

Leistungsvermögen von Schutzeinrichtungen mit höherem und sehr hohem Aufhaltevermögen vergleichbar darstellen

Fahrzeug-Rückhaltesysteme (FRS) sind elementare Bestandteile der Straßenausstattung. Sie sind verantwortlich für die Verkehrssicherheit und haben in Abhängigkeit der Leistungseigenschaften und der System-Robustheit einen direkten Einfluss auf die Sicherheit und Verfügbarkeit unserer Straßen-Infrastruktur.

Der Anteil der insgesamt entlang unserer Straßen installierten FRS wird im Wesentlichen durch die nachfolgend aufgeführten FRS-Kategorien realisiert:

- a) Schutzeinrichtungen (SE)
- b) Anpralldämpfer (APD)
- c) Anfangs- und Endkonstruktionen (AEK)
- d) Übergangskonstruktionen (ÜK) und Übergangselemente (ÜE)

Der Anteil der Schutzeinrichtungen beträgt dabei nahezu 100 % der installierten Längen. Sie müssen bei den durchzuführenden Prüfungen und Zulassungen die Prüfkriterien der europäischen Norm EN 1317 (Teile 1 und 2) erfüllen. Das Aufhaltevermögen und die darin enthaltenden Aufhaltestufen von permanent installierten Schutzeinrichtungen definieren deren Leistungsfähigkeit. Bild 1 zeigt wesentliche Kriterien der EN 1317 zu den Anprallprüfungen von permanenten Schutzeinrichtungen.

Aufhaltevermögen und Aufhaltestufen definieren die Anprallenergie

Bild 1 zeigt die Unterschiede zwischen den drei Kategori-

Aufhaltevermögen	Aufhaltstufe	SE	ÜK	ÜE	Fahrzeug	ton	TB...	km/h	Grad
normales	N1					1,5	TB31	80	20
	N2	(D)	✓			1,5	TB32	110	20
höheres	H1	(D)	✓			10	TB42	70	15
	H2	(D)	✓			13	TB51	70	20
	H3	z.B. (A)				16	TB61	80	20
sehr hohes	H4a	z.B. (IRL)				30	TB71	65	20
	H4b	(D)	✓			38	TB81	65	20

... H-Stufe + TB32 ergibt L-Stufe (Bsp.: L2 = TB11+TB32+TB51)

Bild 1: Aufhaltevermögen, Aufhaltestufen und relevante Anprallkriterien von Fahrzeugen für permanente Schutzeinrichtungen gemäß EN 1317 (Quelle: GBG)

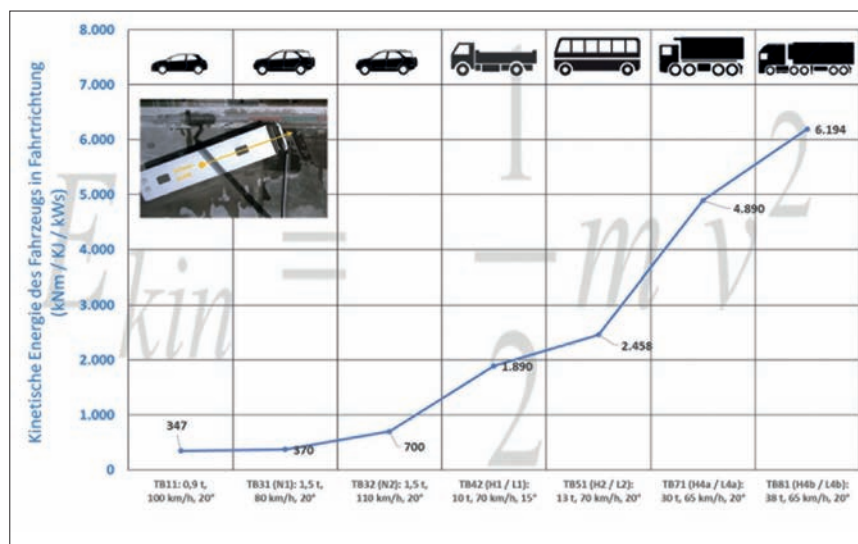


Bild 2: In Fahrtrichtung eines Fahrzeugs wirkender Teil der Bewegungsenergie unterschiedlicher Fahrzeugarten bei Fahrzeugprüfungen nach EN 1317 (Quelle: GBG)

