

Ergebnisbericht

Freiland-Betonleitwand H3 auf Brücke

A | S | F | i | N | A | G

DSD
Dr. Steffan Datentechnik
Linz - Austria

 **TU**
Graz

 **step.p**

REBLOC[®]
Concrete Barriers



KCS
KIRCHDORFER
CONCRETE SOLUTIONS

Wien, 2023

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Auftraggeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und
Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autobahnen- und Schnellstrassen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft, Bau Management
GmbH, Schnirchgasse 17, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren:

Dr. Steffan Datentechnik GmbH, Scharitzerstraße 1/III, 4020 Linz

Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit, Inffeldgasse 23/I, 8010 Graz

Ingenieurbüro ste.p ZT-GmbH, Mommsengasse 31, 1040 Wien

Wien, 2023.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an
ivvs2@bmk.gv.at.

Inhalt

Problemstellung und Ziel des Projekts	5
Derzeitige Regelungen	5
Projektziele und erwartete Ergebnisse	6
Ablauf des Projekts	7
Regelwerke	7
Aufstellung der FRS	7
Durchführung Brücken-FRS	8
Durchführung Freiland-FRS	8
Beschreibung und Ergebnis der durchgeführten Anprallprüfungen basierend auf Prüfberichten gemäß ÖNORM EN 1317-2	9
Versuchsergebnisse entsprechend ÖNORM EN 1317	9
Fahrzeurückhaltesysteme mit Lagesicherung	10
Anpralltest REB22003 – REBLOC 100X.1_8_SFA	10
Anpralltest DEL22008 – DB 100R 6m K280	14
Fahrzeurückhaltesysteme ohne Lagesicherung	17
Anpralltest REB22004 – REBLOC 100.1_8	17
Anpralltest DEL22009 – DB 100 6m K280	21
Vergleich der Verschiebungen	24
Ermittlung der Kräfte in den Messbrückenkonsolen.....	26
Fahrzeurückhaltesysteme mit Lagesicherung	28
Anpralltest REB22003 – REBLOC 100X.1_8_SFA	28
Anpralltest DEL22008 – DB 100R 6m K280	29
Fahrzeurückhaltesystem ohne Lagesicherung	30
Anpralltest REB22004 – REBLOC 100.1_8	30
Anpralltest DEL22009 – DB 100 6m K280	31
Vergleich der Kräfte der Systeme mit und ohne Lagesicherung.....	31
DELTABLOC	32
REBLOC	33
Ingenieurmäßige Beurteilung und Empfehlungen	35
Verschiebungen	35
Krafteinleitung	37
Überarbeitung der technischen Regelwerke	37
ÖNORM V 1317, Pkt. 4.1.3	38
RVS 15.04.71	38

Zusammenfassung und Ausblick.....	39
Tabellenverzeichnis.....	41
Abbildungsverzeichnis.....	42
Literaturverzeichnis	43
Abkürzungen.....	45

Problemstellung und Ziel des Projekts

Derzeitige Regelungen

Fahrzeugrückhaltesysteme (FRS) der Aufhaltstufe H3 sind derzeit Standard für die Mittelabsicherungen im österreichischen Autobahnen- und Schnellstraßennetz.

Derzeit gibt es geprüfte Betonfertigteil-FRS der Aufhaltstufe H3 für die Aufstellung im Freilandbereich, allerdings keine für die Aufstellung auf Brücken und Kunstbauten. Im Bedarfsfall wird aktuell entweder auf Betonfertigteil-FRS der Aufhaltstufe H4b oder auf H3-Stahl-FRS ausgewichen. Das bedeutet allerdings, dass geprüfte bzw. konstruktive Übergangskonstruktionen/Übergangselemente erforderlich sind.

Gemäß Diensterlass des BMK (ehem. BMVIT) an die ASFINAG (GZ BMVIT-328.040/0008-IV/IVVS2/2015) [1] ist die Verwendung von Freiland-FRS auf Brücken bis zu einer Brückenlänge bis 25 m unter bestimmten Rahmenbedingungen zulässig.

In der Einsatzfreigaben-Auflistung des BMK [2] befinden sich sämtliche FRS, welche nach erfolgter Prüfung eine Einsatzfreigabe durch das BMK (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie) erhalten haben (GZ und Genehmigungsdatum). Für die ASFINAG sind gemäß Fruchtgenussvertrag, abgeschlossen zwischen dem Bund und der ASFINAG, diese Produkte grundsätzlich zu verwenden.

Für Betonfertigteil-FRS liegen derzeit ausschließlich nur Einsatzfreigaben für Systeme der Firmen MABA und REBLOC vor.

Projektziele und erwartete Ergebnisse

Verbesserung der Verkehrssicherheit und Reduktion der Kosten bei kurzen Brücken durch Vermeidung von Übergangskonstruktionen zwischen Freiland- und Brücken-FRS.

Verifizierung und gegebenenfalls Optimierung des Diensterrlasses des BMK (ehem. BMVIT) an die ASFINAG [1] hinsichtlich der Brückenkräfte, des Wirkungsbereichs bzw. der Mindestrandbalkenbreite für Brücken mit einer Länge von bis zu 25 m zwischen den Widerlagern.

Nach Abschluss des Forschungsprojektes sollen für die geprüften Betonfertigteil-FRS der Aufhaltstufe H3 für jede Aufstellungsvariante im Anprallversuch Freiland-FRS im Freilandtest, Freiland-FRS im Brückentest und Brücken-FRS im Brückentest die wesentlichen Eigenschaften bekannt sein, die einzelnen Prüfergebnisse miteinander verglichen werden und daraus entsprechende Verwendungsempfehlungen für die Aufstellung von Freiland-FRS auf Brücken mit kurzen Brückenlängen abgeleitet und in einem Ergebnisbericht zusammengefasst werden.

Ablauf des Projekts

Das Forschungsprojekt beinhaltet konkret die Durchführung von insgesamt vier Anprallprüfungen von Betonfertigteile-FRS der Aufhaltestufe H3 (TB 61) inkl. Video- und Messdatenerfassung, Prüfüberwachung und Erstellung der zugehörigen Prüfberichte, sowie eines zusammenfassenden Ergebnisberichtes für:

- 2x Brücken-FRS (1x MABA, 1x REBLOC) und
- 2x Freiland-FRS (1x MABA, 1x REBLOC).

Regelwerke

Die Anprallprüfungen erfolgten gemäß:

- ÖNORM EN 1317-2 [3],
- ÖNORM V 1317 [4],
- RVS 05.02.31 [5],
- RVS 15.04.71 [6],
- Einsatzfreigaben-Auflistung des BMK [2] und
- BMK-Merkblatt für die Einsatzfreigabe [7].

Aufstellung der FRS

Die Aufstellung der zu prüfenden FRS erfolgte auf der Brückenkappe bündig mit der Vorderkante des Randbalkens gemäß RVS 05.02.31, Abbildung 2 [5]. Die frei aufgestellten Freiland-FRS wurden zufolge der Aufstellung auf Brücken mit geringer Spannweite ohne Dilatationselemente getestet.

Durchführung Brücken-FRS

Die Durchführung der H3-Anprallprüfung (TB 61), jeweils an einem neu entwickelten Brücken-Betonfertigteil-FRS der Firmen REBLOC und MABA, erfolgte auf der Brückenversuchsanlage von DSD in Allhaming. Für die Auswertung der Brückenkräfte und für eine spätere Erlangung einer Einsatzfreigabe wurden die Versuche durch einen Gutachter (ste.p) gemäß BMK-Merkblatt für die Einsatzfreigabe [7] begleitet.

Durchführung Freiland-FRS

Die Durchführung der H3-Anprallprüfung (TB 61), jeweils an einem frei aufgestellten Freiland-Betonfertigteil-FRS (Streckensystem) der Firmen REBLOC und MABA, erfolgte auf der Brückenversuchsanlage von DSD in Allhaming ohne Dilatation. Die zu prüfenden FRS wurden unverankert auf einer Brückenkappe errichtet und verfügten bereits über eine Einsatzfreigabe und sind kompatibel zu den zuvor geprüften Brücken-Betonfertigteil-FRS. Die Begleitung der Versuche erfolgte ebenfalls durch einen Gutachter (ste.p) gemäß BMK-Merkblatt für die Einsatzfreigabe [7].

