

# Zukunftsorientierte IT-Integration in der Logistik 2023

Kapitel 3: Systemarchitektur für Intralogistiklösungen / Modularisierung von Förderanlagen

Prof. Dr.-Ing. Frank Thomas





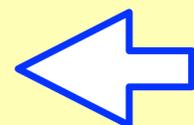
# Themenschwerpunkte

## Zukunftsorientierte IT-Integration in der Logistik

**Kapitel 1:**  
Warenidentifikation - Anwendung in der Logistik

**Kapitel 2:**  
Datenkommunikation in der Intralogistik

**Kapitel 3:**  
Systemarchitektur für Intralogistiklösungen /  
Modularisierung von Förderanlagen

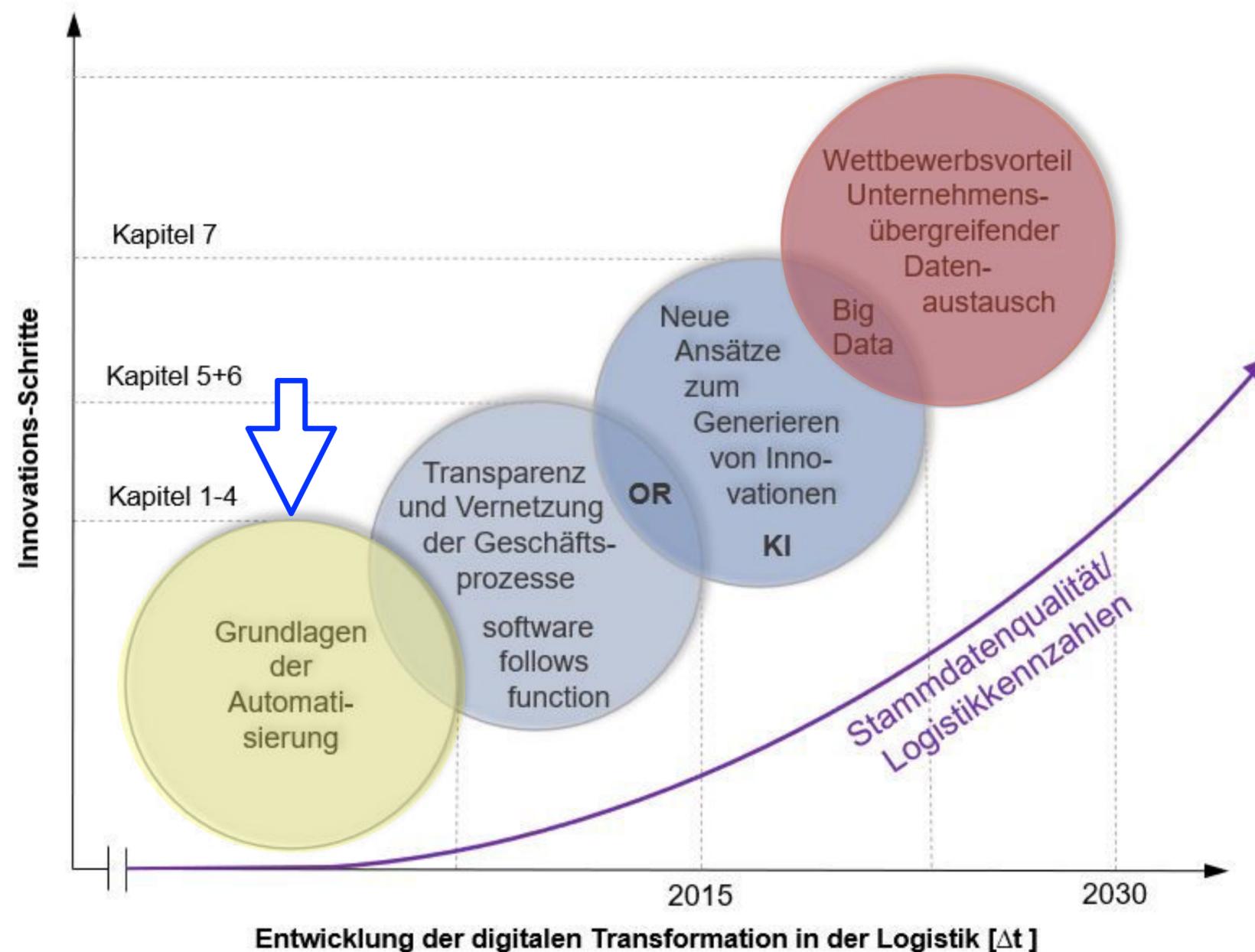


**Kapitel 4 :**  
Gestaltung und Einsatz innovativer  
Material-Flow-Control-Systeme (MFCS)

**Kapitel 5:**  
Transparenz und Vernetzung der Geschäftsprozesse

**Kapitel 6:**  
software follows function -  
Software-Entwicklung nach industriellen Maßstäben

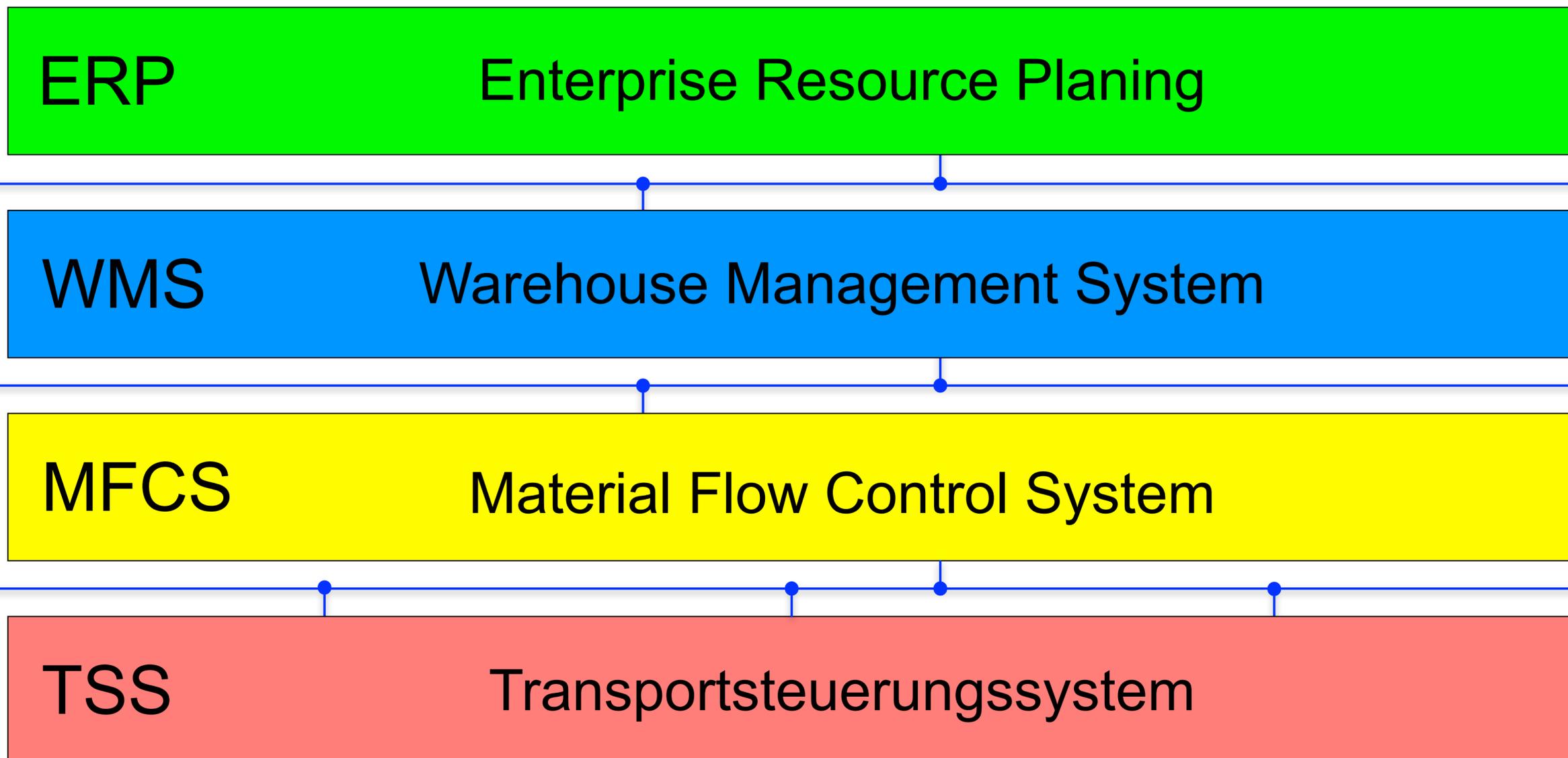
**Kapitel 7:**  
Neue Ansätze zum Generieren von Innovationen





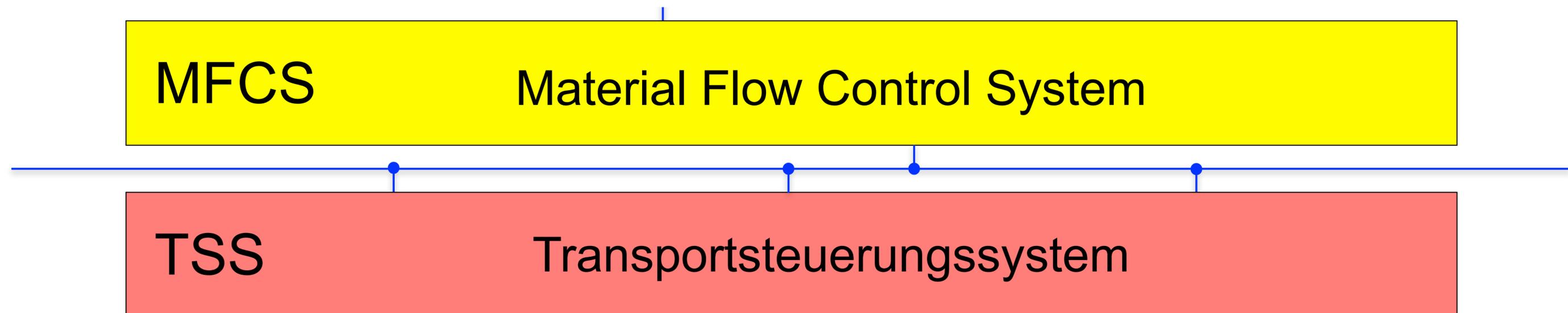
# IT-Grundlagen der Logistik

Ein Logistiksystem agiert nie alleine,  
es ist grundsätzlich in einer bunten IT-Welt eingebunden...





