

Grenzwertbetrachtung

Alternativen zur Staplerverladung – wann ist eine Automatisierung sinnvoll?

Willibald A. Günthner, Gunther Freudl¹⁾

Die Materialflußtechnik hat in nahezu allen Branchen und Industriebetrieben eine große Bedeutung. Dies gilt ebenfalls für die Getränkeindustrie und hier im Speziellen auch für den Umschlagbereich, in dem infolge oft noch sehr umständlicher und langwieriger Handhabungsvorgänge bei der Be- und Entladung hohe Kosten entstehen. Der stetig steigende Konkurrenzdruck erfordert ein Ausschöpfen der vorhandenen Rationalisierungspotentiale. Durch den Einsatz neuer Technologien lassen sich in diesem Bereich in vielen Fällen noch große wirtschaftliche und logistische Vorteile erzielen.

Die herkömmliche Art der Verladung mit Hilfe von Gabelstaplern oder Handgabelhubwagen wird in nahezu jedem Betrieb eingesetzt. Dieser personal- und kostenintensive Vorgang gewinnt mit steigendem Verladeaufkommen an Bedeutung. Viele Unternehmen sind daher um eine Rationalisierung und Optimierung des Güterumschlags bemüht. Neben der Kostenreduzierung spielen dabei auch noch die Verkürzung der Verlade- und damit auch Wartezeiten, mögliche Arbeitserleichterungen, Fehlerminimierungen und viele andere logistische Ziele eine Rolle.

Diese Ziele können durch eine Modernisierung der „Staplerflotte“, einen effektiveren Materialfluß, den Einsatz technischer Hilfsmittel wie z.B. Datenfunk u.a. erreicht werden. Über mögliche Alternativen zur manuellen Verladung ist indes in den meisten Betrieben entweder noch nicht nachgedacht worden, oder sie sind nicht bekannt.

Eine technische Weiterentwicklung des Stückgutumschlages, die sich bei geeigneten Randbedingungen langsam durchzusetzen beginnt, sind automatische Verladesysteme. In Tabelle 1 sind die Vor- und Nachteile der manuellen und automatisierten Verladung aufgelistet.

Vorteile automatisierter Verladesysteme	Nachteile manueller Verladung
<ul style="list-style-type: none">• Personaleinsparung• Verringerung der Verladezeiten• Erhöhte Verfügbarkeit der Verladesysteme• Geringerer Platzbedarf für die Verladung• Verringerung der Gutbeschädigungen• Verringerung der Fehllieferungen• Anbindung an Lagerverwaltung• Einsparungen bei der Gebäudetechnik (weniger Verladestellen)• Erhöhung des Umschlages• Verladung teilweise außerhalb der Arbeitszeiten möglich, da kein Personal erforderlich	<ul style="list-style-type: none">• Lange Wartezeiten der Lkws• Keine gleichmäßige Auslastung des Personals• Für das Personal teilweise harte körperliche Arbeit unter klimatisch ungünstigen Bedingungen• Hohe Wartungskosten bei Gabelstaplern

Tab.1: Vor- und Nachteile der manuellen und automatisierten Verladung

Grundvoraussetzungen für eine Automatisierung des Stückgutumschlags sind formstabile Förderhilfsmittel und Ladeeinheiten. Diese werden durch die in der Getränkeindustrie eingesetzten Euro-, Industrie-, Brauerei- und sonstige Paletten erfüllt. Auch die eigentlichen Ladeeinheiten, in der Regel Getränkekästen oder geschrumpfte Ladeeinheiten kommen dieser Forderung nach. Somit läßt sich eine grundlegende Eignung für eine Automatisierung feststellen.

Automatische Verladesysteme

Die auf dem Markt angebotenen Systeme lassen sich grundsätzlich unterscheiden nach Tabelle 2:

Art der Verladung	Art der Fördertechnik auf dem Lkw
<ul style="list-style-type: none"> • Heckverladung • Seitenverladung 	<ul style="list-style-type: none"> • Mit auf der Ladefläche installierter Fördertechnik • Ohne auf der Ladefläche installierte Fördertechnik

