

Flexible und adaptive Intralogistik

Gleitförderung – eine neue Material

Die Dynamik moderner Produktions- und Distributionssysteme erfordert eine flexible und adaptive Intralogistik. Am Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL) der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg wird mit der Gleitförderung eine neue Materialflusstechnologie entwickelt, die unterschiedliche Fördergüter handhaben und alle grundlegenden logistischen Funktionen durchführen kann. Ausgestattet mit plug-and-play-fähigen mechanischen Schnittstellen, ergibt sich ein Bausteinsystem aus dezentral gesteuerten Gleitfördermodulen, mit denen sich schlanke und dynamische Materialflussprozesse gestalten lassen.

- Melf Gerthsen
- Rainer Bruns

Die Intralogistik erfordert neue Lösungen

Ungewisse Stückzahlen, kurze Produktlebenszyklen, hohe Variantenvielfalt und besonders die kundenindividuelle Produktion, die nach den Manufakturen, der Massenproduktion und der variantenreichen Fertigung vielfach als neues Fertigungsparadigma gesehen wird [1], führen zu einer weiteren Atomisierung der Los- und Sendungsgrößen bis zur „Losgröße 1“. Um trotzdem kostengünstig agieren zu können, ist meist eine Automatisierung des gesamten Material- und Informationsflusses und damit die physische und informationstechnische Verknüpfung einer Vielzahl fördertechnischer Geräte erforderlich. Dies führt zu komplexen (starr)en Systemen, die schwer zu beherrschen sind [2].

Als Lösungsansatz für solche dynamischen Materialflusssysteme entwickelt der Lehrstuhl MTL der Hamburger Helmut-Schmidt-Universität derzeit eine neue Materialflusstechnologie – die Gleitförderung. Diese ermöglicht die Konzeption so genannter Gleitfördermodule, mit



2 Prototyp zur Untersuchung der Gleitförderung

denen sämtliche logistische Funktionen für unterschiedliche Fördergüter bewirkt werden können. Zur Erprobung dieser neuen Technologie wurde ein Prototyp konstruiert, mit dem gegenwärtig erste wissenschaftliche Untersuchungen für die effiziente Handhabung von Objekten durchgeführt werden.

Aufbau von Gleitfördermodulen

Grundlegendes Prinzip der Gleitförderung ist das Gleiten von Fördergütern auf einer Fördermembran nach dem Prinzip der Schwerkraftförderung. Unter der Membran angeordnete Stellelemente erzeugen temporäre Deformationen und damit eine Neigung in der Fördermembran (Bild 1). Wird die dadurch entstehende Hangabtriebskraft des Fördergutes größer als die Reibungskraft zwischen Gut und Membran, beginnt das Rutschen des Fördergutes. Durch die gezielte Ansteuerung der Stellelemente über eine Steuereinrichtung werden die Deformationen in der Oberfläche bewegt und bewirken damit einen Transport der Objekte. Somit wird es möglich, in Gewicht, Maß oder Beschaffenheit divergierende Fördergüter auf unterschiedlichen Bahnen zu transportieren und zu orientieren [3].

Für den im Bild 2 dargestellten Prototyp wurden Kunststoffstempel als Stellelemente gewählt, die durch ihre Elastizität die Ausbildung der Deformationen unterstützen. Angetrieben werden die Stempel durch Schrittmotoren, die über Zahnriementriebe ihre Rotationsbewegung in eine Linearbewegung umwandeln. Um komple-

xe Bewegungen, wie z. B. gekrümmte oder drehende Wellen, erzeugen zu können, sind die insgesamt 60 Stellelemente in einer Matrix mit identischen vertikalen und horizontalen Abständen in einer Ebene angeordnet. Die Fördermembran, die einen wesentlichen Einfluss auf die Güte des Transportvorgangs hat, ist zweischichtig ausgeführt. Als Trägermaterial findet ein Schaumstoff Verwendung, auf den eine Kunststoffolie aufgebracht ist, die besonders gute Verschleiß- und Gleiteigenschaften aufweist.

