TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

Notwendigkeit und Ansprüche an die Betriebsprozesssimulation mit Hilfe von Eisenbahnbetriebslaboren

Team EBL (E-Mail: ebl@mailbox.tu-dresden.de)

Fakultät Verkehrswissenschaften
„Friedrich List“ Dresden

20.01.2011

Gliederung

3-4	Notwendigkeit
5	Ansprüche an Eisenbahnbetriebslabore
6-7	Realisierungsvarianten
8	Perfektionierungsmöglichkeiten
9	modularer Aufbau der Anlage
10-11	Anlagenmodule
12	Anpassung an Einsatzzweck
13	Einsatz Eisenbahnbetriebslabore
14	Lehrinhalte
15-16	Forschung
16	nächste Projekte

Notwendigkeit

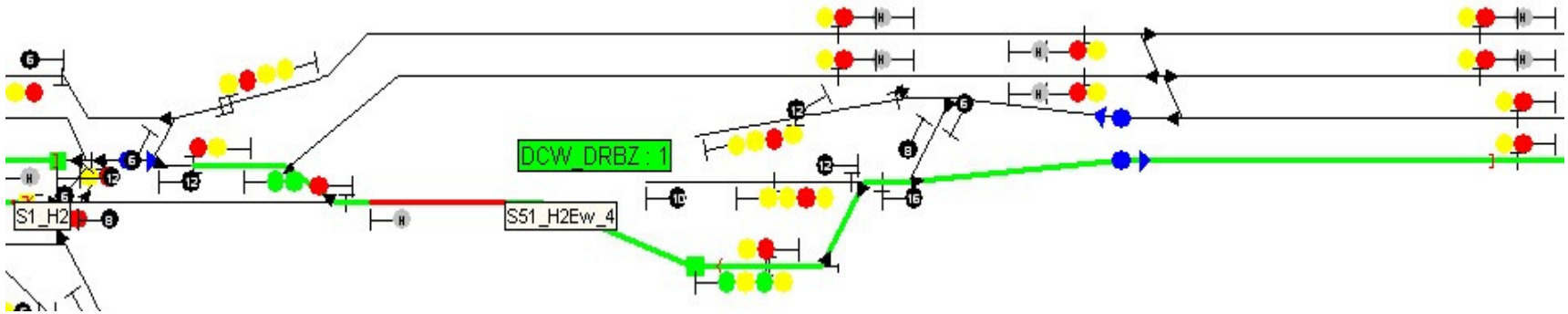
Lehre und Forschung sind im sicherheitsrelevanten und vernetzten Eisenbahnbetrieb nur unter starken Einschränkungen möglich!

Probleme der Lehre:

- Komplexität des Eisenbahnbetriebes erschließt sich nicht für Fachfremde, z.B. Abiturienten, ingenieurtechnisches Personal anderer Fachrichtungen
- Lehre im originalen Eisenbahnbetrieb muss sich nach Betriebsablauf richten
- Tätigkeiten dürfen nur von geprüftem Personal ausgeführt werden
  - nicht möglich sind u.a.:
    - Demonstrationen der Auswirkungen von Fehlhandlungen
    - Demonstrationen von Handlungsweisen bei Störungen, z.B. Hilfsfahrstraßen, Ersatzsignale, Fahrten in Gegengleis,…

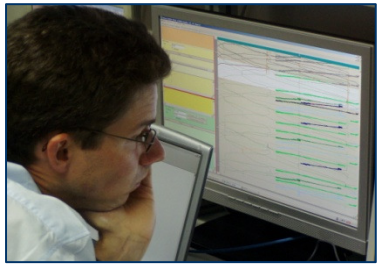
Probleme der Forschung:

- experimentelle Forschungen, (z.B. neue Stellwerkstechnik, aber auch neue Verfahren) unter Praxisbedingungen sind teilweise unmöglich bzw. stören den Betriebsablauf
- vor Überführung von Forschungsergebnissen muss die Mensch-Maschine-Interaktion erprobt sein
- eisenbahnbetriebswissenschaftliche Verfahren sollten unter variablen Praxisbedingungen erprobt werden



Ansprüche an Eisenbahnbetriebslabore

- Zeitmaßstab 1:1 (auch für Bedienungshandlungen)
- konsequenter Längenmaßstab (Weichenstraßen!)
- originalgetreue Bedienungseinrichtungen
- unterschiedliche Sicherungstechnik
- relativ großes Streckennetz (Disposition!)
- Arbeitsplätze für ca. 20 Studenten
- Wartungsfreundlichkeit
- technische Schnittstellen (Erweiterungsmöglich-keiten, Fehlersuche)



Realisierungsstufen / Varianten

Minimalansprüche

1 Bahnhof, mindestens 2 Hauptgleise
1 Befehlsstellwerk ohne Automatik (Weichenselbstlauf, … Signalstellung)

Darstellung der Gleisanlage, Simulation der Zugfahrt durch:
- Schalter für jeden Gleisfreimeldeabschnitt und jedes Gleisschaltmittel
- Schiebetafel
- Fahrzeuge auf Modellbahngleisen

