

Automatisierungstechnik für wandlungsfähige Fabrikssysteme

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

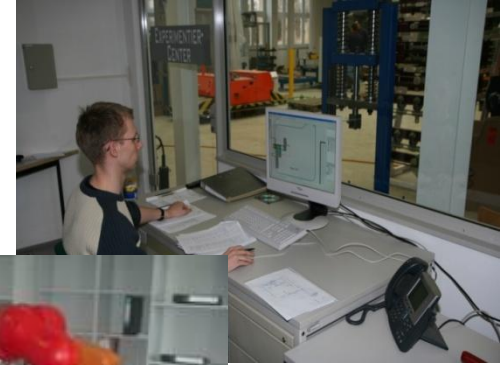
Tuchschererstr. 4a
09116 Chemnitz

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

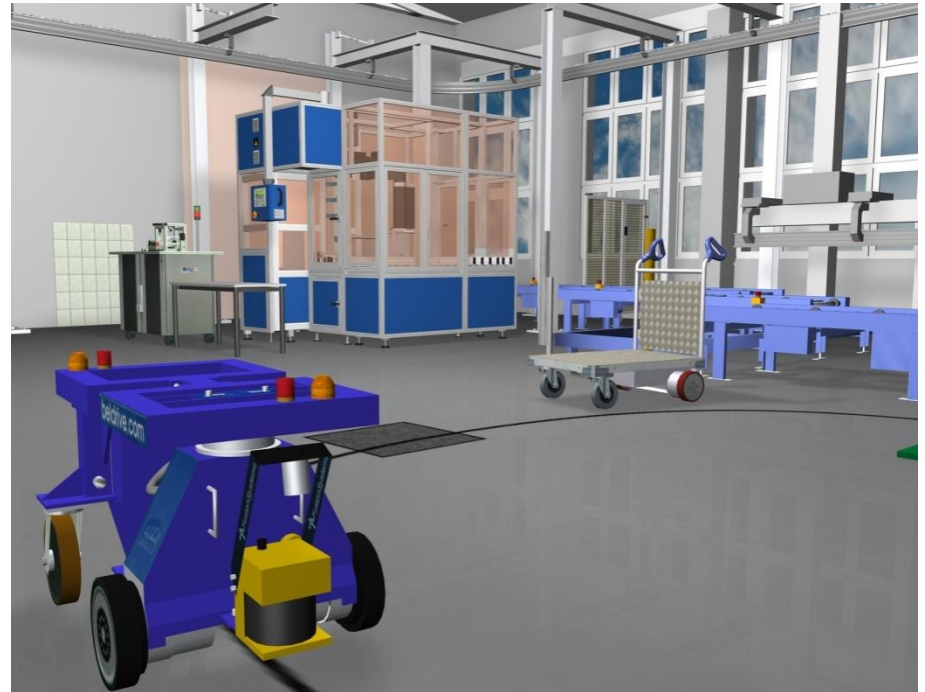
3. Betriebsstrategien

- 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)

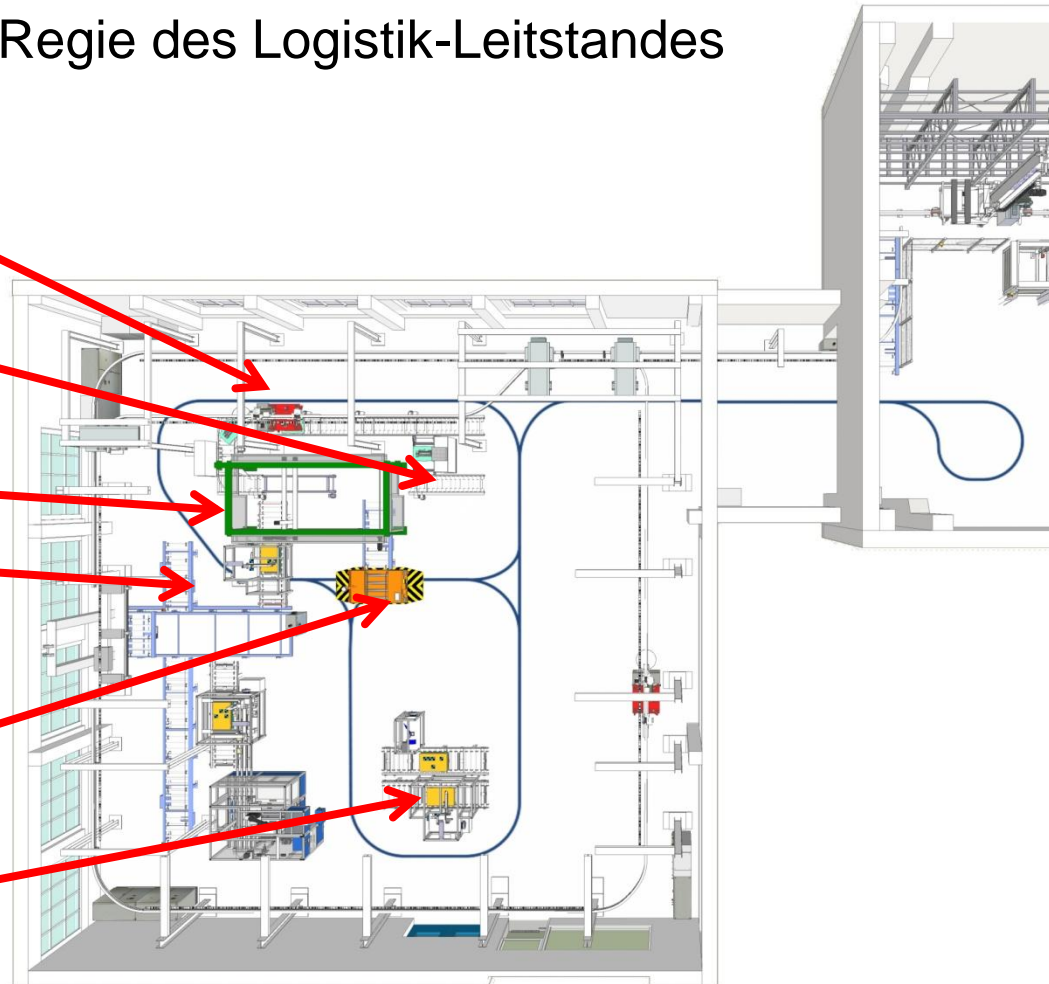
Transfersystem Bosch TS mit
speziellen Ladungsträgern

