

AUSWERTUNG DES ANPRALLDÄMPFERS "RIMOB"

R-90-50

Dipl.-Ing. C.C. Schoon

Leidschendam, 1990

Forschungsgesellschaft für Verkehrssicherheit SWOV - Niederlande

INHALT

Vorwort

1. Einleitung

2. Aufbau und Ausführung
 - 2.1. Aufbau
 - 2.2. Ausführung

3. Ergebnisse der Bestandsaufnahme
 - 3.1. Zahl der aufgestellten RIMOBs und Zusammenstöße
 - 3.2. Einzelheiten des Standorts
 - 3.3. Unfallanalyse
 - 3.4. Kosten

4. Auswertung
 - 4.1. Aufstellungskriterien und praktische Aspekte der aufgestellten RIMOBs
 - 4.2. Sicheres Funktionieren während eines Aufpralls
 - 4.3. Technische Beurteilung

5. Schlußfolgerungen

Literatur

Abbildungen 1 bis 9

Anlagen 1 und 2

VORWORT

In den Niederlanden wurden seit 1982 ca. 170 Anpralldämpfer auf den Seitenstreifen von Autobahnen angebracht. Es handelt sich dabei um den in den Niederlanden entwickelten "RIMOB", einen Anpralldämpfer, die mit "Faltrohren" zur Aufnahme der beim Aufprall entstehenden Energie ausgestattet ist. In diesem Bericht wird eine Auswertungsstudie über diese Art Anpralldämpfer beschrieben.

1982 wurden die Forschungsarbeiten in bezug auf den RIMOB beendet. Für die Entwicklung eines spezifischen Anpralldämpfers für den niederländischen (europäischen) Markt gab es drei Gründe:

1. Der Wunsch der Straßenbehörde, eine Konstruktion zu entwerfen, mit der es möglich wäre, sowohl leichte als schwere Personenwagen sicher aufzufangen.
2. Der Bedarf an V-förmigen Konstruktionen für die Verwendung an Trenninselspitzen bei Autobahnausfahrten.
3. Ein niedriger Kostenpreis, so daß der Anpralldämpfer in großem Umfang aufgestellt werden konnte.

Das Ergebnis dieser Bemühungen ist der Anpralldämpfer RIMOB, der mit Hilfe von Versuchen erprobt worden ist (Schoon, 1982). Da der RIMOB inzwischen bereits 7 Jahre in der Praxis verwendet wird, konnte nun eine Auswertungsstudie durchgeführt werden.

Die Daten über Unfälle und in der Praxis gemachte Erfahrungen wurden für diese Untersuchung von dem DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV (DHV, 1989) gesammelt. Im vorliegenden Bericht sind die Einzelheiten der Bestandsaufnahme zusammengefaßt. Die Forschungsgesellschaft für Verkehrssicherheit SWOV hat diese Einzelheiten analysiert.

Die Untersuchung wurde im Auftrag der Dienststelle Verkehrswesen von Rijkswaterstaat (oberste Straßen- und Wasserbaubehörde der Niederlande) durchgeführt.

Auch im Namen von DHV danken wir den Dienststellen von Rijkswaterstaat, der Direktion für Brücken und dem Fabrikanten der RIMOBs (Prins NV) für die Daten, die sie für diese Auswertungsstudie zur Verfügung gestellt haben.

1. EINLEITUNG

Der RIMOB wird in drei verschiedenen Situationen auf Autobahnen verwendet: Trenninselspitzen bei Ausfahrten, oft als Beginnkonstruktion der Leitplanke (Abbildung 1), auf Zwischenstreifen (Abbildung 2) und auf Seitenstreifen zum Schutz alleinstehender Hindernisse (Abbildung 3).

Der RIMOB besteht aus einem Satz kastenförmiger Segmente, die bei einem frontalen Aufprall ineinandergedrückt werden (siehe Abbildungen 4 und 5). In den ein Meter langen Segmenten befinden sich Aluminiumrohre in axialer Richtung, die sich bei einem schweren frontalen Aufprall bis zu ca. 20% der ursprünglichen Länge verformen. Zur Veranschaulichung ist in Abbildung 6 das Foto eines eingedrückten Segmentes eines RIMOB im Entwicklungsstadium zu sehen. Der RIMOB hat an der Seite einander überlappende Leitplanken mit einer Länge von 2 m. Dafür werden Leitplankenprofile in Standardausführung verwendet. Bei einem Aufprall gegen die Flanke des RIMOB funktionieren diese wie eine normale Leitplankenkonstruktion.

Die Menge der Aufprallenergie, die vom RIMOB aufgenommen werden kann, läßt sich programmieren. Das ist möglich durch die Anpassung der Zahl der Segmente, der Zahl der Faltröhre je Segment, des Durchmessers und der Wanddicke der Rohre.

Die RIMOB ist nur an zwei Stellen im Boden verankert. Dazu wird auf den Streifen eine spezielle Fundierungsplatte angebracht; auf Kunstbauten können das vordere und hintere Fundament gesondert angebracht werden. An den RIMOB können direkt Leitplanken angeschlossen werden.

In den Niederlanden werden drei Standardtypen des RIMOB verwendet (siehe Abbildung 7):

V-270: V-förmig, Basisbreite 2,70 m und 7 Segmente mit einer Gesamtlänge von 7,50 m.

V-185: V-förmig, Basisbreite 1,85 m und 6 Segmente mit einer Gesamtlänge von 6,50 m.

P-110: Parallelförmig, Basisbreite 1,10 m und 4 Segmente mit einer Gesamtlänge von 4,50 m.

Auch andere Varianten sind möglich. Das Verhältnis zwischen Länge und Breite (mehr Segmente, größere Breite) ist für die Stabilität des RIMOB bei Zusammenstößen schräg zur Spitze wichtig (Schoon, 1984).

2. AUFBAU UND AUSFÜHRUNG

2.1. Aufbau

Für die Durchführung einer Auswertung werden folgende Aspekte als wichtig betrachtet:

- prüfen, ob der RIMOB bei Zusammenstößen sicher funktioniert, sowohl für die Insassen des aufprallenden Fahrzeugs als auch für die anderen Straßenbenutzer;
- technische Beurteilung des Funktionierens und, falls erforderlich, die Ausarbeitung eines Vorschlags für Anpassungen;
- prüfen, ob die für die Niederlande geltenden Aufstellungskriterien des RIMOB ausreichen.

2.2. Ausführung

In erster Linie wurde eine Übersicht aller RIMOBs angefertigt, die seit 1982 aufgestellt worden sind. Ergänzend dazu werden die Zusammenstöße aufgeführt, die damit stattgefunden haben. Dazu wurden bei den Straßenbehörden und dem Fabrikanten des RIMOB Daten gesammelt.

Praktische Aspekte wie Aufstellung, Austausch nach einem Aufprall und Kosten sind Teil dieser Bestandsaufnahme.

Anschließend wurden folgende Aspekte behandelt, die für die Auswertung wichtig sind.

Aufstellungskriterien

Anhand von Situationen aus der Praxis wurde geprüft, inwieweit die RIMOBs den Kriterien entsprechend aufgestellt wurden. Dazu wurde eine Bestandsaufnahme bei zwei Dienststellen von Rijkswaterstaat (in den Provinzen Südholland und Utrecht) durchgeführt. Bei dieser Bestandsaufnahme wurden auch Probleme beim Einbau und in bezug auf die Dauerhaftigkeit berücksichtigt.

Sicheres Funktionieren bei einem Aufprall

Die Prüfung, ob ein RIMOB in einer Unfallsituation sicher funktioniert, wurde anhand von Unfalldaten geprüft. Abhängig von den verfügbaren Daten kann auf zwei Arten berechnet werden, wie ernst ein Unfall ist:

1. Der Verletzungsgrad von Unfällen mit dem RIMOB wird verglichen mit dem von Unfällen mit ungeschützten Gefahrenstellen. Der Vergleich findet anhand von Klassen entsprechend dem Ausmaß des primären Zusammenstoßes statt.
2. Aufgrund des Schadens am RIMOB wird geschätzt, wie schwer der Unfall gewesen wäre, wenn sich an dieser Stelle kein RIMOB befunden hätte. Diese zweite Art und Weise der Berechnung ist ziemlich spekulativ, da geschätzt werden muß, wie schwer die Verletzung war, ohne daß bekannt ist, ob der Sicherheitsgurt benutzt wurde und wie die Verformungscharakteristik des entsprechenden Fahrzeugs ist.

Mit der ersten Berechnungsweise können beide Unfallarten in objektiver Weise miteinander verglichen werden. Diese Methode wurde daher auch angewandt.

Technische Beurteilung

Anhand der Verschiebung oder Verformung des RIMOB und seiner Teile wurde geprüft, ob es notwendig ist, die Konstruktion zu verbessern. In vielen Fällen sind nach einem Zusammenstoß Fotos vom RIMOB gemacht worden, die dann für die Analyse verwendet wurden.

3. RESULTATE DER BESTANDSAUFNAHME

3.1. Zahl der aufgestellten RIMOBs und Zusammenstöße

In der nachstehenden Tabelle ist angegeben, wieviel RIMOBs seit 1982 aufgestellt wurden, unterteilt nach Standorten mit und ohne Unfälle. Außerdem ist die Zahl der Zusammenstöße mit dem RIMOB angegeben (Stichtag 1. Juni 1989).

Typ RIMOB	Zahl der Standorte mit RIMOBs		Zahl der Standorte ohne Unfall		Zahl der Standorte mit Unfall		Zahl der Zusammenstöße	
	A	%	A	%	A	%	A	%
	V-270	135	80	103	80	32	80	79
	100-->	76			24			
V-185	24	14	19	15	5	13	10	10
	100-->	79			21			
V-150	1	1	0	0	1	3	1	1
P-110	9	5	7	5	2	5	7	7
INSGESAMT	169	100	129	100	40	100	97	100
	100-->		76		24			

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß bei den 169 aufgestellten RIMOBs die V-270 am meisten vorkommt (80%). An 24% der Stellen, an denen sich RIMOBs befinden, haben Zusammenstöße stattgefunden. Dabei gibt es zwischen der V-270 und V-185 kaum einen Unterschied.

In der nachstehenden Tabelle ist angegeben, wie oft durchschnittlich pro Jahr ein Fahrzeug auf einen RIMOB aufgeprallt ist.

Die Mittelwerte der Standorte mit Unfällen beziehen sich auf die Standorte, wo mindestens ein Jahr lang ein RIMOB gestanden hat. Aus der Tabelle geht hervor, daß durchschnittlich einmal alle 5 Jahre ein Auto auf einen RIMOB aufprallt (0,2 mal pro Jahr). Der P-110 wird im Schnitt mehr angefahren als die beiden anderen Typen.

Typ	Durchschnittliche Aufprallzahl pro Jahr			Alle Standorte
	Standorte mit Unfällen			
	Minimum	Maximum	Durchschnitt	
V-270	0,2	2,8	0,9	0,2
V-185	1,3	3,7	1,9	0,2
P-110	1,1	3,0	1,5	0,5
Alle Typen	0,2	3,7	1,0	0,2

Bestimmte Standorte sind anfälliger für Unfälle als andere. An den Standorten mit Unfällen zeigt sich, daß im Schnitt einmal jährlich ein RIMOB angefahren wird. Der V-270 schneidet mit 0,9 Unfällen pro Jahr günstiger ab als der V-185 und der P-110 (1,9 bzw. 1,5 Unfälle pro Jahr).

Eine Analyse der Merkmale dieser Standorte, an denen der RIMOB öfter als durchschnittlich angefahren wird, kann Einsicht in die möglichen Ursachen von Unfällen gewähren. Aufgrund davon können die Aufstellungskriterien angepaßt werden.

3.2. Daten der Standorte

Aus der bei den beiden regionalen Straßenbehörden (Utrecht und Südholland) durchgeführten Bestandsaufnahme sind von 66 RIMOBs weitere Einzelheiten über die Standorte bekannt geworden. Zunächst folgt eine Übersicht über die verschiedenartigen Streifen, auf denen die RIMOBs aufgestellt sind:

Streifentyp	RIMOB V-270		RIMOB V-185		RIMOB P-110		Insgesamt	
	A	%	A	%	A	%	A	%
Trenninselp.	13	24	6	60	2		21	32
Mittelstreifen	3	5	-	-	-		3	4
Zwischenstr.	22	41	3	30	-		25	38
Seitenstr.	16	30	1	10	-		17	26
INSGESAMT	54	100	10	100	-		66	100

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß RIMOBs am meisten auf Zwischenstreifen aufgestellt werden; Trenninselspitzen stehen an zweiter Stelle. Bei spitz zulaufenden Streifen wird der V-185 bevorzugt.

