

# Flexibles LKW-Schnellladesystem

## Flexible quick truck loading system

**Eric Penno**  
**Sebastian Weise**  
**Markus Golder**

*Professur für Förder- und Materialflusstechnik  
Fakultät Maschinenbau, Institut für Fördertechnik und Kunststoffe  
Technische Universität Chemnitz*

**D**urch das weltweit steigende Warenaufkommen müssen Logistikprozesse, wie das Be- und Entladen von LKW sowohl schneller als auch flexibler werden. Alternativen zum klassischen Laden mittels Gabelstapler stellen Beladesysteme dar. Diese sind mit hohen Anschaffungskosten, Platzbedarf und notwendigen Hallenarbeiten verbunden. Außerdem eignen sie sich häufig ausschließlich zum Laden, nicht jedoch zum vorgelagerten Kommissionieren und sind für kleine- und mittelständige Unternehmen meist nicht rentabel. Eine Lösung ist eine Einzelplattform mit Kopplungseinheiten, welche sowohl im Logistikhallenbereich genutzt, wie auch per Lkw mit beladenem Gut transportiert werden kann.

*[Schlüsselwörter: Beladesystem, Unstetigförderer, Förderhilfsmittel, fremdangetrieben, gebremst]*

**D**ue to the fact that the global volume of goods is increasing, logistics processes - such as loading and unloading trucks - have to be faster and more flexible. Loading systems are an alternative to the classic loading by using fork-lifts. These are associated with high acquisition costs, space requirements and necessary hall work during installation. In addition, they are often only suitable for loading, but not for picking and are usually not profitable for small and medium-sized companies. One solution is a single platform with connectable units, which can be used in the logistics hall area as well as transported by truck with loaded goods.

*[Keywords: Loading system, discontinuous conveyors, conveying aids, externally driven, braked]*

### 1 MOTIVATION

LKW sind im Straßenbild allgegenwärtig. Sie sind das wichtigste Fördermittel im Land- bzw. Straßengüterverkehr und haben dort einen Anteil an der Transportleistung von ca. 72%. [Sbu19] Derzeit realisieren sie allein in Deutschland ein Transportaufkommen von 3806,5 Milliarden Tonnen-Kilometern. [Bmv19] Seit dem Jahr 2016 gab es dabei einen Zuwachs von über fünf Prozent. Für

die kommenden drei Jahre wird ein Zuwachs von weiteren fünf Prozent prognostiziert.

Trotz des enormen Umfangs haben reine Transportaufgaben keinen Nutzwert, da sie nicht zur Wertschöpfung an den zu transportierenden Gütern beitragen. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht müssen deshalb die Kosten sehr gering sein. Aus diesem Grund ist die Transport- oder Speditionsbranche auch extrem wettbewerbsgetrieben. [Bra19] Wollen die Dienstleister ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen, geht dies entweder durch

- Volumenvergrößerung: die Transporteinheiten, d. h. die LKW, werden größer oder
- Geschwindigkeit: der Transportprozess muss so schnell erfolgen, dass bei fixen Kosten für Fahrzeuge und Peripherie möglichst viele Fahrten durchgeführt werden können.

Betrachtet man den zweiten Punkt genauer, lässt sich der Prozess in drei Teile zerlegen:

- Beladen / Ladung aufnehmen
- Fahren / Ladung transportieren
- Entladen / Ladung löschen

Be- und Entladen erfolgen klassischerweise mittels Gabelstaplern, was sehr zeitintensiv und damit ineffizient sein kann. Auch das manuelle Laden mittels Hubwagen ist gerade bei kleineren Unternehmen verbreitet. Es ist aber meist noch zeitintensiver. Allerdings sind diese Verfahren sehr flexibel und für alle LKW-Bauarten, vom kleinen 3,5-Tonnen-LKW bis zum 60-Tonnen-Giga-Liner, anwendbar. [Tra11]

