



Mit zunehmender Verkehrsdichte gewinnen Fragen der aktiven Verkehrssicherheit und passiver Schutzsysteme zur Verringerung der Unfallschwere mehr und mehr an Bedeutung. Insbesondere folgenschwere LKW-Unfälle auf stark belasteten Strecken führen zu Forderungen nach größerer Durchbruchssicherheit am äußeren Fahrbahnrand oder im Mittelstreifen zum Schutz unbeteiligter Dritter. Moderne Betonschutzwände bieten hier nicht nur ein dauerhaft hohes Schutzniveau, sondern zeichnen sich auch durch einen geringen Aufwand bei der baulichen Unterhaltung aus. Die am häufigsten auftretenden leichten Anprallereignisse durch PKW-Anfahrten verlaufen meist ohne größere Schäden am Fahrzeug und i.d.R. ohne Schäden am Schutzsystem. Dies führt zu einem geringen Reparaturaufwand am Rückhaltesystem, weniger Verkehrsstörungen sowie zu einem verringerten Unfallrisiko durch Tagesbaustellen. Passive Rückhaltesysteme werden in Leistungsklassen nach DIN EN 1317 eingestuft und sowohl stationär als auch zur temporären Sicherung von Arbeitsstellen eingesetzt.

### 1 Wirkungsweise von Betonschutzwänden

Betonschutzwände (BSW) aus Ortbeton oder Betonschutzwand-Fertigteile (BSWF) werden mit einseitigem oder doppelseitigem Profil hergestellt. Als passive Fahrzeugrückhaltesysteme werden sie bevorzugt in Bereichen angeordnet, in denen das Abkommen von Kraftfahrzeugen von der Fahrbahn zu schweren Unfällen führen würde oder wo ein besonderer Schutz Dritten (Personen oder Bauteilen) gegenüber erforderlich ist. Betonschutzwände lenken aufgrund ihres speziellen Querschnittsprofils anprallende Fahrzeuge parallel zur Schutzwand um und leiten sie an der Wand entlang (Bild 1). Der leicht abgeschrägte Fußbereich lässt die Fahrzeuge etwas auffahren, bevor die Richtungs-umlenkung erzwungen wird. Dadurch kommt es bei leichten PKW-Anfahrten im flachen Winkel vielfach nicht einmal zu Berührungen der Karosserie mit der Schutzwand, so dass Schäden am Fahrzeug minimal sind [1].



Bild 1: PKW-Anfahrt an eine Betonschutzwand

Übliche Querschnittsprofile geprüfter Systeme sind das New-Jersey-Profil und das Step-Profil (Tafel 1). Beide Profile werden in unterschiedlichen Höhen und Breiten hergestellt und erreichen dadurch verschiedene Leistungsklassen. Das New-Jersey-Profil ist das Ergebnis einer in den USA nach jahrzehntelangen Erfahrungen mit Betonschutzwänden optimierten Querschnittsform. Das Step-Profil ist dagegen eine Neuentwicklung aus den Niederlanden mit dem Ziel, das „Aufsteigen“ des Fahrzeugs bei einer Anfahrt und somit die Neigung zu einem Überschlag speziell für PKW geringer zu halten.

Tafel 1: Profile und Abmessungen von Betonschutzwänden

Profil	New-Jersey				Step		
	einseitig		doppelseitig		doppelseitig		
Profil							
Bauhöhe [cm]	81	115	81	100 <sup>*)</sup>	115	90	110
Aufstellbreite [cm]	47	54	61	70 <sup>*)</sup>	68	54	60

<sup>\*)</sup> nur Betonschutzwand-Fertigteile

Für die Verkehrssicherheit ergibt sich beim Einsatz von Betonschutzwänden eine Reihe von Vorteilen:

- hohe Sicherheit gegenüber LKW-Durchbrüchen in den Gegenverkehr (das Durchbruchrisiko ist für LKW ca. 15-mal höher als für PKW [1])
- Absturzsicherung an gefährlichen Stellen auch für LKW
- keine Unterfahrung möglich (geringes Verletzungsrisiko bei Motorradunfällen [2])
- wirksamer Blendschutz
- gute Leitfunktion, hohe Lichtreflexion
- durch geringen Reparatur-/Unterhaltungsaufwand wenig Tagesbaustellen (Verminderung des Stau- und Unfallrisikos)
- hohe Lebensdauer

### 2 Technische Regelwerke

Eine Übersicht über alle technischen Regelwerke für die Herstellung, Planung und den Einsatz von Betonschutzwänden zeigt Tafel 2.

### 3 Auswahl und Leistungsklassen von Schutzsystemen

Alle Schutzsysteme für den Einsatz an Straßen müssen nach DIN EN 1317 geprüft und in Leistungsklassen eingestuft

**Tafel 2: Regelwerke für Betonschutzwände**

Planung (Prüfung / Systemauswahl)	DIN EN 1317-1	Rückhaltesysteme an Straßen Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren, 1998
	DIN EN 1317-2	Rückhaltesysteme an Straßen Teil 2: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen, 1998
	prEN 1317-4	Rückhaltesysteme an Straßen Teil 3: Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Anfangs-, Endkonstruktionen und Übergänge von Schutzeinrichtungen (Vornorm April 2002, in Bearbeitung)
	prEN 1317-5	Rückhaltesysteme an Straßen Teil 5: Dauerhaftigkeit, Konformitätsverfahren und -bescheinigung (Entwurf September 1998)
Planung (stationär)	RPS 89	Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen, Ausgabe 1989
	RPS Ergänzung	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 17/1996: Ergänzungen zu RPS 89, Juni 1996
	Neuentwurf der RPS	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme, Entwurf bisher nicht veröffentlicht
	RiStWag	Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, 2002
	RAS-Q	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 28/1996 : Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte, 1996
	RIZ Kap. 11	Richtzeichnung Kap. 11, Außenkappe mit Betonschutzwand, BMV, Mai 1995
Herstellung / Planung / Ausführung	DIN EN 206-1 DIN 1045-2	Beton – Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Juli 2001 DIN 1045-2: Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1, Juli 2001
	ZTV-PS 98	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen, 1998
	TL-BSWF 96	Technische Lieferbedingungen für Betonschutzwand-Fertigteile, 1996
Planung / Ausführung (temporär – Arbeitsstellen)	ZTV-SA 97	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Sicherungsarbeiten an Arbeitsstellen an Straßen, 1997
	ZTV-SA 97 Änderung	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 18/1999: Änderungen zu ZTV-SA 97, 1999
	RSA	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, 1996
	TL-Leitelemente 97	Technische Lieferbedingungen für bauliche Leitelemente, 1997
	TL-Transportable Schutzeinrichtungen 97	Technische Lieferbedingungen für transportable Schutzeinrichtungen, 1997
	TL-Transportable Schutzeinrichtungen 97 – Ergänzung	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/1999: Ergänzungen zu den Technischen Lieferbedingungen für transportable Schutzeinrichtungen, 1999
	MVAS 99	Merkblatt über Rahmenbedingungen für erforderliche Fachkenntnisse zur Verkehrssicherung von Arbeitsstellen an Straßen, 1999

