Sicurezza per il conducente

Un manuale pratico per l'equipaggiamento di carrelli elevatori con sistemi di protezione per il conducente ai sensi della Direttiva Europea 95/63/CE

Uwe Weiner Oliver Schroeter Dietrich Elbracht Guenter Pfeiffer



ISBN 3-00-006384-6

© 2000, © 2001 im Selbstverlag

IWS Ingenieurgesellschaft Weiner & Schröter mbH, 47475 Kamp-Lintfort

Die Verwertung der Texte und Bilder, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt auch für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und für die Verarbeitung mit datenverarbeitenden Systemen.

Die Ratschläge in diesem Handbuch sind von den Autoren sorgfältig erwogen und geprüft worden. Dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. Eine Haftung der Autoren bzw. des Verlags und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

Für die Richtigkeit der Firmeninformationen übernehmen die Autoren keine Verantwortung.

Layout und Gestaltung: byWirkus Werbeagentur GmbH, Essen

Indice:

Chi siamo? Perché abbiamo scritto il presente manuale? ...pagina 2

A quali veicoli si riferisce? Fino a quando?

- La Direttiva si riferisce a carrelli con sedile anteriore e carrelli con presa trasversale fino ad una portata nominale di 10 tonnellate e richiede l'equipaggiamento dei veicoli con un sistema di ritenuta per il conducente.
- I veicoli nuovi devono essere equipaggiati dal 5/12/1998 conformemente alla Direttiva.

I veicoli vecchi, messi in servizio tra il mese di gennaio del 1996 e dicembre del 1998, devono essere equipaggiati entro il 5.12.2000 conformemente alla Direttiva.

...pagina 3

Quali sono le manovre pericolose?

- La traslazione con il carico abbassato ha un effetto stabilizzante.
- Nel caso di traslazione senza carico, il carrello rischia di ribaltarsi a partire da un'accelerazione trasversale di circa 0,6 g.
- Nel caso di traslazione con il carico sollevato, questi ha un effetto destabilizzante e il carrello può ribaltarsi già con accelerazioni trasversali inferiori.
- Indipendentemente da ciò, l'operatore può essere sbalzato dal veicolo a partire da un'accelerazione trasversale di 0,4 g. ...pagina 4

Gli eventi tragici degli ultimi anni.

- In 7 anni sono si sono verificati 184 incidenti mortali con carrelli elevatori.
- 74 delle persone morte erano conducenti di carrelli elevatori.
- 43 dei conducenti sono morti a causa di un incidente di ribaltamento.
- I conducenti vengono uccisi dal tettuccio di protezione o dal mast di sollevamento del carrello ribaltante. L'accelerazione trasversale causa lo sbalzo fuori dal carrello oppure i conducenti saltano dal veicolo in fase di ribaltamento e non riescono a fuggire dalla zona di pericolo.
- Le cause principali degli incidenti causati da ribaltamento sono:
 - la marcia troppo veloce in curva (ribaltamento a causa della forza centrifuga),
- la marcia in curva con il carico sollevato (ribaltamenti causati dal carico),
- la marcia su un terreno con dislivelli (ribaltamento a causa del terreno)

...pagina 9

Accettabilità?

- Il conducente deve essere convinto della funzionalità del sistema, per applicarlo attivamente per la propria sicurezza. Il sistema non dovrebbe limitare troppo i suoi movimenti di lavoro (da comandare possibilmente senza coordinamento occhiomano).
- Non è noto alcun caso d'infortunio mortale di un carrello ribaltato con una cabina chiusa.

...pagina 15

Come funziona? Chi offre cosa?

- La cintura lombare con sensore di ribaltamento duosensitivo garantisce al conducente piena libertà di movimento e si blocca solo in situazioni di pericolo.
- Con la cintura allacciata, si raggiunge un fattore di protezione massimo.
- Le staffe laterali sulla porta garantiscono un protezione permanente.

...pagina 31

Rapporti di prova...

- Tutti i sistemi di ritenuta proteggono il conducente nel caso di un incidente di ribaltamento laterale conformemente alla Direttiva che riguardo all'uso dei mezzi di lavoro.
- La cintura protegge il conducente inoltre dall'urto con la testa contro il tettuccio.
- Per i sistemi di staffe Bodyguard (Fritzmeier Systems) e saf-T® (Schneider Fahrkomfort) i costruttori dispongono delle perizie richieste dagli Ordini professionali (Berufsgenossenschaften), eseguite dalla FTL-Duisburg. Le perizie confermano la funzione di ritenuta dei sistemi a staffe ai sensi della Direttiva.

...pagina 37

E l'elettronica?

Malgrado tutti i sistemi di regolazione e di misurazione elettronici, finora non si è in grado di prevenire incidenti di ribaltamento causati dal terreno (il 30 % degli incidenti di ribaltamento mortali).

Un sistema di ritenuta del conducente resta quindi un dispositivo irrinunciabile. ...pagina 45

Criteri di valutazione

Un carrello viene utilizzato da più conducenti?

Con quale frequenza il conducente deve salire e scendere?

Quanta libertà di movimento occorre al conducente?

...pagina 46

Previsioni per il futuro? ...pagina 47

Contatto con i costruttori... ...pagina 49

Dove sono reperibili ulteriori informazioni su questo argomento? ...pagina 55

1 - in breve

Con il presente opuscolo ci rivolgiamo a tutti coloro, che nella propria azienda sono responsabili per la sicurezza dei dipendenti. Garantiscono non solo il rispetto delle direttive vigenti riguardo alla protezione sul lavoro, bensì sono inoltre decisamente coinvolti nell' informazione preventiva dei dipendenti riguardo ai rischi nel lavoro quotidiano con macchine ed apparecchiature.

Il progresso inarrestabile nell'ambito della teconologia di macchine ed impianti non comporta soltanto vantaggi economici. Comporta anche rischi aggiuntivi per i dipendenti laddove si utilizzano nuove tecnologie. A questi rischi si risponde – a volte con più o meno rapidità – modificando e riformulando le leggi e direttive vigenti o creando addirittura nuove misure per la protezione dei dipendenti.

A dicembre del 1995 è stata modificata una Direttiva Europea, che riguarda i mezzi di lavoro mobili. L'emendamento prevede tra l'altro l'introduzione di un sistema di protezione efficace per i conducenti di carrelli elevatori. Nonostante la versione aggiornata di questa direttiva non sia ancora stata recepita in Germania, esistono già, grazie agli sforzi dell'Associazione principale degli Ordini professionali e del Ministero del Lavoro e degli affari sociali dei termini per l'applicazione dei requisiti contenuti nella direttiva.

Il presente opuscolo fornisce in maniera esaudiente informazioni riguardo ai contesti e le conseguenze della direttiva. Le presentiamo insieme ad una interpretazione univoca della direttiva e una raccolta delle soluzioni tecniche disponibili sul mercato un mezzo per l'applicazione della direttiva nella Sua impresa. Forniamo inoltre informazioni tecniche approfondite sui veicoli in questione e un'analisi dettagliata ed attuale di dati di incidenti nell'ambito di lavoro di carrelli elevatori. In allegato si trova inoltre un elenco di produttori presenti sul mercato con informazioni sui sistemi di protezione del conducente, in uso come primo equipaggiamento di veicoli nuovi, che sono anche disponibili per l'aggiornamento di veicoli vecchi.

Le nostre conoscenze e la redazione del presente opuscolo sono una conseguenza diretta del nostro contributo decisivo al progetto di ricerca "Sistemi di ritenuta per conducenti di carrelli elevatori", che è stato concluso nell'autunno 1998 dal Laboratorio per le tecniche di produzione (FTL) dell'Università Gerhard-Mercator Duisburg. Da allora il FTL funge come unico ente di controllo per sistemi di ritenuta di conducenti, raccomandato dagli Ordini professionali. Continuiamo a realizzare ricerche sul piano teorico e pratico, per dare un contributo all'applicazione dei concetti sviluppati e per migliorare la protezione dei conducenti.

Duisburg, maggio 2000

2 - Direttive vigenti

Il 5/12/1995 è stata modificata la Direttiva 89/655/EWG insieme alla Direttiva 95/63/EG nell'allegato I. Il paragrafo 3 descrive tra l'altro i "Requisiti minimi per mezzi di lavoro mobili, semoventi e non semoventi".

I veicoli per trasporti interni con operatore o operatori seduti sul mezzo devono essere realizzati o equipaggiati in maniera tale, da limitare i rischi a causa di un ribaltamento del mezzo, ad es.:

- utilizzando una cabina di guida o
- un dispositivo, che evita un ribaltamento del mezzo, o
- mediante un dispositivo, che garantisce all'operatore uno spazio sufficiente tra il mezzo ribaltante e il suolo, o
- mediante un dispositivo, che ritiene l'operatore/gli operatori sul sedile di guida, in modo che non possa/possano essere colpito/i da parti del veicolo per il trasporto interno, che sta cadendo.

La direttiva modificata riguarda i carrelli con sedile anteriore e carrelli a presa trasversale fino ad una portata nominale di 10 tonnellate. Per questi veicoli la direttiva si applica nel modo sequente:

I veicoli per trasporti interni, che saranno messi in servizio a partire dal 5/12/1998, devono essere equipaggiati conformemente alla direttiva.

I veicoli per trasporti interni, che sono stati messi in servizio fino al 5/12/1998, devono essere equipaggiati conformemente alla direttiva.

Per i veicoli, messi in commercio dal mese di gennaio del 1996 e il mese di dicembre del 1998, esiste un regolamento speciale. L'equipaggiamento successivo dovrebbe già essere concluso alla fine del 2000, secondo l'accordo tra i rappresentanti del Ministero federale del Lavoro, i rappresentanti degli enti di di sicurezza dei Lander federali e i rappresentanti dei costruttori di veicoli per trasporti interni.

I rappresentanti delle autorità hanno inoltre evidenziato, che i carrelli elevatori in questione non equipaggiati adeguatamente dopo il termine di dicembre 2000, saranno contestati dagli enti di controllo.

L'argomento sistemi di ritenuta per conducenti sarà ulteriormente specificato tramite un'apposita integrazione delle norme EN 1726-1 e EN 1459. Le integrazioni sono attualmente in fase di redazione.

3 - il carrello elevatore ai limiti della fisica

Il carrello elevatore appartiene al gruppo di veicoli per trasporti interni comandati da un operatore con una unità di traslazione azionata a motore. La norma DIN 15160 contiene un'apposita definizione [DIN 15160, 1989]. Per veicoli destinati per trasporti interni si intendono, secondo questa norma, tutti i veicoli per trasporti azionati a motore su gomme (eccetti i veicoli su rotaie), che servono, conformemente alla loro costruzione, per trasportare, tirare, sollevare, accatastare o immagazzinare (negli scaffali) carichi di ogni genere. Possono essere guidati a mano o da un conducente, seduto o in piedi su un apposito posto di guida. Seguendo questa descrizione, ci sono classificazioni di veicoli per trasporti interni, secondo vari criteri. Conformemente a questa classificazione, il termine carrello elevatore raccoglie i veicoli per trasporti interni, che portano il carico o davanti alle ruote anteriori o dietro alle ruote posteriori.

Il più diffuso sul mercato, tra tutte le varianti strutturali, è il carrello con sedile anteriore. Nel caso del carrello con sedile anteriore, il conducente guida i movimenti di traslazione e il caricamento da un sedile di guida, disposto in senso di marcia. Il caricamento e il trasporto del carico avvengono al di fuori della superficie di appoggio davanti all'asse anteriore. La superficie di appoggio è costituita dal collegamento dei punti di appoggio delle ruote (vedi Figura 1).

Il meccanismo di traslazione è realizzato come costruzione a 3 o 4 ruote. Il caricamento avviene attraverso l'asse anteriore rigido e senza sospensioni. La grande mobilità del carrello deriva dall'asse posteriore, sterzante. Il movimento di guida è iniziato tramite una ralla o dei fusi a snodo. Carrelli elevatori a 3 ruote vengono costruiti esclusivamente con un sistema sterzante a ralla. Nei carrelli a 4 ruote si trovano invece sia un sistema sterzante a ralla che a fusi a snodo. Una particolarità costruttiva è costituita dall'asse posteriore, realizzato come assale oscillante. L'asse posteriore è fissato ad uno snodo oscillante nel telaio del veicolo e può girare. Ciò permette un movimento relativo tra il telaio del veicolo e l'asse posteriore, per compensare piccoli dislivelli del terreno, senza che neanche una ruota perda il contatto con il suolo. Lo snodo oscillante è montato nel veicolo in senso orizzontale, in direzione di marcia, in modo che l'assale oscillante può girare parallelmente all'asse longitudinale del veicolo. L'angolo massimo di oscillazione è dato dalla costruzione ed ammonta a circa +/- 4°.

Nel caso di veicoli con sistema sterzante a ralla, si ottiene un angolo sterzante fino a 90°, permettendo così al veicolo, nel caso estremo, di poter girare attorno alla propria asse. Il presupposto è però, che l'azionamento di traslazione avvenga attraverso la ruota posteriore. Nel caso di veicoli, azionati attraverso l'asse anteriore, occorre o disattivare la ruota motrice o è necessario che la ruota interna in curva possa essere comandata tramite azionamento invertito. Nel caso di un carrello elevatore a 4 ruote con sterzo a ralla, la ralla è equipaggiata con due ruote. I vantaggi, rispetto ai carrelli a 3 ruote risultano dai momenti sterzanti inferiori e da una maggiore larghezza di carreggiata posteriore e quindi una risultante superficie di appoggio maggiore. Il raggio di volta rappresenta invece uno svantaggio. I carrelli elevatori a 4 ruote sono equipaggiati in genere con un sistema sterzante con fusi a snodo insieme ad un assale oscillante. Con questo sistema diventano possibili angoli sterzanti delle ruote posteriori fino a 70°. I momenti di propulsione e di frenatura vengono generati attraverso le ruote anteriori. La Figura 1 illustra in modo schematico le tre costruzioni del telaio presentate.

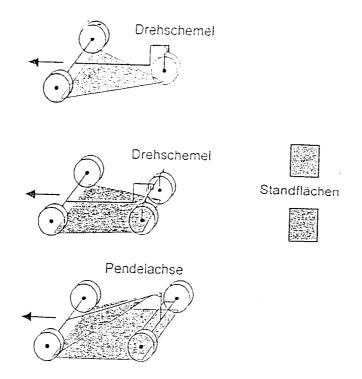


Figura 1: Le differenti costruzioni di azionamento di traslazione

Per tutte le varie geometrie di azionamenti di traslazione vale, che esistono due bordi, attorno ai quali il carrello può ribaltarsi: il bordo di ribaltamento anteriore come linea di collegamento tra i punti di appoggio delle ruote anteriori e il bordo di ribaltamento laterale come linea di collegamento tra i punti di appoggio delle ruote anteriori e posteriori su un lato. Ciò vale in generale per tutti i tipi di veicoli. Nel carrello elevatore a 3 ruote i bordi di ribaltamento costituiscono un triangolo di appoggio, nel carrello elevatore a 4 ruote con ralla costituiscono invece un trapezio di appoggio. La versione a 4 ruote con asse oscillante rappresenta una particolarità. Quando lo snodo oscillante si trova nella posizione tra i due arresti, risulta un triangolo di appoggio tra i punti di appoggio delle ruote anteriori e lo snodo oscillante stesso. Nel caso in cui l'asse oscillante è sterzato fino ad un arresto laterale, a causa di influenze esterne, la superficie di appoggio si trasforma in un trapezio con i 4 punti di appoggio delle ruote come angoli. Per la stabilità di ribaltamento di un carrello elevatore è decisiva la somma dei momenti attorno ai bordi della superficie di appoggio del veicolo.

Il momento di appoggio, che crea stabilità risulta dal peso proprio del veicolo e dalla posizione del baricentro del veicolo all'interno della superficie di appoggio, ovv. dalla distanza del baricentro dal rispettivo bordo di ribaltamento in questione. L'effetto del peso del carico deve essere considerato in modo differenziato. La forza risultante riduce la stabilità di ribaltamento attorno al bordo di ribaltamento anteriore. Nel caso in cui il baricentro del carico si trova al di sotto del baricentro del veicolo, il peso del carico aumento la stabilità di ribaltamento laterale.

In curva si crea una accelerazione trasversale, la cui grandezza dipende dalla velocità di traslazione e dal raggio della curva. In base all'altezza del baricentro del veicolo, ovv. del baricentro risultante del veicolo e del carico, esiste un valore limite, oltre il quale l'accelerazione trasversale agente causa un ribaltamento laterale.

