

XVIII. Beratung der Omnibusexperten
Budapest, 1. - 4. September 1987

**DEFORMATION VON OMNIBUSSEN BEI UNFÄLLEN UND FOLGERUNGEN FÜR
DIE SICHERHEITSGESTALTUNG**

Dr.- Ing. K. Langwieder
Dipl.- Ing. Univ. Th. Hummel
Dipl.- Ing. FH. W. Wachter

HUK-Verband
Büro für Kfz-Technik
München

DEFORMATION VON OMNIBUSSEN BEI UNFÄLLEN UND FOLGERUNGEN FÜR
DIE SICHERHEITSGESTALTUNG

Langwieder, Klaus
Hummel, Thomas
Wachter, Wilhelm

HUK-Verband

Sicherheitsrelevante Entwicklungstendenzen beim Omnibus

Mit der Weiterentwicklung der Omnibusse in Richtung auf Komfort und Sicherheit haben Omnibusse ihre wichtige Funktion im Personentransport in der Bundesrepublik Deutschland nach wie vor behalten. Im Bestand haben sich keine wesentlichen Veränderungen ergeben (Bild 1), wenngleich Busse mit weniger Sitzplätzen insgesamt abgenommen haben /1,2/ und umgekehrt Reisebusse mit mehr als 50 Sitzplätzen zugenommen haben. Für die Sicherheit bedeutet dies, daß jene Zielgruppe im Bestand zugenommen hat, bei der Maßnahmen zur Hebung der Sicherheit nötig und möglich sind /3,4/.

In der Aufbauart der Omnibusse hat sich in den vergangenen Jahren insofern eine Veränderung ergeben, als zu den herkömmlichen Bussen mit hohem Fahrerplatz auch Doppeldeckerbusse und Busse mit tiefergelegtem Fahrersitz bis hin zu Bussen mit Unterflurcockpit dazugekommen sind (Bild 2). Die Bestände dieser Busse sind jedoch insgesamt noch gering. Für Busse mit tiefergelegtem Fahrersitz ist die Zahl nicht bekannt, die Anzahl der Busse mit Unterflurcockpit beträgt derzeit in Deutschland ca. 200 /1/.

Aber auch im Heckbereich sind neue Konstruktionsprinzipien entstanden, indem die Busse ohne Heckfenster mit durchgezogener Heckpartie zugenommen haben. Diese Konstruktionen mit durchgezogener Heckpartie, die sicherheitstechnisch durchaus Vorteile aufweisen können, bringen jedoch möglicherweise Probleme bei der Evakuierung der Insassen, da der Ausstieg durch das Heckfenster bei seitlich liegendem Bus nicht mehr möglich ist. Durch Unfalluntersuchungen muß dringend geklärt werden, welche Risikoverlagerungen dadurch gegeben sind.

Entwicklung des Unfallgeschehens bei Bussen

Während in der Periode 1980 bis 1984 eine ständige Abnahme der Busunfälle insgesamt und auch der Verletzungsfolgen festzustellen war, haben sich diese günstigen Verhältnisse im Jahr 1985 verändert /5/: Die Anzahl der Getöteten stieg auf 44 an, auch die Zahl der Schwer- und Leichtverletzten nahm zu. Die Ursachen dafür liegen in verschiedenen, außerordentlich schweren Busunfällen, während die Gesamtzahl der Busunfälle annähernd gleich geblieben ist. Von den beteiligten Insassen bei Busunfällen werden im Durchschnitt ca. 85-88 % leicht verletzt, 12-14 % schwer verletzt und 0,5-1 % getötet (Bild 3).

Bereits im Jahr 1986 zeigte sich aber wieder ein sehr günstiger Verlauf im Bus-Unfallgeschehen: es wurden lediglich 15 Personen (minus 65,9 %) in Bussen getötet, die Zahl der Schwerverletzten ging um 21,3 % zurück, die der Leichtverletzten stieg um 2,1 % /6/.

Selbstverständlich stellt sich die Frage, ob die - möglicherweise zufällige - Zunahme der schweren Busunfälle im Jahr 1985 auf gewisse, übereinstimmende Unfallkriterien zurückzuführen ist. Auffällig ist zweifellos eine Zunahme von Busunfällen mit Umkippen/Überschlag; dieses bereits in der HUK-Veröffentlichung 1984 /3/ besprochene Risiko hat nichts von seiner Aktualität verloren - das Problem der Dachsteifigkeit besteht nach wie vor. Brandunfälle könnten

zugenommen haben, eine statistisch gesicherte Aussage gibt es jedoch dazu nicht.

Mit den bestehenden Problemen (Brandrisiko, Evakuierung der Insassen, sichere Position im Bus) - die sich meist jedoch nur in Einzelfällen zeigen - stellt sich zwangsläufig die Frage

- welche Beschädigungszonen generell bei Buskollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern und bei Alleinunfällen überhaupt auftreten und in welcher Intensität (d.h. Deformationstiefe),
- welche Vorgänge daraus resultieren, insbesondere im Hinblick auf die Strukturdeformation des Busses, wobei im vorliegenden Beitrag die Insassenverletzungen nur global behandelt werden sollen.
- Die zentrale Frage dieses Beitrages ist, welche Folgerungen aus den insgesamt dargestellten Beschädigungsrisiken/Risikozonen für die Sicherheit und weitere Entwicklung von Bussen zu ziehen sind.

Vorhandenes Unfallmaterial

Diese Untersuchung baut auf dem Bus-Unfallmaterial auf, das bereits für die Arbeit 1984 /3/ verwendet wurde und das durch kontinuierliche Untersuchungen von aktuellen Busunfällen erweitert wurde.

Die Auswahlkriterien sind:

- Busse mit mehr als 25 Sitzplätzen,
- mindestens ein Verletzter beim Unfall,
- Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie Alleinunfälle,
- Dokumentation, zum Teil mit Innenraumfotos, der vorhandenen Beschädigungen am Bus.