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

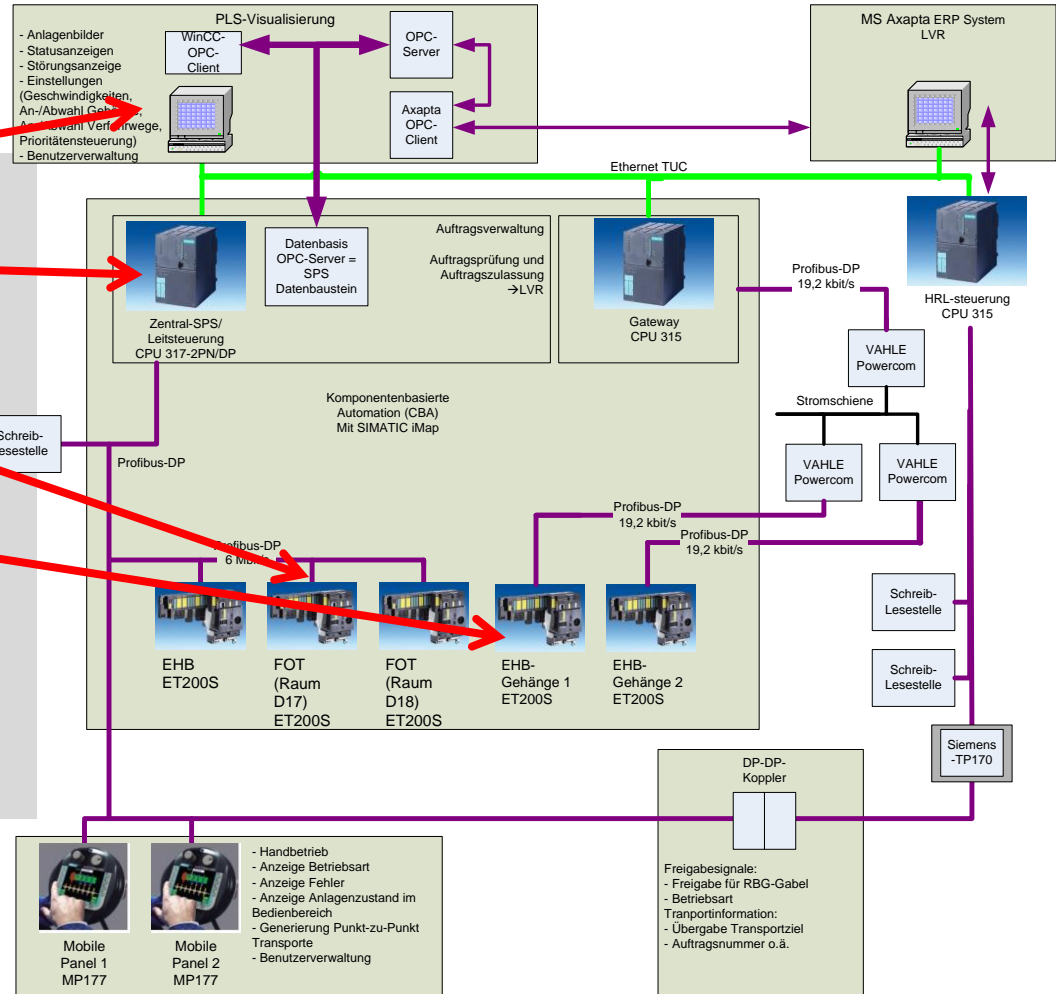
Stationäre Fördertechnik
(Rollenförderer, Heber, Verteilwagen..)

Elektrohängebahn EHB mit 2
Fahrzeuge (Gehänge 1 + 2)

