



VSVI-Seminar am 25. September 2019

Fahrzeugrückhaltesysteme auf Brückenbauwerken

**im Zuständigkeitsbereich der Autobahnen
in Rheinland-Pfalz**



Gliederung

- **Aufgabe des Autobahnamtes Montabaur**
- **Wann werden Fahrzeug-Rückhaltesysteme erneuert?**
- **Planungsablauf bei der Instandsetzung / Erneuerung der Brückenbauwerke**
- **Statische Nachweise / Nachrechnung des neuen FRS**
- **Praxisbeispiele**



LBM Autobahnamt in Montabaur

13 Autobahnmeistereien

1 Fernmeldemeisterei

ca. 670 Mitarbeiter

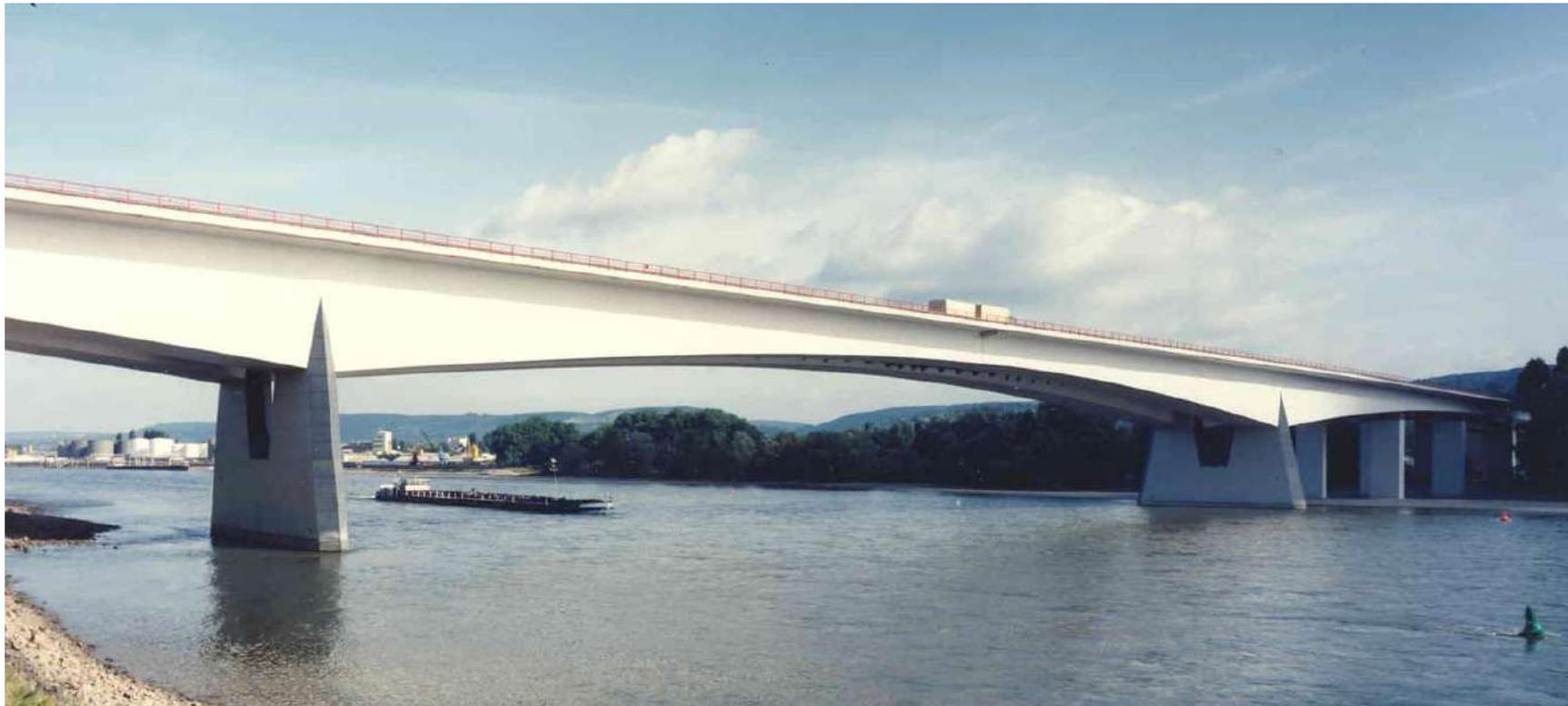
Netz:

rd. 880 km Autobahnen in RP

rd. 400 km Rampen (AK, AS)

Bauvolumen rd. 160 Mio. €/Jahr

Das Autobahnamt Montabaur ist ein
Erhaltungs- und Betriebsamt



© LBM

Konstruktiver Ingenieurbau im Autobahnamt

30 Mitarbeiter

rd. 1970 Bauwerke

rd. 30 Mio. € /Jahr



Kernaufgabe Instandsetzung von Brücken im Alter von 40 Jahren
Erneuerung der Abdichtung, Abläufe, Entwässerung, Deckschicht,
Kappen mit Fahrzeug-Rückhaltesystem, Übergangskonstruktionen, Lager,
Betoninstandsetzung der Unterbauten



© LBM



Rückhaltesysteme auf Bauwerken werden erneuert / angepasst:

- bei erforderlicher Brückeninstandsetzung, Prioritätenliste
Brückenbau, u.a. aus Ergebnissen der Nachrechnungsrichtlinie
- im Zuge eines Streckenloses des Straßenbaus
- Zu geringe Aufhaltstufe im Bestand -> Handlungsbedarf
- Nutzungsänderungen durch Dritte



Planungsablauf bei Instandsetzung / Erneuerung der Bauwerke:

- **Abstimmung des Projektes mit Straßenbau und Betrieb, wie sehen die Anschlussbereiche vor und hinter dem BW aus?**
- **Neue Rückhaltesystem über Nachrechnung oder statischer Nachweis**
- **Überprüfung Einleitung der neuen Kräfte in den Kragarm und Überbau**
- **Je nach Aufwand Wirtschaftlichkeitsberechnung zur Entscheidung Instandsetzung / Neubau**



Nachrechnung bis 2017

Bestehende Bauwerke wurden mit den bestehenden Schutzeinrichtungen nach Nachrechnungsrichtlinie nachgerechnet
i.d.R. EDS, DSP (H1- Systeme)

-> Klasse A nach DIN FB 101 und BKL 60/30 nach DIN 1072
Anpralllast 100 KN

Nachrechnung ab 2018

Instandzusetzende Bauwerke werden mit neuen Schutzsystemen ausgestattet, welchen andere Anpralllasten zugrunde gelegt werden
H1-Systeme nicht mehr zulässig

i.d.R. H2 oder H4b-Systeme erforderlich

-> Klasse B nach DIN FB 101 und DIN EN 1991-2 (Eurocode)

Anpralllast 200 KN

Somit H2 Systeme nachrüstbar



**Zweifeldriger Platenbalken im Zuge der A 65 bei Neustadt an der Weinstraße
Baujahr: 1978; Brkl: DIN 60; Ges.länge: 68,92 m**

Vorhandenes Rückhaltesystem: EDSP, H1

Schnellbahnverbindung Paris-Ostfrankreich-Südwestdeutschland (POS Nord)

DB baut Bereich zur Schnellfahrstrecke auf $V > 160$ km/h aus

-> Aufhaltestufe H4b erforderlich





Talbrücke Ihren im Zuge der A 60 bei Winterspelt
Baujahr: 1984; Brkl: DIN 60/30; Ges.länge: 121 m





Talbrücke Ihren im Zuge der A 60 bei Winterspelt

Statische Berechnung Anschlussbewehrung Kappe an Kragarm

Verfasser:		Projekt – Nr.:
Bauw.-Nr. : Kappenverankerung der Talbrücke Ihren	ASB-Nr.: 5703 541	Datum: 01/19

Nach DIN EN 1991-2, 4.7.3.3 (2) soll das Bauteil (die Kappe), auf dem die Schutzeinrichtung angeordnet ist, lokal für eine außergewöhnliche Einwirkung bemessen werden, die dem 1,25-fachen des lokalen charakteristischen Widerstandes der Schutzeinrichtung entspricht. In der Einsatzfreigabeliste der bast für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland können die 1,25-fachen charakteristischen Widerstände in der Tabelle auf der Seite 48 (Stand 30.04.2015) für die unterschiedlichen Rückhaltesysteme abgelesen werden (siehe unten).

1,25-fache Widerstand der Schutzeinrichtung Super Rail BW, Einstufung nach DIN EN 1991-2:

- Schutzeinrichtung:

- Aufhaltstufe H2, W4-B
- Pfosten C125, S235 JR
- Pfostenabstand $a = 1.33$ m

System: Super Rail BW



Technische Übersichtsliste FRS

H2 ist nicht gleich H2

Übersicht Systemmerkmale BW		Aufhaltestufe	Normalisierter Wirkungsbereich	Anprallheftigkeitsstufe	Krit. BW1	Prüfung auf Kappennachbildung	Kriterium BW2			Krit. BW2a		Krit. BW2b	
neue lfd. Nummer (ab 1001)	Systemname						Kräftemessung und Einstufung nach DIN EN 1991-2			Moment m [kNm/m]	Horizontalkraft h [kN/m]		Lasterhöhungsfaktor α_{FRS} (gem. Nachrechnungsrichtlinie)
							Klasse Horizontalkraft nach Ziffer 4.7.3.3 (1)	Faktor f zur Anpassung der Vertikalkraft	Lastangriffspunkt von H über OK Kappe [m] (K \neq DIN EN 1991-2)				
1007	EDSP 1.33 BW, Geländer*, H1	H1	W5	A	ja	A	1,00	x	4,8	9,6	1,00		
1014	Super-Rail Eco BW, H2 46 kg/ldm	H2	W4	A	ja	B	1,00	x	39,5	87,8	1,00		
1021	Super-Rail BW, H2 67 kg/ldm	H2	W4	B	ja	B	1,00	x	12,4	49,6	1,00		
1022	Super-Rail Plus BW*, H4b	H4b	W6	B	ja	C	1,00	x	12,8	42,5	1,00		
1029	MegaRail bw, H2	H2	W3*	B	ja	C	1,08	1,00	30,1	51,7	1,00		
1034	LT 101 ME (Bauwerk), H2	H2	W2	C	ja	B	1,00	x	-	183	1,00		
1035	TSS® Softbaer-Bridge NR E200 (Bauwerk), H2	H2	W2	C	ja	B	1,00	x	-	180	1,00		

Ergebnis aus statischer Berechnung:

Aufzunehmende Biegemoment und Horizontallasten laut Einsatzfreigeberliste für den außergewöhnlichen Lastfall:

Super Rail BW

$$m_d = 12,4 \text{ kNm/m}$$
$$h_d = 49,6 \text{ kN/m}$$

Super Rail ECO

$$m_d = 39,5 \text{ kNm/m}$$
$$h_d = 87,8 \text{ kN/m}$$

Verankerung der Kappe mit eingeklebter Bewehrung

Betongüte Kragarm/ Bestand: B45 = C35/45

$$d = 25 \text{ cm} - 8,5 \text{ cm} = 16,5 \text{ cm}$$

$$k_d = 16,5 / \sqrt{22,32} = 3,49 \rightarrow k_s = 2,36$$

$$\text{erf. } a_s = 2,36 \times 22,31/16,5 + 49,6/43,5 = 4,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

gewählt:

Ø14/ 30 cm

Einbindetiefe:

- Verbundbereich I
- C35/45
- $l_b = 44,8 \text{ cm}$ (für Ø14)

$$\rightarrow \text{erf. } l_b = 44,8 \text{ cm} \times 4,33/5,133 = 37,79 \text{ cm}$$

gewählt: $l_b = 42,0 \text{ cm}$ (für Ø14/30)

Betongüte Kragarm/ Bestand: B45 = C35/45

$$d = 25 \text{ cm} - 8,5 \text{ cm} = 16,5 \text{ cm}$$

$$k_d = 16,5 / \sqrt{57,06} = 2,18 \rightarrow k_s = 2,45$$

$$\text{erf. } a_s = 2,45 \times 57,06/16,5 + 87,8/43,5 = 10,50 \text{ cm}^2/\text{m}$$

gewählt:

Ø14/ 12,5 cm

Einbindetiefe:

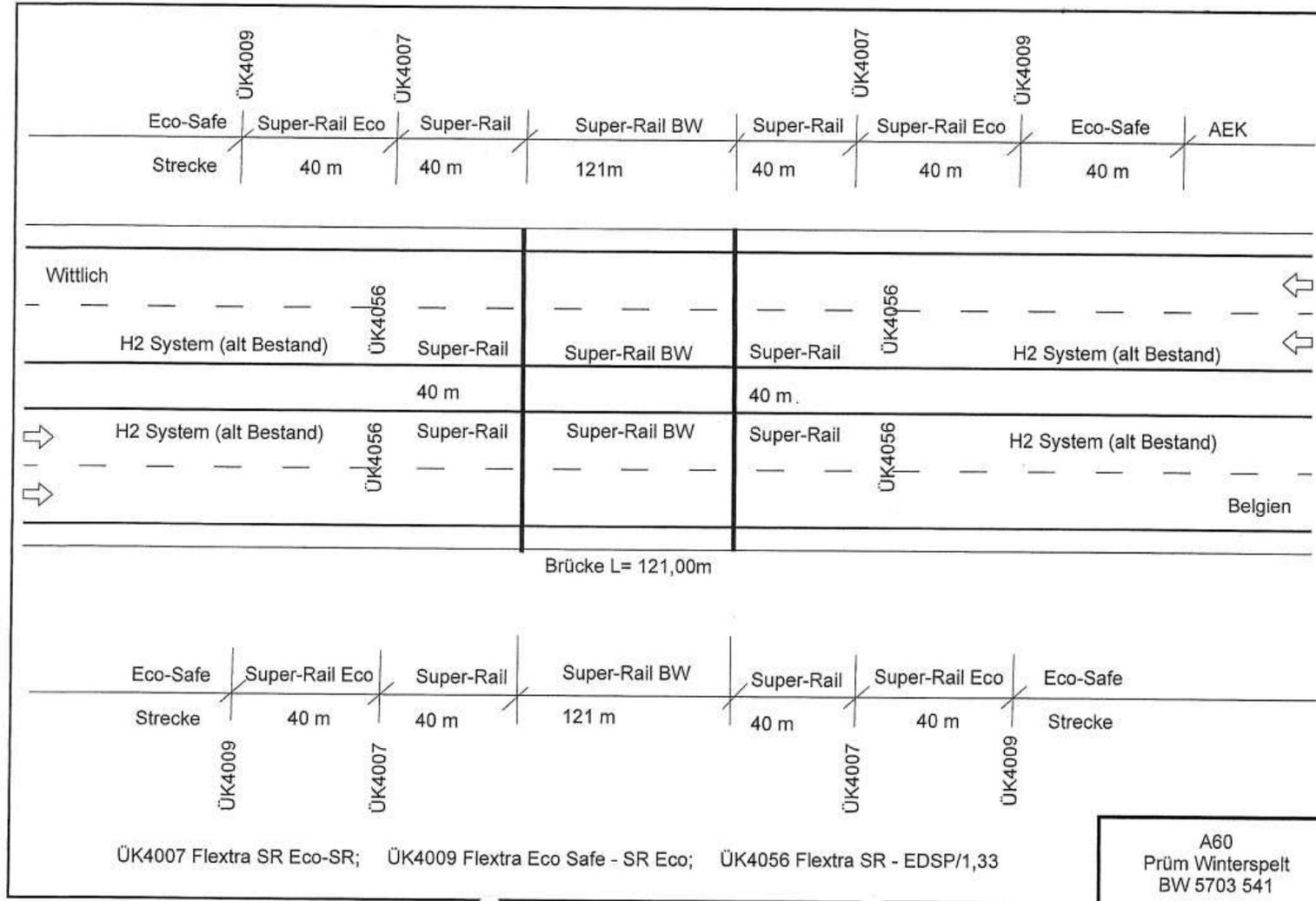
- Verbundbereich I
- C35/45
- $l_b = 44,8 \text{ cm}$ (für Ø14)

$$\rightarrow \text{erf. } l_b = 44,8 \text{ cm} \times 10,5/12,32 = 38,2 \text{ cm}$$

gewählt: $l_b = 43,0 \text{ cm}$ (für Ø14/12,5)



- Talbrücke Juch -





Bestandsschutz vorhandener Schutzsysteme?

