

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner
Dipl.-Inf. Razvan Chisu
Dipl.-Ing. Florian Kuzmany

Internet der Dinge

-

Zukunftstechnologie mit Kostenvorteil



Juni 2008

Technologisch ist das „Internet der Dinge“ machbar – der Weg zu einer neuen Logistik, in der Selbststeuerung und Autonomie die heutigen zentralistischen Steuerungsarchitekturen ablösen, ist frei und immer noch zeigen sich Entwickler und Anwender zurückhaltend beim Einsatz dieser neuen Technologie. Doch während es auf die stetig steigenden Anforderungen an Materialflusssysteme keine andere Antwort gibt, als die Dezentralisierung und Senkung der Systemkomplexität, wurde die Frage nach den Kosten für das Internet der Dinge bisher weitgehend ignoriert. Dieser Frage widmen sich die Autoren im letzten Teil unserer Serie zum Thema "Internet der Dinge".

Internet der Dinge – Zukunftstechnologie mit Kostenvorteil

In den vorausgegangenen zwei Artikeln dieser Reihe stellten die Autoren bereits die technologischen Grundlagen des Internets der Dinge vor. Die Anwendung aktueller Technologien und Konzepte der Mechatronik und Softwaretechnik legen die Grundlage für die Umsetzung neuartiger Materialflusssysteme: Autonome Einheiten werden per „Plug & Play“ kombiniert, zentrale Instanzen wie Materialflussrechner werden nicht mehr benötigt. Der vorliegende Artikel gibt eine Bestandsaufnahme der heutzutage bei der Entwicklung von Materialflusssystemen auftretenden Kosten und zeigt so, an welchen Stellen eine dezentrale Softwarearchitektur ihre Vorteile ausspielen könnte. Die Analyse der verschiedenen Lebenszyklusphasen von Logistikprojekten – von der Planung bis zur Inbetriebnahme – sowie eine Betrachtung der immer häufiger auftretenden Umbauszenarien decken die größten Kostenfallen aktueller Systeme auf. Dabei zeigt sich: Das Internet der Dinge ist nicht nur technologisch sondern auch ökonomisch zukunftsweisend.

Die Motivation

Die Industrie, und dabei vor Allem die Logistik als durchdringendes und verbindendes Element sämtlicher Produktions- und Distributionsprozesse, muss immer größere Anstrengungen unternehmen, um sich am Markt gegen Wettbewerber durchzusetzen. Die Globalisierung und der damit einher gehende Preisdruck sowie das veränderte Kundenverhalten haben zu einem immer stärkeren Trend in Richtung individua-

lisierter Produkte geführt. Doch nicht nur die Produktion und der Versand von Produkten in sehr geringen Losgrößen ist eine Herausforderung – die immer kürzeren Lieferfristen, der Preiskampf und die konstant hohe Qualitätsanforderungen erschweren die Situation zusätzlich. Obwohl sich diese in den letzten Jahren immer mehr verschärft hat, werden auch die neuesten innerbetriebliche Materialflusssysteme nach einem Prinzip gesteuert, das seit Jahren unverändert geblieben ist. Hochkomplexe, zentrale Rechensysteme steuern und überwachen riesige Anlagen. Tausende von Komponenten und Vorgängen, deren Wechselwirkungen und Koordination werden in einem nur noch schwer zu überblickenden Softwaresystem abgebildet. Engineering, Wartung und vor Allem die Anpassung solcher Systeme an neue Gegebenheiten sind mit einem horrenden Aufwand verbunden, der nicht nur hohe Kosten verursacht, sondern vor Allem zu langen Inbetriebnahmezeiten führt. Und gerade dies ist eine Schwachstelle, die sich in unserer hochdynamischen Welt kaum jemand leisten kann.

