

Simulation eines Containerterminals

Ein neuartiges Umschlag- und Lagersystem soll leistungsfähigere Containerterminals an der Schnittstelle Zug-LKW ermöglichen. In einer Diplomarbeit am Institut für Managementwissenschaften der TU-Wien überprüfte Philipp Weiser in einer Simulation die geplante Anlage

Von Philipp Weiser

Trotz zahlreicher politischer Bekenntnisse zur Verlagerung des Güterverkehrs weg von der Straße, stagniert das Transportvolumen auf der Schiene.

Gerade 7 km/h erreicht ein Container beim Transport durch Deutschland

Viele große Kunden, wie die Deutsche Post AG haben sich gegen den Transport auf der Schiene entschieden, oft aufgrund zu geringer Transportgeschwindigkeiten. So wurde festgestellt, dass der Transport eines Containers quer durch Deutschland (Nord-Süd) auf der Schiene eine durchschnittliche Geschwindigkeit von nur 7 km/h erreichte. Dieses schlechte Ergebnis ist vor allem auf den großen Aufwand beim Umrangieren der Wagons bei der Zugumbildung, sowie auf die Probleme beim selektiven Bereitstellen der Ladeeinheiten (LE) zurückzuführen. Flexible Terminalkonzepte sollen durch eine engere Kopplung der unterschiedlichen Verkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschiffahrt den Gütertransport in diesem Bereich wieder konkurrenzfähig machen. Dabei darf der Geschwindigkeitsaspekt nicht übersehen werden. Die Bahn hat zwar auf der Strecke die höhere Durchschnittsgeschwindigkeit als der LKW, muss aber den Nachteil des hohen Zeitanteils durch den Vor- und Nachlauf (Umschlag im Terminal, Verschub, etc.) gegenüber dem durchgehenden Haus / Haus-Verkehr des LKW aufholen.

Ein Lösungsansatz sieht die Einführung eines europaweiten Linienzugsystems vor. Die Grundidee eines Linienzugsystems ist die Einführung

von fixen Güterverkehrslinien als Netzwerk, mit einer dichten Folge von getakteten Blockzügen. Ähnlich dem Konzept der Personenzüge. An den Knotenpunkten könnten die LE, so wie Reisende, zu- und aussteigen. Die aufgrund von Zugumbildungen entstehenden Verzögerungen ließen sich dabei zum großen Teil vermeiden. Grundlage für solch ein Linienzugskonzept sind Terminalsysteme, die Züge in sehr kurzer Zeit be- und entladen können, idealer Weise sollte ein



Abb. 1 Modular aufgebauter Container-Terminal im Modell

Ganzzug innerhalb einer Stunde umgeschlagen werden können. Eine Vorgabe, an der bestehende Terminals derzeit scheitern.

Eine neue Entwicklung verspricht nun eine Lösung, die mit geringem logistischem Aufwand einen schnellen Zugriff auf alle eingelagerten LE bieten soll. Dieses, modular aufgebaute „Dynamisches Container Umschlag System (DCUS)“ wurde von der Linzer Firma „HUBAUER heavy weight logistics GmbH“ entwickelt. Kernstück

der Anlage sind einzelne DCUS- Module mit einer Lagerkapazität von je 20 LE bis zu einer Größe von maximal 40ft. In Ergänzung dazu sind auch kleine Module vorgesehen, die für 20ft-LE ausgelegt sind (Siehe Kasten „Arbeitsweise des Terminals“).

Terminal ist Schlüssel für Linienzugskonzept

Der Clou dabei ist die modulare Erweiterbarkeit des Terminals, der mit einem steigenden Bedarf mitwachsen kann. Die Endausbaustufe eines ganzen DCUS- Terminals besteht aus mehreren in Reihen angeordneten Modulen, die, aufgrund ihres T-förmigen Grundrisses, überlappend angeordnet werden. Die Be- und Entladung kann dabei von beiden Seiten erfolgen. Eine Seite der Modulstrasse dient dem Umschlag von Containerzügen. Auf der gegenüberliegenden Seite werden ausschließlich LKW abgefertigt. (Abbildung 1 und 2)

Auf der Zug-Seite befindet sich ein Verladegleis für Züge bis zu einer Länge von 700m. Die Umlagerung erfolgt mit zwei Brückenkränen, die auf einer Länge von 350m operieren können. Ein Zug mit 700m Länge kann also in zwei Abschnitten entladen werden.