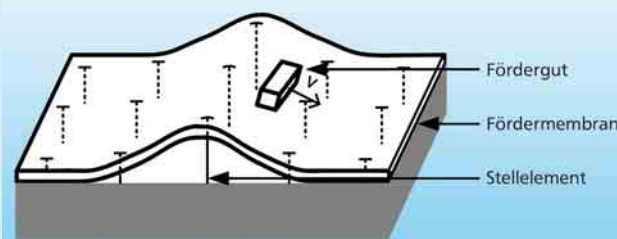
Zur individuellen Bahnberechnung für die Stellelemente und zu deren Ansteuerung dient eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Übermittelt werden die Anweisungen mit einer Zykluszeit von 8 ms über einen CAN-Bus. Die Kommunikation mit der Umwelt, z. B. mit einem Leitrechner oder mit weiteren Gleitfördermodulen, kann über die Ethernet-Schnittstelle der SPS realisiert werden. Durch den Einsatz einer Objekterkennung, die die Orientierung und Position der Objekte auf der Membran an die SPS übergibt, ist es zudem möglich, die Steuerung der Objekte zu einer Regelung der Objektbahnen zu erweitern.

Gleitförderer als komplette Materialflussmodule

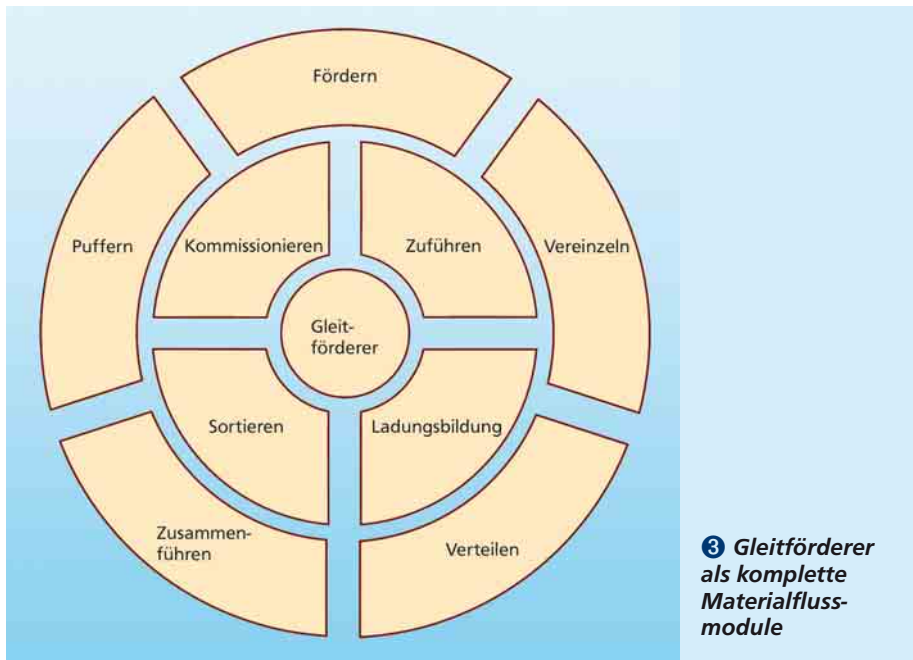
In der Intralogistik lassen sich komplexe Materialflussoperationen immer aus den grundlegenden Materialflussfunktionen zusammensetzen. Diese sind Fördern, Vereinzeln, Verteilen, Zusammenführen und Puffern [4]. Beispielsweise kann die Ladungsbildung durch die Funktionen Fördern, Zusammenführen und Puffern bewirkt werden. Wird diese Ladungsbildung dadurch erzielt, dass sortenreine Mengen an den Aufgabestellen auf dem Gleitförderer zu einer auftragsbezogenen Ladung zusammengeführt werden, wird ein Kommissioniervorgang durchgeführt. Materialflusselemente, die in der Lage sind, mindestens die grundlegenden Funktionen Fördern, Verteilen und Zusammenführen zu bewirken, werden als universelle Materialflusselemente bezeichnet und haben eine hohe Flexibilität im Materialfluss [5].

In heutigen Materialflusssystemen werden dafür hauptsächlich Flurförderzeuge eingesetzt oder es werden Stetigförderer mit weiteren Materialflusselementen kombiniert. Flurförderzeuge können Fördergüter innerhalb bestimmter Verkehrsflächen frei verfahren und damit Güter flexibel fördern, verteilen und zusammenführen. Nachteilig sind die komplexen Steuerungsaufgaben, die entweder durch Menschen und/oder eine komplexe Informationstechnik gelöst werden müssen. Zudem ist

