

## Überarbeitung der Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen nach den Anforderungen der europäischen Normung – Erarbeitung von Einsatzkriterien für Betonschutzwände

FA 3.310

Forschungsstelle: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (isac) (Prof. Dr.-Ing. B. Steinauer)

Bearbeiter: Kathmann, T. / Mayer, G. / Beyer, T.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bonn

Abschluss: Juli 2003

### 1. Aufgabenstellung

Die Einführung des europäischen Normenentwurfs DIN EN 1317 für passive Schutzeinrichtungen an Straßen durch die CEN erfordert die konforme Anpassung nationaler Regelwerke. Unabhängig vom Typ der Schutzeinrichtung werden in dieser Norm nur noch Anforderungsklassen hinsichtlich des Rückhaltevermögens von passiven Schutzeinrichtungen festgelegt.

In der in Deutschland derzeit gültigen Fassung der Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen (RPS 89) werden lediglich Rückhaltesysteme aus Stahlschutzplanken (SSP) ausführlich beschrieben. Erfahrungen im In- und Ausland haben aber gezeigt, dass Betonschutzwände (BSW) als gleichwertig eingestuft werden können.

Die Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen werden daher zurzeit grundlegend überarbeitet. Die Überarbeitung verfolgt das Ziel, allgemein gültige Einsatzkriterien für das jeweilige Schutzsystem unter Berücksichtigung verkehrssicherheitsrelevanter, betrieblicher und wirtschaftlicher Aspekte zu geben.

Ziel dieser Untersuchung ist es nun, anhand einer Literaturstudie sowie einer Kosten-Nutzen-Analyse an ausgewählten Untersuchungs- und Vergleichsstrecken einen Vergleich zwischen den beiden Systemen BSW und SSP durchzuführen.

Im Einzelnen finden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von passiven Schutzeinrichtungen die Kostenkomponenten Investitionskosten, Reparaturkosten, Reinigungskosten und Grünpflegekosten Berücksichtigung. Zu den Nutzenkomponenten dieser Untersuchung zählen die Veränderung des Unfallgeschehens und die Veränderung der Fahrzeiten (auf Grund von Unfällen, Arbeitsstellen und betrieblichen Arbeiten).

Anschließend werden auf Basis der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung Empfehlungen gegeben, bei welchen Verkehrsbelastungen der Einsatz von BSW wirtschaftlich ist.

### 2. Untersuchungsmethodik

Parallel zur Analyse von nationalen und internationalen Literaturstellen bezüglich der Einsatzbereiche von passiven Schutzeinrichtungen wurde ein Fragebogen an die Straßenbauverwaltungen versendet, mit dem Ziel, bundesweit den Bestand an BSW im Fernstraßennetz zu erfassen.

Nach der Auswertung und Aufbereitung dieser Daten wurden elf Untersuchungsstrecken auf Grund ausgewählter Kriterien (wie beispielsweise Länge, Lage im Querschnitt und Jahr der Inbetriebnahme) für die weiteren Untersuchungen festgelegt. Nach der Kontaktaufnahme mit den Behörden vor Ort konnten zu den Untersuchungsstrecken mit BSW geeignete Vergleichsstrecken mit SSP gefunden werden. Sowohl für die Untersuchungsstrecken als auch für die Vergleichsstrecken wurden zur Durchführung einer detaillierten Unfallanalyse zum einen polizeilich registrierte Unfälle anhand von Unfallanzeigen über einen Zeitraum von jeweils mindestens drei Jahren eingesehen und ausgewertet und zum anderen polizeilich nicht registrierte Unfälle anhand von Anfahrspuren untersucht. Bei der Untersuchung der polizeilich nicht registrierten Unfälle wurden, um die Anfahrten an BSW auszuwerten, vierteljährliche Messfahrten an ausgewählten Untersuchungsstrecken vorgenommen. Mit Hilfe einer Videoaufnahme und einer Wegmessung mittels eines DATRON-Gerätes konnten die einzelnen Anfahrspuren ermittelt und mit den polizeilich registrierten Unfällen verglichen werden. Um für Vergleichsstrecken mit SSP eine Vergleichsgröße zu haben, wurden ausgewählte Behörden hinsichtlich polizeilich nicht registrierter Unfälle an SSP befragt.

Des Weiteren wurden Daten zu den Investitionskosten sowie den betrieblichen Kosten für die jeweiligen Streckenabschnitte erhoben.