Verfasser

Dipl.-Ing. Hermann Schievenbusch

Technischer Berater

info@guetegemeinschaft-betonschutzwand.de

Gütegemeinschaft Betonschutzwand & Gleitformbau e. V.
D-73760 Ostfildern
www.besser-beton.de

en beim Aufhaltevermögen: Normales Aufhaltevermögen wird ausschließlich durch Pkw-Anprallversuche definiert, das höhere Aufhaltevermögen beinhaltet Anprallversuche von Pkw und Lkw bzw. Bussen (Masse = 10–16 t) und das sehr hohe Aufhaltevermögen wird neben den Pkw im Wesentlichen durch Lkw mit sehr großen Fahrzeugmassen (30 bzw. 38 t) bestimmt.

Die Aufhaltestufen H4a (4-Achs Lkw, 30 t) und H4b (Sattelzug, 38 t) werden innerhalb der Schutzeinrichtungen nicht ohne Grund auch als „Königsklassen“ bezeichnet.

Bei einem Vergleich der Anprallenergien dieser verschiedenen Fahrzeugprüfungen spielen die Anprallparameter Geschwindigkeit, Anprallwinkel und Fahrzeugmasse eine primäre Rolle.

Bild 2 und 3 zeigen die Anprallenergien von verschiedenen Fahrzeugprüfungen nach EN 1317 in Bezug auf die Fahrtrichtung sowie senkrecht auf die Schutzeinrichtung.

Die Energieeinheiten Kilo-Newton-Meter, Kilo-Joule und Kilo-Watt-Sekunde sind im normalen Alltagsgebrauch nur theoretisch greifbar. Aus diesem Grund wird für den Vergleich der An-

prallenergien ein konkreter praktischer Ansatz aufgezeigt. Bild 4 zeigt die senkrecht auf Schutzeinrichtungen wirkenden Anprallenergien in Form der vergleichbaren Fallhöhen von Pkw mit einer Masse von 1,5 t für relevante Fahrzeugprüfungen nach EN 1317. Um die Anprallenergie eines TB32 in Höhe von 82 kNm/kJ/kWs mit diesem Ansatz zu erklären, müsste ein 1,5 t schwerer Pkw aus einer Höhe von 5,6 m „fallengelassen“ werden. Ein TB81 erfordert demgegenüber eine Fallhöhe von knapp 50 m.

Auf bundesdeutschen Straßen kommen für Schutzeinrichtungen mit sehr hohem Aufhaltevermögen nach den derzeit gültigen „Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme“ (RPS 2009) Schutzeinrichtungen der Kategorie H4b zum Einsatz. Im Zuge der Überarbeitung der RPS 2009 zeichnet sich ab, dass

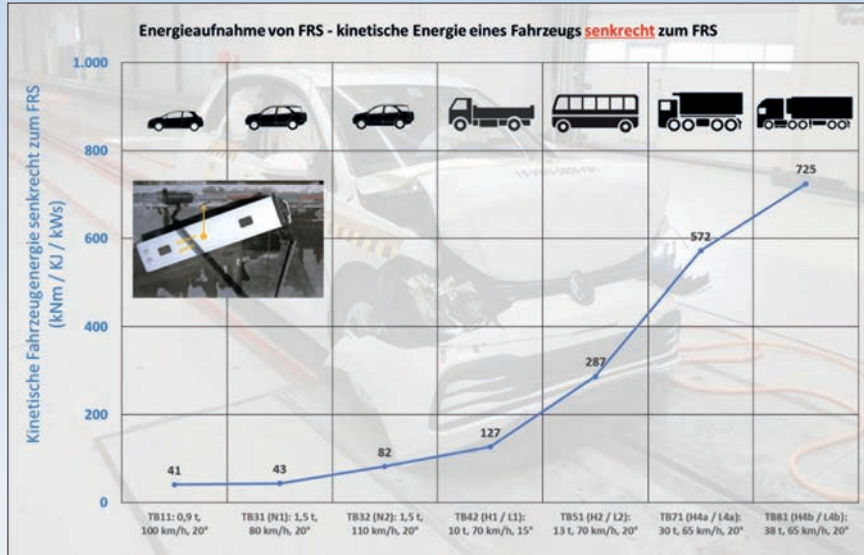


Bild 3: Senkrecht auf Schutzeinrichtungen einwirkende Anprallenergie bei Fahrzeugprüfungen nach EN 1317 im Vergleich (Quelle: GBG)

die jetzigen H-Klassen durch L-Klassen ersetzt werden sollen (siehe Bild 1 – zusätzliche Pkw Anprallprüfung TB32). Diese inhaltliche Neudefinition der Klassen ist sinnvoll, da die heutige Pkw-Population auf den Straßen seit langem nicht mehr durch Fahrzeuge mit einer Masse von

