

## Modulare Materialflusssysteme – Ein Erfolg versprechendes Konzept für wandelbare Fabrikstrukturen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. W. A. Günthner, TU München  
Dipl.-Ing. Markus Heinecker, TU München

Zunehmende Verkürzungen der Produktlebenszyklen in Verbindung mit einem hohen Innovationsdruck im Bereich der Produktionstechnologien, der Trend zur Fertigung kundenindividueller Produkte und damit gekoppelt eine hohe Variantenvielfalt erfordern eine schnelle und

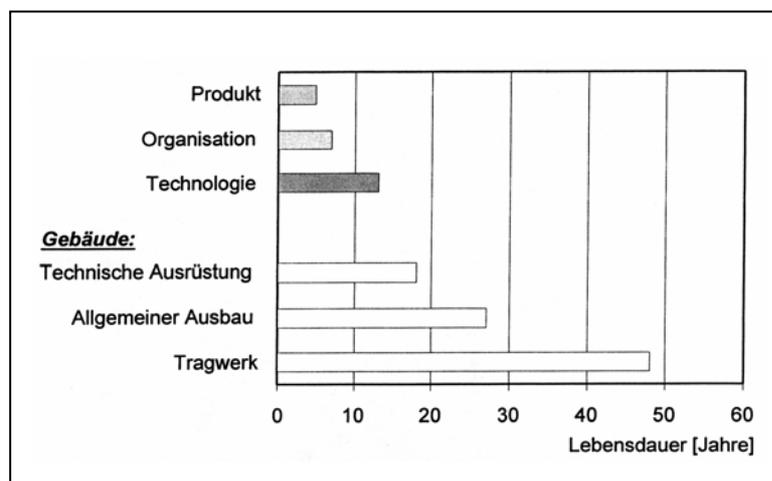


Abb. 1: Planungshorizonte der Fabrikstrukturen (Quelle: agiplan F&L)

effiziente Anpassung der physischen Logistiksysteme hinsichtlich Größe, Funktion und Strukturen auf veränderte Rahmenbedingungen. Demgegenüber stehen langfristige Planungs- und Finanzierungshorizonte für Gebäude und technische Einrichtungen (vgl. Abb. 1). Der klassische Planungsansatz – Auslegung einer Fabrik (Gebäude, technische Einrichtungen, usw.) für ein großteils kon-

stantes Produkt- und Produktionsspektrum, sowie ein Planungshorizont von max. 5 bis 10 Jahren – ist für die genannten Veränderungen der Marktsituation in vielen Fällen nicht mehr anwendbar. Darüber hinaus sehen immer weniger Firmen in hochautomatisierten Produktionseinrichtungen einen wirtschaftlichen Nutzen. Aufgrund kleiner werdender Seriengrößen und unzureichender Flexibilität bei den Kapazitäten lassen sich Anlagen nicht mehr wirtschaftlich auslasten. Die hochautomatisierten Anlagen, die in den vergangenen Jahrzehnten geplant worden sind, entsprechen nicht mehr im vollen Umfang den heute geforderten Flexibilitätsanforderungen.

Eine besonders hohe Anforderung an die Flexibilität materialflusstechnischer Anlagen stellt der Aspekt der kundenindividuellen Produktion dar. Zukünftige Firmen, besonders in der Produktion von Kleinserien und Einzelstücken, müssen in der Lage sein, kundenindividuelle Güter zu produzieren und zwar mit einer der heutigen Serienproduktion annähernd gleichzusetzenden Wirtschaftlichkeit.

Heute geht die Produktion in kleinen Losgrößen noch mit erheblichen Produktions- und Logistikkosten einher. Automatisierte Lösungen des Materialflusses rechnen sich erst bei größeren Serienproduktionen (vgl. Abb. 2). Dazu sind die gegenwärtigen automatischen Materialflusssysteme zu unflexibel und ihre Komplexität ist bei aufwendigen Systemen nur schwer zu beherrschen.

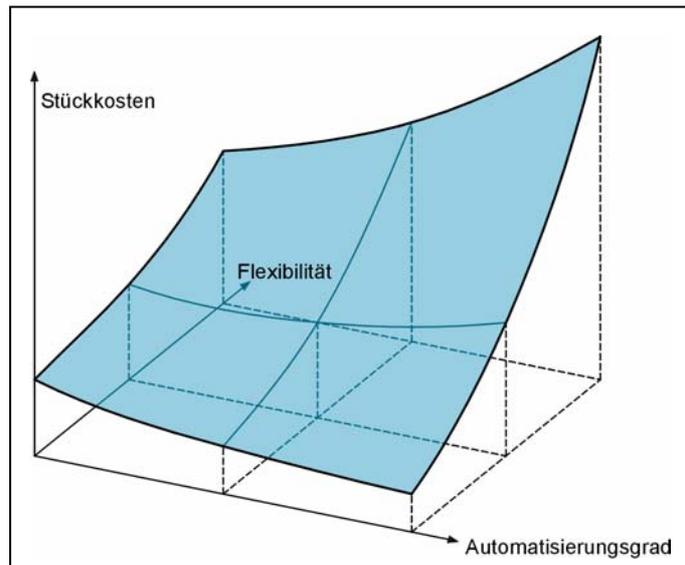


Abb. 2: Flexibilität und Automatisierung unter Kostengesichtspunkten bei heutigem Entwicklungsstand

