

Automatisierungstechnik für wandlungsfähige Fabrikssysteme

Prof. Dr.-Ing. Rolf Hiersemann
Hiersemann Prozessautomation GmbH Chemnitz

Tuchschererstr. 4a
09116 Chemnitz

Geschäftsfelder:

- Anlagenprojektierung und -lieferung
- Industrielle Softwareentwicklung
- Systemintegration und Sondermaschinen

Hauptkunden

- Sondermaschinenbau
- Automobilbau
- Automobilzulieferer AMZ



Agenda

1. Technische Basis der wandlf. Fabrik

- Mechanische Voraussetzungen
- Steuerungstechnische Basis
- Funktionale Verknüpfung

2. Komponenten

- Funktionskomponenten
- Intralogistische Schnittstellen
- Kommunikationsmethoden

3. Betriebsstrategien

- Routing-Grundlagen
- Routung-Prinzip
- Routing Konfiguration
- Routing-Auswahl

4. Logistik-Leitstand der EDF

- Logistik-Komponenten
- Bedien- und Visualisierungsmodule
- Datenbankgestaltung

5. Auswertung



1. Technische Basis

Mechanische Voraussetzungen

Mechanische Komponenten unter Regie des Logistik-Leitstandes

Elektrohängebahn EHB mit 2
Fahrzeuge (Gehänge 1 + 2)

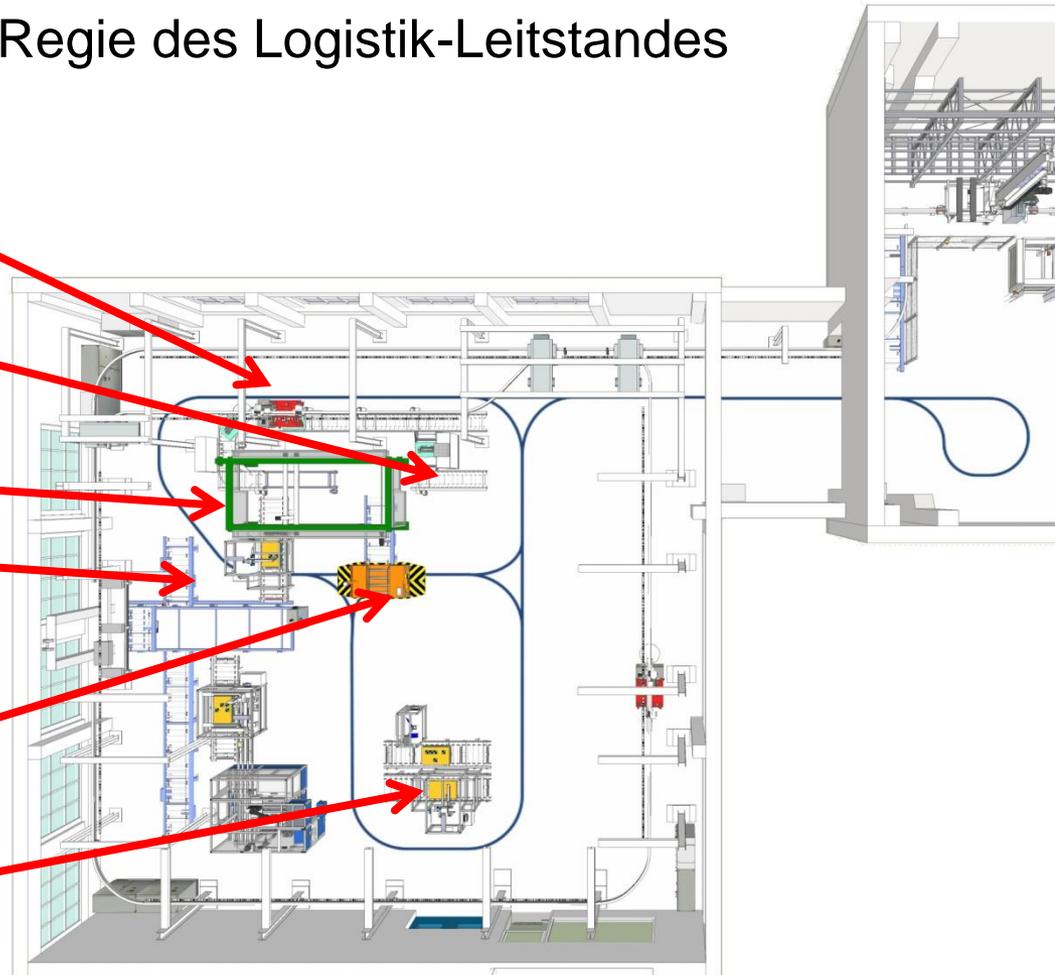
Transfersystem Bosch TS mit
speziellen Ladungsträgern

Portalroboter mit 2 Greifern für
versch. Palettengrößen

Stationäre Fördertechnik
(Rollenförderer, Heber,
Veteilwagen..)

Fahrerlose Transportgeräte mit
unterschiedlichen
Navigationssystemen

Montagezellen



1. Technische Basis

Steuerungstechnische Basis

Komponentenbasierte
Automation – PROFINET cba

Leitstand

Leitsteuerung

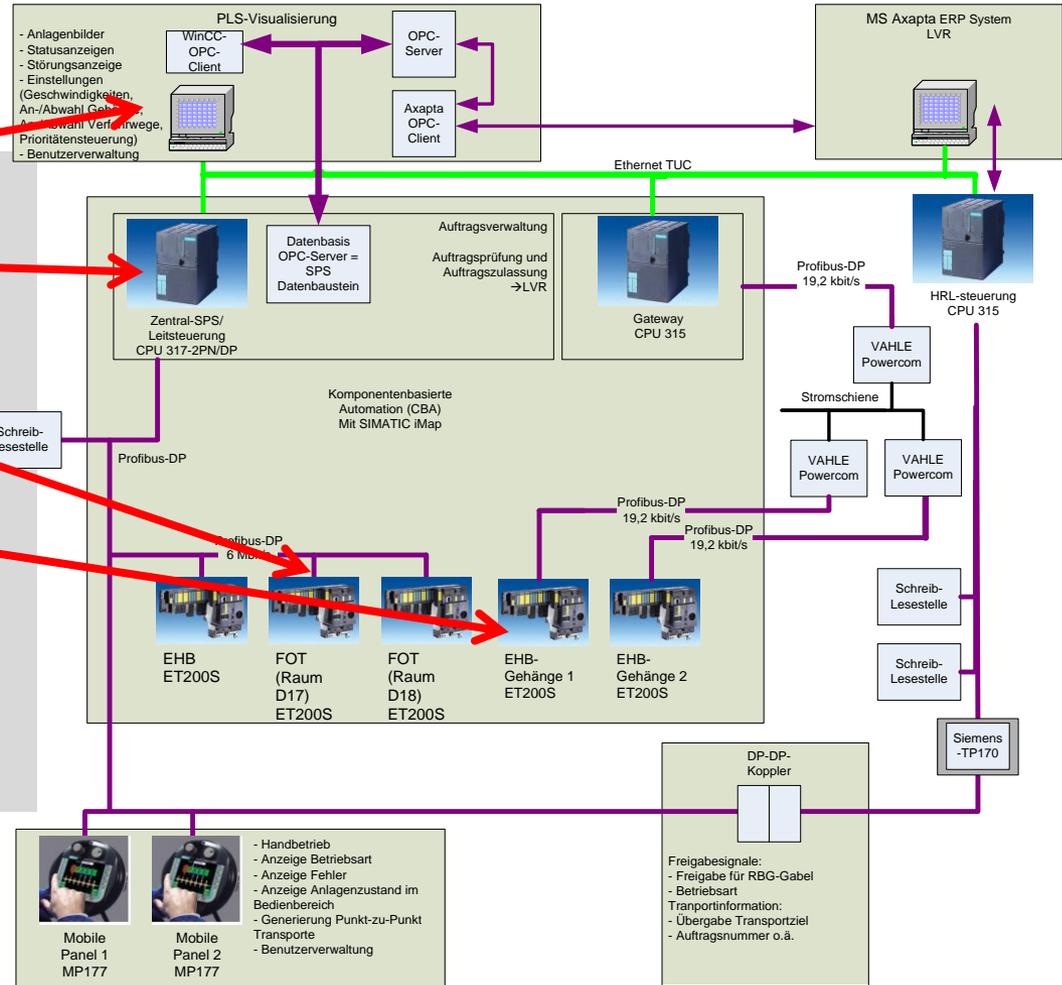
Stationäre Fördertechnik
(Rollenförderer, Heber, Verteilwagen..)

