

Einsatzkriterien für Schutzeinrichtungen mit geringerem Verletzungsrisiko für Motorradfahrer

1. Problem

Schutzeinrichtungen sind in Anprallprüfungen seit Jahren auf ihr Verhalten beim Anprall von Pkw und Lkw hin optimiert worden. Sie sollen so weit wie möglich deren Durchbruch verhindern und die Verletzungsschwere anprallender Fahrzeuginsassen gering halten. Diese Optimierung hat jedoch zur Folge, dass die Verletzungsschwere verunfallter Motorradfahrer bei einem Anprall an bestimmte Stahlsysteme häufig sehr hoch ist.

Der zunehmende Motorradverkehr nutzt mit sportlicher Fahrweise häufig kurvenreiche Strecken mit der Folge, dass sich auch das Unfallgeschehen mit Beteiligung von Motorradfahrern dort konzentriert. Sind auf derartigen Strecken Schutzeinrichtungen aufgestellt, so verursachen diese häufig schwere Unfallfolgen bei verunfallten Motorradfahrern.

2. Ziel

Es besteht deshalb ein Bedarf, das Verletzungsrisiko von verunfallten Motorradfahrern beim Anprall an Schutzeinrichtungen zu verringern. Dazu sind entweder alternative Systeme mit geringerer Verletzungsgefahr für Motorradfahrer aufzustellen oder die vorhandenen Systeme zielorientiert nachzurüsten. Durch letztere Maßnahme darf jedoch das Leistungsvermögen der bestehenden Systeme, insbesondere im Hinblick auf die Verletzungsgefahr für anprallende Pkw-Insassen, nicht wesentlich verschlechtert werden.

3. Anforderungen

Von Schutzeinrichtungen mit geringerem Verletzungsrisiko für Motorradfahrer ist folgendes zu fordern:

- Der Motorradfahrer soll an der Schutzeinrichtung entlang gleiten, ohne sich zu verhaken (Abgleiten ohne Verhaken).
- Der Motorradfahrer soll vom Motorrad getrennt werden (Trennung von Fzg. und Fahrer).

- Der Motorradfahrer soll nicht in den fließenden Verkehr zurückprallen (kein Rückprall des Fahrers).

Diese Anforderungen gelten sowohl für einen rutschenden als auch einen aufrechten Anprall.

Anmerkung: In einem gemeinsamen Forschungsprojekt von BASt und DEKRA wurden Unfalldaten zu Kollisionen von Motorrädern mit Schutzeinrichtungen analysiert. In 36 Fällen ließ sich die Bewegungsart des Motorrades vor der Kollision rekonstruieren. Es zeigte sich, dass in 19 Fällen der Anprall mit aufrechtem Motorrad erfolgte, in 15 Fällen rutschend und in 2 Fällen in Schräglage. Trotz der niedrigen Fallzahlen kann abgeleitet werden, dass dem aufrechten Anprall eine größere Bedeutung zukommt, als bisher vermutet wurde. Wird unterstellt, dass sich ein Anprall von Motorradfahrern an Schutzeinrichtungen bevorzugt in Kurvenbereichen ereignet, lässt sich dieses Ergebnis anhand der Fahrphysik von Zweirädern erklären. Eine heftige Bremsung in Schräglage kann beispielsweise zum Aufrichten des Motorrades und zum Verlassen der Fahrbahn in annähernd tangentialer Richtung führen. Eine unmittelbare Folge eines solchen Bremsmanövers kann ein aufrechter Anprall an eine Schutzeinrichtung sein.

4. Vorgehen:

Die BASt hat in einer Reihe von Anprallversuchen untersucht, inwieweit die vorgeannten Anforderungen von verschiedenen in Frage stehenden Schutzeinrichtungen erfüllt werden. Dazu wurden die Schutzeinrichtungen sowohl mit aufrechten als auch mit gestürzten, rutschenden Motorrädern angefahren. Darüber hinaus wurden diese Schutzeinrichtungen ebenfalls bezüglich ihres Verhaltens bei einem PKW-Anprall untersucht.