werden. Die Prüfung besteht aus einem oder mehreren PKW- bzw. LKW-Anfahrversuchen. In Tafel 3 sind die wesentlichen Prüfparameter für den Nachweis einer Aufhaltestufe nach DIN EN 1317 Teil 2 zusammengefasst. Ziel ist es, einen Durchbruchschutz für eine bestimmte Fahrzeuggewichtsklasse zu erreichen bzw. ein Überfahren des Schutzsystems sicher zu verhindern.

Das Schutzsystem darf dabei nicht vollständig durchbrochen werden. Das mit einem festgelegten Anfahrwinkel anprallende Fahrzeug muss in Fahrtrichtung zurückgeleitet werden und aufrecht in einem bestimmten seitlichen Abstand vom Rückhaltesystem stehen bleiben. Teile des Rückhaltesystems dürfen nicht in den Fahrzeuginnenraum eindringen.

Nach bestandener Prüfung werden die jeweiligen Leistungsklassen der Aufhaltestufe, des Wirkungsbereichs und der Anprallheftigkeitsstufe ermittelt und im Prüfbericht festgehalten. Die mögliche Spannweite aller Klassen dieser drei Leistungskriterien sind in DIN EN 1317 Teil 2 festgelegt und in den Tafeln 3, 4 und 5 aufgeführt.

Die planerische Auswahl und der Vergleich von Schutzsystemen werden anhand der Leistungsklassen vorgenommen. In dem sich zurzeit im Entwurf befindlichen Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS-Neuentwurf) wird für bestimmte bauliche und verkehrsabhängige Randbedingungen die Höhe der einzuhaltenden Aufhaltestufe systemunabhängig vorgegeben werden.

In der augenblicklich noch gültigen RPS 89 sind nur Anforderungen an Bauweisen beschrieben und noch keine Aufhaltestufen genannt (Ausnahme: H1 für Betonfertigteile auf Mittelstreifenüberfahrten, s. RPS-Ergänzung 1996). In Tafel 6 ist ein

**Tafel 3: Aufhaltestufen nach DIN EN 1317-2**

Einsatzbereich	Beschreibung	Aufhaltestufe	Anprallgeschwindigkeit V [km/h]	Anprallwinkel [°]	Gesamtmasse Fahrzeug [kg]
Arbeitsstellen	<b>vorübergehende Schutzeinrichtungen</b>	T1	80	8	1300
		T2	80	15	1300
		T3	70	8	10000 (LKW)
			80		1300
stationärer Einbau	<b>normales Aufhaltevermögen</b>	N1	80	20	1500
			110		1500
		N2	100		900
			100		900
	<b>höheres Aufhaltevermögen</b>	H1	70	20	10000
			100		900
		H2	70		13000 (Bus)
			100		900
		H3	80		16000
			100		900
	<b>sehr hohes Aufhaltevermögen</b>	H4a	65	20	30000
			100		900
		H4b	65		38000
			100		900

Anmerkung: Vorübergehende Schutzeinrichtungen können auch für höheres Aufhaltevermögen geprüft werden.

**Tafel 4: Wirkungsbereiche nach DIN EN 1317-2**

Klassen des Wirkungsbereichs	Stufen des Wirkungsbereichs [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Anmerkung: Die dynamische Durchbiegung und der Wirkungsbereich ermöglichen die Bestimmung der Aufstellbedingungen für jede Schutzeinrichtung sowie die Bestimmung der Abstände, die vor Hindernissen zu berücksichtigen sind, damit das System die Anforderungen erfüllen kann.

**Tafel 5: Anprallheftigkeitsstufen nach DIN EN 1317-2**

Anprallheftigkeitsstufe	Kennwerte		
	A	$ASI \leq 1,0$	und
B	$ASI \leq 1,4$		

Anmerkung: An besonders gefährlichen Stellen, an denen das Aufhalten eines von der Fahrbahn abkommenden Fahrzeugs (z.B. eines schweren LKW bzw. Schwertransporters) von vorrangiger Bedeutung ist, kann die Wahl und Errichtung eines Fahrzeug-Rückhaltesystems ohne spezielle Anprallheftigkeitsstufe erforderlich sein.

Begriffe: ASI = Schwere der Beschleunigung im Fahrzeuginnern (Acceleration Severity Index)

THIV = Anprallgeschwindigkeit des Kopfes (Theoretical Head Impact Velocity)

PHD = Kopfverzögerung nach Anprall (Post Head Deceleration)

beispielhafter Ausblick dargestellt, welche Aufhaltestufen in der neuen RPS diskutiert werden. Die Verwendung von Leistungsklassen in der Planung gestattet eine systemunabhängige und produktneutrale Ausschreibung des Schutzsystems.

Der Nachweis einer Aufhaltstufe erfolgt ab der Klasse T3 aufwärts mit zwei Anfahrversuchen. Neben dem eigentlichen Nachweis der höchsten Rückhaltstufe (z.B. mit einem 38-t-Sattelzug) wird mit einem PKW (0,9 t) überprüft, ob das Erreichen dieser Stufe auch mit der Sicherheit für ein leichtes Fahrzeug vereinbar ist. Für jede der Aufhaltstufen bis hin zu H4b gibt es erfolgreich geprüfte Betonschutzwandsysteme aus Ortbeton und Betonfertigteilen.

In Deutschland werden nur die Aufhaltstufen T1, T2, T3, N2, H1 und H2 in Regelwerken verlangt. Die Stufe H4b wird

bei Anforderungen an sehr hohe Durchbruchssicherheit gefordert. Im europäischen Ausland sind dagegen auch andere Aufhaltstufen üblich.

Der einzuhaltende Wirkungsbereich eines Schutzsystems richtet sich nach dem zur Verfügung stehenden Platzbedarf. Die maximale Verformung des Rückhaltesystems bei den Anprallprüfungen wird als seitliche dynamische Durchbiegung (Querverschiebung) gemessen.

