

Höherer Durchsatz durch mehrere E/A-Punkte

Auf dem Markt werden immer schnellere Regalbediengeräte angeboten. Die mit ihnen erreichbare Steigerung der Umschlagleistung wird jedoch bei zunehmender Dynamik immer geringer. Ein neuer Ansatz zur Steigerung des Durchsatzes in automatischen Lagersystemen wird in dem von der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) geförderten Forschungsprojekt „Strategische Optimierung von Hochregallagersystemen“¹⁾ untersucht.

Ansatz zur Steigerung der Umschlagleistung

Die Umschlagleistung eines automatischen Regalbediengerätes (RBG) in einer Lagergasse wird im Wesentlichen durch die Fahrzeiten und die Dauer der Lastwechsellvorgänge bestimmt. Mit schnelleren RBG können kürzere Fahrzeiten und höhere Umschlagleistungen erzielt werden. Die mittlere Fahrzeit zwischen dem Einlager-/Auslager-Punkt (E/A-Punkt) und den Lagerplätzen in einem Lager nimmt jedoch nicht linear mit der Geschwindigkeit des RBG ab, sondern hat einen degressiven Verlauf (Bild 1). Eine beispielhafte Berechnung der zu erwartenden Umschlagleistung für ein automatisches Kleinteilelager mit unterschiedlich schnellen Regalbediengeräten bei konstanten Zeiten für die Lastwechsellvorgänge hat gezeigt, dass selbst bei einer Steigerung der Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte um 50 % in Bezug auf die aktuell von RBG erreichten Spitzenwerte die Anzahl der möglichen Doppelspiele pro Stunde lediglich um 13 % zunimmt. Als Doppelspiel wird ein kombiniertes Spiel mit einer Einlagerung und einer Auslagerung bezeichnet (Bild 2).

Am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der Technischen Universität München wird im Rahmen des Forschungsprojekts „Strategische Optimierung von Hochregallagersystemen – Steigerung der Umschlagleistung automatischer Regalbediengeräte durch Systemintegration konventioneller Fördertechnik“ seit November 2008 an einem neuen Ansatz zur Steigerung der Leistung automatischer RBG gearbeitet. Anstatt mit technischen Verbesserungsmaßnahmen die Geschwindigkeit von Regalbediengeräten und Lastaufnahmemitteln noch weiter zu steigern, wird versucht, eine Leistungssteigerung mit vorhandenen Geräten durch eine Verkürzung der Fahrwege zu erzielen. Die Wege, die ein RBG bei Lagerspielen zurücklegen muss, sollen durch eine Integration von Stetigförderern in das Lager verkürzt werden. Anstatt bei jedem Lagerspiel einen einzelnen ortsfesten E/A-Punkt an der Regalstirnseite anzufahren, kann die Lastübergabe an einem von mehreren Übergabepunkten entlang einem Stetigförderer stattfinden (Bild 3). Dabei wird jeweils der nächstgelegene Übergabepunkt angefahren. Durch diese günstigere

1) Dieses Forschungsprojekt wird im Auftrag der Forschungsgemeinschaft Intralogistik/Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) durchgeführt und von dieser direkt gefördert.

Anordnung der Übergabepunkte kann eine Verkürzung der mittleren Fahrwege im Vergleich zur klassischen Variante eines automatischen Lagers mit einem einzigen E/A-Punkt erreicht werden.

Mit dem Forschungsprojekt sollen Konzepte erarbeitet und untersucht werden, die eine günstigere Positionierung der Übergabepunkte durch die Integration von konventioneller Fördertechnik in das Lager ermöglichen.

Wie Zeit gespart werden kann

In einem ersten Schritt wurde analysiert, welche Fahrzeitanteile sich durch die Schaffung von Übergabepunkten auf Stetigförderern verkürzen lassen. In Abhängigkeit von den Lagerabmessungen, der Geschwindigkeit des RBG sowie der Anzahl und Position der Übergabepunkte können unterschiedlich hohe Wegeinsparungen bei den Fahrten zwischen Übergabepunkten und Lagerplätzen erzielt werden. Zu beachten ist, dass nicht jede Verkürzung der Fahrwege eine Reduzierung der Fahrzeit zur Folge hat. Beim Anfahren einer Position mit dem RBG werden Fahr- und Hubwerk gleichzeitig bewegt. Wird die schnellere der beiden Fahrten noch zusätzlich verkürzt, hat dies keine Auswirkung auf die Spielzeit, da jeweils die langsamere Komponente ausschlaggebend ist. In einem Lager mit einer bestimmten Anordnung der Übergabepunkte kann es Lagerplätze geben, für die keine Zeiteinsparungen gegenüber der Fahrt zu einem einzelnen, an der Gassenstirnseite angeordneten E/A-Punkt möglich sind (Bild 4).