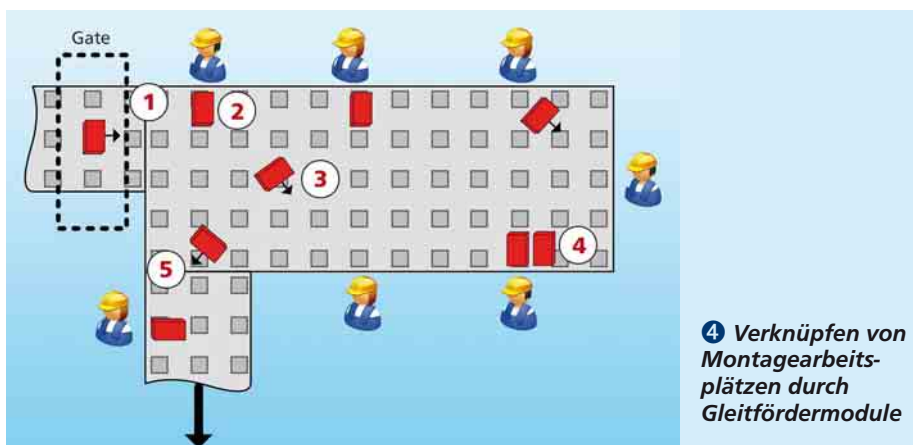
1 Funktionsprinzip von Gleitfördermodulen



flusstechnologie



③ *Gleitförderer als komplette Materialflussmodule*



④ *Verknüpfen von Montagearbeitsplätzen durch Gleitfördermodule*

mit ihnen nur ein relativ geringer Durchsatz erreichbar. Stetigförderer hingegen können eine große Menge von Objekten entlang einer festgelegten Förderstrecke transportieren. Um die Objekte verteilen und zusammenführen zu können, müssen sie jedoch mit weiteren technischen Geräten, wie Abweisern oder Drehtischen, zu offenen Subsystemen kombiniert werden. So sind Änderungen des Layouts oder Anpassungen an neue Leistungsanforderungen mit einem hohen mechanischen und informationstechnischen Aufwand verbunden.

Gleitfördermodule kombinieren die Vorteile der Unstetig- und Stetigförderer. Die ortsunabhängige Erzeugung und freie Verfahrbarkeit der Deformationen in der Membran ermöglicht es, Fördergüter an nahezu beliebigen Stellen eines Gleitfördermoduls zu übergeben und deren Transportwege individuell durch die Steuerung vorzugeben. Zudem ist eine parallele

Handhabung mehrerer Güter möglich und damit ein hoher Durchsatz erzielbar.

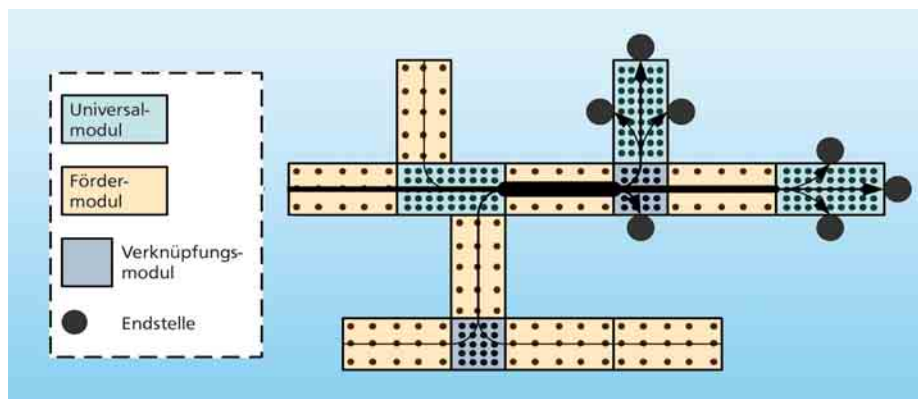
Neben den Funktionen Fördern, Verteilen und Zusammenführen lassen sich mit Gleitfördermodulen auch die verbleibenden grundlegenden Materialflussfunktionen Puffern und Vereinzeln bewirken. So lässt sich eine Pufferung der Fördergüter auf einem Gleitfördermodul durch die selektive Verzögerung einzelner Förderwellen und das Vereinzeln durch das Erzeugen einer Deformation zwischen beisammen positionierten Objekten erzielen. Damit ermöglicht die Gleitförderung die Konzeption von Materialflussmitteln, die in Erweiterung der universellen Materialflusselemente als komplette Materialflussmodule bezeichnet werden sollten (Bild ③).

