

Intralogistik

Potentiale, Perspektiven, Prognosen

„Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Intralogistik erschließt Innovationspotentiale“

AUTOR: DIPL.-ING. ULRICH BALBACH

Leuze electronic GmbH + Co. KG

In der Braike 1

73277 Owen/Teck

e mail: ulrich.balbach@leuze.de

Telefon: 07021/573-178

Fax: 07021/9850955

Dipl.-Ing. Ulrich Balbach

Ulrich Balbach ist Dipl.-Ing. Elektrotechnik und seit 1998 bei der Firma Leuze electronic tätig. Seit 2002 leitet er den Geschäftsbereich Optosensorik. Er ist stark engagiert im VDMA (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau), wo er in verschiedenen Gremien die Sensorik im Maschinenbau repräsentiert und sich für die interdisziplinäre Zusammenarbeit einsetzt. Er ist Mitglied im Lenkungskreis des Forum Intralogistik und leitet dort den im Rahmen des Forum Intralogistik 2003 gegründeten Arbeitskreis „Innovation und Standardisierung“.

Leuze electronic GmbH + Co. KG

In der industriellen Automation zählt Leuze electronic seit über 40 Jahren aufgrund seines außergewöhnlichen Engagements in Forschung und Entwicklung zu den Innovationsführern im Bereich optoelektronischer Sensoren, Identifikations-, Bildverarbeitungs- und Datenübertragungssysteme sowie Optoelektronik für die Arbeitssicherheit.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung

1. Einleitung

2. Modellbildung als Basis für den interdisziplinären Dialog
 - Grundlagen der ISA-Modellierung
 - ISA-Bausteinfamilie

3. Nutzbare Potentiale

Zusammenfassung

Der Beitrag von Herrn Balbach beschäftigt sich mit der von Herrn Prof. Arnold skizzierten technischen Achse, also eher der Sicht der Intralogistik-Anbieter.

Dabei wird perspektivisch aufgezeigt, welches enorme Innovationspotential in einem fachlich und technologisch interdisziplinär geführten Disput liegt. Als Grundlage und zugleich als erstes Ergebnis für solch eine fachlich hochwertige Diskussion wird die vom Arbeitskreis „Innovation und Standardisierung des Forum Intralogistik“ erarbeitete „Intralogistik-System-Architektur“ (kurz: ISA; Autoren: Clemens Gutbrod und Rainer Sang) vorgestellt.

Mit Hilfe des Modells lassen sich Grenzen der Teilsysteme identifizieren und im gezielt geführten fachlichen Dialog bei entsprechend vorhandenem Expertenwissen optimieren. Sind die dabei entstandenen Ergebnisse darüber hinaus entsprechend in Nutzen für den Kunden (z.B. erhöhte Funktionalität, höhere Leistung, Kosteneinsparung, etc.) umsetzbar und zugleich auf der Basis neuer Technologien technisch realisierbar, eröffnen sich entsprechende Innovationspotentiale.

1. Einleitung

Die Basis der hier angewendeten Vorgehensweise ist die in diesem Beitrag aufgestellte und im nächsten Abschnitt verifizierte These, dass in einem aus einer Vielzahl von einzelnen Teilsystemen bestehenden Intralogistischen Gesamtsystem eben gerade an den Schnittstellen dieser Teilsysteme funktional wie technisch erhebliche Optimierungspotentiale liegen. Mit Schnittstellen sind hier Funktionsübergänge zwischen mehreren Teilsystemen gemeint und nicht die technisch detaillierten Schnittstellen soft- oder hardwaretechnischer Systeme.

Die Gründe für diese Optimierungspotentiale liegen auf der Hand. Die Intralogistik vereint vielfältige Disziplinen und Fachrichtungen. Um den Materialfluß auf der physikalischen Ebene zu handeln, benötigt es Stahl-, Maschinen- und Anlagenbau, Mechanik, Antriebstechnik, Hydraulik/Pneumatik und Sensorik. Um der physischen Ebene ein logisches Abbild zu schaffen und die Steuerung von Teil- und Gesamtsystem zu ermöglichen, bedarf es der Steuerungstechnik (Hard- und Software), der Identifikationstechnik, der Datenübertragungs- und Kommunikationstechnik sowie den unterschiedlichen Komplexitätsleveln entsprechenden Softwaresystemen, vom Materialflußrechner bis hin zum Datenbankgestützten Warenwirtschaftssystem.

