

**MENGES**

# **Modellbasierte Entwurfsmethoden für eine neue Generation elektronischer Stellwerke**

**Elferik Schultz**

Funkwerk Information Technologies GmbH, Kiel

# MENGES Projektpartner



*Modellbasierte Entwurfsmethoden für eine neue Generation elektronischer Stellwerke*

## **AG Softwareengineering, CAU Kiel**

Wilhelm Hasselbring, Reiner Jung



## **AG Echtzeitsysteme und Eingebettete Systeme, CAU Kiel**

Reinhard von Hanxleden, Christian Motika, Christian Schneider



## **Funkwerk Information Technologies GmbH, Kiel**

Holger Neustock, Elferik Schultz



## **b+m Informatik AG, Melsdorf**

Wolfgang Goerigk, Thomas Stahl, Stefan Zeug



Fotos / Abbildungen: © Funkwerk IT, Markus-Steur.de

## Innovation in der Leit- und Sicherungstechnik (LST)

Anteil von ESTW bei der DB AG ca. 15%; von rd. 2.000 mechanischen Stellwerken auf Regionalstrecken ca. 400 abgängig; zusätzlich etwa ein Drittel der 1.800 Relaisstellwerke veraltet

Hoher Modernisierungsbedarf bei der Bahn, Lastenheftentwicklung ESTW-R, Pilotprojekt ESTW-R Lindaunis durch Funkwerk IT, Kompetenzbündelung im Kieler Raum

Modellgetriebener generativer Ansatz als Chance für Effizienzsteigerung und Kostensenkung in der Signaltechnik

## Sicherheit in der Bahntechnik

Hohe Sicherheitsanforderungen, eigener Entwicklungsprozess CENELEC mit entsprechenden Normenreihen, hoher Zertifizierungsaufwand, technische Sicherheit + Verfahrenssicherheit (z. B. im technisch verfahrensgesicherten Bedienplatz)

Funktionale Sicherheit SIL 4: Wahrscheinlichkeit eines Gefahr bringenden Ausfalls pro Stunde  $\geq 10^{-9}$  bis  $< 10^{-8}$

## Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)

Kompakte, flexible Standardindustriekomponenten mit langer Lebensdauer, betriebsbewährt und wartungsarm, vorhersagbares Schalt- und Zeitverhalten, Ausfallsicherheit und Zertifizierung, geringer Stromverbrauch

Offener und generischer Ansatz, der neben ESTW-R auch in Rangierstellwerken und Ablaufanlagen erfolgreich zum Einsatz kommt

## Softwareentwicklung für SPS

Reduktion auf sicheren Sprachanteil und spezifische Beschränkungen und Pflichten durch den Entwicklungsprozess CENELEC

Programmierung der SPS über Funktionsblöcke und Funktionen, begrenzte Speicher- und Zeitressourcen, Echtzeitverhalten

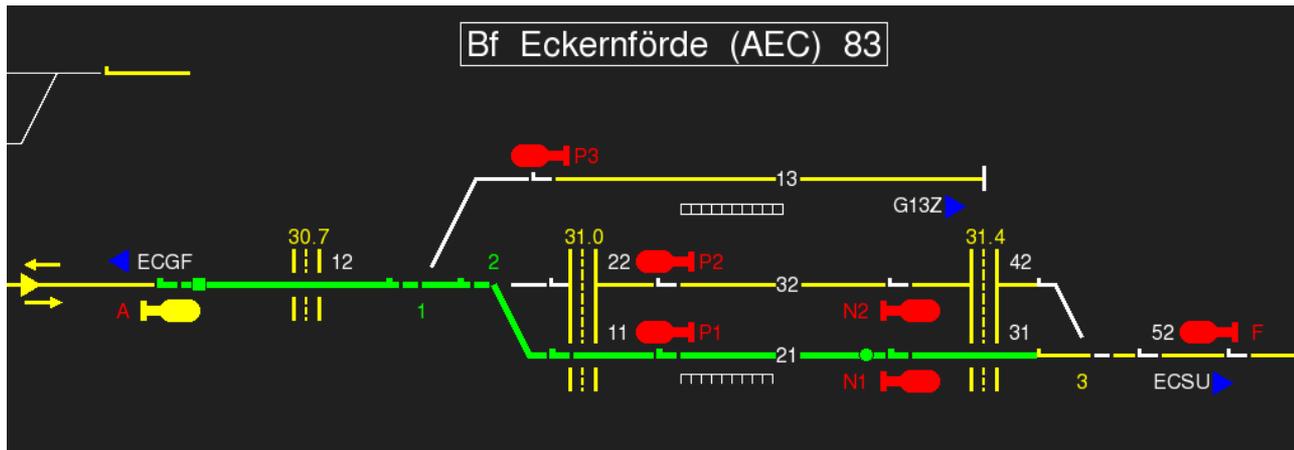
Vollständige Parametrierung der einzelnen regionalen Stellwerkknoten über Daten