System	Anprallendes Fahrzeug	
	Motorrad	Pkw
ESP	+	+
EDSP	+	+
BSW	+	+
Kastenprofil mit Unterfahrschutz	+	+
ESP mit Unterfahrschutz		+
*nur rutschender Anprall **nur aufrechter Anprall		

Tabelle 1: In Anprallversuchen untersuchte Schutzeinrichtungen

Das Verhalten der ESP mit Unterfahrschutz, auch bekannt als „System Euskirchen“, konnte bisher noch nicht hinsichtlich eines Motorradunfalls getestet werden. Aus frü-

heren von der BAST durchgeführten Versuchen scheinen jedoch Rückschlüsse auf das Schutzpotenzial dieses Systems möglich. Das Gleiche gilt für eine andere motorradfreundliche Lösung, auf die bereits in den RPS 89 hingewiesen wird: die Ergänzung der EDSP um einen zweiten, nachgiebig untergehängten Holm als Unterfahrschutz.

Auch eine weitere in den RPS 89 genannte Lösung zur Verringerung der von Schutzplanken ausgehenden Gefahren für verunfallte Motorradfahrer, die Ummantelung der Pfosten mit Schaumstoff (SPU), ist bisher nicht in Anprallprüfungen getestet worden. Hier scheint jedoch aufgrund der großen Verbreitung in der Praxis eine erste Einschätzung der Wirksamkeit von SPU möglich.

5. Bewertung der Eignung für Motorradfahrer

Tabelle 2 zeigt eine Einschätzung der Verletzungsschwere von Motorradfahrern bei einem Anprall an die vorgenannten Systeme. Dem Kriterium "Abgleiten ohne Verhaken" kommt dabei besondere Bedeutung zu, da ein Verhaken an der Schutzeinrichtung besonders häufig für schwere Unfallfolgen verantwortlich ist. Bei der Ableitung der Schutzpotenziale in Tabelle 2 wird dieses Kriterium daher stärker gewichtet.

Die durchgeführten Anprallversuche haben gezeigt, dass die bei ESP und EDSP auftretenden Probleme für aufrecht anfahrende oder gestürzte Motorradfahrer bei geschlossenen Systemen wie der BSW oder dem Kastenprofil mit Unterfahrschutz weitgehend ausgeschlossen werden können. Ihr Gesamtschutzpotenzial wird deshalb als hoch bewertet.

Ähnlich verbesserte Eigenschaften können auch bei den nicht angefahrenen Systemen ESP mit Unterfahrschutz und EDSP mit untergehängtem zweiten Holm unterstellt werden, die sich voraussichtlich beide zumindest bei einem Anprall eines gestürzten, rutschenden Motorradfahrers ähnlich wie das Kastenprofil verhalten werden. Für den Fall des aufrecht anprallenden Motorradfahrers lassen diese Systeme allerdings keine besseren Eigenschaften erwarten als die entsprechenden Systeme ohne Unterfahrschutz. Ihr Gesamtschutzpotenzial wird deshalb nur als mittel eingestuft.

Bei der Beurteilung des Gesamtschutzpotenzials wird unterstellt, dass die Anprallarten „aufrecht“ und „rutschend“ etwa gleich häufig vorkommen. Dominiert an der geplanten Einsatzstelle eine der beiden Anprallarten, so wäre das Schutzpotenzial dieser Anprallart maßgebend.

Aufgrund ihrer andersartigen Funktionsweise und der Tatsache, dass ihr Schutzpotenzial in erheblichem Maß von der Anprallgeschwindigkeit abhängt, lassen sich SPU nur schwer in das Bewertungsschema der Tabelle 2 einordnen. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass SPU bei geringen Geschwindigkeiten bis 70 km/h ein mittleres Schutzpotenzial für Motorradfahrer aufweisen, bei höheren Geschwindigkeiten ist es nur als niedrig zu bewerten.