Die zwei Brückenkräne auf der LKW-Seite können, aufgrund des kürzeren Einsatzbereiches, für deutlich geringere Fahrgeschwindigkeiten ausgelegt werden. Alternativ ist ein Umschlag mit der A-Stütze (Universelle Container / Wechselbehälter Verlade- und Transportvorrichtung für Standard LKWs) möglich.

Wegen des innovativen Charakters des Lagersystems, sowie der Tatsache, dass noch keine Erfah-

rungswerte aus dem praktischen Einsatz eines solchen Terminals existieren, konnte die Leistungsfähigkeit nur sehr grob abgeschätzt werden. In einer Simulationsstudie galt es nun, ein Terminal in einer Weise zu modellieren, die es erlaubt, mit möglichst wenig Modulen die tatsächlich erreichbare Umschlagleistung abzuschätzen, sowie mögliche Einschränkungen und im Praxisbetrieb auftretende Probleme, speziell bei Erreichen der Maximalkapazität bzw. dessen Überschreitung frühzeitig zu erkennen, um die modulare Konfiguration des

DCUS – Modul – Terminal – Konzeptes wirtschaftlich zu optimieren. Als Eingangsparameter sollten vor allem die Zugsankünfte, die Zugkapazitäten, sowie Ankunftsfrequenzen der LKWs variierbar sein.

Auch wenn eine Gegenüberstellung verschiedener Aufstellungsvarianten (z.B. die Anzahl der Module und Kräne) nicht Ziel der Studie war, so sollte doch die Simulation für weitere Untersu-

chungen mit geringem Aufwand auf neue Varianten anzupassen sein.

Bei den Ergebnissen galt das besondere Interesse den sich ergebenden Auslagerzeiten für angeforderte LE, den Wartezeiten der LKW, der Dauer der Zugsabfertigung, der Auslastung der Kräne und der erreichbaren Umschlagleistungen.

In der Studie wurde ein Terminal, bestehend aus acht DCUS - Lagermodulen, modelliert. Um die sich je nach Tageszeit unterscheidenden Belastungsarten beurteilen zu können, wurden jeweils ganze Tage mit einer Betriebszeit von 6 bis 22 Uhr (2 Arbeitsschichten à 8 h =16 h) simuliert und die Art der Auslastung je nach Tageszeit verändert (Abbildung 3 und Tabelle 1). Durch die stochastische Verteilung der LKW-Ankünfte und dadurch, dass in der Simulation 60% der LKW mit zwei LE beladen waren, ergaben sich dadurch Spitzenwerte von bis zu über 50 LE pro Stunde, die alleine auf Seite der LKW umgeschlagen werden mussten. Insgesamt führen im Schnitt 310 LKW pro Tag den Terminal an (das entspricht einem Umschlag von knapp 500 LE pro Tag und somit einer Jahreskapazität von 130.000 bis 150.000 LE).

Vom Modell zur Simulation

Da der Terminal vor allem als Schnittstelle zwischen internationalem Bahntransport und regionaler Auslieferung mittels LKW fungieren soll, entfällt der Großteil der auf Zug-Seite umgeschlagenen LE auf „Ganzzüge“. Mit

Zeit	Zugsart	Intervall	LE
6:00	100	02:00	+ 64
8:00	100	02:00	+ 64
10:00	100	1:30	+ 64
11:30	20	00:45	+7 / -7
12:15	40	00:45	+12 / -12
13:00	20	00:45	+7 / -7
13:45	40	00:45	+12 / -12
14:30	20	1:30	+7 / -7
16:00	101	2:00	- 64
18:00	101	2:00	- 64
20:00	101	2:00	- 64

Tab.1 Simulierte Zugfolge

einer Länge von 700 m fassen diese 64 LE. Dies entspricht einer theoretischen Maximalkapazität, die in der Praxis nur unter sehr speziellen Voraussetzungen erreicht wird. Die praktische Maximalkapazität liegt mit 51 LE, um 20 % darunter. Wie in der gesamten Simulation wurde hier bewusst der schlechtest mögliche Fall angenommen um sicherzustellen, dass mit dem Realsystem zwar, durch geeignete Optimierungsmaßnahmen, eine höhere Leistung als in der Simulation möglich ist, dieses jedoch keinesfalls schlechter arbeitet als das simulierte Modell.