Elektrohängebahn EHB mit 2
Fahrzeuge (Gehänge 1 + 2)

+ Portalroboter + Bosch TS 5

+ Montagezellen

+ Fahrerlose Transportgeräte

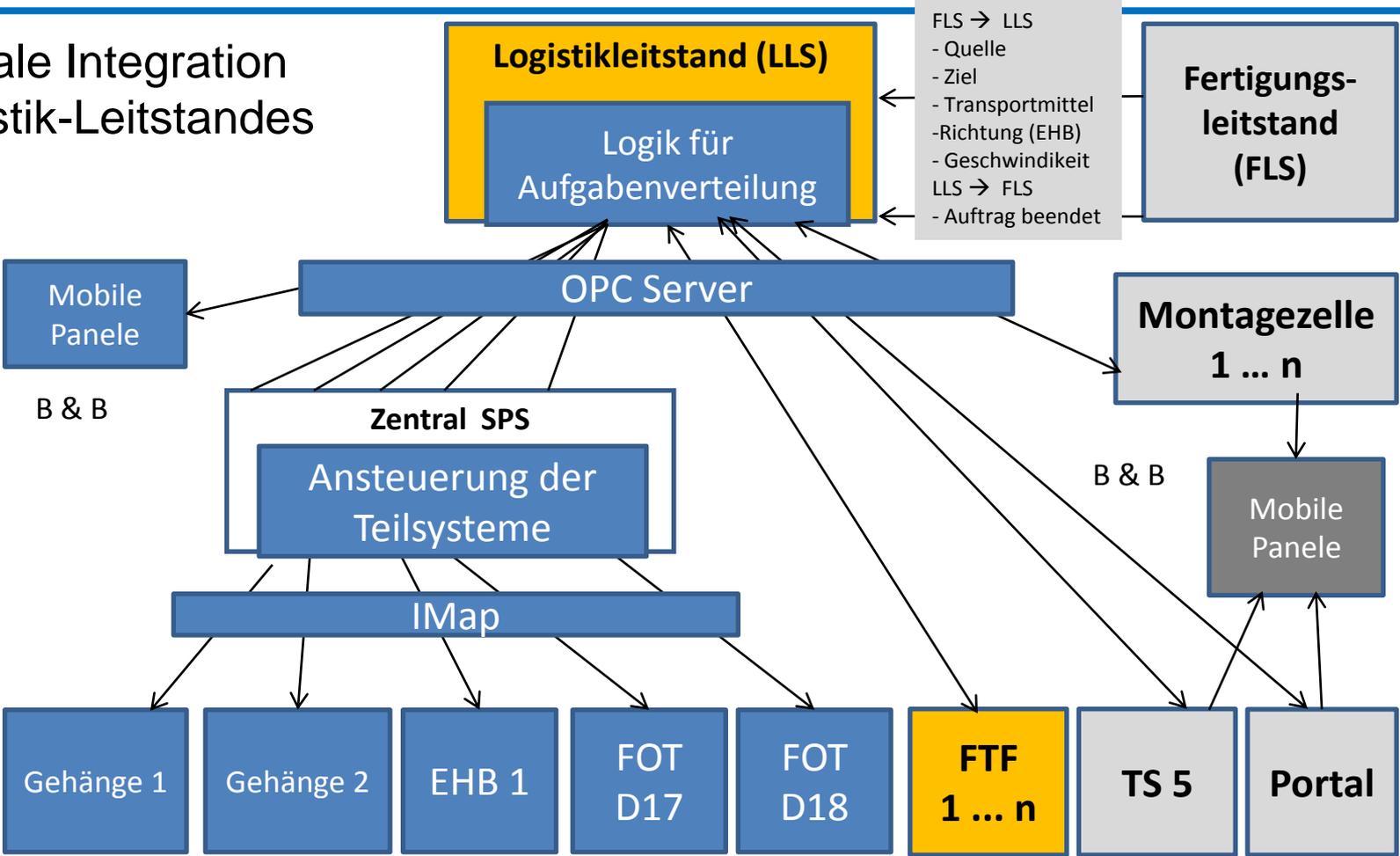


1. Technische Basis

Funktionale Verknüpfungen



Funktionale Integration
des Logistik-Leitstandes



2.Komponenten

Funktionskomponenten

Der Logistik-Leitstand basiert auf OpenTCS vom **FAHRLOS-Projektkonsortium** (<http://www.opentcs.org>). OpenTCS ist herstellerneutral und plattformunabhängig.

Funktionskomponenten von OpenTCS:

- Transportauftragsabwicklung
- Interne Materialflusssteuerung
- Benutzer-Schnittstelle
- Fahrzeug-Schnittstelle
- Periphere Einrichtung und Infrastruktur

Der LLS beauftragt den OpenTCS-Kern mit den Kommunikationsmethoden:

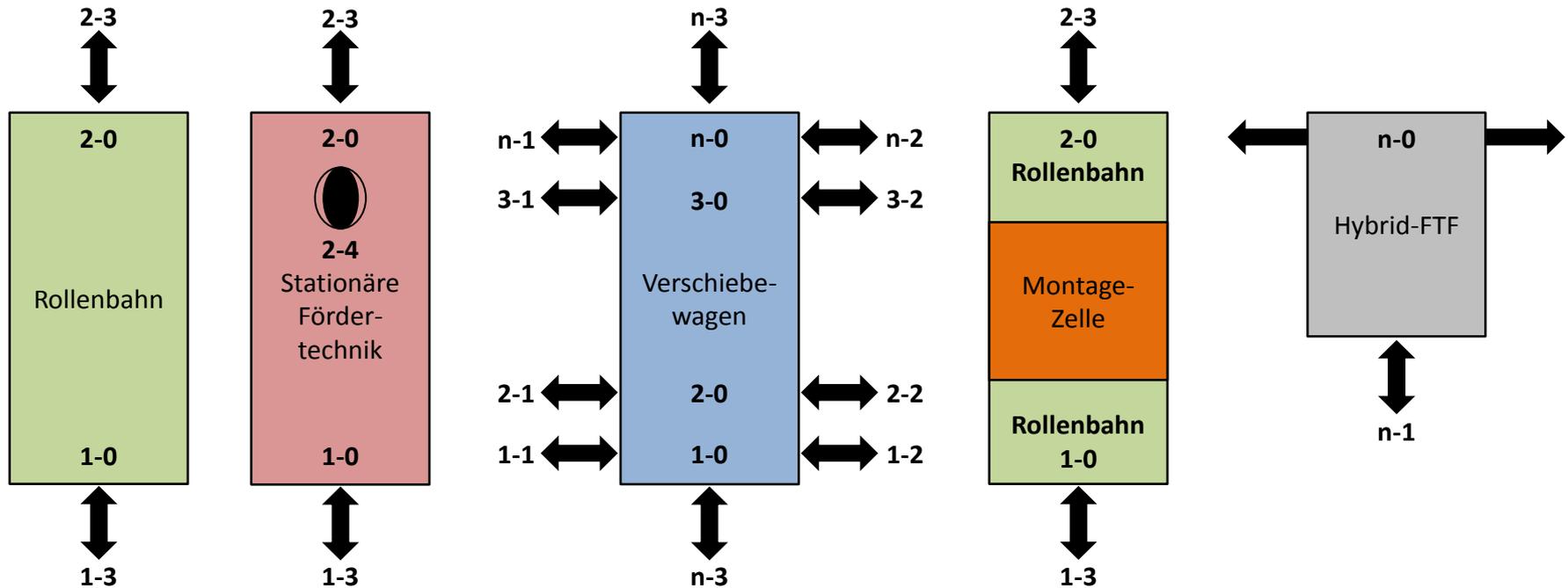
- Socket-Verbindung (TCP)
- OPC (OLE for Process Control)
- RMI (Java-Interprozesskommunikation).



2.Komponenten

Funktionskomponenten

Einführung eines **Koordinatensystems**: Standardisierung der Projektierung
 Konfiguration von Verbindungen zwischen und innerhalb der Komponenten



Es wird unterschieden in die Koordinaten n-0, n-1, n-2, n-3, n-4

- n-0: Position der Palette auf der jeweiligen Komponente (hybrides FTF)
- n-1/n-2: Ab-/Auffördern quer zur Transportrichtung der Komponente (Verschiebewagen)
- n-3: Ab-/Auffördern in Transportrichtung der Komponente (Rollenbahn)
- n-4: Ab-/Auffördern nach oben bzw. nach unten (Scherenhubtisch)

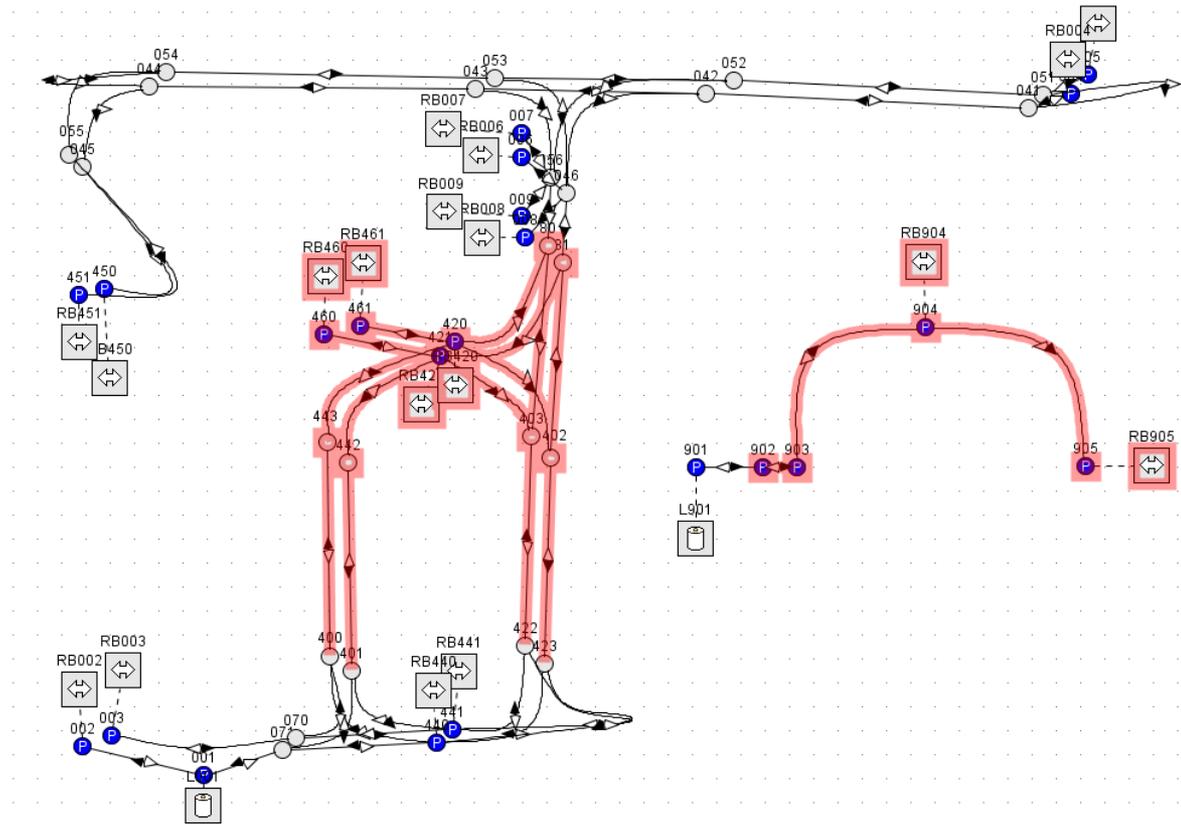
2. Komponenten

Intralogistische Schnittstellen

Kursmodellierung mittels
OpenTCS:

- Fahrzeuge
- Meldepunkte
- Haltepunkte
- Arbeitsstationen
- Blockstrecken

Für die Ermittlung der
Betriebsstrategien sind für die im
System verfügbaren FTF alle
Entscheidungs- und
Meldepunkte angelegt und zu
OpenTCS-Koordinaten
zuzuordnen.



2. Komponenten

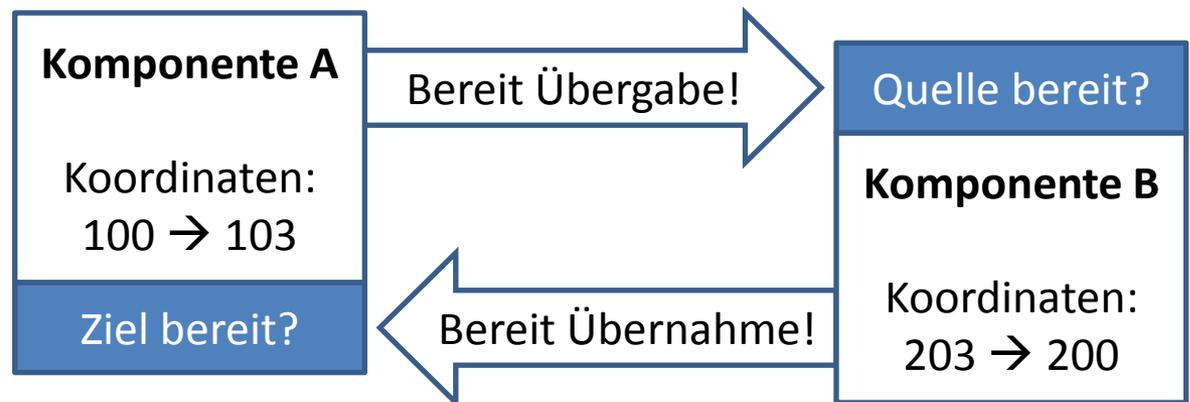
Intralogistische Schnittstellen

Alle Logistik-Komponenten wurden mit einer **standardisierten Schnittstelle** ausgerüstet, die eine Einbindung in den Logistik-Leitstand ermöglicht.
Die **Integration** in den Leitstand wird über **XML-Beschreibungsdateien** realisiert.

