

OU Wolgast im Zuge der B111

Risikoanalyse – Vogelkollisionen an der geplanten Peenestrombrücke

Teil 1: Prüfung von Brückenvarianten

Stand: 26. April 2018

Auftraggeber:
DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin



Auftragnehmer:
SALIX-Büro für Umwelt- und Landschaftsplanung
Dr. W. Scheller
Danschowstr. 16, 17166 Teterow
Tel: 03996-120679 Fax: 03996-120670
e-Mail: scheller@salix-teterow.de

Bearbeiter:
Dr. W. Scheller, Dipl.-Ing. G. Köpke

Inhalt

1	Aufgabenstellung	2
2	Methodik	4
3	Ergebnisse	6
3.1	Vorbemerkungen.....	6
3.2	Fall „A“	7
3.3	Fall „B“	8
3.4	Fall „C“	9
4	Diskussion.....	10
5	Zusammenfassung.....	11
6	Literatur.....	12

Anhang

Tab. A 1: Fall „A“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

Tab. A 2: Fall „B“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

Tab. A 3: Fall „C“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

1 Aufgabenstellung

Die DEGES GmbH plant im Zusammenhang mit einer südlichen Ortsumgehung der Stadt Wolgast im Zuge der B111 einen Brückenneubau über den Peenestrom. Der Peenestrom liegt in diesem Bereich im Europäischen Vogelschutzgebiet „Peenestrom und Achterwasser“ (DE 1949-401), er ist vor allem für die Rastvogelzielarten des Vogelschutzgebietes als Nahrungs-, Ruhe- und Wandergebiet von Bedeutung. Im Bereich der geplanten Brücke ist daher mit einer größeren Anzahl von Vögeln zu rechnen, die entlang des Peenestromes fliegen.

Um herauszufinden, wie das Kollisionsrisiko von Vögeln für die unterschiedlichen Bauwerksvarianten der Brücke über den Peenestrom beurteilt werden kann, wurde ein Modell entwickelt, welches davon ausgeht, dass bestimmte Rastvogelarten während ihrer Ortsveränderungen (z. B. Schlafplatz – Nahrungsgewässer oder Brutplatz – Nahrungsgewässer) im Flug dem Peenestrom folgen und dabei auf die geplante Brücke treffen. Dabei wird in einem worst-case Szenario unterstellt, dass unter widrigen Witterungsbedingungen die Brücke nicht oder zu spät erkannt wird und es zur Kollision kommen kann. Berücksichtigt werden dabei unterschiedliche Fälle von Flugverhaltensweisen und Häufigkeiten. Durch einen Vergleich der im Modell simulierten Kollisionsraten soll die Brückenvariante mit dem geringsten Kollisionsrisiko ermittelt werden. Das verwendete Modell trifft keine Prognosen der zu erwartenden Kollisionszahlen konkreter Vogelarten, sondern soll nur eine Rangfolge verschiedener Brückentypen im Hinblick auf eine theoretische Gefährdung modellierter Flugobjekte entlang des Peenestroms ermöglichen.

2 Technische Beschreibung der Brückenvarianten

Die Brücke über den Peenestrom überspannt im Zuge der B 111 OU Wolgast neben mehreren Straßen und einer Bahnanlage an seinem Westufer maßgeblich den Peenestrom. Dabei verläuft die Brückentrasse am nördlichen Rand des Wolgaster Südhafens, kreuzt den Peenestrom in einem schleifenden Schnitt, tangiert die Halbinsel „Alte Schanze“ und überquert den nördlichen Randbereich der Sauziner Bucht, bevor die Insel Usedom erreicht wird. Im Zuge einer angepassten Vorplanung wurden für die Strombrücke innerhalb der Peenestromquerung (Seewasserstraße) vier Brückenvarianten, davon drei mit oberliegendem Tragwerk als Bogen-, Zügelgurt- und Extradosed-Brücke sowie einer Variante mit untenliegendem Tragwerk als (Y-) Rahmenbrücke näher untersucht und einem Variantenvergleich unterzogen. Die wesentlichen Kennziffern der Varianten für das jeweilige Hauptfeld sind nachfolgend zusammengefasst, dabei sind für alle Varianten die lichte Höhe (IH) und lichte Weite (IW) vorgegeben:

Brückenvariante	IH [m]	IW [m]	Achsabstand [m]	Höhe max. (HN 76) [m]
Bogenbrücke	> 42,00	214,50	335,00	77,50; Bogen
Extradosed- Brücke			252,00	75,40; Pylon
Zügelgurtbrücke			252,00	69,50; Pylon
Rahmenbrücke			280,00	ca. 57,30; Gradiente