Das hier verwendete Material umfaßt 99 Unfälle (89 Kollisionen und 10 Alleinunfälle), in die 103 Busse verwickelt waren. Insgesamt waren ca. 2.000 Personen an diesen Unfällen beteiligt, es wurden rund 650 Mitfahrer verletzt/getötet; Fahrer wurden in 38 Fällen verletzt/getötet.

Die Beschädigungscharakteristik der Busse

Entsprechend der unterschiedlichen Belastungen wird die Beschädigungscharakteristik für die Unfallgegner Pkw, motorisierte Zweiräder, Lkw/Bus und Alleinunfälle getrennt angegeben. Die Beschädigungsbereiche werden dabei nach Art und Lage, horizontalem und vertikalem Ausdehnungsbereich sowie Deformationstiefe beschrieben.

Die sich aus der amtlichen Statistik /5/ ergebende Häufigkeit von Busunfällen mit den genannten Kollisionsgegnern sowie die Häufigkeit von Alleinunfällen ist in Bild 4 dargestellt.

Bus/Pkw-Kollisionen (44 Unfälle)

Bei Buskollisionen gegen Pkw (Bild 5) ist typisch, daß mit 82 % überwiegend die Front des Busses betroffen ist und daß der Deformationsschwerpunkt vornehmlich auf der Seite des Busfahrers liegt. 18mal wurde allein die Fahrerseite getroffen. Nachdem Bus/Pkw-Kollisionen rund 43 % im vorliegenden Unfallmaterial entsprechend den Auswahlkriterien ausmachen, ist damit bereits ein wesentlicher Deformationsschwerpunkt bei Bussen vorgegeben. Im Bereich der seitlichen Kollisionen dominiert ebenfalls die linke Busseite mit 5 gegenüber 3 Fällen und auch hier liegen die Anstoßbereiche in 4 Fällen im Fahrerbereich.

Bei der vertikalen Lage der Beschädigungszonen ist aus den korrespondierenden Abmaßen verständlicherweise überwiegend (61 %) das untere Drittel des Busses betroffen, aber immer-

hin in 12 Fällen (27 %) waren auch die unteren zwei Drittel des Busses beschädigt. Auch bei den seitlichen Deformationen ergaben sich zum Teil massive Beschädigungen überwiegend im unteren Drittel. Typisch ist hierbei, daß vor allem ganz erhebliche Deformationen (Bild 6) dann auftraten, wenn ein lokal konzentrierter Aufprall (hier auf der Fahrerseite) erfolgte. Bei den Fällen, in denen die Deformation sich über die gesamte Front erstreckt, ist nur relativ geringe Deformationstiefe gegeben.

Die Deformationstiefen bei Bus/Pkw-Kollisionen sind in Bild 7 dargestellt. Im allgemeinen lagen die Deformationstiefen unter 20 cm, immerhin in 11 Fällen lag aber eine Deformationstiefe zwischen 20 und 40 cm und in 3 Fällen zwischen 40 und 60 cm vor. Für die Sicherheitsbewertung wichtig ist, daß in 7 Fällen (17 %) die Deformation im unteren Drittel deutlich über 60 cm war, dabei viermal direkt im Fahrerbereich. Selbst bei der steifen Konstruktion heutiger Busse ist es bei Pkw/Bus-Unfällen möglich, daß massive Deformationen dann auftreten, wenn nur relativ geringe Überdeckung z.B. im linken Frontbereich vorliegt. Bei den seitlichen Kollisionen ist dagegen das Deformationsrisiko wesentlich geringer, die Eindringtiefe ist im allgemeinen nicht größer als 20 cm. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß bereits diese relativ geringe Deformationstiefe genügt, um die Seitentür zu blockieren und damit eine Evakuierungsmöglichkeit auszuschließen.

Bus/mot. Zweirad-Kollisionen (3 Unfälle)

Hier treten erwartungsgemäß nur wenige Fälle entsprechend der Auswahlkriterien auf (3 Fälle). Der Hauptanstoßpunkt erfolgte hier immer auf der Fahrerseite und in allen drei Fällen beschränkten sich die Beschädigungen auf das untere Drittel.

Beachtlich ist jedoch, daß in einem Fall das Motorrad so tief eindrang, daß eine wesentliche Gefährdung für eine in diesem Aufprallbereich befindliche Person bestanden hätte.

Auch wenn es sich bei dieser Fallgruppe nur um wenige Einzelfälle handelt, so ist doch zu berücksichtigen, daß im Falle eines Unterflurcockpits nachgewiesenermaßen sogar durch eine massive Motorradkollision ein wesentliches Sicherheitsrisiko für den Busfahrer besteht bzw. der Bus selbst bei einer Kollision mit einem Motorrad dadurch führerlos werden könnte.

Bus/Lkw- und Bus/Bus-Kollisionen (42 Unfälle)

Im Hinblick auf Sicherheitsrisiken der Businsassen dominieren eindeutig Bus/Lkw- und Bus/Bus-Kollisionen; im Unfallmaterial nehmen diese Kollisionen insgesamt 42 Unfälle mit 46 beteiligten Bussen (rund 45 %) ein. Auch hier ist die Busfront bei weitem am stärksten gefährdet (Bild 8), in rund zwei Drittel der Fälle wird sie getroffen, wobei die Deformation in einem Großteil der Fälle auf den direkten Fahrerbereich beschränkt ist (rund 36 %). Im Gegensatz zu Bus/Pkw-Unfällen wird dabei fast immer die gesamte Fahrzeughöhe des Busses beschädigt (Bild 9) und die Deformationstiefen sind größer. Dennoch treten die größten Beschädigungen am Bus im unteren Drittel auf Höhe der Längsträger des Unfallgegners auf. Auffällig ist, daß an der Fahrzeugfront der Anteil der vertikalen Lage der Beschädigungszone bis zwei Drittel der Bushöhe wesentlich größer ist als an den übrigen Seiten des Busses. Auch hier lassen sich somit ganz deutlich besondere Risikozonen definieren, die im vorderen linken Drittel der Busfront und besonders im unteren Bereich liegen. Im oberen Bereich sind die Beschädigungen dagegen wesentlich geringer (Bild 10) und selbst bei massiver Intrusion ist der Busfahrer noch relativ gut geschützt.

