekt des Absinkens an breiten Straßen größere Bedeutung haben.</p> <p><b>Absinken spielt nur eine untergeordnete Rolle für den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe.</b></p>
<p><b>Ergebnis 3</b>  <i>Anteil Querungen in sicherer Höhe bei Abflügen<sup>2</sup>:</i>  von allen tief startenden<sup>4</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 62 % (KI 49–74 %)  von allen hoch startenden<sup>5</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 91 % (KI 85–95 %)</p> <p><i>Verhaltensbeobachtung:</i>  Änderung der Flughöhe der tief startenden Fledermäuse erfolgt als Reaktion auf die Überflughilfe erst in kurzer Distanz zum Zaun</p>	<p>62 % der tief startenden Tiere und fast alle hoch startenden Tiere (91 %) behalten nach dem Überfliegen der Zäune eine sichere Flughöhe bei (Unterschied zwischen tief und hoch startenden Tieren signifikant).  Zusammen mit <b>Ergebnis 2</b> (Absinken beim Queren der Straße) ergibt sich hieraus eine Schätzung der Wirksamkeit der Überflughilfe von mindestens 56 % (Reduktion der unsicheren Querungen bei tief startenden Fledermäusen).</p>	<p>Es ist anzunehmen, dass die Überflughilfe auch den Anteil der hoch startenden Tiere erhöht, da diese Tiere das Hindernis bereits kennen und deshalb in entsprechender Höhe anfliegen.  =&gt; die Wirksamkeit der Überflughilfe wird unterschätzt (hier nicht quantifizierbar).  Demgegenüber ist ebenfalls anzunehmen, dass sehr wahrscheinlich ein Teil der Tiere auch ohne Überflughilfe dem Verkehr in ausreichender Flughöhe ausweichen würde (vgl. <b>Ergebnis 10</b>).  =&gt; die Wirksamkeit der Überflughilfe wird überschätzt (hier nicht quantifizierbar).</p>

Ergebnisse	Nachgewiesene Erkenntnisse	Plausible Annahmen
		<p>Die Reaktion auf die Überflughilfe wurde erst in kurzer Distanz zum Zaun beobachtet. Eine Änderung der Flughöhe als Reaktion auf die Überflughilfe ist daher überwiegend nur auf der Straßenseite mit errichtetem Zaun und nicht auf der gegenüberliegenden Seite zu erwarten, sofern dort kein Zaun steht.</p>
	<p><b>Fledermäuse zeigen in ihrem Flugverhalten eine Reaktion auf die Überflughilfe. Die Zahl der unsicheren Querungen wird mindestens halbiert.</b></p>	<p><b>Auf beiden Straßenseiten spiegelbildlich positionierte Zaunenden sind nötig, um die Flughöhe der Fledermäuse auf beiden Straßenseiten in eine sichere Höhe zu lenken.</b></p>
<b>Unterschied im Flugverhalten an den Enden der Überflughilfe im Vergleich zu übrigen Beobachtungspositionen</b>		
<p><b>Ergebnis 4</b>  <u>Anteil aller Querungen:</u>  an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1) 53 %  an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) 47 %</p>	<p>Am Ende der Überflughilfe querten etwa gleich viele Tiere auf der Seite mit Zaun („Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“, vgl. Bild 7-1, 53 %) wie auf der Seite des Zaunendes („Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ vgl. Bild 7-1, 47 %).</p>	<p>Basierend auf den Verhaltensbeobachtungen ist bei Flü- gen außerhalb der Überflughilfe nicht von einem gezielten Ausweichen oder Umfliegen (kleinräumiges Herumfliegen um das Zaunende) auszugehen, sondern es ist anzunehmen, dass diese Bereiche noch Teil der bestehenden Fleder- mausaustauschbeziehung sind.</p> <p><b>Ausreichende Länge der Überflughilfe notwendig (über Fledermausaustauschbeziehung hinaus)</b></p>
<p><b>Ergebnis 5</b>  <u>Anteil aller Querungen in sicherer Höhe:</u>  an der Beobachtungsposition „Entlang der Überflughilfe“ (vgl. Bild 7-1) 78 % (KI 69–86 %)  an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1) 79 % (KI 69–87 %)  an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) 53 % (KI 39–66 %)</p>	<p>Der Anteil an Querungsflügen in nicht sicherer Höhe ist an den Beobachtungspositionen „Entlang der Überflughilfe“ (vgl. Bild 7-1, 22 %) und „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1, 21 %) nahezu identisch (kein signifikanter Unterschied) und ist jeweils etwa halb so hoch wie an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1, 47 %, jeweils signifikanter Unterschied).  Hieraus ergibt sich eine Reduktion der Zahl der Querungen in unsicherer Höhe um rund die Hälfte. Damit ergibt sich auch bei diesem Ergebnis eine mit</p>	<p>Bei der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) sind wenige Meter des Zaunendes und der folgende Bereich ohne Zaun im Blickfeld. Es ist daher davon auszugehen, dass die Zahl der Querungen in unsicherer Höhe in einem Bereich komplett ohne Überflughilfe noch höher läge.  =&gt; die Wirksamkeit der Überflughilfe wird deshalb bei diesem Vergleich der Beobachtungspositionen unterschätzt.  Zu einer Überschätzung der Wirksamkeit würde ein Ausweichen der Tiere und Umfliegen der Überflughilfe führen, wofür jedoch in den Verhaltensbeobachtungen kaum Hinweise gefunden wurden.</p>

Ergebnisse	Nachgewiesene Erkenntnisse	Plausible Annahmen
	<p><b>Ergebnis 2 und 3</b> vergleichbare Wirksamkeit der Überflughilfe.</p> <p>Die Zahl der unsicheren Querungen wird durch die Überflughilfe etwa halbiert.</p>	<p>Die Positionierung der Enden der Überflughilfe kann die Zahl der unsicheren Querungen beeinflussen</p> <p>Ein Lückenschluss zwischen Überflughilfe und angrenzenden Strukturen (Vegetation, Querungshilfe) kann die Zahl der unsicheren Querungen reduzieren</p>
<p><b>Beobachtete Arten</b></p> <p><b>Ergebnis 6</b>  <u>Anteil der Beobachtungen für die einzelnen Arten und Gruppen:</u>  Mückenfledermaus 48 %  Zwergfledermaus 34 %  Mopsfledermaus 8 %  Gruppe Myotis 7 %  Gruppe Nyctaloid 3 %</p>	<p>Der Großteil der Beobachtungen entfiel auf die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus.</p> <p><b>Artspezifische Differenzierung nur für die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus möglich, unter Berücksichtigung der Limitierung, dass Mückenfledermäuse nur an zwei Standorten (F&amp;G) nachgewiesen wurden, die nur im August untersucht worden sind (Überlagerung durch standortspezifische oder verhaltensökologische Effekte nicht trennbar).</b></p>	<p>Geringe Zahl an Beobachtungen für die Mopsfledermaus sowie die Gruppen Myotis und Nyctaloid.  =&gt; keine einzelartbezogene Auswertung möglich.</p>
<p><b>Artspezifisches Verhalten der Zwerg- &amp; Mückenfledermaus</b></p> <p><b>Ergebnis 7:</b>  <u>Anteil der Querungen in sicherer Höhe für die Zwergfledermaus</u>  beim Abflug<sup>2</sup> (vgl. Bild 7-2) 87 % (KI 77–93 %)  beim Anflug<sup>3</sup> (vgl. Bild 7-2) 83 % (KI 71–91 %)</p> <p><u>Anteil der Querungen in sicherer Höhe für die Mückenfledermaus</u>  beim Abflug<sup>2</sup> (vgl. Bild 7-2) 65 % (KI 46–80 %)</p>	<p>Zwergfledermäuse zeigten im Mittel mit 85 % eine hohe Querungssicherheit, ohne dass ein signifikantes Absinken im Verlauf der Straßenquerung beobachtet wurde.</p> <p>Mückenfledermäuse zeigten eine ca. 20 % geringere Querungssicherheit als die Zwergfledermäuse. Der Anteil der sicheren Querungen lag bei den Mückenfledermäusen beim Abflug signifikant um 12 % höher als beim Anflug von der anderen Straßenseite.</p>	<p><b>Hinweis auf artspezifische Unterschiede bzgl. der Wirksamkeit der Überflughilfen</b>  (Überlagerung durch standortspezifische oder verhaltensökologische Effekte nicht trennbar)</p>

Ergebnisse	Nachgewiesene Erkenntnisse	Plausible Annahmen
<p>beim Anflug<sup>3</sup> (vgl. Bild 7-2) 53 % (KI 34-72 %)</p>	<p><b>Hoher Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe ohne Absinken für die Zwergfledermaus</b></p> <p><b>Geringere Querungssicherheit der Mückenfledermaus mit vermehrtem Absinken im Laufe einer Straßenquerung</b> (Überlagerung durch standortspezifische oder verhaltensökologische Effekte nicht trennbar)</p>	
<p><b>Ergebnis 8</b> <u>Anteil Querungen in sicherer Höhe bei Abflügen<sup>2</sup> für die Zwergfledermaus:</u> von tief startenden<sup>4</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 78 % (KI 60–89 %) von hoch startenden<sup>5</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 92 % (KI 84–97 %)</p> <p><u>Anteil Querungen in sicherer Höhe bei Abflügen<sup>2</sup> für die Mückenfledermaus:</u> von tief startenden<sup>4</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 39 % (KI 21–61 %) von hoch startenden<sup>5</sup> Fledermäusen (vgl. Bild 7-2) 86 % (KI 70–94 %)</p>	<p>Die Modelle zeigen, dass bei beiden Arten hoch startende Tiere signifikant häufiger auch nach dem Überfliegen des Zaunes in sicherer Flughöhe weiterfliegen als tief startende Tiere.</p> <p>Tief startende Zwergfledermäuse fliegen in 78 % der Fälle in sicherer Flughöhe weiter, bei Mückenfledermäusen ist dieser Anteil deutlich niedriger und liegt bei 39 %.</p>	
	<p><b>Höhenlenkwirkung (tief startende Fledermäuse fliegen in sicherer Höhe weiter) scheint bei der Zwergfledermaus ca. doppelt so hoch wie bei der Mückenfledermaus</b> (Überlagerung durch standortspezifische oder verhaltensökologische Effekte nicht trennbar)</p>	
<p><b>Artspezifisches Verhalten der Zwerg- &amp; Mückenfledermaus</b></p> <p><b>Ergebnis 9</b> <u>Anteil aller Querungen in sicherer Höhe für die Zwergfledermaus</u> an der Beobachtungsposition „Entlang der Überflughilfe“ (vgl. Bild 7-1) 83 % (KI 73–90 %) an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1) 84 % (KI 71–92 %) an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) 55 % (KI 38–72 %)</p>	<p>Die Querungssicherheit ist für beide Arten an der Position „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) signifikant niedriger als an den anderen Beobachtungspositionen.</p> <p>Für beide Arten verdoppelt sich etwa der Anteil an nicht sicheren Querungen an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) im Vergleich zur Querungssicherheit an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1).</p> <p>An der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) ist die Querungssicherheit für die beobachteten</p>	<p><b>Wie Ergebnis 8 zeigt, ist die Höhenlenkwirkung auf die tief startenden Fledermäuse bei der Mückenfledermaus (39 % sichere Querungen) deutlich geringer als bei der Zwergfledermaus (78 % sichere Querungen). Betrachtet man jedoch alle Flüge, wie dies in Ergebnis 9 erfolgt, so ist die Reduktion des Anteils unsicherer Flüge bei beiden Arten ähnlich, analog zu den Ergebnissen 2, 3 und 5 bei rund um die Hälfte.</b></p> <p>Damit ist zwar auch die Reduktion der Kollisionsgefahr vergleichbar, jedoch ist die Ausgangsfährdung und damit auch das mit Überflughilfe verbleibende Risiko bei der Mückenfledermaus höher.</p>

Ergebnisse	Nachgewiesene Erkenntnisse	Plausible Annahmen
<p>Anteil aller Querungen in sicherer Höhe für die <b>Mückenfledermaus</b> an der Beobachtungsposition „Entlang der Überflughilfe“ (vgl. Bild 7-1) 60 % (KI 41–76 %) an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Zaun“ (vgl. Bild 7-1) 62 % (KI 42–79 %) an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende → Außen“ (vgl. Bild 7-1) 31 % (KI 16–51 %)</p>	<p>Mückenfledermäuse etwa halb so hoch wie für die Zwergfledermäuse.</p> <p><b>Die Zahl der unsicheren Querungen wird für Zwerg- und Mückenfledermaus jeweils in etwa halbiert.</b></p> <p><b>Die Ausgangsfähigkeit scheint dabei für die Mückenfledermaus deutlich höher als für die Zwergfledermaus, wobei für die Mückenfledermaus die Limitierungen der Stichprobenzusammensetzung (Standort &amp; Erfassungszeit) beachtet werden müssen.</b></p>	
<b>Standortspezifische Faktoren</b>		
<p><b>Ergebnis 10</b> Verkehrsstärke (DTV) hat signifikant positiven Effekt auf Anteil an Querungen in sicherer Höhe</p> <p><b>Ergebnis 11</b> Straßenbreite (Anzahl Fahrstreifen) hat einen tendenziell negativen Effekt auf Anteil an Querungen in sicherer Höhe</p>	<p>Als Standortfaktor mit signifikantem Einfluss auf den Anteil an Querungen in sicherer Höhe konnte die Verkehrsstärke (DTV) identifiziert werden, wobei der Anteil der Querungen in sicherer Höhe mit zunehmender Verkehrsstärke ansteigt. Eine zunehmende Straßenbreite wirkte sich tendenziell negativ auf die Querungssicherheit aus.</p> <p><b>Standortspezifische Faktoren (v. a. Verkehrsstärke und Straßenbreite) beeinflussen den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe</b></p>	<p>Es ist von weiteren standortspezifischen Effekten auf den Anteil an Querungen in sicherer Höhe auszugehen.</p>

Tab. 7-1: Übersicht der auf Basis der Ergebnisse nachgewiesenen Erkenntnisse und plausiblen Annahmen mit Planungsrelevanz.

In den Ergebnissen sind folgende Arten/Artgruppen berücksichtigt: Zwergfledermaus, Mückenfledermaus, Mopsfledermaus, Arten der Gattungen *Nyctalus* (ohne *Nyctalus noctula*), *Eptesicus*, *Vesperugo* und Arten der Gattung *Myotis* (vgl. Kap. 6.1.3, Tab. 6-3).

- 1 „Abbiegen“: Verhalten, bei dem die Fledermaus auf die Überflughilfe zufliegt, sie aber nicht überfliegt, sondern kurz vorher nach rechts oder links abbiegt, also eine offensichtlichere Reaktion auf eine Barriere oder eine Leitstruktur, der gefolgt wird.
- 2 „Abflug“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt weg von der Überflughilfe mit installiertem Kamerasystem und fliegt auf die andere Straßenseite (vgl. Bild 7-2).
- 3 „Anflug“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt von der anderen Straßenseite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu (vgl. Bild 7-2).
- 4 „Tief startende Fledermäuse“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt unterhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu (vgl. Bild 7-2).
- 5 „Hoch startende Fledermäuse“ (vgl. Glossar): Die Fledermaus fliegt oberhalb der Höhe der Überflughilfe von der straßenabgewandten Seite auf das Kamerasystem an der Überflughilfe zu (vgl. Bild 7-2).

## 7.1 Beobachtetes Flugverhalten insgesamt

### ***Fledermäuse nutzen den Bereich an Überflughilfen zur Querung von Straßen***

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass 70 % des beobachteten Flugverhaltens an den neun untersuchten Standorten Straßenquerungen waren (insgesamt 1.067 Straßenquerungen, vgl. *Ergebnis 1* in Tab. 7-1). Zusätzlich wurden an den untersuchten Standorten 447 Parallelflüge beobachtet (30 % des beobachteten Flugverhaltens, vgl. Bild 6-15 in Kap. 6.2.3). Die beobachteten Fledermäuse nutzen den Luftraum an den untersuchten Überflughilfen somit hauptsächlich zur Querung der Straßen und deutlich weniger dazu, parallel an den Überflughilfen (und Straßen) entlangzufliegen.

### *Kein Hinweis auf eine relevante Sperrwirkung der Überflughilfen*

Unter Berücksichtigung der Vielzahl an beobachteten Straßenquerungen (1.067 Straßenquerungen, 70 % des beobachteten Flugverhaltens vgl. *Ergebnis 1* in Tab. 7-1) geben die Ergebnisse keinen Hinweis auf eine relevante Sperrfunktion von Überflughilfen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden zwar keine Vergleichsdaten zur Aktivität und dem Querungsverhalten vor Errichtung der Überflughilfen erhoben, aber aus dem Vergleich des Flugverhaltens bei Straßenquerung außerhalb des Zaunendes mit dem Flugverhalten bei Straßenquerung am Zaun (*Ergebnisse 5 und 9*, vgl. Tab. 7-1) lässt sich der Effekt der Überflughilfe näherungsweise wie bei einem Vorher-Nachher-Vergleich abschätzen. Die beiden Vergleiche sind dennoch nicht identisch, so dass z. B. keine Aussage dazu möglich ist, ob Straßenquerungen nach einem Zaunbau generell zurückgehen. Daher ist keine quantitative Aussage einer möglichen Sperrwirkung oder eines Barriereeffekts auf die Fledermauspopulation zu ermitteln. Jedoch deutet die ähnliche Anzahl an beobachteten Straßenquerungen an den Überflughilfen im Vergleich zur Querungsaktivität jenseits der Enden der Überflughilfen auf keine relevante Sperr- oder Barriere Wirkung hin. Gerade an den Beobachtungspositionen am Zaunende wäre bei einem Barriereeffekt zu erwarten, dass die Tiere bevorzugt einen kurzen Umweg in Kauf nehmen und häufiger um den Zaun herumfliegen als ihn zu überfliegen. Das *Ergebnis 4* zeigt dies jedoch nicht (vgl. Tab. 7-1). Auch ein „Abbiegen“ der Fledermäuse an der Überflughilfe (also ein Verhalten, bei dem die Fledermaus zunächst auf die Überflughilfe zufliegt und dann anstatt sie zu überfliegen kurz vorher nach rechts oder links abbiegt), das als Hinweis für eine Sperrfunktion interpretiert werden könnte, wurde nicht beobachtet. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei der vorliegenden Studie nur der Nahbereich des Zauns erfasst wurde und keine Aussagen zu Verhaltensweisen weiter außerhalb dieses Bereichs möglich sind.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen somit nahe, dass Fledermäuse den Bereich an Überflughilfen vorrangig zur Querung von Straßen nutzen und nicht von ihnen an einer Straßenquerung gehindert werden oder in eine andere Flugrichtung „abgeleitet“ werden. Es ist daher anzunehmen, dass bestehende Austauschbeziehungen und Flugrouten mit einer Überflughilfe funktional erhalten werden können und von den Fledermäusen auch weiterhin genutzt werden. Diese Annahme wird von der an einem der Untersuchungsstandorte durchgeführten Telemetrieuntersuchung

bekräftigt (vgl. Kap. 5). So konnten die besenderte Mopsfledermaus und die zwei besenderten Fransenfledermäuse, die alle nahe der Überflughilfe (Entfernung ca. 250 m) gefangen wurden, lediglich im Nahbereich der Überflughilfe, nicht jedoch an einem etwa 1 km entfernten Fledermausüberführungsbauwerk registriert werden. Es erscheint daher plausibel, dass diese Sendertiere am Fledermausüberführungsbauwerk bislang keine Flugwege etabliert haben, sondern ihr etablierter Flugweg im Nahbereich der Überflughilfe auch nach deren Bau dort verblieb. Eine Sperrwirkung ist daher für die nachgewiesenen Arten nicht anzunehmen.

### *Mögliche Leitfunktion gegenüber Querung untergeordnet*

Die beobachteten Parallelfüge (30 % des beobachteten Flugverhaltens) könnten als Folge einer Leitfunktion der Überflughilfe interpretiert werden. Allerdings ist dies nicht sicher, da ein Abbiegen kurz vor dem Zaun, also eine klare Reaktion auf den Zaun in Form eines Richtungswechsels, nicht beobachtet werden konnte. Dennoch könnte der Zaun generell, wie viele andere Randstrukturen, als Orientierungshilfe genutzt werden und die Tiere außerhalb der beobachteten Bereiche zu einer Verhaltensreaktion verleitet haben. Es ist auch nicht auszuschließen, dass manche Arten, die in dieser Studie weniger häufig (z. B. einzelne Arten der Gattung *Myotis*) oder gar nicht gesichert nachgewiesen worden sind, eine solche Reaktion öfters zeigen würden. Sofern also vorhanden, wäre eine solche Leitfunktion aufgrund der Vielzahl an beobachteten Straßenquerungen eher als untergeordnete Funktion einer Überflughilfe einzustufen. Einschränkend sei darauf verwiesen, dass Parallelfüge, für die man eine Leitfunktion annehmen könnte, nur in der Nähe der Überflughilfe (ca. <10 m) beobachtet werden konnten. Fledermäuse, die also bereits in größerer Entfernung vor der Überflughilfe die Richtung wechseln (da sie z. B. das Hindernis bereits kennen), wurden nicht erfasst. Auf Grundlage der erfassten Daten sind daher keine Aussagen darüber möglich, ob es eine solche Leitwirkung über größere Distanzen geben könnte. Jedoch erscheint dies auch nicht besonders wahrscheinlich, denn – wie oben geschildert – war die Querungsaktivität an den Überflughilfen sehr hoch, so dass kein Grund zur Annahme besteht, dass ein relevanter Anteil an Tieren auf andere Flugwege ausgewichen sein könnte.

## **7.2 Flughöhe im Verlauf der Straßenquerung**

### ***Die Flughöhe kann im Laufe einer Straßenquerung absinken***

Der Anteil an Querungen in sicherer Höhe unterscheidet sich zwischen den beobachteten Abflügen von der Überflughilfe in den Straßenraum und den beobachteten Anflügen von der Straße an die Überflughilfe. Zu beachten ist hier und im Folgenden, dass sich der Begriff „sichere Höhe“ auf die Flughöhe beim Queren des Straßenraumes bezieht. Dabei wird jedoch nicht berücksichtigt, ob beim Queren tatsächlich eine Gefährdungssituation aufgrund von Verkehr bestand. D. h. eine als nicht sicher kategorisierte Querung führt nicht automatisch zu einer Kollision von Fledermaus und Fahrzeug, sondern ist eine Querung, die unterhalb der Höhe der Überflughilfe (= „nicht sichere Höhe“) stattfindet. Eine solche Querung kann in Realität dennoch sicher sein, wenn beispielsweise keine Fahrzeuge auf der Fahrbahn sind oder eine Querung in ausreichendem Abstand zu herankommenden Fahrzeugen stattfindet. Wie hoch der Anteil tatsächlich gefährlicher Querungen war, also Flüge in kollisions-

gefährdeter Höhe mit gleichzeitig riskanter Annäherung eines Fahrzeugs, konnte im Rahmen des Projektes nicht untersucht werden.

