



Dynamic Test Center
Centrum für Dynamische Tests
Centre de Tests Dynamiques

Stellungnahme zur Ausrüstung von Beckengurten in Einzelzellen von Gefangenentransportern und in Mannschaftsfahrzeugen der Polizei bezüglich Schutzpotenzial

Bericht Nr: 216MRR035

Datum der Begutachtung: 16. Februar 2006

Auftraggeber(in): KKJPD
Herr Schneeberger Roger
Kramgasse 14
3000 Bern 8

Inhalt:	1	Zusammenfassung.....	2
	2	Einleitung	3
	3	Polizeifahrzeuge für Gefangenentransporte	5
	4	Polizeifahrzeuge für Mannschaftstransporte.....	8
	5	Anhang.....	A-9

Anzahl Seiten im Bericht: 11 Anhang: 7

Dokument	Name	Unterschrift	Datum
Autor	Patrick Kamber	<i>P. Kamber</i>	22. März 2006
Geprüft	Raphael Murri	<i>R. Murri</i>	22. März 2006

1 Zusammenfassung

Die Dynamic Test Center AG wurde durch die KKJPD beauftragt, eine Stellungnahme zu Sicherheitsgurte in Einzelzellen von Gefangenentransportern und Mannschaftsfahrzeugen der Polizei für Sondereinsätze bezüglich Schutzpotenzial auszuarbeiten.

Im Rahmen dieser Stellungnahme soll der Nutzen der Ausrüstung von Beckengurten in Einzelzellen sowohl bei bestehenden wie auch bei neuen Fahrzeugen geklärt werden.

Für die Mannschaftsfahrzeuge der Polizei, welche vorwiegend für Sondereinsätze verwendet werden, soll eine Befreiung der Gurtraggpflicht resp. Ausrüstpflicht von Beckengurten geprüft werden. Parallel dazu soll die Vorgehensweise von Institutionen mit ähnlichen Aufgabenbereichen, wie VBS oder Feuerwehr, in Erfahrung gebracht werden.

Die Insassensicherung ist nachweisbar eines der wirkungsvollsten Instrumente, um einerseits Unfälle zu vermeiden und andererseits das Verletzungsrisiko für sich selbst, aber auch dritter zu verringern. Obwohl der Sicherheitsgurt seit vielen Jahren obligatorisch ist, kann die Tragquote in der Schweiz noch immer nicht als befriedigend betrachtet werden. Gut die Hälfte aller im Strassenverkehr getöteten Autolenker waren nicht angegurtet. Sie wären noch am Leben, wenn sie sich angeschnallt hätten.

Gefangenentransportfahrzeuge mit Einzelzellen

Aufgrund der stark reduzierten Raumverhältnissen kann ein Beckengurt seine Rückhaltewirkung kaum oder nur ungenügend entwickeln, wenn sich auf allen Seiten des Sitzplatzes Zellenwände gemäss ECE-R21 Anhang 1 im Bezugsbereich (840 mm um H-Punkt nach vorne) befinden. Einzig bei einem Fahrzeugüberschlag hätte ein gesicherter Insasse, gegenüber einem ungesicherten, ein wahrscheinlich geringeres Verletzungsrisiko.

Die Ziele der Insassensicherung sind in Einzelzellen auch bei ungesichertem Zelleninsassen, unter Berücksichtigung des Bezugsbereichs, bezüglich Reaktionsverzug des Fahrers in Notsituationen, der Verletzungsgefahr für die Zelleninsassen wie auch für Drittpersonen mit denen gesicherter Insassen vergleichbar. Aus diesen Gründen wäre ein Verzicht auf eine Beckengurt-Nachrüstung vertretbar. Die Zellenwände und -Türe sollten mit oder ohne Beckengurt soweit möglich entschärft werden (Kantenradien, Anprallkissen etc.).

Mit entsprechendem Aufwand würden sich mit Sicherheit technische Lösungen finden, mit welchen sich die passive Sicherheit für Zelleninsassen erhöhen liesse. Diese Lösungen würden das gesetzlich geforderte Minimum bei weitem übersteigen.