Beschreibung und Ergebnis der durchgeführten Anprallprüfungen basierend auf Prüfberichten gemäß ÖNORM EN 1317-2

Versuchsergebnisse entsprechend ÖNORM EN 1317

Für die durchgeführten Anpralltests wurden die detaillierten Prüfberichte gemäß Tabelle 1 erstellt. Nachfolgend werden diese Berichte zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht Prüfberichte

Lagesicherung		Versuchsdatum	Versuchsnummer	Systembezeichnung	Prüfbericht
mit	ohne				
X	-	2022-05-31	REB22003	REBLOC 100X.1_8_SFA	Versuchsbericht_REB22003_final_2022-12-20 [8]
-	X	2022-07-12	REB22004	REBLOC 100.1_8	Versuchsbericht_REB22004_final_2022-12-20 [9]
X	-	2022-09-06	DEL22008	DB 100R 6m K280	Versuchsbericht_DEL22008_final_2022-11-25 [10]
-	X	2022-09-08	DEL22009	DB 100 6m K280	Versuchsbericht_DEL22009_final_2023-01-26 [11]

Fahrzeugrückhaltesysteme mit Lagesicherung

Anpralltest REB22003 – REBLOC 100X.1_8_SFA

Beschreibung Prüfaufbau

Für den Anpralltest REB22003 wurden 11 Betonfertigteile REBLOC 100X.1_8 in die Testanordnung aufgenommen. Am Systemanfang befand sich eine Dilatationseinheit, aus Platzgründen wurde diese jedoch nicht vollständig ausgeführt. An dieser Dilatationseinheit erfolgte systemseitig die Anfangsverankerung mittels 4 Stück Klebeanker M24 in die Unterkonstruktion aus Beton. Im Prüfaufbau war also keine Nachgiebigkeit durch den Längsausgleich vorhanden. Am Systemende befand sich eine verankerte Endkonstruktion, deren Verankerung erfolgte analog zur Anfangsverankerung. Für die Schutzeinrichtung ergab sich damit eine Prüflänge von 88 m, Dilatations- und Endelemente sind in der Prüflänge nicht berücksichtigt. Die Schutzeinrichtung wurde auf der nachgebildeten Brückenkonstruktion errichtet, das System steht bündig an der Vorderkante des Randbalkens (Schrammbord). Das Schrammbord befand sich auf einer Höhe von 7 cm über der Fahrbahnoberfläche.

Abbildung 1: Prüfaufbau REB22003 - REBLOC 100X.1_8_SFA



Prüffahrzeug

Bei diesem Anpralltest kam ein MAN 26.414 LKW mit einer Masse von 15.507 kg zum Einsatz. Auf der Ladefläche wurde als Ballast ein Betonblock mittels Stahlrahmenkonstruktion befestigt. Die detaillierten Abmessungen und Massen bzw. die Schwerpunktlage können dem Prüfbericht Nr. REB22003 vom 31.05.2022 entnommen werden.

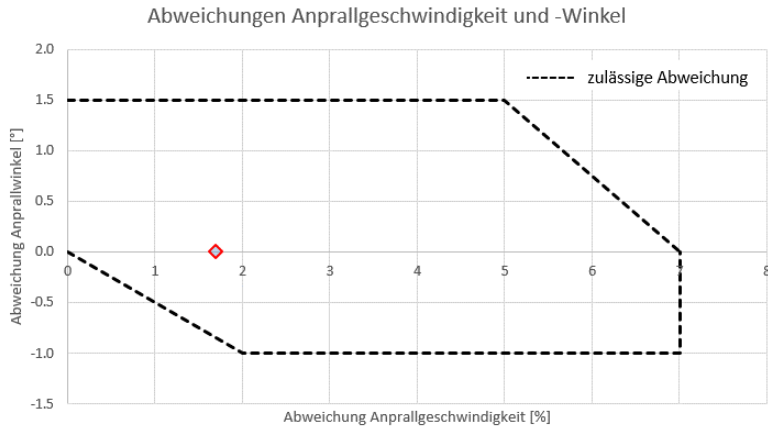
Abbildung 2: Prüffahrzeug REB22003



Anprallparameter

Mit einem Anprallwinkel von 20° und einer Anprallgeschwindigkeit von 81,3 km/h lagen die Anprallparameter dieses Versuches innerhalb der Vorgaben laut ÖNORM EN 1317-2 (siehe Abb. 3). Der tatsächliche Anprallpunkt lag bei Element 4, ca. 2,8 m vor dem Übergang zu Element 5. Dies ist ca. 0,1 m vor dem Drittelpunkt (siehe Abb. 4).

Abbildung 3: Übersicht Anprallparameter REB22003



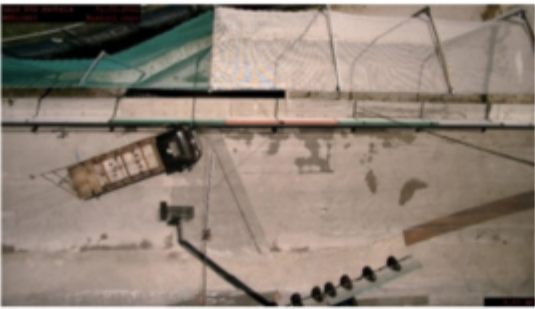









Versuchsergebnisse

Basierend auf der Videoauswertung des Versuches ergaben sich die Werte in Tabelle 2. Bei diesem Anpralltest wurden alle Abnahmekriterien gemäß ÖNORM EN 1317-2 erfüllt.

Tabelle 2: Übersicht Versuchsergebnisse REB22003

Kriterium	Gemessen [m]	Normalisiert [m]	Klasse
Bleibende Verschiebung	1,37	-	-
Dynamische Verschiebung	1,4	1,4	-
Wirkbereich	2,1	2,1	W6
Fahrzeugintrusion	2,5	2,5	VI7

Abbildung 4: Versuchsablauf REB22003

Kontakt		
0,3 s		
0,6 s		
0,9 s		
1,2 s		

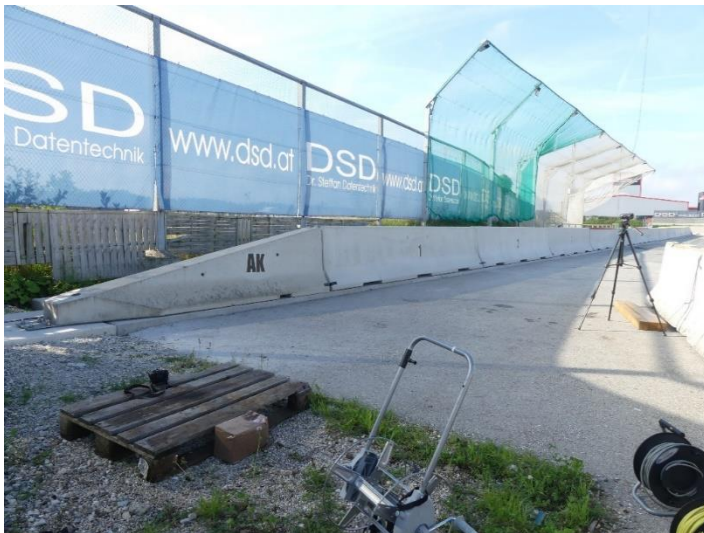
Anpralltest DEL22008 – DB 100R 6m K280

Beschreibung Prüfaufbau

Für den Anpralltest DEL22008 wurden 12 Betonfertigteile DB 100R 6m K280 Elemente in die Testanordnung aufgenommen. Am Systemanfang und -ende befand sich eine Endabsenkung, welche mittels 4 Stück Klebeanker M24 in der Unterkonstruktion aus Beton befestigt wurden. Im Prüfaufbau war also keine Nachgiebigkeit durch den Längsausgleich vorhanden. Die Prüflänge betrug somit 72 m, die Endelemente waren in der Prüflänge nicht berücksichtigt. Die Schutzeinrichtung wurde auf der nachgebildeten Brückenkonstruktion errichtet, das System stand bündig an der Vorderkante des Randbalkens (Schrammbord). Das Schrammbord befand sich auf einer Höhe von 7 cm über der Fahrbahnoberfläche.

Die Lagesicherung der Elemente erfolgte formschlüssig mittels der zwei Druckplatten je Element und einem Versteifungsblech, welches an der Brückenkappe verschraubt wurde.

Abbildung 5: Prüfaufbau DEL22008 - DB 100R 6m K280



Prüffahrzeug

Bei diesem Anpralltest kam ein MAN 24.602 LKW mit einer Masse von 15.585 kg zum Einsatz. Auf der Ladefläche wurde als Ballast ein Betonblock mittels Stahlrahmenkonstruktion befestigt. Die detaillierten Abmessungen und Massen bzw. die

Schwerpunktlage können dem Prüfbericht Nr. DEL22008 vom 22.09.2022 entnommen werden.

Abbildung 6: Prüffahrzeug DEL22008



Anprallparameter

Mit einem Anprallwinkel von $19,1^\circ$ und einer Anprallgeschwindigkeit von 82,9 km/h lagen die Anprallparameter dieses Versuches innerhalb der Vorgaben laut Norm (siehe Abb. 7). Der tatsächliche Anprallpunkt lag bei Element 5, ca. 0,9 m nach dem Übergang von Element 4. Dies ist ca. 0,9 m nach dem Drittelunkt (siehe Abb. 8).

