Modulare Ladungsträger für den Kleinteiletransport

Ein modulares Konzept zur Reduzierung von Logistikflächen und Prozessaufwand in der produktionsversorgenden Kleinteilelogistik

*Martin Sliwinski,
Corin Manuel Raabe,
Philipp Braun,
Johannes Hinckeldeyn und
Jochen Kreutzfeldt, Hamburg*

In diesem Beitrag wird ein modulares Ladungsträgerkonzept für den manuellen Kleinteiletransport vorgestellt. Mehrere unabhängig voneinander einsetzbare Module können dabei gekoppelt werden und so einen äußerst flexiblen und individuellen Ladungsträgerverbund bilden. Hierdurch lässt sich die Kapazität dem Transportvolumen anpassen und ein vielfältiges Teilespektrum transportieren. Dies reduziert den Bedarf an Logistikflächen und führt zu schlankeren Prozessen.

Bedarf und Motivation zur Entwicklung

Trotz der fortschreitenden Automatisierung der Intralogistik spielen insbesondere in der Materialversorgung von Kleinserien- und Einzelfertigung manuelle Prozesse weiterhin eine wichtige Rolle. Aufgrund der geringen Materialbewegung und einer hohen Variantenvielfalt ist der Einsatz teurer Automatisierungstechnik häufig nicht wirtschaftlich. Durch ihre eingeschränkte Flexibilität und die Forderung nach kurzen Reaktionszeiten kommen besonders in dynamischen Produktionsstrukturen mit niedrigen Produktionsraten manuelle Transportmittel zum Einsatz [3, 7].

Die Verwendung von Euronormbehältern in unterschiedlichsten Größen hat sich in der Kleinteilelogistik nahezu vollständig durchgesetzt. Allerdings ist für einen effizienten manuellen Behältertransport die Bildung von Sammelgebinden auf größeren Ladehilfsmitteln wie Palette oder Rollwagen unverzichtbar. Besonders in der produktionsnahen Logistik werden rollbare Ladungsträger für den Behältertransport und die Materialbereitstellung am Bauplatz verwendet. Sie stellen jedoch einen großen Flächentreiber dar und verursachen hohen Personalaufwand in der Bestückung durch die manuelle Kommissionierung und Konsolidierung.

Ein wesentliches Defizit derzeit verwendeter Ladungsträger ist die fehlende Flexibilität und Skalierbarkeit, um die La-

dungsträgerkapazität dem variierenden Transportvolumen anpassen zu können. So wird bei kleiner ausfallenden Transportvolumen die Kapazität nicht ausgeschöpft, was den Volumennutzungsgrad und damit den Transportaufwand sowie die Größe der Logistikflächen negativ beeinflusst. Ebenso fehlt es gängigen Ladungsträgern oft an Flexibilität, um wechselnde Ansprüche erfüllen zu können. Regelmäßig werden aufgrund der gegensätzlichen Anforderungen seitens Logistik und Produktion verschiedene Ladungsträger für gleiche Bauteile verwendet [6]. Hierdurch entsteht eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten, was einen hohen logistischen Aufwand verursacht.

Stand der Technik modularer Ladungsträger

Ein Lösungsansatz für die beschriebenen Herausforderungen ist der Einsatz modularer Ladungsträger. Modulare Ladungsträger sind bereits seit geraumer Zeit am Markt erhältlich und wurden in zahlreichen Forschungsprojekten thematisiert [1, 4, 5, 8]. Hauptaugenmerk liegt hierbei darauf, eine möglichst hohe Bauteilvielfalt durch eine modulare Gestaltung aufnehmen zu können. So lässt sich durch die Aufnahmemöglichkeit unterschiedlicher Bauteile die Zahl verschiedener Ladungsträgervarianten senken. Auf diese Weise sollen Entwicklungskosten gespart werden. Erreicht wird dies durch eine Umkonfiguration und den Austausch bestehender Module innerhalb eines La-

dungsträgers (sog. komponententauschende Modularität [2]). Die Möglichkeit, Logistikprozesse durch modulare Ladungsträger effizienter zu gestalten, wird selten betrachtet. Ebenso verfolgen bestehende Projekte hauptsächlich die Modularisierung von Sonderladungsträgern für Großbauteile.