Eine Alternative zur Nutzung von Gabelstaplern stellen sogenannte Beladesysteme dar. Diese sind nicht nur in der Anschaffung sehr teuer, sondern auch schwer zu realisieren. Sie werden fast ausschließlich in neu projektierte Hallen geplant und gebaut, da oft Eingriffe oder Umbauten am Hallenboden nötig sind. Außerdem müssen oft auch die Anhänger für LKW und Auflieger mit spezieller Fördertechnik ausgestattet sein. Solche Systeme können

zwar zum schnellen Beladen eingesetzt werden, sie sind aber durch die Aufgaben- und Ortsbindung sowie den Platzbedarf unflexibel. Dies wird u. a. dadurch deutlich, dass zum Bestücken der Systeme, also zum Kommissionieren, trotzdem Gabelstapler eingesetzt werden. Aus den genannten Gründen eignen sich diese Systeme nicht für klein- und mittelständige Unternehmen, sondern nur in Umgebungen, in denen mit sehr hohen Stückzahlen uniformer Transportgüter gearbeitet wird. [Tra11] [Ste13]



Abbildung 1. Beladesystem auf Basis eines Kettenförderers mit aufwändigen Umbauten in der Halle und im LKW [Fab19]

Der Wunsch nach einer Verringerung von LKW-Stillstandszeiten geht also einher mit dem Bestreben, die Be- und Entladevorgänge zu vereinfachen bzw. zu verkürzen. Je schneller die Fahrzeuge jeweils wieder verfügbar bzw. „auf der Straße“ sind, desto wirtschaftlicher ist der einzelne LKW und desto weniger LKW müssen bei gegebenem Transportaufkommen angeschafft und betrieben werden.

## 2 STAND DER TECHNIK

Es gibt bereits marktreife automatische LKW-Beladung mit fahrerlosen Flurförderzeugen. Dieses ATL (Automatic Trailer Loading) kann ohne großen Aufwand dort eingesetzt werden, wo vorab bereits eine Beladung per Hubwagen oder Stapler durchgeführt wurde. Durch einen Akkubetrieb und einen automatischen Akkuwechsel ist ein 24h-Einsatz möglich. Das ATL kann nach Herstellerangaben an einem fixen Aufnahmepunkt ausschließlich normierte Ladungsträger aufnehmen und nur anhand einer vorgegebenen Strecke zu einer LKW-Rampe fahren. Außerdem kann das System in der Beladegeschwindigkeit mit einem erfahrenen Lagerarbeiter nicht mithalten und die Investitionskosten liegen im mittleren sechsstelligen Bereich. Somit ist es eher unflexibel und für kleine Speditions- und Umschlagsbetriebe nicht sinnvoll. [Ip108]



Abbildung 2. ATL der Firma EGEMIN GmbH [Ip108]

Ein schnelles Verlade- und Palettiersystem für Säcke ist eine dreidimensional verstellbare Sackverlademaschine mit Teleskopkopf. Diese bietet sich für eine schnelle Beladung von offenen Straßen- und Schienenfahrzeugen mit in Säcken verpackten Materialien an. Solche Systeme sind stationär und mobil verfügbar und weisen eine Stundenleistung von 3000 Säcken in Reihen- oder Verbandstapelung auf. Sie sind wartungsfreundlich und sichern auch in extremen Umweltbedingungen eine hohe Verfügbarkeit und einen wirtschaftlichen Betrieb. Nachteilig sind die geringe Flexibilität bzgl. der Art der zu verladenden Produkte und die Grundbedingung von offenen Ladeflächen. [Beu19] [Tra11]



Abbildung 3. Autopac 3000 von Beumer Group [Beu19]

Ein erweitertes System ist sowohl in den Ladeboden eines LKW, wie auch in den Boden der Lagerhalle integriert. Die Systeme können einzeln, aber auch gemeinsam arbeiten. Mit dem Skatesystem LOADRUNNER werden die vorab einzeln auf eine Vorrichtung gestellten Paletten z. B. über Ladezinken oder über Rollenböden als kompakte Einheit in den LKW eingeführt. Im umgekehrten Prozess funktioniert der Entladevorgang. Somit können bis zu 33 Einzelpaletten innerhalb von sechs Minuten verladen werden. Das System ist aber platzintensiv und stationär. Des Weiteren muss der LKW in einer exakten, durch Bodenleitschienen vor der Rampe geführten, Position stehen. [Anc19]



