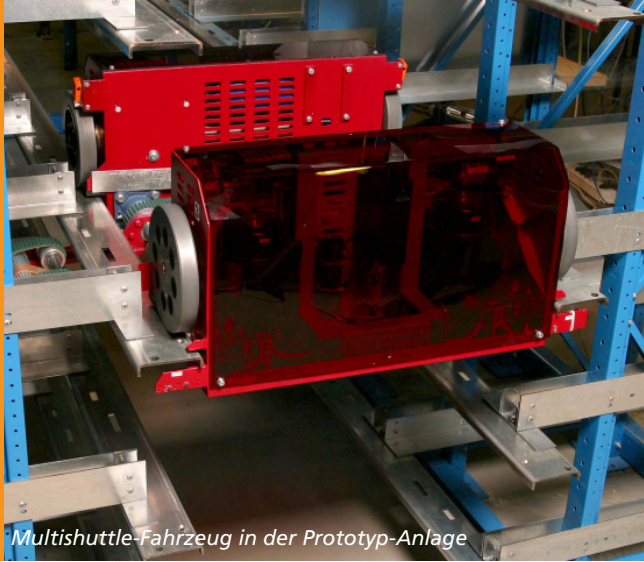
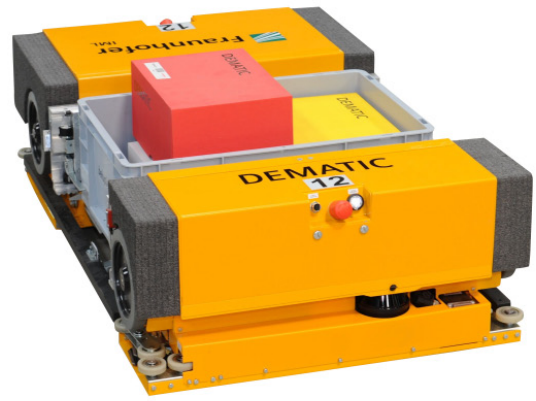


ZELLULARE TRANSPORTSYSTEME – SHUTTLE-SYSTEME FÜR DEN FLEXIBLEN EINSATZ





Multishuttle-Fahrzeug in der Prototyp-Anlage



Multishuttle Move frei verfahrend

SHUTTLE-SYSTEME

Der Anteil der Förder- und Lagersysteme für Kleinladungsträger bzw. Behälter wird im Vergleich zu Palettenförder- und Lagersystemen weiter zunehmen. Die stetige Reduzierung der Sendungsgrößen sowie Bestand senkende Maßnahmen in Industrie und Handel stellen wesentliche Treiber für diese Entwicklung dar. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich das Fraunhofer IML mit neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der Behälterfördertechnik.

Die Idee

Die ursprüngliche Idee verfolgt die Entwicklung eines Behältertransportsystems mit schienengeführten Fahrzeugen, die so kostengünstig sind, dass es zu konventioneller Behälterfördertechnik (Gurt- oder Rollenförderer) konkurrenzfähig ist. Die Fahrzeuge sind zudem in der Lage, Ein-/Auslagervorgänge im Lager durchzuführen, um den gesamten Transport vom Lager in die Produktion ohne Umschlagvorgang abwickeln zu können. Auf diese Weise kommt man der Vision der „rollenden Kiste“, bei der sich der Behälter selbstständig zwischen Transportquelle und -senke bewegt, ein Stück näher.

Multishuttle

Entstanden ist ein System, das bzgl. Kosten für Mechanik, Energiezuführung, Steuerungstechnik und Platzbedarf im Lagerregal optimiert ist.