Ja, wenn die nach RPS erforderliche Aufhaltestufe nur eine Stufe höher ist als der vorhandene Bestand.

z.B. im Bestand eine EDSP 1,33 BW mit Geländer = H1;

wenn nach RPS ein H2 System erforderlich ✓

wenn H4b erforderlich ↴

„Fahrzeug-Rückhaltesysteme, die in Verbindung mit besonderen Verkehrsgefährdungen erheblich von den Regelungen der RPS 2009 abweichen, sind hinsichtlich einer zeitnahen Umrüstung zu überprüfen. Hierunter zählen z.B. Gefahrenstellen der Gefährdungsstufe 1 mit mehr als einer in den RPS definierten abweichenden Aufhaltestufen.“

Anlage Einführungsschreiben des LBM RP zur PRS 2009 vom 08.08.2012



Statische Nachweise / Nachrechnung des neuen FRS

- Wahl des Schutzsystems anhand der RPS
In der Regel Super-Rail BW (H2-W4) oder Super-Rail Eco BW
- Ermittlung der „Klasse Horizontalkraft“ (Anpralllast) aus DIN Fachbericht / DIN EN 1991-2 (Eurocode)
für H2-W4 Systeme sind dies Klasse B, 200 kN
- Verankerung der Schutzeinrichtung auf der Kappe
- Verankerung der Kappe auf dem Kragarm (Bügel, Teller- / Stabanker)
- Weiterleitung der Lasten in der Überbaukonstruktion
Nachweis des Kragarms (anhand der „Einsatzempfehlungen Stand 03/2019 der bast)

Ermittlung der erforderlichen Aufhaltestufe bei Brücken mit:
Absturzhöhe $\leq 2,00$ m
Lichte Weite $< 10,00$ m
Stützwände $< 25,00$ m
Durchlässe

Regelungen der freien Strecke (Abschnitt 3.3.1.2 der RPS)

