

Betriebskonzepte für den Next Generation Train (NGT)

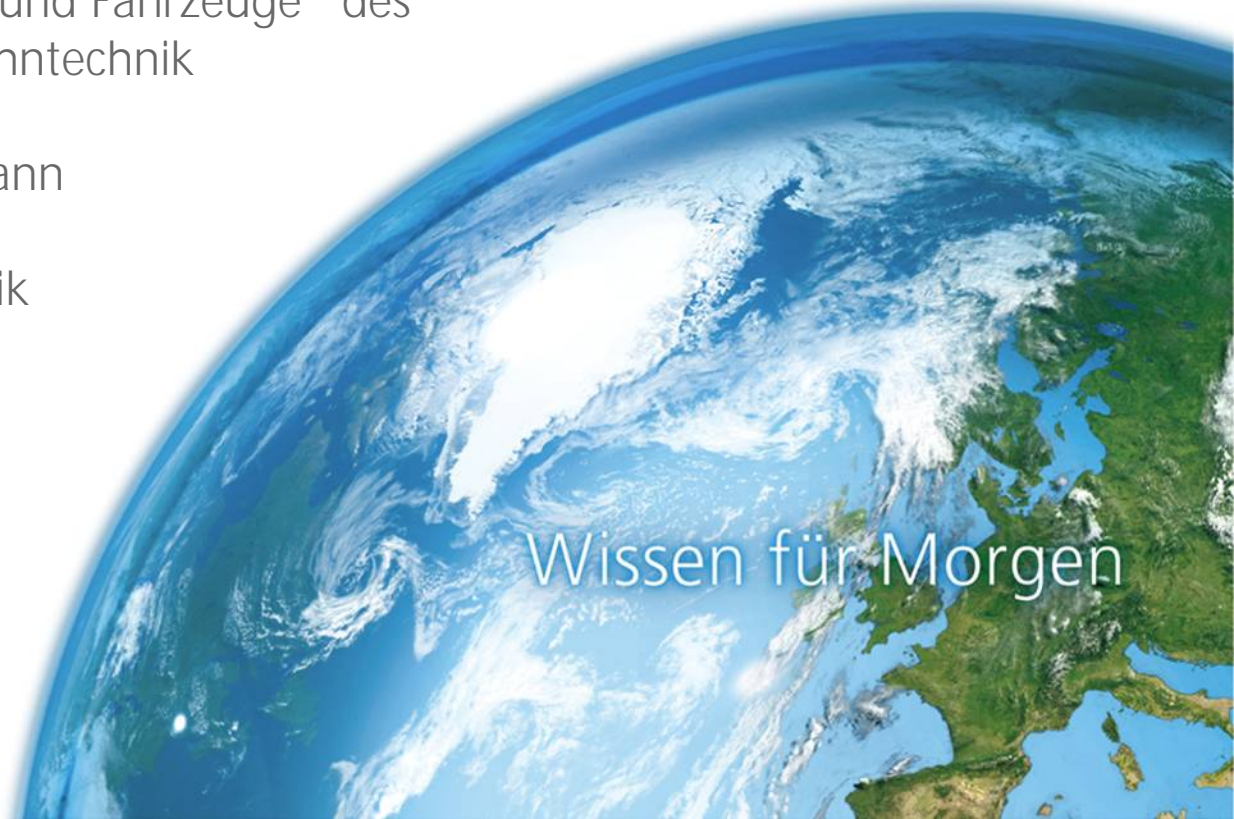
Vortrag in der Reihe
„Effizienzsteigerung bei der Bahn – Chancen
durch neue Strecken und Fahrzeuge“ des
VDI Arbeitskreises Bahntechnik

Dipl.-Ing. Tilo Schumann
DLR Institut für
Verkehrssystemtechnik

13. Mai 2014



Wissen für Morgen



Übersicht

- DLR-Institut für Verkehrssystemtechnik
- Das Projekt Next Generation Train
- Untersuchungen für die Referenzstrecke Paris-Wien
- Betrachtung des Potenzials in Europa
- Einsatzszenarien in Mexiko und Australien
- Begleitende Analysen zur Erreichbarkeit im Schienenverkehr und zum Deutschland-Takt



DLR Institut für Verkehrssystemtechnik

Sitz: Braunschweig, Berlin
Seit: 2001
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
Mitarbeiter: Momentan rund 135 Mitarbeiter aus verschiedenen wissenschaftl. Bereichen

Forschungsgebiete: Automotive
Bahnsysteme
Verkehrsmanagement

Aufgabenspektrum: Grundlagenforschung
Erstellen von Konzepten und Strategien
Prototypische Entwicklungen

Qualität: zertifiziert nach DIN EN ISO 9001
und
VDA 6.2 sowie RailSiTe®
gemäß ISO 17025



Forschungsaktivitäten

Automotive



Methoden/Bewertung

Human Factors

Konzepte und Technologien

Simulatoren

Fahrzeuge

Bahnsysteme



Life Cycle Management

Rail Human Factors

Test und Validierung

Effizienter Bahnbetrieb

Sensoren – Daten –
Algorithmen

Verkehrsmanagement



Datenerfassung

Datenmanagement

Simulation und
Prognose

Steuerung und
Beeinflussung

Qualität im Verkehr



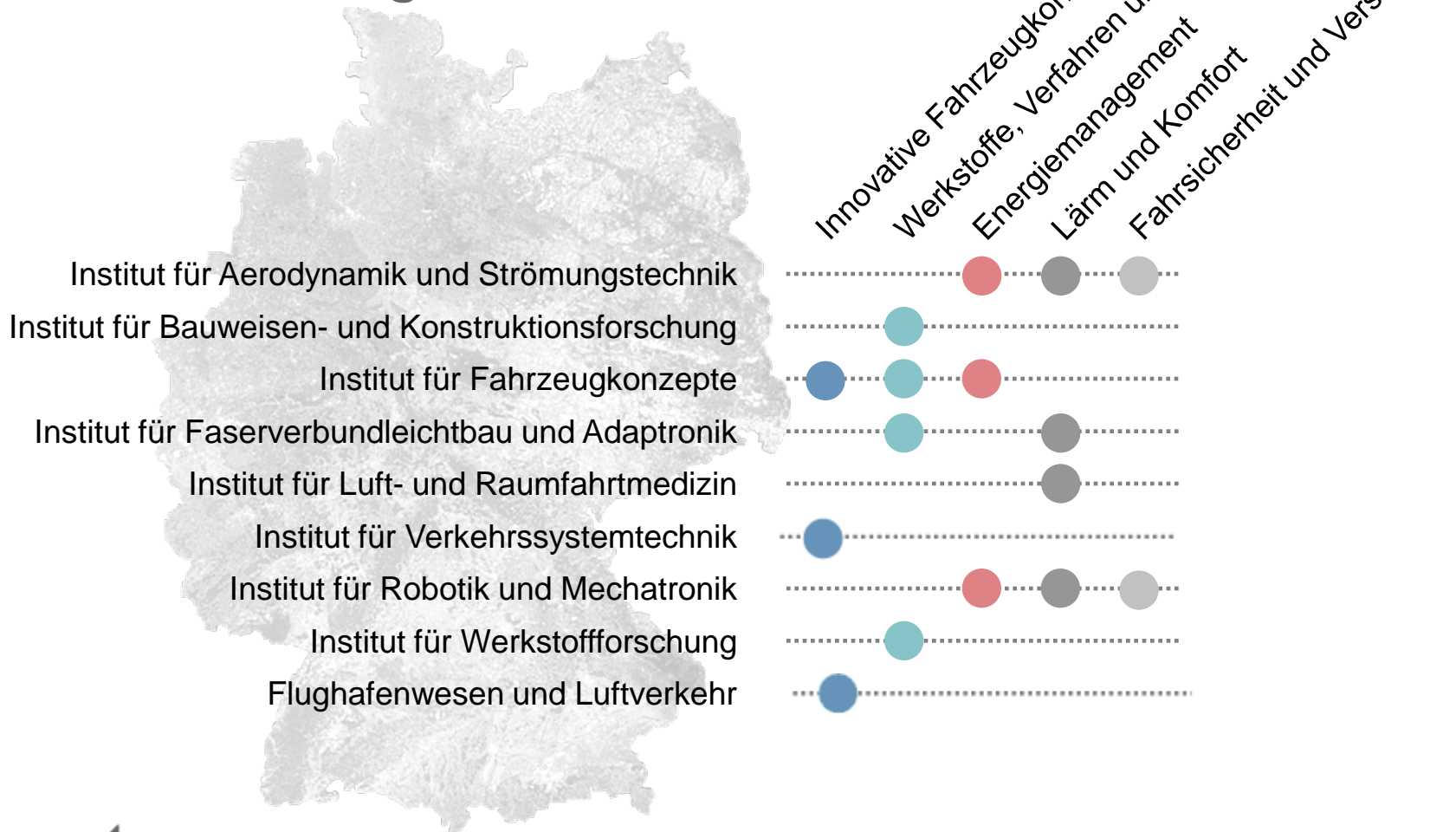
Das Projekt Next Generation Train



- ✓ Neuartiger HGV-Zug (400 km/h)
- ✓ elektrischer Antrieb: 18 MW
- ✓ Einzelräder (mechatronisches Fahrwerk)
- ✓ Ziel: Halbierung des Energiebedarfs/Sitzplatz ggü. ICE3 (300)
- ✓ Doppelstockzug
- ✓ Aerodynamik
- ✓ Leichtbau



Next Generation Train Neun beteiligte Institute



Next Generation Train

Innovatives Triebwagenzugkonzept

Antrieb

- radnahe Motoren
- elektrisch/drahtlos
- Hilfsmotor für Überführungsfahrten

Wagenkasten

- Verschiedene Spantbauweisen mit Sandwich-Ausfachungen

Ein- und Ausstiege

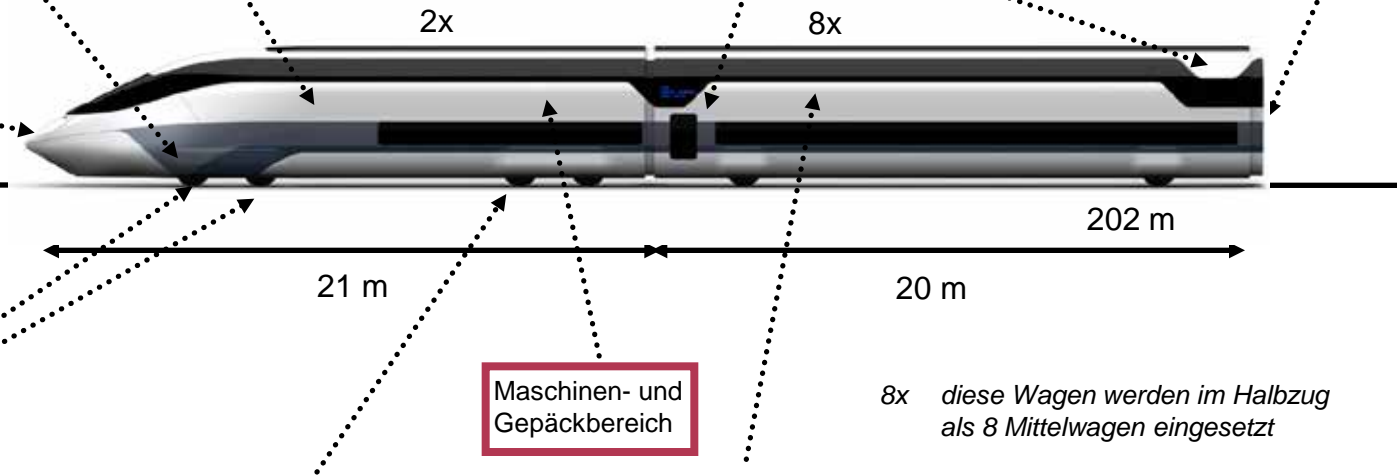
- Türen
- Fahrgastflussanalyse

Wagenübergänge

- neuartiges Konzept zur Verringerung der Wagenübergangslänge
- trennbare, autonom fahrbare Einheiten

