



Der Shuttle-Boom

Shuttle-Systeme für die Kleinteilelagerung sind auf maximale Flexibilität bei Anlagengestaltung und Anwendernutzen ausgelegt – nichtsdestotrotz bietet die Technologie noch viel Entwicklungsspielraum.

Wir haben uns die verschiedenen Automatisierungskonzepte für Lager genau angeschaut und uns für die Shuttle-Technologie entschieden“, sagt Manfred Starnecker, Geschäftsführer von Weisser Spulenkörper. „Das neue Lager sollte möglichst nah an der vorhandenen Produktion angedockt werden. Dort stand aber nur eine begrenzte Fläche zur Verfügung. Mit dem Shuttle-System können wir mehr Kartons unterbringen als mit anderen Lagertypen.“ Der Hersteller von technischen Kunststoffteilen aus Neresheim hat sich für eine Lager-Technologie entschieden, die für die vergangenen zwei Dekaden eine Weiterentwicklung und Nachfragersteigerung aufweisen kann, wie kaum eine Zweite. Allein der österreichische Anbieter Knapp

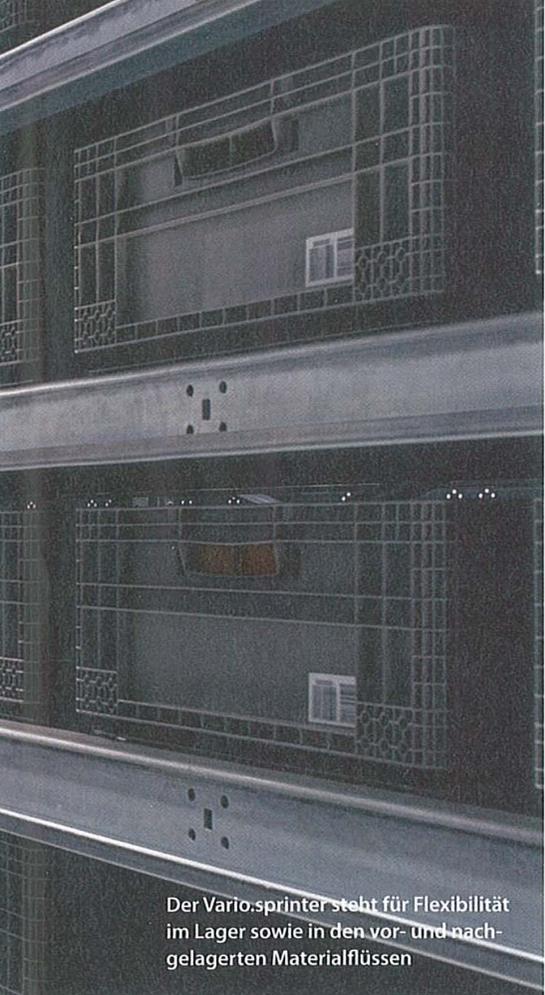
hat im ersten Halbjahr dieses Jahres nach eigenen Angaben weltweit 6000 Shuttles verkauft. „Im Laufe der letzten 15 Jahre haben fast alle etablierten Intralogistikanbieter diese Technik in ihr Portfolio auf-

**„ES IST SPANNEND, ZU SEHEN, WIE SICH
IMMER NEUE SYSTEME AUS DEN
SHUTTLE-LÖSUNGEN ENTWICKELN“**

Christian Grimm,
Vanderlande Industries

genommen und die Lösungen weiter spezialisiert“, erläutert auch Jan Behling vom Fraunhofer-Institut IML (siehe Interview, S. 12).

