



Spandauer Straße 25
57072 Siegen

Postfach 10 01 53
57001 Siegen

Telefon: (02 71) 5 30 38
Telefax: (02 71) 5 67 69



Stahlschutzplanken-Info 1/2010

Bemessungslasten für Absturzsicherungssysteme nach DIN-Fb 101

Kraftmessungen bei Schutzeinrichtungen für Brückenbauwerke

In den letzten Jahrzehnten wurden in Deutschland Brückenränder in der Regel mit einfachen Distanzschutzplanken ausgestattet, die mittels Fußplatten auf der Brückenkappe verankert werden. Prallt ein Fahrzeug bei einem Unfall auf die Schutzeinrichtung, scheren Sollbruchschrauben, mit denen der Pfosten auf der Fußplatte aufgeschraubt ist, ab, so dass sich das gesamte System von der Fußplatte lösen kann. Die maximal in das Bauwerk eingeleiteten Kräfte sind somit definiert über die Versagenslast der Verbindungsschrauben und im Vergleich zu modernen H2-Systemen relativ gering. Allerdings wirkt sich diese Funktionsweise negativ auf den Wirkungsbereich aus, der bei der EDSP auf Bauwerk recht groß ist. Der statische Nachweis für Lasten, die bei einem Anprall eines Fahrzeuges an die Schutzeinrichtung entstehen, konnte abhängig von der SLW-Brückenklasse relativ einfach geführt werden, da stets das gleiche System (EDSP/1.33 Bw) eingesetzt wurde.

Mit Einführung der RPS 2009 werden nun höhere Anforderungen an Schutzeinrichtungen auf Bauwerken gestellt. Durch die systemneutrale Beschreibung des erforderlichen Leistungsvermögens der Schutzeinrichtung können die unterschiedlichsten Konstruktionen hinsichtlich Art der Verankerung, Werkstoff, Funktionsweise usw. zum Einsatz kommen. Aus diesem Grund wurde es nun erforderlich, die Ausführung der Unterkonstruktion auf die zu erwartenden Lasten, die beim Anprall an die Schutzeinrichtung auftreten, abzustimmen. Es wäre fatal, wenn auf dem Bauwerk zwar ein hochwertiges System steht, das Fahrzeuge hervorragend umlenken kann, aber in der Praxis bei einem Fahrzeuganprall Schäden am Brückenbauwerk entstehen, im schlimmsten Fall sogar die Schutzeinrichtung mit dem Fahrzeug und der Unterkonstruktion abstürzt, weil die Brückenkonstruktion

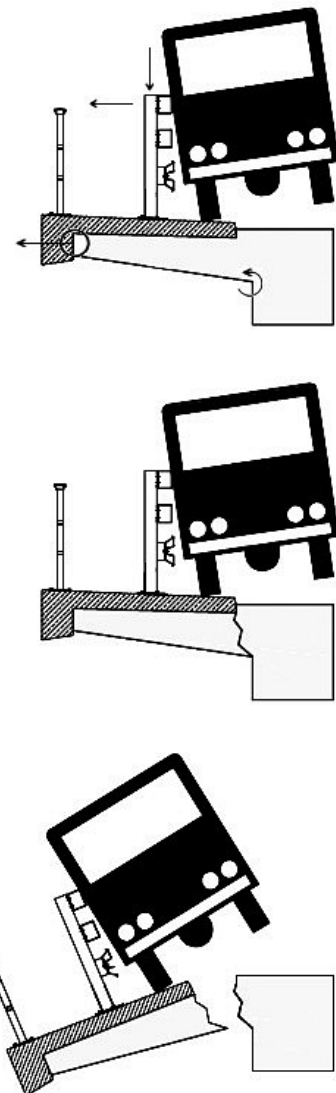


Bild 1: Versagen der Brückenkonstruktion

dem Anprall nicht standhalten kann. In den Einsatzempfehlungen der BAST für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (aktueller Stand: 11/2009) wird daher unter Bezug auf die RPS 2009, Abschnitt 3.5.1, gefordert, dass die während des Anprallvorgangs an eine Schutzeinrichtung gemessenen, in das Bauwerk eingeleiteten Kräfte bei der Auswahl einer geeigneten Schutzeinrichtung zu berücksichtigen sind.