Möglichkeiten

→ Prinzipielle Erläuterung der Infrastruktur und der Sicherungstechnik eines Bahnhofes
→ Aufbau und Auflösung von Fahrstraßen
→ Fahrtausschlüsse
→ Rangierfahrten durchführen

1. Erweiterung Befehls- und Wärterstellwerk
→ Zusammenarbeit von Stellwerken

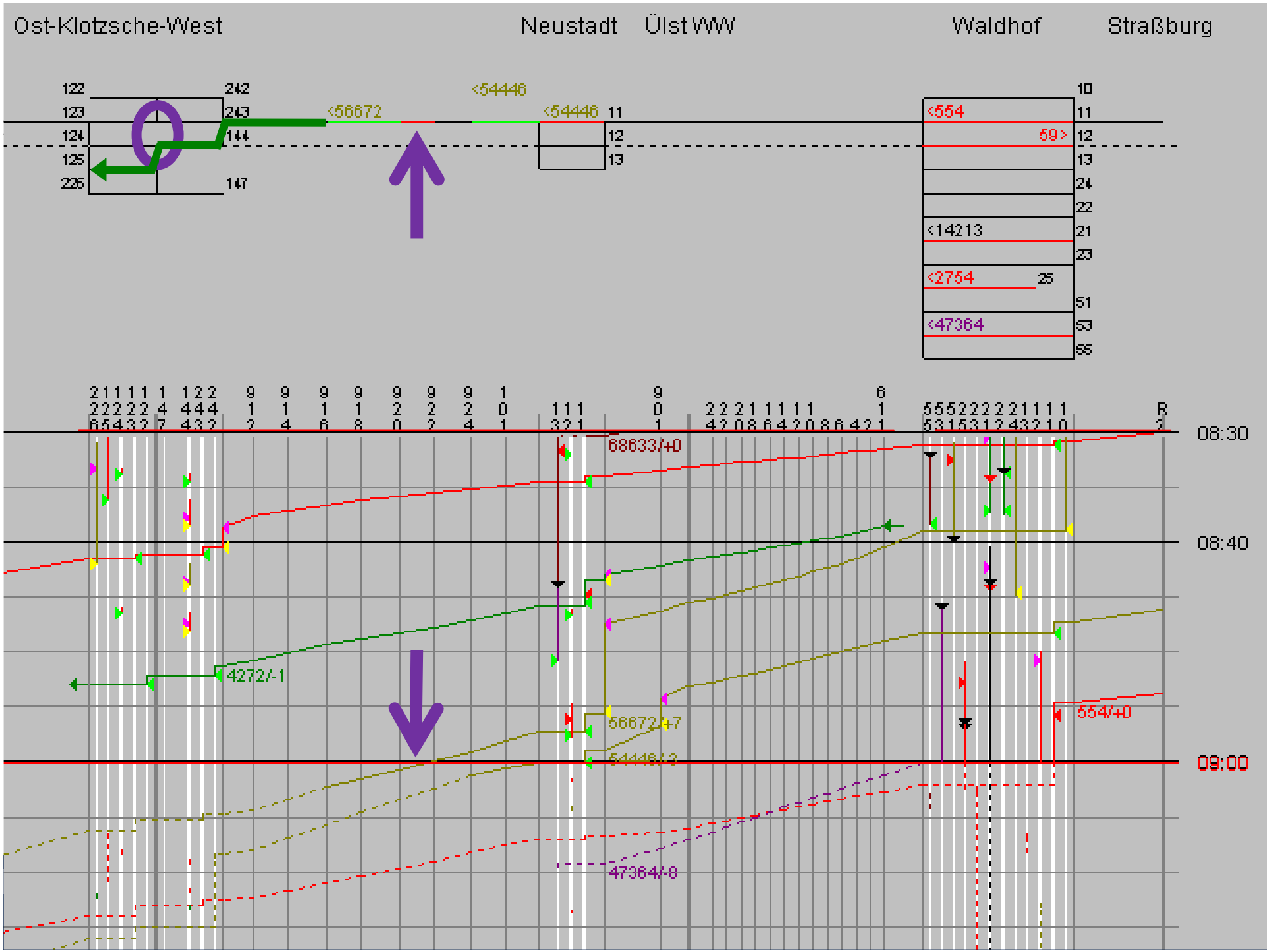
2. Erweiterung Streckenblock, Streckengleise bis nächste Zmst, dort Blockgegenstelle (evtl. vereinfacht)
→ Prinzipielle Erläuterung der Streckensicherungstechnik

3. Erweiterung weitere Bahnhöfe
→ Bedienhandlungen in Team´s durchführen
→ Zugfahrten vollständig durchführen
→ Zugmeldungen praxisnah
→ einfache Dispositionen

