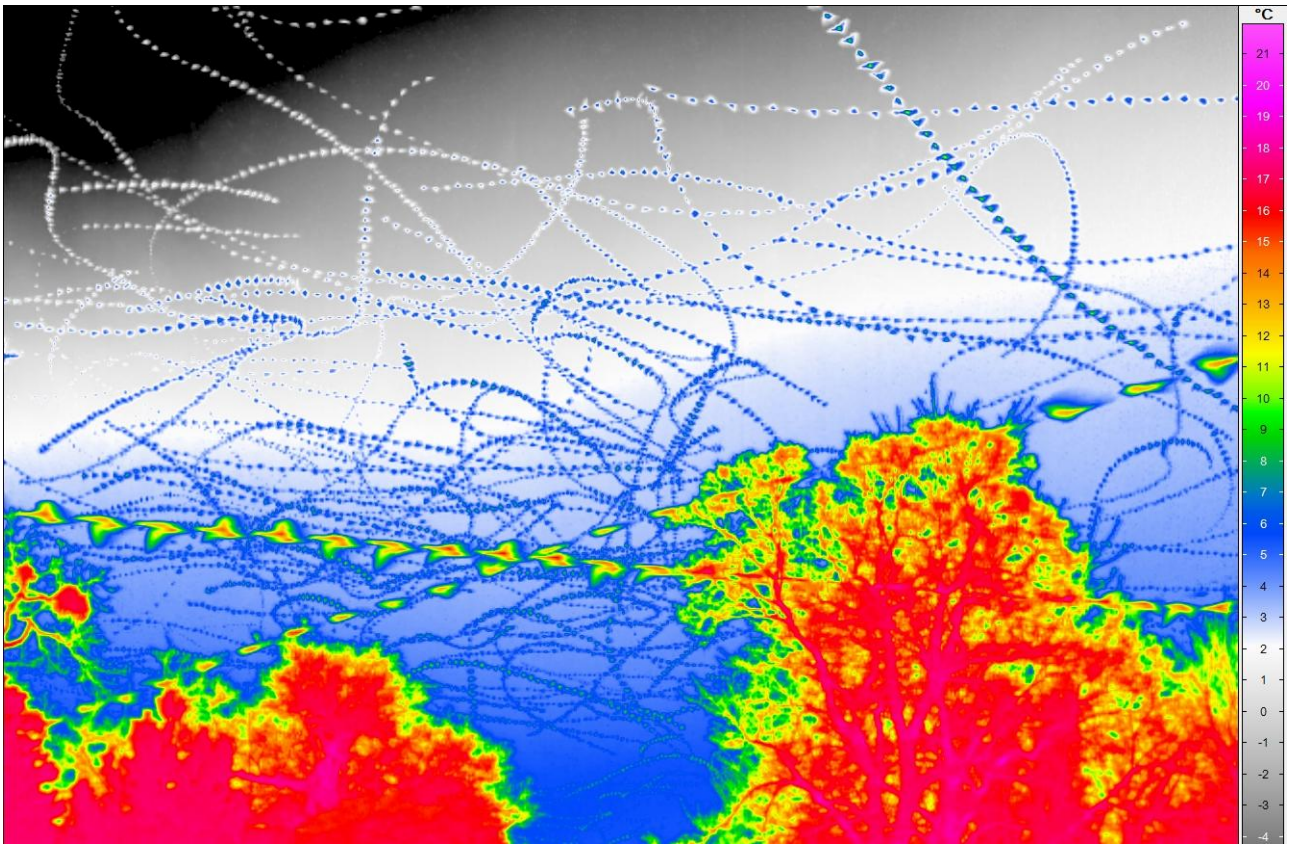
FLEDERMÄUSE UND STRASSE

Annahmewahrscheinlichkeit von Querungshilfen für Fledermäuse



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

bmvit

ENDBERICHT

VERFASSER:

LACON
Landschaftsplanung Consulting

LACON, Ransmayr, Vondruska & Wanninger OG
Techn. Büro für Landschaftsplanung – Consulting

A-1160 Wien • Hasnerstraße 123, Top 3.2.2
T +43/1/408 70 58 0 • F +45/1/408 70 58 11
office@lacon.at • www.lacon.at

Wien, im Dezember 2014

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung 5

1.1 Ausgangslage 5

1.2 Flugverhalten von Fledermäusen 6

1.3 Ziel des Projektes und Fragestellungen 8

1.4 Projektbeteiligte 9

2 Methodik 10

2.1 Standortauswahl 11

2.2 Wärmebildkamera 14

2.2.1 Geräteauswahl 14

2.2.2 InfraTec varioCAM research 674 14

2.2.3 Verwendung bei Abenderhebungen zur Fledermausaktivität 16

2.3 Aufnahme von Ultraschallrufen zur Artbestimmung 20

2.3.1 Automatische Rufaufnahme 20

2.3.2 Manuelle Rufaufnahme 21

2.4 Dämmerungsbeobachtung 23

2.5 Versuchsaufbau bei Abenderhebungen der Fledermausaktivität 24

2.6 Auswertungsmethodik 25

2.6.1 Auswertung der Rufaufnahmen 25

2.6.1.1 Rufauswertung 25

2.6.1.2 Artbestimmung und Validierung 25

2.6.1.3 Auswertungstabellen der Rufaufnahmen 30

2.6.2 Beurteilung der Fledermausaktivität eines Standortes 30

2.6.3 Auswertung der Wärmebildaufnahmen 30

2.6.4 Zusammenführen der Daten zum Identifizieren von Überflügen 31

2.6.5 Bewertung der Standorte in Bezug auf ihre Annahme als Querungshilfe 34

3 Beschreibung der gewählten Standorte 36

3.1 Referenzstandort Grünbrücke S1 – Schwechat 36

3.2 Standort Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach 38

3.3 Standort Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf 40

3.4 Standort Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau 42

3.5 Standort Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa 44

3.6 Sonderstandorte 46

3.6.1 Standort Baumreihe S1 – Schwechat 46

3.6.2 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau 47

3.6.3 Standort Maut-Gantry – S6 Natschbach 48

4 Ergebnisse im Detail 50

4.1 Legende und Abkürzungen 51

4.2 Referenzstandort Grünbrücke S1 – Schwechat 52

4.2.1 Aufnahmedatum 19. Mai 2014 52

4.2.2 Aufnahmedatum 27. Juni 2014 55

4.2.3 Zusammenfassende Betrachtung des Referenzstandortes Grünbrücke – S1 Schwechat 56

4.3 Standort Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach 57

4.3.1 Aufnahmedatum 22. Mai 2014 57

4.3.2 Aufnahmedatum 3. Juli 2014 60

4.3.3 Aufnahmedatum 20. August 2014 62

4.3.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach 62

4.4 Standort Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf 63

4.4.1 Aufnahmedatum 12. Mai 2014 63

4.4.2 Aufnahmedatum 23. Mai 2014 65

4.4.3 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf 67

4.5 Standort Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau 68

4.5.1 Aufnahmedatum 20. Mai 2014 68

4.5.2 Aufnahmedatum 1. Juli 2014 70

4.5.3 Aufnahmedatum 14. August 2014 72

4.5.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau 74

4.6 Standort Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa 75
4.6.1 Aufnahmedatum 21. Mai 2014 75
4.6.2 Aufnahmedatum 4. Juli 2014 77
4.6.3 Aufnahmedatum 19. August 2014 79
4.6.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke S5 - Utzenlaa 80
4.7 Sonderstandorte 81
4.7.1 Standort Baumreihe S1 – Schwechat – Aufnahmedatum 27. Juni 2014 81
4.7.2 Standort Baumreihe S1 – Schwechat – Aufnahmedatum 18. August 2014 83
4.7.3 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 20. Mai 2014 85
4.7.4 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 1. Juli 2014 87
4.7.5 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 14. August 2014 89
4.7.6 Standort Maut-Gantry – S6 Natschbach – Aufnahmedatum 3. Juli 2014 91
4.7.7 Zusammenfassende Betrachtung der Sonderstandorte 93
4.8 Vorkommen nicht strukturgebunden fliegender Fledermäuse und ihr Flugverhalten 94
5 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen 97
5.1 Tabellarische Übersicht über die Erhebungsergebnisse 97
5.2 Schlussfolgerungen 98
5.3 Abschließendes Resümee 103
6 Literaturverzeichnis 104
7 Abbildungsverzeichnis 106
8 Tabellenverzeichnis 110
9 Anhang 112
9.1 Erkenntnisse zur Methodik und zum Versuchsaufbau 112
9.1.1 Erhebungen 112
9.1.1.1 Fledermausaktivität 112
9.1.1.2 Automatische Rufaufnahme 112
9.1.1.3 Wärmebildkamera 113
9.1.1.4 Mensch bei der Dämmerungsbeobachtung 113
9.1.2 Auswertung der Daten 114

9.1.2.1 Zusammenführung von Rufsequenzen und Wärmebildaufnahmen 114
9.1.2.2 Erkennen von Überflügen mittels automatischer Rufaufnahme ohne Sichtnachweis 114
9.1.2.3 Quantitativ-statistische Auswertung 114
9.1.3 Schlussfolgerungen zur Methodik 115
9.2 Offene Fragen & Forschungsbedarf 116
9.2.1 Zur Fragestellung 116
9.2.1.1 Welche Rolle spielen die Niveauunterschiede von Straße, Brücke und Umgebung? 116
9.2.1.2 Wie muss die Anbindung der Brücke ans Umland und die angrenzenden Lebensräume gestaltet sein, damit sie zur Querung angenommen wird? 116
9.2.1.3 Gibt es weitere Faktoren, die die Annahme von Querungshilfen beeinflussen? 116
9.2.1.4 Gibt es Besonderheiten in der räumlichen Vernetzung der Fledermaus-Lebensräume, welche die Annahmewahrscheinlichkeit erhöhen? 116
9.2.2 Zur Methodik 117
9.2.2.1 Welche technischen Möglichkeiten gibt es zur Beobachtung von Flugverhalten in der Nacht? 117
9.2.2.2 Welche anderen Studien-Designs gibt es? 117

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Seit dem Beitritt zur EU ist Österreich zur Einhaltung des Artenschutzes gemäß der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) verpflichtet. Artikel 12 der FFH-RL sieht den landesweiten Schutz von im Anhang IV der Richtlinie genannten Tier- und Pflanzenarten vor. Darin sind u.a. alle in der EU vorkommenden Fledermausarten als geschützte Tierarten genannt. Demnach ist es erforderlich, bei Genehmigung von Infrastrukturprojekten auch den europarechtlichen Artenschutz zu berücksichtigen und somit zu gewährleisten, dass Fledermäuse von einem Infrastrukturvorhaben nicht erheblich beeinträchtigt werden (im Sinne der Verbotstatbestände nach Art. 12 der FFH-Richtlinie). Wesentliche Wirkungen von linearen Infrastrukturprojekten auf Fledermäuse sind einerseits die Zerschneidung von Lebensräumen (z. B. KERTH & MELBER 2009) und die unmittelbare Gefahr von Kollisionen der Tiere mit Fahrzeugen (z. B. LESINSKI 2007, LESINSKI et al. 2011 RUSSELL et al. 2009). Zur Hintanhaltung dieser Barriereeffekte werden im Zuge der Projektplanungen Querungshilfen für Tiere vorgesehen. Bislang werden für die Tiergruppe der Fledermäuse Wildbrücken (und Wilddurchlässe) in den für Großsäuger geeigneten Dimensionen als ausreichende Querungshilfen angesehen. Dies deshalb, weil es in der Tiergruppe der Fledermäuse Arten gibt, die eng an Leitstrukturen (das sind insbesondere Heckenzüge, Windschutzstreifen, Waldränder) zur Orientierung gebunden sind. Es wird davon ausgegangen, dass diese Arten zur gefahrlosen Querung der hochrangigen Straßen diese Gehölzstreifen über die Autobahn benötigen und daher Grünbrücken bzw. Heckenbrücken die einzige Möglichkeit einer geeigneten Querungshilfe darstellen. Diese Bauwerke sind (sehr) kostenintensiv.

Es stellt sich nun die Frage, ob nicht auch andere Strukturen (wie z.B. unbegrünte Brücken) über die Autobahn als Querungshilfe für Fledermäuse dienen oder ob tatsächlich ausschließlich Grünbrücken diese Aufgabe erfüllen können. In ersterem Fall würde der Spielraum für eingriffsmindernde Maßnahmen größer, da Wirtschaftswegbrücken und andere geeignete Strukturen in die Planung mit einbezogen werden könnten.

Die Forschungen zur Annahmewahrscheinlichkeit von straßenquerenden Strukturen als Querungshilfen sind rar und haben ihren methodischen Schwerpunkt fast ausschließlich in der akustischen Erfassung von Fledermäusen, was allerdings Überflüge nur ungenügend belegen kann, da mit der Rufaufzeichnung keine konkreten Flugwege erfasst werden.

BACH & MÜLLER-STIESS (2005) untersuchten anhand akustischer Aufnahmen die Nutzung von Grünbrücken durch Fledermäuse und verglichen diese mit einigen Standorten an Straßenbrücken. Diese Arbeit zeigte deutlich die Annahme von Grünbrücken durch Fledermäuse und wies eine – wenn auch geringere – Fledermausaktivität an Straßenbrücken auf. Die tatsächliche Bestätigung der Nutzung als Querungshilfe kann aber mangels visueller Beobachtungen nicht erbracht werden. ABBOTT et al. (2012) stellten bei ihrer

Untersuchung zur Barrierewirkung von Autobahnen in Irland fest, dass Querungen an unbegrünten Brücken zwar stattfinden, dies aber zu 50 % unter der Brücke. BERTHINUSSEN & ALTRINGHAM (2012) überprüften akustisch und visuell, ob eigens konstruierte (relativ klein dimensionierte) Querungshilfen von Fledermäusen genutzt werden und konnten keinen Effekt feststellen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die ersten beiden Untersuchungen zwar verschiedene Möglichkeiten andeuten, aber ohne visuelle Bestätigung tatsächlicher Flugrouten bleiben. Die dritte Untersuchung beleuchtet den Fall einer extrem reduzierten querenden Struktur, welche nicht mit Wirtschaftswegbrücken verglichen werden kann.

Aus Österreich liegen keine derartigen Untersuchungen vor und die Arbeit aus Deutschland ist aufgrund der fehlenden visuellen Bestätigung nur von eingeschränkter Aussagekraft.

1.2 Flugverhalten von Fledermäusen

Alle heimischen Fledermäuse ernähren sich fast ausschließlich von Insekten, welche sie im Flug erbeuten. Entsprechend dem Nahrungsspektrum und den Lebensräumen, in denen die Nahrung vorkommt, müssen die Fledermäuse bestimmte Jagdstrategien anwenden, um durch das wirkungsvolle Zusammenspiel von Echoorientierung und Flugverhalten zum Erfolg zu gelangen.

Bei den 28 in Österreich vorkommenden Fledermausarten (KFFÖ 2014) gibt es sehr unterschiedliche Ausprägungen des Jagd- bzw. Flugverhaltens. Die Bandbreite reicht von der Jagd im freien Luftraum über die Nahrungssuche dicht an der Vegetation bis zu speziellen Jagdweisen wie das Erbeuten von Laufkäfern am Boden. Während manche Fledermausarten wenig von einem gewissen Jagdstil abweichen, können andere auch in ihrem Flugverhalten sehr variabel auf unterschiedliche Nahrungsverfügbarkeit reagieren.
Der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) beispielsweise ist ein Jäger des freien Luftraumes. Im schnellen und relativ geradlinigen Flug jagt er hoch über der Vegetation oder über Gewässern nach Insekten. Seine Rufe liegen in einem sehr niederen Frequenzbereich um 20 kHz, was aufgrund der geringen atmosphärischen Abschwächung von Schall im Bereich niedrig-frequenter Rufe eine große Reichweite von über 100 Metern erlaubt. Die Kleine Hufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*) dagegen orientiert sich und jagt mit sehr hochfrequenten Rufen (110 kHz) fast immer entlang von Strukturen. Ihre Rufe werden in der Luft stark abgeschwächt, so dass ihr „Hörfeld“ auf wenige Meter beschränkt ist. Zwischen diesen beiden extremen Jagdstilen gibt es alle möglichen Abstufungen und manche Arten, wie die Mopsfledermaus (*Barbastella barbastellus*) können ihren Flugstil auch relativ flexibel anpassen.

Zudem gibt es auch Flugstrecken, an denen nicht gejagt wird, sondern die zwischen Quartier und Jagdlebensraum zurückgelegt werden. Mitunter zeigt sich auf diesen Transferstrecken ein anderes Flugverhalten als beim Jagdflug. Oft sind die Transferflüge geradliniger und schneller.

In Folge des unterschiedlichen Flugstiles der verschiedenen Fledermausarten ergeben sich differente Verhaltensweisen, wenn eine offene Fläche wie eine breite Straße zu queren ist. Die heimischen Fledermausarten werden je nach Flugstil in drei Gruppen eingeteilt, welche die stark strukturgebunden fliegenden, die bedingt strukturgebunden und die nicht strukturgebunden fliegenden Arten zusammenfassen (Tabelle 1). Diese Einteilung folgt mit kleinen Anpassungen der geläufigen Klassifizierung von BRINKMANN et al. (2012).

Artname (deutsch)	**Artname/Artengruppe (wissenschaftlich)**	**strukturgebunden fliegend**		
		ja	**bedingt**	**nicht**
Kleine Hufeisennase	*Rhinolophus hipposideros*	x		
Wasserfledermaus	*Myotis daubentonii*	x		
Große Bartfledermaus/Brandtfledermaus	*Myotis brandtii*	x		
Kleine Bartfledermaus	*Myotis mystacinus*	x		
	Myotis "bart"	x		
Nymphenfledermaus	*Myotis alcathoe*	x		
Fransenfledermaus	*Myotis nattereri*	x		
Wimperfledermaus	*Myotis emarginatus*	x		
Bechsteinfledermaus	*Myotis bechsteinii*	x		
	Myotis "klein-mittel"	x		
Braunes Langohr	*Plecotus auritus*	x		
Graues Langohr	*Plecotus austriacus*	x		
	Plecotus sp.	x		
Mausohr	*Myotis myotis*		x	
Zwergfledermaus	*Pipistrellus pipistrellus*		x	
Mückenfledermaus	*Pipistrellus pygmaeus*		x	
Rauhautfledermaus	*Pipistrellus nathusii*		x	
Weißrandfledermaus	*Pipistrellus kuhlii*		x	
	Pipistrellus kuhlii/nathusii		x	
	Pipistrellus "tief"		x	
	Pipistrelloid sp.		x	
Alpenfledermaus	*Hypsugo savii*		x	

Artname (deutsch)	Artname/Artengruppe (wissenschaftlich)	strukturgebunden fliegend		
		ja	bedingt	nicht
Breitflügelfledermaus	*Eptesicus serotinus*		x	
Mopsfledermaus	*Barbastella barbastellus*		x	
Abendsegler	*Nyctalus noctula*			x
Kleinabendsegler	*Nyctalus leisleri*			x
	Nyctalus "mittel"			x
	Nyctaloid sp.			x
Zweifarbfledermaus	*Vespertilio murinus*			x
Nordfledermaus	*Eptesicus nilssonii*			x

Tabelle 1: Strukturgebunden fliegende Fledermausarten (orange) und bedingt strukturgebunden fliegende Fledermausarten (violett) als Untersuchungsgegenstand dieser Studie – nach Brinkmann et al. (2012)

1.3 Ziel des Projektes und Fragestellungen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen daher Grundlagendaten für die Beantwortung folgender Fragen geliefert werden:

- Sind (auch) unbegrünte Brücken über hochrangige Straßen als Querungshilfe für Fledermäuse geeignet?
- Und wenn ja: werden sie im gleichen Maße wie Grünbrücken als Querungshilfe genutzt, dh. können Wirtschaftswegbrücken in gleicher Weise als Querunghilfe dienen wie Grünbrücken?

Die Datenlieferung erfolgt anhand von Beobachtungen von Fledermausüberflügen an bereits bestehenden Wirtschaftswegbrücken über hochrangige Straßen. Als Referenzfall wurde eine Grünbrücke in das Untersuchungsdesign mit aufgenommen.
Es wurden innerhalb des Jahres 2014 zu 3 Zeitpunkten (Mai, Juni/Juli, August) an 4 Wirtschaftswegbrücken und einer Grünbrücke jeweils zu den Dämmerungs- und Nachtstunden Fledermausüberflüge beobachtet und dokumentiert.

Vorliegender Bericht zeigt die Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Beobachtungen auf. Im Anhang sind weiterführende Erkenntnisse hinsichtlich Methodenwahl und weiterem Forschungsbedarf angeführt.

1.4 Projektbeteiligte

Die Fragestellung wurde von folgenden Personen bearbeitet:

Projektleitung:	DI Elisabeth RANSMAYR - Büro LACON
Landschaftsplanerische Bearbeitung:	DI Karin SCHROLL – Büro LACON
	DI Robert ZIDECK – Büro LACON
	DI Stefan MÜHLBAUER – Büro LACON

Fledermauskundliche Bearbeitung:

Ulrich HÜTTMEIR BSc – Freiberuflicher Biologe und Fledermausspezialist

Mag. Stefan WEGLEITNER – Freiberuflicher Biologe und Fledermausspezialist

Mag.a Isabel SCHMOTZER – Freiberufliche Zoologin und Fledermausspezialistin

2 METHODIK

Die Beobachtung des Flugverhaltens der nachtaktiven Fledermäuse benötigt naturgemäß technische Hilfsmittel und in der Regel sind einzelne technische Methoden nicht ausreichend, um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen. Zur Beantwortung der Fragestellung des gegenständlichen Projektes sind Informationen zur Flugbahn und zur Artzugehörigkeit der beobachteten Individuen notwendig.
Diese Daten sind nach dem derzeitigen Stand der Technik nur mit der gleichzeitigen Anwendung mehrerer Methoden zu erheben.
Zur Beobachtung der Flugbahnen in der Nacht wurde eine Wärmebildkamera verwendet (Kapitel 2.2). Ergänzend wurde in der Dämmerung auch noch eine visuelle Kontrolle vorgenommen (Kapitel 2.4). Die Artbestimmung erfolgte durch die zeitlich mit der Kamera synchronisierte Aufzeichnung von Fledermausrufen, die über den gesamten Zeitraum der einzelnen Beobachtungsabende automatisch erfolgte (Kapitel 2.3.1) und während der Dämmerungsbeobachtung durch manuelle Aufnahme (Kapitel 2.3.2) ergänzt wurde.

Neben der sorgfältigen Auswahl von Erhebungsstandorten ist die Verwendung einer geeigneten technischen Ausrüstung essentielle Voraussetzung für das Detektieren der nachtaktiven Tiere. Die Bestimmung der Fledermausart erfolgt an Hand ihrer Ortungs- oder Sozialrufe, welche entweder einer artspezifisch oder einer Artengruppe zuordenbar sind (Kapitel 2.6.1 und Kapitel 2.3). Die Rufaufnahme erfolgt mit Geräten, welche über Ultraschallmikrofone verfügen (Kapitel 2.3). Für die Beschreibung der Flugbahn stellte sich in einer ausführlichen Recherche, im Zuge derer unter anderem das Institut für Ökologie in Rostock, die Schweizer Vogelwarte und die Forschungsgemeinschaft SWILD (Zürich) konsultiert wurden, der Einsatz von Wärmebildkameras als zweckdienlich heraus. Zudem wurde die Methode bereits in Deutschland angewandt und für die Wirksamkeitskontrolle für Querungsbauwerke empfohlen (BRINKMANN et al., 2012).

Untersuchungszeitraum

Um die sich je nach Jahreszeit verändernde Aktivität der Fledermäuse berücksichtigen zu können, wurden drei Untersuchungsperioden definiert, die verschiedene saisonale Abschnitte der Fledermäuse abdecken. Im Mai ist die Zeit, wo die Weibchen trächtig sind, Juni/Juli werden die Jungtiere geboren und gesäugt und im August lösen sich die Wochenstuben auf und es beginnt der Herbstzug in die Zwischen- und Winterquartiere. In allen drei Perioden (Mai, Juni/Juli, August) wurden an allen ausgewählten Standorten (siehe Kapitel 2.1) abendliche Erhebungen durchgeführt. Durch die notwendige Reservierung der kostenintensiven Wärmebildkamera waren die fünf Aufnahmetage je Aufnahmezyklus beschränkt auf einen Zeitraum von zwei Wochen. Innerhalb dieser zwei Wochen wurden jeweils die stabilsten und wolkenlosen Tage für die Erhebungen ausgewählt.

Im Folgenden werden die methodische Herangehensweise bei der Standortauswahl erläutert, die technischen Spezifika der verwendeten Aufnahmegeräte erklärt sowie der Versuchsaufbau und die Auswertungsmethodik beschrieben.

2.1 Standortauswahl

Methodisch war es in erster Linie notwendig, potenzielle Standorte zu finden, an denen ob der naturräumlichen Voraussetzungen Fledermäuse zu erwarten waren. Der Untersuchungsraum wurde auf Grund vereinfachter Logistik auf die erweiterte Umgebung von Wien (östliches Niederösterreich, nördliches Burgenland, Nordoststeiermark) eingeschränkt. Zugleich stellen die warmen Regionen Ostösterreichs auf Grund der klimatischen Bedingungen Gebiete mit hoher Fledermausaktivität dar. Sämtliche Brücken an Autobahnen und Schnellstraßen mit mindestens vier Fahrstreifen wurden in Google Earth ausfindig gemacht und visuell analysiert. Dazu wurde die nähere Umgebung jeder Brücke hinsichtlich der Ausstattung an Habitaten und des Vorhandenseins von Leitstrukturen (Waldränder, Windschutzstreifen, Hecken), welche Fledermäusen zur Orientierung dienen, untersucht. Ziel war es, Standorte mit hoher Fledermausaktivität und gleichzeitig divergierenden, ökologischen Voraussetzungen zu finden. In einer groben Vorauswahl wurden 30 Standorte für eine ausführliche, fachliche Diskussion im Team selektiert (Abbildung 1).

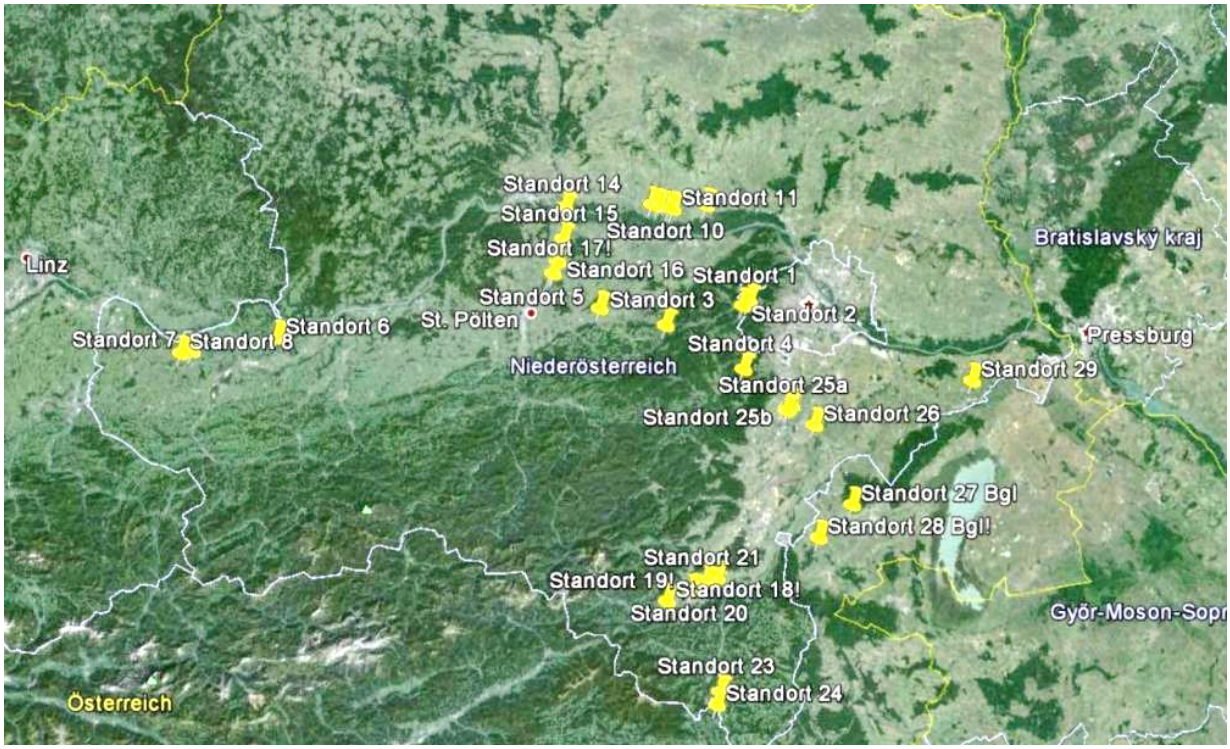


Abbildung 1: Eine Vorauswahl von 30 Standorten an Brücken über hochrangige Straßen, an denen mit hoher Fledermausaktivität zu rechnen ist

In der Standortdiskussion wurden folgende Kriterien überprüft:

- Fläche und Ausstattung der umgebenden Habitate
- Art und Ausstattung der vorhandenen Leitstrukturen
- Distanz zu Siedlungen
- Strukturierung der Landschaft
- Zufahrtsmöglichkeit für die Kartierung

Die Anwendung der beschriebenen Kriterien ergab eine Reduktion von 30 auf 15 geeignete Standorte (Abbildung 2), welche vor Ort besichtigt wurden. Standort 16 an der S33 zwischen Herzogenburg und Traismauer wurde nachträglich als ungünstig bewertet und von der Liste gestrichen. Abbildung 3 zeigt links einen Standort, welcher durch das Vorhandensein von ausgedehnten, waldreichen Strukturen und der Siedlungsnähe einen günstigen Lebensraum für Fledermäuse darstellt, wohingegen die Brückensituation auf der rechten Seite für Fledermäuse ungünstige Voraussetzungen aufweist, da der schmale Waldstreifen nach der Brücke in strukturlosem Ackerland endet.

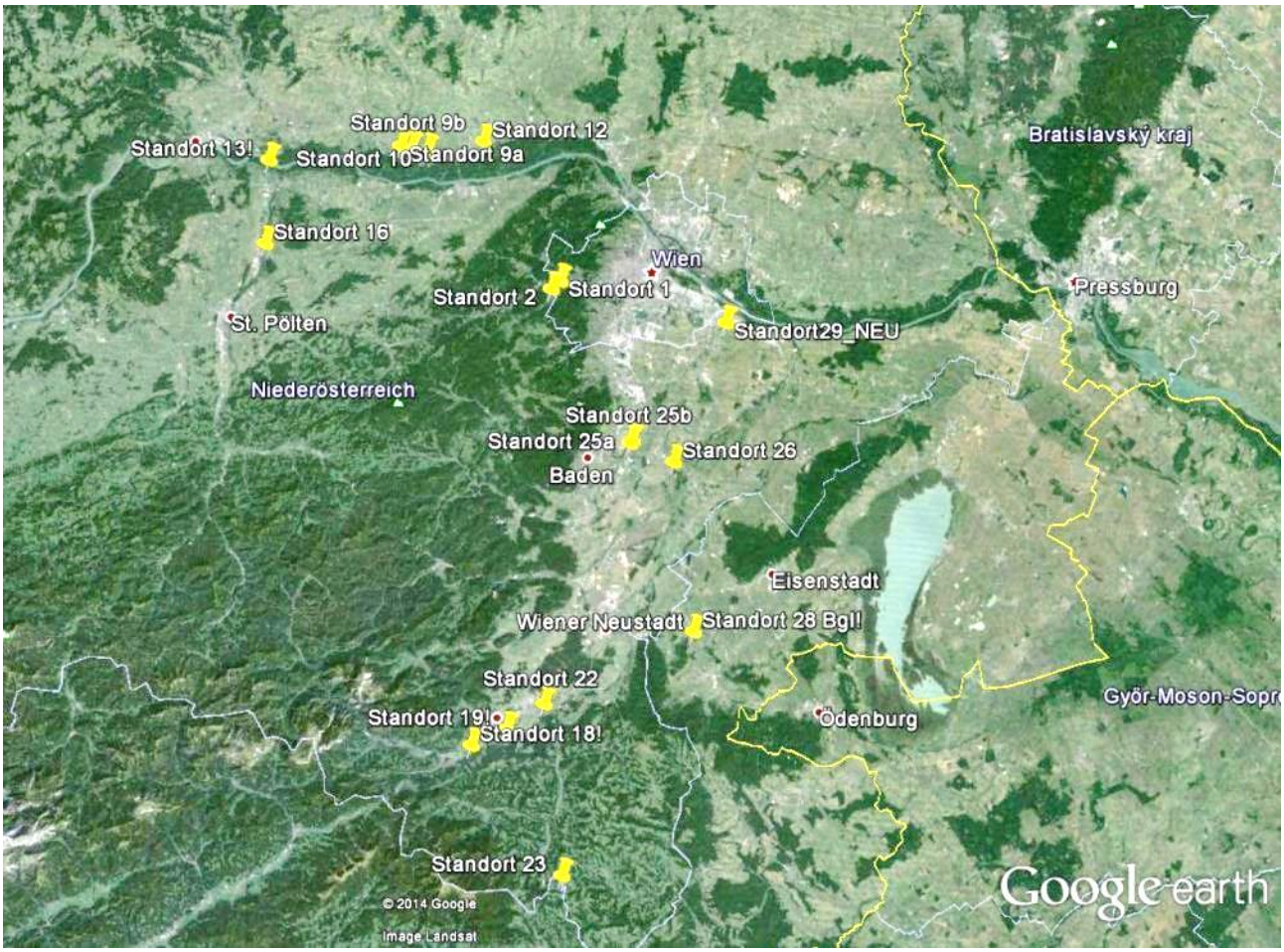


Abbildung 2: 15 Standorte wurden für eine Besichtigung vor Ort ausgewählt

Abbildung 3: Günstiger Brückenstandort für Fledermausaktivität an der S5 westlich von Stockerau (links), ungünstiger Fledermausstandort an einer Brücke entlang der S33 nördlich von Herzogenburg (rechts)

Mit Ausnahme der Standorte im Wienerwald, für welche die Aktivität von Fledermäusen bekannt war (REITER et al. in Druck), wurde an allen anderen Standorten das Artenspektrum und die Häufigkeit von Fledermäusen mittels automatischer Rufaufzeichnung der Ultraschallrufe festgestellt. Diese Erhebungen lieferten schließlich die Entscheidungsgrundlage für die Auswahl von fünf finalen Standorten, an denen die Studie durchgeführt werden sollte. Nach Auswertung der automatischen Rufaufnahme stellte sich der im Luftbild als optimal bewertete Standort 28 entlang der S4 bei Sigleß auf Grund der geringen Fledermausaktivität als wenig geeignet heraus.

Folgende 5 Standorte wurden ausgewählt:

- Referenzstandort Grünbrücke S1 (Wiener Außenring Schnellstraße) – Schwechat
- Standort S6 (Semmering Schnellstraße) – Wirtschaftswegbrücke bei Natschbach
- Standort A1 (West Autobahn) – Wirtschaftswegbrücke bei Purkersdorf
- Standort A3 (Südost Autobahn) – Wirtschaftswegbrücke bei Trumau
- Standort S5 (Stockerauer Schnellstraße) – Wirtschaftswegbrücke bei Utzenlaa

Um die Aktivität der Fledermäuse und die Nutzung dieser Brücken als Querungshilfe in Bezug zur Aktivität im Umland setzen zu können, wurden zusätzlich Sonderstandorte in die Erhebungen mit einbezogen.

- Standort Baumreihe S1 – Schwechat
- Standort Feldgehölzstreifen A3 – Trumau
- Standort Maut-Gantry S6 – Natschbach

Alle untersuchten Standorte werden im Kapitel 3 „Beschreibung der gewählten Standorte“ ausführlich erläutert.

2.2 Wärmebildkamera

2.2.1 Geräteauswahl

Wärmebildkameras werden in Europa von den drei Firmen InfraTec, FLIR und Draeger vertrieben. Auf Grund des Fokus auf medizinische Gerätschaften konnte die Firma Draeger durch das Fehlen eines geeigneten Produktes ausgeschieden werden.

Die Firmen InfraTec und FLIR vertreiben Wärmebildkameras für vorwiegend industrielle Anwendungen (Bauthermografie, Prozessoptimierung, Überwachung- und Übermittlung, Flug-Thermografie, etc.). Der Einsatz von Wärmebildkameras zur Detektion von Fledermäusen und deren Flugbahnen stellt ein Pioniergebiet in der Thermografie dar. Beide Firmen präsentierten Geräte aus ihrer Produktpalette, welche für den gewünschten Zweck als geeignet erschienen. InfraTec demonstrierte eine radiometrische Wärmebildkamera, die inklusive eines firmeneigenen Softwarepaketes verschiedenste Möglichkeiten der Aufnahmesteuerung und Analyse ermöglicht. Die Firma FLIR zeigte eine kostengünstige Variante ohne dazugehörende Funktionen für die Aufnahme, Speicherung und Datenauswertung.