Polizeifahrzeuge für Mannschaftstransporte, Befreiung der Gurtraggpflicht bei Sondereinsätzen resp. Ausrüstpflicht

Die Ausnahmen bezüglich Gurtraggpflicht bei Sondereinsätzen sind allenfalls durch die polizeiliche Generalklausel abgedeckt. Trotzdem muss das Benützen der Sicherheitsgurte aus sicherheitstechnischer Sicht auch unter den erschwerten Bedingungen unbedingt empfohlen werden. Durch gezielte Schulung des Personals könnte das Verständnis für den Nutzen der Sicherheitsgurte, auch bei Sondereinsätzen, erreicht werden.

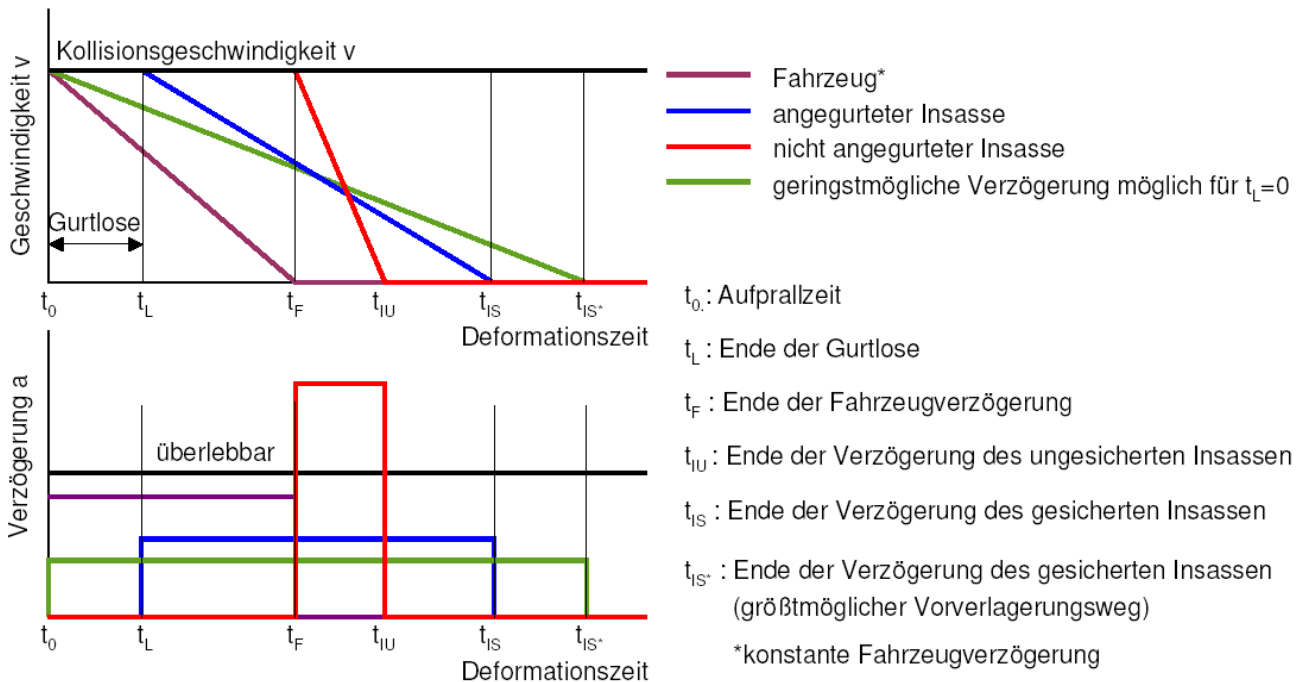
Im VBS werden die materialbedingten reduzierten Platzverhältnisse auf Einsatzfahrten dadurch verbessert, indem das Material auf einem Anhänger transportiert wird. Feuerwehren haben teilweise technisch aufwändige Lösungen realisiert, um ihr Personal auch in Ausrüstung sichern zu können.

Für Fahrzeuge älteren Jahrgangs, welche gegen Ende der vorgeschriebenen Nachrüstperiode aus dem Verkehr genommen werden oder für Fahrzeuge, welche vorwiegend für Sondereinsätze verwendet werden, ist eine Ausnahmeregelung analog derjenigen des VBS für die Puch und Bucher DURO / MB Sprinter denkbar (Schreiben VBS im Anhang).

2 Einleitung

Damit Diskussionen um die Tragpflicht von Gurten aus einem sicherheitstechnischen Hintergrund geführt werden können, werden im folgenden Abschnitt grundsätzliche physikalische Zusammenhänge bei der Insassensicherung mit Fokus auf den Sicherheitsgurt betrachtet.

