Das System Eisenbahn in Deutschland

Rechtliche und Administrative Strukturen des Eisenbahnbetriebes in Deutschland

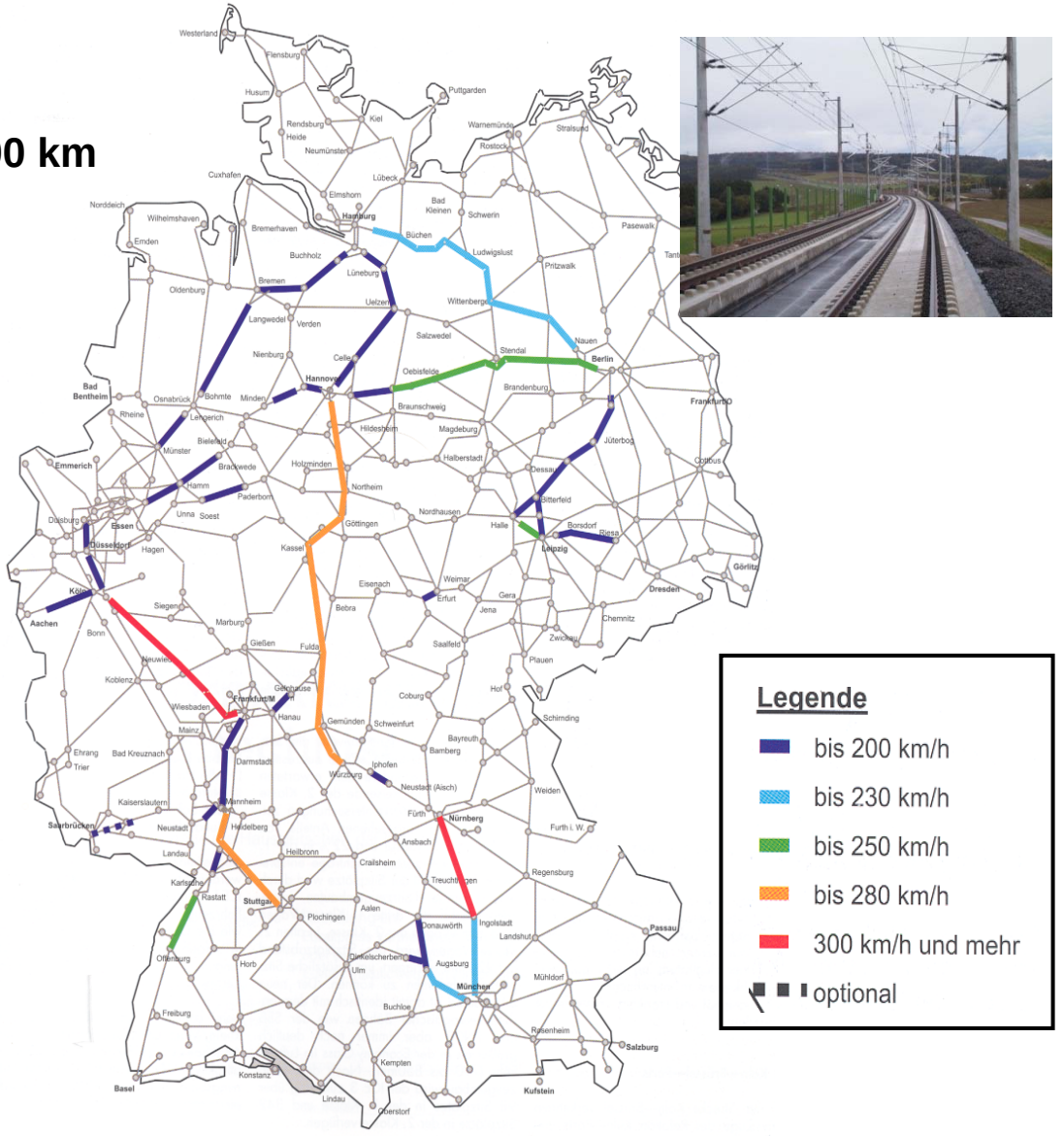
Eisenbahnland Deutschland

- **Eisenbahnstreckennetz: 37.700 km**

- Gleislänge: 69.400 km
- Anzahl der Stationen: ≈ 5.400
- Anzahl der Weichen: ≈ 80.000 (nur DB Netz)
- 50 % elektrifiziert

- Elektrische Traktion: 85 … 90% der Verkehrsleistung

- Hochgeschwindigkeitsstrecken (≥ 200 km/h): 2.500 km



Eisenbahnland Deutschland

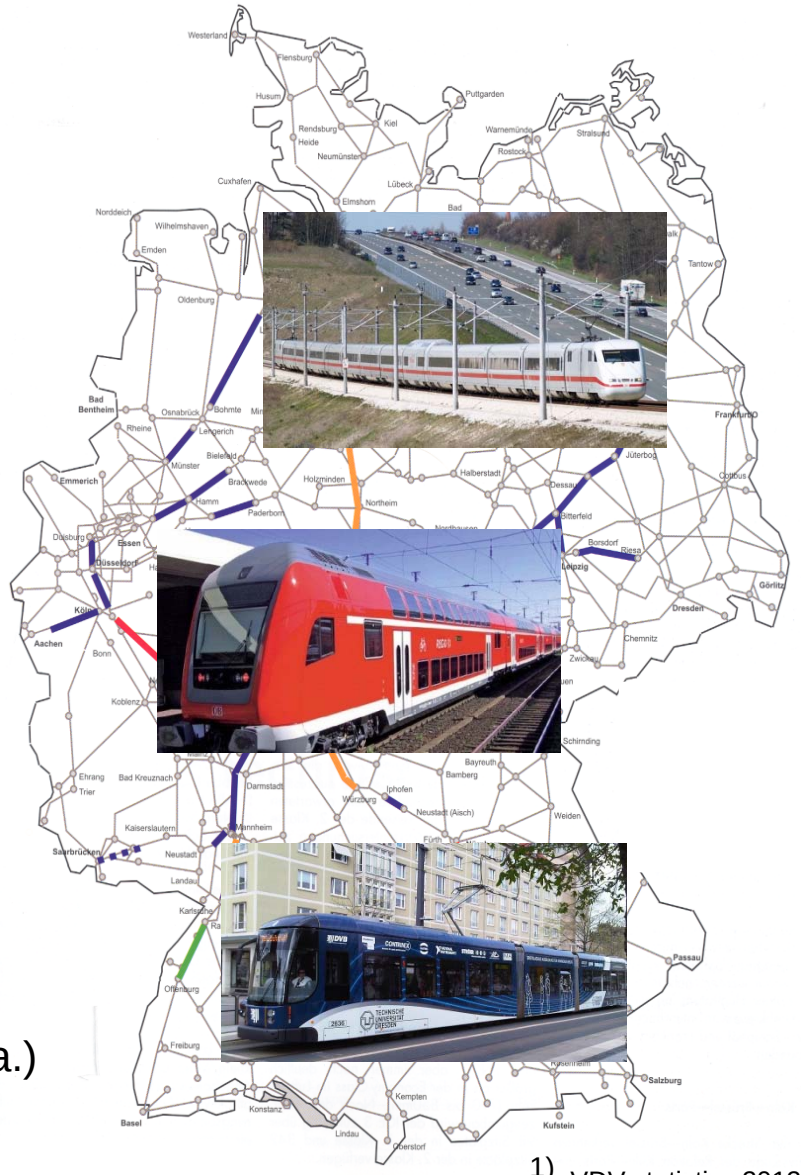
- **Schienenpersonenverkehr** [1)]