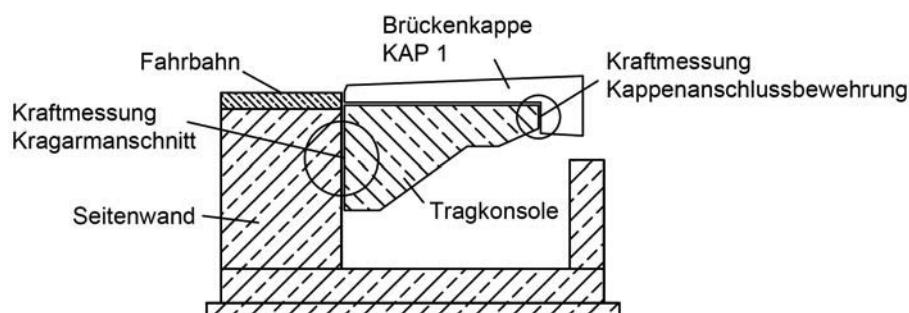


Bild 2: Messeinrichtung

Um die Krafteinleitung abschätzen zu können, werden bei Anprallprüfungen nach DIN EN 1317-2 an Bauwerksystemen Kraftmessungen durchgeführt. Zum einen wird die Kraft ermittelt, die zwischen Kappe und Kragarm auftritt (Kappenanschlussbewehrung), weitere Messungen dienen dazu, die Belastung im Kragarm selbst zu ermitteln.

Die Arbeitsgruppe RiZ-ING beabsichtigt in Kürze die Herausgabe einheitlicher Zeichnungen für Standardkappen, die eine erhöhte Anschlussbewehrung 2 x Ø14 im Abstand von 20 cm vorsehen, um sicher zu gehen, dass die Bewehrung für alle Systeme ausreichend dimensioniert ist, obwohl für die meisten Konstruktionen auch die bisherige Anschlussbewehrung von 2 x Ø12 / 40 cm gemäß RiZ vollkommen genügt, wie z.B. auch bei SUPER-RAIL Bw, SUPER-RAIL light Bw oder SUPER-RAIL Eco Bw. Bei Verwendung einer solchen Standardkappe wird dann immerhin ein individueller statischer Nachweis überflüssig und die Kappenausführung bleibt unabhängig von dem verwendeten Fahrzeug-Rückhaltesystem.

Lasteinwirkung durch Anprall an Fahrzeug-Rückhaltesysteme

Für die Dimensionierung des Kragarmes von Brückenbauwerken gelten Lastklassen, die im DIN-Fachbericht 101 „Einwirkungen auf Brücken“ (Ausgabe März 2009) geregelt sind. Auf der Grundlage der bei den Anprallprüfungen gemessenen Horizontalkräfte erfolgt nach Auswertung der Daten eine Einteilung der Fahrzeug-Rückhaltesysteme in die verschiedenen Lastklassen A bis D (siehe Tabelle 1). Das bedeutet, dass zukünftig neben den Angaben der erforderlichen Leistungsklasse der Schutzeinrichtung in Ausschreibungen ebenfalls die erforderliche Lastklasse angegeben werden muss.