Um diesem Problem entgegen zu wirken, startete im Jahr 2006 unter Beteiligung des Lehrstuhls für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der Technischen Universität München und weiterer namhafter Partner das Forschungsprojekt "Internet der Dinge". Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, in der Logistik eine neue Denkweise zu etablieren [BMBF]. Die Dezentralisierung der Steuerungslogik und der Verzicht auf zentrale Instanzen werden sowohl technologisch als auch organisatorisch zu weniger komplexen, robusteren und wandelbaren Materialflusssystemen führen. Das Internet als weltumspannendes, robustes und flexibles Netzwerk dient dabei als Vorbild für die Neustrukturierung der Intralogistik [Bul-07].

Doch technologische und funktionale Vorteile sind nicht immer ausreichend, um einem neuen Konzept zum Erfolg zu verhelfen. Einer der wichtigsten Aspekte bei der Einführung neuer Systeme ist immer auch das wirtschaftliche Potenzial.

Was kostet ein System heute?

Dieses neue Steuerungskonzept kann nur bewertet werden, wenn man die Kosten betrachtet, die derzeit bei der Planung und Realisierung konventioneller Materialflusslösungen auftreten. Dafür müssen die heutzutage anfallenden Aufwände in verschiedenen Tätigkeitsbereichen und über den Lebenszyklus einer Anlage hinweg

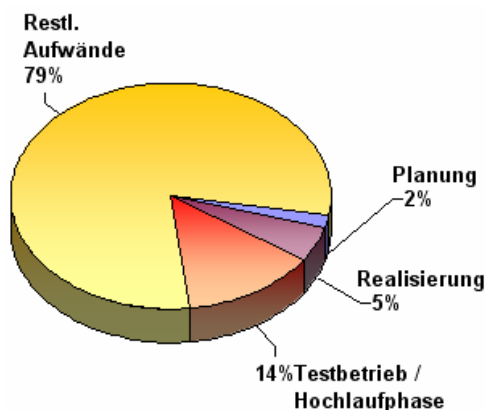
abgeschätzt werden. Eine erschwerende Rahmenbedingung ist dabei die große Heterogenität von Materialflusssystemen. Da es kein "repräsentatives Materialflusssystem" gibt, ist es auch prinzipiell nicht möglich, eine allgemein übertragbare Kostenstruktur aufzustellen. Einen Ausweg aus diesem Dilemma stellt die Auswahl beispielhafter Realisierungen dar, welche möglichst wenige kundenspezifische Lösungen enthalten. Experten der Firmen Siemens, Stöcklin und Viastore entschieden sich dabei für Anlagen aus dem Bereich der Kommissionierlager und der Gepäckfördersysteme. Zusätzlich wurde zwischen Großprojekten (ca. 10 Mio. € Projektumfang) und Kleinprojekten (ca. 3 Mio. €) unterschieden.

Da bei der Betrachtung die Aspekte der Softwaretechnik und Steuerungsarchitektur im Vordergrund stehen, können alle Kosten und Aufwände vernachlässigt werden, die von einer Umstellung der Materialflusssteuerung nicht betroffen sind. Dazu zählen die Kosten für Mechanik und Stahlbau sowie alle Arbeitsumfänge, die sich auf das Lagerverwaltungssystem beziehen.

Bei einem Kleinprojekt mit einem Volumen von drei Millionen Euro entfallen so 21% der Kosten auf Aufwände, die von einem neuen Steuerungskonzept profitieren können, in Großprojekten sind es 18%.

Kleinprojekte – Gesamtvolumen

(~3 Mio €)



Großprojekte – Gesamtvolumen

(~10 Mio €)