Da die zwei zugseitigen Kräne nur einen Bereich von 350 m bedienen können, müssen Ganzzüge in 2 Abschnitten gelöscht werden. Zwischen 6

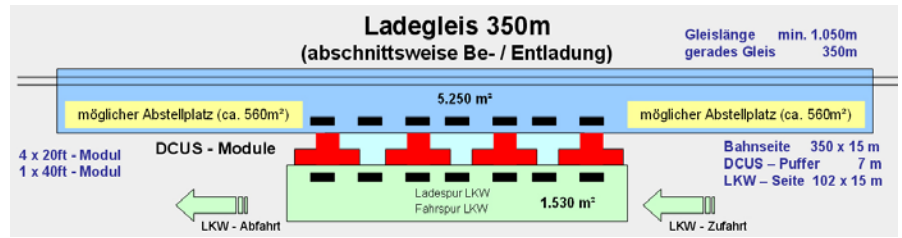


Abb. 2 Schematischer Grundriss eines modularen Containerterminals

und 11 Uhr werden mit Ganzzügen LE angeliefert, während sie auf LKW-Seite vor allem abgeholt werden.

Nach der ersten Stoßzeit wird ein Regionalverkehr angenommen, bei dem von Linienzügen einzelne LE be- und entladen werden. Auch auf LKW-Seite werden LE ein- und ausgelagert. Außer regional verkehrenden Zügen könnten auch Logistikanbieter auf Langstrecken zusätzliche Transportdestinationen in der Mitte der Strecke anbieten, wobei der Zug dort mit kurzem Zwischenhalt abgefertigt werden kann.

Die Intensität ist auf Zug-Seite durch die Fahrpläne regionaler Züge sowie deren Beladung, auf LKW-Seite wieder durch die Verteilung der LKW-Ankünfte gegeben. Gegen Tagesende werden drei Ganzzüge beladen und damit der Lagerinhalt des Terminals geleert.

Auch mit diesen Einschränkungen bleibt die Struktur des Terminals einigermaßen komplex, da in jedem Modul mehrere Umlagerprozesse parallel laufen können. Bei der Entscheidung, wann welcher Prozess als nächster gestartet wird, musste darauf geachtet werden, dass anstehende Einlagervorgänge nicht die Auslagerung blockieren können, und, dass die Auslagerung möglichst häufig mit einer Einlagerung kombiniert wird. Zusätzlich war bei der Programmierung sicherzustellen, dass keine „unmöglichen“ Zustände in der Simulation auftreten können, obwohl eine fiktive Maximalkapazität angenommen wurde, die um 20% über dem optimierten maximalen Realsystem liegt.

Programmierung der Simulation mit GPSS

Die Programmierung wurde mit der Simulationssprache GPSS (General Purpose Simulation System) umgesetzt. Als Simulationsumgebung diente das Programm „GPSS World Personal Version 5.0.3“ der Firma Minuteman Software. Obwohl sich die Codierung von GPSS seit den Ursprüngen in den 1960er Jahren im Prinzip nicht verändert hat, ist die Sprach auch für komplexe

und umfangreiche Simulationen sehr gut geeignet. Viele der von GPSS verwendeten Einheiten und Begriffe bilden auch die Grundlage anderer Programme der diskreten Simulation, auch wenn sie sich im Namen und in einzelnen Details unterscheiden.

Einschränkend darf nicht unerwähnt bleiben, dass GPSS-Programmcode leicht unübersichtlich wird, was sich vor allem bei der Fehlersuche unangenehm bemerkbar macht. Auch unterstützt GPSS keine Animation. Dies ist allerdings nicht zwangsläufig als Nachteil zu sehen, da eine explizite räumliche Zuordnung der einzelnen Programm-Blöcke entfällt, was eine flexiblere Programmierung ermöglicht und auch den Ablauf der Simulation beschleunigt.

