

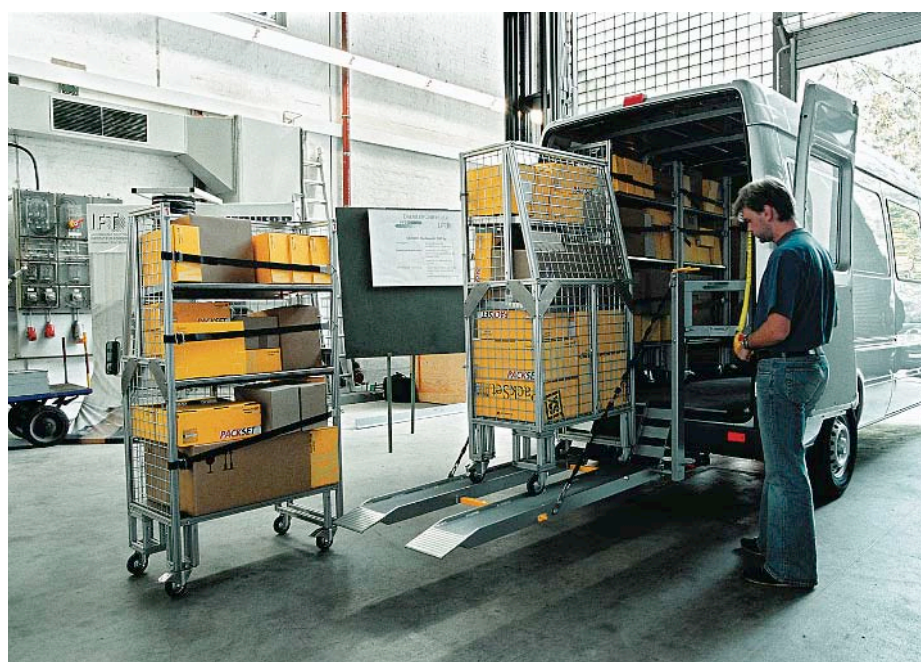
OPTIMIERTE BE- UND ENTLADUNG

Hubeinrichtung für Transportfahrzeuge

Zur Optimierung der Be- und Entladung der Transportfahrzeuge von Post- und Kurierdiensten wurde vom Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart im Auftrag der DaimlerChrysler AG eine Hubeinrichtung neu entwickelt und prototypisch umgesetzt.

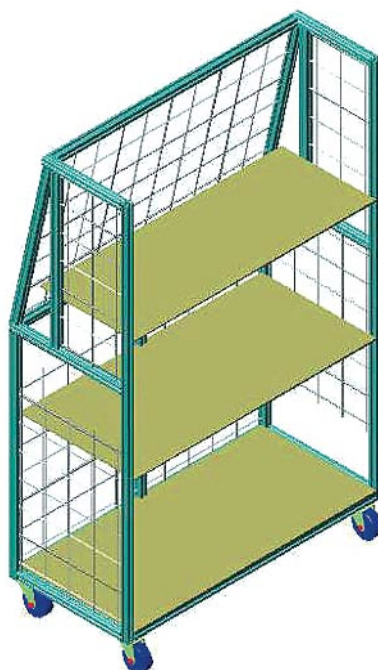
■ Dipl.-Ing. Christian Vorwerk,

■ Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking



1 Prototyp der Hubeinrichtung für Transportfahrzeuge

Post- und Kurierdienste in aller Welt liefern täglich mit ihren Transportfahrzeugen unzählige Warensendungen von den regionalen Verteilzentren zu den Endkunden. Prozessanalysen des Instituts für Fördertechnik und Logistik (IFT) der Universität Stuttgart bei verschiedenen KEP (Kurier-Express-Paket)-Dienstleistern haben ergeben, dass der Aufwand für die Be- und Entladung der Waren im Verteilzentrum und für das Finden einer Lieferung im Fahrzeug einen Fahrer mit täglich etwa 90 min belastet. Zur Verringerung dieses Aufwands wurden vom IFT verschiedene Konzepte erarbeitet. Deren systematische Bewertung führte zu einer Lösung, bei der die Pakete in fahrbaren Regalmodulen außerhalb des Fahrzeugs vorkommissioniert und die Auslieferungsfahrzeuge mit diesen Regalmodulen rampenunabhängig mit einer fahrzeugeigenen Ladehilfe beladen werden (Bild 1).