Die qualitativen Kurven zeigen die Geschwindigkeitsverläufe und die Verzögerungsverläufe von angegurteten und nicht angegurteten Insassen während einer Kollision. In der Praxis werden die Belastungen durch dynamische Einflüsse meistens verstärkt. Die vereinfachten Darstellungen zeigen die Folgen von Kollisionen mit ungesicherten Insassen und es lassen sich Ziele für die Insassensicherung erklären.



Es ist ersichtlich, dass nach dem Beginn der Verzögerung des Fahrzeuges und Überbrückung der Gurtlose der angegurtete Insasse früher an der Fahrzeugverzögerung teilnehmen kann, als der nicht angegurtete Insasse. Durch das spätere Teilnehmen des nicht angegurteten Insassen ist der Geschwindigkeitsunterschied zwischen Insasse und Fahrzeug im Zeitpunkt der Ankopplung in vielen Fällen gleich der Kollisionsgeschwindigkeit. Im obigen Beispiel steht das Fahrzeug bereits still, wenn der nicht angegurtete Insasse zu verzögern beginnt. Im realen Fall heisst dies, dass bei einer Kollision mit 50 km/h der Insasse mit der Kollisionsgeschwindigkeit, hier 50 km/h, auf Teile des Fahrzeuginnenraums wie Lenkrad, Armaturenbrett oder Drittpersonen im Fahrzeuginnenraum prallt. Hinzu kommt, dass die Rückhaltkraft nicht von einem abgestimmten Gurt kommt, sondern von meist massiven Strukturen. Die überlebbar biomechanischen Belastungsgrenzen werden dabei deutlich überschritten (rote Kurven).

Das Beispiel zeigt weiter, dass bei möglichst straffem Gurt und somit geringer Gurtlose die Verzögerung bei kleiner Geschwindigkeitsdifferenz einsetzt und der mögliche Freiraum am besten ausgenutzt werden kann. Je früher die Verzögerung einsetzt, umso kleiner sind die durchschnittlichen Beschleunigungen und umso grösser sind die Überlebenschancen. Für eine wirkungsvolle Insassensicherung gilt es, die Insassen schnellstmöglich am Fahrzeug anzukoppeln (Gurtstraffer). Mit Hilfe von zusätzlichen Einrichtungen kann der Insasse auf abgestimmtem Kraftniveau den Freiraum für eine maximale Vorverlagerung nutzen (Gurtkraftbegrenzer, Airbags). Auf diesem Wege können Insassenbelastungen deutlich unter den biomechanischen Grenzwerten realisiert werden (grüne Kurven).

Die Rückhaltewirkung von Sicherheitsgurten kann dabei mit einem Dreipunktgurt am einfachsten und effizientesten realisiert werden. Beckengurte haben den Nachteil, dass der Oberkörper durch die Verzögerung ähnlich einem Pendel um den H-Punkt dreht. Die kinetische Energie in Oberkörper und Kopf wird dabei nur

geringfügig abgebaut. Das Verletzungsrisiko durch einen Anprall auf Strukturen im Bezugsbereich (840 mm um H-Punkt) ist gegenüber einem Dreipunktgurt eindeutig höher.

Diese Zusammenhänge gelten grundsätzlich, unabhängig von der Ausrichtung der Sitzplätze (längs- oder quergerichtete Sitzplätze). Crashtests auf der hauseigenen Craschanlage haben gezeigt, dass die Insassensicherung auf Längsbänken mit einem Dreipunktgurt zu erhöhten Verletzungsrisiken der Halswirbelsäule führen kann. Gestützt auf diese Untersuchungen wurde die Nachrüstpflicht für Sicherheitsgurte auf längsgerichteten Sitzplätzen beschlossen. Diese Sitzplätze müssen in Zukunft mindestens mit einem Beckengurt ausgerüstet sein. Diese Regelung gilt für Fahrzeuge, die ab dem 1. März 2006 neu in Verkehr gesetzt werden. Ältere Fahrzeuge müssen bis zum 1. Januar 2010 nachgerüstet werden. Europaweit werden ab Oktober 2007 keine Fahrzeugneuzulassungen mit Längsbänken mehr möglich sein. Die VTS wird dieses Verbot auch in der Schweiz übernehmen.