# Funktion eines Stellwerks

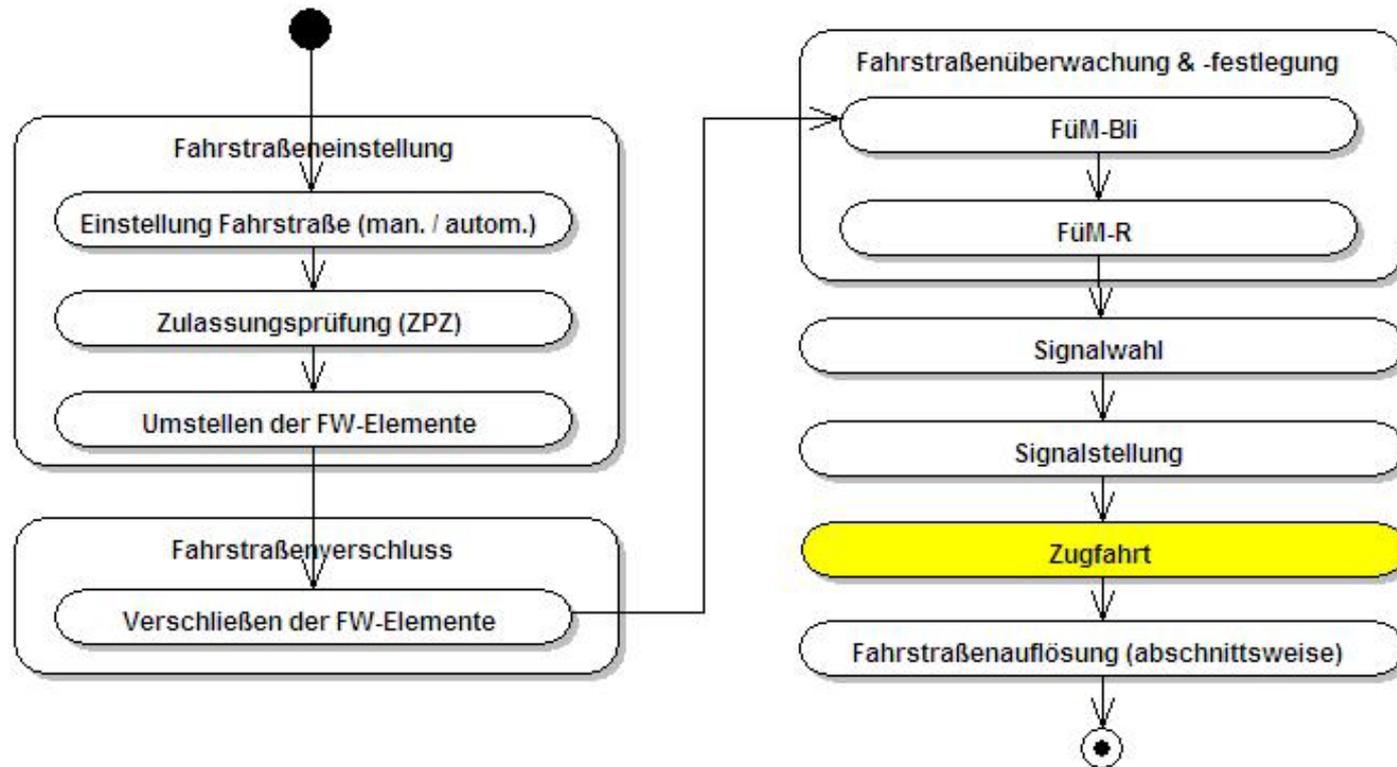
Ein Stellwerk als System zum sicheren Betrieb von auf Fahrstrecken verkehrenden gleisgebundenen Zügen. Einrichtungen am Schienenweg (z. B. Signale und Weichen) zur Durchführung von Zug- oder Rangierfahrten zentral gestellt