Mit Hilfe eines mikroskopischen Verkehrsflussmodells erfolgte die Ermittlung der Veränderung der Fahrzeit infolge von Unfällen und Arbeitsstellen kürzerer Dauer. Dadurch war es möglich, die Veränderung der Fahrzeit in Abhängigkeit von Verkehrsstärke, der Anzahl der Fahrstreifen und des Lkw-Anteils zu bestimmen.

In einer Kosten-Nutzen-Analyse wurden die erhobenen Daten zusammengefasst und die Nutzenkomponenten den Kostenkomponenten gegenübergestellt.

Auf Basis dieser ermittelten Nutzen-Kosten-Verhältnisse definieren sich die Einsatzgrenzen für BSW und SSP.

## 3. Untersuchungsergebnisse

In der Literaturstudie konnte gezeigt werden, dass zahlreiche positive Erfahrungen hinsichtlich des Einsatzes von BSW vorliegen. Zu den mit der jeweiligen passiven Schutzeinrichtung verbundenen Kosten liegen allerdings nur vereinzelt Angaben vor.

Mit Hilfe des bundesweit verschickten Fragebogens zur Erhebung von BSW konnte ein Rücklauf von 100 % erzielt und somit sämtliche realisierte BSW erfasst werden. Insgesamt ergab sich für die Bundesautobahnen eine Gesamtlänge von 375 km, für die Bundesstraßen eine Länge von 92,5 km (Stand: 1998). Auffällig ist, dass von den 692 auf Bundesautobahnen erfassten BSW 493 eine Länge von weniger als 500 m aufweisen. Die Erfahrungen des Betriebsdienstes zeigen, dass bei 40 % der Maßnahmen der betriebliche Aufwand bei den BSW geringer eingeschätzt wird (12 % etwa gleicher Aufwand; 19 % höherer Aufwand; 29 % keine Angabe). Besonders eindeutig zeigt sich, dass bisher bei nur 58 BSW Reparaturmaßnahmen notwendig waren, wobei hierunter nicht nur durch Unfälle hervorgerufene Schäden fielen.

Bei der Ermittlung der Investitionskosten ergab sich bei der Betrachtung des längengewichteten Mittelwertes auf den elf Untersuchungs- und Vergleichsstrecken eine Diskrepanz zwischen BSW (17 800 DM/(km · a) und SSP (7 030 DM/(km · a) von nahezu 10 800 DM/(km · a). Bei den Reparaturkosten auf den elf Untersuchungs- und Vergleichsstrecken zeigte sich ein anderes Bild. Die streckenbezogenen Kosten lagen für SSP mit 1 470 DM/(km · a) 700-fach höher als bei BSW mit 2 DM/(km · a). Die Kosten für die Grünpflege unterschieden sich ebenfalls relativ stark, bei BSW ergab sich ein längengewichteter Mittelwert von 870 DM/(km · a), bei SSP von 390 DM/(km · a). Bei der Betrachtung der streckenbezogenen Reinigungskosten wurde auf den elf Untersuchungs- und Vergleichsstrecken ein mit 2 740 DM/(km · a) für BSW viereinhalb mal so großer Wert als für SSP mit 670 DM/(km · a) ermittelt.

Auf der Seite der Nutzenkomponente konnte für die elf Untersuchungs- und Vergleichsstrecken das Unfallgeschehen analysiert werden. Hier zeigt sich, dass mehr Unfälle an SSP (270) als an BSW (135) passierten. Da die Unfälle an BSW jedoch zumeist deutlich schwerer ausfielen, reicht die Unfallkostendichte von BSW nahezu an die von SSP (BSW: 46 030 DM/(km · a); SSP: 52 500 DM/(km · a)). Hinsichtlich der Anzahl der polizeilich nicht registrierten Unfälle konnten auf den Untersuchungsstrecken mit insgesamt 72,8 km BSW insgesamt 196 Anfahrten registriert werden. Demgegenüber stehen 60 polizeilich registrierte Unfälle. Dies bedeutet, dass im Mittel 69,4 % aller Anfahrten nicht zu einem polizeilich registrierten Unfall führen. Im Mittel konnten weiterhin 2,55 Anfahrten pro Kilometer in einem Zeitraum von 10 Monaten festgestellt werden. Demgegenüber stehen 0,79 polizeilich registrierte Unfälle pro Kilometer und 10 Monaten. Der Anteil an polizeilich nicht registrierten Unfällen an SSP konnte anhand einer Befragung zu 22 % ermittelt werden.