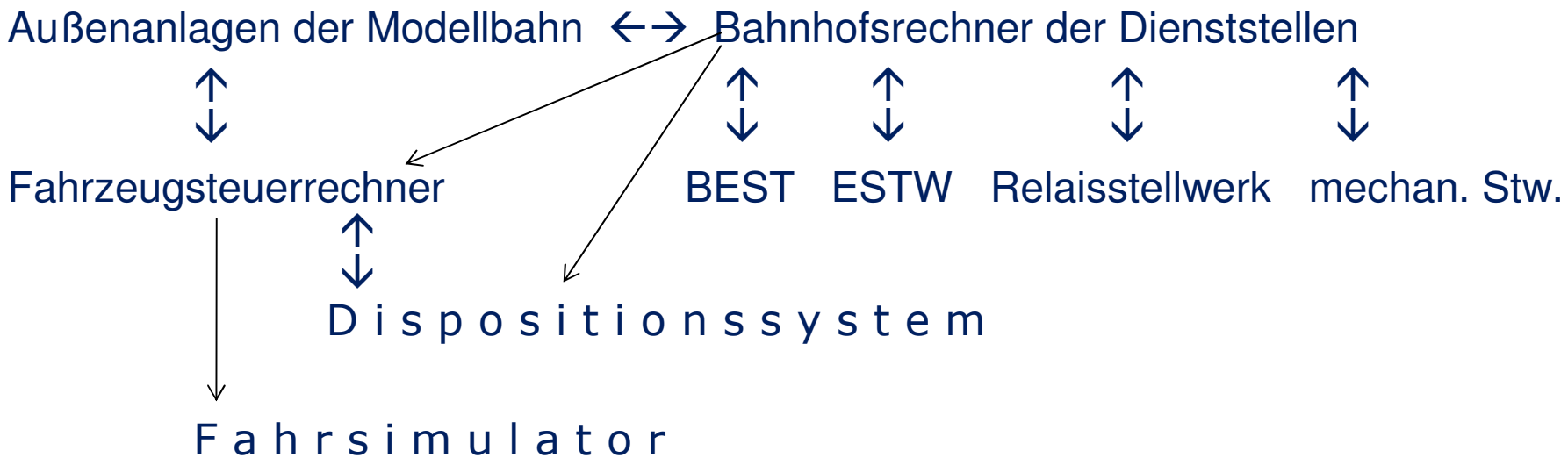
Perfektionierungsmöglichkeiten

konsequenter Längenmaßstab	→ maßstabgerechte Fahrdynamik wird möglich
korrekte Zugfahrtsimulation	→ originalgetreue Verspätungsfortpflanzung
zeitgerechte Einstellvorgänge	→ Fahrstraßenbildungs- und -wechselzeiten
originale Bedienplätze	→ Reaktion auf Bedienfehler, Störungssimulation

→Disposition kann praxisnah realisiert werden


Ost-Klotzsche-West
Neustadt
Ülst WW
Waldhof
Straßburg
122
123
124
125
225
242
243
144
147
<56672
<54446
<54446
11
12
13
10
11
<554
59>
12
13
24
22
<14213
21
23
<2754
25
51
<47364
53
55
08:30
08:40
09:00
68633/+0
4272/-1
56672/+7
554/+0
47364/-8

modularer Aufbau der Anlage mit definierten Schnittstellen, Beispiel:



Eisenbahnbetriebslabor

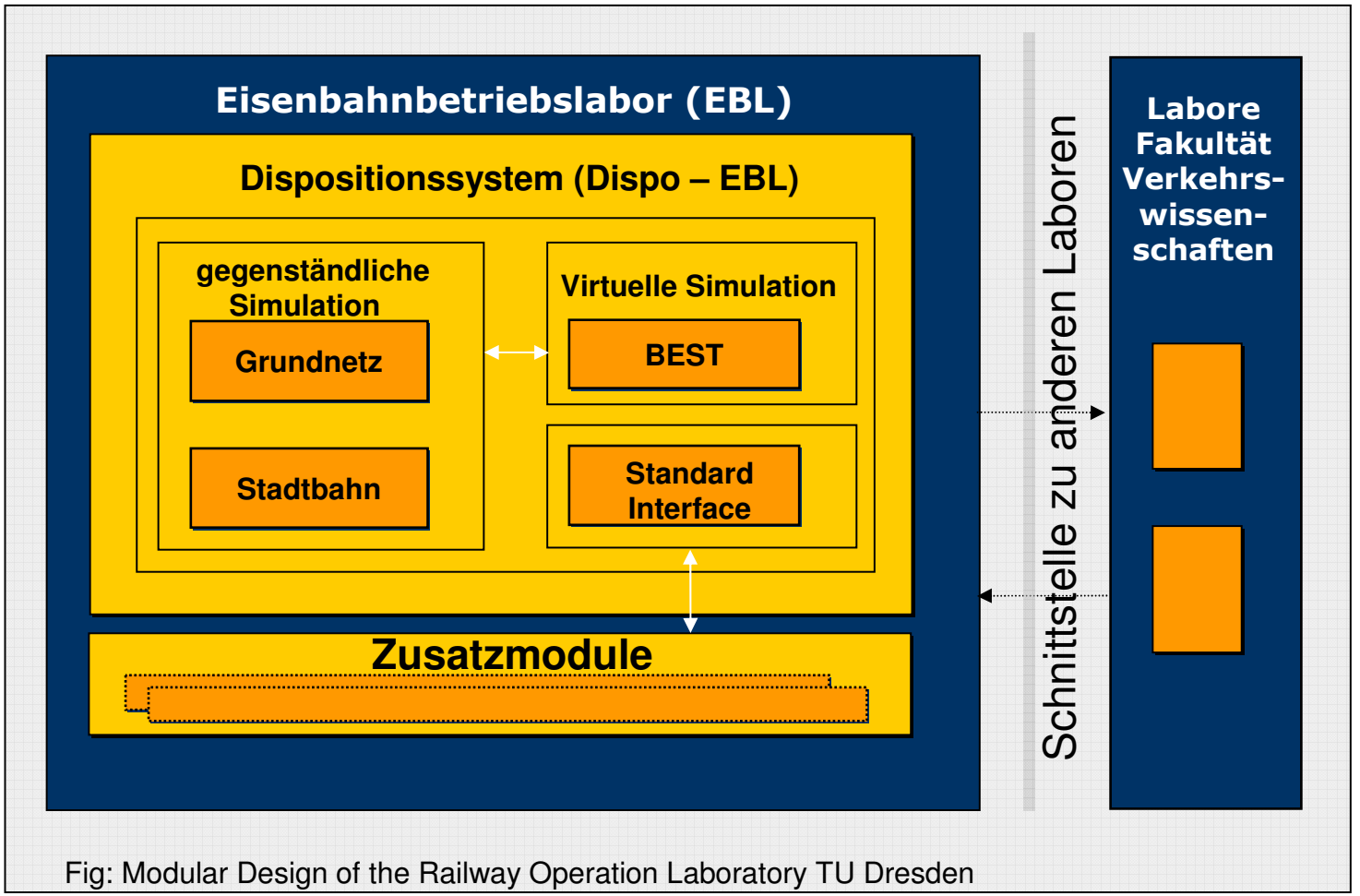


Fig: Modular Design of the Railway Operation Laboratory TU Dresden

Anschluss weiterer Module

Stellwerkssimulatoren	→bedeutende Netzerweiterung möglich →Änderung der Infrastruktur möglich (theoretisch!)
Dispositionssystem	→ Zusammenarbeit im Netz → Auswertung des Betriebsablaufes
Zuglenksystem	→ automatisierte zentrale Betriebssteuerung
Führerstand Triebfahrzeug	→ LZB, ETCS, PZB
Betriebssimulationen	→ Simulation operativer Einflüsse auf den Betriebsablauf

Anpassung an Einsatzzweck

Kopplungsmöglichkeiten verschiedener Module

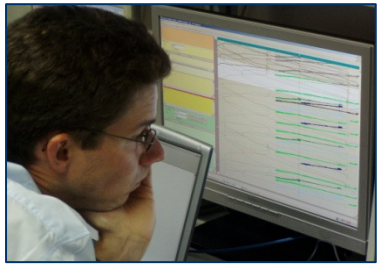
→ Grundmodul mit BEST und EBL-Dispo (Normalvariante)
→ Grundmodul mit BEST
→ Grundmodul mit EBL-Dispo
→ Grundmodul separat
→ BEST separat
→ BEST mit EBL-Dispo

automatischer Betrieb einzelner Betriebsstellen
→ Anpassung an Gruppenstärke

wahlweise Kopplung unterschiedlicher Stellwerke gleicher Infrastruktur an Anlage
→ mehr Stellwerksbauformen als Dienststellen
→ Anpassung an Ausbildungsziele möglich

Einsatz Eisenbahnbetriebslabore

- Ausbildung bezüglich Betriebsführung im Grund- und Hauptstudium, Wissenstransfer für Unternehmen, auch Öffentlichkeitsarbeit
- Übungen zur Anwendung von Software (z.B. FBS, Railsys, LUKS, DreSim, Grit, IVU)
- Entwicklung und Test neuer Technik und Verfahren für den Einsatz im System Bahn (BBR-Stadtbahnstellwerk, DISKON)
- Schulung von Personal für den Einsatz neuer Technik und Verfahrensweisen



Lehrinhalte

Seminare

- Bahnanlagen
- Bedienung und Funktion der Stellwerke
- Zeitanteile
- Verkehrssicherungssysteme

Übungen, Betriebsführung

- Regelbetrieb, Zeit gestreckt,
- Regelbetrieb, Originalzeit
- Regelbetrieb, Originalzeit mit Disposition
- Regelbetrieb mit Störungen, Originalzeit mit Disposition
- Abweichungen vom Regelbetrieb, Originalzeit mit Disposition

Stadtbahn

BO Strab
spezifische Anlagengestaltung
spezifische Betriebsführung / Disposition
Fahrplanung, Umlaufplanung, Dienstplanung mit IVU

Forschung

Dispo-EBL und elektronischer Fahrplan für Zugmeldestellen

- komplexe Darstellung (Streckenspiegel, ZWL und Bahnhofsgrafik)
- dialoggestützte Entscheidungsfindung
- Entscheidungsübermittlung an alle Betriebsstellen
- Bewertung der Betriebsqualität → problematisch!!!