Für die Kleinteilelogistik sind derartige Konzepte ungeeignet, da die bereits standardisierten Behälter eine innere Flexibilität des Ladungsträgers nur selten erfordern. Im Rahmen dieses Artikels soll ein neuer Modularisierungsansatz vorgestellt werden, welcher zur Reduzierung der Logistikflächen und des Personalaufwands führen kann. Hierbei werden verschiedene autark funktionierende Ladungsträgermodule über eine Verbindungsmöglichkeit zu einem individuellen Ladungsträgerverbund kombiniert, der sich so dem jeweiligen Bedarf anpassen lässt (sog. regionale Modularität [2]).

Konzeptvorstellung

Die Basis des modularen Konzepts bilden unterschiedliche Ladungsträgermodule, welche verschiedene Funktionen aufweisen und unabhängig voneinander eingesetzt werden können. Über einen seitlich platzierten Verbindungsmechanismus, der mittels eines Hebels eine feste und formschlüssige Verbindung ermöglicht, können mehrere Module in einer Reihe miteinander gekoppelt werden. Durch die Kombination verschiedenartiger Module entsteht ein individueller Ladungs-

Bild 1. Gerenderte Darstellung eines Kleinteilemoduls, eines Kommissioniermoduls und eines Langteilemoduls (v.r.n.l.)

trägersverbund, der sich in Größe und Funktion an den jeweiligen Bedarf anpassen lässt.

Der Verbindungsmechanismus nimmt eine zentrale Rolle der Entwicklungsarbeit ein. Er muss einfach und schnell zu betätigen sein und für eine stabile Verbindung sorgen. Als wichtige Anforderung wurde dabei die Zentrierung und Ausrichtung der zu verbindenden Module identifiziert, da ein exaktes Positionieren durch den Anwender in der Praxis zu aufwändig ist. So ist mit einem gewissen Versatz bzw. Abstand der Module untereinander zu rechnen, der durch die Betätigung des Mechanismus ausgeglichen werden soll. Dies wurde entsprechend umgesetzt, sodass die Module bei der Betätigung des Mechanismus sowohl zusammengezogen als auch seitlich zentriert werden.

Das Konzept bietet die Möglichkeit, unter Wiederverwendung der seitlichen Verbindungsschnittstellen, die Module unabhängig voneinander zu gestalten. Dabei kann die Breite und innere Beschaffenheit frei den jeweiligen Bedürfnissen angepasst werden. Auf diese Weise lässt sich in einem gemeinsamen Ladungsträgersverbund eine maximale Vielfalt an Bauteilen transportieren. Neben der maximalen noch handhabbaren Gesamtlänge des Ladungsträgersverbundes ist die Zahl der koppelbaren Module durch die zunehmende Zahl an Rollen und den damit steigenden Roll- und Lenkwiderstand beschränkt. Derzeit wird von maximal drei Modulen ausgegangen, die miteinander gekoppelt werden können

und im Verbund noch zu handhaben sind. Die verschiedenen Module werden nachfolgend vorgestellt.

Kleinteilemodul

Das Kleinteilemodul (Bild 1, links) ist für den Transport von Kleinteilen, vornehmlich in Euronormbehältern, vorgesehen. Es kann Behälter bis zu einer Größe von 600 mm x 400 mm aufnehmen und ver-

fügt über mehrere steckbare Behälterablagen, die sich im Rastermaß von 155 mm einschieben lassen. Dies ermöglicht die effiziente Nutzung verschiedenhoher Behälter durch ein entsprechendes Anpassen der Fachhöhen. Das Kleinteilemodul verfügt über eine maximale Kapazität von bis zu zehn Behältern der Höhe 120 mm. Haltelaschen am darüberliegenden Boden verhindern ein Herausfallen

Bild 2. Gerenderte Darstellung eines Kleinteilemoduls mit einem Kommissioniermodul im gekoppelten Zustand

Bild 3. Vergleich der Logistikprozesse mit herkömmlichen Ladungsträgern gegenüber dem vorgestellten modularen Ladungsträger

der Behälter und erlauben einen schrägen Auszug (Bild 2). Dies erlaubt den ergonomischen Zugriff auf den Inhalt für die Bestückung oder Entnahme und spart gegenüber herkömmlichen Teleskopschienen Gewicht und Kosten.