Bei den Seitenflächen treten die Beschädigungen relativ gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt auf (s. Bild 8), ihr Anteil liegt bei lediglich 6,5 % links und 8,7 % rechts.

Da der seitliche Aufprall der gegnerischen Busse oder Lkw meist hinter dem Fahrerbereich erfolgte, zeigten sich in unserem Material für den Fahrer bei Seitenkollisionen keine wesentlichen Risiken.

Die Deformationstiefe bei Kollisionen mit anderen Bussen bzw. Lkw (Bild 11) ist ganz erheblich: in 60,5 % war sie größer als 40 cm, insgesamt in mehr als einem Drittel sogar über 60 cm (14 Fälle).

Auffahrunfälle von Bussen und Lkw auf den Bus hatten in unserem Unfallmaterial eine Auftretenshäufigkeit von 23,9 % (s. Bild 8). Dabei lag in drei von elf Auffahrunfällen die Deformationstiefe im Heck über 60 cm und führte dann zu wesentlichen Risiken für die Businsassen. Durch eine geschlossene Heckgestaltung ist zu erwarten, daß dieses Risiko etwas reduziert wird, unter den hier betrachteten Bussen war jedoch noch keiner mit durchgehendem Heck ohne Fenster vertreten.

Alleinunfälle (10 Unfälle)

Die Alleinunfälle nehmen in Bezug auf die anderen Unfallgruppen eine Sonderstellung ein. Nur in dieser Unfallgruppe kommt es zu Umstürzen/Umkippen oder Überschlag des Omnibusses. In 5 der hier betrachteten 10 Alleinunfälle trat ein Überschlag ein. Da der Bus in diesen Fällen meist eine Böschung hinauf- oder hinabfuhr und sich anschließend überschlug, kann kein direkter Anstoßpunkt angegeben werden. Für die hier vorliegende Diskussion ist jedoch einerseits die Beschädigung der verschiedenen Flächen maßgeblich und auch die Seite, auf die der Omnibus stürzte, bzw. in die Endlage kam. Bild 12 zeigt, daß Front- und Heckbeschädigungen hier kein wesentliches Problem darstellen, allerdings liegt der Deformationsschwerpunkt ganz massiv im Bereich des Daches, das seitlich weggeknickt wird. Im Bereich der Seitenflächen sind die Intrusionen nicht allzugroß (meist unter 20 cm),

das genügt jedoch, um die Türen zu verklemmen und somit für die Evakuierung ganz oder teilweise unbenutzbar zu machen. Bei den 5 Alleinunfällen mit Überschlag blieb der Bus in 3 Fällen auf der rechten Seite liegen, einmal auf dem Dach und einmal kam er wieder auf den Rädern zum Stehen. In den Bildern 13a bis 13c sind 3 dieser Fälle und die dabei aufgetretenen, teilweise erheblichen Evakuierungsprobleme beschrieben.

Zusammenfassende Bewertung

Die Addition sämtlicher Fälle, unabhängig vom Unfallgegner, ergab, daß vor allem der frontal linksseitige Bereich des Busses die dominierende Risikozone ist. Die Deformationstiefen sind allerdings in vertikaler Richtung unterschiedlich, sie nehmen von oben nach unten stark zu. Gefährliche Eindringtiefen von über 60 cm sind fast ausschließlich im unteren Drittel festzustellen.

Im Bereich der Seitenfläche sind die Risikozonen relativ gleichmäßig verteilt, meist handelt es sich um oberflächliche Beschädigungen - ausgenommen jene Fälle, in denen durch massive Lkw-Kollision die gesamte Seitenfläche des Busses aufgerissen wurde.

Bei Überschlagunfällen lassen sich keine Hauptrisikobereiche definieren: entweder wird das Dach auf der gesamten Breite seitlich weggedrückt durch Ausknicken der Seitenpfosten oder es hält annähernd stand. Mittlere Deformationen im üblichen Sinne gibt es bei der Dacheindrückung nicht.

Wesentlich bei Überschlagunfällen ist, daß - je nach Beschädigung und Endlage des Busses - erhebliche Evakuierungsprobleme auftreten können.

Folgerungen für die Sicherheit

Frontbereich

An der Busfront gibt es typische Risikozonen: während der Fahrerbereich zumindest in zwei Drittel der Fälle im direkten Deformationsbereich liegt, ist der Bereich der rechten Front wesentlich weniger gefährdet. Es existiert auch eine eindeutige Zunahme des Gefährdungspotentials abhängig von der vertikalen Lage der Beschädigungszone. Das obere Drittel ist relativ selten betroffen, zudem mit nur geringer Eindrückung, während das untere Drittel häufig einer massiven Deformation ausgesetzt ist. Auffallenderweise trifft dies auch bei Bus/Lkw-Kollisionen zu, bei denen die Deformation über die gesamte Busfronthöhe geht. Für die Risikobeurteilung ist auch wichtig, daß selbst bei einem massiven Motorradunfall im unteren Drittel eine Beschädigung von mehr als 40 cm Eindringtiefe resultieren kann.

Seitenbereich

Die Bewertung der Deformationen zeigt, daß an der Seitenfläche des Busses keine Häufung bestimmter Beschädigungsbereiche vorliegt. Eine Risikoerhöhung liegt - abgesehen von direkter hoher Intrusion - vor allem dann vor, wenn die Türen getroffen werden und somit für die Evakuierung nicht mehr benutzbar sind.