+ Portalroboter + Bosch TS 5

+ Montagezellen

+ Fahrerlose Transportgeräte

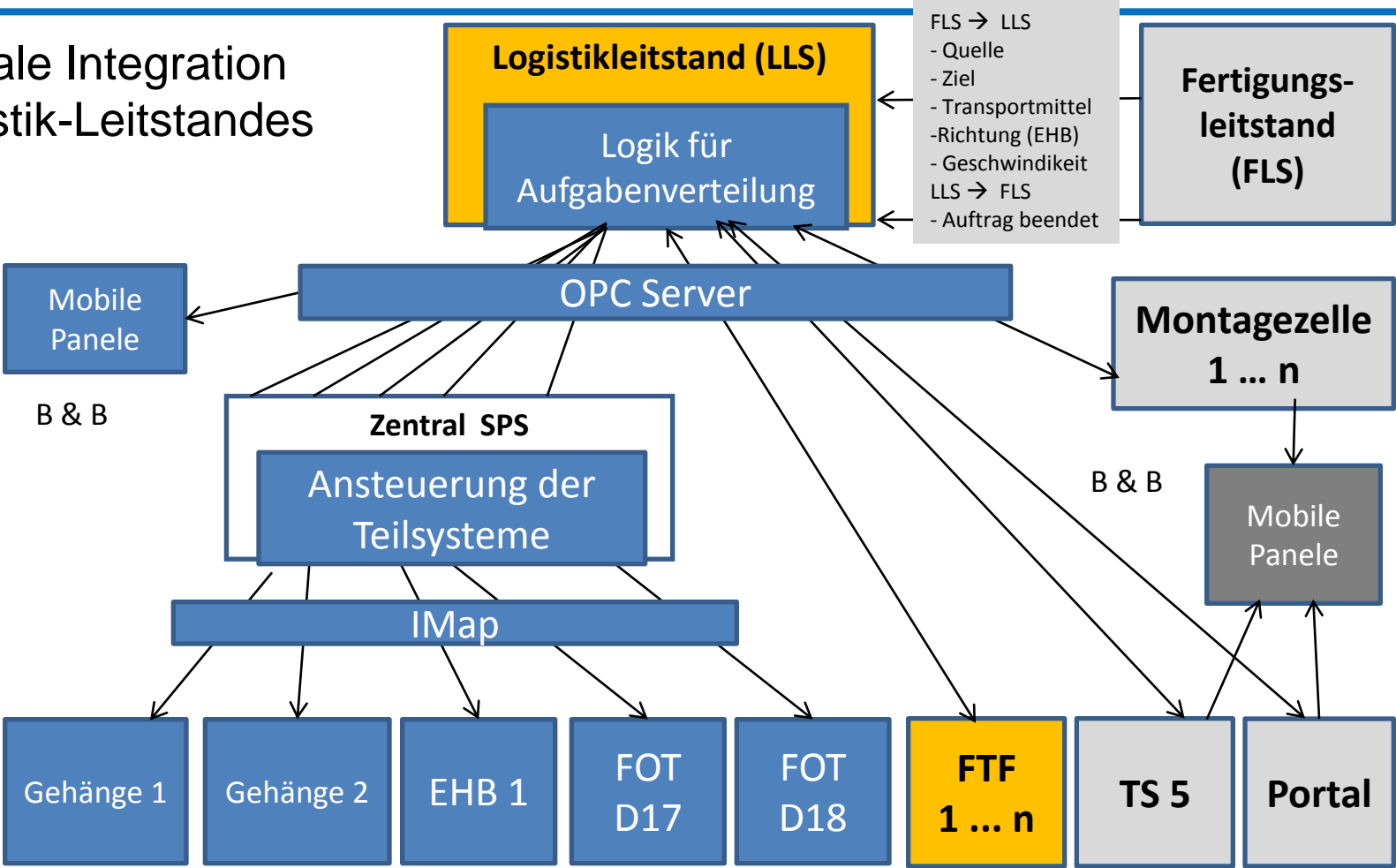


1. Technische Basis

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:

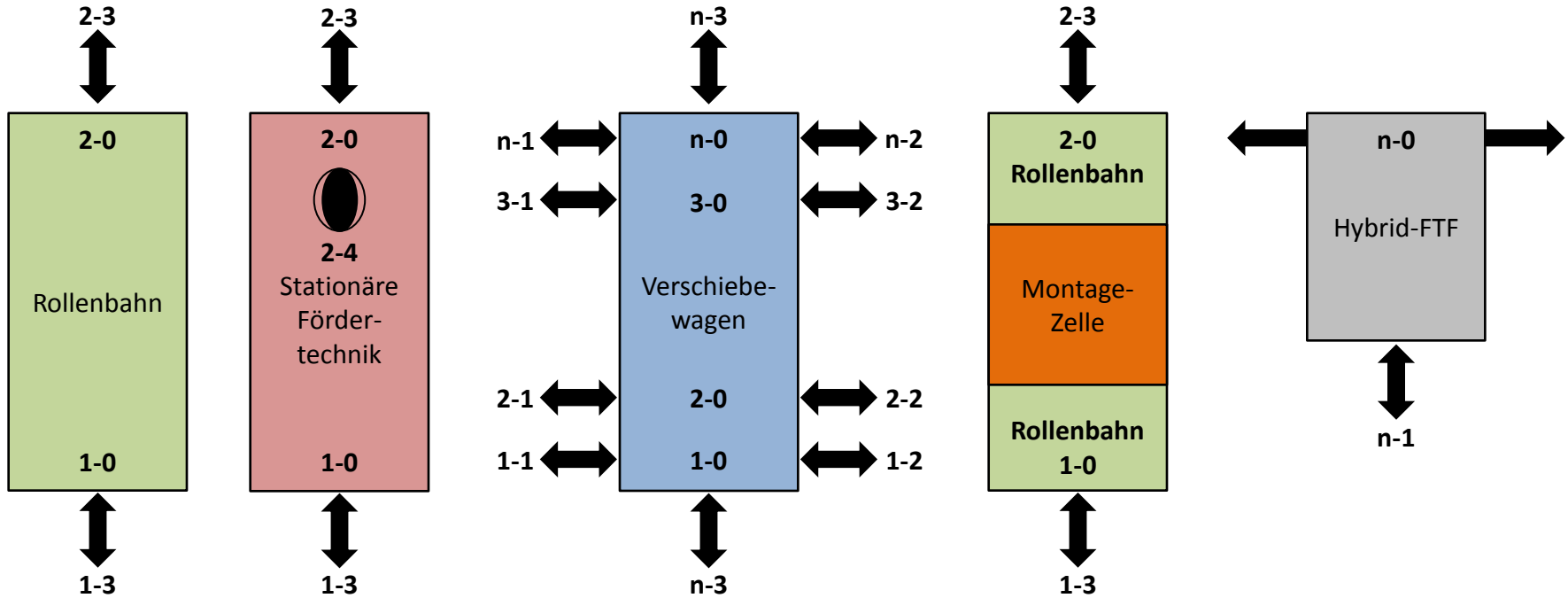
- Socket-Verbindung (TCP)
- OPC (OLE for Process Control)
- RMI (Java-Interprozesskommunikation).