**Gefährdungstufe 3:
SE erforderlich!**

**Gefährdungstufe 4:
SE ggf. nicht erforderlich!**

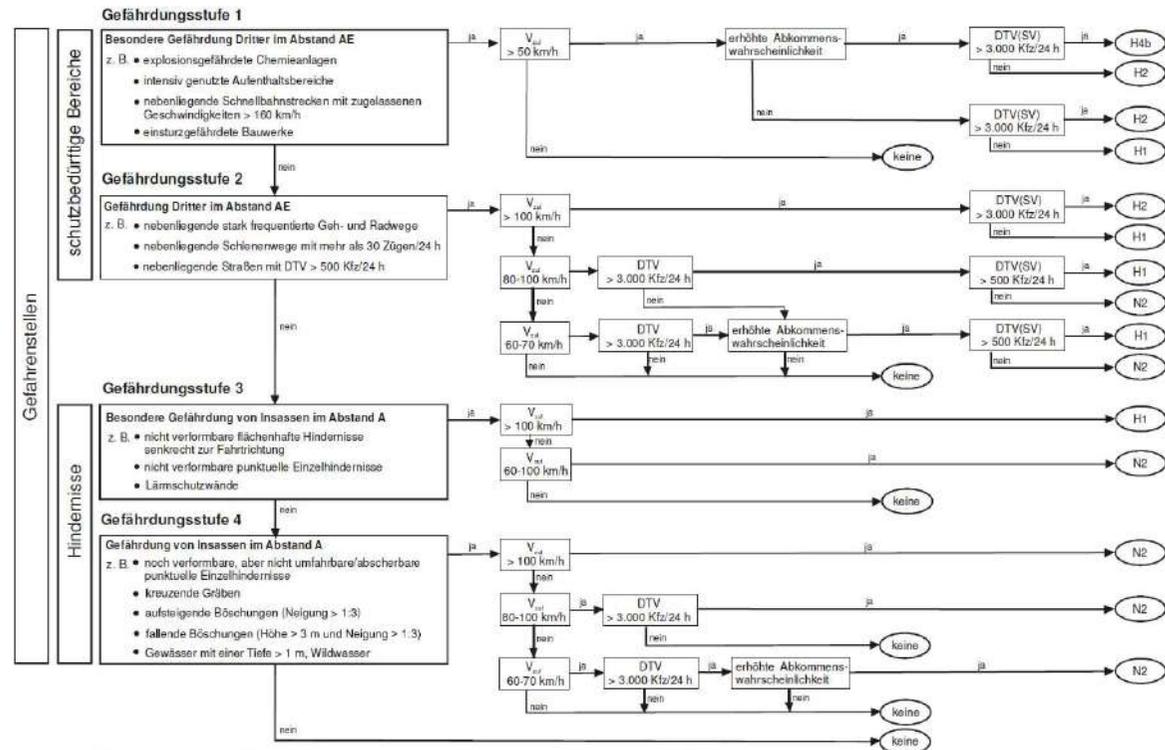


Bild 7: Einsatzkriterien für Schutzeinrichtungen am äußeren Fahrbahnrand

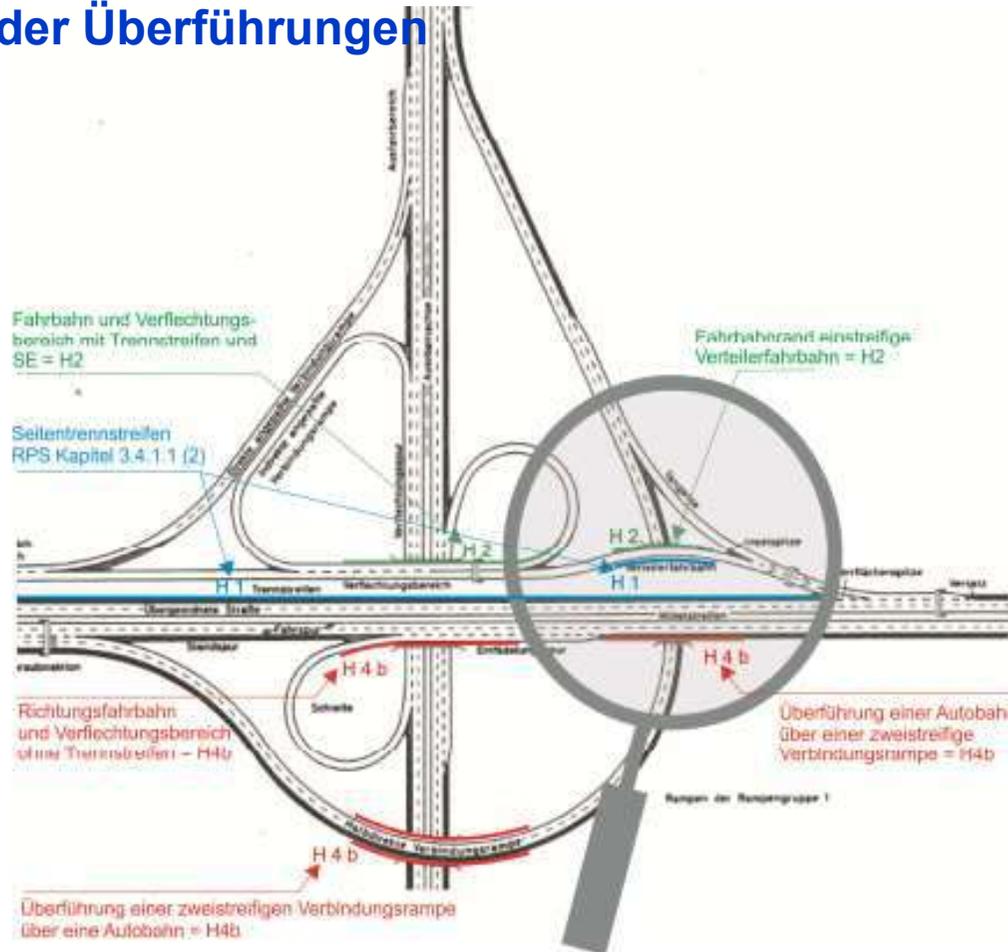
Ermittlung der erforderlichen Aufhaltestufe bei Brücken nach 3.5.1.1 RPS

Tabelle 5: Erforderliche Aufhaltestufen auf Brücken und Stützwänden

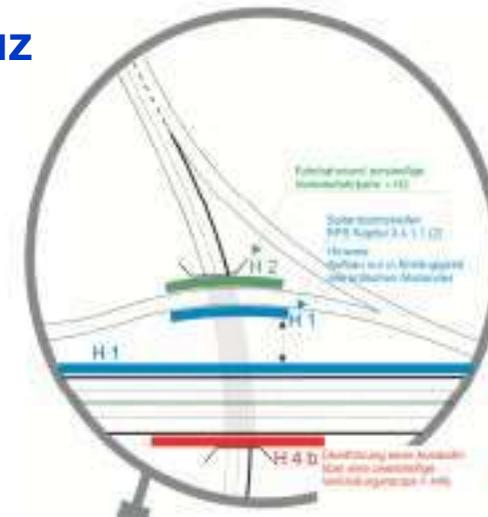
Gefahrenbereich unterhalb der Brücke bzw. Stützwand	Straßen mit			
	$V_{zul} > 100$ km/h und Autobahnen und autobahnähnliche Straßen mit $V_{zul} \leq 100$ km/h	$V_{zul} \leq 100$ km/h und DTV(SV) > 500 Kfz/24 h	$V_{zul} \leq 100$ km/h und DTV(SV) ≤ 500 Kfz/24 h	$V_{zul} \leq 50$ km/h
besondere Gefährdung Dritter (z. B. explosionsgefährdete Chemieanlagen, intensiv genutzte Aufenthaltsbereiche, Schnellbahnstrecken mit zugelassenen Geschwindigkeiten > 160 km/h, zweibahnige Straßen), vergleiche Gefährdungsstufe 1 im Abschnitt 3.3	H4b	H2	H2	H1
andere Fälle, vergleiche Gefährdungsstufe 2 bis 4 im Abschnitt 3.3	H2	H2	H1	Schrammborde mit einer Höhe von 0,15 m bis 0,20 m und Geländer mit Seil gemäß den RiZ-ING

-> auf Autobahnen i.d.R. H2 oder H4b Systeme

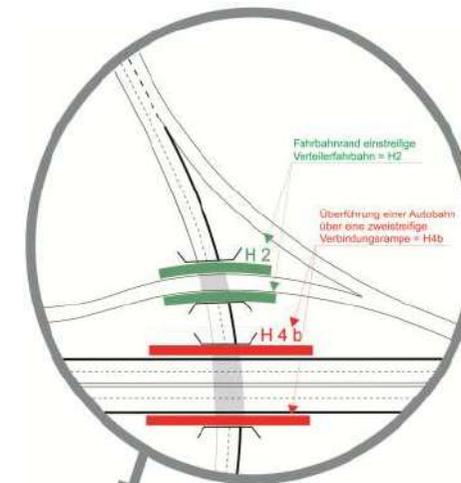
Einsatzempfehlungen für FRS der **bast** für erforderliche Aufhaltestufen in einem BAB Kreuz der Überführungen