Die Breite des Ladungsträgermoduls wurde auf 600 mm festgelegt. Eine geringere Breite ist aufgrund der zu gewährleistenden Standsicherheit nicht möglich. Weiterhin orientiert sich die Modulbreite an einer möglichst guten Raumausnutzung im LKW ohne zusätzliche Ladehilfsmittel. So finden bis zu vier Module nebeneinander auf der Ladefläche eines Standard-LKW Platz.

Kommissioniermodul

In der manuellen Kommissionierung in Fachbodenanlagen werden überwiegend spezielle Kommissionierwagen eingesetzt, da andere Anforderungen bestehen als an einen ausschließlich für den Transport vorgesehenen Ladungsträger. Vor allem die erforderliche Technik wie Barcodescanner, Bildschirm oder Drucker erfordern zusätzlichen Stauraum. Aber auch für Tätigkeiten wie Zählen, Verpacken oder Beschriften werden zusätzliche Materialien und eine Arbeitsfläche benötigt. Mit herkömmlichen Ladungsträgerkonzepten erfordert dies einen Kommissionierwagen, welcher die zusätzlichen Anforderungen erfüllt und entsprechend ausgestattet ist. Nach abgeschlossener Kommissionierung ist hierbei jedoch das Umpacken der bestückten Behälter auf den Transportladungsträger erforderlich, was zusätzlichen Personalaufwand verursacht.

Für diesen Einsatzzweck wurde das Kommissioniermodul (Bild 1, Mitte) entwickelt, welches Platz für sämtliche Technik und Materialien bietet und somit für einen optimierten Kommissionierprozess sorgt. Es verfügt über ausreichend Stauraum für Verpackungsmaterialien oder sonstige Hilfsmittel, die beim Kommissionieren benötigt werden. Ein Tablethalter ermöglicht die Anbindung an das Materialflusssystem. Außerdem bietet eine Arbeitsfläche die Möglichkeit für weiterführende Tätigkeiten, wie z. B. Verpacken oder Beschriften. Auf einen rechtsseitigen Kopplungsmechanismus wurde zugunsten des Gewichts und der besseren Zugänglichkeit der Arbeitsfläche verzichtet. Dies führt dazu, dass sich nur eine der beiden Seiten des Kommissioniermoduls mit weiteren Modulen koppeln lässt.

Langteilemodul

Der Transport länglicher oder sperriger Bauteile erfordert in der Regel einen speziellen Ladungsträger, der entsprechend große Bauteile aufnehmen kann. Der zeitgleiche Transport mit Kleinteilen, die oft in einem gemeinsamen Fertigungsabschnitt benötigt werden, ist hierbei nicht möglich. Für diesen Zweck wurde das Langteilemodul (Bild 1, rechts) konzipiert, welches längliche Bauteile bis zu einer Länge von 1,6 m aufnehmen kann. Die Bauteile werden aufrecht in den Ladungsträger gestellt und lassen sich mit den integrierten Haltearmen für den Transport fixieren. Diese Arme können an verschiedenen Positionen in der Modulrückwand eingehängt werden und

sind dadurch äußerst flexibel an die zu transportierenden Bauteile anpassbar. Durch das Hinzufügen weiterer Langteile- oder Kleinteilemodule wird der gemeinsame Transport sehr vielfältiger Bauteile und eine gute Skalierbarkeit erreicht.

Innovation im Vergleich zu bestehenden modularen Ladungsträgern

Der Einsatzbereich des vorgestellten Ladungsträgerkonzeptes ist vorrangig in der produktionsversorgenden Kleinteilelogistik angesiedelt. Besonders bei einem hohen Anteil manueller Logistikprozesse ergeben sich durch die Modularität Möglichkeiten, Personalaufwand und Logistikflächen zu reduzieren.