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)

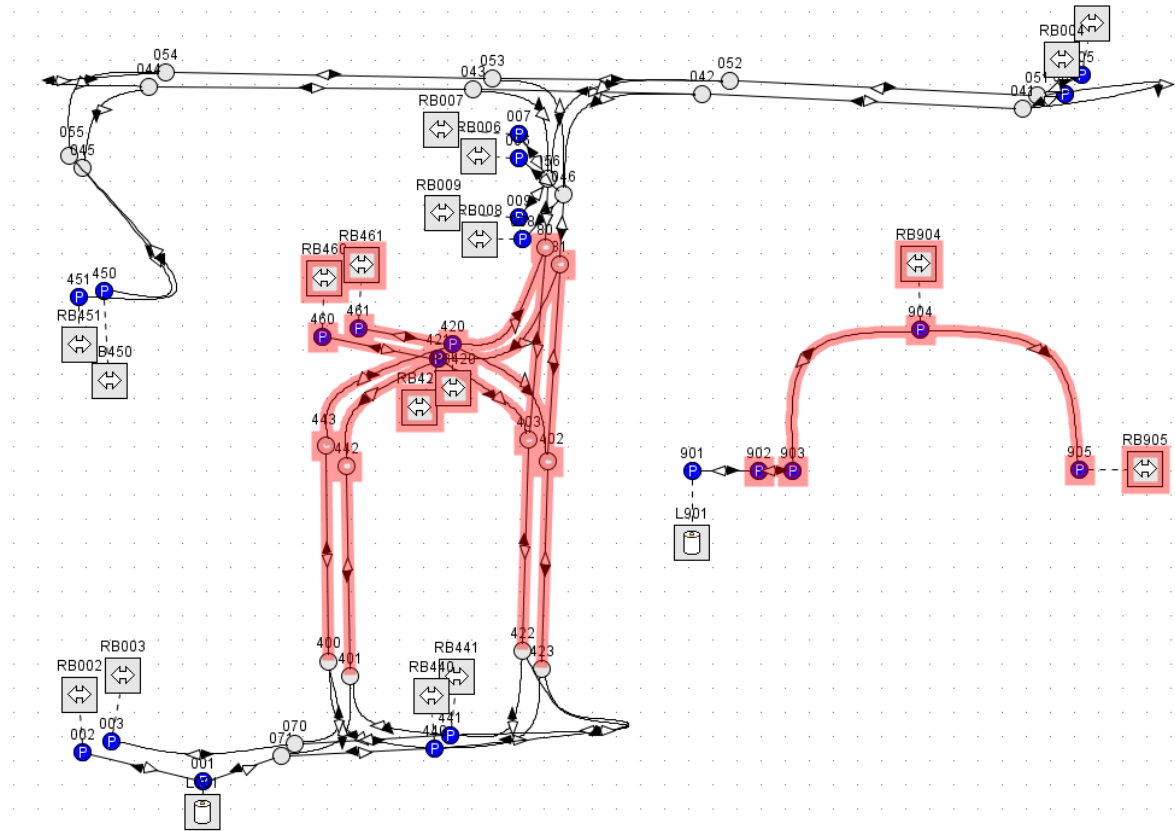
2. Komponenten

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

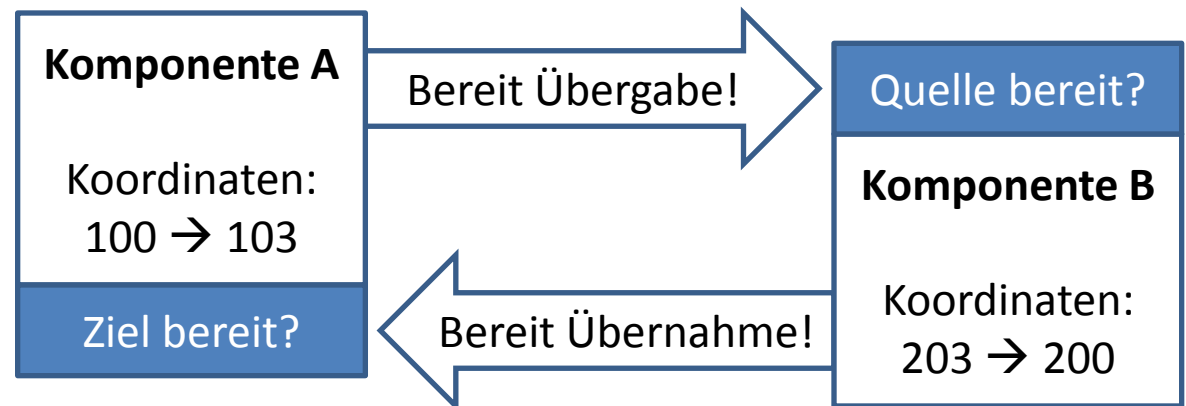
Intralogistische Schnittstellen

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



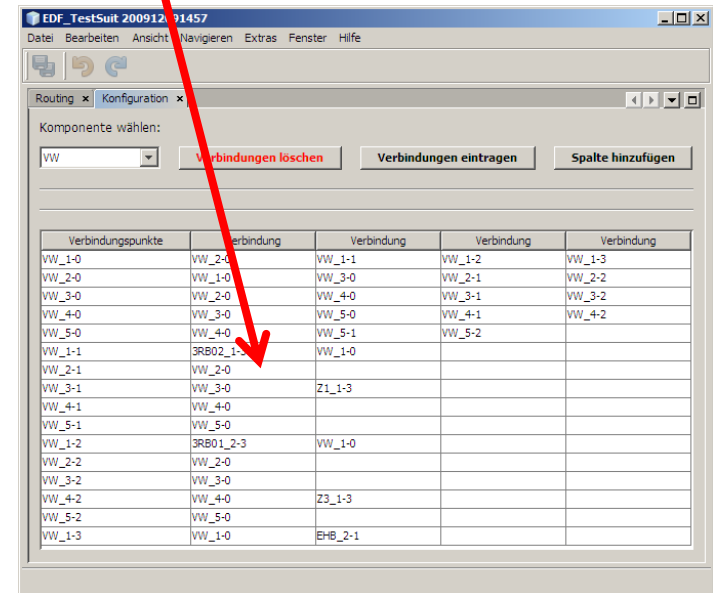
3. Betriebsstrategien

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:
OpenTCS Station:

Verbindungen:

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:
Länge:
Dauer:
Navigation:

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
VW	201	103		3.0	3.0
EHB	201	101		4.0	4.0
SHT	204	103		2.0	2.0
4RB03	203	200		1.0	1.0

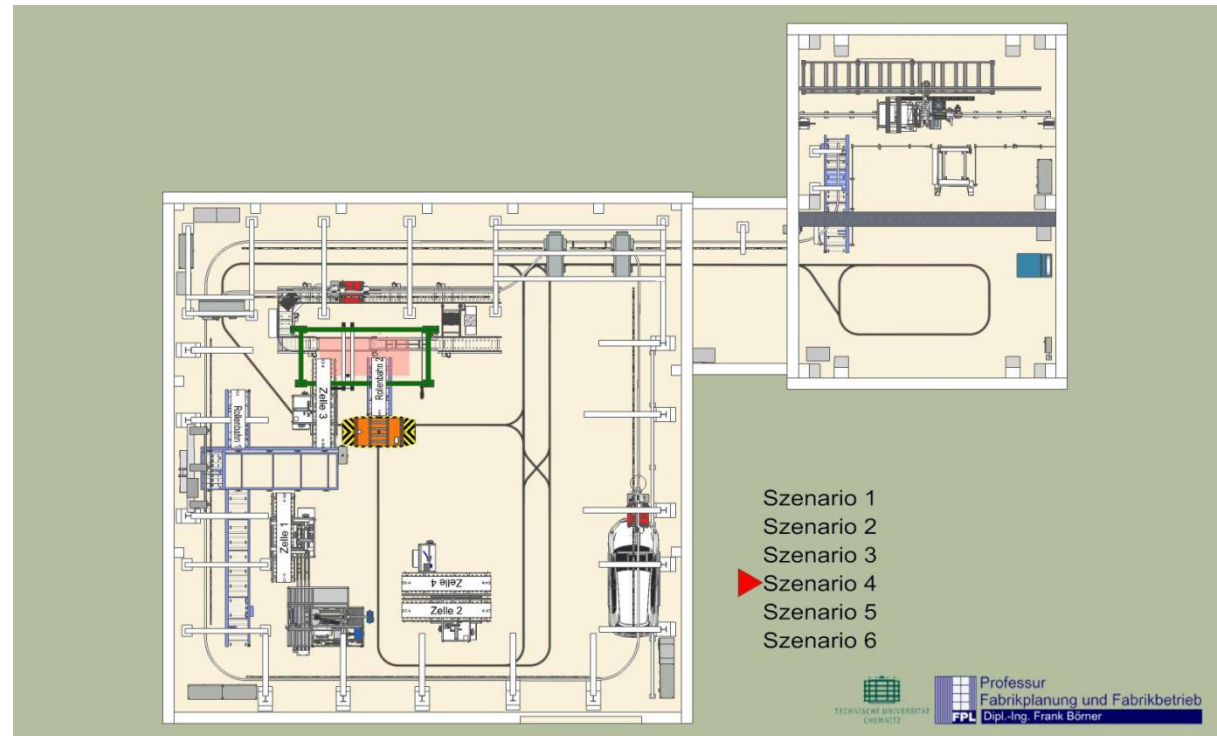
4. Logistik-Leitstand der EDF

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.

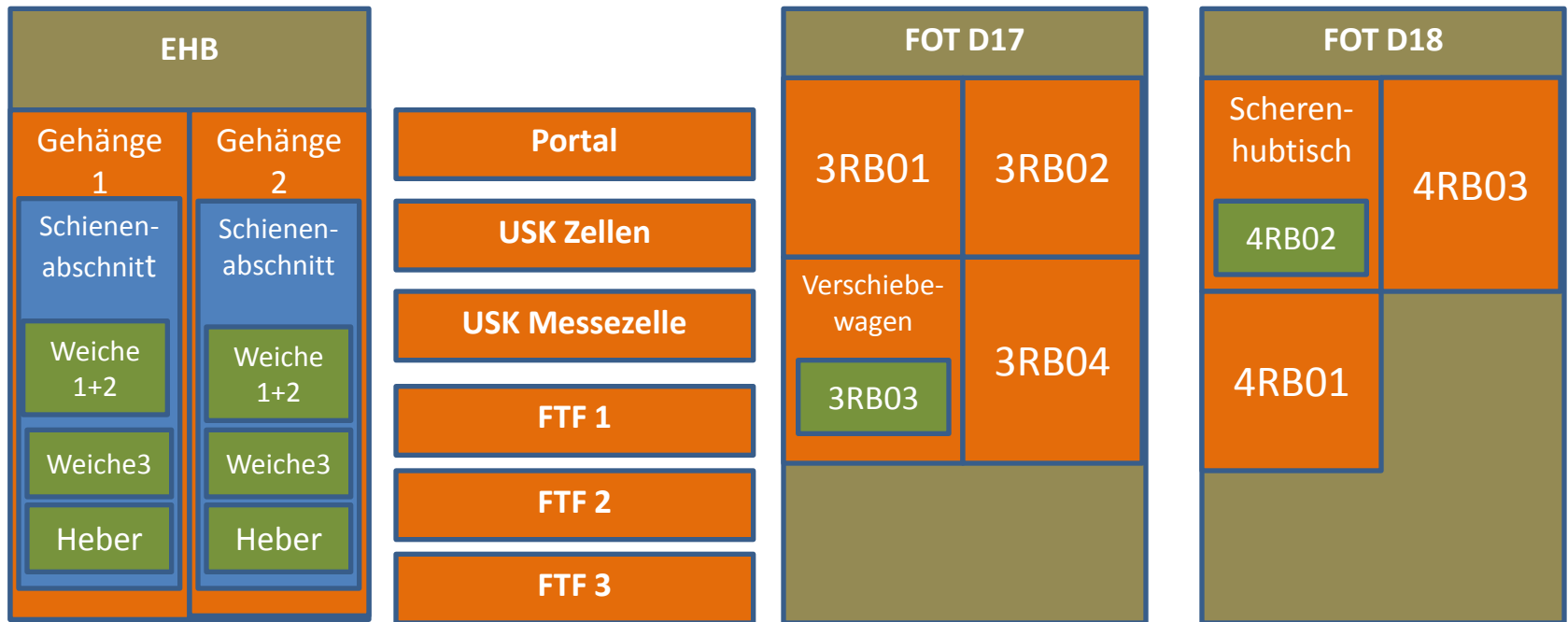
Für hybride Navigation stehen die folgenden Navigationsarten zur Verfügung:

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



4. Logistik-Leitstand der EDF

Logistik-Komponenten

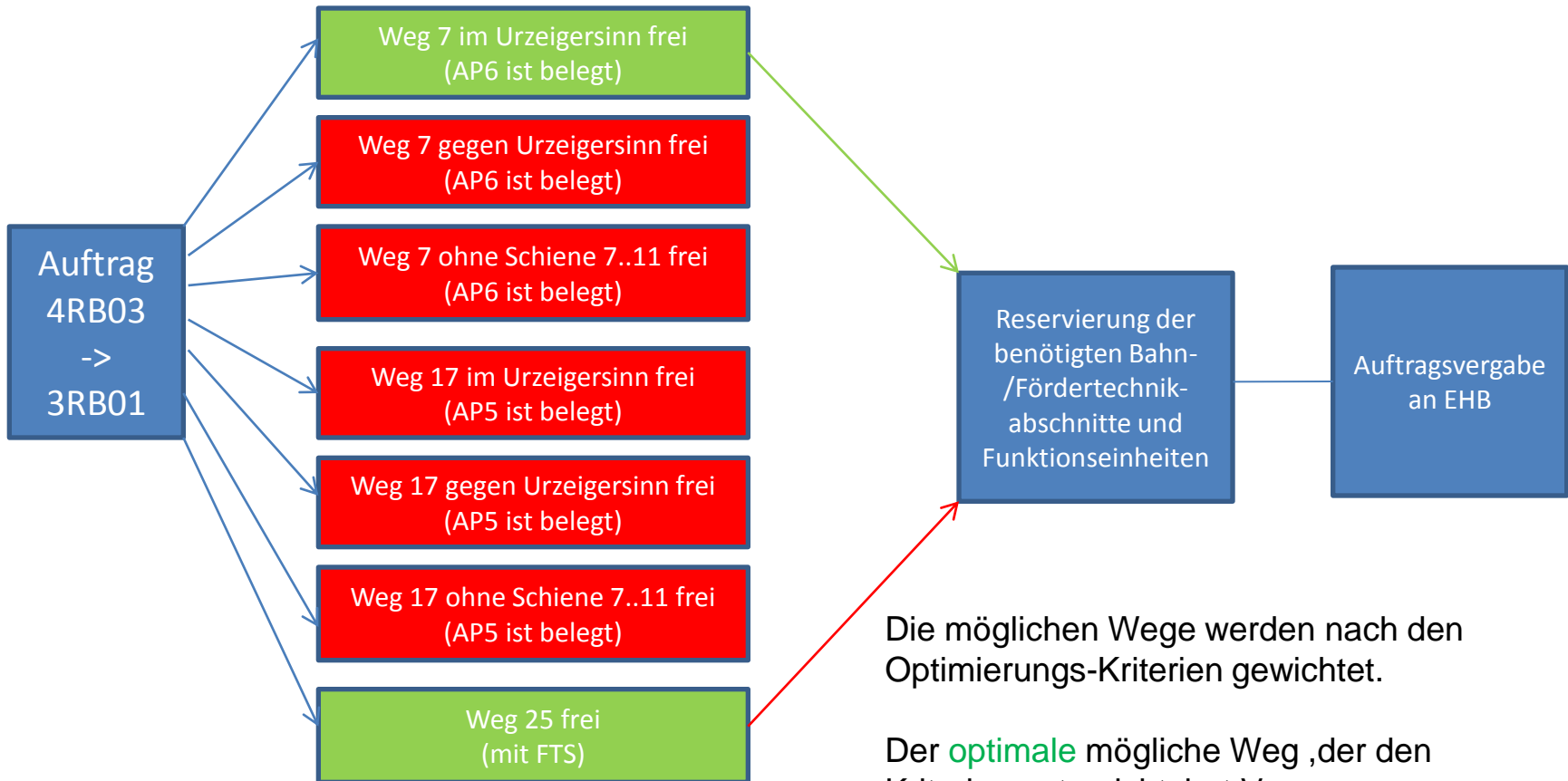


- Legende:
- Einzelkomponente
 - Verwaltung in der SPS auf Grundlage des aktuellen Auftrags
 - Zusätzliche Informationen im Auftragsfach
 - Übergeordnete Steuerung