- 150 Zugbetreiber

- **Eisenbahnverkehr** (Fern- und Regionalverkehr)
  - *80 Betreiber*
  - *Netzlänge: ≈ 41.000 km (DB incl.)*
  - *Verkehrsleistung: 81.751 Mio. Pkm*
  - *Anzahl der Fahrzeuge: ≈ 18.900*

- **Stadtverkehrsbetriebe mit Schienenverkehr**
  - *70 Betreiber*
  - *Netzlänge: ≈ 3.750 km*
  - *Verkehrsleistung: 16.314 Mio. Pkm*
  - *Anzahl der Fahrzeuge: ≈ 6.800*

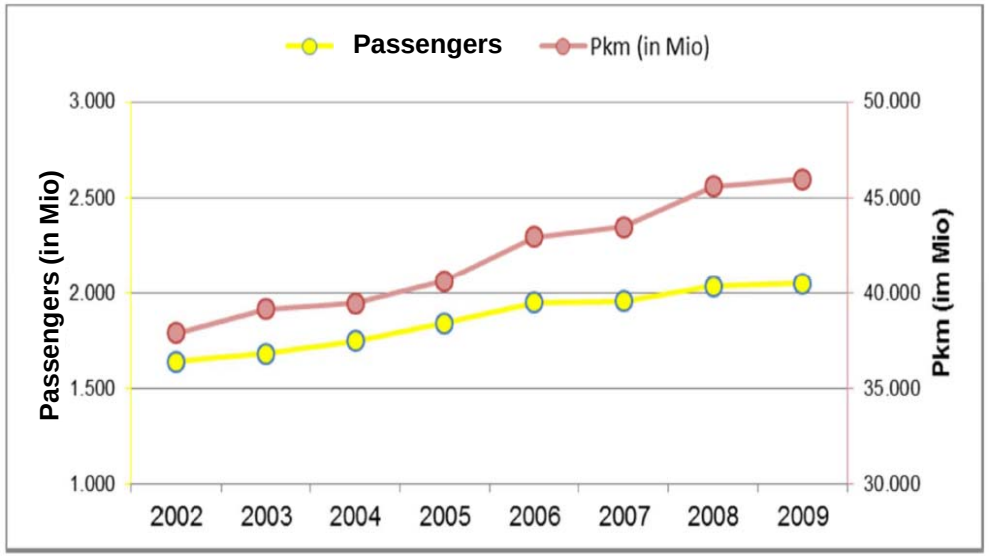
- **Umsatz ≈ 9.5 Mrd. EUR p.a.** (12.5 Mrd. USD p.a.)