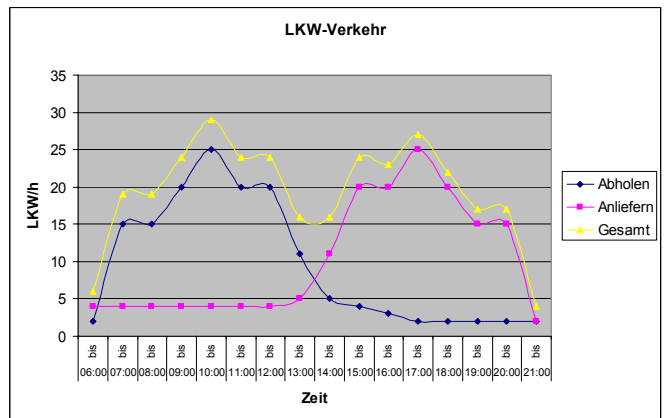


Abb. 3 Tägliche Verteilung der LKW-Ankünfte

Über 14.000 einzelne Umlagerungen wurden simuliert

Um Daten von statistischer Relevanz zu gewinnen, wurden dreißig unabhängige Simulationsläufe durchgeführt. Die dabei gewonnenen Textdateien wurden in MS-Excel Tabellen zur weiteren Bearbeitung importiert. Soweit die in MS-Excel integrierten Funktionalitäten nicht ausreichten, erfolgte die statistische Auswertung der Daten mit den Programmen „Analyse-it“ und „Crystal Ball“.

Bei dreißig Simulationsläufen wurden insgesamt über 14.000 Umlagerprozesse simuliert, deren Messungen als Datenbasis zur Verfügung stehen. Auszugsweise sind einige der wichtigsten Erkenntnisse hier angeführt:

Die Wartezeit der anliefernden LKW bewegte sich durchwegs im Bereich von unter einer Minute, 88% der LE konnten ohne Verzögerung sofort zu einem Modul zur Verladung zufahren. Die

Bedienung der LKW bei der Abholung dauerte vom Zeitpunkt der Anforderung einer LE bis zur fertigen Beladung auf dem LKW im Durchschnitt 11,3 Minuten. (Basis: 120% der realistischen Auslastung!)

Die Entladung eines, mit 64 LE voll beladenen Zuges inklusive Ein-, Aus- und Weiterfahrt am Verladegeleis dauerte zwischen 62 und 82 Minuten (Mittelwert: 70,11 min. Überraschender Weise lag der Wert für die am Nachmittag verkehrenden Züge, die jeweils 64 LE zur Auslagerung anfordern, sowohl bezüglich des Mittelwertes (105 min), als auch der Streuung der Werte (sie lagen zwischen 80 und 142 min) auffällig weit über den Ergebnissen der Einlagerung (Abbildung 4). Während alle anderen Ergebnisse den Erwartungen im Großen und Ganzen entsprachen, war dieses Ergebnis überraschend und es galt zu klären, ob es eine Folge der getroffenen Annahmen war, oder ob das Realsystem sich ebenso verhalten würde.

Einige Ergebnisse überraschen

Bald wurde klar, dass einige der getroffenen Annahmen, bei denen jeweils vom Ungünstigsten aller Fälle ausgegangen wurde, sich gerade in diesem Punkt summieren. Manche Ursachen können dabei im Realsystem leicht vermieden werden, bzw. treten in der Form gar nicht auf. So wurden in der Simulation ausschließlich IST-Daten verwendet, d.h. die Auslagerung wurde erst gestartet, wenn der Zug bereits aufs Verladegeleis einfährt. Tatsächlich kann jedoch schon

davor begonnen werden die LE vor den Modulen bereitzustellen. In diesem Zusammenhang wäre es auch möglich, die LE am Anfang und Ende des Zuges, die einen besonders langen Transportweg benötigen, bereits vor Ankunft des Zuges neben dem Gleis bereitzustellen und so die Verladezeit deutlich zu verkürzen. Ziel wäre es einen Linienzug garantiert in unter einer Stunde komplett umzuschlagen.