Das komplementäre Zusammenspiel von Hardware und Software sowie die kompetente Betreuung der Firma begründete die Entscheidung zugunsten von InfraTec. Die Möglichkeit der Rücksprache mit der Firma zur Lösung von spontan auftretenden Problemen während der Erhebungen stellte ein wichtiges Kriterium für die Entscheidung dar.

2.2.2 InfraTec varioCAM research 674

Die Detektion von Fledermausflugbahnen stellt ein neues, nicht erprobtes Einsatzgebiet für die Verwendung von Wärmebildkameras dar. Die Firma InfraTec kann Erfahrung und Pionierarbeit in der Verwendung von Thermografie in der naturwissenschaftlichen Forschung vorweisen. So verwendete die Universität Bristol eine VarioCAM zum Aufspüren von Fledermäusen, die sich in Gebäuden zwischen Isolation und Dachziegeln eingenistet hatten. Die Firma erkannte die *VarioCAM hr research* als das geeignete Gerät für die gewünschte Aufgabenstellung. InfraTec stellte während der Erstvorstellung Ende Jänner 2014 die VarioCAM und die dazu entwickelte Software vor. Dabei wurde nicht nur über die notwendigen Komponenten und potenziellen Grenzen der Hardware (Auflösung, Radiometrie, Mobilität, etc.) debattiert, sondern auch auf die Stärken der Software zur Analyse der Daten eingegangen.

Im Zuge eines Testtages wurde im Freiland überprüft, ob sich die VarioCAM hr research für den Einsatz zur Fledermausdetektion tatsächlich eignet. Am 1. April 2014 trafen sich alle Projektbeteiligten und ein Vertreter

der Firma InfraTec im Wiener Stadtpark, um den nachtaktiven Tieren nachzuspüren. Speziell wurde mit Auflösung, Kontrast zwischen Fledermäusen und Hintergrund, Bildweite, Bildtiefe, verschiedenen Aufnahmeeinstellungen und dem Einsatz der Software zur Datenanalyse experimentiert. Das Ergebnis dieses Testabends war erstaunlich positiv: Die Fledermäuse konnten, auch wenn sie mit dem Auge nicht mehr sichtbar waren, mit einer Auflösung von 640 x 480 Pixel deutlich wahrgenommen werden. Die Aufnahme der Tiere mit zunehmender Distanz war besser möglich, als erwartet. Schwierigkeiten bei der Erfassung der Tiere bereitete vor allem ein zu warmer Hintergrund, von welchem die Tiere teilweise nicht unterscheidbar waren. Während des Testtages wurde auch festgestellt, dass die Positionierung und Ausrichtung der Kamera essentiell zur räumlichen Erfassung der Flugbahn der Tiere ist. Die ergänzende Software ermöglichte ein gezieltes Steuern und Auslösen der Kamera. Ebenso wurde eine Methode zur Visualisierung der Flugbahnen der Fledermäuse über einen gewählten Zeitraum erprobt, welche eine Effiziente Auswertung der Aufnahmen ermöglicht.

InfraTec

Abbildung 4: Verwendete Wärmebildkamera VarioCAM hr research 675 (Quelle: infratec.at)

Technische Information zur VarioCAM hr research 675

Spektralbereich	(7,5 ... 14) µm
Detektortyp, Detektorformat (Pixel)	Ungekühltes Mikrobolometer Focal Plane Array, (640 x 480 Pixel)
Temperaturmessbereich	(-40 ... 1.200) °C, optional > 2.000 °C
Messgenauigkeit	± 1 °C oder ± 1 % (modellabhängig; ausgewählte Bereiche), sonst ± 2 °C oder ± 2 %
Temperaturauflösung bei 30 °C	Besser als 0,03 K (modellabhängig); sonst besser als 0,04 K
IR-Bildfrequenz	50/60 Hz
Digitale Farb-Videokamera	1,3 Megapixel, LED-Videoleuchte, Bildmisch- und Überblendfunktion
Normalobjektiv	1.0/30 mm (30 x 23)° bei Detektor mit (640 x 480) Pixeln
Bildspeicherung	SD-Karte, FireWire (IEEE 1394) bis 50/60 Hz, interner Echtzeitspeicher
A/D-Wandlung	16 Bit
Schnittstellen	PAL/NTSC-FBAS, S-Video, RS232, FireWire (IEEE 1394), WLAN
Stromversorgung	Handelsüblicher Lithium-Ionen-Akku (schnellladefähig, mit Statusanzeige)
Laser	Halbleiterlaser rot, Laserschutzklasse 2
Arbeitstemperaturbereich, Schutzgrad	(-15 ... 50) °C, IP54

2.2.3 Verwendung bei Abenderhebungen zur Fledermausaktivität

Die Wärmebildkamera wurde über einen Laptop mittels der zugehörigen Sofware IRBIS3plus gesteuert (siehe Abbildung 5). Auf dem Laptop, der über ein Kabel mit Firewire-Anschluss mit der Kamera verbunden war, wurden die Wärmebildaufnahmen gespeichert. Um mehrere Stunden aufnehmen zu können, war eine externe Stromversorgung für Laptop und Kamera notwendig. Dafür wurden 12V-Autobatterien verwendet.

Abbildung 5: Steuerung der Wärmebildkamera über den Laptop und die Software IRBIS3Plus

Um zu aussagekräftigen Daten zu gelangen, war es notwendig, einen geeigneten Bildschirmausschnitt und die richtige Entfernung zu finden, welche Rückschlüsse auf die Querung von Fledermäusen erlauben. Die Körpertemperatur von Fledermäusen liegt zwischen 35 °C und 38 °C. Je größer der Abstand zwischen Wärmebildkamera und Brücke, desto zuverlässiger erkennt man, ob tatsächlich eine Querung der Fledermaus vorliegt. Allerdings sinkt durch die Entfernung zur Brücke auch die Erkennbarkeit der Fledermaus am Wärmebild. Abbildung 6 zeigt ein Beispielwärmebild aus etwa 30 Meter Entfernung zur Brücke. Der klare Himmel hat hier eine Hintergrundtemperatur unter dem Gefrierpunkt. Auch die Fledermaus erscheint nicht wärmer als 0 °C. Die Auflösung der Wärmebildkamera liegt bei 640 x 480 Pixeln. Bei einer Entfernung von 30 m zur Brücke bildet ein Pixel etwa 2,5 x 2,5 cm der Wirklichkeit ab. Bei einer Rumpfgröße von durchschnittlich etwa 6 cm und der Bewegung der Fledermaus ‚verschmilzt' die Fledermaus mit der Umgebung. Dies stellt auch insofern eine Schwierigkeit dar, da Fledermäuse, die vor Strukturen wie Bauwerken oder Pflanzen fliegen, schwer erkennbar sind.

In Abbildung 6 ist ersichtlich, dass die Brücke eine Temperatur von etwa 22 °C aufweist, die Bäume links im Bild und das Brückengeländer etwa 15 °C. Durch den geringeren Unterschied zur Körpertemperatur der Fledermaus wäre sie im Flug vor diesen Strukturen nicht sichtbar. Deshalb ist die Wahl des Bildausschnittes gegen den Himmel vorteilhaft.

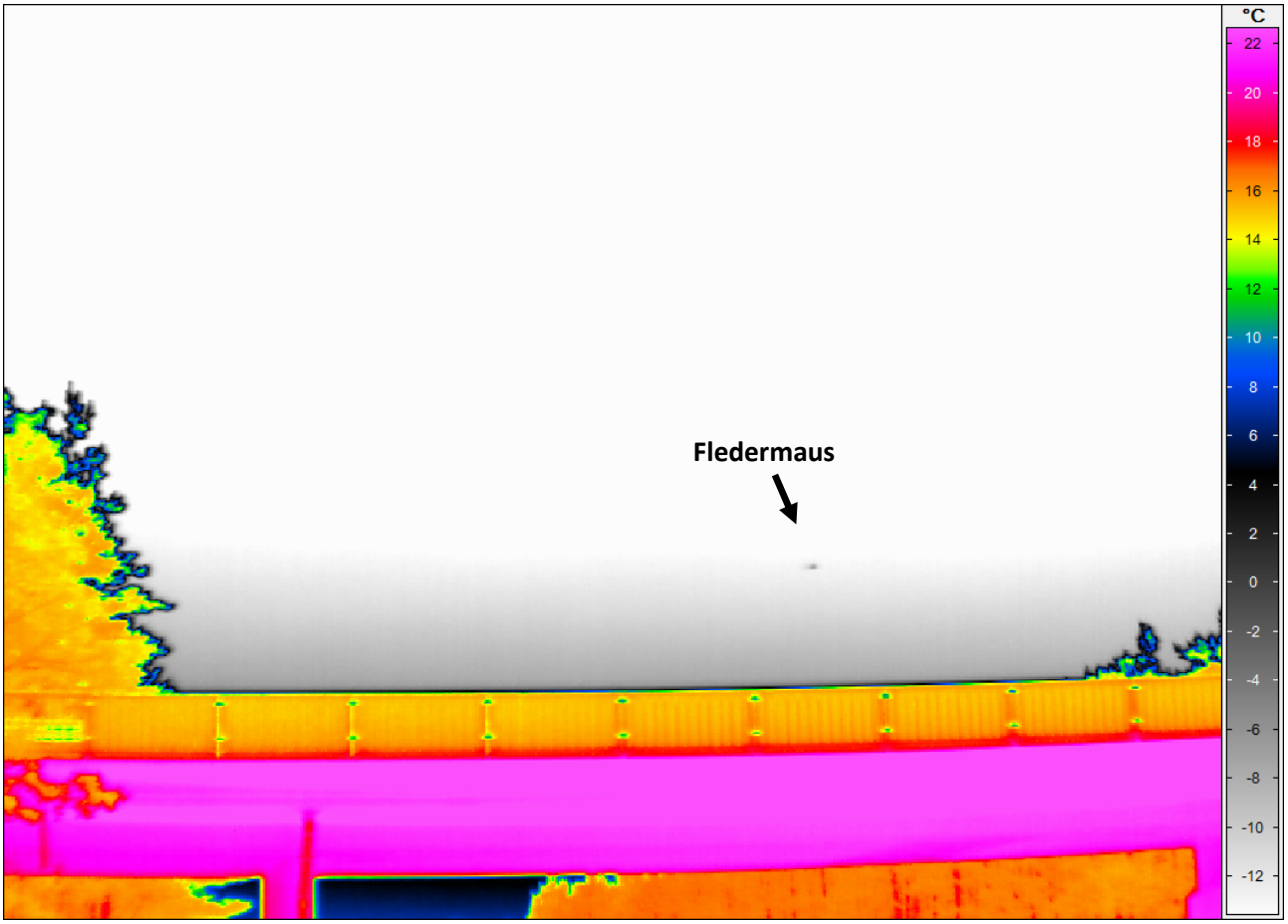


Abbildung 6: Beispielwärmebild bei klarem Himmel mit einer Fledermaus auf dem Weg über die Brücke

Im Zuge der Aufnahmen hat sich herausgestellt, dass eine Entfernung von etwa 30 m zur Brücke mit einem Blick normal (90 Grad) auf die Brücke am besten geeignet ist, um Überflüge zu erkennen. Dabei deckt der Bildabschnitt etwa die Hälfte der Brücke ab.

Für die Erkennbarkeit von Fledermausflugrouten war ein klarer Abendhimmel notwendig. Abbildung 7 zeigt ein Wärmebild mit starker Bewölkung. Fledermäuse, die nahe der Brücke fliegen, würde man vor diesem warmen Himmel mit einer Temperatur von 12 °C nicht oder nur sehr schwer erkennen. Aus diesem Grund war die Auswahl der Aufnahmeabende sehr stark von der Wettervorhersage abhängig.

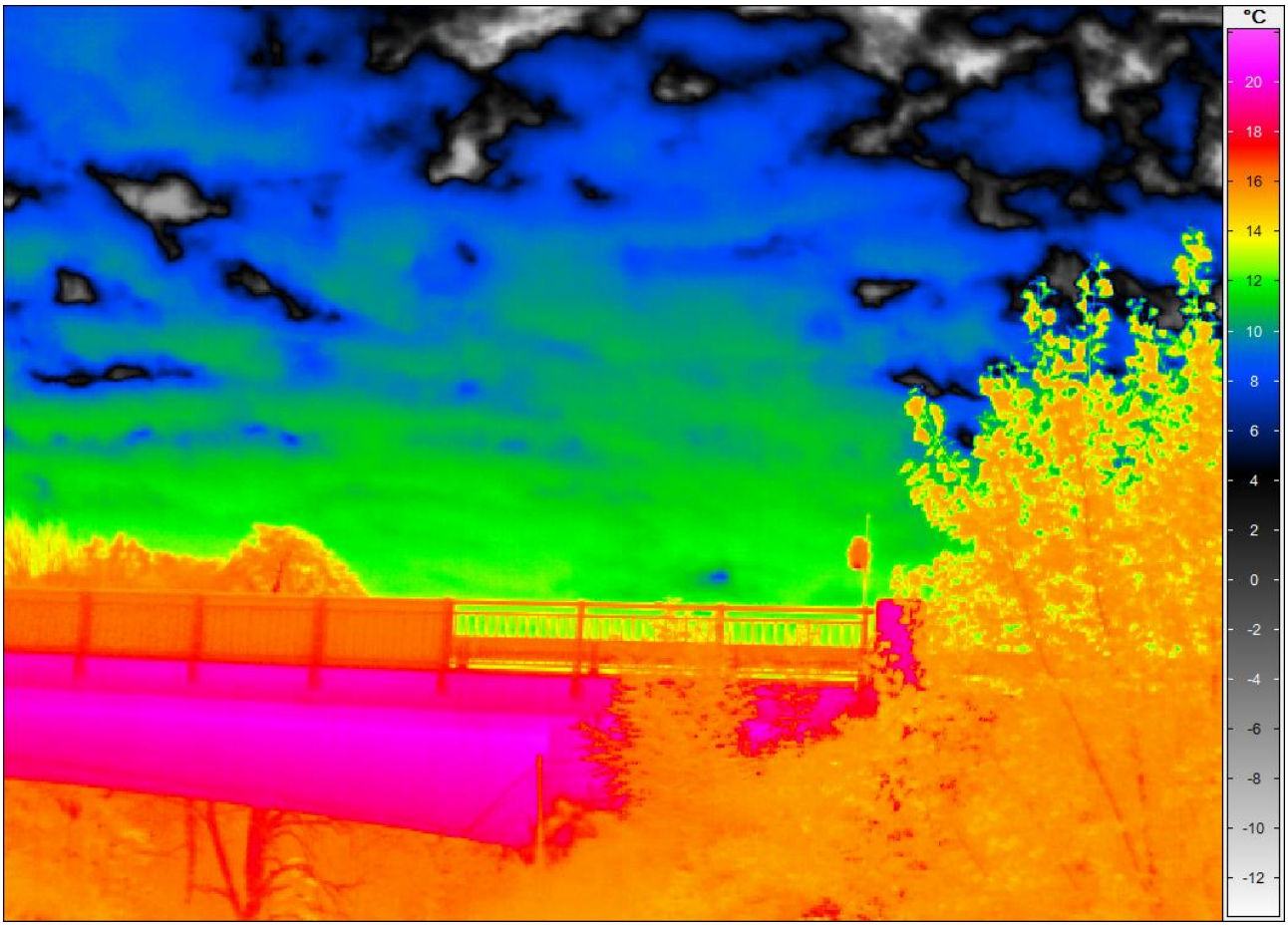


Abbildung 7: Wärmebild bei bewölktem Himmel

Bei einer Aufnahmerate von 25 Bildern pro Minute mit einer Dateigröße von jeweils 600 KB werden sehr schnell große Datenmengen erreicht. Um gezielte Aufnahmen zu ermöglichen und Datenkapazität zu sparen, wurde bei geeigneten Bedingungen automatisiert mit Triggersteuerung aufgenommen. Dabei wird nicht den ganzen Abend durchgehend ein Wärmebildvideo aufgezeichnet, sondern die Aufnahme startet gezielt nur, wenn sich die Maximaltemperatur innerhalb eines definierten Messfeldes verändert. Diese Aufnahmemodalität ist nur bei klarem Himmel, also gleichmäßig kaltem Hintergrund möglich. Abbildung 8 zeigt beispielhaft ein definiertes Messfeld mit einer Maximaltemperatur von -11,98 °C. Durch das Queren einer Fledermaus würde die Maximaltemperatur im Messfeld ansteigen und eine Aufnahme auslösen.

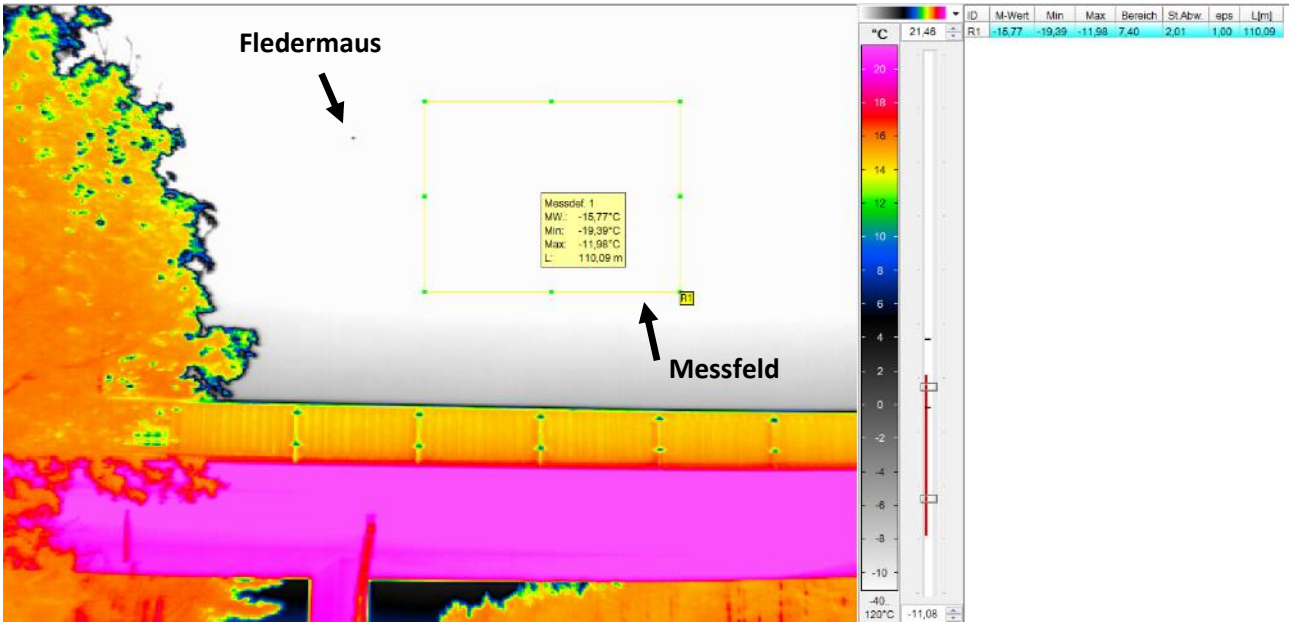


Abbildung 8: Messfeld zur gezielten, triggergesteuerten Aufnahme

Es kommt auch vor, dass eine Fledermaus zwar am Wärmebild noch leicht erkennbar ist, aber keine Aufnahme ausgelöst wird. Aus diesem Grund und wegen der Bewölkung an manchen Aufnahmetagen (v.a. im August) wurde im Laufe der Untersuchung die Daueraufnahme gegenüber der Triggersteuerung bevorzugt.

2.3 Aufnahme von Ultraschallrufen zur Artbestimmung

Die Aufnahme von Fledermausrufen ist ein passives Verfahren und der Aufnahmeerfolg somit weitgehend von Rufsequenz und Ruflautstärke der verschiedenen Arten abhängig. Die atmosphärische Abschwächung des Schalls ist von dessen Frequenz in der Weise abhängig, dass hohe Frequenzen schneller absorbiert werden als niedrige Frequenzen. Das hat unmittelbare Auswirkungen auf die Entfernungen, aus denen die Rufe der Individuen verschiedener Fledermausarten (mit unterschiedlichen Ruffrequenzen) noch aufgenommen werden können.

SKIBA (2009) hat eine Abschätzung der Hörweite von Ultraschallrufen verschiedener Fledermausarten vorgenommen, welche in Auszügen in Tabelle 2 wiedergegeben ist.

Artname (deutsch)	Artname (wissenschaftlich)	Kürzel	Hauptfrequenz der Rufe [kHz]	Geschätzte Hörweite [m]	Anmerkung
Kleine Hufeisennase	*Rhinolophus hipposideros*		108-114	6	
Bartfledermaus	*Myotis ‚bart'*	Mbart	40-55	20-30	
Fransenfledermaus	*Myotis natteri*	Mnat	32-48	20-30	
Braunes Langohr	*Plecotus auritus*		25-35	3-7	Sehr leise Rufe, viel geringere Reichweite als Graues Langohr
Breitflügelfledermaus	*Eptesicus serotinus*	Eser	24.27	70-90	
Mückenfledermaus	*Pipistrellus pygmaeus*	Ppyg	52-57	ca. 30	Zwillingsart Zwergfledermaus mit höherer Hörweite
Mopsfledermaus	*Barbastella barbastellus*	Bbar	31-33 und 40-43	30-40	Höhere Rufe haben geringere Reichweite
Abendsegler	*Nyctalus noctula*	Nnoc	18-26	120-150	

Tabelle 2: Beispiele der Hörweiten von Rufen verschiedener Fledermausarten in Meter (nach SKIBA 2009)

2.3.1 Automatische Rufaufnahme

Zur automatischen Rufaufzeichnung wurden die sogenannten Batcorder des deutschen Herstellers ecoObs Gmbh (Nürnberg) verwendet. Der Batcorder ist mit einem Ultraschallmikrofon ausgestattet und nimmt die Fledermausrufe auf eine Speicherkarte auf. Durch einen Algorithmus kann der Batcorder Fledermausrufe nahezu in Echtzeit von anderen Ultraschallquellen unterscheiden, so dass Störgeräusche nur selten eine Aufnahme auslösen. Durch die Verwendung kalibrierter Mikrofone sind die Aufnahmen verschiedener Geräte unabhängig von der Gerätegeneration untereinander vergleichbar. Beim Einsatz der Batcorder wurden die Standardeinstellungen verwendet: Quality = 20, 400 ms post trigger, -27 dB threshold level, crit.freq. 16 kHz.

Die Batcorder wurden einerseits in der Basisvariante (siehe Abbildung 9 links) und mit der so genannten Waldbox-Erweiterung (ecoObs GmbH, Nürnberg) verwendet. In der Basisvariante erfolgen die Aufnahmen über ein Elektret-Mikrofon, welches eine hohe Omnidirektionalität besitzt. Bei der Waldbox-Erweiterung (Abbildung 9 rechts) wird ein Grenzflächen-Mikrofon verwendet, das eine höhere Richtungsempfindlichkeit aufweist.

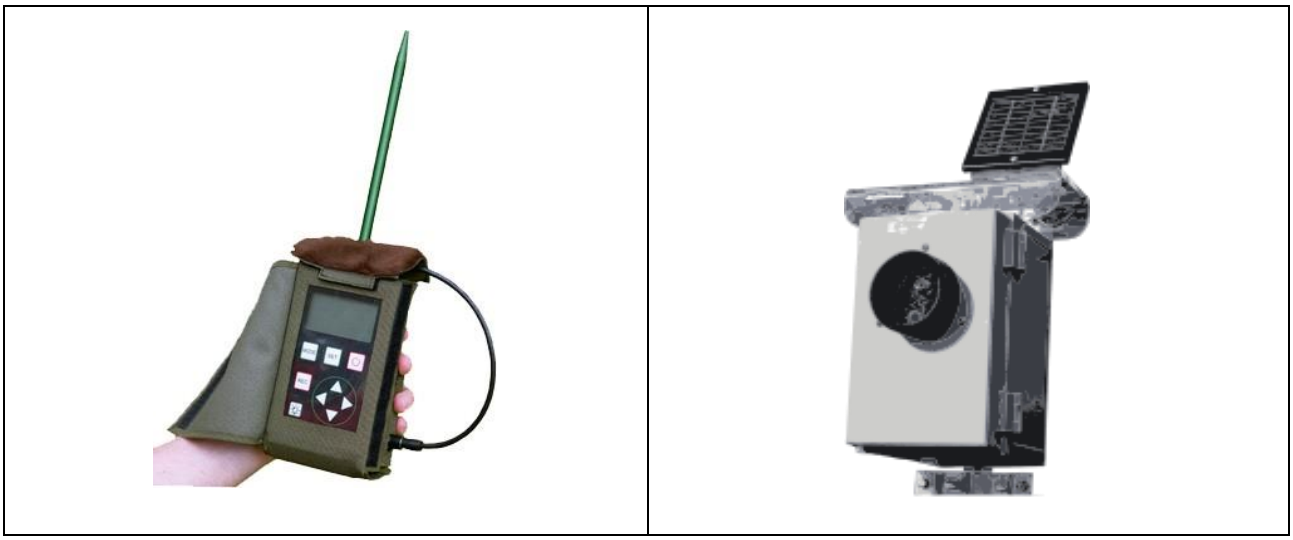


Abbildung 9: Batcorder zur Aufnahme der Ultraschallrufe von Fledermäusen (links) und Waldbox-Erweiterung des Batcorders mit Grenzflächenmikrofon und optionalem Solarpaneel (rechts). Quelle: www.ecoobs.de

Neben den Rufsequenzen wird auch der Zeitpunkt der Aufnahme gespeichert. Um die spätere Kombination mit den Wärmebildaufnahmen gewährleisten können, wurden die Uhren aller Geräte mit der Uhr jenes Computers synchronisiert, der die Kameradaten aufzeichnete. Der manuelle Abgleich mit einer geschätzten Genauigkeit < 0,5 Sekunden wurde für ausreichend befunden.

2.3.2 Manuelle Rufaufnahme

Die manuelle Aufnahme von Fledermausrufen erfolgte mit den Ultraschalldetektoren Pettersson D240x und Pettersson D1000x (Abbildung 10) der Firma Pettersson Elektronik AB (Uppsala, Schweden).

Beim Pettersson D240x handelt es sich um einen Zeitdehnungsdetektor, bei dem die Aufnahme manuell ausgelöst wird. Die letzten 1,7 Sekunden des eingehenden Signals werden permanent aufgenommen (und wieder überspielt), bis durch das manuelle Auslösen dieses aufgenommene Signal zehnfach verlangsamt wiedergegeben wird. Das zehnfach verlangsamte Signal wird über einen Audio-Ausgang des Detektors mit einem Aufnahmegerät (in diesem Fall „Zoom H2“) aufgenommen. Die Aufnahmen werden unkomprimiert und als „wave“-Datei auf einer SD-Karte gespeichert. Um den Zeitpunkt einer Aufnahme bestimmen zu

können, erhält die Bedienungsperson ein über die Mischer-Funktion des Detektors erstelltes Echtzeit-Signal im Kopfhörer.

Ebenso wird beim Pettersson D1000x ein Echtzeit-Signal über eine Mischer-Funktion erstellt, welches eine Bestimmung des Aufnahme-Zeitpunktes erlaubt. Bei diesem Gerät erfolgt die Aufnahme jedoch direkt auf eine Speicherkarte und die Wiedergabe des zehnfach verlangsamten Signals entfällt.

Abbildung 10: Ausrüstung zur Aufnahme von Fledermausrufen: Ultraschalldetektor „Pettersson D240x“ und Aufnahmegerät „Zoom H2“ (links) bzw. Ultraschalldetektor „Pettersson D1000x“ (rechts).

2.4 Dämmerungsbeobachtung

Ergänzend zur Messung mit der Wärmebildkamera und der automatischen Rufaufzeichnung wurde in der Dämmerung (so lange es die Lichtverhältnisse erlaubten) der Bereich der Brücke von ein bis zwei Personen visuell inspiziert. Die Beobachter waren jeweils an einem Brückenkopf positioniert und versuchten, die Flugbahnen der vorbeifliegenden Fledermäuse zu erfassen (Abbildung 11). Gleichzeitig wurden die Rufe von diesen Tieren mit Ultraschalldetektoren (vgl. Kapitel 2.3.2) aufgenommen. Die Beobachtungen und Rufaufnahmen wurden in einem vorgefertigten Erhebungsprotokoll mitgeschrieben.

Abbildung 11: Vorbereitung zur Dämmerungsbeobachtung am 21. Mai 2014 an einer Wirtschaftswegbrücke über die S5 bei Utzenlaa

2.5 Versuchsaufbau bei Abenderhebungen der Fledermausaktivität

Die Erhebungen an den Brücken erfolgten mittels einer Kombination der Methoden der automatischen Rufaufzeichnung (mit den Geräten ‚Batcorder' und ‚Batcorder mit Waldbox-Erweiterung'), der Wärmebildkamera und der Dämmerungsbeobachtung. Abbildung 12 zeigt eine schematische Versuchsanordnung.

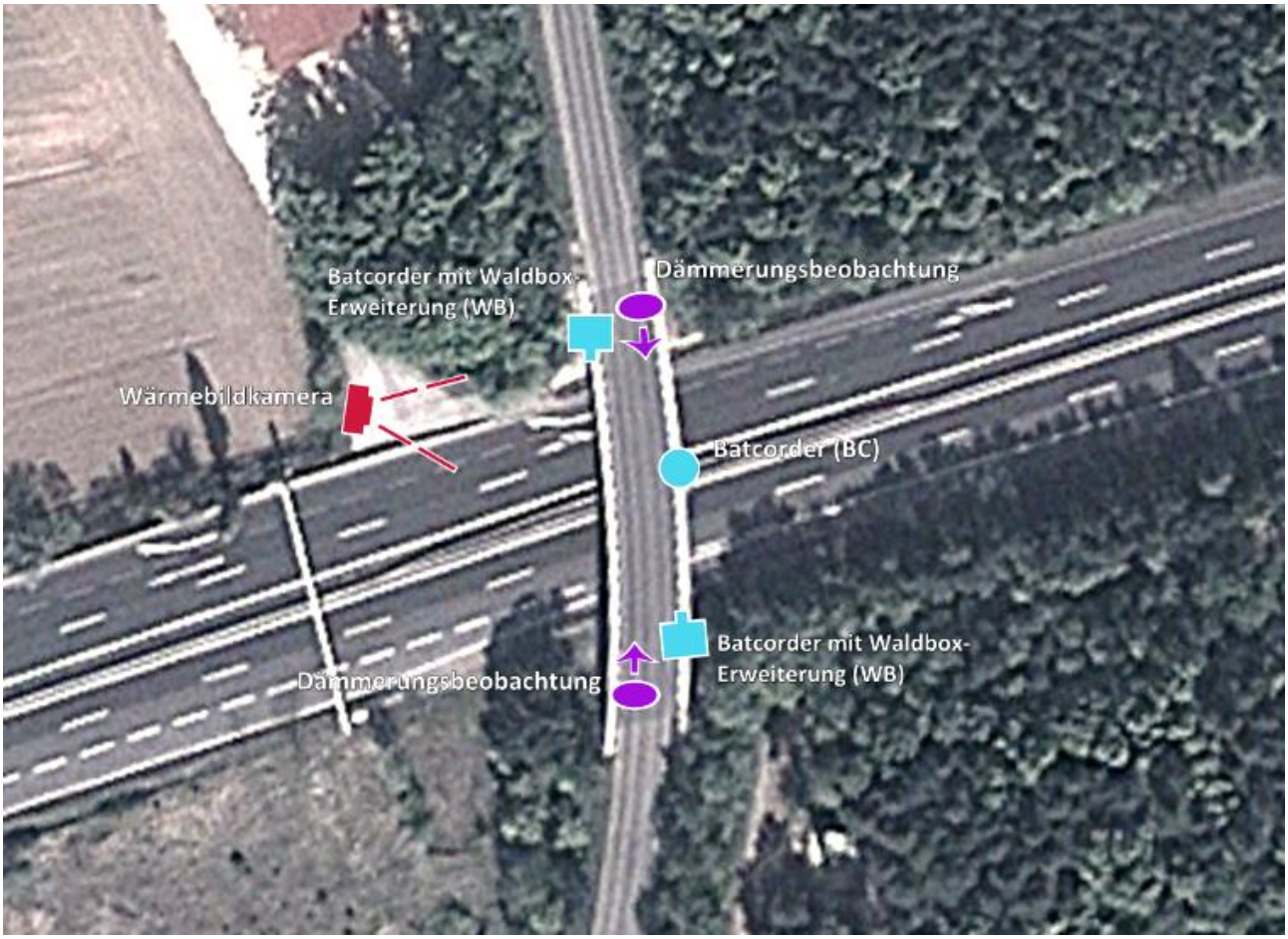


Abbildung 12: Schematischer Versuchsaufbau am Beispiel einer Wirtschaftsbrücke über die S6 bei Natschbach

Für die automatische Rufaufnahme wurde jeweils eine Waldbox an die Brückenköpfe in ca. 2 m Höhe montiert. Die Mikrofone wurden dabei in Richtung Brückenmitte ausgerichtet. Auf der Brückenmitte wurde ebenfalls in ca. 2 m Höhe ein Batcorder angebracht. Je nach Standort und Verfügbarkeit wurden weitere Batcorder abseits der Brücke angebracht. Der Standort der Wärmebildkamera wurde im rechten Winkel zur Brücke so gewählt, dass im Bild etwa die Hälfte der Brücke abgedeckt war. Größere Bereiche der Brücken mit der Kamera abzudecken war aufgrund der Zusammenhänge zwischen Fledermausgröße und Bildauflösung nicht möglich. Der Standort der Kamera wurde so gewählt, dass im Aufnahmefeld möglichst viel kalter Himmel zu sehen war. Die Dämmerungsbeobachtung und Aufnahme mit Ultraschalldetektoren erfolgte von ein bis zwei Beobachtungspunkten an den Brückenköpfen.

Es waren demnach an jedem Erhebungsabend

- mindestens 3 Batcorder (mit Waldbox-Erweiterung)
- 1 Wärmebildkamera
- 2 FledermausexpertInnen zur Dämmerungsbeobachtung
- 2 Personen zum Aufbau der Wärmebildkamera und zur Steuerung der Aufnahmen

im Einsatz, um die Überflüge von Fledermäusen zu untersuchen.

Der genaue Versuchsaufbau jedes einzelnen Standortes und Aufnahmetages ist in Kapitel 4 bildlich dargestellt.

2.6 Auswertungsmethodik

In der Auswertungsphase werden die Analysen der automatischen Rufaufnahme herangezogen, um einerseits die maßgeblichen strukturgebunden fliegenden Fledermausarten identifizieren zu können sowie andererseits markante Flugbahnen von den Wärmebildaufzeichnungen zu selektieren. Eine zeitgleiche, synchronisierte Überlagerung von Hördokument (automatische Rufaufnahme) und Beobachtung oder Bild (Wärmebildkamera) führt zu einer Dokumentation des Flugverhaltens von Fledermäusen über Autobahnen und Schnellstraßen. Die Auswertung und das Zusammenführen der Ergebnisse der verschiedenen Erhebungsmethoden werden im Folgenden erläutert.

2.6.1 Auswertung der Rufaufnahmen

2.6.1.1 Rufauswertung

Die automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen wurden mit dem Programm „bcAdmin“ (Version 2.29, ecoObs, Deutschland) automatisch vermessen und mit dem Programm „batIdent“ (Version 1.5, ecoObs, Deutschland) in mehreren statistischen Schritten analysiert. Die Analyse der manuellen Aufnahmen erfolgte im Programm BatSoundPro (Version 3.3.1, Pettersson Elektronik, Schweden).

2.6.1.2 Artbestimmung und Validierung

Alle automatisch ausgewerteten Rufsequenzen (von Batcordern) wurden auf ihre Plausibilität überprüft und gegebenenfalls mittels bcAnalyze 2 (Version 1.13, ecoObs, Nürnberg) im Spektrogramm betrachtet und gegebenenfalls korrigiert. Zur Bestimmung der aufgenommenen Ruffolgen bzw. zur Validierung der vom Batcorder aufgezeichneten Rufsequenzen wurden sowohl Literaturangaben (z.B. WEID 1988, AHLEN 1990, ZINGG 1990, LIMPENS & ROSCHEN 1995, AHLEN & BAAGOE 1999, PARSONS & JONES 2000, PFALZER 2002, SKIBA 2009, HAMMER et al. 2009) als auch eigene Referenzaufnahmen bekannter Individuen herangezogen.

Die Bestimmungsmerkmale für die nachgewiesenen Arten sind in Tabelle 3 angeführt. Die Bezeichnungen der Artengruppen (Tabelle 3 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) beziehen sich auf die Bestimmung mit der Software batIdent (RUNKEL, undat.). Die Gruppierungen können unter Umständen

zoologisch-systematischen Kriterien folgen, tatsächlich sind sie aber auf Ähnlichkeiten der Rufcharakteristika bezogen, sodass Fledermausarten verschiedener Taxa in einer Gruppe vereint sein können.

Die Namensgebung für die Gruppen durch die Entwickler (ecoObs GmbH) versucht, die in der Gruppe zusammengefassten Fledermausarten aufgrund von Rufsequenzen, Körpergröße oder anderen Ähnlichkeiten möglichst gut zu beschreiben. Die Bezeichnungen „Myotis klein-mittel“ und „Nyctalus mittel“ leiten sich von der Körpergröße der in Frage kommenden Arten ab, während bei „Pipistrellus mittel“ auf die Ruffrequenz (im Vergleich zu anderen Pipistrellus-Arten) Bezug genommen wird. Ebenso ist für die Bezeichnungen „Pipistrellus tief“ und „Pipistrellus hoch“ die Frequenz der Rufe die Referenz für die beschreibenden Adjektive.