2 Fahrbares Regalmodul

Externe Vorkommissionierung

Da die Vielfalt der eingesetzten Transportfahrzeuge und die in Geometrie und Gewicht erheblich variierenden Transportgüter eine vollautomatisierte Beladung aus wirtschaftlichen Gründen verbieten und sich eine rein manuelle Fahrzeugbeladung nur unwesentlich verbessern lässt, wird in der gewählten Lösung die Ladung außerhalb des Fahrzeugs ohne zusätzlichen Aufwand in der Verteilstelle auf fahrbaren Regalmodulen vorkommissioniert (Bild 2) und anschließend unter geringem Zeitaufwand in das Fahrzeug geladen.

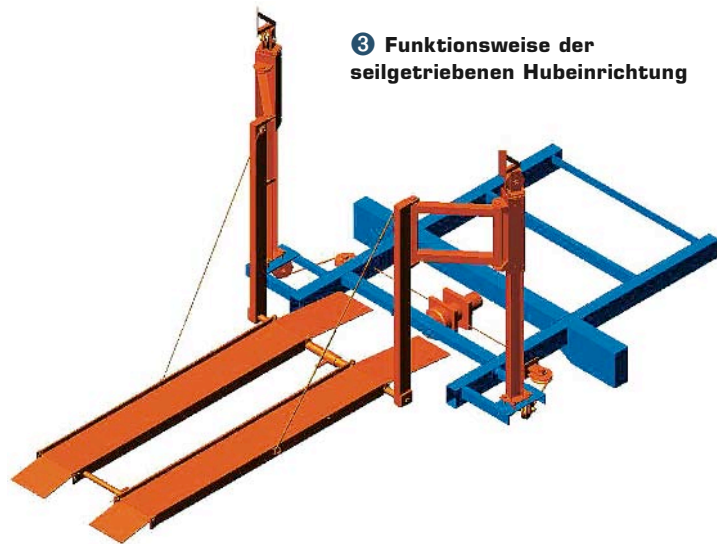
Die vom IFT entwickelten Regalmodule werden als nachrüstbare Gitterregale ausgeführt, deren Geometrie an die Innenraumkontur des jeweiligen Fahrzeugtyps angepasst werden kann. Zur bestmöglichen Nutzung des verfügbaren Laderaums reichen die Regalmodule bis zum Fahrzeugdach, sind an Radkästen und Seitenwände angepasst und werden mit einem gängigen Schienen- und Verriegelungssystem am Fahrzeug befestigt.

Die Praxistauglichkeit der bei voller Beladung bis zu 400 kg schweren Regalmodule wurde in einem Langzeitversuch in einem Verteilzentrum der KEP-Branche nachgewiesen, wobei die Regale über eine vorhandene Rampe in das Transportfahrzeug geschoben wurden. Die Beladung der Regale mit Paketen erfolgt ohne zusätzlichen Kommissionieraufwand im Anschluss an die Entladung der LKW-Wechselbrücken. Zur schnellen Identifizierung eines beim Endkunden auszuliefernden Kartons werden die Paketdaten im Verteilzentrum per Scanner erfasst und dem Fahrer inklusive der späteren Regal- und Fachposition im Transportfahrzeug zur Verfügung gestellt.

Um die Fahrzeugbeladung unabhängig von der Existenz einer geeigneten Rampe vornehmen zu können, war eine autarke Beladungsmöglichkeit des Fahrzeugs vom Boden auf Fahrzeugladebodenniveau für Lasten von mindestens 400 kg erforderlich.