Davon ausgehend, dass auf ungesicherte Insassen eine Verzögerung von 100 g wirkt (biomechanische Grenzwerte für Kopf = 80 g, Brust = 60 g, Becken = 80 g), wirkt auf einen durchschnittlichen Mann (75 kg) eine Rückhaltekraft von 75'000 N (7'500 kg). Weder Rücksitzlehnen, noch eine Vielzahl von Trennwänden sind für derartige Belastungen ausgelegt. Korrekt gesicherte Fahrer und Beifahrer würden durch ungesicherte Insassen im Fahrgastraum erdrückt.

Mit der Nachrüstpflicht von Sicherheitsgurten auf längsgerichteten Sitzplätzen sollen folgende Zielsetzungen verfolgt werden:

1. Reaktionsverzug verringern: Untersuchungen in Bussen im öffentlichen Verkehr haben gezeigt, dass Fahrer in Notsituationen durch das Bewusstsein, dass durch eine Notbremsung Passagiere durch den Fahrgastraum geschleudert werden und verletzt werden können, einen Reaktionsverzug bis zu 1 s zeigen. Die meisten Notsituationen führen nicht zu einem Unfall, wenn der Fahrer ohne Reaktionsverzug eine Vollbremsung oder ein Ausweichmanöver einleiten kann. Durch das Angurten und Sichern von Insassen wird der Reaktionsverzug hängen.
2. Schutz der Insassen: Das Verletzungsrisiko soll für Insassen so gering wie möglich gehalten werden. Dank der Insassensicherung können Verzögerungsbelastungen unterhalb der biomechanischen Belastungsgrenzen realisiert werden. Weiter steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Insassen nach einer Kollision noch bei Bewusstsein sind. Letzteres ist bei der Bergung der Fahrzeuginsassen besonders wichtig, wenn die Zeit beispielsweise wegen einem Fahrzeugbrand knapp wird.
3. Schutz anderer Insassen: Durch Angurten und Sichern von Insassen wird das Verletzungsrisiko von Drittpersonen im Fahrzeuginnenraum deutlich vermindert.

Um entweder ein Verzicht der Gurtraggpflicht oder der Nachrüstpflicht von Gurten als vertretbar einzustufen, müssen diese Ziele, auf die entsprechende Situation bezogen, ein vergleichbares Verletzungsrisiko oder eine vergleichbare Wirkung zeigen, wie wenn der Insasse mit Beckengurt gesichert würde.

3 Gefangenentransportfahrzeug mit Einzelzellen

Gefangenentransportfahrzeuge mit Einzelzellen sind entsprechend der schematischen Zeichnung rechts aufgebaut. Hinter der Trennwand zum Fahrgastraum sind die Einzelzellen in Längsrichtung angeordnet. Zwischen den Einzelzellen befinden sich geschlossene Wände. Die Türen bestehen aus einer Gitterkonstruktion (Abb 2.).

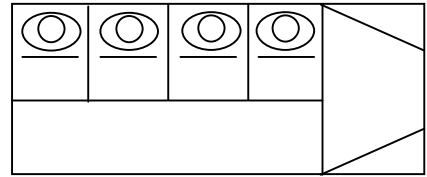


Abb. 1 Schematische Zeichnung des Transporters mit Einzelzellen.



Abb. 2 Einzelzelle bei geschlossener Tür.



Abb. 3 Einzelzelle bei geöffneter Tür mit längsgerichteter Sitzbank und seitlichen Kopfkissen.

3.1.1 Abmessungen

Das nebenstehende Bild zeigt die engen Raumverhältnisse in den Einzelzellen. Bei leichten Bewegungen nach links, rechts oder hinten, berührt der Insasse sofort die Wände oder deren Kissen. Die Kissen sollten mit einem energieabsorbierenden Schaum gefüllt sein. Der Nachweis für eine effiziente Abstimmung der Kopfkissen ist in der ECE-R17 beschrieben.

Wenn sich der Insasse nach vorne beugt, berührt er mit dem Kopf ebenfalls die Gittertüre. Das heisst, die Gittertüre liegt innerhalb des in ECE-R21 Anhang 1 definierten Bezugsbereichs (840 mm um H-Punkt).