Die Bilder 13a-13c zeigen die Problematik der Evakuierung, die in dem vorliegenden Beitrag nicht im Hinblick auf die Evakuierungszeit ausgerichtet ist, sondern vielmehr auf die Benutzungsmöglichkeiten der Türen und Notausstiege.

Es war festzustellen, daß die theoretischen Evakuierungsmöglichkeiten gerade bei schweren Unfällen häufig nicht zur Verfügung stehen: oft sind die Türen entweder beide oder eine verklemmt oder durch Umkippen des Busses unbenutzbar geworden.

Im Hinblick auf die Türen lassen sich sichere und unsichere Zonen angeben. Der Bereich der hinteren Tür ist im allgemeinen als sicher zu bezeichnen, allerdings ist er bei Alleinunfällen durch die Dachdeformation ebenfalls sehr häufig eingeschränkt.

Der Bereich der heutigen Fronttüren vor der Vorderachse ist als höchster Risikobereich für die Deformation einzustufen, da eine Beschädigung der Türen sowohl bei Frontal- als auch Seitenkollisionen erfolgen kann. Es ist unter dem Aspekt der Beschädigungshäufigkeit ausgesprochen ungünstig, daß genau in diesem Bereich heute die Haupttür ist. Es sollte überlegt werden, ob die Einstiegstür nicht in einem sichereren, d.h. vor direkter/indirekter Deformation besser geschützten Bereich angebracht werden könnte, z.B. hinter der Vorderachse. Ein Verlust an Sitzplätzen wäre dadurch nicht zwangsläufig gegeben.

Von den Evakuierungsmöglichkeiten über die Fenster sollte man sich nicht zuviel erwarten. Sofern der Bus in aufrechter Position ist, haben die Fenster einen Bodenabstand von 1,5 - 2 m und mehr; eine Selbst-Evakuierung durch Hinausspringen ist dadurch allenfalls durchtrainierten jungen Leuten, nicht aber den häufig älteren Teilnehmern an Busreisen, möglich; dies zeigte sich deutlich bei den Fallanalysen. Bleibt somit wiederum die Tür mit den besprochenen Problemen bei der Fronttüre.

Im Falle des umgekippten Busses ist die Evakuierung durch die Fenster nach den vorliegenden Untersuchungen allenfalls über Frontscheibe oder Heckfenster möglich, auch die nach oben liegende Fensterreihe ist für viele Insassen (zusätzliche Verletzungen) nicht zu erreichen. Selbst wenn unsere Untersuchungen noch nicht als abschließend und repräsentativ betrachtet werden können, so zeigt sich doch, daß viele Überlegungen zur Evakuierung bei weitem zu optimistisch sind.

Heckbereich

Bei durchgezogenem Heckbereich, was im Hinblick auf die Dachsteifigkeit als durchaus positiv zu bewerten ist, würde die Evakuierungsmöglichkeit "Heckfenster" entfallen; es muß noch durch Unfallanalysen geprüft werden, ob dies für die Evakuierung ein Nachteil ist und ob nach Herausstoßen der Frontscheibe genügend schnell der Bus von allen Insassen verlassen werden kann. Durch die steifere Heckfläche ist zu erwarten, daß die Dacheindrückung geringer ist, nicht nur im Heckbereich, sondern möglicherweise auch eine größere Dachsteifigkeit bis zur Hälfte des Busses bewirkt. Der Nachteil im Hinblick auf Evakuierung durch das entfallende Heckfenster kann durch bessere Sicherheitsfenster, Türen, Dachluken etc. ausgeglichen werden.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde die Beschädigungscharakteristik bei Omnibussen mit mehr als 25 Sitzplätzen in Unfällen mit Personenschaden untersucht und es ergaben sich daraus Bereiche, die besonders häufig dem Deformationsrisiko unterliegen. Bei Bus/Pkw-Kollisionen war in rund 17 % der Fälle die Deformation im unteren Drittel deutlich über 60cm, dabei viermal direkt im Fahrerbereich. Massive Deformationen, auch im Innenraum des Busses, treten selbst bei Bus/Pkw-Kollisionen auf, wenn nur eine relativ geringe Überdeckung, meist im linken Frontbereich, vorliegt.

Sogar bei Kollisionen mit schweren Motorrädern ist massives Beschädigungsrisiko im unteren Frontdrittel, meist auf der Fahrerseite, gegeben.

Bei Kollisionen von Bussen mit anderen Omnibussen oder Lkw wird dagegen fast immer die gesamte Fahrzeughöhe des Busses beschädigt und die Deformationstiefen sind größer. Dennoch treten die größten Beschädigungen auch dann im unteren Drittel des Busses auf Höhe der Längsträger des Unfallgeg-

ners Lkw auf. Besondere Risikozonen liegen somit im vorderen linken Drittel der Busfront und hierbei besonders im unteren Bereich. Im oberen Bereich sind die Beschädigungen dagegen wesentlich geringer und selbst bei massiver Intrusion ist der Busfahrer noch relativ gut geschützt.

Eine zusammenfassende Bewertung sämtlicher Fälle, unabhängig vom Unfallgegner, ergab als dominierende Risikozone vor allem den frontal linksseitigen Bereich des Busses. Die Deformationstiefen sind allerdings in vertikaler Richtung unterschiedlich, sie nehmen von oben nach unten stark zu. Gefährliche Eindringtiefen von über 60cm treten fast ausschließlich im unteren Drittel auf.