An Projekten der Intralogistik sind demnach unterschiedlichste Lieferanten und Hersteller beteiligt, die an verschiedenen Stellen in der Wertschöpfungskette der Intralogistik ihren Beitrag leisten und die sich auch in ihrer Struktur (Ing.-Büro Hersteller mit Fertigungstiefe), ihrer Größe (5 ... 5.000 Mitarbeiter) und ihrem Selbstverständnis (Mittelstand ... Konzern) erheblich unterscheiden. Ein derartig heterogen besetztes Projektumfeld und die Komplexität der Projekte in der Intralogistik fordert den zentral Projektverantwortlichen, meist den Generalunternehmer, schon alleine mit der terminlichen, technischen und finanziellen Steuerung des Projektes massiv heraus. Für technische Optimierungen bleibt deshalb im pragmatischen Rahmen der alltäglichen Projektarbeit nur wenig Zeit.

Im alltäglichen Projektgeschäft zwischen den einzelnen Herstellern ist ein intensiverer Diskurs oft nicht möglich bzw. nur dann der Fall, wenn ein Problem besteht oder eine Reklamation droht. In der derzeitigen Hochschullandschaft findet ein solcher Dialog ebenfalls nur bedingt statt, da sich die Forschungsschwerpunkte der Institute in der Regel an den durch den Lehrauftrag gegebenen Fachdisziplinen orientieren.

Über den Begriff Intralogistik greift die Branche erstmals nun auch terminologisch die oben beschriebene und real bereits seit langem bestehende Bandbreite und Vielfalt auf, die zur technischen und logistischen Realisierung innerbetrieblicher Materialflußsysteme erforderlich ist. Damit eröffnet sich die Perspektive der bewußten Auseinandersetzung mit diesem Thema.

Der Arbeitskreis „Innovation und Standardisierung“ des Forum Intralogistik hat sich deshalb unter anderem die Förderung dieses Dialogs und dessen methodische Unterstützung zum Ziel gesetzt. Dabei entstand das „Intralogistik-Systemarchitektur-Modell“, kurz ISA-Modell. Dieses im folgenden ausführlich beschriebene Modell stellt ein wesentliches Element für den interdisziplinären Dialog dar. Aufgrund von klar definierten Begrifflichkeiten bringt es die nötige Qualität in diese Diskussion. Systemgrenzen lassen sich eindeutig identifizieren, Themenfelder können entsprechend definiert und die betroffenen Fachdisziplinen gezielt zur Diskussion eingeladen werden.

2. Modellbildung als Basis für den interdisziplinären Dialog

Die bisherigen Ansätze, intralogistische Systeme zu beschreiben bzw. zu modellieren, sind davon beherrscht, Komplexität zu reduzieren. Typischerweise folgt man einer bereichsorientierten Top-Down Zerlegung in Anlagenebenen, z.B.: ‘Systeme‘ – ‘Subsysteme‘ – ‘Bereiche‘ – ‘Elemente‘, bei denen die horizontale Ausgestaltung der Ebenenfunktionen und die Schnittstellen zwischen den Ebenen wenig standardisiert sind. Das Modell der Intralogistik-System-Architektur (ISA) stellt dieses Zerlegungsprinzip von der Bereichsorientierung auf die Funktionsorientierung um. Eine Top-Down Zerlegung erfolgt jetzt nach der funktionalen Gliederung der Anlage und bezweckt primär eine Anlagenmodellierung durch wieder verwendbare Bausteine und erfüllt gleichzeitig auch eine Komplexitätsreduzierung.