In welchem Maße Leitplanken an die RIMOBs angeschlossen wurden, ist in der nächsten Tabelle angegeben. Wenn ein RIMOB nicht an eine Leitplanke angeschlossen wird, wird ein Endstück angebracht. Die Steifheit der angeschlossen Leitplanke wird im Pfostenabstand zum Ausdruck gebracht. Auf welcher Seite der RIMOB die Leitplanke angeschlossen wurde, ist mit Haupt- und Nebenfahrbahn angegeben. Für den Seitenstreifen ist nur die Hauptfahrbahn wichtig.

Typ des Anschlusses	Trenninselspitzen				Seitenstreifen	
	Mittelstreifen, Zwischenstreifen					
	Hauptfahrbahn		Nebenfahrbahn		Hauptfahrbahn	
	A	%	A	%	A	%
Leitplanke						
- Pfostenabstand 133	26	53	30	61	6	35
- Pfostenabstand 267	11	22	3	6	1	6
- Pfostenabstand 400	1	2	-	-	5	29
Endstück	11	22	16	32	5	29
INSGESAMT	49	100	49	100	17	100

Aus der Tabelle geht hervor, daß die flexible Konstruktion (Pfostenabstand 400 cm) kaum verwendet wird und die mittelsteifen Konstruktionen (Pfostenabstand 267 cm) ziemlich oft. Obwohl die Richtlinien nichts über den Leitplankentyp sagen, sollte vorzugsweise im Anschluß an die RIMOB die versteifte Konstruktion (Pfostenabstand 133 cm) verwendet werden.

3.3. Unfallanalyse

Von 1982 bis Juni 1989 wurden insgesamt 97 RIMOBs angefahren (siehe Abbildung 8). Diese Zahl ist ziemlich genau bekannt, da nach jedem Zusammenstoß eine Reparatur durchgeführt wurde. Da der Schaden meistens dem entsprechenden Fahrer oder dem Garantiefonds gegenüber geltend gemacht wird, führt die Straßenbehörde darüber Buch.

Obwohl die Zahl der Zusammenstöße bekannt ist, hat die Polizei nur in 38 Fällen ein statistisches Formular ausgefüllt (39% wurden registriert). Das bedeutet, daß in weniger als der Hälfte der Fälle allgemeine Daten des Unfalls vorliegen. In einigen Fällen waren noch bestimmte Daten der Straßenbehörde erhältlich.

In den nachstehenden Tabellen sind die Verteilungen nach verschiedenen Gegebenheiten, nach Fahrzeugtyp, Art und Schwere der Zusammenstöße aufgeführt.

Gegebenheit	Zahl	Prozentsatz	Prozentsatz
<u>Licht</u>			
Tageslicht	20	50,0	
Dunkel/Dämmerung	20	50,0	
INSGESAMT	40	100	41,2
Nicht bekannt	57		58,8
INSGESAMT	97		100
<u>Wetter</u>			
Trocken	29	67,4	
Naß	14	32,6	
INSGESAMT	43	100	44,3
Nicht bekannt	54		55,7
INSGESAMT	97		100

Die 50% der Unfälle bei Tageslicht stimmen mit der Zahl von 49% überein, die von Unfällen mit seitlichen Hindernissen außerhalb geschlossener Ortschaften bekannt ist (SWOV, 1982; Zahlen über die Verkehrsoffer in den Jahren 1974-1977). Der Prozentsatz von 32,6% bei nassem Wetter stimmt nicht genau mit dem früheren von 18% überein.

Die Verteilung nach dem Typ des Fahrzeugs, das den RIMOB angefahren hat, ist in nachstehender Tabelle aufgeführt. Die minimale und maximale Fahrzeugmasse ist in Klammern angegeben. Diese Zahlen stammen von der Behörde für den Straßenverkehr: Dieser Instanz obliegt die Registrierung von Zulassungsnummern.

Fahrzeugtyp	Anzahl	Prozentsatz	Prozentsatz
Personenwagen (Masse 642 bis 1414 kg)	43	91,5	
Lieferwagen (Masse 1515 kg)	1	2,1	
Lastkraftwagen (Masse 6210 bis 16150 kg)	3	6,4	
INSGESAMT	47	100,0	48,5
Nicht bekannt	50		51,5
INSGESAMT	97		100,0

In vorherigen veröffentlichten Artikeln über den RIMOB wurde angegeben, daß Personenwagen an 78% der Unfälle mit seitlichen Hindernissen beteiligt sind. Diese Zahl bezieht sich jedoch auf alle Arten von Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften; auch Zweiräder wurden bei der Verteilung nach Fahrzeugkategorie berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung ist von eventuellen Unfällen von Motorradfahrern mit dem RIMOB nichts bekannt, da die Sammlung der Daten auf Beschädigungen am RIMOB basiert. Es wird angenommen, daß der Aufprall eines Motorrads auf den RIMOB keine oder nur geringe Beschädigungen am RIMOB verursachen wird.

Daß eventuelle Zusammenstöße von Motorradfahrern mit dem RIMOB in dieser Unfallanalyse nicht berücksichtigt werden konnten, kann als unbefriedigend betrachtet werden: Es läßt sich nicht prüfen, inwieweit der RIMOB für diese Kategorie von Verkehrsteilnehmern als gefährlich betrachtet werden kann. Leider sagen nationale statistische Daten nur wenig über Unfälle von Motorradfahrern mit dem RIMOB aus, da der RIMOB nicht gesondert kodiert wird. In Punkt 4.3 kommen wir noch darauf zurück.

Die nachstehenden Daten basieren auf Fotos von angefahrenen RIMOBs. Auf Wunsch der Dienststelle Verkehrswesen wurden nämlich von Anfang an Fotos von den angefahrenen RIMOBs gemacht. In den meisten Fällen geschah das auf dem Gelände des Lieferanten, auf das der RIMOB nach dem Zusammenstoß zur Demontage gebracht wurde. Von den 97 angefahrenen RIMOBs konnten 79 anhand von Fotos untersucht werden. In den nachstehenden Tabellen sind einige Ergebnisse angegeben.

Art des Zusammenstoßes	Anzahl	Prozentsatz	Prozentsatz
Frontal (gerade)	36	45,6	
Frontal (exzentrisch)	15	19,0	
Frontal (schräg)	6	7,6	
Flanke/frontal	16	20,3	
Flanke	3	3,8	
Sonstige	3	3,8	
INSGESAMT	79	100,0	81,4
Nicht bekannt	18		18,6
INSGESAMT	97		100,0

Daraus geht hervor, daß fast alle Zusammenstöße (92%) am Kopfstück des RIMOB stattgefunden haben; es handelt sich hier um 72% auf der Vorderseite und 20% an der Flanke. Nicht mehr als 4% der Zusammenstöße fanden nur gegen die Flanke statt. Inwieweit die RIMOB in Längsrichtung eingedrückt wurde, ist ebenfalls anhand der Fotos bestimmt worden. Die Beschädigung beim Aufprall gegen die Flanke wurde dabei außer Betracht gelassen. Für alle Typen des RIMOB ist das Ergebnis:

Eingedrückte Länge (cm)	Anzahl	Prozentsatz	
0 - 50	12	18,8	
51 - 100	7	10,9	
0 - 100	19	29,7	
101 - 200	16	25,0	
201 - 300	16	25,0	
301 - 400	5	7,8	
401 - 500	5	7,8	
501 - 600	3	4,7	
601 - 700	0	0,0	
INSGESAMT	64	100,0	66,0
Flanke-Flanke/frontal	15		15,5
Nicht bekannt	18		18,5
INSGESAMT	97		100,0

In 30% aller Fälle handelt es sich um leichte Zusammenstöße (eingedrückte Länge bis 1 m). Nur bei 20% der Zusammenstöße wird der RIMOB mehr als 3 m ineinandergedrückt.

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Verteilung der Geschwindigkeiten, mit denen ein Fahrzeug auf den RIMOB geprallt ist. Die Geschwindigkeiten werden für Personenwagen und Lieferwagen mit Hilfe eines Nomogramms (Anlage 1) ermittelt. Damit ist das Verhältnis zwischen der Fahrzeugmasse, den eingedrückten Länge am RIMOB und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs angegeben. Es handelt sich hier um das Leergewicht des Fahrzeugs.

Bei der Berechnung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs wurde das Gewicht der Insassen nicht mitgerechnet. Das hatte zwei Gründe: Erstens ist nicht bekannt, wieviele Insassen während des Zusammenstoßes im Fahrzeug saßen und zweitens trägt die kinetische Energie eines Insassen nur zu einem bestimmten (nicht bekannten) Teil zur Verformung des RIMOB bei.

Bei nur einem Drittel der berücksichtigten Zusammenstöße (siehe nächste Tabelle) konnte die Geschwindigkeit beim Aufprall des Fahrzeugs bestimmt werden, da es nicht nur möglich ist, die Geschwindigkeit bei Flanken- und Flanken-/frontalen Zusammenstößen mit Hilfe des Nomogramms zu ermitteln, allerdings auch nicht wenn der Fahrzeugtyp nicht bekannt ist.

Geschwindigkeit beim Aufprall (km/Stunde)	Anzahl	Prozentsatz	Prozentsatz
0 - 20	0	0,0	
21 - 40	4	12,1	
41 - 60	11	33,3	
61 - 80	11	33,3	
81 - 100	2	6,1	
101 - 120	4	12,1	
INSGESAMT	33	100,0	34,0
Nicht bekannt	64		66,0
INSGESAMT	97		100,0

In den meisten Fällen liegt die Geschwindigkeit zwischen 40 und 80 km/Stunde (67%). Viermal fand ein Zusammenstoß bei mehr als 100 km/Stunde statt. Es fällt auf, daß unter 20 km/Stunde keine Aufprallgeschwindig-

keiten angegeben wurden, während in 12 Fällen (19%) eine eingedrückte Länge am RIMOB unter 50 cm festgestellt wurde. Aus den Basistabellen ist zu ersehen, daß in 9 von diesen 12 Fällen weder von der Polizei noch von der Straßenbehörde Einzelheiten über den Unfall registriert wurden. Bei solchen leichten Zusammenstößen ist es nicht verwunderlich, daß das Fahrzeug oft aus eigener Kraft weiterfahren kann.

3.4. Kosten

Die Kosten für die Aufstellung eines RIMOB können auf hfl 13.000,-- bis 15.000,-- festgesetzt werden (ohne umfangreiche Anpassungen des Straßentwurfes). Gemäß der Vereinbarung zwischen dem Fabrikanten und Rijkswaterstaat wird ein angefahrener RIMOB ausgetauscht und in der Fabrik repariert. Nur in vier Fällen wurde der RIMOB an Ort und Stelle repariert. Die Reparaturkosten variieren zwischen hfl 2000,-- und 14.000,-- bei einem durchschnittlichen Schadensbetrag von hfl 6.710,--.

N.B. In 9% der untersuchten Zusammenstöße wurde von der Straßenbehörde kein Schadensbetrag genannt.

Ein wesentlicher Teil der Reparaturkosten sind die Transportkosten eines angefahrenen RIMOB. Abhängig von der Entfernung zwischen der Fabrik des Herstellers und dem Unfallort variieren diese Kosten zwischen ca. hfl 800,-- und 3.500,--.

4. AUSWERTUNG

4.1. Aufstellungskriterien und praktische Aspekte der aufgestellten RIMOBs

In den von der Straßenbehörde erlassenen Aufstellungskriterien (RWS, 1988) werden Aspekte aufs Tapet gebracht, die hier besprochen werden. Die Beurteilung erfolgte anhand einer Bestandsaufnahme.

Die meisten RIMOBs sind den Aufstellungskriterien entsprechend aufgestellt worden. Bei dieser Beurteilung wurden auch die RIMOBs berücksichtigt, die schon aufgestellt waren, bevor die Kriterien erlassen wurden.