## Systemarchitektur für Intralogistiklösungen (SAIL) / Modularisierung von Förderanlagen



# Systemarchitektur für Intralogistiklösungen (SAIL) / Modularisierung von Förderanlagen



Mit der Entwicklung der Grundlagen zu **wiederverwendbaren Funktionskomponenten** und der **gewerkeübergreifenden Kommunikation** wurde die heterogene Individualität als Kostenfalle überwunden

 bedeutender Wettbewerbsvorteil!

# Paradigmenwechsel



Durch den Paradigmenwechsel...

... von bereichsorientierter Top-Down-Zerlegung zu standartisierten Funktionsbaumgruppen

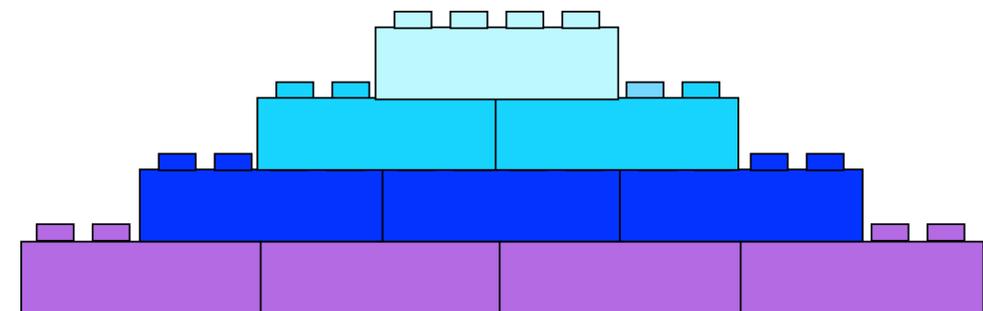
 wird das Potential sichtbar!

# Systemarchitektur für Materialfluss-Steuerungen (SAIL)



## Zielführend sind:

- **standardisierte** Funktionsbausteine
- nach dem **Baukastenprinzip** moduliert
- in einer **Wiederverwendbarkeit** zugänglich gemacht zu werden



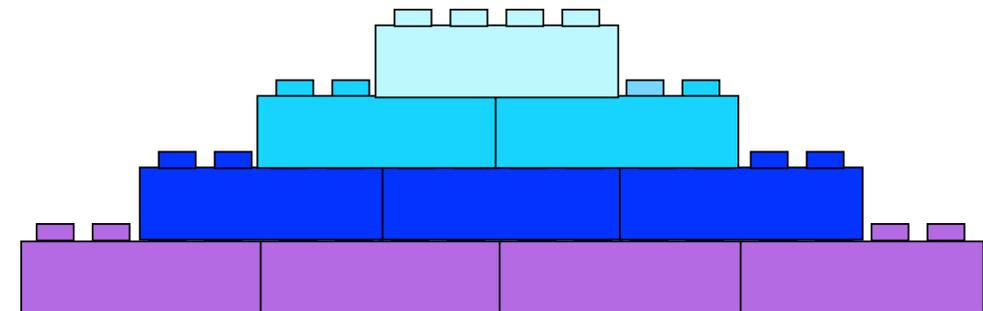
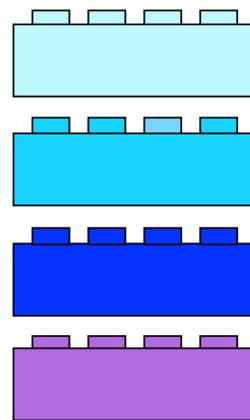
# Systemarchitektur für Intralogistiklösungen (SAIL)



## Denkschritte für die Systemarchitektur:

1. Primäre Anlagenzerlegung nach fördertechnischen Funktionen
2. Kapselung der gefundenen Funktionen in Komponenten
3. Standardisierung der Komponenten
4. Standardisierung der Schnittstellen der Komponenten

Homogene Anlage  
mit passgenauen  
Komponenten:

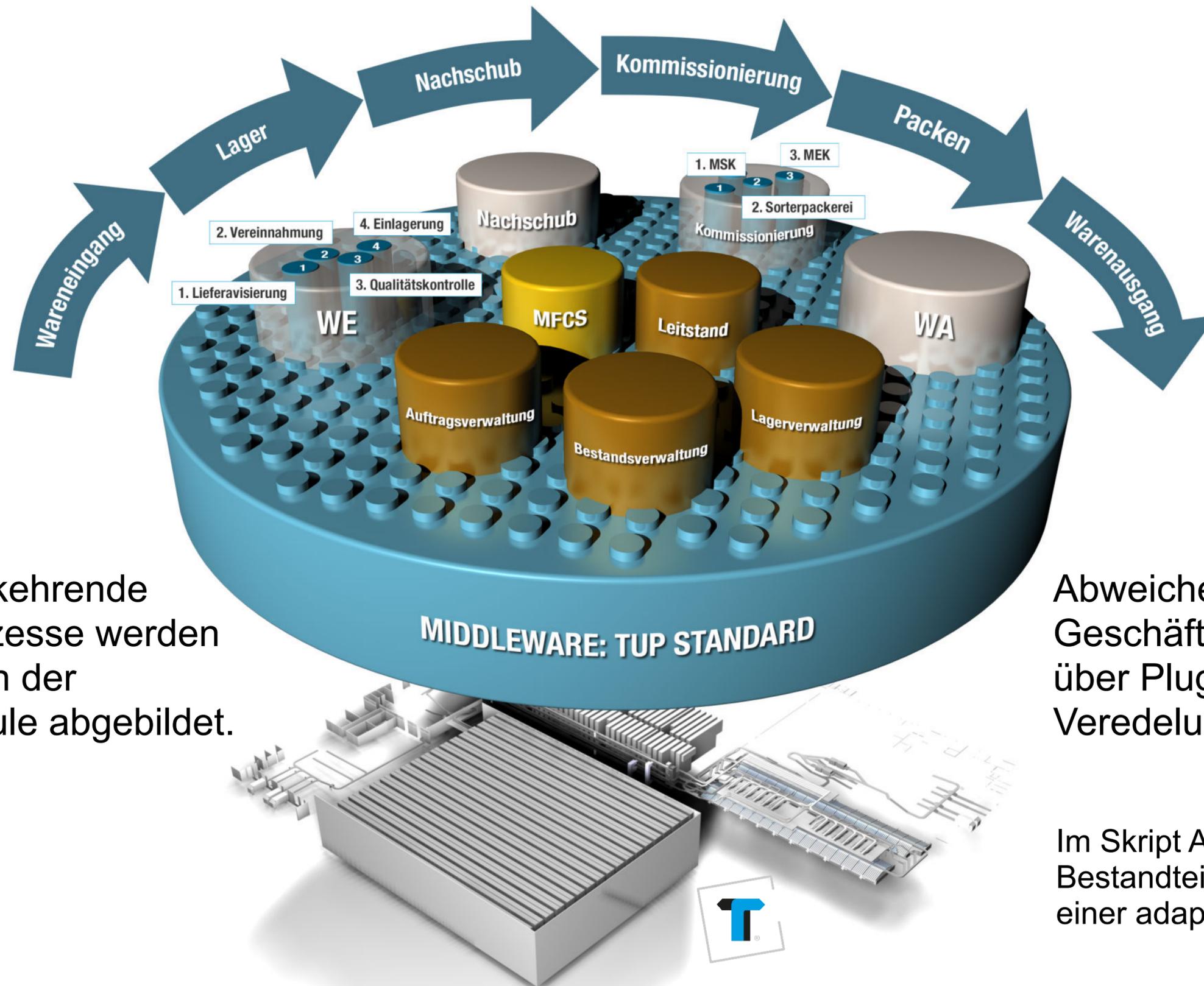


# Baukastenprinzip in der Automobilindustrie



# Komponenten-Architektur (Adaptive Prozessbausteine)

Veredelung der Standardprozesse auf neue Anforderungen



Immer wiederkehrende Geschäftsprozesse werden mit Bausteinen der Standardmodule abgebildet.

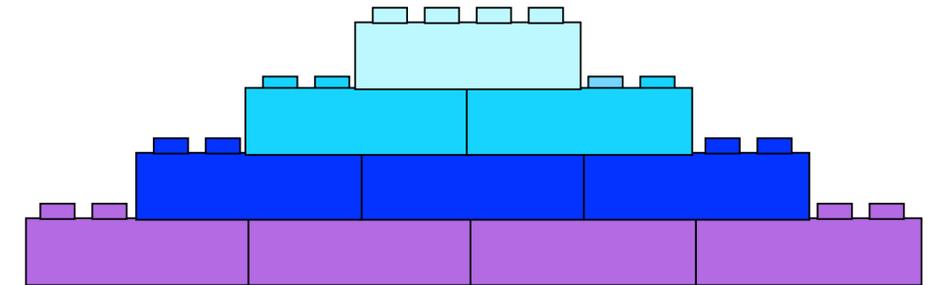
Abweichende Geschäftsprozesse werden über Plugins und Veredelungsmodule abgebildet.