Bei Fledermäusen, die von der Überflughilfe kommend Richtung Straßenraum flogen („Abflug“, vgl. Glossar), konnten in 82 % (KI 72 %–89 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 2* in Tab. 7-1) sichere Flughöhen beobachtet werden. Der Anteil an Überflügen in sicherer Höhe reduziert sich jedoch signifikant auf 76 % (KI 64 %–84 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 2* in Tab. 7-1) bei Fledermäusen, die vom Straßenraum kommend auf die Überflughilfe zuflogen („Anflug“, vgl. Glossar). Hieraus kann ein Absinken der Flughöhe im Laufe der Straßenquerung gefolgert werden. Das Absinken während eines Straßenüberflugs reduziert folglich den Anteil an sicheren Straßenquerungen im Mittel um 6 %.

### *Absinken spielt nur eine untergeordnete Rolle für den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe*

Wie oben dargestellt reduziert ein Absinken während eines Straßenüberflugs den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe im Mittel um 6 %. Da dieser Wert eher gering ausfällt, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass ein Absinken der Fledermäuse während einer Straßenquerung selten vorkommt und daher nur eine untergeordnete Rolle für den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe spielt.

Die statistische Modellierung zeigte, dass die Straßenbreite der untersuchten Standorte ein wichtiger Faktor in Bezug auf den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe ist (vgl. *Ergebnis 11* in Tab. 7-1). Da mit zunehmender Straßenbreite der Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe tendenziell abnimmt, könnte der Effekt des Absinkens an breiteren Straßen eine größere Bedeutung haben. Der negative Zusammenhang zwischen Straßenbreite und dem Anteil an sicheren Überflügen war im statistischen Modell zwar nicht signifikant, aber tendenziell zu erkennen.

### ***Fledermäuse zeigen in ihrem Flugverhalten eine Reaktion auf die Überflughilfe***

Bei den beobachteten Straßenquerungen zeigten die Tiere in ihrem Flugverhalten eine Reaktion auf die Überflughilfe. Fledermäuse, die sich aus der Landschaft kommend der Straße mit Überflughilfe in einem tiefen Flug näherten (in dieser Studie mit „tief startende“ bezeichnet, vgl. Glossar) hoben ihre Flughöhe zum Passieren der Zäune unmittelbar vor dem Zaun an. Von diesen tief startenden Fledermäusen behielt ein Anteil von 62 % (KI 49 %–74 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 3* in Tab. 7-1) nach dem Passieren der Überflughilfe ihre Flughöhe und wurde so von der Überflughilfe in eine sichere Höhe gelenkt. Diese Tiere wären ohne die Überflughilfe sehr wahrscheinlich in niedriger Höhe weitergeflogen und hätten die Straße in kollisionsgefährdeter Höhe gequert. Dies wird durch die Ergebnisse der Vorher-Nachher-Untersuchungen von ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) gestützt, bei denen die Straßen nach Bau von Überflughilfen in deutlich größerer Höhe überflogen wurden und somit ein signifikanter Effekt auf die Flughöhe der querenden Fledermäuse belegt werden konnte.

Neben dem Einfluss auf die Flugbahnen der tief startenden Fledermäuse kann auch bei zumindest einem Teil der Tiere, die aus der Landschaft bereits in Zaunhöhe oder

knapp darüber auf die Straße zuflogen („hoch startende“, vgl. Glossar) eine Reaktion auf den Zaun vermutet werden. Ein Anteil von 91 % (KI 85 %–95 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 3* in Tab. 7-1) dieser hoch startenden Tiere flog in sicherer Höhe weiter und querte die Straße in einer sicheren Höhe. Ein Teil dieser Tiere wäre vermutlich auch ohne Überflughilfe in sicherer Höhe geflogen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich bei diesen als „hoch startend“ bezeichneten Fledermäusen nicht um Tiere handelt, die die Straße im freien Luftraum und somit mehrere Meter (z. B. typische Flughöhe Großer Abendsegler > 15 m (BMDV, 2023)) über der Überflughilfe querten, denn diese wären außerhalb des Sichtfeldes der Kamera gewesen. Es handelte sich demgegenüber um Fledermäuse, die – entsprechend dem Sichtbereich der Erfassungssysteme (vgl. Kap. 6.1.1) – eher knapp über die Überflughilfe flogen. Dabei konnten sowohl Flugbahnen im Bereich von <25 cm über Zaunhöhe als auch Flugbahnen oberhalb von 25 cm über Zaunhöhe beobachtet werden. Die den Zaun nur knapp überfliegenden Flugbahnen können möglicherweise als gerichtetes Flugverhalten interpretiert werden und legen den Schluss nahe, dass diese Fledermäuse die Überflughilfe als Hindernis kennen und als Reaktion darauf ihre Flugbahn entsprechend angepasst hatten. Wie auch andere Untersuchungen (BRINKMANN *ET AL.*, 2012; ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR, 2014; LUGON *ET AL.*, 2017) nahelegen, kann ein gewisser Lerneffekt der Fledermäuse nach einer entsprechenden Gewöhnungsphase vermutet werden.

### ***Die Zahl der unsicheren Querungen wird mindestens halbiert***

Unter Berücksichtigung eines Absinkens der Tiere im Verlauf einer Straßenquerung (vgl. *Ergebnis 2* in Tab. 7-1) wurde für tief startende Fledermäuse durch eine Überflughilfe eine Reduktion der Querungen in nicht sicherer Höhe um etwa die Hälfte gemessen, wodurch die Kollisionsgefahr dieser Arten entsprechend gesenkt werden kann. Es ergab sich eine Schätzung der Wirksamkeit der Überflughilfe von 56 % (62 % abzüglich 6 %). Die Zahl der Querungen in nicht sicherer Höhe wurde somit etwa halbiert.

Es ist anzunehmen, dass ein Teil der hoch startenden Tiere das Hindernis kennt und deshalb bereits in entsprechender Höhe anfliegt und somit die Überflughilfe auch den Anteil der hoch startenden Tiere erhöht. Dies würde zu einer Unterschätzung der Wirksamkeit führen. Dieser Effekt eines weiträumig gerichteten Flugverhaltens aufgrund der Kenntnis der Überflughilfe kann mit den vorliegenden Daten nicht quantifiziert werden, wäre jedoch als zusätzlicher Effekt der Überflughilfe zu verstehen.

Demgegenüber würde sehr wahrscheinlich ein unbekannter Anteil der tief startenden Fledermäuse auch ohne Überflughilfe seine Flughöhe anheben und die Straße in sicherer Höhe queren, da der Straßenverkehr (und seine Stärke) einen Effekt auf das Flugverhalten haben kann (vgl. *Ergebnis 10* in Tab. 7-1: statistisches Modell und signifikanter Effekt der Verkehrsstärke auf den Anteil an Überflügen in sicherer Höhe). Dieser Effekt kann auf Grundlage der vorliegenden Daten ebenfalls nicht quantifiziert werden und würde zu einer Überschätzung der Wirksamkeit führen.

*Auf beiden Straßenseiten spiegelbildlich positionierte Zaunenden sind erforderlich, um die Flughöhe auf beiden Straßenseiten in sichere Höhe zu lenken*

Das Hochlenken tief startender Tiere in eine sichere Flughöhe wurde erst im direkten Umfeld, also in kurzer Distanz zum Zaun, beobachtet. Eine Änderung der Flughöhe als Reaktion auf die Überflughilfe ist daher überwiegend auf der Straßenseite mit errichtetem Zaun und nicht auf der gegenüberliegenden Seite zu erwarten, sofern dort kein Zaun steht. D. h. überall, wo im Rahmen einer betroffenen Fledermausflugroute ein Austausch über die Straße hinweg stattfinden kann, wird auf beiden Seiten der Straße ein Zaun benötigt (Zaunenden spiegelbildlich, also an den gleichen Streckenkilometern positioniert). Dies wird auch von der Beobachtung gestützt, dass an Standort F (Standort mit nicht spiegelbildlich positionierten Enden) nicht sichere Querungen außerhalb des Zauns häufiger bei den abfliegenden Tieren beobachtet wurde als bei den anfliegenden Tieren, die auf der anderen Straßenseite bereits den dort vorhandenen Zaun überflogen haben (auf der gegenüberliegenden Straßenseite lag das Zaunende ca. 100 m weiter nördlich).

### **7.3 Unterschied im Flugverhalten an den Enden der Überflughilfe im Vergleich zu übrigen Beobachtungspositionen**

*Ausreichende Länge der Überflughilfe notwendig*

An den Enden der Überflughilfen wurden neben Überflügen über den Zaun (ca. 53 %, vgl. *Ergebnis 4* in Tab. 7-1) auch Straßenquerungen jenseits des Zaunendes (ca. 47 %, vgl. *Ergebnis 4* in Tab. 7-1) beobachtet. Basierend auf den Verhaltensbeobachtungen ist bei diesen Flügen außerhalb der Überflughilfe nicht von gezielten Umflügen (kleinräumiges Herumfliegen um das Zaunende) auszugehen. Vielmehr ist hierbei anzunehmen, dass diese Bereiche noch Teil der bestehenden Austauschbeziehung sind. Ca. 58 % dieser Querungen jenseits des Zaunendes, erfolgten in nicht sicherer Höhe. Unter Berücksichtigung dieser Beobachtungen ist anzunehmen, dass eine ausreichende Länge der Überflughilfe (über die bestehende Fledermausaustauschbeziehung hinaus) den Anteil an unsicheren Querungen reduzieren könnte.

***Die Zahl der unsicheren Querungen wird etwa halbiert***

Auch der Unterschied im Anteil an Straßenquerungen in nicht sicherer Höhe zwischen Bereichen ohne Zaun (Blick über das Zaunende hinaus) und Bereichen mit Zaun (Positionen entlang der Überflughilfe) ist als Wirksamkeit des untersuchten Typs von Überflughilfen zu interpretieren. Die beobachteten Straßenquerungen am Zaunende (Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“, vgl. Bild 7-1) kommen in dem vorliegenden Datensatz einem Referenzstandort ohne Überflughilfe am nächsten, denn die Kamera, deren Blickrichtung über das Zaunende hinaus geht, deckt zum Großteil Bereiche ab, die als Referenzbereich ohne Überflughilfe eingestuft werden können.

An den über die Zaunenden hinaus ausgerichteten Kameras (Erfassungssysteme mit Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“) ist der Anteil der Querungsflüge in sicherer Höhe mit 53 % (KI 39 %–66 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 5* in Tab. 7-1) geringer als an anderer Stelle der untersuchten Überflughilfen (Erfassungssysteme mit Beobachtungspositionen „Entlang

der Überflughilfe“, 78 %, KI 69 %–86 %, und „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Zaun“, 79 %, KI 69 %–87 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 5* in Tab. 7-1). Im Mittel nimmt der Anteil der Querungsflüge in nicht sicherer Höhe von ca. 47 % am Zaunende auf ca. 21–22 % an den untersuchten Überflughilfen ab. Die Zahl der Querungen in nicht sicherer Höhe reduziert sich somit aufgrund der Überflughilfe um etwa die Hälfte. Diese Reduktion des Anteils an Straßenquerungen in nicht sicherer Höhe verdeutlicht, dass das Vorhandensein einer Überflughilfe einen Effekt auf das Querungsverhalten der Fledermäuse hat. Damit ergibt sich ebenso wie aufgrund der *Ergebnisse 2 und 3* (in Tab. 7-1, vgl. Kap. 7.2) eine Wirksamkeit der Überflughilfen von etwa 50 %.

Dieser Wert von ca. 50 % Wirksamkeit unterschätzt die tatsächliche Wirksamkeit, da bei den beobachteten Straßenquerungen am Zaunende (Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“, vgl. Bild 7-1) methodisch bedingt auch Straßenquerungen über den Zaun enthalten sein können. Zur Befestigung aller Komponenten der Erfassungssysteme konnte die äußere Kamera nicht am äußersten Zaunpfosten installiert werden. Im Gegenzug würde ein Ausweichen der Tiere und Umfliegen der Überflughilfe zu einer Überschätzung der Wirksamkeit führen. Hierfür wurden in den Verhaltensbeobachtungen jedoch kaum Hinweise gefunden.

Aufgrund der großen Zahl der beobachteten Flugereignisse (1.067 Straßenquerungen) an insgesamt neun untersuchten Standorten kann dieser, mit einem statistischen Modell von den Einflüssen der unterschiedlichen Stichprobengrößen an den Standorten bereinigte Wert (vgl. Kap. 6.1.4 und 6.2.5) als grundsätzlicher Erwartungswert auf Überflughilfen im hier definierten Sinne – mindestens 4 m hohe Zäune beidseits der Straße – übertragen werden. Dennoch ist zu bedenken, dass es sich um Durchschnittswerte handelt, von denen der Einzelfall auch z. T. deutlich abweichen kann, wie die großen Unterschiede zwischen den untersuchten Standorten zeigen.

#### *Positionierung der Enden der Überflughilfe kann die Zahl der unsicheren Querungen beeinflussen*

Die Erkenntnis, dass die Enden einer Überflughilfe einen etwa doppelt so hohen Anteil an Querungen in nicht sicherer Höhe aufweisen, verdeutlicht, dass die Positionierung der Zaunenden einen Einfluss auf die Zahl der nicht sicheren Querungen haben kann.

#### *Ein Lückenschluss kann die Zahl der nicht sicheren Querungen reduzieren*

Auch ein Anschluss der Zäune an im Umfeld vorhandene Geländestrukturen (Vegetation, bereits vorhandene Querungshilfen, also eine Art Lückenschluss) könnte ein nicht sicheres Querens der Tiere an den Enden einer Überflughilfe, genauer gesagt im Bereich außerhalb der Überflughilfe, vermeiden.

## 7.4 Beobachtete Arten

### ***Artspezifische Differenzierung für die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus möglich***

Die hohe Zahl an Flugbeobachtungen ermöglicht eine valide Zuordnung der Ergebnisse für die auf Artniveau nachgewiesenen Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus. Die Beobachtungen dieser Studie zum Querungsverhalten (vgl. Kap. 6.2.2, Tab. 6-5, S. 111) stammen zum Großteil von diesen zwei Arten (Mückenfledermaus 48 % und Zwergfledermaus 34 %, vgl. *Ergebnis 6* in Tab. 7-1). Dabei muss die Limitierung berücksichtigt werden, dass Mückenfledermäuse nur an zwei der untersuchten Standorte (Standorte F & G) nachgewiesen wurden, die nur im August untersucht wurden. Eine Überlagerung durch standortspezifische oder verhaltensökologische Effekte ist daher nicht trennbar.

#### *Hinweise für weitere Arten*

Neben den in großer Zahl und auf Artniveau nachgewiesenen Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus wurden im Rahmen der vorliegenden Studie noch Beobachtungen der Mopsfledermaus (8 %) sowie der Gruppen „Myotis“ (Gattung *Myotis*, 7 %) und „Nyctaloid“ (Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus* und *Vespertilio*, vgl. Glossar, 3 %) dokumentiert.

Die Arten Kleinabendsegler, Großer Abendsegler sowie die Zweifarbfledermaus (in der vorliegenden Studie in der Gruppe „Nyctaloid“ zusammengefasst) zeigen laut Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr (BMDV, 2023) nur eine geringe Disposition gegenüber Kollisionsgefahren an Straßen und sind auch bei BERNOTAT & DIERSCHKE (2021) nur in der niedrigsten Gruppe (C.9) der Mortalitätsgefährdung durch Kollision an Straßen eingestuft. Sie sind daher i. d. R. bei diesem Wirkfaktor als nicht relevant einzustufen.

Für die Gruppe „Myotis“ geben die Ergebnisse an den untersuchten Standorten Hinweise darauf, dass für manche *Myotis*-Arten ein hoher Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe zu erwarten ist (ca. 79 % der Querungen in sicherer Höhe). Wie in Kap. 6.1.3 erläutert, war es zwar nicht möglich, die Beobachtungen der Gruppe „Myotis“ einzelartbezogen auszuwerten, jedoch lassen die Rufaufnahmen in erster Linie Nachweise der Arten Wasserfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr und Bartfledermäuse erwarten. Aufgrund der Ergebnisse des Netzfangs an Standort F im Rahmen der Telemetrieuntersuchung ist mit den dort nachgewiesenen Arten Fransenfledermaus und Wasserfledermaus zu rechnen.

Für die in der vorliegenden Studie nicht erfassten Hufeisennasen ist aufgrund des bereits aus anderen Studien bekannten Absinkverhaltens (RASEY & GREEN, 2006; KARST ET AL., 2019) keine Übertragbarkeit der Ergebnisse anzunehmen. Aussagen zur Wirksamkeit und Reduktionswirkung basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie können für diese Arten somit nicht getroffen werden.

Für die Fledermausarten, für die eine Wirksamkeit mit dieser Studie nicht empirisch belegt ist, ist die Prognoseunsicherheit einer Überflughilfe als Minderungsmaßnahme entsprechend höher einzustufen. Hierzu zählen vor allem die Arten, denen z. B. BERNOTAT & DIERSCHKE (2021) eine hohe oder sehr hohe vorhabentypspezifische

Mortalitätsgefährdung durch Kollision im Straßenverkehr zuweist, wie z. B. Hufeisen-nasen, Bechsteinfledermaus, Langohren etc.

## 7.5 **Artspezifisches Verhalten der Mücken- und Zwergfledermaus**

Für die Arten Mücken- und Zwergfledermaus war anhand der vorliegenden Daten eine artspezifische Differenzierung und somit eine Modellrechnung für diese beiden Arten möglich (vgl. Kap. 6.1.4 und 6.2.5). Einschränkend muss zu den beobachteten artspezifischen Unterschieden festgehalten werden, dass hier nicht trennbare Faktoren überlagernd wirken, nämlich dass die beiden Standorte F und G, an denen die Mückenfledermaus nachgewiesen worden ist, nur im August – kurz nach dem Flüg-gewerden der Jungtiere – beobachtet worden sind. Dabei könnte folglich eine große Anzahl an unerfahrenen Jungtieren beobachtet worden sein, denn auch die Zwerg-fledermaus (und alle weiteren beobachteten Arten, vgl. Kap. 7.6) zeigte an diesen beiden Standorten tendenziell geringere Anteile an Straßenquerungen in sicherer Flughöhe. Gleichzeitig hatten diese Standorte eine geringere Verkehrsstärke, die sich ebenfalls auf die Sicherheit des Querungsverhaltens auswirkt. Grundsätzlich könnten daher auch standortspezifische oder verhaltensökologische Faktoren das Ergebnis beeinflusst haben (vgl. Kap. 7.6).

### ***Mückenfledermäuse zeigen geringere Querungssicherheit mit vermehrtem Absinken im Laufe einer Straßenquerung als Zwergfledermäuse***

Der Anteil an Überflügen in sicherer Höhe unterscheidet sich zwischen Zwergfleder-mäusen (Abflug 87 % (KI 77–93 %) und Anflug 83 % (KI 71–91 %)) und Mückenfle-dermäusen (Abflug 65 % (KI 46–80 %) und Anflug 53 % (KI 34–72 %)), vgl. *Ergebnis 7* in Tab. 7-1). Ein Absinken im Verlauf der Straßenquerung konnte nur bei der Mücken-fledermaus in signifikantem Maße beobachtet werden (ca. 12 %). Diese deutlichen Unterschiede zwischen Mücken- und Zwergfledermaus deuten auf artspezifische Un-terschiede in der Wirksamkeit der Überflughilfen hin.

### ***Höhenlenkwirkung für tief startende Fledermäuse scheint bei Zwergfle-dermäusen etwa doppelt so hoch wie bei Mückenfledermäusen***

Wie im statistischen Modell, das alle Arten berücksichtigt (vgl. *Ergebnis 3* in Tab. 7-1), zeigt sich auch für die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus, dass hoch startende Tiere signifikant häufiger in sicherer Flughöhe weiterfliegen (Mückenfleder-maus: 86 %, KI 70–94 %, Zwergfledermaus: 92 %, KI 84–97 %) als tief startende Tiere (Mückenfledermaus: 39 %, KI 21–61 %, Zwergfledermaus: 78 %, KI 60–89 %, vgl. *Ergebnis 8* in Tab. 7-1).

Ein deutlicher artspezifischer Unterschied in der Wirksamkeit der Überflughilfen zeigt sich in Hinblick auf die Höhenlenkwirkung (also den Anteil der tief startenden Tiere, die in sicherer Höhe weiterfliegen). Bei der Zwergfledermaus fliegen ca. 78 % (KI 60–89 %) der tief startenden Tiere in sicherer Höhe weiter, wohingegen dieser Anteil bei der Mückenfledermaus nur bei ca. 39 % (KI 21–61 %) liegt. Somit ist der Schätzwert der Höhenlenkwirkung bei der Zwergfledermaus etwa doppelt so hoch wie bei der Mückenfledermaus.

### **Die Zahl der unsicheren Querungen wird für Mücken- und Zwergfledermäuse etwa halbiert**

Ebenso wie im statistischen Modell, das alle Arten berücksichtigt (*Ergebnis 5* in Tab. 7-1), zeigt sich auch für die Mückenfledermaus und die Zwergfledermaus eine Reduktion der Querungen in nicht sicherer Höhe um etwa die Hälfte, wenn man die Beobachtungsposition über das Zaunende hinaus („Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“) mit den anderen Beobachtungspositionen vergleicht (*Ergebnis 9* in Tab. 7-1). Somit ergibt sich auch für die Arten Mücken- und Zwergfledermaus ein Schätzwert der Wirksamkeit von Überflughilfen von etwa 50 %.

### **Höhere Ausgangsfährdung für die Mückenfledermaus im Vergleich mit der Zwergfledermaus**

Die Reduktion der Kollisionsgefahr ist somit für die beiden Arten Mücken- und Zwergfledermaus vergleichbar. Die Ausgangsfährdung und somit auch das mit Überflughilfe verbleibende Kollisionsrisiko ist für die Mückenfledermaus jedoch deutlich höher einzuschätzen als für die Zwergfledermaus. Zum einen ist – wie zuvor beschrieben – die Höhenlenkwirkung einer Überflughilfe für Zwergfledermäuse höher einzustufen als für Mückenfledermäuse (vgl. *Ergebnis 8* in Tab. 7-1). Zum anderen ist auch der Anteil an sicheren Querungen an der Beobachtungsposition „Ende der Überflughilfe mit Blickrichtung Ende→Außen“, also der als eine Art Referenzstandort anzusehende Bereich außerhalb des Zauns, für Zwergfledermäuse mit 55 % (KI 38–72 %) etwa doppelt so hoch wie für Mückenfledermäuse (31 %, KI 16–51 %, vgl. *Ergebnis 9* in Tab. 7-1).

Wie eingangs zum artspezifischen Verhalten angemerkt, muss hierbei die Limitierung der Stichprobenzusammensetzung beachtet werden. Die Mückenfledermaus konnte nur an zwei Standorten (F und G) erfasst werden und diese Standorte wurden nur im August untersucht. Hier könnten also auch jahreszeitliche oder standortspezifische Effekte (vgl. Kap. 7.6) eine Rolle spielen. Die artspezifischen Unterschiede wurden im forschungsbegleitenden Arbeitskreis diskutiert und andere Autoren (Lüttmann, mdl. 2024) wiesen auf nicht publizierte Beobachtungen hin, die eine geringere Gefährdungssituation der Mückenfledermaus erwarten ließen. Daher dürfen die hier beobachteten artspezifischen Unterschiede nicht überinterpretiert werden.