Der Shuttle-Boom fällt nicht von ungefähr zusammen mit dem rasanten Wachstum des Internet-Handels und – wie im Falle von Weisser – mit Geschäftsmodellen der Just-in-Time-Services etwa bei der Ersatz- und Bauteilversorgung. Parallel dazu fordern Retailer von der Logistik sequenziert kommissionierte und auf Filial-Layout ausgelegte Anlieferungen. Damit sind die Anforderungen an die Lagerlogistik deutlich komplexer geworden: das vorzuhaltende Artikelspektrum steigt, die Kosten pro Auftrag sinken und schnelle, termingerechte Lieferung ist inzwischen eine kundenseitige Erwartungshaltung. In Folge wurden Lagerung und Artikelbereitstellung zunehmend automatisiert und die Kommissionierung auf das Prinzip Ware-zum-Mitarbeiter ausgerichtet. Für



Der Vario.sprinter steht für Flexibilität im Lager sowie in den vor- und nachgelagerten Materialflüssen

Psb Intralogistics

Vorteilen: Die Entkoppelung ermöglicht den parallelen Einsatz von Transportgeräten auf den verschiedenen Achsen des Lagerkubus. Das führt zu deutlich höheren Durchsätzen des Gesamtsystems im Vergleich mit herkömmlichen RGB-Anlagen. Zudem ist die Leistung durch den flexiblen Einsatz mehrerer Transportgeräte auf den unterschiedlichen Ebenen durchweg skalierbar.

Ein Shuttle-System lässt sich außerdem unabhängig von der für RGB erforderlichen quaderförmigen Bauweise realisieren – und komfortabel an vorhandene Gebäudestrukturen anpassen. Bei etwaigen Erweiterungen müssen nicht zwingend komplette Gangausrüstungen installiert werden. Überdies fällt der Energiebedarf der eingesetzten Geräte deutlich effizienter aus als bei den RGB-Prozessen. Und: Die Gesamtsysteme wurden und werden kontinuierlich weiterentwickelt. „Im Zuge der rasanten Entwicklung haben sich innerhalb weniger Jahre unterschiedliche System-, Fahrzeug-, Energie- und Antriebskonzepte entwickelt, deren technologische Besonderheiten die etablierten Richtlinienwerke bislang nicht abdecken“, begründen die Verfasser der VDI 2692 die Erstellung des Standardwerks.

Kostenfaktor Fahrschienen

Das betrifft einerseits die baulichen Aspekte, andererseits die an den Shuttle-Prozessen ausgerichteten Varianten. Bestimmendes Merkmal für ein Shuttle-System sind neben Regalsystem, Hubliften und Shuttles die integrierten Fahrschienen, auf denen die Shuttles sich in den Lagerebenen bewegen. Das stellt hinsichtlich Stabilität, Genauigkeit und Ausführung von Schienenstößen und Spurführung erhöhte Anforderungen an die Stahlbaukonstruktion – einer der Kostenfaktoren, die für ein Shuttle-Lager gegenüber herkömmlichen RGB-AKL ein höheres Investitionsvolumen erfordern.

In ersten Konzepten waren die Lifte zunächst an der Stirnseite des Shuttle-Lagers installiert. Sie übernahmen ausschließlich die Zu- und Abführung des Lagergutes, das von den Shuttles in den Gassen transportiert wird. Bei der sogenannten Captive-Variante sind alle Gassen und Ebenen mit einem Shuttle ausgestattet. Das Lagergut wird, wie etwa beim Vario.sprinter von Psb Intralogistics, an den Stellplätzen mit Ziehtechniken wie Tablar-, Behälter-, Kartongreifer oder Kassettenschieber aufgenommen oder von den Shuttles unterfahren, angehoben und dann zu den

Übergabepunkten befördert. Die Captive-Variante gilt als leistungsstärkste Shuttle-Lösung. So hat Psb für die Api Computerhandels GmbH, Baesweiler, ein zweigassiges, 140 Meter langes und mehr als 20 Meter hohes Shuttle-Lager mit über 60.000 Stellplätzen realisiert, in dem gut 100 Shuttles und zwölf Lifte mit doppeltem Lastaufnahmemittel (LAM) eine Gassenleistung von 2500 Doppelspielen pro Stunde erzielen. „Die kann in weiteren Ausbaustufen auf 3750 Doppelspiele pro Stunde erweitert werden“, unterstreicht Psb-Vertriebsleiter Volker Welsch.