Aus dem Abstand zwischen der dem Verkehr zugewandten Seite (vor Anprall) und der maximal verschobenen Position der Systemrückseite wird der Wirkungsbereich bestimmt und einer Klasse nach Tafel 4 zugeordnet (vereinfacht: Addition von Querverschiebung + Breite des Schutzsystems). Die Klasse des Wirkungsbereichs bildet die Planungsgrundlage zur Erfassung des erforderlichen freien Platzbedarfs (z.B. Streifenbreite 1,30 m bei W4) des jeweiligen Schutzsystems.

Der Wirkungsbereich soll frei von Hindernissen sein, um die Funktionsfähigkeit des Schutzsystems sicherzustellen. Andernfalls müssen Systeme mit einem geringeren Wirkungsbereich gewählt werden.

Die Anprallheftigkeitsstufe (Tafel 5) dient zur theoretischen Abschätzung der körperlichen Beanspruchung bzw. der Verletzungsschwere der Insassen. Die Stufe B führt zu einer höheren Beanspruchung als die Stufe A. Geprüft wird die Anprallheftigkeit grundsätzlich mit einem 900 kg schweren PKW. Der ASI-Wert als wesentliche Beurteilungsgröße ist ein Maß für die Anprallheftigkeit des Fahrzeugs (Größe der Beschleunigung) und die daraus rechnerisch abgeleitete Insassenbelastung.

## 4 Planung von BSW-Schutzeinrichtungen

### Stationärer Einsatz

Da die neue Richtlinie für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS-Neuentwurf), die in den Planungsvorgaben auf DIN EN 1317 Bezug nehmen wird, noch nicht fertig gestellt ist, fehlen momentan Vorgaben hinsichtlich der auszuwählenden Leistungsklasse des Schutzsystems. Grundlage für die Prüfung der Notwendigkeit von passiven Schutzsystemen ist nach wie vor noch die RPS 89 einschließlich der Ergänzung von 1996. Hierin werden Empfehlungen für den konstruktiven Aufbau und die bauliche Anordnung von Betonschutzwänden gegeben; es werden jedoch noch keine Leistungsklassen gefordert. In dieser Regelungslücke bietet die Tafel 6 eine Orientierungshilfe für den Planenden. Typische Einsatzgebiete von Betonschutzwänden sind in Tafel 7 zusammengestellt.

**Tafel 6: Diskutierte Aufhaltstufen im derzeitigen Bearbeitungsstand des RPS-Neuentwurfs**

Beispiele für Aufhaltstufen gemäß Neuentwurf der RPS			
Einsatzkriterien für Schutzeinrichtung			geforderte Aufhaltstufen nach Bearbeitungsstand 2003
Mittelstreifen zweibahniger Straßen	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$		H2
Mittelstreifen zweibahniger Straßen, DTV (Schwerverkehr) > 3 000 LKW/24 h	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$	in Bereichen mit erhöhter Abkommenswahrscheinlichkeit	H4b
Trennstreifen zweibahniger Straßen	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$		H1
Trennstreifen zweibahniger Straßen, DTV (Schwerverkehr) > 3 000 LKW/24 h	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$	in Bereichen mit besonderer Gefährdung Dritter	H2
äußerer Fahrbahnrand einsturzgefährdete Bauwerke	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$	DTV (Schwerverkehr) $\leq 3 000 \text{ LKW/24 h}$	H1 <sup>1)</sup>
		DTV (Schwerverkehr) > 3 000 LKW/24 h	H2 <sup>2)</sup>
äußerer Fahrbahnrand: Böschung $n > 1:3$	$V_{zul} > 100 \text{ km/h}$		N2
äußerer Fahrbahnrand: Lärmschutzwand	$V_{zul} > 50 \text{ km/h}$		N2

<sup>1)</sup> in Bereichen mit erhöhter Abkommenswahrscheinlichkeit und mit besonderer Gefährdung Dritter H2

<sup>2)</sup> in Bereichen mit erhöhter Abkommenswahrscheinlichkeit und mit besonderer Gefährdung Dritter H4b

**Tafel 7: Typische Anwendungsbereiche von Betonschutzwänden**

<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mittelstreifen von Autobahnen (z.B. H2; bei Autobahnen mit sehr hohem Schwerverkehrsanteil H4b sinnvoll) bzw. Trennstreifen hoch belasteter Straßen</li> <li><input type="checkbox"/> Schutzbedürftige Bauteile mit geringem Abstand zur Fahrbahn (z.B. Brückenpfeiler, Lärmschutzwände, Schilderbrücken, Tunneleinfahrten/-wände, Trogbauwerke, Bäume, Masten, Notrufsäulen etc.)</li> <li><input type="checkbox"/> Bereiche erhöhter Abkommenswahrscheinlichkeit (Unfallschwerpunkte)</li> <li><input type="checkbox"/> Absturzsicherung (Brückenkappen, Dämme, höhenversetzte gegenläufige Fahrbahnen, Schutz naher Gebäude und Personenverkehr an Absturzstellen)</li> <li><input type="checkbox"/> Gewässer, Wasserschutzgebiete (z.B. H2)</li> <li><input type="checkbox"/> Straßen direkt neben Schienenwegen</li> <li><input type="checkbox"/> Hochwasserschutz</li> </ul>
--

**Tafel 8: Abstände A1 und A2 am äußeren Fahrbahnrand nach RPS 89**

zweibahnige Straßen			
Linienführung	Neigung des Seitenraums	Abstand [m]	
		A1	A2
Gerade Außenkurve R > 1500 m Innenkurve	gering	10	6
	mittel	12	8
	stark	14	10
Außenkurve R < 1500 m	gering	12	10
	mittel	14	12
	stark	16	14
einbahnige Straßen			
Linienführung	Neigung des Seitenraums	Abstand [m]	
		A1	A2
Gerade Außenkurve R > 500 m Innenkurve	gering	7,5	4,5
	mittel	9	6
	stark	12	8
Außenkurve R < 500 m	gering	12	10
	mittel	14	12
	stark	16	14

Anhand der Straßenlinienführung, eventueller Hindernisse am Fahrbahnrand und der Verkehrssituation wird geprüft, ob ein passives Schutzsystem erforderlich ist. Für den äußeren Fahrbahnrand wird zunächst der notwendige Abstand A1 (besondere Gefährdung Dritter bzw. besonders schwere Unfallfolgen) und A2 (Absturz oder Anprall an Hindernisse) ermittelt, der im Falle