Es war festzustellen, daß die theoretischen Evakuierungsmöglichkeiten gerade bei schweren Unfällen häufig nicht zur Verfügung stehen: oft sind die Türen - häufig die vordere oder sogar vorne und hinten - verklemmt oder durch Umkippen des Busses unbenutzbar geworden. Im Hinblick auf die Türen lassen sich sichere und unsichere Zonen angeben. Der Bereich der hinteren Tür ist im allgemeinen als sicher zu bezeichnen, allerdings ist er bei Alleinunfällen durch die Dachdeformation ebenfalls nicht selten mitbeschädigt. Im Falle von Kippen/Überschlagen des Busses erfolgte die Evakuierung häufig im vorliegenden Unfallmaterial über Frontscheibe oder Heckscheibe, die nach oben liegende Fensterreihe ist für viele Insassen nicht erreichbar.

Im Hinblick auf die Dachsteifigkeit ist eine durchgezogene Heckfläche als positiv zu bewerten. Der vorhandene Nachteil im Hinblick auf eine Evakuierung durch das entfallende Heckfenster muß durch weiterführende Unfallanalysen noch eingehend geprüft werden. Dieser Umstand kann durch bessere Sicherheitsfenster, Türen, Dachluken etc. ausgeglichen werden. Selbst wenn die bisherigen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, so zeigt sich doch, daß viele Überlegungen zur Evakuierung bei weitem zu optimistisch sind.

Glücklicherweise treten diese Risikosituationen nur sehr selten auf, aber sie bergen dann hohes Gefahrenpotential.

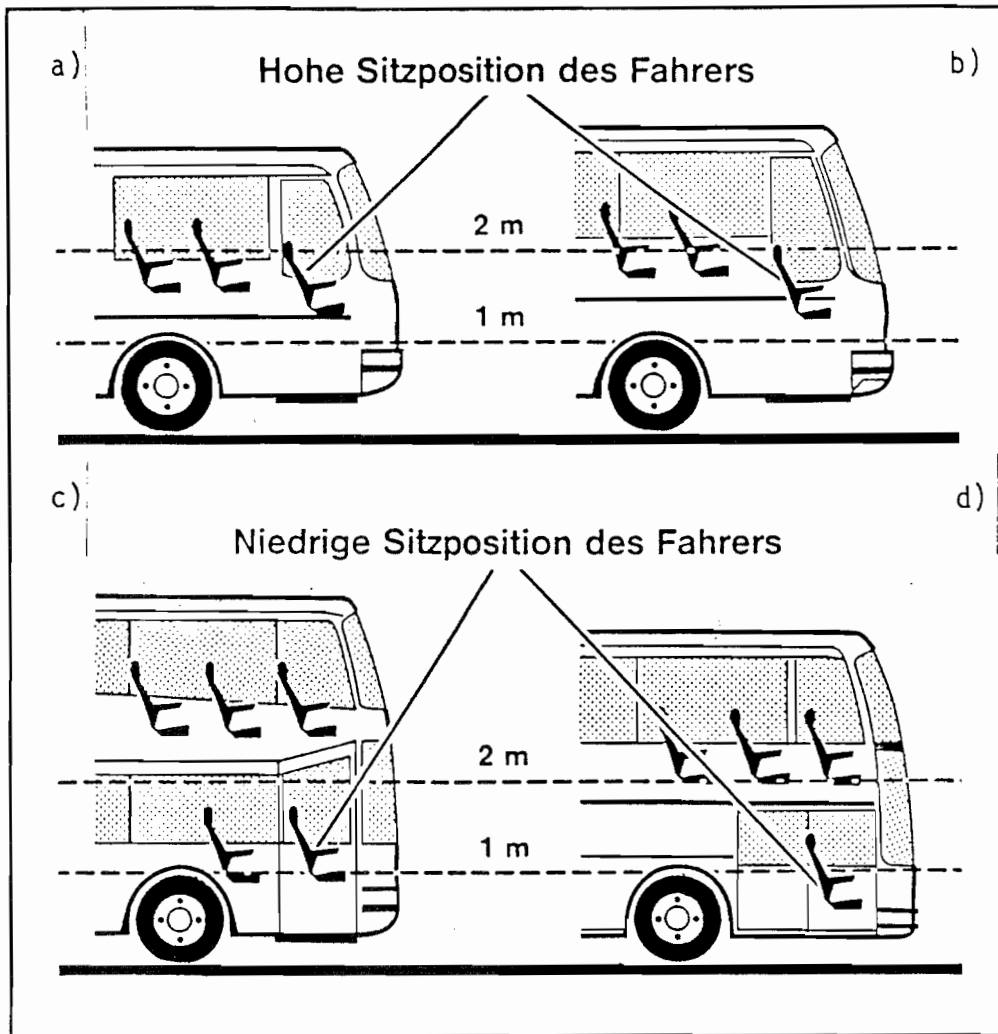
Umfassende Unfallanalysen müssen diese Risiken quantifizierbar machen und so zur weiteren Erhöhung der prinzipiell guten Sicherheit von Omnibussen beitragen.

Literatur

- /1/ U. Stöcker, H. Schatto, "Stellungnahme zur Frage, ob Fahrzeugführer in Bussen mit Unterflurcockpit einer stärkeren Gefährdung im Unfallgeschehen unterliegen und ob sicherheitsrelevante Beeinträchtigungen der Sicht vorliegen", Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, August 1986
- /2/ Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), "Tatsachen und Zahlen", 49. und 50. Folge, Frankfurt a.M., August 1985/1986
- /3/ K. Langwieder, M. Danner, Th. Hummel, "Unfälle von Omnibussen - Auftretensformen und Folgen für die Businsassen", XV. Konferenz für Autobus-Experten, Budapest, September 1984
- /4/ K. Langwieder, M. Danner, Th. Hummel "Collision Types and Characteristics of Bus Accidents - Their Consequences for the Bus Passengers an the Accident Opponent", Tenth ESV-Conference, Oxford, July 1985
- /5/ Statistisches Bundesamt Wiesbaden, "Straßenverkehrsunfälle 1980-1985", Fachserie 8, Reihe 3.3, Wiesbaden, September 1980-1985, Dezember 1986
- /6/ Statistisches Bundesamt Wiesbaden, "Straßenverkehrsunfälle Dezember und Jahr 1986", Fachserie 8, Reihe 3.3, Wiesbaden, April 1987