Konzepte für die Erweiterung von Lagersystemen

Durch die Integration von horizontalen oder vertikalen Stetigförderern in das Lager sind unterschiedliche Erweiterungskonzepte denkbar. Horizontale Stetigförderer können beispielsweise in der Lagergasse installiert, in das Regal integriert oder über dem Regal angebracht werden. Eine Installation von vertikalen Stetigförderern ist an der Regalstirnseite möglich. Die Stationen für die Übergabe von Ladeeinheiten entlang einem Förderer können unterschiedlich ausgeführt sein, wobei sich deren Anzahl variieren lässt. Aufgrund des Platzbedarfs für die Integration von Stetigförderern gehen Lagerplätze verloren; teilweise können aber auch vorhandene Freiräume genutzt werden, wie der zumeist ungenutzte Raum unterhalb der ersten Lagerebene. Durch eine Kombination von Merkmalsausprägungen, die die Varianten beschreiben, sind mehrere alternative Konzeptvarianten entstanden. Einige dieser Varianten sind jedoch aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Lager nicht realisierbar oder scheitern an der Forderung nach einem hohen Raumnutzungsgrad. Die nach einer Vorauswahl verbliebenen Varianten wurden beschrieben und konzeptionell dargestellt. Einen Schwerpunkt stellte dabei die Gestaltung der Übergabepunkte und deren Integration unter den gegebenen Platzverhältnissen dar. Hierzu wurden

konstruktive Lösungsansätze für verschiedene Lagerkonfigurationen ausgearbeitet (Bild 5).

Angepasste Lagerbetriebsstrategien

Die neuen Lagerbedienkonzepte erfordern eine Anpassung vorhandener Strategien bzw. neue Strategien für den Lagerbetrieb. Sind mehrere alternative Punkte für die Lastübergabe in einer Lagergasse verfügbar, so muss bei jedem Lagerspiel die Entscheidung getroffen werden, welcher Übergabepunkt jeweils angefahren werden soll. Die einfachste Strategie ist es, den jeweils nächstgelegenen Übergabepunkt anzusteuern. Ist der nach der Übergabe anzufahrende Lagerplatz jedoch bereits bekannt, so ist es sinnvoll, jenen Übergabepunkt anzusteuern, für den die Summe der Fahrzeiten von der aktuellen Position zum Übergabepunkt und vom Übergabepunkt zum nächsten Lagerplatz am kleinsten ist. Grundlage für diese Strategien ist, dass zu jedem Zeitpunkt jeder Übergabepunkt angefahren werden kann. Das setzt wiederum voraus, dass zur Durchführung von Doppelspielen alle Übergabepunkte entlang einem Stetigförderer mit einzulagernden Ladeeinheiten belegt sind. Die Geschwindigkeit vorhandener Stetigförderer reicht jedoch nicht aus, um alle Übergabepunkte einer Gasse vom Gasseneingang aus rechtzeitig mit einzelnen Ladeeinheiten zu versorgen. Ein Lösungsansatz ist die Pufferung von mehreren Ladeeinheiten an jedem Übergabepunkt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, an den Übergabepunkten bereitgestellte Ladeeinheiten zum jeweils nächsten Übergabepunkt weiterzuführen, um so die bei einer Einlagerung entstandene Lücke wieder zu schließen. Diese Ansätze erfordern aber separate Stetigförderer für die Ein- und Auslagerung.

Durchsatzberechnung

Zur Bestimmung der Umschlagleistung, die bei den Konzepten mit mehreren alternativen E/A-Punkten möglich ist, sind vorhandene Modelle zur Spielzeitberechnung nicht geeignet. Mit den gebräuchlichen Berechnungsmethoden (z. B. nach den Richtlinien FEM 9.851 oder VDI 3561) kann zwar eine Verschiebung der Position der E/A-Punkte berücksichtigt werden, nicht aber das Vorhandensein von zwei oder mehreren alternativen E/A-Punkten, von denen jeweils der günstigere angefahren wird. Aus diesem Grund wurde ein Simulationsmodell implementiert. Mit diesem modular aufgebauten Modell lässt sich für alle erarbeiteten Konzepte in Kombination mit unterschiedlichen Lagerkonfigurationen, RBG und Strategien die Umschlagleistung ermitteln. Parallel dazu wurde ein analytischer Berechnungsansatz für die näherungsweise Bestimmung der Umschlagleistung unter bestimmten Voraussetzungen entwickelt.