DisKon (Dispositions- und Konfliktlösungsmanagement)

- Verifizierung wissenschaftlicher Arbeiten
- Mensch-Maschine-Interaktion

Stellwerkstest Stadtbahnstellwerk BBR

- Projektierung
- Fahrstraßenwechselzeiten
- Zuglenksystem
- Bedienerfreundlichkeit

Nächste Projekte

Fernbahn

- Einbindung der ETCS-Anzeige in Fahrzeugsteuerung
- Schnittstelle zwischen EBL und Systemlabor für spurgebundene Fahrzeuge → Steuerung von Zügen über Fahrsimulator
- Einbeziehung PZB
- Änderungen des Fahrplanes → Bewertung

Stadtbahn

- Schnittstelle zwischen EBL und Verkehrslabor Prozessautomatisierung
  - Einbindung Fahrgastsimulation → Aufenthaltszeiten
  - Zugfolgeregelung zur Pulkvermeidung
  - Steuerung Einzelzug über Fahrsimulator

Anwenden von Programmen zur Berechnung der Leistungsfähigkeit von Strecken und Knoten

Demonstration der Anwendungsbereiche unterschiedlicher Programme

- vorhandene Infrastruktur
  - vorhandene Technik
  - vorhandener Fahrplan

→Bewertung des Fahrplanes bei gegebener Infrastruktur

→Vergleich der Ergebnisse verschiedener Programme

Variantenvergleiche (ohne Änderung der Modellbahntechnik)

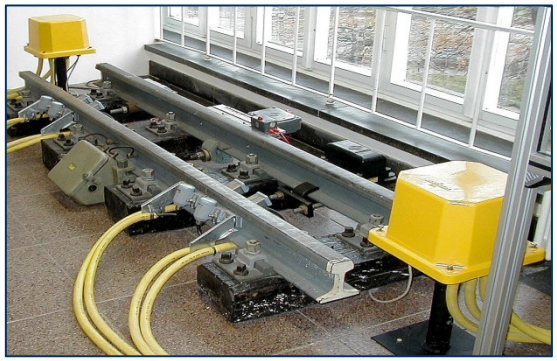
- Änderungen der Infrastruktur (Streckendateien) → Bewertung
  - weglassen von Blockstellen (hinzufügen eingeschränkt möglich)
  - weglassen von Weichenverbindungen
  - weglassen / hinzufügen von Haltepunkten
  - ETCS annehmen

→ Bewertung des Fahrplanes bei veränderter Infrastruktur

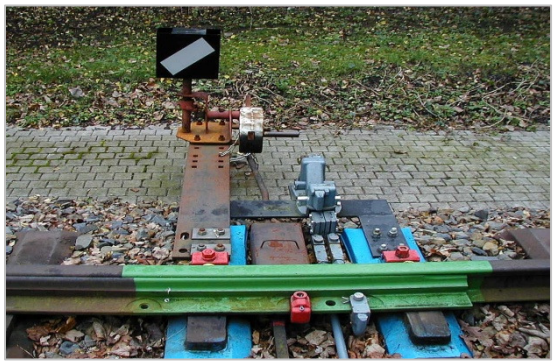
Integriertes Eisenbahnlabor (IEL)

- Eisenbahnbetriebslabor (EBL)
- Sicherungstechnisches Labor (SIL)
- Oberbauausstellung

EBL - Raum 1



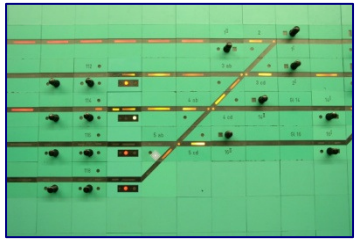
SIL – Achszähler, Alcatel



Außenanlagen

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Eisenbahnbetriebslabor



Technische Parameter

Grundnetz:	106 km Modellbahn (1:200, Streckenlänge) 1300 m verlegte Gleise 5 Bahnhöfe, 2 Blockstellen, 1 Abzweigstelle
BEST:	60 km virtuelles Netz Betriebs- und Stellwerkssimulation (BEST) einer Unterzentrale der Betriebszentrale Leipzig

Stadtbahn:	12 km Modellbahn (1:200, Streckenlänge) 140 m verlegte Gleise 8 Bahnhöfe, 4 Haltestellen

Kopplung einer gegenständlichen Simulation (Grundmodul) mit einem virtuellen Netz (Betriebs- und Stellwerkssimulation)