Eine Verfolgung der individuellen Produktion bedarf also zukunftsweisender, automatisierter Ansätze in der Materialflusstechnik und Logistik, um die Kos-

tenschere gegenüber der Serienfertigung zu verkleinern, wandelbare Materialflusssysteme zu generieren und gleichzeitig eine hohe Verfügbarkeit durch Reduzierung der Komplexität zu gewährleisten.

Unter diesem Hintergrund wurde am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der Technischen Universität München im Frühjahr 2004 das Forschungsprojekt „Modulare Materialflusssysteme für wandelbare Fabrikstrukturen“ gestartet. Ziel ist die Entwicklung modular aufgebauter, skalierbar automatisierter Materialflusssysteme für flexible, wandelbare Fabrikstrukturen für den innerbetrieblichen Behältertransport.

Hierzu sollen materialflusstechnische Module entwickelt werden, die über standardisierte mechatronische Schnittstellen verfügen, mit denen diese sich einfach in ein flexibles, wandelbares Gesamtsystem einbinden lassen (vgl. Abb. 3). Diese materialflusstechnischen Module stellen eigenständige Funktionseinheiten dar. Solche Funktionseinheiten können einzelne Fertigungsstationen, einzelne Montageplätze aber auch komplette Montagebereiche einer Baugruppe beinhalten. Darüber hinaus soll der modulare Ansatz auch auf andere Bereiche des innerbetrieblichen Materialflusses, z.B. Lager, Kommissionierung, übertragen werden. Die Ausprägung der Module bzw. der Modulgrenzen richtet sich nach den Anforderungen der Flexibilität. Exemplarisch für die Gestaltung eines Moduls soll an dieser Stelle der Container genannt werden, der ein abgeschlossenes System bildet und sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich eine hohe Mobilität aufweist. Verknüpft durch Materialflusstechnik bilden die Module das gesamte Materialflusssystem.