Abbildung 4. Skatesystem in der Halle und im LKW [Anc19]

Weitere eingesetzte Systeme sind Transportband-, Kettenförderer-, Lamellenbahn- und Förderbandsysteme, welche in ähnlicher Weise funktionieren. Ein weiteres System sind die in den Boden eingelassenen Rollenbahnen. Diese ermöglichen durch eine angelegte Pneumatik ein temporäres anheben der Tragrollen. Dies ermöglicht ein lineares Verschieben des Gutes. Durch die Reduktion des anliegenden Drucks senken sich die Tragrollen sowie das Transportgut ab und ein sicherer, flächiger Stand wird gewährleistet. Anwendung finden diese Systeme zum großen Teil im Bereich der Luftfracht, wo große Paletten manuell oder per Gabelstapler bewegt werden. Sehr nachteilig sind der hohe Platzbedarf dieser Variante sowie die nötige Pneumatik-Peripherie. Der häufigste Einsatz von Be- und Entladesystemen sind Shuttleverladungen zwischen Produktionsstätten und Lagern.

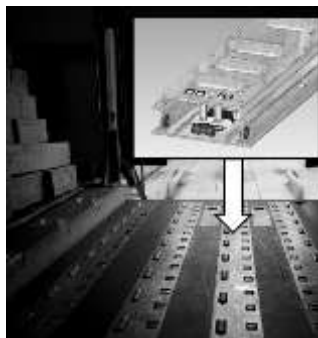


Abbildung 5. Rollenbahn in Be- und Endladezone [Anc19]

Diese Systeme sind für große Unternehmen mit annähernd gleichbleibender Gutkontur, Gutart und einer sehr hohen Umschlagzahl sehr gut geeignet und rechnen sich schnell über die Einsatzdauer und den Anschaffungspreis durch den hohen Durchsatz. Für einen äquivalenten Entladevorgang wird ein ebenso komplexes System, wenn nicht sogar identisches System an der Entladerampe benötigt. Gerade durch die Anbietervielfalt ist das nur zwischen großen Werken und Produktionsstandorten mit gleichem Standard umzusetzen. Der Einsatz für Klein- und mittelständige Unternehmen lohnt sich meist durch unterschiedliche Produktkonturen, begrenzten Lagerumschlagplatz, eingeschränkte Rampenzahlen und durch eine

Vielzahl von verschiedenen Kunden nicht. Auch aus Kostensicht lohnt sich die Anschaffung von vollautomatisierten, sowie komplexen Systemen für den Ein- und Zweischichtbetrieb durch den vergleichsweise geringeren Nutzungsanteil über die Zeit nicht. Zusammenfassend ergeben sich folgende Punkte für die Ausgangssituation schneller Beladesysteme:

- Hoher technischer Aufwand zur Installation
- Hohe Anschaffungskosten
- Für optimale Nutzung äquivalente Systeme an Be- und Entladestation notwendig
- Spezielle Umbauten am LKW nötig
- Geringe Flexibilität bezüglich der verladenen Produkte

Für kleine und mittelständige Unternehmen, welche die Lagerlogistik smart und flexibel gestalten wollen oder müssen gibt es neben Umbaumaßnahmen an LKW und Hallenböden auch das Umrüsten des Transporthilfsmittels, wie der Palette. Die Palette wird dabei auf einen Palettenroller gestellt um die Mobilität zu erhöhen und ein Umstapeln zu verhindern. Palettenroller weisen meistens zwei feststehende und zwei drehbare Räder mit Feststellbremse auf. Mit einer Traglast von bis 2200 kg sind diese für den innerbetrieblichen Transport als Lösung einfach und flexibel. Die Grenze des Einsatzes liegt jedoch an der Laderampe. Das Gut auf zwei gebremsten Rädern ist nur bedingt für den Transport auf dem LKW geeignet. Durch deren Einsatz ist die Außenkontur durch den Aufbau 6 cm zu jeder Seite größer als das Standard-Europaletten-Maß. Somit ist die Vollbestückung im LKW nicht gewährleistet. Des Weiteren können die Palettenroller nur schwer auf der Ladefläche in Reihe gebracht werden, weil die Bremsen nicht immer zugänglich sind. Werden diese mit den feststehenden Rädern voran in den LKW als Dreierreihe beladen, so können die Bremsen arretiert und gelöst werden. Durch die extreme Ausnutzung der Breite der gereihten Paletten kommt es durch den exzentrischen Drehpunkt des Rades (vgl. Abbildung 6) zu einem seitlichen Versatz der Palette, was zum Klemmen und zur erschwerten Entladung führen kann.