900 kg (TB11) repräsentiert wird. Für die neue Aufhaltestufe L4b bedeutet dies, dass neben dem TB11 und dem TB81 mit dem TB32 auch ein weiterer Pkw-Anprallversuch durchgeführt werden muss.

Für Schutzeinrichtungen in den Mittelstreifen von deutschen

Autobahnen ist gemäß der aktuellen RPS 2009 durchgehend die Aufhaltestufe H2 zu erfüllen. Weiterhin gilt, dass bei ausreichend verfügbarem Raum eine zweireihige Installation durchzuführen ist. Die RPS 2009 fordert zudem auch, Alt-Systeme ohne Zulassung im Bestand zu

Fahrzeurückhaltesysteme aus Stahl für alle geforderten Aufhaltestufen und Einsatzbereiche



VOLKMANN & ROSSBACH GmbH
Montabaur - Radeberg - Teublitz

+49 2602 1350 - info@volkmann-rossbach.de
www.volkmann-rossbach.de

VR
VOLKMANN & ROSSBACH GmbH

Leistungsvermögen von Schutzeinrichtungen

Wirkungsbereich und Fahrzeugeindringung von Schutzeinrichtungen stehen mit Blick auf die Anprallprüfungen von Schwerfahrzeugen (Bus und Lkw) in einer direkten Abhängigkeit zueinander. Die physikalische Grundregel lautet, der VI-Wert sollte mit zunehmender dynamischer Durchbiegung – i. d. R. entspricht das auch einem zunehmenden Wirkungsbereich – kleiner werden. Nur so kann Anprallenergie in Bewegungs- und/oder Verformungsenergie der Schutzeinrichtung transformiert werden. Bei der Analyse ist weiterhin zu beachten, dass die Leistungsdaten auch durch Systemhöhen beeinflusst werden.

Weisen Schutzeinrichtungen gleichzeitig mittlere oder große Wirkungsbereiche W und mittlere oder große Fahrzeugeindringungen VI auf, ist dies ein Indikator für eine insgesamt geringe Standfestigkeit bzw. Robustheit der Schutzeinrichtung. In Bild 7 sind die Werte W und VI der in Bild 5 aufgeführten H4b-Systeme (ohne Betonschutzwände (BSW) mit integrierten Lärmschutzwänden (LSW)) dargestellt.

Auf deutschen Autobahnen sind die im Mittelstreifen zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse oftmals auf Wirkungsbereiche $W_4 = 1,3$ m und klei-

Dm = Gemessene dynamische Durchbiegung (BSWO: i.d.R. = Horizontale Verschiebung der BSWO im Anprall)
D_N = Normalisierte dynamische Durchbiegung
Wm = Gemessener Wirkungsbereich (BSWO: I.d.R. = Dm + Systembreite der BSWO im Anprall)
W_N = Normalisierter Wirkungsbereich
VIm = Gemessene Fahrzeugeindringung (beim LKW gilt h = mind. 4,0 m Gesamthöhe; bei h < 4,0 m wird ein virtueller Aufbau steif über der Lade-Plattform bis h = 4,0 m hinzugefügt)
VI_N = Normalisierte Fahrzeugeindringung
D_N, W_N, VI_N = Anpassung von Dm, Wm und VIm mittels Formel aus EN 1317-2 (Berücksichtigung der Abweichung bei Masse, Geschwindigkeit und Winkel)

Klassen der normalisierten Stufen des Wirkungsbereichs W									
W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W _{max} > 3,5 m	
0,0-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0-1,3	1,3-1,7	1,7-2,1	2,1-2,5	2,5-3,5		

Klassen der normalisierten Stufen der Fahrzeugeindringung VI									
VI1	VI2	VI3	VI4	VI5	VI6	VI7	VI8	VI9	
0,0-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0-1,3	1,3-1,7	1,7-2,1	2,1-2,5	2,5-3,5	> 3,5	