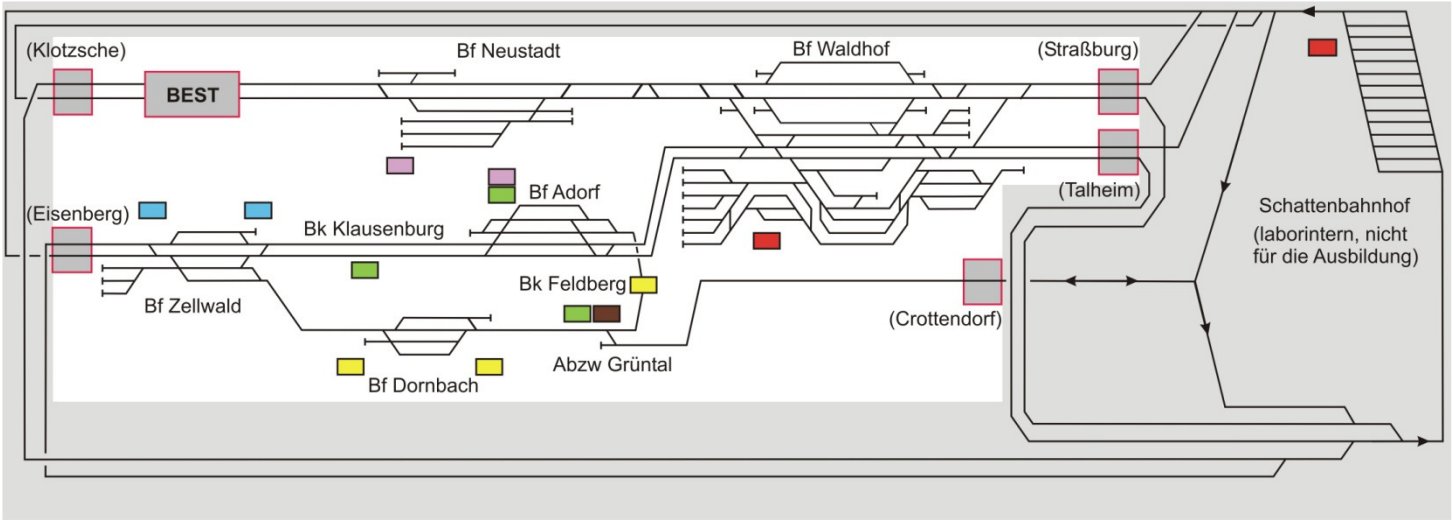


Bild: Netzdarstellung EBL ohne Stadtbahn

Ziel u.a.:

→ Verlängerung des Streckennetzes

→ Erhöhung der Anzahl der Dispositionsbereiche

Betriebs- und Stellwerkssimulation (Funkwerk AG)