Frenando durante la marcia in avanti e durante l'accelerazione in retromarcia si crea un momento, che riduce la stabilità di ribaltamento attorno al bordo di ribaltamento anteriore. La misura in cui si riduce la stabilità di ribaltamento dipende dal peso del carico, dall'altezza di sollevamento e dalla grandezza dell'accelerazione.

Devono essere soddisfatte due condizioni per causare un ribaltamento laterale di un carrello elevatore:

- 1. I momenti riguardo ad un bordo di ribaltamento devono essere maggiori del momento di stabilità, che agisce contemporaneamente.
- 2. Le forze di attrito statico, che agiscono nella superficie di appoggio, devono essere maggiori delle forze esterne, che agiscono nella stessa direzione. Nel caso in cui la condizione dell'attrito statico non è raggiunta, il veicolo sbanderà o slitterà soltanto.

Un movimento di ribaltamento attorno al bordo di ribaltamento anteriore, risultante dalle accelerazioni di frenatura o di avviamento, può essere raggiunto solamente con il carico sollevato o con il mast di sollevamento interamente sfilato senza carico.

Attraverso prove di traslazione sono stati rilevati valori concreti per la velocità di traslazione con un dato raggio di curva, che porta ad un inizio di ribaltamento del veicolo di prova (portata 3t). Uno dei risultati di queste prove è, che i carrelli elevatori si ribaltano ad una velocità di circa 0,6 g (1 g = 9,81 m/s2 ~ accelerazione della terra). Si sterza per entrare in una curva con un raggio di 6 m ad una velocità di circa 21 km/h. Figura 2 rappresenta il veicolo di prova con un dispositivo di supporto laterale integrato. La serie di immagini 3 rappresenta una sequenza di prova, nel quale il carrello elevatore si sarebbe ribaltato senza il dispositivo di supporto laterale.

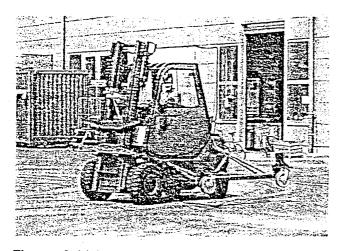
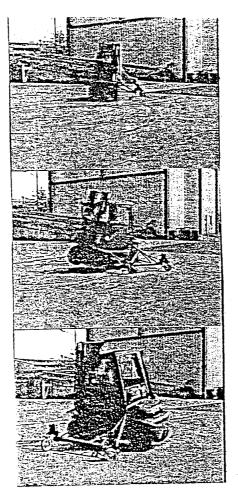


Figura 2: Veicolo di prova

Le prove mostrano anche, che il conducente è già molto prima in pericolo. Già nel caso di una accelerazione trasversale di circa 0,4 g un conducente con poca esperienza potrebbe avere grandi difficoltà a tenersi sul sedile. Nel caso in cui un conducente non si rende conto tempestivamente della situazione pericolosa, rischia di essere sbalzato fuori dal veicolo.

Le grandezze di movimento, che descrivono il ribaltamento laterale, sono state rilevate attraverso modelli meccanici piani e simulazioni a più corpi con l'aiuto di programmi computerizzati. Una accelerazione trasversale di ca. 0,6 g sul lato esterno della curva può essere considerata come valore indicativo, a partire del quale un carrello elevatore con posto di guida anteriore, senza carico si ribalta. Si chiama ribaltamento dinamico. La durata fino all'urto è di circa 1,5 s. In Figura 4 sono rappresentate le accelerazioni, che agiscono durante la seguenza di ribaltamento all'altezza della testa del conducente.



Serie di immagini 3

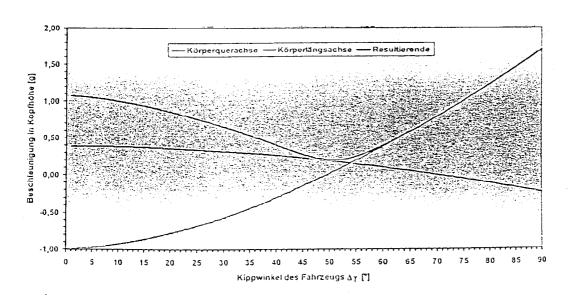


Figura 4: Valori di accelerazione durante il ribaltamento dinamico

Per questo calcolo ci si basa su un altezza corporea del conducente di 1,75 m (corrisponde secondo DIN 33402 al 50 per cento in Centro-Europa) risulta quindi che la testa si trova ad una altezza di 79 cm. Tenendo conto dei dati del veicolo, su cui si basa il calcolo, risulta un'altezza della testa al di sopra del livello del suolo di 1,82 m. Poco prima dell'urto del veicolo al suolo, all'altezza della testa del conducente agisce un'accelerazione risultante di circa 1,7 g. La velocità angolare del movimento di ribaltamento ammonta in quel momento a 3,94 1/s. Risulta quindi per il momento dell'urto al suolo una velocità di caduta all'altezza della testa di 7,17 m/s.

Il ribaltamento statico laterale ha come causa principale non l'accelerazione trasversale, bensì un lento spostamento del baricentro complessivo del veicolo e del carico oltre un bordo di ribaltamento laterale (ad es.: marcia con il carico sollevato – ruota entra in una buca). Possono passare alcuni secondi, fino a quando si supera il punto di equilibrio e il veicolo si ribalta effettivamente. Anche da quel momento in poi la durata fino all'urto al suolo è di circa 1,5 s. La velocità angolare di 2,9 1/s si calcola poco prima dell'urto e risulta una velocità di caduta all'altezza della testa di 5,3 m/s.

Tra il ribaltamento puramente statico e quello puramente dinamico, esiste un gran numero di tipi di ribaltamento, in cui le cause sono sia di natura statica (altezza del carico, dislivello del terreno) che dinamica (accelerazione trasversale). Dai rapporti di incidenti con esito mortale risulta (da pagina 9 in poi), che nella maggior parte un insieme di cause singole porta ad un incidente con esito tragico.

Conclusione:

- La traslazione con carico abbassato ha un effetto stabilizzante.
- Nel caso di traslazioni senza carico, il carrello elevatore rischia il ribaltamento a partire di una accelerazione trasversale ci circa 0,6 g.
- Durante la traslazione con il carico sollevato, questi ha un effetto destabilizzante e il carrello elevatore può ribaltarsi già con accelerazioni trasversali molto basse.
- Indipendentemente da quello, il conducente può essere sbalzato fuori dal veicolo a partire da una accelerazione trasversale di 0,4 g.

4 - il perché dei sistemi di ritenuta

Nella direttiva 95/63/EG si chiede di limitare per i veicoli per trasporti interni in questione i rischi per il conducente, nel caso di ribaltamento del veicolo in questione. Una approfondita analisi di incidenti dimostra, che in Germania muoiono circa 26 persone all'anno in seguito ad incidenti nel raggio di lavoro di carrelli elevatori. I risultati rappresentati nella Figura 5 si basano su un'analisi dettagliata di dati disponibili degli anni 1988 fino a 1998.

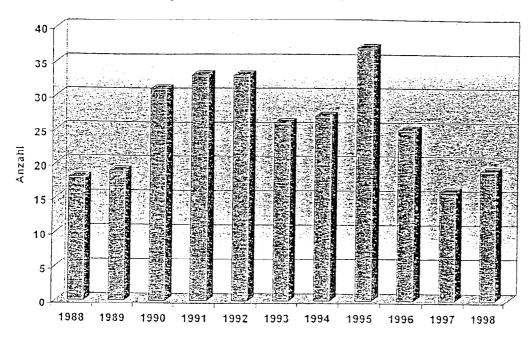


Figura 5: Incidenti mortali con carrelli elevatori in Germania (1988 fino a 1998)

Nel caso di incidenti mortali con carrelli elevatori occorre scrivere, secondo le norme vigenti, un rapporto dell'incidente, che descrive più o meno dettagliatamente la sequenza dell'incidente. Avevamo la possibilità di analizzare i rapporti riguardo ad incidenti mortali con carrelli elevatori negli anni 1988 fino a 1998 degli Ordini professionali tedeschi e dell'Ente di controllo. I dati a partire del 1992 incluso, si riferiscono al materiale di dati dell'Ente Federale per la Protezione sul lavoro e per la Medicina di lavoro (BAuA).

Le proposte per migliorare la sicurezza di carrelli elevatori possono essere presentate solo in modo mirato, cioè, nel momento in cui si fa un'analisi differenziata delle cause e delle sequenze degli incidenti. Malgrado tutte le differenze individuali delle situazioni, che si verificano nella prassi, singoli incidenti possono essere classificati comunque come tipi o classi di incidenti, come avviene, ad es. sulla base della combinazione di caratteristiche da parte della BGZ Centrale federale per sicurezza e la salute dell? Associazione principale degli Ordini professionali (BG-Zentrale für Sicherheit und Gesundheit des Hauptverbandes der Gewerblichen Berufsgenossenschaften). L'analisi di incidenti, secondo queste combinazioni di caratteristiche permette di valutare la causa di un incidente con l'aiuto di dati statistici e di riconoscere le sequenze di movimenti, che causano ferite. La classificazione secondo i vari tipi di incidenti è quindi una grandezza di orientamento importante, che permette una essenziale trasparenza della sequenza dell'incidente. Il Laboratorio per le tecniche di produzione (FTL) dell'Università Gerhard-Mercator Duisburg fa un ulteriore passo avanti, classifica gli incidenti e specifica il tipo di incidente a causa del ribaltamento in base ai rapporti sugli incidenti mortali. La classificazione degli incidenti si presenta quindi nel modo sequente:

		day etg	Num	ero di inc	cidenti m	ortali 🌁		
Tipo di incidente	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	$\sim \Sigma$
Ribaltameno	9	9	5	11	5	0	6	45
Avviamento	9	8	9	11	8	5	5	55
Caricamento	9	6	9	5	11	5	4	49
Caduta		1	4	3	0	3	1	13
Riparazione	3	2	0	0	0	1	1	7
Altri	2	0	0	7	1	2	2	14
Σ	33	26	27	37	25	16	19	183

Tabella 1: Tipi e cifre di incidenti mortali, Germania dal 1992 fino a al 1998

Figura 6 indica la distribuzione in percentuale delle persone implicate negli incidenti mortali, indipendentemente dal tipo di incidente.

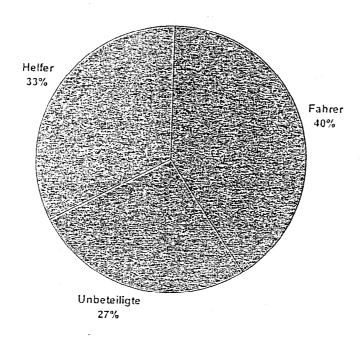


Figura 6: Distribuzione delle vittime degli incidenti in percentuale

Gli incidenti causati da velocità troppo alte o dall'accelerazione trasversale del carrello elevatore in curva appartengono alla rubrica incidente di ribaltamento. Altri incidenti di questo tipo sono ad es. il ribaltamento mentre si cerca di salire un piano inclinato o in curva con la forca di sollevamento o il carico sollevato, in questi casi la causa principale per il ribaltamento è il baricentro complessivo sollevato. Incidenti di rampa e di pozzi, nei quali il carrello elevatore cade da una rampa o in un pozzo, appartengono anche a questo tipo di incidente.

Durante l'incidente di avviamento, vengono investite o strisciate persone non coinvolte, aiutanti o il conducente stesso.

Nel caso dell'incidente di caricamento, il carico cade dalla forca, viene imbragato male o il conducente fa cadere il carico, che cade su persone non coinvolte o aiutanti.

L'incidente di caduta accade, quando gli aiutanti si fanno sollevare mediante la forca, per raggiungere ad es. il carico nello scaffale o per effettuare riparazioni e lavori di manutenzione a grandi altezze e cadono durante questi lavori dalle forche del carrello e muoiono a seguito di questa caduta.

Negli incidenti di riparazione sono coinvolte persone, che eseguono lavori di manutenzione al carrello elevatore sollevato o al mast di sollevamento sfilato. Il momento che causa l'incidente è quasi sempre l'insufficienza delle misure di sicurezza durante le riparazioni.

La categoria Altri raggruppa gli incidenti, di cui la causa o il tipo non possono essere inseriti nella classificazione. Si tratta tra l'altro di errori di comando da parte dell'operatore e difetto tecnico di un elemento di funzionamento del carrello.

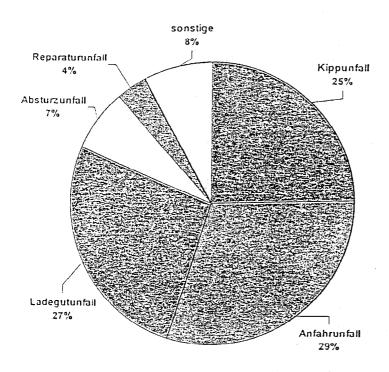


Figura 7: Distribuzione in forma di percentuale dei tipi di incidenti

Nella tabella 1 è stato creato un riferimento fra i morti negli incidenti e i tipi di incidenti. Il numero di incidenti a causa di ribaltamento, avviamento e caricamento nei 7 anni in questione, è quasi uguale. Gli incidenti per caduta (13) e il tipo di incidente per riparazione (7) sono invece meno rilevanti nella statistica degli incidenti mortali. Anche la suddivisione degli infortunati in base al tipo di incidente (Figura 8) è interessante. Durante l'incidente di ribaltamento muore solo il conducente del carrello elevatore (ad eccezione di due aiutanti vittime di infortuni mortali in quegli anni). Nel caso dell'incidente di avviamento il numero di conducenti morti è relativamente basso. In questo caso sono a rischio innanzitutto persone non coinvolte. Di 55 vittime di infortuni mortali 44 erano aiutanti e persone non coinvolte. Negli incidenti di caricamento si vede la tendenza che vengono coinvolti in primo luogo gli aiutanti.

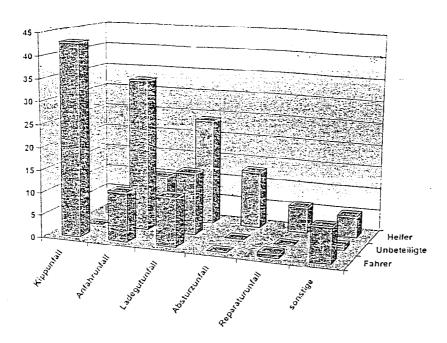


Figura 8: Numero di persone morte in infortuni mortali secondo il tipo di incidente negli anni 1992 fino a 1998 (Germania est e ovest)

Per l'introduzione di un sistema di ritenuta per conducenti di carrelli elevatori è quindi decisivo il tipo incidente di ribaltamento, che sarà ulteriormente classificato. Gli incidenti per ribaltamento possono essere rappresentati in modo differenziato sulla base del diverso svolgersi degli incidenti. La tabella seguente contiene una selezione di incidenti tipici, classificati in base alla causa principale dell'incidente.

Il carrello elevatore si ribalta a causa della marcia in curva troppo veloce (senza carico con la forca di sollevamento abbassata). Incidente a causa del terreno Incidente a causa del terreno Durante la marcia in avanti o in curva, una parte del veicolo entra in una buca, passa su un dislivello o affonda nel terreno non consolidato e si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore è investito da un altro carrello e si ribalta	Tipo di incidente	Causa principale (esempio)
di sollevamento abbassata). Incidente a causa del terreno Durante la marcia in avanti o in curva, una parte del veicolo entra in una buca, passa su un dislivello o affonda nel terreno non consolidato e si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello	Incidente a causa della forza	Il carrello elevatore si ribalta a causa della marcia
Incidente a causa del terreno Durante la marcia in avanti o in curva, una parte del veicolo entra in una buca, passa su un dislivello o affonda nel terreno non consolidato e si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore è investito da un altro carrello Il carrello elevatore è investito da un altro carrello	centrifuga	in curva troppo veloce (senza carico con la forca
del veicolo entra in una buca, passa su un dislivello o affonda nel terreno non consolidato e si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		di sollevamento abbassata).
dislivello o affonda nel terreno non consolidato e si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello	Incidente a causa del terreno	Durante la marcia in avanti o in curva, una parte
si ribalta. In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		del veicolo entra in una buca, passa su un
In curva il carrello elevatore si trova in pendenza e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		dislivello o affonda nel terreno non consolidato e
e si ribalta. Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		si ribalta.
Incidente causati dal carico Con la forca sollevata (con/senza carico) il carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello	:	In curva il carrello elevatore si trova in pendenza
carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		e si ribalta.
causa del baricentro (complessivo) troppo alto. Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello	Incidente causati dal carico	Con la forca sollevata (con/senza carico) il
Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		carrello elevatore entra in una curva e si ribalta a
si allontana con una velocità troppo elevata in retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		causa del baricentro (complessivo) troppo alto.
retromarcia dagli scaffali e si ribalta. Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		Durante i lavori di caricamento il carrello elevatore
Incidente di rampa e di pozzo Il carrello elevatore precipita superando il bordo di una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		si allontana con una velocità troppo elevata in
una rampa o di un pozzo Incidente statico Il carrello elevatore è investito da un altro carrello		retromarcia dagli scaffali e si ribalta.
Incidente statico II carrello elevatore è investito da un altro carrello	Incidente di rampa e di pozzo	Il carrello elevatore precipita superando il bordo di
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		
e și ribalta	Incidente statico	Il carrello elevatore è investito da un altro carrello
C 31 Tibulia		e si ribalta

Tabella 2: Tipi di incidenti e svolgimenti tipici di incidenti per ribaltamento

A seguito dell'analisi del materiale statistico 3 possono essere evidenziati grazie a questa classificazione i principali tipi di incidenti per ribaltamento. L'incidente a causa del terreno è il più frequente in assoluto. Entrando nelle buche o a causa di dislivelli, in curva o in marcia avanti, il carrello elevatore supera il suo punto di equilibrio e si ribalta lateralmente.