Klasse	Horizontalkraft [kN]
A	100
B	200
C	400
D	600

Tabelle 1: Lastklassen nach DIN-Fachbericht 101, Kapitel IV, 4.7.3.3

Für die Bauwerksbemessung wird die Horizontallast über eine Länge von 0,5 m quer zur Fahrtrichtung angesetzt. Der Kraftangriffspunkt liegt 10 cm unter der Oberkante der Schutzeinrichtung, mindestens jedoch 1,0 m über der Fahrbahn bzw. dem Gehweg. Zusätzlich wird eine gleichzeitig mit der horizontalen Last wirkende vertikale Einzellast angesetzt. Nach DIN-Fachbericht 101 errechnet sich die Vertikallast aus der Achslast eines Doppelachsfahrzeugs. Da die Kraftmessungen jedoch gezeigt haben, dass die tatsächlich auftretenden Vertikallasten im Anprallfall von den rechnerischen Werten teilweise erheblich abweichen, wurde seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen ein weiterer Faktor f eingeführt. Ist die tatsächlich gemessene Kraft geringer als der nach DIN-Fachbericht errechnete Wert, beträgt der Faktor 1,0, so dass immer mindestens der theoretische Rechenwert nach DIN-Fachbericht 101 zu Grunde gelegt wird. Sind die tatsächlich gemessenen Werte dagegen höher, wird der Faktor entsprechend angepasst. Für die Bauwerksbemessung ist i.d.R. nicht die Horizontallast entscheidend, sondern die Vertikallast auf Grund der am Brückenkragarm erzeugten Biegemomente. Die Horizontallasten spielen dagegen nur eine untergeordnete Rolle, da die Brückenüberbauten bzw. -kragarme im Allgemeinen in der starken Achse beansprucht werden. Aus diesem Grund sollte neben der Lastklasse in Ausschreibungen auch immer der erforderliche Faktor f angegeben werden.

Die BAST hat eine vorläufige Einstufungsliste (Stand 30.10.2009) veröffentlicht, die in endgültiger Fassung Bestandteil der künftigen Einsatzfreigabeliste sein wird. In dieser Liste sind für einige Fahrzeug-Rückhaltesysteme die Lastklassen, sowie der Faktor f zur Anpassung der einwirkenden Vertikalkraft angegeben.

Lastannahmen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme bei Sanierung von bestehenden Brücken

Anders als bei Neubaumaßnahmen stellt sich bei dem in der Praxis weitaus häufigeren Fall von Erneuerungs- oder Nachrüstmaßnahmen von Fahrzeug-Rückhaltesystemen auf Bauwerken regelmäßig die Frage, ob einerseits der vorhandene Brückenkappenanschluss am Bauwerk, andererseits das Bauwerk selbst in der Lage ist, die erhöhten Anpralllasten der neuen Schutzeinrichtungen aufzunehmen. Für diesen Zweck kann es hilfreich sein, wenn man die genauen Lastwerte in Folge der bei Anprallprüfungen gemessenen Kräfte kennt, auch wenn diese jeweils nur aus einem einzelnen Anprallversuch bestimmt werden. Von einer charakteristischen Bemessungslast im Sinne einer statistischen Versuchswiederholung darf man hier also nicht ausgehen. Dennoch ist der Ansatz der tatsächlichen gemessenen Lasten oftmals die einzige Möglichkeit, auf vorhandenen Brücken Schutzeinrichtungen mit der erforderlichen Aufhaltstufe ohne aufwändige Sanierungsmaßnahmen an der Brückenkappe oder dem Brückenbauwerk nachzurüsten.

Beispiel: Eine EDSP auf einer Autobahnbrücke soll durch ein modernes H2-System ersetzt werden. Das Bauwerk ist in der Lage, Horizontallasten, die durch einen Fahrzeuganprall entstehen, bis zu 180 kN aufzunehmen. Setzt man die Lasten nach dem DIN-Fachbericht 101 an, wäre hier eine Schutzeinrichtung der Lastklasse A erforderlich. Momentan gibt es jedoch in Deutschland kein H2-Fahrzeug-Rückhaltesystem, welches die Anforderung der Lastklasse A erfüllt. Eine Nachrüstung mit einem modernen H2-System, wäre daher entweder nicht möglich, oder es müssten teure Sanierungsmaßnahmen am Brückenbauwerk vorgenommen werden. Aus Tabelle 2 kann man jedoch entnehmen, dass für manche Systeme die tatsächlichen, gemessenen Lasten deutlich unter dem im Beispiel geforderten Maximalwert von 180 kN

liegen. So wäre der Einsatz einer SUPER-RAIL light (120 kN) oder einer SUPER-RAIL Eco (140 kN) für diesen fiktiven Anwendungsfall durchaus möglich.