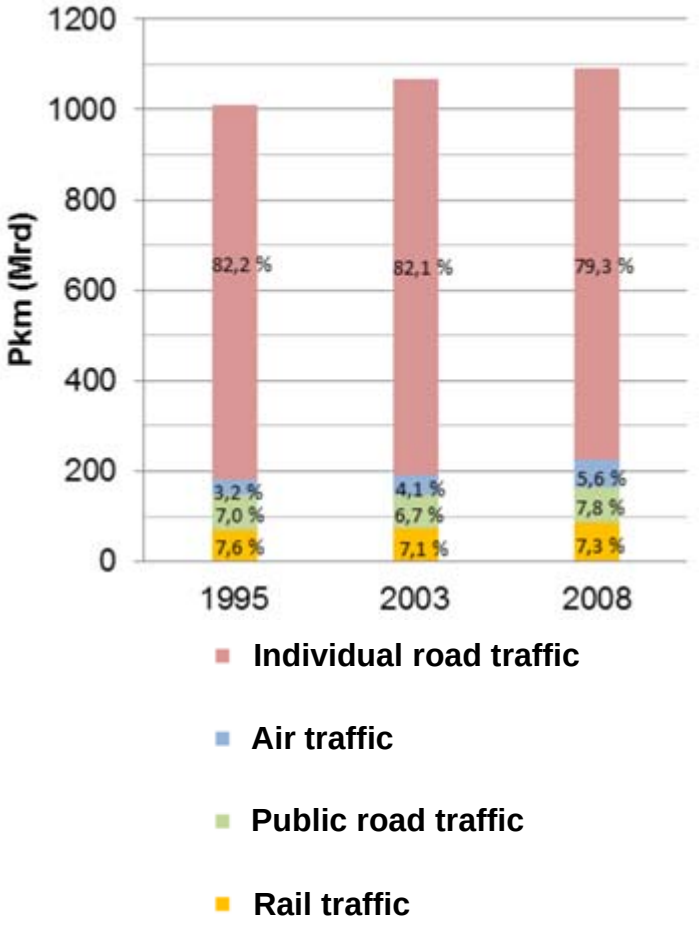


1) VDV statistics 2012

Eisenbahnland Deutschland

- **Schienenpersonenverkehr: Entwicklung der Fahrgastzahlen und Modal Split**





Eisenbahnland Deutschland

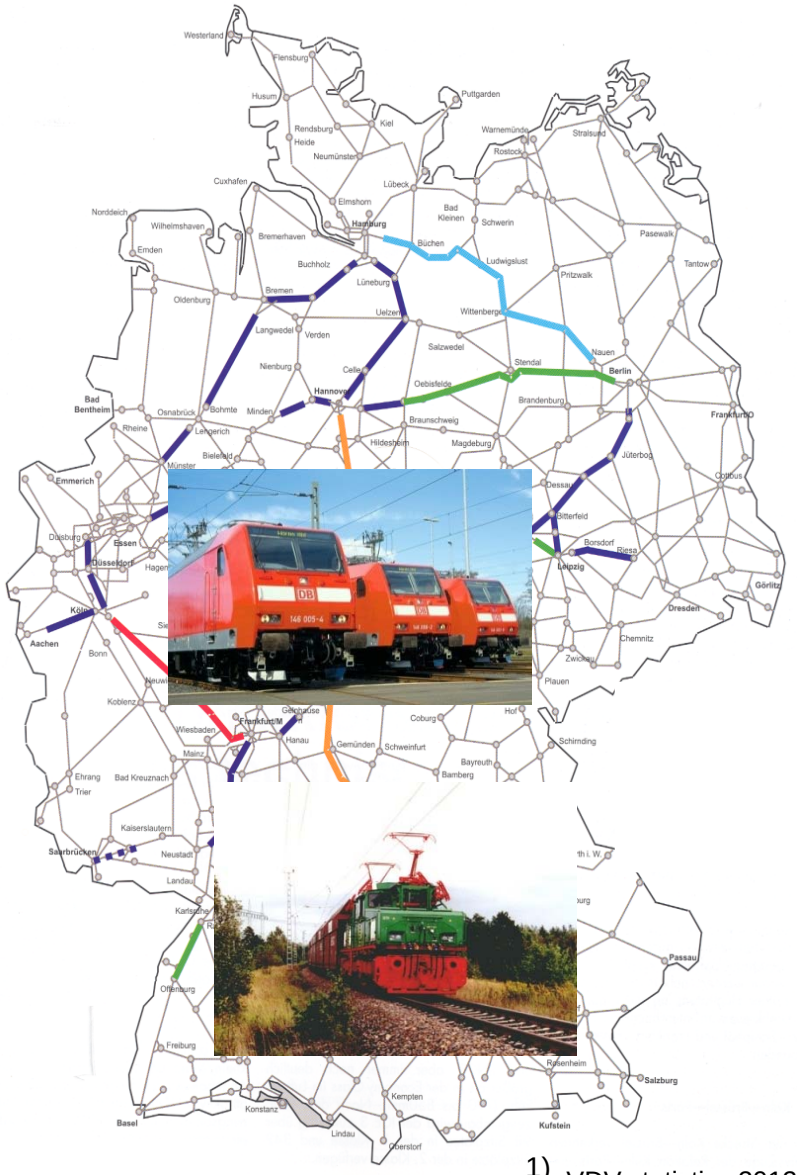
- **Schienengüterverkehr** [1)]

- 100 Güterverkehrsbetreiber
- 140 Eisenbahninfrastrukturunternehmen

- **Öffentliche Eisenbahnen (DB inkl.)**
  - *Streckenlänge: 37.700 km*
  - *Verkehrsaufkommen: 377 Mio. t*
  - *Verkehrsleistung: 104 Mrd. tkm*
  - *Anzahl der Lokomotiven: ≈ 3.200*

- **Nicht-öffentliche Eisenbahnen**
  - *Streckenlänge: 1.900 km*
  - *Verkehrsaufkommen: 259 Mio. t*
  - *Verkehrsleistung: 3,4 Mrd. tkm*
  - *Anzahl der Lokomotiven: ≈ 350*