Um das Repertoire der möglichen Anwendungen zu steigern, entwickelten die Hersteller weitere Optionen. So wurden für die Captive-Variante Mehrebenen-Shuttles wie das Navette von SSI Schäfer oder das KlinCAT von Klinkhammer Intralogistics konstruiert. Sie können gleichzeitig mehrere benachbarte Lagerebenen bedienen und bündeln so im mittleren bis hohen Leistungsbereich gewissermaßen die Vorteile von Regalbediengerät und Shuttle-System. „KlinCAT schließt die Lücke zwischen der Leistung eines RGB von etwa 120 Doppelspielen pro Gasse und Stunde und einer klassischen Shuttle-Lösung von bis zu 1000 Doppelspielen pro Gasse und Stunde“, lässt der Hersteller verlauten. Die Shuttles erreichen jeweils bis zu neun Behälterebenen, können in jeder Gasse mehrfach übereinander eingesetzt werden und sollen die Leistung im Vergleich zum klassischen RGB um mehr als das Dreifache steigern.

3D-Roaming für mehr Flexibilität

Parallel dazu entstanden sogenannte Roaming-Varianten. Bei diesen Lösungen können die Lifte sich mittels eines in der Vorzone installierten Verfahrwagens auf der y-Achse bewegen (horizontales Roaming) und verschiedene Gassen bedienen; zudem können sie auch die (Ebenen-) Shuttles aufnehmen und in andere Ebenen versetzen (vertikales Roaming). Wenn, wie etwa beim Full-Roaming-Shuttle Adaption von Vanderlande Industries, beide Roaming-Varianten angewendet werden, sprechen die Hersteller von 3D-Roaming. Jüngste Anlagenkonzepte ermöglichen nun die wahlfreie Einbindung der Lifte im Lagerkubus und reduzieren auf diese Weise nicht nur Betriebslärm und Verkehre in der Vorzone. „Der Einsatz von integrierten Hebern in variabler Anzahl ermöglicht eine Anpassung der Systemleistung entsprechend den Kundenanforderungen und nach erfolgreicher

Behälter-, Karton- und Tray-Lagerung etwa wurden Automatische Kleinteilelager (AKL) mit vorgelagerten Kommissionierstationen eingerichtet.

Die im AKL eingesetzten, gassengebundenen Regalbediengeräte (RBG) arbeiten auf allen drei Achsen des Lagerkubus: in Ganglängsrichtung (x-Achse) bewegt sich die Fahrereinheit, quer zum Gang (z-Achse) ver- und entsorgt die Lastaufnahmeeinheit die Stellplätze; den vertikalen Transport (y-Achse) übernimmt die integrierte Hubeinheit des RBG. Damit ist die Gassenleistung – die Umschlaghäufigkeit der Stellplätze – auf etwa 100 bis 150 Doppelspiele pro Stunde begrenzt. Die Leistung des Gesamtsystems ist im Wesentlichen von der Gassenanzahl abhängig.

Vor diesem Hintergrund entwickelten die Hersteller in den 2000er-Jahren verschiedene Optimierungskonzepte für die AKL-Prozesse: die Shuttle-Systeme. Markantes Merkmal: die Trennung von Horizontal- und Vertikaltransporten. „Üblicherweise übernehmen die Shuttle-Fahrzeuge den Horizontaltransport und die Lastaufnahme und -abgabe im Regal, während der Vertikaltransport über Lifte realisiert wird“, konkretisiert die 2015 aufgelegte VDI-Richtlinie 2692 „Shuttle-Systeme für kleine Ladeinheiten“. Mit vielfältigen

„Lösungen in verschiedene Richtungen spezialisiert“

Jan Behling, wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter im Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML), erläutert die Hintergründe für den zunehmenden Einsatz von Shuttle-Systemen im AKL.