## **7.6 Standortsspezifische Faktoren und verhaltensökologische Aspekte**

Das Verhalten von Fledermäusen an Überflughilfen wird von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt, wobei ein Zusammenspiel von art- und standortspezifischen Effekten mit verhaltensökologischen Aspekten anzunehmen ist. Unter standortspezifischen Faktoren können hierbei neben strukturellen Eigenschaften des Standorts (umgebende Vegetation/Landnutzungsart, Waldanbindung, Geländere relief) auch Straßenparameter (Gradiente, Straßenbreite, Verkehrsstärke) und Parameter mit Bezug zur Ökologie der Fledermäuse (Nähe zu Quartieren) verstanden werden. Zu verhaltensökologischen Aspekten können eine unterschiedliche Intention der Tiere beitragen, z. B. ob sich ein Individuum auf einem raschen Transferflug befindet oder auf Nahrungssuche. Die Unerfahrenheit von Jungtieren, die sich zunächst im Raum orientieren müssen, könnte sich ebenfalls auf das Verhalten an einer Überflughilfe auswirken, so dass die Phänologie im Jahresverlauf und damit der Zeitpunkt der Beobachtung

eine Rolle für das beobachtete Querungsverhalten spielen könnte. Standorteigenschaften und verhaltensökologische bzw. phänologische Aspekte sind eng verzahnt und nur für manche ließen sich aus den Ergebnissen Annahmen ableiten.

### ***Standortspezifische Faktoren (Verkehrsstärke und Straßenbreite) beeinflussen den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe***

Die Ergebnisse der statistischen Modellierung zeigten, dass die standortspezifischen Faktoren Verkehrsstärke (DTV) und Straßenbreite (Anzahl Fahrspuren) den Anteil an Querungen in sicherer Höhe beeinflussen (vgl. *Ergebnis 10* und *Ergebnis 11* in Tab. 7-1). Mit steigendem Verkehrsaufkommen steigt der Anteil an Querungen in sicherer Höhe an (signifikant positiver Einfluss). Dies entspricht der Einschätzung der Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr (BMDV, 2023), dass für Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen (> 50.000 Kfz/24 h) aufgrund einer nahezu durchgehenden Fahrzeugkolonne eher eine geringe Kollisionsgefahr zu erwarten ist. Der Einfluss der Straßenbreite auf den Anteil an Straßenquerungen in sicherer Höhe war nicht signifikant, jedoch nahm der Anteil an Überflügen in sicherer Höhe mit zunehmender Straßenbreite tendenziell ab.

### ***Weitere standort- oder verhaltensspezifische Faktoren können relevant sein***

Zusätzlich wird von weiteren Effekten auf den Anteil an Querungen in sicherer Höhe ausgegangen, die in der vorliegenden Studie nicht empirisch belegt werden konnten. Neben den im statistischen Modell identifizierten standortspezifischen Faktoren Verkehrsstärke und Straßenbreite könnte auch die umgebende Vegetation einen Einfluss auf den Anteil an Querungen in sicherer Höhe haben. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten, dass Fledermäuse, die bereits in sicherer Höhe aus der Landschaft auf die Überflughilfe zuflogen (hoch startende Fledermäuse) zu 91 % (KI 85 %–95 %, gem. statistischem Modell, vgl. *Ergebnis 3* in Tab. 7-1) ihre Flughöhe beibehielten und die Straße in sicherer Höhe querten. Eine mögliche Ursache für diesen Effekt könnte in der angrenzenden Vegetation im Nahbereich der Überflughilfen liegen. Umliegende hohe Vegetation könnte dazu beitragen, dass die Tiere bereits hoch angefliegen kommen und dazu verleitet werden, gleich in sicherer Höhe zu verbleiben. Ähnliches konnten RUSSELL ET AL. (2009) an einer Autobahn in den USA beobachten, wobei die straßennahe Baumkronenbedeckung die Flughöhe der Fledermäuse bei der Straßenquerung maßgeblich beeinflusste. Ebenso konnte in ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) ein ähnlicher Effekt beobachtet werden und Fledermäuse querten an einer Autobahn im Wald tendenziell in größerer Höhe als im Offenland. Auch CLAIREAU ET AL. (2021) fanden bei ihren Untersuchungen heraus, dass Fledermäuse, die sich entlang von hohen Vegetationsstrukturen orientierten, dazu tendierten, die Straße im Anschluss hoch fliegend zu queren.

Allerdings ließe sich der Zusammenhang zwischen Flughöhe beim Abflug (hoch oder tief startend) und Anteil Querungen in sicherer Höhe auch über verhaltensbiologische Aspekte erklären. Die Tiere, die sich bereits in der für ein Überfliegen des Zaunes geeigneten Höhe in geradlinigem Flug an die Überflughilfe annähern (hier: hoch startende Tiere), könnten die Intention haben, rasch eine Strecke zu überbrücken und von A nach B zu kommen (sogenannter Transferflug), während tief startenden Fledermäuse eher auf Nahrungssuche sein könnten und daher nach Überbrücken des

Hindernisses die Tendenz zeigen auch wieder in den gleichen Verhaltensmodus zu wechseln. Vorsorglich ist es bei heutigem Wissensstand dennoch sinnvoll, die Fledermäuse möglichst frühzeitig in eine sichere Flughöhe zu lenken.

Ferner könnten sich möglicherweise das Geländere Relief (Straße in Dammlage, im Einschnitt oder höhengleich), vorhandene Straßenunterquerungen oder die Verkehrsstärke zwar nicht unbedingt auf die Wirksamkeit einer Überflughilfe auswirken, jedoch auf die Anzahl der über die Straße querenden Tiere und damit im Ergebnis auf die Kollisionsgefahr. Dieser Effekt konnte mit dem hier durchgeführten Untersuchungsdesign nicht überprüft werden, einzelne anekdotische Beobachtungen, wie die Tatsache, dass an den Standorten E (vgl. Bild 4-16, vgl. Kap. 6.2.3) und H (vgl. Bild 4-24, vgl. Kap. 6.2.3) – trotz hoher Fledermausaktivität im Umfeld – fast keine Fledermausüberflüge über die Straße mit Überflughilfe gelangen, ließen sich z. B. so deuten, dass die Tiere möglicherweise vorhandene Unterführungen bevorzugten. Dies könnte bei Standort H auch durch die Lage der Straße in erhöhter Dammlage, also das Geländere Relief, begünstigt worden sein.

Es finden sich weiterhin Indizien für einen saisonalen Effekt, wobei ein geringerer Anteil an Querungen in sicherer Höhe während der Auflösung der Wochenstubezeit vermutet wird. So ließen sich z. B. die Unterschiede über alle beobachteten Arten hinweg zwischen den Standorten F, G und den übrigen Standorten so interpretieren. Denn erstere wurden Mitte bis Ende August untersucht, als bereits Jungtiere flügge waren, wohingegen die anderen Standorte vor diesem Zeitraum (Standorte A bis E, Juni bis Anfang August) bzw. nach diesem Zeitraum (Standorte H und I, Anfang bis Ende September) untersucht wurden. Laut Planunterlagen aus den Voruntersuchungen gab es sowohl bei Standort G den Hinweis auf Quartiere der Mückenfledermaus (vgl. Kap. 4.2.7) als auch an dem ca. 3,8 km weiter südlich gelegenen Standort F einen Hinweis auf eine Wochenstube der Mückenfledermaus in der angrenzenden Ortschaft (vgl. Kap. 4.2.6). Da die Mückenfledermaus nur an diesen beiden Standorten und damit auch nur nach dem Flüggewerden der Jungtiere beobachtet worden ist, wäre sowohl die Beobachtung einer geringeren Querungssicherheit bei der Mückenfledermaus als auch die geringere Querungssicherheit an den Standorten F und G zu relativieren. Die Beobachtung ist möglicherweise nicht als artspezifischer oder standortspezifischer Effekt, sondern als Beobachtung unerfahrener Tiere zu interpretieren. Denn, wie oben in diesem Absatz bereits beschrieben, zeigten zu diesem Zeitpunkt und an diesen beiden Standorten alle beobachteten Arten geringere Querungssicherheiten. Möglicherweise spielte zudem die geringe Verkehrsstärke – beide Standorte liegen unter DTV 10.000 – und damit die voraus beschriebene, signifikante Zunahme unsicherer Querungen bei Abnahme des DTV ebenfalls eine Rolle. Leider ließen sich auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchung dazu keine abschließenden Aussagen treffen, da die Einflussgrößen nicht getrennt analysiert werden konnten.

## **7.7 Empfehlungen für die Maßnahmenplanung**

Aus den in Tab. 7-1 sowie in Kap. 7.1–7.6 erläuterten Erkenntnissen und plausiblen Annahmen zum Flugverhalten der Fledermäuse und der Wirksamkeit von Überflughilfen können Empfehlungen für die Maßnahmenplanung zur Minderung der Kollisionsgefahr von Fledermäusen mit dem Straßenverkehr abgeleitet werden.

Abweichend von der Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr (BMDV, 2023) legen die Beobachtungen in diesem Forschungsvorhaben nahe, für die **Funktion von Überflughilfen** in Form von beidseitig der Straße errichteten Zäunen (4 m Mindesthöhe) von **keiner Sperrwirkung**, einer höchstens **untergeordneten Leitwirkung** und dafür von einer Lenkwirkung in Bezug auf die Flughöhe bei der Straßenquerung und damit von einer **Reduktion der Kollisionsgefahr** auszugehen.

Auf Basis der Ergebnisse des vorliegenden Forschungsvorhabens können Überflughilfen eine geeignete (Teil-)Maßnahme zur Risikominderung einer Kollision von Fledermäusen mit dem Straßenverkehr darstellen. Die Wirksamkeit von Überflughilfen konnte mit der vorliegenden Studie nur für die beiden Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus artbezogen und statistisch gesichert nachgewiesen werden. Für diese beiden Arten wurden dabei artspezifische Unterschiede festgestellt. Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse haben die Arten Mückenfledermaus und Zwergfledermaus ein unterschiedliches Ausgangsrisiko in Bezug auf die Kollisionsgefahr. Dementsprechend verbleibt auch nach der Reduktionswirkung der Überflughilfe ein unterschiedliches Restrisiko, wobei das Ausgangsrisiko und demnach auch das Restrisiko einer Kollision für die Mückenfledermaus höher einzustufen ist als für die Zwergfledermaus. Die Gesamtreduktion aller risikoreichen Querungen erfolgt bei beiden Arten jedoch zu ähnlichen Anteilen (etwa 50 %). Die Betrachtung aller Flugereignisse ohne eine artspezifische Unterscheidung zeigt, dass die Wirksamkeit der Überflughilfe über alle häufig anzutreffenden Arten hinweg betrachtet mit einer Reduktion des Anteils aller Straßenquerungen in kollisionsgefährdeter Höhe um ca. 50 % (Kap. 7.2, 7.3 und 7.5: jeweils Absatz „Die Zahl der unsicheren Querungen wird mindestens halbiert“) sehr deutlich ist. Dieses Ergebnis wird zwar von den häufig beobachteten Arten Mücken- und Zwergfledermaus bestimmt, während die anderen Arten nicht häufig genug beobachtet oder nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, um die Wirksamkeit statistisch auswerten zu können. Allerdings zeigt das Querungsverhalten der weniger häufig beobachteten Mopsfledermaus (82 Beobachtungen gegenüber 367 bei Zwergfledermaus oder 514 bei Mückenfledermaus) oder der nicht weiter auf Artniveau getrennten Gattung der Myotisarten (76 Beobachtungen) ähnliche Anteile und Verteilungen an sicheren Überflügen wie bei den häufig beobachteten Arten (vgl. Kap. 6.2.4). So scheint die Mopsfledermaus ein ähnliches Grundrisiko aufzuweisen wie die Mückenfledermaus und die Myotisgruppe zu ähnlichen Anteilen sicher zu queren wie die Zwergfledermaus. Auch wenn hierbei statistisch kein Nachweis möglich war, ist ein deutlicher Trend zu sehen.

Die verschiedenen Auswertungen (Kap. 7.2, 7.3 und 7.5: jeweils Absatz „Die Zahl der unsicheren Querungen wird mindestens halbiert“) zeigen aus unterschiedlichen Blickwinkeln wiederholt eine Senkung unsicherer Straßenquerungen durch die Überflughilfen um etwa 50 %. Dieser Effekt lässt sich aus der Reaktion von Tieren, die im tiefen Flug aus der Landschaft auf eine Straße mit Überflughilfe zukommen, ebenso ableiten, wie aus dem Vergleich des Verhaltens ohne Überflughilfe, jenseits des Zau-nendes, mit dem an der Überflughilfe. Ferner ließ sich dieser Effekt bei Auswertung aller Flugbeobachtungen ohne eine Unterscheidung der Arten erkennen und – soweit eine artspezifische Auswertung statistisch möglich war – sowohl bei Arten mit geringer (Zwergfledermaus) wie mit höherer (Mückenfledermaus) Ausgangsgefährdung. Die im vorigen Absatz beschriebenen Tendenzen bei Mopsfledermaus und der Arten-gruppe Myotis lassen vergleichbare Effekte vermuten. Es spricht also viel dafür, von

einem generellen, möglicherweise für mehrere Fledermausarten gültigen Effekt einer Überflughilfe auszugehen, der einer Wirksamkeit in Bezug auf die Reduktion gefährdeter Straßenquerungen von näherungsweise 50 % entspricht. Allerdings darf bei der Beurteilung einer konkreten Konfliktsituation nicht übersehen werden, dass zum einen die Ausgangsgefährdung der Arten sehr unterschiedlich sein kann und zum anderen auch die Senkung der Kollisionsgefahr im Detail durchaus artspezifische Unterschiede und vor allem noch deutlichere ortsspezifische Unterschiede aufweisen kann, die (bislang) nicht sicher prognostiziert werden können.

Daraus ist für die Beurteilung einer konkreten Konfliktsituation zu folgern, dass die Maßnahme „Überflughilfe in Form eines beidseitigen mindestens 4 m hohen Zaunes“ zwar gut wirksam ist, jedoch in den meisten Fällen als alleinige Maßnahme nicht ausreichen wird. Denn je höher die bekannte oder anzunehmende Ausgangsgefährdung, also die Kollisionsgefährdung einer Fledermausart ist, je unsicherer die zu erwartende Minderungswirkung (Zwerg-, Mückenfledermaus: sicher, häufige Arten der Gattung *Myotis*, v. a. Wasserfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr und Bartfledermäuse und Mopsfledermaus: wahrscheinlich, übrige Arten: unbekannt) und je höher die Konflikintensität (Geschwindigkeit, Straßenbreite) des Vorhabens, desto eher bleibt das Kollisionsrisiko bei einem Verkehrsvorhaben über dem allgemeinen Lebensrisiko und wird damit ggf. verbotsrelevant gem. § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG.

Die erforderliche Minderungswirkung muss also unter Berücksichtigung der spezifischen Konstellation vor Ort, das Risiko und die Maßnahmen betreffend, im Einzelfall beurteilt werden. In Fällen, in denen z. B. für die Mücken- oder Zwergfledermaus hohe oder sehr hohe Konflikintensitäten zu erwarten sind und daher eine Reduktion des Kollisionsrisikos um ca. 50 % artspezifisch als nicht ausreichend einzustufen ist, wird man – wie auch bei der Betroffenheit weiterer Fledermausarten – i. d. R. die Minderungswirkung einer Überflughilfe – wie bisher (BMDV, 2023) – als alleinige Maßnahme als nicht ausreichend einstufen und zusätzliche Maßnahmen (Querungshilfe wie Grünbrücke, Faunabrücke oder -unterführung, Aufweitung von Durchlässen oder Verlängerung von Brücken) ergänzend vorsehen. Primär sind Querungshilfen in Form von Grün-/Faunabrücken oder Grün-/Faunaunterführungen (vgl. MAQ, FGSV 2022) als Mittel der Wahl zu bewerten, um das Kollisionsrisiko für Fledermäuse mit dem Straßenverkehr zu reduzieren. Dabei ist zu bedenken, dass diese Querungshilfen meist nicht nur Fledermäusen dienen, sondern auch anderen Tiergruppen. Insbesondere für bodengebundene Tiere (u. a. Groß- und Mittelsäuger) sowie zur Vernetzung von Lebensräumen sind Querungshilfen gem. MAQ (FGSV, 2022) unerlässlich. Diese Funktion kann von Überflughilfen im hier definierten Sinn nicht übernommen werden. Selbstverständlich können ohnehin erforderliche oder vorhandene Brücken, Unterführungen etc. bei der Beurteilung des Kollisionsrisikos ebenfalls berücksichtigt werden, wenn sie gem. MAQ (FGSV, 2022) für Fledermausaustauschbeziehungen geeignet sind.

Der untersuchte Typ von Überflughilfen kann Fledermäuse nicht von der Querung an tradierten Querungsstellen abhalten, dafür aber etwa zur Hälfte in sichere Höhen lenken und die Zahl unsicherer Querungen etwa halbieren. Überflughilfen sind daher als sinnvolle Minderungsmaßnahme zu bewerten und sollten bei betroffenen Austauschbeziehungen eingesetzt werden, um das Kollisionsrisiko für Fledermäuse zu mindern. Ob sie als alleinige Maßnahme genügen oder ob weitere Minderungsmaßnahmen erforderlich sind, hängt dabei von den betroffenen Arten und der Konstellations-

spezifischen Konfliktintensität ab. Sind lediglich Zwerg- und/oder Mückenfledermäuse betroffen und eine Minderungswirkung der Kollisionsgefahr um 50 % wird konstellationspezifisch als ausreichend eingestuft, können Überflughilfe als alleinige Maßnahme genügen. In anderen Fällen (weitere Arten betroffen oder höhere Minderungswirkung erforderlich) sollten neben Überflughilfen auch zusätzliche Minderungsmaßnahmen ergriffen werden.

In Bezug auf das artspezifische Kollisionsrisiko können die Beobachtungen nicht als ein für die Praxis ausreichend gesicherter Hinweis auf einen Unterschied zwischen den beiden Arten Zwerg- und Mückenfledermaus interpretiert werden. Für die übrigen Arten lassen sich hierzu ebenfalls keine differenzierenden Aussagen aus den Ergebnissen ableiten.

### ***Positionierung der Minderungsmaßnahme***

Die Erkenntnis, dass Fledermäuse Überflughilfen zum Großteil zur Querung nutzen und die plausible Annahme, dass eine mögliche Leitfunktion eine untergeordnete Funktion einer Überflughilfe darstellt (vgl. Kap. 7.1), unterstreichen die Bedeutung der richtigen Positionierung und Lokalisierung von Querungshilfen und Überflughilfen in ausreichender Anzahl im Zuge einer Maßnahmenplanung.

Die Ergebnisse der Telemetriestudie zeigen, dass die telemetrierten Tiere die Straße an der Stelle querten, an der ihre tradierte Austauschbeziehung und Flugroute liegt und die Tiere auch gefangen wurden. Für weiter entfernt voneinander liegende Flugrouten (hier auf Basis der Telemetrieergebnisse (Kap. 5) beispielhaft ca. 1 km) kann nicht zwingend angenommen werden, dass bei Positionierung einer einzelnen Querungshilfe an einer der beiden Flugrouten die andere Flugroute aufgegeben und ein großer Umweg zur Querungshilfe geflogen wird.

Insbesondere bei der Zerschneidung großräumiger Funktionsräume (z. B. bei Straßenbauvorhaben in Wäldern), in denen die Austauschbeziehungen häufig eher diffus verteilt sind, kann eine Kombination aus Querungshilfe (Grün-/Faunabrücke/-unterführung) und Überflughilfe in Form von Zäunen es ermöglichen, die Kollisionsgefährdung über größere Distanz entlang der Straße zu reduzieren.

### ***Länge der Überflughilfe***

Aufgrund der Erkenntnis, dass etwa 47 % der Beobachtungen am Ende der Überflughilfe außerhalb des Zaunbereichs erfolgten (vgl. *Ergebnis 4* in Tab. 7-1), und der plausiblen Annahme, dass es sich hierbei nicht um ein gezieltes Ausweichen, sondern um Querungsflüge im Rahmen der bestehenden Austauschbeziehung handelt (vgl. Kap. 7.3), sollte bei der Maßnahmenplanung eine ausreichende Länge über die ermittelte Austauschbeziehung hinaus angestrebt werden.

D. h. die Überflughilfe sollte ausreichend lang gestaltet werden. Sie sollte nicht auf gleicher Höhe mit dem Wald- oder Gehölzrand enden, sondern über die eigentliche prognostizierte oder beobachtete Fledermausaustauschbeziehung noch hinausgehen. Bei der Prognose von Fledermausaustauschbeziehungen sollte die Lage und Ausdehnung von Gehölzen und Waldflächen, die von einer Straße gequert werden, berücksichtigt werden und nicht allein die Ergebnisse der Erfassungen. Anhand der vorliegenden Daten kann jedoch kein konkreter Wert einer erforderlichen Mindest-

länge abgeleitet werden. Beinahe an allen Standorten, an denen auch die Zaunenden beobachtet worden sind (außer am Standort I, der mit drei beobachteten Flugereignissen nicht aussagekräftig ist), konnten nicht sichere Querungen außerhalb der Überflughilfen mit relevanten Anteilen beobachtet werden. Daher besteht die Möglichkeit, dass Überflughilfen bisher generell zu kurz angelegt werden. Die untersuchten Überflughilfen reichten bei den beobachteten Enden um maximal 100 m, meist weniger, über die aus den Vegetationsstrukturen abzuleitende Austauschbeziehung hinaus. Für Standort F zeigen die Daten der automatisierten Telemetrie, dass die besenderten Tiere in einem breiteren Bereich aktiv waren, als durch die Überflughilfe abgedeckt worden ist (vgl. Kap. 5.2.2, Bild 5-7). Dabei lässt sich der beobachtete Aktivitätsbereich mit der Verteilung der Gehölze auf beiden Seiten der Straße erklären.

Eine Verlängerung der Überflughilfe über den Nahbereich der betroffenen Flugroute hinaus, sozusagen ein Lückenschluss zwischen Überflughilfe und im Umfeld vorhandenen Geländestrukturen (Querungshilfen oder Vegetationsstrukturen) bietet somit eine Möglichkeit, ein nicht sicheres Queren der Tiere an den Enden einer Überflughilfe, genauer gesagt im Bereich außerhalb der Überflughilfe, zu vermeiden und sollte daher bei der Maßnahmenplanung standortspezifisch geprüft und bevorzugt werden.