I tipi di incidenti causati dal carico e dalla forza centrifuga si verificano quasi con la stessa frequenza. La causa di ribaltamento causato dal carico è la posizione più alta del baricentro.

mentre la causa dell'incidente dovuto alla forza centrifuga è l'eccessiva velocità in curva. Negli incidenti di rampa e di pozzo si tratta di un ribaltamento quasi statico, perché avviene sempre a velocità relativamente basse (spesso mentre il carrello viene disposto nella posizione di lavoro) cadendo dai bordi di rampe o pozzi. Quindi questo tipo di ribaltamento potrebbe anche essere raggruppato insieme al ribaltamento statico. La percentuale di questo tipo di incidente si avvicina poi quantitativamente agli altri tipi.

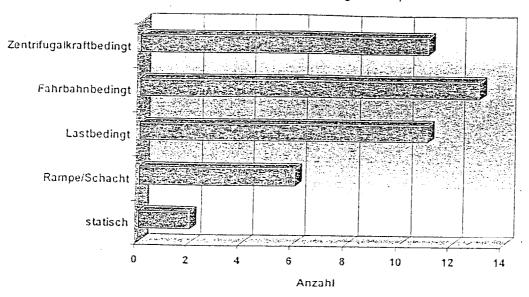


Figura 9: Numero delle vittime di infortuni mortali in Germania tra il 1992 e il 1998

La statistica degli infortuni rende evidente la necessità di misure per l'introduzione di sistemi di protezione per il conducente. Il conducente è in pericolo innanzitutto durante gli incidenti di ribaltamento. Pertanto incidenti mortali si sono verificati solo nel gruppo dei carrelli elevatori con una portata inferiore alle 10 tonnellate. A partire da questa portata la carreggiata dei veicoli è sufficientemente larga per poter escludere il rischio di ribaltamento. I carrelli elevatori con una portata superiore alle 10 tonnellate vengono fornite al 90 % con una cabina, che protegge il conducente sufficientemente nel caso di un incidente di ribaltamento laterale e che rispetta anche i requisiti della direttiva.

La situazione si presenta in modo simile per carrelli elevatori fuoristrada e carrelli a presa trasversale. I carrelli elevatori fuoristrada si distinguono dai carrelli tradizionali solo per la gommatura adatta per il fuoristrada ed eventualmente per una maggiore altezza libera dal suolo. Esistono anche qui dei rischi per il conducente. Nel caso del carrello a presa trasversale il carico viene sollevato lateralmente, il conducente siede in direzione longitudinale rispetto al senso di marcia ed è quindi in pericolo in caso di incidenti di ribaltamento.

Conclusione:

- In 7 anni si sono verificati 184 infortuni mortali con carrelli elevatori.
- 74 persone morte erano conducenti di carrelli elevatori.
- 43 dei conducenti morti, sono state vittime di incidenti per ribaltamento.
- I conducenti vengono colpiti dal tettuccio o dal mast di sollevamento del carrello, che si sta ribaltando, perché a causa dell'accelerazione trasversale vengono catapultati fuori dal veicolo o perché saltano dal veicolo in caduta e non riescono a fuggire dal raggio di pericolo.
- Le cause principali per incidenti di ribaltamento sono:
- · marcia troppo veloce in curva (ribaltamento a causa della forza centrifuga),
- · marcia in curva con il carico sollevato (ribaltamento causati dal carico),
- traslazione su terreno con dislivelli (ribaltamento a causa del terreno).

5 - protezione effettiva del conducente

Alcuni costruttori offrono nel frattempo sistemi attivi per il controllo della stabilità in curva e/o per la marcia con il carico sollevato, e aumentano in questa maniera la sicurezza di ribaltamento del carrello elevatore. Un ribaltamento a causa di dislivelli del terreno o errori di manovra non può comunque essere escluso, e quindi occorre in ogni caso equipaggiare il carrello già all'inizio o successivamente con sistemi di ritenuta per il conducente. Esistono una serie di misure per la protezione del conducente.

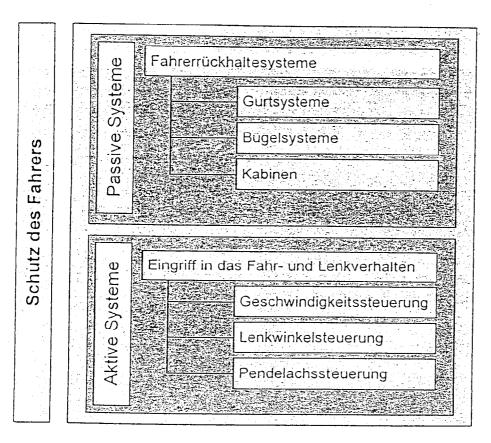


Figura 10: Classificazione di sistemi di protezione del conducente

Le porte di cabina evitano, che il conducente possa essere sbalzato fuori dalla cabina o salti. Rappresentano una soluzione costosa e per il lavoro all'interno di edifici o nei magazzini spesso complicata. I sistemi a staffa sono più adatti, perché offrono una sufficiente ritenuta e possono essere maneggiati in modo semplice e veloce. Si distinguono i sistemi integrati nel sedile e nel veicolo. Il termine sistemi integrati nel sedile comprende anche i sistemi di cintura. Tutti i costruttori stanno equipaggiando attualmente i loro veicoli nuovi con un sistema di cintura. Quando la cintura è allacciata, offre nel caso di un incidente di ribaltamento laterale al conducente la massima protezione. La cintura offre una ritenuta in tutte le direzioni, a differenza dei sistemi di staffe laterali o porte di cabina, è stata sufficientemente provata nella prassi e rappresenta una soluzione economica.

I sistemi di protezione passiva per conducenti di carrelli elevatori devono corrispondere a determinati criteri, per aumentare con successo la sicurezza passiva per la riduzione di incidenti gravi e mortali. Nel settore degli automobili questo obiettivo è stato raggiunto, grazie all'introduzione della cintura a tre punti in combinazione con l'airbag. Il conducente di un automobile allaccia la cintura di sicurezza in genere per un percorso, che dura più di 10 minuti, spesso anche per ore. Esistono invece tante operazioni con carrelli elevatori, durante le quali il conducente resta raramente per più di due minuti sul sedile. Con il carrello si va anche molto più spesso in retromarcia rispetto alla macchina. La retromarcia richiede una grande mobilità del conducente per la visibilità verso la parte posteriore. I criteri per la

selezione o lo sviluppo di un sistema di protezione per il conducente possono essere riassunti nel modo seguente.

I sistemi di protezione per i conducenti devono

- essere sempre efficienti durante la marcia con il carrello elevatore, senza alcun intervento del conducente
- devono essere costruiti in modo tale, che i conducenti non vengano ostacolati sostanzialmente durante:
- · retromarcia
- · salita e discesa
- devono essere adatti per tutte le altezze corporee
- · devono richiedere poca manutenzione
- devono essere affidabili
- devono essere facilmente verificabili (manutenzione)
- devono essere costruiti in modo tale, da permettere una gestione facile del sistema, possibilmente senza il coordinamento occhio-mano.

Solo in presenza di tutti questi criteri, si ottiene una alta accettabilità del sistema di protezione presso i conducenti dei carrelli elevatori. La cintura di sicurezza sola sarà probabilmente accettata male, perché il conducente deve salire e scendere spesso durante la sua attività e la sente come un forte intralcio. Lo sviluppo passa quindi a sistemi adatti alle condizioni del posto di lavoro del conducente.

Il laboratori di tecniche di produzione dell'Università Gerhard-Mercator Duisburg ha sviluppato concezioni e prototipi di sistemi di ritenuta per conducenti e ha analizzato inoltre progetti contenuti nella letteratura e nei brevetti.

Le concezioni di sistemi di ritenuta per conducenti sviluppate, sono stati suddivisi in tre sottogruppi:

- · sistemi integrati nel sedile
 - sistemi integrati nel veicolo
- sistemi integrati nel conducente

In una tabella dettagliata sono stati raggruppati tutte le concezioni, i prototipi, brevetti e progetti dalla letteratura e dai nostri studi con i rispettivi vantaggi e svantaggi in forma breve.

I sistemi integrati nel sedile costituiscono una unità strutturale con il sedile. Sono quindi interessante per i costruttori di veicoli per trasporti interni e per coloro che installano i sistemi di ritenuta in un secondo tempo nei carrelli già messi in servizio, perché è sufficiente sostituire l'intero sedile. Nel caso in cui diventa necessario acquistare un intero sistema di cinture, il montaggio è molto impegnativo, perché occorre smontare nella maggior parte dei casi il sedile e lo schienale. Altre difficoltà sono rappresentate dalla grande varietà di sistemi di sedili. Il sistema integrato nel sedile deve essere installato attraverso adattatori, appositamente costruiti. Anche la forma del cofano (vano motore o vano batteria) e della cabina possono costituire problemi per il montaggio. Nel caso di alcuni tipi di carrelli, il sedile si trova in una conca, in altri lo spazio disponibile dietro al sedile è molto ristretto, e di conseguenza ogni sistema di ritenuta non deve essere adattato solo ad ogni sedile ma a tutti i tipi di carrelli elevatori. In questa maniera ai distributori di sistemi di cinture occorrerebbe un numero consistente di adattatori

Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ntenuta per il conducente	Valutazione	
Bracciolo sviluppato con staffa orientabile integrata Concezione 1		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 + 0 + - 0
Staffa orientabile con due sensi di orientamento e un bracciolo fisso Concezione 2		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Staffe orientabili fissate su entrambi i lati Concezione 3		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ + 0 0 0 - 0
Staffe rotonde Concezione 4		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
Sedile girevole con staffe orientabili Concezione 5		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	Concezione / Brevetto Bracciolo Bracciolo Sviluppato con staffa orientabile integrata Concezione 1 Staffa orientabile con due sensi di orientamento e un bracciolo fisso Concezione 2 Staffe orientabili fissate su entrambi i lati Concezione 3	Concezione / Brevetto Bracciolo sviluppato con staffa onentabile integrata Concezione 1 Staffa orientabile con due sensi di orientamento e un bracciolo fisso Concezione 2 Staffe orientabili fissate su entrambi i lati Concezione 3 Staffe orientabili ocon della concezione 4 Staffe orientabili ocon della concezione 4 Staffe orientabili ocon staffe oc	Concezione 3 Staffe orientabili Concezione 3 Staffe rotonde Concezione 4 Staffe rotonde Concezione 4 Sedie girevole Staffe orientabili Concezione 5 Staffe orientabili Concezione 6 Staffe orientabili Concezione 7 Staffe orientabili Concezione 8 Staffe orientabili Concezione 9 Adattamento al conducente Manegovolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità Concezione 9 Adattamento al conducente Manegovolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità Concezione 9 Staffe orientabili Concezione 9 Adattamento al conducente Manegovolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità Concezione 9 Adattamento al conducente Manegovolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità Concezione 9 Staffe orientabili Concezione 9 Adattamento al conducente Manegovolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità

N°	Nome / Concezione /	Sistema di ritenuta per il conducente Valutazione	
	Breverto		
10	Staffa a	Cinner	·
	semicerchio	Sicurezza	+
	orientabile	Adattamento al conducente	0
		Maneggevolezza	0
	Concezione 6 /	Salire e scendere	+
	Prototipo 5	Costi di produzione	0
		Automatizzabilita	-
		Accettabilità	0
	Į		
ł			
11	Staffa a	Sicurezza	+
	semicerchio	Adattamento al conducente	<u>,</u>
ļ	orientabile	Maneggevolezza	+
	j	Salire e scendere	+
l	Concezione 6 /	Costi di produzione	-
- [Prototipo 6	Automatizzabilità	T
		Accettabilità	- +
l		Accettabilità	7
-			
ŀ			
- 1	1		
	(V	/alutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = sufficiente; - = insufficiente)	

I sistemi a staffe avvolgenti non danno alcuna possibilità di adattamento corretto alla corporatura del rispettivo conducente e quindi devono essere valutati negativamente. Nei 2 prototipi (N°: 9 e 11) la forma della staffa offre sufficientemente spazio per il movimento dell'anca sul sedile durante la retromarcia. Se i conducenti cambiano e hanno una corporatura diversa, occorre regolare la staffa nuovamente. Finora non ha convinto alcun dispositivo di regolazione dei prototipi. Altri problemi sorgono per l'apertura della staffa. Nelle posizioni anteriori del sedile la staffa urta spesso contro il volante. Durante la marcia può ostacolare anche il braccio sterzante. Siccome la staffa è orientata attraverso lo spazio di movimento del braccio, per ragioni di sicurezza, occorre rinunciare ad una apertura e chiusura automatica.

Fortsetzung tabella.

N°	Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	
12	Supporti per le anche Concezione 7		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	0 + + 0 + - 0
		Valutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = sufficier	, modificierne)	

N°	Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ntenuta per il conducente	Valutazione	
13	Supporti per le spalle Concezione 8		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 - + - 0
	(Valutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = sufficie	inte; - = insufficiente)	

I supporti laterali, integrati nel sedile offrono una determinata protezione contro il rischio di essere sbalzato fuori dal veicolo. Il conducente può comunque saltare dal veicolo. Pertanto molti incidenti mortali sono riconducibili al fatto, che il conducente voglia saltare dal carrello che si sta ribaltando, ma non riesce ad uscire tempestivamente dalla zona di pericolo e viene colpito dal tettuccio di protezione. Sul sedile di guida sarebbe invece completamente al sicuro. Il conducente deve quindi allacciare la cintura di sicurezza nonostante i supporti dell'anca e delle spalle.

N°	Nome /	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	
	Concezione / Brevetto			
14	Sistema di staffe laterali con staffa orientabile verso l'alto Concezione 9		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ + + - + + + + + + + + + + + + + + + +
15	Sistema di staffe laterali con dispositivo automatico per l'orientamento staffa Concezione 10	Vescolitans Andrews An	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ ++ + + + + + + + + + + + + + + + + + +
	(Valutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = suffici	iente; - = insufficiente)	لـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ

10	Nome /	Sistema di ritenuta per il conducente. Valuta:		
	Concezione /	Valutazi	one	
	Brevetto			
6	Sistema di		Sicurezza I	+
	staffe laterali	Adattamento al c	i	++
	con staffa	7 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -	gevolezza	+
	orientabile		e scendere	+
Į	manualmente		oroduzione	+
	verso l'esterno		atizzabilità	_
	_		ccettabilità	+
ĺ	Concezione 11			-
- 1	İ			
ĺ				
-				
	1			
	(V:	alutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = sufficiente; - = insufficiente)	l	

Nel caso dei sistemi di staffe laterali, il conducente ha piena libertà di movimento durante la marcia. Se l'apertura e la chiusura avverrà in modo automatico, questa variante di staffe raggiungerà una alta accettabilità e proteggerà il conducente dall'inizio della traslazione. Le staffe da azionare manualmente sono più semplici da realizzare dal punto di vista costruttivo, il senso di orientamento alto-basso è molto impegnativo da maneggiare. E' molto più semplice aprire e chiudere verso l'esterno (porta con staffa N° 16). Questa versione di staffa funziona come la porta di una cabina, è più piccola, leggera e più semplice da gestire. Scendendo dal veicolo risulta un movimento fluido tra la discesa stessa e l'apertura della porta con staffa. E' un vantaggio, se la porta con staffa è corta, perché, quando è aperta, non sporge molto rispetto all'ingombro del veicolo, (importante per la discesa e salita in prossimità degli scaffali). In questo caso una automatizzazione è praticamente non realizzabile. Una molla di ritorno, che fa chiudere la porta, sarebbe un vantaggio.