Endwagen

- Tunneleintritt-Nase
- Aerodynamische Seitenwindstabilität
- optisch gekuppelt



8x diese Wagen werden im Halbzug als 8 Mittelwagen eingesetzt

Fahrwerke

- Einzelrad-Doppelaufwerke
- Einzelrad-Einzelaufwerke
- mechatronische Räder

Bremsen

- rekuperativ
- aerodynamisch
- Reibung

Innenausstattung

- FKV mit Naturfasern
- LFI-Verfahren mit PUR
- Akustik und Klimatisierung

Betriebskonzept

- dynamisches Flügeln
- Fahrerassistenz



Next Generation Train

Betrachtung dreier Segmente

- ✓ Ultra-Hochgeschwindigkeits-Triebwagen-Personenzug
NGT HGV



- ✓ Hochgeschwindigkeits-Triebwagen-Personenzug
NGT LINK



- ✓ Ultra-Hochgeschwindigkeits-Triebwagen-Güterzug
NGT Cargo



Referenzstrecke Paris-Wien Nachfrage

Heutige Situation



Flugzeit mit Check-in:
2h 45min

Fahrzeit Auto:
12h

Fahrzeit
11h 16min

Szenario mit 6 Halten



Fahrzeit
3h 47min

Szenario mit Nutzung
vorhandener SFS



Fahrzeit
5h 14min



Referenzstrecke Paris-Wien

Ergebnisse

	2010	Szenario 6 Halte	Szenario 10 Halte	Szenario vorh. SFS
Streckenlänge [km]	1324	1145	1180	1224
Fahrzeit [h:min]	11:00	3:47	4:27	5:14
Mittl. Geschw. [km/h]	96	274	233	196
Spez. Energieverbrauch [Wh/km/Sitzplatz]	-	39,3	40,1	29,4
Fahrgastzahl auf Referenzstrecke [Mio./a]		59,8	76,7	52,1
Verkehrsleistung Referenzstrecke [Mrd. Pkm/a]	10,6	23,2	23,4	18,5
Mittl. Reisegeschw. aller Fahrten [km/h]	99	150	158	126
Anzahl erforderlicher NGT-Einheiten	-	38	40	41
Sitzplatzauslastung (Reservierungspflicht)	-	68%	69%	67%



Referenzstrecke Paris-Wien Fahrplanbeispiel

Paris Est - Wien Hbf

km	Zug	NGT 43	NGT 38	NGT 41	NGT 101	NGT 1	NGT 103	NGT 3	NGT 51	NGT 105	NGT 5	NGT 53	NGT 107	NGT 7	NGT 55	NGT 109	NGT 9	NGT 57
0,0	Paris Est	...	...	...	...	5:00	...	6:00	6:30	...	7:00	7:30	...	8:00	8:30	...	9:00	9:30
419,7	Strasbourg	o	...	...	...	6:19	...	7:19	7:49	...	8:19	8:49	...	9:19	9:49	...	10:19	10:49
544,4	Stuttgart	o	...	...	...	6:22	...	7:22	...	...	8:22	...	...	9:22	...	...	10:22	...
748,5	München	...	...	5:52	6:22	6:52	7:22	7:52	...	8:22	8:52	...	9:22	9:52	...	10:22	10:52	...
871,7	Salzburg	...	...	6:31	7:01	7:31	8:01	8:31	...	9:01	9:31	...	10:01	10:31	...	11:01	11:31	...
1145,3	Wien Hbf	o	6:01	6:32	7:02	7:32	8:01	8:32	9:01	...	9:32	10:01	...	10:32	11:01	...	11:32	12:01
			6:47	7:18	7:48	8:18	8:47	9:18	9:47	...	10:18	10:47	...	11:18	11:47	...	12:18	12:47

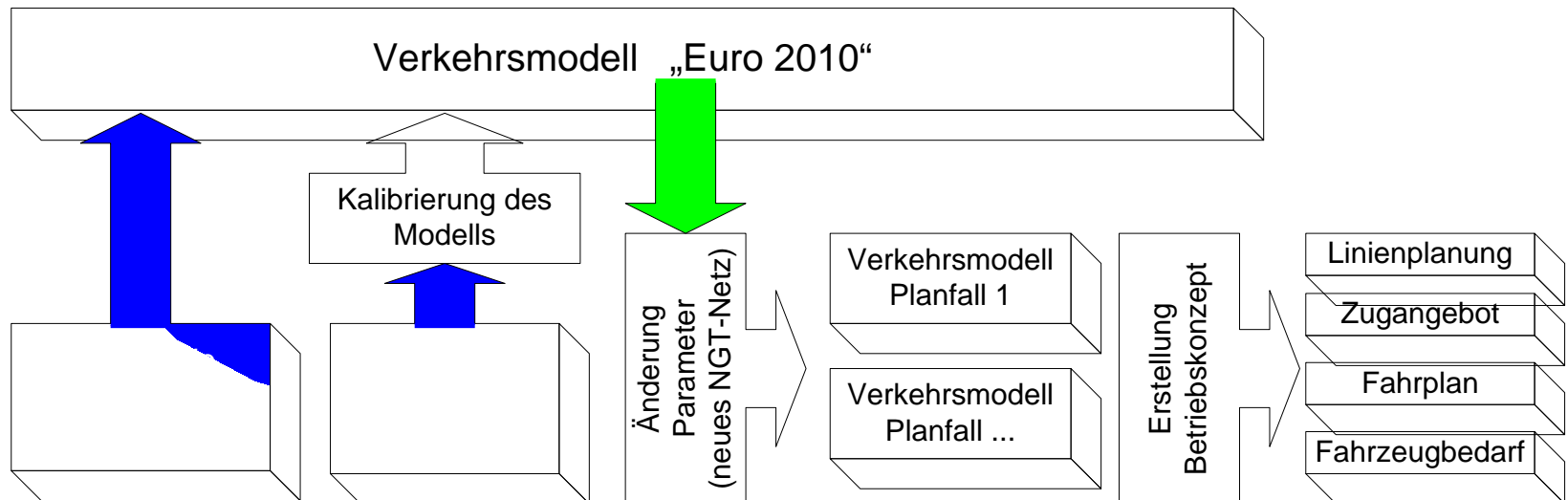
km	Zug	NGT 111	NGT 11	NGT 59	NGT 113	NGT 13	NGT 61	NGT 115	NGT 15	NGT 63	NGT 117	NGT 17	NGT 65	NGT 119	NGT 19	NGT 67	NGT 121	NGT 21
0,0	Paris Est	...	10:00	10:30	...	11:00	11:30	...	12:00	12:30	...	13:00	13:30	...	14:00	14:30	...	15:00
419,7	Strasbourg	o	...	11:19	11:49	...	12:19	12:49	...	13:19	13:49	...	14:19	14:49	...	15:19	15:49	...
544,4	Stuttgart	o	...	11:22	...	12:22	...	13:22	...	14:22	...	15:22	...	16:22	...	17:22	...	18:22
748,5	München	...	11:49	...	12:49	...	13:49	...	14:49	...	15:49	...	16:49	...	17:49	...	18:49	...
871,7	Salzburg	...	11:22	11:52	...	12:22	12:52	...	13:22	13:52	...	14:22	14:52	...	15:22	15:52	...	16:22
1145,3	Wien Hbf	o	12:01	12:31	...	13:01	13:31	...	14:01	14:31	...	15:01	15:31	...	16:01	16:31	...	17:01
			12:32	13:01	...	13:32	14:01	...	14:32	15:01	...	15:32	16:01	...	16:32	17:01	...	17:32
			13:18	13:47	...	14:18	14:47	...	15:18	15:47	...	16:18	16:47	...	17:18	17:47	...	18:18

km	Zug	NGT 69	NGT 123	NGT 23	NGT 71	NGT 125	NGT 25	NGT 73	NGT 127	NGT 27	NGT 75	NGT 29	NGT 31	NGT 33	NGT 47	NGT 49		
0,0	Paris Est	15:30	...	16:00	16:30	...	17:00	17:30	...	18:00	18:30	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	...	...
419,7	Strasbourg	o	16:49	...	17:19	17:49	...	18:19	18:49	...	19:19	19:49	20:19	21:19	22:19	23:19	0:19	...
544,4	Stuttgart	o	...	...	17:22	...	18:22	...	19:22	...	20:22	21:22	22:22	23:22	...	...	...	...
748,5	München	...	...	17:49	...	18:49	...	19:49	...	20:49	21:49	22:49	23:49	...	...	...	...	...
871,7	Salzburg	...	17:22	17:52	...	18:22	18:52	...	19:22	19:52	...	20:22	21:22	22:22	23:22	...	...	...
1145,3	Wien Hbf	o	18:01	18:31	...	19:01	19:31	...	20:01	20:31	...	21:01	22:01	23:01	...	...	...	...
			18:32	19:01	...	19:32	20:01	...	20:32	21:01	...	22:01	23:01	0:01	...	...	...	...
			19:18	19:47	...	20:18	20:47	...	21:18	21:47	...	22:17	23:17	0:47	...	...	...	...