Resümee und Ausblick

4

Durch die Installation von mehreren alternativen E/A-Punkten in einer Lagergasse können die mittleren Fahrwege zwischen Lager und Übergabepunkten verkürzt werden. Wie groß die Fahrzeitverkürzungen und der damit erreichbare Leistungsgewinn sind, hängt von vielen Faktoren ab. Im weiteren Projektverlauf soll dies quantifiziert werden. Dazu werden die Einflussgrößen auf die Umschlagleistung, wie beispielsweise die Lagerkonfiguration oder unterschiedliche Strategien und deren Wechselwirkungen, mit Hilfe von Simulationsexperimenten analysiert. In Abstimmung mit den Projektpartnern wird eine Bewertung der verschiedenen Konzepte vorgenommen. Den Abschluss des Forschungsprojekts bildet dann eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der erfolgversprechendsten neuen Lagerkonzepte.

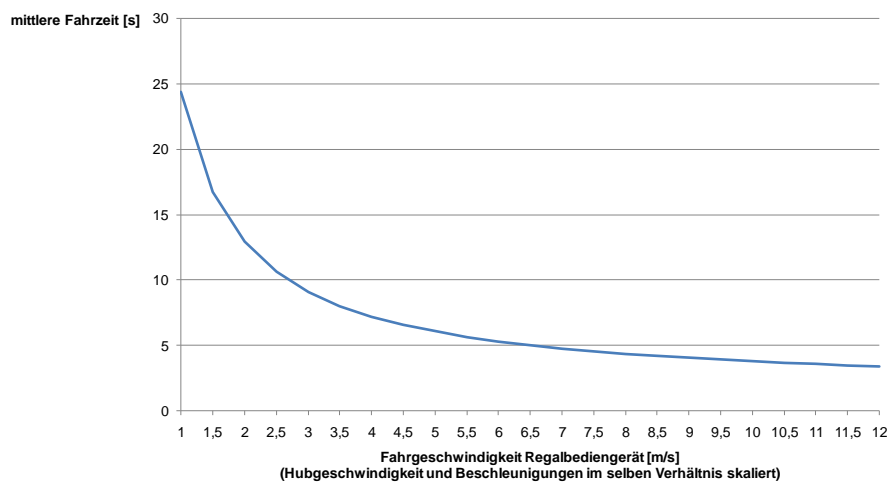


Bild 1: Entwicklung der mittleren Fahrzeit bei zunehmender RBG-Geschwindigkeit

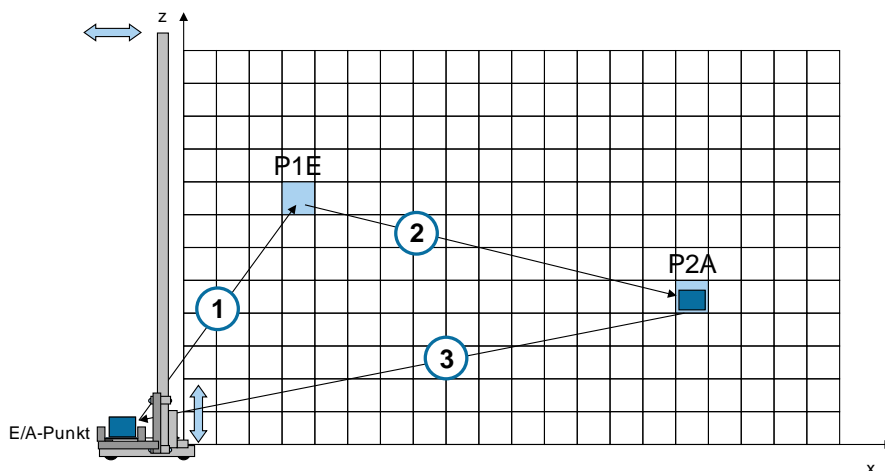


Bild 2: Klassisches Doppelspiel mit einer Einlagerung und einer Auslagerung

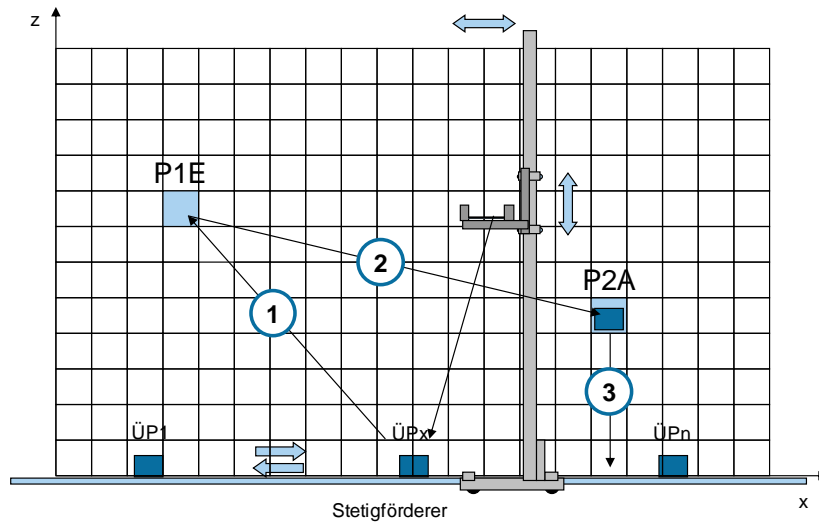


Bild 3: Doppelspiel in einem Lager mit integriertem Stetigförderer

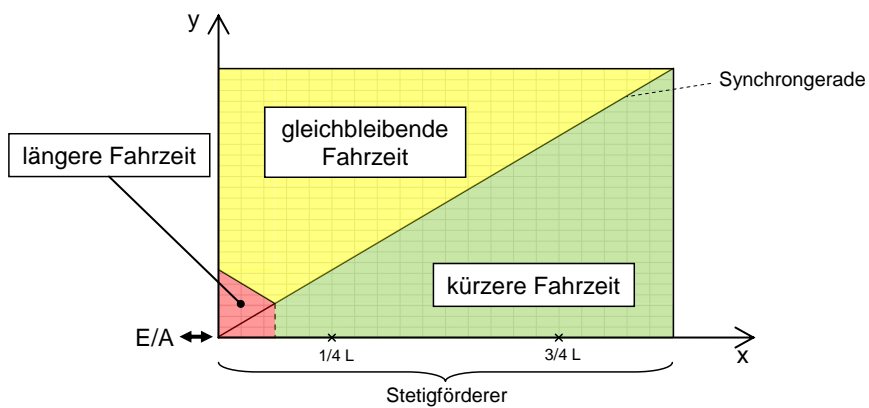


Bild 4: Fahrzeiten in einem Lager mit zwei Übergabepunkten auf einem Stetigförderer

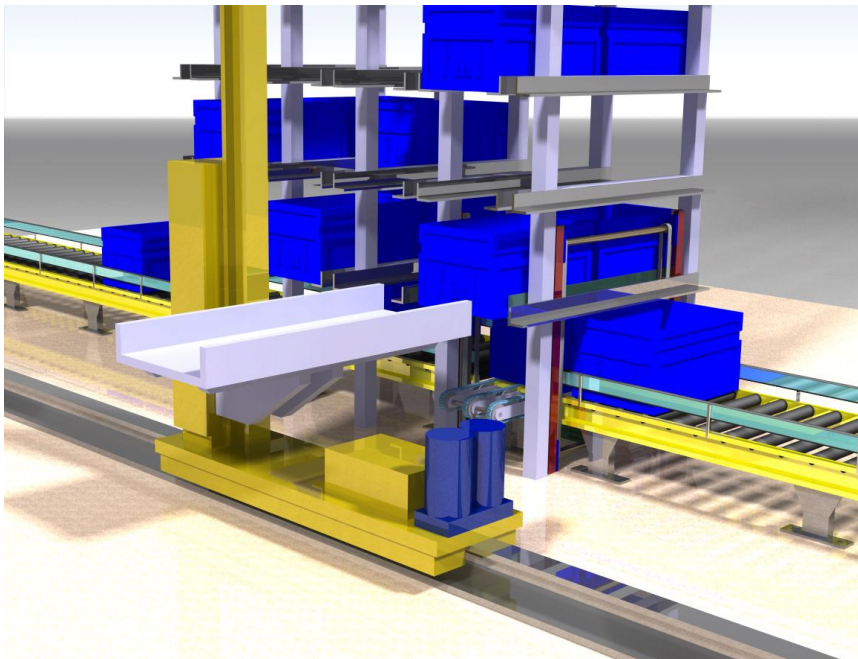


Bild 5: Konzept für die Behälterübergabe im Lager (Bilder: fml)