Bei einer Abweichung von den Richtlinien handelt es sich um folgende Punkte:

- ein zu großer Abstand zwischen den Trenninselspitzen und dem RIMOB;
- In einigen Fällen wird an den RIMOB eine Leitplanke einer bestimmten Länge angeschlossen, und zwar dort wo ein Endstück genügt hätte. Manchmal ist der Abstand zwischen dem RIMOB und dem Hindernis unnötig groß. Weiterhin ist in den Kriterien der Begriff "zentrische Aufstellung" des RIMOB in Zwischenstreifen nicht deutlich. Es wird empfohlen, die Aufstellungskriterien in bezug auf diese Punkte anzupassen.

Der Betrieb, der den RIMOB aufstellt, stößt bei der Montage im Fundamentblock auf Schwierigkeiten. Das läßt sich durch einige geringfügige Anpassungen ändern, z.B. mit Passungen, die nicht so eng sind.

Da die Aufstellung des RIMOB und das Anbringen von Fundament und Leitplanke von verschiedenen Firmen erfolgt, entstehen regelmäßig Abstimmungsprobleme. Die Straßenbehörde sollte sich damit befassen. Aufgrund der Bestandsaufnahme bei den beiden Dienststellen konnte folgendes in bezug auf den Wartungszustand von 66 RIMOBs festgestellt werden:

- Bei den meisten RIMOBs fehlen eine oder mehrere Seitenplatten aus Polystyrol oder sie sind lose. Bei der ersten Montage stößt man auch auf Schwierigkeiten mit diesen Platten.
- Beim Anschluß der Leitplanke an den RIMOB wurden einige Mängel festgestellt. Am meisten fällt auf, daß direkt hinter dem RIMOB ein Distanzhalter fehlt.
- In einem Fall wurde festgestellt, daß der RIMOB infolge neuer Asphalt-schichten zu niedrig stand. Diesem Aspekt muß besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.
- Die vorderste Leitplanke ist oft voll Sand; es wird angenommen, daß dies bei Zusammenstößen nicht problematisch ist.

- In einem Fall wurde Vandalismus festgestellt: die oberen Platten und das oberste Faltrrohr waren beschädigt.
- Die Löcher für den Wasserabfluß in den unteren Deckplatten sind nicht an der niedrigsten Stelle angebracht.
- In keinem dieser Fälle wurde Rostbildung festgestellt.

4.2. Sicheres Funktionieren während eines Zusammenstoßes

Anhand der Schwere der Unfälle mit den RIMOBs wird geprüft, wie sicher sie funktionieren. Dazu wurden Unfallformulare verwendet, die die Polizei ausgefüllt hat. Da die Polizei lange nicht in allen Fällen die Unfälle registriert, ist nur bei 38 von 97 Zusammenstößen bekannt, ob dabei auch Verkehrsoffer fielen. Eine Verteilung dieser 38 Unfälle je nach Verletzungsgrad ergibt folgendes Bild:

- 32 Zusammenstöße ohne Verletzungen
- 6 Zusammenstöße mit Verletzungen gemäß folgender Einteilung:
 - 1 Zusammenstoß mit 2 Leichtverletzten (Geschwindigkeit beim Zusammenstoß 115 km/Stunde)
 - 2 Zusammenstöße mit je einem Leichtverletzten (Geschwindigkeit beim Zusammenstoß 70 und 80 km/Stunde)
 - 1 Zusammenstoß mit einer Krankenhausaufnahme (Ursache des Zusammenstoßes war, daß der Fahrer unpäßlich wurde; die Geschwindigkeit beim Zusammenstoß war wegen der Art des Aufpralls Flanke/frontal nicht festzustellen)
 - 1 Zusammenstoß mit Beförderung eines Verkehrsoffers zum Krankenhaus, Aufnahme im Krankenhaus nicht bekannt (Geschwindigkeit beim Zusammenstoß 60 km/Stunde)
 - 1 Zusammenstoß mit nach Augenzeugenbericht wahrscheinlich 1 Verletzten (Geschwindigkeit beim Zusammenstoß 100 km/Stunde)

Von den übrigen 59 Unfällen mit dem RIMOB, die nicht von der Polizei registriert wurden, konnte bei 35 die Größe der eingedrückten Länge am RIMOB ermittelt werden. Der Rest ist nicht bekannt, oder es handelte sich um einen Flankenzusammenstoß.

Eingedrückte Länge (cm)	Anzahl	Prozentsatz	
0 - 50	14	40,0	
51 - 100	3	8,6	
0 - 100	17	48,6	
101 - 200	11	31,4	
201 - 300	3	8,6	
301 - 400	1	2,9	
401 - 500	2	5,7	
501 - 600	1	2,9	
601 - 700	0	0,0	
INSGESAMT	35	100,0	59,3
Flanke-Flanke/frontal	8		13,6
Nicht bekannt	16		27,1
INSGESAMT	59		100,0

In fast der Hälfte dieser Fälle betrug die eingedrückte Länge nur 0-1 m. Obwohl sich nicht nachweisen ließ, daß zwischen der Größe der eingedrückten Länge und dem Ernst der Verletzung eine Beziehung bestand, kann gesagt werden, daß die Aussicht auf eine (ernste) Verletzung bei diesen Unfällen für gering gehalten werden kann.

Aus den Fotos war zu ersehen, daß in keinem der Fälle ein Personenwagen über oder unter die Konstruktion geraten ist. In einem Fall hat sich ein Lastkraftwagen über die Seite des RIMOB geschoben.

Von keinem der Zusammenstöße ist bekannt, daß infolge des Aufpralls lose Teile des RIMOB die übrigen Straßenbenutzer gefährdet haben.

Mit Hilfe der Unfallformulare, die von der Polizei ausgefüllt worden sind, wurde geprüft, ob nach dem Zusammenstoß mit dem RIMOB sekundäre Zusammenstöße mit anderen Verkehrsteilnehmern stattgefunden haben. Das ist in einem von 38 Fällen geschehen, da sich das Fahrzeug gedreht hat; bei diesem Unfall gab es keine Verkehrsoffer.

Wie in Kapitel 2 angegeben, werden die Unfallzahlen mit dem RIMOB mit den Zahlen von Unfällen mit Hindernissen verglichen, die nicht mit einem RIMOB geschützt waren, wie Pfeiler und Träger von Brücken, und Bögen von Leitplankenkonstruktionen in Trenninselspitzen. Diese Arten von Hindernissen

werden jedoch nicht als solche in den Bestand mit Unfalldaten aufgenommen. Allerdings könnten mit Hilfe einer Kopplung mit einem Bestand von Standortkodierungen diese Arten von Hindernissen gesondert aufgeführt werden, aber aus finanziellen Gründen wurde davon abgesehen.

Als Alternative für ein besonders starres Hindernis wurde der Baum gewählt, der gesondert im Unfallbestand aufgenommen wurde.

In der nachstehenden Tabelle wird verglichen, wie schwer diese Baumunfälle im Vergleich zu dem der RIMOB-Unfälle sind. Was die Baumunfälle in den Jahren 1986 bis 1988 betrifft, hat man die Unfälle mit Personenwagen auf Autobahnen genommen.

Schwere des Unfalls	Baumunfälle		RIMOB-Unfälle	
	Zahl	Prozentsatz	Zahl	Prozentsatz
Tödlich	15	4,7	0	0
Krankenhausaufnahme	38	12,0	1 bis 2	3,9 (durch schn.)
Sonstige Verletzungen	59	18,6	4 bis 5	11,8 "
N.B.S*	205	64,7	32	84,2
INSGESAMT	317	100	38	100
SCHWERE DES UNFALLS	-	13,4	-	0

* Nur Blechschaden

Die Schwere des Unfalls ist hier definiert als:

Zahl der Unfälle mit Toten

$\frac{\quad}{\quad} * 100\%$

Zahl der Unfälle mit Toten und Verletzten

Aus der Tabelle geht hervor, daß die Schwere des Unfalls bei Bäumen 13,4% und beim RIMOB null ist. Außerdem hat sich gezeigt, daß der Prozentsatz der Kategorien der Schwerverletzten (Krankenhausaufnahme, sonstige Verletzungen) von Zusammenstößen mit dem RIMOB im Vergleich zu den Baumunfällen bedeutend geringer ist. Dabei darf man nicht vergessen, daß nur 40% der Unfälle mit einem RIMOB in der Unfallstatistik aufgenommen wurden. Es darf also angenommen werden, daß auf jeden Fall die Hälfte der nicht-registrierten Unfälle zu der leichteren Kategorie der Unfälle gerechnet werden darf.

4.3. Technische Beurteilung

Für die Beurteilung des (inneren) Funktionierens des RIMOB wurden folgende Aspekte oder Bereiche untersucht:

- Stabilität, in Quer- und vertikaler Richtung;
- Art und Weise, wie ein RIMOB in Längsrichtung eingedrückt wird;
 - sukzessiv eingedrückte Länge
 - eingedrückte Länge am Puffersegment (letztes Segment)
- Schiefstand der Querstützen
- Funktionieren des Kopfstückes
- Wirkung der Knickplatten (Distanzhalter zwischen Querstützen und Leitplankenelementen)
- Falten der Abdeckplatten
- Funktionieren der Seitenplatten aus Polystyrol
- Scharfe Teile, die für Motorradfahrer eine Gefahr darstellen können

Für die Analyse waren Fotos von 79 angefahrenen RIMOBs verfügbar. Diese Fotos sind gemacht worden, nachdem der RIMOB zum Gelände des Fabrikanten transportiert worden war (siehe Abbildung 9).

Stabilität in Quer- und vertikaler Richtung

Obwohl die Fotos nach dem Transport des RIMOB kein richtiges Bild der Aufstellung des RIMOB in Quer- und Hochrichtung ergaben, konnte anhand der Verformung der Leitplankenelemente festgestellt werden, ob bestimmte Belastungsgrenzen überschritten waren oder nicht. Für die Beurteilung der Stabilität des RIMOB ist dies wichtig.

Es hat sich gezeigt, daß in einigen Fällen die Leitplankenelemente in seitlicher Richtung leicht durchgebogen waren. In keinem der Fälle waren sie jedoch durchgeknickt. In vertikaler Richtung konnte weder ein Durchbiegen noch ein Durchknicken festgestellt werden.

Es kann gefolgert werden, daß der RIMOB bei seitlichem Aufprall auf der Kopfseite und bei exzentrischen Zusammenstößen stabil funktioniert. Auch in vertikaler Richtung gibt es diese Stabilität. Das ist vor allem wichtig, um ein unerwünschtes Verhalten des Fahrzeugs zu vermeiden, z.B. daß es unter die Konstruktion rutscht oder auf ihr landet.

Die Art und Weise wie ein RIMOB in Längsrichtung eingedrückt wird

Der RIMOB sollte bei einem Aufprall so deformiert werden, daß ein Segment nach dem andern ineinandergedrückt wird. Leider ist das in der Praxis

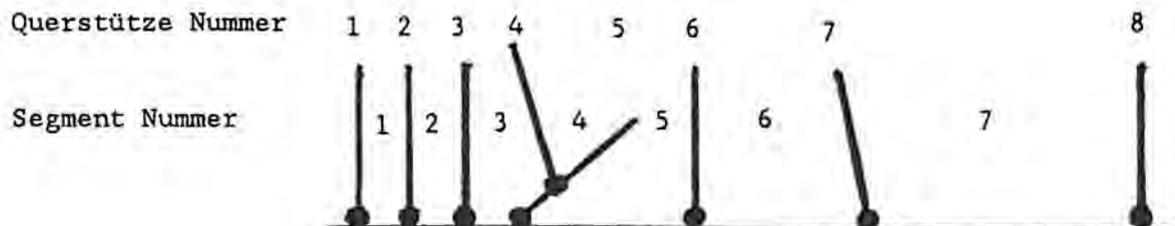
nicht immer der Fall. Oft war ein Segment bereits teilweise ineinandergedrückt, bevor das vorige Segment vollständig ineinandergedrückt war. Obwohl dies für die effektive Wirkung des RIMOB nicht wichtig ist, hat es doch einen negativen Einfluß auf die Kosten. Das Problem kann gelöst werden, indem man eine progressivere Wirkung anwendet. Die Frage ist, ob eine Erhöhung der Produktionskosten (und die Aussicht auf Fehler) dabei eine Senkung der Reparaturkosten ausgleichen kann.