Artname/Artengruppe	Bestimmungsmerkmale
Myotis daubentonii	FM-Rufe ; Rufanfang <100 kHz ; Lautende oft <30 kHz ; Myotis-Knick oft <40 kHz, Knick meist sanft und dadurch sigmoide Form des Rufverlaufes, hinsichtlich der Unterscheidung von „Bartfledermäusen“ wurde das Ergebnis von batIdent übernommen
Myotis mystacinus od. *M. brandtii*	FM-Rufe; Lautanfang 100-125 kHz; Myotis-Knick scharf bei 40 (36 bis max. 45) kHz; auch kurze steile Rufe meist noch deutlich gebogen, hinsichtlich der Unterscheidung von der Wasserfledermaus wurde das Ergebnis von batIdent übernommen
Myotis alcathoe	FM-Rufe; Lautanfang <130 KHz; Hauptfrequenz >50 kHz; Lautende meist >45 kHz; Myotis-Knick bei ca. 45-55 (60) kHz; Rufe <5ms
Myotis nattereri	FM-Rufe; Rufanfang häufig >130 kHz; Rufende <20 kHz, vereinzelt bis 17 kHz; kürzere Rufe linear, längere Rufe mit sanftem Myotis-Knick (Lage variabel)
Myotis emarginatus	FM-Rufe meist nicht gebogen, sondern linear abfallend ; Myotis-Knick nicht ausgeprägt (sanft geschwungen bei ca. 45-55 kHz; Hauptfrequenz >50 kHz ; bei kurzen Rufen (<4 ms) Lautanfang mehrmals >130 kHz
Myotis bechsteinii	FM-Rufe ; Lautanfang oft bei 120 kHz (selten über 130 kHz), Rufende meist >30 kHz ; Lage des Myotis-Knicks variiert stark, es wurden nur Rufe mit einer Wahrscheinlichkeit der Zuordnung der Rufe zu den Referenzrufen von über 75% verwendet
Myotis myotis	Rufanfang meist <100 kHz ; Rufende bei ca. 25 kHz ; Myotis-Knick oft bei ca. 30 kHz ; Hauptfrequenz bei 30-35 kHz
Nyctalus noctula	Typische Rufe mit abwechselnd tieferer und höherer Hauptfrequenz (21-24 kHz bzw. 24-26 kHz)
Nyctalus leisleri	Regelmäßige Rufe mit abwechselnd tieferer (<= 21 kHz) und höherer Hauptfrequenz
Pipistrellus pipistrellus	FM-CF-Rufe mit Hauptfrequenz zwischen 43 und 51 kHz
Pipistrellus pygmaeus	FM-CF-Rufe mit Hauptfrequenz zwischen 53 und 60 (oder mehr) kHz
Pipistrellus nathusii od. *P. kuhlii*	FM-CF-Rufe mit Hauptfrequenz zwischen 36 und 41 kHz
Vespertilio murinus	Typische Rufe überwiegend CF bei Hauptfrequenz 22-24 kHz, unregelmäßiger Rhythmus mit Rufen unterschiedlicher Länge
Eptesicus serotinus	Regelmäßige Rufe (Rufabstände < 200 ms, oft Lücken in der Rufreihe); lauteste Frequenz 24-27 kHz
Barbastella barbastellus	Rufe mit abwechselnd tieferer und höherer Hauptfrequenz (28-35 kHz bzw. 32-45 kHz)

Artname/Artengruppe	Bestimmungsmerkmale
Mkm (Myotis klein-mittel)	FM-Ruf welcher nicht einer der folgenden Arten zugeordnet, jedoch auch nicht weiter bestimmt werden konnte: Nymphenfledermaus, Wimperfledermaus, Fransenfledermaus, Mausohr
Myotis sp.	FM-Ruf ohne typische Merkmale
Nycmi (Nyctaloid mittel)	(FM-)CF-Ruf mit Hauptfrequenz zwischen 24 und 30 kHz ohne typische Merkmale
Nyctaloid	(FM-)CF-Ruf zwischen 21 und 30 kHz ohne typische Merkmale
Nyctalus sp.	(FM-)CF-Ruf zwischen 21 und 23 kHz ohne typische Merkmale
Phoch	FM-CF-Ruf mit Hauptfrequenz zwischen 51 und 53 kHz
Pmid	FM-CF-Ruf mit Hauptfrequenz zwischen 36 und 42 kHz
Pipistrelloid	FM-CF-Ruf zwischen 36 und 43 kHz ohne typtische Merkmale
Ptief	FM-CF-Ruf zwischen 32 und 43 kHz ohne typische Merkmale
Indet.	Meist Rufe schlechter Aufnahmequalität, bei denen eine Bestimmung spekulativ wäre

Tabelle 3: Verwendete Rufbestimmungsmerkmale für die Nachbestimmung der automatisch bestimmten Fledermausarten (adaptiert nach Hammer et al. 2009) FM = frequenzmoduliert, CF = konstantfrequent

Pipistrelloid und Nyctaloid sind Gruppenbezeichnungen, die mehrere Gattungen umfassen können und daher mit einem Gattungsnamen eines Vertreters der Gruppe und der Silbe „-oid“ (ähnlich) versehen. Die wissenschaftlichen Artnamen werden mit dem ersten Buchstaben der Gattung und den ersten drei Buchstaben des zweiten Teiles der Artbezeichnung abgekürzt. Die Aufnahmen (ausgenommen Arten der Gattungen *Myotis*, *Plecotus* und *Barbastella*) wurden zudem fallweise mit der von ZINGG (1990) entwickelten Diskriminanzfunktion analysiert. Hierbei werden fünf Variablen zur Differenzierung der Arten herangezogen: Rufdauer, Anfangsfrequenz, Zentrumsfrequenz, Momentfrequenz bei maximaler Amplitude und Endfrequenz. Diese Parameter wurden im Programm BatSoundPro (Pettersson Elektronic, Schweden) oder mittels bcAnalyze ermittelt.

Die Bestimmung erfolgte grundsätzlich „konservativ“, das heißt, die Rufe wurden nur bei Zutreffen eindeutiger Merkmale einer Art zugeordnet. Bei Fehlen wichtiger Merkmale wurden die Rufe der höheren taxonomischen Einheit zugeordnet. Die Gliederung der bestimmbaren Arten und Artengruppen ist wie folgt (Tabelle 4) strukturiert.

Gliederung der bestimmbaren Arten und Artengruppen und ihr Flugverhalten

Kürzel	Bezeichnung der Gattungs- und Artengruppe	Flugverhalten Gruppe	Artname (wissenschaftlich)	Flugverhalten der Einzelart	Artname (deutsch)
Plecotus		strukturgeb.	*Plecotus sp.*		
Mnat			*Myotis natteri*	strukturgeb.	Fransenfledermaus
Mema			*Myotis emarginatus*	strukturgeb.	Wimperfledermaus
Mbart	**Myotis „bart“**	strukturgeb.	*Myotis mystacinus* *Myotis brandtii*	strukturgeb. strukturgeb.	Kleine Bartfledermaus Große Bartfledermaus/Brandt-fledermaus
Mkm Mdau	**Myotis „klein-mittel“**	strukturgeb.	*Myotis daubentonii* *Myotis bechsteinii* *Myotis mystacinus* *Myotis brandtii*	strukturgeb. strukturgeb. strukturgeb. strukturgeb.	Wasserfledermaus Bechstein-Fledermaus Große Bartfledermaus/Brandt-fledermaus
Bbar			*Barbastella barbastellus*	bed. strukturgeb.	Mopsfledermaus
Eser			*Eptesicus serotinus*	bed. strukturgeb.	Breitflügelfledermaus
Mmyo			*Myotis myotis*	bed. strukturgeb.	Mausohr
Myotis	**Myotis sp.**	(bed.) strukturgeb.	*alle Arten der Gattung Myotis*		
Phoch Ppip Ppyg	**Pipistrellus "hoch"**	bed. strukturgeb.	*Pipistrellus pipistrellus* *Pipistrellus pygmaeus* *Minopterus schreibersii*	bed. strukturgeb. bed. strukturgeb.	Zwergfledermaus Mückenfledermaus
Pmid Pkuh	**Pipistrellus „mittel“**	bed. strukturgeb.	*Pipistrellus nathusii* *Pipistrellus kuhlii*	bed. strukturgeb. bed. strukturgeb.	Rauhautfledermaus Weißrandfledermaus
Ptief Hsav	**Pipistrellus "tief"**	bed. strukturgeb.	*Hypsugo savii* *Pipistrellus kuhlii* *Pipistrellus nathusii*	bed. strukturgeb. bed. strukturgeb. bed. strukturgeb.	Alpenfledermaus

Kürzel	Bezeichnung der Gattungs- und Artengruppe	Flugverhalten Gruppe	Artname (wissenschaftlich)	Flugverhalten der Einzelart	Artname (deutsch)
Pipistrelloid	**Pipistrelloid**	bed. strukturgeb.	*Pipistrellus sp.* *Hypsugo savii*		
Nnoc			*Nyctalus noctula*	nicht strukturgeb.	Abendsegler
Nycmi	**Nyctalus mittel**	nicht strukturgeb.	*Nyctalus leisleri* *Eptesicus sp.* *Vespertilio sp.*	nicht strukturgeb.	
Nyctaloid		nicht strukturgeb.	*Nyctalus sp.* *Eptesicus sp.* *Vespertilio sp.*		
Vmur			*Vespertilio murinus*	nicht strukturgeb.	Zweifarbenfledermaus
Enil			*Eptesicus milssonii*	nicht strukturgeb.	Nordfledermaus

Tabelle 4: Gliederung der bestimmbaren Arten und Artengruppen bei der automatischen Rufaufzeichnung und ihr Flugverhalten – strukturgebunden (orange) und bedingt strukturgebunden fliegend (violett)

Die Rufe einer Reihe von Arten können bei schlechter Aufnahmequalität und/oder fehlenden Zusatzinformationen nicht unterschieden werden. Dies gilt vor allem für die neun in Österreich vorkommenden Arten der Gattung *Myotis*, die in Folge oftmals unter „*Myotis* sp.“ bzw. „*Myotis* klein-mittel“ zusammengefasst werden. Bei sehr guter Rufqualität konnte auch eine Bestimmung auf Artniveau erfolgen. Das Mausohr und das Kleine Mausohr (*Myotis myotis* und *M. oxygnathus*) sind meist gut von anderen Arten der Gattung *Myotis* zu unterscheiden, zeigen untereinander jedoch keine Differenzen. Aufgrund der Aufnahmepunkte im Waldesinneren wurde jedoch davon ausgegangen, dass es sich um Mausohren handelt, da Kleine Mausohren vorwiegend über Wiesen jagen (z.B. ARLETTAZ 1999). Des Weiteren ist die Unterscheidung des Artenpaares Rauhaut- und Weißrandfledermaus (*Pipistrellus nathusii/P. kuhlii*) ohne das Vorhandensein von Soziallauten mittels Rufaufzeichnungen nicht möglich. Dieses Artenpaar ist unter *Pipistrellus* „mid“ zusammengefasst. Die Arten Abendsegler und Kleinabendsegler (*Nyctalus noctula* und *N. leisleri*), die Breitflügel- und Nordfledermaus (*Eptesicus serotinus* und *E. nilssonii*) und die Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*) haben mitunter große Überschneidungsbereiche. Sie werden unter der Bezeichnung „Nyctaloid“ zusammengefasst. In höheren Frequenzen des Überschneidungsbereiches kann der Abendsegler ausgeschlossen werden. Diese Gruppe wird dann als „*Nyctalus* mittel“ bezeichnet. Langohren (Gattung *Plecotus*) können anhand ihrer Rufe nicht unterschieden werden.

2.6.1.3 Auswertungstabellen der Rufaufnahmen

Als Ergebnis der automatischen Rufaufnahme und ihrer statistischen Auswertung liegt je Aufnahmeabend und Aufnahmestandort eine Tabelle vor, die, differenziert nach Aufnahmegerät und Zeit auf Sekunden genau, die aufgezeichneten Rufsequenzen nach Art bzw. Artengruppe auflistet. Darin sind alle Artinformationen der aufgezeichneten Sequenzen enthalten. Die Aufnahmen der Dämmerungsbeobachtung wurden ebenfalls in die Tabellen integriert. Gemeinsam mit den Wärmebildaufnahmen bilden sie die Grundlagendaten für die Auswertung der Erhebungen und das Identifizieren von Überflügen.

2.6.2 Beurteilung der Fledermausaktivität eines Standortes

Die Auswertungstabellen der automatischen Rufaufnahmen bilden die Aktivität von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermäusen an den Brücken und zu vernetzenden Lebensräumen ab. Um die einzelnen Aufnahmeabende und Standorte in Relation zueinander setzen zu können, ist es notwendig die Fledermausaktivität im Bereich der untersuchten Standorte zu beurteilen. Tabelle 5 zeigt die Klassifikation, die der Beurteilung der Standorte zugrunde liegt.

Generelle Einstufung der Fledermausaktivität	
gering	Vereinzelt aufgezeichnete Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten im Laufe eines Aufnahmeabends im Bereich des untersuchten Lebensraumes bzw. potenziellen Querungsbereiches (Richtwert: maximal ein Ruf / Stunde je Aufnahmegerät)
mäßig	Mehrere aufgezeichnete Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten im Laufe eines Aufnahmeabends im Bereich des untersuchten Lebensraumes bzw. potenziellen Querungsbereiches (Richtwert: etwa 2 – 4 Rufe / Stunde je Aufnahmegerät)
hoch	Zahlreiche aufgezeichnete Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten im Laufe eines Aufnahmeabends im Bereich des untersuchten Lebensraumes bzw. potenziellen Querungsbereiches (Richtwert: mehr als 5 Rufe / Stunde je Aufnahmegerät)

Tabelle 5: Klassifikation der Fledermausaktivität im Bereich des zu vernetzenden Lebensraumes

2.6.3 Auswertung der Wärmebildaufnahmen

Zur Ermittlung der Fledermausüberflüge wurden in einem ersten Auswertungsschritt Summenbilder der maximalen Pixeltemperaturwerte erstellt. Abbildung 13 zeigt beispielhaft ein Summenbild über eine Zeiteinheit von etwa 12 Minuten. Alle auf dem Wärmebild erkennbaren Brückenquerungen stammen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Arten.

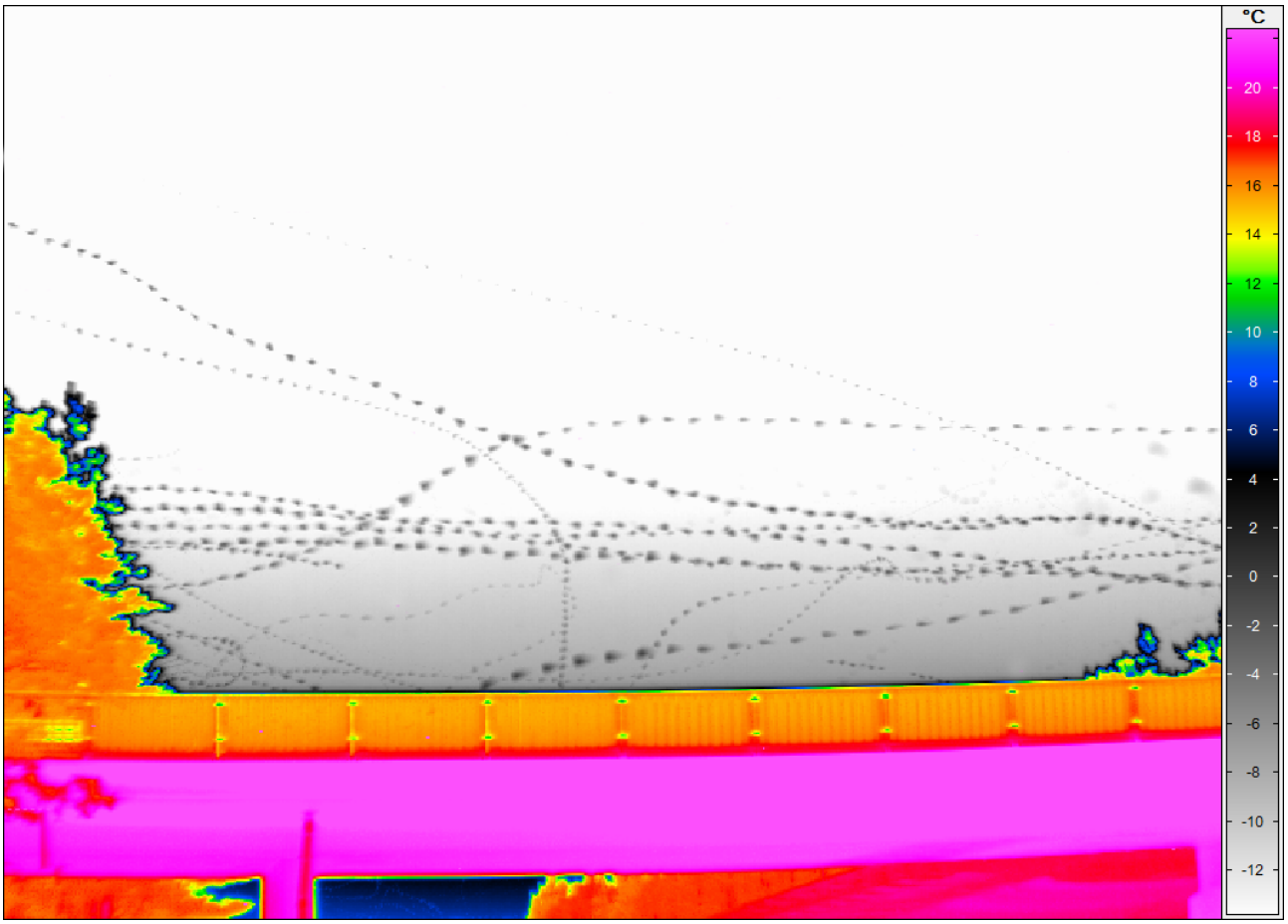


Abbildung 13: Akkumuliertes Summenbild – Überflüge über die S6 an der Wirtschaftsbrücke bei Natschbach, 3. Juli 2014 von 21:49:00 bis 22:01:40 Uhr

Nicht eindeutig erkennbare Überflüge werden in der Auswertung nicht berücksichtigt. Um Aussagen über die Querung von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten treffen zu können, ist ein Abgleich der Überflüge mit den Ultraschallaufzeichnungen der automatischen Rufaufnahmen notwendig.

2.6.4 Zusammenführen der Daten zum Identifizieren von Überflügen

Um feststellen zu können, welche Fledermaus einer bestimmten Art oder Artengruppe eine Brücke gequert hat, müssen die Daten der verschiedenen Erhebungsmethoden zusammengeführt werden.

Abbildung 14 zeigt in einem Ablaufdiagramm die jeweiligen Schritte der Datenauswertung.

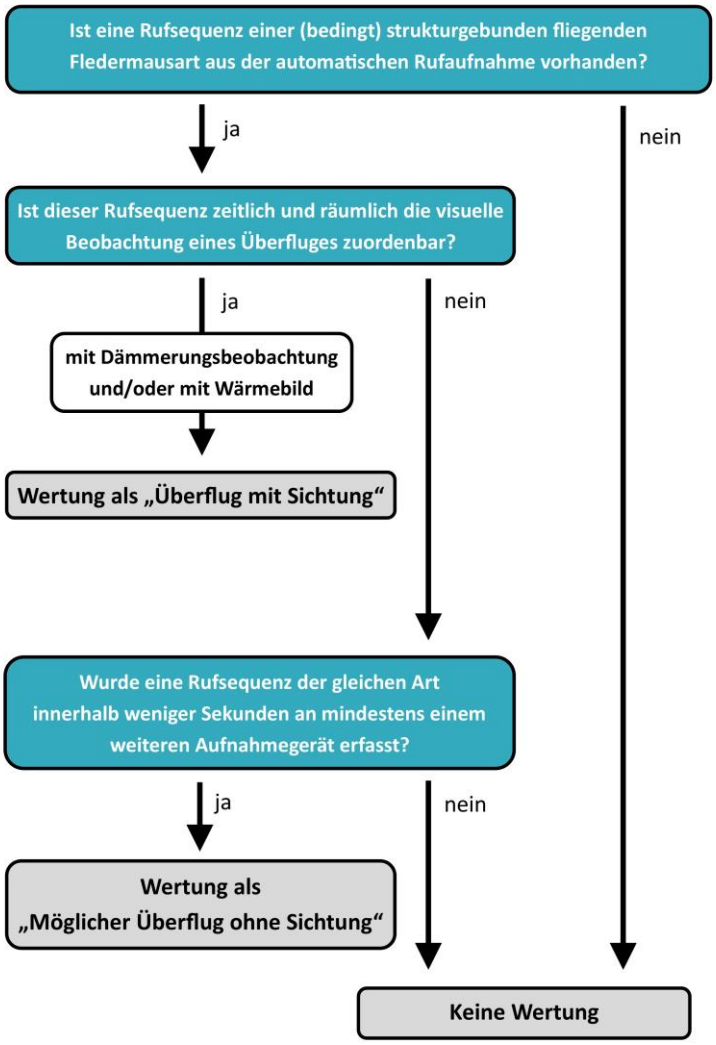


Abbildung 14: Ablaufdiagramm über die Auswertung der Daten

Aus der Auswertung der automatischen Rufaufnahmen stehen Tabellen zur Verfügung, die je Erhebungsabend, Aufnahmegerät und Aufnahmezeitpunkt (auf die Sekunde genau) die Art bzw. Artengruppe der aufgezeichneten Rufsequenz beinhalten. Diese Rufsequenzen bilden die Ausgangsbasis für die Auswertung der Überflüge. Jede aufgezeichnete Rufsequenz wird einzeln ausgewertet. Ist eine Rufsequenz einer (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausart vorhanden, wird diese im nächsten Schritt zeitlich und räumlich mit den Wärmebildaufnahmen und den Aufzeichnungen der Dämmerungsbeobachtung abgeglichen. Wurde zur selben Zeit (mit einem Toleranzbereich von etwa 1 – 2 Sekunden) bei der Dämmerungsbeobachtung mit freiem Auge oder am Wärmebild ein Überflug erkannt, gilt dies als bestätigter „Überflug mit Sichtung“. Auf dem Wärmebild erkennbare Fledermäuse, deren Flugroute nicht eindeutig als Überflug über die Brücke ersichtlich war, wurden nicht als Überflug kategorisiert. Durch diesen Abgleich der Aufnahmen können Überflüge visuell bestätigt werden.

Im Zuge der Auswertung wurde jedem Überflug eine ID in Form einer fortlaufenden Nummer zugewiesen, um einer weitere Bearbeitung zu vereinfachen. Abbildung 15 zeigt ein Wärmebild nach Abgleich mit den Rufaufzeichnungs- und Beobachtungsdaten, beschriftet mit der jeweiligen ID der automatischen Rufaufnahme.

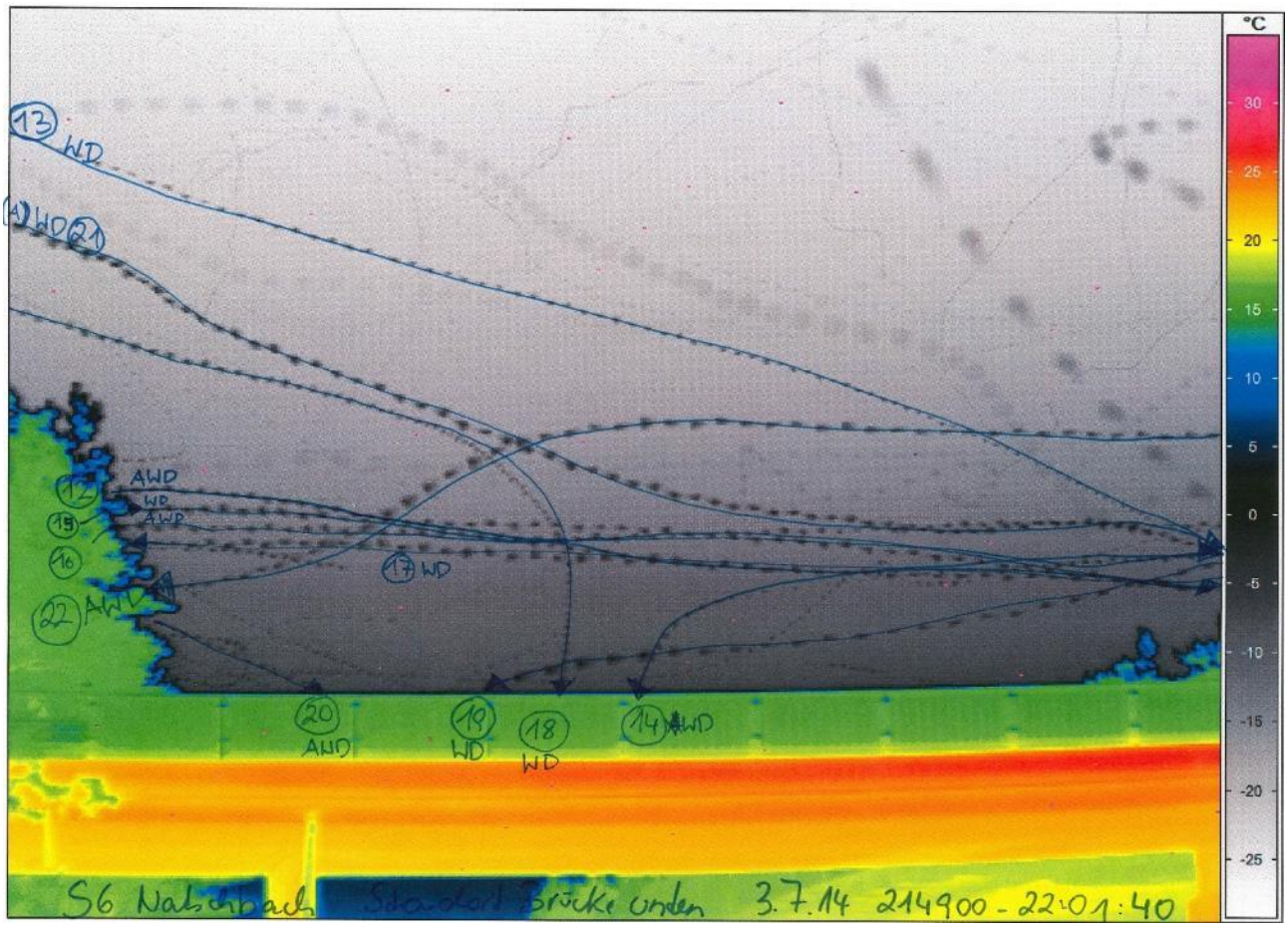


Abbildung 15: Auswertungsschritt des Abgleichs von Rufaufzeichnungen mit Wärmebild und Zuordnung von IDs

Ist einer Rufsequenz zeitlich und räumlich keine Beobachtung eines Überfluges (mit Wärmebild oder Dämmerungsbeobachtung) zuordenbar, kann zwar kein Überflug mit Sichtung belegt werden, es kann aber trotzdem ein Überflug erfolgt sein. Bei der Dämmerungsbeobachtung gibt es „tote Winkel“, in denen eine Fledermaus die Brücke queren kann, ohne von den Beobachtenden gesehen zu werden. Bei Wärmebildaufnahmen können Fledermäuse durch den strukturnahen Flug und den Blickwinkel auf die Brücke auch im „Wärmeschatten“ der Brücke unerkennbar gequert haben. Aus diesem Grund folgt ein weiterer Auswertungsschritt, der „Mögliche Überflüge ohne Sichtung“ berücksichtigt. Durch die automatische Rufaufnahme, die jeweils an mehreren Standorten an jeder Brücke durchgeführt wurde, erkennt man räumlich-zeitliche Korrelationen von Fledermausrufen. Wurde eine Rufsequenz innerhalb weniger Sekunden von einer Rufsequenz derselben Art an einem zweiten Aufnahmegerät auf dem Weg über die Straße aufgezeichnet, ist es möglich, dass es sich um das selbe Individuum handelt, das bei der Querung der Straße von mehreren Aufnahmegeräten erfasst wurde. Es gibt sehr viele Fälle, in denen eine

Aufzeichnung in der Brückenmitte und eine Aufnahme an einem Brückenkopf zeitlich korrelieren. Diese zeitlich-räumlichen Korrelationen liefern Hinweise auf mögliche Überflüge, sind aber nicht als gesichert zu betrachten. Bei der Auswertung werden diese rein akustischen Daten beschrieben und mitdiskutiert und als „Möglicher Überflug ohne Sichtung“ kategorisiert.

Es ist bei den Daten äußerst selten, dass die automatischen Rufaufzeichnungen einer Art so zusammenpassen, dass an einem Brückenende eine Rufsequenz erfasst wird, dann in der Brückenmitte und anschließend am anderen Ende. Auch bei „Überflügen mit Sichtung“, die schon visuell bestätigt wurden, ist es selten der Fall, dass eine querende Fledermaus von allen Aufnahmegeräten der automatischen Rufaufnahme erfasst wurde. Beruhend auf Erfahrungen von visuell bestätigten „Überflügen mit Sichtung“ wurden automatische Rufaufnahmen dann als räumlich und zeitlich korrelierend betrachtet, wenn zwischen der Aufzeichnung an einem Brückenende und der Brückenmitte maximal 8 Sekunden liegen oder zwischen der Aufzeichnung an einem und danach folgend dem anderen Brückenende 12 Sekunden. Die statistische Auswertung der automatischen Rufaufzeichnung führt nicht in allen Fällen zur einwandfreien Bestimmung der Art, sondern bleibt manchmal auf dem Niveau einer Artengruppe. Artengruppen beinhalten mehrere Arten und können sich auch mit anderen Artengruppen überschneiden. Für die Auswertung der räumlich-zeitlichen Korrelation der automatischen Rufaufnahmen wurde dies berücksichtigt.

Zusammengefasst ergeben sich aus dem Zusammenführen der Daten aus automatischer Rufaufnahme(zur Bestimmung der Fledermaus auf Artniveau), Wärmebildkamera und Dämmerungsbeobachtung für die Identifizierung von Überflügen zwei verschiedene Stufen der Datensicherheit. Zum einen sind das „Überflüge mit Sichtung“, bei denen einer mit automatischer Rufaufnahme identifizierten Fledermaus mittels Wärmebildkamera oder Dämmerungsbeobachtung ein Überflug visuell bestätigt wurde. Zum anderen handelt es sich um zeitlich und räumlich korrelierende automatische Rufaufnahmen an mindestens zwei Aufnahmegeräten, welche Hinweise auf mögliche Überflüge liefern. Diese sind aufgrund der fehlenden visuellen Bestätigung nicht als gesichert zu betrachten und werden als „Mögliche Überflüge ohne Sichtung“ kategorisiert.

2.6.5 Bewertung der Standorte in Bezug auf ihre Annahme als Querungshilfe

Die Wahrscheinlichkeit zur Annahme einer Querungshilfe ist dann umso höher, je höher die Zahl der tatsächlichen Überflüge im Verhältnis zur Aktivität in der Umgebung ist (= Zahl der günstigen Fälle/Zahl der möglichen Fälle).
Neben dem Nachweis von Überflügen und der Beurteilung der Fledermausaktivität eines Standortes sind Aggregations- und Interpretationsschritte notwendig, um die Annahmewahrscheinlichkeit der jeweiligen Querungshilfe einschätzen zu können.

Tabelle 6 zeigt die Klassifikation für das Ausmaß der Nutzung der Querungshilfen im Verhältnis zur Fledermausaktivität. Anzumerken ist, dass das Aufnahmesetting keine exakt quantitative Beurteilung zulässt und die Einstufung daher verbal argumentiert wird:

Annahmewahrscheinlichkeit der Brücke als Querungshilfe durch Fledermäuse	
gering	Im Verhältnis zur Fledermausaktivität geringe Nutzung (vereinzelt) der Querungshilfe durch (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten, kaum Aktivität im Bereich der Querungshilfe
mäßig	Erkennbare (mehrmalige) Nutzung der Querungshilfe durch (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten, aber deutlicher Aktivitätsabfall im Bereich der Querungshilfe
hoch	Im Verhältnis zur Fledermausaktivität intensive (häufige) Nutzung der Querungshilfe durch (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten, höchstens geringer Aktivitätsabfall im Bereich der Querungshilfe

Tabelle 6: Klassifikation zur Annahmewahrscheinlichkeit der Brücke als Querungshilfe durch Fledermäuse

Für die Bewertung zur Annahmewahrscheinlichkeit der jeweiligen Brücke als Querungshilfe wird die Fledermausaktivität am Brückenstandort in Beziehung zur Intensität der Nutzung der Brücke als Querungshilfe gesetzt. Tabelle 7 zeigt die zugehörige Klassifikation, auf deren Basis schließlich die Beurteilung der Standorte stattfindet.

Wirksamkeit der Querungshilfe	
gering	Barrierewirkung der Straße wird für (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten ***nicht reduziert***
mäßig	Barrierewirkung der Straße wird für (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten ***reduziert***
hoch	***Barrierewirkung*** der Straße wird für (bedingt) strukturgebunden fliegende Arten ***(nahezu) vollkommen ausgeglichen***

Tabelle 7: Klassifikation zur Wirksamkeit von Querungshilfen

3 BESCHREIBUNG DER GEWÄHLTEN STANDORTE

Nach der Vorerhebung wurden von ursprünglich 30 potenziellen Standorten die folgenden Brückensituationen an Autobahnen oder Schnellstraßen für die Studie ausgewählt. Um die Aktivität der Fledermäuse und die Nutzung dieser Brücken als Querungshilfe mit der Aktivität im Umland bzw. zu unterbrochenen Querungsstrukturen in Bezug setzen zu können, wurden zusätzlich Sonderstandorte in die Erhebungen mit einbezogen.

3.1 Referenzstandort Grünbrücke S1 – Schwechat

Diese Grünbrücke östlich der Anschlussstelle Schwechat-Süd verbindet zwei gut entwickelte Windschutzstreifen, welche an ein ausgedehntes Netz aus linearen Gehölzstrukturen der angrenzenden Agrarfluren angebunden sind. Der Windschutzstreifen wird auf der Brücke durch drei Reihen von Hochstammbäumen fortgesetzt. Zwischen den ca. 4-5 m hohen Bäumen und dem Brückenrand im Westen erstreckt sich ein ca. 20 m breites Wiesenband, welches von einem Kulturschutzzaun begrenzt wird. Bei den Voraufnahmen der Fledermausaktivität am 12. Mai 2014 wurden trotz ungünstiger Witterung (Wind, niedere Temperatur und teilweise Regenschauer) 9 verschiedene Fledermausarten detektiert. Die Grünbrücke erwies sich auf Grund dieser Voraufnahmen und der Anbindung an entwickelte Gehölzstrukturen als geeignet und wurde daher für die Kartierung als Referenzstandort ausgewählt.

Abbildung 16: Lage des Standortes an der S1 östlich der Anschlussstelle Schwechat-Süd als Verbindungsglied eines gut entwickelten Windschutzstreifens

Abbildung 17: Blick über die Grünbrücke Richtung Südwesten

Abbildung 18: Blick südlich der Grünbrücke auf den Windschutzstreifen und die angrenzende Agrarflur

3.2 Standort Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach

Dieser Standort befindet sich in der Gemeinde Neunkirchen im südlichen Niederösterreich an einer Wirtschaftsbrücke über die S6, welche die Ortschaften Natschbach und Lindgrub miteinander verbindet. Die Brücke liegt auf einer leichten Anhöhe in der Nähe zum Siedlungsgebiet von Natschbach und gleichzeitig am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes, welches von der Ebene des südlichen Wiener Beckens in die Hügellandschaft der Buckligen Welt führt. Es handelt sich um einen Kiefernforst mit Laubbaumbestand.

Zur Beweissicherung der Fledermausaktivität erfolgte eine Vorerhebung mittels automatischer Rufaufzeichnung am 22. April 2014. Das Ergebnis zeigte ein reiches Artspektrum ebenso wie eine hohe Frequenz in Anbetracht der Tatsache, dass es an diesem Abend Gewitter gab und die Flugzeit der Tiere begrenzt war.

Abbildung 19: Lage des Standortes an der S6 bei Neunkirchen unweit der Ortschaft Natschbach am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes

Abbildung 20: Blick von der Wirtschaftswegbrücke Richtung Norden

Abbildung 21: Blick von der Wirtschaftswegbrücke Richtung Süden

3.3 Standort Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf

Der Standort befindet sich an einer Wirtschaftswegbrücke über die A1 unmittelbar westlich der Wiener Stadtgrenze. Die Lage unweit zum Biosphärenpark Wienerwald bedingt prinzipiell gute Habitatbedingungen für Fledermäuse, besonders für struktur- und waldgebundene Arten. Beidseitig der Brücke erstrecken sich ausgedehnte Waldflächen. Nördlich der Brücke schafft eine für eine Starkstromleitung geschlagene Waldschneise eine Randsituation mitten im Wald. Die Brücke selbst wird als Zufahrtsweg zur südlich davon gelegenen Siedlung und zur Erreichbarkeit des ASFINAG-Lagerplatzes südlich der A1 genutzt. Der Brückenkopf ist nordseitig waldfrei und wird von einem Kulturschutzzaun vom nahe gelegenen Waldrand abgegrenzt. Im Süden reichen Gehölzstrukturen bis an den Brückenbereich.