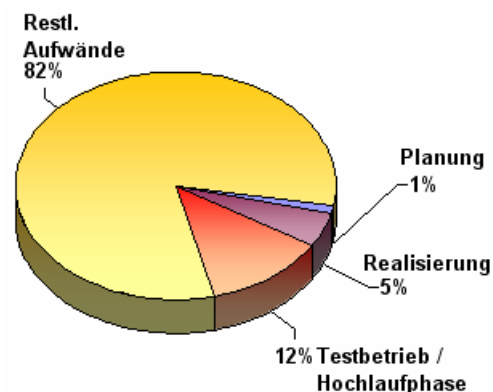


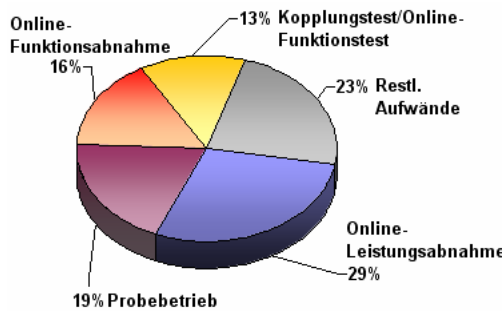
Abbildung 1 Anteil der für das Internet der Dinge relevanten Aufwände in den Lifecycle-Phasen am Gesamtprojektvolumen

Betrachtet man die Anteile der einzelnen Lifecycle-Phasen genauer, so lässt sich feststellen, dass in Testbetrieb und Hochlaufphase für die Unternehmen die höchsten Kosten (14% bei Klein- und 12% bei Großprojekten) entstehen. Wer schon einmal den Anlauf eines neuen Systems miterlebt hat, den werden diese Zahlen nicht über-

raschen. Der Personalaufwand und die investierte Arbeitszeit in dieser Phase sind enorm.

Kleinprojekte – Testbetrieb und Hochlaufphase

(entspricht 14% des Gesamtvolumens)



Großprojekte – Testbetrieb und Hochlaufphase

(entspricht 12% des Gesamtvolumens)

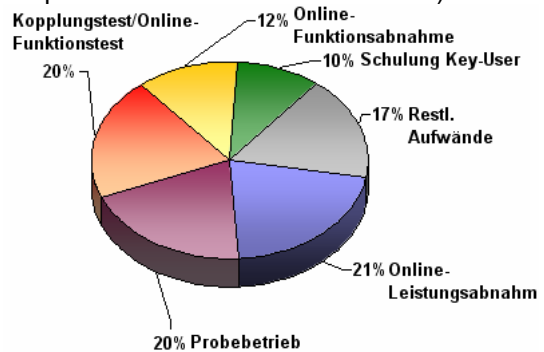


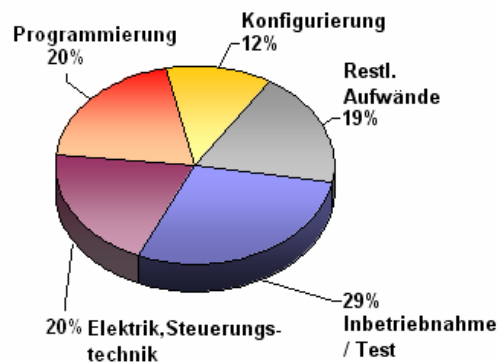
Abbildung 2 Aufwände in der Testbetrieb- und Hochlaufphase (Alle Aufwände mit weniger als 10% Anteil wurden zusammengefasst)

Dort werden die zahlreichen Schnittstellen einer komplexen Materialflussanlage abgestimmt und das Zusammenspiel aller Komponenten koordiniert, damit der spätere Betrieb reibungslos funktioniert. Gerade hier sind bei einer Systemumstellung Erleichterungen für die Programmierer zu erwarten. In einem "Internet der Dinge" agieren in sich abgeschlossene Einheiten, die, wie bei einem Baukastensystem, miteinander kombiniert werden. Da diese Einheiten auch unabhängig voneinander getestet werden können und nach außen über einheitliche Schnittstellen kommunizieren, ist in dieser Phase mit erhebliche Einsparungen zu rechnen.

Die Realisierungsphase stellt im Vergleich dazu zwar nur den relativ geringen Anteil von 5% am Gesamtprojektvolumen, sollte aber trotzdem bei der Betrachtung nicht vernachlässigt werden, da auch hier maßgebliche Verbesserungen zu erzielen sind (s. Abbildung 3).