Aufgrund hoher Geschwindigkeiten und Massen kein Bremsen des Zuges im Sichtweg möglich; Zug fährt nach Signalen (im Raumabstand, d. h. max. ein Zug pro Zugdeckungsabschnitt).

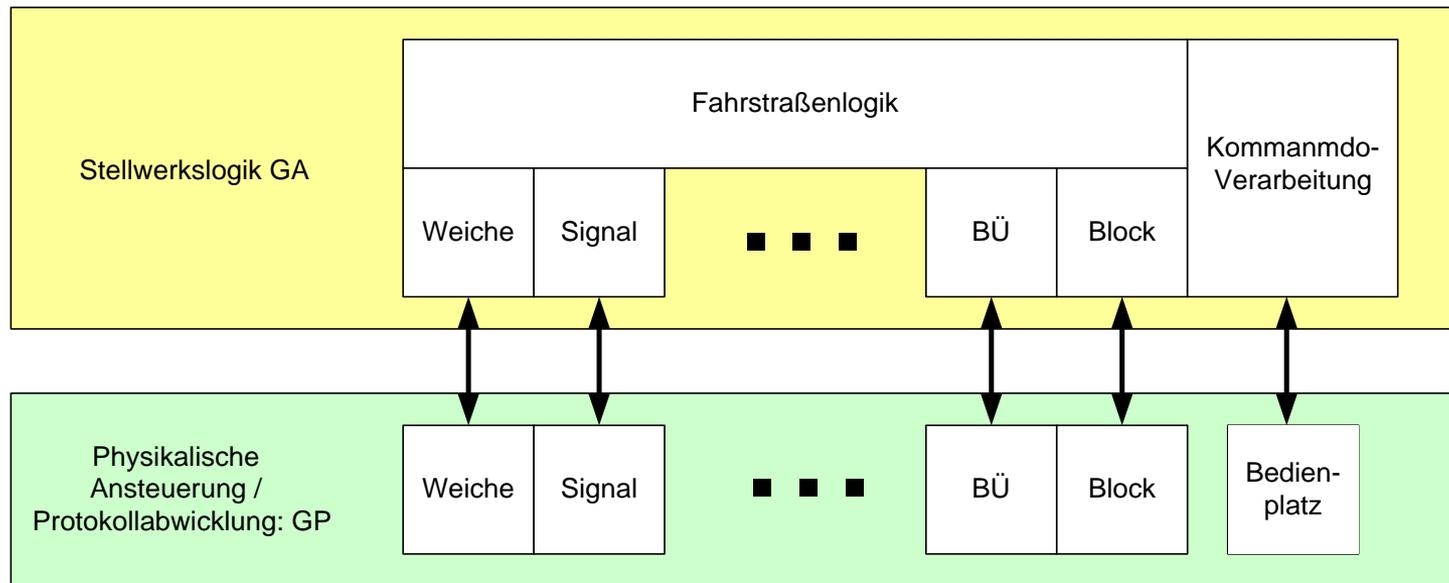
## Grundlegendes Prinzip der Fahrstraße:



# Komplexität am Beispiel Fahrstraßeneinstellung



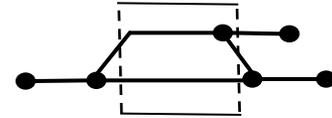
# Modulare Architektur des Stellwerkkerns