- **67.000 Beschäftigte in Deutschland**

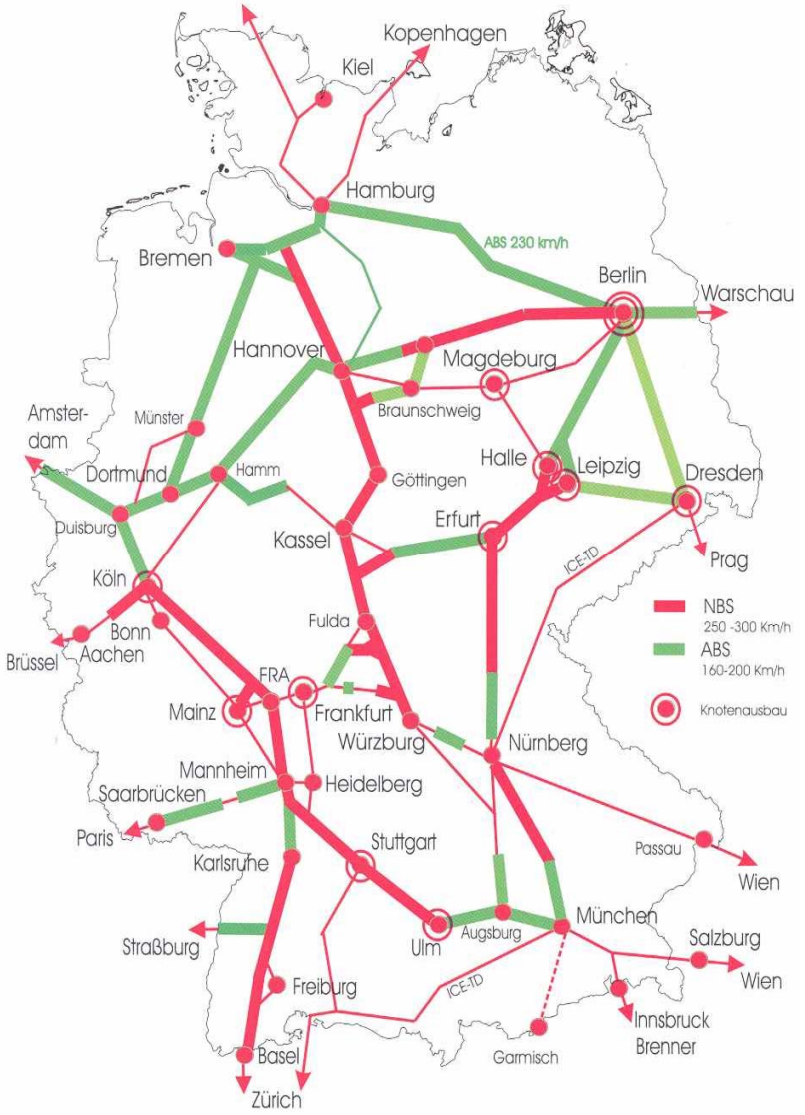


1) VDV statistics 2012

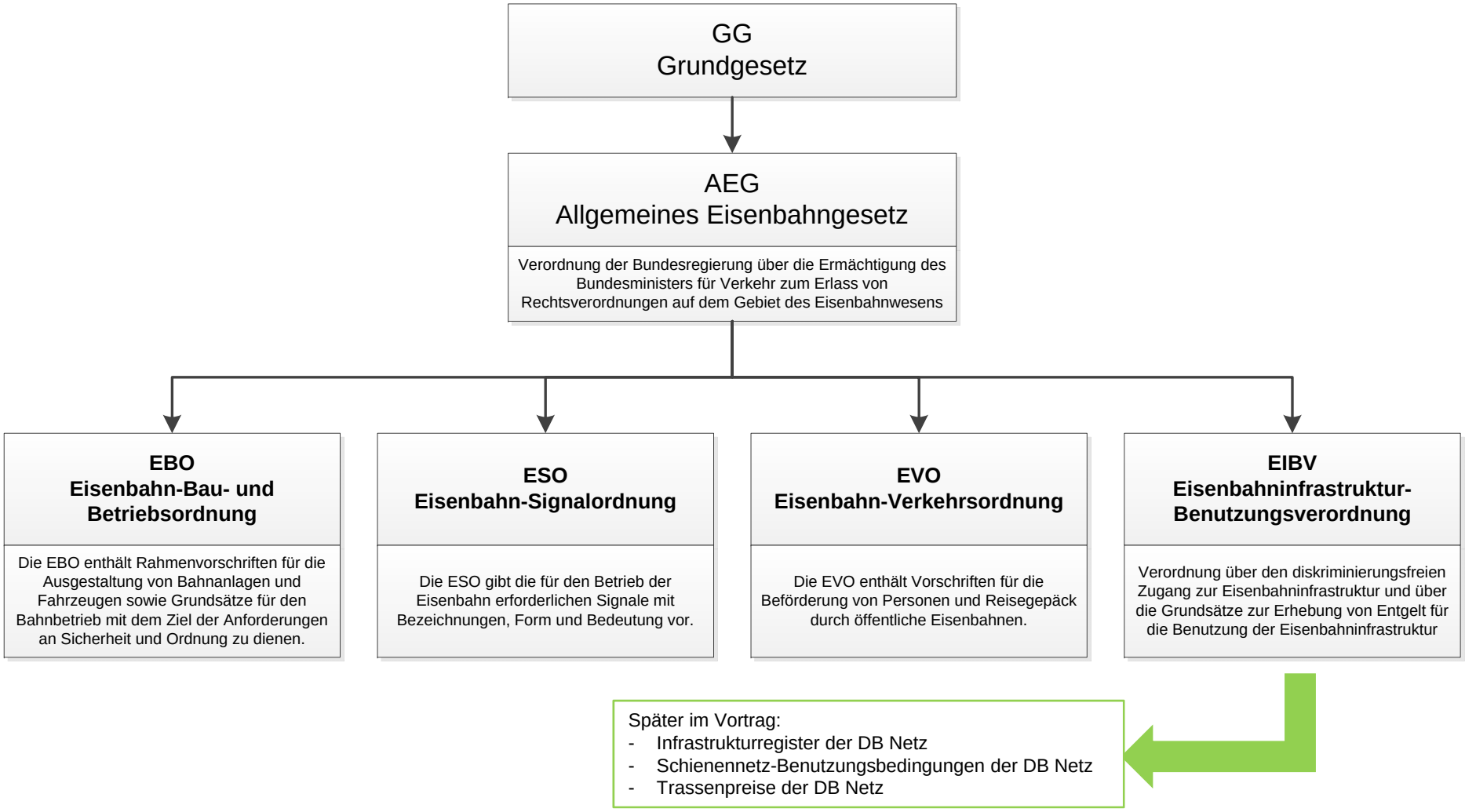
Eisenbahnzukunft in Deutschland

- **Umsetzung TEN / Netz21 - Strategie der DB Netz**
- > 3.500 km Hochgeschwindigkeits- und weitere Fernverkehrsstrecken (V_{max} 200 km/h und höher)
- Modal split im Personenverkehr
  > 10 % Fernverkehr
  > 30 % Stadt- und Umlandverkehr
- Modal split im Güterverkehr
  > 25 % bis 2025

→ **Eine Herausforderung für die Eisenbahnindustrie in Deutschland**



- Deutschland muss sich an die Europäischen Richtlinien halten.
- 1994 wurden im Rahmen der Bahnreform alle Eisenbahnbetreiber in Eisenbahn-Infrastrukturunternehmen (EIU) und Eisenbahn-Verkehrsunternehmen (EVU) aufgeteilt und organisatorisch getrennt.
- Die EIBV (Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung) regelt, den diskriminierungsfreien Zugang zu Infrastrukturen durch die EVUs (Gleise, Stationen, Bahnsteige,...) und die Erhebung von Entgelten für die Infrastrukturnutzung.
  Die EIBV setzt eine EG-Richtlinie in nationales Recht um.