**Bild 2: Betonschutzwand im Mittelstreifen**

**Tafel 9: Einsatzkriterien von passiven Schutzeinrichtungen nach RPS 89**

Beschaffenheit Seitenraum Art der Gefahr	Einsatzkriterien			
	Straße		V <sub>zul</sub> [km/h]	Abstand
	zweibahnig	einbahnig		
Wasserschutzgebiet	grundsätzlich		-	-
Fahrbahnrand auf Brücken			-	-
einsturzgefährdete Bauwerke, Schilderbrücken			> 50	A1
Lärmschutzwände			> 60	A1
Schienenwege			> 60	A1
Mittelstreifen, Trennstreifen			> 70	s. RPS 89 Tab. 8
andere Verkehrsflächen, Haltestellen, zu schützende Bereiche			> 70	A1
Gewässer mit > 1 m Wassertiefe, Wildwasser	grundsätzlich	nach Unfallsituation bzw. Abkommenswahrscheinlichkeit	> 70	A2
Bäume, Masten, Notrufsäulen			> 70	A2
Schilderpfosten (Ø > 76 mm)			> 70	A2
Wände, Spundwände, Gebäude			> 70	A2
abfallende Böschung, Neigung n > 1:3			> 70	A2
aufsteigende Böschung, Neigung n > 1:3			> 70	A2
			> 70	A2

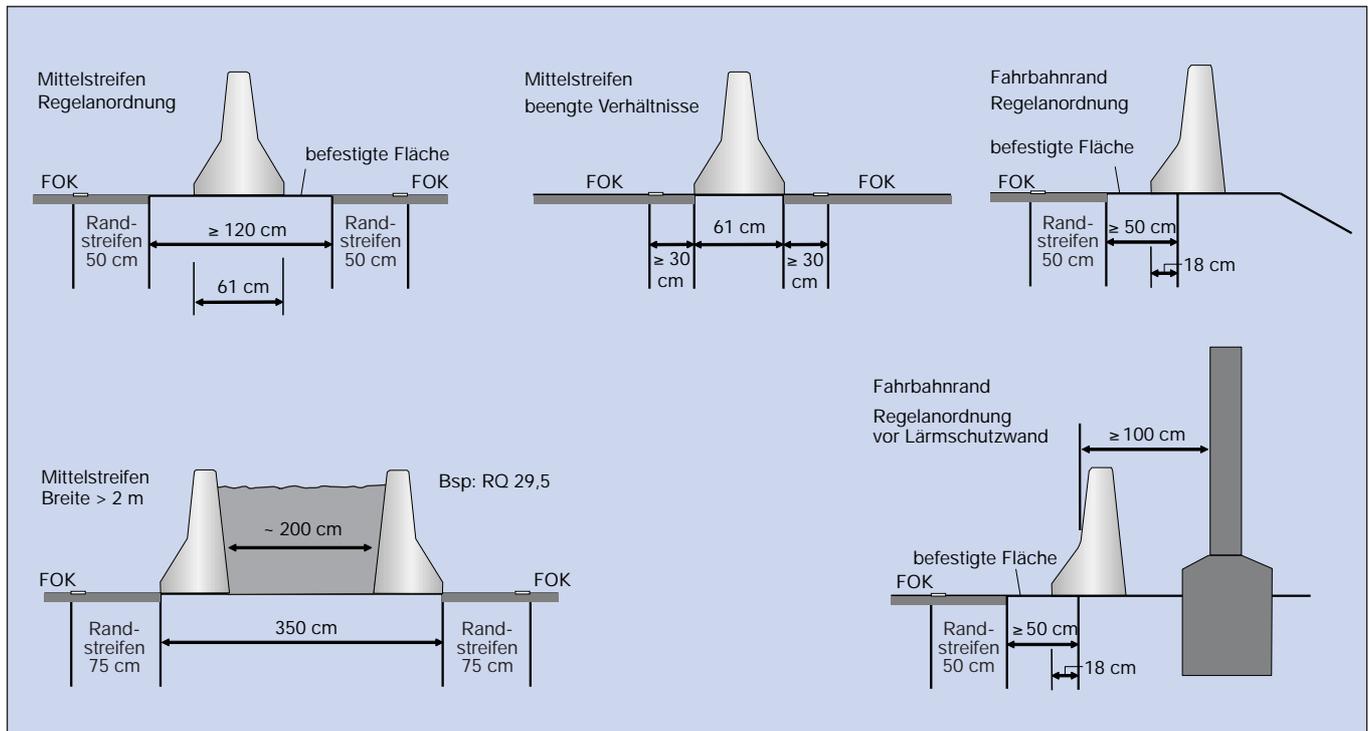
eines Abkommens von der Fahrbahn ohne Hindernisse zur Verfügung stehen sollte (Tafel 8). Befinden sich innerhalb dieses seitlichen Abstandes Hindernisse nach Tafel 9, müssen Schutzsysteme angeordnet werden. Darüber hinaus können Schutzsysteme in Bereichen erhöhter Abkommenswahrscheinlichkeit notwendig werden. Dies sind

- unerwartete „Unstetigkeiten“ der Straße, z.B. Einengungen, enge Kurven, starkes Gefälle,
- ungewöhnliche äußere Einflüsse, z.B. Seitenwind,
- hohe Verkehrsdichten (DTV ≥ 5000 Kfz/24 h).

Der Planer hat nach den RPS die Möglichkeit, je nach Unfallsituation in diesen Bereichen auch bei niedrigen Geschwindigkeiten Schutzsysteme vorzugeben.

Über die Tafel 9 hinaus nennt die RPS als wesentliche Anwendungsgebiete schmale Mittelstreifen und Trennstreifen (Bild 2). Insbesondere wenn durch hohe Verkehrsbelastungen (z.B. bei vierstreifigen Straßen mit DTV ≥ 30000 Kfz/24 h) Instandhaltungsarbeiten an Stahlschutzplanken zu unvermeidbaren Verkehrsbehinderungen führen, ist ein Einsatz von wartungsarmen Betonschutzwänden sinnvoll. Auf sehr schmalen Mittelstreifen lässt sich der Fuß der BSW in einem Abstand von 30 cm zur Fahrstreifenmarkierung aufstellen. Die Regelanordnungen sowie die Anordnungen der BSW bei beengten Verhältnissen [RPS 89/RPS Ergänzung] sind in Bild 3 dargestellt.