Ausschnitt Variante 1: gemeinsamer Überbau



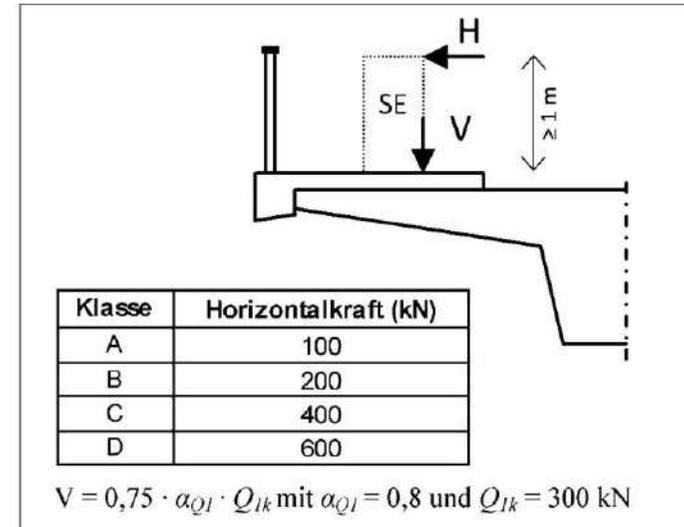
Ausschnitt Variante 2: getrennter Überbau



Ermittlung der „Klasse Horizontalkraft“

Technische Übersichtsliste FRS

Übersicht Systemmerkmale BW		Aufhaltestufe	Normalisierter Wirkungsbereich	Anprallheftigkeitsstufe	Prüfung auf Kappennachbildung	Krit. BW1	Kriterium BW2			Krit. B
neue lfd. Nummer (ab 1001)	Systemname						Kräftemessung und Einstufung nach DIN EN 1991-2			
		Klasse Horizontalkraft nach Ziffer 4.7.3.3 (1)	Faktor f zur Anpassung der Vertikalkraft	Lastangriffspunkt von H über OK Kappe [m] (x ≠ DIN EN 1991-2)	Moment m [kNm/m]					
1007	EDSP 1.33 BW, Geländer*, H1	H1	W5	A	ja	A	1,00	x	4,8	
1014	Super-Rail Eco BW, H2	H2	W4	A	ja	B	1,00	x	39,5	
1021	Super-Rail BW, H2	H2	W4	B	ja	B	1,00	x	12,4	
1022	Super-Rail Plus BW*, H4b	H4b	W6	B	ja	C	1,00	x	12,8	
1029	MegaRail bw, H2	H2	W3*	B	ja	C	1,08	1,00	30,1	
1143	Eco-Safe 1.33 BW, N2	N2	W1	A	ja	B	1,00	x	21,3	
1144	Eco-Safe 1.33 BW, H1	H1	W2	A	ja	B	1,00	x	21,3	

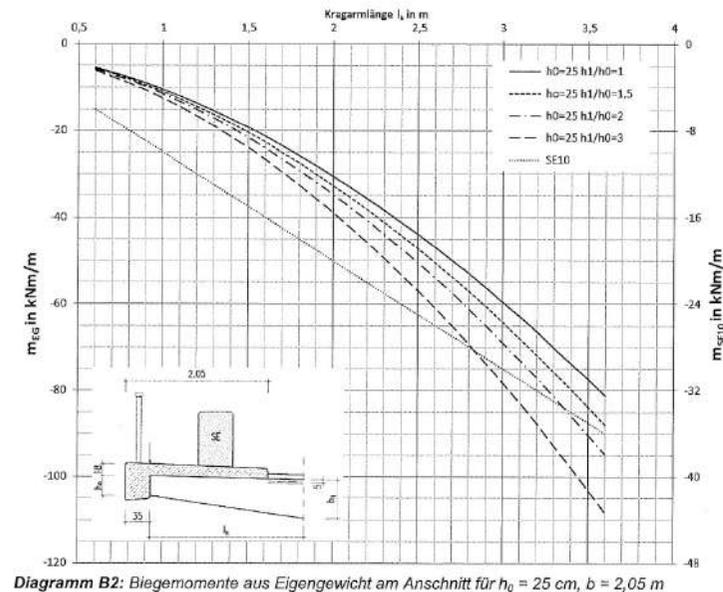
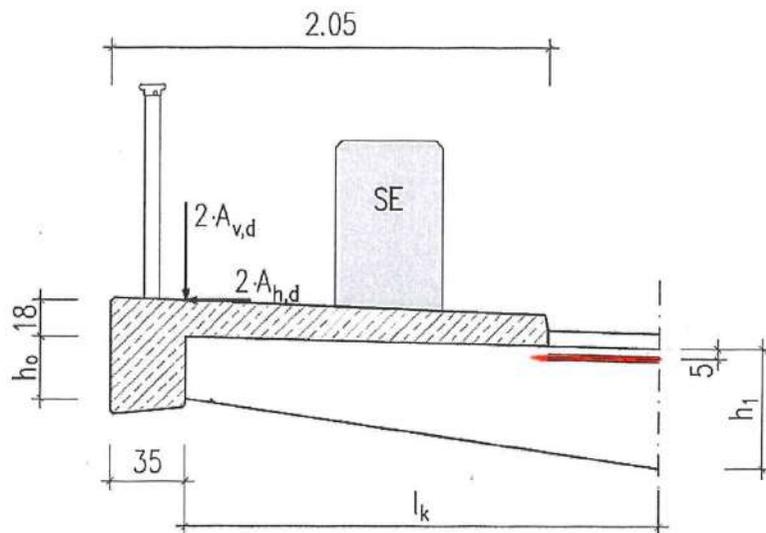


$$V = 0,75 \cdot \alpha_{QI} \cdot Q_{Ik} \text{ mit } \alpha_{QI} = 0,8 \text{ und } Q_{Ik} = 300 \text{ kN}$$

Anpralllasten an Schutzeinrichtungen gemäß DIN-Fachbericht 101, Ausgabe 2009

Nachweis des Kragarmes

Die Weiterleitung der Kräfte in der Überbaukonstruktion erfordert eine ausreichende obere Bewehrung im Kragarmanschnitt. Diese kann mit Hilfe der Nomogramme in den „Einsatzempfehlungen Stand 03/2019, Vers 05“, Seite 41 ff. nachgewiesen werden:





Übliche Anschlussbewehrung an Kappen zum Kragarm

Im Rahmen einer grundhaften Instandsetzung werden wegen Erneuerung der Abdichtung neue Kappen erforderlich.