Tab. 2: Unterscheidungsmerkmale der automatischen Verladesysteme

Systeme zur Heckverladung (in der Regel Einsatz bei Sattelzügen, häufig mit Heckrolltor) werden überwiegend für Komplettladungen, d.h. Transporte mit Vollbe- bzw. -entladung eingesetzt. Fast ausnahmslos besitzen Heckverladesysteme eine auf der Ladefläche installierte Fördertechnik. Auf der Gegenseite wird zur Entladung des Lkw sinnvollerweise ein identisches Verladesystem eingesetzt. Diese Systeme sind überwiegend im innerbetrieblichen Verkehr bzw. Kurzstreckenverkehr zu einem Außenlager im Einsatz, da man hier bei der Entscheidung für eine Automatisierung des Umschlages nicht von anderen Unternehmen abhängig ist. Eine vorstellbare Einsatzmöglichkeit sind z.B. Transporte von der Produktion zu einem in der Umgebung gelegenen eigenen Getränkelager, oder innerbetriebliche Shuttle-Verkehre. Hingegen eignen sich Verladesysteme zur Seitenverladung vor allem für Teilladungen, Fahrten mit unterschiedlichen Zielorten und den parallelen Rücktransport von Leergut. Denkbar ist zum Beispiel die Belieferung eines oder mehrerer Getränkegroßhandel.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Installation einer Fördertechnik auf dem Fahrzeug. Hierbei gilt grundsätzlich, daß Systeme ohne auf der Ladefläche installierte Fördertechnik sich auch für den Langstreckenverkehr eignen, da hier kein unnötiges Gewicht „durch die Gegend“ gefahren wird.

Im folgenden werden einige speziell für die Verladung von Paletten geeignete Verladesysteme an Hand ihrer technischen Eigenschaften kurz beschrieben und zu erwartende Investitionskosten quantitativ miteinander verglichen.

Systeme mit auf der Ladefläche installierter Fördertechnik:

- **Tragkettenförderer** (Bild 1):

Die Ladefläche des Fahrzeuges ist mit Tragkettenförderern (in der Regel vier- oder sechsspurig – je nach Palettenmaßen) ausgerüstet. Nach dem Andockvorgang, Anschluß der Steuerleitungen und Energiezufuhr wird die Verladung automatisch initiiert. Das Rolltor öffnet sich und die schwenkbaren Überbrückungsstücke senken sich zwischen stationärer Seite und Fahrzeug.

¹⁾ Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. A. Günthner leitet den Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik an der Technischen Universität München. Dipl.-Ing. G. Freudl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Lehrstuhl.

Die quer angeordneten Paletten werden vollautomatisch in das Fahrzeug gefördert. Eine zusätzliche Ladungssicherung ist in der Regel nicht erforderlich. Dieses System eignet sich jedoch nur für die Verladung von Paletten zur heckseitigen Be- und Entladung. Ein vollständiger Lade- bzw. Löschvorgang dauert bei 32 Paletten ca. 2 - 3 min. Die Kosten für ein solches System belaufen sich je nach Ausstattung und Hersteller auf etwa 155 TDM (Sattelaufleger incl. Fördertechnik).



1: Tragkettenförderer

- **Rollenförderer (Bild 2):**

Rollenförderer werden im allgemeinen zur Heckverladung (vierspurig) eingesetzt. Die Heckverladesysteme werden meistens mit pneumatisch heb- und senkbaren Rollen ausgestattet. Während des Lade-, Löschvorganges werden diese angehoben. Gleichzeitig wird die Ladung mittels einer dazwischen liegenden ebenfalls heb- und senkbaren Transportkette in den Lkw gezogen. Nach Beendigung des Vorgangs werden die Rollen und Ketten abgesenkt, weshalb keine zusätzliche Ladungssicherung erforderlich ist. Bei anderen Varianten werden die Rollen direkt elektrisch angetrieben. Bei diesen Systemen ist jedoch eine zusätzliche Ladungssicherung erforderlich. Ein Verladezyklus bei einer Fahrzeuglänge von 13,5 m (entspricht bei diesem System 22 Europaletten längs bzw. 32 Paletten quer) dauert ca. 2 - 3 min. Die Investitionen belaufen sich je nach Ausstattung und Hersteller auf ca. 155 TDM (Sattelaufleger incl. Fördertechnik).