Eine mögliche Anwendung für die Gleitförderung wird im Bild ④ gezeigt. Dargestellt ist eine Montagestation für individualisierte Produkte mit abschließender Qualitätskontrolle, bei der die einzel-

nen Stationen um Gleitfördermodule angeordnet sind. Die Bauteile und -gruppen werden während der Zuführung zu dem Montagesystem (1) in einem Gate identifiziert (Barcode, RFID u. a.), und daraus lassen sich die notwendigen Montagestationen bestimmen. Danach werden die Objekte auf individuellen Bahnen zu den für sie vorgesehenen Montageplätzen transportiert, dort bearbeitet (2) und dann zur nächsten Station bewegt. Dabei müssen die einzelnen Arbeitsplätze nicht sequenziell abgefahren werden, sondern es sind auch diagonale Bewegungen (3) möglich. Ist die vorgesehene Station belegt, dient der Gleitförderer gleichzeitig zum Puffern der Objekte (4). Nach der Montage werden die Güter einem weiteren Modul übergeben (5), auf dem die Endkontrolle und der Transport zur Senke stattfinden. Durch die simultane Handhabung der Objekte wird neben der Flexibilität auch ein hoher Durchsatz gewährleistet.

Ausblick

Neben der Weiterentwicklung des Prototyps wird am Lehrstuhl MTL ein Bausteinsystem für den Materialfluss leichter Stückgüter erarbeitet, das unterschiedliche Klassen von Gleitfördermodulen enthalten soll. In einem einfachen Beispiel (Bild 5) besteht der Baukasten aus drei Klassen: Fördermodule, Universalmodule und Verknüpfungsmodule. Die Module unterscheiden sich in ihren Abmessungen und vor allem in der Anordnung ihrer Stellelemente. Die Fördermodule haben in diesem Beispiel eine geringere Aktordichte, da sie nur für Translationsbewegungen der Objekte eingesetzt werden. Die Verknüpfungs- und Universalmodule hingegen haben eine höhere Aktordichte, um zusätzlich Rotationsbewegungen der



5 Sankey-Diagramm eines einfachen Materialflusssystems

(Bilder: HSU)

Objekte bewirken zu können. Gekoppelt werden die Module über standardisierte mechatronische Schnittstellen, die auch eine Anbindung an konventionelle Materialflusselemente, wie Rollenbahnen oder Bandförderer, ermöglichen sollen.

Die Steuerung der Gleitförderer wird dezentral gestaltet. Dazu wird jeder Teilnehmer in diesem System mit seinen Nachbarn über eine Ethernet-Schnittstelle verbunden und kann mit ihnen statische und dynamische Informationen austauschen. Dadurch wird die Topologie des Systems mit den notwendigen Materialflusskenngrößen jederzeit bekannt sein und alle Teilnehmer können die für sie notwendigen Informationen abfragen.

Ziel ist es, dass die Module an beliebigen Stellen im Materialfluss hinzugefügt, entfernt oder getauscht werden können, ohne dass physische oder informationstechnische Anpassungen notwendig sind. Kombiniert mit der Flexibilität der einzelnen Module, wird sich die Materialflusstechnik dynamisch den Anforderungen des jeweiligen Systems anpassen können und damit die Gestaltung einer schlanken und flexiblen Produktion oder Distribution ermöglichen.

Weitere Informationen sind im Internet abrufbar unter www.hsu-hh.de/mtl oder www.intralogistik-innovationen.de.

LogiMAT 2009: Halle 7, Stand 142

Literatur

- [1] Piller, F.: Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. 4. Aufl. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag – GWV Fachverlage GmbH, 2006.
- [2] Günthner, W. A.; Heinecker, M.; Wilke, M.: Materialflusssysteme für wandelbare Fabrikstrukturen. Industrie Management, Berlin (2002) 5, S. 8-10.
- [3] Gerthsen, M.: Gleitförderung – Eine neue Technologie für universelle Materialflusselemente. Tagungsband des 4. Fachkolloquiums der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V., S. 108-115, Chemnitz, 2008.
- [4] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.: Logistik. 2. Aufl. Berlin: Springer-Verlag, 2004.
- [5] Arnold, D.: Materialfluss in Logistiksystemen. 5. Aufl. Berlin: Springer-Verlag, 2007.

Dipl.-Wi.-Ing. Melf Gerthsen
 ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL) der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg



Prof. Dr.-Ing. Rainer Bruns
 ist Inhaber der Professur für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL) an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