### ***Positionierung der Zaunenden***

Die Erkenntnis, dass die Enden einer Überflughilfe einen etwa doppelt so hohen Anteil an Querungen in nicht sicherer Höhe aufweisen (vgl. *Ergebnis 5* in Tab. 7-1), verdeutlicht, dass die Positionierung der Zaunenden einen bedeutenden Einfluss auf die Zahl der nicht sicheren Querungen hat (vgl. Kap. 7.3). Die Flugaktivität an den ungeschützten Straßenabschnitten, die an die untersuchten Überflughilfen angrenzten, lag annähernd genauso hoch wie an den Überflughilfen selbst, weshalb bei der Planung auf Positionierung und Gestaltung der Enden ein besonderes Augenmerk gelegt werden sollte.

Da eine Änderung der Flughöhe als Reaktion auf den Zaun überwiegend erst im direkten Umfeld, also in kurzer Distanz zum Zaun, zu erwarten ist (vgl. Kap. 7.2), sollten die Enden einer Überflughilfe (also die Zaunenden) möglichst so geplant werden, dass die Zaunenden beidseitig der Straße spiegelbildlich auf gleicher Höhe positioniert sind, also an den gleichen Streckenkilometern enden.

## Zusammenschau

In nachfolgender Tab. 7-2 sind die Empfehlungen für die Planungspraxis in einer verkürzten Übersicht zusammengefasst.

Tab. 7-2: Zusammenschau: Empfehlungen zu Überflughilfen in der Planungspraxis

Eigenschaft	Bewertung/Empfehlung
Funktion	keine Sperrwirkung, eher untergeordnete Leitwirkung (Bedeutung kann für einzelne Arten höher sein), Senkung der Kollisionsgefahr durch Anheben der Flughöhe
Wirksamkeit	Reduktion der Flüge in unsicherer Höhe um ca. 50 % gesichert gut für Zwerg- und Mückenfledermaus, wahrscheinlich gut für häufige Arten der Gattung Myotis (v. a. Wasserfledermaus, Fransenfledermaus, Großes Mausohr und Bartfledermäuse) und für die Mopsfledermaus keine Bewertung für übrige Arten möglich, positiver Effekt für manche weitere Arten möglich je nach Konfliktbewertung in einer konkreten Situation ist i. d. R. eine Kombination mit weiteren Maßnahmen (wie Unterführungen, Faunabrücken, Grünbrücken, Aufweitung von Durchlässen oder der Verlängerung von Brücken) erforderlich, um ein Tötungsverbot ausreichend sicher zu vermeiden.
Länge	möglichst deutlich über die ermittelte oder prognostizierte Austauschbeziehung hinausreichend, dabei die Lage und Ausdehnung von Gehölzen und Waldflächen berücksichtigen, die von einer Straße gequert werden
Abschluss	stets beiderseits der Straße spiegelbildlich auf gleicher Höhe (gleicher Streckenkilometer), möglichst mit Anschluss an andere Strukturen
Konfliktintensität	Tendenziell steigt die Anzahl an Straßenquerungen in unsicherer Höhe mit zunehmender Straßenbreite geringfügig und damit die Konfliktintensität des Vorhabens. Eine Zunahme der Verkehrsstärke bewirkt dagegen einen signifikanten Rückgang des Anteils an Flügen in unsicherer Höhe.

## 8 Weiterer Forschungsbedarf

Mit Hilfe der Ergebnisse der vorliegenden Studie konnten Aussagen zur Kollisions-senkung der untersuchten Überflughilfen für Fledermäuse im Straßenverkehr gemacht werden. Die Ergebnisse lieferten Hinweise auf weitere Zusammenhänge in Bezug auf die Wirksamkeit von Überflughilfen, die in fortführenden Studien eingehender untersucht werden sollten. Dabei erscheinen folgende Fragen von besonderem Interesse:

### ***Wie weit müssen Überflughilfen über den Bereich der Fledermausaustauschbeziehung hinausreichen, um ein Vorbeifliegen am Zaun zu vermeiden?***

Die vorliegende Studie zeigte einerseits, dass die Enden einer Überflughilfe für die Tiere risikobehaftet sind, da ein Teil am Zaun vorbeifliegt und dort zu deutlich höheren Anteilen in nicht sicherer Höhe die Straße quert (Kap. 7.3). Da keine Ablenkung von Fledermäusen am Zaun beobachtet werden konnte, ist nicht klar, ob die Überflughilfen einfach zu kurz waren und die Austauschbeziehungen nicht vollständig abgedeckt hatten, oder ob es doch ein gewisses Ausweichverhalten gibt. Jedenfalls konnte festgestellt werden, dass Umwege von der tradierten Austauschbeziehung weg z. B. zu einer gut geeigneten Querungshilfe in ca. 1 km Entfernung (vgl. Kap. 7.1) ggf. nicht genutzt werden, sondern die Querung der Straße an den Zäunen der Überflughilfe im Bereich der ursprünglichen Flugroute vor Bau der Straße erfolgte. Für eine effektive Senkung der Kollisionsgefahr durch den hier untersuchten Typ von Überflughilfen wäre es daher wichtig zu wissen, ob es ein Ausweichverhalten gibt bzw. ob sich Austauschbeziehungen auf bestimmte Straßenabschnitte beschränken. So könnte ein valider Wert für die geeignete Länge von Überflughilfen ermittelt werden.

### ***Über welche Entfernung hinweg kann von einer guten Leitfunktion ausgegangen werden?***

Wie in Kap. 7 formuliert, ist aufgrund des kleinen Anteils an Parallelflügen entlang des Zaunes keine bedeutsame Leitfunktion der Überflughilfen zu erwarten. Wie diese Funktion genau zu beurteilen ist bzw. in welchem Maße und über welche Entfernung sie wirksam sein könnte, war im Zuge dieses Vorhabens nicht zu klären. Die Untersuchung der im vorigen Absatz formulierten Frage könnte zugleich die Frage klären, über welche Entfernung mit einer wirksamen Leitfunktion von Zäunen, hin zu Über- oder Unterführungsbauwerken gerechnet werden kann. So ließe sich im Zuge von Planungen besser beurteilen, welche Austauschbeziehungen mit Hilfe von Überführungsbauwerken und zugehörigen Leitstrukturen erfasst und aufrechterhalten werden können und für welche entweder weitere Bauwerke erforderlich sind oder die Zäune selbst als Überflughilfen ausreichend wirksam sein müssen.

### **Wie ist die Wirksamkeit von Überflughilfen für leise rufende und schwer akustisch differenzierbare Arten (Langohren, Bechsteinfledermaus) zu beurteilen?**

In der vorliegenden Studie konnten artspezifische Unterschiede für die Arten Mücken- und Zwergfledermaus dargestellt werden. Leise rufende und schwer akustisch differenzierbare Arten (Langohren und Bechsteinfledermaus) sind unterrepräsentiert oder wurden gar nicht erfasst (vgl. u. a. Kap. 7.4) und zählen zugleich zu den sehr hoch kollisionsgefährdeten Arten (BMDV, 2023) mit einer hohen bis sehr hohen vorhabentypspezifischen Mortalitätsgefährdung (BERNOTAT & DIERSCHKE 2021), die – anders als z. B. die Hufeisennasen, die Teich- oder Wimperfledermaus – auch in vielen Planungen betroffen sein können. Zudem bestehen zu der Kleinen Hufeisennase, die in dieser Studie ebenfalls nicht erfasst worden ist, schon einige klare Erkenntnisse, so dass sich weiterer Erkenntnisbedarf v. a. auf die drei Zielarten Graues und Braunes Langohr sowie Bechsteinfledermaus konzentrieren sollte. Valide wissenschaftliche Erkenntnisse zur Wirksamkeit von Maßnahmen ist für Letztere, als Art des Anhangs II der FFH-RL (Richtlinie 92/43/EWG), auch im Hinblick auf die Bewertung der Beeinträchtigung von Natura 2000-Gebieten von besonderer Bedeutung.

### **Gibt es im Jahresverlauf besonders sensible Phasen mit deutlich verringelter Wirksamkeit?**

Wie in Kap. 7.6 erwähnt, könnte ein Teil der beobachteten Unterschiede zwischen den Standorten auf einen saisonalen Effekt zurückzuführen sein (die Standorte wurden zu unterschiedlichen Jahreszeiten untersucht). Es wäre z. B. denkbar, dass nach dem Flüggewerden der Jungtiere der Anteil an Querungen in nicht sicherer Höhe zunimmt, weil mehr unerfahrene Individuen unterwegs sind. Ein Aspekt, der bei Planungen berücksichtigt werden sollte, falls ein sehr deutlicher Unterschied zu beobachten wäre.

### **Welchen Effekt hat die umliegende Vegetation auf die Wirksamkeit?**

In der vorliegenden Studie konnte außerdem gezeigt werden, dass die Flughöhe vor der Überflughilfe einen signifikanten Einfluss auf den weiteren Verlauf der Flugbahn und damit auf die Wirksamkeit hatte. Ein Zusammenhang mit der Höhe umgebender Strukturen, wie z. B. Vegetation, konnte nicht untersucht werden, da zu viele Aspekte multifaktoriell das Verhalten der Tiere an einem Standort beeinflussen können. Ob sich die Wirksamkeit von Überflughilfen deutlich steigern ließe, wenn zusätzlich zur Überflughilfe ein ansteigender Vegetationsgradient oder Damm aufgebaut wird, der die Flughöhe der Fledermäuse bereits vor der Überflughilfe anhebt (vgl. BILLINGTON 2013 und PICARD 2014, beides in MØLLER *ET AL.*, 2016) müsste noch geklärt werden. Ein vergleichbarer Effekt zeigte sich gem. ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) bei Untersuchungen von Flugbahnen an Waldrändern. Nachdem der Anteil an Querungen in sicherer Höhe für die hoch startenden Tiere jedoch wesentlich höher lag als für die tief startenden Tiere, wäre es von planerischer Relevanz, ob sich die Flughöhe beim Flug aus der Landschaft auf die Straße zu erhöhen ließe.

### ***Möglicher Methodenansatz zur Beantwortung dieser Fragen***

Ein großer Teil der formulierten Fragen ließe sich am besten mit Hilfe eines Dauermonitorings an wenigen Standorten mit bekannten Vorkommen der drei genannten Zielarten (Bechsteinfledermaus, Braunes und Graues Langohr) durch eine Kombination der in dieser Studie angewandten Erfassungssysteme (optisch-akustische Dauererfassung und automatisierte Telemetrie) untersuchen. Die Studie konnte zeigen, dass die Methode der automatischen Telemetrie ein probater Ansatz sein kann, um in einer zukünftigen Studie das Verhalten dieser Arten an Überflughilfen eingehender zu untersuchen.

Durch die Fokussierung auf wenige Standorte könnten dort die schwer akustisch zu bestimmenden Arten in Netzen gefangen und mit Sendern ggf. mit Reflexfolien versehen werden, so dass die markierten Tiere auch in den optischen Systemen stärker auffallen. Über eine zeitliche Überlagerung der automatisierten Telemetrie mit der Optik könnte die Artzuordnung optimiert werden. Mit einem längeren Untersuchungszeitraum je Standort in der Dauererfassung könnten saisonale Effekte überprüft werden.

An Standorten mit Über- oder Unterführungsbauwerken kann die kombinierte Methode genutzt werden, um das räumliche Verhalten der betroffenen Tiere besser zu verstehen und daraus Schlüsse auf die Reichweite der Leitfunktion von Zäunen geschlossen werden.

Zur Fragestellung, welchen Effekt die umliegende Vegetation spielen kann, bestünde die Schwierigkeit einer entsprechenden Studie darin, andere überlagernde Effekte möglichst auszuschließen, um vergleichbare Ergebnisse erzielen zu können. Hierfür wäre ein experimenteller Ansatz denkbar, bei dem eine hohe Vegetation vor einer Überflughilfe in offener Landschaft simuliert wird und die Wirksamkeit in einem Vorher-Nachher-Experiment verglichen wird. Datensätze, die das Flugverhalten vor und nach Installation der Überflughilfe vergleichen, sind sehr aussagekräftig, da sie eine sehr direkte Messung der Wirksamkeit ermöglichen. Diese sind jedoch nicht in kurzer Zeit für viele Standorte verfügbar.

## 9 Danksagung

An erster Stelle möchten wir uns bei allen Mitgliedern des forschungsbegleitenden Betreuungsausschusses für die wertvollen Beiträge und die konstruktive Kritik bedanken, die zur Verbesserung methodischer Aspekte sowie zu einem steten Nachschärfen von Auswertung und Interpretation der Ergebnisse beigetragen hat. Besonders möchten wir das intensive Engagement von Dr. Jochen Lüttmann dankend erwähnen. Er konnte uns mit seiner Erfahrung aus ähnlichen Studien insbesondere in der Phase der Interpretation der Ergebnisse und bei der Ableitung von Empfehlungen für die Planung wertvolle Anregungen geben.

Für die Auskunft über bestehende Überflughilfen im Rahmen der Standortrecherche sowie die Bereitstellung von Planunterlagen und die Genehmigung zur Installation der Erfassungseinheiten an den Untersuchungsstandorten möchten wir uns bei den angefragten Landesbehörden, der Autobahn GmbH des Bundes sowie der Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) bedanken.

Bedanken möchten wir uns auch bei Jannis Gottwald und dem Team von trackIT OS, die uns die Software für die automatische Telemetrie kostenfrei zur Verfügung gestellt haben und die Software zudem für das vorliegende Forschungsvorhaben adaptierten.

Außerdem möchten wir uns für die statistische Beratung bei Fränzi Korner-Nievergelt (Oikostat GmbH, Schweiz) bedanken.

# Literatur

- ALBRECHT, K. ET AL. (2015) Leistungsbeschreibungen für faunistische Untersuchungen - FE 02.0332/2011/LRB, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Edited by Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Bremen: Fachverlag NW im Carl Schünemannverlag.
- ALBRECHT, K. ET AL. (2017) Analyse biodiversitätsfördernder Maßnahmen im Verkehr, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 97.0361/2015 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Edited by BMVI. Available at: <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/474615/>.
- ALDRIDGE, H. D. J. N. and BRIGHAM, B. M. (1988) 'Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5%" rule" of radio-telemetry', *Journal of mammalogy*. JSTOR, 69(2), pp. 370–382.
- ALTRINGHAM, J. and BERTHINUSSEN, A. (2013) *Bats, roads and railways*. Leeds.
- MAC AODHA, O. ET AL. (2018) 'Bat detective—Deep learning tools for bat acoustic signal detection', *PLoS Computational Biology*. Public Library of Science, 14(3). doi: 10.1371/journal.pcbi.1005995.
- ARGE FLEDERMÄUSE UND VERKEHR (2014) 'Fledermäuse und Verkehr. Quantifizierung und Bewältigung verkehrsbedingter Trennwirkungen auf Fledermauspopulationen als Arten des Anhangs der FFH-Richtlinie', Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 02.0256/2004/LR im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Edited by BMVBS. Bonn/Trier, p. 331.
- BATES, D. ET AL. (2015) 'Fitting linear mixed-effects models using lme4', *Journal of Statistical Software*, 67(1). doi: 10.18637/jss.v067.i01.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2020) 'Bestimmung von Fledermausrufaufnahmen und Kriterien für die Wertung von akustischen Artnachweisen, Teil 1 – Gattungen *Nyctalus*, *Eptesicus*, *Vespertilio*, *Pipistrellus* (nyctaloide und pipistrelloide Arten), Mopsfledermaus, Langohrfledermäuse und'. Edited by (LfU) Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2022) 'Bestimmung von Fledermausrufaufnahmen und Kriterien für die Wertung von akustischen Artnachweisen: Teil 2 - Gattung *Myotis*', p. 89. Available at: [https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get\\_pdf.htm?art\\_nr=lfu\\_nat\\_00378](https://www.lfu.bayern.de/publikationen/get_pdf.htm?art_nr=lfu_nat_00378).
- BERNOTAT, D. and DIERSCHKE, V. (2021) Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. Teil II.7: Arbeitshilfe zur Bewertung der Kollisionsgefährdung von Fledermäusen an Straßen - 4. Fassung, Stand 31.08.2021. Available at: [http://www.gavia-ecoresearch.de/ref/pdf/Bernotat\\_Dierschke\\_2015\\_MGI.pdf](http://www.gavia-ecoresearch.de/ref/pdf/Bernotat_Dierschke_2015_MGI.pdf).

- BERTHINUSSEN, A. and ALTRINGHAM, J. (2012) 'Do Bat Gantries and Underpasses Help Bats Cross Roads Safely?', PLoS ONE, 7(6), p. e38775. doi: 10.1371/journal.pone.0038775.
- BERTHINUSSEN, A. and ALTRINGHAM, J. (2015) WC1060 DEVELOPMENT OF A COST-EFFECTIVE METHOD FOR MONITORING THE EFFECTIVENESS OF MITIGATION FOR BATS Final report 2015.
- BIEDERMANN, M. ET AL. (2015) 'Einzelfallstudien zum Querungsverhalten der Nymphenfledermaus *Myotis alcathoe* an Straßen'.
- BMDV (2023) Arbeitshilfe Fledermäuse und Straßenverkehr: Bestandserfassung - Wirkungsprognose - Vermeidung/Kompensation. Edited by Bundesministerium für Digitales und Verkehr.
- BRINKMANN, R. ET AL. (2012) Planung und Gestaltung von Querungshilfen für Fledermäuse – Eine Arbeitshilfe für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen. Edited by Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft Arbeit und Verkehr.
- CHRISTENSEN, M. ET AL. (2016) 'Hop-overs and their effects on flight heights and patterns of commuting bats – a field experiment.', p. 30. Available at: <http://bios.au.dk/om-instituttet/organisation/faunaoekologi/projekter/safe-bat-paths/documents/> (abgerufen am 06.12.2021).
- CLAIREAU, F. ET AL. (2019) 'Bat overpasses: An insufficient solution to restore habitat connectivity across roads', *Journal of Applied Ecology*. Blackwell Publishing Ltd, 56(3), pp. 573–584. doi: 10.1111/1365-2664.13288.
- CLAIREAU, F. ET AL. (2021) 'Bat Overpasses Help Bats to Cross Roads Safely by Increasing Their Flight Height', *Acta Chiropterologica*. Muzeum i Instytut Zoologii, 23(1), pp. 189–198. doi: 10.3161/15081109ACC2021.23.1.015.
- DIETZ, C., HELVERSEN, VON O. and NILL, D. (2007) *Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas: Biologie, Kennzeichnen, Gefährdung*. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlag.
- FERNÁNDEZ-BOU, M. ET AL. (2010) 'Monitoring the Effect of a Screen Installed To Mitigate the Impact of a High Speed Railway To Mitigate the Impact of a High Speed Railway on Bats', *Methods*, 88(2), pp. 2007–2007.
- FGSV (2008) Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ).
- FGSV (2018) Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen - Entwurf 20.12.2018 (MAQ). Edited by Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. doi: 10.1002/mawe.19710020713.
- FGSV (2022) Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen (MAQ). Edited by Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.

- HÖCHST, J. ET AL. (2021) 'tRackIT OS: Open-source Software for Reliable VHF Wildlife Tracking.' Bonn: Gesellschaft für Informatik, pp. 425–442. Available at: <https://github.com/nature40/tRackIT-OS> (abgerufen am 14.12.2021).
- KARST, I. ET AL. (2019) 'Verhindern Schutzzäune Kollisionen von Fledermäusen an Straßen?', *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 51(01), pp. 28–35.
- KERTH, G. and MELBER, M. (2009) 'Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species', *Biological Conservation*. Elsevier Ltd, 142(2), pp. 270–279. doi: 10.1016/j.biocon.2008.10.022.
- LANDESBETRIEB STRAßENBAU UND VERKEHR SCHLESWIG-HOLSTEIN (ed.) (2020) *Fledermäuse und Straßenbau – Arbeitshilfe zur Beachtung der artenschutzrechtlichen Belange bei Straßenbauvorhaben in Schleswig-Holstein. 2. überarbeitete Fassung*. Kiel.
- LESIŃSKI, G. (2007) 'Bat road casualties and factors determining their number', *Mammalia*, 71(3), pp. 138–142. doi: 10.1515/MAMM.2007.020.
- LUGON, A., EICHER, C. and BONTADINA, F. (2017) *Fledermausschutz bei der Planung, Gestaltung und Sanierung von Verkehrsinfrastrukturen - Arbeitsgrundlage*. Edited by Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Bundesamt für Straßen (ASTRA).
- LÜTTMANN, J., NEU, C. and TRAU SCHKE, J. (2017) 'Monitoring von „Hop -overs“ als Querungshilfen für Fledermäuse an 2-spurigen Straßen', (August), pp. 11–12.
- MEDINAS, D., MARQUES, J. T. and MIRA, A. (2013) 'Assessing road effects on bats: The role of landscape, road features, and bat activity on road-kills', *Ecological Research*, 28(2), pp. 227–237. doi: 10.1007/s11284-012-1009-6.
- MØLLER, J. D. ET AL. (2016) Effectiveness of mitigating measures for bats-a review. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/314154487>.
- PAPADATOU, E. ET AL. (2011) 'Assessing survival in a multi-population system: A case study on bat populations', *Oecologia*, 165(4), pp. 925–933. doi: 10.1007/s00442-010-1771-5.
- RASEY, A. and GREEN, R. (2006) *Highways Agency Best practice in enhancement of highway design for bats Literature review report*.
- RUSSELL, A. L. ET AL. (2009) 'Road-killed bats, highway design, and the commuting ecology of bats', *Endangered Species Research*, 8(1–2), pp. 49–60. doi: 10.3354/esr00121.
- SCHUT, J. ET AL. (2013) *Principal factors for the use of hop-overs by bats over roads*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/281651834> (abgerufen am 06.12.2021).
- STONE, E. L., HARRIS, S. and JONES, G. (2015) 'Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions', *Mammalian Biology*, 80(3), pp. 213–219. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.02.004>.

- SWILD and NACHTAKTIV (2007) Schlussbericht Schadensbegrenzung für die Kleine Hufeisennase an Straßen - Experimente zur Wirksamkeit von Schutzzäunen. Edited by DEGES GmbH. Berlin.
- WEBER, C. (2002) Einfluss von Nahrungsangebot und Habitatcharakter auf die Aktivität von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) an Waldstrukturen im Pfälzerwald. Mensch-und-Buch-Verlag.
- WRAY, S., REASON, P. and WELLS, D. (2005) Design, installation, and monitoring of safe crossing points for bats on a new highway scheme in Wales Publication Date. Available at: <https://escholarship.org/uc/item/0hg3p6rs>.