2: Rollenförderer

Systeme ohne auf der Ladefläche installierte Fördertechnik:

- **Portalkran** (Bild 3):

Der Portalkran besitzt zwei vertikal bewegliche Gabelpaare zur Verladung von 2 oder 4 Paletten pro Hubvorgang. Dieses System ist lediglich als halbautomatisch einzustufen, da der erste Be- und Entladevorgang manuell gesteuert werden muß. Die restlichen Spiele werden dann automatisch unterstützt. Die Portalkranverladung eignet sich nur zur Seitenverladung von Paletten. Je nach Hersteller des Krans können bei einer Verladung Euro- bzw. auch andere Palettenarten verladen werden, d.h. es ist die Stellung von unterschiedlichen Ladebildern möglich.

Dieses schienengebundene System existiert sowohl als flurgebundenen als auch als flurfrees System auf dem Markt. Ist eine Anhängerverladung gewünscht, müssen die unterschiedlichen Deichsellängen der Lkw berücksichtigt werden, d.h. es ist ein zweiter manueller Eingriff erforderlich. Für den Lade- bzw. Löschvorgang werden zwischen 4 - 6 min benötigt. Die Investitionskosten liegen je nach Ausstattung zwischen 700 TDM und 1 Mio. DM (incl. Fördertechnik).



3: Portalkran

- **Teleskopgabelförderer** (Bild 4):

Die letzte beschriebene Variante stellt der Teleskopgabelförderer dar. Er wird bedingt durch seine Systemlänge von ca. 7,5 m in der Regel bei Gliederzügen eingesetzt. Die Be- und Entladung von Systemfahrzeug und Anhänger geschieht räumlich getrennt. Zur automatischen Beladung fahren pneumatisch heb- und senkbare Lanzen in Führungsschienen in das Fahrzeug.

Die Europaletten / Rollbehälter werden abgesetzt, anschließend werden die Lanzen zurückgezogen. Sind die Lanzen auf einem Querverfahrwagen installiert, so können mehrere Rampen bedient werden. Der Teleskopgabelförderer wird als Heckverladesystem eingesetzt, ist aber auch als Querverladesystem



4: Teleskopgabelförderer

denkbar. Mit diesem Verladesystem können 27 Europaletten bzw. Rollbehälter in

einer Zeit von ca. 2 - 5 min verladen werden. Ein Querverfahrwagen mit Hubeinrichtung ermöglicht eine Doppelstockverladung an mehreren Toren. Die Kosten für ein System Teleskopgabelförderer mit Querverfahrwagen sind in etwa vergleichbar mit denen für einen Portalkran.

Kostenvergleichsrechnung

Die anfänglich hohen Investitionskosten für automatische Systeme schrecken viele Verloader vor einer Automatisierung ihres Stückgutumschlages ab. Entgegen stehen die kurzen Verladezeiten, die mit diesen Systemen erreicht werden können. Addiert man zu den Be- und Entladezeiten von ca. 3 – 5 min die Nebenzeiten für das Abplanen und Aufplanen der Lkw nach dem Verladevorgang, sowie das An- und Abfahren an/von die/der Verladestelle, werden Standzeiten pro Fahrzeug von ca. 12 - 13 min erreicht. Diese kurzen Verladezeiten ermöglichen jedoch zum Teil erhebliche Einsparungen im Fuhrpark bzw. bei den Personalkosten, so daß je nach Einsatzfall die Gesamtkosten niedriger liegen als bei der Staplerverladung (Tab. 4). Bei der Staplerverladung wird im folgenden Fallbeispiel eine Standzeit pro Fahrzeug und Lkw von 25 min angesetzt. Diese Zeit setzt sich aus der reinen Verladezeit (18 min für 32 Paletten) und den Nebenzeiten, z.B. Anfahren der Lkw an die Verladestelle, das Abplanen der Fahrzeuge u.a. zusammen. Welche Verladetechnik kostengünstiger ist, kann an Hand einer Kostenvergleichsrechnung ermittelt werden. Ein konkretes Fallbeispiel soll dieses Vorgehen verdeutlichen.

Folgendes beispielhaft angenommene Szenario liegt der Berechnung zugrunde: Ein Getränkehersteller transportiert seine Getränkepaletten im Mittelstreckenverkehr von der Produktion zu seinem 50 km entfernt gelegenen Getränkedistributionslager. Die eingesetzten Lkw müssen zwischen dem Ausgangs- und Zielpunkt ihrer Fahrt eine 5 km lange Strecke über Ortsstraßen zurücklegen (Durchschnittsgeschwindigkeit von 25 km/h), der Rest wird auf einer Autobahn mit einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h zurückgelegt. Berücksichtigt man die Beschleunigungs- und Bremsvorgänge, wird eine Fahrzeit von ca. 47 min für die einfache Strecke veranschlagt. Bei einem Verladeaufkommen von 250 Pal/h und einer Ladekapazität der Fahrzeuge von 32 Paletten müssen 8 Lkw je Stunde zur Verladung zur Verfügung stehen.