Zudem wird zur Vermeidung des betriebsbedingten Kollisionsrisikos mit dem rollenden Verkehr bei allen Brückenvarianten eine beidseitige Irritations- und Kollisionsschutzwand von je

4,00 m Höhe in der Modellierung berücksichtigt. Die Gesamtstützweite des geplanten Brückenbauwerks beträgt 1.465 m, die Breite 13,60 m. Das Gesamtbauwerk besteht aus

- einer westlichen Vorlandbrücke einschl. westliches Widerlager – in dem Flugfenster (Abb. 1) nicht enthalten, da für die Risikoanalyse nicht relevant,
- der eigentlichen Strombrücke mit dem Hauptfeld und den beiden angrenzenden Seitenfeldern (wobei das westliche Seitenfeld nur anteilig berücksichtigt wird) und
- einer östlichen Vorlandbrücke (einschl. östliches Widerlager).

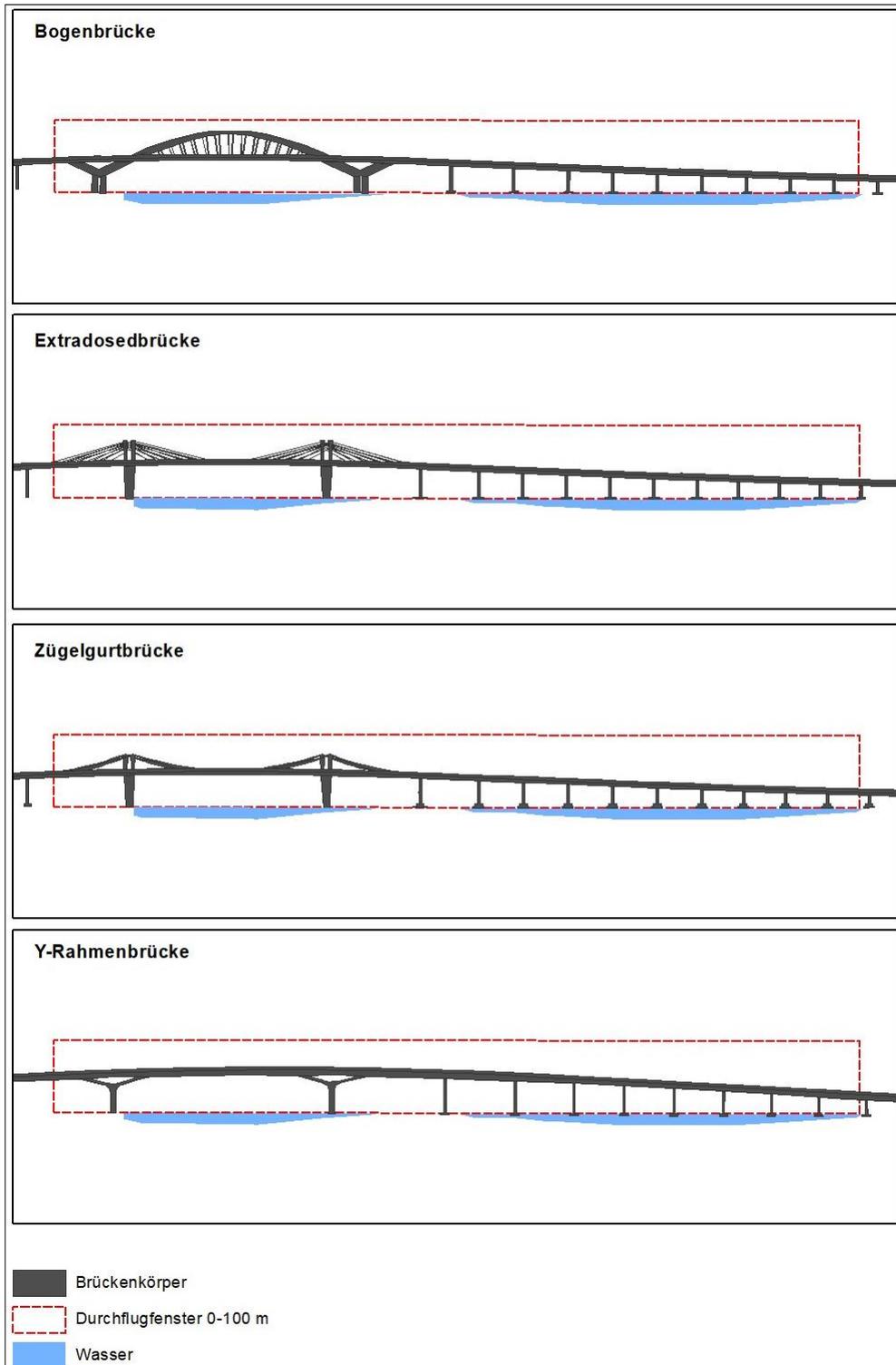


Abb. 1: Zu vergleichende Brückenvarianten

3 Methodik

Ausgehend von zu erwartenden Flughöhen bis zu 100 m wurde die jeweilige Brückenvariante (Abb. 1) lagegenau in ein Flugfenster projiziert, welches den Peenestrom auf eine Länge von ca. 950 m und in einer Höhe von 100 m überspannt. Innerhalb dieses Flugfensters ist die angenommene tägliche Anzahl an Flugbewegungen des jeweils betrachteten Falles für den Bereich des Peenestromes mittels Zufallsgenerator zufällig verteilt worden. Dabei wurden folgende drei Fälle berücksichtigt:

Fall „A“: Häufige Rastvogelart mit einer hohen Anzahl von Flugbewegungen, fliegt in 5er Trupps. Während des Rastzeitraumes wird täglich mit einer durchschnittlichen Anzahl von 773 Individuen gerechnet, welche das Flugfenster passieren (aus Stichprobenkontrollen für den Frühjahrszug 2017 von einer am Peenestrom häufig auftretenden Rastvogelart abgeleitet, SALLIX 2017). Der Fall „A“ entspricht einer großen Rastvogelart mit einer Flügelspannweite von 145 cm.

Fall „B“: Häufige Rastvogelart mit einer mittleren Anzahl von Flugbewegungen, fliegt in 5er Trupps. Während des Rastzeitraumes wird täglich mit einer durchschnittlichen Anzahl von 440 Individuen gerechnet, welche das Flugfenster passieren. Der Fall „B“ entspricht einer mittelgroßen Rastvogelart mit einer Flügelspannweite von 100 cm.