Bild 6: Klassen der normalisierten Stufen für Wirkungsbereich W und Fahrzeugeindringung VI (Quelle: GBG)

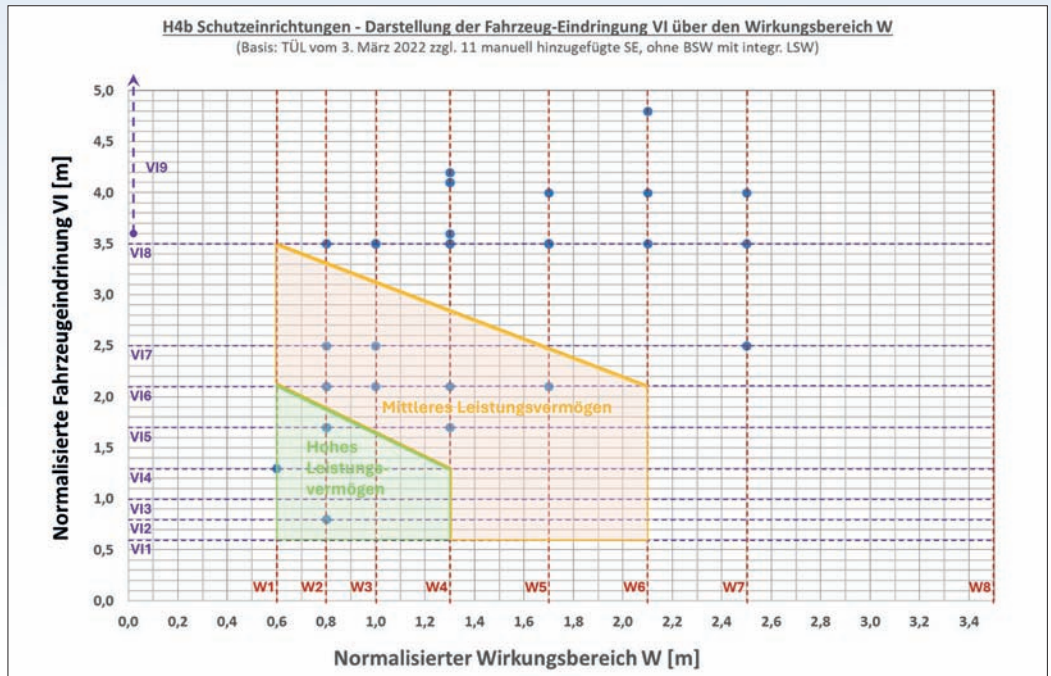


Bild 7: Leistungsvermögen von H4b-Schutzeinrichtungen (ohne Betonschutzwände mit integrierten Lärmschutzwänden) (Quelle: GBG)

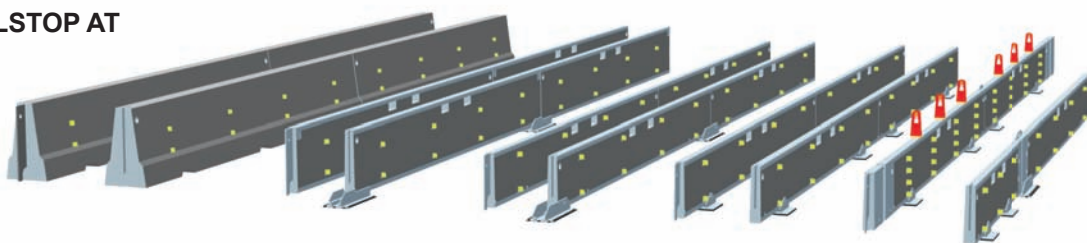
ner beschränkt. Bei geringerer Raumverfügbarkeit sind kleine VI-Werte nur durch robuste, standfeste Schutzeinrichtungen

realisierbar – das ideale System weist Leistungsdaten W1 mit einem VI1 auf. Eine derartige Kombination von Wirkungsbere-

ich und Fahrzeugeindringung wäre jedoch nur durch massive, sehr stark verankerte oder eingespannte Systeme mit sehr



System WALLSTOP AT



WALLSTOP – Ihr Partner für Qualität und Sicherheit im Straßenverkehr. | www.wallstop.de