Fahrzeuggebundene Ladehilfe

Heute übliche Transportfahrzeuge sind jedoch nicht serienmäßig mit entsprechenden Hubeinrichtungen ausgestattet. Gegenwärtiger Stand der Technik sind von außen an Kleintransportern angebrachte hydraulische Hubvorrichtungen in der Ausführung als Kassettenlift, z. B. unter dem Fahrzeug montiert, oder als externe Ladebordwände, die jedoch eine relativ große Eigenmasse haben und die Montage von Anhängerkupplungen am Fahrzeug nicht zulassen. Zudem ist eine nachträgliche Montage dieser externen Hubvorrichtungen mit erheblichem finanziellem und zeitlichem Aufwand ver-



③ Funktionsweise der seilgetriebenen Hubeinrichtung

Die bei der Beladung der Regalmodule in das Fahrzeug eingeleitete Kraft wird über zwei vertikale Führungsmasten verteilt, sodass die einzelnen Strukturelemente der Hubeinrichtung geringere Dimensionen als bei einer einseitig wirkenden Krafteinleitung aufweisen können. Durch die im eingeklappten Zustand vertikale Lage der Plattformhälften parallel zu den Hecktüren wird der Verlust an

bunden. Deshalb wurde das IFT von der DaimlerChrysler AG beauftragt, eine Ladehilfe für Transportfahrzeuge neu zu entwickeln, die

- im eingeklappten Zustand den freien Zugang in das Fahrzeug über die Hecktür zulässt
- die Verwendung der werkseitig eingebauten Anhängerkupplung ermöglicht
- eine schnelle Einsatzfähigkeit sicherstellt und einfach zu bedienen ist
- über eine niedrigere Eigenmasse als bestehende Produkte verfügt
- einen möglichst geringen Verlust an Transportraum und Stellfläche hat und
- eine Tragfähigkeit von 500 kg aufweist.

Um die neue Hubeinrichtung auf den internationalen Messen PostExpo in Brüssel und RAI in Amsterdam im Oktober 2003 vorstellen zu können, betrug nach dem Projektstart im Mai 2003 der Zeitrahmen für die Konzeption und Entwicklung im IFT einschließlich der Umsetzung in einem Prototyp durch die AMF-Bruno GmbH aus Apen nur fünf Monate.

Konzeptidee und Funktion

Nach der Festlegung der Funktionsweise der Hubeinrichtung in einem grundsätzlichen Entwurf (Bild ③) wurde als Antriebskonzept ein Seiltrieb als Alternative zu handelsüblichen hydraulischen Systemen gewählt. Die Konzeptidee beruht auf einer Integration der Hubeinrichtung in das Fahrzeuginnere, wobei die Hubplattform zweiteilig ausgeführt ist und sich die Plattformhälften im eingeklappten Zustand hinter den Hecktüren des Transportfahrzeugs befinden. Zum Arbeitseinsatz werden die Plattformelemente wie Torflügel aus dem Fahrzeug herausgeschwenkt und können dann nach Arretierung miteinander um die horizontale Achse ausgeklappt werden – das System ist anschließend per Handsteuerung einsetzbar.

verfügbarem Laderaum minimiert (Bild ④). Die Integration der Hubeinrichtung in das Fahrzeuginnere schützt die Komponenten vor Witterungseinflüssen und ermöglicht den Gebrauch der Anhängerkupplung. Ferner kann auf einen hydraulischen Antrieb verzichtet und eine Seilwinde mit mehreren Umlenkrollen als gewichtsreduzierende Antriebsvariante vorgesehen werden.

Umsetzung in einem Prototyp

Die im Rahmen des Projektes in Zusammenarbeit mit der Fa. Warn (USA) neu entwickelte Seilwinde für einen gegenläufigen Antrieb von zwei Seilsträngen mit einem Seildurchmesser von 5 mm durch eine zweigeteilte Trommel und einer Leistungsaufnahme von 0,85 kW bei 12 V wurde im Prototyp erstmalig und sehr erfolgreich eingesetzt (Bilder ⑤ und ⑥). Die Positionierung der Umlenkrollen unter dem Fahrzeug in einer Flucht mit den oben liegenden Führungsmasten ermöglicht eine Kompensation der durch die Seilkräfte auf das Fahrzeug vertikal einwirkenden Kräfte. Bei der Konstruktion und Auslegung der im Fahrzeug angebrachten Führungsmasten und der weiteren Strukturelemente zur Aufnahme der Hubplattform konnte trotz des terminlich bedingten Verzichts auf den Einsatz der Finite-Elemente-Methode die gewünschte niedrige Gesamtmasse der Konstruktion bei einer Tragfähigkeit von 500 kg eingehalten werden. Wegen fehlender Standardprofile für die Herstellung der vertikalen Führungsmasten in der gewünschten Lastenklasse wurden die Masten aus zwei zusätzlich verstärkten U-Profilen zusammengesetzt und miteinander verschweißt. Als Werkstoff für die Führungsmasten und die aus rechteckigen Hohlprofilen bestehenden, geschweißten Stützrahmen kam ein Baustahl mit einer Festigkeit von 520 N/mm² zum Einsatz, während für die Plattformhälften als Kom-