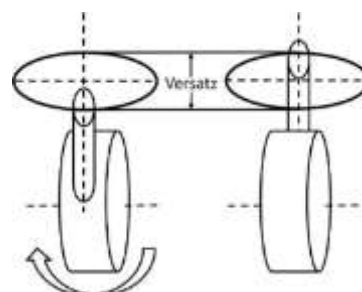


Abbildung 6. exzentrischer Drehpunkt und Palettenversatz



Abbildung 7. Palettenroller [Rol19]

### 3 PROBLEMSTELLUNG

Das Potential einer Alternative zwischen dem klassischen und dem automatisierten Beladen zeigt folgende Zusammenfassung der Problemstellungen aus dem Stand der Technik:

- **Stillstandszeiten:** Be- und Entladevorgänge dauern sehr lange, der LKW steht und kann seine eigentliche Aufgabe des Transports in dieser Zeit nicht erfüllen.
- **Anzahl nötiger LKW; pro Spedition:** die, durch die o. g. Stillstandszeiten verringerte, Kapazitätsauslastung wird durch Anschaffung und Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge ausgeglichen; was zusätzliche Investitionen bzw. gebundenes Kapital zur Folge hat
- **Funktionsintegration:** Laden und Kommissionieren erfolgen häufig getrennt; selbst in teilautomatisierten Beladesystemen können diese Teilfunktionen nicht kombiniert werden
- **Ergonomie / Belastung der Arbeiter:** das Be- und Entladen von LKW und Containern mittels Hubwagen ist körperlich sehr anstrengend und wegen des wackligen Untergrundes und der zu überwindenden Spalte und Absätze auch gefährlich
- **Energieverbrauch:** um einen typischen 40t-Sattelzug (34 Palettenstellplätze) zu beladen, muss ein Gabelstapler 34 Lastspiele leisten und hat dabei 34 Leerfahrten; der gleiche Aufwand kommt durch das vor Kommissionieren hinzu. Betrachtet man zusätzlich das Entladen am Zielort inkl. Einlagerung, ergeben sich 136 Lastspiele inkl. 136 Leerfahrten und einem entsprechenden Verbrauch an Gas, Diesel oder Strom.
- **Anzahl nötiger LKW; global:** die, durch die o. g. Stillstandszeiten verringerte, Kapazitätsauslastung wird durch Anschaffung und Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge ausgeglichen; was das Straßennetz weiter belastet und auch bundespolitischen Umweltzielen entgegen steht.
- **Öko-Bilanz:** jeder LKW hat eine eigene, oft ungünstige Öko-Bilanz, da während seiner Herstellung, aber insbesondere während seines Betriebes nachteilige

Umweltfolgen – z. B. durch Kraftstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß – entstehen.

- **Beschaffenheit des Hallenbodens:** sollen (teil-) automatisierte Beladesysteme installiert werden, ist praktisch immer eine aufwändige Veränderung des Hallenbodens nötig
- **Personalressourcen:** das Laden wird aus versicherungstechnischen Gründen meist vom Kunden, und nicht vom LKW-Fahrer durchgeführt; dieser arbeitet während des Vorganges also nicht

Dieses Entwicklungspotential soll durch ein leichtes, flexibel einsatzfähiges, stabiles Beladesystem mit möglichst breitem Einsatzspektrum ausgeschöpft werden.