Fall „C“: Rastvogelart mit einer vergleichsweise geringen Anzahl von Flugbewegungen, fliegt einzeln. Während des Brutzeitraumes wird täglich mit einer durchschnittlichen Anzahl von 40 Individuen gerechnet, welche das Flugfenster passieren. Der Fall „C“ entspricht einer mittelgroßen Art mit einer Flügelspannweite von 85 cm.

Jeder Vogel wurde dabei als Kreis simuliert, dessen Durchmesser der artspezifischen Flügelspannweite der oben aufgeführten Fälle entspricht. Um das angestrebte Flugverhalten in Form von Trupps zu berücksichtigen, sind für die Fälle „A“ und „B“ jeweils 5 Individuen als Trupp zusammengefasst worden, wobei die Kreise (Individuen) unmittelbar nebeneinander (nicht überlappend) angeordnet wurden. Für den Fall „C“ sind einzeln fliegende Vögel angenommen worden.

Die Trupps bzw. Einzelvögel wurden mittels Zufallsgenerator im Durchflugfenster (mit maßstabgerechter projizierter Brücke) verteilt, wobei jeweils 400 Durchläufe (mit anderen Zufallsverteilungen) durchgeführt worden sind. Jede Überschneidung eines Kreises (entspricht einem Individuum) mit den Brückenbauteilen wurde als theoretische Kollision gewertet. Für die 400 Durchläufe ist für jede Brückenvariante der Mittelwert gebildet worden.

Ein evtl. artspezifisch unterschiedliches Reaktionsvermögen bzw. Ausweichverhalten gegenüber Hindernissen wurde im Modell nicht berücksichtigt. Daher handelt es sich bei der Ermittlung von potenziellen Kollisionszahlen um eine schematische Betrachtungsweise, bei der vor allem die Kollisionsanfälligkeit unterschiedlicher Brückenvarianten herausgearbeitet werden soll.

Die Mittelwertunterschiede der Kollisionen sind für die einzelnen Brückenvarianten mittels T-Test auf Signifikanz überprüft worden. Ergab der zunächst durchgeführte Levene-Test, dass sich die Varianzen der geprüften Messreihen nicht signifikant unterscheiden, ist der T-Test

nach Student durchgeführt worden. Bei signifikant unterschiedlichen Varianzen ist der T-Test nach Welch durchgeführt worden. In beiden Fällen wurden zweiseitige Testverfahren mit unabhängigen Stichproben angewandt.

Im Zusammenhang mit der nachträglichen höheren Wichtung der Kollisionen an Tragseilen (Fall „B“ und „C“, Kap. 3.3 und 3.4) ist beim anschließenden Vergleich der Gesamtmittelwerte der one sample T-Test angewandt worden.