N°	Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	
17	Sistema di cinture con chiusura a moschettone Concezione 12		Sicurezza + Adattamento al conducente + Maneggevolezza o Salire e scendere + Costi di produzione + Automatizzabilità - Accettabilità o	+ > +
18	Sistema di cintura con supporto dell'anca integrato Concezione 13		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità o	+

19 Sistema di cintura con chiusura tradizionale	Sicurezza ++ Adattamento al conducente ++ Maneggevolezza o
Concezione 14	Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità o

I sistemi di cinture possono essere adattati senza problemi alla corporatura. Nelle situazioni critiche il conducente riceve un supporto nel senso di marcia e lateralmente. La problematica nei sistemi di cintura risiede nella mancante disponibilità di allacciare effettivamente la cintura da parte del conducente. Il conducente deve essere costretto ad allacciare la cintura. Questo obiettivo si potrebbe raggiungere collegando la cintura o la sequenza di allacciamento della stessa con l'accensione. Nel caso in cui la cintura non è stata allacciata, il veicolo non può essere mosso. Occore installare un impianto sensoriale sicuro, per evitare inutili tempi morti per l'utente e per prevenire un'esclusione dei sensori da parte del conducente. Un semplice contatto elettrico nel blocco della cintura non è sufficiente, perché il conducente può chiudere la cintura, ci si siede sopra e aggira in questo modo il meccanismo di protezione. Un rimedio sarebbe in questo caso il supporto dell'anca integrato ed automatico. Quando il conducente si siede, un supporto dell'anca con chiusura della cintura ruota automaticamente verso l'alto. Significa un'enorme semplificazione per il conducente. Nel caso in cui il conducente non allaccia la cintura, malgrado questa semplificazione, il piccolo supporto dell'anca significa comunque un modesto miglioramento della sicurezza. La probabile accettabilità dovrebbe anche essere maggiore rispetto a quella di un sistema di cintura tradizionale.

I sistemi integrati nel conducente vengono adattati al conducente attraverso un gilet o dei pantaloni di sicurezza. Per bloccare il conducente al veicolo, il sedile deve essere equipaggiato con un dispositivo di supporto per il componente del sistema da indossare al corpo. I sistemi integrati nel conducente richiedono oltre alla costruzione ex novo dell'indumento anche una modifica strutturale del sedile.

N°	Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	
20	Pantaloni di sicurezza, Gilet di sicurezza, Cintura di sicurezza Concezione 15		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ + 0 + 0 - 0
	(Valutazione: ++ = moito buono; + = buono; o = sufficien	ite; - = insufficiente)	

Nel caso di sistemi integrati nel veicolo, questo problema si riduce. Per il montaggio dei sistemi sono adatte solo le correnti della cabina o del tettuccio di protezione del veicolo. I costruttori di veicoli per trasporti interni applicano sempre di più una produzione che si basa su moduli, in modo che diverse serie di veicoli possono essere equipaggiate con la stessa cabina. Questa procedura permette una riduzione notevole dei lavori di adattamento per un sistema di ritenuta ad un determinato tipo di carrello elevatore.

N°	Nome /	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	
	Concezione /	a series per a conducerne	valutazione	
	Brevetto			
21	Staffa sopra la		Sicurezza	+
	testa		Adattamento al conducente	0
			Maneggevolezza	0
	Concezione 16		Salire e scendere	0
			Costi di produzione	0
			Automatizzabilità	-
			Accettabilità	0
1	,			
İ			i	
1				
ļ			· ·	
ĺ				
22	Staffa	THE STATE OF THE PARTY OF THE P	Sicurezza	
ĺ	anteriore		Adattamento al conducente	+
			Maneggevolezza	o +
1	Concezione 17		Salire e scendere	
}			Costi di produzione	0
			Automatizzabilità	0
			Accettabilità	0
			Accettabilita	١
				1
				1
23	Staffa laterale		C:	
	orientabile		Sicurezza Adattamento al conducente	+
-			Adattamento al conducente Maneggevolezza	++
- !	Concezione 18		Salire e scendere	+
}			Costi di produzione	0
			Automatizzabilità	++
l			Accettabilità	+
ŀ	İ		Accettabilita	.
				- 1
			t t	
				. [
- 1	1			
24	Porta			
	Porta		Sicurezza	++
	Porta scorrevole		Adattamento al conducente	++
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza	++
			Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere	++
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione	++ 0 + -
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione	++ 0 + -
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	scorrevole		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità	++ 0 + - +
	Scorrevole Concezione 19		Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	++ 0 + - +
	Scorrevole Concezione 19	alutazione: ++ - molto buono; + = buono; o = sufficier	Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	++ 0 + - +

N.	Nome / Concezione / Brevetto	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione
25	Porta fissata al sedile, orientabile Concezione 20		Sicurezza + Adattamento al conducente ++ Maneggevolezza Salire e scendere + Costi di produzione + Automatizzabilità - Accettabilità +
26	Staffa della porta orientabile Concezione 21 / Progetto 1	CZ. 5975 AA/ AA/ CZ. 5975 AA/ AA/ AA/ AA/ AA/ AA/ AA/ A	Sicurezza + Adaltamento al conducente ++ Maneggevolezza + Salire e scendere + Costi di produzione + Automatizzabilità - Accettabilità +
27	Staffa della porta orientabile Concezione 21 / Progetto 2		Sicurezza + Adaltamento al conducente ++ Maneggevolezza Salire e scendere + Costi di produzione + Automatizzabilità - Accettabilità +
28	Sistema airbag Concezione 22		Sicurezza 0 Adattamento al conducente ++ Maneggevolezza + Salire e scendere ++ Costi di produzione - Automatizzabilità ++ Accettabilità ++
		Valutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = suffici	l ente: - = insufficiente)

Le porte delle cabine offrono un alto grado di sicurezza, i conducenti tendono però a smontarle con facilità (giornate calde d'estate, attività per la composizione di ordini,...). Alcune porte si aprono solo con difficoltà e grandi sforzi. Porte applicate ai sedili e porte a forma di staffe vengono accettate più facilmente, perché sono leggere e maneggevoli.

Sistemi con airbag sono problematici a causa del frequente azionamento nel settore limite. Non garantiscono inoltre la sicurezza nel caso in cui un conducente scivoli dal sedile a causa di eccessiva velocità in curva o nel caso in cui viene sbalzato fuori dalla cabina, prima che gli airbag si attivano.

N°	Nome /	Sistema di ritenuta per il conducente		
	Concezione / Brevetto	Ordenia di mendia per il conducente	Valutazione	
29	Sistema di		Ciana	
	ritenuta per un veicolo		Sicurezza Adattamento al conducente	+
	destinato ai	() Fig. 7	Maneggevolezza	+
	trasporti intemi-	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	Salire e scendere Costi di produzione	0
	Staffa laterale		Automatizzabilità	+
	orientabile	2	Accettabilità	+
	Brevetto DE	19 1		ĺ
	19508990			
	Abels			
	7.0013	.18	·	
30	Sistema di		Sicurezza	+
	ritenuta per il sedile di guida	16 14	Adattamento al conducente Maneggevolezza	0
	di un veicolo		Salire e scendere	+
	per trasporti interni	1) 10	Costi di produzione	+
			Automatizzabilità Accettabilità	+ 0
	Brevetto DE 43 15 824			
	ļ	8 45		
	Niebuhr	21/10/18		
		25		
	}	20		
		28 32		
31	Seat occupant		Sicurezza	+
	restraining device		Adattamento al conducente	0
			Maneggevolezza Salire e scendere	0
- 1	Cinture		Costi di produzione	O
	accoppiate		Automatizzabilità Accettabilità	0
	US Brevetto			
	5,129,478			
				j
İ				ĺ
			•	
		1///		
	(V.	alutazione: ++ = molto buono; + = buono; o = sufficie	nte; - = insufficiente)	

Sistema di ntenuta per il conducente	Valutazione	N°
50 32 25 50 32 25 24 25	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 + 0 - 0
	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 + 0 - 0
	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ + + 0 0 - 0
FIG. 2 42 52 42 52 52 52 52 52 52 52 52 52 52 52 52 52	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+++ 0 + 0 0 0
	FIG. 2 41 41 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42	Adattamento al conducente Maneggevolezza Saiire e secendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità Accettabilità

N.	Nome /	Sistema di ritenuta per il conducente		
	Concezione / Brevetto	Contend of interioral per it contracente.	¥ąlutazione	N°
36	Staffa orientabili con azionamento a sensore con airbag integrato Brevetto US 3,623,768 Capener/Roth	21 - 11 12 13 51 15 15 15 15 15 15	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
	Braccioli e poggiatesta orientabile EP 0 314 886 Mikami	52 60 32 72 73 74 71 71 71 71 71 71 71 71 71 71	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ 0 0 0 0
i i	Sedile rotante con volante integrato e bracciolo con Master-Pilot Steinbeck		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ + + 0 0 0 + +
				ĺ

N.	Nome / Concezione /	Sistema di ritenuta per il conducente	Valutazione	N°
39	Brevetto Creazione di uno spazio protetto mediante porta orientabile a griglia Preiser		Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ ++ 0 + 0 0 0
40	Supporti delle spalle estraibili automaticame nte Brevet D'Invention Renault	8' 9 10 10 10 10 11 11 12 13 12 11	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	0 0 0 - + -
41	Cabina ribaltabile Brevetto DE 195 39 620 A1 Wallburg	2	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	0 ++ ++ ++ 0
42	Sedile ribaltabile Brevetto DE 195 39 620 A1 Wallburg	2 34 6 3 30 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	+ ++ + + + + + + + + + + + + + + + + + +

N° Nome / Concezione / Brevetto	SISTERIA di ritoriata con 1		
Brevetto	Sistema di ritenuta per il conducente .	Valutazione	N°
Tettuccio di protezione per il conducente con correnti del tetto ribaltabili e tettuccio di protezione Brevetto DE 44 04 971 C2 Wallburg	Fig. 10 2 22 32 6-47	Sicurezza Adattamento al conducente Maneggevolezza Salire e scendere Costi di produzione Automatizzabilità Accettabilità	0 +++ + ++ 0 ++ 0
44 Sedile rotente			
Brevetto DE	716 4	Sicurezza Adattamento al conducente	+
39 05 338 A1		Maneggevolezza	+
1		Salire e scendere Costi di produzione	0
Woll	15	Automatizzabilità	0 +
	3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3	Accettabilità	0

Una variante interessante è il sedile rotante di Steinbock Boss (Nr. 38). Grazie al Master-Pilot a destra del sedile e il volante integrato nel bracciolo, il conducente riceve un buon supporto su entrambi i lati durante la marcia in avanti. Per la retromarcia il conducente deve mettere il sedile in una posizione inclinata (45° verso destra). In questo modo si trova in una posizione molto confortevole per la retromarcia. Nel caso in cui si verifica un incidente di ribaltamento in questa posizione, il conducente non è protetto in nessun modo a causa dell'inclinazione del sedile. Un altro grave svantaggio deriva dal fatto, che questa soluzione è molto impegnativa sul piano tecnico.

Cabine e sedili ribaltabili (N° 41 e 42) rappresentano in teoria un buon approccio al problema, comportano però costi di produzione molto elevati. Il conducente può scivolare fuori ad alta velocità in curva, prima che il sistema reagisca. La domanda del punto di attivazione ideale di un tale sistema finora non è stata ancora chiarita. Un miglioramento rappresenta anche il sedile oscillante, che reagisce anche alle accelerazioni trasversali (N° 44). Ad alte velocità, il sedile si gira, in maniera che il conducente abbia un maggiore sostegno. L'unica incognita è il fatto, che non si sa come reagirà il conducente a questa posizione diversa del sedile.

Conclusione:

Il conducente deve essere convinto del sistema durante il lavoro quotidiano, per utilizzarlo attivamente per se e la propria sicurezza. Il sistema non dovrebbe limitare troppo fortemente la normale sequenza di lavoro. Un sistema, che può essere aperto senza coordinamento

occhio-mano in modo rapido e semplice, è certamente preferibile rispetto ad un sistema da allacciare in maniera complicata. Un altro criterio, che influisce nella valutazione è il fattore restante di protezione dell'intero sistema nel caso di un non utilizzo dell'elemento funzionale principale (Esempio: sedile con supporto dell'anca e cintura di sicurezza – la cintura non viene allacciata). I calcoli e le simulazioni dimostrano, che il conducente non viene più sbalzato fuori dal veicolo, se può tenersi sul sedile fino ad un angolo di ribaltamento di circa 40° fino a 45° e quindi non potrà più essere schiacciato dal tettuccio di protezione. Le prove di ribaltamento hanno evidenziato, che ciò può essere raggiunto solo, tenendosi al volante e appoggiandosi con le gambe. La società americana Hyster ha realizzato delle prove di ribaltamento dinamiche con manichini. Nelle prove i manichini sono stati supportati da una cintura o da una staffa laterale. Come parametri di valutazione servivano i valori d'urto della testa (HIC-head injury criterium). Questi valori evidenziavano nelle prove con supporto solo un basso rischio di lesione. Il fatto che non sia noto alcun infortunio mortale nel caso di un carrello elevatore ribaltato con cabina chiusa è un ulteriore argomento a favore dei risultati di Hyster.

6 - che cosa si trova in commercio?

Attualmente i produttori utilizzano tre diversi sistemi di cinture lombari come primo equipaggiamento di veicoli nuovi e gli stessi sono disponibili in commercio anche per un equipaggiamento di veicoli già messi in servizio in un secondo momento:

- Cintura lombare rigida
- Cintura lombare con dispositivo automatico di avvolgimento (cintura automatica)
- · Cintura lombare con duosensore di ribaltamento

La cintura lombare rigida deve essere regolata dal conducente in base alla propria corporatura. Nel caso in cui il veicolo viene utilizzato da diversi conducenti, la cintura deve essere riaddattata ad ogni cambio di conducente.

La cintura lombare con dispositivo automatico di avvolgimento ha invece il vantaggio, noto dall'automobile, che si tende automaticamente, dopo arrestata la fibbia nella chiusura. La cintura automatica, a differenza con la cintura dell'automobile, si blocca però immediatamente. A causa del blocco il conducente è limitato molto nella sua libertà di movimento. Occorrono tutte due le mani per la sequenza di allacciamento complicata. Con una mano si deve sbloccare l'interruttore di arresto e tenerlo premuto, con l'altra mano si estrae la fibbia e si inserisce nella chiusura.

Un sistema migliorato dal punto di vista della maneggevolezza offre la cintura lombare con sensore di ribaltamento duosensitivo. Questo sensore di ribaltamento meccanico reagisce all'accelerazione trasversale risultante dalla marcia in curva e dall'inclinazione laterale del veicolo. Un dispositivo di blocco con sensore integrato nella cintura la blocca, quando si supera una determinata accelerazione di sfilamento della cintura. Durante la traslazione normale, il conducente non è intralciato dalla cintura e anche in retromarcia conserva la sua normale libertà di movimento. Solo quando si supera una situazione limite, la cintura si blocca e ritiene il conducente sul sedile. La figura 11 rappresenta un dispositivo di avvolgimento cintura con i due dispositivi di blocco.

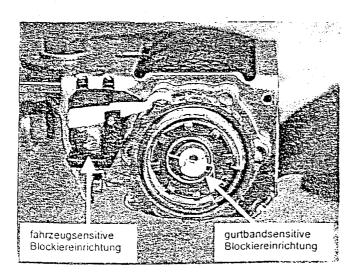


Figura 11: Meccanica del dispositivo di avvolgimento cintura

Il dispositivo di blocco con sensore integrato nella cintura non si attiva, fino al momento in cui il valore di accelerazione impostato nell'apparecchio non viene superato. Superando questo valore (ad es. a causa di uno sfilamento improvviso della cintura dovuto ad una forte frenatura), lo sfilamento si blocca. Il dispositivo di blocco sensitivo integrato nel veicolo (sensore a sfera) non risponde nel caso di un movimento continuo del veicolo in posizione orizzontale, perché la sfera di inerzia resta in posizione di riposo. Superando un valore di

accelerazione trasversale regolabile, ovv. nel caso di un cambio di posizione del veicolo oltre un angolo regolabile, si attiva automaticamente il meccanismo di blocco. la sfera si muove poi dalla sua posizione di riposo, a causa della sua inerzia, solleva la leva appoggiata su se stessa, che interviene a sua volta nella dentatura della massa inerziale e la trattiene. Lo sfilamento della cintura si blocca. Il dimensionamento costruttivo della cavità a forma di sfera nel fondo del telaio determina il limite di azionamento del blocco con sensore integrato nel veicolo. Si utilizzano sensori di ribaltamento, regolati ad un limite di attivazione di 0,45 g e un angolo di ribaltamento da 12°-27°.