	Variante Portalkran	Variante DFG-Stapler
Verladeaufkommen in Pal/h	250	
Ladekapazität der eingesetzten Fahrzeuge in Pal/Fahrzeug	32	32
Zeit für einen Verladezyklus in h	2,01	2,41
Anzahl der erforderlichen Lkws	16	19
Verladeleistung der Systeme in Pal/h	348	90
Anzahl der erforderlichen Portalkrane bzw. DFG-Stapler ²⁾	2	6
Beschäftigungsgrad des Verladepersonals durch die Verladung in %	71,88	78,13 ³⁾

Tab. 3 Ausgangsdaten

²⁾ Es werden Produktion und Lager berücksichtigt.

³⁾ Verhältnis von Gesamtverladezeit je Stapler pro Jahr zur Jahresarbeitszeit.

Multipliziert mit der Zeit für einen Verladezyklus⁴⁾ berechnet sich daraus die jeweilige Anzahl der erforderlichen Lkw. Aus dem Verhältnis von Verladeaufkommen und der -leistung des Systems pro Stunde ergibt sich die Anzahl der erforderlichen Verladeanlagen bzw. Stapler je Umschlagbereich (Tab.3). Verglichen wird eine automatische Verladung mit einem Portalkran (s. Bild 3) und eine manuelle Verladung mit einem Sitzstapler mit 2-fach Gabel jeweils im Einschicht-Betrieb. Die Berechnung der Kosten für den DFG-Stapler sind der VDI-Richtlinie 2695, die Ermittlung der Zeitrictwerte der VDI-Richtlinie 2391 entnommen. Für die Berechnung der Umschlagleistung wird die Beladung eines Lkw mit Palettenentnahme von einem Kettenförderer oder einer Rollenbahn, mittlerem Fahrweg von 15 m und Absetzen der Paletten auf dem Fahrzeug angenommen. Als tatsächliche Arbeitszeit werden 3000 s je Stunde angesetzt, die restliche Zeit sind Nebenzeiten.

	Variante Portalkran	Variante DFG-Stapler
1. Investition		
• 1 Lkw	200.000 DM	200.000 DM
• 1 Portalkran	700.000 DM	–
• Erforderliche Fördertechnik (Zuführung für Portalkran)	300.000 DM	–
• 1 Stapler	–	83.650 DM
Summe ⁵⁾	5.200.000 DM	4.301.900 DM
2. Feste Kosten p.a.		
• Afa (5 Jahre)	1.040.000 DM	383.422 DM ⁶⁾
• Zinsen (6% der ½ Investition)	156.000 DM	125.763 DM ⁶⁾
Summe	1.196.000 DM	964.185 DM
3. Betriebsabhängige Kosten p.a.		
• Reparatur, Wartung, Energie ⁵⁾	659828 DM	763.206 DM
• Fahrerlöhne ⁷⁾	1.046.250 ⁶⁾ DM	1.421.250 DM ⁶⁾
Summe	1.706.078 DM	2.184.456 DM
4. Gesamtkosten bei 1-Schicht betrieb (1540 h/a)		
• Kosten pro Jahr	2.902.078 DM	3.148.641 DM
• Kosten pro Stunde	1884,47 DM	2044,57 DM

Tab. 4: Kostenermittlung

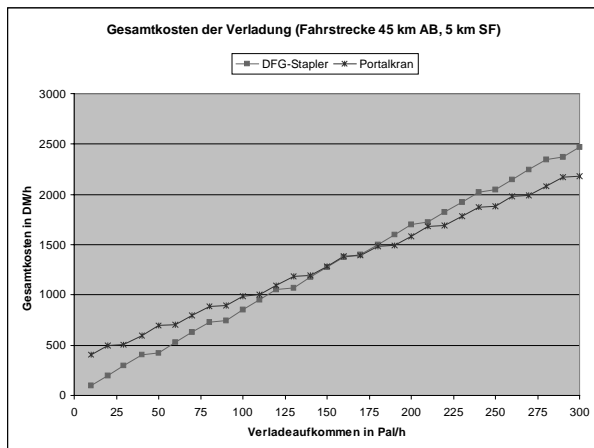
In Tabelle 4 sind für beide Varianten die erforderlichen Investitionen und die Kostenermittlung zusammengestellt. Daraus wird ersichtlich, daß für den geschilderten Fall eine Automatisierung des Umschlags wirtschaftliche Vorteile bietet. Dies verstärkt sich noch, wenn im 2-Schichtbetrieb gearbeitet wird und wenn die i.a. geringeren