Abbildung 7: Übersicht Anprallparameter DEL22008

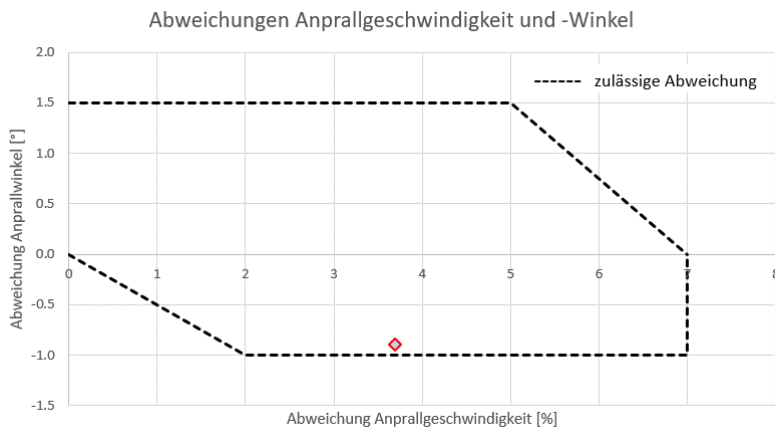
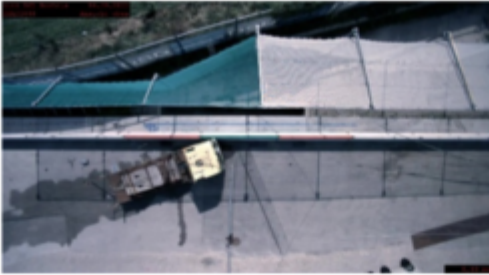







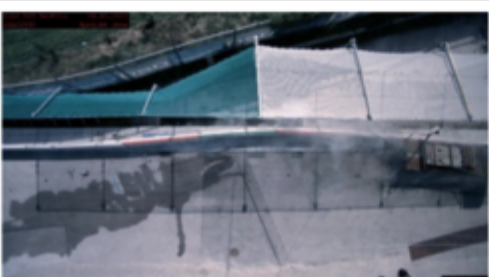



Abbildung 8: Versuchsablauf DEL22008

Kontakt		
0,3 s		
0,6 s		
0,9 s		
1,2 s		

Versuchsergebnisse

Basierend auf der Videoauswertung des Versuches ergaben sich die Werte in Tabelle 3. Bei diesem Anpralltest wurden alle Abnahmekriterien gemäß ÖNORM EN1317-2 erfüllt.

Tabelle 3: Übersicht Versuchsergebnisse DEL2200

Kriterium	Gemessen [m]	Normalisiert [m]	Klasse
Bleibende Verschiebung	1,2	-	-
Dynamische Verschiebung	1,2	1,2	-
Wirkbereich	1,9	1,9	W6
Fahrzeugintrusion	2,9	2,9	VI8

Fahrzeurückhaltesysteme ohne Lagesicherung

Anpralltest REB22004 – REBLOC 100.1_8

Beschreibung Prüfaufbau

Für den Anpralltest REB22004 wurden 11 Betonfertigteile REBLOC 100.1_8 in die Testanordnung aufgenommen. Am Systemanfang befindet sich eine Dilatationseinheit, aus Platzgründen ist diese jedoch nicht vollständig ausgeführt. An dieser Dilatationseinheit erfolgt systemseitig die Anfangsverankerung mittels 4 Stück Klebeanker M24 in die Unterkonstruktion aus Beton. Im Prüfaufbau war also keine Nachgiebigkeit durch den Längsausgleich vorhanden. Am Systemende befindet sich eine verankerte Endkonstruktion, deren Verankerung erfolgt analog zur Anfangsverankerung. Für die Schutzeinrichtung ergibt sich damit eine Prüflänge von 88 m, Dilatations- und Endelemente sind in der Prüflänge nicht berücksichtigt. Die Schutzeinrichtung wird auf der nachgebildeten Brückenkonstruktion errichtet, das System steht bündig an der Vorderkante des Randbalkens (Schrammbord). Das Schrammbord befindet sich auf einer Höhe von 7 cm über der Fahrbahnoberfläche.

Bei diesem Prüfaufbau wurde keine Lagesicherung der Elemente vorgesehen.

Abbildung 9: Prüfaufbau REB22004 - REBLOC 100.1_8



Prüffahrzeug

Bei diesem Anpralltest kam ein MAN 23.364 LKW mit einer Masse von 15.519 kg zum Einsatz. Auf der Ladefläche wurde als Ballast ein Betonblock mittels Stahlrahmenkonstruktion befestigt. Die detaillierten Abmessungen und Massen bzw. die Schwerpunktlage können dem Prüfbericht Nr. REB22004 vom 12.07.2022 entnommen werden.

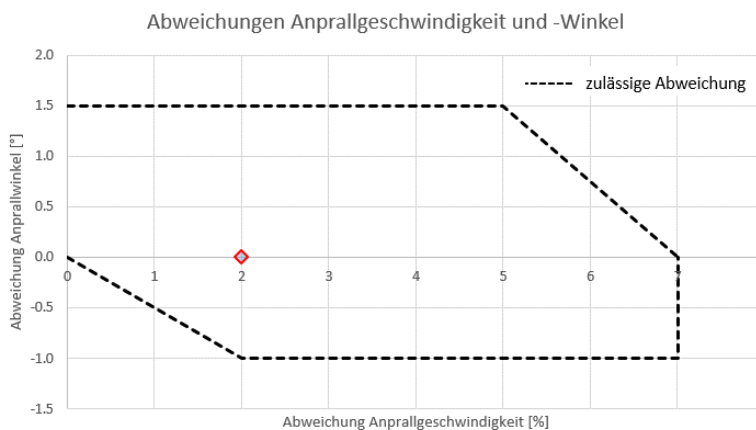
Abbildung 10: Prüffahrzeug REB22004



Anprallparameter

Mit einem Anprallwinkel von 20° und einer Anprallgeschwindigkeit von 81,6 km/h lagen die Anprallparameter dieses Versuches innerhalb der Vorgaben laut Norm (siehe Abb. 11). Der tatsächliche Anprallpunkt lag bei Element 4, ca. 2,6 m vor dem Übergang zu Element 5. Dies ist ca. 0,1 m nach dem Drittelpunkt (siehe Abb. 12).

Abbildung 11: Übersicht Anprallparameter REB22004



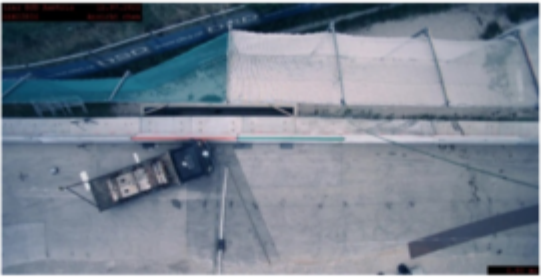

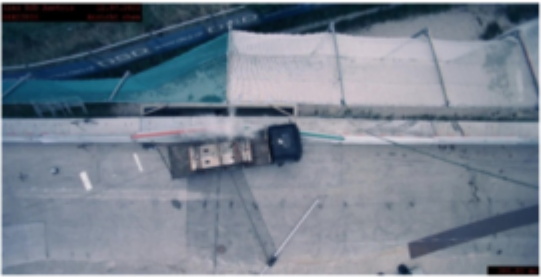

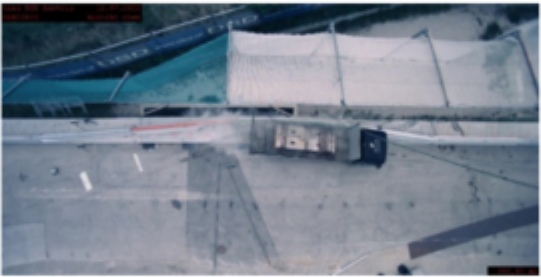



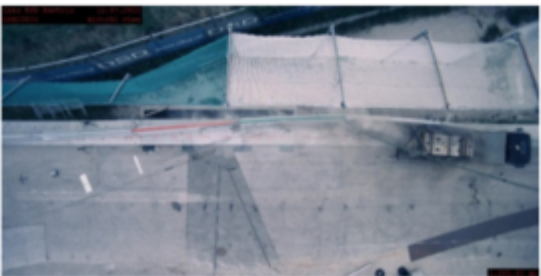

Versuchsergebnisse

Basierend auf der Videoauswertung des Versuches ergaben sich die Werte in Tabelle 4. Bei diesem Anpralltest wurde das Kriterium der ausreichenden Prüflänge (ÖNORM EN1317-2:2010, Annex A), aufgrund der wegen der örtlichen Gegebenheit begrenzten Länge der Prüfanlage, nicht erfüllt. Darüber hinaus kam es zu einer Längsverschiebung an der Endverankerung.

Tabelle 4: Übersicht Versuchsergebnisse REB22004

Kriterium	Gemessen [m]	Normalisiert [m]	Klasse
Bleibende Verschiebung	1,88	-	-
Dynamische Verschiebung	1,9	1,9	-
Wirkbereich	2,5	2,5	W7
Fahrzeugintrusion	2,7	2,7	VI8

Abbildung 12: Versuchsablauf REB22004

Kontakt		
0,3 s		
0,6 s		
0,9 s		
1,2 s		

Anpralltest DEL22009 – DB 100 6m K280

Beschreibung Prüfaufbau

Für den Anpralltest DEL22009 wurden 12 Betonfertigteile DB 100 6m K280 Elemente in die Testanordnung aufgenommen. Im Bereich der Elementstöße werden stirnseitig jeweils an der Vorder- und Rückseite der Elemente Fugenkeile eingelegt, welche durch ein Elastomerband in Position gehalten werden. Am Systemanfang und -ende befindet sich eine Endabsenkung, welche mittels 4 Stück Klebeanker M24 in der Unterkonstruktion aus Beton befestigt sind. Im Prüfaufbau war also keine Nachgiebigkeit durch den Längsausgleich vorhanden. Die Prüflänge betrug somit 72 m, die Endelemente sind in der Prüflänge nicht berücksichtigt. Die Schutzeinrichtung wird auf der nachgebildeten Brückenkonstruktion errichtet, das System steht bündig an der Vorderkante des Randbalkens (Schrammbord). Das Schrammbord befindet sich auf einer Höhe von 7 cm über der Fahrbahnoberfläche.