Eine andere Ursache erfordert auch beim realen Terminal einen größeren planerischen Aufwand: Bei Ankunft eines Zuges, werden immer 32 LE eines Abschnitts auf einmal zur Auslagerung angefordert. Dies geschieht in der Simulation nach dem Zufallsprinzip. Der optimale Fall, dass in jedem Modul genau 4 LE angefordert werden ist dabei höchst unwahrscheinlich. Die Wahrscheinlichkeit, dass in zumindest einem Modul acht oder mehr LE angefordert werden, liegt hingegen bei über 30%. Für die Gesamtverladedauer ist jedoch das Modul mit den meisten auszulagernden LE maßgeblich. Auch die Auslagerdauer für jede einzelne LE steigt, wenn mehrere hintereinander aus dem gleichen Modul kommen, vor allem, wenn auf LKW-Seite gleichzeitig LE ausgelagert werden müssen.

Werden bereits beim Einlagern LE desselben Zuges gleichmäßig auf die einzelnen Module aufgeteilt, kann das Realsystem nochmals deutlich beschleunigt werden.

Trotz des großen Verbesserungspotentials, konnte hier, mithilfe der Simulation, ein neuralgischer Punkt des Systems gefunden werden, dem bei der Planung ein besonderes Augenmerk beizumessen sein wird.

Die Ergebnisse belegen, dass das untersuchte Terminalsystem in der Lage ist, auch hohe Umschlagleistungen zu erreichen. In der Simulation bewältigte der Terminal einen Durchsatz von etwa 60 LE pro Stunde, wobei dieser Wert bei der Umlagerung in einer vorgegebenen Richtung erreicht wurde. Dabei wurden auch Belastungsspitzen noch gut ausgeglichen. Ein stetiger Strom an LE in einer Richtung durch den Terminal stellt somit den optimalen Belastungsfall dar, der aber in der Praxis nur sehr eingeschränkt umgesetzt werden kann.

Kommen Ein- und Auslage-

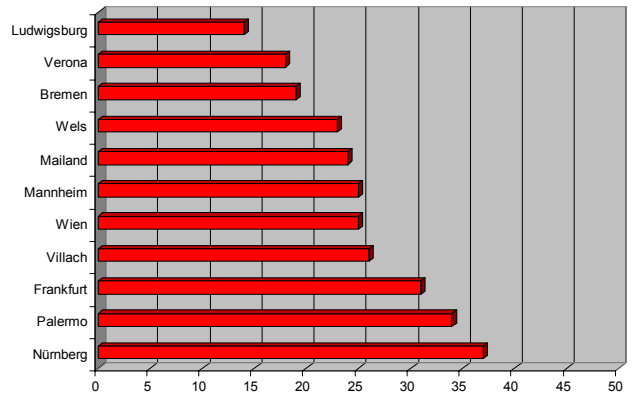


Abb. 5 Aufenthaltszeiten in Minuten des LKWs bei der Abfertigung in europäischen Terminals (Quelle: TransCare)

rungen auf beiden Seiten gleichermaßen vor, wird die Leistungsfähigkeit des Terminals eingeschränkt. Der Grund dafür ist vor allem in der einfachen Lagerhaltungsstrategie des simulierten Modells zu suchen, da zur Auswahl des nächsten Prozesses innerhalb der Module keine Optimierungsverfahren eingesetzt wurden. Auch wurden Informationen über zukünftige Aufträge nicht in die Prozessplanung aufgenommen. Im Realsystem kann jedoch sehr wohl eine vorausschauende Planung umgesetzt werden, da, vor allem auf der Zug-Seite, fixe Fahrpläne vorliegen.

Der Terminal bewältigt auch eine hohe Frequenz

Die größten Einschränkungen ergaben sich bei der Auslagerung auf der Zug-Seite. Um mit der Einlagerung vergleichbare Verladezeiten zu erreichen, empfiehlt sich die Verwendung eines Pufferlagers, in dem LE eines Zuges bereits vor dessen Ankunft, parallel zum Gleis bereitgestellt werden können. Dabei reicht die Ausfahrtzeit des ersten und die Einfahrtzeit des nachfolgenden Zuges aus, um ein Auffüllen des Pufferlagers zu ermöglichen.