4. Logistik-Leitstand der EDF

Logistik-Komponenten

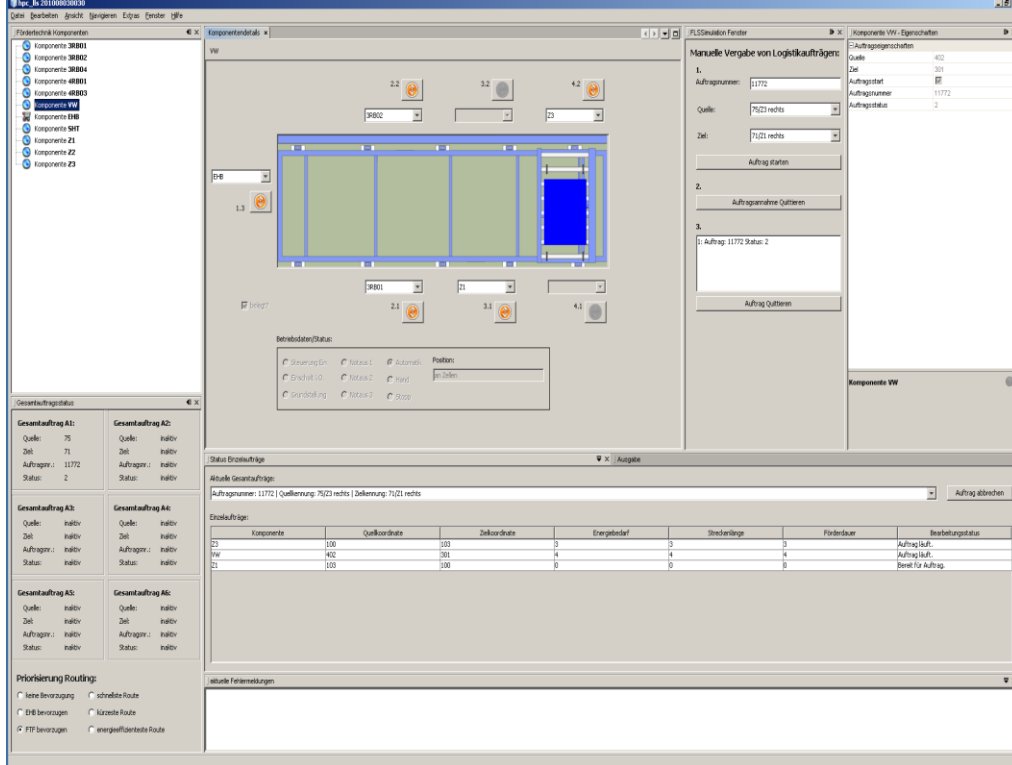
Rollenbahn 4RB03 -> Rollenbahn 3RB01



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 component layout with various components (e.g., 3B01, 3B02, 3B04, 4B01, 4B03, 4B04, 4B05, 4B06, 4B07, 4B08, 4B09, 4B10, 4B11, 4B12, 4B13, 4B14, 4B15, 4B16, 4B17, 4B18, 4B19, 4B20, 4B21, 4B22, 4B23, 4B24, 4B25, 4B26, 4B27, 4B28, 4B29, 4B30, 4B31, 4B32, 4B33, 4B34, 4B35, 4B36, 4B37, 4B38, 4B39, 4B40, 4B41, 4B42, 4B43, 4B44, 4B45, 4B46, 4B47, 4B48, 4B49, 4B50, 4B51, 4B52, 4B53, 4B54, 4B55, 4B56, 4B57, 4B58, 4B59, 4B60, 4B61, 4B62, 4B63, 4B64, 4B65, 4B66, 4B67, 4B68, 4B69, 4B70, 4B71, 4B72, 4B73, 4B74, 4B75, 4B76, 4B77, 4B78, 4B79, 4B80, 4B81, 4B82, 4B83, 4B84, 4B85, 4B86, 4B87, 4B88, 4B89, 4B90, 4B91, 4B92, 4B93, 4B94, 4B95, 4B96, 4B97, 4B98, 4B99, 4B100) and a manual order assignment panel on the right. The manual order assignment panel includes fields for 'Auftragsnummer' (11772), 'Quelle' (7121 rechts), and 'Ziel' (7121 rechts). Below the manual order assignment panel, there are buttons for 'Auftrag status', 'Auftragsannahme quittieren', and 'Auftrag quittieren'. The bottom section of the interface shows a table of 'Aktuelle Dispositionen' (Current Dispositions) for 'Auftragsnummer: 11772 | Quellennr.: 7121 rechts | Zielnummer: 7121 rechts'. The table has columns for 'Komponente', 'Quellensubstanz', 'Zielsubstanz', 'Energiebedarf', 'Bereitstellung', 'Förderdauer', and 'Bearbeitungsstatus'. The table contains data for components 3B, 4B, and 5B.

Komponente	Quellensubstanz	Zielsubstanz	Energiebedarf	Bereitstellung	Förderdauer	Bearbeitungsstatus
3B	100	100	3	3	3	Auftrag ist A.
4B	402	305	4	4	4	Auftrag ist A.
5B	100	100	6	6	6	Bereit für Auftrag