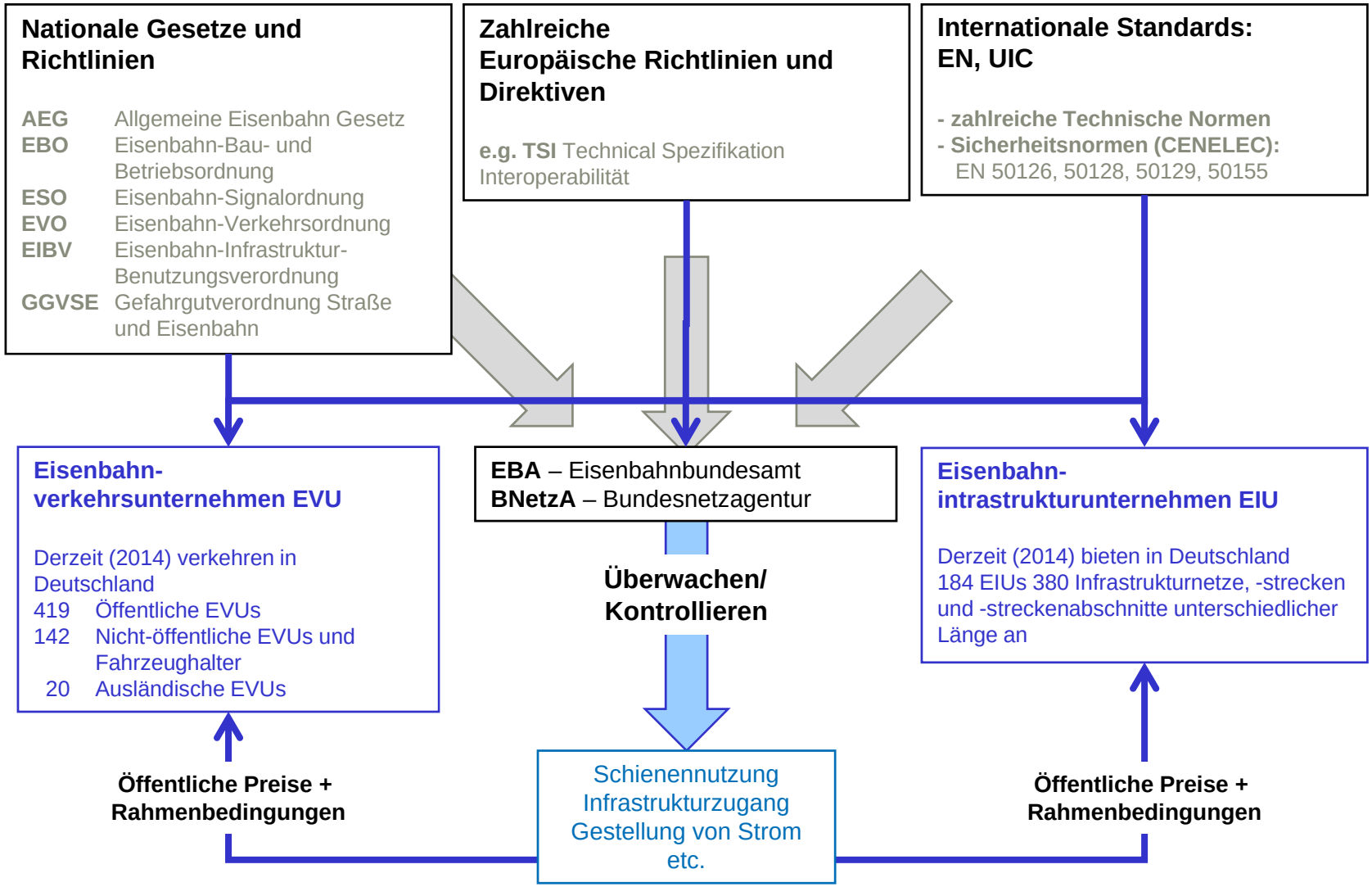

GG
Grundgesetz
AEG
Allgemeines Eisenbahngesetz
Verordnung der Bundesregierung über die Ermächtigung des Bundesministers für Verkehr zum Erlass von Rechtsverordnungen auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens
EBO
Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
Die EBO enthält Rahmenvorschriften für die Ausgestaltung von Bahnanlagen und Fahrzeugen sowie Grundsätze für den Bahnbetrieb mit dem Ziel der Anforderungen an Sicherheit und Ordnung zu dienen.
ESO
Eisenbahn-Signalordnung
Die ESO gibt die für den Betrieb der Eisenbahn erforderlichen Signale mit Bezeichnungen, Form und Bedeutung vor.
EVO
Eisenbahn-Verkehrsordnung
Die EVO enthält Vorschriften für die Beförderung von Personen und Reisegepäck durch öffentliche Eisenbahnen.
EIBV
Eisenbahninfrastruktur-Benutzungsverordnung
Verordnung über den diskriminierungsfreien Zugang zur Eisenbahninfrastruktur und über die Grundsätze zur Erhebung von Entgelt für die Benutzung der Eisenbahninfrastruktur
Später im Vortrag:
- Infrastrukturregister der DB Netz
- Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz
- Trassenpreise der DB Netz

- Alle Betreiber (EIU & EVU) müssen sich an nationale und europäische Gesetze, Richtlinien und Verordnungen halten und zahlreiche internationale technische und der Sicherheit dienende Normen befolgen (ISO, EN, UIC)

- Die Einhaltung der administrativen und technischen Normen wird im wesentlichen durch das Eisenbahnbundesamt EBA überwacht.

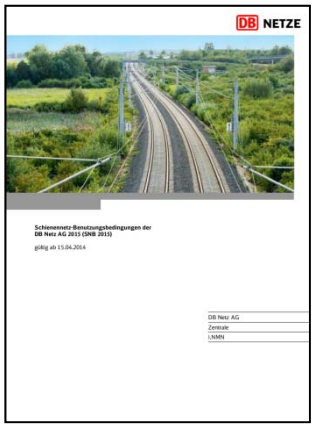
- Die Einhaltung und Kontrolle technischer Regel im Konstruktions- und Zulassungsprozess wird zukünftig verstärkt vom EBA auf unabhängig Gutachterorganisationen verlagert. Daran wird sich auch das IFB beteiligen.

- Der diskriminierungsfreie Zugang wird von der Bundesnetzagentur (BNetzA) überwacht.
  Sie ist auch zuständig, wenn sich ein Unternehmen ungerecht behandelt fühlt und einen Fall an die BNetzA zur Klärung übergibt.