Im Skript Abbildung 5.3: Bestandteile der Softwarearchitektur einer adaptiven IT-Lösung

# Ziele der neuen Systemarchitektur mit einer Anlagenmodulierung

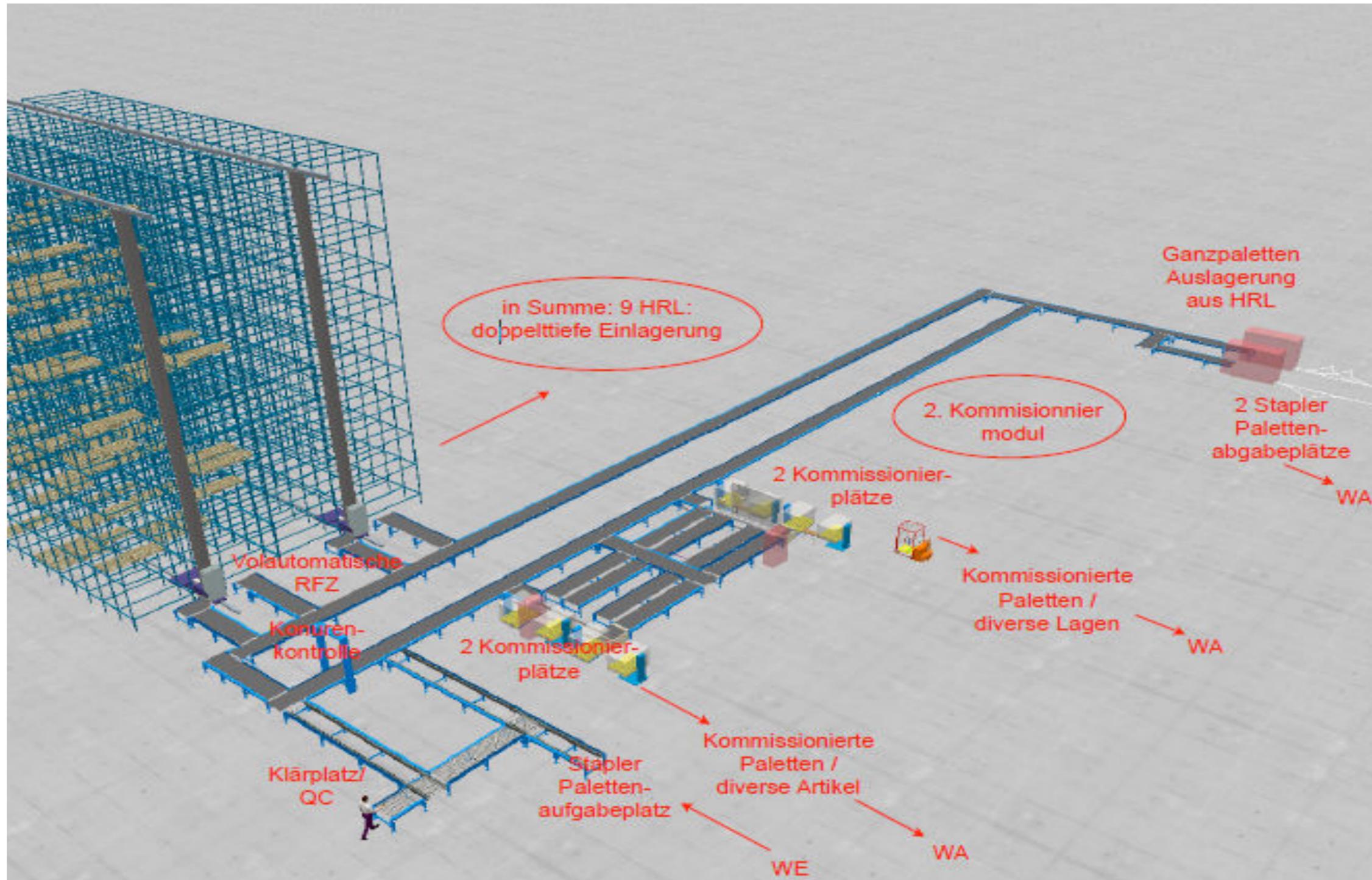


- Gesteigerte Planungsintelligenz durch modulare Baukastensicht
- Einheitliche und eindeutige Begriffsdefinition
- Kommunikationsmethoden werden definiert (eindeutige Schnittstellendefinition)
- Einfache Umsetzung des Kundenwunsches: Kunde sagt, was er will - Lieferant sagt was er liefert!
- Projektpartner verständigen sich auf derselben Basis (klare Funktionsabgrenzung bei der interdisziplinären Zusammenarbeit)



**Die Systemarchitektur** wirkt als **Kostenbremse** bei der Modellierung von intralogistischen Steuerungssystemen

# Reale Modellierung: WE - Einlagerung - HRL - Kommissionierung - WA





# Nachrichtenaustausch AKL / Fördertechnik (Vorzone)

Fahrauftragsverwaltung F:FA:

Nachschubkartons aus AKL

erfolgt der Nachrichtenaustausch: **MFCS** ↔ **TSS**

MFCS überträgt als Nachrichtenblock den Fahrauftrag  $FA_x$   
(vereinfachte Darstellung):

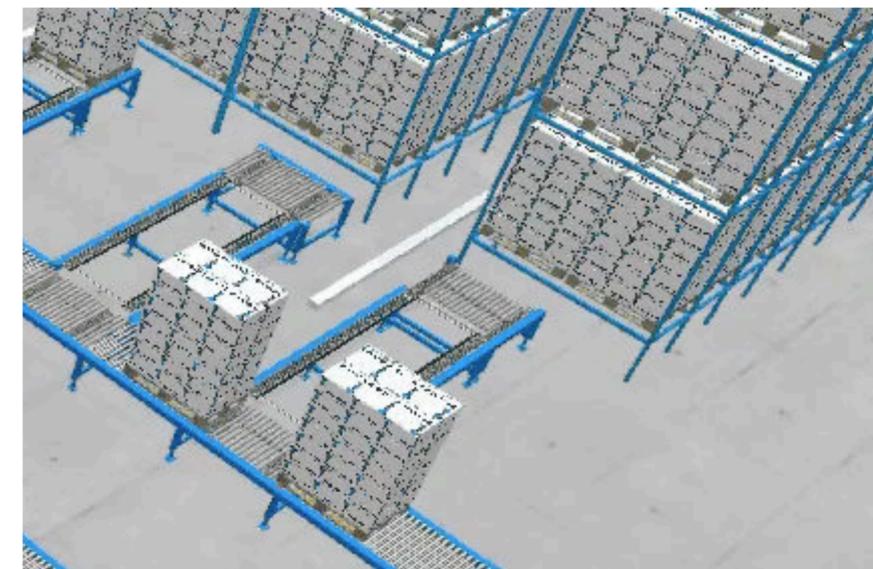
- Quelle Regal-Koordinaten: X,Y,Z
- Auslager-Auftrag: LE 4711
- F:FA fördertechnische Schnittstelle: AKL/Vorzonenfördertechnik

Erreicht die LE 4711 das Ziel AKL/Vorzonenfördertechnik  
überträgt das TSS die Ankunftsmeldung der LE 4711 an das MFCS.

Nachrichtenaustausch: **TSS** ↔ **MFCS**

Nachrichtendatenblock F:FA $_x$

- F:TA: AKL/Vorzone
- LE 4711



Übergabe AKL auf Fördertechnik (Vorzone)

# Steuerungs- und Datenschnittstelle AKL / Fördertechnik (Vorzone)

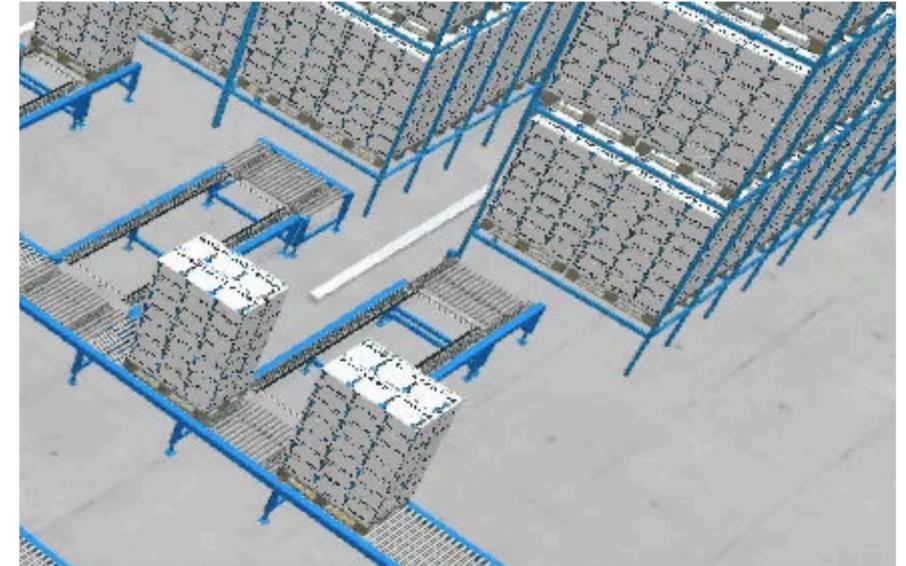
MFCS FA<sub>x</sub>

TSS verwaltet FA<sub>x</sub> temporär

**Doppelte Datenhaltung!**

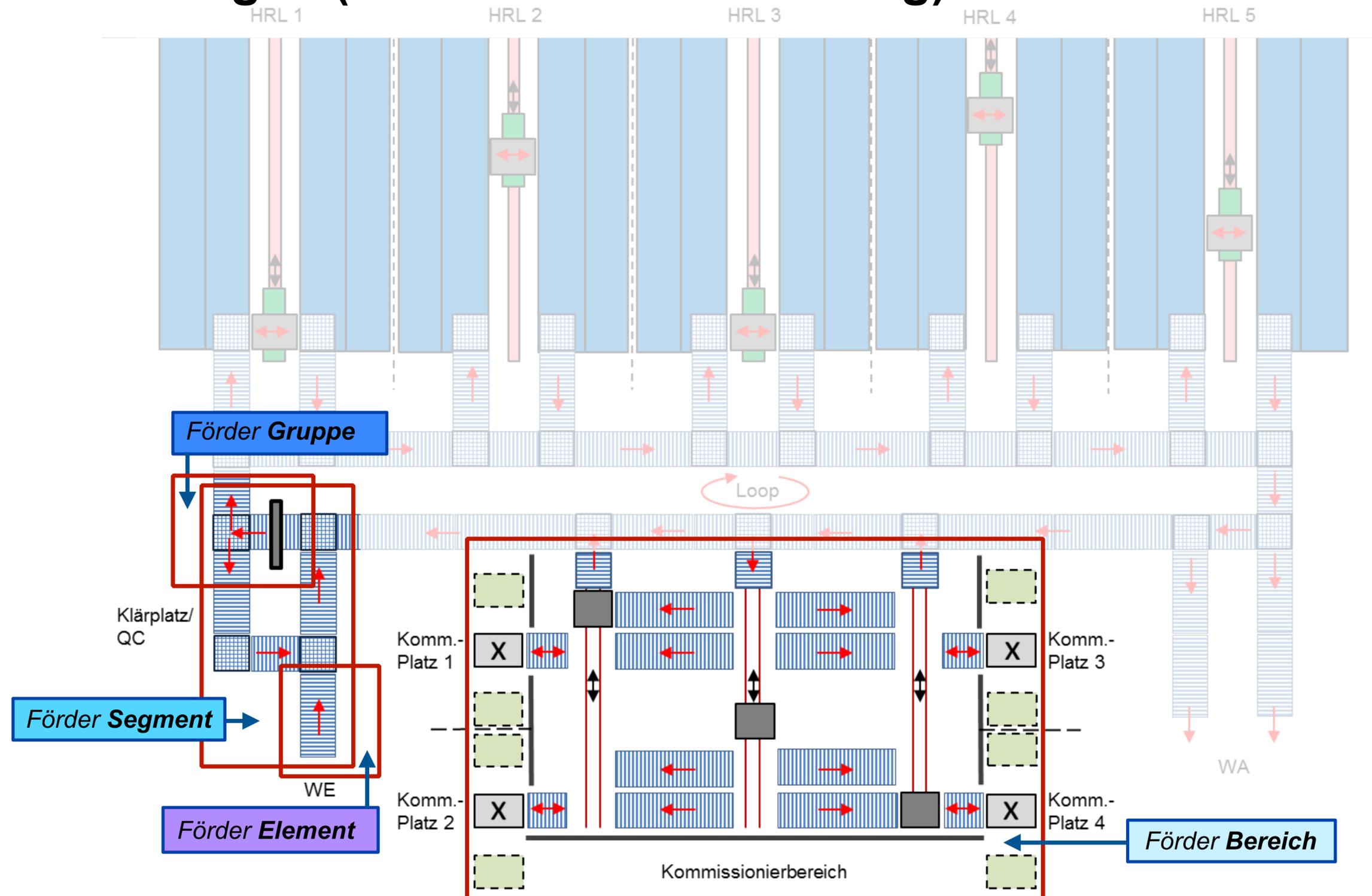
## Nachteile:

- Wiederanlauf bei Störungen!
- Kostentreiber sind Implementierungs-Aufwände!
- Nachteile im Remotezugriff beim Einsatz von Werkzeugen



Übergabe AKL auf Fördertechnik (Vorzone)

# Applikationsspezifische Modularisierung von Förderanlagen (vereinfachte Darstellung)



# Applikationsspezifische Modularisierung von Förderanlagen (vereinfachte Darstellung)



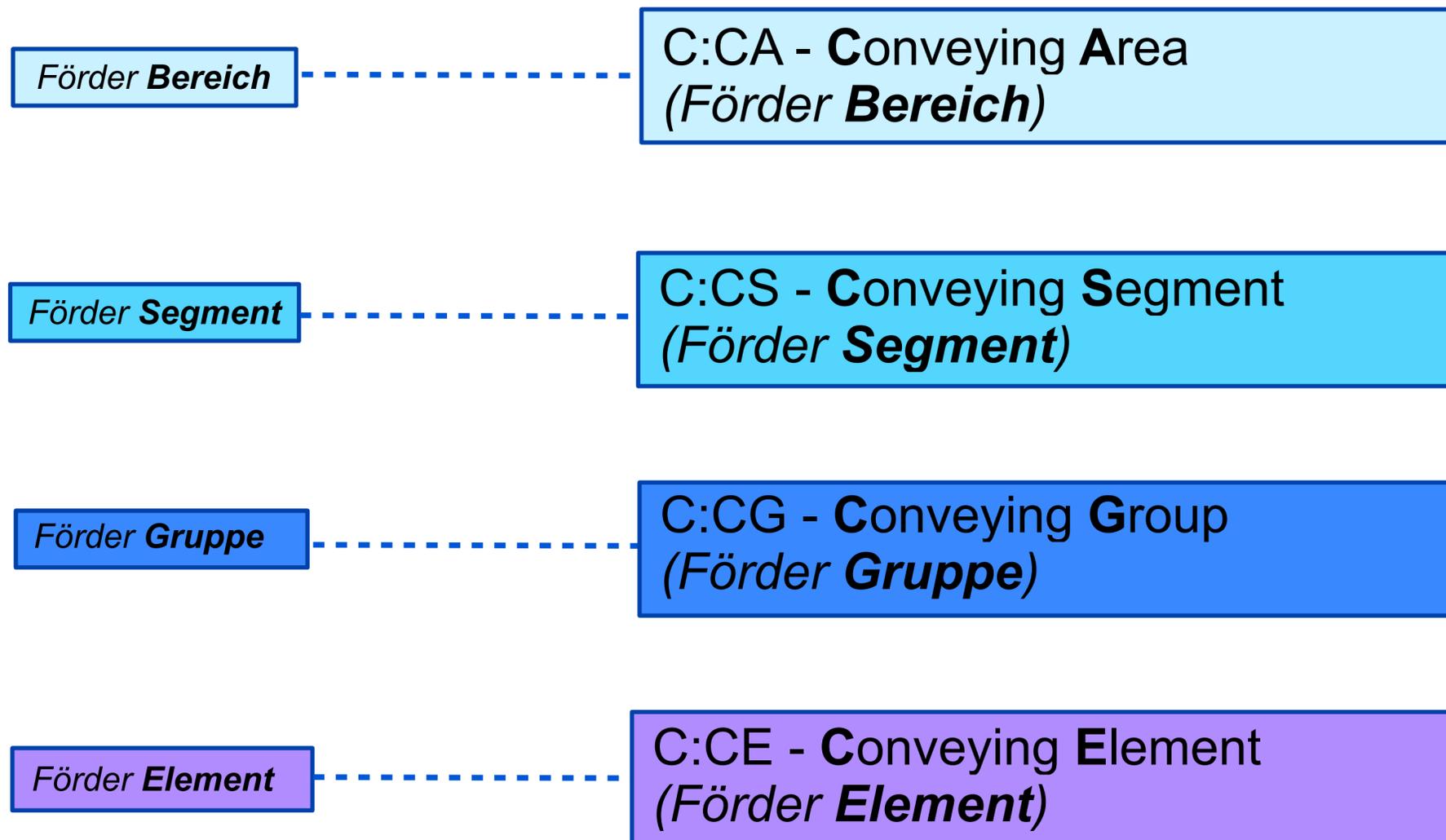
*Förder Gruppe*

*Förder Segment*

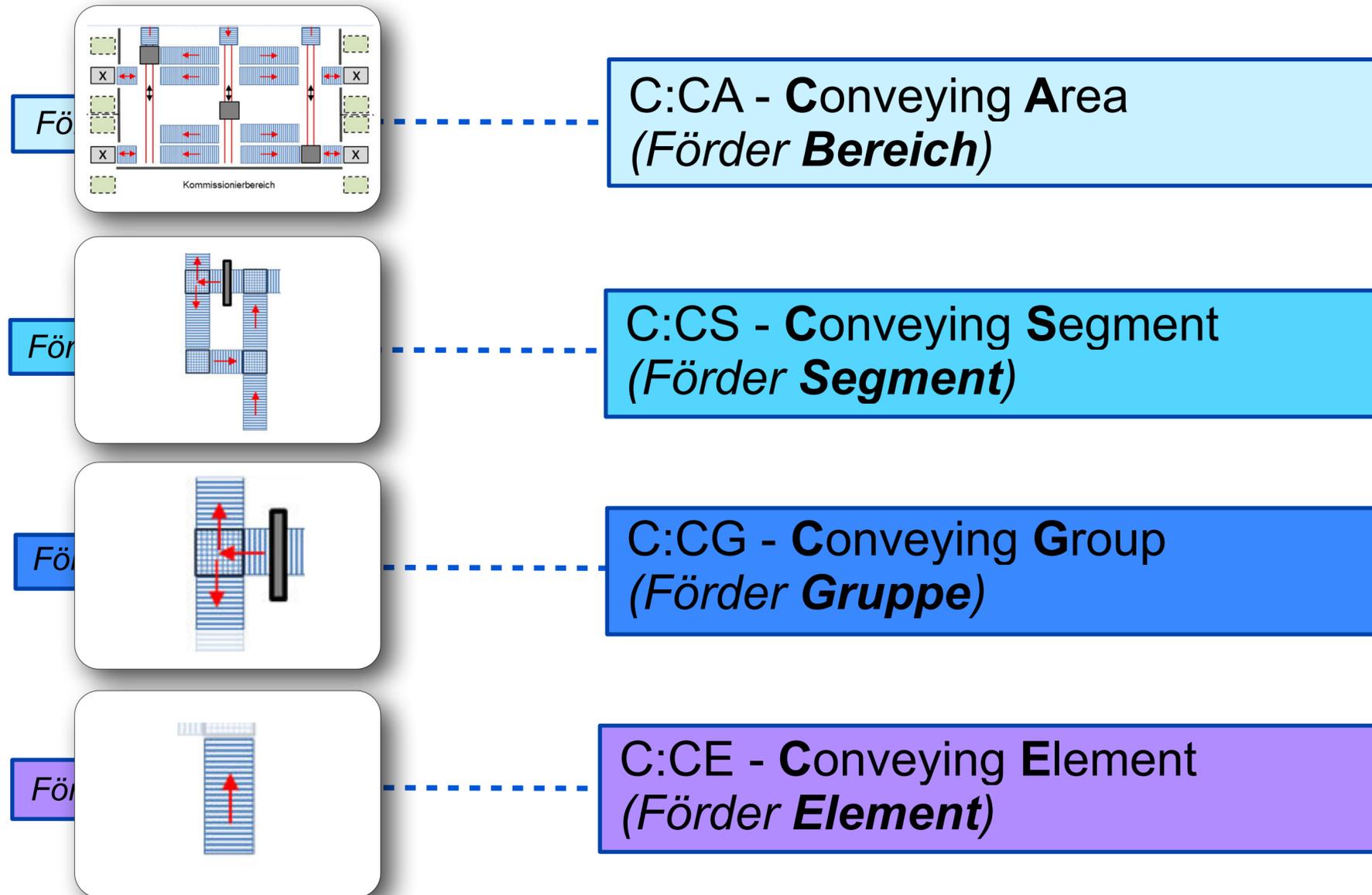
*Förder Element*

*Förder Bereich*

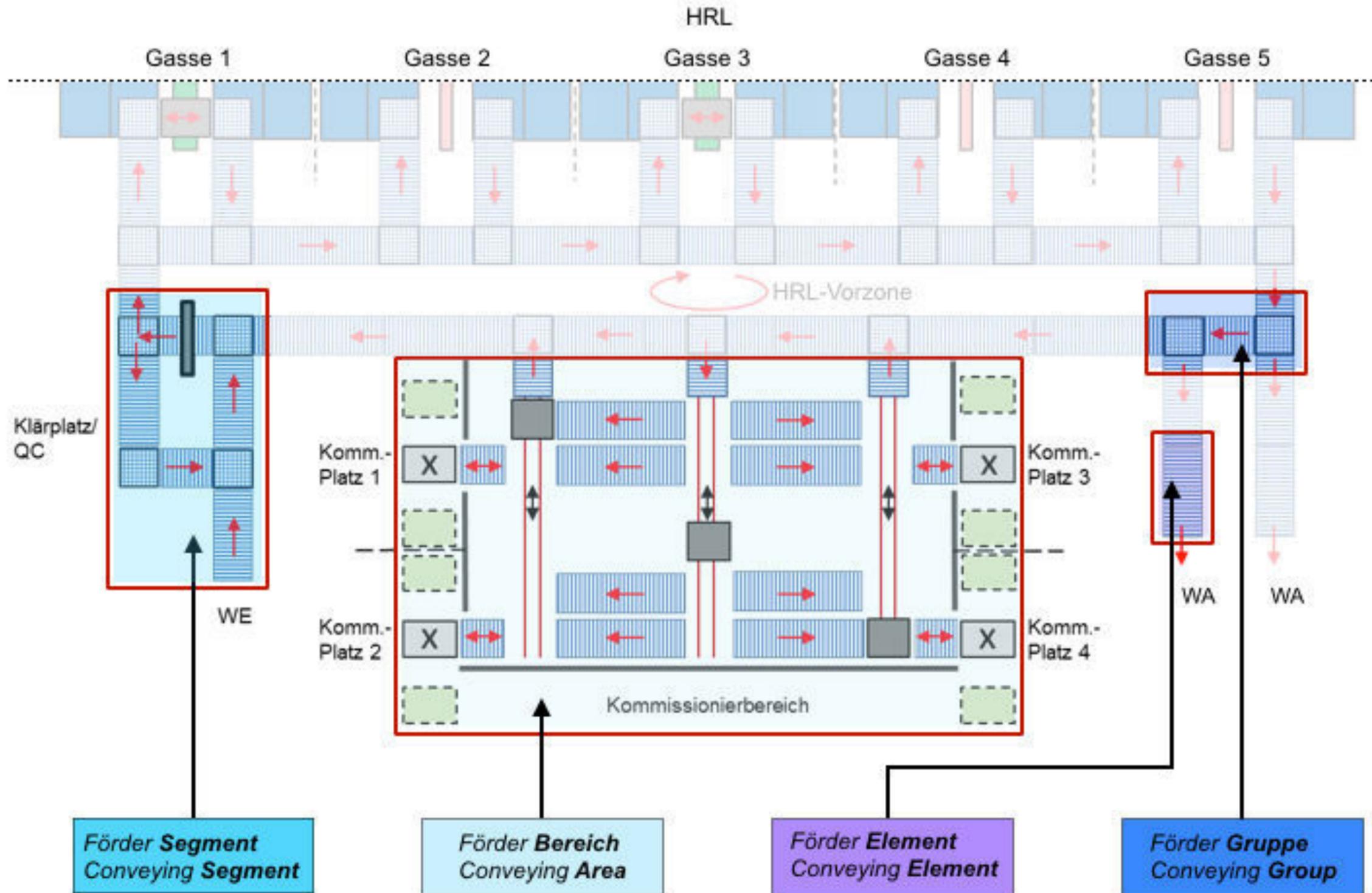
# Applikationsspezifische Modularisierung von Förderanlagen (vereinfachte Darstellung)