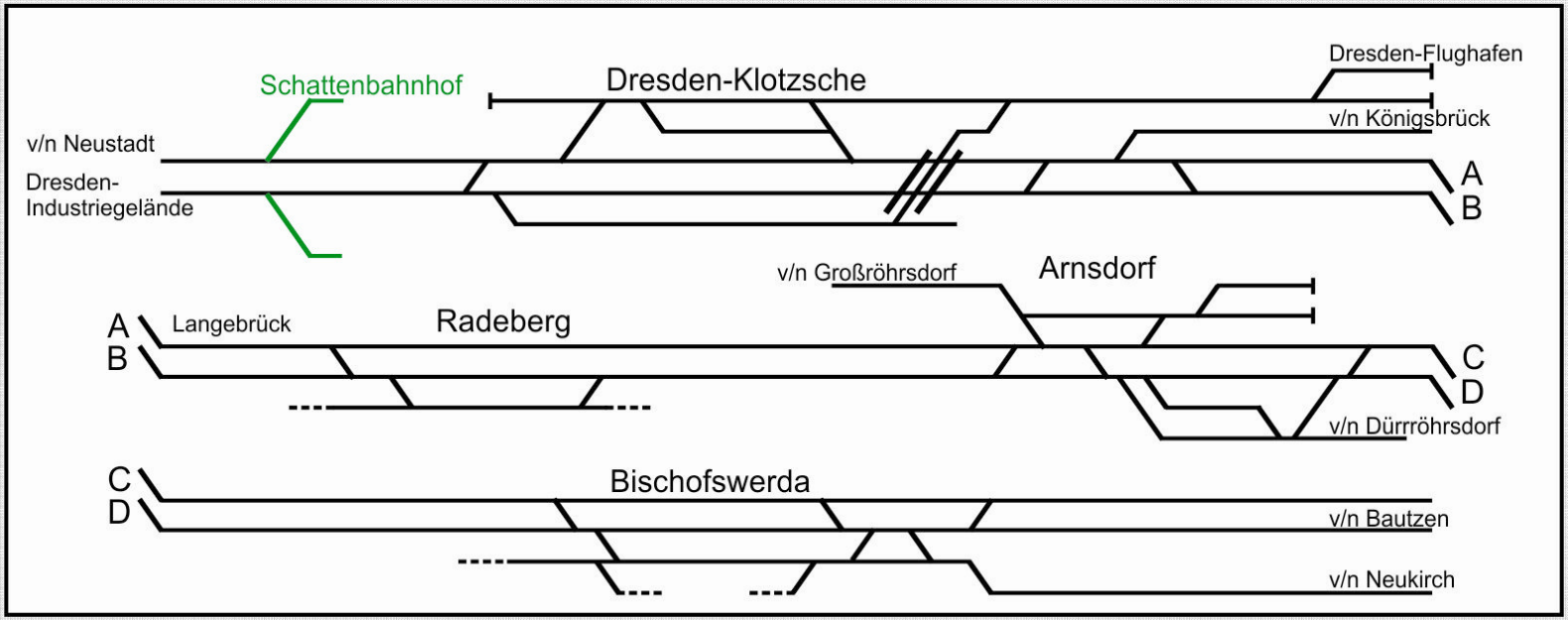
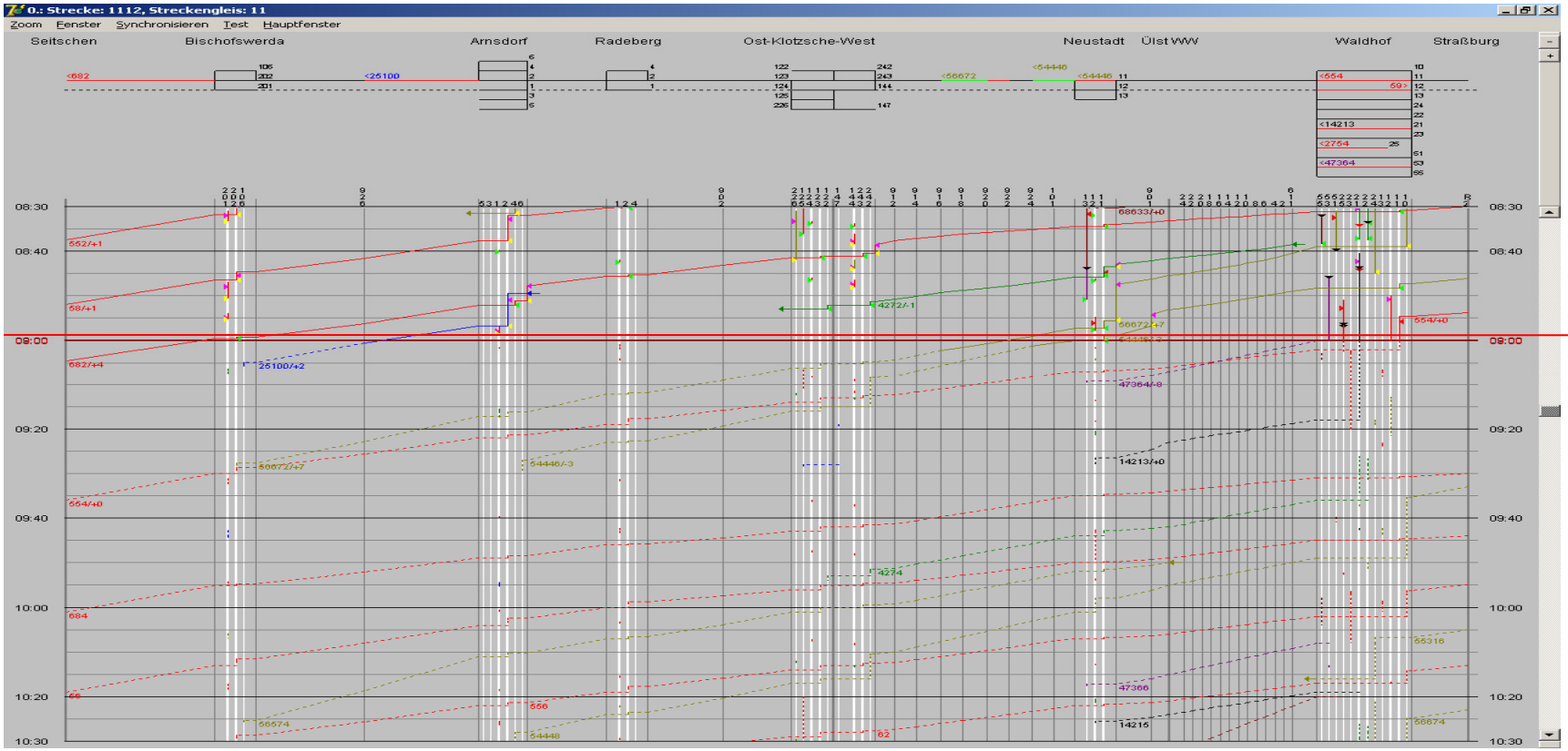


Bild: Netzarstellung BEST

- Unterzentrale Bischofswerda der Betriebszentrale Leipzig
- gekoppelt mit Grundmodul (gegenständliche Simulation)
- verbunden mit Dispo-EBL

EBL Dispo



- ZWL-Linie, Bahnhofsgleise und Streckenspiegel auf einem Bildschirm
- kreuzende ZWL-Linien zeigen Konflikte (streckengleisbezogene Darstellung)
- Übermittlung von Dispo-Entscheidungen direkt auf Dienststellen

Manuelle rechnergestützte Konfliktlösung

Direktes Eingeben von Dispositionsaufträgen

→ sofortige Anzeige in der Prognose

→ Beurteilung der Dispositionsmaßnahme durch Disponent

Möglichkeit zum folgenfreien Testen von Dispositionsvarianten

→ erst mit gesonderter Bestätigung werden Dispositionsaufträge bekannt gegeben

→ Möglichkeit zur Überlagerung von verschiedenen Dispositionsvarianten

Dispositionsaufträge

Benutzen des Gleises Nr. XXX

→ Bahnhofsgleise (aber auch Streckengleise auf mehrgleisigen Strecken)

neue Abfahrtszeit XX:XX Uhr

→ gesonderte Vorgabe Betriebshalt unnötig[!]