Die Gittertüre ist scharfkantig und sollte, unabhängig der Sicherungsart der Zelleninsassen, entschärft werden (min. 2.5 mm Kantenradius).



Abb. 4 Insasse in Einzelzelle (Grösse entspricht HIII 95%).

3.1.2 Beurteilung des Schutzpotentials von Beckengurten in Einzelzellen

Durch die engen Raumverhältnisse in den Einzelzellen wird durch einen Beckengurt ein Anprallen des Kopfes an den Zellwänden nicht verhindert. Statistisch gesehen erfolgen rund 48 % der Kollisionen frontal bis schräg frontal. Der Kopfanprall selbst würde sich im Vergleich zum ungesicherten Insassen, im Vergleich zum mit Beckengurt gesicherten Insassen, nur geringfügig verändern. Bei einem Heckanprall ist von einem ähnlichen Verhalten auszugehen. Der Beckengurt ist bei einer seitlichen Kollision auf der linken Fahrzeugseite nahezu wirkungslos. Der Kopfanprall würde in diesem Fall direkt auf die Zellenwand erfolgen (Abb. 4). Mit einem abgestimmten Anprallkissen könnte das Verletzungsrisiko verringert werden.

Bei einer seitlichen oder schräg seitlichen Kollision auf der rechten Fahrzeugseite würde der Insasse mit dem Kopf an der Gittertüre aufschlagen. Da sich die Gittertüre im Bezugsbereich des Insassen befindet, würde ein Kopfanprall sowohl mit wie auch ohne Beckengurtsicherung erfolgen. Der Oberkörper des angegurten Insassen würde eine Rotation um den H-Punkt vollziehen und mit dem Kopf gegen die Tür schlagen. Dieser Anprall könnte hohe Belastungen auf den Kopf und die Halswirbel verursachen. Der nicht angegurte Insasse würde von der Sitzbank translatorisch in die Gittertür fliegen. Es ist anzunehmen, dass der Kopfanprall im Vergleich zum gesicherten Insassen heftiger ausfallen würde, die Halswirbelsäule würde vermutlich weniger stark belastet. Inwieweit sich das Verletzungsrisiko im Vergleich verändert, ist ohne Versuchsdaten schwer abzuschätzen.

Beim Überschlagen des Fahrzeuges würde ein Beckengurt die Verletzungsgefahr verringern helfen, weil der Insasse auf dem Sitzplatz zurückgehalten würde und dadurch wahrscheinlich kleinere Verletzungen erleiden würde. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Insasse nach einem Überschlag noch bei Bewusstsein ist, scheint beim gesicherten Insassen grösser zu sein. Dadurch könnte sich der Insasse selber abgurten und seine Bergung aktiv unterstützen.

Fazit: Aufgrund der stark reduzierten Raumverhältnissen kann ein Beckengurt seine Rückhaltewirkung kaum oder nur ungenügend entwickeln, wenn sich auf allen Seiten des Sitzplatzes Zellenwände gemäss ECE-R21 Anhang 1 im Bezugsbereich (840 mm um H-Punkt nach vorne) befinden. Einzig bei einem Fahrzeugüberschlag hätte ein gesicherter Insasse, gegenüber dem ungesicherten, ein wahrscheinlich geringeres Verletzungsrisiko.

Die passive Sicherheit in Einzelzellen könnte durch den Einsatz abgestimmter Kissen deutlich erhöht werden. Der Zelleninnenraum müsste in jedem Fall entschärft werden (min. 2.5 mm Kantenradius).

Mit entsprechendem Aufwand würden sich mit Sicherheit technische Lösungen finden, mit welchen sich die passive Sicherheit für Zelleninsassen erhöhen liesse. Diese Lösungen würden das gesetzlich geforderte Minimum bei weitem übersteigen.

3.1.3 Empfehlung

Gefangene in Einzelzellen können bei Kollisionen nicht aus der Zelle geschleudert werden und das Risiko, dass andere durch sie verletzt werden könnten, besteht nicht. Die Ziele der Insassensicherung sind in Einzelzellen auch bei ungesichertem Zelleninsassen, unter Berücksichtigung des Bezugsbereichs, bezüglich Reaktionsverzug des Fahrers in Notsituationen, der Verletzungsgefahr für die Zelleninsassen wie auch für Drittpersonen mit denen gesicherter Insassen vergleichbar.