Am äußeren Fahrbahnrand kommen nach RPS 89 Betonschutzwände vor Hindernissen mit geringer zur Verfügung stehenden Wirkungsbereichen sowie in Wasserschutzgebieten (Zone II) zur Anwendung. Als geringer Abstand wird ein Maß von < 1,5 m genannt. Bevorzugte Einsatzbereiche von Betonschutzwänden sind Stellen, an denen durch das Abkommen von Fahrzeugen besondere Gefahren ausgehen (z.B. schutzwürdige Anlagen und Bauwerke, stark belastete parallele Verkehrswege), sowie potenzielle Absturzstellen. In Wasserschutzgebieten ist gemäß RiStWag die Abdichtung der Fahrbahnränder mit einer



**Bild 3: Regelanordnungen von BSW nach RPS 89 und RPS Ergänzung 1996**

H2-Betonschutzwand ohne weitere bauliche Maßnahmen zugelassen.

In der Praxis sehr gut bewährt hat sich die Kombination von Lärmschutzwand (LSW) und davor angeordneter Betonschutzwand (Bilder 3 und 4), die einerseits zu einer hohen Verkehrssicherheit führt und die LSW vor Beschädigungen schützt, andererseits die regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten (Grünpflege) erheblich verringert. Der Abstand zwischen Vorderseite BSW und Lärmschutzwand muss  $\geq 1$  m betragen.

In den zukünftigen RPS werden keine Bauweisen mehr vorgegeben, sondern systemunabhängige Leistungsklassen festgelegt. Damit sind Betonschutzwände an allen Stellen einsetzbar, für die ein Rückhaltesystem notwendig wird.

### Betonschutzwände auf Brückenkappen

Betonschutzwände können auf Brückenkappen als hochwirksame Absturzsicherung eingesetzt werden. In den Richtzeichnungen für den Brückenbau, Kapitel 11 (RIZ Kap. 11; Außenkappe mit Betonschutzwand, Mai 1995, s. Tafel 2) ist eine Musterlösung für die bauliche Anordnung dargestellt. Aufgrund der Neigung der Kappen und der dynamischen Belastungen der Brücke müssen Ortbetonschutzwände mit Dübeln  $\varnothing 16$  mm (mit Kunststoffhaube als Verbundanker) alle 2 m gegen Abwanderung in der Lage gesichert werden. Die Dübel wirken als Querkraftdübel zwischen Kappe und BSW. Sie haben keine Funktion im Falle eines Fahrzeuganpralls, sondern werden hierbei abgeschert bzw. herausgezogen. Um die Übertragung von Stoßkräften in die Brückenkappe möglichst gering zu halten, werden im Brückenbereich für die Aufhaltestufe H4b speziell geprüfte Systeme eingesetzt. Erste Zulassungen liegen bereits vor. Für alle anderen Aufhaltestufen sind keine zusätzlichen Brückenkappenprüfungen erforderlich.

Im Bereich der Raumbereiche an den Brückenübergängen müssen in den Betonschutzwänden Dilationsstöße mit Blechabdeckung ausgebildet werden, um die Längsbewegungen der Brücke ohne Druckspannungen aufnehmen zu können. Die Ausführung erfolgt gemäß RIZ Kap. 11.

### Temporärer Einsatz zur Sicherung von Arbeitsstellen

Die Absicherung von Arbeitsstellen mit Betonschutzwand-Fertigteilen (BSWF) bietet ein Höchstmaß an Durchbruchsicher-

heit und Flexibilität bei einem Wechsel der Verkehrsführung (Bild 5). Die BSW-Fertigteile lassen sich mit dem LKW-Kran schnell aufstellen und sind sofort funktionsfähig. Durch Anprall verschobene unbeschädigte Wände können leicht wieder ausgerichtet werden. Beschädigte Elemente werden durch Lösen von Steckverbindungen bzw. Kupplungsstücken einfach ausgetauscht. Die Anbringung von Leit- und Warnelementen ist problemlos möglich. Betonschutzwände für Arbeitsstellen sind in den Aufhaltestufen T1, T2, T3 und auch in H1 lieferbar. Die meist geringen Wirkungsbereiche der BSWF erfordern einen nur geringen Platzbedarf hinter dem Schutzsystem vor dem eigentlichen Arbeitsbereich. An Arbeitsstellen werden aus Sicherheitsgründen nur zweiseitige BSWF-Elemente eingesetzt, weil bei den üblichen kurzen Aufstelllängen einseitige Wände zum Kippen neigen können.

BSWF-Elemente sind gleichzeitig Schutzeinrichtung und bauliches Leitelement. Die ZTV-SA fordert außerorts im Regelfall einen Abstand von 50 cm zwischen rechter Fahrbahnmarkierung und Schutzwand. Bei beengten Platzverhältnissen kann dieser Abstand unterschritten werden und die Schutzwand mit



**Bild 4: BSW in Kombination mit Lärmschutzwand**

**Tafel 10: Geeignete transportable Schutzeinrichtungen nach ZTV-SA 97**

Bereich	Standort der Schutzeinrichtung	Anforderungen		
		Aufhaltestufe gemäß DIN EN 1317-2 mind.	Wirkungsbereich gemäß DIN EN 1317-2	Dynamische Querverschiebung [cm]
A	zwischen Arbeitsstelle und ankommendem Verkehr	T2 <sup>2)</sup>	≤ W4	
B	zwischen Arbeitsstelle und parallel fließendem Verkehr	T1 <sup>2)</sup>	≤ W4	
D/E	zwischen entgegengesetzt gerichteten Verkehrsströmen <sup>1)</sup>	T1 <sup>3)</sup>	≤ W4	≤ 50

<sup>1)</sup> Werden die beiden entgegengesetzt gerichteten Verkehrsströme nicht durch einen Pufferbereich gemäß RSA Teil D, Nr. 2.3.0, Abs. 2 getrennt, so ist dort die Aufhaltestufe T2 vorzusehen.

<sup>2)</sup> Soll ein höheres Aufhaltevermögen zum Schutz von im Arbeitsbereich Tätigen und/oder Maschinen erreicht werden, so ist im Bereich A die Aufhaltestufe H1 und im Bereich B die Aufhaltestufe T3 vorzusehen. Der Wirkungsbereich gemäß DIN EN 1317-2 ist aufgrund der örtlichen Verhältnisse unter Beachtung des folgenden Satzes festzulegen.