Folge im Mindestabstand zu Zug Nr. XXX

→ erhebliche praktische Bedeutung – vereinfachte Bedienung / Automatisierung

→ Aufgeben / Einhalten des Anschlusses zu Zug Nr. XXX

Stadtbahnnetz

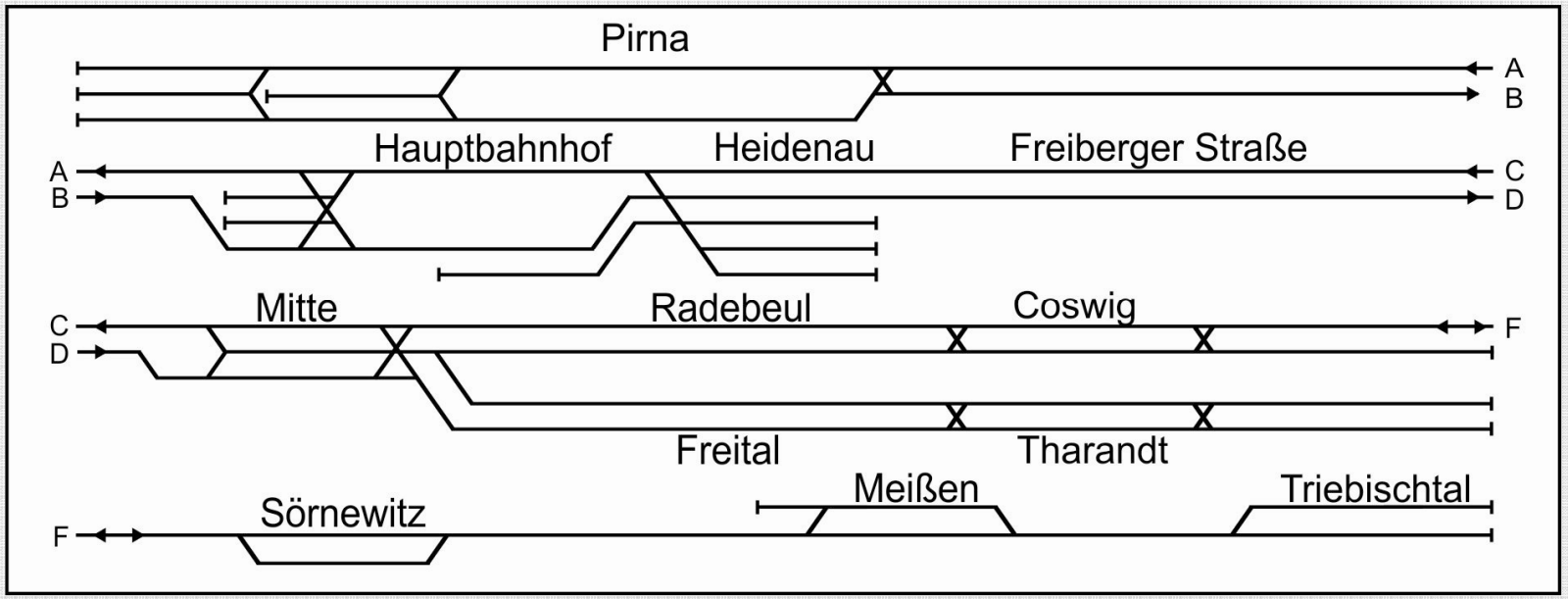


Bild: Netzdarstellung Stadtbahn

- Anlagengestaltung nach BOStrab
- Kurze Zugfolgezeiten, identische Zuggattungen
- Automatisierte Betriebsführung

Die nächsten Ziele

Fernbahn

- Übermittlung der Dispo-Anweisungen auf Bahnhofsrechner
- Einbindung der ETCS-Anzeige in Fahrzeugsteuerung
- Schnittstelle zwischen EBL und Systemlabor für spurgebundene Fahrzeuge
  - Steuerung von Zügen über Fahrsimulator, PZB, energieoptimales Fahren
- E-Learning-System für Stellwerksbedienung

Stadtbahn

- Fahrplanung, Umlaufplanung, Dienstplanung mit IVU.plan ab SoSe 2011
- Dispositionsübungen am System ab SoSe 2011

- Schnittstelle zwischen EBL und Verkehrslabor Prozessautomatisierung
  - Einbindung Fahrgastsimulation
  - Zugfolgeregelung zur Pulkvermeidung
  - Steuerung Einzelzug über Fahrsimulator

Vielen Dank für Ihr Interesse

Schattenbahnhof EBL