### 4 LÖSUNGSANSATZ

Wie bereits angedeutet, liegt der Fokus der Entwicklung auf einem innovativen Konzept für ein nachhaltiges, flexibles, aber vor allem schnelles Be- und Entladesystem für LKW und Container. Hintergrund dieses Ansatzes ist zum einen die wesentliche Bedeutung dieser Prozesse für den wirtschaftlichen Betrieb von LKW und zum anderen die erschließbaren Potentiale der entsprechenden technischen Anlagen, besonders bzgl. der Funktionsintegration und des Antriebskonzeptes. Deshalb wird ein System entwickelt, welches aus koppelbaren Einzelplattformen besteht. Die Plattformen können einzeln verwendet oder zu einem flächigen Verband kombiniert werden. So kann eine komplette Ladung vorkommissioniert und in einer einzigen Bewegung in das Transportmittel verschoben werden.

Die Einzelelemente sind in ihrer Bewegung selbsthemmend, d. h. sie bewegen sich nur durch Zug oder Schub von außen. Das entstehende System kann sowohl in Logistikhallen, in LKW oder in Containern per Hand oder motorisiertem Hilfsmittel, wie z. B. einem Gabelstapler, bewegt werden.

Die Plattformen bestehen aus einem leichten, aber stabilen **Tragsystem**, welches aus speziellen Holzwerkstoffen gefertigt wird, die die im Betrieb auftretenden Kräfte besonders vorteilhaft aufnehmen können. Das Tragsystem stellt die Schnittstelle zwischen den zu transportierenden Gütern, dem Hallen- oder LKW-Boden und dem „Antrieb“ dar. Es muss neben der Tragfunktion alle relevanten Baugruppen aufnehmen können und für alle auftretenden Umwelteinflüsse geeignet sein. Abbildung 8 stellt ein Einzelmodul als Modell dar.



Abbildung 8. Einzelmodul des Schnellladesystems

Abbildung 9 stellt die Einzelplattform im Schnitt dar. Zu sehen ist die Dimension 1200 mm x 800 mm. Größen anderer Skalierung sind auch möglich. Das Tragsystem besteht im Wesentlichen aus der Deckplatte und der Rollenplatte, in welche spezielle Kugelemente integriert sind. Die Deckplatte ist auf der Oberfläche mit einer rutschhemmenden Beschichtung versehen, um das aufgesetzte Gut am Verrutschen zu hindern. Sie ist mit dem Ziel das Eigengewicht zu verringern als Sandwichstruktur ausgebildet. Auf der Oberseite sind Stapelmulden eingebracht. Damit können mehrere Einzelmodule formschlüssig, platzsparend und sicher übereinander gesetzt werden. Auf allen vier Seiten sind gleich große Aussparungen vorgesehen, in welche sich die Kopplungseinheiten montieren lassen. Auf der Unterseite der Deckplatte sind kegelige Flächen als Negativ zu den Gleitflächen eingelassen. Die Rollenplatte bildet die untere Platte. Diese ist mit mehreren gleichen Konturen durchbrochen in welchen die Kugelemente sitzen. Auf ihrer Unterseite ist eine umlaufende Bürstenleiste gegen den Eintrag von grobem Schmutz montiert. Eine Zentrierfeder verbindet Deck- und Rollenplatte mit einander und sorgt für eine optimale Positionierung beider Komponenten.