**In den Einsatzbereichen A und B dürfen die nachgewiesenen dynamischen Querverschiebungen der Schutzeinrichtungen nicht größer sein als der Abstand zu den im Arbeitsbereich tätigen Personen, vorhandenen Geräten oder gefährdeten Ausrüstungen wie z.B. Gerüsten.**

<sup>3)</sup> Bei hohem LKW-Anteil und z.B. in Gefällestrrecken, wo eine erhöhte Gefahr von LKW-Unfällen gesehen wird, kann auch ein System der Aufhaltestufe T3 gewählt werden, wenn die Breitenabmessungen des Gesamtquerschnitts dies zulassen.

entsprechender Markierung (s. TL-Leitelemente 97, retroreflektierende Elemente im Abstand von 1 m) bis an den Fahrstreifen herangeführt werden. Die rechte Fahrstreifenmarkierung entfällt in diesem Fall.

Der Abstand zwischen dem Arbeitsraum und der dem Verkehr zugewandten Seite der Schutzeinrichtung muss mindestens dem Wirkungsbereich des zugelassenen Schutzsystems entsprechen. BSWF-Elemente mit geringem Wirkungsbereich erleichtern die Planung für den Platzbedarf der Baustellenarbeitsbereiche, weil der Arbeitsraum dichter an den fließenden Verkehr herangeführt werden kann.

### Abschluss- und Übergangselemente

Zu Beginn und am Ende eines BSWF-Schutzsystems sind aus Gründen der Verkehrssicherheit Abschlusselemente anzuordnen, die einen langsamen Anstieg der Wandkrone ausbilden. Nach RPS darf das Steigungsverhältnis höchstens 1:5, in Sonderfällen bis zu 1:3 (ARS Nr. 17/1996: RPS Ergänzung) betragen.

Übergangselemente werden bei einem Wechsel des Schutzsystems angeordnet, z.B. zwischen Stahlschutzplanke und Betonschutzwand.

### Entwässerung

Soweit möglich, sollten Entwässerungseinrichtungen direkt vor der Betonschutzwand geplant werden, z.B. als Fließrinne mit Ablaufschächten. In Sonderfällen – z.B. nachträgliche Aufstellung im Mittelstreifen bei einheitlicher Querneigung über die gesamte Straßenbreite – können in regelmäßigen Abständen Entwässerungsöffnungen im Fußbereich vorgesehen werden. Die rechteckigen Öffnungen sind 5 bis 8 cm hoch und zwischen 20 und 40 cm lang. Diese Lösung kann allerdings den Reinigungsaufwand erhöhen.

## 5 Bauausführung

Betonschutzwände werden grundsätzlich lotrecht aufgestellt bzw. hergestellt und nicht der Querneigung der Fahrbahn angepasst. Als in der ZTV-PS 98 geforderte ebene, standfeste und frostsichere Unterlage eignet sich sowohl die Fahrbahn selbst als auch z.B. eine verdichtete Schottertragschicht. Eine Fundamentierung oder Einspannung bzw. Verankerung der Wände ist nicht notwendig und i.d.R. sogar unerwünscht. Die Aufstellungsbedingungen sollten weitgehend den während der Prüfung nach DIN EN 1317 vorhandenen Bedingungen entsprechen, um einen vergleichbaren Wirkungsbereich zu erzielen. Eine eventuell verbleibende Fläche zwischen Fahrbahnrand und Fußbereich der Schutzwand sollte aus Sicherheitsgründen befestigt werden.

Bei der Aufstellung einer BSWF auf ungebundener Tragschicht muss diese bis mindestens 30 cm hinter die Wand reichen. Bei gebundener Tragschicht genügen 10 cm.

### Ortbeton

BSW aus Ortbeton werden mit Gleitschalungsfertigern hergestellt. Der Fertiger benötigt vor der Schutzwand einen Arbeitsraum von 3 m Breite (ein Fahrstreifen) und wird mit Transportbeton aus Fahrmischern beschickt. Die Einbauleistungen liegen bei rund 500 m pro Tag. Hinter der Schutzwand ist ein Freiraum von ca. 20 cm für die rückseitige Schalung vorzusehen. In besonderen Fällen kann mit einer einhäuptigen Schalung auch direkt gegen Trogwände oder Brücken- bzw. Pfeilerfundamente betoniert werden. Enge Kurvenradien bis etwa 60 m sind herstellbar.

Der zulässige Bereich für die Frischbetontemperatur beim Einbau liegt zwischen 5 und 30 °C. Die Betonoberflächen müssen rechtzeitig wirksam und ausreichend lange nachbehandelt werden. Nachbehandlungsmittel müssen den Technischen Lieferbedingungen für flüssige Nachbehandlungsmittel TL NBM entsprechen. Nach dem Betonieren werden so früh wie möglich Scheinfugen im Abstand von etwa 4 bis 6 m umlaufend geschnitten. Die Schnitttiefe darf 60 mm nicht überschreiten, um das Zugband nicht zu beschädigen. Eventuelle Entwässerungsöffnungen sollten im Fugenbereich angeordnet werden, um wilde Risse zu vermeiden. Raumfugen sind nur im Anschluss an feste Bauteile erforderlich.

### Betonschutzwand-Fertigteile (BSWF)

Der Einsatz von Betonschutzwand-Fertigteilen ist stationär in allen Einsatzgebieten und temporär an Arbeitsstellen möglich. Detaillierte Hinweise sind in [3] enthalten. BSWF werden i.d.R. direkt mit dem LKW-eigenen Kran versetzt. Die Fertigteile werden mit speziellen Verbindungssystemen zugfest miteinander verbunden. Wie bei der Ortbetonwand entsteht auch in der BSWF-Schutzwand durch die Verbindung ein durchgehendes Zugband. Die Schutzwand ist danach sofort einsatzbereit. Durch spezielle Kupplungen können heute auch Schutzwände verschie-



**Bild 5: Temporärer Einsatz von BSW-Fertigteilen an Arbeitsstellen**

dener Hersteller miteinander kombiniert werden. Durch ihre hohe Flexibilität sind BSWF vorteilhaft bei häufigen Wechseln der Fahrbahnführung an Arbeitsstellen, schneller Öffnung von Mittelstreifenüberfahrten und bei Austausch beschädigter Elemente.

## 6 Betriebliche Nutzung

Erfahrungen mit Betonschutzwänden und Aussagen zum betrieblichen Aufwand wurden u.a. von Vollpracht [4], Busch [5], Bollé [6], Gülich [7], Antenbrink [8 und 9] und Steinauer et al. [1] veröffentlicht.