Bei diesem Prüfaufbau wurde keine Lagesicherung der Elemente vorgesehen.

Abbildung 13: Prüfaufbau DEL22009 – DB 100 6m K280



Prüffahrzeug

Bei diesem Anpralltest kam ein MAN 26.414 LKW mit einer Masse von 15.529 kg zum Einsatz. Auf der Ladefläche wurde als Ballast ein Betonblock mittels Stahlrahmen-

konstruktion befestigt. Die detaillierten Abmessungen und Massen bzw. die Schwerpunktlage können dem Prüfbericht Nr. DEL22009 vom 08.09.2022 entnommen werden.

Abbildung 14: Prüffahrzeug DEL22009



Anprallparameter

Mit einem Anprallwinkel von 20° und einer Aufprallgeschwindigkeit von 81,4 km/h lagen die Anprallparameter dieses Versuches innerhalb der Vorgaben laut Norm (siehe Abb. 15). Der tatsächliche Anprallpunkt lag genau beim Übergang zwischen Element 4 und Element 5, also genau im Drittelpunkt (siehe Abb. 16).

Abbildung 15: Übersicht Anprallparameter DEL22009

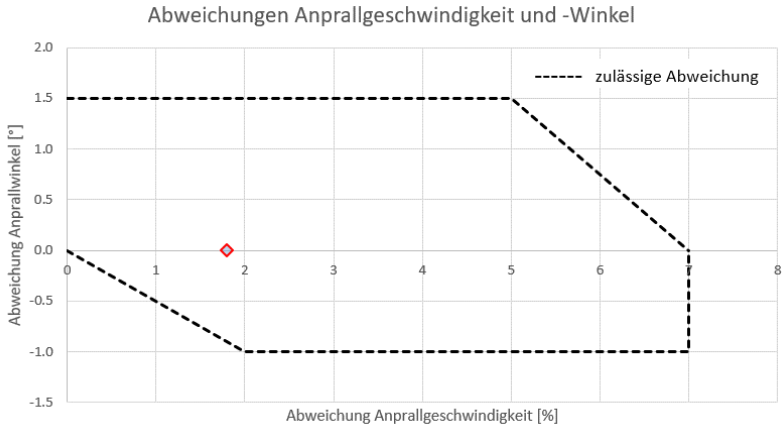




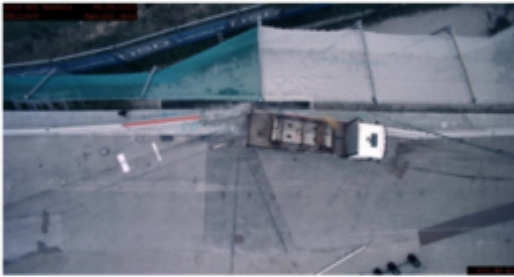



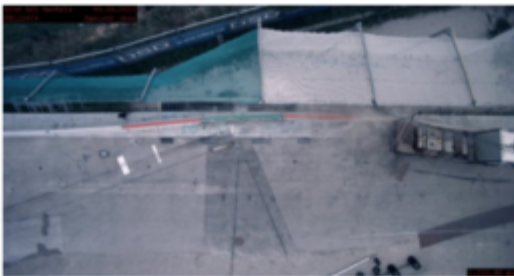



Abbildung 16: Versuchsablauf DEL22009

Kontakt		
0,3 s		
0,6 s		
0,9 s		
1,2 s		

Versuchsergebnisse

Basierend auf der Videoauswertung des Versuches ergaben sich die Werte in Tabelle 5. Bei diesem Anpralltest wurde das Kriterium der ausreichenden Prüflänge (ÖNORM EN1317-2:2010, Annex A), aufgrund der wegen der örtlichen Gegebenheit begrenzten Länge der Prüfanlage, nicht erfüllt.

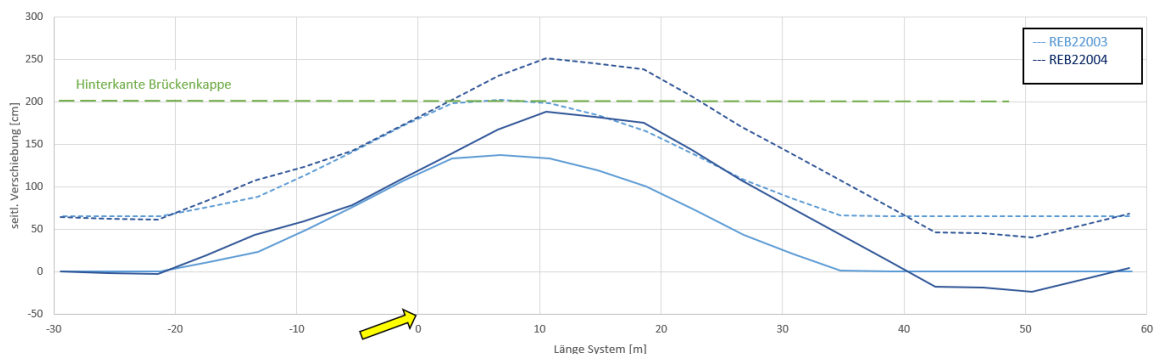
Tabelle 5: Übersicht Versuchsergebnisse DEL22009

Kriterium	Gemessen [m]	Normalisiert [m]	Klasse
Bleibende Verschiebung	1,32	-	-
Dynamische Verschiebung	1,3	1,3	-
Wirkbereich	2,0	2,0	W6
Fahrzeugintrusion	3,1	3,1	VI8

Vergleich der Verschiebungen

In Abbildung 17 ist der Vergleich der Verschiebelinien dargestellt, der sich bei den beiden Anpralltests REB22003 und REB22004 ergab.

Abbildung 17: Verschiebelinien REB: dunkelblau: ohne Lagesicherung (REB22004), hellblau: mit Lagesicherung (REB22003), strichliert jeweils Hinterkante Elemente



Es ist ersichtlich, dass es ab dem Erstkontakt des Prüffahrzeuges zu einer größeren Verschiebung (ca. +0,5 m) der unverankerten Elemente des Freilandsystems gegenüber

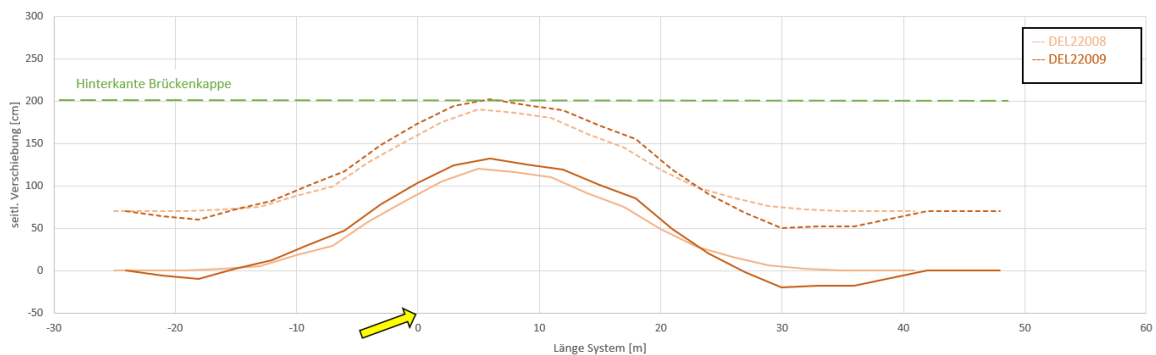
dem Brückensystem kommt. Das Prüffahrzeug bleibt auch länger in Kontakt mit dem Rückhaltesystem (REB22003: 23,6 m siehe Abb. 18 vs. REB22004: Fahrzeug bleibt bis Endkonstruktion in Kontakt mit System).

Abbildung 18: REB22003 Vermessung der Kontaktlänge (Spurzeichnung an Elementen)



Ergänzend ist in Abbildung 19 der Vergleich der Verschiebelinien dargestellt, der sich bei den beiden Anpralltests DEL22008 und DEL22009 ergab.