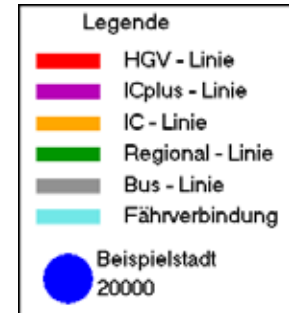
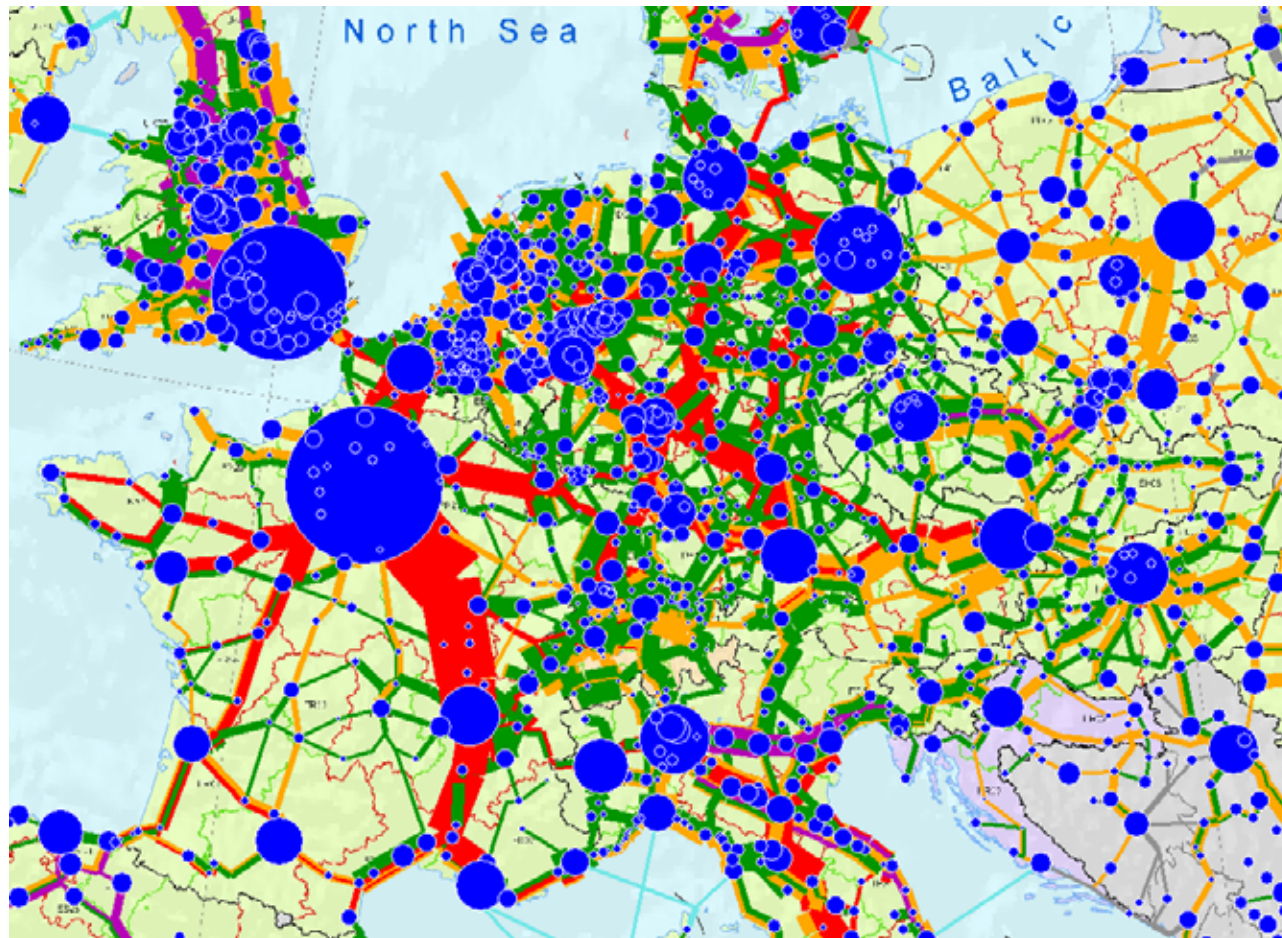


Verkehrsmodell für Europa

- Erweiterung des Verkehrsmodells der Referenzstrecke um alle größeren Städte Europas und alle für diese relevanten Zugverbindungen

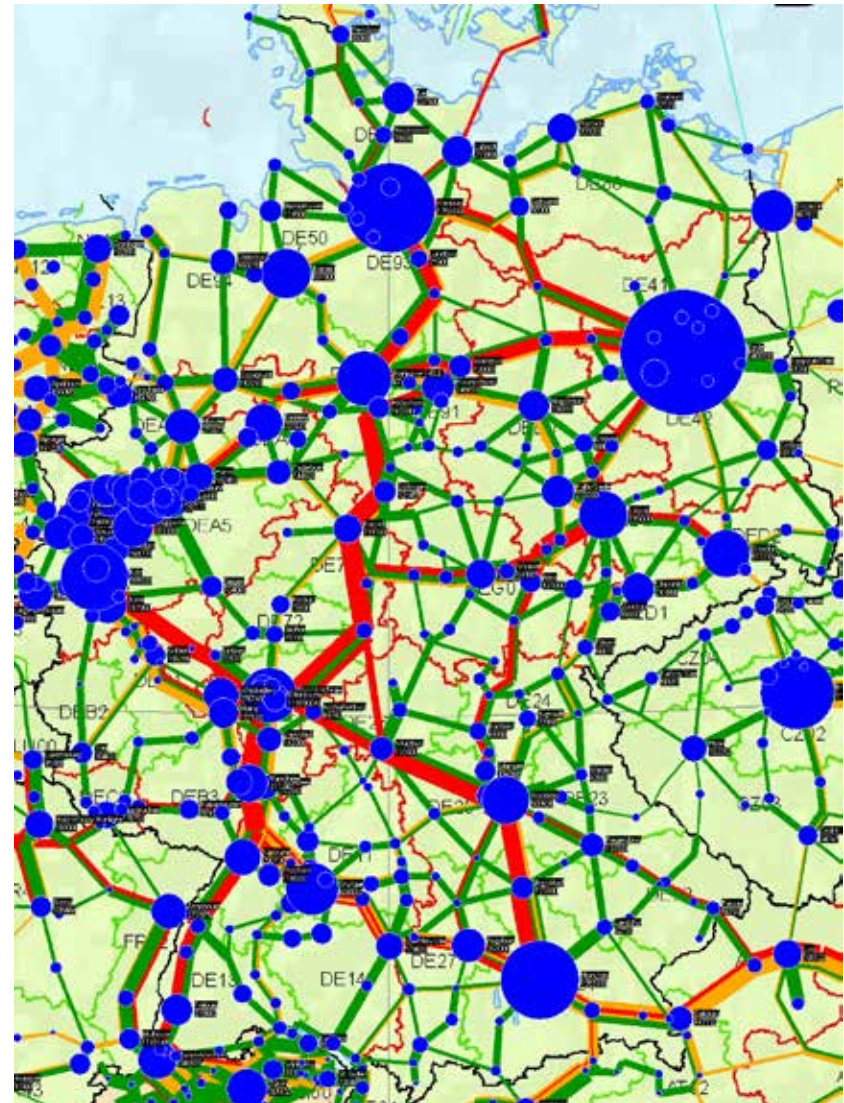


Verkehrsmodell für Europa Netzmodell



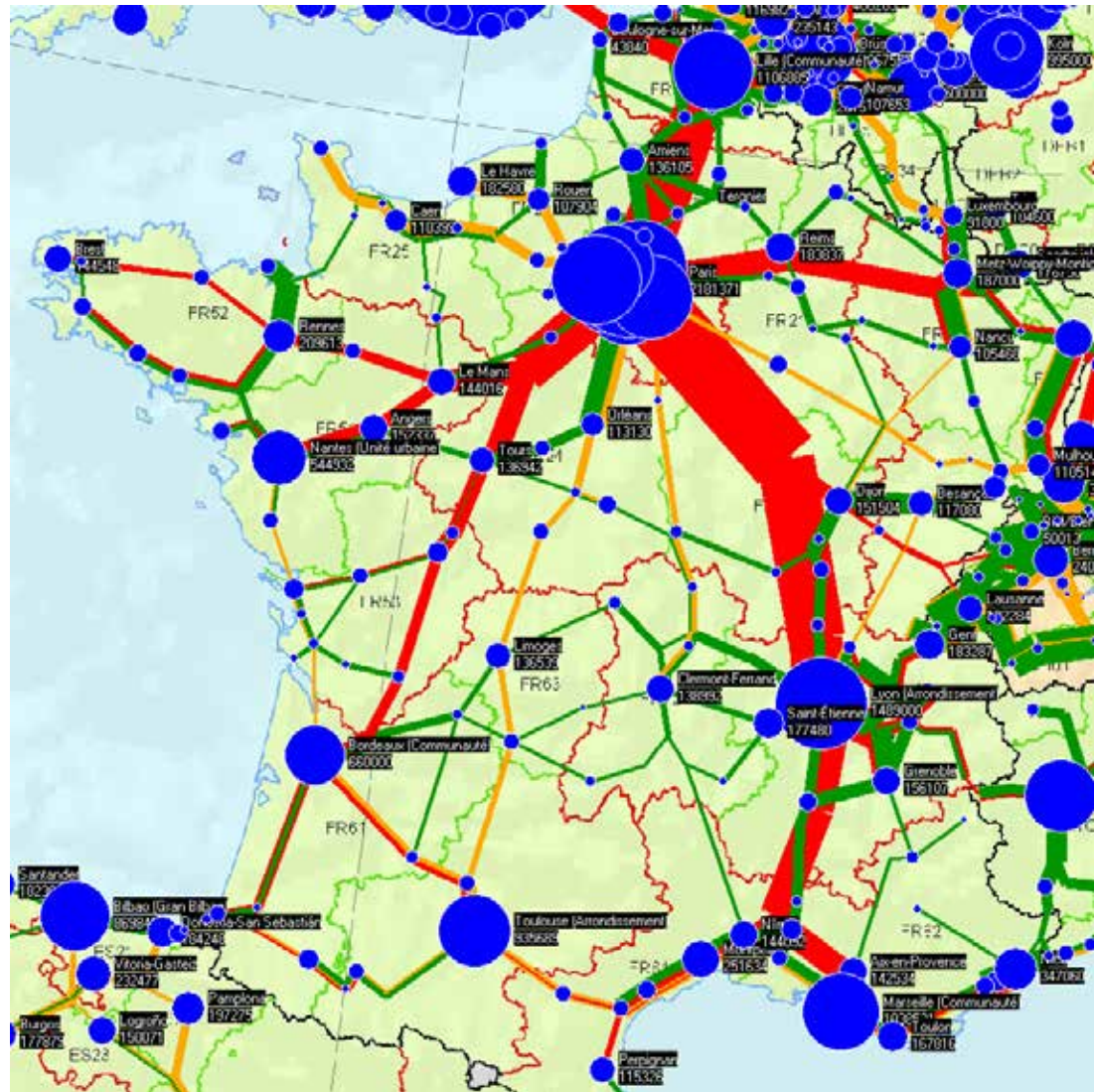
Europa 2010 Deutschland

- 300 Städte mit 34,8 Mio. Einwohner berücksichtigt
- Polyzentrische Struktur, flächendeckend dichtes Bahnangebot, fast alle Strecken haben stündliches Zugangebot