Nationale Gesetze und Richtlinien
AEG Allgemeine Eisenbahn Gesetz
EBO Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
ESO Eisenbahn-Signalordnung
EVO Eisenbahn-Verkehrsordnung
EIBV Eisenbahn-Infrastruktur-Benutzungsverordnung
GGVSE Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn
Zahlreiche Europäische Richtlinien und Direktiven
e.g. TSI Technical Spezifikation Interoperabilität
Internationale Standards: EN, UIC
- zahlreiche Technische Normen
- Sicherheitsnormen (CENELEC):
EN 50126, 50128, 50129, 50155
Eisenbahn-verkehrsunternehmen EVU
Derzeit (2014) verkehren in Deutschland
419 Öffentliche EVUs
142 Nicht-öffentliche EVUs und Fahrzeughalter
20 Ausländische EVUs
EBA – Eisenbahnbundesamt
BNetzA – Bundesnetzagentur
Überwachen/ Kontrollieren
Eisenbahn-intrastrukturunternehmen EIU
Derzeit (2014) bieten in Deutschland 184 EIUs 380 Infrastrukturnetze, -strecken und -streckenabschnitte unterschiedlicher Länge an
Öffentliche Preise + Rahmenbedingungen
Schienennutzung Infrastrukturzugang Gestellung von Strom etc.
Öffentliche Preise + Rahmenbedingungen

Die Schienennetz-Benutzungsbedingungen (SNB) der DB Netz

- Zugangsbedingungen
  - Regelwerke
  - Anforderungen an Fahrzeuge und Personal
  - Gefahrguttransporte
- Infrastruktur (➔ Stredax)
  - Netzbeschreibung, Einschränkungen, Verfügbarkeiten
  - Personenbahnhöfe, Güterbahnhöfe
  - Serviceeinrichtungen
- Zuweisung von Fahrwegkapazität
  - Trassenanmeldung
  - Überlastete Schienenwege
  - Rahmenverträge
- Entgelte
  - Trassenpreissystem (➔ TPS)
  - Zusatz- und Nebenleistungen
  - Zahlungsbedingungen



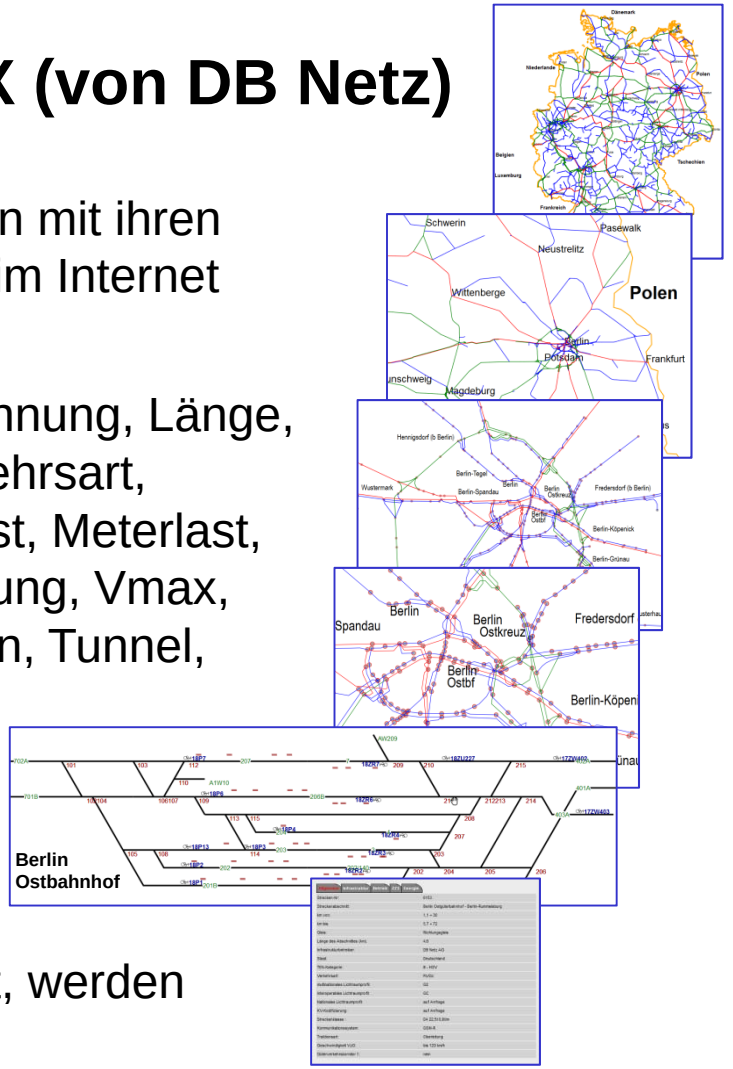
- Die SNB gelten jeweils für ein Jahr
- Fahrplanjahr: Mitte Dez – Mitte Dez
- Veröffentlichung: 1 Jahr vorher

Infrastruktur-Register STREDAX

Strecken, Gleise, Weichen, Signale und ihre Merkmale

Infrastruktur-Register STREDAX (von DB Netz)

- Strecken, Gleise, Weichen, Signale wurden mit ihren Merkmale in einer Datenbank erfasst und im Internet veröffentlicht.
- Merkmale sind: z. B. Strecken-Nr., Bezeichnung, Länge, Kilometrierung, EIU, TEN-Kategorie, Verkehrsart, Lichtraumprofil, Streckenklasse, Achslachst, Meterlast, Kommunikationssystem, Traktion/Oberleitung, Vmax, Angaben zu Bahnsteigen, Bahnsteiglängen, Tunnel, Brücken, Öffnungszeiten
- Und weitere ca. 100 Merkmale aus den Bereichen „Allgemein / Infrastruktur / Betrieb / ZZS / Energie“
- Nicht alle Angaben sind vollständig erfasst, werden jedoch sukzessive vervollständigt.