Die Problematik bei der Einteilung der Schutzeinrichtungen in Lastklassen nach DIN-Fachbericht 101 liegt darin, dass die Abstufung zwischen den Klassen in relativ grober Weise erfolgt. Die Lastklasse B bedeutet gegenüber Lastklasse A eine Verdopplung der Einwirkungen. Ebenso Lastklasse C gegenüber B. In Ergänzung der vorläufigen Einstufungsliste der BAST für Absturzsicherungssysteme sind in Tabelle 2 die Bauwerkssysteme aus der RAL-RG 620 mit den tatsächlich gemessenen horizontalen und vertikalen Lasten, sowie der Einstufung nach DIN-Fachbericht 101 und dem Faktor f aufgelistet. Der zusätzlich im DIN-Fachbericht geforderte Nachweis der lokalen Lasteinleitung erübrigt sich, wenn eine Kappe nach RiZ Kap 1 vorliegt, da hierfür der Nachweis durch die Anprallprüfung (Versuchsaufbau mit einer Brückenkappe nach RiZ Kap 1) direkt erbracht ist.

RAL-Systeme	Aufhaltestufe	Klasse nach DIN-FB 101, Kap. IV, 4.7.3.3	Faktor f [-]	Horizontallast H [kN]	Vertikallast V [kN]
SUPER-RAIL Eco Bw	H2	B	1,0	140	140
SUPER-RAIL light Bw	H2	B	1,0	120	160
SUPER-RAIL Bw	H2	B	1,0	200	180
SUPER-RAIL Plus Bw + Gel	H4b	C	1,2	210	220

Tabelle 2: Bemessungslasten für RAL-Systeme auf Bauwerk

Bauwerkssysteme nach RAL-RG 620

Mit den beiden neuen, leichten RAL-Systemen SUPER-RAIL Eco Bw und SUPER-RAIL light Bw stehen zwei leistungsfähige H2-Systeme zur Verfügung, die in der Lastklasse B eingestuft sind, wobei die für die Klasseneinstufung maßgebliche Horizontallast H zeigt, dass gegenüber der Klassenobergrenze von 200 kN noch erhebliche Sicherheitsreserven vorhanden sind. SUPER-RAIL Eco Bw bietet darüber hinaus auf Grund der geringen Anprallheftigkeitsstufe A einen optimalen Schutz für Fahrzeuginsassen. Auch SUPER-RAIL Bw zählt mit der Einstufung in die Lastklasse B und einem Faktor $f = 1,0$ zu den Systemen mit den geringsten Lasten, wie ein Vergleich mit der vorläufigen Einstufungsliste der BAST zeigt. In der höchsten Aufhaltstufe H4b sind nach der BAST-Liste alle verfügbaren Systeme in der Lastklasse C eingestuft. Die SUPER RAIL Plus Bw-Konstruktion befindet sich nach Auswertung der Messdaten ebenfalls in der Lastklasse C. Der für eine Einstufung in Klasse B erforderliche Wert von $H = 200$ kN wird jedoch nur geringfügig um 10 kN überschritten.

Bei Umrüstungen von einer EDSP/1.33 Bw auf eines der RAL-Bauwerkssysteme können evtl. vorhandene Fertigteilankerkörbe wieder verwendet werden. Verbundklebeanker dürfen dagegen nicht mehr genutzt werden, weil die Anker für die SUPER-RAIL-Systeme eine höhere Festigkeit aufweisen als Anker, die für eine EDSP eingesetzt wurden.