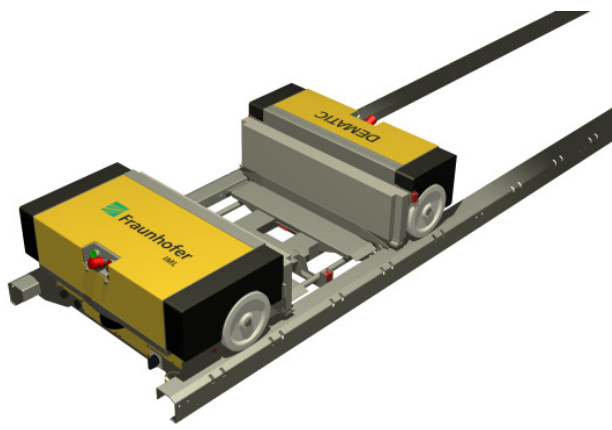
Als Partner der Entwicklung vertreibt die Fa. Dematic das System inzwischen seit mehreren Jahren unter dem Produkt-namen Multishuttle®. Die zwei Versionen des Multishuttle unterscheiden sich dadurch, dass das System Captive in jeder Regalebene von einem eigenen Fahrzeug bedient wird. Dabei sind Ein-/ Auslager-Leistungen bis zu 600 Behälter/h möglich. In der Variante Roaming werden die Fahrzeuge mit einem Vertikalumsetzer in die unterschiedlichen Ebenen gebracht. Hier kann die erforderliche Leistung durch die Fahrzeuganzahl skaliert werden.

Das Multishuttle-System hat in den meisten Fällen charakteristische Vorteile gegenüber herkömmlichen Techniken:

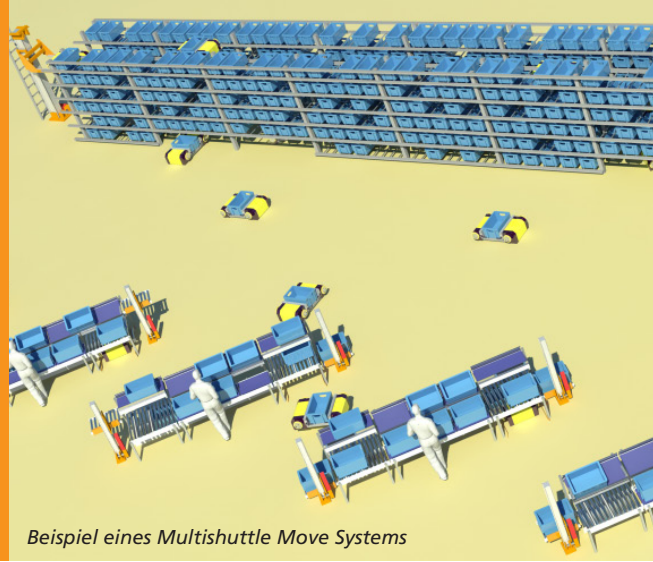
- Lagerbedienung und lange Transportstrecken durch ein integrales, kostengünstiges System
- Montage der Schienen flurfrei über Kopf
- Lagerbehälter erreichen vom Regalstellplatz ohne Übergabevorgang den Zielort z.B. in der Produktion
- höhere Fördergeschwindigkeiten Im Vergleich zu üblicher Rollen-Fördertechnik
- Beförderung von Stahlblech-Behältern (vorteilhaft bezüglich Brandschutz) ohne Lärmemission
- Fahrzeuganzahl im Lager sehr flexibel anpassbar, z.B. an geänderte Umschlaganforderungen
- örtlich bzw. zeitlich schwankende Leistungsbedarfe mittels dynamischer Beauftragung ausgleichbar
- Nutzung ungünstig geschnittener und nicht quaderförmiger Baukörper

Die Weiterentwicklung

Die Grenzen der derzeitigen Shuttle-Systeme sind erreicht, wenn – aus welchen Gründen auch immer – eine größere Distanz zwischen dem Shuttle-bedienten Lager und dem Bedarfsort, z.B. einer Kommissionierzone mit manuellen Arbeitsplätzen, zu überbrücken ist. In diesem Fall werden die vom Shuttle ausgelagerten Behälter auf eine Stetigfördertechnik übergeben, die dann den Transport übernimmt. Nachteilig hierbei ist, dass das Fördersystem üblicherweise Start- und Zielpunkt des Transports nicht auf direktem, kürzesten Weg miteinander verbindet. Vielmehr wird aus Einzelementen wie Geraden, Kurven, Weichen, Zusammenführungen, Sortern, Pufferstrecken etc. ein u. U. komplexes Fördersystem gebildet,



Multishuttle Move in der Schiene



Beispiel eines Multishuttle Move Systems

das es ermöglicht, von allen Quellen aus alle Senken zu erreichen und dabei beispielsweise auch eine Sequenzierung der Ladungsträger vorzunehmen.