Übergabe von Auftragsdaten:

- **Quellkoordinate**
- **Zielkoordinate**
- **Koppelsignale** von Bereitschaft für Lastübernahme oder -übergabe
- **Status** (Bearbeitung)
- **Auftragsnummer**
- **Start** (Auftrag)

Beispiel
Lastwechsel-Handshake



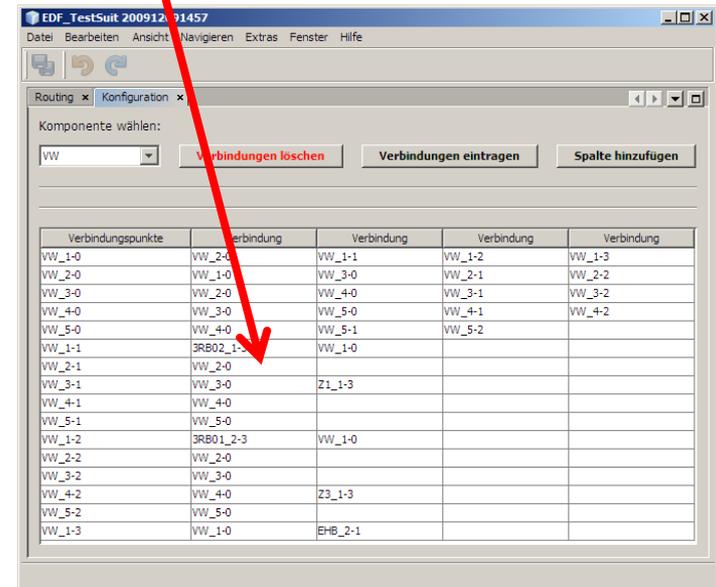
3. Betriebsstrategien

Routing-Grundlagen

Voraussetzung des Routing:

- die möglichen vorhandenen Verbindungen werden in einer Verbindungsmatrix dargestellt
- dabei werden alle vorhandenen Komponenten (mit ihren jeweiligen Koordinaten) in einer Matrix zeilen- und spaltenweise dargestellt
- die Kreuzungspunkte (mit einem „x“ markiert) stellen die vorhandenen Verbindungen dar; dies betrifft sowohl Verbindungen innerhalb einer Komponente als auch zu anderen Komponenten (z.B. FTF)
- mit Hilfe von Excel-Makros werden alle Kreuzungspunkte geprüft; ist eine Verbindung vorhanden, wird diese in eine entsprechende Tabelle in der Datenbank eingetragen
- zusätzlich besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der in JAVA programmierten Bedienoberfläche die Verbindungen anzuzeigen und zu ändern

	A	B	C	D	E	F
1		Komponente + Koordinate	3RB01_1-0	3RB01_2-0	3RB01_1-3	3RB01_2-3
2	Komponente + Koordinate	Kennung im FLS	31			
3	3RB01_1-0	31		x	x	
4	3RB01_2-0		x			x
5	3RB01_1-3		x			
6	3RB01_2-3			x		
7	3RB02_1-0	32				
8	3RB02_2-0					
9	3RB02_1-3					
10	3RB02_2-3					



3. Betriebsstrategien

Routing-Prinzip

Prinzip des Routing aus Petri-Netz-Theorie:

- Gewichteter Graph mit den Parametern
 - Energieeffizienz
 - Streckenlänge
 - Fahrdauer
- Bei der Erstellung von Routen wird der aktuelle Standort einer Komponente berücksichtigt
- Die Navigationsart kann als Verbindungsparameter hinterlegt werden
- Je Route werden Einzelaufträge für alle beteiligten Komponenten generiert.

Verbindungsparameter:

Energie:	<input type="text" value="1"/>
Länge:	<input type="text" value="1"/>
Dauer:	<input type="text" value="14"/>
Navigation:	<input type="text" value="LASER"/>
<input type="button" value="Parameter speichern!"/>	

3. Betriebsstrategien

Routing-Konfiguration

Verbindungskonfiguration:

Koordinaten (Quelle, Ziel):

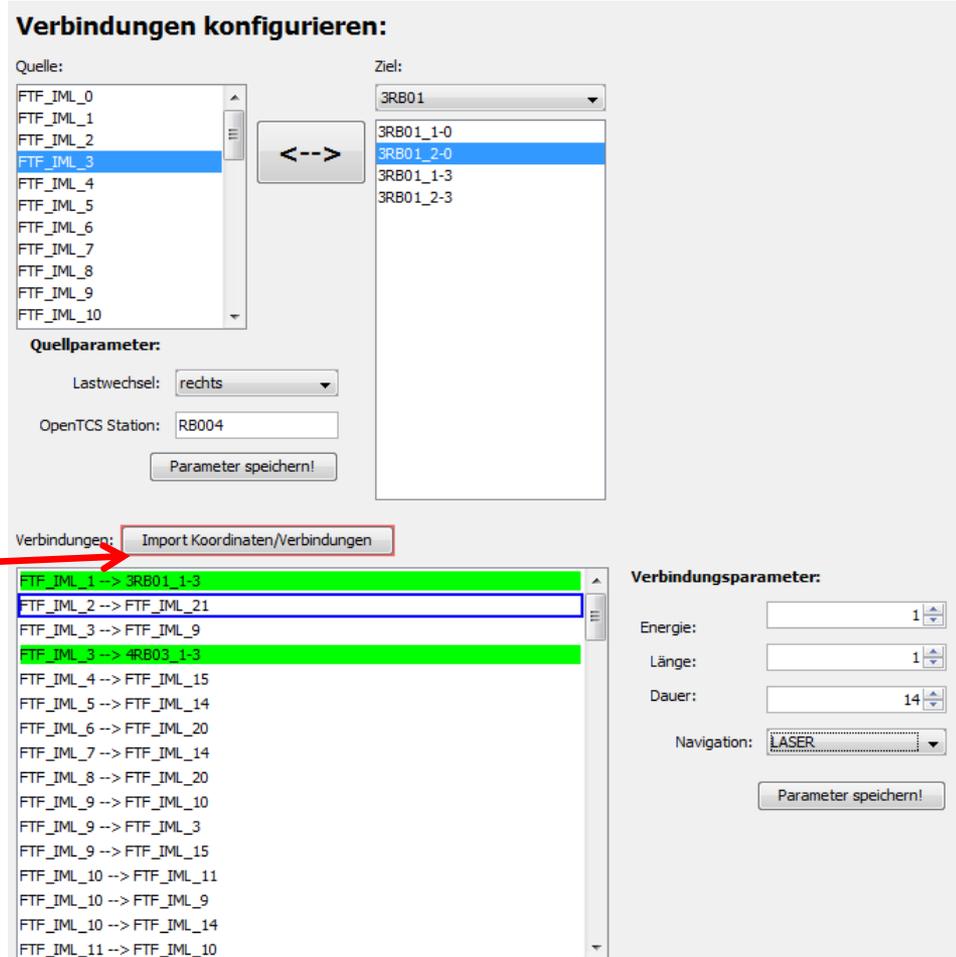
- Komponentenkoordinaten inkl. Lastwechselrichtung und OpenTCS Station (bei FTF-Komponenten)