Aus diesen Gründen wäre ein Verzicht auf eine Beckengurt-Ausrüstung in Einzelzellen vertretbar.

4 Polizeifahrzeuge für Sondereinsätze

Mannschaftstransportfahrzeuge mit Längsbänken wurden auf Basis verschiedener Fahrzeuge erstellt. Sie dienen einerseits zum Transport von voll ausgerüsteten Polizisten zu Einsatzorten und andererseits zum Verschieben von Personal zu Ausbildungsorten oder weiter gelegenen Einsatzorten. Bei den Transporten mit voll ausgerüsteten Polizisten sind aufgrund der Ausrüstung die Platzverhältnisse stark eingeschränkt. Diese Transporte können unter erschwerten Bedingungen und unter Zeitdruck erfolgen.

Beim Transport von voll ausgerüsteten Polizisten zu Einsatzorten leidet natürlich die Effektivität des Sicherheitsgurtes oder Beckengurtes. Durch das Tragen von dicken Jacken, Schutzwesten usw. werden im Falle einer Kollision mehrere Lagen weichen Materials zusammen- oder weggedrückt, bevor die Gurte die volle Wirkung entfalten können.

Die Schutzbekleidung ist weder für eine effiziente Energieumwandlung im Falle eines Unfalls ausgelegt noch steht damit genügend Verzögerungsweg zur Verfügung.



Abb. 5 Voll ausgerüstete Polizisten auf Längsbank.

Mit Hilfe der Schutzbekleidung kann die partielle Krafteinleitung in Körperbereiche grossflächiger abgestützt erfolgen. Die Schutzbekleidung ersetzt auf keine Art und Weise die Schutzwirkung eines Beckengurtes.

Es ist nachvollziehbar, dass während extremen Situationen der Sicherheitsgurt durch Anlegen und Ablegen einen flüssigen Ablauf eines Einsatzes stören kann. Dafür hat die Polizei allenfalls durch die polizeiliche Generalklausel die Möglichkeit, auf den Einsatz der Sicherheitsgurte zu verzichten, obwohl genau bei diesen Einsätzen das grösste Gefahrenpotential besteht und ein sichern der Insassen durch angurten umso wichtiger und sinnvoller wäre.

Die Armee verwendet zum Verschieben ihres Personals mit viel Ausrüstung konsequenterweise Anhänger. Die Polizei könnte durch getrennten Transport der Ausrüstung auf weitere ungesicherte Fahrten verzichten.

4.1.1 Empfehlung Befreiung der Ausrüstpflicht von Beckengurte in Fahrzeugen für Sondereinsätze

Die Ausnahmen bezüglich Gurtragspflicht bei Sondereinsätzen sind allenfalls durch die **polizeiliche Generalklausel** abgedeckt. Trotzdem muss das Benutzen der Sicherheitsgurte aus sicherheitstechnischer Sicht auch unter den erschwerten Bedingungen unbedingt empfohlen werden.

Die Ziele des Sicherheitsgurtes: Schützen des Insassen selbst, Reduktion der Verletzungsgefahr von Drittpersonen und verringern des Reaktionsverzugs würden durch das Angurten von mitfahrenden Insassen alle erreicht. Durch gezielte Schulung des Personals könnte das Verständnis für den Nutzen der Sicherheitsgurte, auch bei Sondereinsätzen, erreicht werden.

Im VBS werden die materialbedingten reduzierten Platzverhältnisse auf Einsatzfahrten dadurch verbessert, indem das Material auf einem Anhänger transportiert wird. Feuerwehren haben teilweise technisch aufwändige Lösungen realisiert, um ihr Personal auch in Ausrüstung sichern zu können.

Für Fahrzeuge älteren Jahrgangs, welche gegen Ende der vorgeschriebenen Nachrüstperiode aus dem Verkehr genommen werden oder für Fahrzeuge, welche vorwiegend für Sondereinsätze verwendet werden, ist eine Ausnahmeregelung analog derjenigen des VBS für die Puch und Bucher DURO / MB Sprinter denkbar (Schreiben VBS im Anhang).

5 Anhang

5.1 Schreiben des VBS zu Sicherheitsgurten für Längsbänke

5.2 Schreiben des ASTRA zu Sicherheitsgurten in Fahrzeugen zum Gefangenentransport