Schutzeinrichtung	Anprallart								Gesamtschutzpotenzial
	rutschend				aufrecht				
	Abgleiten ohne Verhaken	Trennung von Fzg. und des Fahrers	kein Rückprall Fahrer	Schutzpotenzial	Abgleiten ohne Verhaken	Trennung von Fzg. und des Fahrer	kein Rückprall des-Fahrers	Schutzpotenzial	
ESP	-	+	+	niedrig				(niedrig)	(niedrig)
EDSP				(niedrig)	-	+	+	niedrig	(niedrig)
Betonschutzwand (New Jersey, h=0,81m)	+	-	o	mittel	+	+	o*	hoch	hoch
Kastenprofil mit Unterfahrschutz	+	+	+	hoch	+	+	o*	hoch	hoch
ESP mit Unterfahrschutz				(hoch)				(niedrig)	(mittel)
EDSP mit untergehängtem Holm				(hoch)				(niedrig)	(mittel)
SPU (≤ 70 km/h)				(mittel)				(niedrig)	(mittel)
SPU (> 70 km/h)				(niedrig)				(niedrig)	(niedrig)

Legende:

+: Verhalten Schutzeinrichtung positiv

o: Verhalten Schutzeinrichtung befriedigend

-: Verhalten Schutzeinrichtung negativ

*: Dummy gleitet hinter Schutzeinrichtung

Tabelle 2: Schutzpotenzial von Schutzeinrichtungen für Motorradfahrer

6. Bewertung der Eignung für Pkw-Insassen

Die Eignung der ESP und der EDSP bei einem Pkw-Anprall sind in früheren Anprallversuchen nach DIN EN 1317 nachgewiesen worden. Offen war die Frage, ob diese Aussage auch für die ESP mit Unterfahrschutz (siehe Anhang 4) oder für das Kastenprofil mit Unterfahrschutz (siehe Anhang 5) Gültigkeit hat. Zu diesem Zweck hat die BAST entsprechende Pkw-Anprallprüfungen durchgeführt. Da beide Schutzrichtungen als Alternative zur ESP gedacht sind, wurden sie auch vergleichbar zu dieser geprüft. Beide Schutzrichtungen haben diese notwendigen Prüfungen erfolgreich bestanden (Aufhaltstufe N2, Wirkungsbereichsklasse W5).

Eine vertiefte Auswertung der Prüfungen zeigt jedoch, dass beide Systeme im Vergleich zur ESP tendenziell Nachteile aufweisen:

- Bei der ESP mit Unterfahrschutz besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrzeug durch ein Aufsteigen am Unterfahrschutz bei gleichzeitigem Herunterziehen des Holmes die Schutzrichtung überquert (siehe Anhang 2 und Fotoserie in Anhang 3). Der Unterfahrschutz schwächt somit die Rückhaltefähigkeit der ESP. Dies scheint nur hinnehmbar, wenn der vorgesehene Einsatzbereich keine Auffälligkeiten im Unfallgeschehen mit PKW zeigt.
- Beim Kastenprofil mit Unterfahrschutz liegt die Anprallheftigkeit oberhalb der Stufe B statt Stufe A bei der ESP. Hier ist deshalb eine erhöhte Verletzungswahrscheinlichkeit von PKW-Insassen zu befürchten.

Auch die in den RPS 89 ausgewiesene EDSP mit untergehängtem, zweiten Holm als Unterfahrschutz wurde bisher nicht in PKW-Anprallversuchen untersucht. Der BAST liegen jedoch keine Hinweise aus der Praxis vor, dass diese Regellösungen bei Unfällen mit PKW Probleme bereitet hat. Durch die nachgiebige Befestigung des untergehängten Holms ist auch nicht zu erwarten, dass das System eine Anprallheftigkeit oberhalb der Stufe B aufweist.

7. Anwendungsmöglichkeit

Wesentlicher Vorteil der ESP mit Unterfahrschutz und der EDSP mit untergehängtem zweiten Holm ist, dass bestehende Schutzrichtungen nachgerüstet werden können. Dies ist beim Kastenprofil mit Unterfahrschutz nicht möglich. Die Aufstellung des Kastenprofils ist also wirtschaftlich i.d.R. nur bei der Neuausstattung von Straßen mit Schutzrichtungen oder an Streckenabschnitten mit Unfallauffälligkeiten im Pkw-Verkehr gerechtfertigt. Dabei ist aber zu beachten, dass die Aufstellung in sehr engen Kurven Schwierigkeiten bereitet.