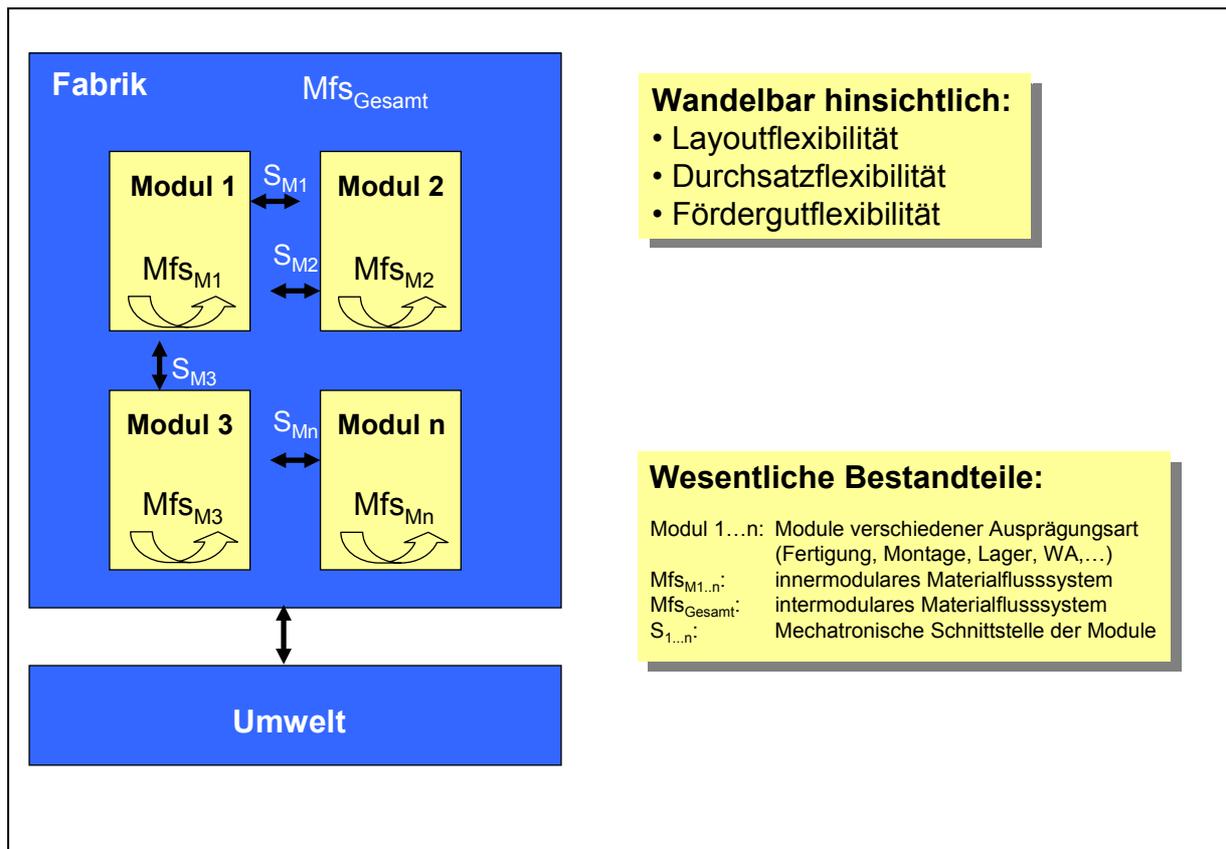


Abb. 3: Idealisierter Aufbau eines Modularen Materialflusssystems

Ein Modul verfügt über eine mechanische, eine elektrische und eine informationstechnische Schnittstelle. Über die mechanische Schnittstelle werden die Behälter physikalisch mittels entsprechender Materialflusstechnik an andere Module weitergegeben. Die Stromversorgung und die physikalische Datenübertragung finden über die elektrische Schnittstelle statt. Damit das Modul mit weiteren Modulen des Gesamtsystems wie auch mit dem menschlichen Bediener kommunizieren kann, verfügt es über eine informationstechnische Schnittstelle. Um eine Wandelbarkeit des Gesamtsystems, in dem Module entfernt, bzw. verändert werden können, zu erreichen, muss diese Schnittstelle des Moduls standardisiert sein.

Die folgende Aufzählung nennt die wesentlichen Arbeitspakete, die zur Erarbeitung modular aufgebauter, skalierbar automatisierter Materialflusssysteme für flexible, wandelbare Fabrikstrukturen für den innerbetrieblichen Materialfluss notwendig sind:

1. Ausarbeitung von Referenzszenarien:

Referenzszenarien für die Produktion einiger ausgewählter Beispielprodukte dienen als Grundlage für die folgenden Arbeitsschritte zur Gestaltung wandelbarer Materialflusssysteme. Die Referenzszenarien sollen dabei unterschiedliche Branchen abdecken (z.B. Elektronik, Fahrzeugtechnik), um die Ergebnisse auf viele Bereiche übertragen zu können. Schwerpunkte dieses Arbeitsschrittes stellen die Analyse des derzeitigen Produktionsab-

laufes der Beispielprodukte und die Ausarbeitung von Referenzszenarien für die Produktion. Als Referenzszenarien dienen Beispielprodukte der an diesem Forschungsvorhaben beteiligten Unternehmen.

## *2. Anforderungen an modulare Materialflusssysteme:*

Aufbauend auf die ausgearbeiteten Referenzszenarien sollen Anforderungsprofile an die innerbetriebliche Logistik erarbeitet werden. Entscheidend für die Wandelbarkeit zukünftiger Materialflusssysteme ist die Flexibilität hinsichtlich Fördergut, Layout und Durchsatz, sowie Erweiterungs- und Integrationsfähigkeit. Eine hohe Abdeckungsrate der gewählten Referenzszenarien möglicher Branchen schafft ein umfassendes Anforderungsprofil.

## *3. Moduldefinition:*

Ein Schwerpunkt dieses Arbeitspaketes liegt in der Definition der Module nach Umfang und Ausprägung. Dabei gilt es zu untersuchen, welche Bereiche oder Funktion (z.B. Fertigungs-, Montageplatz, Montage einer Baugruppe) zu einem Modul zusammengefasst werden können und damit Rückschlüsse auf die Modulgrenzen möglich sind. Ziel ist die Entwicklung eines Kataloges, der je nach Funktion Vorschläge für die technische Gestaltung der einzelnen Module liefert.