Aus den Zahlen unter Punkt 3.3 geht hervor, daß der RIMOB bei drei Zusammenstößen mehr als 5 m ineinandergedrückt worden war. Es wurde kontrolliert, inwieweit das letzte Segment - das Puffersegment, das für die Reservekapazität sorgt - tatsächlich dabei einbezogen war. Anhand der Fotos konnte festgestellt werden, daß beim RIMOB V-270 nur in einem Fall eine eingedrückte Stelle von höchstens 10 cm im letzten Segment vorhanden war. Bei der V-185 war das letzte Segment in einem Fall ca. 20 cm eingedrückt. Die Faltrohre im Puffersegment des RIMOB-P waren in zwei Fällen entweder leicht weggeknickt oder leicht gefaltet.

Es kann erwogen werden, das Puffersegment leichter auszuführen.

Schiefstand der Querstützen

Bei einem schweren Aufprall ist die Verformung ideal, wenn die Segmente vollständig ineinandergedrückt sind, wobei die Querstützen zwischen den Segmenten senkrecht nach hinten geschoben werden. Aus Fotos von ganz ineinandergedrückten RIMOBs ist jedoch zu sehen, daß verschiedene Stützen in beträchtlichem Maße (manchmal bis 45°) nach vorne oder hinten gekippt sind. Dieses Kippen ist möglich, weil die Verbindung zwischen Querstützen und Leitplankenelementen durch leicht verformbare Knickplatten gebildet wird. Von dem Schiefstand der Querstützen kann aufgrund der Fotos von schweren Beschädigungen am RIMOB das folgende allgemeine Bild skizziert werden (siehe auch Abbildung 9).



Die drei vorderen Stützen stehen bei einem ganz verformten RIMOB noch ziemlich gerade. Die vierte Querstütze kommt jedoch nach oben und steht dann etwas nach hinten geneigt. Die obere Seite der fünften Querstütze ist nach vorne geklappt und steht mehr oder weniger unter der vierten Querstütze. Dieses Bild gilt für die V-270.

Bei der V-185 ist bei schweren Zusammenstößen dasselbe Phänomen zu beobachten, mit dem Hinweis daß der Schiefstand eines Segmentes eher beginnt (bei der dritten bzw. vierten Querstütze).

Fotos der zuletzt erprobten V-270 in der Entwicklungsuntersuchung (Versuch OB F13; Schoon, 1982) zeigen ein ähnliches Bild. Die Analyse der Filmbilder hat damals keine Erklärung für den Schiefstand der Querstützen ergeben.

Möglicherweise geschieht bei der V-270 bei einem schweren Aufprall folgendes. Bei einem Aufprall werden in erster Linie die ersten drei Segmente senkrecht ineinandergedrückt. Der Schiefstand der Querstützen besteht noch nicht wegen der 25 cm langen Distanzhalter in den Segmenten. Da die Faltröhre in einer Dreiecksaufstellung angeordnet sind (1 oben und 2 unten), ist der Widerstand an der unteren Seite der Querstütze größer als an der oberen Seite. Zwischen der fünften und sechsten Querstütze wird dies deutlich: die obere Seite des Segmentes wird leichter ineinandergedrückt als die untere Seite, wodurch die fünfte Querstütze wegrutscht. Die vierte Querstütze kommt anschließend damit in Berührung und wird nach oben gedrückt.

Für die V-185 gilt dieselbe Erklärung mit dem Unterschied, daß der Prozeß ein Segment eher beginnt. Als Erklärung für diesen Unterschied zwischen der V-270 und der V-185 können die Distanzhalter in den Segmenten genannt werden. In der V-270 befinden sich diese in den ersten vier Segmenten und bei der V-185 in den ersten drei.

Vermutlich wird durch den Schiefstand der genannten zwei Querstützen der RIMOB weniger effektiv funktionieren. Ein Segment absorbiert nämlich weniger Energie, wodurch bei schwereren Zusammenstößen das Puffersegment eher beansprucht wird. Da sich dieses Segment nicht leicht verformt, wird die Verzögerung des Fahrzeugs zunehmen. Ein anderer Aspekt des Schiefstandes betrifft die Kosten: es entsteht mehr Schaden am RIMOB, einerseits wegen der Tatsache, daß der RIMOB weiter ineinandergedrückt wird, andererseits durch eine stärkere Drehung und Biegung. Es ist zu empfehlen, alle Segmente, außer dem Puffersegment, mit Distanzhaltern auszustatten.

Funktionieren des Kopfstückes

Im Hinblick auf die Tatsache, daß die vorderen Segmente senkrecht ineinandergedrückt werden, kann gesagt werden, daß das Kopfsegment gut funktioniert. Auch bei schiefen und exzentrischen Zusammenstößen am Kopfstück ging aus den Beschädigungen hervor, daß sich die Verformung des Kopfstückes gut der Fahrzeugfront angepaßt hatte.

Wirkung der Knickplatten

Wie schon angegeben, bilden die Knickplatten die flexible Verbindung zwischen den Segmenten und den Leitplankenelementen. Sie sind vor allem wichtig für die V-förmigen RIMOBs. Wenn diese Verbindung nämlich starr ausgeführt worden wäre, könnten sich die Leitplankenelemente nicht aneinander vorbeiverschieben, wenn die Segmente ineinandergedrückt werden. Dieser Prozeß ist in Anlage 2 illustriert.

Aus den Fotos geht hervor, daß sich die Leitplankenelemente gut aneinandervorbeigeschoben haben. Bei den schwereren Zusammenstößen konnte festgestellt werden, daß der Abstand, über den sie sich aneinandervorbeischieben, richtig von den Flankenführungen begrenzt wurde. Diese Führungen bilden die Verbindung zwischen den Leitplankenelementen. Sie haben eine solche Länge, daß sie auch als Distanzhalter für zwei aufeinanderfolgende Leitplankenelemente dienen.

Falten der Abdeckplatten

Durch die angebrachte Vorverformung in den Abdeckplatten müssen die oberen und unteren Platten bei einem Aufprall nach oben bzw. nach unten wegknicken. Auf den Fotos ist zu sehen, daß die Platten gut funktioniert haben. Anlässlich der Entwicklungsuntersuchung wurde seinerzeit bemerkt, daß die unteren Platten möglicherweise zu breit seien. Bei den Versuchen war nämlich ein Schiefstand der Querstützen festgestellt worden, wobei die untere Seite der weggeknickten unteren Platten mit der unteren Seite der Querstützen in Berührung gekommen waren. Dadurch behinderten sie das senkrechte Weiterschieben der Querstützen.

Bei dieser Auswertung hat sich auf den Fotos jedoch nicht gezeigt, daß die unteren Abdeckplatten störend mit den Querstützen in Berührung gekommen sind. Es ist daher nicht notwendig, die Abdeckplatten zu verkürzen.

Das Funktionieren der Seitenplatten aus Polystyrol

Die Seitenplatten sind einfach aus Vorsorge gegen den Vandalismus ange-

bracht. In diesem Sinne haben sie eine doppelte Funktion. Erstens schützen sie die Faltrohre (visuell), und zweitens unterstützen sie die obere Platte für den Fall, daß jemand über die Segmente läuft. Aufgrund der Entwicklungs-Untersuchung werden keine Polystyrolplatten bevorzugt. Es werden dreierlei Nachteile angeführt. Erstens können bei einem Aufprall die Platten (oder die Bruchstücke) weggeschleudert werden und zu Schreckreaktionen der übrigen Verkehrsteilnehmer führen. Zweitens können die Platten bei einem Aufprall die Faltrohre berühren und möglicherweise in seitlicher Richtung verformen. Drittens können die Platten zusammengepreßt werden, wodurch es schneller zu einem Schiefstand der Querstützen kommen und das Fahrzeug zurückprallen kann.

Mit dieser Auswertungsuntersuchung konnte nicht bewiesen werden, ob die erwähnten Nachteile bei Zusammenstößen in Erscheinung treten. Fürs erste wird angenommen, daß diese Nachteile in der Praxis auftreten.

In Kombination mit Einzelheiten über den tatsächlichen Wandalismus wäre zu begutachten, ob die Flanken anders geschützt werden müssen, und wenn ja, in welcher Weise.

Scharfe Teile

Das Untersuchungskonzept hat keine Einzelheiten aus der Praxis ergeben, aufgrund derer geprüft werden kann, ob scharfe Teile am RIMOB eine Gefahr für Motorradfahrer darstellen. Allerdings kann ganz allgemein etwas dazu gesagt werden. Aus Unfalluntersuchungen ist bekannt, daß Motorradfahrer, die in einen Unfall verwickelt sind, oft mit ihrem Motorrad fallen.

Meistens kommen sie daher dann auch mit der unteren Seite einer Konstruktion, die auf dem Seitenstreifen angebracht ist, in Berührung. Bei dem RIMOB sind dies die Pfosten. Im Gegensatz zu den runden Pfosten der Leitplanke längs der Straßen bestehen die Pfosten des RIMOB aus einem Eckprofil. Bei einem Neuentwurf des RIMOB wäre zu empfehlen, die Pfosten ebenfalls in Rundprofil herzustellen, oder aber mit stoßabsorbierendem Material zu verkleiden.

Zusammenfassung der Vorschläge in bezug auf technische Änderungen

Bei einem Neuentwurf des RIMOB müßten folgende Punkte besondere Beachtung finden:

- Anwendung von Distanzhaltern in allen Segmenten, außer dem Puffersegment;
- Anpassung der Seitenplatten aus Polystyrol;

- Ausführung der Pfosten als Rundprofil oder Verkleidung mit stoßabsorbierendem Material;
- Die Dimensionierung des Puffersegmentes kann näher untersucht werden.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

In bezug auf das Funktionieren bei einem Aufprall hat sich gezeigt, daß der RIMOB seinen Zweck erfüllt. Bei Zusammenstößen am Kopfstück wird der RIMOB in Längsrichtung ineinandergedrückt und bei Zusammenstößen gegen die Flanke funktioniert der RIMOB wie eine versteifte Leitplankenkonstruktion.

Die Konstruktion hat sich als stabil erwiesen, sowohl in seitlicher als auch vertikaler Richtung. Die Stabilität in seitlicher Richtung wurde sowohl bei einem Aufprall gegen die Flanke festgestellt als auch schräg am Kopf, wenn sich auch die Vorderseite des RIMOB aus der vorderen Führung löst.

Durch die große vertikale Stabilität wurde in keinem Fall festgestellt, daß ein Personenwagen unter oder über die Konstruktion geraten ist. Die Deformierung in Längsrichtung ist, abgesehen von einigen kritischen Bemerkungen, als befriedigend zu bezeichnen. Oft werden die Segmente in der richtigen Weise nach und nach deformiert. Wegen des Kippens der Querstützen, wird für alle Segmente die Anwendung von Distanzhaltern empfohlen, außer dem Puffersegment.

Bei keinem der untersuchten Zusammenstöße ist das letzte Segment - das Puffersegment mit extra Faltröhren - besonders betroffen. Es wird begutachtet, ob die Dimensionierung angepaßt werden muß.

Eine Analyse der Merkmale der Standorte, an denen der RIMOB mehr als durchschnittlich angefahren wird, kann Einblick in die möglichen Ursachen von Unfällen gewähren. Aufgrund davon können die Aufstellungskriterien angepaßt werden.

Insgesamt wurden von den Straßenbehörden 97 Zusammenstöße registriert. In 38 Fällen hat die Polizei ein Unfallformular ausgefüllt.

Aus den Unfallzahlen geht hervor, daß Hindernisse gut vom RIMOB geschützt werden. Obwohl beim Aufprall Geschwindigkeiten von mehr als 100 km/Stunde festgestellt wurden, wurde kein Unfall mit tödlichem Ausgang registriert. Von den 38 Unfällen waren 6 mit Verletzungen, nämlich 1 bis 2 Unfälle mit Krankenhausaufnahme und 4 bis 5 Unfälle mit leichten Verletzungen. Von den 59 nicht registrierten Unfällen konnte in 35 Fällen festgestellt werden, wie groß die eingedrückte Länge am RIMOB war: in fast der Hälfte der Fälle war sie nicht größer als 1 m.