# Applikationsspezifische Modularisierung von Förderanlagen (vereinfachte Darstellung)

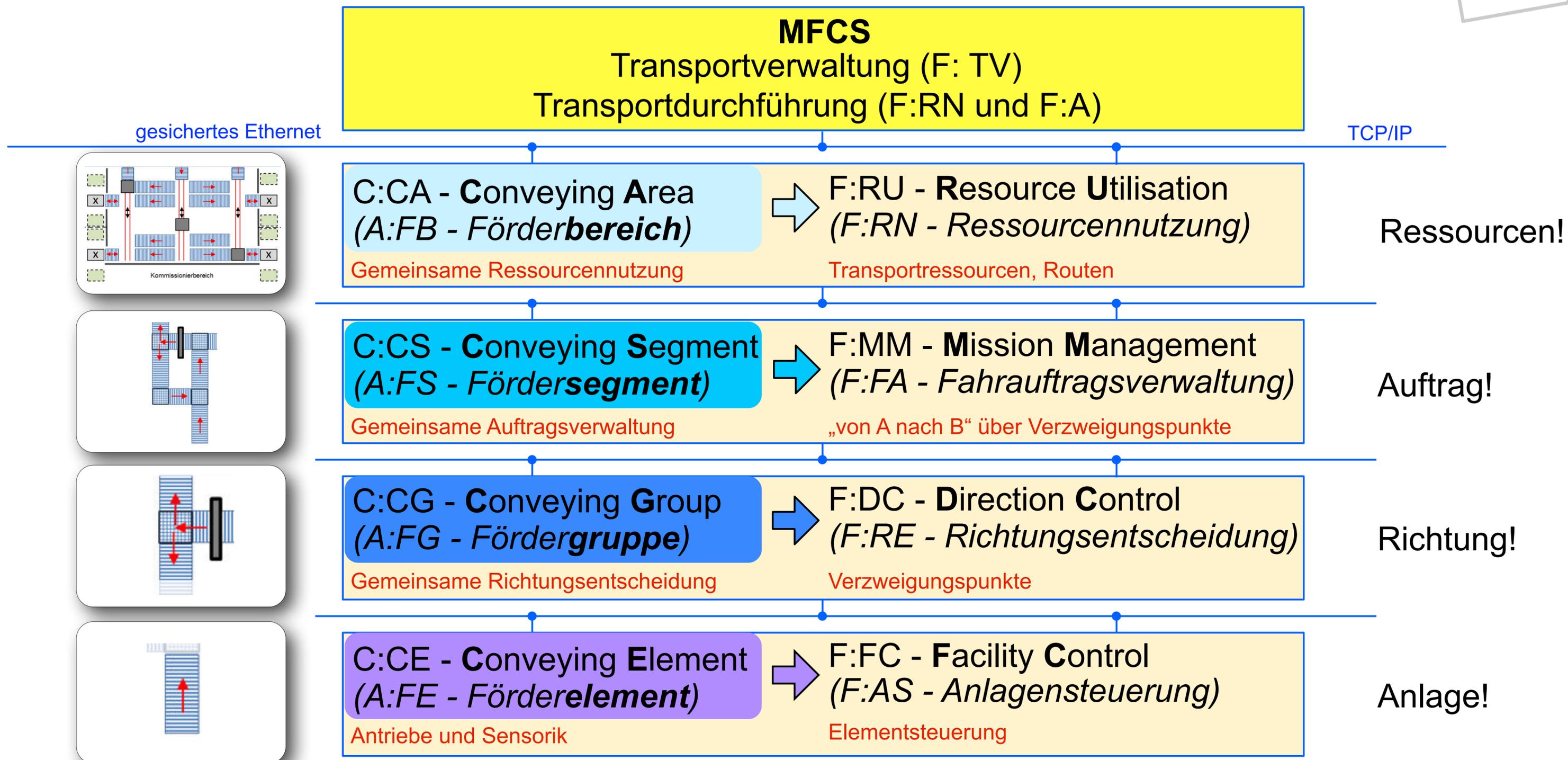


# Anlagekomponenten einer Förderanlage

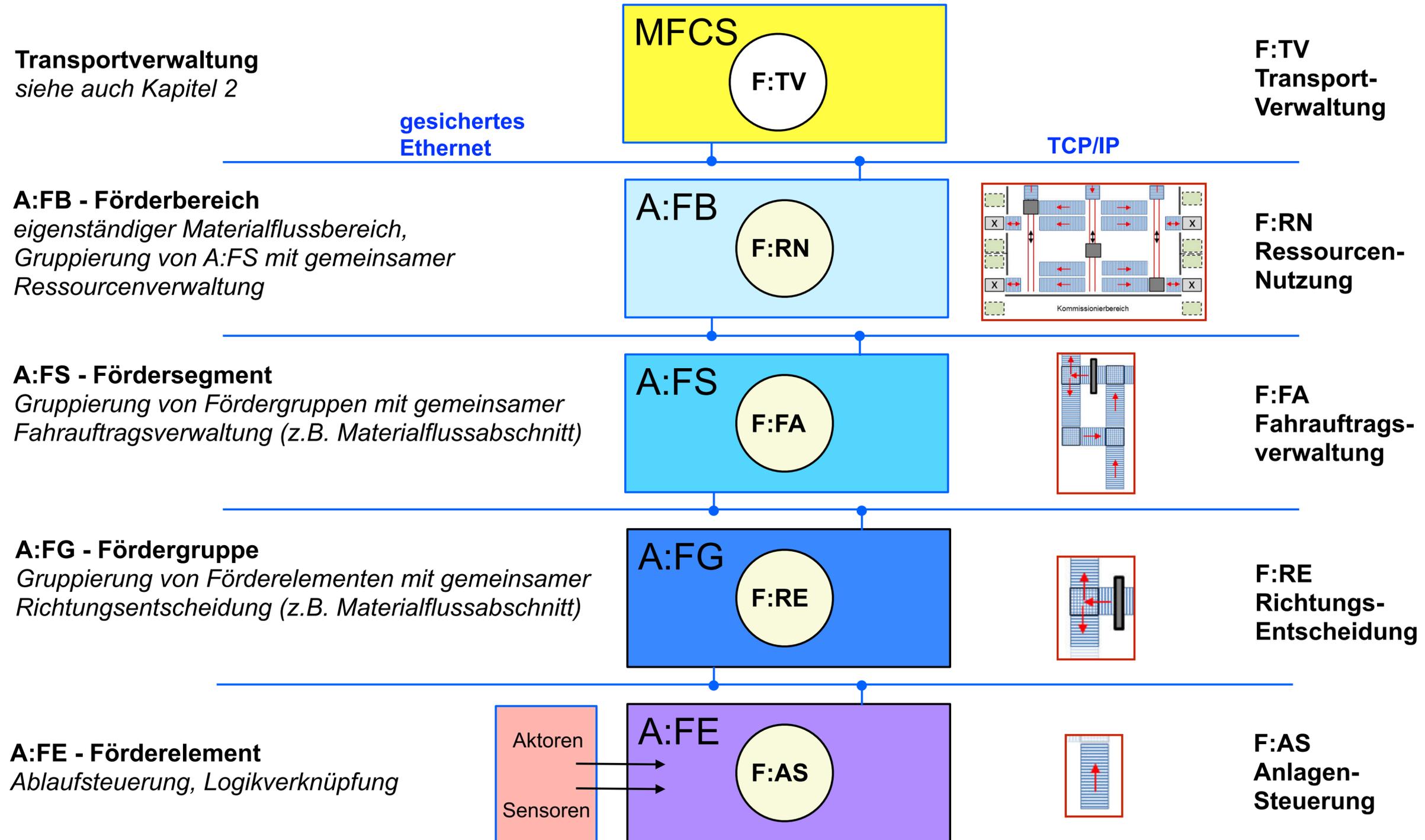