Kleinprojekte – Realisierung

(entspricht 5% des Gesamtvolumens)



Großprojekte – Realisierung

(entspricht 5% des Gesamtvolumens)

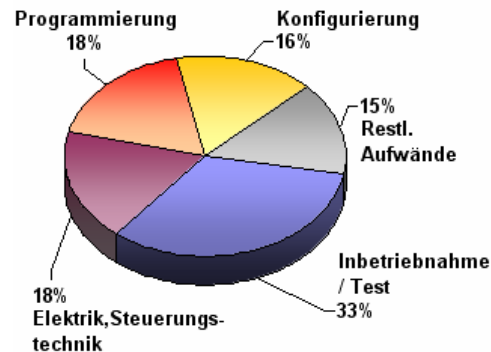


Abbildung 3 Aufwände in der Realisierungsphase (Alle Aufwände mit weniger als 10% Anteil wurden zusammengefasst)

Beispielhaft ist die Programmierung des Systems bzw. seiner Komponenten zu nennen, welche in dieser Phase stattfindet. In einem Internet der Dinge kann auf standardisierte Bausteine zurück gegriffen werden. Durch objektorientierte Programmierung und Vererbungsmechanismen soll in Zukunft der Aufwand zur Erstellung der Software stark reduziert werden. Lediglich projektspezifische Funktionen müssen neu programmiert werden und zu den bereits in einer Bibliothek vorhandenen Basisfunktionen hinzugefügt werden. Solche Basisfunktionen lassen sich für eine ganze Gruppe von Fördertechnikmodulen wie z.B. Stetigförderer oder Verzweigungselemente vorbereiten und stellen eine Grundlage für alle weiteren Arbeiten dar.

Ebenso verhält es sich mit der Simulationsstudie, welche in der Planungsphase durchgeführt wird. Bei Großprojekten macht diese Studie mehr als ein Drittel des gesamten Planungsaufwands aus. Auch hier könnten große Verbesserungen erzielt werden, indem man auf Bibliotheken zurückgreift, welche die gleichen Fördertechnikmodule implementieren, wie sie bei der späteren Realisierung Verwendung finden. Die Untersuchung der Kosten, welche bei Planung, Realisierung und Inbetriebnahme anfallen bestätigt also die Vermutung, dass dezentral gesteuerte, modulare Systeme entscheidende Vorteile haben. Denn gerade die Posten, die den größten prozentualen Anteil am Gesamtaufwand haben, werden von der neuartigen Steuerungshierarchie am stärksten beeinflusst.

Die Kosten bei Umbau und Erweiterung

Natürlich darf bei einer Betrachtung der wirtschaftlichen Potentiale des Internets der Dinge ein wichtiger Bereich nicht außer Acht gelassen werden, nämlich Umbau und Erweiterung bestehender Anlagen. Wegen den immer kürzeren Produktlebenszyklen und den sich immer schneller verändernden Auftragslasten und sogar Leistungsspektren von Unternehmen sind auch Umbauten bestehender Systeme immer häufiger durchzuführen [Log-07]. Anhand mehrerer Szenarien wurde überprüft, ob das Internet der Dinge auch in diesem Fall überzeugt. Auffällig ist bei solchen Szenarien vor Allem die Tatsache, dass heutzutage hauptsächlich durch Anpassungen am Materialflussrechner ein Mehraufwand von mindestens 30% entsteht. Ein weiteres Problem ergibt sich dadurch, dass Integration und Test neuer Anlagenteile nur in äußerst geringem Umfang während des laufenden Betriebs möglich sind. Um Kosten zu sparen, müssen Umbauten daher in der betriebsfreien Zeit, beispielsweise am Wochenende oder an Feiertagen, durchgeführt werden. Diese Tage bringen vielen Inbetriebnehmern und Anlagenprogrammierern meist Termindruck und Dauerstress. Durch die Komplexität der Aufgabenstellung bei gleichzeitig sehr stark eingeschränktem Zeitrahmen ist der Umbau eines Materialflusssystems daher als besonders kritisch einzustufen.