Die im Zusammenhang mit den Testverfahren angegebenen p-Werte (Signifikanzprüfung) sind folgendermaßen zu deuten:

$p \geq 0,05$	kein signifikanter Unterschied
$p < 0,05$	signifikanter Unterschied
$p < 0,01$	hoch signifikanter Unterschied
$p < 0,001$	höchst signifikanter Unterschied

4 Ergebnisse

4.1 Vorbemerkungen

Mit der Tab. 1 wird ein Überblick über die in den Folgetabellen verwendeten Abkürzungen für die einzelnen Brückenvarianten gegeben.

Tab. 1: Abkürzungsverzeichnis für Brückenvarianten

Brückenart-Kürzel	Brückenart-/baugruppe
B-Massiv	Bogenbrücke, nur Massivbauteile berücksichtigt
B-Seil	Bogenbrücke, nur Tragwerkseile berücksichtigt
B-gesamt	Bogenbrücke, gesamte Brückenkonstruktion berücksichtigt
E-Massiv	Extradosedbrücke, nur Massivbauteile berücksichtigt
E-Seil	Extradosedbrücke, nur Tragwerkseile berücksichtigt
E-gesamt	Extradosedbrücke, gesamte Brückenkonstruktion berücksichtigt
Y-gesamt	Y-Rahmenbrücke, gesamte Brückenkonstruktion berücksichtigt
Z-gesamt	Zügelgurtbrücke, gesamte Brückenkonstruktion berücksichtigt

Mit den Tab. A1, A2 und A3 (s. Anhang) sind für jeden betrachteten Fall und für jede Brückenkonstellation die wichtigsten statistischen Werte für die im Modell simulierten Kollisionszahlen in einer Übersicht zusammengestellt worden. In den Tab. 2 bis Tab. 4 sind die Ergebnisse der T-Tests aufgeführt (Überprüfung, ob die Mittelwertunterschiede zwischen den Fällen signifikant sind). Dabei sind für die betrachteten Fälle folgende Brückenkonstellationen gegeneinander geprüft worden:

Test Nr. 1	B-gesamt	gegen	Y-gesamt
Test Nr. 2	B-gesamt	gegen	Z-gesamt
Test Nr. 3	E-gesamt	gegen	Y-gesamt
Test Nr. 4	E-gesamt	gegen	Z-gesamt
Test Nr. 5	E-massiv	gegen	Y-gesamt
Test Nr. 6	Z-gesamt	gegen	Y-gesamt
Test Nr. 7	B-massiv	gegen	E-massiv
Test Nr. 8	B-Seil	gegen	E-Seil
Test Nr. 9	B-gesamt	gegen	E-gesamt
Test Nr. 10*	E-massiv	gegen	Z-gesamt

*nur exemplarisch für den Fall „B“ untersucht (der erwartete häufigste Fall)

4.2 Fall „A“

Aus den Ergebnissen der Tests auf Mittelwertunterschied zwischen den Brückenvarianten (Tab. 2) lassen sich folgende wesentlichen Schlussfolgerungen ziehen:

- 1) Die Bogenbrücke (gesamt) hat im Vergleich zur Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit.
- 2) Die Zügelgurtbrücke hat eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Y-Rahmenbrücke.
- 3) Die Extradosedbrücke weist im Vergleich zur Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit auf. Die höhere Kollisionsanfälligkeit wird durch die Tragwerkseile der Extradosedbrücke verursacht, was durch den Test „E-Massiv“ gegen „Y-gesamt“ deutlich wird. Dabei verursacht die Extradosedbrücke ohne Tragseile betrachtet eine signifikant geringere Kollisionszahl als die Y-Rahmenbrücke. Erst bei Berücksichtigung der Tragseile der Extradosedbrücke verkehrt sich das Verhältnis ins Gegenteil, so dass die Extradosedbrücke eine signifikant höhere Kollisionszahl verursacht.

Bei einer höheren Wichtung der Kollisionsgefahr durch die Tragwerkseile (s. Kap. 4.3, Pkt. 3) fällt der Unterschied der Kollisionsanfälligkeit zwischen den Brückenvarianten noch größer aus. So ergibt sich bei Berücksichtigung des Faktors 2 für den Mittelwert der modellierten Kollisionen an den Seilen der Extradosedbrücke für die Extradosedbrücke insgesamt ein Mittelwert von 80,3 Kollisionen. Dieser Wert ist von den Mittelwerten für die Zügelgurtbrücke (MW=68,2) und Y-Rahmenbrücke (MW=68,3) auf dem Niveau von $p < 0,001$ höchst signifikant verschieden (one sample T-Test). Die Kollisionsgefahr ist somit bei der Extradosedbrücke beträchtlich höher als bei der Zügelgurt- und Rahmenbrücke.