Bei den Konzepten für die automatisierten Prozesse im automatisierten Behälterlager kommen anstelle von Regalbediengeräten (RBG) zunehmend Shuttle-Systeme beziehungsweise Mischformen zum Einsatz. Welche Faktoren sehen Sie als Treiber für diese Entwicklung? Die sind vielfältig. Einerseits sorgt etwa der Internethandel für ein stetig wachsendes Artikelspektrum und zunehmend kleinteiligere Sendungen. Damit verbunden sind gesteigerte Intralogistik-Anforderungen bei der Kommissioniereffizienz, die mit neuen Lager- und Logistikkonzepten abgedeckt werden. Parallel dazu muss der technologische Hintergrund betrachtet werden. Mastgebundene RBG sind schon lange am Markt und daher weitestgehend optimiert. Da sind keine revolutionären Neuerungen zu erwarten. Anders bei den Shuttle-Systemen. Im Laufe der letzten etwa 15 Jahre haben fast alle etablierten Intralogistikanbieter diese Technik in ihr Portfolio aufgenommen. Sie haben in diesem Zeitraum sukzessive das Optimierungspotenzial der zunächst noch jungen Technologie genutzt und zusätzlich ihre Lösungen weiter in verschiedene Richtungen spezialisiert. Daneben bieten die im Vergleich mit RBG deutlich flexibleren Shuttle-Lösungen den Nutzern die Möglichkeit, sich besser auf eine zunehmende Ungewissheit über die zukünftige Entwicklung des eigenen Geschäfts einzustellen.

Welche systemischen Unterschiede markieren die grundlegenden Unterschiede zwischen RBG- und Shuttle-bedienten Anlagen? Sofern die Shuttle-Fahrzeuge nicht ebenen- oder gassengebunden sind, zählt dazu insbesondere die höhere Skalierbarkeit, die Shuttle-Systeme im Lagerkubus bieten. Durch mehr Fahrzeuge entsteht zudem eine höhere Redundanz. Allerdings ist dadurch die Prozesssteuerung bei Shuttle-Systemen gerade in Bezug auf eine sequenzierte Auslagerreihenfolge deutlich komplexer. Dabei entstehende Zeitverluste müssen bei der Systemauslegung berücksichtigt werden. Die Leistung des Gesamtsystems ist also nicht die Summe der Einzelleistungen der eingesetzten Fahrzeuge. Überdies ist der Stahlbau bei Shuttle-Lösungen aufwändiger und entsprechend mit höheren Investitionen verbunden. Dafür sind Shuttle-Lösungen flexibler an vorhandene Gebäudestrukturen anpassbar.

Für welche Anforderungen würden Sie eher RBG- beziehungsweise Shuttle-bediente Anlagen empfehlen?

Da lässt sich aufgrund der Vielfalt an technischen Ausprägungen keine pauschale Aussage treffen. Tendenzen lassen sich aber mithilfe der logistischen Leistungsdichte verdeutlichen. Sie referenziert den Durchsatz im Verhältnis zur Kapazität. Danach sind Lösungen mit gassengebundenen Einebenen-Shuttles vorteilhaft bei hoher Leistungsdichte und Mehrebenen-Shuttles sowie gerade Shuttle-Systeme mit Gassenwechsel Erfolg versprechend bei geringer Leistungsdichte. RBG-Lösungen sind dazwischen angeordnet und auch vorteilhaft bei konstanten Durchsatzanforderungen. Beide Anlagenkonzepte haben also auch künftig ihre Berechtigung.

Welche Entwicklungstendenzen sehen Sie bei den Shuttle-Systemen für das automatische Kleinteilelager? Es sind, wie gesagt, bei den Systemkonzeptionen zwischen den Anbietern zunehmend Spezialisierungen zu konstatieren. Deren Grundtendenzen sind zum Beispiel schlanke und kostengünstige Fahrzeuge, höhere Lastgewichte oder mehr Freiheitsgrade: Fähigkeit zum Gassenwechsel, selbstständiger Ebenenwechsel ohne Lift ...