Zu den betrieblichen Aspekten, die durch passive Schutzsysteme beeinflusst werden, gehören:

- Reparatur von Schutzsystemen (Schadensaufnahme, Instandsetzung, Abnahme)
- Reinigung (Straße, Seitenbereich, Mittelstreifen)
- Grünpflege
- Entwässerungseinrichtungen (Wartung)
- Winterdienst
- Einrichtung Arbeitsstellen (Mittelstreifenüberfahrten)

Reparaturen an Betonschutzwänden werden erforderlich, wenn Betonausbrüche an der Wand oder Schäden an Verbindungsstellen bei Fertigteilen vorhanden sind. Diese entstehen jedoch meist nur bei schweren Unfällen. Anfahrten mit geringem Anfahrwinkel (mit rd. 70 % der Regelfall) führen häufig nur zu geringen oder gar keinen Beschädigungen an der Betonschutzwand. Gegebenfalls tritt bei LKW-Anfahrten eine Verschiebung der Wand auf, die korrigiert werden muss. Die Kosten für die Reparatur des Schutzsystems reduzieren sich hierdurch auf ein Minimum.

Etwa 70 % der Anfahrsuren an Betonschutzwänden sind polizeilich nicht registriert [1] und in keiner Unfallstatistik enthalten. Das Kfz behält meist seine Fahrtüchtigkeit, so dass diese Anfahrereignisse nicht als protokollierte Unfälle in Erscheinung treten. Durch die von der Betonschutzwand erzwungene Umlenkung der Fahrtrichtung parallel zur Wand entsteht für andere Verkehrsteilnehmer ein geringes Gefährdungspotenzial, da sich das Fahrzeug kontrolliert weiterbewegen lässt. Das Verletzungsrisiko für die Insassen bei Anfahrten im flachen Winkel ist niedrig, da die Geschwindigkeitsverzögerung vergleichsweise gering ist.

In einer wirtschaftlichen Vergleichsrechnung zwischen BSW und Stahlschutzplanke von Steinauer et al. [1] führten bei einer bundesweiten Umfrage 66 % der Straßenmeistereien an, dass der regelmäßige Unterhaltungsaufwand geringer ist als bei Stahlschutzplanken (SSP). Bei 86 % der auf Autobahnen bzw. 80 % der auf Bundesstraßen eingesetzten BSW waren überhaupt noch keine Reparaturen notwendig. Zitat aus dem von der BAST veröffentlichten Abschlussbericht [1]: „Die streckenbezogenen Reparaturkosten betragen für SSP im Vergleich zu BSW im Gesamtdurchschnitt mehr als das 700fache.“

Der Aufwand für Seiten- bzw. Mittelstreifenreinigung und Grünpflegemaßnahmen wird je nach Literaturquelle als geringer oder höher im Vergleich zu SSP beurteilt. Bei BSW mit Entwässerungsöffnungen im Fußbereich entsteht ggf. durch Verstopfung mit Laub oder Schmutz ein erhöhter Reinigungsaufwand. Bei Einsatz von BSW als Mittelstreifentrog oder vor Lärmschutzwänden verringert sich der Aufwand für die Grünpflege deutlich (Bild 4).

Bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtung unter Einbeziehung aller Betriebs-, Reparatur- und Herstellkosten sowie der Kosten durch Fahrzeitenverluste der Verkehrsteilnehmer kommen Steinauer et al. [1] zu dem Schluss, dass für Betonschutzwände auf allen Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen das Nutzen/Kosten-Verhältnis über 1,0 ansteigt. Damit empfiehlt sich der Einsatz insbesondere bei 4- und 6-streifigen Bundesautobahnen mit einer Verkehrsbelastung von > 65 000 Kfz/24 h am äußeren Fahrbahnrand und im Mittelstreifen.

## 7 Herstellung / Baustoffeigenschaften

Die baustofflichen Anforderungen an Betonschutzwände sind für Ortbetonwände in den ZTV-PS und für Fertigteilelemente in den TL-BSWF festgelegt. Beide Regelwerke beziehen sich noch auf veraltete Normen für Beton und seine Ausgangsstoffe. Im oberen Teil der Wände sind gemäß Prüfbericht des jeweiligen Systems Bewehrungsstäbe als durchgehendes Zugband anzuordnen.

Dies können je nach Regelhöhe z.B. 2 bzw. 4 Stabstähle Ø 12 mm sein. Die Anforderungen an den Beton sind unter Berücksichtigung der neuen Normen in Tafel 11 zusammengefasst.

Tafel 11: Anforderungen an den Beton nach ZTV-PS, TL-BSWF und DIN EN 206-1 / DIN 1045-2

Anforderung	Betonschutzwand
Mindestdruckfestigkeitsklasse	C30/37 (LP)
Expositionsklassen	XC4 (Karbonatisierung: wechselnd nass und trocken) XD3 (Chloride: wechselnd nass und trocken): Einstufung in DAfStb-Heft 526, S.63 [10] XF4 (Frostangriff mit Taumittel: hohe Wassersättigung mit Taumittel)
Zemente nach DIN EN 197-1	<input type="checkbox"/> Portlandzement: CEM I <input type="checkbox"/> Portlandkompositzement: CEM II/A-S; CEM II/B-S; CEM II/A-T; CEM II/B-T; CEM II/A-LL, <input type="checkbox"/> Hochofenzement: CEM III/A 42,5; CEM III/A 32,5 R mit ≤ 50 % Hüttensand
Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620 und DIN V 20000-103	<input type="checkbox"/> ungebrochene oder gebrochene Gesteinskörnungen <input type="checkbox"/> stetige Sieblinie aus mindestens 3 Korngruppen, Sieblinienbereich 3 <input type="checkbox"/> Größtkorn ≤ 32 mm <input type="checkbox"/> Frost-Tausalz widerstand: MS <sub>18</sub> ; Magnesiumsulfat-Versuch nach DIN EN 1367-2 (alternativ: Prüfung nach DIN 1367-1 in 1%iger NaCl-Lösung mit Abwitterungsgrenze ≤ 8 M.-%; bei Überschreitung Betonversuch nach DIN V 18004 mit Abwitterungsgrenze ≤ 500 g/m <sup>2</sup> ) <input type="checkbox"/> Kornform: FI <sub>20</sub> oder SI <sub>20</sub> <input type="checkbox"/> im Geltungsbereich der DAfStb-Richtlinie „Alkalireaktion im Beton“ [11] besondere Anforderungen beachten
Grenzwerte der Betonzusammensetzung	<input type="checkbox"/> Mindestzementgehalt: 320 kg/m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> w/z-Wert: ≤ 0,45 (aufgrund XD3) <input type="checkbox"/> Luftporengehalt (Mittel): ≥ 4,5 Vol.-% bei Größtkorn (GK) 16; ≥ 4,0 Vol.-% bei GK 32 (FGSV-Merkblatt „Luftporenbeton“ beachten) <input type="checkbox"/> Betonzusatzstoffe dürfen zugegeben, aber nicht auf den w/z-Wert angerechnet werden <input type="checkbox"/> Mischzeit ≥ 45 s <input type="checkbox"/> bei Gleitschalungsfertigung (steife Konsistenz F1, C0, C1) Verarbeitung ≤ 45 Minuten nach Herstellung