Durch die klare Trennung von Zug- und LKW-Seite ergibt sich auch die Möglichkeit, die Arbeitszeiten auf beiden Seiten unterschiedlich zu gestalten, und somit jederzeit eine optimale Leistung zu erreichen. Ganzzüge können so in den Nachtstunden umgeschlagen werden, während unter Tags die volle Kapazität für die Verladung der LKW und die Regionalzüge zur Verfügung steht.

Jedenfalls ist es unumgänglich, die tatsächlich erreichbare Umschlagleistung bei jeder Standortplanung einzeln zu bewerten, da sie sich, je nach Aufstellungs- und Betriebsvariante stark unterscheiden können. Da die für die Steuerung der Umlagerung verwendeten Prozesse noch nicht definiert sind, kann die Studie über das maximal erzielbare Verbesserungspotential naturgemäß keine Aussage liefern. Bei einer Untersuchung von Aufzugssystemen für Palettenlager durch das Zuse-Institut Berlin konnten Aufzügen, die zukünftige Ereignisse in die Planung einbeziehen können, gegenüber normalen Aufzügen, die Aufträge in der Hälfte der Zeit erledigen. Ein

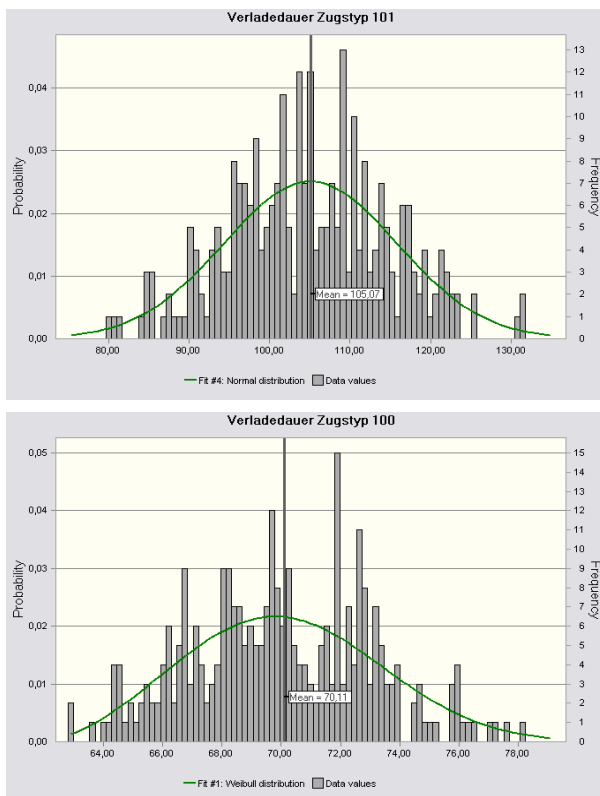


Abb. 4 Unterschiede der Zugsverladedauer bei Be- und Entladung

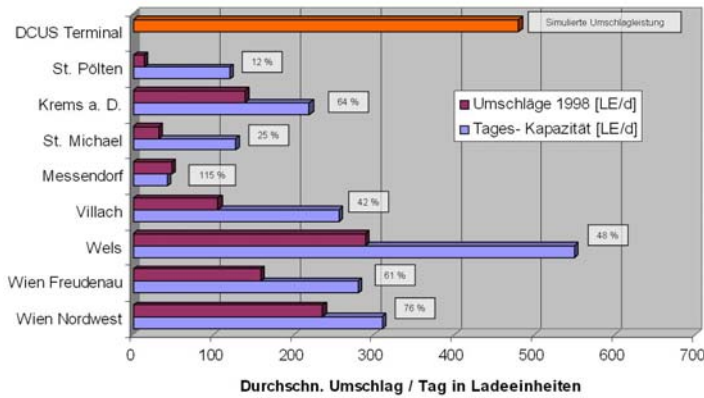


Abb. 6 Vergleich der Simulation mit der Umschlagleistung bestehender Terminals in Österreich

solches Verbesserungspotential ist zwar für den DCUS-Terminal nicht zu erwarten, dennoch hängt die erreichbare Umschlagleistung und die erzielbare Servicequalität stark davon ab, wie es gelingt, eine vorausschauende Planung in die Lagerhaltungsstrategie einzubinden und die passende Dimensionierung der Anlage durch das modulare System des DCUS – Modul – Terminal – Konzeptes (leichte Erweiterbarkeit und bedarfsgerechte Gestaltung) zu finden.