In einem Fall hat ein Aufprall auf einen RIMOB einen zweiten Zusammenstoß

mit einem anderen Personenwagen zur Folge gehabt. Dabei ging es jedoch nur um Blechschäden.

Um die Schwere von Unfällen beurteilen zu können, werden RIMOB-Unfälle mit Baumunfällen auf Autobahnen verglichen.

Wenn die Schwere dieser Unfälle definiert wird als

$$\frac{\text{Zahl der Unfälle mit Toten}}{\text{Zahl der Unfälle mit Toten und Verletzten}} * 100\%$$

beträgt die Schwere von Zusammenstößen mit Bäumen 13,4% und von Zusammenstößen mit dem RIMOB null. Wenn die einzelnen Kategorien der schweren Verletzungen miteinander verglichen werden, schneidet der RIMOB prozentual ebenfalls wesentlich günstiger ab als die Baumunfälle.

Obwohl man nur von 38 Unfällen ausgehen kann, kann gefolgert werden, daß der RIMOB sicher funktioniert.

Um einen Vergleich mit der Effektivität von ausländischen Anpralldämpfer anstellen zu können, sollte betrachtet werden, welcher Indikator am besten angewandt werden kann, um die Schwere von Unfällen mit dem RIMOB auszudrücken.

Es ist zu empfehlen, die Unfälle, die mit dem RIMOB stattfinden, weiterhin zu registrieren, so daß seinerzeit eine Auswertung aufgrund von mehr Unfällen erfolgen kann.

Die in der Praxis gesammelten Erfahrungen mit dem RIMOB sind günstig. Die Konstruktion kann sowohl beim erstmal als beim Auswechseln schnell aufgestellt werden, da sie vollständig auf eine Fundamentplatte montiert werden kann. Ein Nachteil dieser Methode ist, daß auch bei leichten Beschädigungen z.B. des Kopfstückes der ganze RIMOB ausgewechselt werden muß. Die Transportkosten machen einen verhältnismäßig hohen Anteil der Gesamtkosten aus. Manchmal führt die Montage zu Problemen, da die Toleranz an den Verankerungsstellen zu gering ist. Bei der ersten Montage führt der Anschluß der Leitplanke am RIMOB schon mal zu Problemen.

Im allgemeinen entspricht der RIMOB in etwa den Aufstellungskriterien. Die Richtlinien könnten noch in bezug auf die Aspekte "Aufstellung auf Zwischenstreifen" und "Zentrische Aufstellung" verschärft werden. In einigen Fällen kommt es vor, daß eine Straßenbehörde eine Leitplanke von einer bestimmten Länge dort anschließt, wo ein kurzes "Endstück" genügt hätte.

Der RIMOB beweist seinen Nutzen in der Praxis. Es entsteht keine Rostbildung; Wandalismus wurde nur in einem Fall festgestellt. Allerdings hat sich herausgestellt, daß die verschiedenen Platten aus Polystyrol zum Schutz der Seiten oft verschwunden sind oder sich gelöst haben. Da bei der Aufstellung des RIMOB diese Platten auch zu Problemen führen, würde eine andere Lösung den Vorzug verdienen.

ABBILDUNGEN 1 - 9

Abbildung 1. RIMOBs aufgestellt in Trenninselpitzen bei einer Ausfahrt.

Abbildung 2. RIMOBs auf dem Zwischenstreifen

Abbildung 3. RIMOBs auf dem Seitenstreifen

Abbildung 4. Anschauliche Zeichnung des RIMOB

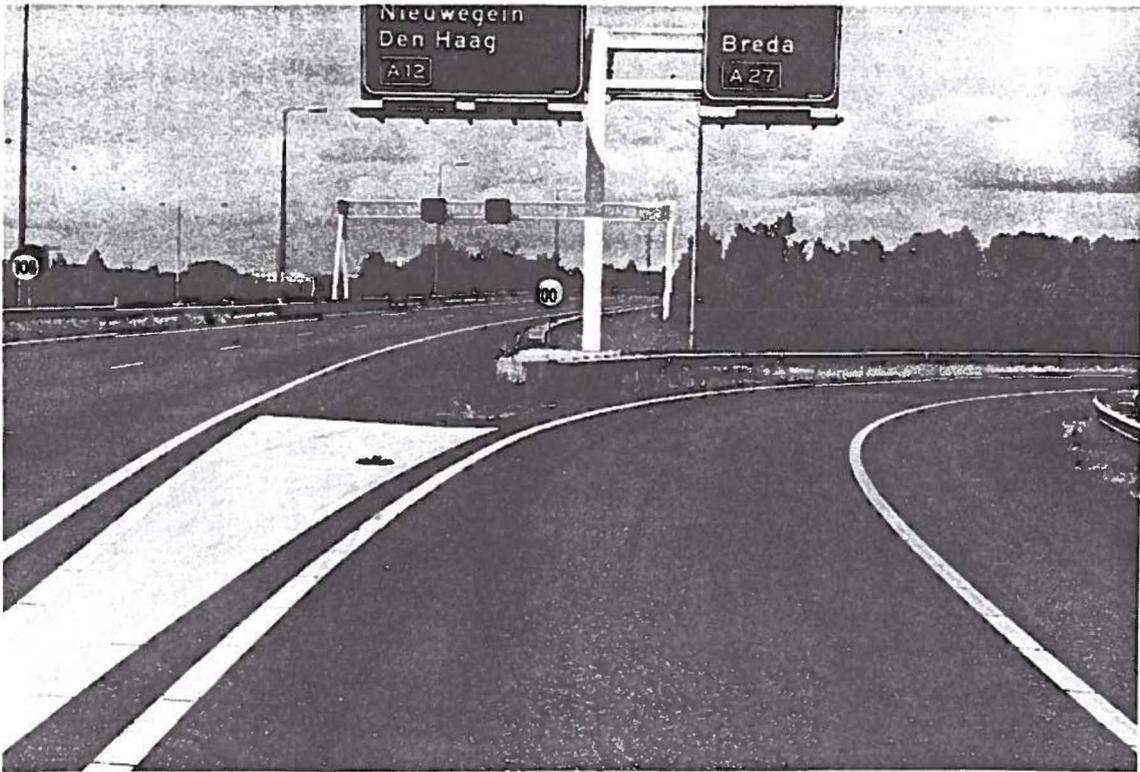
Abbildung 5. Ein RIMOB nach dem Versuch eines frontalen Zusammenstoßes
(100 km/Stunde)

Abbildung 6. Bei einer Axialbelastung werden die Faltröhre ineinander-
gedrückt (RIMOB im Entwicklungsstadium)

Abbildung 7. Die drei Standardtypen, die in den Niederlanden verwendet
werden.

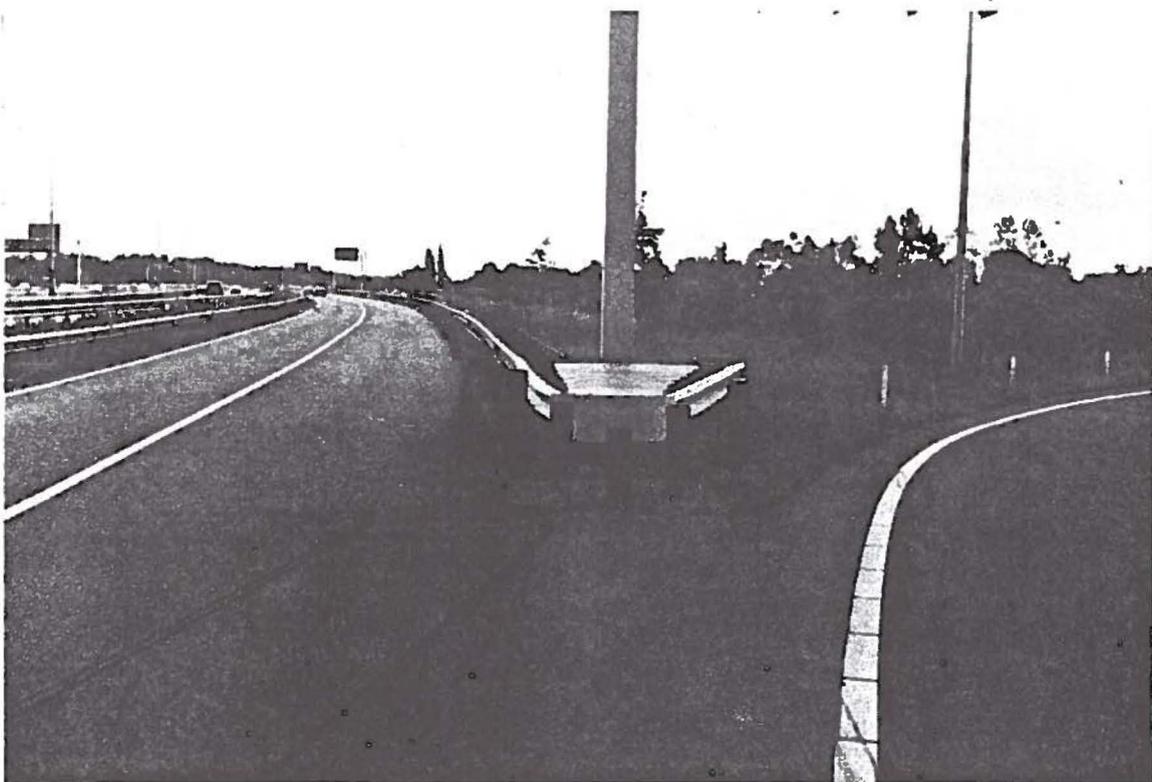
Abbildung 8. Angefahrene RIMOBs nach Unfall