Abbildung 19: Verschiebelinien DEL: rot: ohne Lagesicherung (DEL22009), orange: mit Lagesicherung (DEL22008), strichliert jeweils Hinterkante Elemente

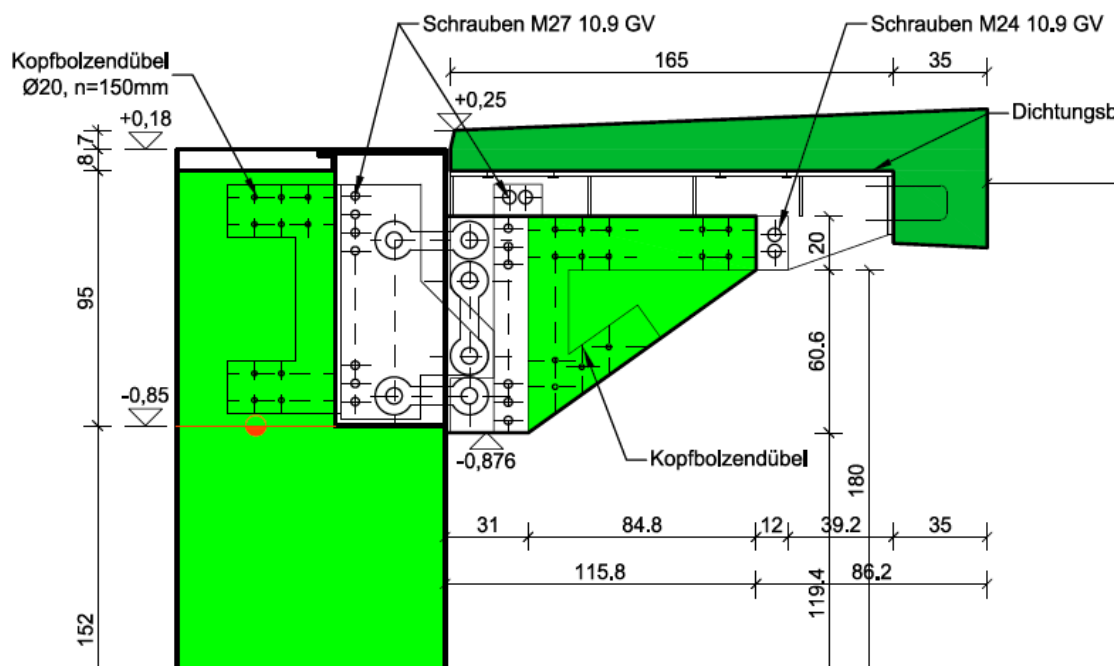


Es ist ersichtlich, dass es ab dem Erstkontakt des Prüffahrzeuges zu einer etwas größeren Verschiebung (ca. +0,1 m) der unverankerten Elemente des Freilandsystems gegenüber dem Brückensystem kommt.

Ermittlung der Kräfte in den Messbrückenkonsolen

Es sind drei Messbrückenkonsolenelemente (Länge je 4 m) jeweils über 2 Aufhängungen an der Messgrubenwand angeschlossen (siehe Abb. 20). Jede Aufhängung besteht aus drei Augenstäben, die mit Dehnmessstreifen versehen sind. Beim Anprall werden die in den 18 Stäben auftretenden Kräfte gleichzeitig mit einer Abtastrate von 100 μ s aufgezeichnet.

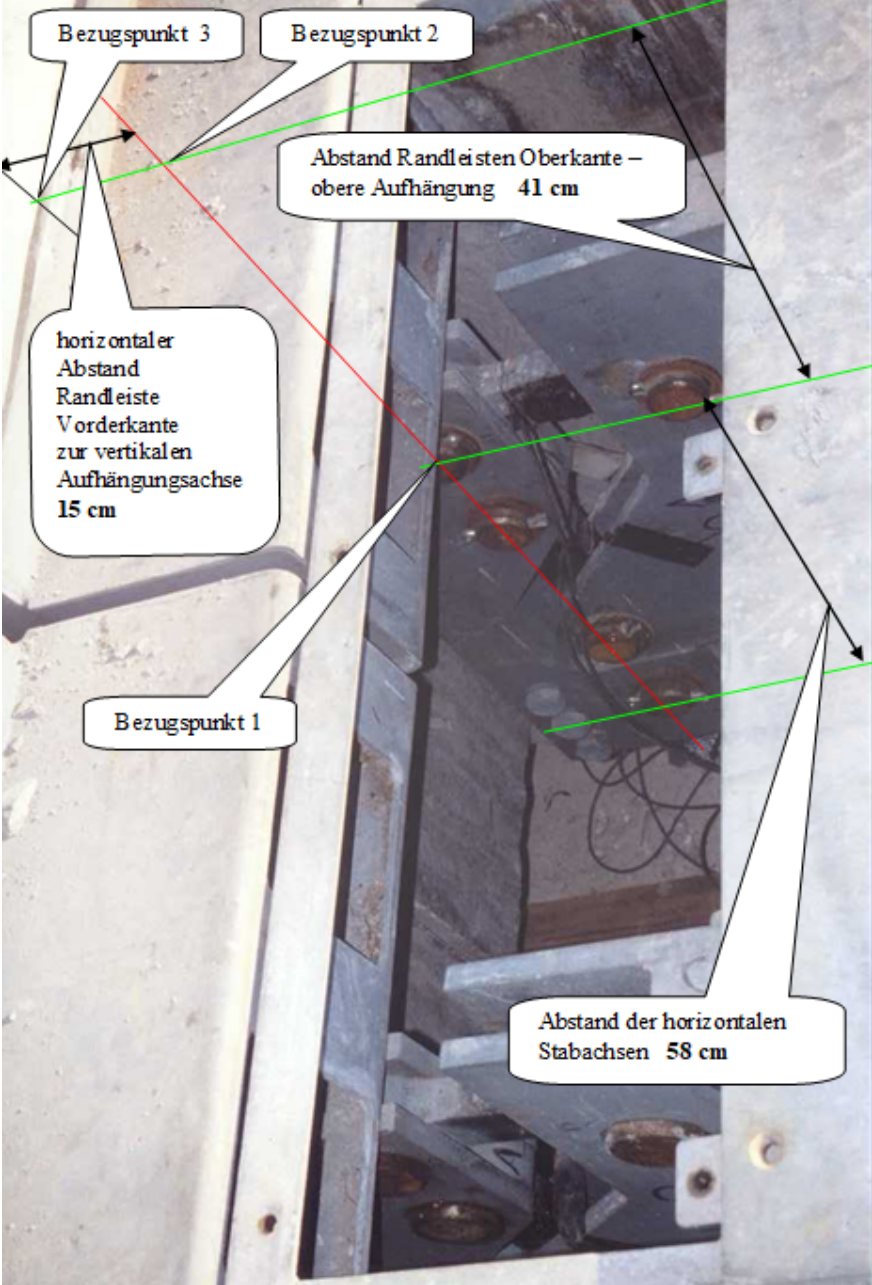
Abbildung 20: Querschnitt durch die Versuchsanlage (Konstruktionspläne ste.p)



Durch die Anordnung der Stäbe können aus den Stabkräften durch einfache Berechnungen direkt die Schnittkräfte ermittelt werden. Die Summe der Kräfte gebildet aus der Kraft, die im oberen horizontalen Augenstab wirkt und der Kraft, die im unteren horizontalen Augenstab auftritt, ist die durch den Anprallvorgang auf die Aufhängung der Konsole wirkende horizontale Kraft. Die auf die Aufhängung wirkende vertikale Kraft ist die im vertikalen Augenstab gemessene Kraft. Für die Ermittlung des Schnittmomentes einer Aufhängung wird als Bezugspunkt der Schnittpunkt des oberen horizontalen Augenstabes mit dem vertikalen Augenstab gewählt. Das Schnittmoment der Aufhängung

ist das Produkt gebildet aus der im unteren Augenstab gemessenen Kraft und dem Abstand des Bezugspunktes zum unteren Augenstab (siehe Abb. 21).

Abbildung 21: Lage der Bezugspunkte auf der Messbrücke [12]



Fahrzeurückhaltesysteme mit Lagesicherung

In den nachfolgenden Tabellen 6 bis 7 sind die maßgebenden Werte für eine Kragplatte farblich hervorgehoben.

Anpralltest REB22003 – REBLOC 100X.1_8_SFA

Ermittlung der Schnittkräfte in den Tragwerkkonsolen. Der Bezugspunkt 3 entspricht der Randbalkenvorderkante.

Tabelle 6: Anpralltest REB22003

Kragplatte	M [kNm] Bezugspunkt 1	M [kNm] Bezugspunkt 3 (M3=M1-0,41H+0,07V)	H [kN]	V [kN]	Zeit [sec]
1	46,02	38,45	21,18	15,85	0,08
1	1,96	-12,20	47,65	76,76	0,06
1	16,37	10,41	29,47	87,50	0,06
2	329,37	305,71	93,28	208,36	0,48
2	239,74	179,87	194,71	285,11	0,07
2	263,54	220,05	158,46	306,80	0,09
3	338,75	309,65	102,97	187,36	0,48
3	302,24	254,97	145,50	176,88	0,48
3	317,43	306,19	72,64	264,82	0,49
2+3	655,21	605,46	191,61	411,61	0,49
2+3	629,03	557,07	247,34	420,72	0,48
2+3	637,57	570,29	237,04	427,23	0,49
1+2+3	649,95	605,15	177,40	399,11	0,49
1+2+3	278,25	197,18	246,08	283,18	0,08
1+2+3	628,64	565,02	226,07	415,28	0,49

Anpralltest DEL22008 – DB 100R 6m K280

Ermittlung der Schnittkräfte in den Tragwerkkonsolen. Der Bezugspunkt 3 entspricht der Randbalkenvorderkante.