Trassenpreissystem (TPS) der DB Netz

- Für die Nutzung der Gleise sind „Trassen“ erforderlich
  (für die Fahrt eines Zuges - nach einem Fahrplan - über eine Strecke)
- Das TPS gliedert die Strecken in 12 **Streckenkategorien**
  - **Fernstrecke** (Fplus, F1 – F6),
  - **Zulaufstrecke** (Z1 und Z2),
  - **Stadtschnellverkehr** (S1 – S3)

  in Abhängigkeit von z.B. Geschwindigkeit, Betriebsleittechnik, Oberbau, Oberleitung.
- und 7 „**Trassenprodukte**“
  - **Personenverkehr**: Express-Trasse, Takt-Trasse, Economy-Trasse
  - **Güterverkehr**: Express-Trasse, Standard-Trasse, Zubringer-Trasse bis 120km
  - **Lokzug-Trasse**: zur Triebfahrzeugüberführung

- **Streckenkategorie x Trassenproduktfaktor = Trassenentgelt pro Trkm**

Trassenpreissystem (TPS) der DB Netz

Beispiele (2014):

1 € ~ 3 R$

- Fernzug (ICE, v_{max} 250km/h), Berlin Hbf – Köln Hbf:

PV-Express-Trasse	546 km = 3.237 € (~ 9.700 R$)
PV-Takt-Trasse	546 km = 2.967 € (~ 8.900 R$)
PV-Economy-Trasse	546 km = 1.798 € (~ 5.400 R$)

- Güterzug (v_{max} 120km/h), Berlin (Seddin) – Köln-Eifeltor

GV-Express-Trasse	563 km = 2.918 € (~ 8.800 R$)
GV-Standard-Trasse	563 km = 1.768 € (~ 5.300 R$)
Lokzug-Trasse (Lok-Überführung)	563 km = 1.150 € (~ 3.500 R$)

Bahnbetriebssimulation

Analyse, Optimierung und Prognose des Eisenbahnbetriebs

unter der Benutzung von

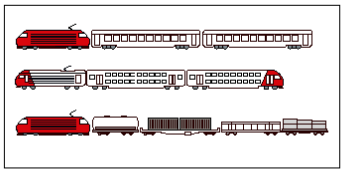
OPENTRACK

und

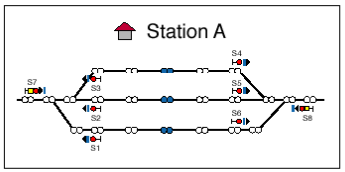
OpenPowerNet

Bahnbetriebssimulation

Eingangsgrössen



Rollmaterial

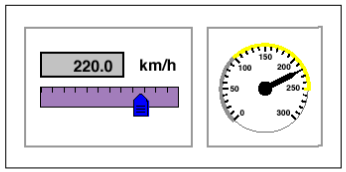


Infrastruktur

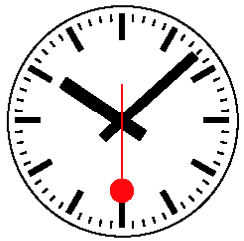
Course ID	Station	Arrival	Departure	Wait
IC 5000	IGG	HH:MM:SS	08:20:00	0
IC 5000	YPS	08:24:00	08:25:00	60
IC 5000	OBE	HH:MM:SS	08:31:00	30
IC 5000	AAT	HH:MM:SS	08:38:00	60
IC 5000	GRS	HH:MM:SS	HH:MM:SS	0
IC 5000	PEW	HH:MM:SS	HH:MM:SS	0
IC 5000	WED	08:55:00	HH:MM:SS	60

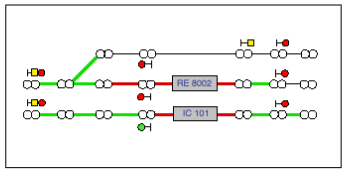
Fahrplan

Simulation



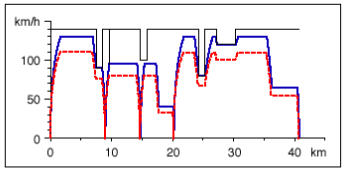
Interaktivität



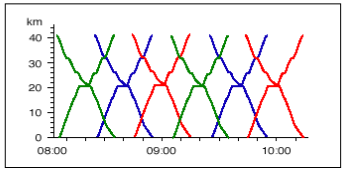


Animation

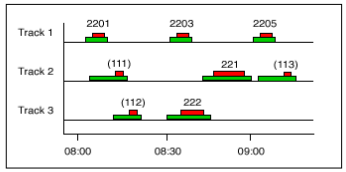
Ausgangsgrössen



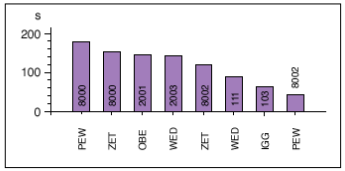
Diagramme



Bildfahrpläne



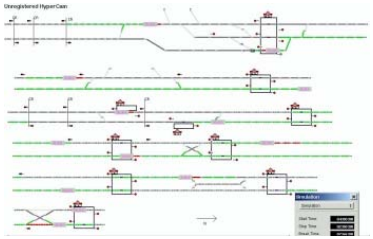
Gleisbelegungen

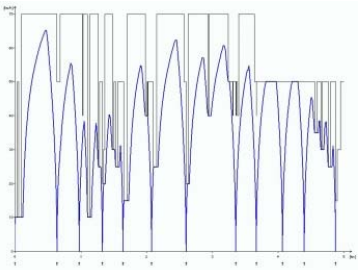


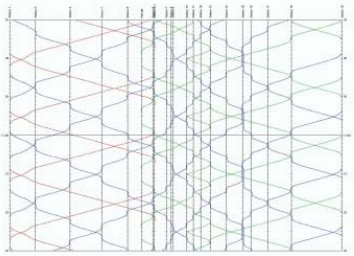
Statistiken

Anwendungsbereiche von Betriebssimulationen (I)

- Erstellen von Betriebskonzepten
- Berechnung von Fahrzeiten und Fahrzeugumläufen Ermitteln des Fahrzeugbedarfs
- Ermittlung und Bewertung der Kapazitäten von Strecken und Knoten
- Stabilitäts- und Machbarkeitsuntersuchungen von Fahrplänen
- Ermitteln der Vor- und Nachteile verschiedener Infrastrukturvarianten bei Neubaustrecken.
- Untersuchungen zum Einsatz und zur Optimierung der Eisenbahnsicherungstechnik

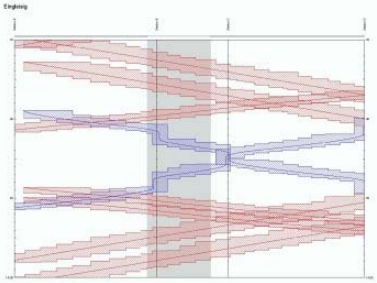


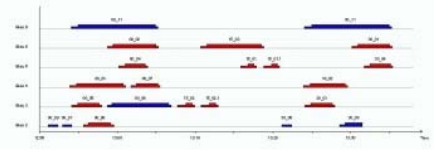


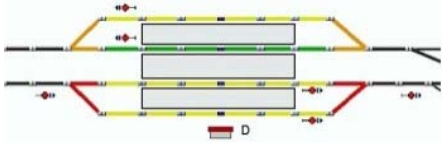


Anwendungsbereiche von Betriebssimulationen (II)