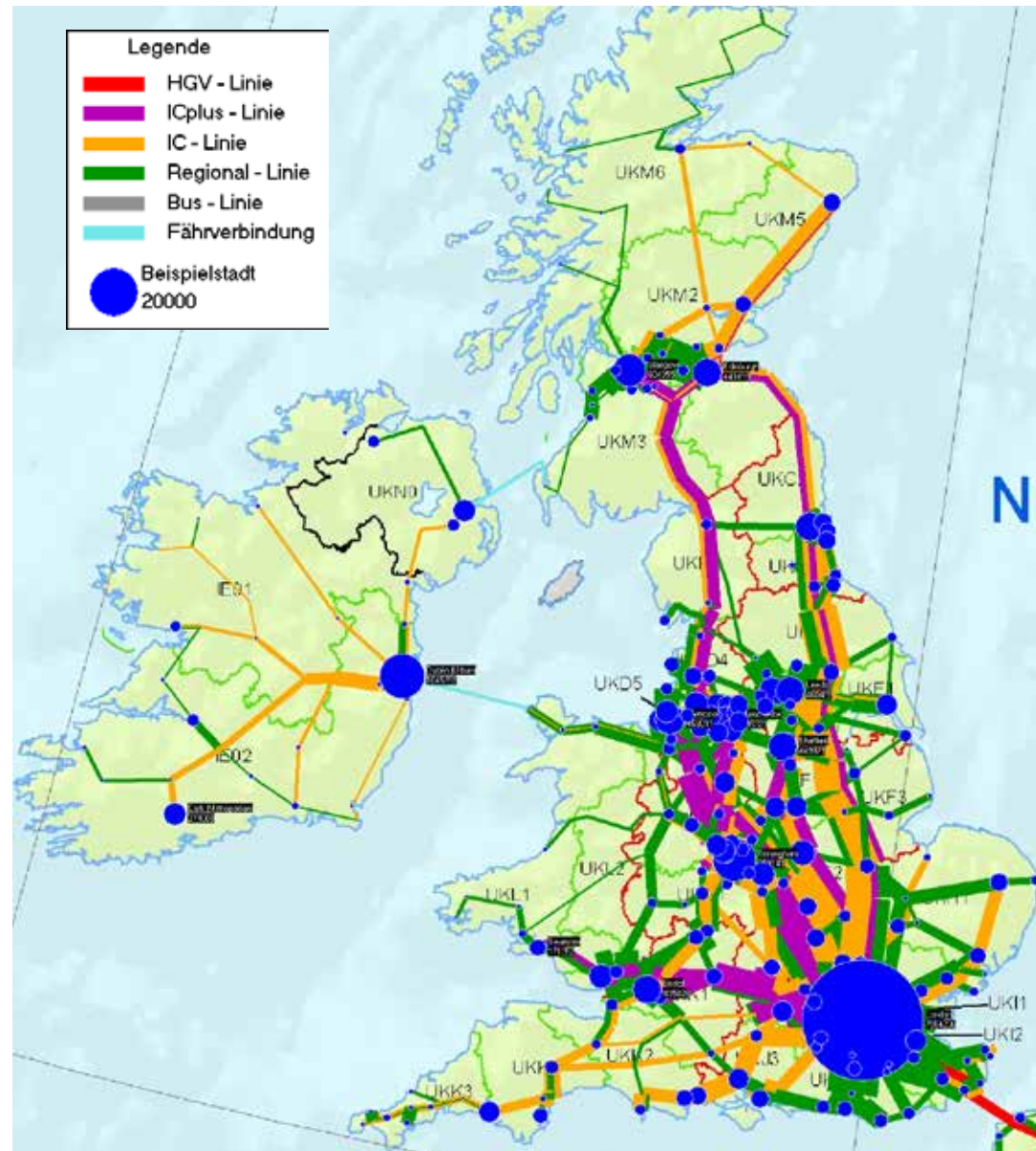
Europa 2010 Frankreich

- 148 Städte mit 24,6 Mio. Einwohnern erfasst
- Zentralistisches Netz mit Paris als Zentrum
- Sehr hohe Auslastung der radialen TGV-Strecken (bis 5-min-Takt)
- Geringes Bahnangebot abseits der Zentren, teilweise nur 2-3 Züge/Tag



Europa 2010 Großbritannien

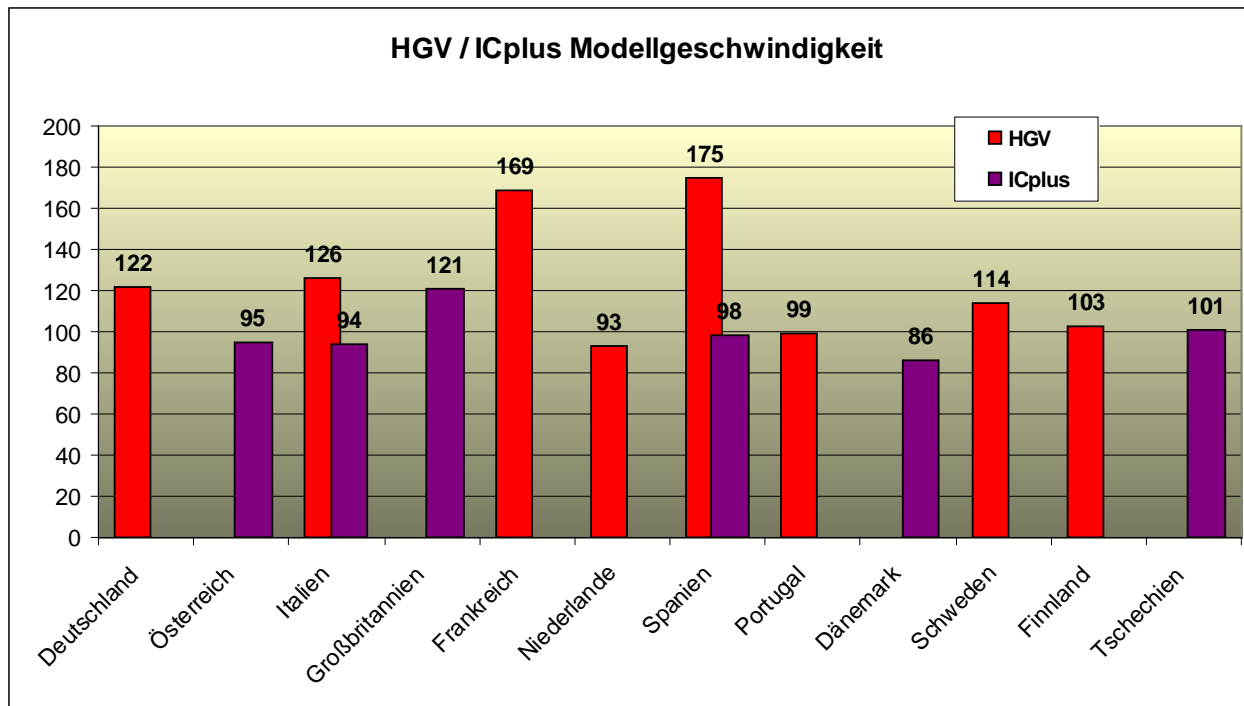
- 203 Städte mit 32 Mio. Einwohnern erfasst
- Wichtigste Strecken: Nord-Süd-Main Lines sowie weiteren Londoner Radialstrecken
- Auf den Hauptstrecken dichte Takte im Fernverkehr (z.B. alle 20 min London-Manchester)
- Taktdichte auf ähnlichem Niveau wie Schweiz und Niederlande
- Fernlinien haben wenig Zwischenhalte (z.B. London-Schottland)



Verkehrsmodell für Europa

Modellgeschwindigkeiten

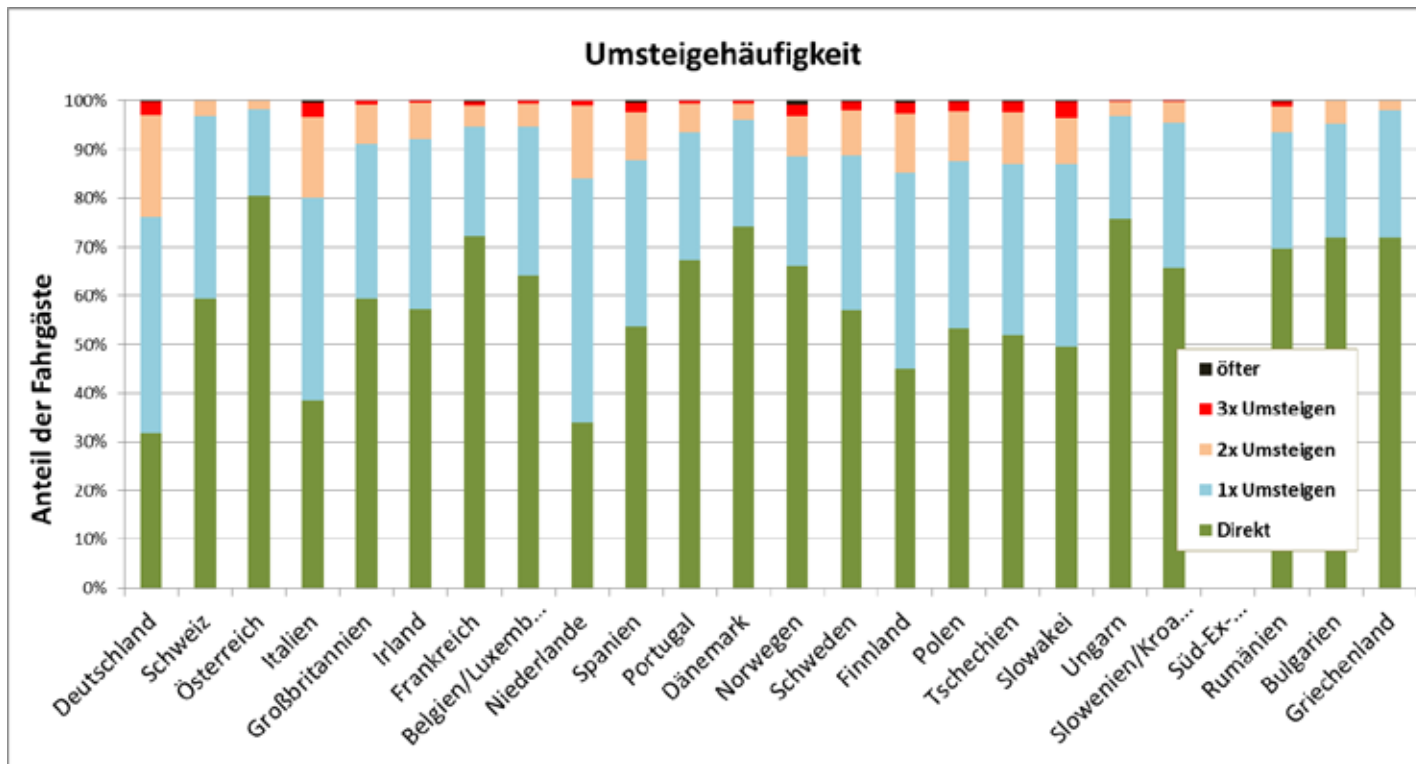
- Höchste Geschw. in Spanien und Frankreich
- Großbritannien erreicht fast gleiche Geschw. wie ICE in Deutschland, obwohl es sich beim Fernverkehr auf den Main Lines nicht um HGV handelt („ICplus“)