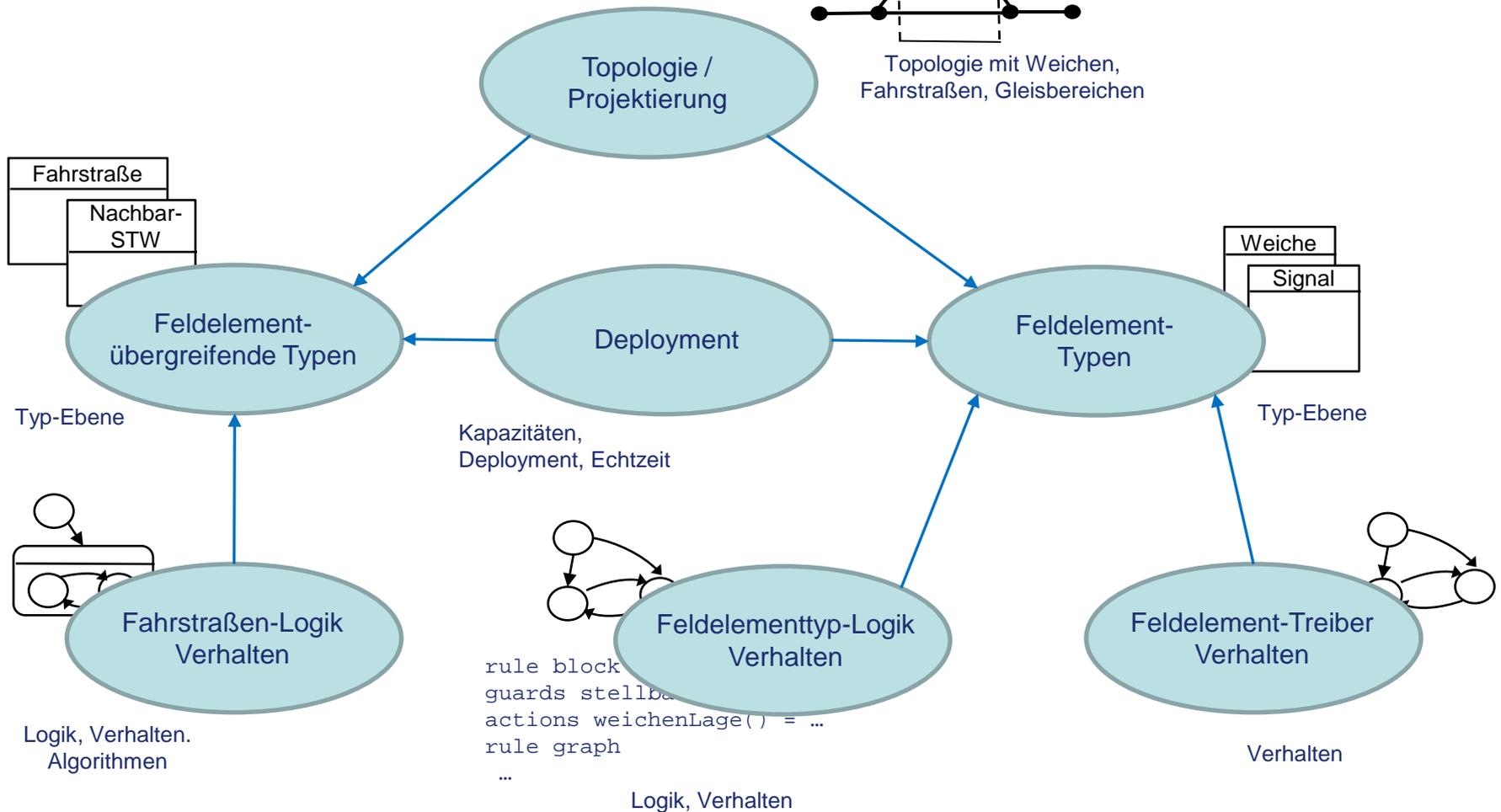
## Domänenspezifische Sprachen und MDSE für ESTW

- hohe Qualität und Sicherheit bei gleichzeitiger Aufwands- und Kostenreduktion
- Frühzeitiges Testen, Validieren, Verifizieren auf Modellebene, frühzeitiges Erkennen von Fehlern
- Investitionssicherung durch Automatisierung von Konstruktionsprozessen
- offener und generischer Ansatz, lässt sich von der ESTW-R-Domäne auf andere Domänen im schienengebundenen Verkehr und darüber hinaus übertragen, SPS sind Standardkomponenten, z. B. in der Industrieautomatisierung

