

Verkehrsprognosen

Das Verkehrswachstum als zeitliche Anforderung an die Eisenbahnforschung

Dipl.-Ing. Gunnar Bosse

Rail Automation 22./23. Juni 2006

Einleitung

Die **Infrastrukturen** der Eisenbahn sind „zementierte“ Vorstellungen von **Betriebsprogrammen und Produktionskonzepten**, die auf Grund der zum Zeitpunkt der Planung **erwarteten Verkehrsentwicklungen** entstanden sind.

Zeiträume im Eisenbahnwesen

- 10 Jahre Planfeststellung + 10 Jahre Bau + 60 Jahre Lebensdauer Feste Fahrbahn = 80 Jahre
- Entwicklungszeiten, z.B. LZB ca. 20 Jahre von Idee bis Planeinsatz
- Strecke Offenburg – Basel
Hochleistungsblock des Projekts CIR-ELKE trifft auf Mechanisches Stellwerk
- Braunschweig Rbf
1960 Inbetriebnahme
heute mit Pionierpflanzen wie Birken und Ebereschen (Vogelbeeren) zuwachsendes Biotop
Gegenstand einer Idee für ein Freizeitprojekt (www.braunschweigerzeitschiene.de)
- Schnellfahrstrecke Hannover – Würzburg
in den 1970er Jahren als Mischverkehrsstrecke für 200 km/h geplant
seit Inbetriebnahme 1991 mit 250 (280) km/h befahren
zeitliche Entmischung von Personen- und Güterverkehr
Überholbahnhöfe weitgehend ungenutzt

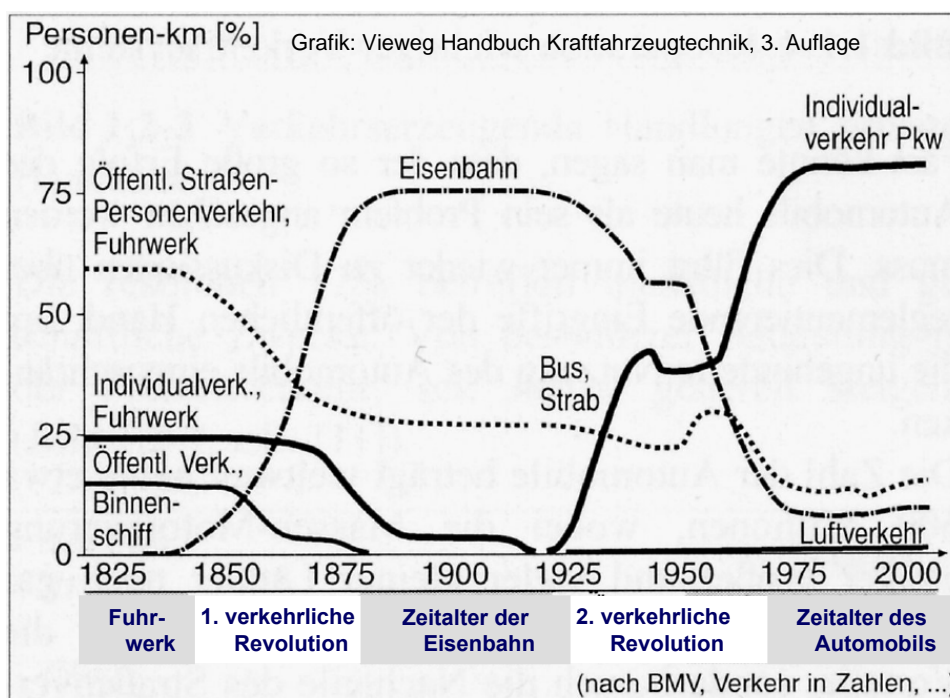
Probleme

- tatsächlich eingetretene Verkehrsentwicklung führt zu Diskrepanzen zwischen Infrastrukturen und eigentlich benötigten Produktionskonzepten und Betriebsprogrammen
- Verkehrsprognosen (z.B. für BVWP 2003) haben Horizonte von „nur“ 15, 20 Jahren
- Heute getroffene Entscheidungen werden erst in 10, 20 Jahren wirksam und wirken dann für mehrere Jahrzehnte nach.
- „Hellseherische“ Fähigkeiten zur Weiterentwicklung der Eisenbahn über 2015 hinaus erforderlich?