I sistemi di cinture o i sistemi di cinture con sedile nuovo vengono offerti attraverso i commercianti di carrelli elevatori o tramite i distributori dei produttori di sedili (Grammer AG ad Amberg) per una successiva installazione. Gli indirizzi dei produttori si trovano nell'allegato.

Alcuni produttori installano nei loro sedili oltre alla cintura dei supporti laterali, integrati nei sedili. Hyster offre un sedile con supporti dell'anca. I costruttori Clark e Crown equipaggiano i loro sedili con supporti delle spalle. Toyota offre nella sua gamma un sedile con piccoli supporti delle spalle, che possono essere utilizzati anche come maniglie di accesso.

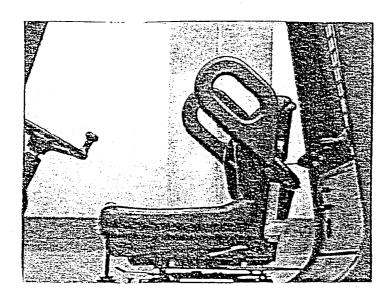


Figura 12: Sedile con supporti delle spalle e sistema di cintura lombare

Nel caso in cui il conducente non abbia allacciata la cintura di sicurezza, i supporti integrati nel sedile offrono una determinata protezione contro il rischio di essere sbalzato fuori dal veicolo. La possibilità di saltare dal veicolo in una situazione critica non viene ostacolata. Molti incidenti mortali sono causati dal fatto, che il conducente vorrebbe saltare dal carrello elevatore, che si sta ribaltando, ma non riesce ad uscire tempestivamente dalla zona di pericolo e viene colpito dal tettuccio di protezione o dal mast di sollevamento. I supporti dell'anca o delle spalle non garantiscono una protezione completa e non soddisfanno le esigenze della direttiva. Allacciare le cintura è e resta un obbligo.

Le staffe laterali, che possono essere montate tra le correnti verticali, offrono alcuni vantaggi rispetto ai sistemi con cinture lombari. Possono essere comandati molto più facilmente, costano meno delle porte per le cabine e quasi non intralciano il conducente nei suoi movimenti. Scendendo dal veicolo risulta un movimento fluido iniziando con l'apertura della staffa e la discesa stessa, a condizione che il meccanismo di sblocco sia ben raggiungibile per il conducente. Ovviamento è vantaggiosa una piccola porta a staffa, se non sporge troppo, quando è aperta (importante per la salita e discesa tra le scaffalature).

Le staffe integrate nel veicolo vengono offerte da tre costruttori indipendenti. Sulla base dei progetti e prototipi del Laboratorio di Tecniche di produzione dell'Università Gerhard-

Mercator Duisburg sono disponibili nel frattempo tre sistemi di staffe: il Bodyguard della ditta Fritzmeier Systems, il sistema saf-T® della ditta Schneider Fahrkomfort e il nostro progetto PilotProtector. Tutti i sistemi sono composti da una costruzione di tubo e profili, fissati con una cerniera alla colonna B della cabina di guida. Nel caso di saf-T® e PilotProtector si installa una serratura alla colonna A. Nel caso del sistema di porta a staffa della ditta Fritzmeier, una serratura integrata nel punto di articolazione rende superfluo un collegamento con la colonna A. Tutti i sistemi hanno un profilo simile ad una porta, che tiene il conducente nel caso di un incidente di ribaltamento all'interno della sagoma del carrello elevatore. All'interno dello spazio protetto, il conducente non viene limitato nella sua libertà di movimento. Nelle immagini seguenti sono rappresentati prototipi dei sistemi di porte a staffe descritte.

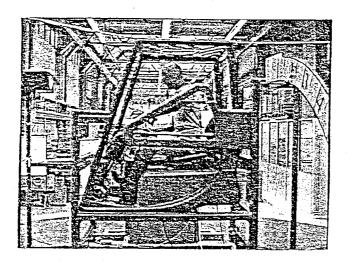


Figura 13: Sistema di porta a staffa Bodyguard sul impianto di prova del laboratorio FTL per prove statiche e dinamiche di ribaltamento

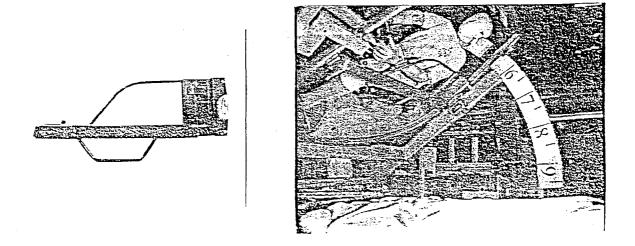


Figura 14: Sistema saf-T® della ditta Schneider Fahrkomfort

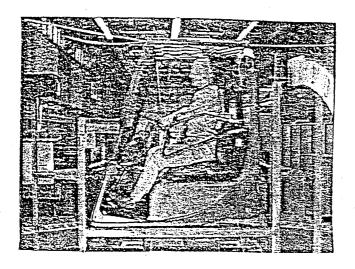


Figura 15: Sistema di porta a staffa PilotProtector (IWS)

Il sistema di staffe della ditta Sauermann Maschinenbau viene installato sotto il sedile di guida e sopra le guide del sedile, in maniera che una modifica della posizione del sedile sulle guide non causa una modifica della posizione della staffa di protezione laterale rispetto al sedile di guida. Le staffe montate lateralmente a destra e a sinistra del sedile e orientabili verticalmente formano uno spazio protetto tra la corrente posteriore del tettuccio e l'estremità anteriore della staffa. Di conseguenza diventa molto più difficile saltare dal veicolo con la porta a staffa chiusa. Nonostante ciò il conducente non viene intralciato nella sua libertà di movimento, in particolare per la retromarcia.

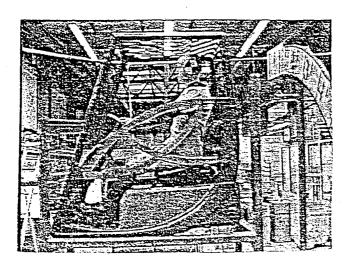
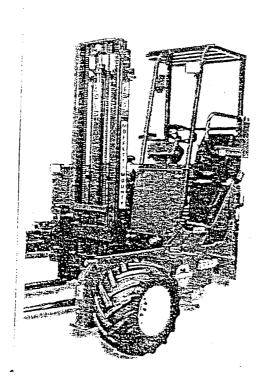


Figura 16: Sistema a staffe della ditta Sauermann

Le principali particolarità dei sistemi di ritenuta presentate, verranno spiegate ulteriormente nel capitolo 9.

Moffett Mounty offre per i suoi carrelli oltre alla soluzione con cintura di sicurezza, una porta a staffa laterale, progettata dall'azienda stessa, che può essere adattato però soltanto a

Moffett Mounty offre per i suoi carrelli oltre alla soluzione con cintura di sicurezza, una porta a staffa laterale, progettata dall'azienda stessa, che può essere adattato però soltanto a seguito di ulteriori misure costruttive ai carrelli tradizionali con sedile anteriore. La figura a sinistra mostra un veicolo della ditta Moffett con la staffa laterale in questione.



Aspetto tecnico di sicurezza

Nel caso in cui si allaccia la cintura, il conducente ha la massima protezione possibile durante una caduta. Resta aperta l'accettabilità. In caso in cui un conducente deve spesso scendere e salire, o se la libertà di movimento è troppo limitata in retromarcia, esiste la tendenza di mettere fuori uso i sistemi durante il lavoro o di utilizzarli poco. Il controllo elettrico della sequenza di allacciatura in combinazione con uno sblocco dell'accensione è fattibile dal punto di vista tecnico, ma deve essere valutata in modo critico, perché anche questo tipo di sistema viene prima o poi messo fuori servizio.

L'uso di porte a staffe laterali protegge il conducente nel caso di un ribaltamento laterale da lesioni mortali. Rimane pertanto un rischio residuo, perché la staffa fornisce al conducente solo un supporto laterale. Durante il ribaltamento, il conducente è accelerato a causa delle forze di inerzia in direzione del tettuccio di protezione e nel momento dell'urto del carrello al suolo urta con la testo contro il tettuccio. E' stato possibile provare questa sequenza di movimento, già nota in teoria, con l'aiuto di riprese video di prove simili alla realtà del laboratorio FTL-Duisburg (da pagina 41 in poi). E' positivo in ogni caso, che il conducente non può essere sbalzato fuori durante la traslazione con la porta a staffa chiusa e che non può saltare dal carrello. Le porte a staffa vengono inoltre accettate più facilmente dai conducenti rispetto ai sistemi a cinture, perché li intralciano meno nei loro movimenti.

Conclusione:

- La cintura lombare con sensore di ribaltamento duosensitivo garantisce al conducente piena libertà di movimento e lo blocca solo in caso di situazioni di pericolo
- Nel caso in cui la cintura viene allacciata, il fattore di protezione raggiunge il livello massimo

Porte a staffe laterali garantiscono una protezione permanente.

Nelle pagine seguenti si trovano delle tabelle con l'indicazione dei sistemi disponibili sul mercato tedesco per ogni produttore di carrelli elevatori come equipaggiamento di serie per i veicoli nuovi o come equipaggiamento successivo per i veicoli vecchi.

Produttore	Sistema	Optional
AUSA	Cintura lombare rigida	
Balcancar	Cintura lombare duosensitiva	
BT	Cintura lombare duosensitiva	
Carer		
Cesab	Cintura lombare duosensitiva	Braccioli
Clark	Cintura lombare automatica	Schulterstützen
Crown	Cintura lombare duosensitiva	Supporti per le spalle
СТС	Cintura lombare duosensitiva	The state of the s
Fiat - OM Pimespo	Cintura lombare duosensitiva	
Hyster	Cintura lombare duosensitiva	
JCB	Cintura lombare duosensitiva	Supporti per le anche
Jungheinrich	Cintura lombare duosensitiva	copport per le ariche
Kalmar	Cintura lombare duosensitiva	Supporti per le anche
Komatsu	(su richiesta)	ouppoint per le alliche .
Linde	Cintura lombare duosensitiva	
Maccaferri	Cintura lombare duosensitiva	
Manitou	Cintura lombare rigida	
Miag	Cintura lombare duosensitiva	
Mic	Cintura lombare duosensitiva	
Mitsubishi	Cintura lombare automatica	
Moffet Mounty	Cintura lombare duosensitiva	Porta a staffa laterale
Nichiyu	Cintura lombare duosensitiva	Supporti per le anche
lissan	Cintura lombare duosensitiva	
luova Detas/ Robustus	Cintura lombare rigida	Supporti per le anche Bracciolo destro
ichelschmidt	Cintura lombare duosensitiva	Dideoloke desire
teinbock-Boss	Cintura lombare duosensitiva	
till	Cintura lombare duosensitiva	
aillift	Cintura lombare duosensitiva	Supporti piatti per le anche
СМ	Cintura lombare duosensitiva	adport platti per le allette
oyota	Cintura lombare duosensitiva	Supporti per le spalle
elan	Porte di cabina	adpoin her ie shalle
ale	Cintura lombare duosensitiva	

tabella 3: Sistemi utilizzati per l'equipaggiamento di serie di veicoli nuovi – classificati in base ai produttori (Attualizzato maggio 2000)

Produttore	Sistema per equipaggiamento successivo	Prezzo in €
		(secondo i produttori)
AUSA	Cintura lombare rigida con sedile	175
Balcancar	Cintura lombare duosensitiva con sedile Cintura lombare rigida	250 45
ВТ	solo da 2 anni sul mercato tedesco	Nessun equipaggiamento
Cesab/CTC/Maccafern	solo da 2 anni sul mercato tedesco	Nessun equipaggiamento successivo
Clark	Cintura lombare automatica con sedile	250
Crown	Cintura lombare duosensitiva con sedile Cintura lombare duosensitiva	340 150
Fiat - OM Pimespo	Cintura lombare rigida	65
Hyster	Cintura lombare duosensitiva Cintura lombare rigida	(prezzi devono essere richiesti negli Stati Uniti)
JCB	Cinture standard da sempre	Nessun equipaggiamento successivo
Jungheinrich	Cintura lombare duosensitiva con sedile Cintura lombare duosensitiva con adattatore	300 – 430 125
Kalmar	Cabina chiusa	Nessun equipaggiamento successivo
Komatsu	?	k. A:
Linde	Cintura lombare duosensitiva con sedile	ab 280
	Cintura lombare duosensitiva	175 - 200
Manitou	Cinture standard da sempre	Nessun equipaggiamento successivo
Miag	Cintura lombare duosensitiva con sedile Cintura lombare duosensitiva con adattatore	800 200
Mic	Solo da 1 sul mercato tedesco	Nessun equipaggiamento successivo
Mitsubishi	Cintura lombare automatica con sedile Cintura lombare automatica	ab 190 30 - 40
Moffet Mounty	Cintura lombare duosensitiva	150
Nichiyu	Cinture da sempre standard	Nessun equipaggiamento successivo
Nissan	Cintura lombare duosensitiva con sedile son piccoli supporti dell'anca	270
Nuova Detas / Robustus	Cintura lombare rigida	40
Sichelschmidt	Cintura lombare duosensitiva	100
Steinbock Boss	Cintura lombare duosensitiva con sedile	600
	Cintura e adattatore nel modulo costruttivo e (incl. Istruzioni di montaggio)	200

Produttore	Sistema per equipaggiamento successivo	Prezzo in € (secondo i produttori)
Taillift	solo da 2 anni sul mercato tedesco	Nessun equipaggiamento successivo
TCM	Cintura lombare duosensitiva mit sedile	k. A.
Toyota	Cintura lombare duosensitiva	70
Xelan	[[문 - 전 - 전 - 1 2012] 다른 남은 사람들은 사람들은 기계하는 것 요즘 다른 사람들이 모르는 사람들이 되었다.	Nessun equipaggiamento successivo
Yale	Cintura lambara da su	250 - 300

Tabella 4: Sistemi disponibili per l'installazione in veicoli già messi in servizio – classificazione in base ai produttori

(Prezzi indicati dai produttori o commercianti - Attualizzato maggio 2000)

7 - Sistemi di ritenuta nel test

Nell'ambito del progetto di ricerca "Sistemi di ritenuta per conducenti di carrelli elevatori", (Durata: 01.09.1996 – 30.09.1998), con il contributo dell' Associazione principale degli Ordini professionali e delle società Linde AG, Jungheinrich AG e Grammer AG, è stato progettato e messo in servizio un impianto di prova per effettuare prove di ribaltamento statiche e dinamiche per angoli di ribaltamento fino a 90°. Grazie a questo impianto di prova è possibile verificare la funzionalità dei sistemi di ritenuta per conducenti mediante riprese video e riprese ad alta velocità. Esiste inoltre la possibilità di misurare e di documentare le grandezze di movimento velocità di traslazione, angolo di ribaltamento e le accelerazioni agenti su 3 assi. I dati di misurazione e la documentazione in forma di foto possono essere sincronizzati per la successiva analisi.

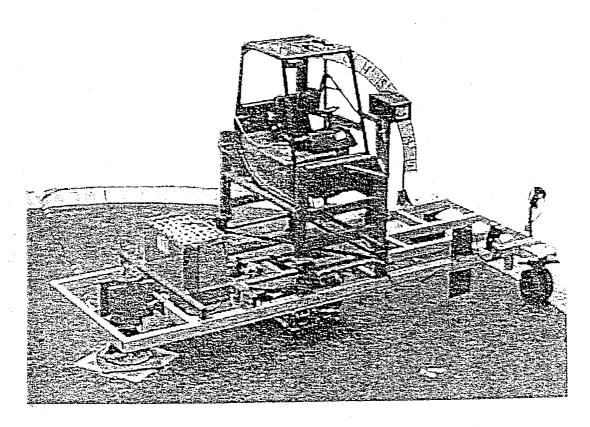


Figura 18: Impianto di prova per prove statiche e dinamiche di ribaltamento

Su una piattaforma rotante attorno ad una colonna centrale è installata la cabina originale di un carrello elevatore. La piattaforma viene accelerata attraverso l'asse di azionamento di un carrello elevatore elettrico da fermo fino alla velocità critica di ribaltamento di un carrello elevatore. Non appena si raggiunge il valore critico di velocità, la cabina del carrello si ribalta come durante un incidente reale. Appositi sospensioni idrauliche riprendono il controllo della cabina ad un angolo di ribaltamento di 90°. Le prove si svolgono con controllo computerizzato per garantire la riproducibilità dei risultati delle prove. Le riprese video della prova di ribaltamento permettono una successiva analisi dei movimenti della persona nel carrello o di un manichino e dell'efficienza di ritenuta del sistema impiegato. Nelle prove statiche e dinamiche è stato possibile effettuare prove di ribaltamento con persone fino ad un angolo di ribaltamento di 60°. La Figura 19 rappresenta una persona durante una prova di ribaltamento dinamica. La persona indossava durante il test appositi indumenti di potezione (casco di sicurezza e imbottitura delle spalle) e la zona d'urto è stata imbottita per evitare ogni rischio di lesione. Le sollecitazioni a causa delle prove durante il ribaltamento sono state giudicate minime dal conducente. Ma nel momento dell'urto le sollecitazioni sono aumentate improvvisamente, ma non sussisteva alcun rischio di lesione per il conducente. Come

sistema di sicurezza in questa prova è stata impiegata una cintura lombare con un sensore di ribaltamento duosensitivo.