Gegenüber starren Ladungsträgerkonstruktionen, die bei variierenden Transportvolumen häufig nicht voll ausgelastet sind, bietet das modulare Konzept die Möglichkeit der flexiblen Anpassung der Ladungsträgerkapazität an den jeweiligen Platzbedarf. Diese Skalierbarkeit führt zu einem höheren Volumennutzungsgrad und reduziert damit sowohl den Bedarf an Logistikflächen als auch den Personalaufwand für Transporte. Hinzu kommt die Möglichkeit der Kombination unterschiedlicher Ladungsträgermodule für verschiedene Bauteilgeometrien. Während der Transport von Behältern und Langteilen bisher über separate Ladungsträger abgewickelt werden musste, können mit dem neuen Konzept unterschiedlichste Bauteile in einem gemeinsamen Ladungsträgerverbund durch die Verbindung der entsprechenden Module

transportiert werden. Neben den logistischen Vorteilen schafft dies die Möglichkeit der bedarfsgerechten Versorgung der Produktion.

Das vorgestellte Kommissioniermodul dient als Erweiterungsmodul des Kleinteilemoduls für das manuelle Kommissionieren in Fachbodenanlagen. Durch die temporäre Kopplung werden sämtliche für die Kommissionierung erforderlichen Hilfsmittel bereitgestellt. Ferner können die zu kommissionierenden Artikel direkt auf den finalen Transportladungsträger für die Produktionsversorgung geladen werden. Ein anschließendes Umpacken der Behälter vom Kommissionierwagen auf einen Transportladungsträger, wie es mit herkömmlichen Kommissionierwagen erforderlich ist, entfällt hierdurch. Ebenso lässt sich die Zahl der gekoppelten Module der Größe des Kommissionierauftrags anpassen. Damit können sowohl sehr kleine Aufträge, wie z.B. Eilaufträge, als auch sehr umfangreiche Aufträge effizient bearbeitet werden.

Häufig umfassen Materialbereitstellungsaufträge Bauteile, die aus verschiedenen Lagerbereichen stammen. So liegt allein durch die verschiedenen Lagertechniken wie Fachbodenregal oder automatische Kleinteilelager eine räumliche Trennung der Materialien vor. Bei einem gemeinsamen Abruf müssen diese Materialien nach der parallel stattfindenden Kommissionierung in der Konsolidierung zusammengeführt werden. Dieser Vorgang erfordert einen teils hohen manuellen Aufwand durch Umpacken, Umbuchen und Sortieren. Durch das vorgestellte modulare Konzept ist das separierte Bestücken einzelner Module in den jeweiligen Lagerbereichen und die anschließende Materialzusammenführung durch ein Koppeln der Module möglich. Das Umpacken einzelner Behälter kann hierdurch gezielt vermieden werden. Neben der Reduzierung des Personalaufwands führt dies zu kleineren Pufferflächen für die Auftragszusammenführung und erfordert eine geringere Menge an Ladungsträgern. Bild 3 zeigt einen Vergleich der Logistikprozesse mit herkömmlichen Ladungsträgern und dem neuen modularen Ladungsträgerkonzept.

Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte modulare Ladungsträgerkonzept ermöglicht zahlreiche Optimierungspotenziale für Logistikprozesse, insbesondere in der produktionsversorgenden manuellen Kleinteilelogistik. Durch die gute Skalierbarkeit und die flexible Nutzung verschiedener Module ist ein höherer Volumennutzungsgrad zu erzielen, der sich wiederum positiv auf Logistikflächen, Personalaufwand und Ladungsträgerbestand auswirkt. Die schnelle Auftrennung und Zusammenführung einzelner Module beschleunigt außerdem logistische Prozessschritte wie die Auftragszusammenführung oder die Materialdistribution auf verschiedene Bauplätze. Die tatsächlich zu erreichenden Einsparungen sind stark von den Gegebenheiten des jeweiligen Logistikstandortes abhängig. Eine konkrete Bewertung des Einsparpotenzials muss daher in enger Zusammenarbeit mit interessierten Logistikpartnern stattfinden.