## Tabellen

Tab. 1-1:	Überblick der Erfassungsmethoden
Tab. 2-1:	Übersicht verschiedener Standortparameter und deren Auswirkung auf die Kollisionsgefahr für Fledermäuse
Tab. 3-1:	Übersicht der angefragten Behörden
Tab. 3-2:	Für die Internetrecherche verwendete Schlagwörter
Tab. 3-3:	Verteilung der recherchierten Standorte auf die einzelnen Bundesländer
Tab. 3-4:	Übersicht der abgefragten Parameter zu den recherchierten Standorten
Tab. 4-1:	Übersicht der ausgewählten Untersuchungsstandorte für die Erfassungen 2022
Tab. 5-1:	Übersicht Netzfänge
Tab. 5-2:	Fangerfolge der durchgeführten Netzfänge.
Tab. 5-3:	Sendertiere und ihre Senderfrequenzen.
Tab. 5-4:	Detektionen von M.daub, Senderfrequenz 150,269 MHz
Tab. 5-5:	Detektionen von M.nat, Senderfrequenz 150,216 MHz
Tab. 5-6:	Detektionen von M.nat, Senderfrequenz 150,200 MHz
Tab. 5-7:	Detektionen von P.aur, Senderfrequenz 150,097 MHz
Tab. 6-1:	Installation der Erfassungssysteme 2021 und 2022.
Tab. 6-2:	Überblick Definitionen und Bewertung des Flugverhaltens
Tab. 6-3:	Überblick der nachgewiesenen Arten und Ruftypengruppen, die bei der Auswertung berücksichtigt wurden.
Tab. 6-4:	Übersicht der erreichten optischen und akustischen Aufnahmestunden pro Standort sowie die Anzahl potenzieller Fledermausereignisse, die von der Detektionssoftware erkannt wurden und die letztlich erreichten Daten für die Auswertung.
Tab. 6-5:	Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflüge und Umflüge) je nach Art oder Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).
Tab. 7-1:	Übersicht der auf Basis der Ergebnisse nachgewiesenen Erkenntnisse und plausiblen Annahmen mit Planungsrelevanz.
Tab. 7-2:	Zusammenschau: Empfehlungen zu Überflughilfen in der Planungspraxis

## Bilder

- Bild 1-1: Schematische Darstellung der möglichen Verhaltensszenarien (1–3) an der Überflughilfe sowie der beiden möglichen Beobachtungssituationen (A & B).
- Bild 1-2: Schematisch dargestellter Erfassungsraum einer Einheit aus drei Kameras und zwei Fledermausdetektoren an einem Beobachtungspunkt (hier am Ende einer Überflughilfe).
- Bild 3-1: Ein Screenshot der Standort App
- Bild 3-2: Straßenkategorie und Informationsquellen zu den recherchierten Standorten
- Bild 3-3: Verteilung der Standorte in Bezug auf verschiedene Parameter
- Bild 4-1: Schematische Darstellung des Auswahlverfahrens geeigneter Untersuchungsstandorte
- Bild 4-2: Überflughilfe am Standort A an einer Bundesstraße (Blickrichtung nach Süden)
- Bild 4-3: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort A (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-4: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort A
- Bild 4-5: Überflughilfe am Standort B an einer Landesstraße
- Bild 4-6: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort B (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-7: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort B
- Bild 4-8: Überflughilfe am Standort C an einer Landesstraße (Blickrichtung nach Osten)
- Bild 4-9: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort C (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-10: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort C
- Bild 4-11: Überflughilfe am Standort D an einer Autobahn (Blickrichtung nach Norden)
- Bild 4-12: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort D (westliches Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-13: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort D
- Bild 4-14: Überflughilfe am Standort E an einer Autobahn

- Bild 4-15: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort E (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-16: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort E
- Bild 4-17 : Überflughilfe am Standort F an einer Autobahn
- Bild 4-18: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort F (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-19: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort F
- Bild 4-20: Überflughilfe am Standort G an einer Autobahn
- Bild 4-21: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort G (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-22: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort G
- Bild 4-23: Überflughilfe am Standort H an einer Autobahn
- Bild 4-24: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort H (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-25: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort H
- Bild 4-26: Überflughilfe am Standort I an einer Bundesstraße
- Bild 4-27: Schematische Darstellung der Überflughilfe an Standort I (mittleres Erfassungssystem). Quelle: ANUVA.
- Bild 4-28: Landnutzung im 500 m Umfeld der Überflughilfe an Standort I
- Bild 5-1: Aufbau der Netze am Fangort N2. Im unteren Bild rechts sind im Hintergrund des Netzes die Überflughilfe und die installierten Erfassungssysteme zu sehen. (Fotos: H. Reers)
- Bild 5-2: Besenderte Fledermäuse: A) Beringte *M. nattereri*; B) *P. auritus* und C) Besenderte *P. auritus* (Fotos: H. Reers)
- Bild 5-3: Online-Oberfläche von tRackIT OS.
- Bild 5-4: Logger im Untersuchungsgebiet. Im Hintergrund links im Bild ist die Straße zu sehen. (Foto: H. Reers)
- Bild 5-5: Standorte der Logger im Untersuchungsgebiet sowie der beiden Netzfangstellen (N1 und N2).
- Bild 5-6: Schematische Darstellung des Auswertungsprinzips mittels „Moving Window“.
- Bild 5-7: Loggerdetektionen. (Kartengrundlage: Daten von OpenStreetMap – Veröffentlicht unter ODbL)

- Bild 5-8: Loggerdetektionen der besenderten Mopsfledermaus (Senderfrequenz 150,294 MHz).
- Bild 5-9: Loggerdetektionen der besenderten Wasserfledermaus (Senderfrequenz 150,269 MHz).
- Bild 5-10: Loggerdetektionen der besenderten Fransenfledermaus (Senderfrequenz 150,216 MHz).
- Bild 5-11: Loggerdetektionen der besenderten Fransenfledermaus (Senderfrequenz 150,200 MHz).
- Bild 5-12: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,114 MHz)
- Bild 5-13: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,097 MHz).
- Bild 5-14: Loggerdetektionen des besenderten Braunen Langohrs (Senderfrequenz 150,284 MHz).
- Bild 6-1: Schematisch dargestellter Erfassungsraum in Aufsicht (orange Sektoren stellen den horizontalen Querschnitt des Sichtbereichs auf Höhe der Kameras und somit der Zaunoberkante dar).
- Bild 6-2: Komponenten des optisch-akustischen Erfassungssystems. (Fotos: H. Reers)
- Bild 6-3: Ausrichtung und Sichtfeld der installierten Infrarotkameras entlang (1 bis 3, System 1) und am Ende (4 bis 6, System 2) einer Überflughilfe.
- Bild 6-4: Schematische Darstellung der Beobachtungspositionen
- Bild 6-5: Installation der optisch-akustischen Erfassungssysteme an einem Standort. (Fotos: H. Reers & S. Radford)
- Bild 6-6: Schematische Darstellung der installierten Erfassungssysteme an der Überflughilfe.
- Bild 6-7: Schematischer Überblick der Auswertungsschritte.
- Bild 6-8: Bildausschnitt der Auswertungsapp.
- Bild 6-9: Visualisierung der Definitionen gem. Tab. 6-2 und Bewertung des Flugverhaltens
- Bild 6-10: Beispiele beobachteter Verhaltenskategorien an der Überflughilfe, die mit den Infrarotkameras erfasst wurden.
- Bild 6-11: Überblick zum beobachteten a) Fledermausverhalten bzw. b) Querungsverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Ruftypengruppe insgesamt für alle Standorte.
- Bild 6-12: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten in Bezug auf die Systemposition.
- Bild 6-13: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei a) Abflügen von der Überflughilfe und b) Anflügen an

- die Überflughilfe unabhängig von der Art und Ruftypengruppe insgesamt für alle Standorte.
- Bild 6-14: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei a) hoch startenden und b) tief startenden Abflügen unabhängig von der Art oder Ruftypengruppe insgesamt für alle Standorte.
- Bild 6-15: Überblick zum beobachteten Fledermausverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Artengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I) sowie insgesamt.
- Bild 6-16: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten an der Überflughilfe unabhängig von der Art oder Artengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I) insgesamt und pro Standort.
- Bild 6-17: Querungsverhalten an den Standorten A bis C, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-18: Querungsverhalten an den Standorten D, F und G jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-19: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei Abflügen von der Überflughilfe an den verschiedenen Standorten (A–I) unabhängig von der Art bzw. Artengruppe.
- Bild 6-20: Überblick zum beobachteten Querungsverhalten bei Anflügen hin zur Überflughilfe an den verschiedenen Standorten (A–I) unabhängig von der Art bzw. Artengruppe.
- Bild 6-21: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe an Standort B, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-22: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe der Standorte C und D, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-23: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe der Standorte F und G, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-24: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch startenden Abflügen insgesamt und pro Standort.
- Bild 6-25: Überblick zum Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei tief startenden Abflügen insgesamt und pro Standort.
- Bild 6-26: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen am Standort

- B, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-27: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen an den Standorten C und D, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-28: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen an den Standorten F und G, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Arten und Ruftypengruppen.
- Bild 6-29: Querungsverhalten Mopsfledermaus (B.bar), Myotis- und Nyctaloid-Arten, jeweils insgesamt sowie nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.
- Bild 6-30: Querungsverhalten Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.
- Bild 6-31: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für die Mopsfledermaus (B.bar), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Art nachgewiesen wurde.
- Bild 6-32: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für die Arten der Ruftypengruppe Myotis und Nyctaloid, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Ruftypengruppe nachgewiesen wurde.
- Bild 6-33: Querungssicherheit bei Ab- und Anflügen von der bzw. an die Überflughilfe für Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.
- Bild 6-34: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für die Mopsfledermaus (B.bar), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Art nachgewiesen wurde.
- Bild 6-35: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für die Arten der Ruftypengruppe Myotis und Nyctaloid, jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Ruftypengruppe nachgewiesen wurde.
- Bild 6-36: Flugverhalten nach dem Passieren der Überflughilfe bei hoch bzw. tief startenden Abflügen für Zwergfledermaus (P.pip) und Mückenfledermaus (P.pyg), jeweils insgesamt sowie getrennt nach Standorten, an denen die Arten nachgewiesen wurden.
- Bild 6-37: Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für

- Mopsfledermaus (B.bar) und Mückenfledermaus (P.pyg) an den Standorten F und G.
- Bild 6-38: Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für die Zwergfledermaus (P.pip) an den Standorten A bis D.
- Bild 6-39: Zeitliches Muster des beobachteten Querungsverhaltens (Überflüge und Umflüge) für die Zwergfledermaus (P.pip) an Standort F sowie für Myotis-Arten an Standort B und F.
- Bild 6-40: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zum Ort der Querung für alle Fledermäuse (Modell 1) sowie die Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 4).
- Bild 6-41: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zur Flugrichtung aller Querer (Ab-/Anflug, Modell 2) sowie für die Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 5).
- Bild 6-42: Vorhersagen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer sicheren Querung in Abhängigkeit zur Flughöhe beim Abflug (hoch/tief startend) aller Fledermäuse (Modell 3) sowie der Zwerg- und Mückenfledermaus (Modell 6).
- Bild 7-1: Schematische Darstellung der Beobachtungspositionen
- Bild 7-2: Visualisierung der Begriffsdefinitionen und Bewertung des Flugverhaltens

# Anlagen

- Anlage 1: Datenbank der recherchierten in Deutschland realisierten Überflughilfen
- Anlage 2: Netzfangprotokolle
- Anlage 3: Datentabellen
- Anlage 4: Statistische Modelle
- Anlage 5: Beispiele für Kompositbilder

Anlage 1 zum Schlussbericht:

Datenbank der recherchierten in Deutschland realisierten  
Überflughilfen

ID	strasse	projekt	gps_koordinaten_breite	gps_koordinaten_laenge	bundesland	strasstyp	anzahl_lainstreifen	art	hoehe	laenge_1	laenge_2	laenge_3	laenge_4
1	A14	A14 AS Groß Warnow-AS Kanaltät	53.203704	11.657042	Brandenburg	Autobahn	4	Zaun					
2	A14	A14 Colbitz-Dolle	52.404366	11.638138	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun					
3	A14	A14 Garlin			Brandenburg	Autobahn	4	Zaun					
4	A14	A14 Karstädt			Brandenburg	Autobahn	4	Wand					
5	A14	A14 VKE 1.2 Wolmirstedt-Colbitz	52.295216	11.627814	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	4	365			
6	A14	A14 VKE 1.2 Wolmirstedt-Colbitz	52.3052194990487	11.6296643495687	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	4	420	130		
7	A14	A14 VKE 1.3 Colbitz-Tangenhütte	52.35370754	11.60992689	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	2	125			
8	A14	A14 VKE 1.3 Colbitz-Tangenhütte	52.3444985	11.60887613	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	2	104			
9	A14	A14 VKE 1.3 Colbitz-Tangenhütte	52.362147	11.612246	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	2	120			
10	A14	A14 VKE 1.3 Colbitz-Tangenhütte	52.36741822	11.6148195	Sachsen-Anhalt	Autobahn	4	Zaun	2	480			
11	A3	A3 AD Würzburg West-AS WU-Hedingsfeld, 6-streifiger Ausbau	49.6746118908006736	9.875968571415030	Bayern	Autobahn	6	Wand	3	100			
12	A3	A3 AD Würzburg West-AS WU-Hedingsfeld, 6-streifiger Ausbau	49.74596349988500	9.91927553142932	Bayern	Autobahn	6	Wand	3	70	40		
13	A3	A3 AD Würzburg West-AS WU-Hedingsfeld, 6-streifiger Ausbau	49.753438	9.900706	Bayern	Autobahn	6	Wand	3	100			
14	A3	A3 AD Würzburg West-AS WU-Hedingsfeld, 6-streifiger Ausbau	49.857897	9.867897	Bayern	Autobahn	6	Wand	3	100			
15	A3	A3 AD Würzburg West-AS WU-Hedingsfeld, 6-streifiger Ausbau	49.748308	9.844953	Bayern	Autobahn	6	Wand	3	100			
16	A3	A3 Spessart			Bayern	Autobahn	6	Wand	3	100			
17	A30	A30 NU Bad Oeynhausen - WS 02 und WS 03	52.204384	8.749564	NRW	Autobahn	4	Zaun	4.5	140	152		
18	A30	A30 NU Bad Oeynhausen - WS 04	52.214988	8.759099	NRW	Autobahn	4	Zaun	4.5	435			
19	A30	A30 NU Bad Oeynhausen - WS 05 und WS 06	52.232324	8.736552	NRW	Autobahn	4	Zaun	4.5	75			
20	A33	A33 bei Einfeld, Abs. SB (Toppmannsbach)	51.955083	8.504167	NRW	Autobahn	4	Wand	4	235			
21	A33	A33 bei Einfeld, Abs. SB (Gruppenbach)	51.971938	8.485222	NRW	Autobahn	4	Wand	4.5	250			
22	A33/B51n	A33/B51n - Neubau von Oberbrück/Schinkel bis Oberbrück/Balm (B51 n) /OU Balm	52.316335	8.136767	Niedersachsen	Bundesstraße	4	Zaun/Wand	4	310			
23	A38	A38 Hannover-Göttingen, Bau-km 34+166 - 35+303,140 (Leinfelde-Wehr)	51.39572699	10.2985714	Thüringen	Autobahn	4	Zaun	4	1137,14	1142,07		197
24	A38	A38 Hannover-Göttingen, Bau-km 50+998, 15 - 51+229, 800 u Bau-km 51+000,225 - 51+242,268, Bau-km 51+048, 164 - 51+242, 133 (Solstedt)	51.42282718	10.52014257	Thüringen	Autobahn	4	Zaun	4	230	241,5		
25	A38	A38 Hannover-Göttingen, Bau-km 55+825 - 56+076,320 (Niedergabral)	51.42240663	10.5827473	Thüringen	Autobahn	4	Zaun	4.5	150			
26	A4	A4 AS Dören u. AS Keppen, Mezzeloch	50.851366	6.50461	NRW	Autobahn	6	Zaun/Wand	4.5	620			
27	A4	A4 AS Dören u. AS Keppen, Mezzeloch	50.881614	6.620727	NRW	Autobahn	6	Zaun/Wand	4.5	360	560		
28	A4/A1	A4 Umbau AK Köln West	50.925827	6.645225	NRW	Autobahn	4	Hecke	4	20			
29	A42	A42 Entwässerungsanierung Wanne Polder Nord			Hessen	Autobahn	4	Hecke	4	20			
30	A44	A44 Abschnitt 9 (VKE 40.1), AS Waldkappel bis AS Ringgau	9.849857	11.196732	Hessen	Autobahn	6	Zaun	4	1000			
31	A44	A44 Heschl-Lichtenau-Waldkappel	7.262323	8.739762	Hessen	Autobahn	6	Zaun/Hecke	4	140			
32	A44/B	A44 Heschl-Lichtenau-Waldkappel	51.16221	9.849857	Hessen	Autobahn	4	Wand	4	990			
33	A52/4/B8	A52/4/B8 Neubaubahn, Ausbau B288/A524	51.462837	7.262323	NRW	Autobahn	4	Zaun	4	479	270		
34	A57	A57 AK Meerbusch			NRW	Autobahn	6	Zaun	4	270			
35	A6	A6 Lgr.BW/B5-AK Fauchswangen-Cralheim, 6-streifiger Ausbau	49.400691	11.196732	Bayern	Autobahn	6	Zaun	4	1000			
36	A6	A6 Umbau AK Nürnberg-Ost	50.131776	11.196732	Bayern	Autobahn	6	Zaun/Hecke	4	140			
37	A66	A66 Riedewaldtunnel			Hessen	Autobahn	6	Wand	4	500			
38	A7	A7 Schmelen-Bordesholm (Hamburg)	51.37215823	11.27255388	Schleswig-Holstein	Autobahn	6	Wand	4	500			
39	A71	A71 Schweinfurt-Saarghausen - Bw 710710 (Kyffhäuserbach)	51.35892229	11.27193637	Thüringen	Autobahn	4	Zaun	58				
40	A71	A71 Schweinfurt-Saarghausen - Bw 710750 (Unstrut)	51.0071668	12.68339556	Thüringen	Autobahn	4	Zaun	124				
41	A72	A72 Leipzig-Chemnitz - Bw 30	51.1201205	12.68339556	Sachsen	Autobahn	4	Zaun	156	155			
42	A72	A72 Leipzig-Chemnitz - Bw 32/2 (Ossabach)	51.05923202	12.68218702	Sachsen	Autobahn	4	Zaun	107				
43	A72	A72 Leipzig-Chemnitz - Bw38 (Eisenbahnlinie)	51.0754207	12.5837961	Sachsen	Autobahn	4	Zaun	112,75	144,9			
44	A72	A72 Leipzig-Chemnitz - Bw42 UJ	48.252611	11.529642	Bayern	Bundesstraße	2	Wand	56	943	48	974	
45	A82/B471	A82 AD München-Feldmoching - B471	48.252611	11.529642	Bayern	Bundesstraße	2	Wand	56	943	48	974	
46	A82	A82 AD München-Feldmoching-AK Neudamm - Bw71/M	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	3	Wand	4	170			
47	A82	A82 AD München-Feldmoching-AK Neudamm - Bw34/S (Schleißheimer Kanal)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	3	Wand	4	170			
48	A84	A84 Dören-Heldenstein	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Zaun/Hecke	4	170			
49	A84	A84 Dören-Heldenstein (Goldackleitung)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
50	A84	A84 Dören-Heldenstein - Bw 43/72	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
51	A84	A84 Dören-Heldenstein - Bw 43/72	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
52	A84	A84 Dören-Heldenstein (Hühnerzäcker Str.)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
53	A84	A84 Dören-Heldenstein - Bw 43/81/S	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
54	A84	A84 Dören-Heldenstein - Bw 43/82/B	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
55	A84	A84 Dören-Heldenstein (Grümelbachquerung)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
56	A84	A84 Dören-Heldenstein (Rimbachquerung)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
57	A84	A84 Dören-Heldenstein (Weidenbacher Bach)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
58	A84	A84 Dören-Heldenstein (Weidenbacher Bach)	48.252611	11.529642	Bayern	Autobahn	6	Wand	4	170			
59	A89	A89 AK München Nord bis AS Haar	48.191385	11.700056	Bayern	Autobahn	8	Wand	650				
60	B101	B101 OLL Tivovw, Trebbin Nord/Kerzendorf Süd	52.255632	13.229512	Brandenburg	Bundesstraße	2	Wand	3,2	18	15		
61	B12	B12 Freyung-Ort	48.808284	13.523885	Bayern	Bundesstraße	2	Zaun/Hecke	6	245			
62	B15	B15 Westtangente Rosenheim, BA1 (Ankergraben)	47.823612	12.073922	Bayern	Bundesstraße	2	Hecke	6	40	50		
63	B16	B16 Dillingen (Querung Etau)	48.986811	10.4675	Bayern	Bundesstraße	3	Wand/Hecke	3	260			
64	B173	B173 bei Obercornersdorf - FSW 3.2-10 und FSW 3.2-11 (BW2)	50.266903	11.402782	Bayern	Bundesstraße	2	Hecke	4	800			
65	B178	B178 bei Obercornersdorf - FSW 3.2-10 und FSW 3.2-11 (BW2)	51.034908	14.687886	Sachsen	Bundesstraße	3	Wand	4	127,5	126,5		
66	B178	B178 bei Nive - FSW 3.2-16 und FSW 3.2-17 (BW11)	50.994032	14.712559	Sachsen	Bundesstraße	3	Wand	4	90	92		
67	B178	B178 bei Ruppenzorf - FSW 3.2-22 und 3.2-23	51.005213	14.684267	Sachsen	Bundesstraße	3	Zaun	4	1160	1167		
68	B178	B178 bei Ruppenzorf - ISW 3.2-12 und 3.2-13 (BW5)	51.011701	14.684921	Sachsen	Bundesstraße	3	Wand	4	88	88		
69	B178	B178 bei Ruppenzorf - ISW 3.2-18 und 3.2-19 (BW7)	51.003915	14.684414	Sachsen	Bundesstraße	2	Hecke	5	150			
70	B19	B19 Kunzebau (Gaisbach)	48.2556	9.682256	Baden-Württemberg	Bundesstraße	2	Wand/Hecke	4	230			
71	B20	B20 Umbau der Kreuzung mit der DGF 3	48.69039	12.6745	Bayern	Bundesstraße	2	Wand/Hecke	4	345	50		
72	B221n	B221n OU Wassenberg	51.087618	6.172494	NRW	Bundesstraße	2	Wand	2	350			
73	B221n	B221n OU Wassenberg	51.105413	6.208116	NRW	Bundesstraße	2	Hecke	4	80			
74	B238	B238 OU Langenholthausen Neubau	52.153212	8.966098	NRW	Bundesstraße	2	Zaun	4	80			