Für eine Beurteilung der Konkurrenzfähigkeit des Terminals können die Ergebnisse mit Kennzahlen bestehender Containerterminals verglichen werden. In Abbildung 5 sind durchschnittliche Bedienzeiten europäischer Terminals gegenübergestellt. Der Wert ist als grundlegendes Maß für die Servicequalität von besonderem Interesse.

stark von Rahmenbedingungen abhängen, die nicht Bestandteil der Simulation waren, belegen die Ergebnisse, dass die technische Leistungsfähigkeit des DCUS - Systems den Betrieb von Terminals mit einer sehr guten Servicezeit ermöglichen könnte. Wenn ein herkömmlicher Terminal an seine Maximalkapazität gelangt, wächst die Umschlagdauer für den LKW exponentiell an, dies ist beim DCUS – Modul – Terminal – Konzept nicht in dieser Ausprägtheit zu erkennen, .

In Abbildung 6 ist die simulierte Umschlagleistung des DCUS-Terminals den Kapazitäten bestehender Terminals, sowie deren tatsächlicher Umschlagleistung (Basis 1998) gegenübergestellt. Das Simulationsmodell erreicht dabei

erwartenden Maximalkapazität.) Obwohl die Servicezeiten

Werte, die derzeit nur von großen Terminals, wie dem Containerterminal Wels erreicht werden können. In Wels wurden, laut der Studie von TransCare 1998 etwa 330 LE/Tag umgeschlagen, wobei der Terminal auf einer Gesamtfläche von 120.000 m² eine Lagerkapazität von 300 TEU im Kranbereich und weiteren 600 TEU im Staplerbereich hat. Das Ergebnis ist insofern bemerkenswert, da sich ein DCUS-Terminal in der simulierten Konfiguration, mit einer Lagerkapazität von 320 TEU, auf einer Gesamtfläche von etwa 15.000 m² realisieren ließe und dabei fast die doppelte Menge umschlagen könnte. (Nur ca. 10% der Fläche bei ähnlicher Maximalkapazität.)

Prototyp lässt auf sich warten

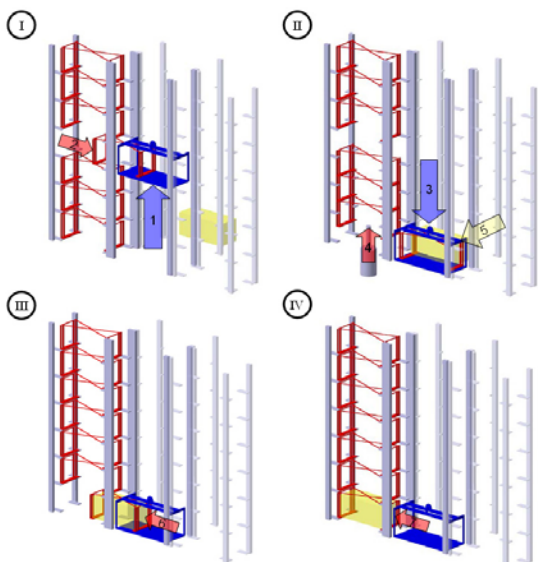
Leider wurde die Entwicklung dieser neuen Technologie vorerst stark zurückgeworfen, da bestehende Förderzusagen, sowohl vom BMVIT, als auch vom ERP-Fonds zurückgezogen wurden. Auch, wenn die technische Machbarkeit unbestritten ist, und bereits große Investoren für das Projekt überzeugt werden konnten, glaubt das BMVIT nicht dran, dass private Investoren kostengünstigere Lösungen umsetzen können, als die ÖBB.