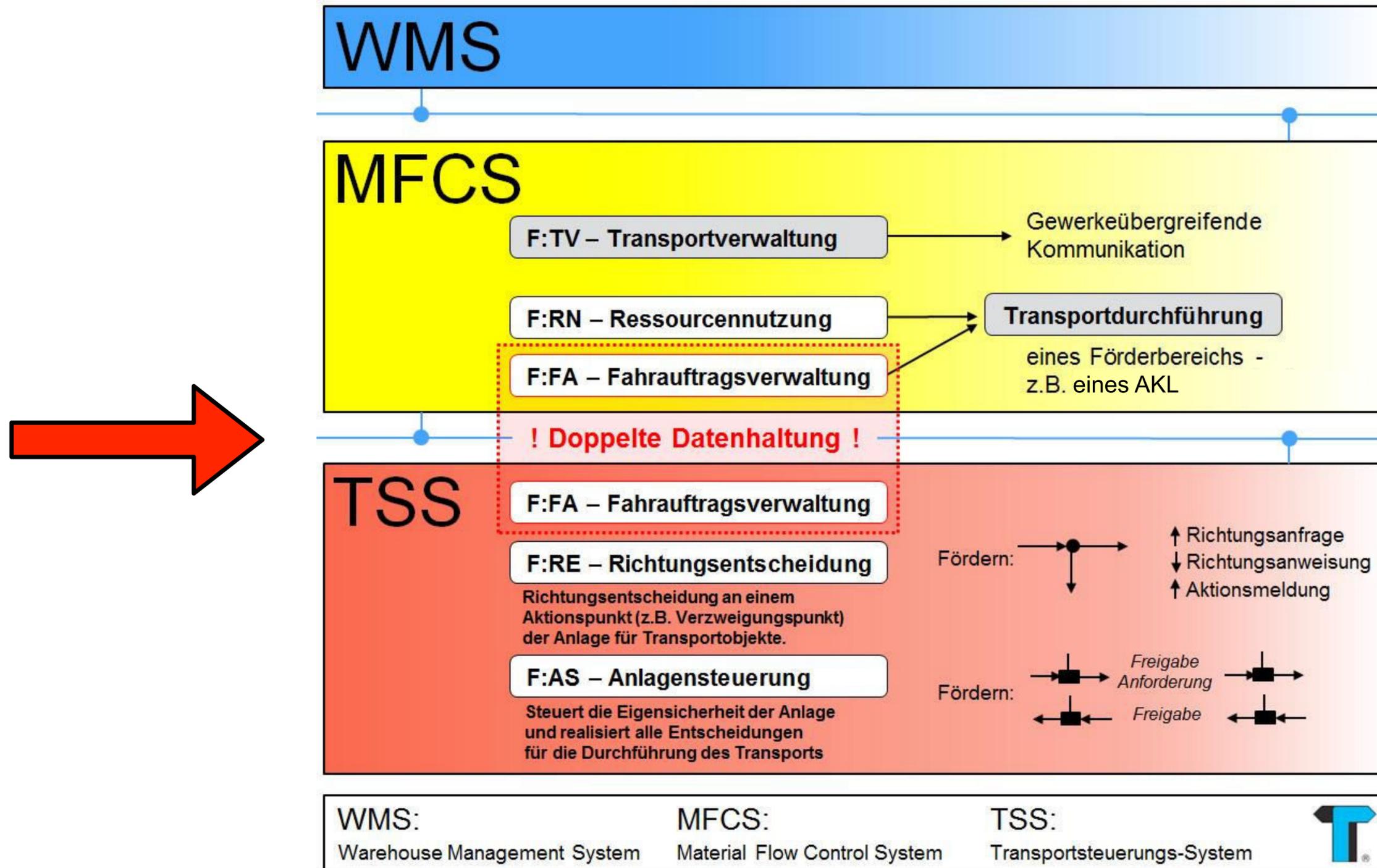
# Applikationsspezifische Modularisierung von Förderanlagen



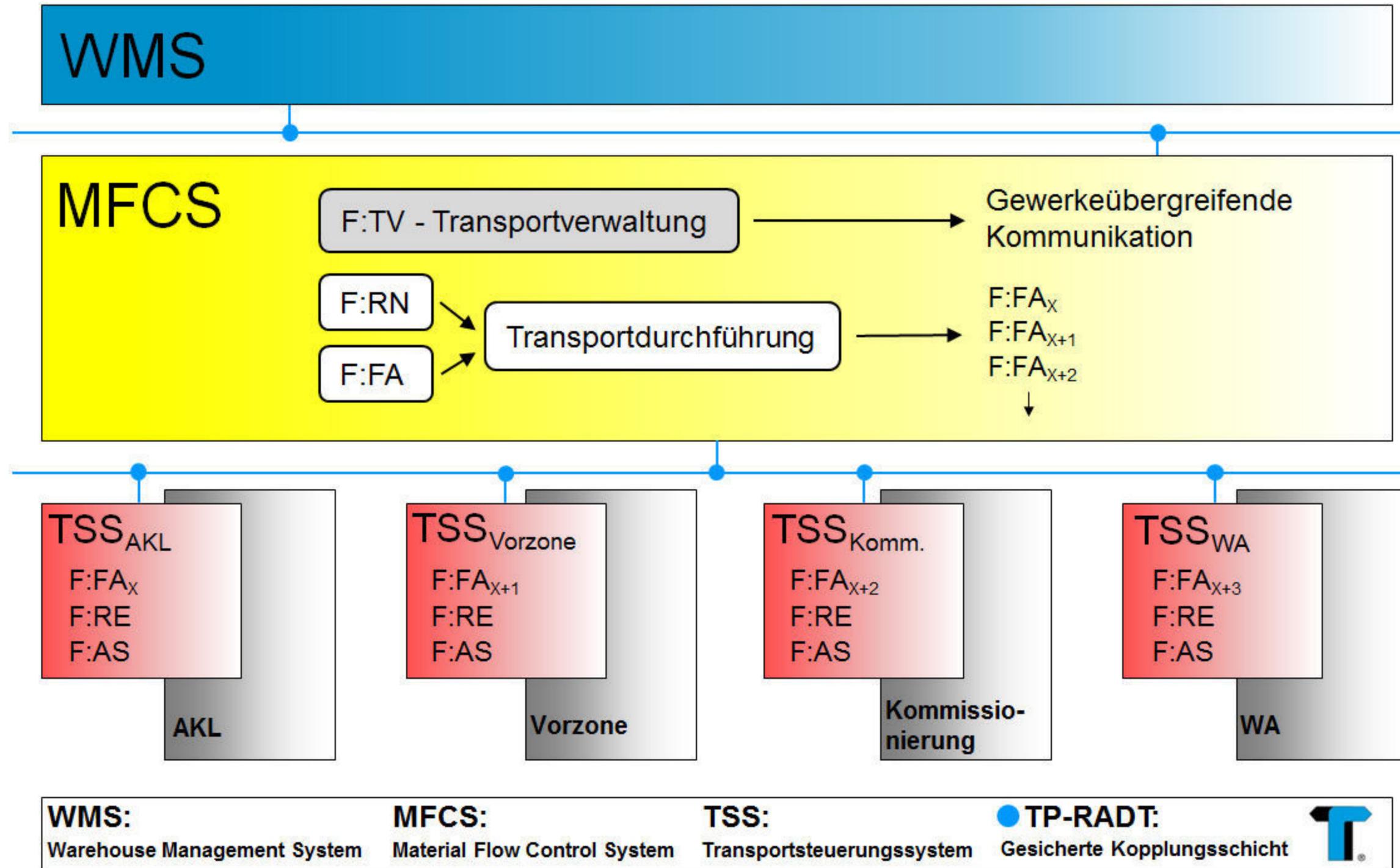
# Förderkomponenten, die Anlagefunktionen in wiederverwendbare Einheiten kapseln