ID	beidseitige_hop over	errichtungsjahr	jahr_der_fertigstellung	planunterlagen	monitoring	ueberfuhrungsbauwerk	quelle	realisierung(bau)	dtv_aktuell	dtv_aktuell_jahr	dtv_quelle	strassenbreite	Ausbau_Neubau
1	beidseitig	2015	2015			Ueberfuhrungsbauwerk	LE StraBenwesen Brandenburg	ja					Neubau
2	beidseitig					nein	Leib. Sechsen-Anhalt	fraglich					Neubau
3	beidseitig					nein	LE StraBenwesen Brandenburg	fraglich					Neubau
4	beidseitig			ja		Ueberfuhrungsbauwerk	LE StraBenwesen Brandenburg	ja	8.148	2021	DNZ		Neubau
5	beidseitig	2016	2016	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	6.148	2021	DNZ		Neubau
6	beidseitig	2020	2020	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	6.370	2021	DNZ		Neubau
7	einsseitig	2020	2020	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	6.370	2021	DNZ		Neubau
8	einsseitig	2020	2020	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	6.370	2021	DNZ		Neubau
9	einsseitig	2020	2020	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	6.370	2021	DNZ		Neubau
10	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.735	2020	BAS		Ausbau
11	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.735	2020	BAS		Ausbau
12	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.735	2020	BAS		Ausbau
13	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.735	2020	BAS		Ausbau
14	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.735	2020	BAS		Ausbau
15	beidseitig	2009	2009	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	73.077	2020	BAS		Ausbau
16	beidseitig	2010	2010	ja		nein	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	30.992	2021	BAS		Neubau
17	einsseitig	2010	2010	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	30.992	2021	BAS		Neubau
18	beidseitig	2010	2010	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	30.992	2021	BAS		Neubau
19	beidseitig	2015	2015	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	54.015	2021	BAS		Neubau
20	beidseitig	2015	2015	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	54.015	2021	BAS		Neubau
21	beidseitig	2019	2019	ja	ausstehend	nein	AutobahnGmbH NL Westfalen	ja	18.745	2021	BAS	22,5	Neubau
22	beidseitig	2019	2019	ja		nein	NL SBV Niedersachsen	ja	18.745	2021	DNZ		Neubau
23	beidseitig	2006	2006	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost, Internet	ja	21.291	2021	DNZ		Neubau
24	beidseitig	2009	2009	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	20.160	2021	BAS		Neubau
25	beidseitig	2009	2009	ja		nein	AutobahnGmbH NL Ost	ja	20.160	2021	BAS		Neubau
26	beidseitig	2013	2013	ja	ja	nein	AutobahnGmbH NL Rheinland, Internet	ja	64.313	2021	BAS		Neubau/Neubau
27	beidseitig	2013	2013	ja	ja	nein	AutobahnGmbH NL Rheinland, Internet	ja	64.313	2021	BAS		Neubau/Neubau
28	einsseitig	2017	2017	ja		nein	AutobahnGmbH NL Rheinland	ja	108.950	2020	BAS		Ausbau
29	einsseitig	2017	2017	ja		nein	LE StraBenbau NRW	ja	76.605	2021	DNZ		Ausbau
30	beidseitig	2019	2019	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	HessenMobil	ja					Ausbau
31	beidseitig	2019	2019	ja		nein	Internet	ja	6.889	2021	BAS		Neubau
32	beidseitig	2019	2019	ja		nein	AutobahnGmbH NL Westfalen, Internet, LE StraBenbau NRW	ja	32.598	2021	DNZ		Neubau
33	beidseitig	2012	2012	ja		nein	AutobahnGmbH NL Rheinland	ja	25.332	2019	BAS		Ausbau/Neubau
34	beidseitig	2021	2021	ja		nein	Internet	fraglich	78.722	2021	BAS		Ausbau
35	beidseitig	2021	2021	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	45.099	2021	BAS		Ausbau
36	beidseitig	2019	2019	ja		nein	AutobahnGmbH NL Nordbayern	ja	88.638	2021	BAS		Ausbau
37	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	14.348	2021	BAS		Ausbau
38	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	64.099	2021	BAS		Ausbau
39	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Ost	ja	14.954	2021	BAS		Neubau
40	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Ost	ja	14.954	2021	BAS		Neubau
41	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Ost	ja	16.785	2021	DNZ		Neubau
42	einsseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Ost	ja	16.785	2021	DNZ		Neubau
43	einsseitig	2010	2010	ja		Ueberfuhrungsbauwerk	AutobahnGmbH NL Ost	ja	18.785	2021	DNZ		Neubau
44	beidseitig	2013	2013	ja		Gewässerunterfuhrung	AutobahnGmbH NL Ost	ja	19.785	2021	DNZ		Neubau
45	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	47.381	2021	BAS		Ausbau
46	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	47.381	2021	BAS		Ausbau
47	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	47.381	2021	BAS		Ausbau
48	beidseitig			ja		Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
49	beidseitig					Ueberfuhrungsbauwerk	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
50	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
51	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
52	beidseitig					Ueberfuhrungsbauwerk	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
53	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
54	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
55	beidseitig					Ueberfuhrungsbauwerk	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
56	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
57	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
58	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
59	beidseitig					Gewässerunterfuhrung	Autobahn GmbH NL Südbayern, Internet	ja	26.599	2021	BAS		Ausbau
60	beidseitig	2020	2020	ja		nein	Internet	ja	127.251	2017	BAS		Ausbau
61	einsseitig			ja		Ueberfuhrungsbauwerk	LE StraBenwesen Brandenburg	ja					Neubau
62	beidseitig	2016	2016	ja		Gewässerunterfuhrung	Internet	ja	4.963	2016	BAS		Ausbau
63	beidseitig	2014	2014	ja	ja	Gewässerunterfuhrung	SBA Bayern, in ternet, LAHS	ja	9.198	2021	DNZ	7,5	Neubau
64	beidseitig	2019	2021	ja	nein	Gewässerunterfuhrung	SBA Bayern, in ternet, LAHS	ja	10.437	2021	DNZ		Neubau
65	beidseitig	2019	2021	ja	nein	Gewässerunterfuhrung	SBA Bayern, in ternet, LAHS	ja	6.701	2021	DNZ		Neubau
66	beidseitig	2012	2012	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LASuV Sachsen	ja	5.181	2021	DNZ		Neubau
67	beidseitig	2012	2012	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LASuV Sachsen	ja	5.181	2021	DNZ		Neubau
68	beidseitig	2012	2012	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LASuV Sachsen	ja	5.181	2021	DNZ		Neubau
69	beidseitig	2012	2012	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LASuV Sachsen	ja	5.181	2021	DNZ		Neubau
70	beidseitig	2009	2009	nein		Gewässerunterfuhrung	VM BWL Ba-Wue, Internet	ja	14.036	2021	DNZ	11,5	Neubau
71	beidseitig	2017	2017	ja	nein	Gewässerunterfuhrung	SBA Bayern	ja	12.601	2021	DNZ	8	Neubau
72	beidseitig	2016	2016	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LE StraBenbau NRW	ja	13.006	2021	LB StraBenbau NF	8	Neubau
73	beidseitig	2016	2016	ja	nein	Ueberfuhrungsbauwerk	LE StraBenbau NRW	ja	13.006	2021	LB StraBenbau NF	7,5	Neubau
74	beidseitig	2010	2010	ja	nein	Gewässerunterfuhrung	LE StraBenbau NRW	ja	5.114	2021	DNZ	11	Neubau

ID	Bemerkungen
1	Faunaunterführung
2	Fledermauskolonieschutzläunen
3	ggf. mehrere einzelne Standorte zusammengenüsst
4	Kollisionschutzwand
5	Wegeunterführung, aber Zaun ist deutlich länger
6	früher Wegkreuzung
7	
8	
9	Grünbrücke im Umfeld
10	Grünbrücke im Umfeld
11	Feldwegunterführung, in Zusammenhang mit der Schaffung von Querungshilfen bzw. Optimierung vorhandener Querungshilfen für FM als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in der FFH-VP für das FFH-Gebiet "Guttenberger und Irenberger Wald" beschrieben, je ca. 100 m lange dauerhafte Wände in Zusammenhang mit 2 Feldweg-UF-en und 3 Kleintierdurchlässen und einer Faunadotze zur Schaffung sicherer Querungsmöglichkeiten für FM
12	Unterführung, in Zusammenhang mit der Schaffung von Querungshilfen bzw. Optimierung vorhandener Querungshilfen für FM als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in der FFH-VP für das FFH-Gebiet "Guttenberger und Irenberger Wald" beschrieben
13	Kleintierdurchlass, in Zusammenhang mit der Schaffung von Querungshilfen bzw. Optimierung vorhandener Querungshilfen für FM als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in der FFH-VP für das FFH-Gebiet "Guttenberger und Irenberger Wald" beschrieben
14	Kleintierdurchlass, in Zusammenhang mit der Schaffung von Querungshilfen bzw. Optimierung vorhandener Querungshilfen für FM als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in der FFH-VP für das FFH-Gebiet "Guttenberger und Irenberger Wald" beschrieben
15	Kleintierdurchlass, in Zusammenhang mit der Schaffung von Querungshilfen bzw. Optimierung vorhandener Querungshilfen für FM als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung in der FFH-VP für das FFH-Gebiet "Guttenberger und Irenberger Wald" beschrieben
16	Querschnitt RQ9.5 mit 6.50m Fahrbahnbreite
17	in ca. 50-100m Entfernung Brücke über Wäre
18	an einer Stelle keine Gewässerunterführung
19	Gewässerunterführung Fußergraben
20	bauliche Überflughilfe, Toppmannabach
21	bauliche Überflughilfe, Grippenabach
22	4 Fahrstreifen/22.50 m Breite zwischen den Wänden (BO 22), Monitoring in Planung für 2022, Errichtung der Überflughilfe ist im Maßnahmenblatt A4H festgelegt
23	Maschendrahtzaun, zwei Unterführungen entlang der Strecke
24	Zaun auch auf Mittelstreifen, Anschluss an große Talbrücke
25	
26	Zaun/Wand an Straße, Heckenpflanzung im Mittelstreifen, Monitoring vorhanden, Unterführung auch vorhanden
27	beidseitig der Straße Wände, im Mittelstreifen Zaun, Monitoring vorhanden, im Osten anschließend Zaun beidseitig (7,45m) bis Grünbrücke
28	einseitig entlang der Autobahn
29	temporäre Netze, später dichte Baumreihe und/oder Hecke, ca. 2017, gebaut
30	
31	Koordinaten Ungenau, Unterführungen/Grünbrücke, Monitoring etwa 2017-2025
32	im Mittelstreifen und an beiden Seiten, 51.462937, 7.262323 bis 51.464000, 7.276391, Seiten- u. Mittelstreifen, temporäre und dauerhafte Zäune, Maschenweite 2,5 cm, sollen teilweise später durch Heckenpflanzungen ersetzt werden, Errichtung -2016
33	Zäunung (Maschendraht), 7 Gehölzpflanzungen
34	
35	Ersatzleitstrukturen zur Sicherung der Unterquerbarkeit der AB durch Fledermaus, Maschendrahtzaun, temporär während der Bauzeit und bis zur Funktionsfähigkeit der Heckenpflanzung
36	Ersatzleitstruktur als Leitenechtung zur Verösserung der Unterquerung der BAB über den Katzengräbendurchlass, Bausitzgewebe mit zus. Geflecht und Windnetz bis zur Funktionsfähigkeit der Heckenpflanzung
37	Bauzeitlich Hecken
38	insg. 9 Überflughilfen (500m), genaue Infos fehlen, evtl. an Brückenbauwerken
39	Gewässer- und Wegunterführung
40	
41	Zäune schräg versetzt (Quasi einseitig)
42	ggf. mehrere einzelne Standorte zusammengenüsst, große Brücke Gewässer und Wege
43	Brücke über Eisenbahnübergang
44	ggf. mehrere einzelne Standorte zusammengenüsst, Zäune entlang Autobahn, an einer Brücke (Weg) über die Autobahn
45	Unterführung Schmelzabahn
46	Unterführung Schmelzabahn
47	Unterführung Schmelzabahn
48	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
49	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
50	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
51	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
52	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
53	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
54	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
55	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
56	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
57	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
58	Initiationsschutz/Immissionsschutzwände
59	Koordinaten ungenau, bereits Untersuchungen durchgeführt, Wände entlang der östlichen Umgehungsstraße (parallel zu A93)
60	Faunaunterführung
61	Hecken, temporärer Zaun, mit Unterführung
62	Angenbraten / Gewässerquerung Weilschuldurchlass, Höhe (5,77m), 2 Fahrspuren + Feldweg, (Straßenbreite 7,5m, Feldwegbreite 4m)
63	Gewässerquerung und Zaun darüber hinaus, 3-4m, 3m hohe Wände über Egau, entlang B16 2m hohe Wände, + Hecken 6m hoch
64	Pflanzung, Aluminiumkassatten, Plexiglaswände, bauliches, überwiegend 4 m Höhe, bauliches 2019/2020, Pflanzung, 2021
65	unten: Glasse ehem. Bahnhofs, Brücke als Wildpassage (LH >4,7m), AFB (Stand 6.11.2008) LBP-Maßnahmenblatt CEF7 (Stand 6.11.2008) (BW2 im Plan)
66	unten: Glasse ehem. Bahnhofs, Brücke als Wildpassage (LH >4,9m), AFB (Stand 6.11.2008) LBP-Maßnahmenblatt CEF7 (Stand 6.11.2008) (BWT 1 im Plan)
67	im Anschluss sind Brückenbauwerke (Zäune zwischen Brücken), AFB (Stand 6.11.2008) LBP-Maßnahmenblatt CEF8 (Stand 6.11.2008)
68	Gewässer Pezabach, AFB (Stand 6.11.2008) LBP-Maßnahmenblatt CEF7 (Stand 6.11.2008) (BW5 im Plan)
69	Gewässer Ruppertsdorfer Wasser, AFB (Stand 6.11.2008) LBP-Maßnahmenblatt CEF7 (Stand 6.11.2008) (BW7 im Plan)
70	kleiner Rohrdurchlass, Hochstämme/ Stammbüsche (Acer platanoides), noch keine Ausführungsplanung vorhanden
71	Kollisions- bzw. Spritzschutzwände, Heibuchenhecke
72	
73	Wall mit dichter Bepflanzung
74	Zäunung (Ballfangzaun), 2 x 80 m, Straßenbreite 11m inkl. Banquette



ID	bedeutsame über	errichtungsjahr	jahr der fertigstellung	planunterlagen	monitoring	ueberführungsbauwerk	quelle	realisierung(bau)	dtv_aktuell	dtv_aktuell_jahr	dtv_quelle	strassenbreite	Ausbau/Neubau
75	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Überführungsbauwerk	NLSBIV Niedersachsen	ja	10.300	2021	NLSBIV Niedersachsen	7	Neubau
76	bedeutsam	2015	2015	ja	nein	nein	SBA Bayern	ja	6.020	2021	DIVZ	6,020	Neubau
77	bedeutsam	2019	2019	ja	nein	nein	HessenMobil	ja	10.175	2021	DIVZ	10.175	Neubau
78	bedeutsam	2016	2016	ja	nein	nein	HessenMobil	ja	4.355	2021	DIVZ	4.355	Neubau
79	einseitig	2020	2021	ja	nein	Überführungsbauwerk	VM BWL Ba-Wite	ja	15.598	2021	DIVZ	15.598	Neubau
80	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Gewässerterrichtung	VM BWL Ba-Wite	ja	20.773	2021	DIVZ	20.773	Ausbau
81	bedeutsam	unbekannt	unbekannt	ja	nein	Gewässerterrichtung	HessenMobil	ja	5.974	2021	DIVZ	5.974	Neubau
82	bedeutsam	2019	2019	ja	nein	nein	VM BWL Ba-Wite	ja	18.586	2021	BASt	18.586	Neubau
83	einseitig	2019	2019	ja	nein	nein	VM BWL Ba-Wite	ja	18.586	2021	BASt	18.586	Neubau
84	einseitig	2019	2019	ja	nein	nein	VM BWL Ba-Wite	ja	18.586	2021	BASt	18.586	Neubau
85	bedeutsam	2017	2017	ja	nein	Gewässerterrichtung	VM BWL Ba-Wite	ja	11.676	2021	DIVZ	11.676	Neubau
86	bedeutsam	2020	2021	ja	nein	Überführungsbauwerk	VM BWL Ba-Wite	ja	11.442	2021	DIVZ	11.442	Neubau
87	bedeutsam	2016	2016	ja	nein	Gewässerterrichtung	VM BWL Ba-Wite	ja	16.280	2021	BASt	16.280	Neubau
88	bedeutsam	2019	2019	nein	nein	Überführungsbauwerk	VM BWL Ba-Wite, Internet	ja	16.280	2021	BASt	16.280	Neubau
89	bedeutsam	2019	2019	nein	nein	Gewässerterrichtung	VM BWL Ba-Wite, Internet	ja	33.913	2021	DIVZ	33.913	Neubau
90	bedeutsam	2009	2009	ja	nein	nein	NLSBIV Niedersachsen	ja	12.103	2021	DIVZ	12.103	Neubau
91	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Gewässerterrichtung	NLSBIV Niedersachsen	ja	18.858	2021	DIVZ	18.858	Neubau
92	bedeutsam	2010	2010	ja	nein	Überführungsbauwerk	VM BWL Ba-Wite	ja	18.858	2021	DIVZ	18.858	Neubau
93	bedeutsam	2009	2009	ja	nein	Überführungsbauwerk	VM BWL Ba-Wite	ja	7.731	2021	DIVZ	7.731	Neubau
94	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
95	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
96	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
97	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
98	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
99	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	10.656	2021	DIVZ	10.656	Neubau
100	bedeutsam	2008	2008	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	11.402	2021	BASt	11.402	Neubau
101	bedeutsam	2013	2013	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	12.746	2021	BASt	12.746	Neubau
102	einseitig/bedeutsam	2017	2017	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	9.837	2021	BASt	9.837	Neubau
103	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Überführungsbauwerk	NLSBIV Niedersachsen	ja	7.130	2021	BASt	7.130	Neubau
104	einseitig	2014	2014	ja	nein	Gewässerterrichtung	LB Straßenbau NRW	ja	4.492	2021	DIVZ	4.492	Neubau
105	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	4.492	2021	DIVZ	4.492	Neubau
106	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	24.604	2021	DIVZ	24.604	Ausbau
107	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	Überführungsbauwerk	LBb Sachsen-Anhalt	ja	3.208	2021	DIVZ	3.208	Neubau
108	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	Gewässerterrichtung	LBb Sachsen-Anhalt	ja	3.208	2021	DIVZ	3.208	Neubau
109	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	Gewässerterrichtung	LBb Sachsen-Anhalt	ja	3.208	2021	DIVZ	3.208	Neubau
110	bedeutsam	2019	2019	ja	nein	Gewässerterrichtung	LBb Sachsen-Anhalt	ja	6.880	2021	BASt	6.880	Ausbau
111	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Gewässerterrichtung	LASaV Sachsen	ja	6.890	2021	BASt	6.890	Ausbau
112	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Überführungsbauwerk	LASaV Sachsen	ja	3.150	2021	DIVZ	3.150	Neubau
113	bedeutsam	2016	2016	ja	nein	Gewässerterrichtung	Internet	fraglich	4.529	2021	DIVZ	4.529	Neubau
114	bedeutsam	2016	2016	ja	nein	Gewässerterrichtung	LB Straßenwesen Brandenburg	ja	6.500	2015	TLBV (Thüringen)	6.500	Neubau
118	bedeutsam	2019	2019	ja	ja	Gewässerterrichtung	TLBV (Thüringen)	ja	4.700	2015	VM BWL Ba-Wite	4.700	Neubau
119	bedeutsam	2019	2019	ja	ja	Gewässerterrichtung	VM BWL Ba-Wite	ja	3.300	NLSBIV Niedersachsen	NLSBIV Niedersachsen	6,85	Neubau
120	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	nein	HessenMobil	ja					Neubau
121	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	Überführungsbauwerk	HessenMobil	ja					Neubau
122	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Überführungsbauwerk	HessenMobil	ja					Neubau
123	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Überführungsbauwerk	HessenMobil	ja					Neubau
124	bedeutsam	2016	2016	ja	nein	Überführungsbauwerk	HessenMobil	ja					Neubau
125	bedeutsam	2018	2018	ja	nein	Überführungsbauwerk	LB Straßenbau NRW	ja	1.095	2015	LB Straßenbau NRW		Neubau
127	einseitig	2016	2017	ja	ja	nein	LBV SH	ja	13.492	2021	DIVZ		Ausbau
128	bedeutsam	2016	2017	ja	ja	nein	LBV SH	ja	13.492	2021	DIVZ		Ausbau
129	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	9.400	2021	LB Straßenbau NRW	7,5	Neubau
130	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	9.400	2021	LB Straßenbau NRW	7,5	Neubau
131	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	nein	LB Straßenbau NRW	ja	9.400	2021	LB Straßenbau NRW	7,5	Neubau
132	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	nein	LASaV Sachsen/Internet	ja	6.414	2015	LASaV Sachsen		Neubau
133	bedeutsam	2009	2006	nein	nein	Überführungsbauwerk	LASaV Sachsen	ja	11.801	2015	LASaV Sachsen		Neubau
134	bedeutsam	2014	2014	ja	nein	Gewässerterrichtung	LASaV Sachsen	ja	1.993		LASaV Sachsen		Neubau
135	bedeutsam	2021	2021	ja	ja	Gewässerterrichtung	SBA Kempfen, Internet, LARS Consult	ja	2.587		BASt	6,5	Neubau
136	bedeutsam	2021	2021	ja	ja	Gewässerterrichtung	Internet	ja	5.374		BASt		Neubau
137	bedeutsam	2013	2013	ja	ja	Überführungsbauwerk	Internet	fraglich	5.660		BASt		Neubau
138	bedeutsam	2020	2020	ja	ja	Gewässerterrichtung	SBA Bayern	ja	7.206		BASt	7	Neubau
139	bedeutsam	2020	2020	ja	ja	Gewässerterrichtung	SBA Bayern	ja	5.797		BASt		Neubau
140	bedeutsam	2017	2017	ja	nein	nein	SBA Bayern	ja	1.856		BASt		Neubau
141	bedeutsam	2012	2012	ja	nein	nein	SBA Bayern	ja	5.391		BASt	11	Neubau
142	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Gewässerterrichtung	HessenMobil	ja					Neubau
143	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Überführungsbauwerk	HessenMobil	ja					Neubau
144	bedeutsam	2018	2019	ja	nein	Gewässerterrichtung	SBA Bayern	ja	3.076		BASt	8	Neubau
145	einseitig	2010	2013	nein	nein	Gewässerterrichtung	SBA Bayern	ja	189	2021	DIVZ	7,5	Neubau
146	bedeutsam	2020	2021	ja	ja	Überführungsbauwerk	SBA Kempfen, Internet, LARS Consult	ja	2.987		BASt	6,5	Neubau
147	bedeutsam	2020	2021	ja	ja	Überführungsbauwerk	Internet	ja	6.370	2021	DIVZ		Neubau
148	bedeutsam	2020	2020	ja	nein	Überführungsbauwerk	Internet	ja					Neubau