## *4. Gestaltung des innermodularen Materialflusses:*

Je nach Größe und Funktion der definierten Module ist ein Materialfluss innerhalb der Module notwendig. Dabei gilt es analog zum gesamten Materialflusssystem auch die Flexibilität innerhalb der Module zu betrachten. In einem ersten Schritt gilt es den notwendigen Umfang der innermodularen Flexibilität und die daraus resultierenden Anforderungen genauer zu definieren. Aufbauend auf die erarbeiteten Anforderungen soll ein Katalog entwickelt werden, der je nach Flexibilitätsanforderung und Modul Gestaltungshinweise für das innermodulare Materialflusssystem bzw. Materialflusstechnik liefert.

## *5. Gestaltung der Modulschnittstellen:*

Um eine Wandelbarkeit des Gesamtsystems, in dem Module entfernt, bzw. verändert werden können, zu erreichen, muss die mechatronische Schnittstelle des Moduls standardisiert sein. Hierfür müssen zuerst die Anforderungen und Aufgaben der Schnittstelle hinsichtlich Mechanik, Elektrik und Steuerungstechnik analysiert und entsprechend der Anforderungen Konzeptionen für die Gestaltung der mechanischen, elektrischen und steuerungstechnischen (mechatronischen) Schnittstelle entwickelt werden. Die Ergebnisse der Moduldefinition, der Gestaltung des innerbetrieblichen Materialflusses und der Schnittstellendefinition lassen sich in einem morphologischen Kasten vereinigen und bieten Gestaltungsmöglichkeiten für das gesamte Modul.

## 6. Gestaltung des intermodularen Materialflusses:

Die in den Arbeitsschritten 3 bis 5 entwickelten Module müssen nun durch materialflusstechnische Module miteinander zu einem gesamten Materialflusssystem verknüpft werden. Dabei gilt es insbesondere geeignete Materialflusstechniken auszuwählen, die die Anforderungen hinsichtlich Flexibilität bzw. Wandelbarkeit erfüllen. Der entwickelte morphologische Kasten wird um den intermodularen Materialfluss erweitert, auf dessen Basis sich je nach Anforderungen modulare Materialflusssysteme entwickeln lassen.

## 7. Systematische Bewertung modularer Materialflusssysteme:

Ziel einer systematischen Bewertung ist die Möglichkeit der Überprüfung und eines Vergleiches modularer Materialflusssysteme hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, technischer Eignung und Wandelbarkeit. Aufbauend auf den Anforderungen werden Kriterien erarbeitet, die eine methodische Bewertung (z.B. Nutzwertanalyse) ermöglichen.

Auf Basis der ausgearbeiteten Referenzszenarien werden exemplarisch für die Beispielprodukte unter Verwendung des morphologischen Kastens modulare Materialflusssysteme entwickelt und anschließend bewertet. Die Entwicklung der Materialflusssysteme auf Basis der Referenzszenarien erfolgt in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Planungsabteilungen bzw. Planungsunternehmen, so dass praxisorientierte Aspekte in der Planung berücksichtigt werden können.

Da immer mehr Unternehmen mit den steigenden Anforderungen an die Materialflusstechnik bzw. Logistik und der Thematik Flexibilität konfrontiert werden, ist von Seiten der Industrie eine wissenschaftliche Betrachtungsweise dieser Thematik erwünscht. Die Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte wird in enger Zusammenarbeit mit den Unternehmen MAN Nutzfahrzeuge AG (Fahrzeugbau), Hans Huber AG (Maschinen- und Anlagenbau), TMD Friction GmbH (Hersteller von Reibbelägen für die Erstausrüstung der Automobil- und Bremsenindustrie), Zollner AG (Elektronik) und Jungheinrich Moosburg GmbH (Flurförderzeuge) erfolgen.

Die Ergebnisse der Arbeitspakete sollen direkt in den Aufbau eines Modulbaukastens fließen, in dem alle für die Gestaltung eines Materialflusssystemes relevanten Module aufgelistet sind. Mit Hilfe dieser Baukastenstruktur steht somit nicht nur dem Planer ein Hilfsmittel zur einfachen Planung bzw. Umplanung zur Verfügung, sondern überdies hinaus sind durch den modularen Aufbau mit standardisierten Schnittstellen kurze Inbetriebnahme- und Umbauzeiten gewährleistet. Die Praxistauglichkeit des Baukastens soll anhand von Pilotprojekten bei den beteiligten Firmen nachgewiesen werden.

**Ansprechpartner für weitere Informationen:**

Dipl.-Ing. Markus Heinecker

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Boltzmannstraße 15

85748 Garching

Tel: +49 (0)89 / 289 159-15

Fax: +49 (0)89 / 289 159-22

email: [heinecker@fml.mw.tum.de](mailto:heinecker@fml.mw.tum.de)

Das Forschungsvorhaben „Modulare Materialflusssysteme“ (AiF-FV-Nr. 14021 N/1) wird aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) im Auftrag der Bundesvereinigung Logistik e.V., Bremen, gefördert.