Verbindungen:

- anlegen, löschen und Parameter anpassen

Speziell für FTF-Komponenten:

- Koordinaten und Verbindungen importieren
- Abbildung der aktuellen Bahnplanung ohne zusätzlichen Aufwand im Leitstand



Verbindungen konfigurieren:

Quelle: FTF_IML_0, FTF_IML_1, FTF_IML_2, **FTF_IML_3**, FTF_IML_4, FTF_IML_5, FTF_IML_6, FTF_IML_7, FTF_IML_8, FTF_IML_9, FTF_IML_10

Ziel: 3RB01, 3RB01_1-0, **3RB01_2-0**, 3RB01_1-3, 3RB01_2-3

Quellparameter:
Lastwechsel: rechts
OpenTCS Station: RB004
Parameter speichern!

Verbindungen: Import Koordinaten/Verbindungen

FTF_IML_1 -> 3RB01_1-3
FTF_IML_2 -> FTF_IML_21
FTF_IML_3 -> FTF_IML_9
FTF_IML_3 -> 4RB03_1-3
FTF_IML_4 -> FTF_IML_15
FTF_IML_5 -> FTF_IML_14
FTF_IML_6 -> FTF_IML_20
FTF_IML_7 -> FTF_IML_14
FTF_IML_8 -> FTF_IML_20
FTF_IML_9 -> FTF_IML_10
FTF_IML_9 -> FTF_IML_3
FTF_IML_9 -> FTF_IML_15
FTF_IML_10 -> FTF_IML_11
FTF_IML_10 -> FTF_IML_9
FTF_IML_10 -> FTF_IML_14
FTF_IML_11 -> FTF_IML_10

Verbindungsparameter:
Energie: 1
Länge: 1
Dauer: 14
Navigation: LASER
Parameter speichern!

3. Betriebsstrategien

Routing-Auswahl

Routing Test:

Quelle: 31/3RB01

Ziel: 43/4RB03

aktuelle Disponierung beachten?

Route ausgeben

Route erstellt.

Priorisierung:

- Energie
- Länge
- Zeit
- keine Priorisierung
- bevorzuge EHB
- bevorzuge FTF

Route:

Komponente	Quelle	Ziel	Energie	Länge	Dauer	
3RB01	100	203		2.0	2.0	2
VW	201	103		3.0	3.0	3
EHB	201	101		4.0	4.0	4
SHT	204	103		2.0	2.0	2
4RB03	203	200		1.0	1.0	1

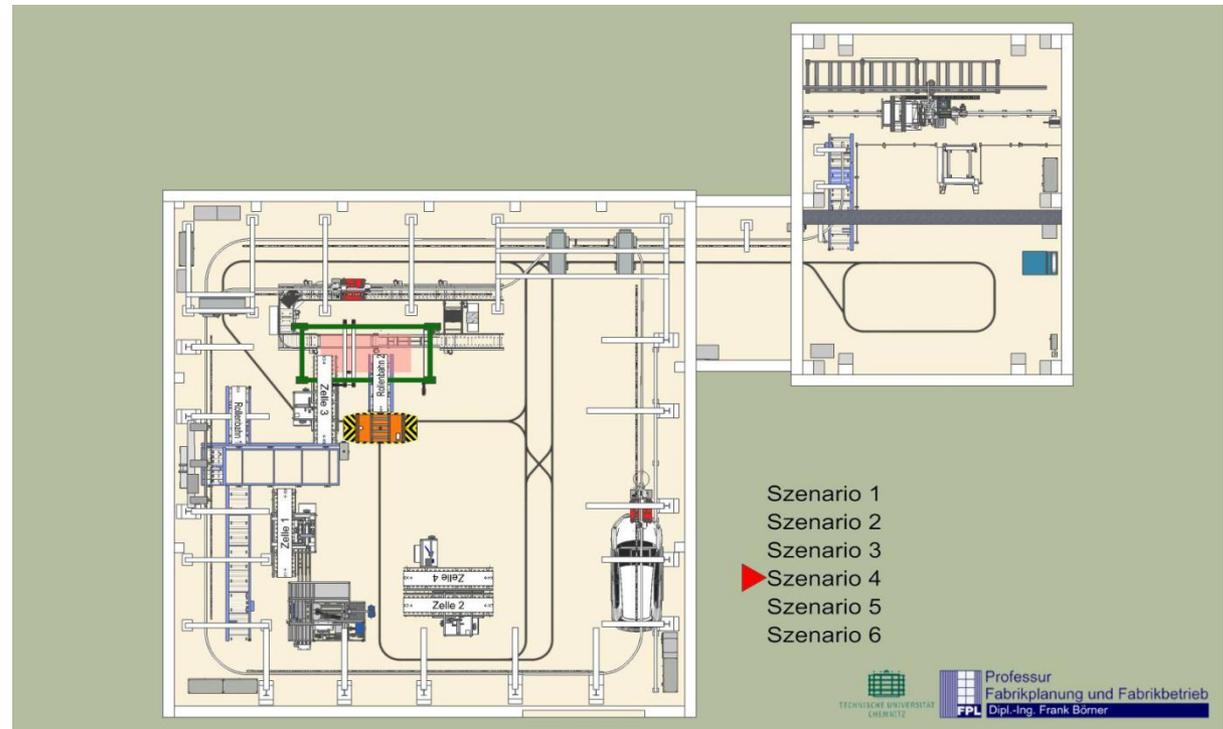
4. Logistik-Leitstand der EDF

Logistik-Komponenten

Die Experimental- und Digitalfabrik der Technischen Universität Chemnitz ist technische Versuchsbasis für den komponentenbasierten Logistik-Leitstand. Es sind mehrere FTF (IML, Fusion Systems) und EHB-Fahrzeuge vorhanden.