Jahr	Busbestand (jeweils 1. Juli)		
	bis 31 Sitzplätze	über 50 Sitzplätze	insgesamt
1980	9.849	28.191	70.458
1981	9.524	29.212	71.152
1982	9.486	29.786	71.331
1983	9.085	30.560	71.259
1984	8.864	30.324	70.279
1985	8.978	30.052	69.388

Quelle: /2/



Quelle: /1/

Jahr	An Unfällen mit Personenschaden beteiligte Busse*	dabei verunglückte Fahrer und Mitfahrer			
		Getötete	Schwer- verletzte	Leicht- verletzte	insgesamt
1980	6.523	43	546	4.069	4.658
1981	6.718	24	494	4.196	4.714
1982	5.771	22	506	3.517	4.045
1983	5.651	26	523	3.645	4.194
1984	5.436	34	563	3.639	4.236
1985	5.215	44	607	3.555	4.206
1986**	5.199	15	478	3.628	4.121

Quelle: /5,6/

* Definition Bus: mehr als 9 Sitzplätze, einschließlich Fahrersitz

** Vorläufige Zahlen

**HUK
Verband**

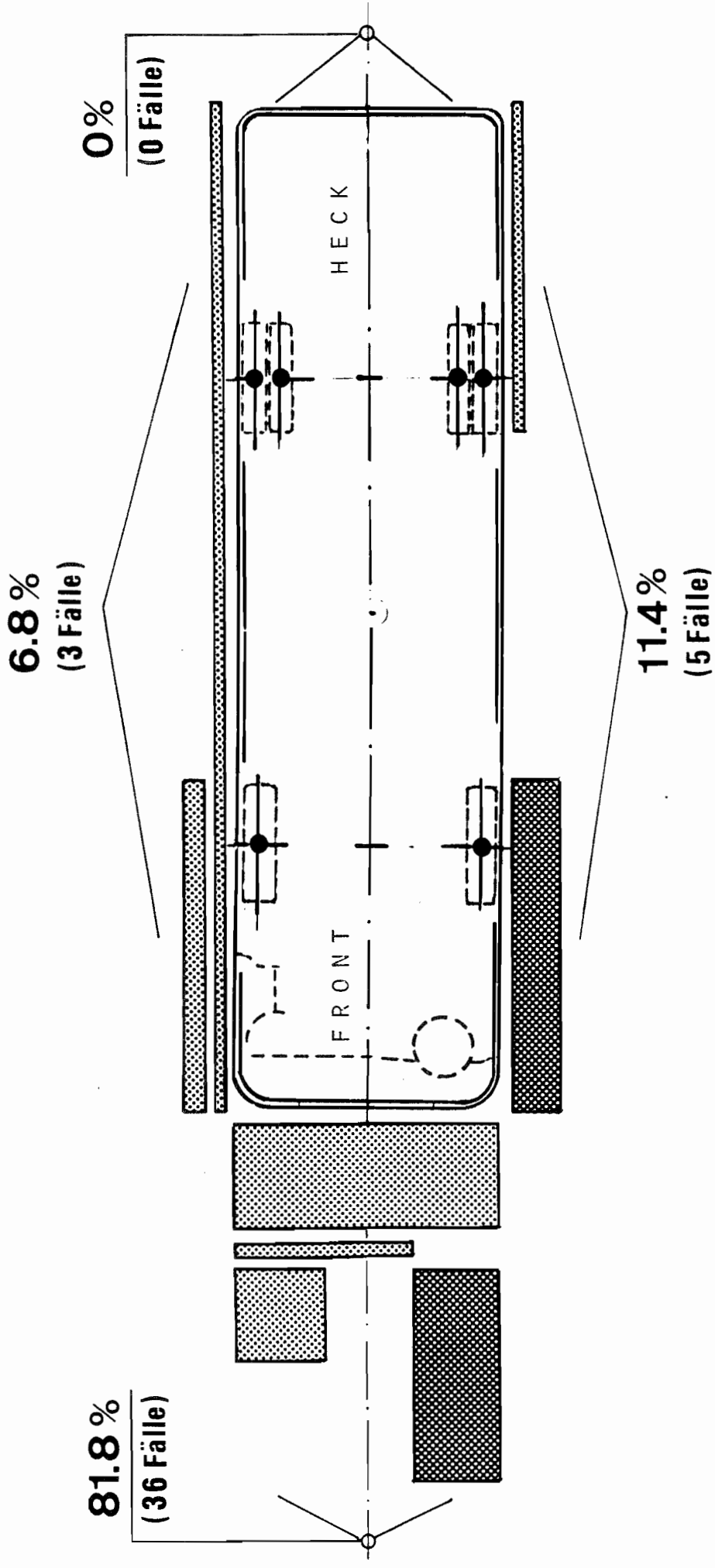
An Unfällen mit Personenschaden beteiligte Busse und dabei verunglückte Insassen im Zeitraum 1980-1986