Tabelle 7: Anpralltest DEL22008

Kragplatte	M [kNm] Bezugspunkt 1	M [kNm] Bezugspunkt 3 ($M3=M1-0,41H+0,07V$)	H [kN]	V [kN]	Zeit [sec]
1	115,72	116,52	1,04	17,51	0,71
1	72,59	43,37	85,75	84,76	0,05
1	74,11	45,50	84,36	85,37	0,05
2	515,35	505,31	66,65	246,90	0,45
2	354,62	279,39	219,51	210,94	0,46
2	508,63	508,49	71,90	419,19	0,45
3	334,86	339,17	30,28	238,90	0,46
3	255,68	191,35	193,71	215,59	0,47
3	308,51	301,34	60,28	250,61	0,46
2+3	753,94	683,04	271,31	576,21	0,45
2+3	750,31	674,86	282,05	574,18	0,45
2+3	753,04	679,84	277,13	577,49	0,45
1+2+3	837,83	756,50	273,27	438,79	0,45
1+2+3	810,50	713,39	323,78	509,10	0,45
1+2+3	804,66	720,34	295,86	528,33	0,46

Fahrzeughaltensystem ohne Lagesicherung

In den nachfolgenden Tabellen 8 bis 9 sind die maßgebenden Werte für eine Kragplatte farblich hervorgehoben.

Anpralltest REB22004 – REBLOC 100.1_8

Ermittlung der Schnittkräfte in den Tragwerkkonsolen. Der Bezugspunkt 3 entspricht der Randbalkenvorderkante.

Tabelle 8: Anpralltest REB22004

Kragplatte	M [kNm] Bezugspunkt 1	M [kNm] Bezugspunkt 3 (M3=M1-0,41H+0,07V)	H [kN]	V [kN]	Zeit [sec]
1	201,82	208,59	-33,72	-100,76	0,76
1	131,23	88,94	87,35	-92,58	0,76
1	98,80	82,16	73,09	190,45	0,75
2	244,51	241,52	27,27	116,98	0,49
2	71,64	32,35	112,39	69,99	0,33
2	97,29	83,49	70,70	216,98	0,06
3	265,43	265,30	35,53	206,27	0,44
3	190,23	139,68	156,28	193,21	0,45
3	177,63	148,45	120,88	291,19	0,44
2+3	409,23	379,60	124,96	308,63	0,44
2+3	373,35	316,61	187,25	286,17	0,45
2+3	328,73	292,16	149,75	354,70	0,44
1+2+3	451,75	443,33	25,85	31,14	0,76
1+2+3	389,45	307,73	206,04	39,42	0,76
1+2+3	338,49	304,69	144,94	366,06	0,44

Anpralltest DEL22009 – DB 100 6m K280

Ermittlung der Schnittkräfte in den Tragwerkkonsolen. Der Bezugspunkt 3 entspricht der Randbalkenvorderkante.

Tabelle 9: Anpralltest DEL22009

Kragplatte	M [kNm] Bezugspunkt 1	M [kNm] Bezugspunkt 3 ($M3=M1-0,41H+0,07V$)	H [kN]	V [kN]	Zeit [sec]
1	208,03	181,67	68,75	26,05	0,07
1	62,10	27,35	101,82	99,96	0,06
1	54,01	52,71	33,03	174,84	0,50
2	454,23	439,47	97,94	362,74	0,50
2	70,73	13,43	155,05	89,61	0,08
2	453,39	440,08	94,90	365,64	0,50
3	214,35	192,38	82,97	172,16	0,15
3	188,73	146,04	133,78	173,75	0,15
3	115,70	75,90	128,91	186,51	0,14
2+3	549,61	524,42	131,20	408,57	0,50
2+3	344,33	281,54	207,46	318,13	0,15
2+3	549,26	523,63	131,31	408,87	0,50
1+2+3	633,70	603,33	165,39	534,79	0,50
1+2+3	125,70	29,81	261,11	159,50	0,15
1+2+3	596,36	557,22	193,57	574,58	0,50

Vergleich der Kräfte der Systeme mit und ohne Lagesicherung

Um die Systeme vergleichen zu können, werden die Randspannungen an der Kragplattenoberseite entsprechend dem Schlussbericht des Forschungsvorhabens 3.284, Kragplattenbemessung bei Anprall auf Rückhaltesystem, Straßenforschung, Heft 594, Pkt. 1.1. [13] ermittelt.

DELTABLOC

Die Werte in Tabelle 10 beziehen sich auf Bezugspunkt 3, der der Vorderkante des Randbalkens entspricht.

Vergleicht man die Randspannungen der beiden Systeme anhand einer Kragplatte mit 2,0 m Länge und einer Querschnittshöhe von 0,4 m, so zeigt sich, dass beim System mit Lagesicherung die Randspannungen, ermittelt gemäß Hellmich et. al. [13], um ca. 12,5 % höher sind als beim System ohne Lagesicherung (siehe Tabelle 11).

Tabelle 10: Vergleich DELTABLOC mit (DEL22008) und ohne (DEL22009) Lagesicherung

Kragplatte	M [kNm] mit Lage- sicherung	H [kN] mit Lage- sicherung	V [kN] mit Lage- sicherung	M [kNm] ohne Lage- sicherung	H [kN] ohne Lage- sicherung	V [kN] ohne Lage- sicherung
1	116,52	1,04	17,51	181,67	68,75	26,05
1	43,37	85,75	84,76	27,35	101,82	99,96
1	45,50	84,36	85,37	52,71	33,03	174,84
2	505,31	66,65	246,90	439,47	97,94	362,74
2	279,39	219,51	210,94	13,43	155,05	89,61
2	508,49	71,90	419,19	440,08	94,90	365,64
3	339,17	30,28	238,90	192,38	82,97	172,16
3	191,35	193,71	215,59	146,04	133,78	173,75
3	301,34	60,28	250,61	75,90	128,91	186,51
2+3	683,04	271,31	576,21	524,42	131,20	408,57
2+3	674,86	282,05	574,18	281,54	207,46	318,13
2+3	679,84	277,13	577,49	523,63	132,31	408,87
1+2+3	756,50	273,27	438,79	603,33	165,39	534,79
1+2+3	713,39	323,78	509,10	29,81	261,11	159,50
1+2+3	720,34	295,86	528,33	557,22	193,57	574,58

Tabelle 11: Differenzen DELTABLOC mit und ohne Lagesicherung

Diferenz	Kragplatte einzeln absolut [-]	Kragplatte einzeln Prozent [%]	Kragplatten 1+2+3 absolut [-]	Kragplatten 1+2+3 Prozent [%]
M [kNm]	68,41	16	153,18	25
H [kN]	64,46	42	62,67	24
V [kN]	53,55	15	-46,25	-8

REBLOC

Die Werte in Tabelle 12 beziehen sich auf Bezugspunkt 3, der der Vorderkante des Randbalkens entspricht.

Vergleicht man die Randspannungen der beiden Systeme anhand einer Kragplatte mit 2,0 m Länge und einer Querschnittshöhe von 0,4 m, so zeigt sich, dass beim System mit Lagesicherung die Randspannungen, ermittelt gem. Hellmich et. al. [13], um ca. 7,4 % höher sind als beim System ohne Lagesicherung (siehe Tabelle 13).

Tabelle 12: Vergleich REBLOC mit (REB22003) und ohne (REB22004) Lagesicherung

Kragplatte	M [kNm] mit Lage- sicherung	H [kN] mit Lage- sicherung	V [kN] mit Lage- sicherung	M [kNm] ohne Lage- sicherung	H [kN] ohne Lage- sicherung	V [kN] ohne Lage- sicherung
1	38,45	21,18	15,85	208,59	-33,72	-100,76
1	-12,20	47,65	76,76	88,94	87,35	-92,58
1	10,41	29,47	87,50	82,16	73,09	190,45
2	305,71	93,28	208,36	241,52	27,27	116,98
2	179,87	194,71	285,11	32,35	112,39	96,99
2	220,05	158,46	306,80	83,49	70,70	216,98
3	309,65	102,97	187,36	265,30	35,53	206,27
3	254,97	145,50	176,88	139,68	156,28	193,21
3	306,19	72,64	264,82	148,45	120,88	291,19
2+3	605,46	191,61	411,61	379,60	124,96	308,63
2+3	557,07	247,34	420,72	316,61	187,25	286,17
2+3	570,29	237,04	427,23	292,16	149,75	354,70
1+2+3	605,15	177,40	399,11	443,33	25,85	31,14
1+2+3	197,18	246,08	283,18	307,73	206,04	39,42
1+2+3	565,02	226,07	415,28	304,69	144,94	366,06