- **Modal-Split 1800 - 2000**
- **Prognose 1997 - 2015**
- **Exkurs I: Leistungsfähigkeit**
- **Exkurs II: Lebensdauerkosten von Bahnen**
- **Diskussionsskizze: *Bahn 2045***
- **Zusammenfassung**
- **Schlussbemerkungen**

Modalsplit 1800 - 2000

Modal-Split-Veränderungen infolge neuer Verkehrssysteme (Bsp. Personenverk.)



Bedingungen für Erfolg

- neu gegenüber Status Quo
- Generieren neuer Verkehre
- besser als Status Quo

Eisenbahn

- große Transportweiten
- hohe Geschwindigkeiten
- große Transportmengen

Automobil

- Erschließung der Fläche
- direkte Quelle-Ziel-Verbindungen
- Transport aus einer Hand
- jederzeitige Verfügbarkeit
- große Flexibilität und Gefühl individueller Freiheit
- Prestigeobjekt des Eigentümers

Modal-Split-Veränderungen

• **Revolutionäre Veränderungen**

Aufkommen neuartiger Verkehrssysteme, die neue Verkehrsbedürfnisse erwecken und erfolgreich flächendeckend erfüllen: 1835 – 1875 Eisenbahn, 1920 – 1970 Automobil,

• **Evolutionäre Veränderungen**

Interne Optimierung und Weiterentwicklung der verschiedenen Verkehrssysteme. Die Modal-Split-Veränderungen sind nur gering, es liegt ein gesamtgesellschaftlich weitgehend akzeptierter Modal-Split vor: 1875 – 1920 Zeitalter der Eisenbahn, 1970 – heute Zeitalter des Automobils

• **Exogene Veränderungen**

Verschiebungen infolge sich verändernder Umgebungs-/ Randbedingungen (Güterstruktureffekt, abnehmender gesellschaftlicher Konsens über bestehenden Modal-Split, dirigistische Maßnahmen, steigende Treibstoffkosten, etc.).

Derzeit absehbare Veränderungen

• **Revolutionäre Veränderungen**

nicht in Sicht

• **Übergang von evolutionären zu exogenen Veränderungen**

Die Verkehrsentwicklung, insbesondere die Zunahme wird zunehmend als Problem empfunden.

Prognose 1997 - 2015

nach: Arge Verkehrsprognose 2015 (BVU, ifo, ITP, PLANCO): Langfr. Prognose des Personen- und Güterverkehrs (für BVWP 2003)

Modal-Split-Entwicklung bis 2015 (Basis: Verkehrsleistung)

	Straße		Schiene		Straße (ÖV)	Binnenschiff
	PV (o. ÖV)	GV	PV	GV	PV	GV
Basis 1997	80 %	64 %	8 %	20 %	9%	17 %
Laisser-faire	→ 79 %	↑ 71 %	→ 8 %	↘ 14 %	↘ 7 %	↘ 15 %
Trend	→ 79 %	↑ 70 %	→ 8 %	↘ 15 %	↘ 7 %	↘ 15 %
Integration	↘ 77 %	→ 66 %	↗ 9 %	→ 19 %	→ 8 %	↘ 15 %
Überforderung	↓ 73 %	↘ 58 %	↑ 12 %	↑ 28 %	→ 9 %	↘ 14 %

nach: Arge Verkehrsprognose 2015 (BVU, ifo, ITP, PLANCO): Langfr. Prognose des Personen- und Güterverkehrs (für BVWP 2003)