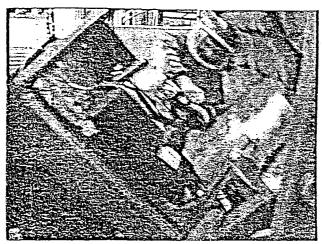


Figura 19: Prova di ribaltamento dinamica con conducente (Angolo di ribaltamento circa 60°; urto)

Il settore di ribaltamento fino a 60° non è sufficiente per poter fare affermazioni generali riguardo ai rischi di ribaltamento dei carrelli elevatori e quindi le prove sono state variate ad un angolo di ribaltamento di 90°. Durante queste prove, per ragioni di sicurezza, non era più possibile lavorare con conducenti reali. Quindi si è fatto ricorso ad un manichino Hybrid II.

Sono state provate le seguenti configurazioni:

- · Sedile standard senza sistema di protezione
- Sistema Bodyquard della ditta Fritzmeier Systems
- Sistema saf-T® della ditta Schneider Fahrkomfort
- PilotProtector della ditta IWS
- Sistema di staffe integrato nel sedile della ditta Sauermann Maschinenbau
- · Cintura lombare con sensore di ribaltamento duosensitivo

Tutti i sistemi sono stati sottoposti ad una serie di prove, nelle quali sono state simulate le diverse varianti immaginabili di un incidente di ribaltamento laterale. Ogni serie di prove è stata composta da prove di ribaltamento statiche, semi-dinamiche e dinamiche. Per le prove statiche la cabina viene sollevata in una posizione poco oltre il punto di equilibrio (circa 30°) e viene lasciata cadere da questo punto senza ulteriore intervento. Nei test semidinamici la cabina viene portata prima dalla marcia di prova in una posizione inclinata di 15°. In questo modo si riduce l'accelerazione trasversale necessaria per avviare il ribaltamento e quindi anche la velocità limite di ribaltamento. Questi test simulano un ribaltamento a causa del carico e del terreno. Nel test dinamico, la cabina viene accelerata dalla posizione 0° sulla piattaforma fino alla velocità di traslazione, che corrisponde ad una accelerazione trasversale di circa 0,6 g e causa il ribaltamento della cabina.

Siccome una persona o un manichino senza alcun dispositivo di sicurezza verrebbero sbalzati fuori dalla cabina, già ad una accelerazione trasversale di 0,6 g, le prove senza sistema di ritenuta vengono eseguite solo in modo semidinamico e statico. La serie di immagini 20 rappresenta il ribaltamento della prova semi-dinamica fino all'urto. La macchina fotografica ha seguito il percorso del ribaltamento. La scala sul fondo serve come punto di riferimento per il rispettivo angolo di ribaltamento.

Figura 20.1: $\Delta \gamma \sim 50^\circ$ Figura 20.2: $\Delta \gamma \sim 72^\circ$ Figura 20.3: $\Delta \gamma \sim 85^\circ$ Figura 20.4: urto

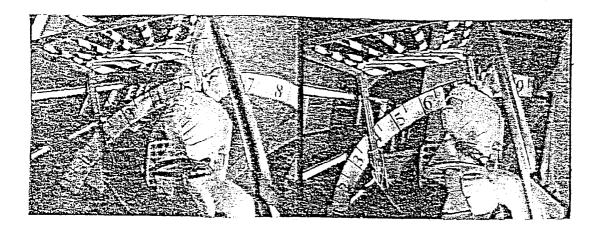


Figura 20.1: $\Delta \gamma \sim 50^{\circ}$ Figura 20.2: $\Delta \gamma \sim 72^{\circ}$

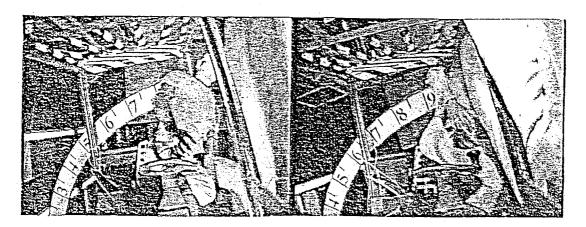


Figura 20.3: Δγ ~ 85° Figura 20.4: urto

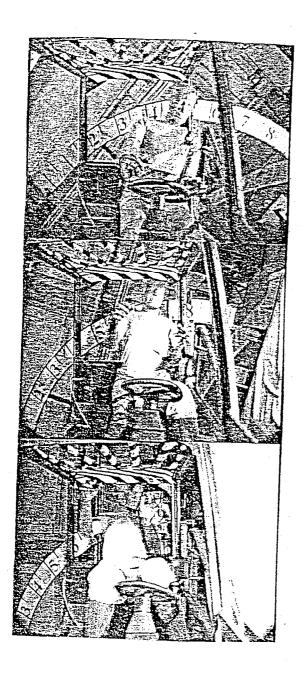
Il manichino si trova in un angolo di ribaltamento di circa 75° con il busto già al di fuori dalla sagoma della cabina. Poco prima dell'urto la testa del manichino si trova sotto la corrente longitudinale del tettuccio. Questo incidente di ribaltamento (ribaltamento a bassa accelerazione trasversale; ad es. nel caso di un ribaltamento a causa del carico) può avere quindi un esito mortale per un conducente senza sistema di protezione.

In questa prova dinamica, la piattaforma viene accelerata dalla posizione di riposo fino alla velocità critica, che avvia il ribaltamento. La sequenza dei movimenti del manichino è stata ripresa contemporaneamente con una videocamera e una macchina fotografica digitale ad alta velocità. La serie di immagine 21, che è molto significativa, rappresenta il ribaltamento fino a poco prima dell'urto. Fino a quel momento il manichino deve essere tenuto all'interno della cabina di guida, per non essere colpito dal tettuccio di protezione. Nel caso di un angolo di ribaltamento di circa 45° fino a 50° (48° nel calcolo e nella simulazione) il manichino perde il supporto sul sedile, perché a questo punto l'accelerazione della terra è annullata dall'accelerazione risultante del movimento di ribaltamento (Figura 21.1). Le altre immagini mostrano la posizione del manichino poco prima dell'urto della cabina di guida sulle sospensioni. Il manichino si trova ad un angolo di ribaltamento di circa 87° ancora interamente all'interno dello spazio protetto limitato dalla porta a staffa, senza toccare visibilmente la staffa. A causa del supporto mancante sul sedile il manichino si muove verso l'alto, quindi urta contro il tettuccio.

Serie di immagini 21: Bodyguard nel test

Figura 21.1: $\Delta \gamma \sim 50^{\circ}$ Figura 21.2: $\Delta \gamma \sim 70^{\circ}$

Figura 21.3: Δy ~ 88°

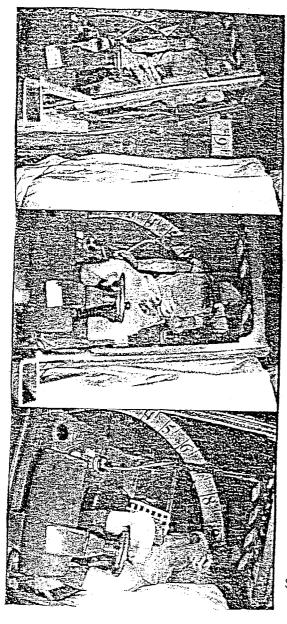


Serie di immagini 21: Bodyguard nel test

Figura 21.1: $\Delta \gamma \sim 50^{\circ}$

Figura 21.2: $\Delta \gamma \sim 70^{\circ}$ Figura 21.3: $\Delta \gamma \sim 88^{\circ}$

Questa porta a staffa integrata nel veicolo offre, come il sistema Bodyguard oltre alla corrente trasversale all'altezza dell'anca un ulteriore supporto all'altezza della spalla. Come mostrano le immagini della prova dinamica, anche questo sistema a staffa soddisfa pienamente le funzioni di protezioni descritte nella direttiva.

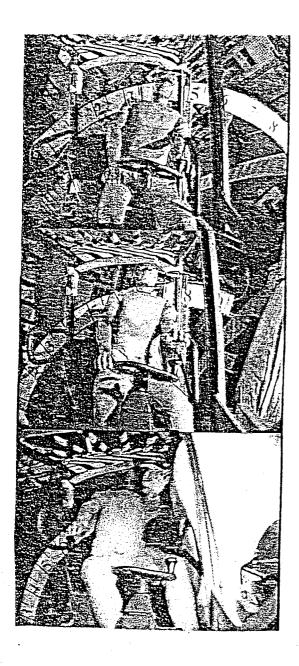


Serie di immagini 22: saf-T® nel test

Figura 22.1: Δγ ~ 80°

Figura 22.2: $\Delta \gamma \sim 88^{\circ}$ Figura 22.3: $\Delta \gamma \sim 90^{\circ}$

Come i sistemi Bodyguard e saf-T® anche questo sistema con porta a staffe, integrato nel veicolo, soddisfa pienamente le funzioni di protezione contenute nella direttiva, come viene evidenziato dalla serie di immagini 23. Utilizzando profili concavi piegati, si ottiene la copertura ottimale ai punti fondamentali (spalla, anca e ginocchio). Il conducente è quindi protetto anche durante la marcia veloce in curva e in caso di un incidente di ribaltamento e non sarà sbalzato fuori dal veicolo.

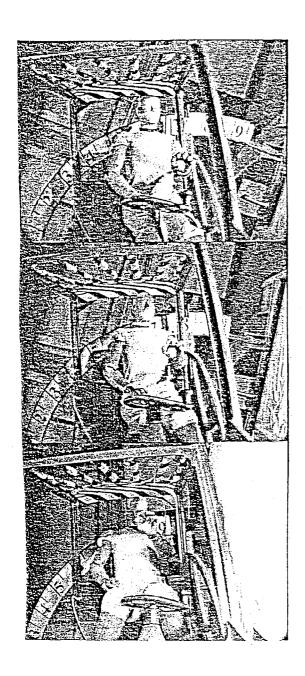


Serie di immagini 24: Sistema di staffe della ditta Sauermann nel test Figura 24.1: Δγ ~ 50° Figura 24.2: Δγ ~ 75° Figura 24.3: urto

Il vantaggio del sistema con cintura lombare, rispetto alla variante con staffa laterale, consiste nella ritenua in caso di movimento verticale. Mentre il manichino urta nelle prove con le staffe laterali la testa contro il tettuccio di protezione; durante la prova con la cintura è ritenuto sul sedile. Nel momento stesso dell'urto non si riconosce, che la testa del manichino tocca il tettuccio. Indipendentemente da quello, occorre avvertire, che un conducente, senza cintura di sicurezza allacciata, che non ha alcuna possibilità di saltare dal carrello, si terra probabilmente al volante. In questo modo il pericolo di urtare con la testa contro il lato inferiore del tettuccio si riduce notevolmente.

Figura 25.1: $\Delta \gamma \sim 55^\circ$ Figura 25.2: $\Delta \gamma \sim 80^\circ$ Figura 25.3: urto Figura 25.4: urto

Come già menzionato, tutti i sistemi sono stati sottoposti agli stessi test nell'impianto di prova. Durante la marcia di prova, sono stati misurati: velocità di traslazione, l'angolo di ribaltamento e le accelerazioni agenti in tre assi. Queste misurazioni servono principalmente per la verifica dei parametri di prova previsti e da rispettare. Dal raggio di volta della cabina di 2,57 m (ruota esterna in curva) e dall'altezza del baricentro complessivo della cabina, del dispositivo di ribaltamento e del manichino, risulta la velocità di un limite di ribaltamento di ca. 3,9 m/s. Questo valore corrisponde ad una accelerazione trasversale (sempre misurata sulla ruota esterna in curva) di circa 0,6 g. Ad un angolo di ribaltamento di 7,5° si avvia la frenatura, per avvicinare il percorso di velocità della piattaforma al percorso di velocità di un



Serie di immagini 23: PilotProtector nel test Figura 23.1: Δγ ~ 65°

Figura 23.2: $\Delta \gamma \sim 75^{\circ}$

Figura 23.3: $\Delta \gamma \sim 90^{\circ}$

Il prototipo di questo sistema integrato nel sedile, sottoposto al test, ha soddisfatto le esigenze di mantenere il manichino durante il ribaltamento al sicuro all'interno della sagoma della cabina di guida. Dopo una serie di 15 prove, questi risultati possono essere ritenuti validi per veicoli con cabine di dimensioni simili come quella utilizzata nei test. Poiché il sistema di ritenuta segue la posizione del sedile sulle guide la distanza tra la corrente anteriore del tettuccio e l'estremità anteriore della staffa cambia. Nel caso che un conducente alto blocca il sedile di una cabina lunga nell'ultima tacca della guida, la funzione di protezione nella parte anteriore della cabina potrebbe essere limitata o potrebbe non restare sufficientemente spazio per il conducente per saltare giù in una situazione pericolosa. Nelle immagini 24.1 fino a 24.3 si vede la sequenza di una prova con la direzione di marcia in avanti.

Serie di immagini 24: Sistema di staffe della ditta Sauermann nel test

Figura 24.1: $\Delta \gamma \sim 50^{\circ}$ Figura 24.2: $\Delta \gamma \sim 75^{\circ}$ Figura 24.3: urto

Il vantaggio del sistema con cintura lombare, rispetto alla variante con staffa laterale, consiste nella ritenua in caso di movimento verticale. Mentre il manichino urta nelle prove con le staffe laterali la testa contro il tettuccio di protezione; durante la prova con la cintura è

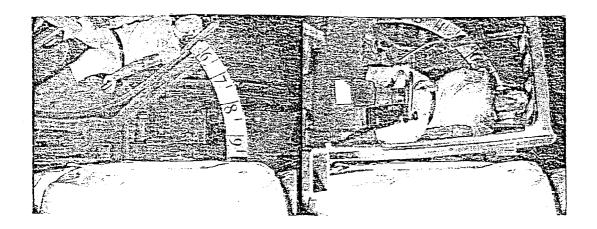


Figura 25.1: Δγ ~ 55° Figura 25.2: Δγ ~ 80°

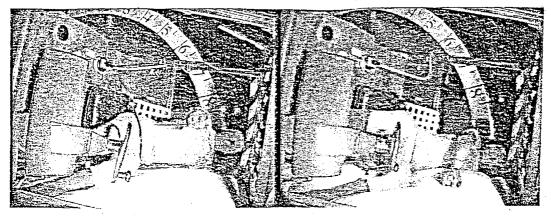


Figura 25.3: urto Figura 25.4: urto

Come già menzionato, tutti i sistemi sono stati sottoposti agli stessi test nell'impianto di prova. Durante la marcia di prova, sono stati misurati: velocità di traslazione, l'angolo di ribaltamento e le accelerazioni agenti in tre assi. Queste misurazioni servono principalmente per la verifica dei parametri di prova previsti e da rispettare. Dal raggio di volta della cabina di 2,57 m (ruota esterna in curva) e dall'altezza del baricentro complessivo della cabina, del dispositivo di ribaltamento e del manichino, risulta la velocità di un limite di ribaltamento di ca. 3,9 m/s. Questo valore corrisponde ad una accelerazione trasversale (sempre misurata sulla ruota esterna in curva) di circa 0,6 g. Ad un angolo di ribaltamento di 7,5° si avvia la frenatura, per avvicinare il percorso di velocità della piattaforma al percorso di velocità di un carrello elevatore durante un incidente reale di ribaltamento (questi percorsi di velocità sono stati rilevati nel corso del progetto di ricerca attraverso dei calcoli e delle simulazioni) Nella figura 26 sono rappresentati trasversalmente e verticalmente il percorso dell'angolo di ribaltamento e le accelerazioni rispetto al sedile. Il sensore di accelerazione si trova a destra del sedile di guida, in prossimità della leva di comando per il dispositivo di sollevamento (a circa 0,9 m di distanza dal bordo di ribaltamento esterno).