Verkehrsmodell für Europa

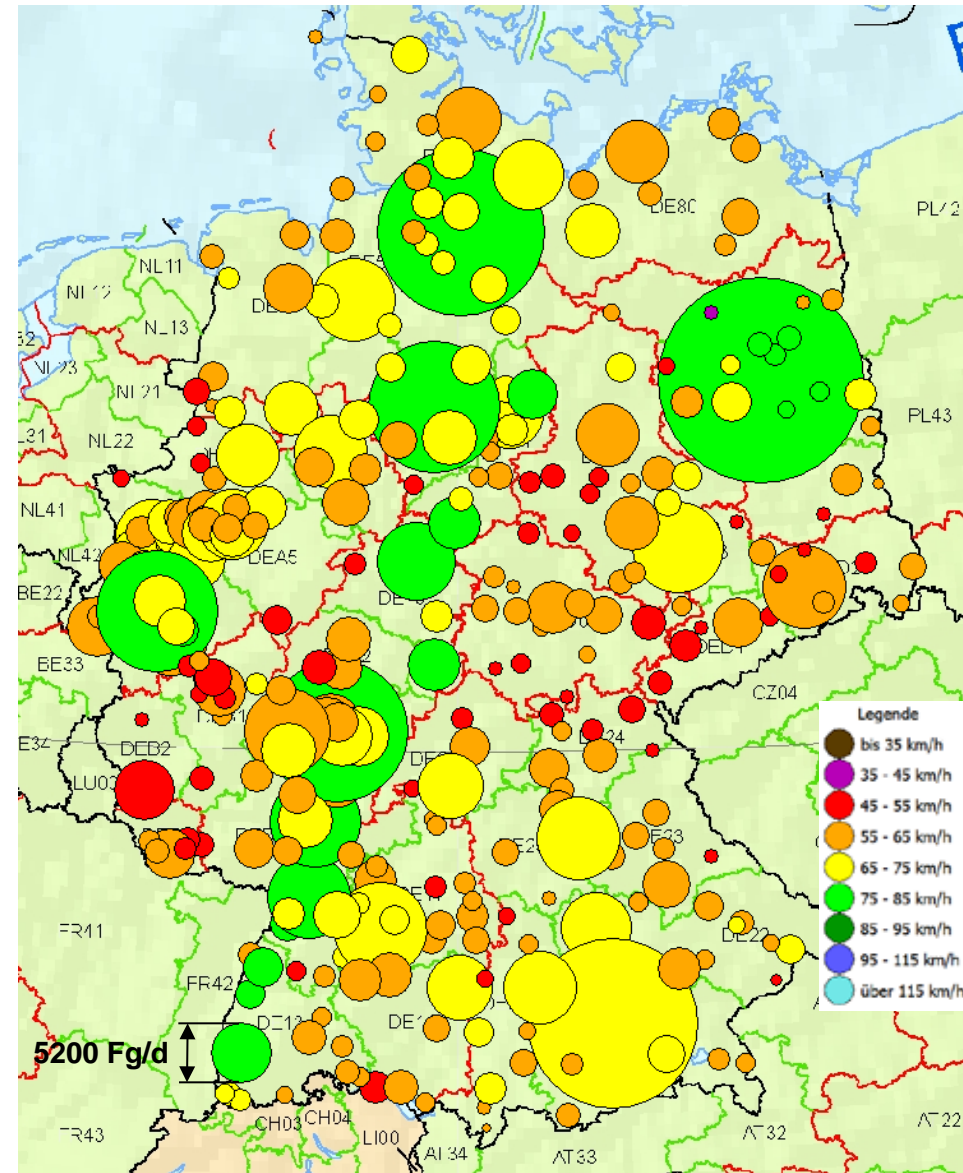
Umsteigehäufigkeit

- Fernfahrgäste in Deutschland und Italien müssen am häufigsten umsteigen
- Viele Direktverbindungen in Frankreich, Österreich und Dänemark



Erreichbarkeit der deutschen Städte im Schienenverkehr

- Bild nebenan:
 - Kreisgröße = Fahrgastzahl
 - Farbe = Erreichbarkeit (km/h)
- Große Städte sind am besten erreichbar
- Gute Erreichbarkeit entlang der Achse Hamburg – Frankfurt – Basel
- Derzeit noch mittelmäßige Erreichbarkeit in Süddeutschland
- Schlecht: Trier, Siegen, Gera



Europa 2010 Kalibrierung Deutschland

- „Fernverkehr“ in Deutschland:
 - 153 Mio. Fahrgäste
 - 46,4 Mrd. Pkm
- Validierung mit Bundesverkehrswegeplan

NUTS-2-Gebiet	Korrekturfaktor	
DE50	Bremen	0,45
DEA1	Düsseldorf	0,48
DEA5	Arnsberg	0,50
DE11	Stuttgart	0,60
DE25	Mittelfranken	0,60
DE60	Hamburg	0,60
DEA3	Münster	0,75
DE12	Karlsruhe	0,80
DE91	Braunschweig	0,80
DEA4	Detmold	0,80
DEB3	Rheinessen-Pfalz	0,80
DEA2	Köln	0,83
DE23	Oberpfalz	0,90
DE27	Schwaben	0,90
DE42	Brandenburg - Südwest	0,90
DEC0	Saarland	0,90
DE13	Freiburg	1,00
DE24	Oberfranken	1,00
DE94	Weser-Ems	1,00
DED1	Chemnitz	1,00

DEE1	Sachsen-Anhalt	1,00
DEE2	Sachsen-Anhalt	1,00
DEG0	Thüringen	1,00
DE71	Darmstadt	1,03
DE14	Tübingen	1,10
DE72	Gießen	1,10
DE21	Oberbayern	1,20
DE26	Unterfranken	1,20
DE73	Kassel	1,20
DE92	Hannover	1,20
DED3	Leipzig	1,20
DEE3	Sachsen-Anhalt	1,20
DE93	Lüneburg	1,30
DEB1	Koblenz	1,30
DE30	Berlin	1,33
DE22	Niederbayern	1,40
DEF0	Schleswig-Holstein	1,45
DE41	Brandenburg - Nordost	1,50
DED2	Dresden	1,50
DE80	Mecklenburg-Vorpommern	2,20
DEB2	Trier	3,00



Europa 2010

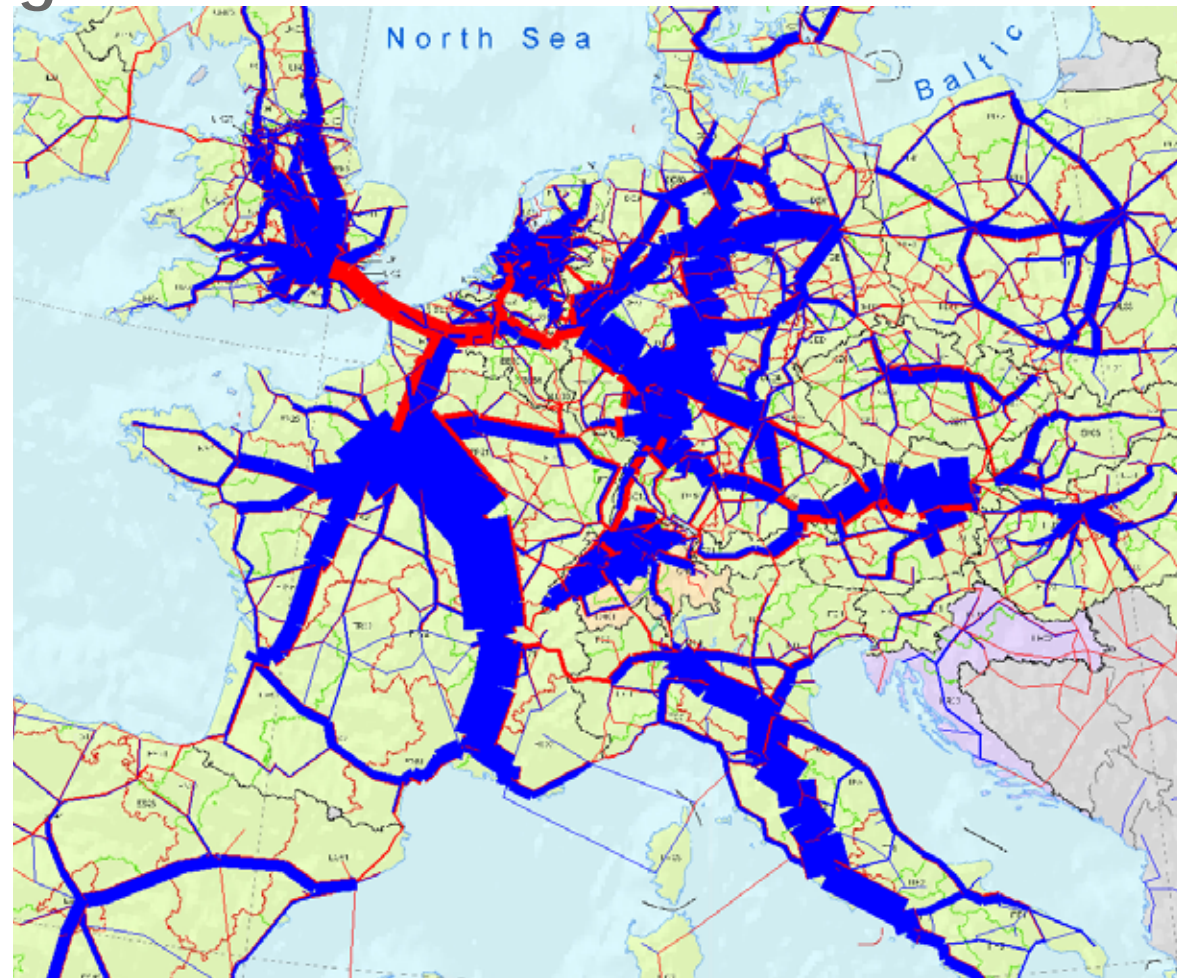
Kalibrierung internationaler Fernverkehr

Kategorie	Beschreibung	Beispiele
1,22 FF	Verkehr stärker als der innerdeutsche, Abschwächung des Flugfaktors	CZ - SK
1,312	Verkehr entspricht dem innerdeutschen	DE - AT HU - SK
1,5	Engere Verkehrsbeziehungen als in Westeuropa üblich	DE - CH FR - IT
1,607	Standardwert internationaler Verbindungen in Westeuropa	DE - IT ES - FR
1,607 FF	Abschwächung des Flugfaktors	AT - IT DE - HU
1,7	Verkehr schwächer als zu erwarten	DE - FR BE - NL
1,8	Verkehr deutlich schwächer als zu erwarten	DE - NL FR - UK



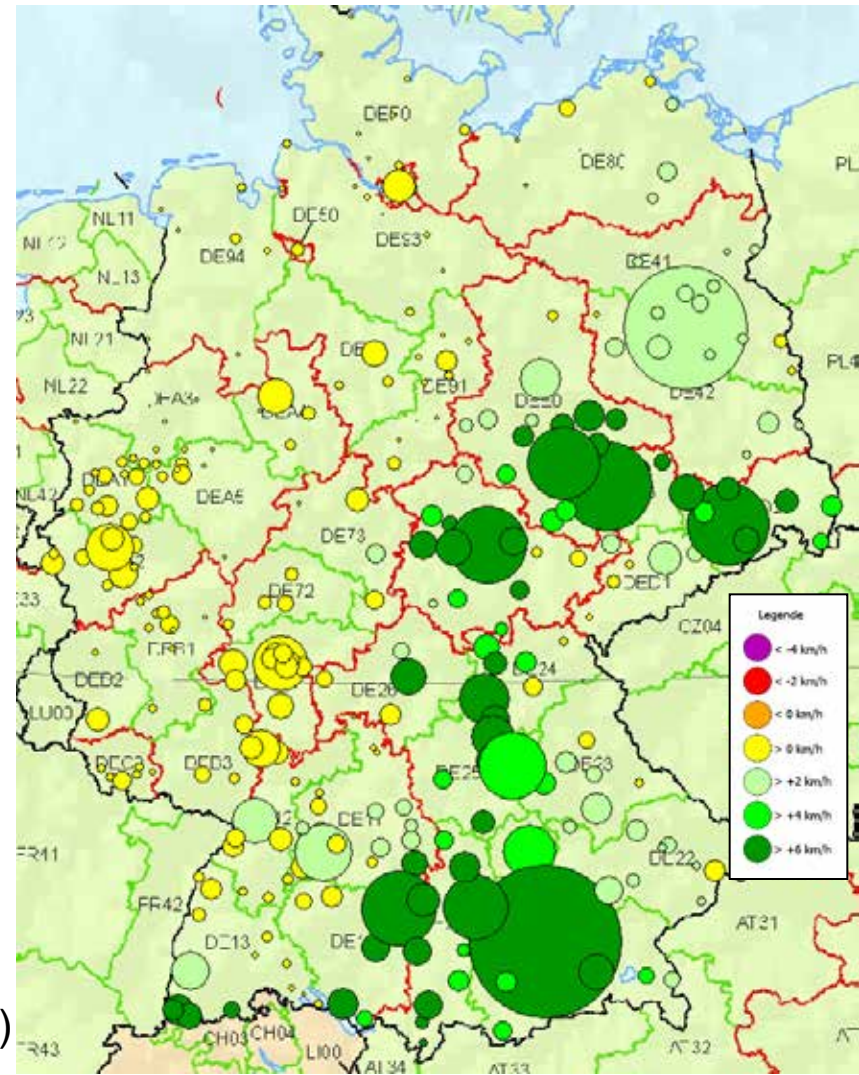
Europa 2010 Streckenbelastungen

- Europäischer Bahnverkehr ist national geprägt
- Internationaler Verkehr hauptsächlich im Raum Paris-London-Benelux-Köln
- Stärkstbelastete Strecke ist Paris-Lyon mit ca. 100.000 Fahrgästen pro Tag