Tabelle 13: Differenzen REBLOC mit und ohne Lagesicherung

Diferenz	Kragplatte einzeln absolut [-]	Kragplatte einzeln Prozent [%]	Kragplatten 1+2+3 absolut [-]	Kragplatten 1+2+3 Prozent [%]
M [kNm]	44,35	17	161,82	37
H [kN]	38,43	25	40,04	19
V [kN]	15,61	5	49,22	13

Ingenieurmäßige Beurteilung und Empfehlungen

Verschiebungen

Die bleibenden Verschiebungen der H3-Systeme waren größer als erwartet und sind für alle Versuche in Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Übersicht Verschiebungen DELTABLOC und REBLOC und abgeleitete Mittelstreifenbreiten

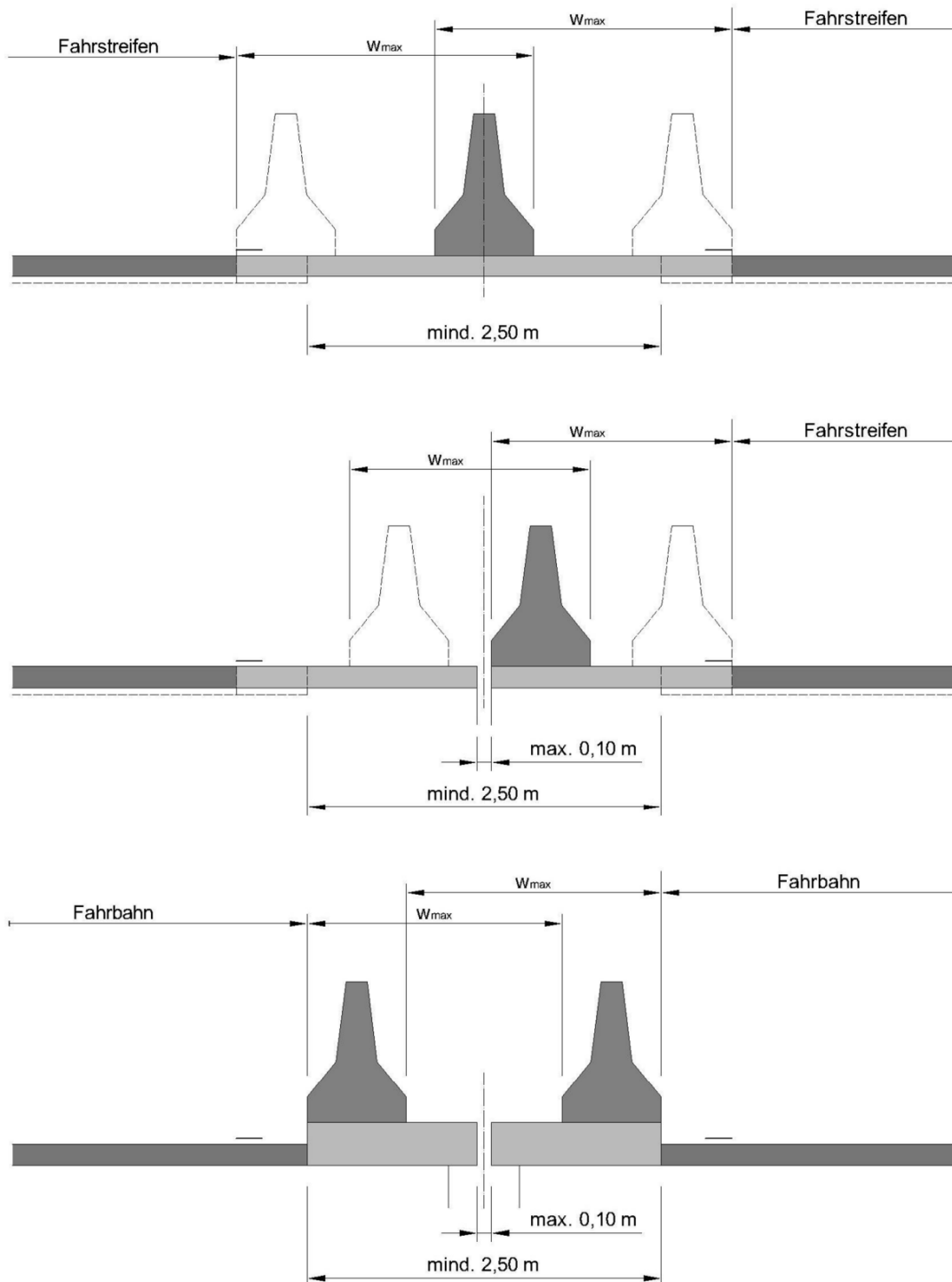
System	Verschiebung [m]	Erf. Mittelstreifenbreite [m]
DEL22008 – DB 100R 6m K280 mit Lagesicherung	1,20	3,10
DEL22009 – DB 100 6m K280 ohne Lagesicherung	1,32	3,34
REB22003 – REBLOC 100X.1_8_SFA mit Lagesicherung	1,37	3,38
REB22004 – REBLOC 100.1_8_SFA ohne Lagesicherung	1,88	4,40

Die erforderliche Mittelstreifenbreite bei Systemen ohne Lagesicherung ergibt sich zu 3,34 m beim DB 100 und 4,40 m beim RB 100.1_8. Hier ist einschränkend anzumerken, dass es beim Versuch REB22004 eine Längsverschiebung an den Endverankerungen gegeben hat, welche die Werte verfälscht und diese daher nicht weiter verwendbar sind.

Im Diensterlass BMVIT-328.040/0008-IV/IVVS2/2015 [1] sind zum Themenbereich Verschiebungen/Verformungen derzeit folgende Punkte festgehalten (siehe auch Abb. 22):

- Der maximale Wirkungsbereich von W6 (jeweils für die Rückhalteklassen H3 bzw. H4b) ist eingehalten.
- Eine Mittelstreifenbreite von mind. 2,50 m ist eingehalten.
- Der (exakte) Wirkungsbereich des FRS ist innerhalb der beiden Randlinien untergebracht.

Abbildung 22: Aufstellung von FRS auf Mittelstreifen von Brücken [1]



In der ÖNORM V 1317 ist der Wirkungsbereich der FRS bis höchstens W_6 ($\leq 2,1$ m) festgelegt. Bezüglich der Mittelstreifenbreite von mind. 2,50 m wird angemerkt, dass es derzeit FT-Betonleitwände (die nicht eingebettet oder mit dem Boden verdornt sind) nur mit Wirkungsbereichen W_5 und höher gibt und auch ein geringerer Wirkungsbereich bei

frei verschieblichen Systemen als kaum erreichbar erscheint. Daher ist diese Anforderung entbehrlich, da der Mittelstreifen immer breiter als 2,50 m sein muss.

Krafteinleitung

Die Kräfte, die durch Systeme ohne Lagesicherung in das Tragwerk eingeleitet werden, sind geringer als bei Systemen mit Lagesicherung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Systeme mit Lagesicherung geringere Verformungen aufweisen. Im Hinblick auf die Krafteinleitung bzw. die vorzusehenden Brückenkräfte wurde der Diensterlass BMVIT-328.040/0008-IV/IVVS2/2015 [1] somit verifiziert.

Überarbeitung der technischen Regelwerke

Auf Basis der Versuchsergebnisse kann folgende Verwendungsempfehlung bzw. folgender RVS-Textvorschlag abgeleitet werden:

Fahrzeug-Rückhaltesysteme (FRS) aus Beton, welche bereits Einsatzfreigaben für den Freilandbereich haben, können als Mittelabsicherung auf Brücken mit niveaugleichen Brückenrändern ohne Verankerung in das Tragwerk verwendet werden, sofern alle nachfolgenden Punkte erfüllt werden:

- *Die Brückenlänge zwischen den Widerlagern beträgt ≤ 25 m.*
- *Ein zu einem System mit Lagesicherung lage-, höhen- und baugleiches System ohne Lagesicherung kann bezüglich der maximalen Brückenkräfte eingesetzt werden, wobei mindestens die Brückenkräfte des Systems mit Lagesicherung (Brücken-FRS) zu verwenden sind. Der Wirkungsbereich des FRS ist innerhalb der beiden Randlinien untergebracht.*
- *Allfällige Fugenbreiten zwischen Tragwerken bzw. Randbalken betragen ≤ 10 cm.*
- *Im anschließenden Freilandbereich ist die Zugbandverbindung beidseitig mindestens um $1/3$ der Mindestaufstelllänge zugfest weitergeführt.*
- *Im Zuge der laufenden Überwachung und Inspektion erfolgt eine visuelle Überprüfung der Lagestabilität.*

Auf Grund der vorläufigen Erkenntnisse sind aber weitere Untersuchungen erforderlich, um die beiden Regelwerke ÖNORM V 1317 und RVS 15.04.71 zu überarbeiten, wo derzeit unter anderem folgendes festgehalten ist:

ÖNORM V 1317, Pkt. 4.1.3

Die Anprallprüfung TB 81 (gemäß Aufhaltstufe H4b) stellt das höchste zu betrachtende Anprallereignis dar. Eine Erhöhung der hierbei gemessenen Kräfte ergibt sich somit nur aufgrund der Schwankungsbreite der Parameter des Anprallversuchs. Dementsprechend ist zufolge der etwaigen Resttragfähigkeit des Systems kein Aufschlag zu berücksichtigen.