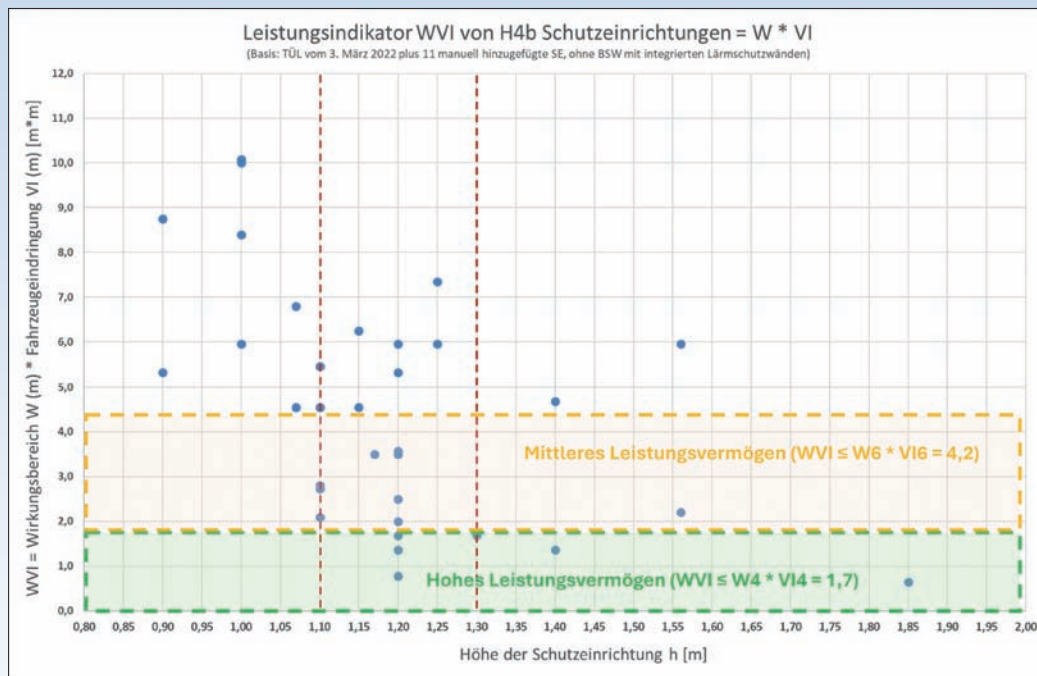


Bild 8: Leistungsvermögen von Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe H4b, Darstellung des Leistungsindikators WWI über die Systemhöhe h (Quelle: GBG)

großen Systemhöhen realisierbar. Für die Praxis entstehen jedoch bei sehr großen Systemhöhen zusätzliche Einflüsse, gerade mit Blick auf die optimale Balance zwischen Sicherheit und Wirtschaftlichkeit.

In Bild 7 ist gut erkennbar, dass eine große Anzahl von H4b-Systemen mit mittlerem und hohem Wirkungsbereich gleichzeitig hohe bis sehr hohe VI-Werte aufweisen. Dieses Verhalten widerspricht der Anforderung von sinkenden VI-Werten bei zunehmenden W-Werten. Um diesen Zusammenhang zu verdeutlichen, enthält Bild 7 eine neue Bewertung in Bezug auf das Leistungsvermögen. Der farblich grün dargestellte Bereich zwischen $W1-VI6$ und $W4-VI4$ zeigt Systeme mit hohem Leistungsvermögen, der orange markierte Bereich zwischen $W1-VI8$ und $W6-VI6$ Systeme mit mittlerem Leistungsvermögen.

Zur Einbindung der Systemhöhen in einen Vergleich von Schutzeinrichtungen wird im Folgenden ein kombinierter Kennwert „WWI“ aus Wirkungsbereich W und Fahrzeugeindringung VI gebildet und angewendet.

$$WWI = \text{Wirkungsbereich } W \cdot \text{Fahrzeugeindringung } VI$$

In Bild 8 wird dieser Kennwert für die in Bild 5 aufgeführten H4b-Schutzeinrichtungen (ohne BSW-LSW) über die Systemhöhe dargestellt.