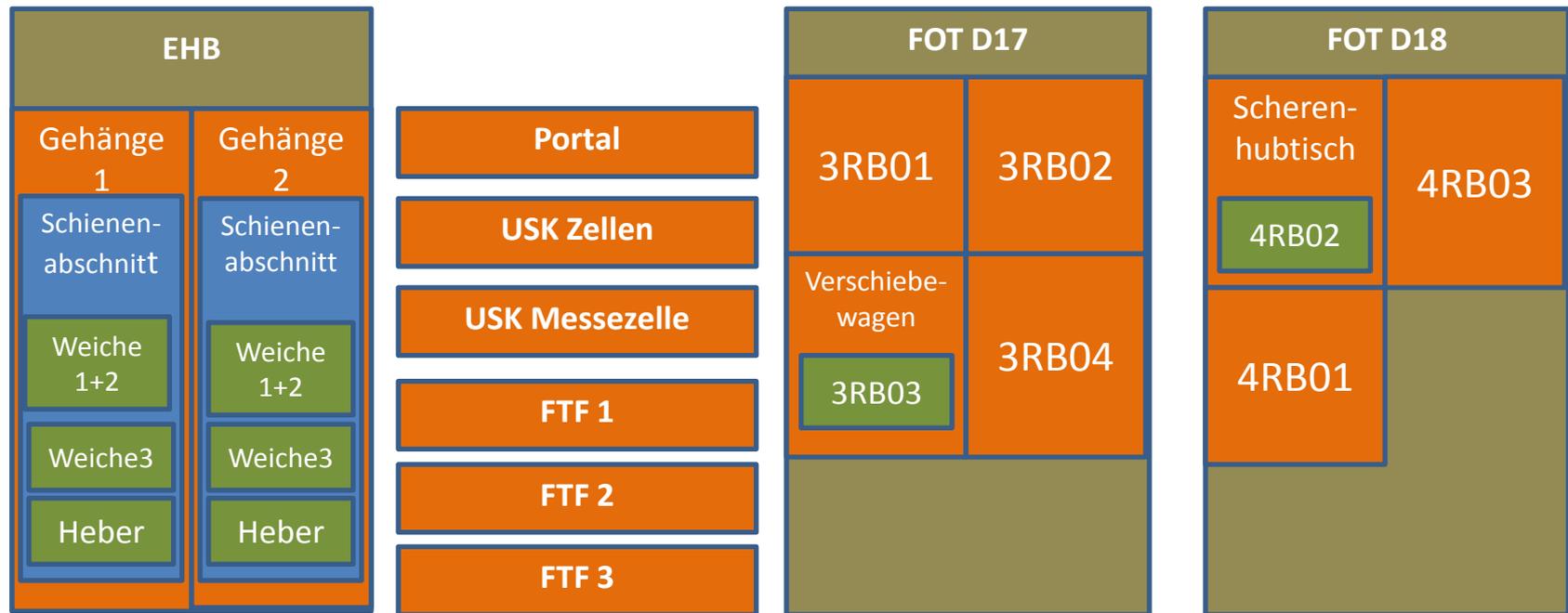
Für hybride Navigation stehen die folgenden Navigationsarten zur Verfügung:

- optische Spurführung (Fusion Systems-Fahrzeug)
- AstroNav (Fusion Systems-Fahrzeug)
- Lasernavigation (IML-Fahrzeug)
- Spurführung (EHB)



4. Logistik-Leitstand der EDF

Logistik-Komponenten

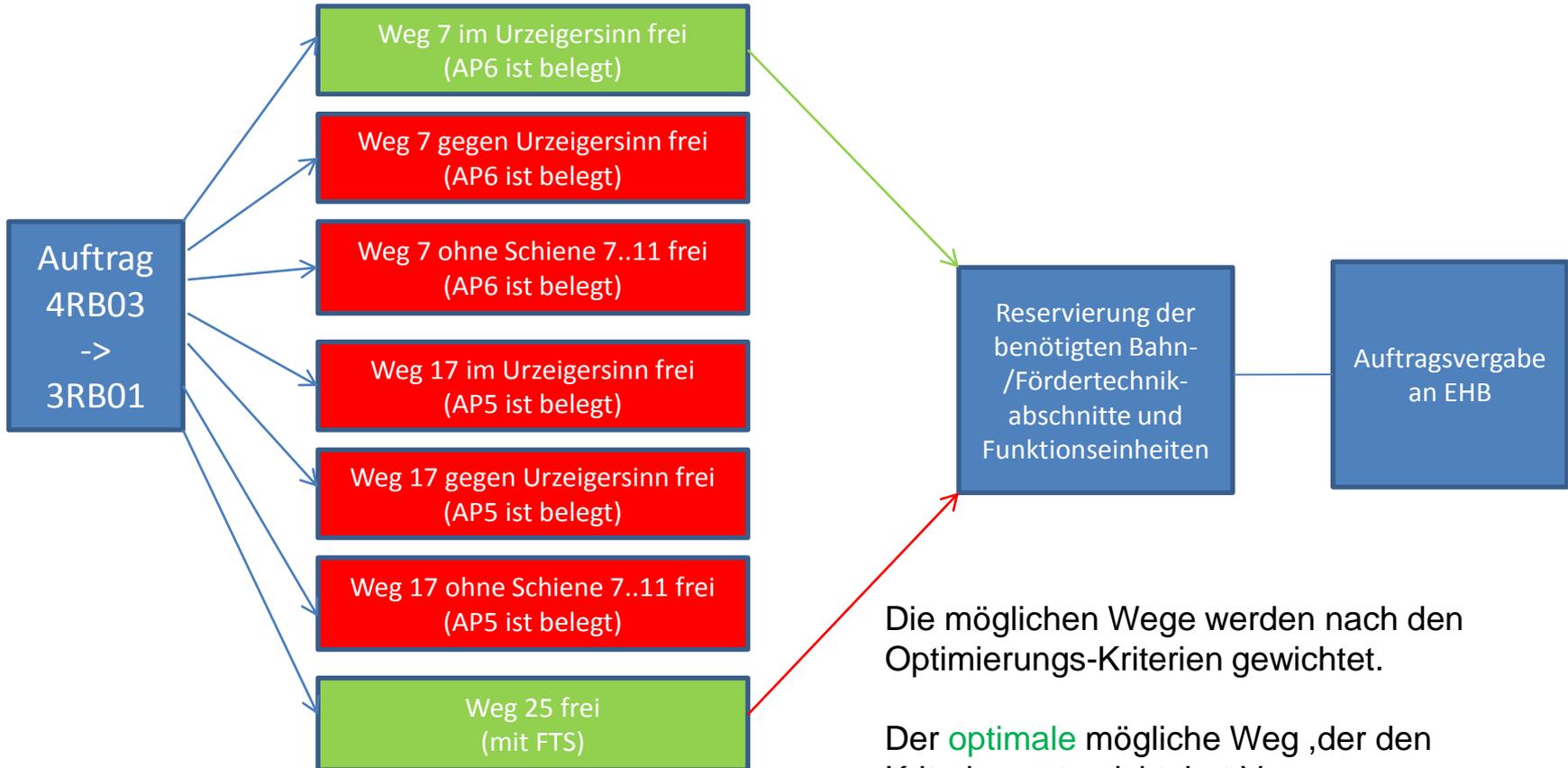


- Legende:
- Einzelkomponente
 - Verwaltung in der SPS auf Grundlage des aktuellen Auftrags
 - Zusätzliche Informationen im Auftragsfach
 - Übergeordnete Steuerung