- Untersuchungen zum Verhalten des Netzes bei Störungen
- Verhaltensanalyse existierender bzw. zukünftiger Triebfahrzeuge
- Planung des Betriebsablaufes während Umbauphasen unter Berücksichtigung von Langsamfahrstellen
- Erstellen von Verfügbarkeitsanalysen und Sicherheitskonzepten
- Leistungs- und Energieberechnung von Zugfahrten

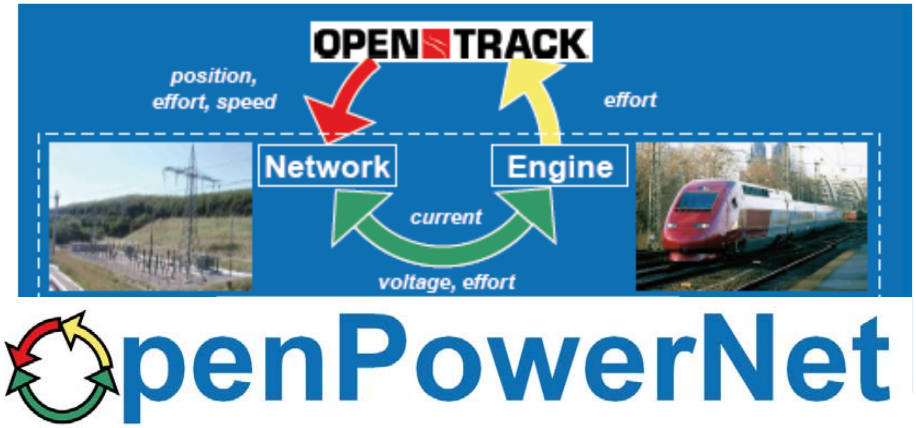


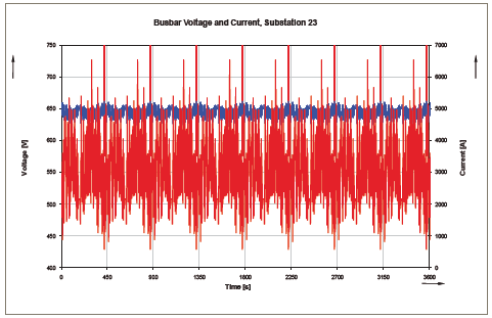




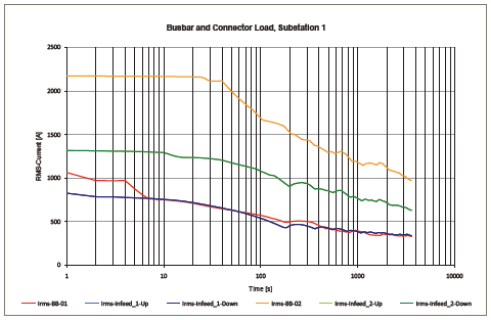
Lastfluss- und Energiesimulation für Bahnenergie-versorgungsnetze auf Basis der Bahnbetriebssimulation

- OpenTrack nutzt Infrastruktur- und Zugdaten für eine fahrplanbasierte Zuglaufsimulation





Busbar voltage and current of a traction power substation versus time

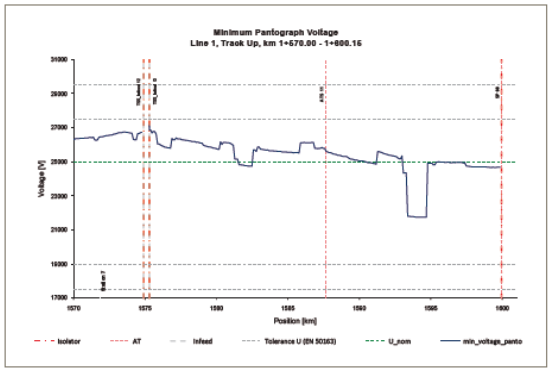


Time weighted current in busbars and feeders of a sub-station

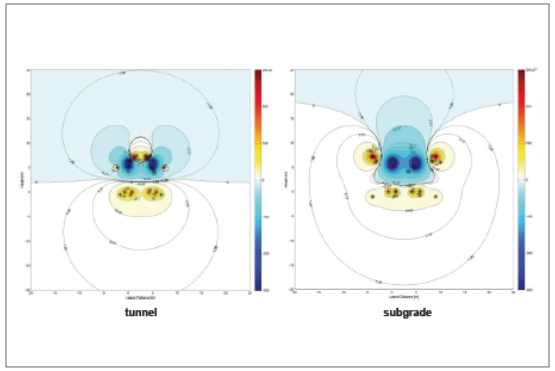
- OpenPowerNet simuliert zeitgleich das elektrische Netz, wobei die Netzspannungssituation in Abhängigkeit von Position und Leistungsaufnahme der Züge berechnet wird.

Lastfluss- und Energiesimulation

- Simulation aller herkömmlichen Wechsel- und Gleichstrom-Energieversorgungssysteme
- Modellierung der gesamten elektrischen Netzstruktur
- uneingeschränkte Wahl der Leiterkonfiguration entlang der Strecke
- exakte Berücksichtigung der elektromagnetischen Kopplung der Leiter bei der Stromverteilungsberechnung
- Änderung von Schaltzuständen innerhalb des Energieversorgungsnetzes während der Simulation ist möglich



Minimum voltage at pantograph of all trains versus position on a railway line



Magnetic field intensity of cross-section of a railway line at particular position and time

Dipl.-Ing.

Peter Czerkewski

Institut für Bahntechnik GmbH

Institut für Bahntechnik GmbH
Hauptsitz Berlin
Carnotstr. 6
D-10587 Berlin - GERMANY

Phone +49 30 - 399 924 - 25
Fax +49 30 - 399 924 - 90
Mobile +49 152 - 536 817 50
E-Mail pc@bahntechnik.de
Web www.bahntechnik.de

Vielen Dank!

Muito obrigado!