Vertiefende Literatur: Simulation eines dynamischen Container Umschlag Systems mit GPSS World, Diplomarbeit, Philipp H. Weiser, TU-Wien 2005

TransCare GmbH, Wiesbaden (Rationalisierungspotential im Vor- und Nachlauf zum kombinierten Verkehr)

HUBAUER heavy weight logistics GmbH, Linz, Firmeninformationen

Arbeitsweise des Terminals



Jede Einlagerung erfolgt nach dem gleichen Schema:

- I. Die leere Liftplattform fährt hoch, zieht die unterste freie Einlagerbox in den Liftschacht und stellt diese in Ebene 0 bereit.
- II. Die LE wird in die bereitgestellte Box eingeschoben. Gleichzeitig werden die Einlagerboxen im Stapelschacht von der Hydraulik um eine Ebene angehoben.
- III. Die volle Box wird in den in Ebene 0 frei gewordenen Platz im Stapelschacht verschoben.
- IV. Die Einlagerung ist abgeschlossen, die Liftplattform ist bereit für den nächsten Umlagerprozess

Analog dazu erfolgt auch die Auslagerung, auch dabei fährt die Liftplattform immer leer nach oben und voll nach unten.

Ein Modul besteht aus einem Liftschacht, sowie 3 Stapelschächten die T-förmig angeordnet sind. Auf beiden Seiten des Moduls befindet sich je eine Bereitstellungsfläche (Gate), an dem die LE zur Einlagerung angeliefert, bzw. zur Auslagerung bereitgestellt werden.

Jeder Schacht hat 7 Ebenen in denen sich die Einlagerboxen befinden. Die längsseitigen Stapelschächte (Schacht 1 und 2) beinhalten 7 Einlagerboxen. Der querseitige Stapelschacht (Schacht 0) beinhaltet 6 Einlagerboxen, da der unterste Lagerplatz zur Einlagerung freigehalten werden muss. Im Ruhezustand lagert jede Box auf eigenen Schienen im Stapelschacht. Dies ermöglicht es, auch Boxen aus der Mitte des Stapelschachtes auf die Liftplattform auszuführen, ohne andere LE berücksichtigen zu müssen. Die Einlagerboxen werden dabei von einer Umlagervorrichtung verschoben, die sich auf der Liftplattform befindet.

Ein hydraulisches Hubsystem, das sich unter jedem Stapelschacht befindet dient dazu, Einlagerboxen auf die Ebene 1 zu heben. Darüber lagernde Boxen werden bei einem Hubvorgang ebenfalls auf die nächst höhere Lagerebene angehoben. Im zentral gelegenen Liftschacht befinden sich die Auslagerplattform sowie das Aufzugssystem mit dem Gegengewicht. Durch die Gegengewichte ist keine Antriebsenergie notwendig, vielmehr kann das Abbremsen der Plattform zur Energierückgewinnung für die Hubhydraulik verwendet werden. Die Verwendung von Einlagerboxen ermöglicht auch die Einlagerung von anderen genormten LE, wie z.B. Wechselaufbauten, da die LE nicht aufeinander abgestellt werden.



HUBAUER heavy weight logistics GmbH
Austria - 4040 Linz, Magdalenastrasse 20
office@hubauer.co.at; www.hubauer.co.at
Info: Dipl.-Ing. Rudolf Hubauer

Produkte:

DCUS – Modul – Terminal – Konzept (Innovative, patentrechtlich geschützte Lösung für einen bedarfsgerechten, wirtschaftlichen und modularen Neu- bzw. Ausbau von Umschlagterminals des kombinierten Ladungsverkehrs. Speziell geeignet für Linienzugkonzepte und Binnenlandverkehre mit Wechselbehälter, sowie als Hub für Regional – Güterverkehrs – Logistik – Konzepte)

A-Stütze (Universelle Container / Wechselbehälter Verlade- und Transportvorrichtung für Standard LKWs)

Consulting und Projektierung im Bereich Schwerlastlager- und Umschlagsysteme (u.a. Stahlindustrie)