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

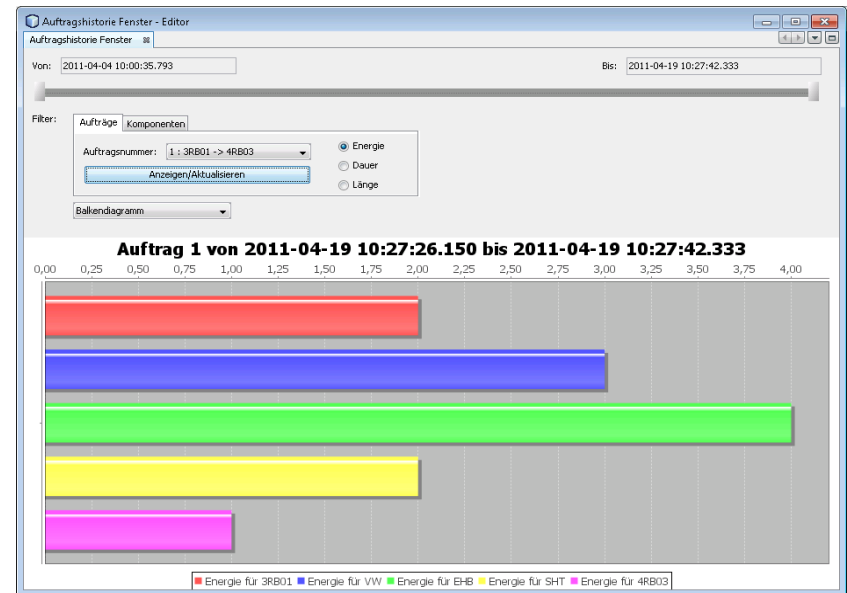
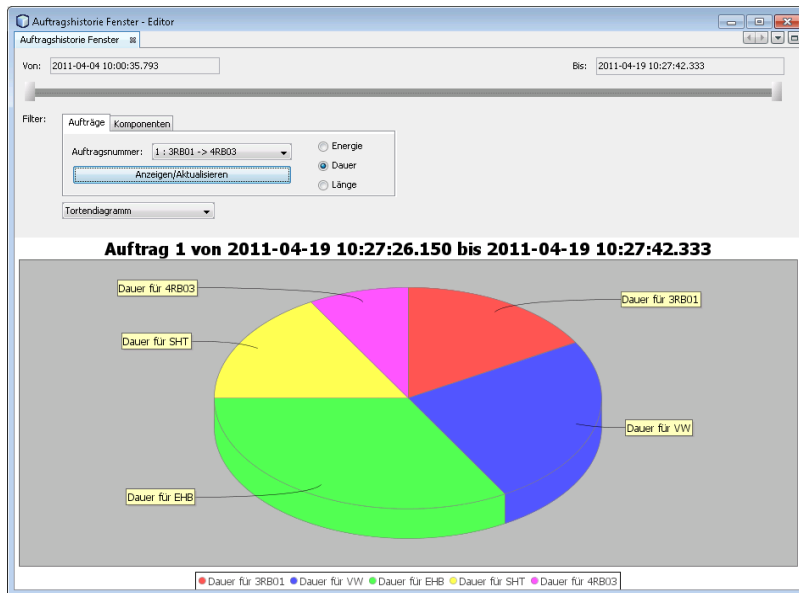
```

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.

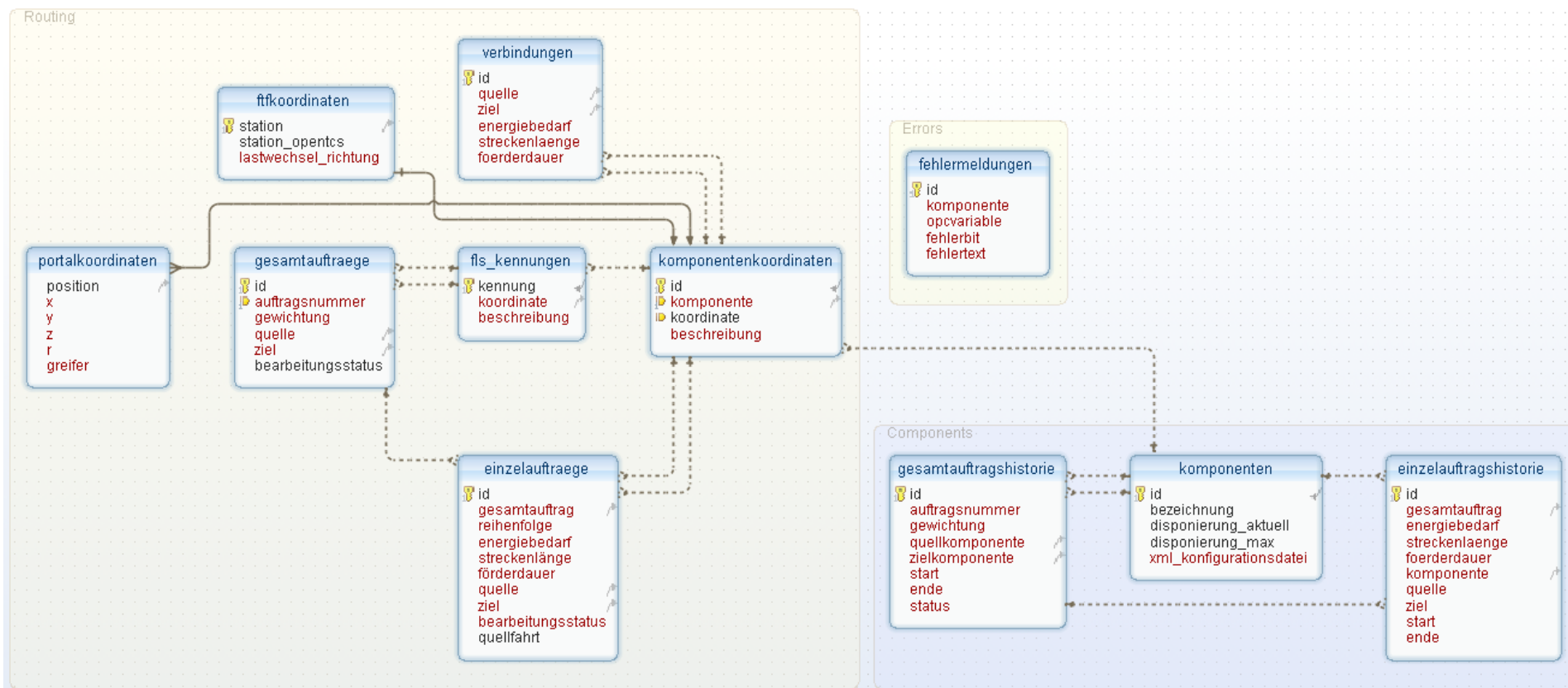


4. Logistik-Leitstand der EDF

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