Abbildung 22: Lage des Standortes an einer Wirtschaftsbrücke über die A1 unmittelbar westlich der Stadtgrenze von Wien

Abbildung 23: Blick auf die Brücke Richtung Südost

Abbildung 24: Blick auf die Brücke Richtung Süden: ein Kulturschutzzaun führt unmittelbar bis zur Brücke

3.4 Standort Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau

Dieser Standort befindet sich an einer Wirtschaftswegbrücke über die A3 unweit nördlich der Anschlussstelle Ebreichsdorf-West. Die Brücke wird bis zur Krone beidseitig von gut entwickelten Gehölzstreifen gesäumt, welche in ein Netzwerk von linearen Gehölzstrukturen und Waldinseln zwischen den ausgedehnten Agrarfluren eingebunden sind. Für diesen Standort wurde nur mäßige Fledermausaktivität bei der automatischen Rufaufnahme nachgewiesen, wobei ein Großteil der detektierten Tiere strukturgebunden fliegend war. Allerdings waren die Aufnahmebedingungen auf Grund von einsetzendem Gewitterschauer nicht optimal, weshalb an Tagen mit guter Witterung eine höhere Fledermausdichte zu erwarten wäre. Diese Wirtschaftswegbrücke wurde aufgrund ihrer Lage im Offenland, der geeigneten Ausstattung mit Gehölzstreifen als Leitstrukturen und der festgestellten Fledermausaktivität ausgewählt.

Abbildung 25: Lage des Standortes an einer Wirtschaftswegbrücke nördlich der Anschlussstelle Ebreichsdorf-West bei Trumau

Abbildung 26: Ein gut entwickelter Saum mit pannonisch geprägter Vegetation säumt beidseitig den Aufgang zur Brücke

Abbildung 27: Blick über die Brücke Richtung Osten; der Gehölzsaum reicht bis unmittelbar an die Brückenkrone

3.5 Standort Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa

Der Standort befindet sich an einer für den Normalverkehr gesperrten Wirtschaftswegbrücke über die S5 südöstlich von Utzenlaa. Südlich grenzen geschlossene Waldflächen der Tullner Donauauen an die Brücke, im Norden setzt sich der Wald fort. Die Brücke ist somit gut an Gehölzstrukturen angebunden. Rund 200 m weiter nördlich der Brücke schließen eine Siedlung und landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Am 21. April 2014 wurde während einer Vorerhebung mittels automatischer Rufaufnahmen eine gute Fledermausaktivität nachgewiesen. Viele der detektierten Tiere waren strukturgebunden fliegende Arten.

Abbildung 28: Lage des Standortes an einer Wirtschaftswegbrücke über die S5 südöstlich von Utzenlaa

Abbildung 29: Blick von Nordosten auf die Wirtschaftswegbrücke über die S5

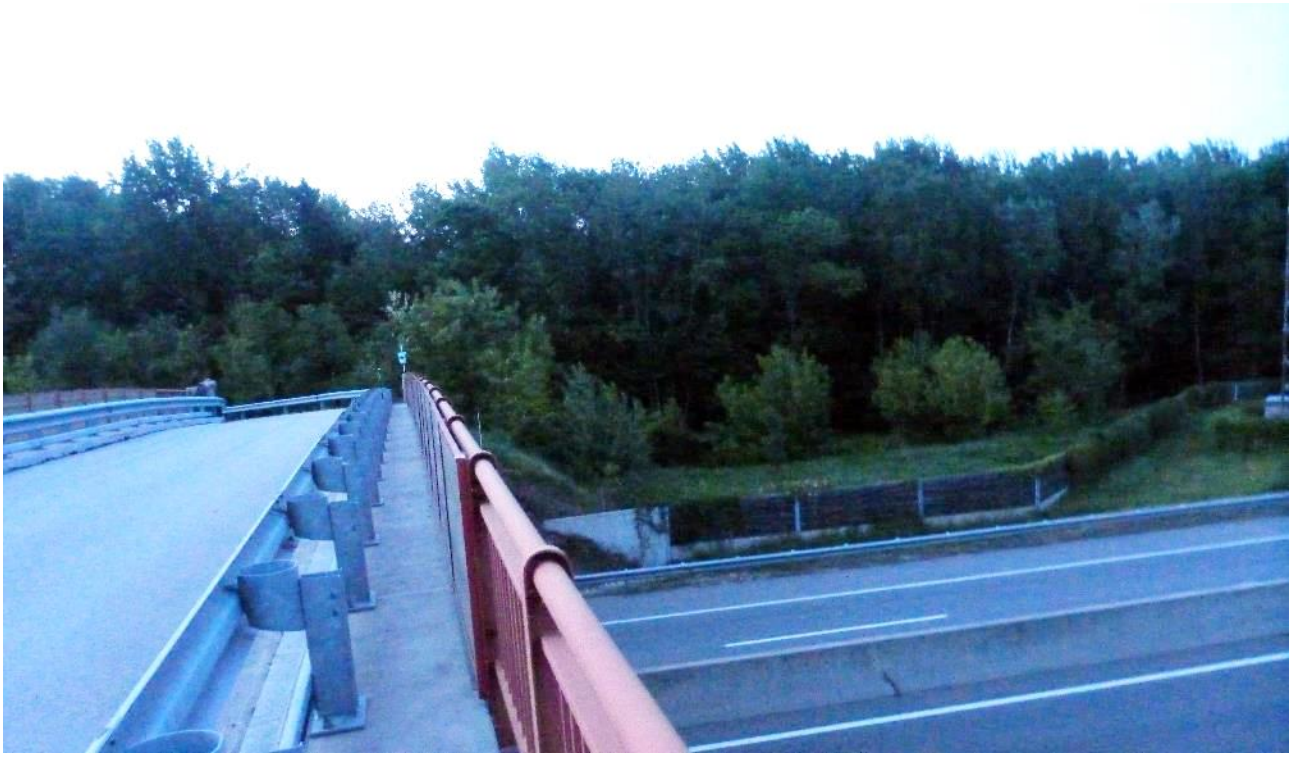


Abbildung 30: Blick Richtung Norden über die S5

3.6 Sonderstandorte

Der Referenzstandort Grünbrücke und die vier gewählten Wirtschaftswegbrücken zeigen die Aktivität von Fledermäusen an Brücken mit verschiedenen Umlandsituationen. Sie lassen allerdings keinen Vergleich zur generellen Aktivität von Fledermäusen an Straßenabschnitten ohne Querstrukturen zu. Aus diesem Grund wurden in unmittelbarer räumlicher Nähe zu den untersuchten Brücken auch Sonderstandorte bearbeitet. Es handelt sich dabei um eine von der S1 unterbrochene Baumreihe bei Schwechat, um einen von der A3 unterbrochenen Feldgehölzstreifen bei Trumau sowie ein Maut-Gantry über die S6 bei Natschbach.

3.6.1 Standort Baumreihe S1 – Schwechat

Dieser Standort befindet sich in der Gemeinde Schwechat an der S1, nördlich einer Grünbrücke. Es handelt sich um eine Baumreihe, die von der S1 unterbrochen ist. Die Baumreihe ist Teil eines Netzes an linearen Gehölzstrukturen, welches die Siedlung mit den angrenzenden Agrarfluren verbindet.

Abbildung 31: Lage des Standortes Baumreihe nördlich einer Grünbrücke gelegen

Abbildung 32: Blick Richtung Südosten über die S1 auf die Baumreihe

3.6.2 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau

Dieser Standort befindet sich südlich der untersuchten Wirtschaftswegbrücke an der A3, nördlich der Anschlussstelle Ebreichsdorf-West bei Trumau. Es handelt sich um einen Feldgehölzstreifen, der von der A3 durchtrennt wird.

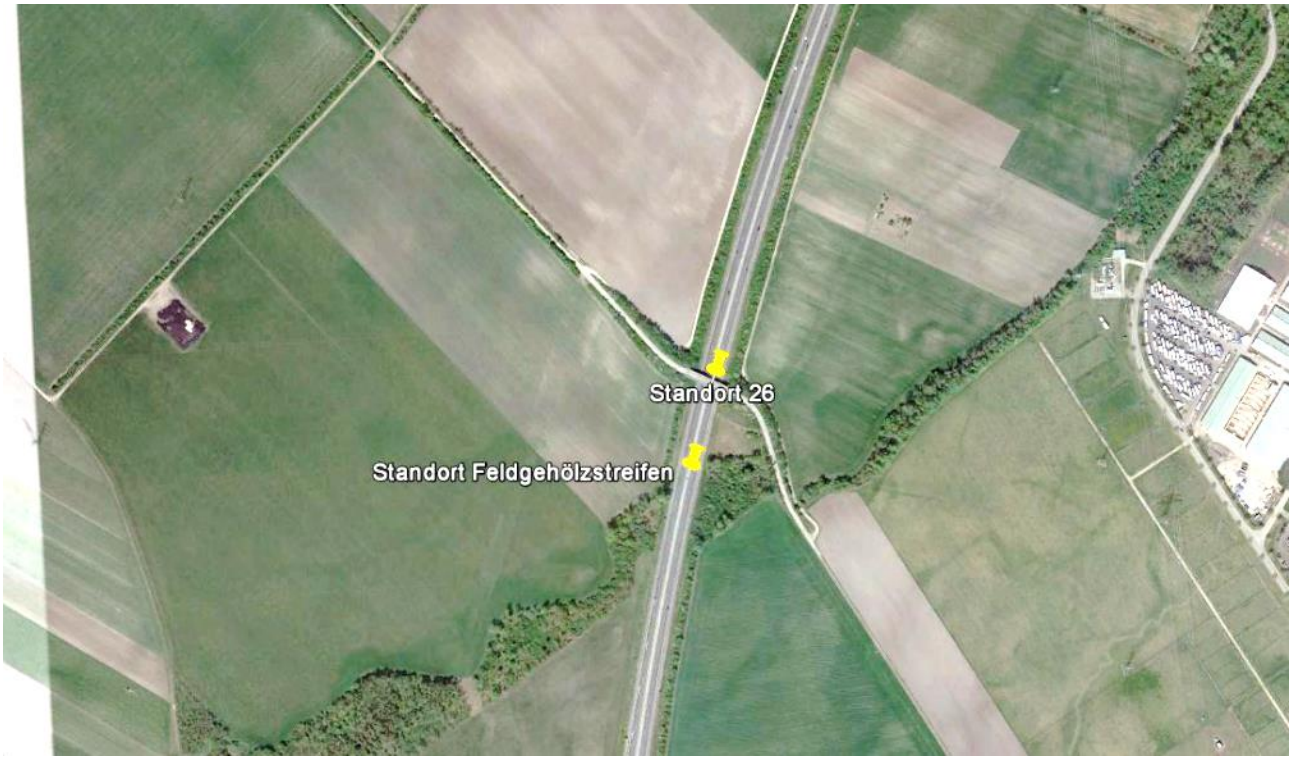


Abbildung 33: Standort Feldgehölzstreifen bei einer Wirtschaftswegbrücke über die A3 bei Trumau

Abbildung 34: Blick Richtung Süden auf den durch die A3 durchtrennten Feldgehölzstreifen

3.6.3 Standort Maut-Gantry – S6 Natschbach

Dieser Standort befindet sich in der Gemeinde Neunkirchen im südlichen Niederösterreich direkt bei einer untersuchten Wirtschaftswegbrücke über die S6. Das Maut-Gantry überspannt beide Richtungsfahrbahnen der S6 und liegt nahe dem Siedlungsgebiet von Natschbach am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes. Bei Vorerhebungen zur Fledermausaktivität wurden ein reiches Artenspektrum und eine hohe Frequenz am Waldrand und an der Wirtschaftswegbrücke daneben festgestellt.

Abbildung 35: Maut-Gantry an der S6 bei Neunkirchen südlich der Ortschaft Natschbach am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes

Abbildung 36: Blick Richtung Westen auf das Maut-Gantry über die S6

4 ERGEBNISSE IM DETAIL

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Felderhebungen nach Standort und Aufnahmetag separat dargestellt und diskutiert. Diese im ersten Schritt sehr detaillierte Betrachtung ist einerseits notwendig, da die Fledermausaktivität am selben Standort durch die Wetterlage je nach Aufnahmetag sehr stark variieren kann. Andererseits können damit auch durch Wetter- und Temperatureinflüsse entstehende schwierige Aufnahmebedingungen für die automatische Rufaufnahme sowie die Wärmebildkamera in der Diskussion berücksichtigt werden. Für jeden Aufnahmetag werden zu Beginn die Aufnahmeparameter (Witterung, Versuchsaufbau) kurz dargestellt. In einer Tabelle werden die mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Aufnahmegerät und Artengruppe angeführt – sie geben einen Überblick zur Fledermausaktivität an den untersuchten Standorten und den zu verbindenden Lebensräumen. Die beiden rechten Spalten der Tabelle zeigen die festgestellten Überflüge, und zwar jene, welche visuell bestätigt werden konnten („Überflug mit Sichtung“), und jene, welche nur akustisch an mindestens zwei Geräten als mögliche Überflüge („Überflug ohne Sichtung“) identifiziert werden konnten. Zur bildlichen Veranschaulichung folgt die Darstellung des Versuchsaufbaus anhand eines Luftbildes. Darauf wird die Fledermausaktivität in Form von Diagrammen für jedes Aufnahmegerät dargestellt, getrennt nach bedingt strukturgebunden fliegenden (BSG) und strukturgebunden fliegenden (SG) Fledermausarten. Am Ende der Beschreibung eines Erhebungsabends werden die Ergebnisse in einem Absatz schriftlich zusammengefasst. Um jeden Aufnahmestandort schließlich gesamthaft beurteilen zu können, folgt eine zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse über alle Aufnahmetage hinweg.

4.1 Legende und Abkürzungen

orange	strukturgebunden fliegende Art bzw. Artengruppe (SG)

violett	bedingt strukturgebunden fliegende Art bzw. Artengruppe (BSG)

Legende zu den Tabellen der Anzahl an aufgezeichneten Rufsequenzen und identifizierten Überflüge

Batcorder mit Waldbox-Erweiterung mit Mikrofonausrichtung (WB)

Batcorder (BC)

Dämmerungsbeobachtung mit Blickrichtung

Wärmebildkamera mit Blickrichtung

Geräte zur automatischen Rufaufnahme (zeichnen Rufsequenzen von Fledermäusen auf)

Legende zu den Karten des Versuchsaufbaus

Begriffsdefintionen:

Fledermausaktivität: Anzahl der gemessenen Rufe (automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen) pro Aufnahmegerät und als Summenparameter; die Anzahl gibt im Vergleich der Standorte untereinander ein Maß an Fledermausaktivität im Umfeld der Brücke

Überflug mit Sichtung: Überflüge, welche sowohl mit Rufaufzeichnung als auch visuell (mit und/oder Wärmebildkamera) bewiesen werden konnten

Überflug ohne Sichtung: Überflüge, welche nur mit Rufaufzeichnung, hier aber mit mindestens zwei Geräten in kurzem zeitlichen Abstand, dokumentiert werden konnten

4.2 Referenzstandort Grünbrücke S1 – Schwechat

4.2.1 Aufnahmedatum 19. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 10,6 °C, wolkenlos

Automatische Rufaufnahmen: 191 Minuten, Wärmebildaufnahme: 218 min brutto (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen							davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	BC Brücken-kopf NW	BC Brücken-mitte NO	BC Brücken-mitte NW	WB Brücken-kopf SO	BC Böschung NW	BC Böschung SO	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Plecotus	Plecotus	0	0	2	2	0	0	**4**	2	0
Wimperfledermaus	Mema	2	0	3	0	0	0	**5**	1	0
Myotis „bart“	Mbart	1	0	0	0	0	0	**1**	0	0
Myotis klein mittel	Mkm	1	3	1	1	0	0	**6**	0	1
Myotis	Myotis	2	0	2	5	0	0	**9**	1	1
Pipistrellus hoch	Phoch	1	0	0	2	0	0	**3**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	6	3	6	6	0	0	**21**	2	5
Pipistrellus mittel	Pmid	12	3	6	11	0	1	**33**	4	5
Pipistrellus tief	Ptief	2	0	1	2	0	0	**5**	1	1
Alpenfledermaus	Hsav	10	6	11	4	0	2	**33**	2	3
Summe		**37**	**15**	**32**	**33**	**0**	**3**	**120**	**13**	16

Tabelle 8: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 19. Mai 2014

Es wurden gesamt 120 Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. An den Geräten direkt an und auf der Grünbrücke wurden jeweils zwischen 15 und 37 Sequenzen erfasst. Im Gegensatz dazu war die Aktivität abseits der Brücke (BC Böschung NW und BC Böschung SO) mit 0 und 3 Sequenzen sehr gering. Die größten Anteile haben die Artengruppe *‚Pipistrellus mittel‘ (Pmid)* – mit 33, die Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) – mit 33 sowie die Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) – mit 21 Rufsequenzen.

Überflüge mit Sichtung

Es konnten von der Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (Mema) sowie der Artengruppe ‚Plecotus‘ mittels Wärmebildaufnahmen Überflüge nachgewiesen werden. Abbildung 37 zeigt den Überflug einer Wimperfledermaus geradeaus über die Grünbrücke. Von der Artengruppe ‚Myotis klein mittel‘ wurde an allen Geräten Rufsequenzen erfasst, trotzdem konnte visuell kein Überflug bestätigt werden. Allen bedingt strukturgebunden fliegenden Arten und Artengruppen konnten – mit Ausnahme der Gruppe ‚Pipistrellus hoch‘ (Phoch) visuell Überflüge bestätigt werden.

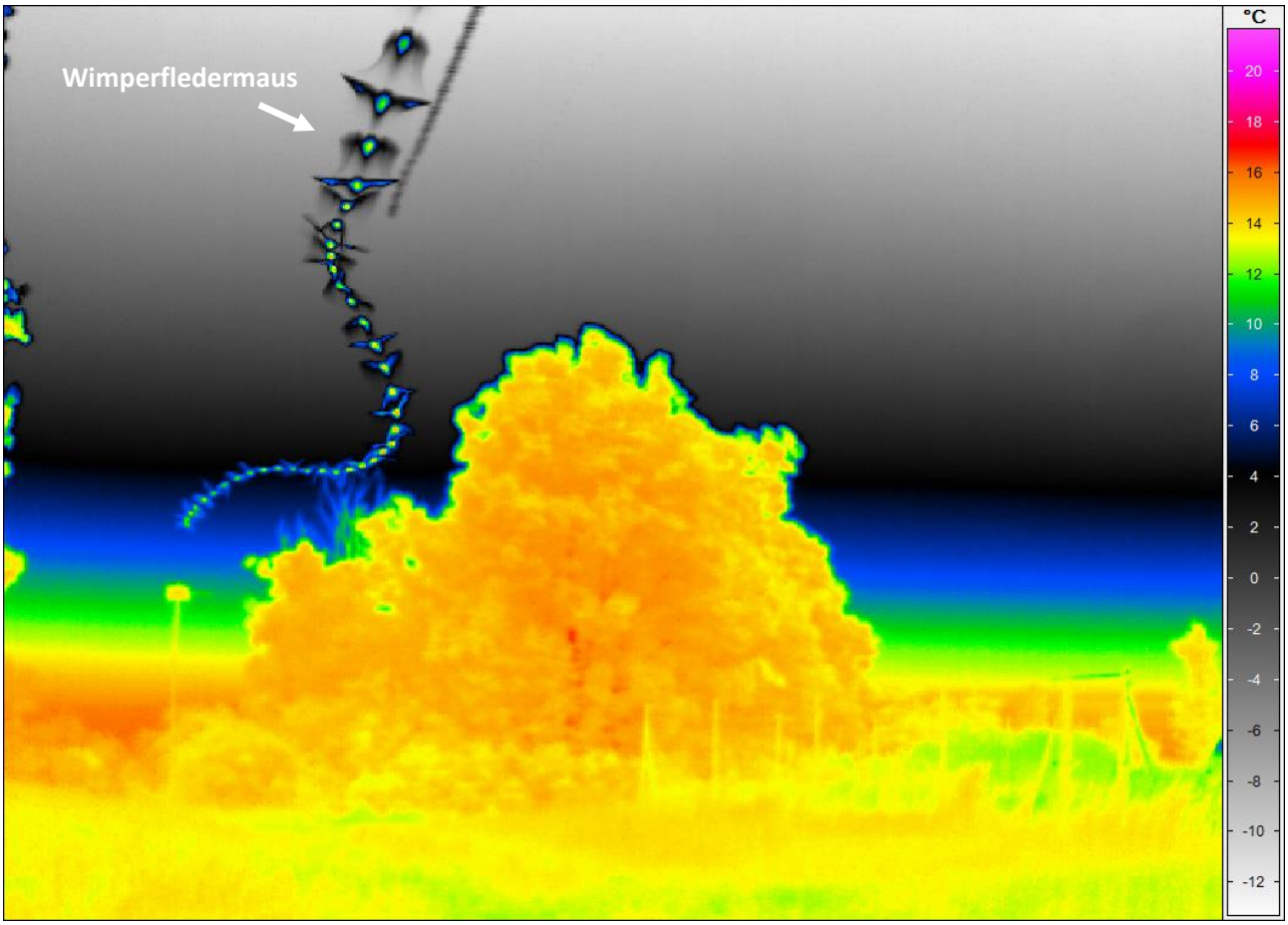


Abbildung 37: Grünbrücke S1 – Schwechat, Überflug einer Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (Mema) ID 18 von Südosten (hinten) nach Nordwesten (vorne) um 21:11

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Eine Fledermaus der Artengruppe ‚Myotis klein mittel', wurde innerhalb von sechs Sekunden an der Brückenmitte und am südöstlichen Brückenkopf erfasst. Weiters gibt es fünf mögliche Überflüge der Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg), bei denen ein Individuum jeweils vier (in einem Fall acht) Sekunden verzögert an der Brückenmitte und dem südöstlichen Brückenkopf aufgezeichnet wurde. Fünf mögliche Überflüge stammen von der der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid), die in vier Fällen im Abstand von zwei bis sechs Sekunden an der Brückenmitte und dem südöstlichen Brückenkopf erfasst wurde sowie in einem Fall innerhalb von acht Sekunden am südöstlichen und am nordöstlichen Brückenkopf. Ein möglicher Überflug stammt von einer Fledermaus der Gattung *Myotis,* die im Abstand von acht Sekunden in der Brückenmitte und am südöstlichen Brückenkopf aufgezeichnet wurde. Ein möglicher Überflug der Artengruppe ‚Pipistrellus tief' (Ptief) mit einem zeitlichen Abstand von vier Sekunden zwischen Brückenmitte und südöstlichem Brückenkopf konnte belegt werden sowie drei weitere mögliche Überflüge von Alpenfledermäusen *Hypsugo savii* (Hsav) im Abstand von zwei bis sechs Sekunden zwischen Brückenmitte und südöstlichem Brückenkopf.

Insgesamt wurden 120 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an sechs Aufnahmegeräten erfasst. 13 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 16 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

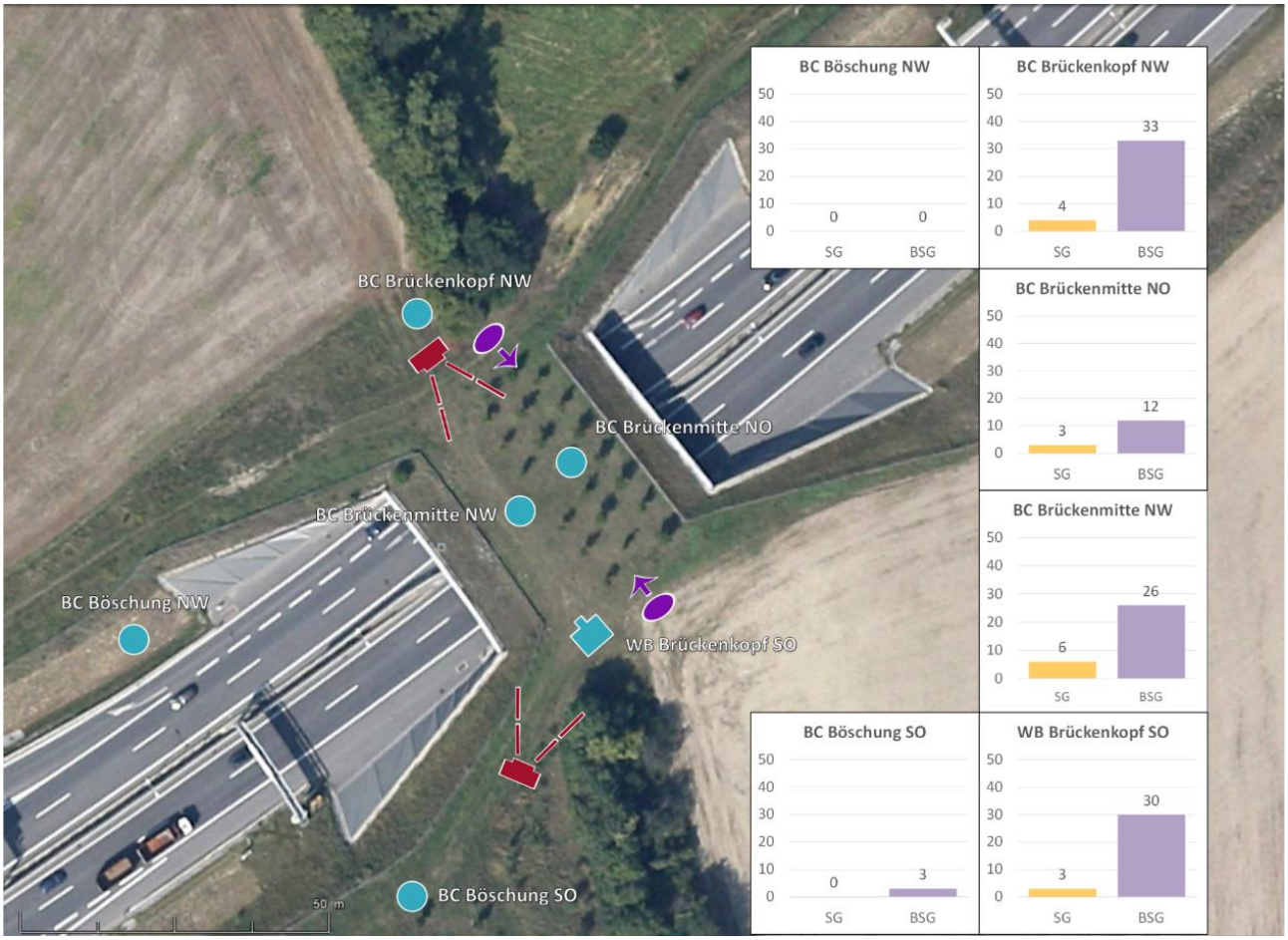


Abbildung 38: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 19. Mai 2014

4.2.2 Aufnahmedatum 27. Juni 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 14,8 °C, wolkenlos

Automatische Rufaufnahmen: 158 Minuten, Wärmebildaufnahme: 142 Minuten (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen			davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Nordwest	WB Südost	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Wimperfledermaus	Mema	1	1	**2**	0	1
Myotis klein mittel	Mkm	2	4	**6**	3	0
Pipistrellus hoch	Phoch	0	1	**1**	1	0
Zwergfledermaus	Ppip	1	0	**1**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	0	3	**3**	2	0
Pipistrellus mittel	Pmid	8	44	**52**	37	1
Summe		**12**	**53**	**65**	**43**	2

Tabelle 9: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014

Es wurden gesamt 65 Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst. Die Waldbox im Südosten der Brücke war mit gesamt 53 Rufsequenzen wesentlich stärker frequentiert als die Waldbox am nordöstlichen Brückenkopf, die 12 Rufsequenzen erfasst hat. Der größte Anteil der Aufzeichnungen stammt – mit 52 Rufsequenzen – von der bedingt strukturgebunden fliegenden Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid).

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnten der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) 37 Brückenquerungen nachgewiesen werden. Mittels Wärmebild konnten der Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) zwei Überflüge bestätigt werden. Der einzigen Rufsequenz der Artengruppe ‚Pipistrellus hoch' (Phoch) konnte mittels Wärmebildaufnahme ebenfalls ein Überflug bestätigt werden. Der Artengruppe ‚Myotis klein mittel' konnten mit Wärmebildaufnahmen zwei Überflüge belegt werden sowie ein weiterer Überflug mittels Dämmerungsbeobachtung.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Eine Fledermaus der bedingt strukturgebunden fliegenden Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) wurde an der Nordwestseite erfasst und vier Sekunden später an der Südostseite der Brücke. Eine strukturgebunden fliegende Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (Mema) zeigt einen zeitlichen Abstand von zehn Sekunden zwischen dem südöstlichen und dem nordwestlichen Brückenkopf.

Insgesamt wurden 65 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst. 43 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 2 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

Abbildung 39: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014

4.2.3 Zusammenfassende Betrachtung des Referenzstandortes Grünbrücke – S1 Schwechat

Die Fledermausaktivität an der Grünbrücke war an beiden Erhebungsabenden hoch. Am 19. Mai wurden insgesamt 120 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an sechs Aufnahmegeräten erfasst, am 27. Juni insgesamt 65 Rufsequenzen an zwei Geräten. Die Fledermausaktivität an der Grünbrücke Schwechat wird insgesamt als hoch beurteilt.

Am 19. Mai wurden 13 Überflüge mit Sichtung und 16 (mögliche) Überflüge ohne Sichtung erfasst. Am 27. Juni konnten 43 Überflüge mit Sichtung und 2 (mögliche) Überflüge ohne Sichtung nachgewiesen werden. Zwei Aufnahmegeräte, die etwa 50 m abseits der Brücke an der Straßenböschung positioniert waren, zeigen, dass die Fledermausaktivität abseits der Grünbrücke bzw. der Leitstruktur gering ist.

4.3 Standort Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach

4.3.1 Aufnahmedatum 22. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 20,3 °C wolkenlos, mäßiger Wind 20km/h

Automatische Rufaufnahmen: 177 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 193 Minuten (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen						davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücken-kopf N	BC Böschung Brücke N	BC Brücken-mitte	WB Brückenkopf S	BC Böschung Brücke S	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	1	4	0	0	0	**5**	0	0
Breitflügelfledermaus	Eser	0	8	0	0	0	**8**	0	0
Myotis	Myotis	0	0	0	1	3	**4**	0	0
Zwergfledermaus	Ppip	2	0	5	9	0	**16**	5	1
Pipistrellus mittel	Pmid	4	0	13	17	8	**42**	11	4
Summe		**7**	**12**	**18**	**27**	**11**	**75**	**16**	5

Tabelle 10: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 22. Mai 2014

Es wurden gesamt 75 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon – 42 Sequenzen – stammt von der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid), die vorwiegend in der Brückenmitte und am südlichen Brückenkopf aufgezeichnet wurde.

Überflüge mit Sichtung

Abbildung 40 zeigt den Überflug einer Fledermaus der Gruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) von Norden (links) nach Süden (rechts), der durch Dämmerungsbeobachtung und Wärmebildaufzeichnung bestätigt wurde. Für diese Artengruppe konnten elf Überflüge bestätigt werden. Weiters wurden fünf Überflüge der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) zugeordnet. Abbildung 41 zeigt dazu ein Wärmebild. Die Zwergfledermaus fliegt kurz nach dem Sichtbarwerden hinter dem Brückengeländer und ist im Wärmebild nicht mehr sichtbar. Durch die Dämmerungsbeobachtung auf der Brücke konnte dieser Fledermaus dennoch eindeutig ein Überflug über die Brücke nachgewiesen werden. Dieses Beispiel zeigt, dass Individuen, die sehr nahe an Strukturen fliegen, auf dem Wärmebild schwer erkennbar sein können.

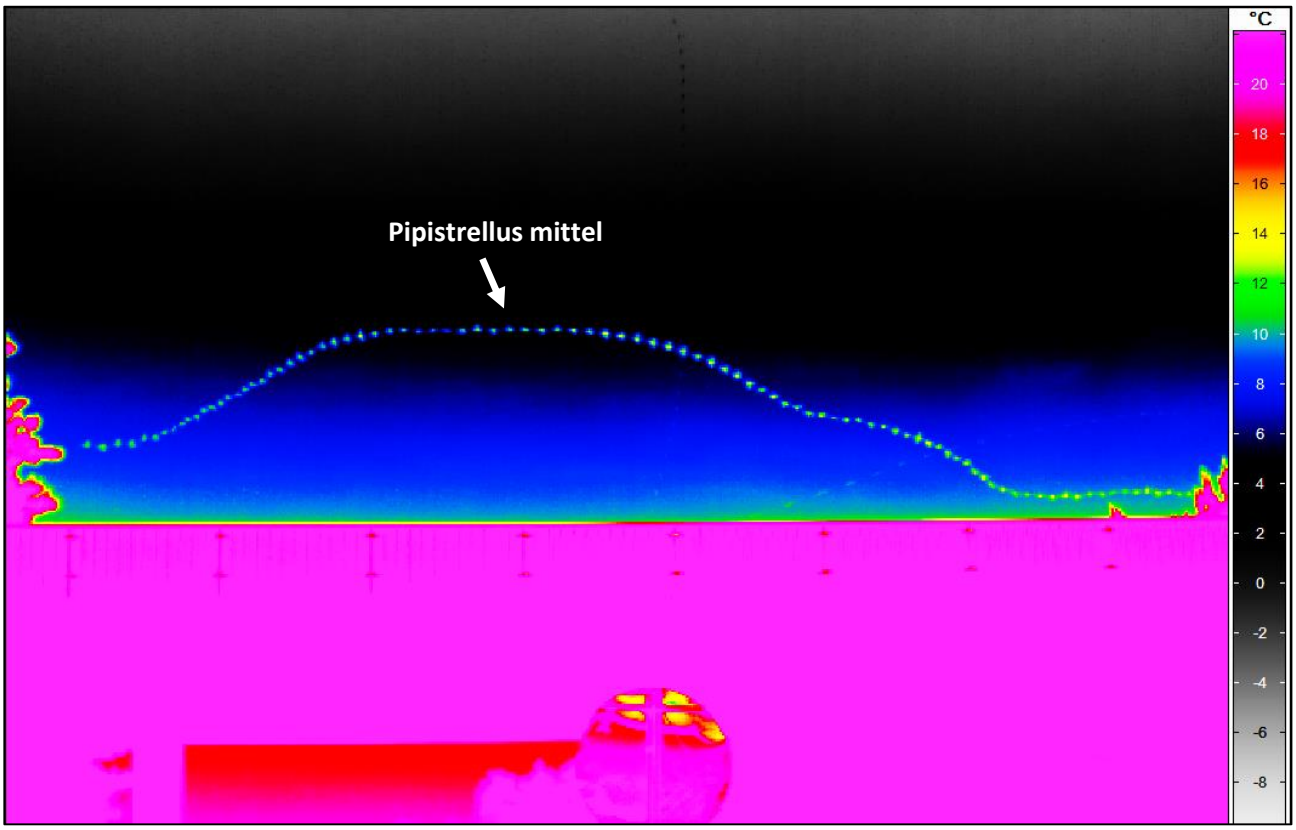


Abbildung 40: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, Überflug einer Fledermaus der Gruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) ID 5 von Norden (links) nach Süden (rechts) um 21:28 – AWD

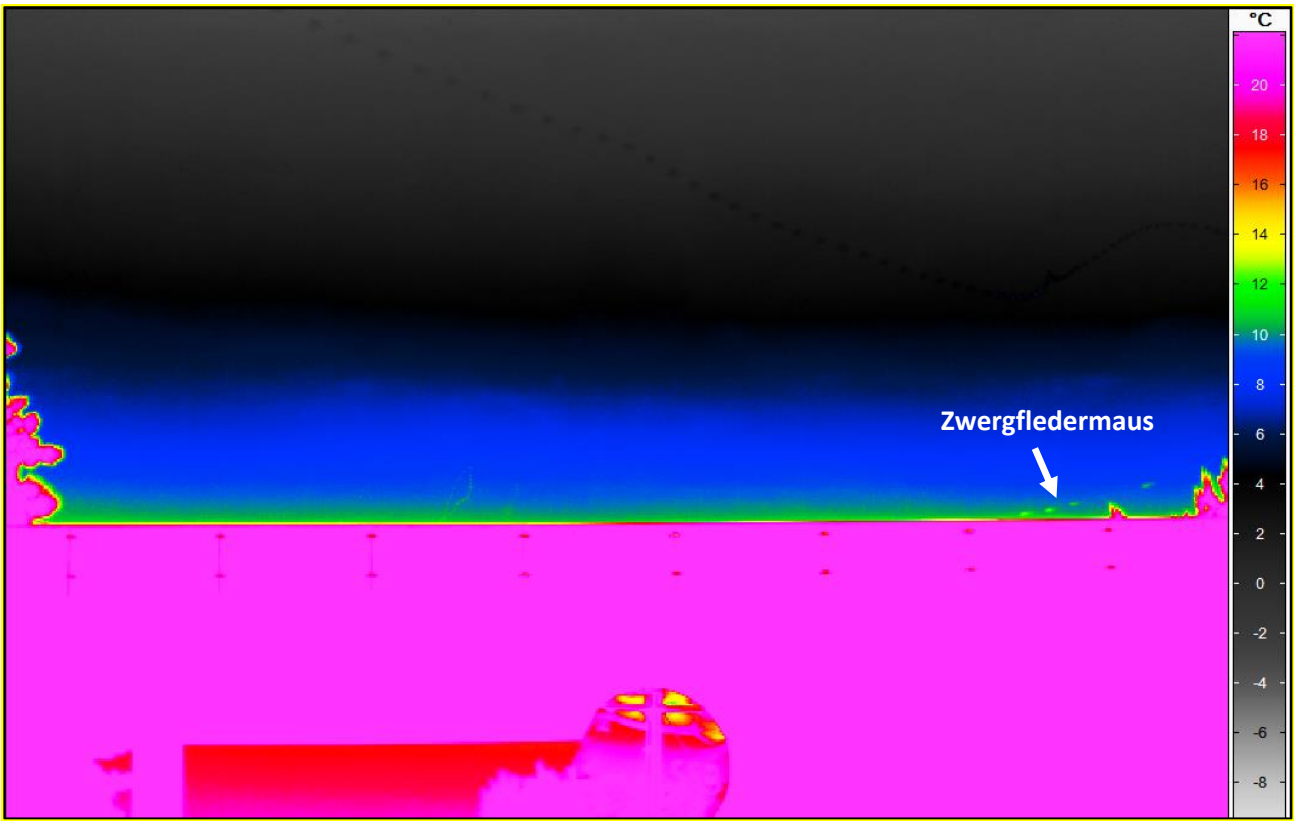


Abbildung 41: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, beobachteter Überflug einer Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) ID 2 von Süden (rechts) nach Norden (links) um 21:11

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Eine Zwergfledermaus (Ppip) wurde in der Brückenmitte und vier Sekunden später von der Waldbox am südlichen Brückenkopf erfasst. In weiteren drei Fällen wurde eine Fledermaus der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) mit null bis vier Sekunden Verzögerung an einem Aufnahmegerät in der Brückenmitte und am südlichen Brückenkopf erfasst. In einem zusätzlichen Fall folgt auf eine Aufzeichnung in der Brückenmitte zwei Sekunden später eine Sequenz auf der Waldbox am nördlichen Brückenkopf.