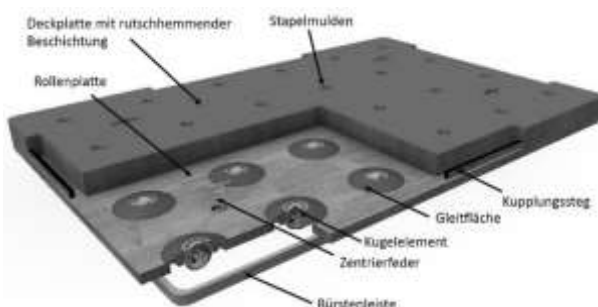


Abbildung 9. Modellschnitt des Einzelmoduls

Eine zweite, wichtige Eigenschaft besteht in der Verfahrbarkeit des Einzelmoduls. Dafür sind mehrere, sogenannte **Kugelrollenbaugruppen** in das Tragsystem integriert (siehe Abbildung 9). Ein solches Kugelement ist in Abbildung 10 als Viertelschnitt im Modell dargestellt. Es besteht aus einem zweiteiligen Käfig. Der Massivkäfig und der Käfigdeckel sind dabei durch ein Gewinde lösbar miteinander verbunden. In dem Käfig liegt eine große Hohlkugel, die vorzugsweise aus Metall besteht. Zwischen Hohlkugel und Käfigwandung sind deutlich kleine-

re, metallische Lagerkugeln gefangen. Diese Wirkpaarung ermöglicht ein reibungsarmes Abrollen und leitet, wie bei einer handelsüblichen Kugelrolle auch, die auftretenden Kräfte in den Käfig ab. Anders als bei herkömmlichen Kugelrollen überwiegt jedoch dabei der radiale Kraftanteil über dem axialen zur gedachten Wirkachse, welche senkrecht zum Boden steht.

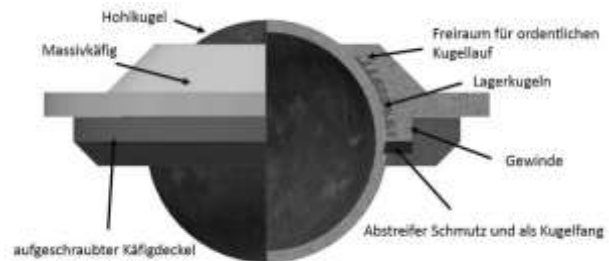


Abbildung 10. : Modellschnitt der Kugelbaugruppe

Die Besonderheit der Kugelrollenbaugruppe liegt in der kopfüberliegenden Einsatzposition, den zwei offenen Seiten und der daraus resultierenden Bremswirkung. Die Elemente befinden sich in der unteren Rollenplatte. Die Hohlkugel berührt im oberen Punkt allerdings die Deckplatte. An dieser Stelle ist die Bremskontaktstelle (vgl. Abbildung 11).

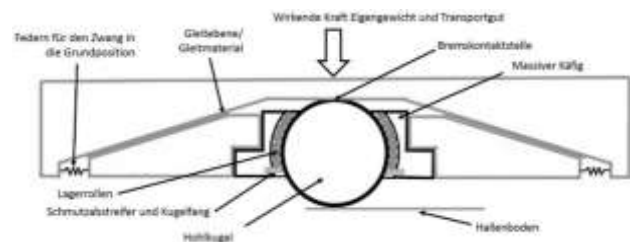


Abbildung 11. selbstgebremsten Kugelement (Prinzipdarstellung)

Wirkt extern eine seitliche Kraft auf diese Anordnung, so verschieben sich Rollenplatte und Deckplatte zueinander entlang der schrägen Gleitebene (Abbildung 12). Unbelastet liegt die Kontaktfläche als Kegelstumpf flächig in der dazu negativen Form in der Deckplatte. Beim Verschieben der beiden Kegel zueinander wird die Deckplatte ein wenig ausgehoben und die große Hohlkugel kann sich frei drehen. Dies geschieht bei Zug oder Schub auf die Plattform gleichzeitig bei allen Kugelementen. Die Plattform kann nun leicht rollend in jede Richtung verschoben werden. Verringert sich die angreifende externen Schub- oder Zugkraft, so gleitet die Deckplatte wieder in die ursprüngliche Position, die Kugel liegt wieder an der Deckplatte an und die Plattform ist gebremst. Die Bewegung zur Grundposition wird auch durch Federn unterstützt.