Auf Basis der Ergebnisse der Verkehrsflusssimulation und der sich aus der Streckenanalyse ergebenden Werte zur Einsatzdauer wurden die Straßennutzerkosten infolge von Fahrzeitverlusten bei verschiedenen Verkehrsbelastungen in Abhängigkeit von Tagesganglinien, Fahrstreifenanzahl und Lkw-Anteil ermittelt. Je nach Verkehrsbelastung reichen diese Kosten bis 112 000 DM/(km · a).

Mit Hilfe der erhobenen und berechneten Daten wurde eine

Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, basierend auf der Erstellung eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses nach EWS (1997) durchgeführt. Erfolgt die Betrachtung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses ohne die Veränderung der Fahrzeiten, so ergibt sich ein Wert von 0,55. Das bedeutet, dass der Nutzen infolge der Veränderung des Unfallgeschehens von BSW gegenüber SSP nicht ausreicht, um die höheren Kosten, vor allem Investitionskosten, volkswirtschaftlich gesehen zu rechtfertigen, also einen Quotienten von 1,0 zu erreichen.

Bezieht man den Nutzen infolge der Veränderung der Fahrzeiten mit ein, so verschiebt sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis mit wachsender Verkehrsbelastung zu Gunsten von BSW. Je nachdem wie viele Fahrstreifen betrachtet werden, wie hoch der Lkw-Anteil ist und welcher Tagesganglinientyp vorliegt, kann das Nutzen-Kosten-Verhältnis zu 1,0 und höher werden.

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse lassen sich in Abhängigkeit von der Fahrstreifenanzahl, vom Tagesganglinientyp und vom Lkw-Anteil Grenzwerte für die Verkehrsbelastung definieren, ab denen das Nutzen-Kosten-Verhältnis größer 1,0 und somit der Einsatz von BSW wirtschaftlich ist. Dabei ergibt sich, dass der Einsatz von BSW bei vier Fahrstreifen ab einer Verkehrsbelastung von 65 000 Kfz/24 h gerechtfertigt ist. Bei einer 6-streifigen Fahrbahn werden BSW ab einer Verkehrsbelastung von 66 000 Kfz/24 h (Tagesganglinientyp A und Lkw-Anteil  $p = 20\%$ ) bzw. 69 000 Kfz/24 h (Tagesganglinientyp A und Lkw-Anteil  $p = 15\%$ ) wirtschaftlich, bei acht Fahrstreifen ist hierzu eine Verkehrsbelastung von 90 000 Kfz/24 h (Tagesganglinientyp A und Lkw-Anteil  $p = 20\%$ ) bzw. 93 000 Kfz/24 h (Tagesganglinientyp A und Lkw-Anteil  $p = 15\%$ ) notwendig.

Bei den erreichten Resultaten ist zu beachten, dass in der Berechnung der Fahrzeitveränderungen bei Arbeitsstellen, also der entscheidenden Größe für die Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses, in der durchgeführten Simulation zu keiner Zeit eine Fahrstreifenreduktion stattgefunden hat. Würde jedoch eine mögliche Reduktion eines Fahrstreifens Berücksichtigung finden, würden die Fahrzeit bzw. der Fahrzeitverlust ansteigen und die Einsatzgrenzen von BSW bezogen auf die Verkehrsstärke müssten heruntergesetzt werden.

## 4. Folgerungen für die Praxis

Im Rahmen der Einführung der neuen "Richtlinien für passiven Schutz durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme an Straßen (RPS)" werden keine Systeme mehr explizit vorgeschrieben, sondern lediglich Leistungsklassen angegeben. Kommen mehrere Systeme in Frage, was den Regelfall darstellt, so müssen sich die zuständigen Behörden auf Grund anderer Randbedingungen für ein System entscheiden. Dabei spielt insbesondere die Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung sämtlicher relevanter Faktoren eine entscheidende Rolle.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Einsatzgrenzen für den Einsatz von BSW aufgezeigt. Anhand der Auswertung ist zu erkennen, dass ab einer gewissen Verkehrsbelastung der Nutzen auf Grund der verminderten Fahrzeitverluste deutlich zunimmt. Die häufig gegebene Empfehlung, bei hohem Verkehrsaufkommen die BSW einzusetzen, konnte so näher quantifiziert werden.

Bei den ständig zunehmenden Verkehrsstärken auf deutschen Autobahnen zeigt sich, dass in Zukunft nur wartungsarme passive Schutzeinrichtungen wirtschaftlich eingesetzt werden können. Es muss also das Ziel der Hersteller sein, die derzeitigen Systeme in dieser Hinsicht zu optimieren. □