Europa 2025 Entwicklung in Deutschland

- Umsetzung der SFS Leipzig-Erfurt-Nürnberg, SFS Stuttgart-Ulm, mehrere ABS mit Geschw.-erhöhung
- Linien wie im Bezugsfall B0 des BVWP (Bedarfsplanüberprüfung 2010)
- Größter Nutzen liegt in Bayern und im Süden Ostdeutschlands
- Fahrgastzuwachs (Erreichbarkeitsverb.):
 - Erfurt: +31% (+19 km/h)
 - Bamberg: +23% (+15 km/h)
 - Ulm: +18% (+11 km/h)
 - Dresden, Leipzig: +14% (+7 km/h)
 - München, Augsburg: +11% (+7 km/h)

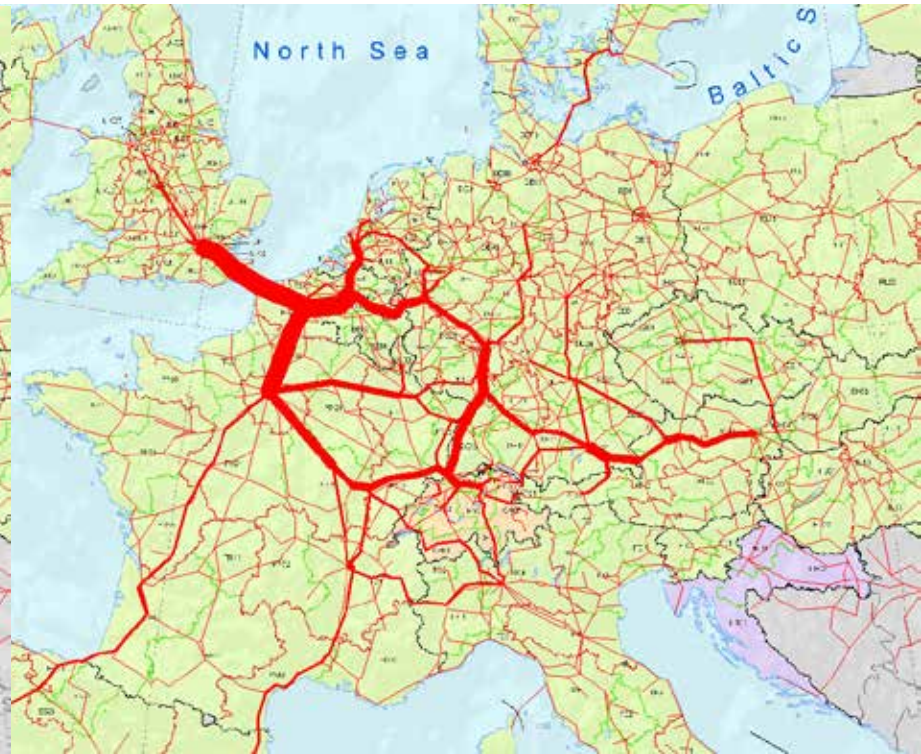


Europa 2010 bis 2025

Entwicklung des internationalen Verkehrs



2010



2025



NGT Maximalnetz

Theoretische Betrachtung des Potenzials

**Was wäre, wenn
es ein flächendeckendes HGV-Netz in Europa für 400 km/h gäbe?**

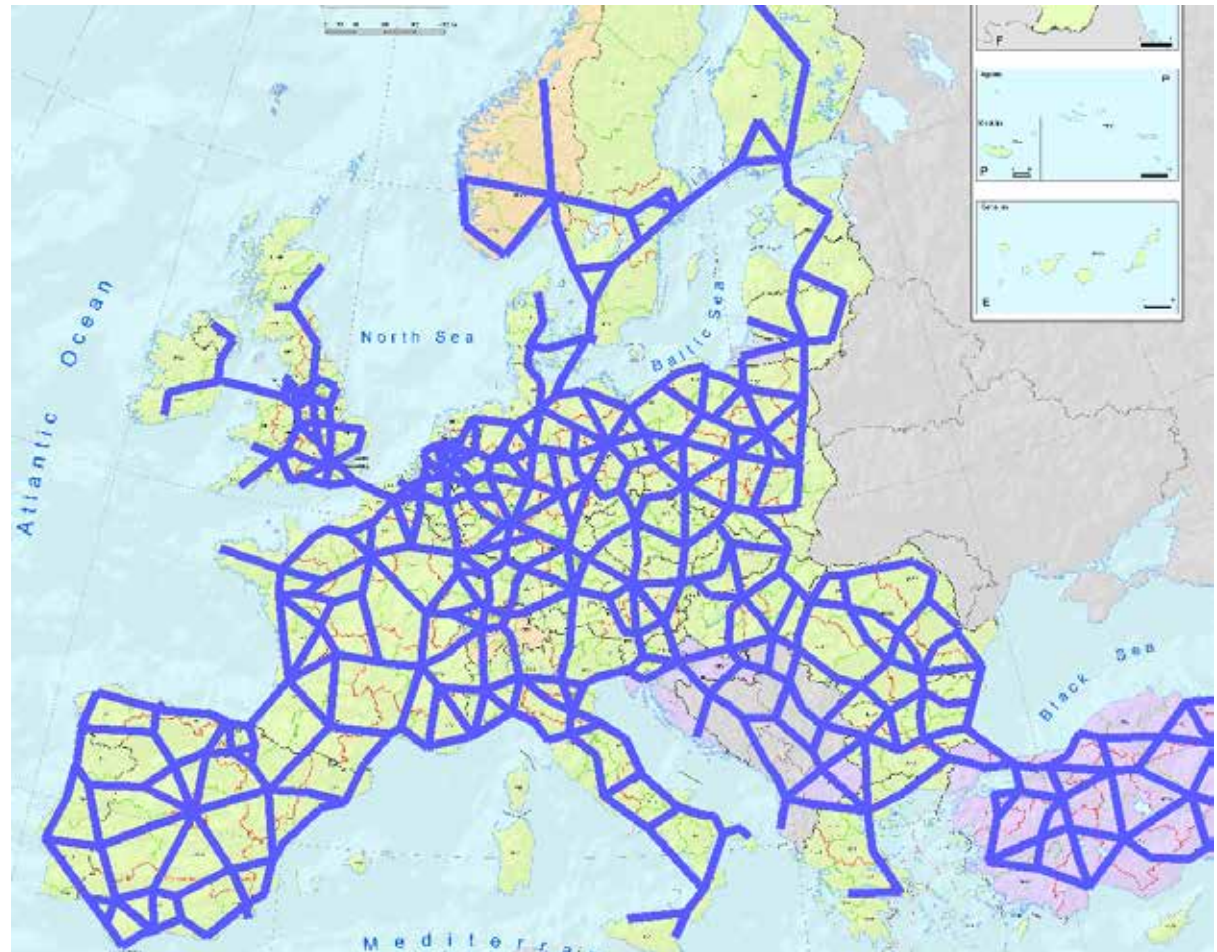
- Für die Aufstellung des Netzes wurden Regeln strikt befolgt:
 - Alle Städte ab 500.000 Ew. erhalten Direktanschluss
 - Alle Städte ab 200.000 Ew. mit Anschluss in max. 50 km Entf.
 - Alle Städte ab 80.000 Ew. mit Anschluss in max. 100 km Entf.
 - Parallele Strecken haben Mindestabstand von 100 km
 - Mindesthalteabstand 50 km
 - Maximaler Umwegfaktor: 1,5
 - Austrittswinkel aus Städten mind. 30 ° , sonst Streckenbündelung
 - Anbindung Innenstadtbahnhöfe, Langsamfahrt im Stadtgebiet



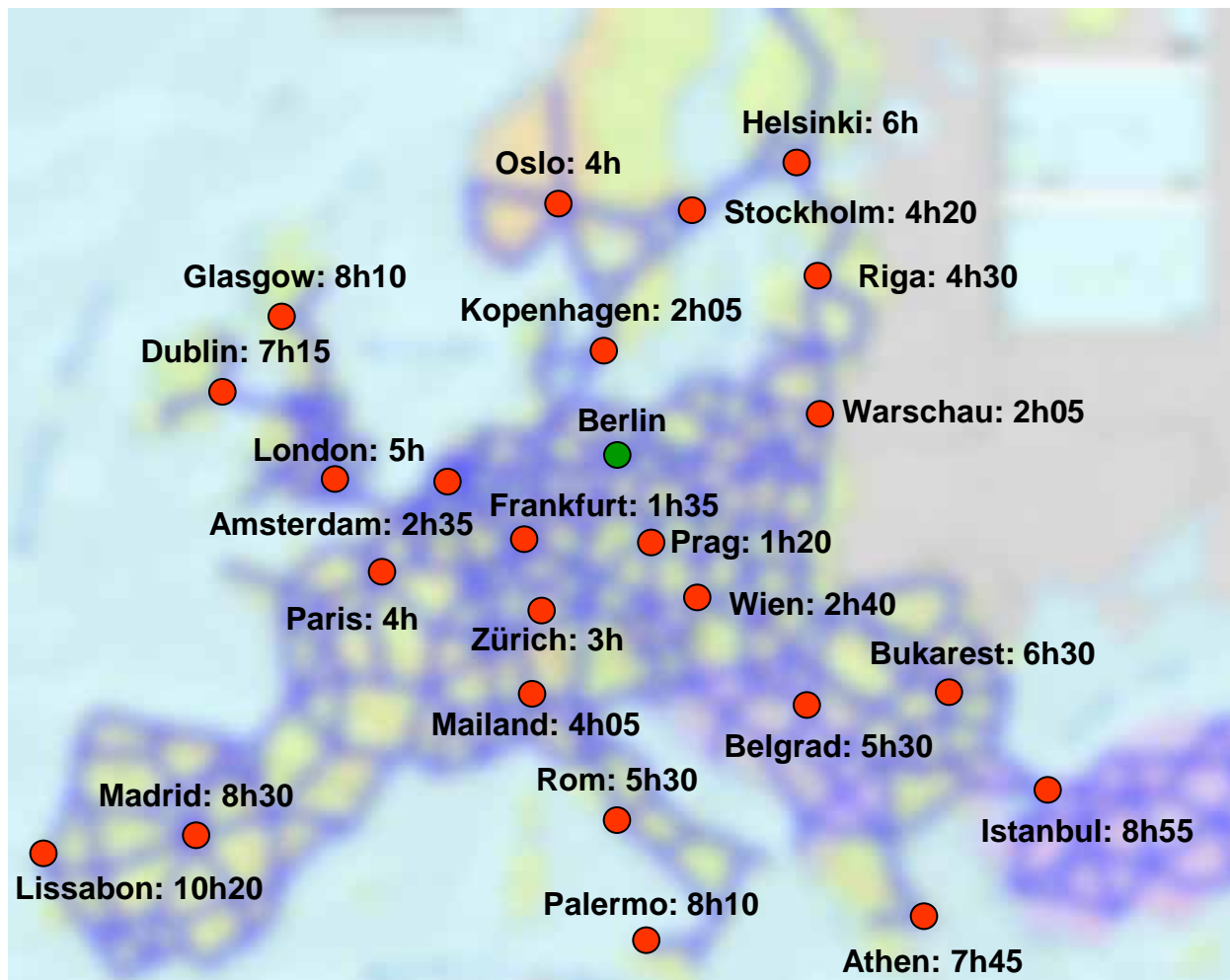
NGT Maximalnetz

Theoretische Betrachtung des Potenzials

- 77.000 km SFS
- 434 Bahnhöfe
- Drei neue Unterseetunnel (Irland, Turku, Helsinki)