Die Zellularen Transportsysteme (ZTS) sollen Stetigfördersysteme dort ersetzen, wo ein hohes Maß an Flexibilität und Wandelbarkeit gefragt ist. Im Gegensatz zur traditionellen Stetigfördertechnik transportiert nun eine Vielzahl kleiner, baugleicher und kostengünstiger autonomer Transportfahrzeuge die Kleinladungsträger. Typische Anwendungsgebiete sind kleine und mittlere Distributionszentren oder Produktionsbetriebe. Interessant für den Anwender ist das System insbesondere dann, wenn die Verknüpfung von Transportquellen und -senken flexibel gestaltet werden soll, die Transportleistung an stark schwankende Bedarfe angepasst werden muss oder wenn die Fläche zwischen Lager und Bedarfsort nicht dauerhaft durch Stetigfördertechnik verbaut werden soll.

Multishuttle Move

Das neue Multishuttle Move ist kompatibel zum schienengeführten Standard-Multishuttle, besitzt aber ein zusätzliches Flur-Fahrwerk. Die Lenkung im Flur-Betrieb erfolgt durch Drehzahl-Differenz-Regelung der beiden Fahrtriebe, das dritte Rad ist eine passive Lenkrolle.

Vorne und hinten am Fahrzeug befindet sich je ein Laserscanner, der im Flurbetrieb sowohl Sicherheitsfunktion hat als auch zur Wegfindung benutzt wird. Die Energieversorgung erfolgt im Flurbetrieb aus mitgeführten Akkus, im Schienenbetrieb mittels Schleifleitungen, über die auch die Akkus geladen werden. Das Lastaufnahmemittel ist identisch mit dem des Standard-Multishuttle.

Autonomie und Schwarmintelligenz

Wegen der Vielzahl der zur Erfüllung der Transportaufgabe erforderlichen Fahrzeuge eignet sich ein zentrales Steuerungs- und Verwaltungssystem aufgrund seiner fehlenden Flexibilität nicht für die Steuerung der Zellularen Transportsysteme. Die Koordinierung der Fahrzeuge – des „Fahrzeugschwarms“ –

erfolgt deshalb ohne Zentralsteuerung, d. h. dezentral nach dem Prinzip des Internet der Dinge durch den Einsatz von Multi-Agenten-Software. Optimierungen basieren auf Metaheuristiken wie dem Ameisenalgorithmus (nach M. Dorigo). Diese Selbststeuerung macht die Zellularen Transportsysteme wandelbar, da die Gesamtleistung des Systems durch einfaches Hinzufügen oder Weglassen von autonom agierenden Fahrzeugen frei skalierbar ist. Die Schwarmintelligenz ermöglicht dabei Vorteile z.B. bei der Optimierung des Gesamt-Transportdurchsatzes, da das Wissen aller Fahrzeuge genutzt wird.

Die intelligente Lokalisation, Navigation und Kollisionsvermeidung basiert auf dem neu entwickelten hybriden Sensorkonzept, bestehend aus Koppelnavigation, Funkortung, Abstands- und Inertialsensoren. Ein Shuttle kann sich dadurch völlig frei ohne Leitlinien auf der Fläche bewegen und reagiert dynamisch auf seine Umgebung, z.B. vor dem Fahrzeug auftauchende Hindernisse – dies können auch andere Fahrzeuge sein. Die Shuttle suchen sich jeweils die kürzeste Route zum Ziel (dies gewährleistet einen optimalen Durchsatz), kommunizieren mittels Funk (WLAN) miteinander und stimmen sich bei Auftragsdisposition und Routenfindung untereinander ab.

Vorteile des Systems

Neben allen Vorteilen, die für das Standard-Multishuttle-System gelten, bietet das Multishuttle Move die Möglichkeit, leistungsfähige Lager zu bauen, die völlig ohne Lagervorzonentechnik auskommen und somit Platzbedarf, Projektierungs- und Bauaufwand einsparen. Die Fahrzeuge können direkt in der untersten Regalebene ein- und ausfahren. Bei mehrgassigen Lagern kann die Querverteilung über Tunnel erfolgen und erfordert dann ein geringeres Raumvolumen als bei herkömmlichen Systemen.

Die Position der Übergabestationen kann völlig frei den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden. Für Zwischenpufferungen und Überholvorgänge, z.B. zur Sequenzbildung, müssen keinerlei Installationen vorgesehen werden.