Inspiziert durch die objektorientierte Programmierung, die bereits in anderen Branchen zu einem Paradigmawechsel geführt hat, beispielhaft seien hier die Ansätze zur ‘Komponentenbasierten Automatisierung‘ in der Verfahrenstechnik genannt, erfolgt mit dem ISA-Modell eine Übertragung dieser erfolgreichen Ansätze auch auf die Modellierung intralogistischer Systeme.

Maßgeblich für die gedankliche Aufarbeitung dieses Paradigmawechsels sind die folgenden Denkschritte:

- Anlagenzerlegung nach Funktionen und nicht nach Bereichen.
- Kapselung der gefundenen Funktionen in Komponenten.
- Standardisierung von Komponenten.
- Standardisierung von Schnittstellen zwischen Komponenten.
- Bereitstellung von Steuerungskomponenten analog zu verfügbaren Mechanikkomponenten.

Die Vorteile dieser funktionszentrierten Anlagenmodellierung lassen sich zielgruppenorientiert darstellen:

- Modulare Baukastensicht der Anlage in der Planungsphase.
- Transparente Leistungen in der Beschaffungsphase.
- Klare Schnittstellenabgrenzung während der interdisziplinären Zusammenarbeit in der Realisierungsphase.
- Hochwertiges Qualitätsniveau und klare Problemabgrenzung in der Betriebsphase.
- Risikolose Austauschbarkeit funktional abgegrenzter Teilwerke oder Komponenten in der Modernisierungsphase.
- In der Summe bietet ISA durch den hohen Wiederverwendungsgrad gekapselter Funktionen in allen Phasen einen klaren Kostenvorteil durch reduzierten Anpassungsaufwand, höhere Standardisierung, reiferen Testgrad und kürzere Inbetriebnahme.

Grundlagen der ISA-Modellierung

Mit dem ISA-Modell wird eine einfache Integration von mechanischen Komponenten und steuerungstechnischen Komponenten zu Teilwerken möglich. Der aktuelle Entwicklungsstand von ISA abstrahiert dazu fünf essentielle automatisierungstechnische Funktionen einer Förderanlage, aus deren Kapselung unmittelbar die Komponentenliste von ISA entsteht (Tabelle 1). Sämtliche Materialflussanwendungen lassen sich auf die dargestellten Funktionen reduzieren.

Wichtig für das Verständnis des Systems in seiner Gesamtheit und des Zusammenspiels seiner Komponenten ist die klare Abgrenzung der Funktionalitäten untereinander sowie eine klare Definition der Nachrichten, die zwischen den einzelnen Komponenten ausgetauscht werden. In der Folge werden Funktionen mit dem Präfix „F:“, Nachrichten mit „N:“, Daten mit „D:“ und Anlagenelemente mit „A:“ versehen.

Transportauftrag: Ausgangspunkt für die Durchführung eines Transportauftrages ist eine Anforderung aus dem operativen Betrieb. Solche Anforderungen können z.B. Kommissionier- oder Produktionsnachschiebe, Wareneingänge oder Umlagerungen sein. Summarische Anforderungen werden von einem Bestandsführungssystem soweit aufgelöst, dass eine oder mehrere Bestandseinheiten ausgewählt werden für die dann jeweils ein Transportauftrag generiert wird.

In der weiteren Betrachtung bezieht sich also ein Transportauftrag immer auf genau ein selbständig zu bearbeitendes Transportobjekt, das von seinem momentanen Standort zu seinem Bestimmungsort (Endziel) zu bringen ist.

Fahrauftrag (Teiltransport): Ein Transportauftrag wird untergliedert in einzelne Fahraufträge an Fördersysteme, die den Materialtransport dann tatsächlich durchführen. Die Fahraufträge werden immer aktuell erzeugt, wenn ein Fördersystem mit einem weiteren Transportschritt beauftragt wird, er verschwindet mit der Durchführungsmeldung.