An diesem Erhebungsabend konnten einem großen Anteil der aufgezeichneten Rufe in der Brückenmitte durch Beobachtung oder Wärmebildaufnahmen ein Überflug bestätigt werden.

Insgesamt wurden 75 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an fünf Aufnahmegeräten erfasst. 16 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 5 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

Abbildung 42: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 22. Mai 2014

4.3.2 Aufnahmedatum 3. Juli 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 15,4 °C wolkenlos

Automatische Rufaufnahmen: 148 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 97 Minuten (Daueraufnahme), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen				davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücke N	BC Brücke Mitte	WB Brücke Süd	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis „bart“	Mbart	0	0	1	**1**	0	0
Myotis klein mittel	Mkm	3	1	1	**5**	3	0
Breitflügelfledermaus	Eser	1	0	0	**1**	0	0
Myotis	Myotis	0	1	0	**1**	1	0
Zwergfledermaus	Ppip	23	11	17	**51**	13	5
Pipistrellus mittel	Pmid	23	13	7	**43**	14	1
Alpenfledermaus	Hsav	0	1	0	**1**	1	0
Pipistrelloid	Pipistrelloid	1	0	0	**1**	0	0
Summe		**51**	**27**	**26**	**104**	**32**	6

Tabelle 11: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014

Es wurden gesamt 104 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Die größten Anteile daran haben die Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) – mit 51 Sequenzen sowie die Artengruppe ‚Pipistrellus mittel‘ (Pmid) – mit 43 Sequenzen. Die aufgezeichneten Rufsequenzen sind über alle Standorte verteilt mit einem Schwerpunkt am nördlichen Brückenkopf.

Überflüge mit Sichtung

Insgesamt 27 Überflüge konnten der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) oder der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel‘ (Pmid) zugeordnet werden. Die strukturgebunden fliegende Artengruppe ‚Myotis klein mittel‘ weist drei visuell bestätigte Überflüge auf, Abbildung 43 zeigt einen Überflug von Norden nach Süden als Beispiel. Weiters wurde noch je ein Überflug der Artengruppe ‚Myotis‘ und der Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) nachgewiesen.

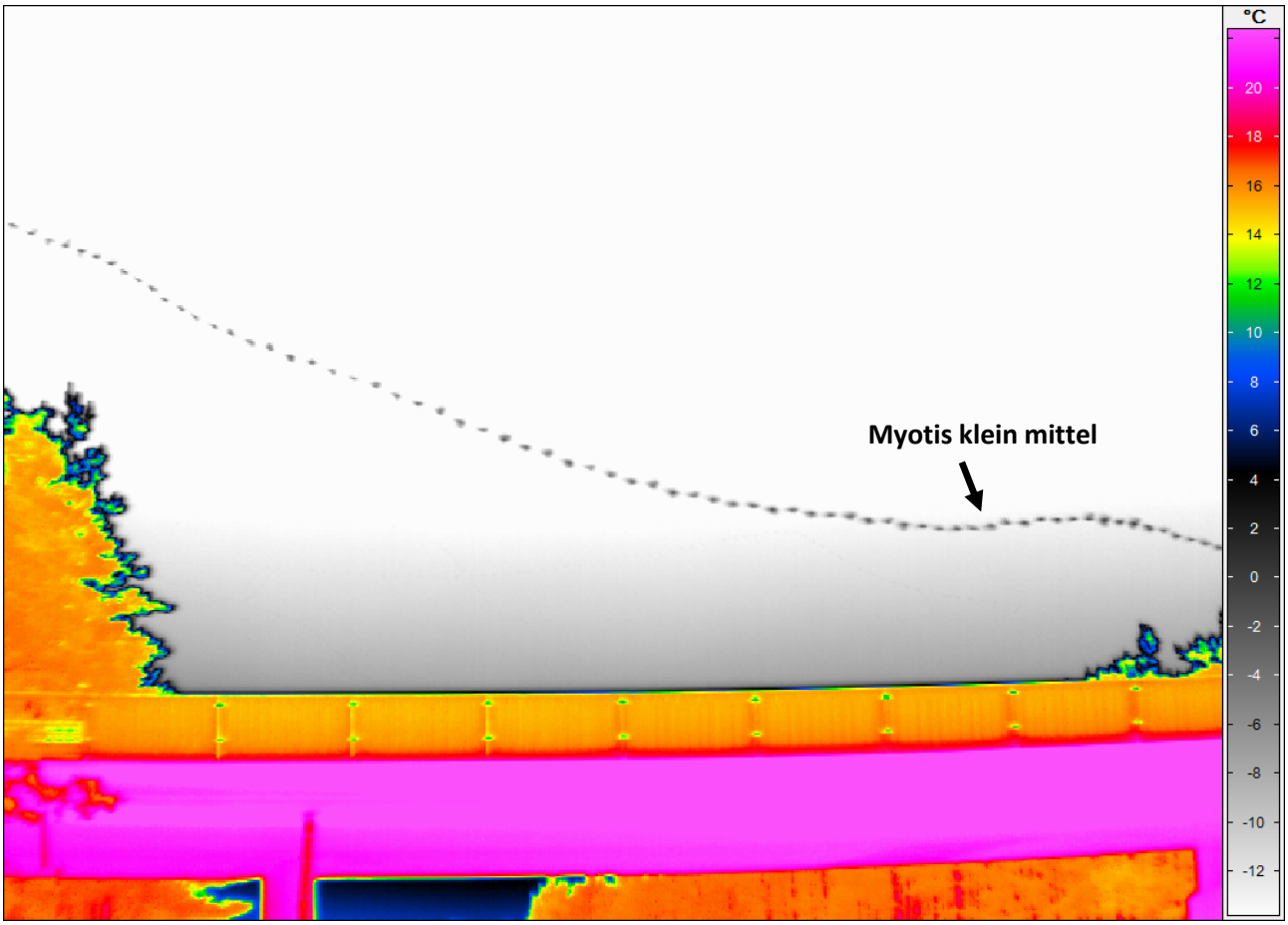


Abbildung 43: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) ID 21 von Norden (links) nach Süden (rechts) um 21:11

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Drei Zwergfledermäuse *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) weisen Aufnahmeabstände von jeweils zwei Sekunden zwischen der Brückenmitte und dem südlichen Brückenkopf auf. Zwei weitere Individuen wurden in einem zeitlichen Abstand von sechs Sekunden am nördlichen und südlichen Brückenkopf erfasst. Eine Fledermaus der Gruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) wurde am südlichen Brückenkopf aufgezeichnet, zwei und vier Sekunden später in der Brückenmitte und weitere zwei Sekunden danach an der Nordseite der Brücke.

An diesem Erhebungsabend konnten jeder Art oder Artengruppe, die in der Brückenmitte von der automatischen Rufaufzeichnung erfasst wurde, Überflüge bestätigt werden. Ein großer Anteil der aufgenommenen Rufsequenzen konnte einer Fledermaus am Wärmebild zugeordnet werden.

Insgesamt wurden 104 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an drei Aufnahmegeräten erfasst. 32 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 6 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

Abbildung 44: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014

4.3.3 Aufnahmedatum 20. August 2014

Aufgrund von aufkommendem Regen wurde der Versuchsaufbau um 20 Uhr abgebrochen.

4.3.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach

Die Fledermausaktivität an der Wirtschaftswegbrücke über die S6 bei Natschbach war am 22. Mai sowie am 3. Juli hoch. Am 22. Mai wurden insgesamt 75 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an fünf Aufnahmegeräten erfasst, am 3. Juli 104 Rufsequenzen an drei Geräten. Die Aufnahmen am 20. August mussten aufgrund eines Schlechtwettereinbruchs abgebrochen werden. Die Fledermausaktivität an der Wirtschaftswegbrücke S6 bei Natschbach wird insgesamt als hoch beurteilt.

Am 22. Mai konnten 16 Überflüge mit Sichtung sowie 5 (mögliche) Überflüge ohne Sichtung erfasst werden, am 3. Juli wurden 32 Überflüge mit Sichtung und 6 (mögliche) Überflüge ohne Sichtung dokumentiert.

4.4 Standort Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf

4.4.1 Aufnahmedatum 12. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) ca. 12 °C, bewölkt, windig

Automatische Rufaufnahmen: 75 Minuten, Wärmebildaufnahmen: Probeaufnahme triggergesteuert, keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brückenkopf SO	BC Brückenmitte	WB Brückenkopf NW	BC Böschung NW	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis „bart“	Mbart	0	0	0	1	**1**	**0**	0
Myotis klein mittel	Mkm	1	1	1	1	**4**	**0**	1
Mopsfledermaus	Bbar	1	0	0	0	**1**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	7	2	1	0	**10**	0	1
Summe		**9**	**3**	**2**	**2**	**16**	**0**	2

Tabelle 12: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 12. Mai 2014

Es wurden gesamt 16 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon – 10 Rufsequenzen – stammen von der bedingt strukturgebunden fliegenden Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg), die vorwiegend am südöstlichen Brückenkopf aufgezeichnet wurde. Von den vier aufgezeichneten Artengruppen wurde nur ‚Myotis klein mittel‘ (Mkm) an allen Standorten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst.

Überflüge mit Sichtung

An diesem Tag wurden die ersten Probeaufnahmen mit der Wärmebildkamera gemacht. Es konnten keine Überflüge am Wärmebild erkannt werden. Da auch keine Dämmerungsbeobachtung stattgefunden hat, ist keine visuelle Identifikation von Überflügen möglich.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Eine Fledermaus der Gruppe ‚Myotis klein mittel‘ (Mkm), wurde in einem zeitlichen Abstand von 4 Sekunden am südöstlichen Brückenkopf und in der Brückenmitte erfasst. Bei der Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) folgt auf eine Aufzeichnung in der Brückenmitte vier Sekunden später eine Sequenz am südöstlichen Brückenkopf.

Insgesamt wurden 16 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. Es wurden keine Überflüge visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 2 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

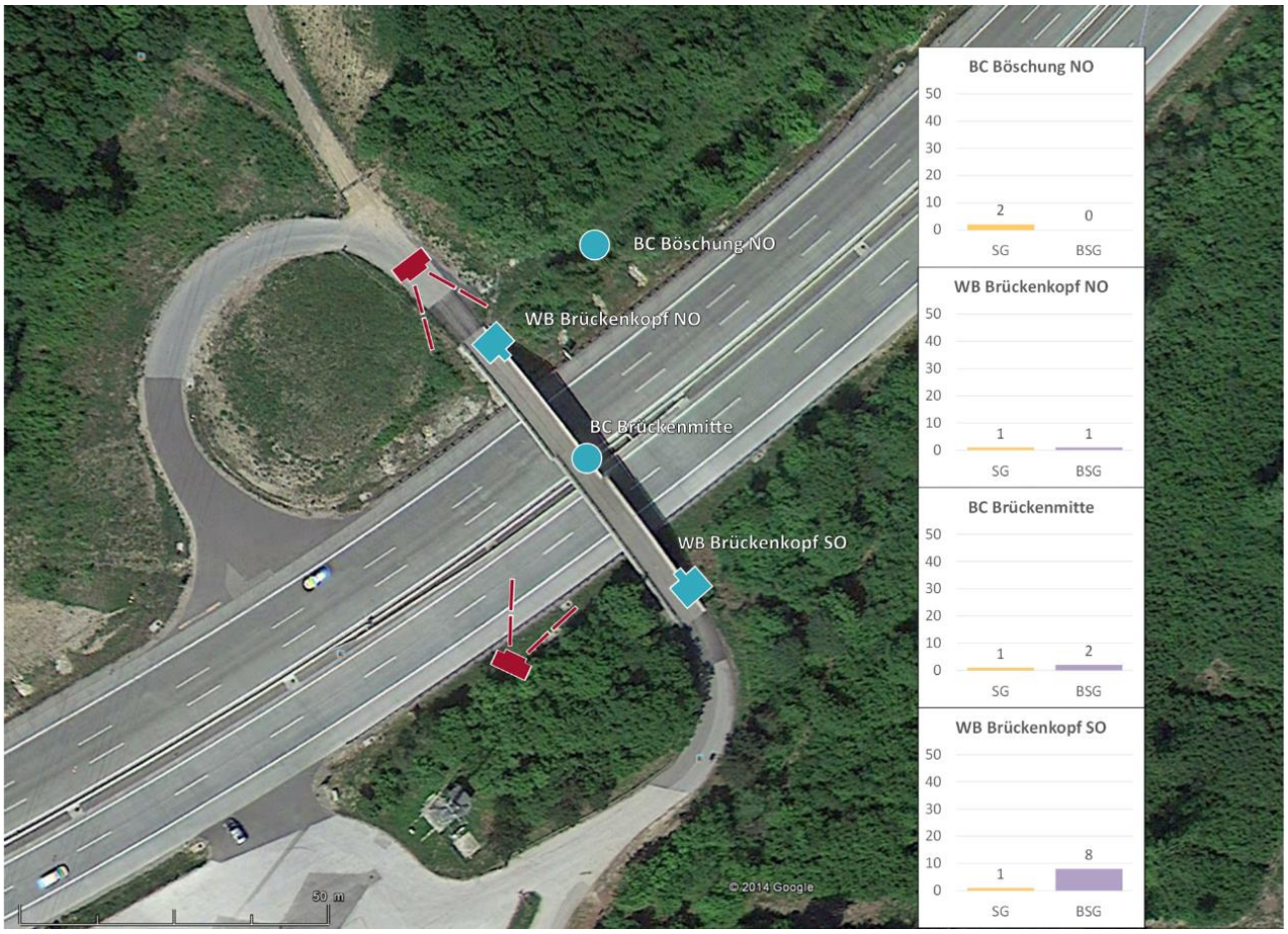


Abbildung 45: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 12. Mai 2014

4.4.2 Aufnahmedatum 23. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 17,5 °C, gegen 22 Uhr zunehmende Bedeckung daher frühzeitiger Abbruch der Aufnahmen

Automatische Rufaufnahmen: 119 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 93 Minuten (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brückenkopf NW	BC Brückenmitte	WB Brückenkopf SO	BC Böschung SO	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	0	2	0	0	**2**	**0**	2
Mopsfledermaus	Bbar	0	1	1	0	**2**	**0**	0
Mausohr	Mmyo	0	1	0	0	**1**	**0**	0
Myotis	Myotis	0	0	3	0	**3**	**0**	0
Mückenfledermaus	Ppyg	1	8	6	2	**17**	**2**	4
Pipistrellus tief	Ptief	2	0	0	0	**2**	**0**	0
Alpenfledermaus	Hsav	2	2	0	0	**4**	**0**	2
Summe		**5**	**14**	**10**	**2**	**31**	**2**	8

Tabelle 13: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 23. Mai 2014

Es wurden gesamt 31 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon – 17 Sequenzen – stammen von der bedingt strukturgebunden fliegenden Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg). Die meisten Rufaufnahmen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten – 14 an der Zahl – wurden in der Brückenmitte aufgezeichnet.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte der Überflug von zwei Mückenfledermäusen *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) bestätigt werden. Einer davon durch Dämmerungsbeobachtung, der zweite Überflug durch eine Wärmebildaufnahme (Abbildung 46). In dieser Abbildung wird ersichtlich, dass Fledermäuse, die nahe an Strukturen wie Gehölzen oder Brücken fliegen, im Wärmebild nur schwer vom Hintergrund zu unterscheiden sind. Nachdem die im Wärmebild gut sichtbare Fledermaus hinter dem warmen Brückengeländer – das in diesem Fall mit einem Spritzschutz versehen ist – weiterfliegt, ist sie fast nicht mehr erkennbar.

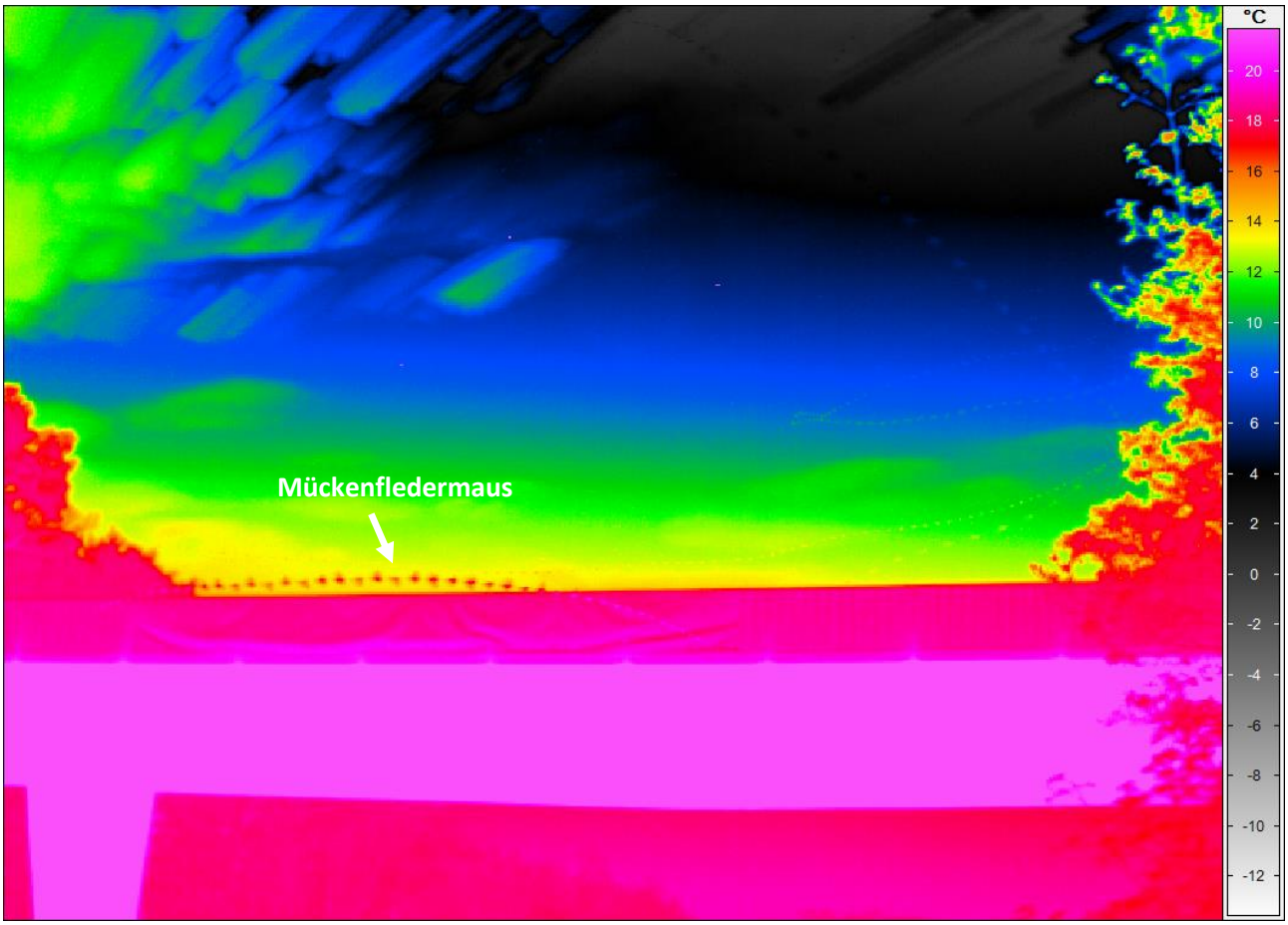


Abbildung 46: Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf, Überflug einer Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) ID 16 von Nordwesten (links) nach Südosten (rechts) um 22:18:16

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Von vier Mückenfledermäusen (Ppyg) gibt es Aufzeichnungen in der Brückenmitte und am südöstlichen Brückenkopf in einem zeitlichen Abstand von zwei bis sechs Sekunden. Die Artengruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) wurde zwei Mal in der Brückenmitte aufgezeichnet. Diese Aufzeichnungen korrelieren mit zwei und vier Sekunden zeitlichem Abstand mit Aufzeichnungen der Artengruppe ‚Myotis', welche Arten der Gruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) enthält, am südöstlichen Brückenkopf. Die Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) wurde zwei Mal in der Brückenmitte aufgezeichnet. Darauf folgt in beiden Fällen vier Sekunden verzögert eine Aufzeichnung der Artengruppe ‚*Pipistrellus* tief' (Ptief), welche auch die Alpenfledermaus als mögliche Art enthält, am nordwestlichen Brückenkopf.

Insgesamt wurden 31 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. 2 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 8 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

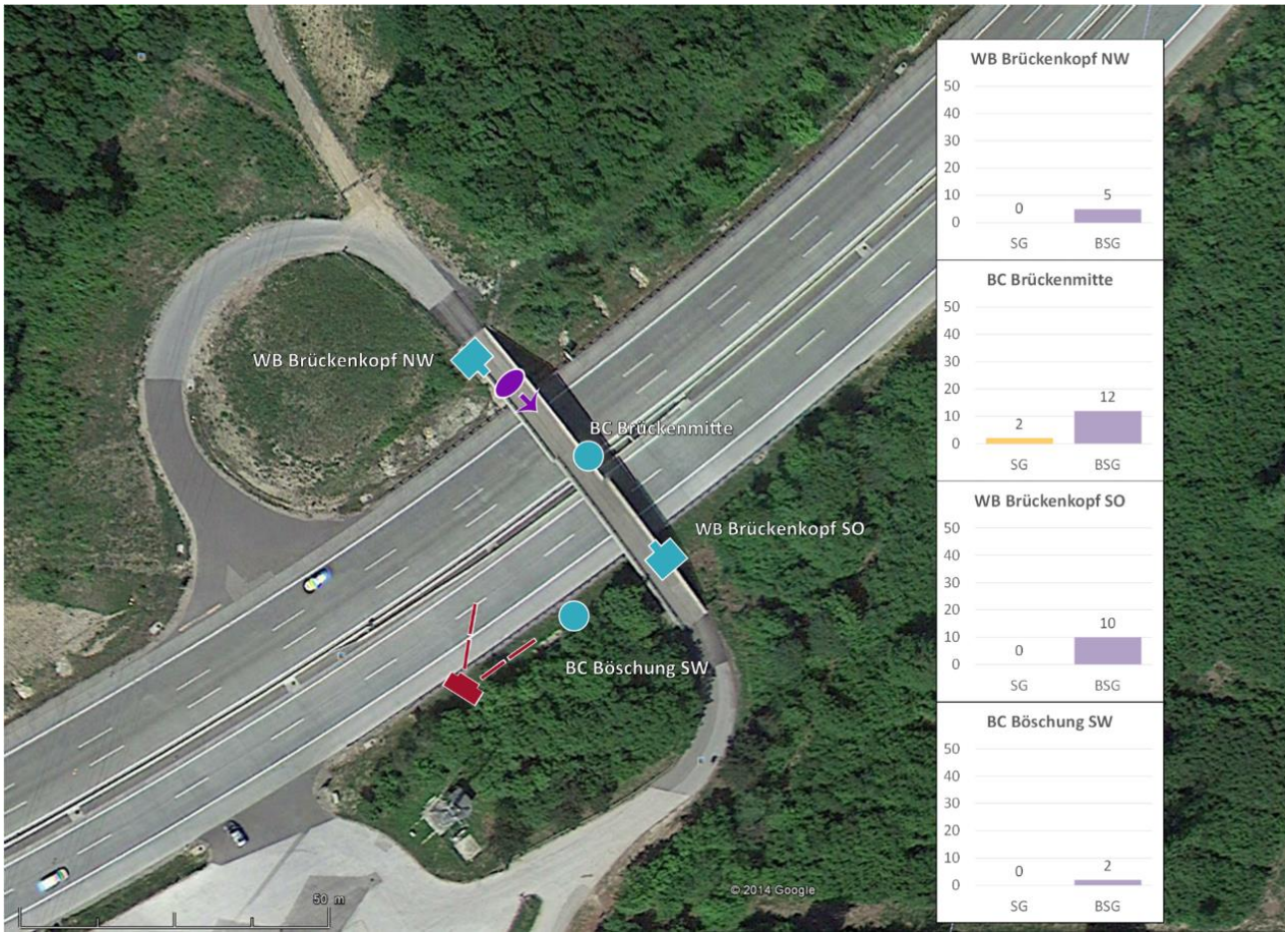


Abbildung 47: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 23. Mai 2014

4.4.3 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf

Die Fledermausaktivität an der Wirtschaftswegbrücke über die A1 bei Purkersdorf war an beiden Erhebungsabenden mäßig. Am 12. Mai wurden insgesamt 16 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst, am 23. Mai 31 Rufsequenzen an vier Geräten. Die Fledermausaktivität an der Wirtschaftswegbrücke bei Purkersdorf wird als mäßig beurteilt.

Am 12. Mai konnte kein Überflug mit Sichtung und 2 (mögliche) Überflüge ohne Sichtung erfasst werden. Am 23. Mai wurden 2 Überflüge mit Sichtung nachgewiesen, weiters ergeben sich Hinweise auf 8 weitere Überflüge ohne Sichtung.

4.5 Standort Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau

4.5.1 Aufnahmedatum 20. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 15,3 °C, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 212 Minuten, Wärmebildaufnahmen: (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brückenkopf O	BC Brücke Mitte N	BC Brücke Mitte Süd	WB Brückenkopf W	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	3	1	1	0	**5**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	0	2	0	1	**3**	0	1
Pipistrellus mittel	Pmid	0	1	3	1	**5**	0	1
Summe		**3**	**4**	**4**	**2**	**13**	**0**	2

Tabelle 14: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014

Es wurden gesamt 13 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Die Anzahl der Rufsequenzen ist gleichmäßig über die Geräte verteilt.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte keiner der aufgezeichneten Rufsequenzen ein Überflug zugeordnet werden.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Eine Mückenfledermaus (Ppyg) wurde erst auf der nördlichen Brückenmitte mit dem Batcorder erfasst und danach mit vier Sekunden zeitlichem Abstand am westlichen Brückenkopf. Ein Individuum der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) wurde am westlichen Brückenkopf von der Waldbox aufgezeichnet und vier Sekunden später von beiden Batcordern in der Brückenmitte.

Insgesamt wurden 13 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. 0 Überflüge sind visuell bestätigt, weiters ergeben sich Hinweise auf 2 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

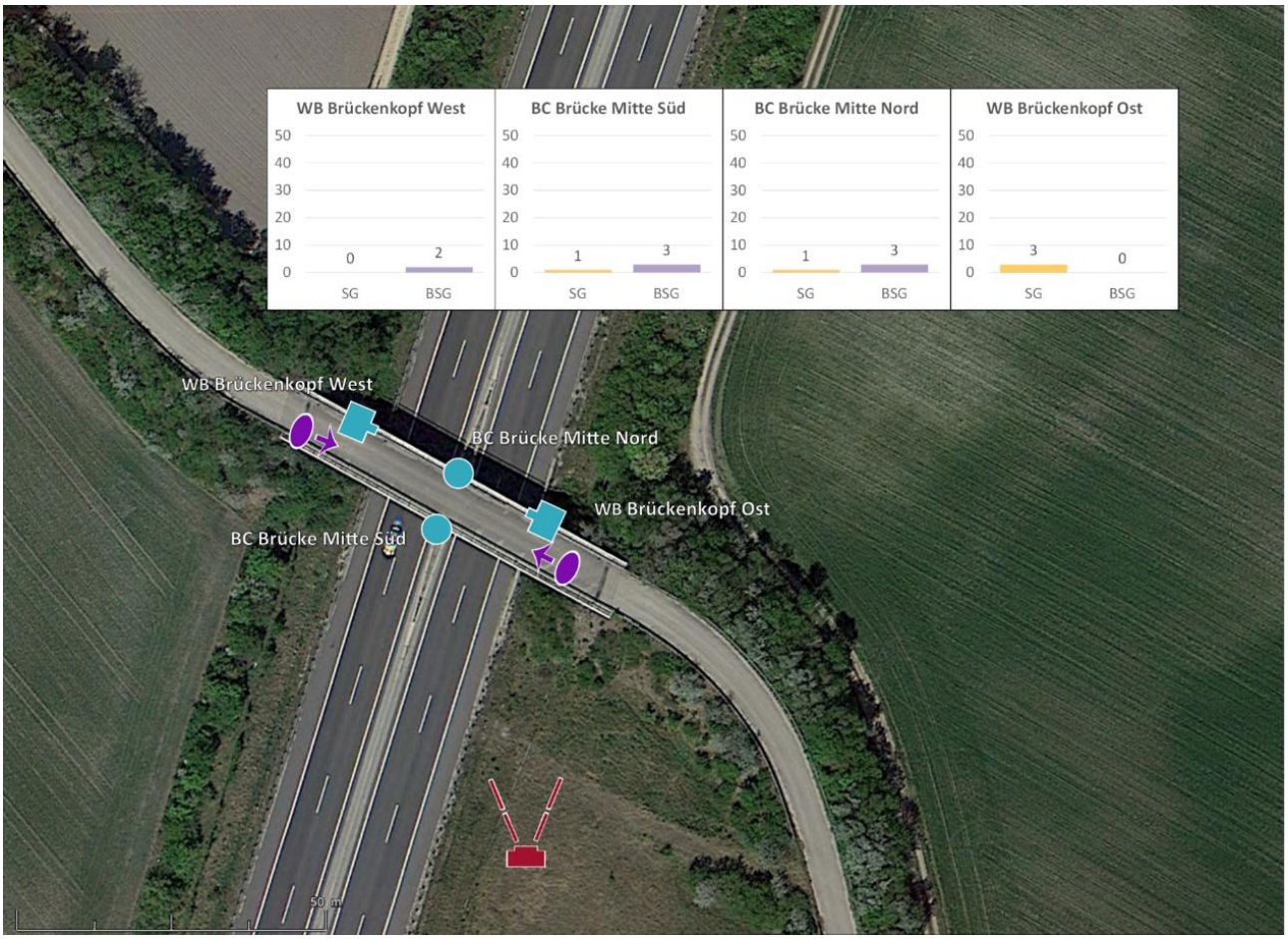


Abbildung 48: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014

4.5.2 Aufnahmedatum 1. Juli 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 14,5 °C, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 111 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 73 min (Daueraufnahme), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen				davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücke W	BC Brücke Mitte	WB Brücke Ost	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Mückenfledermaus	Ppyg	0	1	1	**2**	**0**	0

Tabelle 15: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014

Es wurden gesamt 2 Sequenzen der bedingt strukturgebunden fliegenden Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst.

Überflug mit Sichtung

Keiner Sequenz konnte durch Wärmebildaufzeichnungen oder Dämmerungsbeobachtung ein Überflug zugeordnet werden.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 2 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an drei Aufnahmegeräten erfasst. Es wurden Überflüge weder visuell bestätigt, noch können weitere Überflüge ohne Sichtung abgeleitet werden.

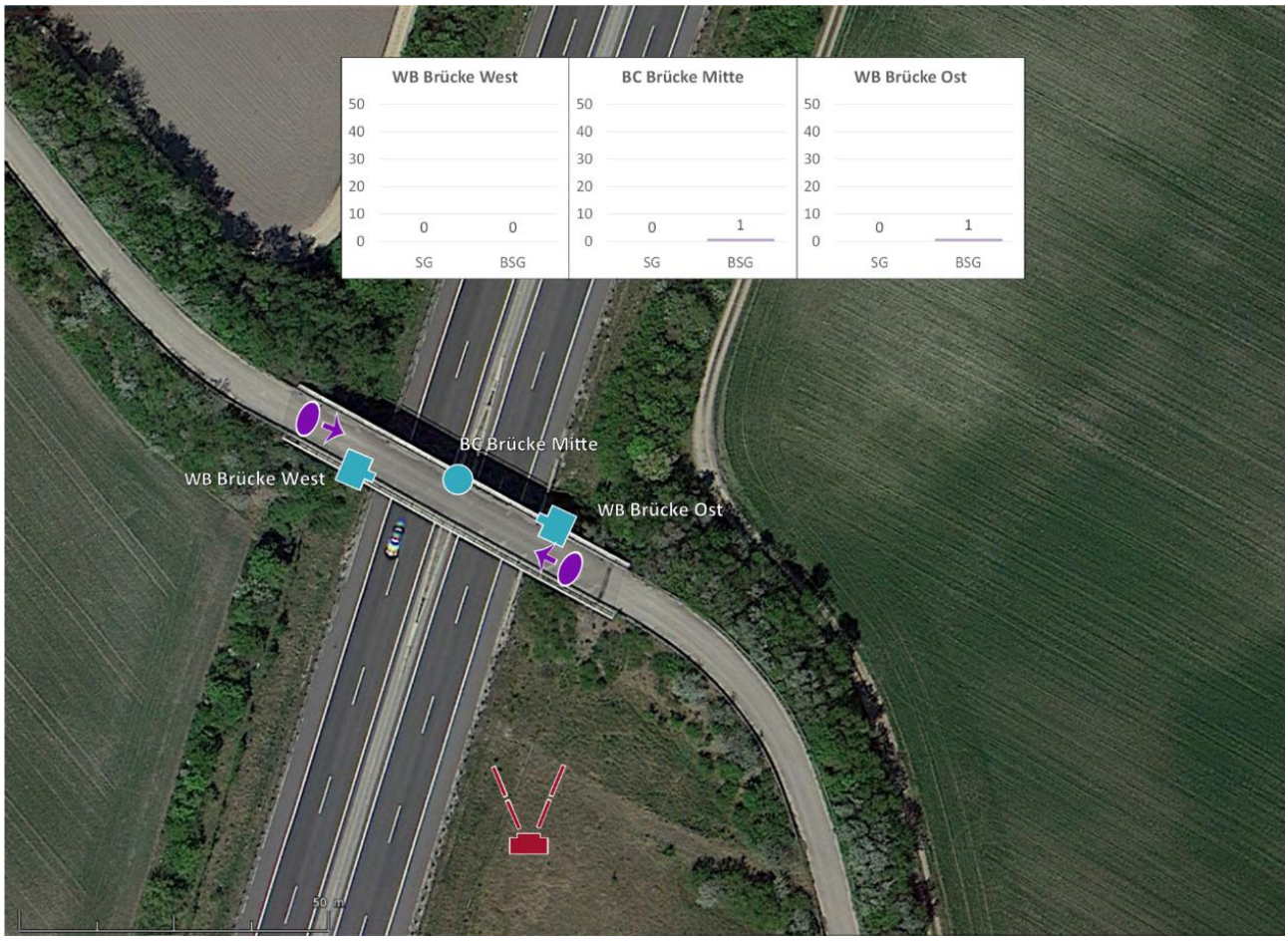


Abbildung 49: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014

4.5.3 Aufnahmedatum 14. August 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 12,4 °C, bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 136 Minuten, Wärmebildaufnahmen 70 Minuten (Daueraufnahme), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücke N	BC Brücke Mitte	WB Brücke S	BC Rampe S	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Plecotus	Plecotus	0	1	0	0	**1**	0	0
Myotis klein mittel	Mkm	0	0	1	2	**3**	0	0
Mopsfledermaus	Bbar	1	0	0	1	**2**	0	0
Myotis	Myotis	0	0	0	2	**2**	0	0
Pipistrellus hoch	Phoch	1	2	0	0	**3**	1	0
Mückenfledermaus	Ppyg	3	5	5	6	**19**	0	0
Pipistrellus mittel	Pmid	0	1	0	2	**3**	0	0
Alpenfledermaus	Hsav	2	1	0	1	**4**	1	0
Summe		**7**	**10**	**6**	**14**	**37**	**2**	**0**

Tabelle 16: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 14. August 2014

Es wurden gesamt 37 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Ein großer Teil davon – 10 Sequenzen – wurden in der Brückenmitte aufgezeichnet. Die mit 19 Sequenzen am stärksten vertretene Art ist die Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg). Die restlichen Arten und Artengruppen sind mit ein bis drei aufgezeichneten Sequenzen vertreten.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte eine aufgezeichneten Sequenz der Artengruppe ‚Pipistrellus hoch' (Phoch) als Überflug identifiziert werden. Die Abbildung 50 zeigt diese Brückenquerung von Osten nach Westen im Wärmebild. Eine Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) wurde bei einem Überflug schräg über die Brücke beobachtet.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 37 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. 2 Überflüge sind visuell bestätigt, es sind keine weiteren Überflüge ohne Sichtung aus den Daten abzuleiten.