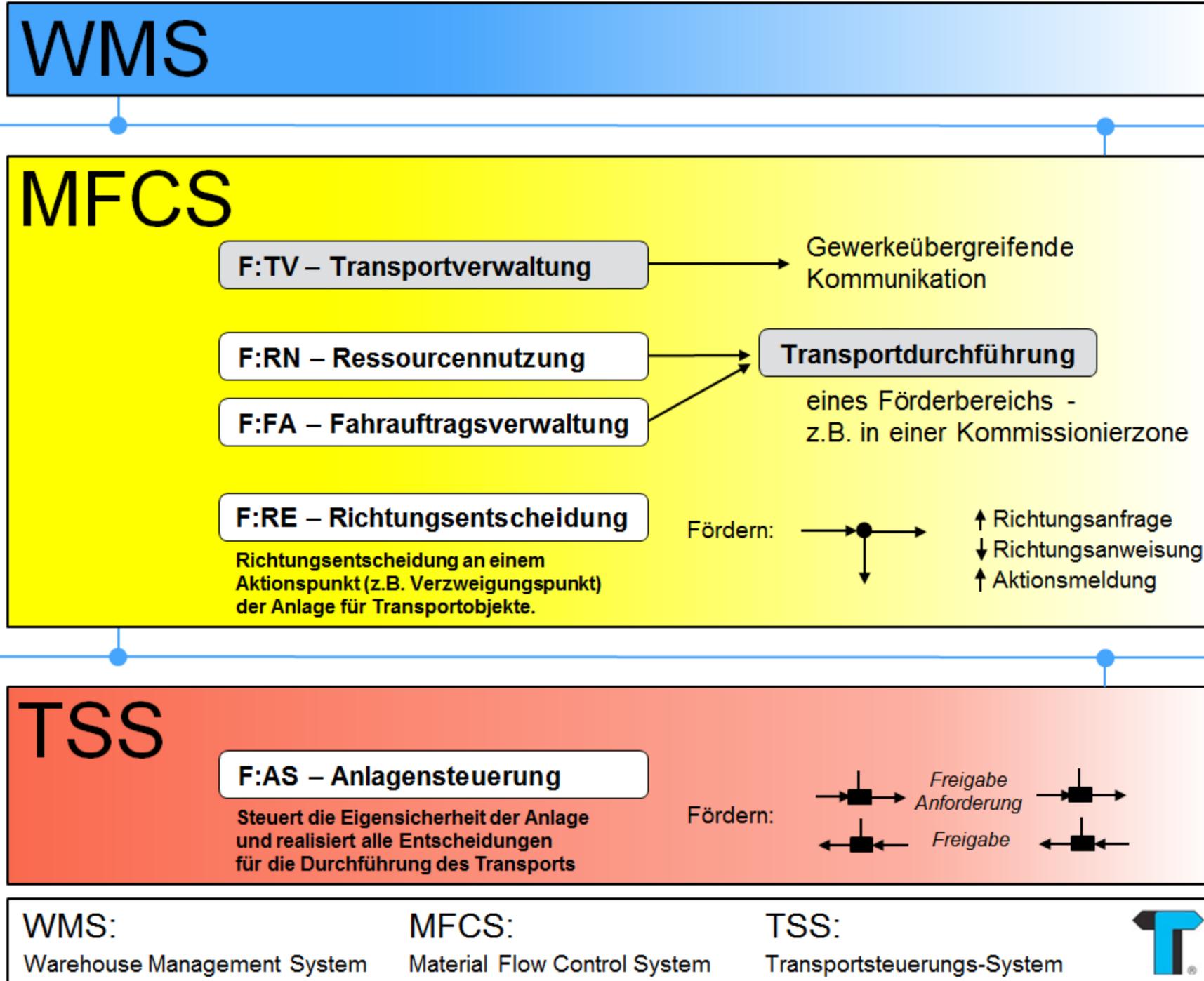
# Klassische Aufgabenzuordnung zwischen dem MFCS und dem TSS



# Gewerkeübergreifende Materialflusssteuerung (Klassische Aufgabenzuordnung)



# Gewerkeübergreifende Materialflusssteuerung (Neue Aufgabenzuordnung)



# Der Stand der Technik bei klassischer Aufgabenzuordnung MFCS - TSS



- Ein Teil der Steuerungslogik ist im MFCS angelegt
- Die Direction Control (F:DC) **Richtungsentscheidung** und die Facility Control (F:FC) **Anlagensteuerung** sind Teil des Transportsteuerungs-Systems (TSS) und damit integrierte Bestandteile der SPS im Schaltschrank
- Die unterlagerte SPS führt die **Fahraufträge** aus, verbunden mit dem Nachteil der doppelten Datenhaltung innerhalb MFCS und SPS

# Fahrauftragsverwaltung FA<sub>x</sub> für Nachschubkarton aus AKL

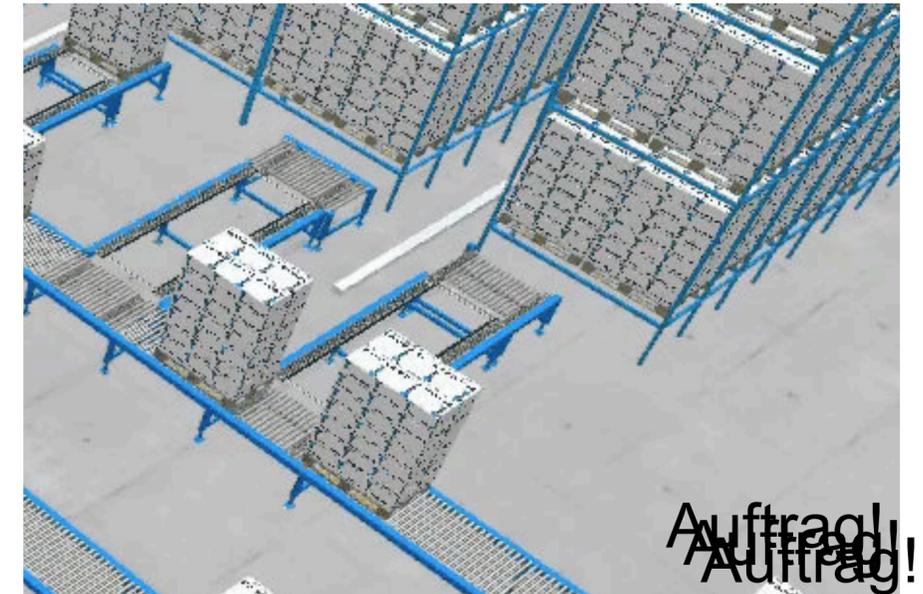


Nachrichtenaustausch: **MFCS** ↔

**TSS**

MFCS überträgt als Nachrichtenblock den Fahrauftrag FA<sub>x</sub> an das TSS (vereinfachte Darstellung):

- Auslager-Auftrag F: FA<sub>x</sub>: Lagereinheit LE 4711
- F: TA Quelle: AKL x,y,z (Gasse/Tiefe/Höhe)  
Ziel: AKL // Vorzone (nächster Förderbereich)
- DT: Data Transfer



Übergabe AKL auf Fördertechnik (Vorzone)

# Fahrauftragsverwaltung $FA_x / FA_{x+1}$

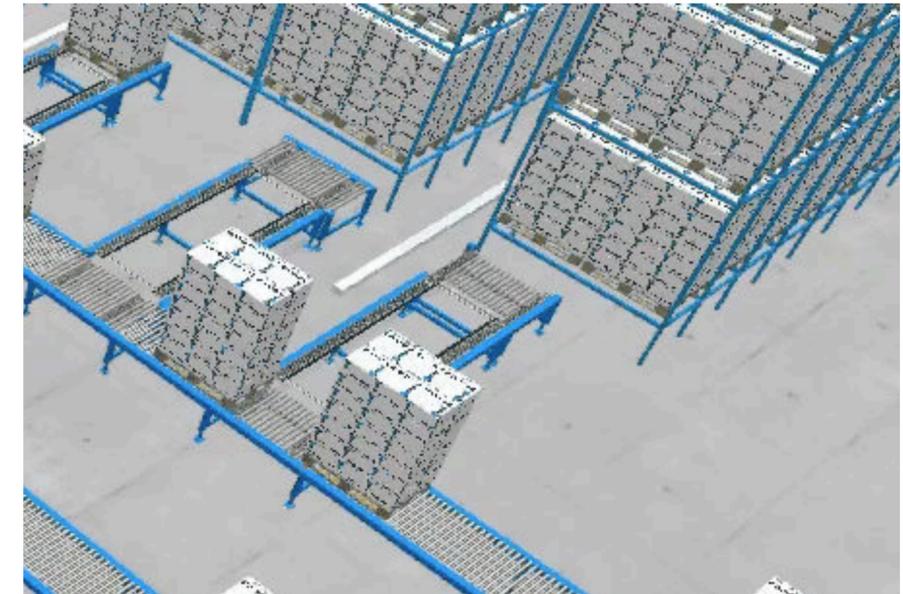


Nachrichtenaustausch: **TSS** ↔

**MFCS**

TSS überträgt als Nachrichtenblock  
die Ankunfts meldung

- F:TA AKL // Vorzone
- F:  $A_x$  LE 4711



Übergabe AKL auf Fördertechnik (Vorzone)

Nachrichtenaustausch: **MFCS** ↔

**TSS**

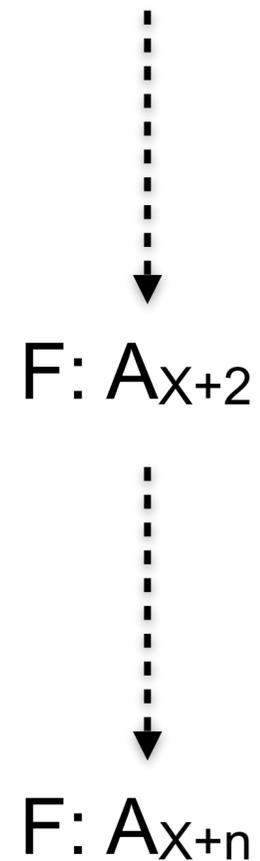
- DC: Data Confirmation

# Fahrauftragsverwaltung $FA_x / FA_{x+1}$



## Folgeauftrag

- Folgeauftrag F:  $A_{x+1}$  LE 4711
- F:TA Vorzone // Kommissionierung



Fördertechnik (Vorzone) zur Kommissionierung

# Klassische Aufgabenzuordnung MFCS und TSS

## Fazit (I)



- Gewerke-Schnittstellen sind als Steuerungs-Datenschnittstellen ausgebildet
- **Doppelte Datenhaltung!**

Auftrag	MFCS	F: $FA_x$	$\longleftrightarrow$	TSS AKL	F: $FA_x$
Folgeauftrag	MFCS	F: $FA_{x+1}$	$\longleftrightarrow$	TSS Vorzone	F: $FA_{x+1}$
Folgeauftrag	MFCS	F: $FA_{x+2}$	$\longleftrightarrow$	TSS Komm.	F: $FA_x$

# Klassische Aufgabenzuordnung MFCS und TSS

## Fazit (II)



### Nachteile:

- Wiederanlauf nach Störungen!
- Nachteile im Remotezugriff beim Einsatz von Werkzeugen!
- Kostentreiber sind:  
Implementierungs-Aufwände und Inbetriebnahme-Aufwände!

Auftrag!