Zielfindung: Bei der Durchführung eines Fahrauftrags muss das transportierende System das im Teiltransportauftrag spezifizierte Ziel entweder selbst finden können oder dem Transportsystem wird im Auftrag mitgeteilt, wie das (nicht notwendig mitgeteilte) Teiltransportziel zu erreichen ist. Im ersten Fall muss das Transportsystem an jeder Verzweigungsstelle, an der eine Richtungsentscheidung zu treffen ist, durch Kenntnis der eigenen Topologie entscheiden, in welche Richtung das Transportobjekt weiterzutransportieren ist. Im zweiten Fall muss das beauftragende System für jede Entscheidungsstelle die zu befahrende Richtung im Auftrag mitteilen.

Ressourcennutzung: Bei der Durchführung der Transporte muss die Blockierung von Ressourcen vermieden werden. Es darf z.B. keine Kreuzung befahren werden, wenn deren Ausfahrt nicht frei ist, da sonst der Querverkehr behindert wird. Diese einfache

Belegungssteuerung kann vom Transportsystem selbst vorgenommen werden. Stehen betriebsstrategische Ziele bei der Ressourcenbelegung im Vordergrund, dann muss die Verantwortung für die Benutzung einer Ressource von einem System übernommen werden, das die Belegungssituation aller Transportbereiche kennt und bei dem die entsprechenden Betriebsparameter bekannt und die passenden Strategien implementiert sind.

Funktionsgruppen:

F:AS – Anlagensteuerung

Die Anlagensteuerung bedient direkt die Anlage. Sie realisiert alle Entscheidungen, die für die Eigensicherheit der Anlage und die für die Durchführung eines Transportschrittes notwendig sind. Auf dieser Ebene fällt also die Entscheidung, ob gefördert werden kann. In der Regel wird dazu nur die Aufförderfreigabe der Folgeförderer betrachtet.

F:RE – Richtungsentscheidung

Die Richtungsentscheidung an einem bestimmten Anlagenpunkt für ein Transportobjekt ermittelt aus den eingestellten Betriebsparametern des Punktes und den ggf. vorhandenen Fahrauftragsdaten für das sich an diesem Punkt befindende Transportobjekt ob und in welcher Richtung weitergefördert werden soll. Diese Funktion ist nicht zu verwechseln mit der Ressourcennutzung, die ja bei der Vergabe eines Fahrauftrages auch in gewisser Weise eine Richtungsentscheidung fällt.

F:FA – Fahrauftragsverwaltung

Die Fahrauftragsverwaltung stellt für die Funktionsgruppe F:RE die relevanten Daten des Fahrauftrags zur Verfügung. Insbesondere muss sie über die Identifikation des Entscheidungspunktes und des Transportobjekts die Information liefern, ob eine Richtungsanweisung vorliegt und welche Ausprägung diese hat. Dieser Vorgang stellt hohe Anforderungen an die Reaktionszeit. Ausserdem ist diese Funktionsgruppe dafür verantwortlich, Fahraufträge anzulegen, zu verändern und zu löschen, wenn dies von der beauftragenden Funktionsgruppe verlangt wird. Diese Funktionen stellen keine hohen Anforderungen an die Reaktionsgeschwindigkeit.

F:RN – Ressourcennutzung

Die Ressourcennutzung kennt den aktuellen Belegungszustand der Transportsysteme, deren möglichen Transportkapazitäten und Struktur, die vorliegenden Transportaufträge und die notwendigen Parameter für die Strategien der Nutzung der freien Ressourcen. Hier wird entschieden, welches von mehreren konkurrierenden Transportobjekten eine freie Ressource nutzen darf. Daraus resultiert die Vergabe oder Veränderung eines Fahrauftrages an die Funktionsgruppe F:FA. Diese Funktionsgruppe bedient sich zur Verfolgung ihrer Betriebsstrategien auch der Parametrierung der Entscheidungspunkte bei der Funktionsgruppe F:RE.