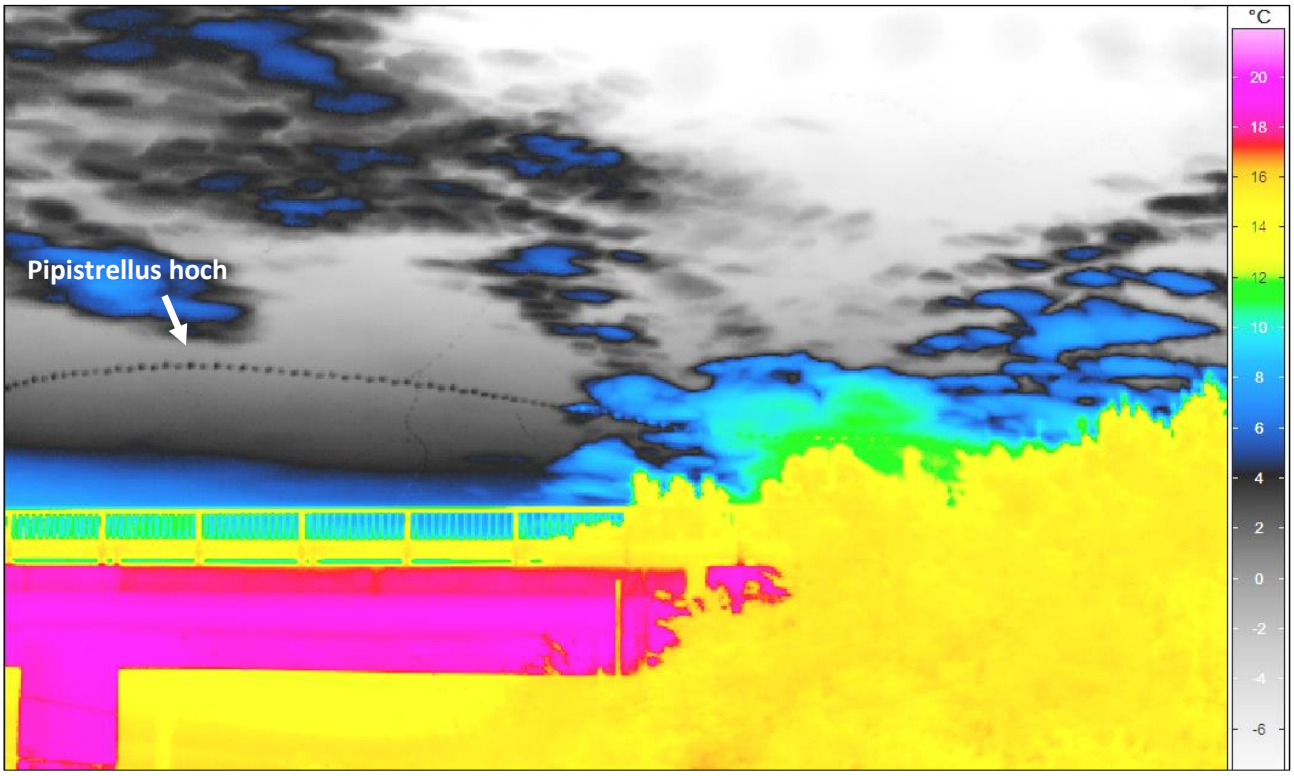


Abbildung 50: Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Pipistrellus hoch' (Phoch) ID 1 von Osten (rechts) nach Westen (links) um 21:17

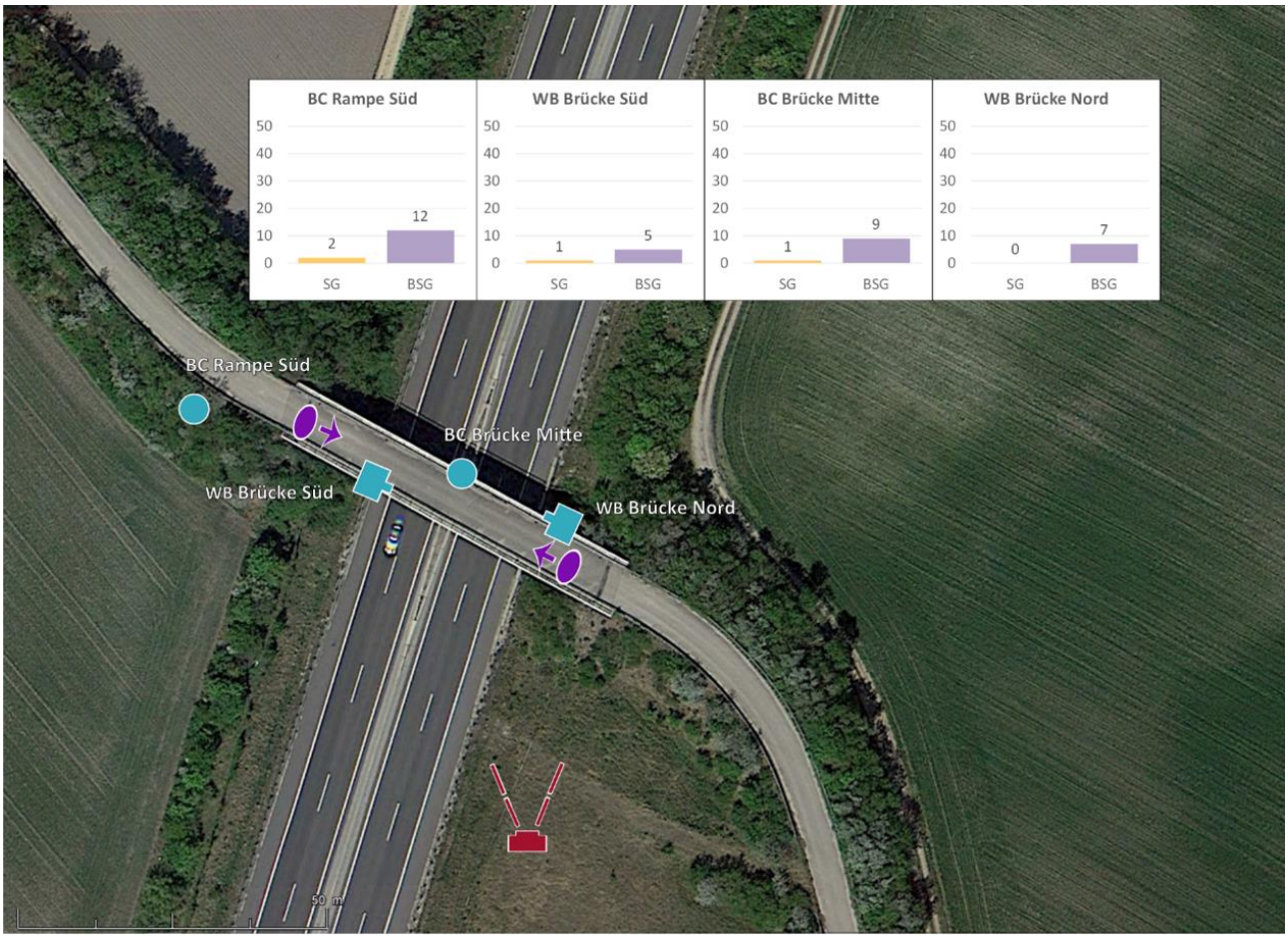


Abbildung 51: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 14. August 2014

4.5.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau

Im Bereich der Wirtschaftswegbrücke über die A3 bei Trumau war die Fledermausaktivität an zwei Erhebungsabenden (20. Mai sowie 1. Juli) gering. Am 20. Mai wurden insgesamt 13 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst, am 1. Juli 2 Rufsequenzen an drei Geräten. Am 14. August war die Fledermausaktivität mäßig mit 37 aufgezeichneten Rufsequenzen an vier Aufnahmegeräten. Die Fledermausaktivität an der Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau wird insgesamt als mäßig beurteilt.

Am Aufnahmeabend vom 20. Mai konnten zwei mögliche Überflüge ohne Sichtung erfasst werden. Am 14. August wurden 2 Überflüge mit Sichtung nachgewiesen.

4.6 Standort Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa

4.6.1 Aufnahmedatum 21. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 19 °C, wolkenlos, leichter Wind

Automatische Rufaufnahmen: 140 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 120 Minuten (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen						davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	BC Südseite unten	BC Brücken-mitte	WB Brücken-kopf N	BC Nordseite unten	BC Waldrand NO	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	0	0	0	0	1	**1**	0	0
Pipistrellus hoch	Phoch	1	0	0	0	0	**1**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	0	0	0	1	1	**2**	0	0
Pipistrellus mittel	Pmid	0	1	0	0	0	**1**	0	0
Alpenfledermaus	Hsav	0	1	1	1	0	**3**	0	1
Summe		**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**8**	**0**	1

Tabelle 17: Anzahl der Sequenzen je Standort und visuell bewiesene Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 21. Mai 2014

Es wurden gesamt 8 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte kein Überflug einer (bedingt) strukturgebunden fliegenden Art identifiziert werden.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Von der Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) wurde je eine Sequenz in der Brückenmitte sowie an beiden Batcordern an der Nordseite der Brücke aufgenommen. Diese drei aufgezeichneten Rufsequenzen folgen einander in einem jeweils zeitlichen Abstand von zwei Sekunden beginnend beim Batcorder in der Brückenmitte über den Waldrand Nordost bis zum Batcorder an der Nordseite unten, was für einen möglichen Überflug spricht.

Insgesamt wurden 8 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an fünf Aufnahmegeräten erfasst. 0 Überflüge sind visuell bestätigt, es gibt einen Hinweis für 1 zusätzlichen Überflug ohne Sichtung.

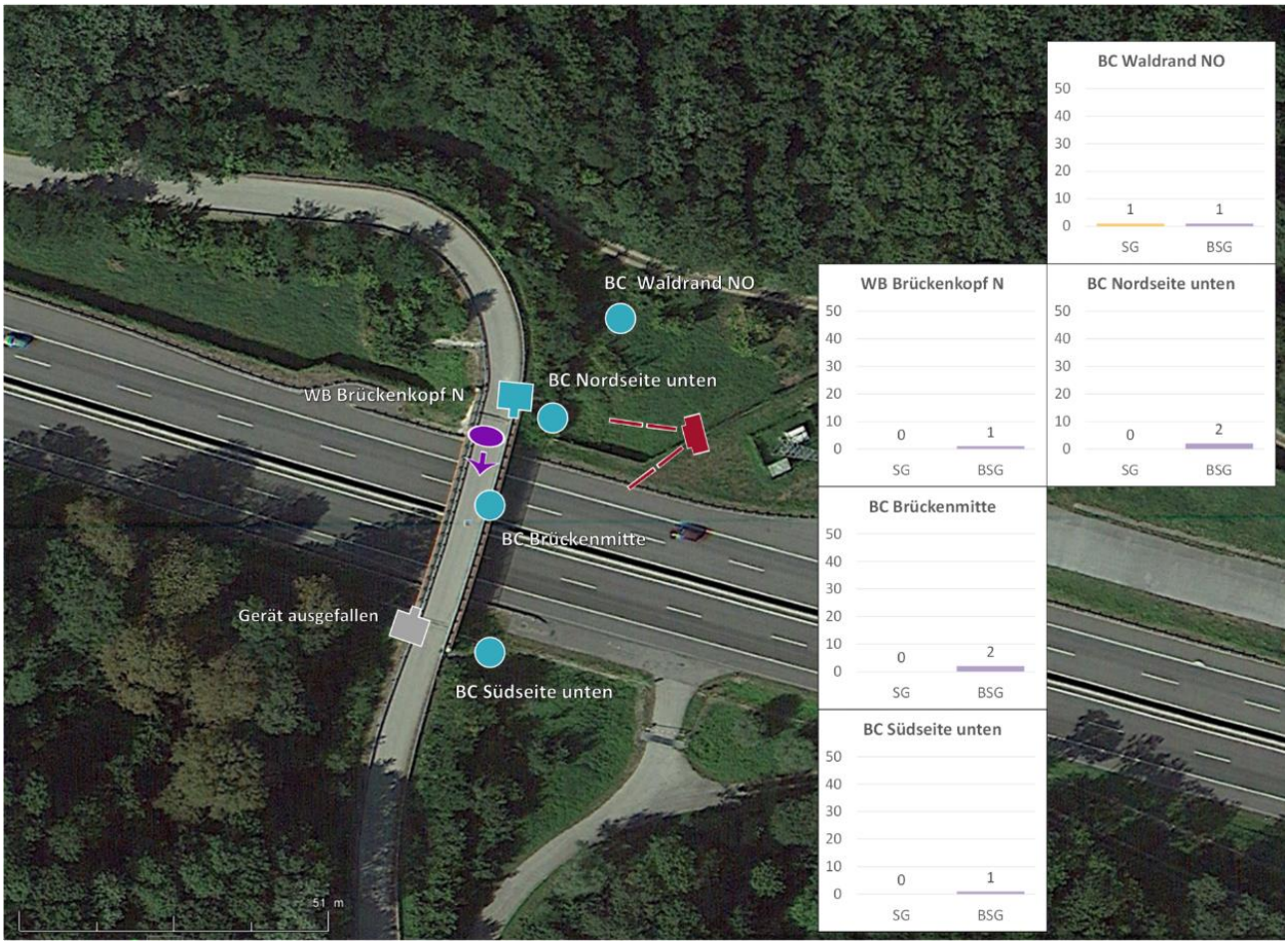


Abbildung 52: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 21. Mai 2014

4.6.2 Aufnahmedatum 4. Juli 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 20,6 °C, sehr windig, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 150 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 220 Minuten (Daueraufnahme), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen						davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücke N	BC Brücke Mitte	WB Brücke S	BC seitlich S5 S	BC Auwald	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	0	0	0	2	6	**8**	**0**	0
Mopsfledermaus	Bbar	0	0	0	0	1	**1**	**0**	0
Mückenfledermaus	Ppyg	0	0	0	0	3	**3**	**0**	0
Pipistrellus mittel	Pmid	0	0	1	0	0	**1**	**0**	0
Summe		**0**	**0**	**1**	**2**	**10**	**13**	**0**	0

Tabelle 18: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 4. Juli 2014

Es wurden gesamt 13 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon - 10 Sequenzen – entfallen auf das Gerät im südlich gelegenen Auwald. In Brückennähe wurden insgesamt nur drei Sequenzen aufgezeichnet, alle auf der Südseite der Brücke.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte für keine in Brückennähe fliegende Fledermaus ein Überflug identifiziert werden.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 13 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an fünf Aufnahmegeräten erfasst. 0 Überflüge sind visuell bestätigt, auch aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen Überflug.

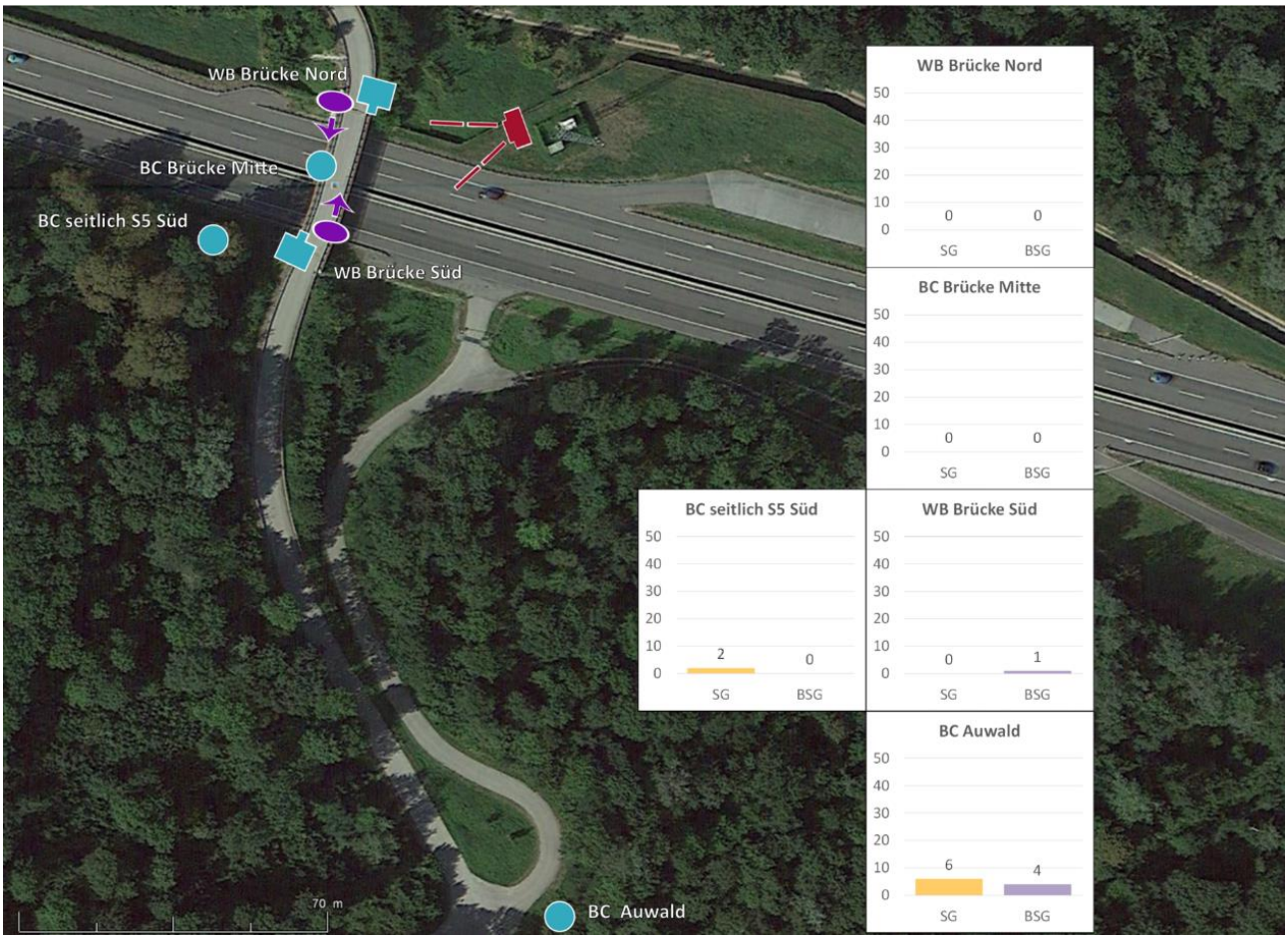


Abbildung 53: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 4. Juli 2014

4.6.3 Aufnahmedatum 19. August 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 13,6 °C, bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 170 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 180 Minuten (Daueraufnahme), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	WB Brücke N	BC Brücke Mitte	WB Brücke S	BC Auwald	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Wasserfledermaus	Mdau	0	0	0	1	**1**	0	0
Mopsfledermaus	Bbar	0	0	0	2	**2**	0	0
Myotis	Myotis	3	0	0	0	**3**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	0	1	3	2	**6**	0	0
Pipistrellus mittel	Pmid	0	1	0	0	**1**	0	0
Summe		**3**	**2**	**3**	**5**	**13**	**0**	**0**

Tabelle 19: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 19. August 2014

Es wurden gesamt 13 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Die Wasserfledermaus *Myotis daubentonii* (Mdau) und die Mopsfledermaus *Barbastella barbastellus* (Bbar) wurden ausschließlich im südlich gelegenen Auwald aufgezeichnet. Fledermäuse der Artengruppe ‚Myotis' wurden ausschließlich an der nördlichen Brückenseite erfasst.

Überflüge mit Sichtung

Visuell konnte davon für keine in Brückennähe fliegende Fledermaus ein Überflug identifiziert werden.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 13 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. 0 Überflüge sind visuell bestätigt, auch aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen Überflug.

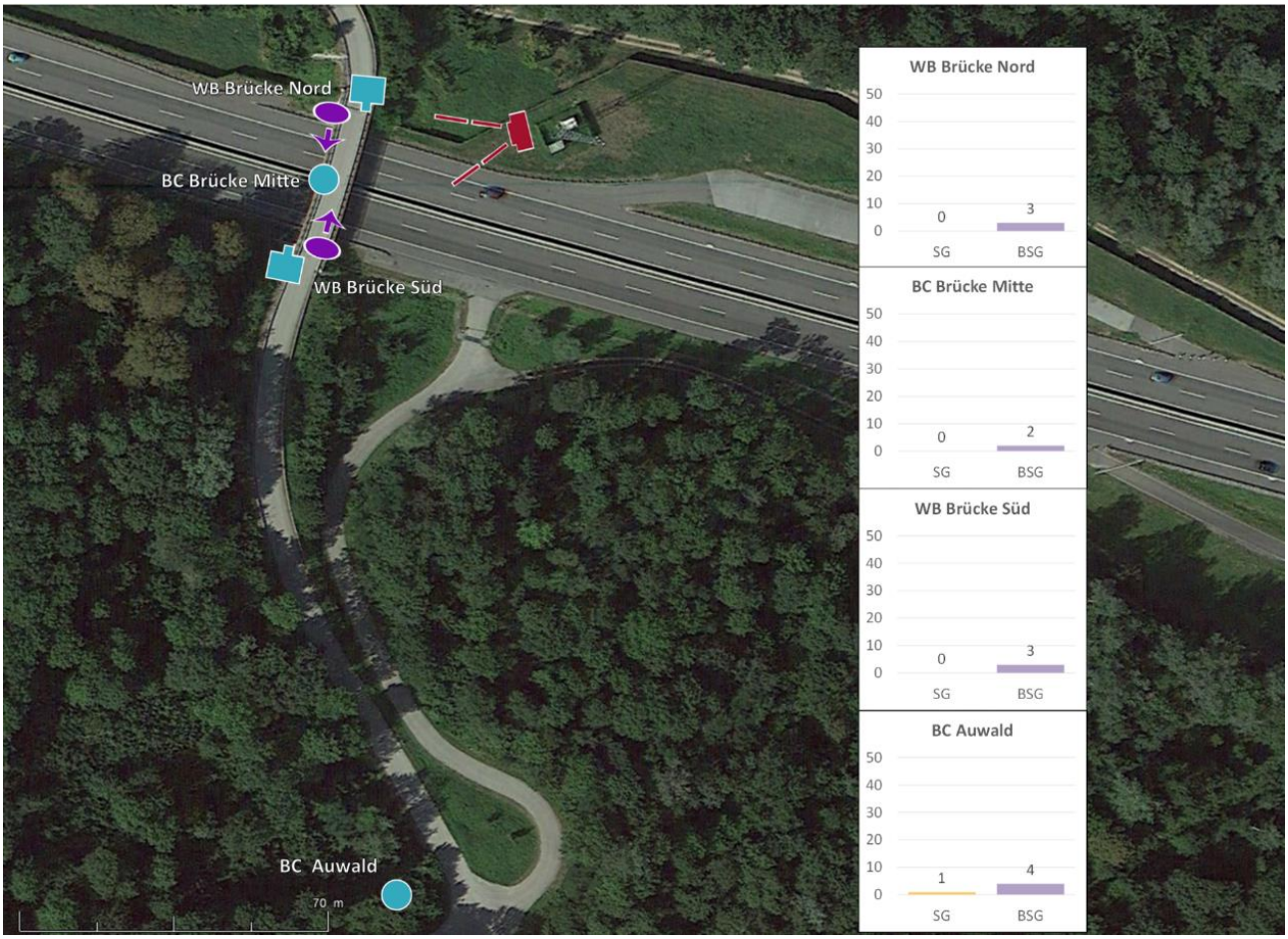


Abbildung 54: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 19. August 2014

4.6.4 Zusammenfassende Betrachtung des Standortes Wirtschaftswegbrücke S5 - Utzenlaa

Im Bereich der Wirtschaftswebrücke über die S5 bei Utzenlaa war am 21. Mai mit 8 aufgezeichneten Rufsequenzen von strukturgebunden und bedingt strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an fünf Aufnahmegeräten eine geringe Fledermausaktivität zu verzeichnen. An den beiden anderen Erhebungstagen wurde eine mäßige Fledermausaktivität ermittelt, am 4. Juli wurden 13 Rufsequenzen an 5 Aufnahmegeräten erfasst, am 19. August ebenfalls 13 Rufsequenzen an 4 Geräten. Die meisten Rufaufnahmen gelangen an jenen Gerätestandorten, die abseits der Brücke im Auwald aufgestellt waren. Die Fledermausaktivität im Umfeld der Wirtschaftswegbrücke bei Utzenlaa wird insgesamt als mäßig beurteilt.

An keinem der drei Beobachtungsabende konnte ein Überflug mit Sichtung nachgewiesen werden; ein Hinweis auf 1 möglichen Überflug einer Alpenfledermaus liegen für den 21. Mai vor.

4.7 Sonderstandorte

Bei den erhobenen Sonderstandorten handelt es sich um eine von der S1 unterbrochene Baumreihe bei Schwechat, einen von der A3 unterbrochenen Feldgehölzstreifen bei Trumau sowie ein Maut-Gantry über die S6 bei Natschbach. Die Ergebnisse der einzelnen Erhebungen sind – geordnet nach Standort und Aufnahmetag – in diesem Kapitel dargestellt. Anschließend werden die Ergebnisse der Sonderstandorte zusammengefasst.

4.7.1 Standort Baumreihe S1 – Schwechat – Aufnahmedatum 27. Juni 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 14,8 °C, wolkenlos

Automatische Rufaufnahmen: 158 Minuten, keine Wärmebildaufnahmen, keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen			davon Anzahl der Überflüge
	Kürzel	BC Baumreihe SO	BC Baumreihe NW	Σ	ohne Sichtung
Mückenfledermaus	Ppyg	1	0	**1**	0
Pipistrellus mittel	Pmid	32	2	**34**	2
Pipistrellus tief	Ptief	1	0	**1**	0
Summe		**34**	**2**	**36**	2

Tabelle 20: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014

Es wurden gesamt 36 Sequenzen bedingt strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon – 34 Sequenzen – stammt von der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' Pmid, die wiederum fast ausschließlich an der Südostseite der Baumreihe erfasst wurde.

Überflüge mit Sichtung

An diesem Aufnahmetag wurden keine Wärmebildaufnahmen sowie keine Dämmerungsbeobachtung an der Baumreihe durchgeführt.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Durch die Auswertung der zeitlichen Abstände der automatischen Rufaufzeichnung ergeben sich zwei wahrscheinliche Überflüge der bedingt strukturgebunden fliegenden Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid), die im Abstand von acht und zehn Sekunden erst am Batcorder im Südosten und danach im Nordwesten erfasst wurden.

Insgesamt wurden 36 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst, weiters gibt es Hinweise für 2 zusätzliche Überflüge ohne Sichtung.

Abbildung 55: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014

4.7.2 Standort Baumreihe S1 – Schwechat – Aufnahmedatum 18. August 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 16,9 °C, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 167 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 120 Minuten (triggergesteuert), Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen				davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	BC Baumreihe West	WB Böschung West	BC Baumreihe Ost	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Breitflügelfledermaus	Eser	0	0	1	**1**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	5	4	12	**21**	0	0
Pipistrellus mittel	Pmid	9	4	23	**36**	1	0
Pipistrellus tief	Ptief	0	0	1	**1**	0	0
Alpenfledermaus	Hsav	0	0	2	**2**	0	0
Summe		**14**	**8**	**39**	**61**	**1**	**0**

Tabelle 21: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 18. August 2014

Es wurden gesamt 61 Sequenzen bedingt strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Die Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) ist mit 36 Sequenzen am stärksten vertreten. An der östlichen Baumreihe – dieser Standort befindet sich etwa 150 m entfernt zur S1 wurden mit Abstand die meisten Sequenzen aufgenommen.

Die Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* (Eser), die Alpenfledermaus *Hypsugo savii* (Hsav) sowie die Artengruppe ‚Pipistrellus tief' wurden nur an der östlichen Baumreihe erfasst. Die Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) und die Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) – mit gesamt 21 Rufsequenzen – sind an allen Standorten aufgezeichnet worden.

Überflüge mit Sichtung

Mittels Wärmebildkamera wurde ein Überflug der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) erkannt (siehe Abbildung 56).

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 61 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an drei Aufnahmegeräten erfasst. 1 Überflug ist visuell bestätigt, aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen Überflug.

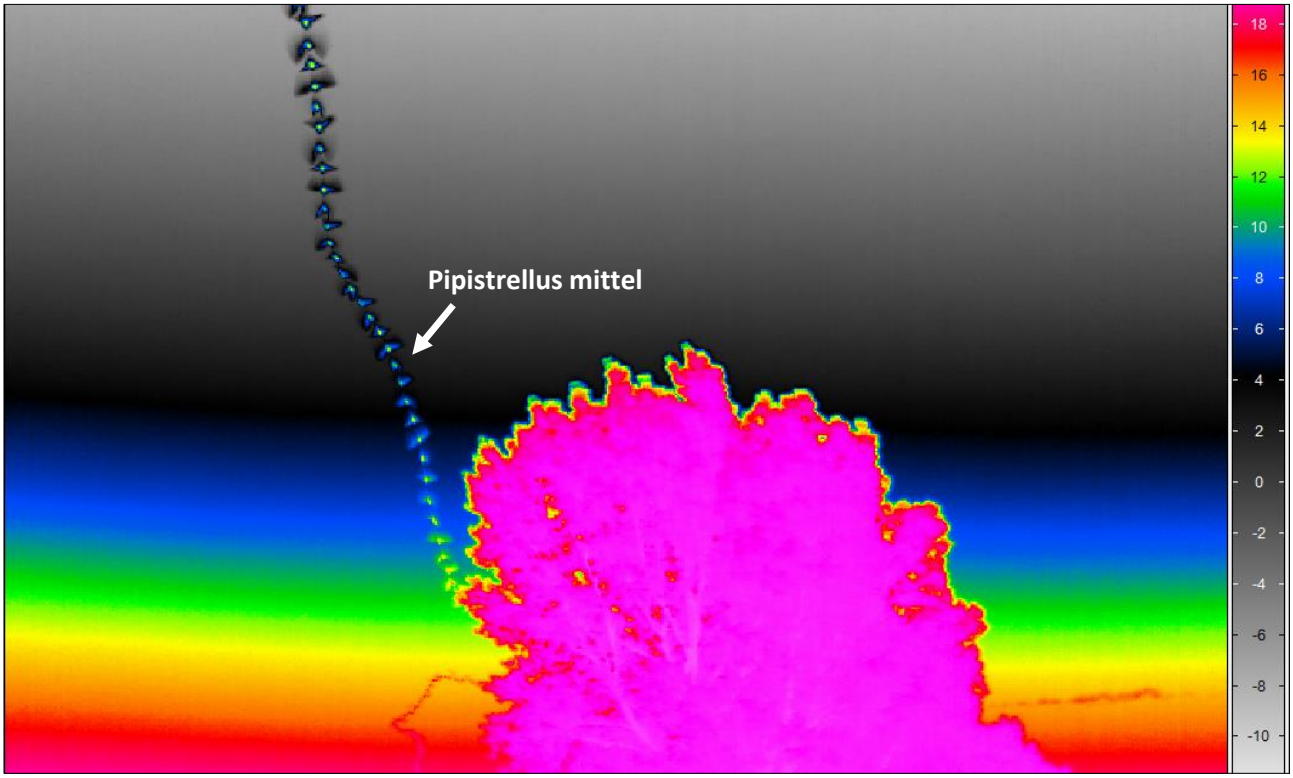


Abbildung 56: Baumreihe S1 – Schwechat, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) ID 9 von Westen (vorne) nach Osten (hinten) um 21:03

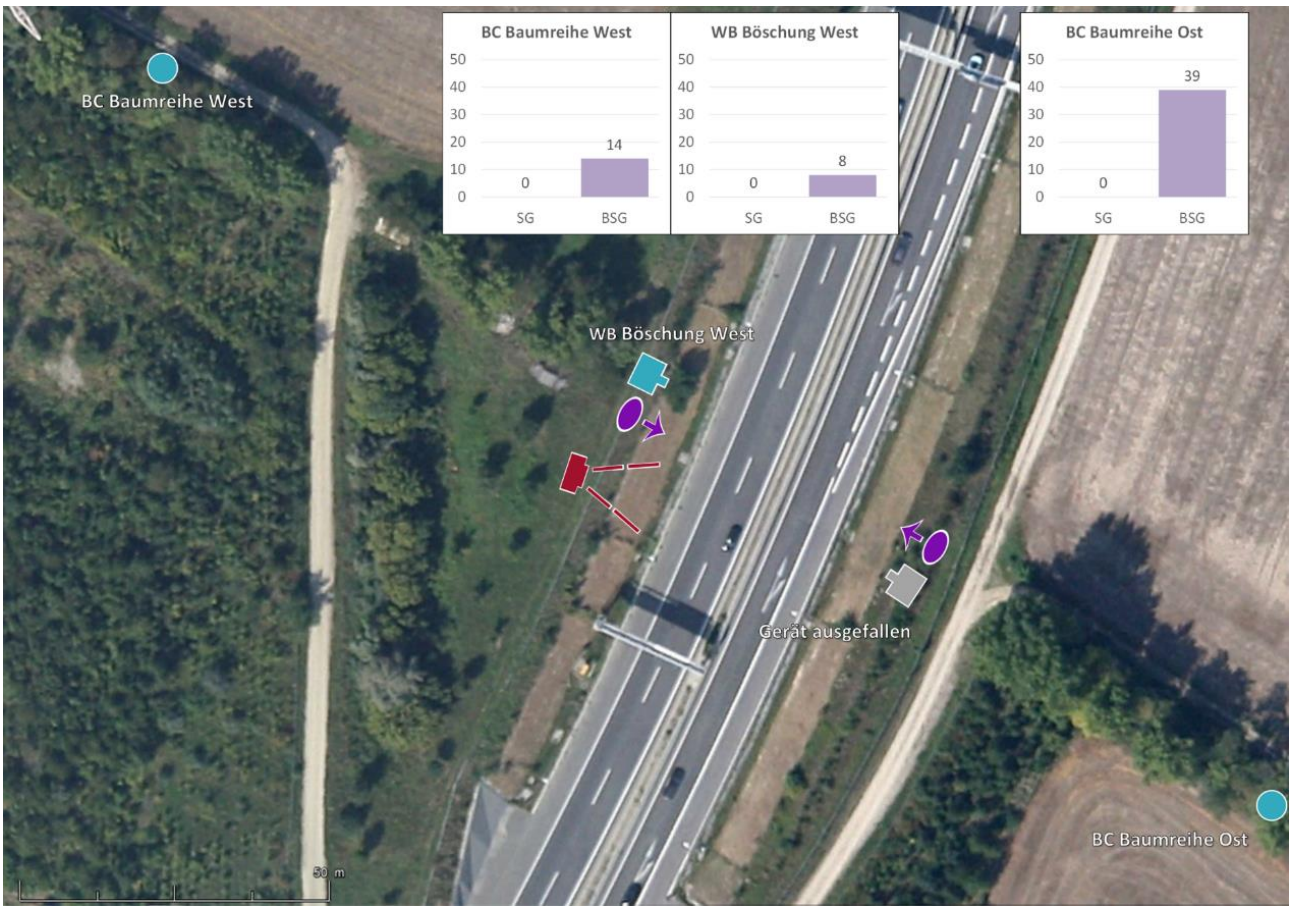


Abbildung 57: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 18. August 2014

4.7.3 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 20. Mai 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 15,3 °C, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 212 Minuten, keine Wärmebildaufnahmen, keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen			davon Anzahl der Überflüge
	Kürzel	BC Feldgehölz W	BC Feldgehölz O	Σ	ohne Sichtung
Fransenfledermaus	Mnat	0	2	**2**	0
Myotis klein mittel	Mkm	1	1	**2**	0
Pipistrellus mittel	Pmid	6	4	**10**	1
Summe		**7**	**7**	**14**	1

Tabelle 22: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014

Am Feldgehölzstreifen wurden an der Westseite sowie an der Ostseite je 7 Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Fledermausarten mittels automatischer Rufaufnahme erfasst. An diesem Abend wurden zeitgleich etwa 50 Meter nördlich an der Wirtschaftsbrücke über die A3 Erhebungen durchgeführt, die 13 aufgezeichneten Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten an vier Aufnahmegeräten, also weniger Aktivität aufweisen. Das Artenspektrum gleicht sich im Wesentlichen, lediglich die Fransenfledermaus *Myotis natteri* (Mnat) wurde nur an der Feldgehölzreihe erfasst.