ID	Bemerkungen
75	
76	temporäre Zaunung (Maschendraht), Offenland mit Heckenstrukturen
77	
78	
79	Überflughilfe aus Säuleneichen-/hainbuchen
80	Imitationsschutzwand (Holz) auf Brücke (Eisenbahn), 4 Fahrstreifen, 2 Fahrbahnen à 12 m, Gesamtbreite mit Mittelstreifen ca. 30 m
81	Imitationsschutzwand (Holz) auf Brücke (Donau), 4 Fahrstreifen, 2 Fahrbahnen à 12 m, Gesamtbreite mit Mittelstreifen ca. 30 m
82	
83	Weilbach, auf einer Länge von 60 Metern auf beiden Seiten der Brücke über den Weilbach eine Überflughilfe für Fledermäuse
84	Leitlinie Hochstämme, SQ 26
85	Leitlinie Hochstämme, SQ 26
86	Membransiegel, Gewässer Rens, SQ26
87	Gehölzplantzungen an 4 Standorten, 4-6m, Brücke über die B294, 2 Fahrstreifen, Gesamtbreite 10,50 m
88	Wand oben mit Dreiflüchler, Schwarzerh, 4m 2m
89	Isiernautsbrücke (Stahlbrücke) über BST mit Wildschutzzäunen
90	Gewässer- und Wegunterführung
91	
92	Monitoring 2021 - 2025
93	
94	Wegunterführung
95	Wegunterführung einseitig Baumreihen mit Laubs- und Obstbäumen durch Umwandlung von Ackerland, ab 2009, als CEF, Baumreihe als Leitlinie
96	Kombination Erdwall und Wildschutzzaun, 2m Erdwall, 2m Wildschutzzaun, einige Grünbocker/Durchlässe
97	Übertrag in Leiste, Insg. 350 m, AN 19, 1 Station 0-81 0 - 0-91 0, S 5, 3-reihige Bepflanzung im oberen Böschungsbereich einer Einschnittlage mit großen Gehölzen, Straßenbreite 7,24m
98	Übertrag Leiste, Insg. 200 m, AN 21, 2 Station 0-160 - 0-380, S 7, kleine Verwallung mit 3-reihiger Heckpflanzung und Hochstämmen
99	Insg. 260 m in Kombination mit Leiste, AN 21, 2 Station 0-650 - 0-800, S 8, kleine Verwallung mit 3-reihiger Heckpflanzung und Hochstämmen
100	Stahlzäun bleicht
101	Doppelabmatten auf Brücken-BW (Breite Wandflur), 2 Fahrstreifen auf B58 + 2 Wirtschaftsweg, Straßenbreite 2 x 25 m, 11,50 m B. 58 + 9,50 m Wirtschaftsweg + 4 m Straßenseitenflüchen
102	Eineihige Baumplantzungen (Säulenformen) und abschließweise Zaunelemente (Maschendraht), mind. 4 m hoch, min. 2.500 m Länge
103	min. 50 m westl. und östlich der Brücke, Brücke wird über die Straße geführt, Wände entlang Straße
104	temporärer Maschendrahtzaun (2m Höhe) bei Gehölze Funktion übernehmen
105	AN 42,6 Station 0+100 - 0+130, beidseitig S.2,3 Pflanzung von Großstäuchern, 5m über Fahrbahn, 4.164 KFZ/d, davon LKW 13%, (tags) - 25 % (nachts)
106	AN 42,6 Station 2+790 - 2+835 links, S.2,11 (neu) Zaun auf Wall, AN 42,6 Station 2+790 - 2+830 rechts, S.2,12 (neu) 1-3-reihige Hecke mit vorübergehend Zaun auf Wall, 5 m über Fahrbahn
107	Schutzflur auf dem Brückenkopf
108	Brücke Rehweg & Graben
109	Gewässer
110	Gewässer
111	Gewässer-Rohrdurchlass
112	Bahntrasse
113	
114	Überflughilfe/Kollisionsschutz, Schutzwände aus nicht transparentem Material wurden beseitigt an dem Brückenbauwerk über den Bomsdorfer Graben, installiert
118	1. Zaun, da Bepflanzung nicht funktionierte
119	RQ 9,5 (Fahrbahnbreite 10m), 2 Anlagen mit jeweils 3m Höhe (Metallitterzaun), Monitoring notwendig, sehr kleine Gewässerunterführung
120	RQ 9,5 (Fahrbahnbreite 10m), 2 Anlagen mit jeweils 3m Höhe (Metallitterzaun), Monitoring notwendig, sehr kleine Gewässerunterführung
121	Stahlnetz (Maschengeflecht), Gehölzplantzungen an 4 Standorten, Hecke 6m hoch 2016, Zaun 4m hoch, 50m lang 2019
122	Baumplantzung
123	
124	3 Hop-Over-Stellen
125	
126	Kombination aus Doppelsabmatten und Plexiglas, auf Brücken-BW (DB), 2 x 110 m, 13m (Fahrbahn, Trennstreifen, Radweg)
127	Drahtgeflechtzaun mit Stahlverkantposten (temporär) mit Anschluss an einen Lämmschutzwall als Überflughilfe, kurz unterbrochen durch Wirtschaftsweg, angrenzend an Unterführung, Bepflanzungen sollen bei Erreichen der entsprechenden Höhe die Funktionen des Zauns übernehmen, Lämmschutzwalllänge nördlich: 390m, Zaunlänge nördlich: 434m, Zaunlänge südlich: 967m, Planfeststellungsunterlagen (LBP, Maßnahmenpläne, Maßnahmenblätter), Landschaftspflegerischer Ausführungsplan, Monitoringbericht aus 2018
128	Drahtgeflechtzaun mit Stahlverkantposten (temporär) mit Anschluss an einen Lämmschutzwall als Überflughilfe, kurz unterbrochen durch Wegkreuzung, angrenzend an Unterführung, Bepflanzungen sollen bei Erreichen der entsprechenden Höhe die Funktionen des Zauns übernehmen, Lämmschutzwalllänge nördlich: 390m, Zaunlänge nördlich: 434m, Zaunlänge südlich: 967m, Planfeststellungsunterlagen (LBP, Maßnahmenpläne, Maßnahmenblätter), Landschaftspflegerischer Ausführungsplan, Monitoringbericht aus 2018
129	S 16.1, Hecke + Baumreihe, ≥ 4 m
130	S 16.2, Hecke, ≥ 4 m
131	S 16.3, Hecke, ≥ 4 m
132	Leitrichtung zu Unterführungen/Grünböcken
133	Gewässer Große Böder & Straße, i.A. zu Planunterlagen
134	Frontbach, Kollisionsschutzwände auf Frontbachtafeln, auch Gehölzplantzungen (mind. 2m)
135	Schlumpgrab
136	Querschnitt RQ9,5 mit 6,50m Fahrbahnbreite, 4,0m hohe Zäune dienen solange als Überflughilfe für Waidohreule und Fledermaus, bis die abgeplanten Bäume die hierfür erforderliche Größe haben, Monitoring (Graue Langophnen oben an Zaun) ext. weitere Stellen mit Überflughilfen, Infos fehlen
137	
138	teilweise noch nicht fertiggestellt, Brücke über Eisenbahntrasse, weitere noch nicht gebaut (u.a. Erhebung)
139	Schutzwand, Hecke, Bach (Fremschbach)
140	Heckenpflanzung (60m), Zaun/Maschendraht (60m) temporär bis Hecken wirksam, Verkehrsfrage 2020
141	Zaun/Maschendraht, Leitwand bis zur Funktionalität der angeplanten Gehölzreihe (3m)
142	Wand + Pflanzung, Brücke über den Köschinger Bach, 2RQ 11 mit 11m
143	3 Hop-Over-Stellen zusammengefasst
144	3 Hop-Over-Stellen zusammengefasst
145	Geländer/Zaun
146	
147	Querschnitt RQ9,5 mit 6,50m Fahrbahnbreite, 2 + 4,0m hohe Zäune, Monitoring (Graue Langophnen oben an Zaun)
148	früher Wegkreuzung



Anlage 2 zum Schlussbericht:  
Netzfangprotokolle

Handwritten notes and diagrams at the top of the page, including a small sketch of a field or area with numbered points (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12) and some illegible text.

**Fangbogen**

Fangstelle: Hof DWS 1

Projekt: Hof DWS

Datum: 16.08.22

Wetter: Wolke

von: 20:30 Temp.:

Bemerkung:

bis: 00:00 Temp.:

Blatt:  von

Rechtswert:  Hochwert:

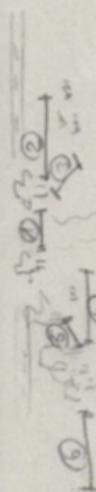
Bearbeiter: DLWator

H.S.E.G.

Nr.	Netztyp (LxH)	A	Nr.	Netztyp (LxH)	A
1	6x325		7		
2	6x325		8		
3	6x325		9		
4	6x325		10		
5	9x325		11		
6			12		

Nr	Art	Zeit	sex	Epi	UA	Gewicht	Ho	Nh	Zi	KF	SenderNr	SenderFQ	Bemerkung
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

A = Anlockgerät am Netz; Epi (Epiphysenfuge): 0 = offen, z = zu; UA (Unterarmlänge in mm); KF (Kinnfleck): 0 = fehlt, 1 = schwach, 2 = deutlich;  
 Ho (Hoden): 0 = kaum entwickelt, 1 = deutlich sichtbar; Nh (Nebenhoden) 0 = leer, 1 = schwach gefüllt, 2 = gefüllt;  
 Zi (Zitzen): 0 = kaum auffindbar, 1 = mäßig entwickelt mit umgebenden Hof, mit kurzen Haaren, 2 = gut entwickelt, mit umgebenden Hof,  
 wenig bis keine Haare, ggf. Milchreste;



**Fangbogen**

Fangstelle: *Hayawa*

Projekt: *HR, SVJ*

Wetter: *leicht bewölkt*

Datum: *11.08.22*

von: *8:30* Temp.:

bis: *00:45* Temp.:

Blatt:  von

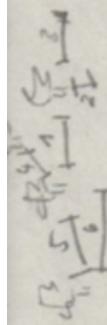
Bearbeiter: *SEUSTOR*

Rechtswert:  Hochwert:

*HR, SV, 26*

Nr	Art	Zeit	sex	Epi	UA	Gewicht	Ho	Nh	Zi	KF	SenderNr	SenderFQ	Bemerkung
1	Bb	22:02	w	0	40,4	8,6g	-	-	-	-		150,294	Netz 3
2	M.daw	22:00	m	2	39,5	7,4g	0	0	-	2		150,249	Netz 4
3	<del>M.daw</del> Mnat	22:35	w	2	40,9	8,4g	-	-	0	0		150,215	Netz 2 <i>Ring Nr: 081671 (HRZ Dresden)</i>
4	Epi	22:35	m	0	42,7	22,9g	0	0	0	0		150,155	Netz 5
5	<del>M.daw</del> Mnat	23:55	m	2	40,0	7,5g	0	0	-	1		150,200	Netz 1
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

A = Anlockgerät am Netz; Epi (Epipharynx): 0 = offen, z = zu; UA (Unterarmlänge in mm); KF (Kinnfleck): 0 = fehlt, 1 = schwach, 2 = deutlich;  
 Ho (Hoden): 0 = kaum entwickelt, 1 = deutlich sichtbar; Nh (Nebenhoden) 0 = leer, 1 = schwach gefüllt, 2 = gefüllt;  
 Zi (Zitzen): 0 = kaum auffindbar, 1 = mäßig entwickelt mit umgebenden Hof, mit kurzen Haaren, 2 = gut entwickelt, mit umgebenden Hof,  
 wenig bis keine Haare, ggf. Milchreste;

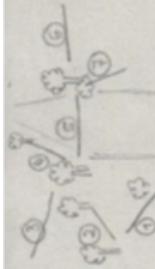


**Fangbogen**

Projekt: Hoerlitz  
 Fangstelle: Hoerlitz  
 Datum: 14.8.  
 Wetter: bewölkt, leicht windig  
 Bemerkung:  
 Temp.:  
 von: 20:30  
 bis: 00:30  
 Temp.:  
 von:  
 Blatt: 4  
 Bearbeiter: H.R. S.F. J.G.  
 Rechtswert: Hochwert:

Nr.	Art	Zeit	sex	Epi	UA	Gewicht	Ho	Nh	Zi	KF	SenderNr	SenderFQ	Bemerkung
1	P. Puff	21:35	♀	?	30,1	50g	✓	✓	0	✓	✓	✓	Netz 1
2	P. Puff	21:40	♀	?	30,6	52g	✓	✓	0	✓	✓	✓	Netz 4
3	P. Puff	21:40	?	?	?	?	✓	✓	?	✓	✓	✓	auflegen aus Netz 1
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													

A = Anlockgerät am Netz; Epi (Epiphysenfuge): 0 = offen, z = zu; UA (Unterarmlänge in mm); KF (Kinnfleck): 0 = fehlt, 1 = schwach, 2 = deutlich;  
 Ho (Hoden): 0 = kaum entwickelt, 1 = deutlich sichtbar; Nh (Neben Hoden) 0 = leer, 1 = schwach gefüllt, 2 = gefüllt;  
 Zi (Zitzen): 0 = kaum auffindbar, 1 = mäßig entwickelt mit umgebenden Hof, mit kurzen Haaren, 2 = gut entwickelt, mit umgebenden Hof, wenig bis keine Haare, ggf. Milchreste;



Fangbogen		Projekt: Hög-Oves		Nr.	Netztyp (LxH)	A	Nr.	Netztyp (LxH)	A
Fangstelle: Hög Oves		Datum:	21.08.02	1	9x2,5		7	6x0,5	
Wetter: wenig bewölkt, windstill, kühl.		von: 20:30	Temp.:	2	6x2,5		8		
Bemerkung:		bis: 01:00	Temp.:	3	9x2,5		9		
Rechtswert:		Blatt: 1. von		4	12x2,5		10		
Hochwert:		Bearbeiter:	HR, JG, SR	5	6x0,5		11		
				6	9x0,5		12		

Nr	Art	Zeit	sex	Epi	UA	Gewicht	Ho	Nh	Zi	KF	SenderNr	SenderFQ	Bemerkung
1	P. pig.	24:03	w	2	31,2	4,63	-	-	0	-			Netz 5
2	P. pig.	24:26	w	2	30,7	5,19	-	-	0	-			Netz 2
3	P. pig.	24:28	w	2	29,9	4,79	-	-	0	-			Netz 5
4	P. pig.	24:30	w	2	31,3	4,7	-	-	0	-			Netz 5
5	N. nife	22:33	m	0	54,7	10,49	1	1	-	-			Netz 4
6	P. auribus	22:39	m	2	39,8	7,99	1	1	-	-	150,114 MHz		Netz 4
7	P. aur.	22:47	m	2	38,7	7,99	1	1	-	-	150,097 MHz		Netz 4
8	P. aur.	23:24	w	2	31,2	8,25	-	-	0	-	150,284 MHz		Netz 4
9													Netz 4
10													Netz 4
11													Netz 4
12													Netz 4
13													Netz 4
14													Netz 4
15													Netz 4

A = Anlockgerät am Netz; Epi (Epiphysenfuge): 0 = offen, z = zu; UA (Unterarmlänge in mm); KF (Kinnfleck): 0 = fehlt, 1 = schwach, 2 = deutlich; Ho (Hoden): 0 = kaum entwickelt, 1 = deutlich sichtbar; Nh (Neben Hoden) 0 = leer, 1 = schwach gefüllt, 2 = gefüllt; Zi (Zitzen): 0 = kaum auffindbar, 1 = mäßig entwickelt mit umgebenden Hof, mit kurzen Haaren, 2 = gut entwickelt, mit umgebenden Hof, wenig bis keine Haare, ggf. Milchreste;

## Anlage 3 zum Schlussbericht: Datentabellen

## ***Inhalt***

### **Parallelflüge pro Art je Standort**

Tab. 1: Überblick zu den Parallelfüügen je nach Art oder Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

### **Querungsverhalten pro Art je Standort**

Tab. 2: Überblick zur Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) je nach Art und Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

### **Querungsverhalten je Systemposition**

Tab. 3: Überblick zur Anzahl an beobachteten Querungsverhalten je Systemposition.

### **Querungsverhalten pro Art je Standort beim Ab- und Anflug**

Tab. 4: Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) beim Abflug von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

Tab. 5: Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) beim Anflug an die Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

### **Flugverhalten je nach Flughöhe beim Abflug**

Tab. 6: Überblick zur Anzahl an beobachteten Flugverhalten (hoch fliegend oder absinkend) bei hoch startenden Abflügen von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

Tab. 7: Überblick zur Anzahl an beobachteten Flugverhalten (hoch fliegend oder absinkend) bei tief startenden Abflügen von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

## Parallelfüge pro Art je Standort

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten	Anzahl Parallelfüge pro Standort										Gesamt	Anteil
		A	B	C	D	E	F	G	H	I			
B.bar	Parallelflug sicher	NA	NA	NA	NA	NA	27	2	NA	NA	NA	29	7 %
	Parallelflug nicht sicher	NA	NA	NA	NA	NA	2	1	NA	NA	NA	3	
Myotis	Parallelflug sicher	NA	0	0	0	0	3	1	1	0	0	5	2 %
	Parallelflug nicht sicher	NA	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4	
Nyctaloid	Parallelflug sicher	0	0	1	0	0	3	0	1	NA	NA	5	2 %
	Parallelflug nicht sicher	0	0	1	0	0	2	3	0	NA	NA	6	
P.pip	Parallelflug sicher	18	23	107	11	0	2	1	0	1	1	163	55 %
	Parallelflug nicht sicher	3	19	53	3	0	5	0	0	0	0	83	
P.pyg	Parallelflug sicher	NA	0	1	NA	NA	88	25	NA	NA	NA	114	33 %
	Parallelflug nicht sicher	NA	0	0	NA	NA	22	13	NA	NA	NA	35	
<b>Gesamt Parallelflug sicher</b>		18	23	109	11	NA	123	29	2	1	1	<b>316</b>	
<b>Gesamt Parallelflug nicht sicher</b>		3	22	54	4	NA	31	17	0	0	0	<b>131</b>	
<b>Gesamt pro Standort</b>		21	45	163	15	NA	154	46	2	1	1	<b>447</b>	

Tab. 1: Überblick zu den Parallelfügen je nach Art oder Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde;

0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.

**Querungsverhalten pro Art je Standort**

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten	Anzahl Verhalten pro Standort									Gesamt	Anteil
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
B.bar	Überflug sicher	NA	NA	NA	NA	NA	34	16	NA	NA	50	61 %
	Überflug nicht sicher	NA	NA	NA	NA	NA	19	6	NA	NA	25	31 %
	Umflug (nicht sicher)	NA	NA	NA	NA	NA	7	0	NA	NA	7	8 %
Myotis	Überflug sicher	NA	17	7	4	2	13	10	5	2	60	79 %
	Überflug nicht sicher	NA	6	0	0	0	6	1	1	0	14	18 %
Nyctaloid	Umflug (nicht sicher)	NA	2	0	NA	NA	0	0	NA	0	2	3 %
	Überflug sicher	0	3	1	1	2	7	9	NA	NA	23	82 %
	Überflug nicht sicher	1	1	0	0	0	1	0	NA	NA	3	11 %
P.pip	Umflug (nicht sicher)	0	0	0	NA	NA	1	1	NA	NA	2	7 %
	Überflug sicher	13	39	140	67	2	21	7	6	NA	295	80 %
	Überflug nicht sicher	2	6	14	12	0	15	1	0	NA	50	14 %
	Umflug (nicht sicher)	3	7	9	NA	NA	2	1	NA	NA	22	6 %

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten	Anzahl Verhalten pro Standort									Gesamt	Anteil
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
P.pyg	Überflug sicher	NA	0	NA	NA	NA	150	111	NA	NA	261	51 %
	Überflug nicht sicher	NA	1	NA	NA	NA	150	37	NA	NA	188	36 %
	Umflug (nicht sicher)	NA	0	NA	NA	NA	53	12	NA	NA	65	13 %
<b>Gesamt Überflug sicher</b>		13	59	148	72	6	225	153	11	2	<b>689</b>	<b>65 %</b>
<b>Gesamt Überflug nicht sicher</b>		3	14	14	12	0	191	45	1	0	<b>280</b>	<b>26 %</b>
<b>Gesamt Umflug (nicht sicher)</b>		3	9	9	NA	NA	63	14	NA	0	<b>98</b>	<b>9 %</b>
<b>Gesamt pro Standort</b>		19	82	171	84	6	479	212	12	2	<b>1.067</b>	

Tab. 2: Überblick zur Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) je nach Art und Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil entweder die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde oder im Fall von „Umflug“ das Verhalten nicht erfasst werden konnte, weil keine Beprobung der Enden erfolgte (Standort D, E & H);

0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.  
Anteil = Anteil der Querungsverhalten ist je Art/Ruftypengruppe angegeben

### Querungsverhalten je Systemposition

Systemposition	Verhalten	Anzahl gesamt	Prozent
Ende→Außen	Überflug sicher	88	41,5
	Überflug nicht sicher	26	12,2
	Umflug (nicht sicher)	98	46,2
Ende→Zaun	Überflug sicher	169	70,4
	Überflug nicht sicher	71	29,6
Entlang	Überflug sicher	432	70,2
	Überflug nicht sicher	183	29,8

Tab. 3: Überblick zur Anzahl an beobachteten Querungsverhalten je Systemposition.

**Querungsverhalten pro Art je Standort beim Ab- und Anflug**

**Abflug**

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten beim Abflug	Anzahl Verhalten pro Standort										Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
B.bar	Überflug sicher	NA	NA	NA	NA	NA	19	13	NA	NA	32	
	Überflug nicht sicher	NA	NA	NA	NA	NA	10	2	NA	NA	12	
	Umflug (nicht sicher)	NA	NA	NA	NA	NA	5	0	NA	NA	5	
Myotis	Überflug sicher	NA	4	2	2	2	10	7	2	1	30	
	Überflug nicht sicher	NA	3	0	0	0	2	1	1	0	7	
	Umflug (nicht sicher)	NA	1	0	NA	NA	0	0	NA	0	1	
Nyctaloid	Überflug sicher	0	2	0	1	2	3	5	NA	NA	13	
	Überflug nicht sicher	1	1	0	0	0	0	0	NA	NA	2	
	Umflug (nicht sicher)	0	0	0	NA	NA	0	1	NA	NA	1	
P.pip	Überflug sicher	8	27	86	49	1	15	4	3	NA	193	

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten beim Abflug	Anzahl Verhalten pro Standort										Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
	Überflug nicht sicher	2	5	5	9	0	10	0	0	NA	31	
	Umflug (nicht sicher)	2	4	4	NA	NA	2	0	0	NA	12	
	Überflug sicher	NA	0	NA	NA	NA	103	80	NA	183		
P.pyg	Überflug nicht sicher	NA	1	NA	NA	NA	89	21	NA	111		
	Umflug (nicht sicher)	NA	0	NA	NA	NA	37	11	NA	48		
	<b>Gesamt Überflug sicher</b>	8	33	88	52	5	150	109	5	1	451	
	<b>Gesamt Überflug nicht sicher</b>	3	10	5	9	0	111	24	1	0	163	
	<b>Gesamt Umflug (nicht sicher)</b>	2	5	4	NA	NA	44	12	NA	0	67	
	<b>Gesamt pro Standort</b>	13	48	97	61	5	305	145	6	1	681	

Tab. 4: Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) beim Abflug von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A–I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil entweder die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde oder im Fall von „Umflug“ das Verhalten nicht erfasst werden konnte, weil keine Beprobung der Enden erfolgte (Standort D, E & H);  
0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.