4. Logistik-Leitstand der EDF

Logistik-Komponenten

Rollenbahn 4RB03 -> Rollenbahn 3RB01



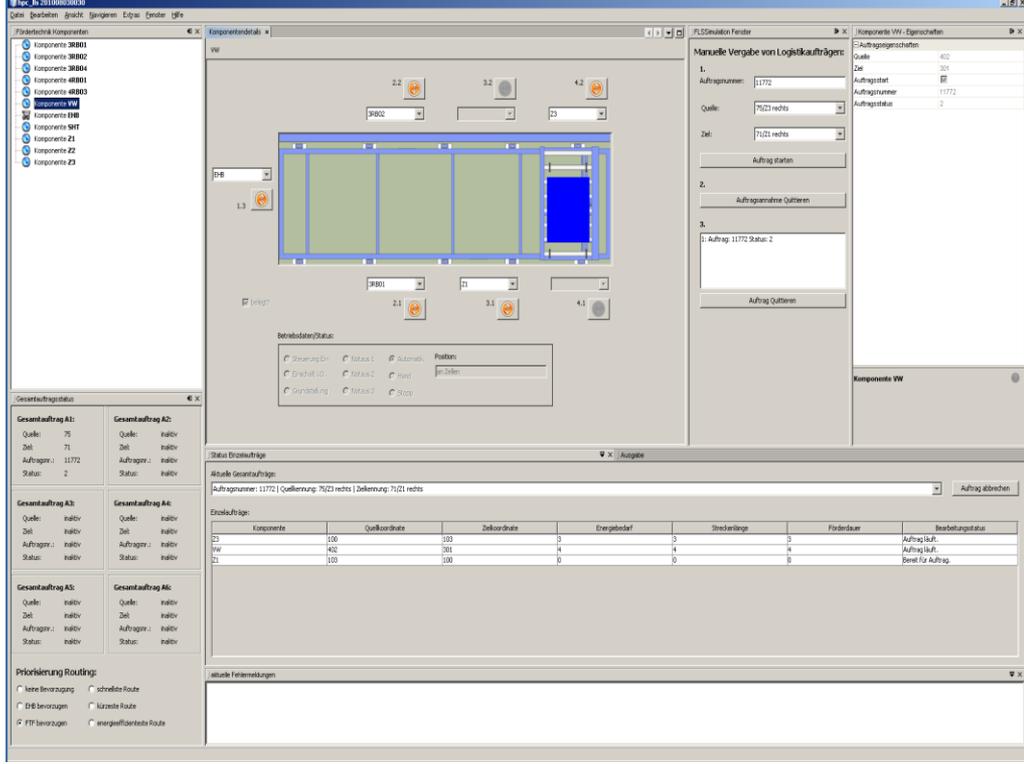
Die möglichen Wege werden nach den Optimierungs-Kriterien gewichtet.

Der **optimale** mögliche Weg ,der den Kriterien entspricht, hat Vorrang.

4. Logistik-Leitstand der EDF Bedien- und Visualisierungsmodule

Auftragsverwaltung:

- Verwaltung von maximal **6 parallelen Gesamtaufträgen**
- Nachdem eine Route erstellt wurde erfolgt die Vergabe von Aufträgen:
- Entweder Aufträge für einzelne Komponenten (ohne Lastwechsel) oder für eine Reihe von Komponenten (mit Lastwechsel zwischen den Komponenten).
- Für einen Gesamtauftrag werden alle beteiligten Komponenten disponiert um eine Verklemmung zu vermeiden.
- Die Disponierung der Komponenten wird zurückgenommen sobald der Einzelauftrag beendet wurde.



The screenshot displays the EDF Logistics Control System interface. It features a central production layout with components and a manual order assignment panel on the right. Below the layout, there are several data panels and a table.

Manuelle Vergabe von Logistikaufträgen:

1. Auftragsnummer: 11772
Quelle: 7021 rechts
Ziel: 7121 rechts
Auftrag status: [Button]

2. Auftragsnummer: [Field]
Auftragsannahme: [Button]

3. Auftragsnummer: 11772 Status: 2
Auftrag: [Button]

Operational Data:

| Operational Data |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 3.2 | 3.2 | 4.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 |
| 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 |

Operational Data Table:

| Operational Data |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 |
| 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 | 3.7 |
| 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 |
| 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 |

4. Logistik-Leitstand der EDF Bedien- und Visualisierungsmodule



Auftragsstatus:

- Gesamtauftrags- und Einzelauftragsstatus
- Lastwechsel-Protokoll

Status Gesamtaufträge

Gesamtauftrag A1:	Quelle: 31	Ziel: 34	Auftragsnr.: 100	Status: 2
Gesamtauftrag A2:	Quelle: inaktiv	Ziel: inaktiv	Auftragsnr.: inaktiv	Status: inaktiv
Gesamtauftrag A3:	Quelle: inaktiv	Ziel: inaktiv	Auftragsnr.: inaktiv	Status: inaktiv
Gesamtauftrag A4:	Quelle: inaktiv	Ziel: inaktiv	Auftragsnr.: inaktiv	Status: inaktiv
Gesamtauftrag A5:	Quelle: inaktiv	Ziel: inaktiv	Auftragsnr.: inaktiv	Status: inaktiv
Gesamtauftrag A6:	Quelle: inaktiv	Ziel: inaktiv	Auftragsnr.: inaktiv	Status: inaktiv

Priorisierung Routing:

keine Bevorzugung schnellste Route

EHB bevorzugen kürzeste Route

FTF bevorzugen energieeffizienteste Route

Komponente FTF_IML

Auftragsseigenschaften

Quelle	37
Ziel	39
Auftragsstart	<input checked="" type="checkbox"/>
Auftragsnummer	100
Auftragsstatus	2

Status Einzelaufträge

Aktuelle Gesamtaufträge:

Auftragsnummer: 100 | Quellkennung: 31/3RB01 | Zielkennung: 34/3RB04 Auftrag abrechnen

Einzelaufträge:

Komponente	Quellcoordinate	Zielcoordinate	Energiebedarf	Streckenlänge	Förderdauer	Bearbeitungsstatus
3RB01	100	203	2.0	2.0	2	Auftrag i.O. beendet.
VW	201	202	2.0	2.0	2	Auftrag i.O. beendet.
3RB02	203	103	3.0	3.0	3	Auftrag läuft.
FTF_IML	37	39	8.0	8.0	88	Auftrag läuft.
3RB04	103	200	2.0	2.0	2	Bereit für Auftrag.