Das Einbeziehen der Systemhöhe ermöglicht eine gleichzeitige Bewertung der Wirkungsbereiche W , Fahrzeugeindringungen VI und Systemhöhen h . Im Diagramm ist erkennbar, dass eine Großzahl der H4b-Systeme eine Höhe von 1,10 bis 1,30 m aufweisen. Nur zwei Systeme weisen eine Systemhöhe von 90 cm auf, bei einem Ausschluss von $VI9$ -Systemen würde nur noch eine Schutzeinrichtung mit einer Systemhöhe von 0,9 m übrigbleiben.

Zusammenfassung und Fazit

H4b-Schutzeinrichtungen werden eingesetzt, wenn Schwerverfahrzeuge (38-t-Sattelschlepper) bei einem Anprall an die Schutzeinrichtung aufgehalten und wieder sicher auf die Fahrbahn zurückgeleitet werden müssen – ein Fahrzeugdurchbruch soll verhindert werden.

Das Leistungsvermögen von H4b-Schutzeinrichtungen ist von mehreren Faktoren abhängig. Die wesentlichen Parameter sind der Wirkungsbereich W , die Fahrzeugeindringung VI , die Systemhöhe h und mit Blick auf die Reparaturanfälligkeit im Betrieb die dynamische Durchbiegung D_{dyn} . Um eine objektive Bewertung durchführen zu können, ist es erforderlich, möglichst alle relevanten Parameter in einer gemeinsamen Übersicht darzustellen.

Die gewählte Darstellungsart der drei relevanten Leistungskriterien Wirkungsbereich W , Fahrzeugeindringung VI und Systemhöhe h ermöglicht erstmals eine umfassende, kombinierte Betrachtung und Bewertung des Leistungsvermögens von H4b-Schutzeinrichtungen. Die Diagramme veranschaulichen – unter anderem durch die gewählte Achsenskalierung – die Unterschiede in den Stufenbreiten der W - und VI -Klassen sowie die Unterschiede im Leistungsvermögen der dargestellten Schutzeinrichtungen sehr deutlich. Sie stellen eine objektive Grundlage für die Bewertung des Leistungsvermögens von H4b-Schutzeinrichtungen dar.

Mit Blick auf die zu erwartenden

de Reparaturanfälligkeit bzw. Reparaturhäufigkeit von H4b-Schutzeinrichtungen nach einem Fahrzeuganprall in der Betriebsphase ist die Darstellung des Leistungsindikators „WWI“ über die dynamische Durchbiegung eine geeignete Grundlage (aus Platzgründen nicht in diesem Bericht enthalten). Dabei sollten alle durchgeführten Fahrzeugprüfungen in Diagrammform dargestellt werden, um somit auch die Unterschiede in den einzelnen Fahrzeugkategorien (Pkw 900 kg, Pkw 1.500 kg, Bus 13 t, Sattelzug 38 t) aufzuzeigen. Bei allen H4b-Betonschutzwänden kann davon ausgegangen werden, dass sämtliche Pkw-Fahrzeuganpralle in der Betriebszeit keine dynamische Durchbiegung generieren und auch keine sonstigen Reparaturen nach sich ziehen. Es gibt zudem H4b-Betonschutzwände, welche einen Busanprall ohne dynamische Durchbiegung und ohne sonstige Beschädigung überstehen. Für den Reparaturaufwand im Betrieb entspricht das dem Ideal einer Schutzeinrichtung.

Die Diagramme zeigen weiterhin deutlich, dass das Leistungsvermögen von H4b-Schutzeinrichtungen mit zunehmenden Wirkungsbereichen W und zunehmenden Fahrzeugeindringungen VI sinkt – gleichzeitig sinken in Folge auch die verbleibenden System-Restsicherheiten. Die Vorgehensweise ist grundsätzlich übertragbar auf alle anderen Aufhaltestufen.

Elementar für eine Übertragbarkeit von anprallgeprüften Leistungsdaten von H4b-Schutzeinrichtungen sind gleichwertige Randbedingungen bei jeder Praxisinstallation. Hierzu gehört an erster Stelle die Sicherstellung des erforderlichen Wirkungsbereichs. Ohne diesen ist die Schutzeinrichtung nicht in der Lage, ein H4b-Aufhaltevermögen zu leisten.

Leistungsstarke Betonschutzwände bieten für die aufgeführten Anforderungen sichere, raumsparende, reparaturarme und damit nachhaltige Lösungen.