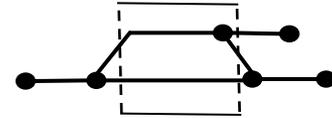
# DSL-Partitionslandkarte



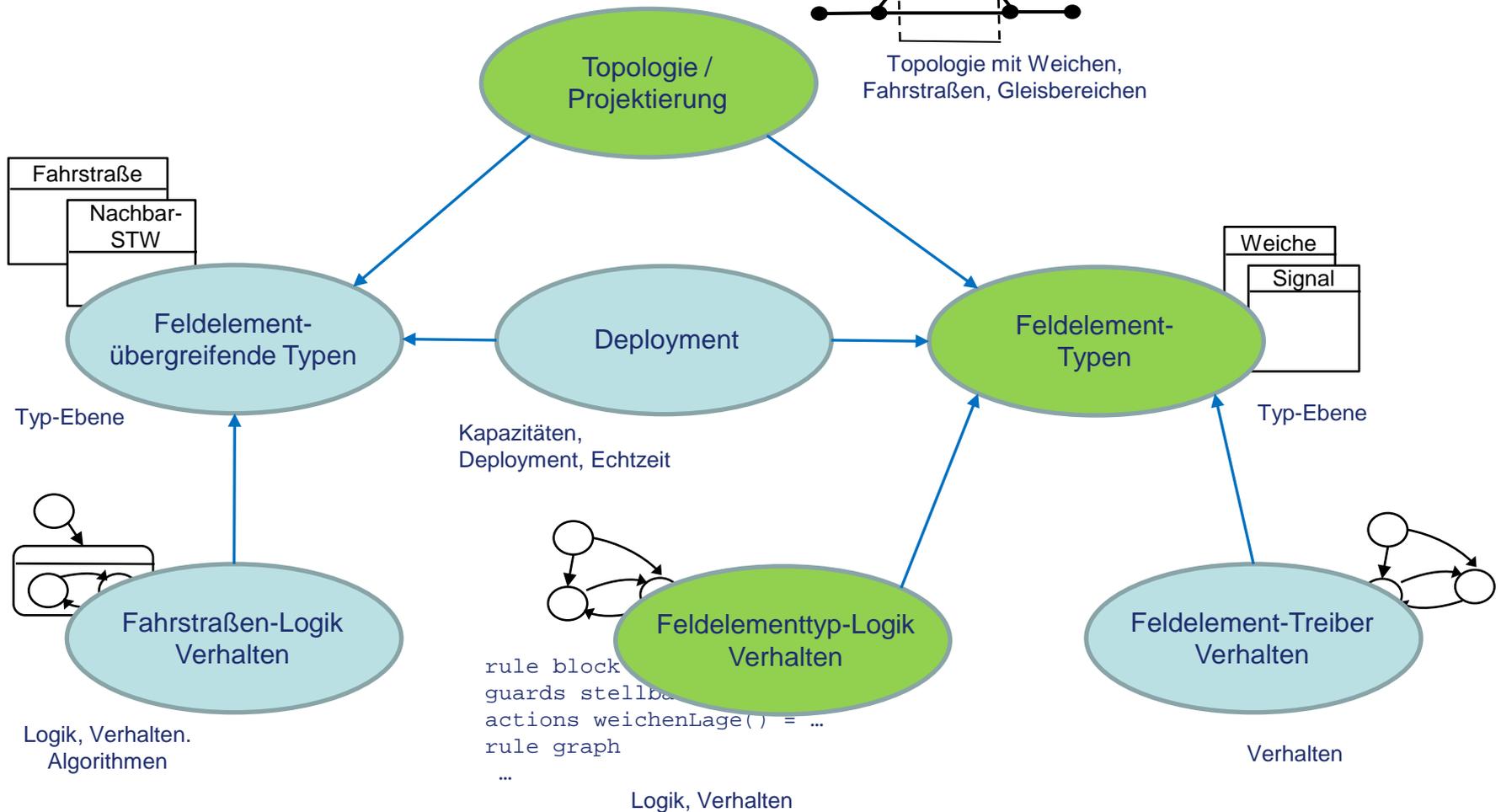
Topologie mit Weichen, Fahrstraßen, Gleisbereichen