Eine prototypische Realisierung des Kleinteile- und Kommissioniermoduls wurde bereits umgesetzt. Ihre Fortführung ist für das laufende Jahr mit einem weiterentwickelten Prototyp geplant. Ziel dieser Weiterentwicklung ist eine Reduktion der Herstellungskosten sowie eine Annäherung an die Serienreife. Ebenso soll das vorgestellte Langteilemodul prototypisch realisiert und getestet werden. Sowohl für die testweise Implementierung als auch für die Entwicklungs- und Produktionsbegleitung werden derzeit Firmenpartner gesucht.

Das Konzept des modularen Ladungsträgers ist im Rahmen des DEPOT-Projekts (Digitale Entwicklung, Produktion, Logistik und Transport) innerhalb des Luftfahrtforschungsprogramms V-3 entstanden, welches Ende 2020 abgeschlossen wird. Zusätzlich zu dem in diesem Beitrag vorgestellten Konzept sind die Integration von Sensorik für die Indoor-Lokalisierung und die Zustandsüberwachung der Ladung sowie die Transportfähigkeit mittels fahrerlosem Transportsystem beabsichtigt. Das Projekt DEPOT wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

Literatur

1. Apmann, H.: Agilita – Agile Produktionslogistik und Transportanlagen. AUTONOMIK – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand, 2012

2. Gräßler, I.: Kundenindividuelle Massproduktion: Entwicklung, Vorbereitung der Herstellung, Veränderungsmanagement. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2004, S. 121–124
DOI: 10.1007/978-3-642-18681-3
3. Günthner, W. A.; Chisu, R.; Kuzmany, F.: Trends und Perspektiven in der Intralogistik – 15. Deutscher Materialfluss-Kongress „Intralogistik – Heute – Morgen – Übermorgen“ (VDI-Berichte 1928). VDI Verlag, Düsseldorf 2006
4. Huschebeck, M.: MODULUSHCA – Final Report. PTV Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe 2016
5. Schuh, S.; Kampker, A.; Swist, M.; Braun, T.; Flatau, M.; Attig, P.; Esser, J.; Berners, U.; Hergeth, W.: Schlussbericht ReBox-Pool „Logistikeffizienz durch rekonfigurierbare Sonderladungsträger“. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Aachen 2012
6. Sliwinski, M.; Raabe, C.; Thiel, M.; Hinckeldeyn, J.; Kreutzfeldt, J.: Entwicklung eines modularen Ladungsträgers für Euronormbehälter für die Flugzeugproduktion. Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2019. Online unter <https://www.logistics-journal.de/proceedings/2019/4967> [Letzter Abruf am 20.04.2020]
7. Wilke, M.: Wandelbare automatisierte Materialflusssysteme für dynamische Produktionsstrukturen. Herbert Utz Verlag, München 2006
8. Zeiler, J.: iSLT.NET – Netzwerk für intelligente, modulare Sonderladungsträger. Technische Universität München, Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, München 2017

Die Autoren dieses Beitrags

Martin Sliwinski, M.Sc., ist seit 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Logistik der Technischen Universität Hamburg.

Corin Manuel Raabe, B.Sc., ist Technischer Mitarbeiter am Institut für Technische Logistik der Technischen Universität Hamburg.

Philipp Braun, M.Sc., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter seit 2019 am Institut für Technische Logistik der Technischen Universität Hamburg.

Dr. Johannes Hinckeldeyn ist Oberingenieur am Institut für Technische Logistik der Technischen Universität Hamburg.

Prof. Dr.-Ing. Jochen Kreutzfeldt ist Leiter des Instituts für Technische Logistik an der Technischen Universität Hamburg.

Summary

Modular Load Carriers for the Transport of Small Parts. This article presents a modular load carrier concept for the manual transportation of small parts. Multiple independent modules are provided and can be connected to an individual load carrier unit. This leads to a high flexibility and scalability which reduces logistics area demand and supports lean logistics processes.

Bibliography

DOI 10.3139/104.112359

ZWF 115 (2020) 6; page 418–421

© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
ISSN 0947–0085