Aber auch hier wird das Internet der Dinge in der Lage sein, entscheidende Verbesserungen herbei zu führen. Denn intelligente Module, die ohne Zentrale funktionieren, können per „Plug & Play“ gekoppelt werden, ohne dass Änderungen am bestehenden System notwendig sind. Neue Anlagenteile können zuerst separat getestet und in Betrieb genommen werden, der Aufwand für die Integration in das Gesamtsystem beschränkt sich auf die Mechanik und Verkabelung.

Klar abgeschlossene Module reagieren auf Ereignisse, wie z.B. einem Transportbedarf, ohne dass eine zentrale, im Voraus für einen speziellen Zweck entwickelte Steuerungs- oder Prozessarchitektur notwendig wäre.

Sowohl die Transporteinheiten als auch die Fördertechnik werden dazu mit Hilfe von kooperierenden Steuerungsprogrammen, sogenannten Softwareagenten, zu eigenständigen Einheiten, die eine Aufgabe autonom erfüllen, *ohne* von anderen, zentralen Instanzen wie einem Materialflussrechner gesteuert zu werden. Anlagenerweiterungen wären dadurch ohne zusätzliche Programmierarbeit realisierbar: Umbaumaßnahmen und Erweiterungen, die derzeit mit großem Aufwand und entsprechenden Inbetriebnahmezeiten verbunden sind, würden erheblich vereinfacht. Förder-

technikmodule wie z.B. Rollenbahnen oder Gabelstapler agieren in diesem System als Dienstleister für die Pakete. Funktionsumfänge werden gekapselt und nur über einfache, klare Schnittstellen zugreifbar. Dies führt zu einer erhöhten Transparenz des Gesamtsystems, da alle Abhängigkeiten zwischen Einheiten offen gelegt und versteckte, schwer nachvollziehbare Wechselwirkungen vermieden werden. Eine einfachere Austauschbarkeit und Wiederverwendung der Komponenten ist die Folge [Will-06]. An die Stelle hochkomplexer Prozessketten und Systeme treten auf diese Weise einzelne Funktionen bzw. Dienste, die sich selbständig vernetzen.

Fazit

Verschafft man sich einen Überblick der Aufwände bei der Planung, der Realisierung und dem Test eines heutigen Materialflusssystems fällt auf, dass das Internet der Dinge in der Lage ist, zu signifikanten Kostensenkungen zu führen. Denn die hohe Wiederverwendbarkeit modularer Mechanik und vor Allem auch Steuerungslogik sowie der Einsatz moderner und flexibler Kommunikationstechnologien und Protokolle erleichtern die Programmierung, die Inbetriebnahme und den Test solcher Systeme. Vor Allem auch beim Umbau oder der Erweiterung einer Logistikanlage ist die Abwesenheit einer zentralen Instanz von großem Vorteil. Das Internet der Dinge hat also, neben zahlreichen funktionalen Vorteilen wie einer erhöhten Flexibilität und Robustheit des Systems und einer stark vereinfachten Integration und Inbetriebnahme von Modulen, auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten viel zu bieten.

[BMBF-06] Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt "Internet der Dinge" wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) betreut.

[Bul-07] Bullinger, H.-J.; ten Hompel, M. (Hrsg.): Das Internet der Dinge, Springer Verlag Berlin, ISBN 3-5403-6729-2, 2007

[Log-07] Logistik für Unternehmen: Standards für erfolgreiche Logistikprojekte, Springer-VDI-Verlag Düsseldorf, Sonderdruck, 2007

[Wil-06] Wilke, M.: Wandelbare automatisierte Materialflusssysteme für dynamische Produktionsstrukturen, Diss., TU München; Herbert Utz Verlag München, ISBN 3-8316-0591-2, 2006