- 4) Die Bogenbrücke (gesamt) hat eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Extradosedbrücke (gesamt), was auf die größere Angriffsfläche der massiven Bauteile zurückzuführen ist. Beim Vergleich der Tragwerkseile weist jedoch die Extradosedbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Bogenbrücke auf.
- 5) Es ergibt sich folgendes Ranking der Brückenarten hinsichtlich der Kollisionsanfälligkeit (von niedrig nach hoch):
 - 1) Y-Rahmenbrücke
 - 2) Zügelgurtbrücke
 - 3) Bogenbrücke
 - 4) Extradosedbrücke (bei Vergleich der Tragwerkseile zur Bogenbrücke)

Tab. 2: Fall „A“ 5er Trupps - Mittelwertvergleich durch T-Test/Signifikanz

	Brücken- teil	B- Massiv	B- Seil	B- gesamt	E- Massiv	E- Seil	E- gesamt	Y- gesamt	Z- gesamt
Brücken- teil	MW Kol- lisionen	69,5	4,2	73,7	57,8	11,5	69,3	61,4	65,1
B-Massiv	69,5				p<0,001				
B-Seil	4,2					p<0,001			
B-gesamt	73,7						p<0,001	p<0,001	p<0,001
E-Massiv	57,8	p<0,001						p<0,01	
E-Seil	11,5		p<0,001						
E-gesamt	69,3			p<0,001				p<0,001	p<0,001
Y-gesamt	61,4			p<0,001	p<0,01		p<0,001		p<0,01
Z-gesamt	65,1			p<0,001			p<0,001	p<0,01	

4.3 Fall „B“

Aus den Ergebnissen der Tests auf Mittelwertunterschied zwischen den Brückenvarianten (Tab. 3) lassen sich folgende wesentlichen Schlussfolgerungen ziehen:

- 1) Die Bogenbrücke hat im Vergleich zur Zügelgurtbrücke, Y-Rahmenbrücke und Extradosedbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit.
- 2) Die Extradosedbrücke, in ihrer Gesamtheit betrachtet, weist im Vergleich zur Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke keine signifikant unterschiedliche Kollisionsanfälligkeit auf.
- 3) Bei einer isolierten Betrachtung der massiven Baugruppen weisen jedoch die Zügelgurtbrücke und die Y-Rahmenbrücke (beides sind Brücken, die vollständig aus massiven Bauteilen bestehen) eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Extradosedbrücke (E-massiv) auf. Diese Unterschiede treten jedoch hinsichtlich des Ausmaßes ihrer Wirkungen in den Hintergrund, wenn die Wirkungen der für Vögel schlechter wahrnehmbaren Seile der Extradosedbrücke höher gewichtet werden als die besser wahrnehmbaren massiven Brückenteile. So sind bis auf ein geringes Restrisiko selbst unter widrigsten Witterungsbedingungen erfolgreiche Ausweichmanöver fliegender Vögel gegenüber massiven Brückenteilen noch möglich, während die Seile für die Vögel nicht mehr oder zu spät wahrnehmbar sind (vgl. Kap. 5).

Es wird daher unterstellt, dass die Kollisionsgefahr an den Seilen mindestens um das Doppelte höher ist als an den massiven Brückenbauteilen. Bei Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Wirkung und der höheren Wichtung der modellierten Kollisionen an den Seilen der Extradosedbrücke (Faktor 2 für den Mittelwert) ergibt sich für die Extradosedbrücke am Beispiel des Falles „B“ insgesamt ein Mittelwert von 79,6 Kollisionen. Dieser Wert ist von den Mittelwerten für die Zügelgurtbrücke (MW=68,2) und Y-Rahmenbrücke (MW=68,3) auf dem Niveau von $p<0,001$ höchst signifikant verschieden (one sample T-Test). Die Kollisionsgefahr ist somit bei der Extradosedbrücke beträchtlich höher als bei der Zügelgurt- und Rahmenbrücke.