8. Vorläufige Einsatzkriterien

Basierend auf den Ergebnissen der Anprallversuche mit Motorrädern und Pkw und den vorstehend dargestellten Abschätzungen des Verhaltens von nicht geprüften Konstruktionen sind in Tabelle 3 vorläufige Einsatzkriterien für Schutzrichtungen

mit geringerem Verletzungsrisiko für Motorradfahrer zusammengestellt. Dabei wurden die Sicherheitsaspekte abgewogen mit Wirtschaftlichkeitsüberlegungen.

Vorhandene Schutzeinrichtung	Zul. Höchstgeschwindigkeit oder mittlere tatsächliche Geschwindigkeit [km/h]	Abschnitt gleichzeitig unfallauffällig im PKW-Verkehr	Empfohlene Schutzeinrichtung
ESP	> 70	ja	Kastenprofil mit Unterfahrschutz
		nein	ESP mit Unterfahrschutz
	≤ 70		SPU / ESP mit Unterfahrschutz
EDSP	> 70		EDSP mit untergehängtem zweiten Holm
	≤ 70		SPU / EDSP mit untergehängtem zweiten Holm
BSW			BSW

Tabelle 3 Vorläufige Einsatzkriterien für Schutzeinrichtungen mit geringerem Verletzungsrisiko für Motorradfahrer in Streckenabschnitten mit Unfallauffälligkeiten im Motorradverkehr

Ist an einem im Motorradverkehr unfallauffälligen Streckenabschnitt keine Schutzeinrichtung vorhanden, sollte geprüft werden, ob der Einsatz des Kastenprofils mit Unterfahrschutz geeignet erscheint, die Verletzungsschwere für Motorradfahrer zu verringern. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn in diesem Abschnitt mehrere Anpralle an ein gefährliches Hindernis stattgefunden haben.

Da die ESP mit Unterfahrschutz bei Anprallgeschwindigkeiten von 80 km/h in Kurvenbereichen die Grenze ihrer Rückhaltefähigkeit erreicht, sollte geprüft werden, ob bei Einsatz dieser Schutzeinrichtung auf schnell befahrenen Strecken die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h beschränkt werden kann.

Tendenziell ist das Schutzpotenzial der SPU für Motorradfahrer niedriger einzuschätzen als der Einsatz von Unterfahrschutzvorrichtungen. Es empfiehlt sich, den Einsatz von SPU auf Straßen zu begrenzen, die mit niedrigen Geschwindigkeiten befahren werden. Der Einsatz von SPU kann aber auch bei schnell befahrenen Straßen mit Unfallhäufungslinien sinnvoll sein, wenn nur so mit den verfügbaren Finanzmitteln größere Streckenlängen abgesichert werden können. Dann sollte jedoch geprüft werden, ob die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h beschränkt werden kann.

9. Ausblick

In einem laufenden Forschungsprojekt der BAST und der DEKRA soll eine nachrüstbare Zusatzkonstruktion mit erhöhtem Schutzpotenzial für Motorradfahrer entwickelt

werden, die gleichzeitig ein gutes Verhalten bei Pkw-Anfahrten zeigt. Ein solches System würde zu Änderungen in der Tabelle 3 führen.

In einem weiteren Projekt sollen kritische Streckenabschnitte für Motorradfahrer charakterisiert und daraus Einsatzbereiche für Schutzeinrichtungen mit erhöhtem Schutzpotenzial für Motorradfahrer abgeleitet werden. Bis zum Vorliegen der Ergebnisse ist es empfehlenswert, sich bei der Festlegung der unfallauffälligen Strecken im Motorradverkehr an Abschnitt 3.2.3 des Leitfadens "Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken" des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen zu orientieren. Der Leitfaden kann als pdf-Datei unter der Adresse <http://www.verkehr.hessen.de> (Downloads) kostenlos heruntergeladen werden. Für die Festlegung von Unfallauffälligkeiten im Pkw-Verkehr wird empfohlen, sich am „Merkblatt für die Auswertung von Verkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten, Ausgabe 1998“ der FGSV zu orientieren.