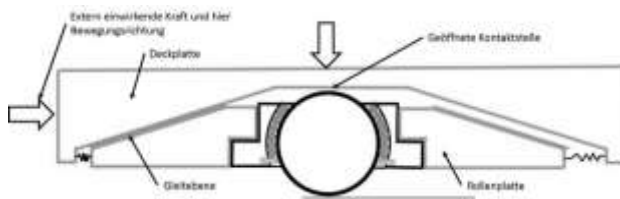


Abbildung 12. geöffneter Kugelbremse des Kugelelementes (Prinzipdarstellung)

Bei Kopplung mehrerer Plattformen werden die angreifenden Zug- und Druckkräfte des „Antriebs“ übertragen, sodass alle gekoppelten Elemente die oben beschriebene Wirkung erfahren und sich bewegen lassen.



Abbildung 13. einwirkende Zugkraft auf gekoppelte Elemente

Für die Kopplung der Einzelmodule zu einem flächigen oder linienförmigen Verband werden sogenannte **Kopplungsbaugruppen** eingesetzt. Diese werden an die dafür vorgesehenen Stellen des Tragsystems montiert. Eine solche Baugruppe ist in Abbildung 14 dargestellt und besteht aus zwei Krallen, welche durch Zugfedern und kurzen Stahlseile miteinander verbunden sind. Durch die Verbindung der Einzelelemente entsteht eine Art Reihung von aufeinander reagierenden Einzelgliedern. Wird die erste Plattform geschoben, liegen benachbarte Krallen direkt aneinander und übertragen die Schubkraft zur nächsten Plattform. Wird die erste Plattform gezogen, übertragen die Stahlseile die Zugkräfte auf die Plattformen in Bewegungsrichtung. In beiden Fällen setzt sich jeweils der gesamte Verband in Bewegung.

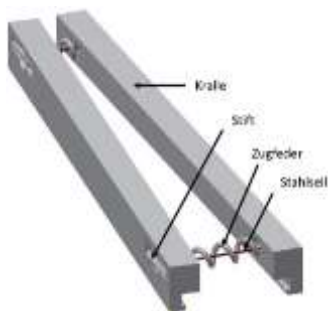


Abbildung 14. Kopplungsbaugruppe

Die vorgesehenen Federn erlauben einen Winkelversatz zweier benachbarter Plattformen von bis zu 5° in vertikaler und horizontaler Richtung. Somit können leichte Anstiege und Gefälle, aber auch Absätze im Boden überwunden werden. Die folgenden Abbildungen verdeutlichen dies.



Abbildung 15. seitliche, winklige Bewegung der Einzelplattformen



Abbildung 16. Abbilden von Steigungen und Gefällen möglich

## 5 TECHNISCHE FUNKTIONALITÄT

Mit dem Beladesystem werden Kommissionier-, sowie Be- und Entladevorgänge von LKW und Containern deutlich flexibler und ggf. beschleunigt. Zwei Varianten des Be- und Entladens sind folgend dargestellt:

- Variante I/ Position 1: Ein unbeladener LKW fährt an die Rampe; die Plattformen des flexiblen Schnellbeladesystems sind matrixartig zu einem Verband gekoppelt und formen so praktisch einen doppelten Boden. Weil die Plattformen überfahrbar sind, könnten sie im LKW verbleibend und klassisch, z. B. per Hubwagen, beladen werden. Am Zielort lässt sich dann der gesamte Verband mit einem Mal mittels einem motorisiertem Hilfsmittel, z. B. einem Gabelstapler, entladen
- Variante II/ Position 2: Entweder der gesamte Verband, oder nur Teile davon können mit einem Mal entladen werden. Die Kopplung von Plattformen kann auch auf dem LKW dynamisch geändert werden, sodass eine einmal zusammengestellte Ladung in mehrere Teilladungen für unterschiedliche Ziele zerlegt werden kann.
- Variante II/ Position 3: Durch die Kugelrollenbaugruppe und das Kopplungselement ist eine Bewegung in alle Richtungen im Verbund möglich. So kann die gesamte Ladung aus dem LKW mit einmal gelöscht und an einem Zwischenlager platziert werden.
- Variante II / Position 4: Die auf dem flexiblen Schnellbeladesystem vorkommissionierten Transportgüter steht bereit und können komplett in den LKW eingeschoben werden.