Werden wir demnächst Shuttles im Markt sehen, die sowohl im automatische Kleinteilelager arbeiten als auch den Transportweg im Lager übernehmen?

Das ist tatsächlich eine Entwicklungsrichtung, mit der wir uns am IML auch seit einigen Jahren mit einem großen Versuchsstand beschäftigen. In einer anderen Ausprägungsform als schienengebundene Lösung ist so etwas auch schon am Markt verbreitet. Vorteile entstehen dabei zum Beispiel durch die Reduktion von Schnittstellen. Insbesondere sinnvoll kann das sein für geringere bis mittlere Durchsätze etwa bei der Produktionsversorgung, wo auch höhere Distanzen zu überbrücken sind. Lösungen ohne Schiene sind zwar flexibler in den Fahrwegen, aber wegen zusätzlicher Anforderungen an Fahrwerk, Energiespeicher und Sicherheitssensorik aus Kostensicht kritischer. Bei hochperformanten Anforderungen wie beispielsweise in Distributionszentren sehe ich Lösungen, die aus dem Lager herausfahren, gegenwärtig allerdings nicht.



Fraunhofer IML

Jan Behling ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fraunhofer IML

rb

Systemrealisierung“, erklärt Andreas Koch, Head of Product Management Storage Technology bei SSI Schäfer. „So kann das ‚bottle neck‘ eines rein stirnseitigen Heberkonzepts eliminiert werden.“

Andere aktuelle Entwicklungen bieten mit der 2D-Funktionalität Einebenen-Shuttles, die die Gassen wechseln und auf der x- und z-Achse arbeiten können. Dazu sind die Shuttles, wie etwa das AIV-Shuttle der österreichischen Ylog GmbH (seit 2016 Knapp Industry Solutions) oder das OSR Shuttle Evo 2D von Knapp, mit vier bis zu 90 Grad schwenkbaren Rädern oder je zwei Räderpaaren für beide Richtungen

ausgestattet. „Das System unterstützt von einer einfachtiefen bis mehrfachtiefen Lagerung alle Kombinationsmöglichkeiten und ist sowohl für Mittel- und Hochdurchsatzbereiche in Omni-Channel-Lösungen wie auch für Einsätze im Niedrigdurchsatzbereich geeignet“, so Christoph Gailberger, Senior Product Manager Storage Systems bei Knapp.

So auch bei Weisser Spulenkörper. Die von Viastore installierte 3D-Roaming-Anlage ist über drei Geschossebenen konzipiert. Im Erdgeschoss befinden sich die Einlagerstrecken sowie sechs Kommissionierplätze, die über einen Fördertechnik-Loop

miteinander verbunden sind. Drei Lifte und neun Viflex³-Shuttles bedienen auf jeweils elf Ebenen in den Regalen der beiden oberen Etagen knapp 37.000 Stellplätze. Die durch Akkus energieautarken Shuttles für solche Anlagen kauft Viastore bei Knapp als strategischem Partner zu. Sie fahren auf Schienen, die an jeder Regalzeile angebracht sind, und werden über Lifte auf die entsprechende Regalebene gehoben. Über Weichen und Durchstiche in den Regalen wechseln sie mit ihren bis zu 90 Grad schwenkbaren Rädern bei Bedarf die Gassen auf den jeweiligen Ebenen. Durch Unterfahren nehmen sie die

Kartons und Behälter auf und befördern sie an die Kommissionierplätze.