⁴⁾ Summe aus Gesamtverladezeiten plus Fahrzeiten zwischen den Verladungen.

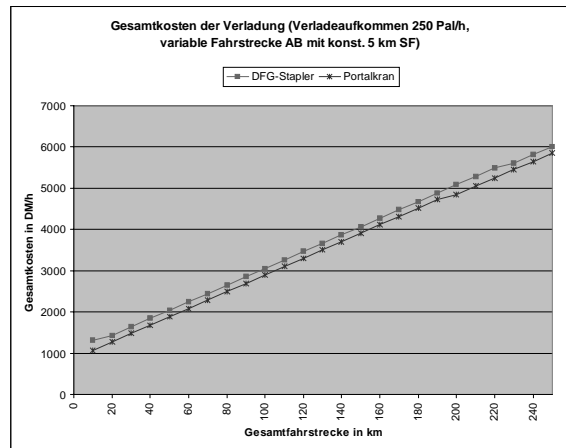
⁵⁾ Es wird sowohl die erforderliche Anzahl Lkws als auch die komplette Fördertechnik berücksichtigt.

⁶⁾ Es wird der aus Tab. 3 berechnete Beschäftigungs- bzw. Einsatzgrad der Verladetechnik berücksichtigt.

⁷⁾ Die Personalkosten für Lkw-Fahrer und Staplerfahrer wurden mit 60.000 DM/a angesetzt.



5: Einfluß des Verladeaufkommens auf die Gesamtkosten



6: Einfluß der Gesamtfahrstrecke auf die Gesamtkosten

Gebäudeinvestitionen mit angerechnet werden. Haupteinflußfaktor auf die Gesamtkosten ist bei dem Vergleich dieser beiden Verladearten das Verladeaufkommen des Unternehmens. Um diesen Einfluß zu verdeutlichen, wird dieser Parameter in Bild 5 variiert. Bei der gegebenen Fahrstrecke von 50 km ist eine Automatisierung mit einem Portalkran ab einem Verladeaufkommen von 170 Pal/h rentabel (Bild 5). Wird das Verladeaufkommen beibehalten und die Fahrstrecke variiert, wobei immer ein fester Anteil von 5 km Stadtfahrt angenommen wird, so ergibt sich der Kostenverlauf von Bild 6. Es ist zu erkennen, daß der Kostenunterschied relativ konstant bleibt, was auf die vergleichbaren „Unterwegskosten“ der beiden Varianten zurückzuführen ist.

Fazit

Mit der Automatisierung des Stückgutumschlages können Verladezeiten und –kosten reduziert werden. Ob der Einsatz eines solchen Systems aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll ist, muß im Einzelfall geprüft werden, denn die unterschiedlichen Einsatzfelder lassen keine allgemein gültige Aussage zu. Die Kostenvergleichsrechnung ist für den Einzelfall anzupassen; das oben beschriebene Beispiel kann jedoch eine Orientierungshilfe geben.

Vor einer wirtschaftlichen Betrachtung steht jedoch die Frage der technischen Realisierbarkeit einer Automatisierung. Für diese Überlegungen existieren bis zu diesem Zeitpunkt noch keine allgemeingültigen Hilfsmittel, welche den Planer bei der Entscheidung unterstützen. Ein solches Planungshilfsmittel wird zur Zeit am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluß Logistik der Technischen Universität München entwickelt. Dieses Projekt wird mit Mitteln des BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft) unter der AiF-Nr. 11440 N gefördert.

Bildnachweis:

- Bild 1: Fa. Kramer, Herford
- Bild 2: Fa. ACTe, Hilzingen
- Bild 3: Fa. MAN Logistics, Heilbronn
- Bild 4: Fa. Schier, Hövelhof