Überflüge mit Sichtung

An diesem Aufnahmetag wurden keine Wärmebildaufnahmen sowie keine Dämmerungsbeobachtung am Feldgehölzstreifen durchgeführt.

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt eine räumlich-zeitliche Abfolge von Rufsequenzen die auf eine mögliche Querung hindeutet, eine Fledermaus der Gruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid), die im Abstand von sechs Sekunden erst an der Ostseite, danach an der Westseite erfasst wurde.

Insgesamt wurden 14 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst. An diesem Erhebungsabend wurden keine Wärmebildaufnahmen und keine Dämmerungsbeobachtung am Feldgehölzstreifen durchgeführt. Es gibt einen Hinweis für 1 Überflug ohne Sichtung.

Abbildung 58: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014

4.7.4 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 1. Juli 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 14,5 °C, teilweise bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 111 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 31 Minuten, keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe	Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen			davon Anzahl der Überflüge	
Kürzel	BC Feldgehölz West	BC Feldgehölz Ost	∑	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis	2	0	**2**	**0**	0

Tabelle 23: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014

An der Feldgehölzreihe im Westen der A3 wurden mittels automatischer Rufaufzeichnung 2 Sequenzen der bedingt strukturgebunden fliegenden Artengruppe ‚Myotis' erfasst. An der Ostseite der A3 wurde keine Sequenz aufgezeichnet.

Überflüge mit Sichtung

Es wurden ca. 30 Minuten Wärmebildaufnahmen aufgezeichnet. Es gibt keinen Hinweis auf einen möglichen Überflug.

Mögliche Überflüge mit Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 2 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst. 0 Überflüge sind visuell bestätigt, auch aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen zusätzlichen Überflug.

Abbildung 59: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014

4.7.5 Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau – Aufnahmedatum 14. August 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 12,4 °C, bewölkt

Automatische Rufaufnahmen: 136 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 43 Minuten (Daueraufnahme), keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen					davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	BC Osten N	BC Osten S	BC Westen N	BC Westen S	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Myotis klein mittel	Mkm	4	2	0	0	**6**	1	0
Myotis	Myotis	0	1	1	0	**2**	0	0
Mückenfledermaus	Ppyg	4	1	3	4	**12**	1	0
Pipistrellus mittel	Pmid	0	1	0	1	**2**	0	0
Summe		**8**	**5**	**4**	**5**	**22**	**2**	**0**

Tabelle 24: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 14. August 2014

Es wurden gesamt 22 Sequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten mittels automatischer Rufaufzeichnung erfasst. Der Großteil davon stammt von der bedingt strukturgebunden fliegenden Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg), die an allen Standorten aufgezeichnet wurde.

Überflüge mit Sichtung

Zwischen 21:47 Uhr und 22:30 Uhr wurden Wärmebildaufnahmen gemacht, und es konnte die Querung einer Mückenfledermaus bestätigt werden konnte. Die strukturgebunden fliegende Artengruppe ‚Myotis klein mittel' wurde ausschließlich von den Aufnahmegeräten an der Ostseite des Feldgehölzstreifens erfasst, mittels Wärmebildaufnahme konnte dieser Rufsequenz ein Überflug zugeordnet werden (Abbildung 60).

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 22 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an vier Aufnahmegeräten erfasst. 2 Überflüge sind visuell bestätigt, aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen zusätzlichen Überflug.

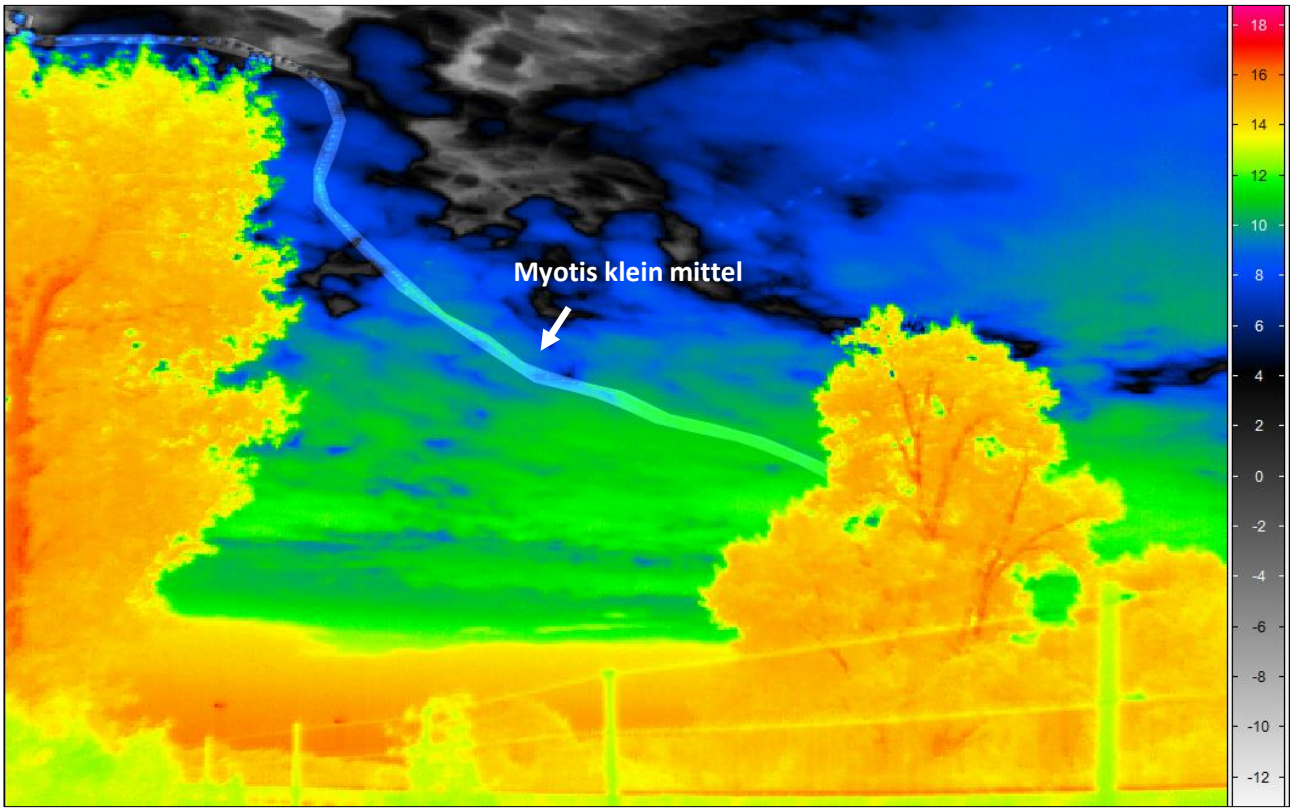


Abbildung 60: Feldgehölzstreifen A3 – Trumau, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) ID 2 von rechts (Westen) nach links (Osten) um 22:24

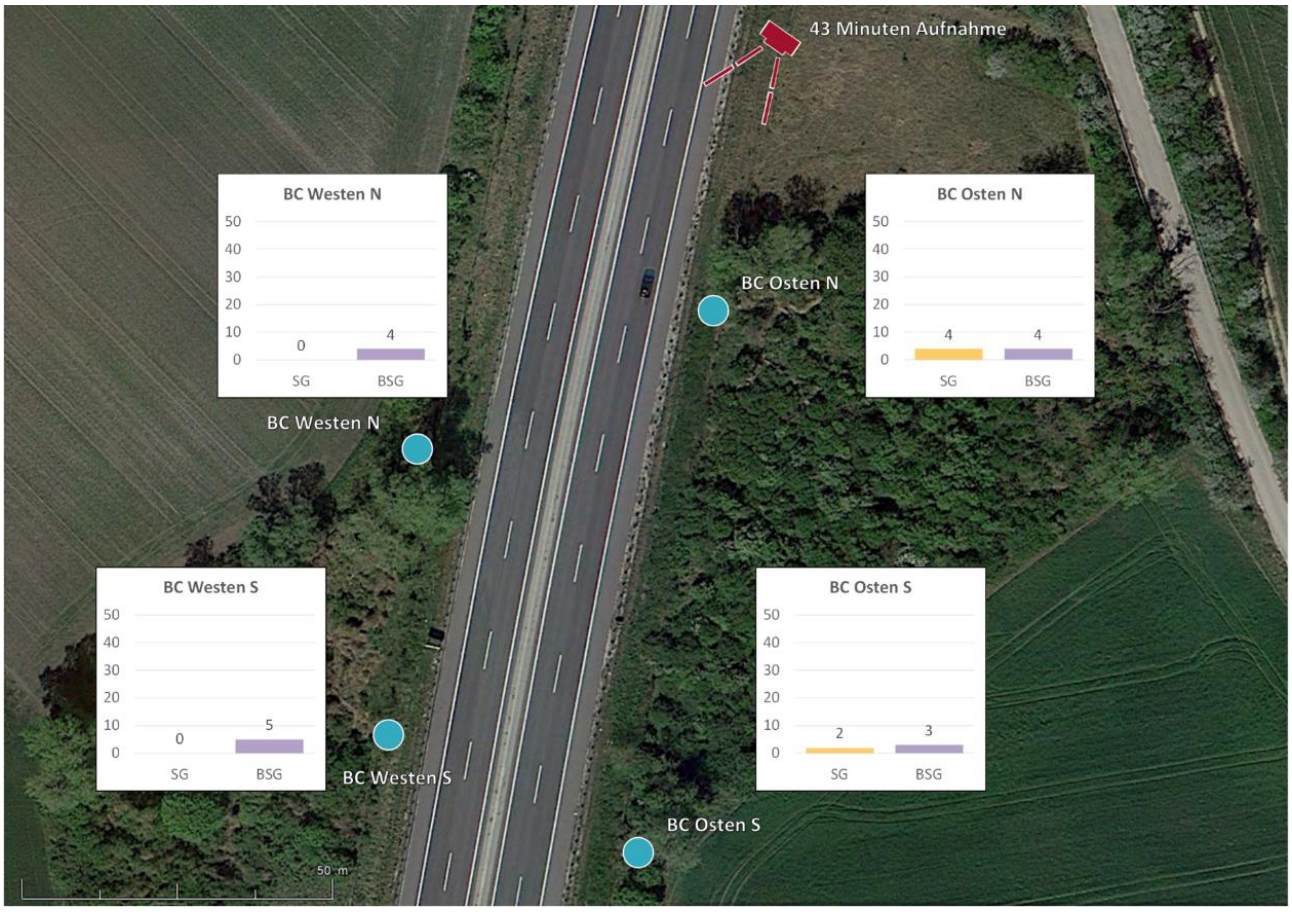


Abbildung 61: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 14. August 2014

4.7.6 Standort Maut-Gantry – S6 Natschbach – Aufnahmedatum 3. Juli 2014

Wetter: Temperatur (21 Uhr) 15,4 °C wolkenlos

Automatische Rufaufnahmen: 148 Minuten, Wärmebildaufnahmen: 28 Minuten (Daueraufnahme), keine Dämmerungsbeobachtung

Art oder Gruppe		Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen			davon Anzahl der Überflüge	
	Kürzel	BC Überkopfstruktur N	BC Überkopfstruktur S	Σ	mit Sichtung	ohne Sichtung
Zwergfledermaus	Ppip	2	3	**5**	1	0
Pipistrellus mittel	Pmid	2	0	**2**	0	0
Summe		**4**	**3**	**7**	**1**	**0**

Tabelle 25: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Maut-Gantry an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014

Am nördlichen Ende des Maut-Gantry wurden über den gesamten Abend verteilt zwei Sequenzen der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) erfasst sowie zwei Sequenzen der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel'. Am Batcorder im Süden des Maut-Gantry wurden drei Sequenzen der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) aufgezeichnet.

An diesem Abend wurden zeitgleich etwa 50 Meter nördlich an der Wirtschaftsbrücke über die S6 Erhebungen durchgeführt. Im Vergleich zu den 7 erfassten Rufsequenzen (an zwei Geräten) am Maut-Gantry wurden an der Wirtschaftsbrücke 104 Rufsequenzen (an drei Geräten) von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten in einem wesentlich weiteren Artenspektrum (Mbart, Mkm, Eser, Myotis, Ppip, Pmid, Hsav, Pipistrelloid) aufgezeichnet.

Überflüge mit Sichtung

Zwischen 22:52 Uhr und 23:19 Uhr wurden Wärmebilder aufgenommen. Die in dieser Zeit durch die automatische Rufaufnahme erfasste Sequenz der Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) konnte damit als Überflug erkannt werden (Abbildung 62).

Mögliche Überflüge ohne Sichtung

Es gibt keine zeitlich und räumlich zusammenpassenden Rufsequenzen, die auf einen möglichen Überflug hinweisen.

Insgesamt wurden 7 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst. 1 Überflug ist visuell bestätigt, aus den akustischen Aufnahmedaten ergibt sich kein Hinweis auf einen Überflug.

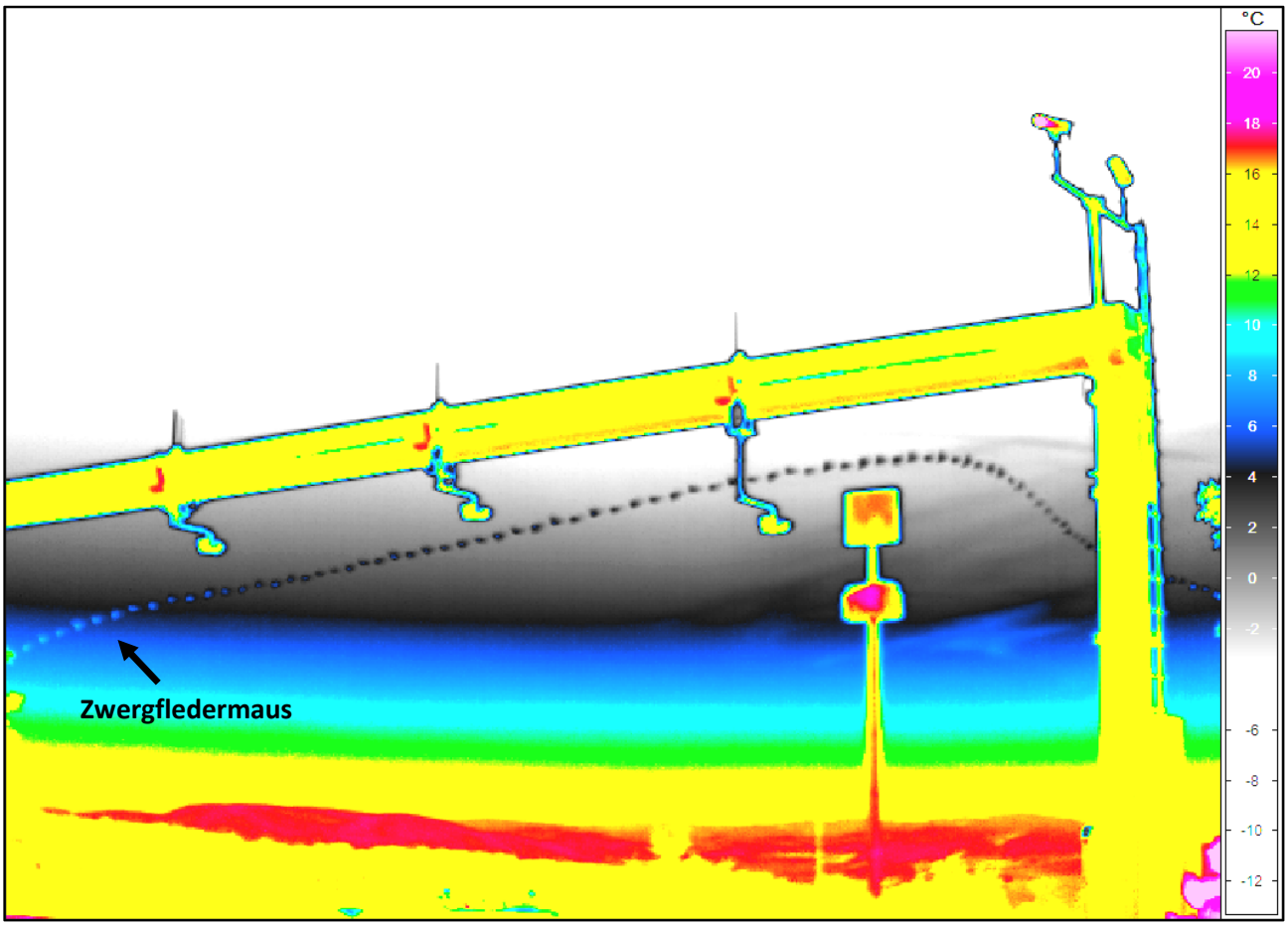


Abbildung 62: Maut-Gantry S6 – Natschbach, Überflug einer Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) ID 49 von Norden (rechts) nach Süden (links) um 22:55

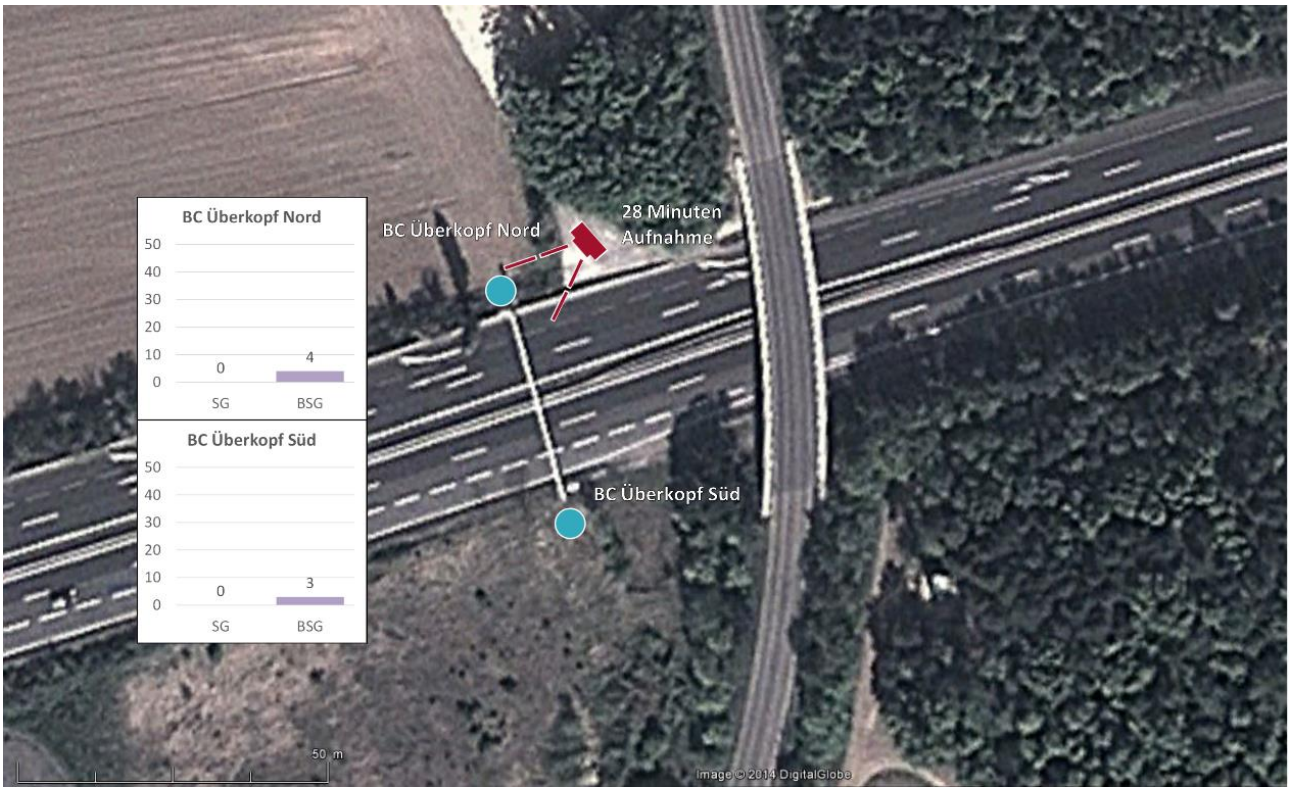


Abbildung 63: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Maut-Gantry an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014

4.7.7 Zusammenfassende Betrachtung der Sonderstandorte

Standort Baumreihe S1 – Schwechat

Die Fledermausaktivität an der Baumreihe Schwechat war an beiden Erhebungsabenden hoch. Am 27. Juni wurden insgesamt *36 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten erfasst, am 18. August 61 Rufsequenzen an drei Geräten.* Die Fledermausaktivität an der Baumreihe Schwechat wird insgesamt als hoch beurteilt.

Am 27. Juni wurden keine Wärmebildaufnahmen und keine Dämmerungsbeobachtung durchgeführt, deshalb war es nicht möglich Überflüge mit Sichtung nachzuweisen. Aus den akustischen Aufnahmedaten ergeben sich Hinweise auf 2 Überflüge.
Am 18. August konnte ein Überflug mit Sichtung nachgewiesen werden.

Standort Feldgehölzstreifen – A3 Trumau

Die Fledermausaktivität am Feldgehölzstreifen war am 1. Juli mit 2 Rufsequenzen von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten an zwei Aufnahmegeräten gering. Am 20. Mai war die Fledermausaktivität mit insgesamt 14 Rufsequenzen an zwei Aufnahmegeräten mäßig, ebenso wie am 14. August mit 22 Rufsequenzen an vier Aufnahmegeräten. Die Fledermausaktivität am Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau wird insgesamt als mäßig beurteilt.

Am 20. Mai wurden keine Wärmebildaufnahmen und keine Dämmerungsbeobachtung durchgeführt, deshalb war es nicht möglich Überflüge mit Sichtung nachzuweisen. Ein möglicher Überflug ohne Sichtung lässt sich aus der Auswertung der Daten der Aufnahmegeräte ableiten. Am 1. Juli konnte kein Überflug erkannt werden. Am 14. August konnten bei Wärmebildaufnahmen (Aufnahmezeit 43 Minuten) zwei Überflüge mit Sichtung bestätigt werden.

Standort Maut-Gantry – S6 Natschbach

Bei den Erhebungen am Maut-Gantry am 3. Juli war die Fledermausaktivität mäßig. Im Vergleich dazu wurde etwa 50 m entfernt an der Wirtschaftswegbrücke Natschbach zeitgleich eine hohe Fledermausaktivität festgestellt.

Bei Wärmebildaufnahmen von 28 Minuten konnte ein Überflug mit Sichtung nachgewiesen werden.

4.8 Vorkommen nicht strukturgebunden fliegender Fledermäuse und ihr Flugverhalten

Nicht strukturgebunden fliegende Fledermäuse wurden durch die Erhebungsmethoden miterfasst, allerdings in der weiteren Auswertung nicht mehr berücksichtigt. Um ein Gesamtbild der Fledermausaktivität und des Flugverhaltens abbilden zu können, wird im Folgenden auch auf die festgestellten, nicht strukturgebunden fliegenden Fledermausarten eingegangen.

Tabelle 26 zeigt die aufgezeichneten Rufsequenzen der automatischen Rufaufnahme, unterteilt in nicht strukturgebunden fliegende Fledermäuse und (bedingt) strukturgebunden fliegende Fledermäuse.

Standort	Datum	Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen		Anzahl der Aufnahmegeräte
		nicht strukturgebunden	(bedingt) strukturgebunden	
Grünbrücke S1 – Schwechat	19.5.2014	218	120	6
	27.6.2014	31	65	2
Wirtschaftswegbrücke S6 - Natschbach	22.5.2014	819	75	5
	3.7.2014	70	104	3
Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf	12.5.2014	2	16	3
	23.5.2014	33	31	4
Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau	20.5.2014	18	13	4
	1.7.2014	0	2	3
	14.8.2014	1	37	4
Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa	21.5.2014	169	8	5
	4.7.2014	215	13	5
	19.8.2014	133	13	4
Baumreihe S1 - Schwechat	27.6.2014	21	36	2
	18.8.2014	81	61	3
Feldgehölzstreifen A3 – Trumau	20.5.2014	0	14	2
	1.7.2014	4	2	2
	14.8.2014	11	22	4
Maut-Gantry S6 – Natschbach	3.7.2014	15	7	2
Gesamtsumme	**18 Tage**	**1.841**	**639**	**63**
		2.480		

Tabelle 26: Vergleich der aufgezeichneten Rufsequenzen von nicht strukturgebunden und (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermäusen nach Standort und Aufnahmetag

Insgesamt wurden 2.480 Rufsequenzen erfasst, davon 1.841 Rufsequenzen von nicht strukturgebunden fliegenden Arten und 639 Rufsequenzen (bedingt) strukturgebunden fliegender Arten. Nur ein Viertel der aufgezeichneten Sequenzen waren somit für die Fragestellung relevant. Vor allem an der Wirtschaftswegbrücke der S6 bei Utzenlaa stammen mehr als zehn Mal so viele aufgezeichnete Rufsequenzen von nicht strukturgebunden fliegenden Arten. Die höhere Anzahl von Rufsequenzen nicht strukturgebunden fliegender Arten kann auf die größere Reichweite der Rufe (vgl. Tabelle 2), zum Teil auf die speziellen Strukturen (Offenland, Ökotonbereiche) oder auf eine generell höhere Abundanz in den Untersuchungsgebieten zurückgeführt werden. Um mögliche Effekte auch für nicht strukturgebunden fliegende Fledermausarten erkennen zu können, wurden diese auch in die Auswertung der Wärmebildaufnahmen mit einbezogen. Das bedeutete einen erheblichen Mehraufwand, da potenzielle Überflüge einzeln analysiert werden mussten.

Die Unterschiede im Flugverhalten der nicht strukturgebunden fliegenden Fledermäuse kann am Wärmebild besonders gut nachvollzogen werden. Abbildung 64 zeigt die im freien Luftraum verlaufenden Flugbahnen nicht strukturgebunden fliegender Fledermäuse nahe der Wirtschaftswegbrücke über die S6 bei Natschbach. Es ist ersichtlich, dass die Flugbahnen im Gegensatz zu (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermausarten ohne Bezug zu einer Orientierungsstruktur verlaufen.

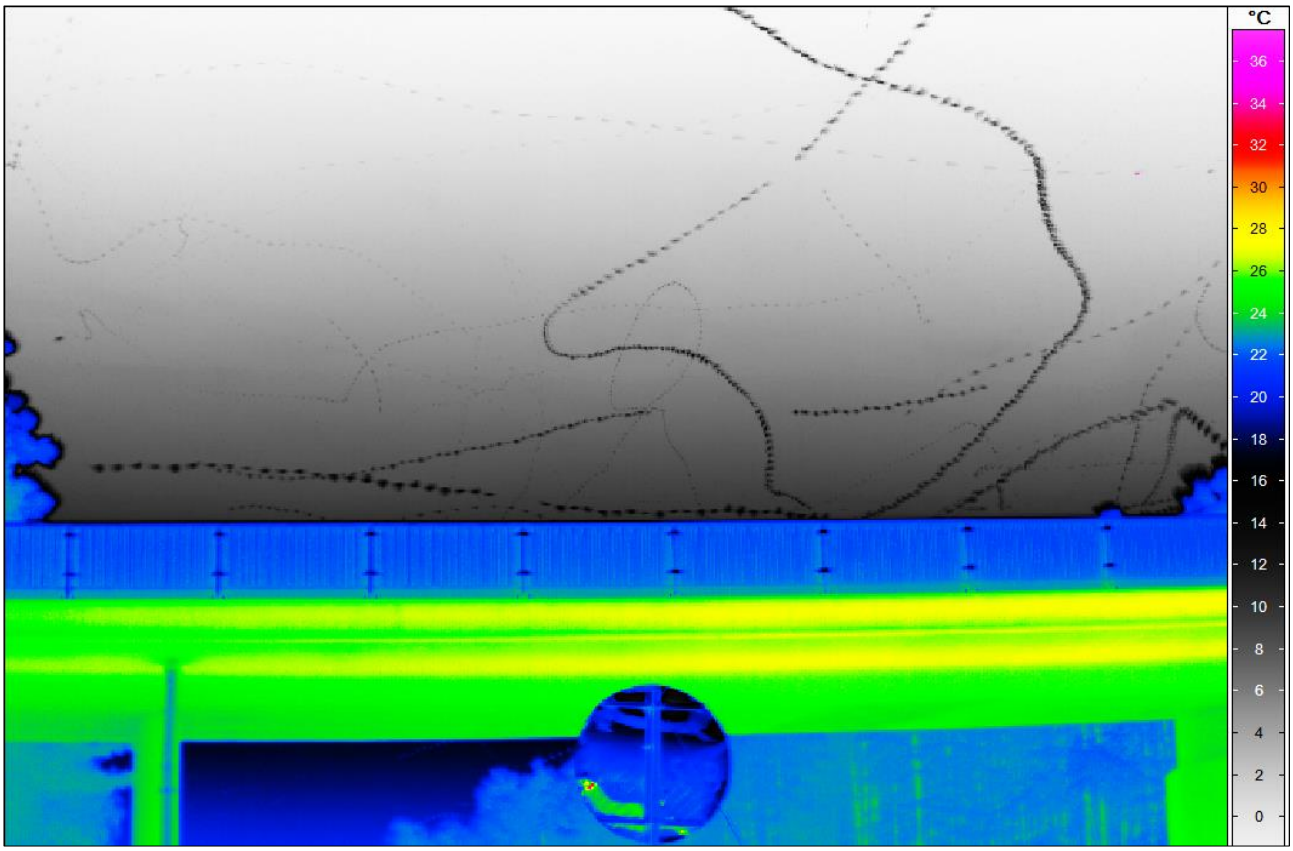


Abbildung 64: Flugbahnen nicht strukturgebunden fliegender Fledermäuse an der S6 in Natschbach am 22. Mai 2014 von 21:44 – 21:54 Uhr (ID 18 – ID 25)

Obwohl einzelne Überflüge von nicht strukturgebunden fliegenden Arten nahe der untersuchten Wirtschaftswegbrücken beobachtet werden konnten, war der überwiegende Teil dieser Gruppe relativ hoch im freien Luftraum unterwegs und die Querungen der Straßen erfolgte zumeist abseits und unabhängig von Strukturen.

5 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1 Tabellarische Übersicht über die Erhebungsergebnisse

In der folgenden Tabelle werden die Erhebungsergebnisse hinsichtlich der Annahmewahrscheinlichkeit zusammenfassend qualitativ eingestuft. Diese qualitative Einstufung folgt der in Kap. 2.6.5 dargestellten Methodik.

Standort	Fledermausaktivität im Bereich des zu vernetzenden Lebensraum	Annahmewahrscheinlichkeit der Brücke als Querungshilfe	Wirksamkeit der Querungshilfe
Referenzstandort Grünbrücke S1 – Schwechat	hoch (zahlreiche Rufsequenzen)	hoch (häufige Überflüge)	**hoch**
Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach	hoch (zahlreiche Rufsequenzen)	hoch (häufige Überflüge)	**hoch**
Maut-Gantry – S6 Natschbach	mäßig (mehrere Rufsequenzen)	gering (vereinzelte Überflüge)	**gering**
Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf	mäßig (mehrere Rufsequenzen)	mäßig (mehrmalige Überflüge)	**mittel**
Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau	mäßig (mehrere Rufsequenzen)	gering (vereinzelte Überflüge)	**gering**
Wirtschaftswegbrücke S5 – Utzenlaa	mäßig (mehrere Rufsequenzen)	gering (vereinzelte Überflüge)	**gering**

Tabelle 27: Qualitative Einschätzung der Annahmewahrscheinlichkeiten der untersuchten Querungshilfen

	Fledermausaktivität im Bereich des zu vernetzenden Lebensraum	Überflüge über die Autobahn	Überflugs-wahrscheinlichkeit ohne Querungshilfe
Baumreihe S1 – Schwechat	hoch (zahlreiche Rufsequenzen)	vereinzelt	**gering**
Feldgehölzstreifen – A3 Trumau	mäßig (mehrere Rufsequenzen)	vereinzelt	**gering**

Tabelle 28: Qualitative Einschätzung der Überflugswahrscheinlichkeit in untersuchten Bereichen ohne Querungshilfe

5.2 Schlussfolgerungen

Folgende Schlussfolgerungen können gezogen werden:

Die untersuchte Grünbrücke an der S1 bei Schwechat ist als gut funktionierende Querungshilfe für (bedingt) strukturgebunden fliegende Fledermäuse zu beurteilen. Eine Barrierewirkung der Autobahn ist im Bereich der Grünbrücke nicht mehr zu erkennen.

Im Bereich der Grünbrücke an der S1 bei Schwechat konnte an beiden Aufnahmetagen eine hohe Fledermausaktivität festgestellt werden. Die Fledermausaktivität direkt auf der Grünbrücke war ähnlich hoch wie an der als Leitstruktur fungierenden Gehölzzeile. Dies korrespondiert auch mit einer großen Anzahl an belegten Überflügen im Bereich der Grünbrücke.

Mögliche Ursachen

Als wesentliche Merkmale für die gute Funktionsfähigkeit der Grünbrücke kann folgendes angenommen werden:

- Es führt von beiden Seiten eine markante Leitstruktur (alte, strukturreiche Windschutzpflanzung) zur Grünbrücke.
- Die Leitstruktur wird durch die Bepflanzung mit Bäumen auf der Brücke fortgesetzt und damit ergeben sich nur wenige Meter breite Lücken ohne Gehölze.
- Es kann angenommen werden, dass auch die Lage der Grünbrücke auf dem Niveau der Umgebung einen positiven Einfluss auf die Annahme hat.

Resümee

Die **Grünbrücke Schwechat** an der S1 kann als **Referenz** für eine gut funktionierende Querungshilfe für (bedingt) strukturgebunden fliegende Fledermäuse angesehen werden.

Wirtschaftwegbrücken können als gut funktionierende Querungshilfen für Fledermäuse fungieren, die die Barrierewirkung der Straße für Fledermäuse deutlich reduzieren – sie können aber auch weitgehend wirkungslos sein.

An den untersuchten unbegrünten Wirtschaftswegbrücken zeigten sich sehr unterschiedliche Ergebnisse, was ihre Annahme als Querungshilfe für Fledermäuse betrifft. Das Spektrum reicht von Wirtschaftswegbrücken, die eine hohe Funktionalität als Querungshilfe aufweisen, bis zu für Fledermäuse nahezu funktionslose Wirtschaftswegbrücken.

Mögliche Ursachen

Der Vergleich des Referenzstandortes Grünbrücke Schwechat mit den untersuchten Wirtschaftswegbrücken zeigt, dass unbegrünte Wirtschaftswegbrücken durchaus eine wesentliche Funktion als Querungshilfe für Fledermäuse übernehmen können. Das Beispiel der Wirtschaftswegbrücke über die S6 bei Natschbach zeigt dies deutlich. Da allerdings die anderen untersuchten Güterwegbrücken deutlich weniger bis gar nicht überflogen werden, stellt sich die Frage nach den Faktoren, die zu derart unterschiedlichen Funktionsfähigkeiten führen.

Es gilt daher die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Güterwegbrücken bzw. durchschnittenen Fledermauslebensräumen herauszuarbeiten, um Ansätze für eine Erklärung der Ursachen für die unterschiedliche Annahmewahrscheinlichkeit zu finden.

Folgende Faktoren könnten von Relevanz sein:

- Geländelage der gequerten Autobahn (Einschnitt, im Gelände)
- Anbindung an das Umfeld (Qualität der Leitstruktur)
- Art des durchschnittenen Fledermauslebensraumes (ausgeprägte Leitstruktur/flächiger Fledermaus-Waldlebensraum)

Resümee

Wirtschaftswegbrücken können die Barrierewirkung von Straßen für (bedingt) strukturgebunden fliegende Fledermäuse deutlich reduzieren. Die signifikant unterschiedlichen Annahmewahrscheinlichkeiten von Wirtschaftswegbrücken bedürfen allerdings einer weiterführenden Analyse.

Die Ursachen für die deutlichen Unterschiede in Hinblick auf die Funktionsfähigkeit der Wirtschaftswegbrücken konnten im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht umfassend erklärt werden.

Eine vertiefende Betrachtung der Unterschiede zwischen den einzelnen untersuchten Wirtschaftswegbrücken zeigt, dass eine einfache und schlüssige Erklärung für die unterschiedlichen Annahmewahrscheinlichkeiten nicht möglich ist. Eine Übersicht über einige Erklärungsansätze wird im Folgenden gegeben:

Faktor Niveaulage der Autobahn bzw. der Querungshilfe

Auffallend an der gut funktionierenden Grünbrücke Schwechat war neben der hohen Qualität der gequerten Leitstruktur die Tatsache, dass die Autobahn in einem Geländeeinschnitt geführt wird und sich die Grünbrücke auf dem ursprünglichen Geländeniveau befindet.

Das unterscheidet die Grünbrücke von den untersuchten Wirtschaftswegbrücken, da hier die gequerte Autobahn meist im Gelände liegt und die Güterwege daher auf (bepflanzten) Rampen zur Brücke geführt werden. Lediglich bei der Wirtschaftswegbrücke in Purkersdorf befindet sich aufgrund der Hanglage der nördliche Brückenkopf im Gelände (die Autobahn befindet sich daher z.T. im Einschnitt)

Mögliche Erklärungsansätze für eine Relevanz des Wirkfaktors Niveaulage der Autobahn sind:

- Eine Querungshilfe ist umso wirksamer, je eher sie der natürlichen Flughöhe der (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermäuse entspricht. Oftmals ist dies bei einer Einschnittslage der Autobahn und einer Niveaulage der Querungshilfe der Fall.