- 4) Die Bogenbrücke (gesamt) hat eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Extradosedbrücke (gesamt), was auf die größere Angriffsfläche der massiven Bauteile zurückzuführen ist. Beim Vergleich der Tragwerkseile weist jedoch die Extradosedbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Bogenbrücke auf.
- 5) Unter Berücksichtigung der stärkeren Wirkung der Seile (Faktor 2) ergibt sich folgendes Ranking der Brückenarten hinsichtlich der Kollisionsanfälligkeit (von niedrig nach hoch):
 - 1) Y-Rahmenbrücke und Zügelgurtbrücke
 - 2) Bogenbrücke
 - 3) Extradosedbrücke (bei Vergleich der Tragwerkseile zur Bogenbrücke)

Tab. 3: Fall „B“ 5er Trupps - Mittelwertvergleich durch T-Test/Signifikanz

	Brücken teil	B- Massiv	B- Seil	B- gesamt	E- Massiv	E- Seil	E- gesamt	Y- gesamt	Z- gesamt
Brücken- teil	MW Kol- lisionen	73,6	4,0	77,6	60,0	9,8	69,8	68,3	68,2
B-Massiv	73,6				p<0,001				
B-Seil	4,0					p<0,001			
B-gesamt	77,6						p<0,001	p<0,001	p<0,001
E-Massiv	60,0	p<0,001						p<0,001	p<0,001
E-Seil	9,8		p<0,001						
E-gesamt	69,8			p<0,001				p>0,05	p>0,05
Y-gesamt	68,3			p<0,001	p<0,001		p>0,05		p>0,05
Z-gesamt	68,2			p<0,001	p<0,001		p>0,05	p>0,05	

4.4 Fall „C“

Aus den Ergebnissen der Tests auf Mittelwertunterschied zwischen den Brückenvarianten (Tab. 4) lassen sich folgende wesentlichen Schlussfolgerungen ziehen:

- 1) Die Bogenbrücke (gesamt) hat im Vergleich zur Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit.
- 2) Die Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke unterscheiden sich nicht signifikant hinsichtlich ihrer Kollisionsanfälligkeit.
- 3) Die Extradosedbrücke, in ihrer Gesamtheit betrachtet, weist im Vergleich zur Zügelgurtbrücke und Y-Rahmenbrücke keine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit auf. Bei Berücksichtigung eines Faktors 2 (s. Fall „B“ Pkt. 3) für den Mittelwert an den Seilen der Extradosedbrücke ergibt sich für die Extradosedbrücke ein Mittelwert von 6,6 Kollisionen. Dieser Wert ist von den Mittelwerten für Zügelgurtbrücke (MW=5,9) und Y-Rahmenbrücke (MW=5,9) auf dem Niveau von p<0,05 signifikant verschieden (one sample T-Test).

- 4) Die Bogenbrücke (gesamt) hat eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Extradosedbrücke (gesamt), was auf die größere Angriffsfläche der massiven Bauteile zurückzuführen ist. Beim Vergleich der Tragwerkseile weist jedoch die Extradosedbrücke eine signifikant höhere Kollisionsanfälligkeit als die Bogenbrücke auf.
- 5) Es ergibt sich folgendes Ranking der Brückenarten hinsichtlich der Kollisionsanfälligkeit (von niedrig nach hoch):
 - 1) Y-Rahmenbrücke und Zügelgurtbrücke
 - 2) Bogenbrücke
 - 3) Extradosedbrücke (bei Vergleich der Tragwerkseile zur Bogenbrücke)

Tab. 4: Fall „C“ Einzelvögel - Mittelwertvergleich durch T-Test/Signifikanz

Code	Code		1	2	3	4	5	6	7	8
		Brückenteil	B-Massiv	B-Seil	B-gesamt	E-Massiv	E-Seil	E-gesamt	Y-gesamt	Z-gesamt
	Brückenteil	MW Kollisionen	6,28	0,36	6,64	5,23	0,74	5,97	5,91	5,85
1	B-Massiv	6,28				p<0,001				
2	B-Seil	0,36					p<0,001			
3	B-gesamt	6,64						p<0,001	p<0,001	p<0,001
4	E-Massiv	5,23	p<0,001						p<0,001	
5	E-Seil	0,74		p<0,001						
6	E-gesamt	5,97			p<0,001				p>0,05	p>0,05
7	Y-gesamt	5,91			p<0,001	p<0,001		p>0,05		p>0,05
8	Z-gesamt	5,85			p<0,001			p>0,05	p>0,05	

5 Diskussion

Im Ergebnis der Tests stellte sich heraus, dass die tragseilbasierten Brückenvarianten (Bogenbrücke und Extradosedbrücke) eine signifikant höhere Kollisionszahl verursachen als die Brückenvarianten mit geschlossenen Tragwerkskonstruktionen (Y-Rahmenbrücke und Zügelgurtbrücke). Damit wird die Auffassung von AG COPRIS (2008) bestätigt, der zufolge für Brücken im Küstenbereich über größeren Wasserflächen oder über einem breiteren Flusslauf, je nach Bauweise die Gefahr des Verunfallens von Vögeln an Stahlrossen gegeben ist. Als problematisch werden in diesem Zusammenhang Brückenkonstruktionen mit aufgelösten Tragwerksstrukturen eingeschätzt. Die hierbei senkrecht oder schräg verspannten Tragseile könnten sich gegen den Horizont optisch so auflösen, dass sie von anfliegenden Vögeln selbst tagsüber nicht oder zu spät erkannt werden. Brücken mit vollwandiger Tragwerksstruktur hingegen stellten kein Problem dar.