Figura 26: Valori di misurazione durante il ribaltamento dinamico

Per ogni valore di accelerazione si vedono due linee. Le linee più irregolari rappresentano i valori misurati e le linee più piatte invece i valori calcolati. Per il percorso dell'angolo di ribaltamento, la linea grigia indica il valore di misurazione e la linea nera il valore di calcolo. Il dispositivo di ribaltamento con cabina e manichino ha il suo punto di equilibrio a circa 27°. Fino a raggiungere questo valore passa dall'inizio ribaltamento (1°) circa 1 s. Fino a quel momento, i valori di accelerazione cambiano minimamente. Sull'asse verticale, si registra l'accelerazione negativa della terra (-1 g), sull'asse trasversale l'accelerazione trasversale

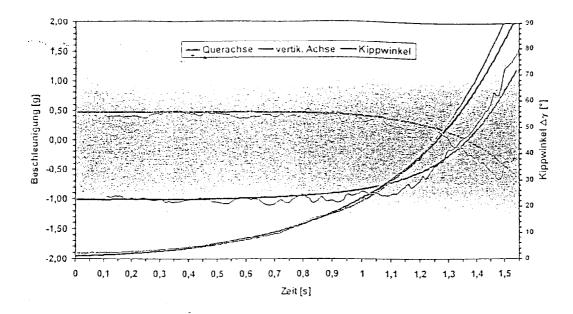


Figura 26: Valori di misurazione durante il ribaltamento dinamico

Per ogni valore di accelerazione si vedono due linee. Le linee più irregolari rappresentano i valori misurati e le linee più piatte invece i valori calcolati. Per il percorso dell'angolo di ribaltamento, la linea grigia indica il valore di misurazione e la linea nera il valore di calcolo. Il dispositivo di ribaltamento con cabina e manichino ha il suo punto di equilibrio a circa 27°. Fino a raggiungere questo valore passa dall'inizio ribaltamento (1°) circa 1 s. Fino a quel momento, i valori di accelerazione cambiano minimamente. Sull'asse verticale, si registra l'accelerazione negativa della terra (-1 g), sull'asse trasversale l'accelerazione trasversale agente di 0,5 g. Man mano che aumenta l'angolo di ribaltamento, la dinamica di ribaltamento diventa sempre più importante. La durata residua di 27° fino all'urto di 90° (2/3 della corsa complessiva) è solo 0,5 s. A circa 55° l'accelerazione della terra in direzione verticale è annullata (rispetto alla posizione del sensore). In questo preciso istante il manichino perde il contatto con il sedile si muove in direzione del tettuccio (nel caso che la cintura di sicurezza non sia allacciata). Per la sequenza seguente, risultano i valori di accelerazione analoghi alla simulazione (pagina 7).

Il sistema di porta a staffe laterale del produttore Moffett non è stato provato sull'impianto di prova della FLT. Moffett offre la staffa dal 1995 come sistema aggiuntivo opzionale per i suoi veicoli. Il principio di base è molto simile a Bodyguard (nessun collegamento con la colonna A, serratura in prossimità della cerniera). Sulla base delle nostre esperienze e i risultati dei test dei sistemi Bodyguard e saf-T®, questo sistema ci appare molto adatto per dare al conducente nelle situazioni di pericolo un'ulteriore protezione. I criteri applicati da parte del produttore per questo sistema sono leggermente inferiori, perché le situazioni di marcia di questo tipo di carrello sono molto diverse rispetto a quelle di un carrello elevatore tradizionale, dovuto alla sua velocità di traslazione molto bassa, di massimo 6 km/h. I carrelli di questo tipo sono quindi minacciati piuttosto da incidenti statici di ribaltamento, in cui occorre evitare che il conducente salti dal veicolo.

Conclusione:

- Tutti i sistemi di ritenuta esaminati proteggono il conducente nel caso di un incidente di ribaltamento laterale conformemente alla Direttiva riguardo all'uso dei mezzi di lavoro
- La cintura protegge il conducente inoltre da un urto della testa contro il tettuccio di protezione.
- Per i quattro sistemi di staffe provati Bodyguard (Fritzmeier Systems), saf-T® (Schneider Fahrkomfort), PilotProtector (IWS) e il sistema integrato nel sedile (Sauermann Maschinenbau) i costruttori dispongono delle perizie del FTL-Duisburg, raccomandate dagli Ordini professionali. Confermano la funzione di ritenuta del sistema a staffe ai sensi della Direttiva.

8 – sistemi attivi

Oltre ai sistemi di ritenuta per conducenti ad azione passiva, nel frattempo sono disponibili anche carrelli elevatori con sistemi attivi. Servono per il controllo di stabilità in curva e per la traslazione con il carico sollevato.

Toyota ha sviluppato il "sistema per la sicurezza attiva" (SAS). Il sistema misura la velocità, l' accelerazione trasversale e l'angolo di sterzata delle ruote e trasmette i rispettivi valori ad un comando a microprocessore. Nel dispositivo di sollevamento è integrato inoltre un interruttore, che a partire di un'altezza di circa 2 m mette ugualmente a disposizione un segnale per il comando. Nel caso in cui i valori di misurazione raggiungono dei settori limite, il comando elettronico blocca un cilindro di stabilizzazione idraulico, che si trova tra l'asse oscillante e il telaio del veicolo. Al termine della situazione di pericolo, il cilindro di blocco sarà nuovamente sbloccato. Questo sistema è particolarmente efficiente nel caso di traslazioni con il carico sollevato. Il sistema SAS pertanto non è in grado di evitare il ribaltamento del veicolo. Da considerare è inoltre, che tramite il blocco dell'asse oscillante si disattiva la loro vera funzione (compensazione di dislivelli). Questo modo di procedere può causare altre situazioni pericolose, nel momento della marcia frequente su superficie sciolte o su un rivestimento difettoso.

Jungheinrich und Steinbock favoriscono un'altra soluzione. Per i carrelli elevatori elettrici a 3-e 4-ruote fino ad una portata di 2,0 t si applica un sistema, che riduce la potenza massima dell'azionamento a partire da un angolo sterzante di circa 45° in modo tale da ridurre notevolmente il pericolo del ribaltamento laterale.

Conclusione:

- Nonostante tutta la tecnica di misurazione e di regolazione finora non è stato possibile prevenire gli incidenti a causa del terreno (30 % degli incidenti di ribaltamento mortali).
- Un sistema di ritenuta per il conducente resta quindi, a medio termine, irrinunciabile.

9 - la scelta corretta

Per poter selezionare il sistema di ritenuta per conducenti adatto per un'installazione successiva, occorre discutere alcune questioni, che descrivono più dettagliatamente il tipo di compiti di trasporto e di immagazzinaggio del conducente. Il sistema di ritenuta più adatto e meglio accettato può essere selezionato solo sulla base di un'analisi dei principali movimenti del conducente. Nel caso in cui il conducente accetta il sistema di ritenuta, gode anche della massima protezione. Nel caso di scarsa accettabilità, il sistema di protezione viene messo volentieri fuori servizio o non osservato. L'obbligo ai conducenti di usare il sistema di ritenuta potrebbe essere anche imposto. Tale procedura non è comunque raccomandabile. L'introduzione di un sistema largamente accettato nell'ambito di una vasta campagna di informazione riguardo ai rischi nella conduzione di carrelli elevatori è di gran lunga preferibile. In molte aziende può essere introdotto un obbligo generale per l'allacciamento delle cinture di sicurezza, nel caso in cui i conducenti devono salire e scendere poco dal loro veicolo durante il lavoro. Nel momento in cui i conducenti devono salire e scendere spesso, l'obbligo alla cintura è un carico intollerabile.

Seguono alcune spiegazioni per facilitare la scelta del sistema di protezione adatto:

- Un carrello viene utilizzato da vari conducenti?
 In questo caso i problemi risultano solo per l'uso della cintura lombare rigida. Se i conducenti di un carrello cambiano spesso, la cintura deve essere adattata sempre di nuovo al fisico del rispettivo conducente. Tutti gli altri sistemi, quindi la cintura duosensitiva, la cintura automatica e i sistemi di porte a staffa non devono essere adequati.
- Quante volte il conducente deve salire e scendere?

 Nel caso di varie discese e salite in un ora si consiglia un sistema di porta a staffa.

 Queste piccole porte si aprono facilmente e il meccanismo di chiusura avviene senza coordinamento occhio mano. Nel caso di traslazioni prolungate è accettabile l'allaccciamento della cintura. Solo la cintura automatica presenta degli svantaggi di maneggevolezza.
- Quanta libertà di movimento occorre al conducente?
 Vi sono molte traslazioni in retromarcia o se occorre azionare continuamente la corda di portoni o di terminali esterni dal sedile di guida, il conducente ha bisogno di una grande libertà di movimento sul sedile, che è garantita solo da sistemi di porte a staffa o dalla cintura lombare duosensitiva. Le riprese video delle sequenze di movimenti mostrano che durante la retromarcia nella prassi industriale il conducente cerca la posizione più comoda ruotando il sedere sul sedile. Una cintura lombare rigida o una cintura automatica non permetterebbero al conducente questa libertà di movimento.

Nel caso in cui è stata presa la decisione fondamentale a favore di un sistema a staffe e contro la cintura, attualmente esiste la scelta tra i quattro sistemi, che sono stati presentati nei capitoli 6 e 7. Poiché tutti i sistemi hanno superato le prove sull'impianto di prova con gli stessi risultati, per la decisione a favore o contro un determinato sistema sono ora essenziali dei particolari, che riguardano in particolare l'ergonomia, la maneggevolezza e il comfort per il conducente.

In primo luogo occorre osservare la sequenza di movimenti richiesta al conducente per salire e scendere. E' necessario chiarire le seguenti domande, per effettuare una valutazione:

- Si sblocca e si apre automaticamente ovv. si chiude e si blocca automaticamente?
- Nel caso in cui non ci sia alcuna automatizzazione:
- In quale posizione si trova il meccanismo di sblocco?
- · Quanta forza occorre per aprire la staffa?

- La staffa viene ritenuta in posizione aperta?
- La staffa aperta lascia sufficientemente spazio per salire e scendere?
- La staffa è sufficientemente robusta per poter fungere come maniglia per salire e scendere?

Altri criteri di valutazione importanti possono essere rilevati dalle richieste al posto di guida durante la traslazione:

- E' sufficiente lo spazio per girare il torace durante la retromarcia (sguardo sopra la spalla) è sufficiente?
- E' possibile che il conducente lasci il veicolo all'occorrenza (ad es. in una situazione di emergenza) anche verso il lato destro del veicolo?
- La staffa è imbottita o rivestita all'altezza della parte superiore del braccio e dell'anca?

Attraverso l'analisi di questi punti si può effettuare ora una valutazione finale dei quattro sistemi a staffa e anche una specie di graduatoria. Nel presente manuale non lo facciamo, perché i quattro prodotti sono ancora recenti e ci si può attendere nel futuro alla modifica o l'aggiunta di alcuni particolari, che aumenteranno l'efficienza complessiva. Comunque sia, in linea di massima vogliamo aggiungere alcune considerazioni per i quattro sistemi sotto l'ottica dei punti elencati sopra.

Il sistema a staffe della ditta Sauermann, integrato nel sedile è l'unico sistema equipaggiato con un azionamento elettromotore, collegato con il freno di stazionamento del veicolo. Quando il conducente ferma il veicolo e tira il freno a mano, la staffa si apre automaticamente in direzione verticale. Per rimettere il veicolo in moto, il conducente deve sbloccare il freno a mano e contemporaneamente la staffa si chiude automaticamente. Secondo il costruttore ci sono dei contatti terminali nell'albero motore, che garantiscono che la staffa non può essere aperta manualmente durante la traslazione, ovv. che nel caso di un'apertura causata da forze esterne, il motore richiude la staffa automaticamente.

I sistemi Bodyguard, saf-T® und PilotProtector integrati nel veicolo, non sono automatizzati, dispongono però di una molla di compressione a gas, che riduce lo sforzo durante l'apertura e mantiene la staffa aperta in una posizione fissa. La molla di compressione a gas è integrata di serie nei sistemi Bodyguard e PilotProtector, nel sistema saf-T® è disponibile attualmente solo come optional. I meccanismi di sblocco sono posizionati nei sistemi Bodyguard e PilotProtector come telecomandi dal punto di vista ergonomico in posizioni sensate, che il conducente troverà dopo breve tempo in modo intuitivo. Per sbloccare saf-T® il conducente deve tendere il braccio in avanti verso la chiusura, che potrebbe essere una operazione impegnativa nei veicoli con cabine grandi.

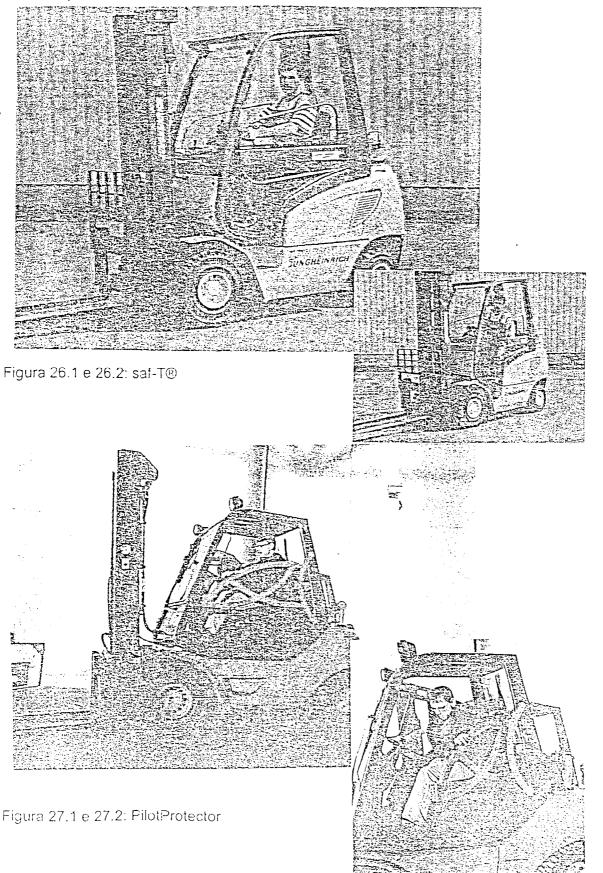
I tre sistemi integrati nel veicolo, lasciano al conducente sempre sufficientemente spazio, sia durante la marcia che durante la salita e discesa. Nel sistema della ditta Sauermann lo spazio per conducenti grandi o robusti è leggermente limitato sul lato sinistro. Poiché questa staffa apre verticalmente verso l'alto, può crearsi un leggero intralcio.

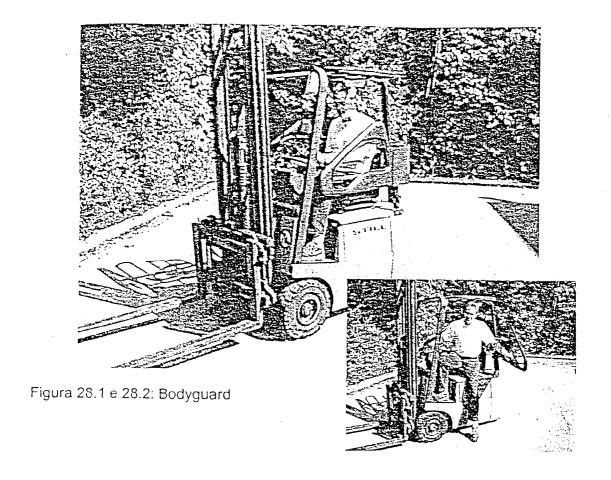
Poiché tutti i sistemi a staffe sono costruiti di profili di acciaio, occorre prestare attenzione al fatto che questi tubi dovrebbero essere possibilmente imbottiti in prossimità delle spalle / parte superiore del braccio ovv. dell'anca. Se non c'è alcuna imbottitura, in quei punti almeno non dovrebbero esserci dei tubi tondi per evitare una pressione a linea.

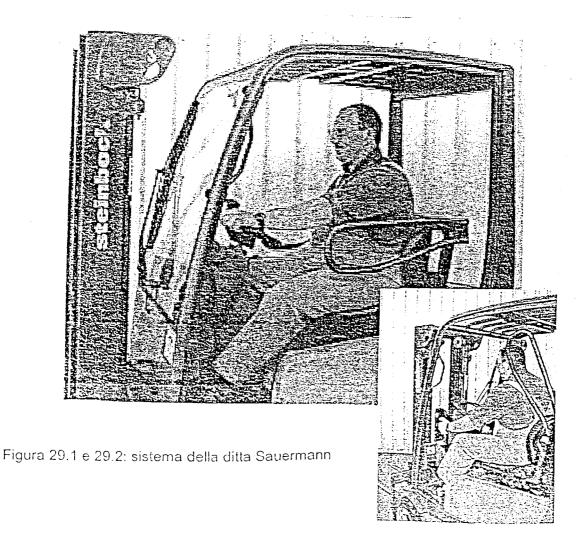
Conclusivamente è da sottolineare che tutti i quattro sistemi corrispondono pienamente ai requisiti di sicurezza della direttiva. I particolari, che determinano le differenze nella maneggevolezza e nel comfort sono, in fin dei conti decisivi, oltre al prezzo e si può presupporre, che i produttori miglioreranno il prodotto da quei punti di vista, come di consueto, per aumentare la competitività presso il cliente. Tutti gli utenti di carrelli elevatori,

che non vogliono limitarsi al rispetto dei requisiti di sicurezza della direttiva, ma che desiderano migliorare anche le condizioni di lavoro dei conducenti, dovrebbero, nella scelta di un sistema, tenere anche conto dei punti elencati sopra.