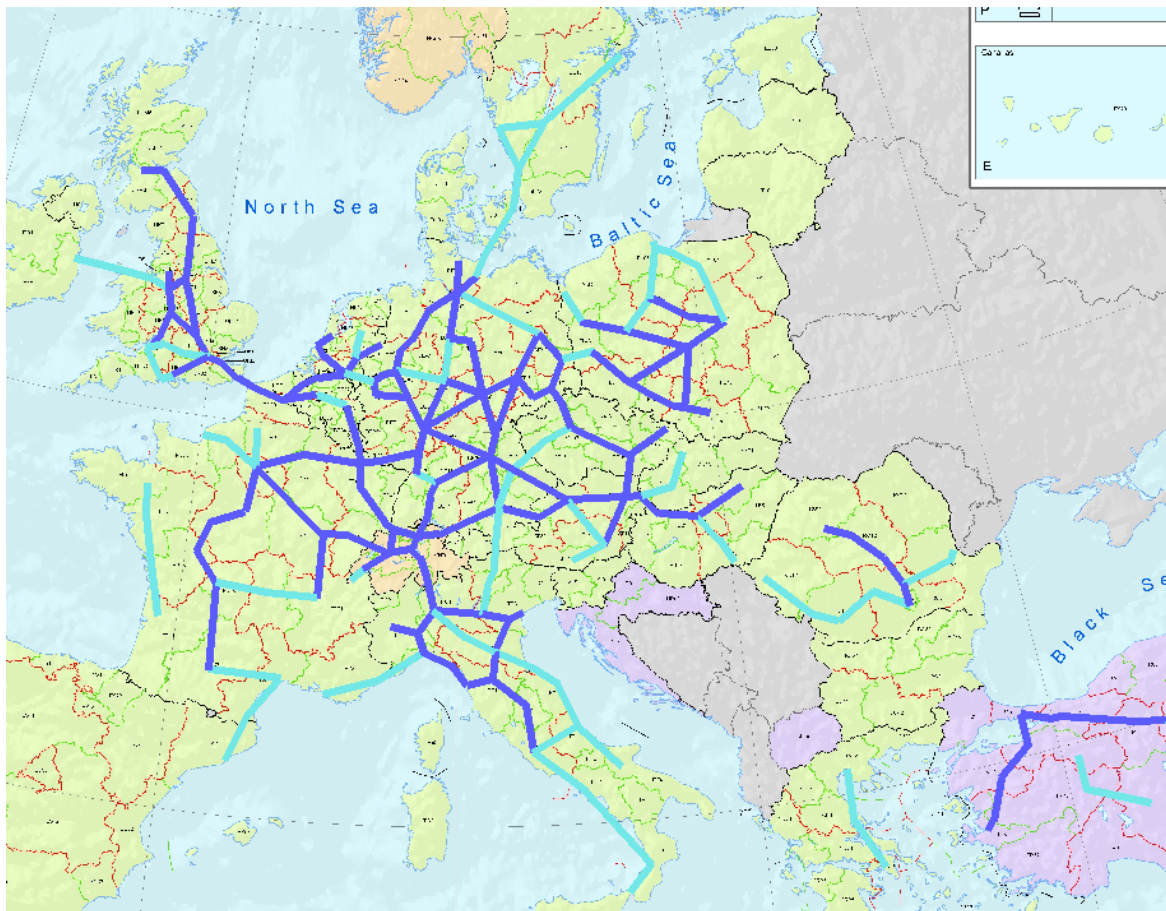


NGT Maximalnetz - Fahrzeiten ab Berlin

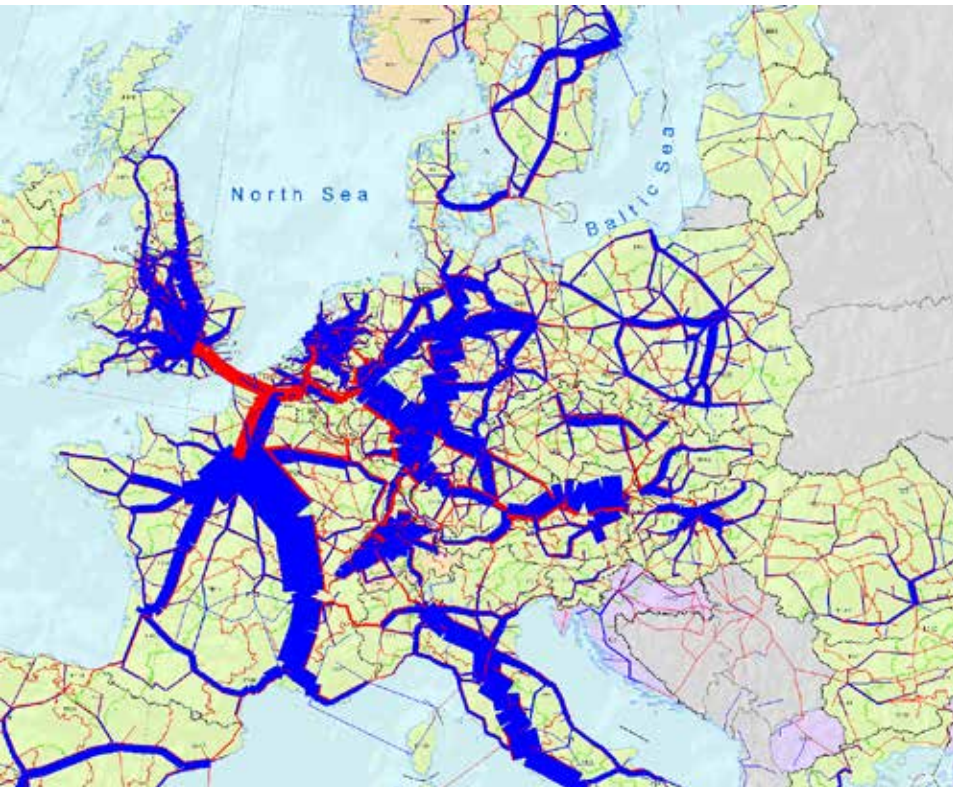


Nur ein Teil des Maximalnetzes ist empfehlenswert, da Fahrgastzugewinn nicht überall Neubau rechtfertigt

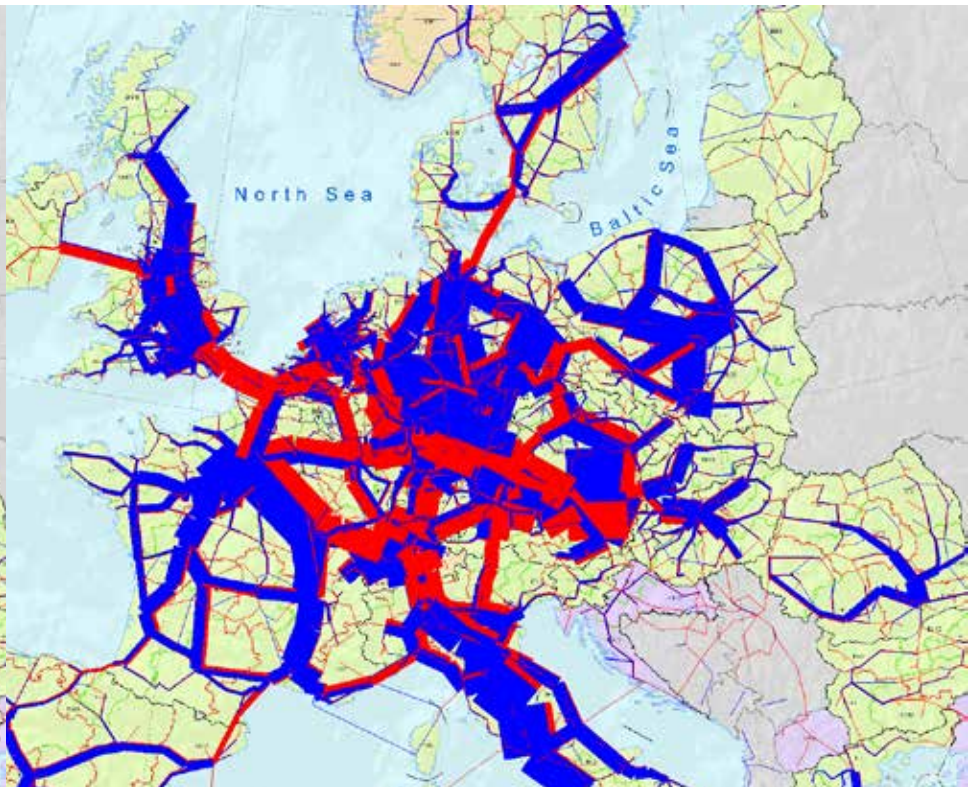
- 17% des Netzes volkswirtschaftlich sinnvoll (dunkelblau)
- Weitere 12% eventuell sinnvoll (hellblau)
- Sehr viel Potenzial in Deutschland
- Ergänzende Strecken in Frankreich und Italien
- Polen, Rumänien, Türkei besitzen Potenzial im nationalen Verkehr
- Kein Potenzial für neue Strecken in Spanien
- Tunnel Irische See prüfenswert