- Position 5: Ablage bzw. Bereitstellung einzelner Plattformen im Stapel

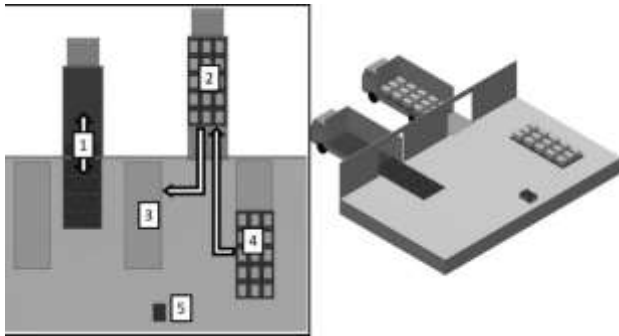


Abbildung 17. schematischer Be- und Entladevorgang

Zusammengefasst hat das innovative System folgende Vorteile:

- Beschleunigung von Ladevorgängen
- Einsparung von LKW
- besser Ausnutzung bestehender LKW durch Minimierung von Stillstandzeiten
- Keine Hallenbodenarbeiten
- Keine zusätzlichen Maschineninvestitionen
- Logistische Verbesserungsmöglichkeit für kleine- und mittelständige Unternehmen
- Vorkommissionierung direkt auf dem flexiblen Schnellbeladesystem
- Flexibel an Platzbedarf und Transportvolumen anpassbar
- Effiziente Nutzung von vorhandenem Platz im Lagerbereich
- Platzsparend durch die Stapelbarkeit
- per handelsüblichen Stapler beweglich
- Auch manuell zu bedienen
- Steigungen, Gefälle und Absätze ohne Umbau überwindbar

Basierend auf diesen Vorteilen können konkrete technische Funktionalitäten und relevante Parameter gegenüber dem Stand der Technik verbessert werden.

#### LITERATUR

- [Anc19] Ancra Systems: Produktvorstellung, <https://www.ancra.nl/nl/laad-en-lossystemen/rollenbanen/>, 10.10.2019
- [Beu19] Beumer Group: Onlineauftritt der Produkte im Bereich Verladetechnik, 04.09.2019

- [Bra19] Branchenreport Logistik Ausgabe 2019, Branchendienst der Sparkasse-Finanzgruppe, Deutscher Sparkassenverlag, 2019. – ISBN 978-3-9613-4112-2
- [Bmv19] im Auftrag des BMVI; FE-Nr. 97.0398/2018; München / Köln, Februar 2019, Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr 2018/19
- [Fab19] FAB-Materialflusssysteme: Onlineauftritt mit Produktbeispielen, 09.06.2020
- [Ipl08] Die EGEMIN GmbH: Automatische LKW-Beladung mit fahrerlosen Flurförderzeugen, IPL Magazin 05, 2008
- [Rol19] Rollender Shop: Produktbeispiel für Palettenroller, <https://www.der-rollendeshop.de/Transportgeraete>, 11.10.2019
- [Sbu19] BMVI, BAG, KBA, Statistisches Bundesamt
- [Ste96] Steffen, S.: Wettbewerbsstrategien für deutsche Speditionen, Gabler Verlag, Wiesbaden 1996 – ISBN 978-3-8244-6268-1
- [Tra11] Martin, H.: Transport- und Lagerlogistik: Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik, 8. Auflage, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2011 – ISBN 978-3-8348-1350-3

---

**Eric Penno, M.Sc.**, wissenschaftlicher Mitarbeiter

**Dr.-Ing. Sebastian Weise**, Forschungsgruppenleiter „Baugruppen und Fördersysteme“

**Prof. Dr.-Ing. Markus Golder**, Leiter der Professur

Institut für Fördertechnik und Kunststoffe  
Professur Förder- und Materialflusstechnik  
Reichenhainer Straße 70, 09126 Chemnitz  
Telefon +49(0)371 531 231 10  
[www.tu-chemnitz.de/mb/FoerdTech/](http://www.tu-chemnitz.de/mb/FoerdTech/)