# Anforderung an gewerkeübergreifende Kommunikation



Gewerkeübergreifendes Lösungsverständnis

*versus*

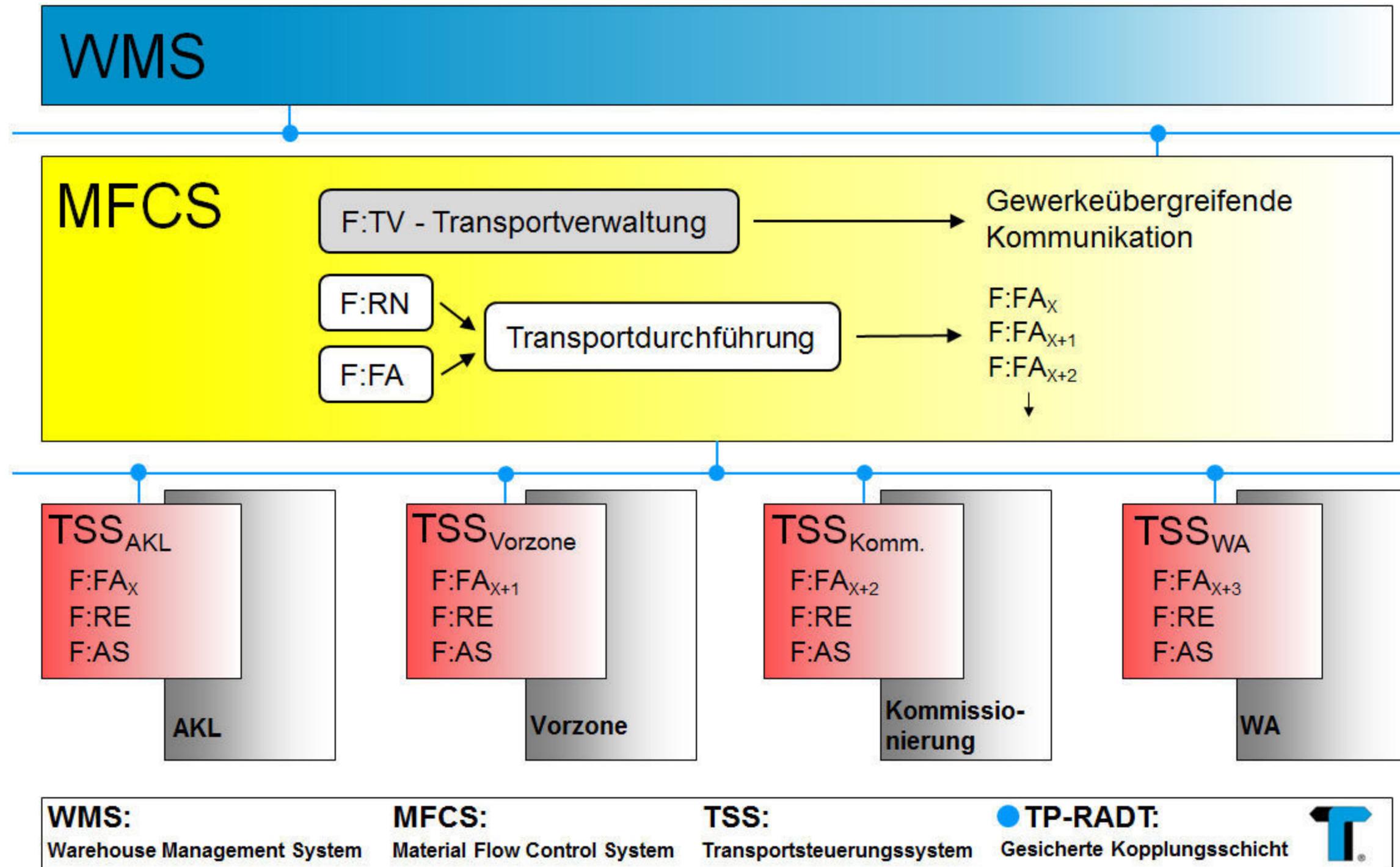
Informelle Fraktionsbildung

Der Schlüssel: Klar definierte Schnittstellen:

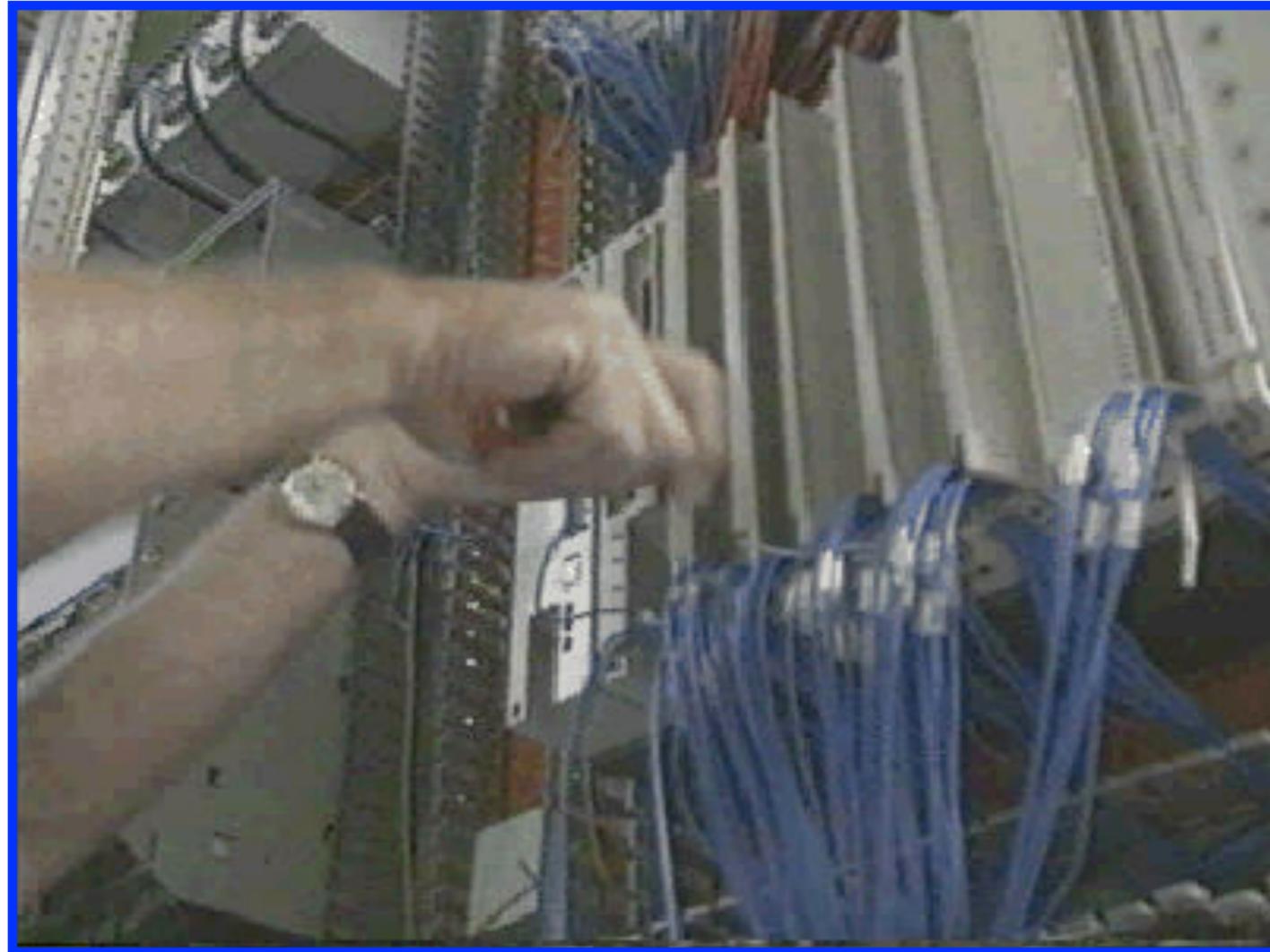
**Gesicherte Kopplungsschicht TP-RADT\***

\* Reliable Application Data Transfer by TUP

# Gewerkeübergreifende Materialflusssteuerung (Klassische Aufgabenzuordnung)



# SPS - Montage im Schaltschrank



**Anmerkung:** Eine **SPS** ist ein speicherprogrammierbares Steuerungsgerät und ein elektrisches Betriebsmittel, welches mit einer anwenderorientierten Programmiersprache, gemäß seiner jeweiligen Steuerungsaufgabe programmierbar ist.

# Nutzen und Vorteile der Systemarchitektur in der Intralogistik (I)



## Kunden- und Betreibernutzen

- Projektrisiko der Schnittstellenanpassung entfällt
- Paradigmawechsel zu standardisierten Funktionsgruppen ermöglicht:
  - Verkürzte Projektlaufzeiten
  - Sichereren Betrieb
  - Vereinfachten Service
  - Erhöhte Systemverfügbarkeit
  - Flexibilität bei späteren Anlagen-Modifizierungen

# Nutzen und Vorteile der Systemarchitektur in der Intralogistik (II)



## Vorteile der Systemarchitektur

- Gesteigerte Planungsintelligenz
- Einheitliche und eindeutige Begriffsdefinition
- Kommunikationsmethoden werden definiert
- Einfache Umsetzung des Kundenwunsches:  
Kunde sagt, was er will - Lieferant sagt was er liefert!
- Projektpartner verständigen sich auf derselben Basis



**Die Systemarchitektur** wirkt als **Kostenbremse** bei der Modellierung von intralogistischen Steuerungssystemen



# Fazit zu SAIL

Die Systemarchitektur unterstützt den gesamten Lebenszyklus. Es bietet:

- Eine **modulare Baukastensicht der Anlage** in der Planungsphase
- Eine **transparente Funktionsbewertung** in der Beschaffungsphase
- Eine **klare Funktionsabgrenzung** bei der interdisziplinären Zusammenarbeit während der Realisierungsphase
- Eine **eindeutige Schnittstellendefinition** an den Bausteingrenzen während der Realisierungsphase
- Eine **hohe Verfügbarkeit durch klare Funktionsabgrenzung** in der Betriebsphase
- Eine **risikoarme Austauschbarkeit** funktional abgegrenzter Teilgewerke oder Komponenten in der Modernisierungsphase.



SAIL führte zu einem Novum  
in der Zusammenarbeit der beiden Verbände VDI und VDMA

## VDI/VDMA 5100 „SAIL“

VDI/VDMA-RICHTLINIEN

Juli 2011  
July 2011

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</p> <p>VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU</p>	<p>Systemarchitektur für die Intralogistik (SAIL) Grundlagen</p> <p>System Architecture for Intralogistics (SAIL) Fundamentals</p>	<p>VDI/VDMA 5100 Blatt 1 / Part 1</p> <p>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
---	--	--