Abbildung 9. Schiefstand der Querstützen



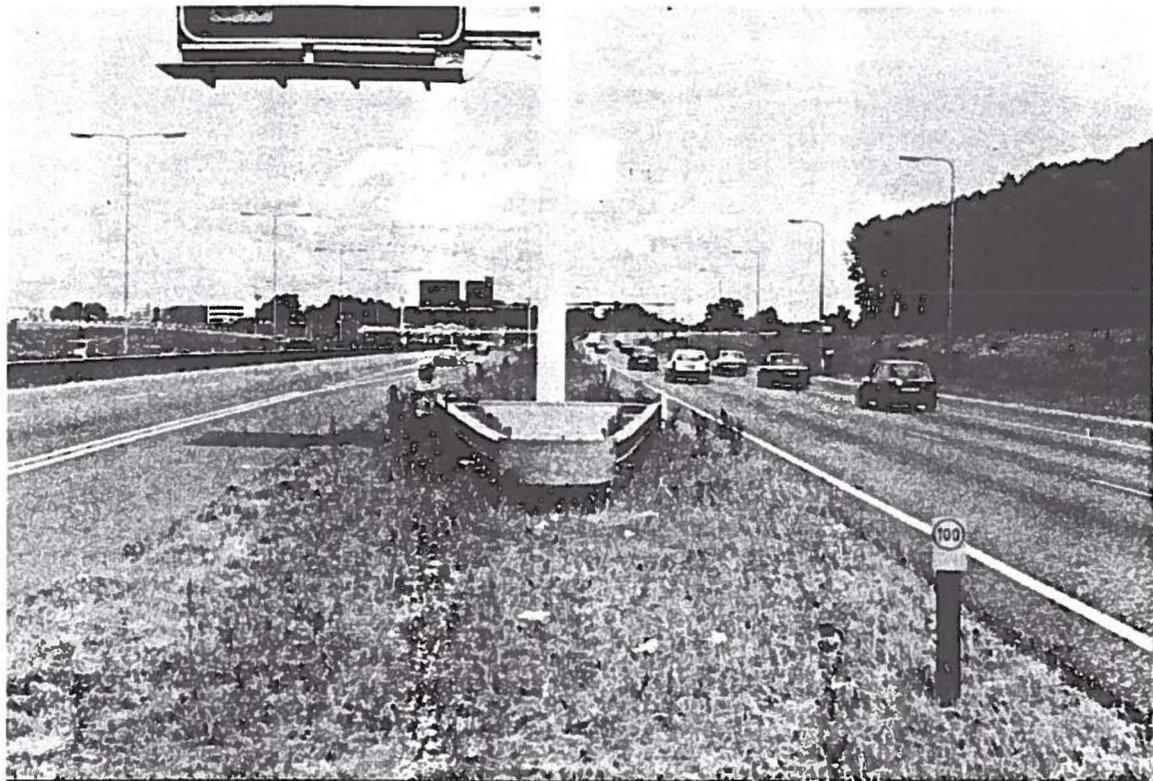
RW12, km 62,675

ISHV



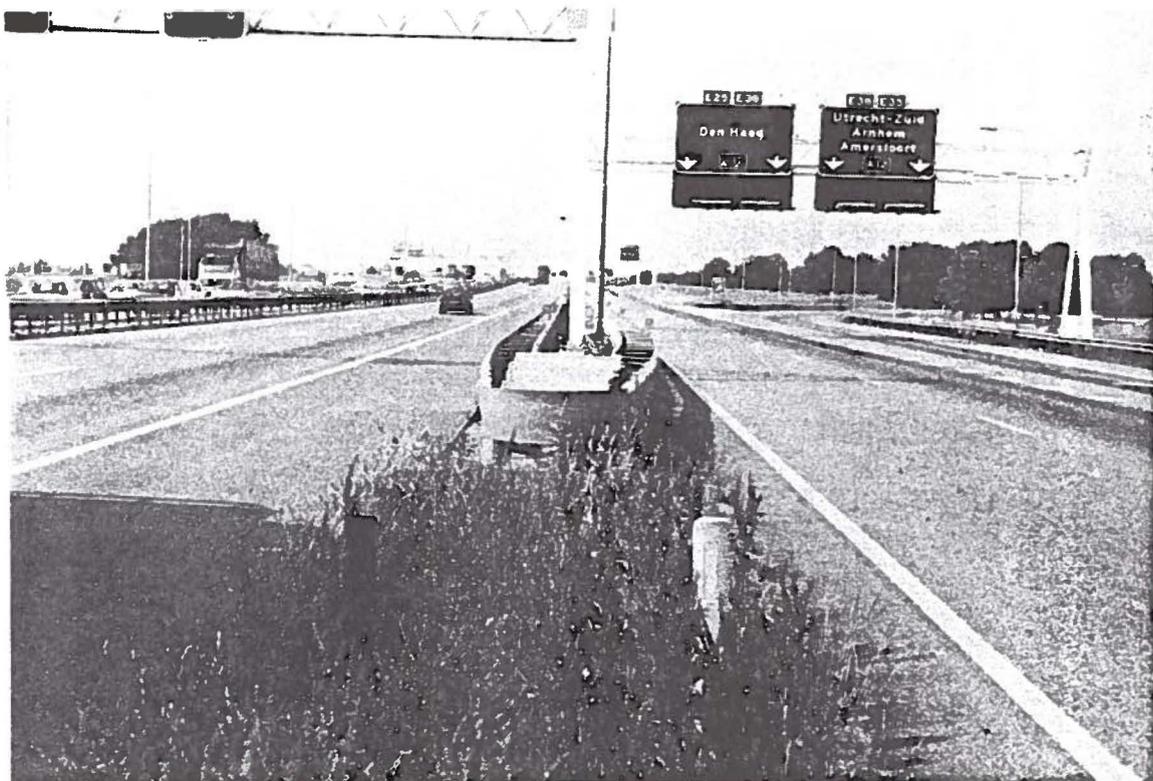
RW 27, km 80,330

Abbildung 1. RIMOBs aufgestellt in Trennselspitzen bei einer Ausfahrt.



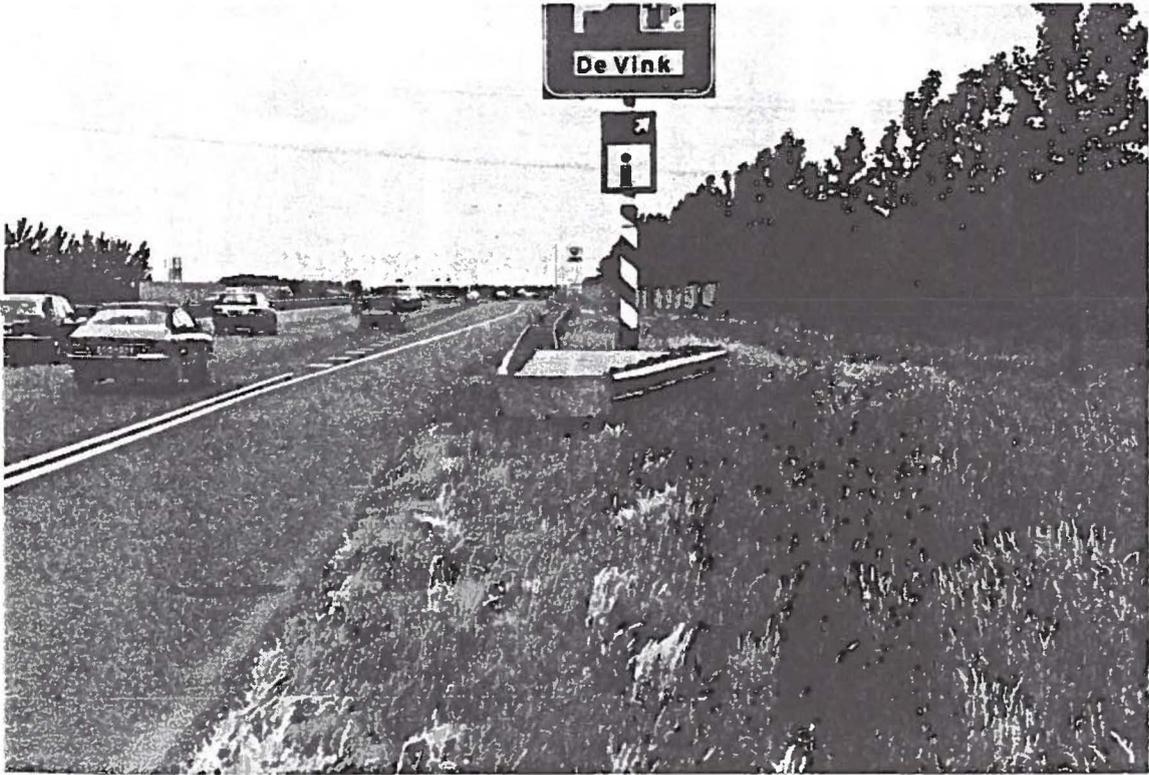
RW13, km 5,775

IDIW



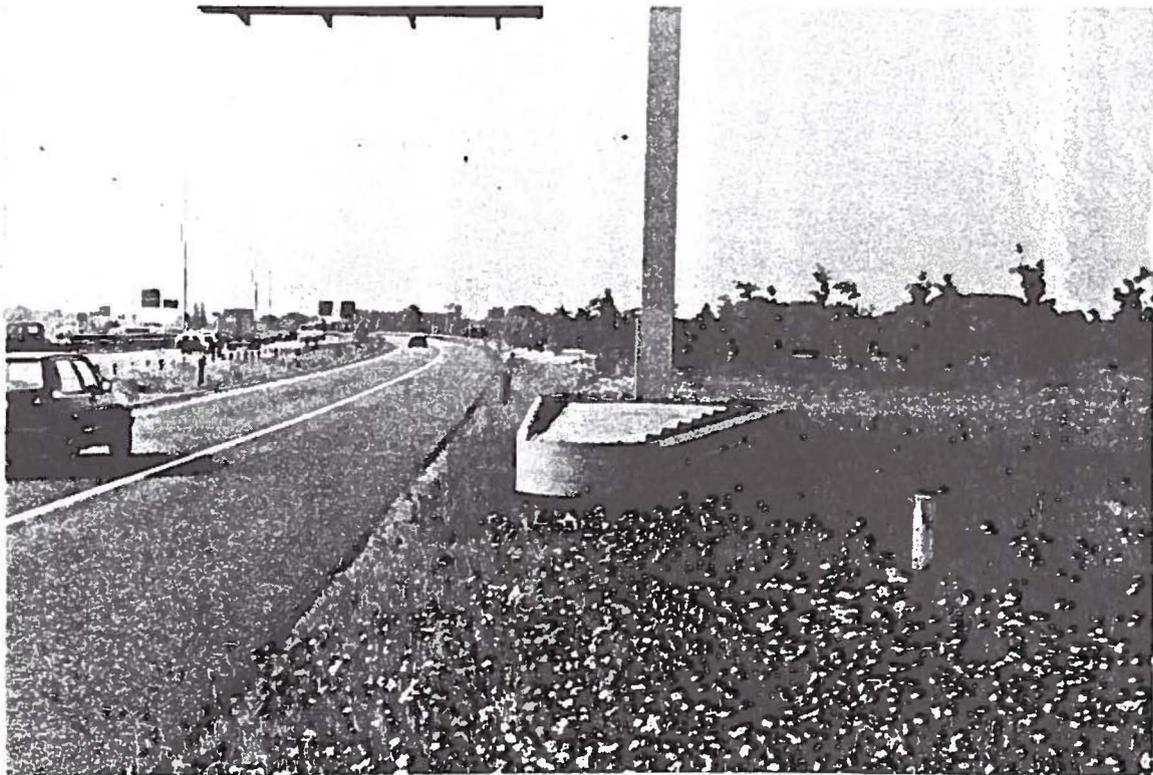
RW27, km 64,320

Abbildung 2. RIMOBs auf dem Zwischenstreifen



RW20, km 39,620

DHV



RW27, km 79,850

Abbildung 3. RMOBs auf dem Seitens treifen

1. Box segments
2. Aluminium crumpling tubes
3. Posts with wheels
4. Foundation support
5. Foundation guide
6. Guardrail elements