- Andererseits ist eine Querungshilfe umso wirksamer, je kürzer die zu überwindende Distanz ist. Dies ist meist bei Lage der Autobahn auf Niveau (ohne nennenswerte Böschungen) der Fall.

Faktor Bepflanzung und Anbindung an das Umfeld

Grundsätzlich waren alle untersuchten Standorte so beschaffen, dass ausgeprägte Bepflanzungen bzw. Leitstrukturen im unmittelbaren Brückenbereich vorhanden waren. Es wurde davon ausgegangen, dass diese Bepflanzungen auch eine Funktion als Leitstruktur für überfliegende Fledermäuse haben. Dies konnte z.T. bestätigt werden (S6- Natschbach, eingeschränkt auch A1-Purkersdorf), z.T. war dies nicht so (S5-Utzenlaa, A3-Trumau). Zwar sind Leitstrukturen grundsätzlich wichtig zum Heranführen der Fledermäuse an die Querungshilfen, aber die Beobachtungen im Rahmen der vorliegenden Studie lassen keine Rückschlüsse auf die Relevanz und die Ausbildung der Leitpflanzung zu, da diese bei allen

untersuchten Brücken in Form von älteren, geschlossenen Gehölzbeständen gegeben war, die unmittelbar bis in die Nähe des Brückengeländers reichen.

- Diesbezüglich ist daher festzuhalten, dass ausgeprägte **Leitstrukturen zwar grundsätzlich wichtig** sind und möglichst geschlossen bis zur Güterwegbrücke reichen sollen, **gesicherte Rückschlüsse auf die Art der Bepflanzung lässt die vorliegende Untersuchung nicht zu**.

- Möglicherweise kann eine **große Höhe der Leitstruktur** (alte Baumreihen, Windschutzstreifen) die **Annahmewahrscheinlichkeit** einer sich über das Geländeniveau erhebende Brücke als Querungshilfe **erhöhen**. Wenn sich die Leitstruktur weit über die Wirtschaftswegbrücke erhebt und nahe an die Brückenköpfe herangeführt wird, kann dies möglicherweise Querungen erleichtern.

Faktor Einbindung in den Lebensraum

Als weiterer Faktor ist die Art und Weise zu nennen, wie die Brücke in die umgebenden Lebensraumelemente eingebunden ist. Hier wurden im Rahmen der Untersuchung sehr unterschiedliche Situationen untersucht: Offenland mit linearer Gehölzstruktur (S1, A3), beidseitig Wald (S6), Wald mit Waldrandsituation bzw. Offenlandanschluss (A1, S5). Auch hier lässt sich kein zwingender Zusammenhang zwischen durchschnittenem Lebensraum und Funktionsfähigkeit der Querungshilfe herstellen.

Mögliche Erklärungsansätze für eine Relevanz des Wirkfaktors Einbindung in den Lebensraum sind:

- Wenn sich beidseitig der gequerten Autobahn attraktive und vollständig ausgestattete Fledermauslebensräume befinden, könnte die Wahrscheinlichkeit sinken, dass für Fledermäuse wenig attraktive Bereiche wie Straßen gequert werden.

- Die Wahrscheinlichkeit einer hohen Annahmewahrscheinlichkeit könnte steigen, wenn sich die Querungsmöglichkeit im Bereich einer traditionellen (und durch den Straßenbau unterbrochenen) Flugroute befindet. Dies kann eine Waldrandsituation sein (S6-Natschbach) oder eine unterbrochene Gehölzzeile (Grünbrücke Schwechat).

- Querungsmöglichkeiten innerhalb vergleichsweise gleichförmiger Lebensräume werden daher möglicherweise weniger frequentiert (S5 Utzenlaa).

- Weiters ist zu bedenken, wie das Lebensraumnetzwerk der Fledermäuse von der konkreten Führung einer hochrangigen Straße betroffen ist. Werden die Quartiere (z.B. in Gebäuden in Ortschaften) durch die Straße von essentiellen Jagdlebensräumen abgeschnitten, ist der Druck die Straße zu queren sehr hoch und eine gut funktionierende Querungshilfe von großer Bedeutung. Sind

die (Jagd-) Lebensräume jenseits der Straße von untergeordneter Bedeutung, wird ein geringer Zwang herrschen, die Straße zu queren und die Qualität der Querungshilfe von geringer Bedeutung sein. Derartigen möglichen Ursachen konnte im Rahmen des ggst. Projektes nicht nachgegangen werden.

Resümee

Eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst offensichtlich die Nutzung von Wirtschaftswegbrücken durch Fledermäuse. Es können über die Relevanz einzelner Wirkfaktoren Vermutungen angestellt werden, die Untersuchungsergebnisse zeigen aber kein einheitliches Bild.

5.3 Abschließendes Resümee

Aus den Beobachtungsdaten der untersuchten Brückenstandorte können hinsichtlich der Fragestellungen:

- Sind (auch) unbegrünte Brücken über hochrangige Straßen als Querungshilfe für Fledermäuse geeignet?
- Und wenn ja: werden sie im gleichen Maße wie Grünbrücken als Querungshilfe genutzt, d.h. können Wirtschaftswegbrücken in gleicher Weise als Querunghilfe dienen wie Grünbrücken?

folgende Schlüsse gezogen werden:

Auch unbegrünte Brücken können als Querungshilfen für (bedingt) strukturgebunden fliegende Fledermäuse dienen. **Allerdings ist das Ergebnis bei den untersuchten Wirtschaftswegbrücken sehr heterogen**. Von 4 untersuchten Wirtschaftswegbrücken konnten an einem Standort (S6, Natschbach) zahlreiche Überflüge, an einem Standort (A1, Purkersdorf) mehrere Überflüge und an zwei Standorten (A3, Trumau und S5, Utzenlaa) lediglich vereinzelte Überflüge nachgewiesen werden.
Als mögliche entscheidende Faktoren für die Wirksamkeit einer Querungshilfe werden die Geländelage (Nivellette) der gequerten Autobahn, die Anbindung der Querungshilfe (hohe Baumkulisse, abgestufter Waldrand, etc.) an das Umfeld sowie die Ausprägung des betroffenen Fledermaus-Lebensraumes (flächiger Waldlebensraum, ausgeprägte Leitstruktur) angesehen.
Der Vergleich mit dem untersuchten Referenzstandort der Grünbrücke an der S1 bei Schwechat zeigt auch, dass Wirtschaftswegbrücken nicht per se als gleichwertiger Ersatz für Grünbrücken herangezogen werden können. Zwar konnte eine Wirtschaftswegbrücke nahezu die gleichen Werte wie die Grünbrücke aufweisen, die drei weiteren Wirtschaftwegbrücken liegen aber in der Wirksamkeit deutlich hinter der Grünbrücke.
Auch die Untersuchungen am Maut-Gantry zeigen, dass an diesem nur vereinzelt Überflüge festgestellt werden konnten. Ebenso zeigen die Untersuchungen an unterbrochenen Leitstrukturen ohne Querungshilfe nur vereinzelt Überflüge von (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermäusen.

Die Untersuchung kommt zum Schluss, dass:

die untersuchten Wirtschaftswegbrücken zwar als Querungshilfe dienen (können), der Referenzstandort Grünbrücke aber die höchste Wirksamkeit erzielt. Damit auch Wirtschaftswegbrücken (nahezu) vollständig den Biotopverbund für Fledermäuse wiederherstellen, müssen vertiefende Analysen über die Rahmenbedingungen, optimale Ausgestaltung der Wirtschaftswegbrücken und ihre Anbindung an das Umfeld durchgeführt werden.

6 LITERATURVERZEICHNIS

ABBOTT I. M., BUTLER F. & S. HARRISON (2012): When flyways meet highways – The relative permeability of different motorway crossing sites to functionally diverse bat species. Landscape and Urban Planning 106: 293-302.

AHLEN I. (1990): Identification of bats in flight. Swedish Soc. for Conserv. of Nature and the Swedish Youth Ass. For Environm. Studies and Conserv. 50 pp.

AHLEN I. & H.J. BAAGOE (1999): Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. Acta Chiropterologica 1: 137-150.

BACH L. & H. MÜLLER-STIESS (2005): Nutzung von Grünbrücken durch Wildtiere in Baden-Württemberg – Nachkontrolle. Fachbeitrag Fledermäuse an ausgewählten Grünbrücken. Bericht im Auftrag des Vereins für Arten, Umwelt- und Naturschutz. 24 S.

BERTHINUSSEN A. & J. ALTRINGHAM (2012): Do Bat Gantries and Underpasses Help Bats Cross Roads Safely? PLoS ONE 7 (6): e38775.

RUSSELL A. L., BUTCHKOSKI C. M., SAIDAK L. & G. F. MCCRACKEN (2009): Road-killed bats, highway design, and the commuting ecology of bats. Endang. Species Res. 8: 49-60.

BRINKMANN R., BIEDERMANN M., BONTADINA F., DIETZ M., HINTEMANN G., KARST I., SCHMIDT C. & W. SCHORCHT (2012): Planung und Gestaltung von Querungshilfen für Fledermäuse. – Eine Arbeitshilfe für Straßenbauvorhaben im Freistaat Sachsen. Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr. 116 pp.

HAMMER M., ZAHN A. & U. MARCKMANN (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen. Manuskript der Koordinationsstellen für Fledermausschutz in Bayern, 16 pp.

KERTH G. & M. MELBER (2009): Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use oft wo threatened forest-living bat species. Biological Conservation 142 (2): 270-279.

KFFÖ (Koordinationsstelle für Fledermausschutz und –forschung in Österreich) (2014): In Österreich aktuell vorkommende Fledermausarten (Stand Februar 2014). www.fledermausschutz.at/Fledermaus-Arten-01.htm, aufgerufen am 7.11.2014.

LESINSKI G. (2007): Linear landscape elements and bat casualities on roads – an example. Ann. Zool. Fennici 45: 277-280.

LESINSKI G., SIKORA A., & A. OLSZEWSKI (2011): Bat casualities and factors determining their number. European Journal of Wildlife Research 57: 217-223.

LIMPENS H.J.G.A. & A. ROSCHEN (1995): Bestimmung der mitteleuropäischen Fledermausarten anhand ihrer Rufe. NABU-Umweltpyramide, Bremervörde. 45 pp.

PARSONS S. & G. JONES (2000): Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. J. Exper. Biology 203: 2641-2656.

PFALZER G. (2002): Inter- und Intraspezifische Variabilität der Soziallaute heimischer Fledermausarten (Chiroptera: Vespertilionidae). Mensch & Buch Verlag, Berlin. 251 pp.

REITER G., PLANK M. & U. HÜTTMEIR (in Druck): Fledermäuse in den Kernzonen und Wirtschaftswäldern des Biosphärenparks Wienerwald. Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum.

RUNKEL V. (undat.): batident 1.03. Manual, ecoObs Gmbh, Nürnberg. 17 pp.

SKIBA R. (2009): Europäische Fledermäuse. Die Neue Brehm-Bücherei. Bd. 648. westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben. 220 pp.

WEID R. (1988): Bestimmungshilfe für das Erkennen europäischer Fledermäuse – insbesondere anhand der Ortungsrufe: Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz. 81: 63-72.

ZINGG P.E. (1990): Akustische Artidentifikation von Fledermäusen (Mammalia: Chiroptera) in der Schweiz. Revue suisse Zool. 97: 263-294.

7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Eine Vorauswahl von 30 Standorten an Brücken über hochrangige Straßen, an denen mit hoher Fledermausaktivität zu rechnen ist 11
Abbildung 2: 15 Standorte wurden für eine Besichtigung vor Ort ausgewählt 12
Abbildung 3: Günstiger Brückenstandort für Fledermausaktivität an der S5 westlich von Stockerau (links), ungünstiger Fledermausstandort an einer Brücke entlang der S33 nördlich von Herzogenburg (rechts) 13
Abbildung 4: Verwendete Wärmebildkamera VarioCAM hr research 675 (Quelle: infratec.at) 15
Abbildung 5: Steuerung der Wärmebildkamera über den Laptop und die Software IRBIS3Plus.....16
Abbildung 6: Beispielwärmebild bei klarem Himmel mit einer Fledermaus auf dem Weg über die Brücke 17
Abbildung 7: Wärmebild bei bewölktem Himmel 18
Abbildung 8: Messfeld zur gezielten, triggergesteuerten Aufnahme 19
Abbildung 9: Batcorder zur Aufnahme der Ultraschallrufe von Fledermäusen (links) und Waldbox-Erweiterung des Batcorders mit Grenzflächenmikrofon und optionalem Solarpaneel (rechts). Quelle: www.ecoobs.de.....21
Abbildung 10: Ausrüstung zur Aufnahme von Fledermausrufen: Ultraschalldetektor „Pettersson D240x“ und Aufnahmegerät „Zoom H2“ (links) bzw. Ultraschalldetektor „Pettersson D1000x“ (rechts). 22
Abbildung 11: Vorbereitung zur Dämmerungsbeobachtung am 21. Mai 2014 an einer Wirtschaftswegbrücke über die S5 bei Utzenlaa 23
Abbildung 12: Schematischer Versuchsaufbau am Beispiel einer Wirtschaftsbrücke über die S6 bei Natschbach.....24
Abbildung 13: Akkumuliertes Summenbild – Überflüge über die S6 an der Wirtschaftsbrücke bei Natschbach, 3. Juli 2014 von 21:49:00 bis 22:01:40 Uhr 31
Abbildung 14: Ablaufdiagramm über die Auswertung der Daten.....32
Abbildung 15: Auswertungsschritt des Abgleichs von Rufaufzeichnungen mit Wärmebild und Zuordnung von IDs.....33
Abbildung 16: Lage des Standortes an der S1 östlich der Anschlussstelle Schwechat-Süd als Verbindungsglied eines gut entwickelten Windschutzstreifens 36
Abbildung 17: Blick über die Grünbrücke Richtung Südwesten 37
Abbildung 18: Blick südlich der Grünbrücke auf den Windschutzstreifen und die angrenzende Agrarflur37
Abbildung 19: Lage des Standortes an der S6 bei Neunkirchen unweit der Ortschaft Natschbach am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes.....38
Abbildung 20: Blick von der Wirtschaftswegbrücke Richtung Norden 39

Abbildung 21: Blick von der Wirtschaftswegbrücke Richtung Süden 39
Abbildung 22: Lage des Standortes an einer Wirtschaftsbrücke über die A1 unmittelbar westlich der Stadtgrenze von Wien 40
Abbildung 23: Blick auf die Brücke Richtung Südost 41
Abbildung 24: Blick auf die Brücke Richtung Süden: ein Kulturschutzzaun führt unmittelbar bis zur Brücke 41
Abbildung 25: Lage des Standortes an einer Wirtschaftswegbrücke nördlich der Anschlussstelle Ebreichsdorf-West bei Trumau 42
Abbildung 26: Ein gut entwickelter Saum mit pannonisch geprägter Vegetation säumt beidseitig den Aufgang zur Brücke 43
Abbildung 27: Blick über die Brücke Richtung Osten; der Gehölzsaum reicht bis unmittelbar an die Brückenkrone 43
Abbildung 28: Lage des Standortes an einer Wirtschaftswegbrücke über die S5 südöstlich von Utzenlaa 44
Abbildung 29: Blick von Nordosten auf die Wirtschaftswegbrücke über die S5 45
Abbildung 30: Blick Richtung Norden über die S5 45
Abbildung 31: Lage des Standortes Baumreihe nördlich einer Grünbrücke gelegen 46
Abbildung 32: Blick Richtung Südosten über die S1 auf die Baumreihe 47
Abbildung 33: Standort Feldgehölzstreifen bei einer Wirtschaftswegbrücke über die A3 bei Trumau 47
Abbildung 34: Blick Richtung Süden auf den durch die A3 durchtrennten Feldgehölzstreifen 48
Abbildung 35: Maut-Gantry an der S6 bei Neunkirchen südlich der Ortschaft Natschbach am westlichen Ende eines ausgedehnten Waldgebietes 49
Abbildung 36: Blick Richtung Westen auf das Maut-Gantry über die S6 49
Abbildung 37: Grünbrücke S1 – Schwechat, Überflug einer Wimperfledermaus *Myotis emarginatus* (Mema) ID 18 von Südosten (hinten) nach Nordwesten (vorne) um 21:11 53
Abbildung 38: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 19. Mai 2014 54
Abbildung 39: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014 56
Abbildung 40: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, Überflug einer Fledermaus der Gruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) ID 5 von Norden (links) nach Süden (rechts) um 21:28 – AWD 58
Abbildung 41: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, beobachteter Überflug einer Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) ID 2 von Süden (rechts) nach Norden (links) um 21:11 58
Abbildung 42: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 22. Mai 2014 59

Abbildung 43: Wirtschaftswegbrücke S6 – Natschbach, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) ID 21 von Norden (links) nach Süden (rechts) um 21:11 61
Abbildung 44: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014.....62
Abbildung 45: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 12. Mai 2014.....64
Abbildung 46: Wirtschaftswegbrücke A1 – Purkersdorf, Überflug einer Mückenfledermaus *Pipistrellus pygmaeus* (Ppyg) ID 16 von Nordwesten (links) nach Südosten (rechts) um 22:18:16.....66
Abbildung 47: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 23. Mai 2014.....67
Abbildung 48: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014 69
Abbildung 49: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014.....71
Abbildung 50: Wirtschaftswegbrücke A3 – Trumau, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Pipistrellus hoch' (Phoch) ID 1 von Osten (rechts) nach Westen (links) um 21:17.....73
Abbildung 51: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 14. August 2014 73
Abbildung 52: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 21. Mai 2014 76
Abbildung 53: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 4. Juli 2014.....78
Abbildung 54: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 19. August 2014 80
Abbildung 55: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014.....82
Abbildung 56: Baumreihe S1 – Schwechat, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Pipistrellus mittel' (Pmid) ID 9 von Westen (vorne) nach Osten (hinten) um 21:03 84
Abbildung 57: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 18. August 2014.....84
Abbildung 58: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014 86
Abbildung 59: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014 88

Abbildung 60: Feldgehölzstreifen A3 – Trumau, Überflug einer Fledermaus der Artengruppe ‚Myotis klein mittel' (Mkm) ID 2 von rechts (Westen) nach links (Osten) um 22:24 90
Abbildung 61: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 14. August 2014 90
Abbildung 62: Maut-Gantry S6 – Natschbach, Überflug einer Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Ppip) ID 49 von Norden (rechts) nach Süden (links) um 22:55 92
Abbildung 63: Versuchsaufbau und Fledermausaktivität – Maut-Gantry an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014.....92
Abbildung 64: Flugbahnen nicht strukturgebunden fliegender Fledermäuse an der S6 in Natschbach am 22. Mai 2014 von 21:44 – 21:54 Uhr (ID 18 – ID 25).....95

8 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Strukturgebunden fliegende Fledermausarten (orange) und bedingt strukturgebunden fliegende Fledermausarten (violett) als Untersuchungsgegenstand dieser Studie – nach Brinkmann et al. (2012) 8

Tabelle 2: Beispiele der Hörweiten von Rufen verschiedener Fledermausarten in Meter (nach SKIBA 2009) 20

Tabelle 3: Verwendete Rufbestimmungsmerkmale für die Nachbestimmung der automatisch bestimmten Fledermausarten (adaptiert nach Hammer et al. 2009) FM = frequenzmoduliert, CF = konstantfrequent 27

Tabelle 4: Gliederung der bestimmbaren Arten und Artengruppen bei der automatischen Rufaufzeichnung und ihr Flugverhalten – strukturgebunden (orange) und bedingt strukturgebunden fliegend (violett) 29

Tabelle 5: Klassifikation der Fledermausaktivität im Bereich des zu vernetzenden Lebensraumes 30

Tabelle 6: Klassifikation zur Annahmewahrscheinlichkeit der Brücke als Querungshilfe durch Fledermäuse 35

Tabelle 7: Klassifikation zur Wirksamkeit von Querungshilfen 35

Tabelle 8: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 19. Mai 2014 52

Tabelle 9: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Grünbrücke an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014 55

Tabelle 10: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 22. Mai 2014 57

Tabelle 11: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014 60

Tabelle 12: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 12. Mai 2014 63

Tabelle 13: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A1 bei Purkersdorf – 23. Mai 2014 65

Tabelle 14: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014 .68

Tabelle 15: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014 70

Tabelle 16: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der A3 bei Trumau – 14. August 2014 72

Tabelle 17: Anzahl der Sequenzen je Standort und visuell bewiesene Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 21. Mai 2014 75

Tabelle 18: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 4. Juli 2014 ...77

Tabelle 19: Anzahl der automatisch aufgezeichneten Rufsequenzen und der davon bestätigten Überflüge je Artengruppe, Wirtschaftswegbrücke an der S5 bei Utzenlaa – 19. August 2014 79

Tabelle 20: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 27. Juni 2014.....81

Tabelle 21: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Baumreihe an der S1 bei Schwechat – 18. August 2014.....83

Tabelle 22: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 20. Mai 2014 85

Tabelle 23: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 1. Juli 2014 87

Tabelle 24: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Feldgehölzstreifen an der A3 bei Trumau – 14. August 2014 89

Tabelle 25: Anzahl der mittels automatischer Rufaufzeichnung erfassten Sequenzen je Standort, Maut-Gantry an der S6 bei Natschbach – 3. Juli 2014 91

Tabelle 26: Vergleich der aufgezeichneten Rufsequenzen von nicht strukturgebunden und (bedingt) strukturgebunden fliegenden Fledermäusen nach Standort und Aufnahmetag.....94

Tabelle 27: Qualitative Einschätzung der Annahmewahrscheinlichkeiten der untersuchten Querungshilfen.....97

Tabelle 28: Qualitative Einschätzung der Überflugswahrscheinlichkeit in untersuchten Bereichen ohne Querungshilfe.....97

9 ANHANG

9.1 Erkenntnisse zur Methodik und zum Versuchsaufbau

Um auf die im Rahmen dieser Arbeit entstandenen methodischen Erfahrungen auch bei zukünftigen Forschungsvorhaben zurückgreifen zu können, werden der Versuchsaufbau und die verwendeten Methoden analysiert sowie Herausforderungen und Grenzen in der Anwendung beschrieben.

Der Nachweis von Überflügen hängt von einer Vielzahl an Faktoren ab. Im Folgenden sind die Herausforderungen und Grenzen sowohl bei den Erhebungen als auch bei der Auswertung beschrieben.

9.1.1 Erhebungen

9.1.1.1 Fledermausaktivität

Die vorkommenden Fledermausarten und ihre Populationsgröße vom Standort, den Lebensräumen in der Umgebung und ihrer Vernetzung abhängig. Diesem Risiko wurde durch Vorerhebungen und einer sorgfältigen Auswahl der Erhebungsstandorte begegnet. Die tatsächliche Flugaktivität der Fledermäuse wiederum ist abhängig von der Witterung, der Aktivität und Häufigkeit von Insekten, der Jahres- und Tageszeit und anderen Faktoren, die möglicherweise mit Tradition oder individuellen Entscheidungsprozessen zu tun haben. Generell wurde festgestellt, dass einzelne Standorte eine hohe Variabilität der Fledermausaktivität aufweisen, die kaum durch geeignete Modelle erklärt werden können.

Durch die mehrmaligen Erhebungen an den Standorten wurde das Risiko minimiert, die Erhebungen immer bei geringer Fledermausaktivität durchzuführen, was im Rahmen dieser mehr deskriptiv gehaltenen Untersuchung ausreichend war. Für eingehende quantitativ-statistische Untersuchungen ist dieser Aspekt unbedingt zu bedenken und im Studiendesign u. a. mit dem entsprechenden Stichprobenumfang zu berücksichtigen.

9.1.1.2 Automatische Rufaufnahme

Die Daten der automatischen Rufaufnahme bildeten die Basis der Versuchsdaten, da mit ihnen eine Bestimmung der Art oder Artengruppe möglich ist. Die Artinformation war aufgrund der Fragestellung, die dezidiert nur strukturgebunden bzw. bedingt strukturgebunden fliegende Fledermausarten umfasst, notwendig. Die Tatsache, dass die automatische Rufaufnahme die notwendige Basis der Erhebungsdaten darstellt, bedeutet auch, dass nur diese weiter ausgewertet werden können. Obwohl mehrere Aufnahmegeräte auf dem Weg über die Brücke platziert wurden, gibt es viele einzelne Aufnahmen, bei denen ein Individuum trotz beobachtetem Überflug nur an einem oder zwei Aufnahmegeräten erfasst wurde. Es gibt also viele automatische Rufaufnahmen, die einzeln bleiben. Es werden nicht alle Fledermausrufe aufgezeichnet. Die Aufnahme von Fledermausrufen mit der automatischen Rufaufnahme hängt von der Qualität der eingehenden Signale (Fledermausrufe) ab, da der interne Algorithmus im Gerät Störgeräusche

herausfiltert. Können Fledermausrufe als solche nicht erkannt werden, erfolgt auch keine Aufnahme der Rufsequenz. Dies tritt vor allem dann auf, wenn Signale sehr leise sind oder wenn es durch Reflexionen der Signale zu Interferenzen des Signals kommt. Daraus folgt, dass nicht zwingend alle vorbei fliegenden Fledermäuse aufgenommen werden. Durch die Abhängigkeit von den Daten der automatischen Rufaufnahme war es nicht möglich, Überflüge auszuwerten, die zwar am Wärmebild als solche erkannt wurden, zu denen jedoch keine Rufsequenz aus der automatischen Rufaufnahme vorlag.

Die Alternative besteht darin, auf Filteralgorithmen zu verzichten und alle Geräusche oberhalb einer definierten Frequenz als Auslöser von Aufnahmen zu akzeptieren oder die Aufnahmen permanent durchzuführen. Beide Alternativen erhöhen den Aufwand für die Auswertungen um ein Vielfaches, weshalb sie kaum praktikabel sein können.

9.1.1.3 Wärmebildkamera

Mit der Wärmebildkamera kann man nach Einbruch der Dunkelheit Fledermäuse ohne einer externen Lichtquelle aufzeichnen. Eine große Herausforderung bei den Wärmebildaufnahmen ist die Auswahl eines geeigneten Bildausschnittes. Das Vorhaben, mit der Wärmebildkamera frontal über die Brücke zu filmen, um die gesamte Brücke im Blickfeld zu haben, hat sich als nicht durchführbar herausgestellt, da die Vegetation im Hintergrund zu warm ist, dass man die Fledermäuse davor nicht mehr erkennen würde. Der geeignetste Hintergrund ist klarer Himmel, da dieser den kältesten Hintergrund darstellt und im Kontrast die Fledermäuse gut erkennbar sind. Es hat sich ein Winkel von 90 Grad gegen die Brücke für die Wärmebildaufnahmen bewährt. Diese Einstellung hat aber den Nachteil, dass Fledermäuse, die hinter dem Brückengeländer queren, nicht sichtbar sind. Mit der aktuell mit Wärmebildkameras möglichen Auflösung von 640 x 480 Pixel ist eine erfolgversprechende Messung von vorbeifliegenden Fledermäusen nur aus einer Entfernung möglich, die lediglich die Abdeckung eines Teiles der Brücke erlaubt. Würde man sich weiter als etwa 30 Meter von der Brücke entfernen, könnten Fledermäuse nicht mehr vom Hintergrund unterschieden werden, da sie mit einer durchschnittlichen Rumpfgröße von etwa 6 cm auf diese Entfernung zu wenig Pixel des Wärmebildes abdecken und dadurch mit dem Hintergrund verschmelzen würden. Durch die Aufnahmeentfernung, die Wahl des Bildausschnittes und die Temperatur des Hintergrunds wird beeinflusst, was am Wärmebild sichtbar ist.

9.1.1.4 Mensch bei der Dämmerungsbeobachtung

Die Dämmerungsbeobachtung mit freiem Auge auf der Brücke ist nur bis zum Eintritt der Dunkelheit möglich. Durch die Position auf der Brücke ergeben sich dabei auch „tote“ oder nicht einsehbare Blickwinkel bzw. werden Fledermäuse, die direkt neben der Brücke fliegen, nicht gesehen.

9.1.2 Auswertung der Daten

9.1.2.1 Zusammenführung von Rufsequenzen und Wärmebildaufnahmen

Trotz der Tatsache, dass der Nachweis von Überflügen sehr von guten Bedingungen und den Grenzen verschiedener Erfassungsmethoden mit sehr individuellen Ansprüchen abhängig ist, ist die Aufnahme von Überflügen gelungen. Es konnten 112 Überflüge mit Sichtung nachgewiesen werden. 65 der 112 Überflüge mit Sichtung – also mehr als die Hälfte – konnten alleine durch Wärmbildaufnahmen bestätigt werden. Die Wärmebildkamera hat sich bei der Identifikation von Überflügen also bewährt. 29 Überflüge wurden durch die Dämmerungsbeobachtung erkannt und 18 Überflüge wurden sowohl am Wärmebild als auch durch Dämmerungsbeobachtung identifiziert. Durch alleinige Auswertung der automatischen Rufaufnahme konnten 45 weitere mögliche Überflüge ohne Sichtung erkannt werden.

9.1.2.2 Erkennen von Überflügen mittels automatischer Rufaufnahme ohne Sichtnachweis

Da nur in äußerst wenigen Fällen bei einem visuell bestätigten Überflug die automatische Rufaufnahme an jedem Gerät auf dem Weg über die Brücke eine Rufsequenz aufgenommen hat, erschien die alleinige Auswertung der Rufaufnahmen als zu unsicher. Aus diesem Grund wurden zwei Stufen der Datensicherheit eingeführt. Zum einen „Überflüge mit Sichtung“, wo bei der Dämmerungsbeobachtung oder am Wärmebild eine Querung sichtbar war sowie als zweite Kategorie „Mögliche Überflüge ohne Sichtung“. Sehr häufig wurde eine Rufsequenz der gleichen Art oder Artengruppe im Abstand von wenigen Sekunden an zwei Geräten erfasst. Damit ist aber nicht sichergestellt, ob nicht ein Individuum in Querrichtung zwischen den beiden Geräten einen Bogen fliegt. Betrachtet man den Referenzstandort Grünbrücke, wurden am Erhebungsabend im Mai 13 Überflüge mit Sichtung sowie 16 mögliche Überflüge ohne Sichtung identifiziert. Bei einer ähnlichen Fledermausaktivität am Erhebungsabend im Juni wurden 43 Überflüge mit Sichtung sowie zwei mögliche Überflüge ohne Sichtung identifiziert. Unter der Annahme, dass bei ähnlicher Aktivität eine ähnliche Anzahl an Fledermäusen die Brücke quert, kann man annehmen, dass am Erhebungsabend im Mai tatsächlich auch die 16 möglichen Überflüge ohne Sichtung tatsächliche Brückenquerungen darstellen, diese wegen möglicher zeitlicher Differenzen lediglich nicht Fledermäusen in den Wärmebildaufnahmen zuordenbar waren. Dieses Beispiel spricht dafür, dass die in der Methodik beschriebene Auswertung der automatischen Rufaufnahmen in der Kategorie „Mögliche Überflüge mit Sichtung“ zumindest Anhaltspunkte für eine Interpretation geben.

9.1.2.3 Quantitativ-statistische Auswertung

Durch die gewünschte Vielfalt der untersuchten Brücken-Situationen und den erheblichen personellen und finanziellen Aufwand bei den Erhebungen kann die Auswertung nur auf einer quantitativ-deskriptiven Ebene bleiben. Eine vergleichende statistische Analyse hätte eine Reduzierung der verschiedenen zu untersuchenden Situationen und gleichzeitig eine erhebliche Erhöhung des Stichprobenumfanges erfordert.

9.1.3 Schlussfolgerungen zur Methodik

Jede Erhebungsmethodik bringt ihre Spezifikationen und Grenzen mit sich. Der entwickelte Versuchsaufbau mit der Kombination mehrerer Methoden war sehr aufwändig in der Erhebung sowie in der Auswertung, da jeder einzelne Datensatz der automatischen Rufaufnahmen mit den Wärmebildern verglichen werden musste.

Die Auswertungsmethodik liefert sehr sichere Daten zu den Überflügen, ist aber durch die Kombination mehrerer Methoden sehr stark selektierend und damit reduzierend. Die Fledermausaktivität war viel höher, als es bei der Auswertung den Anschein hat. Da die automatische Rufaufnahme nicht alle Rufe vollständig erfasst werden können, diese aber die Ausgangsbasis der Überflugdaten bilden, ist die Datenlage von vornherein dadurch limitiert. Die Kombination der automatischen Rufaufnahmen zur Arterkennung mit dem Einsatz der Wärmebildkamera und der Dämmerungsbeobachtung entspricht dem Stand der Technik und stellte sich für die Fragestellung als sehr sinnvoll heraus. Mehr als die Hälfte der bestätigten Überflüge wurden alleine durch Wärmebildaufnahmen identifiziert.

9.2 Offene Fragen & Forschungsbedarf

9.2.1 Zur Fragestellung

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Nutzung von unbegrünten Wirtschaftswegbrücken als Querungshilfen grundsätzlich möglich ist. Einige Hinweise auf die Faktoren, welche dabei eine Rolle spielen könnten, konnten herausgearbeitet werden. Da sich die Faktoren gegenseitig beeinflussen können, kann ihre isolierte Betrachtung bedeutend zum Verständnis beitragen.

9.2.1.1 Welche Rolle spielen die Niveauunterschiede von Straße, Brücke und Umgebung?

Das gute Funktionieren der untersuchten Grünbrücke wirft die generelle Frage auf, inwieweit das Niveau der Straße (im Einschnitt oder auf Umgebungsniveau) im Verhältnis zur querenden Brücke (auf oder über Umgebungsniveau) auf die Annahmewahrscheinlichkeit auswirkt.

9.2.1.2 Wie muss die Anbindung der Brücke ans Umland und die angrenzenden Lebensräume gestaltet sein, damit sie zur Querung angenommen wird?

Ein maßgeblicher Faktor für die Annahme einer Brücke als Querungshilfe ist ihre Anbindung an die angrenzenden Lebensräume. Welche Elemente sind dazu notwendig, wie müssen sie gestaltet sein, wie weit müssen Leitstrukturen an die Brücke heranreichen, wie hoch müssen diese Leitstrukturen sein?

9.2.1.3 Gibt es weitere Faktoren, die die Annahme von Querungshilfen beeinflussen?

Faktoren, die das Flugverhalten von Fledermäusen in diesem Zusammenhang beispielsweise auch beeinflussen können, sind die Beleuchtung der Brücke oder der Straßenlärm.

9.2.1.4 Gibt es Besonderheiten in der räumlichen Vernetzung der Fledermaus-Lebensräume, welche die Annahmewahrscheinlichkeit erhöhen?

Besteht für die Fledermäuse ein hoher Druck die Straße zu queren, reichen dann suboptimale Querungshilfen aus?

9.2.2 Zur Methodik

9.2.2.1 Welche technischen Möglichkeiten gibt es zur Beobachtung von Flugverhalten in der Nacht?

Die Nutzung der Wärmebildkamera ist recht teuer, sodass für umfassendere Studien alternative Methoden anzudenken sind. Im Wesentlichen kommen zwei Methoden in Frage, die zurzeit noch in Entwicklung sind oder mit Unwägbarkeiten der technischen Voraussetzungen behaftet sind:

- Akustische-räumliche Rekonstruktion von Flugwegen:
  Diese Methode funktioniert mit vier im Raum verteilten Mikrofonen. Anhand der Laufzeitunterschiede der einzelnen Fledermausrufe zu den verschiedenen Mikrofonen kann die Lage der Fledermaus im Raum berechnet werden. Neben dem Umstand, dass diese Technik noch in Entwicklung ist, gibt es auch hier eine räumliche Beschränkung, welche durch die Reichweiten der Fledermausrufe definiert ist.

- Infrarot-Beleuchtung
  Der zu untersuchende Bereich wird mit Infrarot-Strahlern ausgeleuchtet und mit Infrarot-empfindlichen Kameras aufgenommen. Damit kann man das Problem des warmen Hintergrundes umgehen, hat aber mit der Leistungsfähigkeit der Infrarot-Strahler und dem Auflösungsvermögen der Kamera ähnliche räumliche Einschränkungen wie mit dem Wärmebild.

9.2.2.2 Welche anderen Studien-Designs gibt es?

Für die Untersuchung von Detailfragen muss generell ein anderer Ansatz gewählt werden, um statistisch haltbare Ergebnisse zu erzielen. Dabei müssen die beeinflussenden Faktoren möglichst reduziert und der Stichprobenumfang erheblich erhöht werden.
Zudem bieten sich an:

- Experimentelle Ansätze:
  Strukturen an Wirtschaftswegbrücken können auch temporär verändert (z.B. durch das Aufstellen künstlicher Heckenreihen) und der Einfluss auf das Verhalten der Fledermäuse untersucht werden.
- Vorher-Nachher-Studien
  Besonders geeignet für die Untersuchung sind Studien, die das Verhalten der Fledermäuse vor und nach der Errichtung einer Straße vergleichen. Da diese Möglichkeiten beschränkt sind, empfiehlt es sich, diese ausreichend zu nutzen.