„Shuttle-Systeme besitzen ein großes gestalterisches Anpassungspotenzial“, fasst Jessica Heinz, Leitung Marketing und Kommunikation von CE Dematic, zusammen. „Mit der flexiblen Skalierbarkeit durch standardisierte Module sind sie kurzfristig umbau- und erweiterbar und decken damit Unsicherheit in der Nutzungsperspektive beziehungsweise Wachstum und/oder Veränderungen in den Produktanforderungsprofilen ab.“

Kontinuierlich neue Konzepte

Weitere aktuelle Entwicklungen beginnen bei den Lastaufnahmemitteln, die sich – etwa bei der Flex-Variante des Dematic Multishuttle oder dem SSI Flexi Shuttle – mit Breitenschub automatisch anpassen und die Handhabung heterogener Sortimente ermöglichen, und reicht bis hin zur Auslegung des Gesamtsystems auf Tiefkühlbedingungen und Transporteinheiten bis zu 50 Kilogramm.

„Generell ist es spannend, zu sehen, wie sich immer neue Systeme und Konzepte aus den Shuttle-Lösungen entwickeln“, urteilt Christian Grimm, Business Development Manager bei Vanderlande Industries. „Klassische Systemkomponenten wie Vorzonen-Loops und Konsolidierungs- oder Sequenzierungspuffer werden plötzlich nicht oder nur noch sehr begrenzt benötigt.“ Viele dieser Funktionen werden mit und in Shuttle-Systemen gebündelt. Parallel dazu versuchen die Hersteller, mit ihrer Entwicklungsarbeit bei den Shuttle-

Systemen, neue Anwendungsoptionen und Kostensenkungspotenziale durch weitere Modularisierung und Komponentenstandardisierung umzusetzen.

„Im Wesentlichen mit dem Ziel, die Plattformen der verschiedenen Shuttle-Typen verstärkt zu vereinheitlichen“, unterstreicht Grimm. „Damit werden Fertigungszeiten verringert, und die Shuttles können kostengünstiger produziert werden.“ Die mit den Shuttle-Lösungen gestiegene Prozesskomplexität beherrschen die Hersteller über ihre Engineering-Kompetenz und die Anbindung der Steuerungssoftware an die prozessführenden WMS-, WWS- und ERP-Systeme. Angesicht der rasanten Entwicklungen bei IT und Sensorik – etwa zur Entwicklung der Selbststeuerung sowie dezentraler Steuerungskonzepte – bleibt abzuwarten, welche Optionen sich von dieser Seite für eine Optimierung und Flexibilität der Gesamtsysteme noch bieten. Hardwareseitig bricht die Frage nach einem Shuttle auf, das sowohl im Lagerkubus arbeitet als auch den Transport im Lager übernimmt. „Das würde einerseits eine flexible Flächen- und Raumnutzung unabhängig von fest installierten Fördersystemen ermöglichen“, resümiert SSI Produkt-Manager Koch. „Andererseits führt ein solches Systemkonzept zu Engpässen an Übergabepunkten zur Versorgung hochdynamischer Arbeitsplätze beziehungsweise bedingt ein erhöhtes Fahrzeugaufkommen. Grundsätzlich ist die Entwicklung realisierbar – ob sie wirtschaftlich sinnvoll ist, hängt vom jeweiligen Anwendungsfall ab.“ *Rainer Barck*

Zehn namhafte Hersteller von Shuttle-Lösungen

- **Dematic GmbH, Heusenstamm**
www.dematic.com
- **Gebhardt Fördertechnik GmbH, Sinsheim**
www.gebhardt-foerdertechnik.de
- **Klinkhammer Intralogistics GmbH, Nürnberg**
www.klinkhammer.com
- **Knapp AG, Hart bei Graz, Österreich**
www.knapp.com
- **psb GmbH, Pirmasens**
www.psb-gmbh.de
- **SSI Schäfer Fritz Schäfer GmbH, Neunkirchen/Siegerland**
www.ssi-schaefer.com
- **Swisslog Automation GmbH, Ettlingen**
www.swisslog.com
- **TGW Logistics Group GmbH, Marchtrenk, Österreich**
www.tgw-group.com
- **Vanderlande Industries B.V., Germany, Mönchengladbach**
www.vanderlande.com
- **Ylog Industry Solutions (seit 2016 Knapp Industry Solutions GmbH), Dobl, Österreich**
www.knapp.com