Nelle pagine seguenti i sistemi di ritenuta presentati sono rappresentati nei test che simulano la prassi o durante l'esercizio vero.







10 - Prospettive

Resta da attendere e da valutare in maniera critica, se i sistemi di ritenuta in se e in particolare i sistemi con cintura saranno accettati e usati in modo efficace durante il lavoro nella produzione e logistica dai conducenti di carrelli elevatori. Una buona alternativa ai sistemi con cintura lombare sono quindi i sistemi con porte a staffa, che garantiscono, grazie al loro funzionamento, un supporto laterale permanente. Inoltre si attende, che a breve sul mercato verranno presentate altre varianti dei sistemi di ritenuta per conducenti. Attualmente non sono si prospetta pertanto l'introduzione di sistemi differenti da cinture o staffe laterali.

Si vedrà con il tempo, se i produttori di veicoli per trasporti interni stanno riflettendo su ulteriori innovazioni tecniche per aumentare la sicurezza dei loro prodotti. La sicurezza costa denaro e adempiendo i requisiti della direttiva i produttori hanno già fatto il loro dovere. Un prodotto, che non è solo realizzato conformemente alla direttiva, ma che presenta inoltre altre caratteristiche positive per il prodotto stesso come anche il comfort per l'utente (ergonomia, automatizzazione), si imporrà a lungo termine sul mercato. Il sistema per "la sicurezza attiva" (SAS) della ditta Toyota presenta un buon approccio nella giusta direzione. Resta a sperare, che questo sistema sarà sviluppato ulteriormente e che altri produttori si decidano ad adottare la stessa tecnologia. Si vedono dei segnali positivi nei veicoli di studio di Still e Jungheinrich, che presentano oltre all'impiego di una cabina chiusa alcuni altri dispositivi, che tentano di fornire una nuova definizione del concetto ergonomico di veicoli per trasporti interni. Nel convegno dei carrelli elevatori 2000 ad Amburgo, in alcune conferenze e discussioni sono stati trattati vari aspetti riguardo al posto di lavoro del conducente e certamente alcuni risultati di questa discussione e di altre saranno realizzati in forma di prodotti maturi per il mercato.

Osserveremo, metteremo in discussione e valuteremo gli sviluppi futuri. Innanzitutto continueremo ad osservare il progresso dell'equipaggiamento di sistemi di ritenuta nei veicoli, che sono già in servizio e gli effetti sugli incidenti.

A: Unabhängige Anbieter von Nachrüstkomponenten

Grammer AG	Köferinger Str. 9-13
www.grammer.de	92245 Kümmersbruck
	Tel.: 09621/880-0
	Fax: 09621/880-130
Fritzmeier Systems GmbH	Forststraße 2
www.fritzmeier.de	85655 Großhelfendorf
	Tel: 08095/6310
	Fax: 08095/6254
Schneider Fahrkomfort GmbH	Christian-Friedrich-Schwan-Straße 8-12
www.sfk.de	68167 Mannheim
	Tel: 0621/33001-0
	Fax: 0621/33001-37
IWS Ingenieurgesellschaft	Marie-Curie-Straße 6
Weiner & Schröter mbH	47475 Kamp-Lintfort
	iws@uni-duisburg.de
Sauermann Maschinenbau	Gewerbegebiet 8
	85119 Emsgarden
	Tel.: 08452/7268-0
	Fax: 08452/7268-20

B: Flurförderzeug - Produttore

Dead #	
Produttore	Kontaktadressen
AUSA (Automoviles Utillitarios, S.A.)	Glesius Baumaschinen
www.ausa.com	In der Loh 36
(4 Vertragshändler in Deutschland)	40668 Meerbusch
	Tel: 02150/912110
	Fax: 02150/3763
Balkancar GmbH Deutschland	Robert-Blum-Weg 2
www.balkancar.de	01454 Radeberg
(Seite im Aufbau)	Tel: 03528/462526
	Fax: 03528/462590
BT Deutschland GmbH	Grovestraße 16
www.bt-deutschland.com	30853 Langenhagen
www.bt-industries.com	Tel: 0511/72620

Fax: 0511/7262137

6 1 11	
Produttore	Kontaktadresse
Carer SNC	Via Cavatorta, 13
www.carer-italy.com	48010 Cotignola (RA)
	Italien
	Tel: ++39/0545/908611
	Fax: ++39/0545/41615
Cesab GmbH	Fasaneriestraße 50
www.cesab.de	63512 Hainburg
	Tel: 06182/96270
	Fax: 06182/65172
	Y
Clark Material Handling GmbH	Rheinstraße 19-23
www.clarkmhc.com	45478 Mülheim an der Ruhr
	Tel: 0208/5880
	Fax: 0208/5881336
Crown Carrello elevatore GmbH	Kronstadter Straße 11
www.crown.com	81677 München
	Tel: 089/930020
	Fax: 089/93002133
Fiat OM PIMESPO Fördertechnik GmbH	Industriestraße 9-11
www.om-pimespo-ce.it	74172 Neckarsulm Dahenfeld
	Postfach 74149 Neckarsulm
	Tel: 07139/490
	Fax: 07139/4933
Hyster Company	Tel:01252/810261
www.hyster.de/de/dealers/	Fax: 01252/770702
JCB Baumaschinen und	Graf-Zeppelin-Straße 16
Industriemaschinen GmbH	51147 Köln
www.jcb.de	Tel.: 02203/9262-0
	Fax: 02203/9262-118
Jungheinrich AG	Vertriebszentrum Dortmund
www.jungheinrich.de	Germaniastraße 34
	44379 Dortmund
	Tel: 0231/6189-0
	Fax: 0231/7261219

Kalmar Flurförderzeuge Vertriebs GmbH Reichsbahnstraße 72 22525 Hamburg Tel:040/547-3050 Fax:040/547-30539 Komatsu Forklift Europe www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm Mechalsesteenweg 287 B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-251-0573 Linde AG Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel: 0531/86601-25 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Gastraße 37 b 42657 Solingen	Dec.d. Man	
Www.kalmarind.com	Produttore	Kontaktadresse
Www.kalmarind.com		
Tel:040/547-3050 Fax:040/547-30539 Komatsu Forklift Europe www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm Mechalsesteenweg 287 B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-251-0573 Linde AG Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Tel: 0212/810006	· ·	Reichsbahnstraße 72
Fax:040/547-30539	www.kalmarind.com	22525 Hamburg
Komatsu Forklift Europe www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-251-0573 Linde AG www.linde.de Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Mechalsesteenweg 287 B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: +32/2-255-0120 Fax: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-255-0120 Fax: -432/2-255-0120 Fax: -432/2-251-0573 Fa		Tel:040/547-3050
Www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-251-0573 Linde AG Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online de B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: +32/2-255-0120 Fax: ++32/2-255-0120 Fax: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de		Fax:040/547-30539
Www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: ++32/2-255-0120 Fax: ++32/2-251-0573 Linde AG Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online de B 1800 Vilvoorde Belguim Tel: +32/2-255-0120 Fax: ++32/2-255-0120 Fax: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de		
Tel: ++32/2-255-0120 Fax : ++32/2-251-0573 Linde AG	Komatsu Forklift Europe	Mechalsesteenweg 287
Linde AG www.linde.de Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH www.miag.de Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Tel: 0212/810006	www.lift.co.jp/us/contact/europe.htm	B 1800 Vilvoorde Belguim
Linde AG www.linde.de Werksgruppe Flurförderzeuge und Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieseistr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik 42657 Solingen Tel: 0212/810006		Tel: ++32/2-255-0120
Www.linde.de Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Warkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de Tel: 0212/810006		Fax: ++32/2-251-0573
Www.linde.de Hydraulik, Werk 1 Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0 Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Warkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de Tel: 0212/810006		
Schweinheimer Straße 34 63743 Aschaffenburg Tel: 06021/99-0	Linde AG	Werksgruppe Flurförderzeuge und
Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-10 Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29	www.linde.de	Hydraulik, Werk 1
Tel: 06021/99-0		Schweinheimer Straße 34
Manitou Deutschland GmbH Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik Www.buescher-online.de Dieselstr. 34 61239 Ober-Mörlen Tel: 06002/9199-10 Mocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-29		63743 Aschaffenburg
Miag Fahrzeugbau GmbH www.miag.de MiC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Miag Fahrzeugbau GmbH Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29		Tel: 06021/99-0
Miag Fahrzeugbau GmbH www.miag.de MiC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Miag Fahrzeugbau GmbH Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29		
Tel: 06002/9199-0 Fax: 06002/9199-10 Miag Fahrzeugbau GmbH www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mic Vertriebs-GmbH gra: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Tel: 06002/9199-0 Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29	Manitou Deutschland GmbH	Dieselstr. 34
Miag Fahrzeugbau GmbH Www.miag.de MiC Vertriebs-GmbH Www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Miag Fahrzeugbau GmbH Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher Gasstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006		61239 Ober-Mörlen
Miag Fahrzeugbau GmbH www.miag.de Mic Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Kocherstraße 1 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Gasstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006		Tel: 06002/9199-0
www.miag.de 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50		Fax: 06002/9199-10
www.miag.de 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de 38120 Braunschweig Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50		
Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik) Fax: 0531/86601-50 MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Tel: 0212/810006	Miag Fahrzeugbau GmbH	Kocherstraße 1
MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Fax: 0531/86601-50 Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-0 Tel: 0212/810006	www.miag.de	38120 Braunschweig
MIC Vertriebs-GmbH www.mic-vertrieb.de 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Merkurring 46 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29		Tel. 0531/8660125 / 41 (Technik)
www.mic-vertrieb.de 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Casstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006		Fax: 0531/86601-50
www.mic-vertrieb.de 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de 22143 Hamburg Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Casstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006		
Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Tel: 040/675662-0 Fax: 040/675662-29 Gasstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006	MIC Vertriebs-GmbH	Merkurring 46
Fax: 040/675662-29 Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Fax: 040/675662-29 Gasstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006	www.mic-vertrieb.de	22143 Hamburg
Mitsubishi Carrello elevatore Büscher GmbH Förder- u. Lagertechnik www.buescher-online.de Gasstraße 37 b 42657 Solingen Tel: 0212/810006		Tel: 040/675662-0
GmbH Förder- u. Lagertechnik42657 Solingenwww.buescher-online.deTel: 0212/810006		Fax: 040/675662-29
GmbH Förder- u. Lagertechnik42657 Solingenwww.buescher-online.deTel: 0212/810006		
www.buescher-online.de Tel: 0212/810006	Mitsubishi Carrello elevatore Büscher	Gasstraße 37 b
	GmbH Förder- u. Lagertechnik	42657 Solingen
Fax: 0212/816038	www.buescher-online.de	Tel: 0212/810006
		Fax: 0212/816038

Produttore	Kontaktadresse
Moffett Mounty Meier	Arnswalder Straße 38b
Mitnehm-Stapler Vertriebs GmbH	22147 Hamburg
www.moffett-mounty.com	Tel: 040/64891260
	Fax: 040/64891262
	Moffett GmbH
	Tel: 07136/912738
	Fax: 07136/23927
Nichiyu Europe BV	Vertrieb über:
	Sichelschmidt GmbH
	Postfach 320
	58300 Wetter / Ruhr
	Tel: 01788/520510
	Fax: 01788/520511 .
	<u> </u>
Nissan Kemptener Maschinenfabrik	Reinhartser Straße 1
GmbH	87437 Kempten
www.nissan-carrello elevatore.de	Postfach 1860
	87408 Kempten
	Tel: 0831/787250
	Fax: 0831/787276
NUOVA DETAS S.p.A. Carrelli Elevatori	Via dell'Industria z.i.
/ Robustus	33030 Coseano (UD) - Italy
www.nuovadetas.it	Tel: ++39/432/8617.11
	Fax: ++39/432/861219
Sichelschmidt Elektro-Stapler GmbH	Postfach 320
www.sichelschmidt.de	58291 Wetter (Ruhr)
	Tel: 02335/6309-0
	Fax: 02335/6309-88
Steinbock-Boss GmbH Fördertechnik	Postfach 1365
www.steinbock-boss.de	85362 Moosburg
	Tel: 08761/800
	Fax: 08761/8088360
	4
STILL GmbH	Berzeliusstraße 10
www.still.de	22113 Hamburg
	Tel.: 040/7339-0
	Fax.: 040/7339-1622
	CALL O FOR COOL CALL

Produttore	Kontaktadresse
TAILIFT Co. LTD	No. 269, Sec. 1, Shein Lin Rd.
	Ta Ya Hsiang
	RC- Taichung Hsien, Taiwan
	Tel: ++886-4/5666100
	Fax: ++886-4/5671670
	eMail: tailift@tcts.seed.net.tw
TCM EUROPE S.A.	LEX Vertrieb GmbH
	Hans-Martin-Schleyer-Str. 33
	47877 Willich-Münchheide II
	Tel: 02154/919-0
	Fax: 02154/919-157
	eMail: lectcm@aol.com
Toyota Carrello elevatore Deutschland	DrAlfred-Herrhausen-Allee 33
GmbH	47228 Duisburg
www.toyotagabelstapler.de	Postfach 990131
	47298 Duisburg
	Tel: 02065/77500
	Fax: 02065/775029
Kelan Carrello elevatore und Maschinen	Tich 26
SmbH	48361 Beelen
vww.xelan.de	Tel. 02586/1888
	Fax: 02586/1889
ale Materials Handling Corporation	Reichhardt Industriefahrzeuge GmbH &
ww.yale.com/europe/dealers/germany.	Co. KG
<u>tml</u>	Alleestraße 15
	42653 Solingen
	Tel: 0212/546920
	Fax: 0212/5469222

Weiterführende Literatur

- [1] Elbracht, D.; Pfeiffer, G.; Weiner, U.: Abschlussbericht: Rückhaltesysteme für Gabelstaplerfahrer, 1998, Forschungsprojekt des FTL Duisburg, unterstützt und gefördert vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Linde AG, Jungheinrich AG und Grammer AG
- [2] Elbracht, D.; Golombek, G.-U.: Die Kippvermeidung schnell fahrender Flurförder-zeuge Ein Beitrag zur Unfallverhütung, 1996, Forschungsbericht des FTL Duisburg
- [3] NN: Fahrerrückhaltesysteme; dhf, Nr. 12, Dezember 1999, Seite 66
- [4] Scheffels, G.: Sicherheit von Flurförderzeugen, MarktFigura 99/2000 Flurförderzeuge, Fördern und Heben, Seite 16-22, 1999
- [5] Entwisle, Frank: Operator restraint for the lift truck, Forschungsbericht der Clark Equipment Company, Industrial Truck Division, USA, September 1983
- [6] Johnson, John: Operator restraint development, Report No: B-85-33, Forschungsbericht der Hyster Company, USA, 1986
- [7] Koepcke, Thomas, Analyse des Schwerpunktverhaltens von Gabelstaplern, Fertigungstechnisches Labor der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg, 1987-1994, Festschrift aus Anlaß des 60. Geburtstages von Prof. Dr.-Ing. D. Elbracht, Duisburg 1994, S. 45-59
- [8] Oehmann, Maurus: Europäische und deutsche Bestimmungen für Flurförderzeuge Auswirkungen auf Konstruktion und Anwendung. VDI Bericht 1327 "Der Stapler im Mittelpunkt des Transports", 9. Heidelberger Tagung der Flurförderzeug-Betreiber. Düsseldorf: VDI-Verlag 1997, S. 133-176
- [9] Henter, A.; Hermanns, D.; Brenscheidt, F.: Tödliche Arbeitsunfälle 1993/94 Statistische Analyse nach einer Erhebung der Gewerbeaufsicht, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz – Forschung Fb 744, Bremerhafen Wirtschaftsverlag NW, 1996
- [10]Elbracht, D.; Witt, G.; Sauer, A.: Rückhaltesysteme für Staplerfahrer Eine Übersicht der technischen Lösungen, dhf 12/2000, S. 44 –47