Diese müssen im Überbau verankert werden.

Früher geschah dies durch Schubswellen, die heute nicht mehr rechnerisch angesetzt werden dürfen und nicht mehr ausgeführt werden.

Die Verankerung erfolgt heute

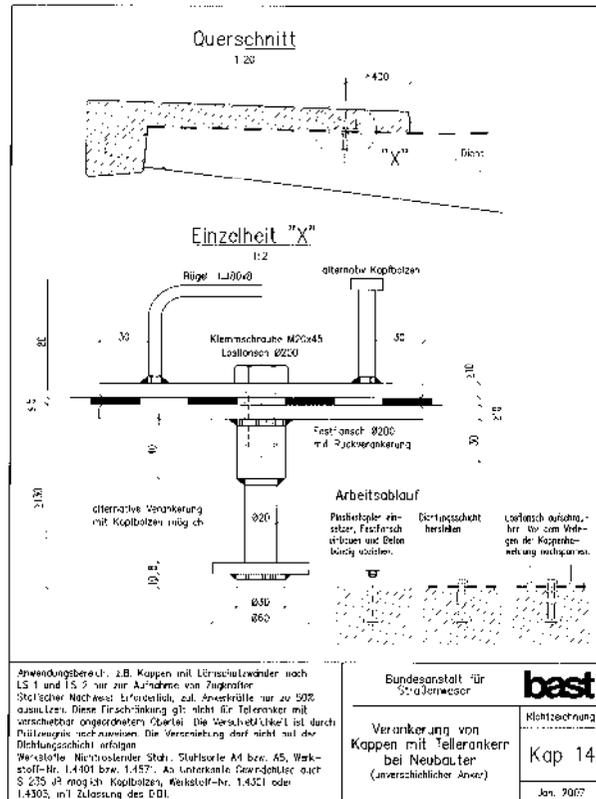
- bei Außenkappen: i.d.R. durch Stirnbewehrung / Kopfbügel
- bei Innenkappen: da die Stirnbewehrung aus Platzmangel oft nicht nachträglich eingebohrt werden kann, kommen Telleranker / Stabanker zur Ausführung.



Der Wunsch ... Regelausführung mit nachträglich verankerten Kopfbügeln

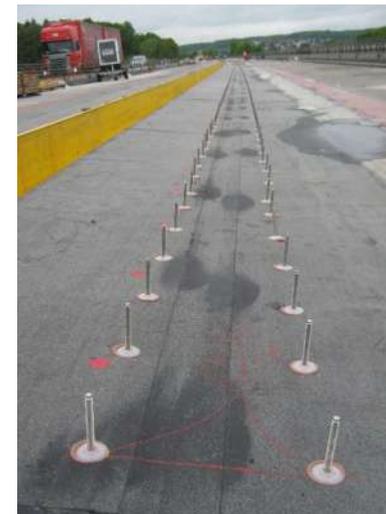
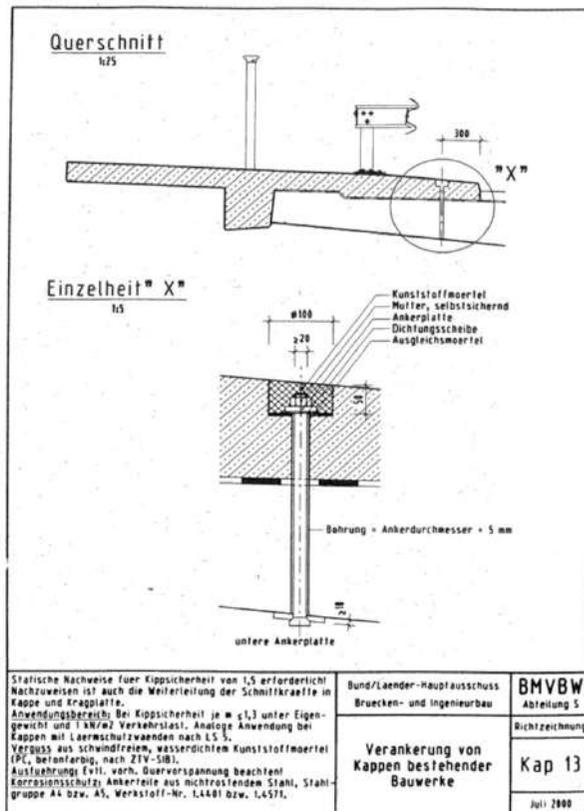


Der Telleranker



„Kap 14“ ist im aktuellen Richtzeichnungskatalog nicht mehr enthalten!

.... die Alternative zum Telleranker ... der Stabanker...



„Kap 13“ ist im aktuellen Richt-
zeichnungskatalog auch nicht mehr
enthalten!