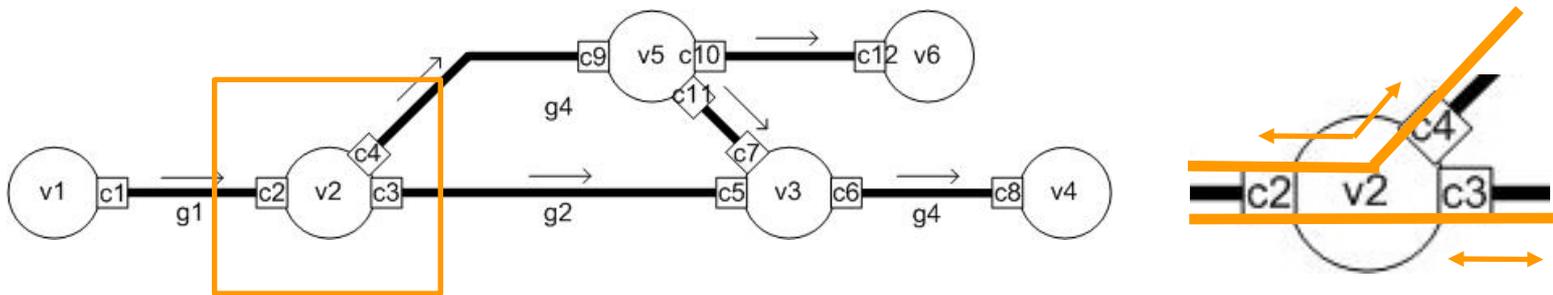
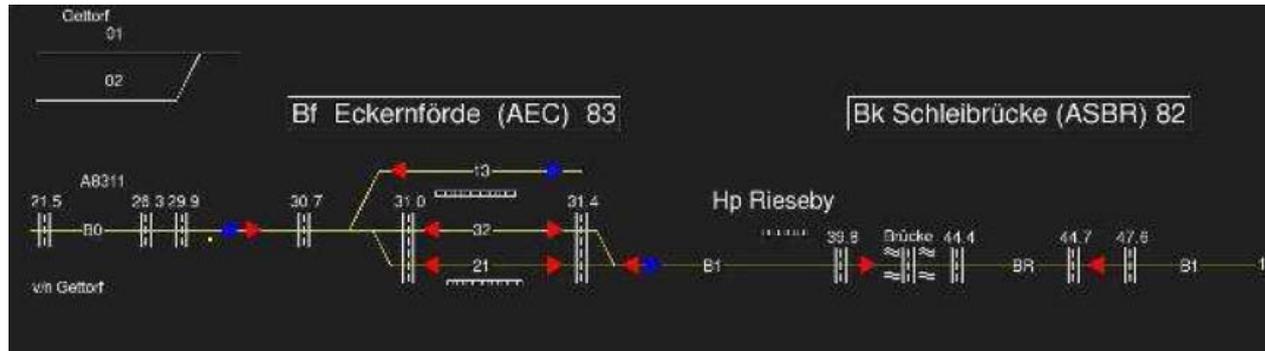
# DSL-Partitionslandkarte



Topologie mit Weichen, Fahrstraßen, Gleisbereichen



# Topologie / Projektierung



## Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Schleswig-Holstein

- Technologietransfer zwischen Universität und Wirtschaft
- Hoher Modernisierungsbedarf bei der Deutschen Bahn, Wachstumsmarkt mit erkennbarem Gewicht der norddeutschen Wirtschaft
- Computer Science and Transport: Bündelung von Kompetenz in Softwareengineering und Bahntechnik

## und den Umweltschutz

- Verlagerung von Personen- und Güterverkehr auf die Schiene, Umweltschutz,
- Schonung von Ressourcen in Entwicklung und Betrieb durch Einsatz von kompakten Standardlösungen (Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS)

## Fokus zunächst auf Domänenmodellierung

### Nächste Schritte

- Codegenerierung für SPS und Simulator-Plattform
- Simulation, Profiling, Analyse, Validierung
- Tooling (Eclipse EMF, EMP; Kieker, Kieler, Topologieeditor)
- Model Checking
- Pragmatik

Projektlaufzeit von Januar 2010 bis Dezember 2012