Nach Kahlert et al. (2005) ist das Kollisionsrisiko fliegender Vögel mit Tragseilen großer Brücken mit demjenigen von Elektrofreileitungen vergleichbar. Den schwer sichtbaren, horizontal verlaufenden Elektrofreileitungen können Vögel je nach artgruppenspezifischer Strategie des Sehens im Luftraum und den Sichtverhältnissen nicht oder nur zu spät ausweichen, so dass es zu Kollisionen kommt. Wird die Sichtbarkeit durch Marker erhöht, können Kollisionen an Stromleitungen wirksam verringert werden (Heijnis 1980, Hoerschelmann et al. 2008, Bruns et al. 2016). Insofern ist die in Kap. 4.3 und 4.4 angewandte Methode beim Vergleich von Brückenvarianten, den Mittelwert von Kollisionen an Tragwerkseilen mit dem Faktor 2 höher

zu wichten als Kollisionen an massiven Bauteilen der Brücke, berechtigt. Der Faktor 2 ist dabei vorsichtig gewählt, vermutlich ist er in der Realität bedeutend höher.

Konkrete Fälle von Vogelkollisionen an tragseilbasierten Brücken sind von der Öresundbrücke im Bereich der Hochbrücke, die als Schrägseilbrücke ausgeführt ist, bekannt. Hier kam es im Bereich der Seilabspannungen nachts bei schlechter Sicht und durch die Attraktionswirkung der Beleuchtung zu Massenkollisionen, denen größtenteils Singvögel zum Opfer fielen (Bengtsson 2002, Nilsson & Green 2002).

Bei den geprüften Fällen „A“, „B“ und „C“ werden die Unterschiede der Kollisionsanfälligkeit verschiedener Brückenvarianten am deutlichsten beim Fall „A“, der für eine relativ große und häufige Rastvogelart steht (etwa mit dem Kormoran vergleichbar). Beim Fall „A“ war der größere Mittelwert von Kollisionen mit der Extradosedbrücke im Vergleich zur Y-Rahmen- und Zügelgurtbrücke bereits ohne gesonderte Wichtung der Tragwerkseile schon signifikant höher. Bei den Fällen „B“ und „C“ ergaben sich aufgrund der geringeren Anzahl von Flügen und der geringeren Flügelspannweite diese klaren Unterschiede erst durch die höhere Wichtung der Kollisionen an den Tragseilen mit dem Faktor 2 (s. oben).

6 Zusammenfassung

Für die geplante OU Wolgast im Zuge der B111 ist ein Brückenneubau über den Peenestrom geplant. Für diesen Brückenneubau wurden vier unterschiedliche Brückenvarianten untersucht (Extradosed-, Zügelgurt-, Bogen- und Y-Rahmenbrücke), die hinsichtlich der Anfälligkeit von Kollisionen mit fliegenden Vögeln untersucht wurden. Im Rahmen eines Modells, bei dem Kollisionen mit verschiedenen für das Gebiet und für das unterschiedliche Flugverhalten repräsentativen Fällen (drei Rastvogelarten, Fall „A“, „B“ und „C“) simuliert wurden, ergab sich für die Brückenvarianten ein unterschiedliches Kollisionsrisiko.

Unter Berücksichtigung einer größeren Gefahr, die von den schlechter sichtbaren Seilabspannungen gegenüber anderen Brückenteilen ausgeht, ergab sich für die drei betrachteten Fälle von Rastvogelarten folgendes Ranking hinsichtlich der Kollisionsgefahr der untersuchten Brückenvarianten (von niedrig nach hoch):

- 1) Y-Rahmenbrücke und Zügelgurtbrücke
- 2) Bogenbrücke
- 3) Extradosedbrücke

Im Ergebnis der Untersuchungen wurde klar herausgestellt, dass bei den beiden Brückenvarianten mit aufgelösten, tragseilbasierten Tragwerkskonstruktionen (Bogenbrücke und Extradosedbrücke) mit signifikant höheren Kollisionszahlen zu rechnen ist als bei den zwei Brückenvarianten mit geschlossenen Tragwerkskonstruktionen (Y-Rahmenbrücke und Zügelgurtbrücke). Im Vergleich zwischen Extradosedbrücke und Bogenbrücke ist bei der Extradosedbrücke aufgrund der höheren Anzahl erforderlicher Tragwerkseile mit einer signifikant höheren Kollisionszahl zu rechnen.