Effekt des empfehlenswerten NGT-Netzes



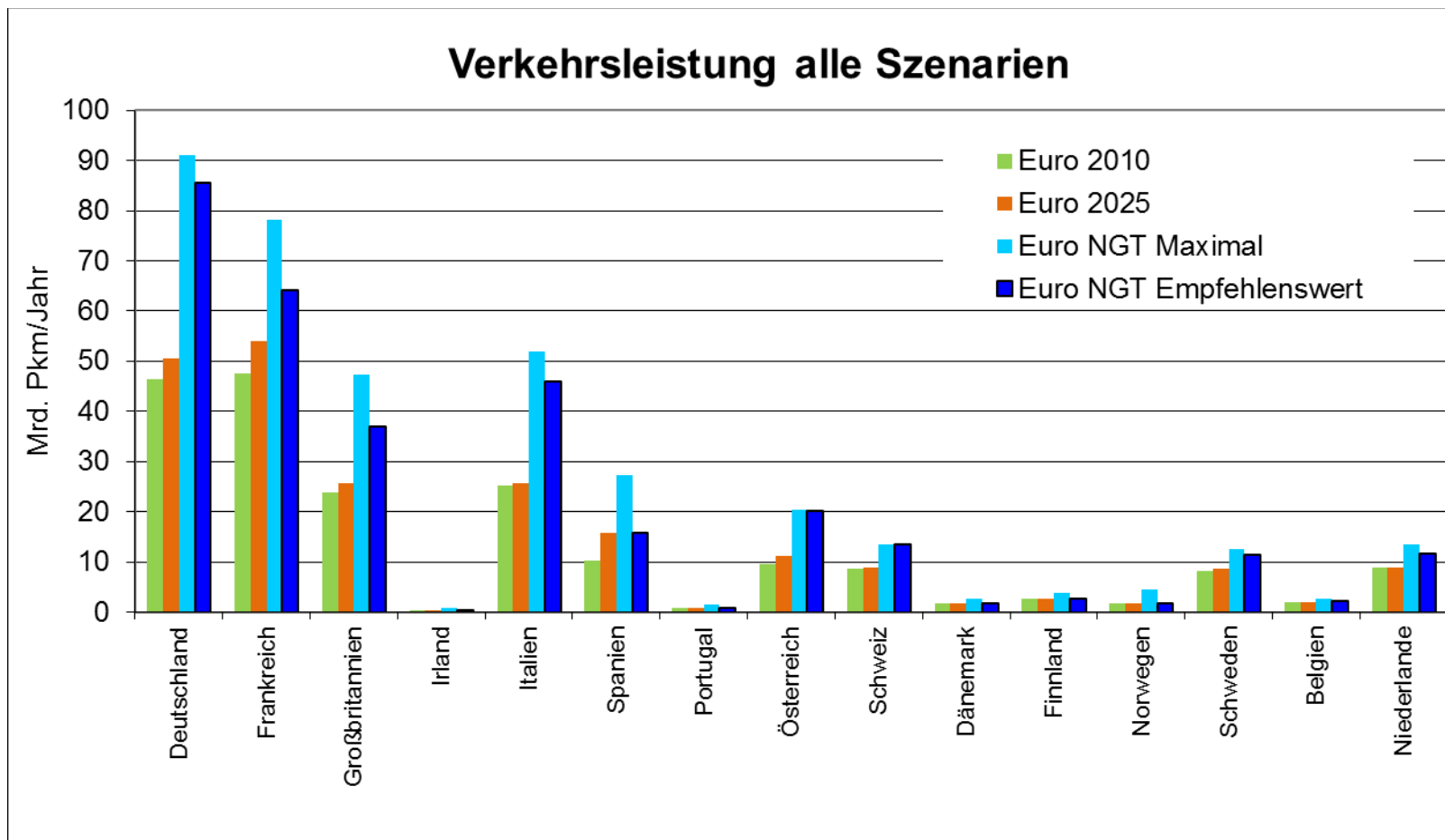
2010: 248 Mrd. Pkm/a
(8,2% international)



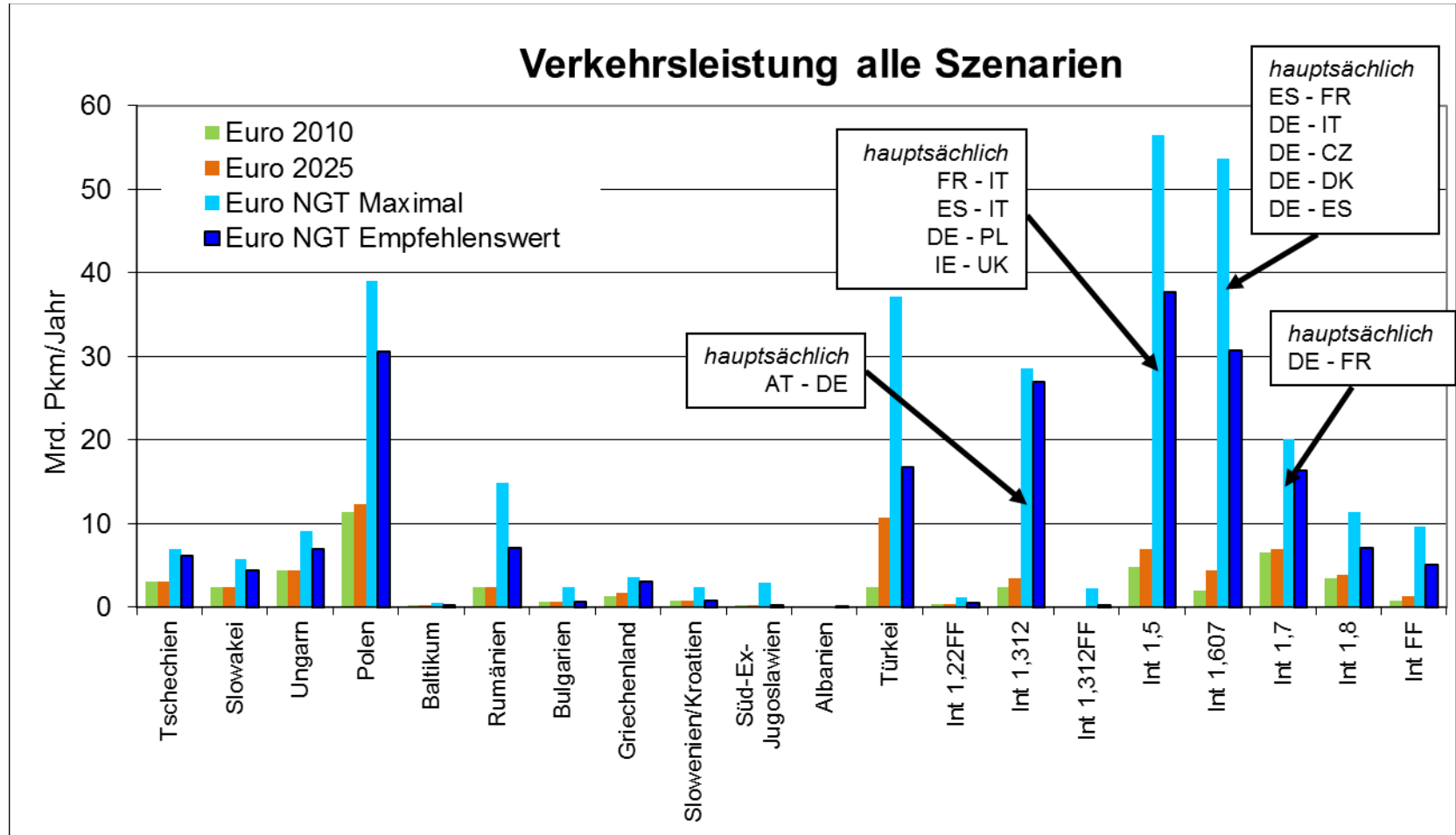
Empfehlenswertes Netz: 516 Mrd. Pkm/a
(24,2% international)



Vergleich der Szenarien (1)



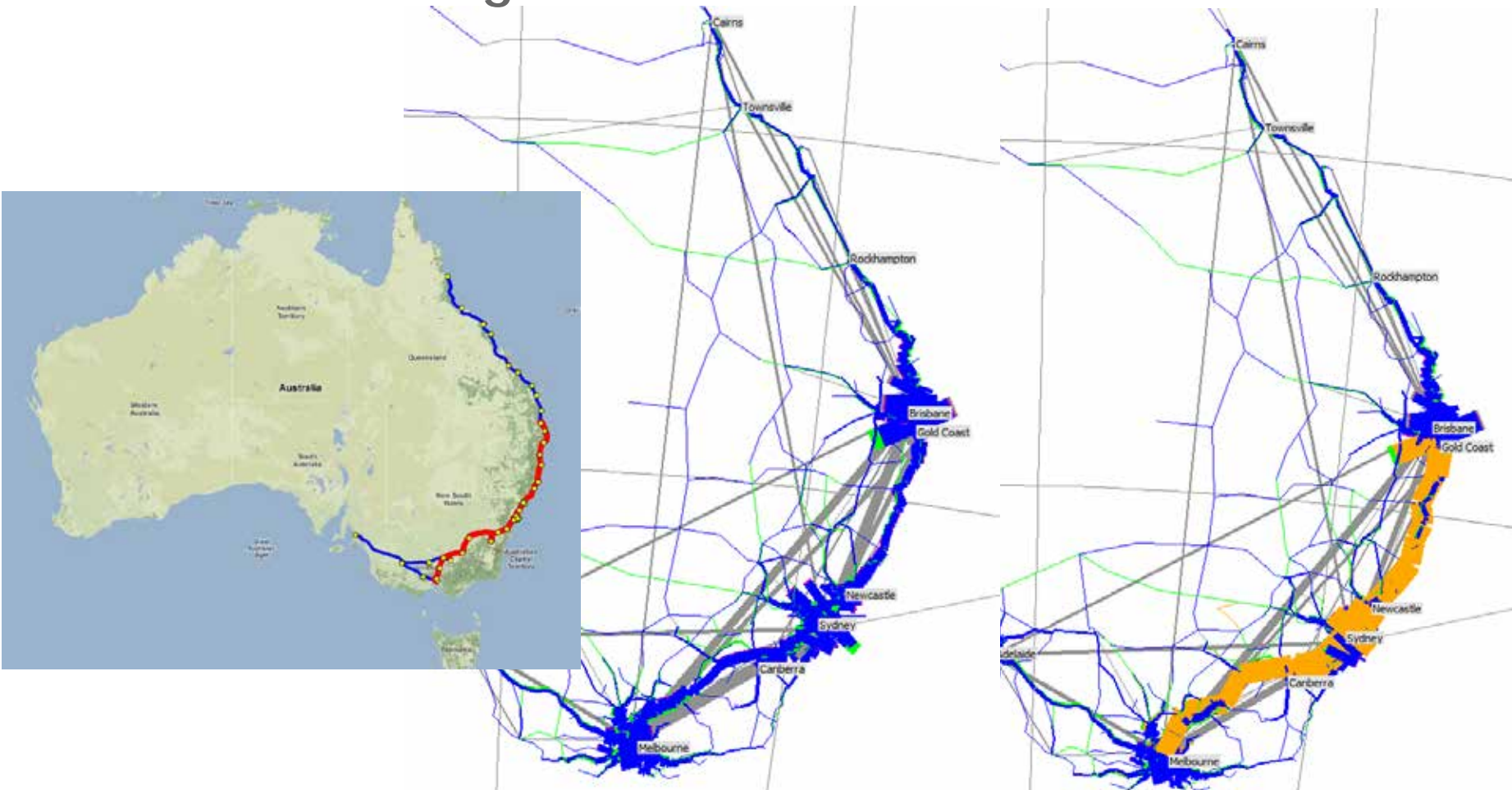
Vergleich der Szenarien (2)



Untersuchungen für Einsatz in Mexiko (studentische Arbeit)



Untersuchung für Einsatz in Australien



2030: Business-as-usual
(Blue = Car, Grey = Air)

2030: High Speed (orange)
Melbourne-Sydney-Brisbane

Zusammenfassung

- HGV bei Tempo 400 km/h ermöglicht die Verlagerung von Flugverkehr bei Entfernungen bis **1.000 km**
- Für die Ausschöpfung des Potenzials sind **Geschwindigkeitseinbrüche** zu vermeiden
- In Deutschland bringt Einbindung von **kleinen Großstädten** mehr Nutzen für Bahnbetreiber und Fahrgäste
- In D müssen die Fahrgäste am häufigsten **umsteigen**
- Westeuropa: **Verdoppelung** der nationalen Fernverkehrsleistung
- Polen, Rumänien und Türkei: **Verdreifachung** der nationalen Verkehrsleistung
- Internationaler Verkehr: **Versechsfachung** der Verkehrsleistung, Hauptaufkommen auf deutschem Territorium
- 400 km/h bedeuten: von Berlin in **4 Stunden** nach Paris, Mailand, Budapest und Stockholm