promiss zwischen Schweißbarkeit und Festigkeit Aluminium mit einem Siliziumanteil von 0,5 % gewählt wurde. Die Hubplattform ist 1500 mm lang. Ihre Breite in Arbeitsposition beträgt aufgrund der Dimensionierung der Verriegelungsstangen passend zum Radabstand der Regalmodule 700 mm.

Bei der gewählten Getriebeübersetzung der Seilwinde wird eine Hubgeschwindigkeit von etwa 100 mm/s bei maximaler Beladung (500 kg) erreicht. Da auf eine Abstützung des Fahrzeugs beim Hubvorgang verzichtet wurde, ist die Gesamthubhöhe zwischen Fußboden- und Ladebodenniveau von der Belastung der Stoßdämpferfedern



5 Seilwinde mit Doppeltrommel

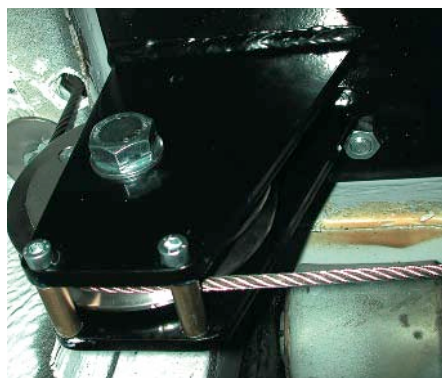
abhängig und beträgt je nach genutzter Hublast und Fahrzeugbeladung zwischen 600 mm und 700 mm. Ein Hub- oder Senk- vorgang dauert somit etwa 7 s. Die erforderliche Rüstzeit zum Aus- bzw. Einklappen und Verriegeln der Plattforelemente beträgt auch beim ungeübten Bediener weniger als 30 s. Das durch den Einbau aller Elemente des Prototyps in das Fahrzeug eingebrachte Gewicht beträgt 138 kg und liegt damit ohne weitere Optimierungsmaßnah-

4 Plattformhälften im eingeklappten Zustand

men bereits etwa 40 % unter dem Gewicht vergleichbarer, am Markt befindlicher hydraulischer Systeme.

Breites Einsatzspektrum

Die neue Hubeinrichtung wurde als Prototyp in einen Kleintransporter „Sprinter“ der DaimlerChrysler AG eingebaut und im Oktober 2003 auf der Post-Expo in Brüssel und auf der RAI in Amsterdam sehr erfolgreich präsentiert. Dabei zeigte sich, dass für dieses System eine branchenübergreifende Nachfrage für den Transport unterschiedlichster Güter besteht. In Kombination mit den Regalmodulen ist am IFT ein nachrüstbares, modulares Gesamtsystem entwickelt worden, das den flexiblen, wirtschaftlichen Einsatz nahezu beliebiger Transportfahrzeuge für verschiede-



6 Umlenkrolle unter dem Fahrzeug

(Bilder: IFT)



ne Einsatzfälle ermöglicht. Bei der Weiterentwicklung zur Serienreife werden alle verwendeten Strukturelemente einer statischen und dynamischen FEM-Optimierung unterzogen, um unter Beibehaltung der im Prototyp vorhandenen Festigkeits- und Steifigkeitswerte eine weitere Gewichtsreduzierung zu erzielen. Das System ist für die DaimlerChrysler AG als Patent angemeldet.

www.uni-stuttgart.de/ift,
Tel.: 0711/121-3770

Dipl.-Ing. Christian Vorwerk

ist Leiter der Abteilung Konstruktion förder technischer Maschinen und Baumaschinen am Institut für Förder-technik und Logistik der Universität Stuttgart



Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking

ist Leiter des Instituts für Förder-technik und Logistik der Universität Stuttgart