7 Literatur

AG COPRIS (2008): F+E-Projekt "Straßenausstattung und Fallenwirkung für Tiere". Erläuterungsbericht. FKZ: FE 02.262/2005 LRB. Unveröff. im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen.

Bengtsson, K. (2000): Öresundsbron som fågelfälla. Anser 39: 281. Zitiert nach: Nilsson, L. & Green, M. (2002): Fågelkollisioner med Öresundsbron. Lunds Universitet, Sverige. Unveröff., 57 S.

Bruns, E., Kraetzschmer, D., Sicard, J.C. (2015): Auswirkungen zukünftiger Netzinfrastrukturen und Energiespeicher in Deutschland und Europa. Teilbericht 5: Naturverträglicher Netzausbau – Möglichkeiten der Vermeidung und Verminderung auf den verschiedenen Planungsebenen. F+E- Vorhaben FKZ 512 83 0100 im Auftrag des BfN (Bundesamt für Naturschutz).

Heijnis, R. (1980): Vogeltod durch Drahtanflüge bei Hochspannungsleitungen. Ökol. Vögel 2, Sonderheft: 111-129.

Hoerschelmann, H., Haack, A., Wohlgemuth, F. (1988): Verluste und Verhalten von Vögeln an einer 380-kV-Freileitung. Ökol. Vögel 10 (1): 79-103.

Kahlert, J., Hüppop, K., Hüppop, O. (2005): Construction of a fix link across Fehmarnbelt: preliminary risk assessment on birds. Hrsg: National Environmental Research Institute, Ministry of Environment Denmark.

Nilsson, L. & Green, M. (2002): Fågelkollisioner med Öresundsbron. Lunds Universitet, Sverige. Unveröff., 57 S.

SALIX (2017): OU Wolgast im Zuge der B111 – Rastvogelkartierung Frühjahr 2017. Unveröff. im Auftrag der DEGES, Berlin.

Anhang

Tab. A 1: Fall „A“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

Brückenvariante	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
B-Massiv	400	69,5	18,4	0,9	67,6	71,3	27	126
B-Seil	400	4,2	3,0	0,2	3,9	4,5	0	16
B-gesamt	400	73,7	18,6	0,9	71,8	75,5	31	131
E-Massiv	400	57,8	17,0	0,9	56,1	59,4	14	106
E-Seil	400	11,5	5,8	0,3	10,9	12,1	0	30
E-gesamt	400	69,3	17,5	0,9	67,5	71,0	26	119
Y-gesamt	400	61,4	16,3	0,8	59,8	63,0	20	110
Z-gesamt	400	65,1	17,4	0,9	63,4	66,8	25	116

Tab. A2: Fall „B“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

Brückenvariante	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
B-Massiv	400	73,6	18,7	0,9	71,8	75,5	15	125
B-Seil	400	4,0	3,1	0,2	3,7	4,3	0	18
B-gesamt	400	77,6	18,8	0,9	75,8	79,5	23	133
E-Massiv	400	60,0	17,0	0,8	58,3	61,7	17	115
E-Seil	400	9,8	5,9	0,3	9,2	10,4	0	38
E-gesamt	400	69,8	18,0	0,9	68,1	71,6	27	126
Y-gesamt	400	68,3	18,4	0,9	66,5	70,1	20	188
Z-gesamt	400	68,2	18,7	0,9	66,3	70,0	20	132

Tab. A3: Fall „C“ - statistische Übersicht Kollisionszahlen

Brückenvariante	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
B-Massiv	400	6,3	2,5	0,1	6,0	6,5	1	14
B-Seil	400	0,4	0,6	0,0	0,3	0,4	0	3
B-gesamt	400	6,6	2,6	0,1	6,4	6,9	1	15
E-Massiv	400	5,2	2,4	0,1	5,0	5,5	0	13
E-Seil	400	0,7	0,9	0,0	0,7	0,8	0	4
E-gesamt	400	6,0	2,6	0,1	5,7	6,2	0	13
Y-gesamt	400	5,9	2,5	0,1	5,7	6,1	1	15
Z-gesamt	400	5,9	2,6	0,1	5,6	6,1	0	14