Anflug

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten beim Anflug	Anzahl Verhalten pro Standort									Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
B.bar	Überflug sicher	NA	NA	NA	NA	NA	15	3	NA	NA	18
	Überflug nicht sicher	NA	NA	NA	NA	NA	9	4	NA	NA	13
	Umflug (nicht sicher)	NA	NA	NA	NA	NA	2	0	NA	NA	2
Myotis	Überflug sicher	NA	13	5	2	0	3	3	3	1	30
	Überflug nicht sicher	NA	3	0	0	0	4	0	0	0	7
	Umflug (nicht sicher)	NA	1	0	NA	NA	0	0	NA	0	1
Nyctaloid	Überflug sicher	0	1	1	0	0	4	4	NA	NA	10
	Überflug nicht sicher	0	0	0	0	0	1	0	NA	NA	1
	Umflug (nicht sicher)	0	0	0	NA	NA	1	0	NA	NA	1
P.pip	Überflug sicher	5	12	54	18	1	6	3	3	NA	102
	Überflug nicht sicher	0	1	9	3	0	5	1	0	NA	19
	Umflug (nicht sicher)	1	3	5	NA	NA	0	1	NA	NA	10

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten beim Anflug	Anzahl Verhalten pro Standort									Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
P.pyg	Überflug sicher	NA	0	NA	NA	NA	47	31	NA	NA	78
	Überflug nicht sicher	NA	0	NA	NA	NA	61	16	NA	NA	77
	Umflug (nicht sicher)	NA	0	NA	NA	NA	16	1	NA	NA	17
<b>Gesamt Überflug sicher</b>		5	26	60	20	1	75	44	6	1	238
<b>Gesamt Überflug nicht sicher</b>		0	4	9	3	0	80	21	0	0	117
<b>Gesamt Umflug (nicht sicher)</b>		1	4	5	NA	NA	19	2	NA	0	31
<b>Gesamt pro Standort</b>		6	34	74	23	1	174	67	6	1	386

Tab. 5: Überblick über die Anzahl an beobachteten Querungsverhalten (Überflug & Umflug) beim Anflug an die Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A-I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil entweder die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde oder im Fall von „Umflug“ das Verhalten nicht erfasst werden konnte, weil keine Beprobung der Enden erfolgte (Standort D, E & H);

0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.

## Flugverhalten je nach Flughöhe beim Abflug

### Hoch startende Abflüge

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten Abflüge hoch startend und ...	Anzahl pro Standort										Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
B.bar	... hoch fliegend	NA	NA	NA	NA	NA	13	8	NA	NA	21	
	... absinkend	NA	NA	NA	NA	NA	4	0	NA	NA	4	
Myotis	... hoch fliegend	NA	4	2	2	2	6	3	0	1	20	
	... absinkend	NA	2	0	0	0	0	1	0	0	3	
Nyctaloid	... hoch fliegend	0	0	0	1	2	3	3	NA	NA	9	
	... absinkend	0	1	0	0	0	0	0	NA	NA	1	
P.pip	... hoch fliegend	7	23	64	33	1	10	3	3	NA	144	
	... absinkend	2	0	3	4	0	2	0	0	NA	11	
P.pyg	... hoch fliegend	NA	0	NA	NA	NA	77	46	NA	NA	123	
	... absinkend	NA	0	NA	NA	NA	23	3	NA	NA	26	
<b>Gesamt hoch fliegend (sicher)</b>		7	27	66	36	5	109	63	3	1	317	
<b>Gesamt absinkend (nicht sicher)</b>		2	3	3	4	0	29	4	0	0	45	
<b>Gesamt</b>		9	30	69	40	5	138	67	3	1	362	

Tab. 6: Überblick zur Anzahl an beobachteten Flugverhalten (hoch fliegend oder absinkend) bei hoch startenden Abflügen von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A-I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde;

0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.

Tief startende Abflüge

Art/ Ruftypengruppe	Verhalten Abflüge tief startend und ...	Anzahl pro Standort										Gesamt
		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
B.bar	... hoch fliegend	NA	NA	NA	NA	NA	6	4	NA	NA	10	
	... absinkend	NA	NA	NA	NA	NA	6	2	NA	NA	8	
	... hoch fliegend	NA	0	0	0	0	4	3	2	0	9	
Myotis	... absinkend	NA	1	0	0	0	2	0	1	0	4	
	... hoch fliegend	0	2	0	0	0	0	2	NA	NA	4	
Nyctaloid	... absinkend	1	0	0	0	0	0	0	NA	NA	1	
	... hoch fliegend	1	4	22	16	0	5	1	0	NA	49	
	... absinkend	0	2	2	3	0	7	0	0	NA	14	
P.pip	... hoch fliegend	NA	0	NA	NA	NA	25	22	NA	NA	47	
	... absinkend	NA	1	NA	NA	NA	64	17	NA	NA	82	
	<b>Gesamt hoch fliegend (sicher)</b>	1	6	22	16	0	40	32	2	0	119	
P.pyg	<b>Gesamt absinkend (nicht sicher)</b>	1	4	2	3	0	79	19	1	0	109	
	<b>Gesamt</b>	2	10	24	19	0	119	51	3	0	228	

Tab. 7: Überblick zur Anzahl an beobachteten Flugverhalten (hoch fliegend oder absinkend) bei tief startenden Abflügen von der Überflughilfe je nach Art/Ruftypengruppe an den verschiedenen Standorten (A-I).

NA = Hier lagen keine Daten vor, weil die Art/Ruftypengruppe an diesem Standort gar nicht nachgewiesen wurde;  
 0 = Die Art/Ruftypengruppe wurde an dem Standort nachgewiesen, das jeweilige Verhalten konnte aber nicht beobachtet werden.

Anlage 4 zum Schlussbericht:  
Statistische Modelle

## ***Inhalt***

**Modell 1 (alle Arten)**

**Modell 2 (alle Arten)**

**Modell 3 (alle Arten)**

**Modell 4 (Zwergfledermaus)**

**Modell 4 (Mückenfledermaus)**

**Modell 5 (Zwergfledermaus)**

**Modell 5 (Mückenfledermaus)**

**Modell 6 (Zwergfledermaus)**

**Modell 6 (Mückenfledermaus)**

## Modell 1 (alle Arten)

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)  
Formula: querung\_sicher ~ scale(dtv) + scale(anzahl\_fahrspuren) +  
scale(laenge\_1) + scale(alter) + system\_position\_detail + (1 |  
species\_and\_species\_group) + (1 | standort.x)  
Data: model\_data1

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1226.0	1270.8	-604.0	1208.0	1058

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.9204	-1.0135	0.3835	0.6288	1.7653

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.1124	0.3352
species_and_species_group	(Intercept)	0.1281	0.3578

Number of obs: 1067, groups: standort.x, 9; species\_and\_species\_group, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	0.1255	0.2954	0.425	0.6711
scale(dtv)	0.6912	0.2991	2.311	0.0208 *
scale(anzahl_fahrspuren)	-0.5941	0.3402	-1.747	0.0807 .
scale(laenge_1)	0.4051	0.4163	0.973	0.3304
scale(alter)	-0.5236	0.3921	-1.335	0.1818
system_position_detailende_zaun	1.2157	0.2134	5.697	1.22e-08 ***
system_position_detailmitte	1.1634	0.1851	6.286	3.25e-10 ***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	scl(d)	scl(_)	sc(_1)	scl(l)	sys__
scale(dtv)	-0.176					
scl(nzhl_f)	0.170	-0.837				
scal(lng_1)	0.061	0.456	-0.644			
scale(altr)	-0.040	-0.536	0.582	-0.901		
system_pst__	-0.365	0.058	-0.069	0.056	-0.060	
system_pstn_	-0.444	-0.015	-0.040	-0.030	0.007	0.588

## Modell 2 (alle Arten):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)

Formula:  $querung\_sicher \sim scale(dtv) + scale(anzahl\_fahrspuren) + scale(laenge\_1) + scale(alter) + direction + (1 | species\_and\_species\_group) + (1 | standort.x)$

Data: Ueberflug

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
1066.5	1105.5	-525.3	1050.5	961

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.4120	-0.9184	0.3654	0.6735	1.0888

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.1399	0.3740
species_and_species_group	(Intercept)	0.1050	0.3241

Number of obs: 969, groups: standort.x, 9; species\_and\_species\_group, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	1.5070	0.2769	5.443	5.25e-08 ***
scale(dtv)	0.7075	0.3419	2.069	0.0385 *
scale(anzahl_fahrspuren)	-0.6617	0.3850	-1.718	0.0857 .
scale(laenge_1)	0.3110	0.4863	0.640	0.5225
scale(alter)	-0.4120	0.4685	-0.879	0.3792
directionVon_der_StraÙe	-0.3743	0.1564	-2.393	0.0167 *

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	scl(d)	scl(_)	sc(_1)	scl(1)
scale(dtv)	-0.184				
scl(nzhl_f)	0.147	-0.850			
scal(lng_1)	0.070	0.483	-0.646		
scale(altr)	-0.064	-0.552	0.593	-0.920	
drctnVn__SB	-0.259	-0.009	0.035	-0.036	0.027

### Modell 3 (alle Arten):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial (logit)  
Formula:  $querung\_sicher \sim scale(dtv) + scale(anzahl\_fahrspuren) + scale(laenge\_1) + scale(alter) + start\_hoehe\_fuer\_abfluege + (1 | species\_and\_species\_group) + (1 | standort.x)$   
Data: Abflug

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
551.0	586.0	-267.5	535.0	582

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.8624	-0.7153	0.2856	0.5574	1.3979

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.07325	0.2706
species_and_species_group	(Intercept)	0.11914	0.3452

Number of obs: 590, groups: standort.x, 9; species\_and\_species\_group, 5

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	2.3471	0.3074	7.636	2.24e-14
***				
scale(dtv)	0.9277	0.4184	2.217	0.0266
*				
scale(anzahl_fahrspuren)	-0.7187	0.4443	-1.618	0.1057
scale(laenge_1)	0.8156	0.5280	1.545	0.1224
scale(alter)	-1.1678	0.5091	-2.294	0.0218
*				
start_hoehe_fuer_abfluegetief_startend	-1.8389	0.2223	-8.272	< 2e-16
***				

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	scl(d)	scl(_)	sc(_1)	scl(1)
scale(dtv)	-0.115				
scl(nzhl_f)	0.073	-0.854			
scal(lng_1)	0.144	0.452	-0.639		
scale(altr)	-0.119	-0.555	0.593	-0.899	
strt_hh_f__	-0.463	0.005	0.002	-0.108	0.104

## Modell 4 (Zwergfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod']

Family: binomial ( logit )

Formula: querung\_sicher ~ system\_position\_detail + (1 | standort.x)

Data: zwerg

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
348.1	363.8	-170.1	340.1	363

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.8898	0.3460	0.3635	0.4317	1.3678

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.2561	0.5061

Number of obs: 367, groups: standort.x, 8

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	0.2058	0.3672	0.561	0.575065
system_position_detailende_zaun	1.4676	0.4274	3.434	0.000595 ***
system_position_detailmitte	1.3692	0.3660	3.741	0.000183 ***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	sys__
system_pst__	-0.529	
system_pstn_	-0.679	0.516

## Modell 4 (Mückenfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial ( logit )

Formula: quering\_sicher ~ system\_position\_detail + (1 | standort.x)

Data: muecke

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
665.5	682.5	-328.8	657.5	510

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.7134	-0.9848	0.5836	1.0015	1.8376

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.2802	0.5294

Number of obs: 514, groups: standort.x, 3

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	-0.7987	0.4300	-1.858	0.0632 .
system_position_detailende_zaun	1.2991	0.2807	4.628	3.68e-06 ***
system_position_detailmitte	1.1862	0.2429	4.883	1.05e-06 ***

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	sys__
system_pst__	-0.367	
system_pstn_	-0.409	0.626

## Modell 5 (Zwergfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial ( logit )  
Formula: querung\_sicher ~ direction + (1 | standort.x)  
Data: zwerg[zwerg\$umflug\_ueberflug == "ueberflug", ]

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
282.7	294.3	-138.4	276.7	342

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.1871	0.3138	0.3545	0.4058	0.7746

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.3843	0.6199

Number of obs: 345, groups: standort.x, 8

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	1.8615	0.3426	5.434	5.5e-08 ***
directionVon_der_Straße	-0.2440	0.3259	-0.749	0.454

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)
drctnVn__Sß	-0.376

## Modell 5 (Mückenfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial ( logit )  
Formula: querung\_sicher ~ direction + (1 | standort.x)  
Data: muecke[muecke\$umflug\_ueberflug == "ueberflug", ]

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
592.2	604.6	-293.1	586.2	446

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.8115	-1.0992	0.5520	0.9098	1.1523

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.288	0.5367

Number of obs: 449, groups: standort.x, 3

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	0.6056	0.4010	1.510	0.1310
directionVon_der_Straße	-0.4726	0.2061	-2.293	0.0218 *

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

(Intr)	
drctnVn__Sß	-0.178

## Modell 6 (Zwergfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) ['glmerMod']

Family: binomial ( logit )

Formula: querung\_sicher ~ start\_hoehe\_fuer\_abfluege + (1 | standort.x)

Data: Abflug[Abflug\$species\_and\_species\_group == "Ppip", ]

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
148.4	158.5	-71.2	142.4	215

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.6256	0.2162	0.2559	0.3995	0.8288

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.4297	0.6555

Number of obs: 218, groups: standort.x, 8

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	2.5071	0.4281	5.856	4.73e-09
***				
start_hoehe_fuer_abfluegetief_startend	-1.2279	0.4488	-2.736	0.00622
**				

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)
strt_hh_f__	-0.484

## Modell 6 (Mückenfledermaus):

Generalized linear mixed model fit by maximum likelihood (Laplace Approximation) [glmerMod]

Family: binomial ( logit )

Formula: querung\_sicher ~ start\_hoehe\_fuer\_abfluege + (1 | standort.x)

Data: Abflug[Abflug\$species\_and\_species\_group == "Ppyg", ]

AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
303.2	314.1	-148.6	297.2	275

Scaled residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.3250	-0.6272	0.3008	0.5272	1.5945

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
standort.x	(Intercept)	0.3629	0.6024

Number of obs: 278, groups: standort.x, 3

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	1.7783	0.4825	3.686	0.000228
***				
start_hoehe_fuer_abfluegetief_startend	-2.2133	0.2963	-7.470	8.02e-14
***				

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)
strt_hh_f__	-0.377

Anlage 5 zum Schlussbericht:  
Beispiele für Kompositbilder

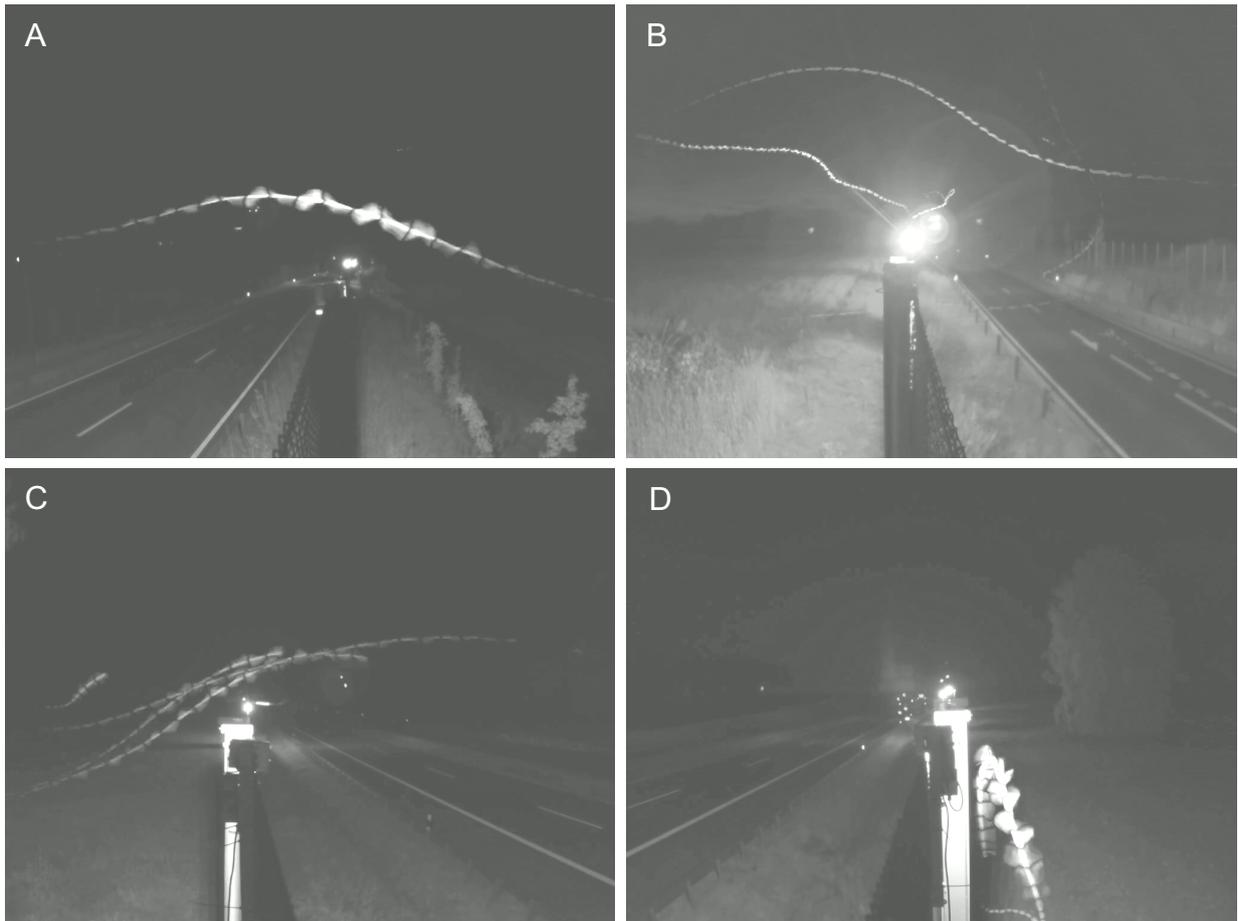


Bild 1: Beispiele für Kompositbilder

- A: sicherer Überflug einer Fledermaus
- B: sicherer Überflug einer Fledermaus und Flugbahn eines Nachtfalters
- C: Querung von vier Fledermäusen
- D: am Zaun jagende Fledermaus

# Schriftenreihe

## Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen Unterreihe „Verkehrstechnik“

### 2023

**V 370: Wissenschaftliche Begleitung des digitalen Testfelds auf der A9 zwischen München und Nürnberg**

Vierkötter, Mischnick, Spangler, Gerstenberger, Windmann, Nedkov, Emmermann, Haspel  
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 371: Begleitende Systemevaluation der Maßnahme: Sicheres Ausleiten bei BAG-Standkontrollen**

Fehn, Margreiter, Spangler, Bogenberger, Emmermann, Bengler, Vierkötter, Nedkov, Feldges, Holst

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 372: Autonome Systeme für Straßenbetriebsdienste (AETAS BAB)**

Lüpges, Kleer, Holldorb, Zielke

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 373: Modellanalyse Schadstoffimmissionen – Auswirkungen des Verkehrs auf die Luftqualität in drei Ballungsräumen**

Jakobs, Schneider, Toenges-Schuller, Düring, Hoffmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 374: Kriterien für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials für Motorradfahrer durch scharfkantige Konstruktionsteile in Fahrzeug-Rückhaltesystemen**

Kathmann, von Heel, Schimmelpfennig, Reglitz, Kammel, Goergen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 375: Virtuelle Anprallprüfungen an Fahrzeug-Rückhaltesystemen mit der Finite-Elemente-Simulation**

Fröhlich, Schwedhelm, Kübler, Balzer-Hebborn, Yu

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 376: Innovative Datenerfassung und -nutzung im Straßenbetriebsdienst**

Hess, Best, Lohmeier, Temme

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

### 2024

**V 377: Verfahren für die Bewertung des Verkehrsablaufs auf Autobahnen als Ganzjahresanalyse für unterschiedliche Randbedingungen**

Geistefeldt, Hohmann

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 378: Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit an Arbeitsstellen auf Autobahnen unter unterschiedlichen Randbedingungen**

Geistefeldt, von der Heiden, Oeser, Kemper, Diner, Baier, Klemps-Kohnen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 379: Nachhaltige Förderung des Radverkehrs im Winter durch optimierten Winterdienst (WinRad)**

Holldorb, Riel, Wiesler, Cypra, März

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 380: Maßnahmen zum Umgang mit japanischem Staudenknocherich**

Molder, Gaar, Münch, Alberternst

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 381: Akustische Wirksamkeit abknickender und gekrümmter Lärmschirme**

Lindner, Ruhnau, Schulze

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 382: Potenziale für Photovoltaik an Bundesfernstraßen**  
Ludwig, Tegeler, Schmedes, Tomhave, Hensel, Forster, Kleinhans, Heinrich, John, Schill € 19,50

**V 383: Analyse und Entwicklung leistungsfähiger Einfahrtstypen ohne Fahrstreifenaddition für Autobahnen**

Geistefeldt, Brandenburg, Sauer

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 384: Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen – Methoden zur Untersuchung und Metaanalyse**  
Maier, Leonhardt, Ehm

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 385: HBS-konforme Simulation des Verkehrsablaufs auf einbahnigen Landstraßen**

Geistefeldt, Hohmann, Finkbeiner, Sauer, Vortisch, Buck, Weyland, Weiser, Giuliani

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2025

**V 386: Pilothafte Anwendung des Bridge-WIM Verfahrens zur Ergänzung des Achslastmessstellennetzes**

Firus, Petschacher

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 387: Akustische Wirksamkeit von Vegetation**

Lindner, Schulze

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 388: Hochaufgelöste multisensorielle Verkehrsdaten in der Streckenbeeinflussung**

Schwietering, Löbbeling, Weinreis, Maier, Feldges

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 389: Lärmwetter in der Praxis – Erprobung und Weiterentwicklung der Methodik zur Anwendung meteorologischer Korrekturen auf die Schallausbreitung**

Skowronek, Liepert, Müller, Schady, Elsen

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 390: Wirkung von Fahrstreifenbegrenzungen an Einfahrten von Autobahnen auf das Fahrverhalten und auf die Verkehrssicherheit**

Geistefeldt, Sauer, Brandenburg

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 391: Erprobung psychoakustischer Parameter für innovative Lärminderungsstrategien**

Oehme, Böhm, Horn, Pourpart, Schweidler, Weinzierl, Fiebig, Schuck

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 392: Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Überflughilfen für Fledermäuse an Straßen**

Albrecht, Reers, Scharf, Grimm, Radford, Namyslo, Günther, Martin, Behr

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <https://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

---

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG

Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen

Telefon (04 21) 3 69 03 - 0 · E-Mail: [kontakt@schuenemann-verlag.de](mailto:kontakt@schuenemann-verlag.de)

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.



ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-95606-835-5  
<https://doi.org/10.60850/bericht-v392>

[www.bast.de](http://www.bast.de)