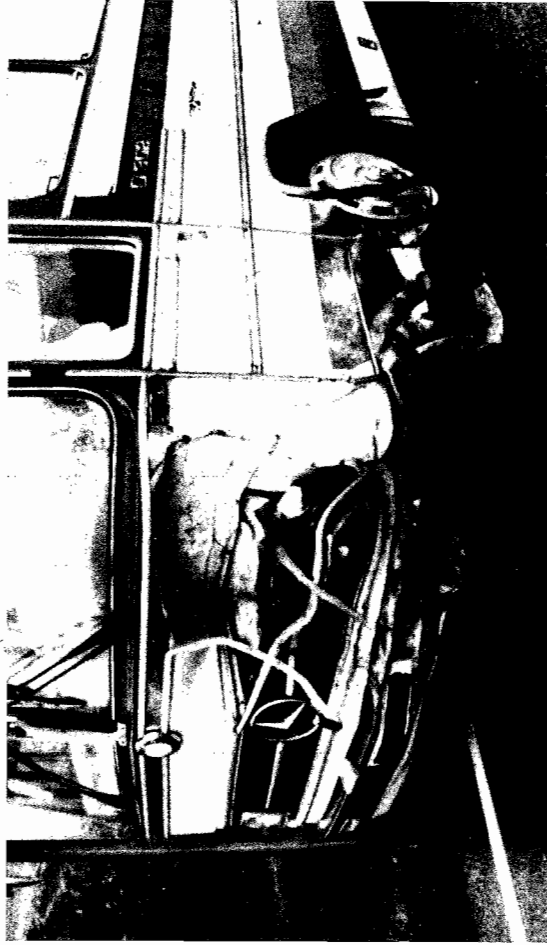
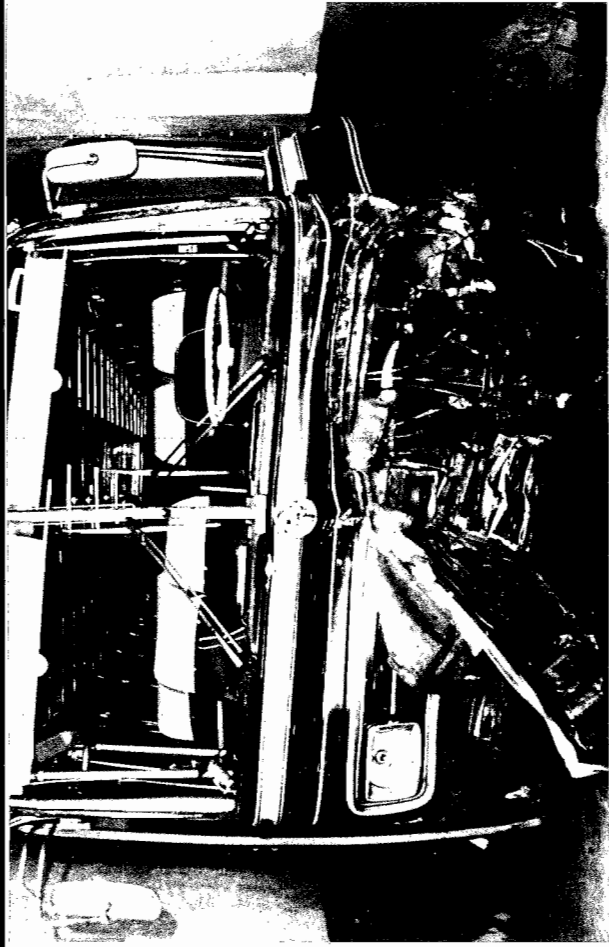
BILD 3

Unfallart	*Busunfälle mit			
	Getöteten		Personen- schaden	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Bus/Pkw	63	71,6	2.175	70,8
Bus/Lkw, Bus	4	4,5	239	7,8
Bus/mot. ZR	12	13,6	332	10,8
Bus/Alleinunfall	9	10,3	327	10,6
gesamt	88	100,0	3.073	100,0

Quelle: /5/

* Definition Bus: mehr als 9 Sitzplätze,
einschließlich Fahrersitz





**HUK
Verband**

Beispiel für einen örtlich konzentrierten Aufprall
im Fahrerbereich

BILD 6

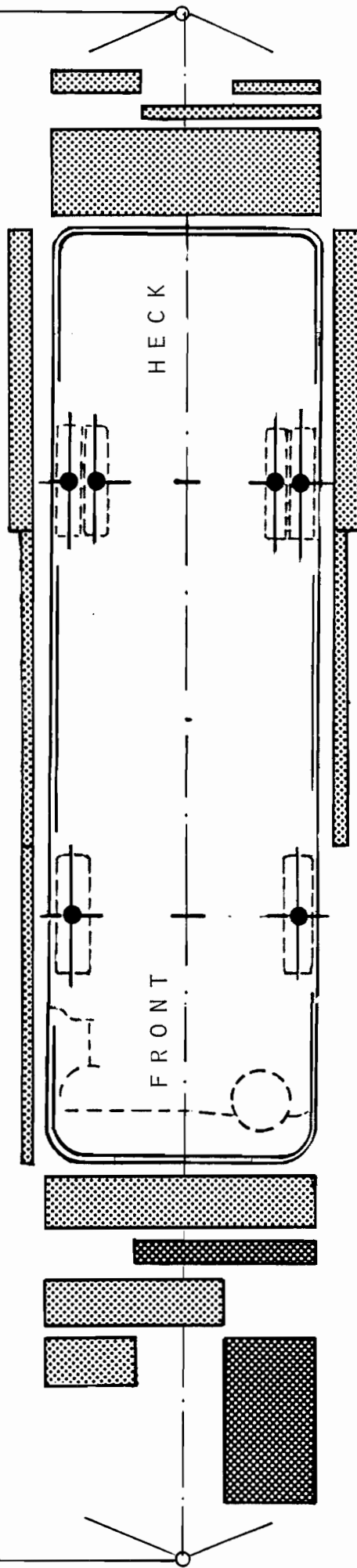
Deformationstiefen	Anzahl	%
bis 20 cm	20	48,8
20 bis 40 cm	11	26,8
40 bis 60 cm	3	7,3
über 60 cm	7	17,1
davon direkt im Fahrerbereich	4	9,8
gesamt	41	100,0
nicht ersichtlich	3	-

8.7%
(4 Fälle)