F:TK – Transportkoordination

Diese Funktionsgruppe ist die, bei der die umgebenden, nicht zum Materialflusssteuerungssystem gehörenden Systeme die Transporte beauftragen, Statusinformationen erlangen können und von der sie bei Beendigung die Vollzugsmeldung erhalten. Die Transportkoordination sorgt dafür, dass ein bei dieser Komponente beauftragter Transport richtig abgewickelt wird, also zur richtigen Zeit am richtigen Ort fertiggestellt wird. Aus einer Vielzahl von Transportaufträgen (Hochlastbetrieb) werden die passenden Betriebsstrategien ermittelt. Hier sind auch Funktionen zur Gruppierung und Sequenzialisierung mehrerer Transportaufträge angesiedelt, hier werden die Verfügbarkeiten aller Bereiche und Systeme betrachtet und in der Laststeuerung für einzelne Transportsysteme berücksichtigt. In dieser Funktionsgruppe findet z.B. auch die Organisation von Sammeltransporten, Rundgängen und Batchbildung statt.

Tabelle 1: Fördertechnische Funktionen und Kapselung in Komponenten

Fördertechnische Funktion	ISA-Komponente
F:AS – Anlagensteuerung	A:FE – Förderelement
Bedient direkt die Anlage. Steuert Eigensicherheit und Transportabwicklung.	Kleinste Einheit mit Antrieben und Sensorik. Enthält die Funktion Anlagensteuerung (F:AS).
F:RE – Richtungsentscheidung	A:FG – Fördergruppe
Richtungsentscheidung an einem Anlagenpunkt.	Eine Zusammenfassung von Förderelementen, die nach außen als ein Verzweigungspunkt erscheinen. Gemeinsame Funktion Richtungsentscheidung (F:RE).
F:FA – Fahrauftragsverwaltung	A:FS– Fördersegment
Verwaltet Richtungsanweisungen pro Transportobjekt und Anlagenpunkt.	Eine Zusammenfassung von Fördergruppen. Gemeinsame Funktion Fahrauftragsverwaltung (F:FA).
F:RN – Ressourcennutzung	A:FB – Förderbereich
Verteilt Transportobjekte auf freie Ressourcen. Berücksichtigt Belegungszustand, Transportkapazität, Struktur und vorliegende Transportaufträge. Erzeugt Fahraufträge.	Eine Zusammenfassung von Fördersegmenten. Gemeinsame Funktion Ressourcennutzung (F:RN).
F:TK – Transportkoordination	
Schnittstelle zu beauftragenden Systemen. Gruppierung und Sequenzierung von Transportaufträgen. Strategische Entscheidungen abhängig von Verfügbarkeit, Laststeuerung und Betriebsstrategien.	Wird in ISA nicht als Automatisierungsfunktion angesehen und daher nicht als Komponente modelliert.

Abbildung 1 stellt die vier Komponententypen von ISA in einer gekapselten Komponentensichtweise dar. Die Rechtecke stellen die vier Komponententypen A: xx dar.

Die Kreise repräsentieren die von den Komponenten wahrgenommenen Funktionen F: xx. Die Kommunikationsbeziehungen werden hier nicht weiter ausgeführt, ersichtlich ist aber die strenge Kapselung der Ebenen.