RVS 15.04.71

Ein H4b/TB81 Anprall stellt das höchste zu betrachtende Anprallereignis dar. Eine Erhöhung der hierbei gemessenen Kräfte ergibt sich somit nur auf Grund der Schwankungsbreite der Parameter des Anprallversuchs.

Die beiden Passagen wären gegebenenfalls zu überarbeiten, wenn die vermuteten Erhöhungen für baugleiche Systeme verifiziert werden können, wobei ein Formulierungsvorschlag derzeit noch nicht erarbeitet werden kann, da hierzu auch noch eine Überprüfung für Stahlssysteme erforderlich ist.

Es wird daher empfohlen, in einem weiteren Forschungsprojekt zu überprüfen, ob dies in gleichem Ausmaß auch bei Stahlssystemen auftritt.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Forschungsprojekt „Freiland Betonleitwand H3 auf Brücke“ dient zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und Vermeidung von Übergangskonstruktionen zwischen Freiland- und Brücken-FRS. Hierbei wird der Diensterlass des BMK an die ASFINAG [1] zur Anwendung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen aus Beton auf Brücken bzw. Kunstbauten als Mittelabsicherung ohne Verankerung für die Aufhaltstufe H3 verifiziert und gegebenenfalls optimiert. Anhand von vier durchgeführten Anprallprüfungen (Aufhaltstufe H3, TB 61) wurden die Brückenkräfte und der Wirkungsbereich bzw. die erforderliche Mittelstreifenbreite ermittelt.

Der Diensterlass konnte anhand der durchgeführten Anprallprüfungen vollinhaltlich bestätigt werden. Frei aufgestellte, nicht lagegesicherte H3-Streckensysteme weisen trotz Unschärfen der gegenwärtigen Untersuchungen bezüglich der Brückenkräfte ein geringeres Kraftniveau auf als frei aufgestellte, lagesicherte H3-Brückensysteme. Eine Erweiterung des Diensterlasses auf längere Brückentragwerke (d.h. länger als 25m) kann angedacht werden.

Die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes haben aber auch gezeigt, dass weitere Untersuchungen sinnvoll sind, um belastbare Empfehlungen zu möglichen weiteren Änderungen der Regelwerke (ÖNORM V 1317, RVS 15.04.71) und allfällige Handlungsempfehlungen für den zuständigen Ausschuss der FSV (Br04) abgeben zu können.

Durch die aktuellen Untersuchungen wurde im Vergleich zu vergangenen Untersuchungen festgestellt, dass sich bei FT-Betonleitwänden der Aufhaltstufe H3 eventuell höhere Kräfte als bei H4b-Systemen ergeben. Dies wurde aus Versuchen mit unterschiedlichen Aufstellungen auf der Messbrücke und mit unterschiedlichen Querschnitten der BLW (symmetrisch – asymmetrisch) abgeleitet.

In der bisherigen Festlegung der charakteristischen Kräfte wurde aber davon ausgegangen, dass bei H4b-Systemen die höchsten Kräfte in ein Tragwerk eingeleitet werden und daher kein Aufschlag mehr für die Resttragfähigkeit berücksichtigt wurde.

Für eine Änderung dieser Regelung wäre eine Verifizierung in Form von Vergleichstests mit identischer Versuchsanordnung, identischen Systemen auf derselben Versuchsanlage und dies für Beton- als auch Stahlssysteme erforderlich.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Prüfberichte	9
Tabelle 2: Übersicht Versuchsergebnisse REB22003	12
Tabelle 3: Übersicht Versuchsergebnisse DEL2200	17
Tabelle 4: Übersicht Versuchsergebnisse REB22004	19
Tabelle 5: Übersicht Versuchsergebnisse DEL22009	24
Tabelle 6: Anpralltest REB22003	28
Tabelle 7: Anpralltest DEL22008	29
Tabelle 8: Anpralltest REB22004	30
Tabelle 9: Anpralltest DEL22009	31
Tabelle 10: Vergleich DELTABLOC mit (DEL22008) und ohne (DEL22009) Lagesicherung ..	32
Tabelle 11: Differenzen DELTABLOC mit und ohne Lagesicherung	33
Tabelle 12: Vergleich REBLOC mit (REB22003) und ohne (REB22004) Lagesicherung	34
Tabelle 13: Differenzen REBLOC mit und ohne Lagesicherung.....	34
Tabelle 14: Übersicht Verschiebungen DELTABLOC und REBLOC und abgeleitete Mittelstreifenbreiten.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prüfaufbau REB22003 - REBLOC 100X.1_8_SFA	10
Abbildung 2: Prüffahrzeug REB22003	11
Abbildung 3: Übersicht Anprallparameter REB22003.....	12
Abbildung 4: Versuchsablauf REB22003	13
Abbildung 5: Prüfaufbau DEL22008 - DB 100R 6m K280	14
Abbildung 6: Prüffahrzeug DEL22008	15
Abbildung 7: Übersicht Anprallparameter DEL22008.....	15
Abbildung 8: Versuchsablauf DEL22008.....	16
Abbildung 9: Prüfaufbau REB22004 - REBLOC 100.1_8	18
Abbildung 10: Prüffahrzeug REB22004	18
Abbildung 11: Übersicht Anprallparameter REB22004.....	19
Abbildung 12: Versuchsablauf REB22004	20
Abbildung 13: Prüfaufbau DEL22009 – DB 100 6m K280.....	21
Abbildung 14: Prüffahrzeug DEL22009	22
Abbildung 15: Übersicht Anprallparameter DEL22009	22
Abbildung 16: Versuchsablauf DEL22009.....	23
Abbildung 17: Verschiebelinien REB: dunkelblau: ohne Lagesicherung (REB22004), hellblau: mit Lagesicherung (REB22003), strichliert jeweils Hinterkante Elemente	24
Abbildung 18: REB22003 Vermessung der Kontaktlänge (Spurzeichnung an Elementen)..	25
Abbildung 19: Verschiebelinien DEL: rot: ohne Lagesicherung (DEL22009), orange: mit Lagesicherung (DEL22008), strichliert jeweils Hinterkante Elemente	25
Abbildung 20: Querschnitt durch die Versuchsanlage (Konstruktionspläne ste.p).....	26
Abbildung 21: Lage der Bezugspunkte auf der Messbrücke [12].....	27
Abbildung 22: Aufstellung von FRS auf Mittelstreifen von Brücken [1]	36

Literaturverzeichnis

[1] Diensterlass: Fertigteil-Betonleitwände (Freilandbereich) mit gültiger Einsatzfreigabe - Erweiterung der Einsatzfreigabe für den Anwendungsbereich als Mittelabsicherung auf Brücken mit niveaugleichen Brückenrändern, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien, 2015 (BMVIT-328.040/0008-IV/IVVS2/2015)

[2] Fahrzeug-Rückhaltesysteme (FRS) – Einsatzfreigaben (EFG), Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2023, Wien (bmk.gv.at/themen/verkehr/strasse/infrastruktur/verkehrstechnik/rueckhalt.html)

[3] ÖNORM EN 1317-2, Rückhaltesysteme an Straßen – Teil 2, Austrian Standards International (ASI), Wien, 2011

[4] ÖNORM V 1317, Rückhaltesysteme an Straßen – Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 1317, Austrian Standards International (ASI), Wien, 2023

[5] RVS 05.02.31, Verkehrsführung – Leiteinrichtungen, Rückhaltesysteme - Anforderungen und Aufstellung, Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Wien, 2007 (letzte Änderung 2011)

[6] RVS 15.04.71, Brücken – Brückenausrüstung – Vertikale Leiteinrichtungen – Fahrzeugrückhaltesysteme, Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr (FSV), Wien, 2009

[7] BMK-Merkblatt zur Erlangung einer Einsatzfreigabe für Fahrzeugrückhaltesysteme, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), ASFINAG, Wien, 2017 (bmk.gv.at/themen/verkehr/strasse/infrastruktur/verkehrstechnik/rueckhalt.html)

[8] Versuchsbericht REB22003, Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit (VSI), Graz, 2022 (unveröffentlicht)

[9] Versuchsbericht REB22004, Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit (VSI), Graz, 2022 (unveröffentlicht)

[10] Versuchsbericht DEL22008, Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit (VSI), Graz, 2022 (unveröffentlicht)

[11] Versuchsbericht DEL22009, Technische Universität Graz – Institut für Fahrzeugsicherheit (VSI), Graz, 2023 (unveröffentlicht)

[12] Hellmich K., Stella J., Stangl E., Piringner S., Heimel H., Plomer J.: Rückhaltesystem auf Brücken im Anfahrversuch, Straßenforschung, Heft 521, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien, 2002

[13] Hellmich K., Stella J., Stangl E.: Kragplattenbemessung bei Anprall auf Rückhaltesysteme, Straßenforschungsheft Nr. 594, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien, 2010

Abkürzungen

ASI	Austrian Standards International
BLW	Betonleitwand
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
EK	Endkonstruktion
FRS	Fahrzeugrückhaltesystem
FSV	Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr
GZ	Geschäftszahl

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at