23.9%
(11 Fälle)

60.9%
(28 Fälle)

6.5%
(3 Fälle)

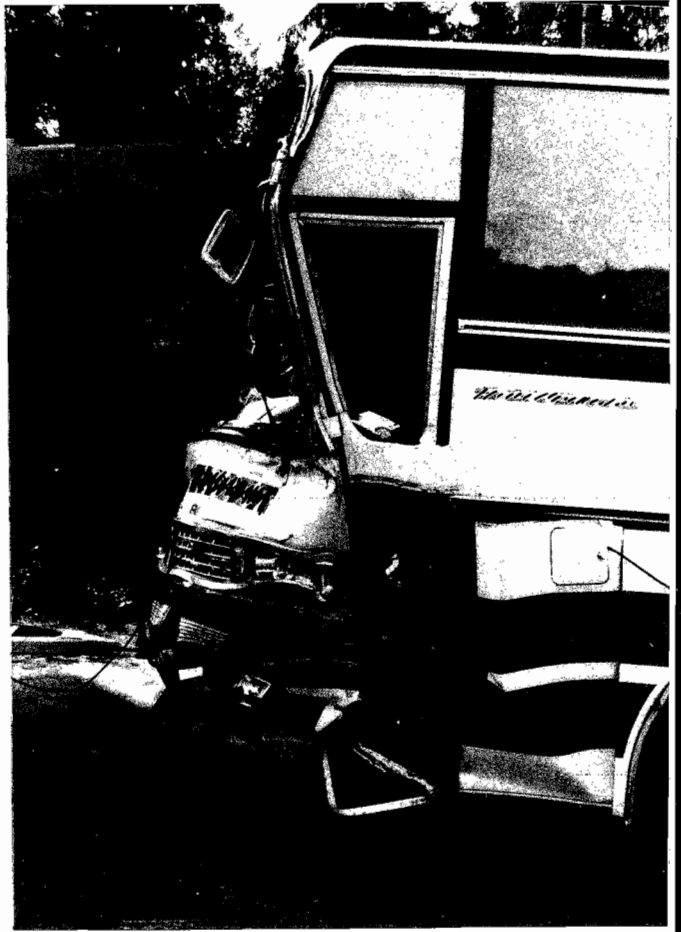




**HUK
Verband**

Beispiel zur unterschiedlichen
Intrusion bei Bus/Lkw,
Bus-Kollisionen

BILD 9



**HUK
Verband**

Beispiel zum Ausmaß der Beschädigungen
im oberen und unteren Frontbereich bei
Bus/Lkw, Bus-Kollisionen

BILD 10

Deformationstiefen	Anzahl	%
bis 20 cm	6	15,8
20 bis 40 cm	9	23,7
40 bis 60 cm	9	23,7
über 60 cm	14	36,8
gesamt	38	100,0
nicht ersichtlich	8	-

60,5%



**HUK
Verband**

Typische Busbeschädigung bei Unfällen mit
Überschlag: seitlich weggeknicktes Dach
mit Einschränkung des Insassenraumes

BILD 12



Unfallbeschreibung:

Bus kommt auf vereister Fahrbahn ins Schleudern, stößt gegen Leitplanke und stürzt anschließend über eine 7 m tiefe Böschung. Dabei überschlägt sich der KOM zweimal nach links und kommt auf den Rädern wieder zum Stehen. Im Verlauf des Überschlags wurde das Dach verschoben. Von den 35 Insassen wurden 9 schwer und 12 leicht verletzt.

Anmerkungen zur Evakuierung:

Vordere rechte Türe stark beschädigt, Türe hinten rechts funktionsfähig, Fahrerseite ohne Türe. Ein Teil der Fahrgäste wurde durch die Fenster aus dem Bus geschleudert. Die hintere rechte Türe konnte von Fahrgästen geöffnet und zum Verlassen des KOM genutzt werden.



Unfallbeschreibung:

Unterflurbus wird während Überholvorgang von ausscherendem Lkw abgedrängt, gerät auf das Bankett, kommt ins Schleudern und stürzt anschließend auf der rechten Fahrbahnseite eine 8 m tiefe Böschung hinab und bleibt auf der rechten Seite liegen. Das Dach wurde hierbei nicht eingedrückt. Von insgesamt 65 Insassen wurde 1 getötet, 32 erlitten schwere und 28 leichte Verletzungen.

Anmerkungen zur Evakuierung:

Unterflurbus liegt auf der rechten Seite, Türen sind nicht zugänglich. Passanten schlagen die Frontscheiben ein und bergen die Insassen. Ein Fahrgast gibt an, daß er die Seitenscheibe einschlagen wollte, jedoch seien keine Nothämmer vorhanden gewesen. Ein Fahrgast schlug mit einem Krückstock ein Loch in die Seitenscheibe. Unverletzte Insassen helfen verletzten Passagieren, sich aus dem Bus zu befreien.



Unfallbeschreibung:

Busfahrer erleidet Schwächeanfall, Fahrzeug gerät nach links, überquert die Gegenfahrbahn, stürzt über eine 3 m tiefe Böschung und bleibt anschließend auf der rechten Seite liegen. Das Dach wurde hierbei nicht eingedrückt. Von den insgesamt 54 Kindern (Schulbus) wurde 1 Kind getötet, 35 wurden zum Teil schwer verletzt.

Anmerkungen zur Evakuierung:

Da der Bus auf der rechten Seite lag, konnten die Türen nicht geöffnet werden. Fahrer verläßt Bus durch ein geöffnetes Fenster neben dem Fahrersitz. Anschließend tritt er von außen mit dem Fuß die beiden hinter dem Fahrersitz liegenden Sollbruchfenster ein und evakuiert gemeinsam mit den Lehrkräften die Kinder aus dem Bus. Anwesende Passanten helfen ebenfalls bei der Bergung.