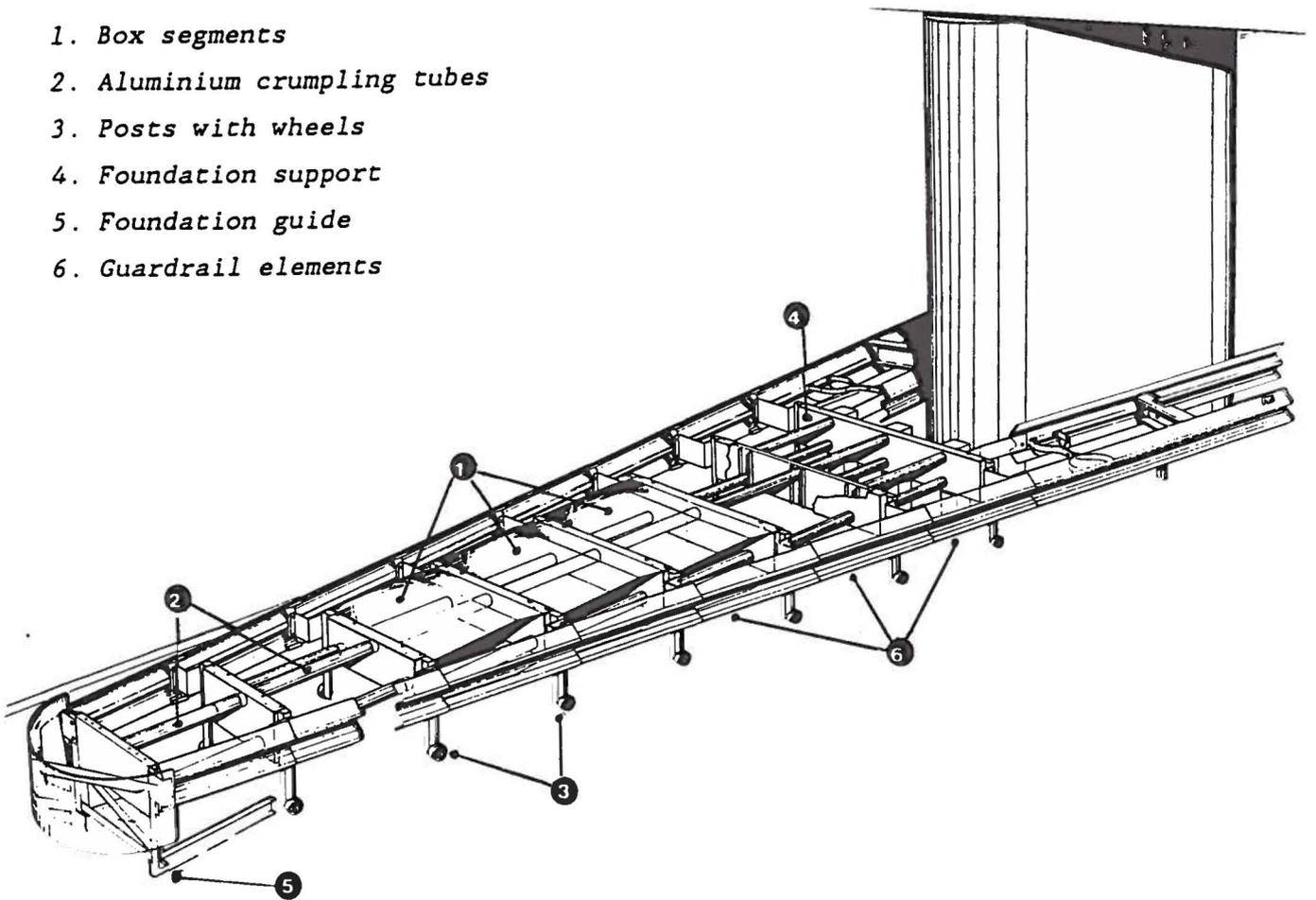


Abbildung 4. Anschauliche Zeichnung des RIMOB

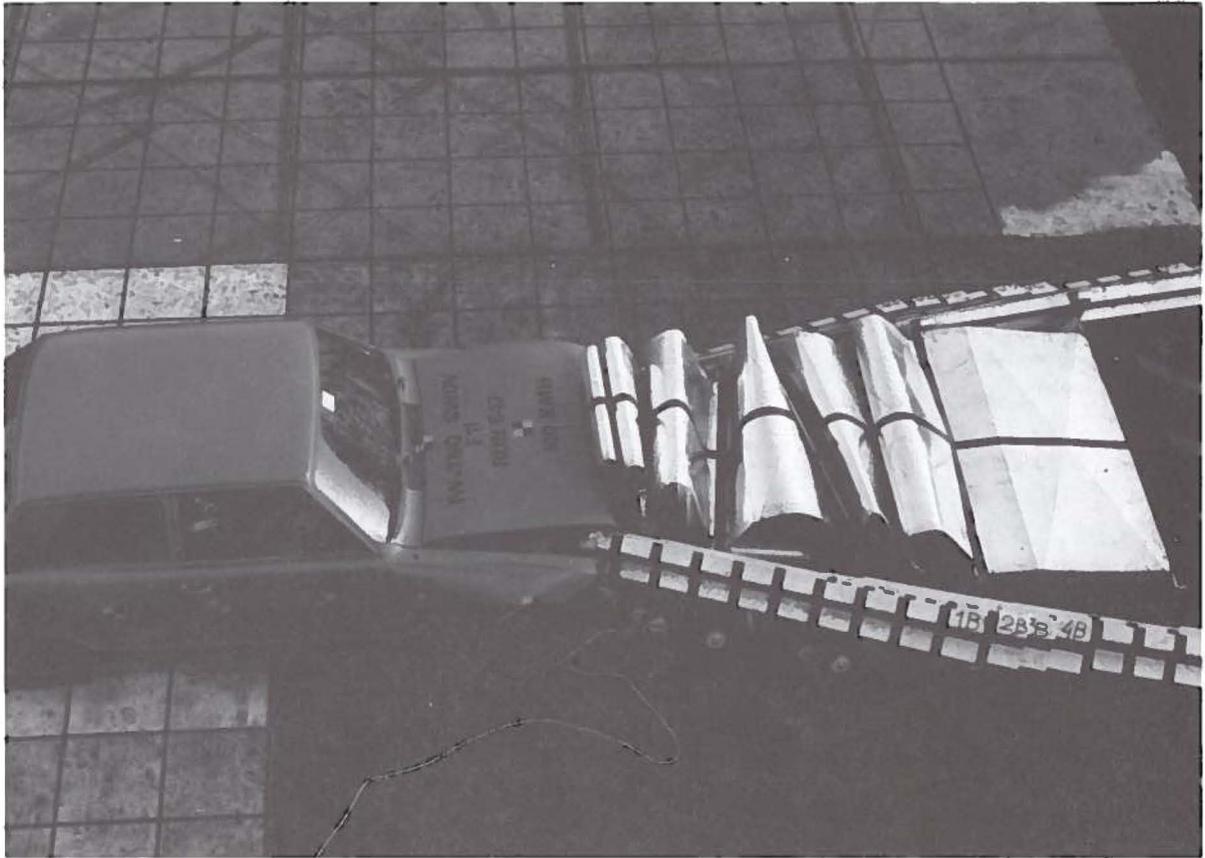


Abbildung 5. Ein RIMOB nach dem Versuch eines frontalen Zusammenstoßes
(100 km/Stunde)

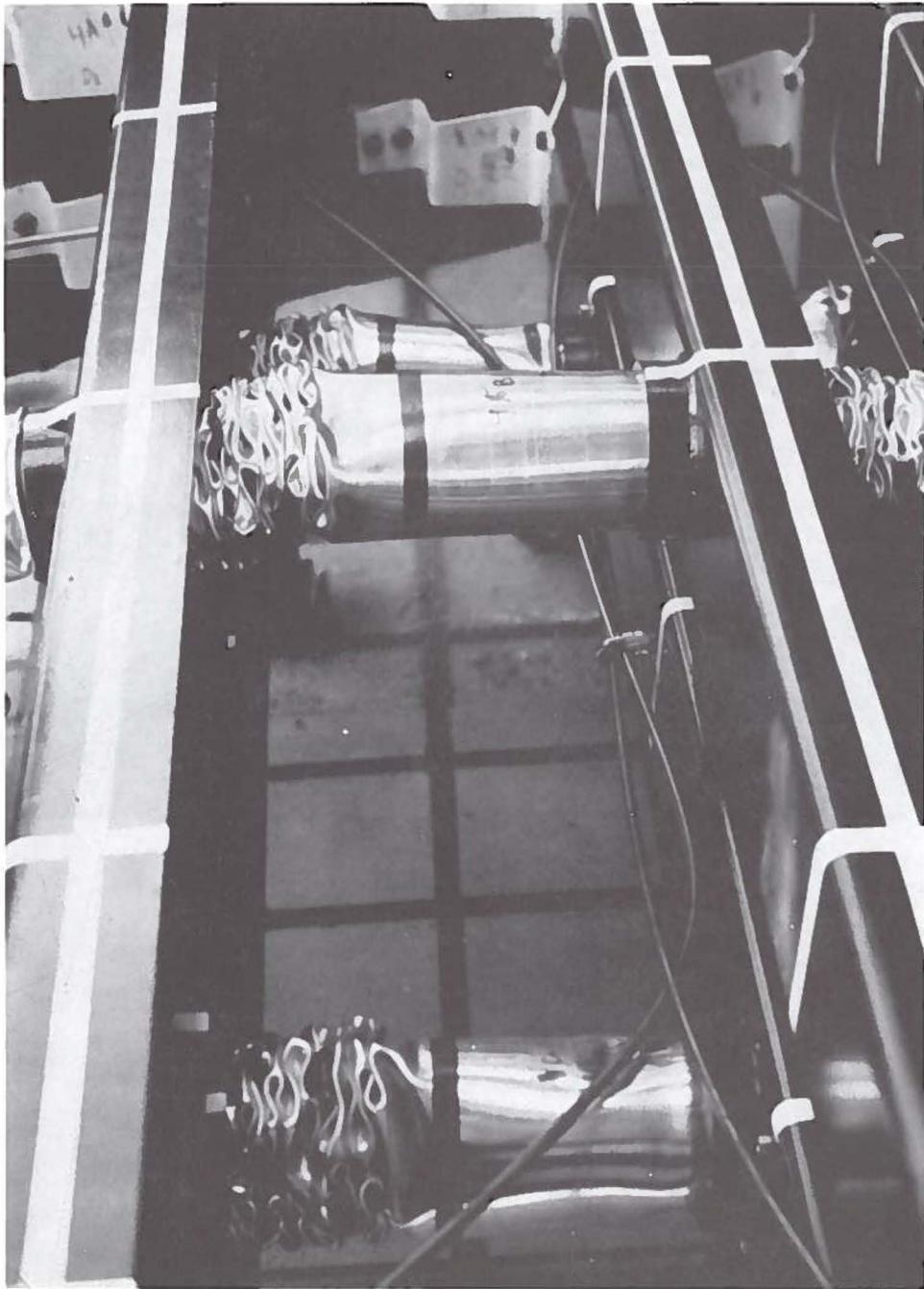


Abbildung 6. Bei einer Axialbelastung werden die Faltröhre ineinander-
gedrückt (RIMOB im Entwicklungsstadium)

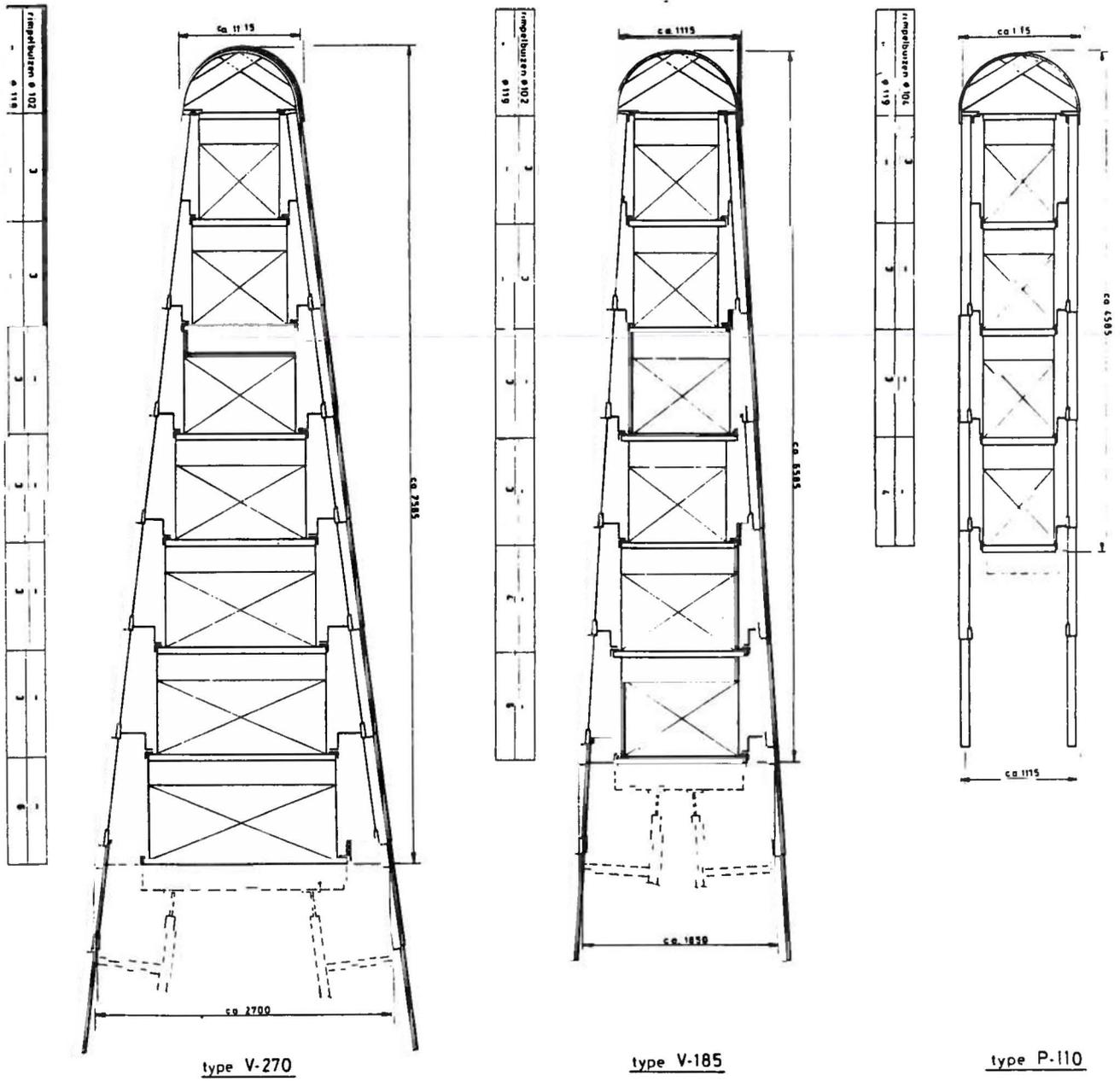


Abbildung 7. Die drei Standardtypen, die in den Niederlanden verwendet werden.