## 8 Ausschreibung

Beispiel für Ausschreibungstext:

Pos.: Doppelseitige Betonschutzwand (Ortbeton oder Fertigteil) gem. RPS, ZTV-PS und TL-BSWF (Anm.: nur für Fertigteile) mit den Leistungsklassen nach DIN EN 1317-2: Aufhaltestufe mind. H2 Wirkungsbereich  $\leq W7$  (Anm.: in Abhängigkeit der örtlichen Platzverhältnisse vor Hindernissen) als stationäre Schutzeinrichtung flucht- und höhengerecht herstellen. Vorbereitung der Unterlage gemäß Prüfbericht des Schutzsystems.

Betondruckfestigkeitsklasse C30/37 (LP)  
Expositionsklassen XC4, XD3, XF4

Gesamtlänge: .....m  
Abschlusselemente (Steigung 1:5): .....Stück  
Übergangselemente (Anschluss an SSP): .....Stück  
(Anm.: ggf. Lage von Entwässerungsöffnungen angeben)

## 9 Zusammenfassung

Ansteigendes Verkehrsaufkommen – allein der Schwerverkehr ist in den letzten 25 Jahren um ca. 135 % gestiegen – hat auch zu einer Zunahme von passiven Schutzeinrichtungen am äußeren Fahrbahnrand und im Mittelstreifen geführt. Der Anteil an Betonschutzwänden nimmt in letzter Zeit aufgrund ihrer sehr guten Eigenschaften hinsichtlich Durchbruchsicherheit und Flexibilität bei der Herstellung sowie geringem Unterhaltungs- und Reparaturaufwand überproportional zu. Insbesondere im Mittelstreifen hoch belasteter Autobahnen, für den zukünftig die Aufhaltestufe H2 gefordert werden wird, bieten sich Betonschutzwände aus Ortbeton oder aus Fertigteilen als sichere und wirtschaftliche Fahrzeugrückhaltesysteme an.

## 10 Schrifttum

- [1] Steinauer, B.; Kathmann, T.; Mayer, G.; Becher, T.: Einsatzkriterien für Betonschutzwände, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 112, 2004
- [2] Bürkle, H.; Berg, F.: Anprallversuche mit Motorrädern an passive Schutzeinrichtungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 90, 2001
- [3] Betonschutzwand-Fertigteile: Technische Hinweise für den Einsatz im Straßenbau, Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V. (BDB), Bonn 2000
- [4] Vollpracht, A.: Positive Auswirkungen von Betongleitwänden im Straßenverkehr, Straße und Tiefbau, Heft 9, 1986
- [5] Busch, F.: Vier Jahre Betongleitwände in der Bundesrepublik Deutschland, Straße und Autobahn, Heft 1, 1985
- [6] Bollé, W.: Betriebliche Aspekte von Betonschutzwänden im Mittelstreifen hochbelasteter Autobahnen, Straßenverkehrstechnik, 4/1996
- [7] Güllich, H.-A.: Stahl oder Beton im Mittelstreifen?, Straße und Autobahn, 12/1996
- [8] Antenbrink, M.: Der Mittelstreifen zwischen Sicherheitsbedürfnis und Kostenbewusstsein, Straßenverkehrstechnik, 1/2002
- [9] Antenbrink, M.: Betonschutzwände in Gleitschalungsbauweise, Betonstraßentagung 2003 am 25./26.9.2003 in Stuttgart
- [11] Ellmers, U.; Balzer-Hebborn, M.: Eignung von Fahrzeug-Rückhaltesystemen gemäß den Anforderungen nach DIN EN 1317, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 106, 2003
- [10] Erläuterungen zu den Normen DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN 1045-3, DIN 1045-4 und DIN 4226, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Heft 526, Berlin 2003
- [11] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: DAfStb-Richtlinie „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“, Ausgabe Dezember 1997, Beuth-Verlag, Berlin

Weitere Informationen zu Betonschutzwänden und Herstellern sind unter [www.Initiative-Betonschutzwand.de](http://www.Initiative-Betonschutzwand.de) im Internet erhältlich.

## Beratung und Information zu allen Fragen der Betonanwendung

### Regionale Ansprechpartner ([www.betonmarketing.de](http://www.betonmarketing.de))

#### BetonMarketing Nord GmbH

Hannoversche Straße 21, 31319 Sehnde-Höver, Tel.: 0 51 32 / 87 96-0, Fax: 0 51 32 / 87 96-15, hannover@betonmarketing.de

#### BetonMarketing West GmbH Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung

Annastraße 3, 59269 Beckum, Tel.: 0 25 21 / 87 30-0, Fax: 0 25 21 / 87 30-29, betonmarketing@zemnet.de

#### BetonMarketing Ost Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH

Teltower Damm 155, 14167 Berlin-Zehlendorf, Tel.: 0 30 / 3 08 77 78-0, Fax: 0 30 / 3 08 77 78-8, mailbox@bmo-berlin.de

#### Süd Zement Marketing GmbH

Gerhard-Koch-Straße 2+4, 73760 Ostfildern, Tel.: 07 11 / 3 27 32-200, Fax: 07 11 / 3 27 32-202, info@suedzement.de

#### Süd Zement Marketing GmbH

Rosenheimer Straße 145g, 81671 München, Tel.: 0 89 / 45 09 84-0, Fax: 0 89 / 45 09 84-45, muenchen@suedzement.de

### Überregionaler Ansprechpartner/Schriftleitung ([www.BDZement.de](http://www.BDZement.de))



Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.

Tannenstraße 2, 40476 Düsseldorf, [BDZ@BDZement.de](mailto:BDZ@BDZement.de)