Ausgabe

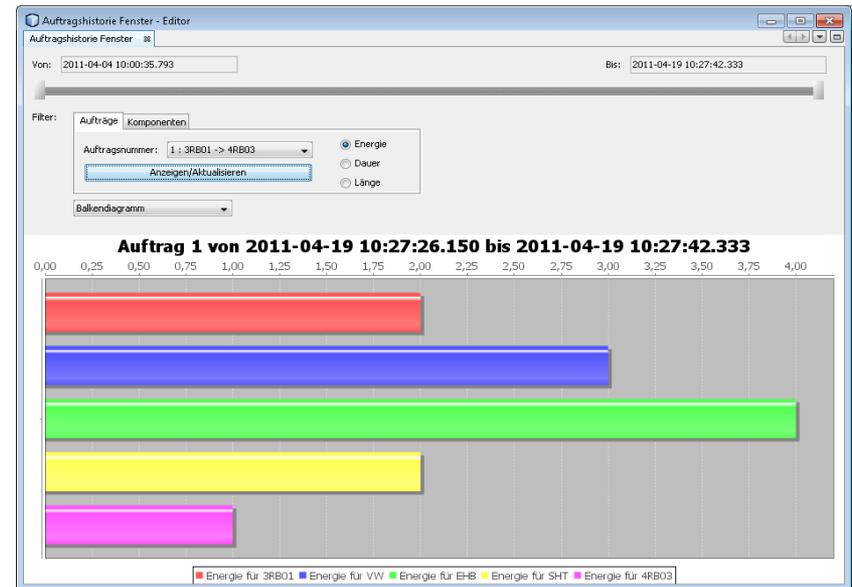
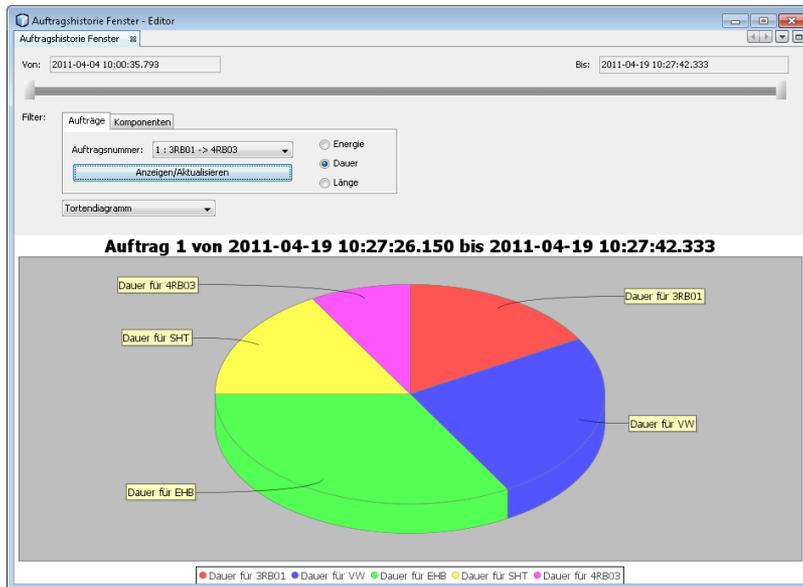
```

Gesamtaufträge x | Auftrag Nr. 12 x | Auftrag Nr. 100 x
-----
12.04.2011 09:42:53 : 3RB01 "Ziel bereit" false
12.04.2011 09:42:54 : VW "Quelle bereit" false
12.04.2011 09:42:55 : Auftrag für Komponente 3RB01 beendet! Status: 3
12.04.2011 09:42:55 : VW "Ziel bereit" false
12.04.2011 09:42:55 : Auftrag für Komponente 3RB02 gestartet! Quelle: 203 / Ziel: 103
12.04.2011 09:42:56 : VW "Ziel bereit" true
12.04.2011 09:42:57 : 3RB02 "Quelle bereit" true
12.04.2011 09:42:57 : VW "Ziel bereit" false
12.04.2011 09:42:58 : 3RB02 "Quelle bereit" false
12.04.2011 09:42:59 : Auftrag für Komponente VW beendet! Status: 3
12.04.2011 09:42:59 : Auftrag für Komponente FTF_IML gestartet! Quelle: 37 / Ziel: 39
    
```

4. Logistik-Leitstand der EDF Bedien- und Visualisierungsmodule

Auswerte-Tool

Energieverbrauch, Streckenlänge und Dauer pro Gesamtauftrag (inkl. Einzelaufträge) können auf verschiedene Arten visualisiert werden.

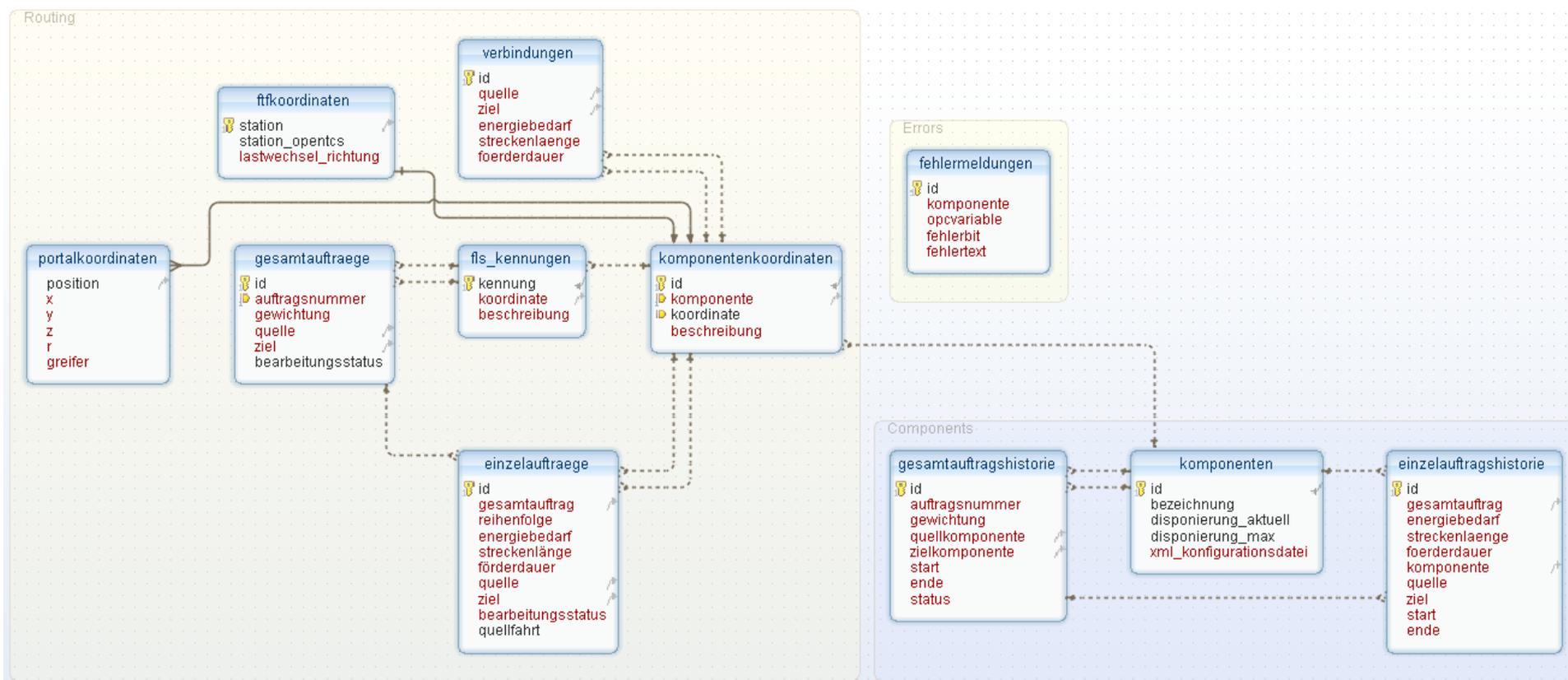


4. Logistik-Leitstand der EDF

Datenbankgestaltung

Archivierung

Energieverbrauch, Streckenlänge und Dauer werden pro Gesamtauftrag (inkl. Einzelaufträge) in der Datenbank gespeichert.



5. Auswertung

- Hybride Navigation und Effektive Routenplanung sind ergänzende Optimierungsmethoden moderner Logistik.
- Die Spezifika der Fertigungs-Randbedingungen bestimmen die Wahl der Logistik-Komponenten.
- Komponentenbasierte Automation und offene Software-Systeme und objektorientierte Datenhaltung sowie offene Leitstandslösungen (wie sbahn) sind die Zukunft der Logistik.
- Die Optimierungs-Kriterien (priorisierte Parameter wie Zeit, Entfernung, Energie) entscheiden über den logistischen Ablauf



Kontakt



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an

Prof. Dr.-Ing. Rolf Hiersemann

Tel.: 0371 / 400 400

FAX: 0371 / 400 40 400

Mail: r.hiersemann@hiersemann-chemnitz.de

Internet: www.hiersemann-chemnitz.de