Intralogistik-System-Architektur-Modell

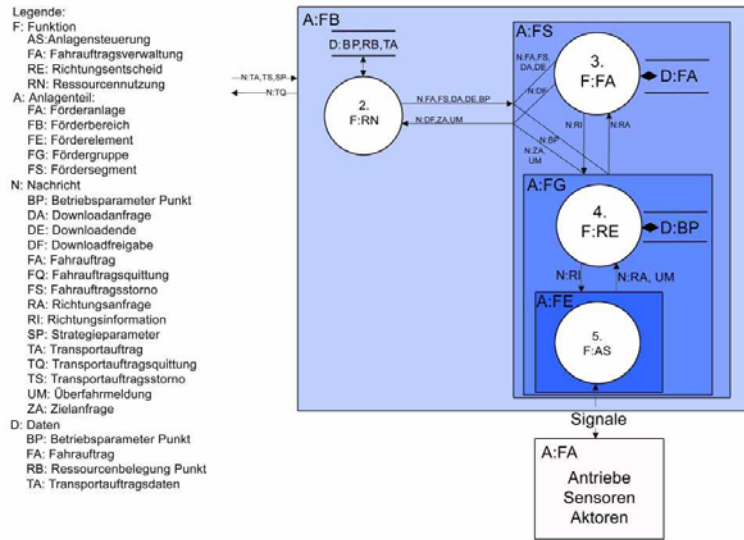


Abbildung 1: Bausteinhierarchie und Kommunikationsbeziehungen

In Analogie zur mechanischen Komponentenbildung erfolgt die ISA-Komponentenbildung durch äquivalente Automatisierungskomponenten für jede Mechanikkomponente. Die ISA-Komponenten enthalten dabei sowohl eine steuerungstechnische Repräsentation der Mechanikfunktion als auch eine visualisierende Repräsentation für Dialog und Darstellung.



Intralogistik-System-Architektur-Modell

Erwartung an ein Komponentenmodell:

Mechanikkomponenten + Steuerungskomponenten + Dialogkomponenten ergeben eine kombinierbare Bausteinbibliothek

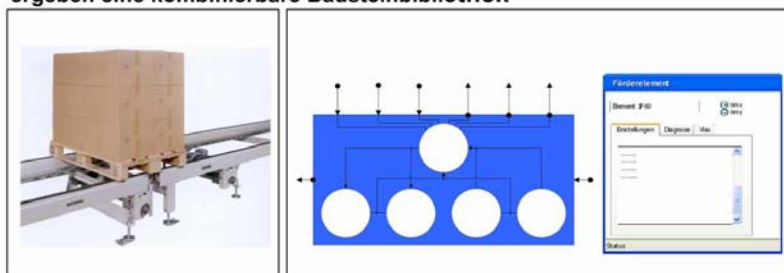


Abbildung 2: Komponentenmodell

ISA-Bausteinfamilie

Eine ISA-Bausteinfamilie basiert auf den vier Komponententypen

- Förderelement
- Fördergruppe
- Fördersegment
- Förderbereich.

Abhängig von spezifischen Leistungsmerkmalen der unterlagerten fördertechnischen Systeme werden diese Komponententypen anbieterspezifisch implementiert. Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Funktionsaufteilung und ausgerüstet mit einer generischen Schnittstelle, die die benötigte Flexibilität und Toleranz für Schnittstellenerweiterungen mit sich bringt, können intralogistische Systeme durch Kombination von ISA-Komponenten unterschiedlicher Hersteller aufgebaut werden. Das ISA-Modell definiert die Bausteinschnittstelle derzeit rein funktional durch Festlegung aller Kommunikationsinhalte, die konkrete Umsetzung auf bestehende und standardisierte Kommunikationsverfahren bleibt der Weiterentwicklung des Modells vorbehalten.

Allen Bausteinen gemeinsam ist eine nachrichtenorientierte Kommunikationsschnittstelle mit den Nachrichtentypen:

- → Parameter
- → Steuerdaten
- → Aufträge
- ← Auftragsrückmeldungen
- ← Statuswerte
- ← Diagnosedaten

Speziell für die elementaren Förderelemente wird zusätzlich zur Kommunikationsschnittstelle eine direkte signaltechnische Verriegelung zur Belegungssteuerung benachbarter Elemente vorgesehen.

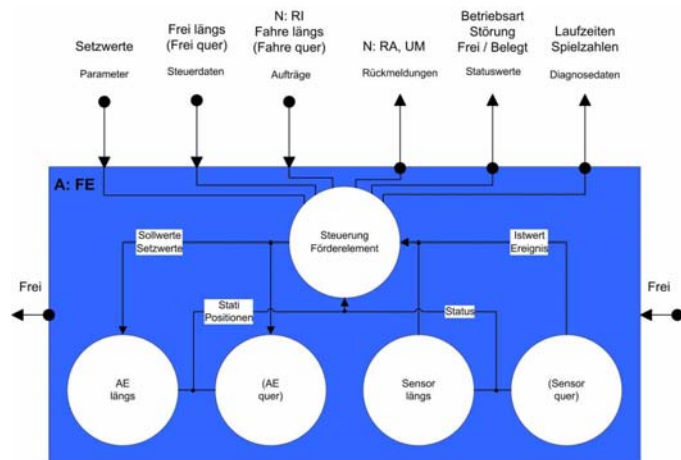
Die Komponenten der ISA-Bausteinbibliothek werden wie folgt definiert:

1. Basiskomponenten

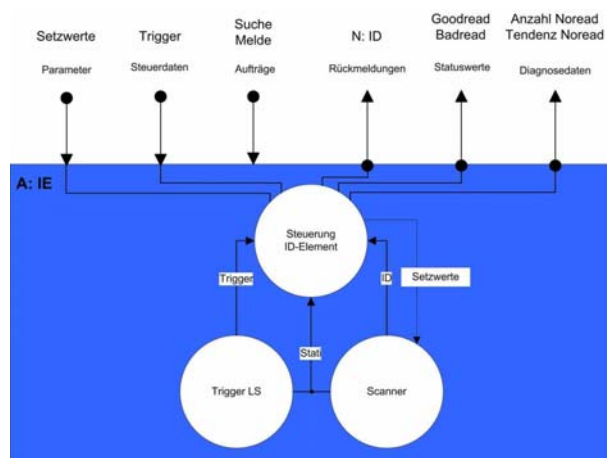
Es werden zwei Ausprägungen von Basiskomponenten vorgeschlagen:

- Förderelement zur Steuerung eines 1- oder mehrachsigen Förderers
- Identifikationselement zur Steuerung eines Datenerfassungspunktes (Scanner, RFID..)

Förderelement (AE = Antriebselement)

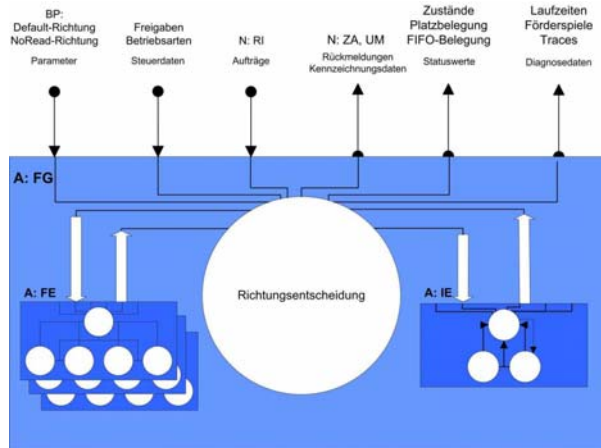


Identifikationselement



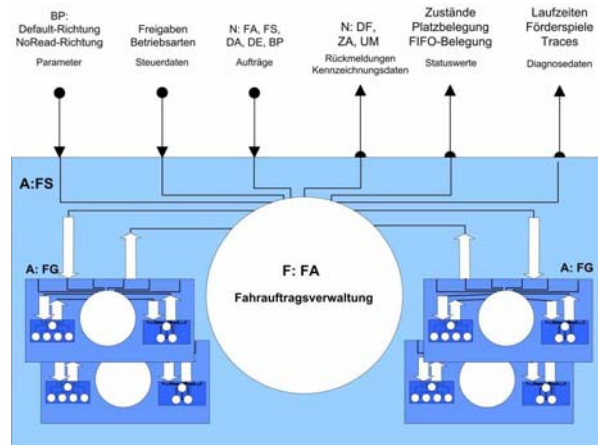
2. Fördergruppe:

Verbundkomponente für aggregierte Fördererlemente mit gemeinsamer Richtungsentscheidung und ggf. gemeinsamem Identifikationselement.