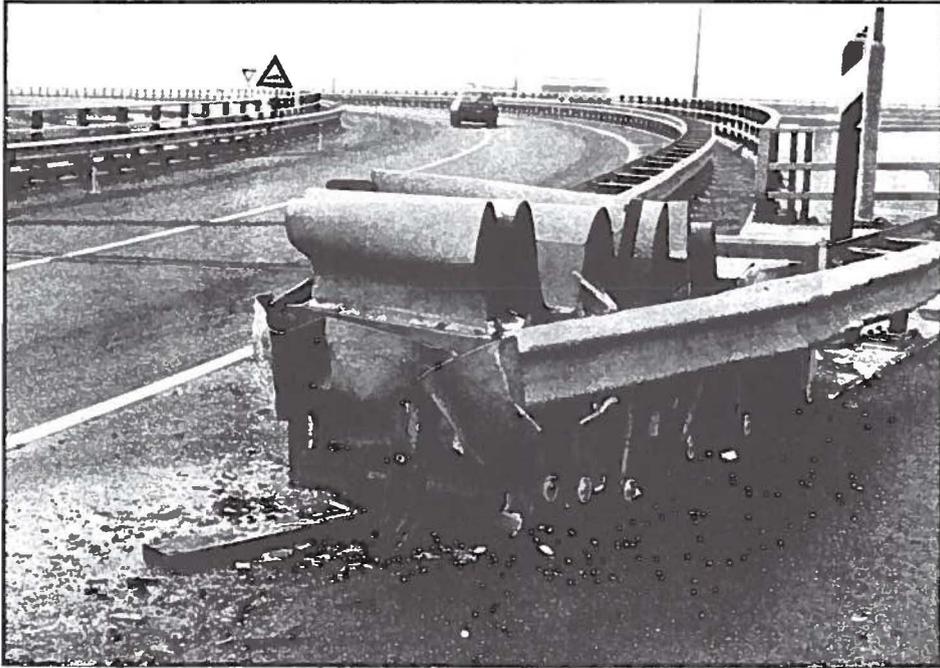


Abbildung 8. Angefahrene RIMOBs nach Unfall

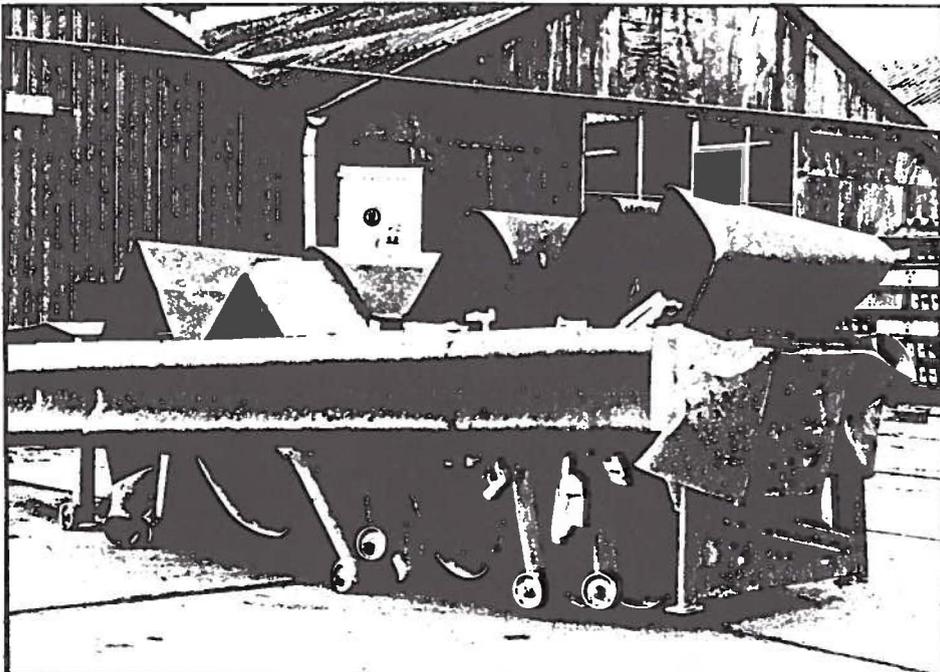


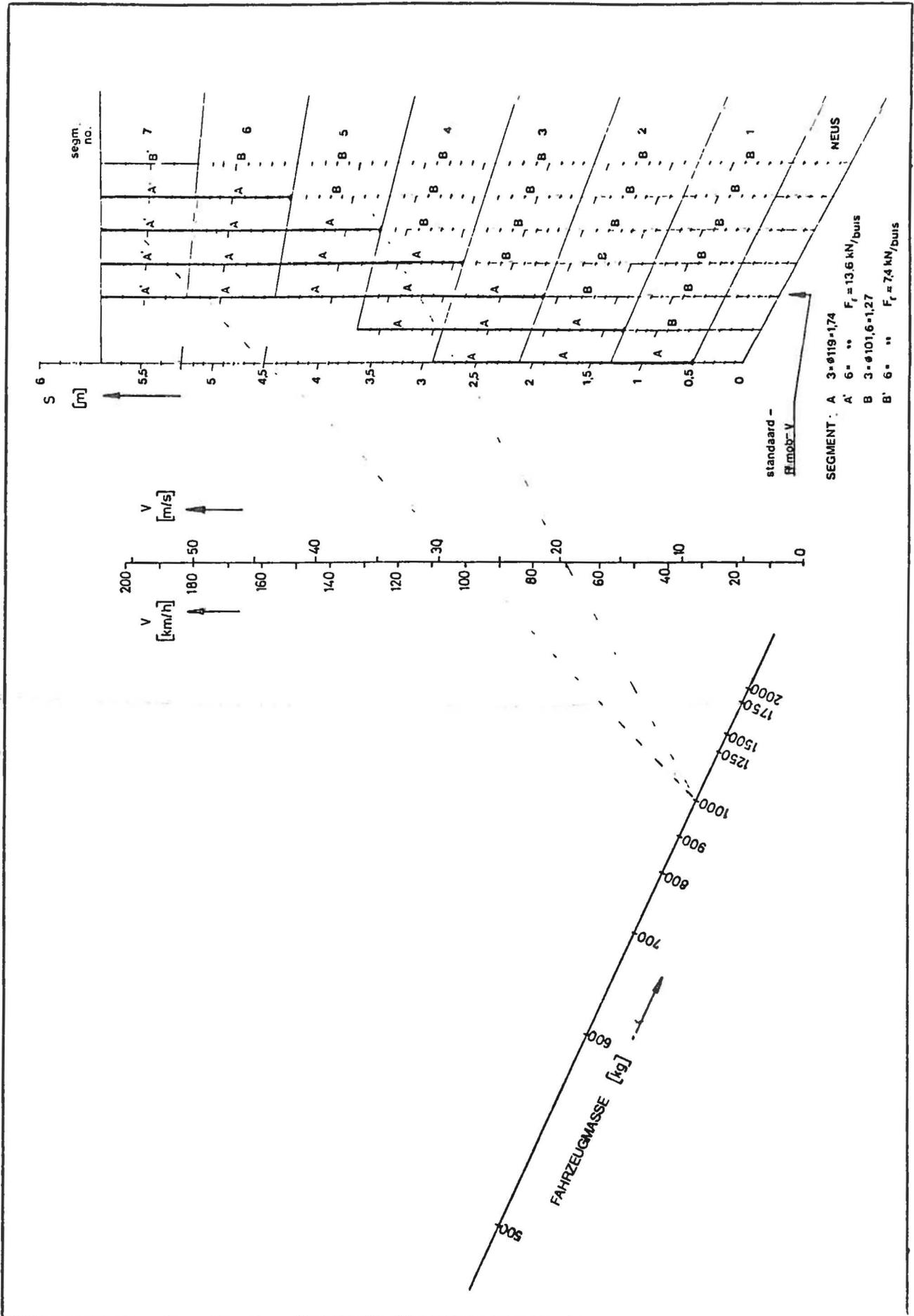
Abbildung 9. Schiefstand der Querstützen

ANLAGEN 1 UND 2

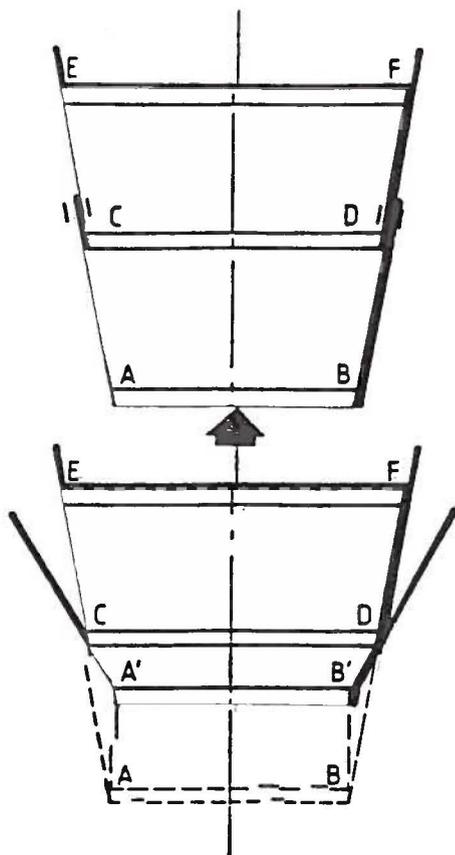
Anlage 1. Nomogramm des Verhältnisses zwischen Fahrzeugmasse, Geschwindigkeit und Bremsweg bei einem Aufprall auf den RIMOB V-270

Anlage 2. Bewegungsstruktur der Flankenteile bei einem V-förmigen Anpralldämpfer, ohne und mit Knickplatten.

Anlage 1. Nomogramm des Verhältnisses zwischen Fahrzeugmasse, Geschwindigkeit und Bremsweg bei einem Aufprall auf den RIMOB V-270

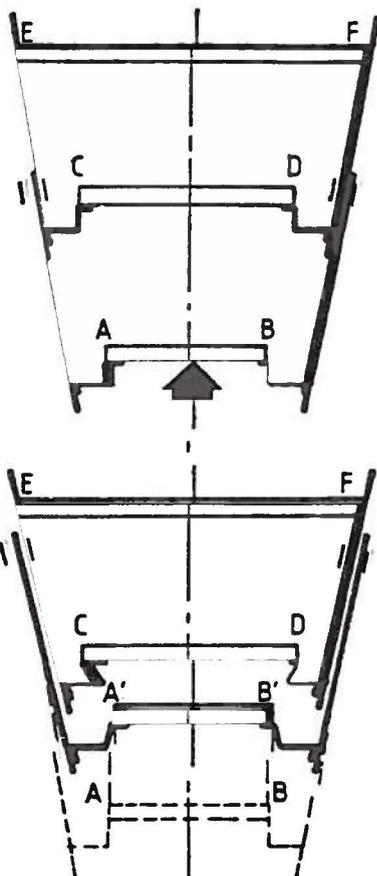


Anlage 2. Bewegungsstruktur der Flankenteile bei einem V-förmigen Anprall-
dämpfer, ohne und mit Knickplatten.



OHNE KNICKPLATTEN

Wenn AB belastet wird, geht AB zu A'B'. CD sind feste Punkte. Die Flanken AC und BD werden gezwungen, sich nach außen zu verbiegen. Die eingezeichnete Führung wird dadurch unterbrochen.



MIT KNICKPLATTEN (RIMOB)

Die Verbindung zwischen A, B, C und D mit den Flankenteilen wird mit Knickplatten ausgeführt. Bei der Belastung von AB verbiegen sich die Knickplatten C und D nach innen und A und B nach außen. Dadurch bleiben die Flankenteile parallel, auch durch die angebrachten Flankenführungen.