Praxisbeispiele



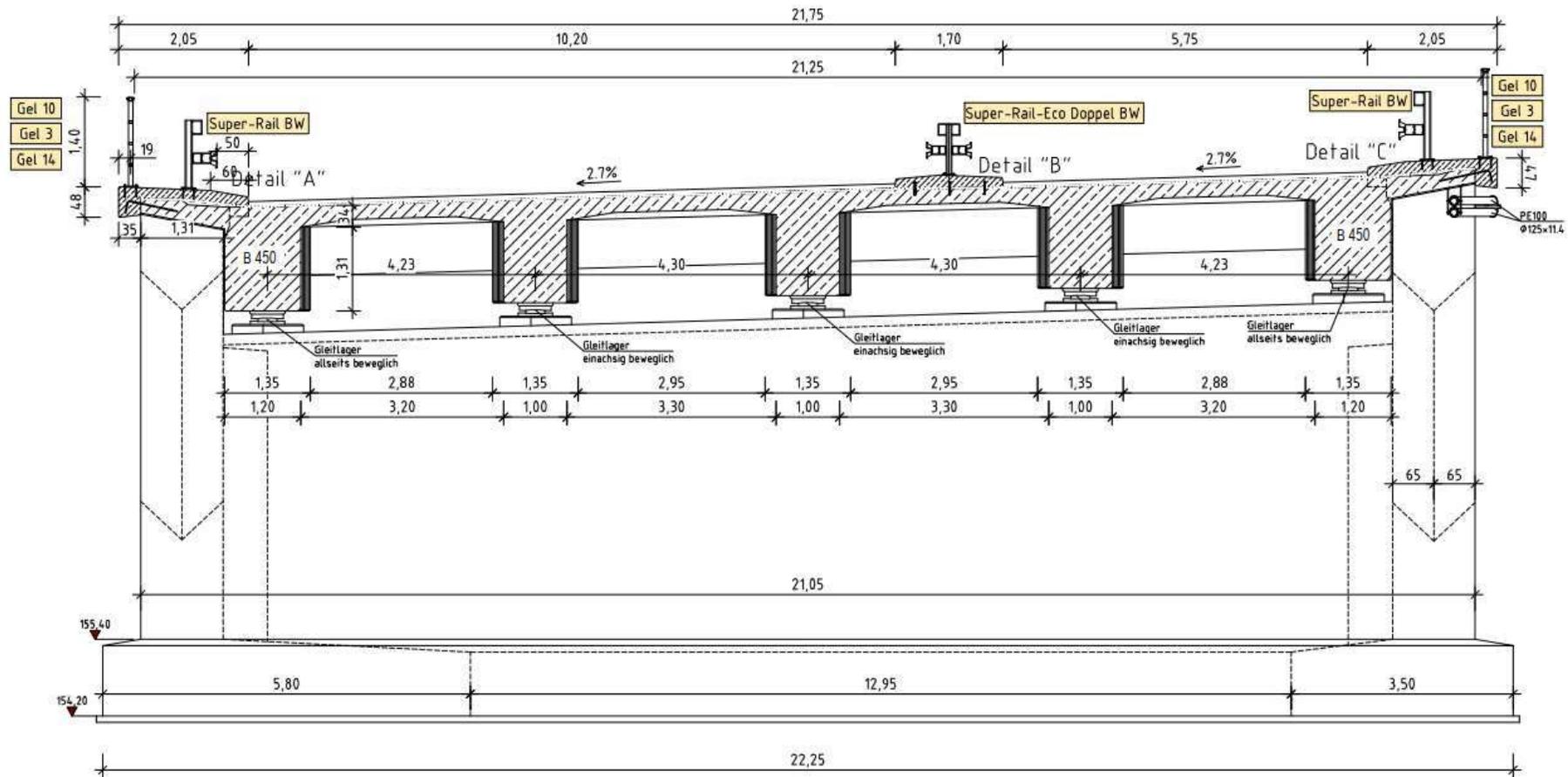
Überführungsbauwerk L 419 der A 60 bei Mainz Finthen

Baujahr: 1969; Brkl: DIN 60; Ges.länge: 38 m



Überführungsbauwerk L 419 der A 60 bei Mainz Finthen

Schnitt B - B M 1 : 50





Überführungsbauwerk L 419 der A 60 bei Mainz Finthen





Elztalbrücke im Zuge der A 48 bei Kaifenheim

Baujahr: 1966; Brkl: LM1; Ges.länge: 379 m





Elztalbrücke im Zuge der A 48 bei Kaifenheim Anschlussbewehrung Außenkappe





Elztalbrücke im Zuge der A 48 bei Kaifenheim Bewehrung Außenkappe





Elztalbrücke Abdichtung unter Mittelkappe mit Telleranker





Elztalbrücke Betonage Mittelkappe mit Telleranker





Rückhaltesystem Mittelkappe, Aufhalteststufe H2 Super-Rail BW je Fahrtrichtung





Dilatationsstück im Bereich der ÜKO Bauwerk





Unterführungsbauwerk K 95 im Zuge der A 1 bei Reinsfeld

Baujahr: 1980; Brkl: DIN 60; Ges.länge: 11 m





Einbringen von Zusatzbewehrung im Kragarmbereich der Unterführung K 95 im Zuge der A1 bei Reinsfeld, Stützweite 11m







**Überführungsbauwerk K 126 der A 48 bei Ransbach-Baumbach
Unfallkommission, kein Schutzsystem auf der Brücke, Anordnung von 50 km/h
Zu geringer Querschnitt der Kappen um eine Regellösung zu installieren**



Zu geringer Querschnitt

**Lösung:
Super-Rail BW ohne
Deformationselemente
Überleitung in EDSP**





**Versorgungsleitungen
-> Verankerung auf Fundamenten**



Überführungsbauwerk K 126 der A 48 bei Ransbach-Baumbach





Überführungsbauwerk K 126 der A 48 bei Ransbach-Baumbach





Übergang auf freie Strecke mit Kopfbalken



Ende

**Einmündender Wirtschaftsweg
-> Anfangs- und Endkonstruktion,
da Absenkung nicht möglich**



**VIELEN DANK
FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT !**

LBM