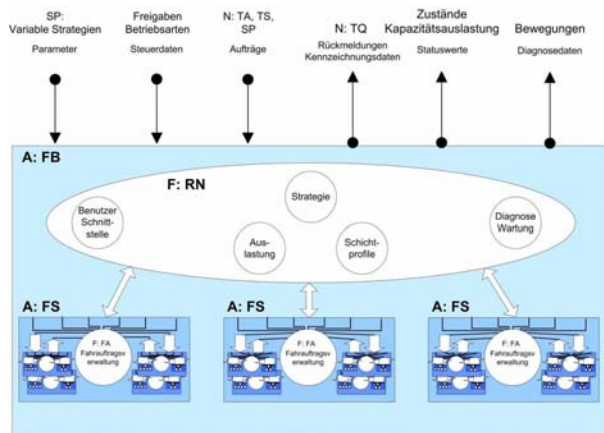
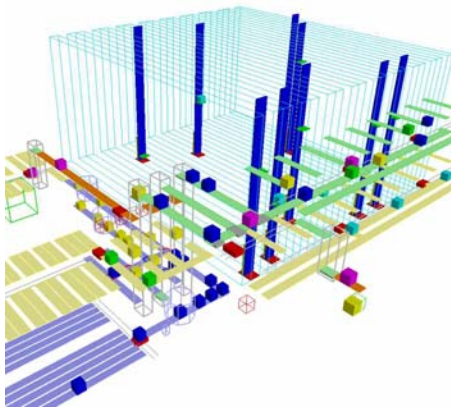


3. Fördersegment:

Verbundkomponente für aggregierte Fördergruppen mit gemeinsamer Fahrauftragsverwaltung.



Verbundkomponente für aggregierte Fördersegmente mit gemeinsamer Ressourcennutzung.



3. Nutzbare Potentiale

Die Verschiebung einer Systemgrenze liegt dann vor, wenn beispielsweise Steuerungsaufgaben bisher zentral durchgeführt wurden, jetzt aber dezentral vor Ort in entsprechenden Teilaggregaten vorstatten geht. Entsprechend kann es ebenfalls zur Verschiebung von Systemgrenzen kommen, wenn ein Sensorsystem, das bisher an seinem Ausgang Positionsdaten zur Verfügung gestellt hat, nun eine Geschwindigkeit liefert. Oder wenn bisher auf markante Punkte positioniert wurde, um Lastaufnahmemittel relativ zum Ladungsträger zu positionieren, nun das Sensorsystem die Position des Ladungsträgers unmittelbar und absolut erfasst.

Generell eröffnen aus Teilsystemen aufgebaute Gesamtsysteme alleine durch das Überdenken von Systemgrenzen und darüber hinaus erst recht durch das bewußte, systematische Verschieben derartiger Systemgrenzen Optimierungspotentiale. Hat man Kenntnis über neueste Technologien im Bereich der Teilsysteme oder sogar die Möglichkeit, die Entwicklungen dieser Technologien zu beeinflussen und dazuhin noch die klare Zieldefinition eines „quasi idealen“ Gesamtsystems im Blick, lassen sich über diese Methodik sonst nur durch Zufall erreichbare Innovationspotentiale systematisch erschließen. Sind die dabei entstandenen Ergebnisse darüber hinaus entsprechend in Nutzen für den Kunden (z.B. erhöhte Funktionalität, höhere Leistung, Kosteneinsparung, etc.) umsetzbar und zugleich auf der Basis neuer Technologien technisch realisierbar, eröffnen sich entsprechende Innovations-

potentiale. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass hier ein technischer Lösungsansatz erst dann als Innovation bezeichnet wird, wenn neue, technologische Möglichkeiten mit unmittelbar daraus ableitbarem Kundennutzen zusammenfallen.

All dies kann der im „Arbeitskreis Innovation und Standardisierung“ des Forum Intralogistik bewußt initiierte interdisziplinär geführte Dialog auf der Basis oben vorgestellter Intra-Logistik-Systemarchitektur leisten. Einen derartigen Dialog zu erreichen und zu systematisieren ist eine Herausforderung, der sich die Intralogistik in den kommenden Jahren stellen muß. Es gilt Vertreter der Wirtschaft und ebenso Vertreter aus Forschung und Lehre für diesen Dialog zu gewinnen. Unsere Wirtschaft braucht Innovationen, die Intralogistik kann sie liefern.