Modal-Split-Entwicklung bis 2015 (Basis: Verkehrsleistung)

	Straße		Schiene		Straße (ÖV)	Binnenschiff
	PV (o. ÖV)	GV	PV	GV	PV	GV
Basis 1997	80 %	64 %	8 %	20 %	9%	17 %
Laisser-faire	Trifft wegen der inzwischen eingeführten LKW-Maut auf Autobahnen nicht mehr zu.					
Trend	→ 79 %	↑ 70 %	→ 8 %	↓ 15 %	↓ 7 %	↓ 15 %
Integration	↓ 77 %	→ 66 %	↑ 9 %	→ 19 %	→ 8 %	↓ 15 %
Überforderung	Wurde seitens der Bundesregierung (rot-grün!) als nicht durchsetzbar angesehen. *)					

*) Ziel flächendeckender Mobilität gefährdet; soziale Komponente außer Acht gelassen; negative Auswirkungen auf Wirtschaft und Beschäftigung; wegen des Harmonisierungsgebotes auf EU-Ebene nicht aussichtsreich

nach: Arge Verkehrsprognose 2015 (BVU, ifo, ITP, PLANCO): Langfr. Prognose des Personen- und Güterverkehrs (für BVWP 2003)

Modal-Split-Entwicklung bis 2015 (Basis: Verkehrsleistung)

Personenverkehr

- Die Modal-Split-Anteile bleiben in etwa konstant auf dem seit 30 Jahren vorhandenen Niveau.
- Zunehmender Luftverkehr drückt Anteile aller anderen Verkehrsträger leicht.
- Verschieben der Nutzerkosten und strengere Parkraumbewirtschaftung können ÖV-Anteile leicht erhöhen.

	1997	Trend	Integr.
Straße	80 %	→ 79 %	↓ 77 %
Schiene	8 %	→ 8 %	↑ 9 %
Straße (ÖV)	9%	↓ 7 %	→ 8 %

Güterverkehr

- Der Verkehrszuwachs findet trotz LKW-Maut überproportional auf der Straße statt.
- Ohne weitergehende Lenkungsmaßnahmen werden die Modal-Split-Anteile von Schiene und Binnenschiff weiter abnehmen.
- Lenkungsmaßnahmen führen nur zu Verschiebungen zwischen Straße und Schiene – kaum zum Binnenschiff.







Straße	64 %	↑ 70 %	→ 66 %
Schiene	20 %	↓ 15 %	→ 19 %
Binnenschiff	17 %	↓ 15 %	↓ 15 %

nach: Arge Verkehrsprognose 2015 (BVU, ifo, ITP, PLANCO): Langfr. Prognose des Personen- und Güterverkehrs (für BVWP 2003)

Verkehrsentwicklung bis 2015 (Basis: Verkehrsleistung)







Personenverkehr (in Mrd. Pkm)

- Der Gesamtzuwachs beträgt etwa 20 %.
- Zuwächse hauptsächlich im Fernverkehr (Schiene + Straße), im Nahverkehr Stagnation.
- Reduzierung des Zuwachses auf der Straße um 6 % bedeutet Anstieg der Verkehrsleistung der Schiene um weitere 15 %.

	1997	Trend	Integr.
Straße	750	 915 + 22 %	 873 + 16 %
Schiene	74	 87 + 18 %	 98 + 33 %
Straße (ÖV)	83	 78 - 5 %	 86 + 4 %

Güterverkehr (in Mrd. tkm)

- Der Gesamtzuwachs im Güterverkehr beträgt 63 %.
- Alle Verkehrsträger profitieren von diesem Zuwachs.
- Lenkungsmaßnahmen führen nur zu Verschiebungen zwischen Straße und Schiene – kaum zum Binnenschiff.
- Reduzierung des Zuwachses auf der Straße um 10 % bedeutet Anstieg der Verkehrsleistung der Schiene um weitere 29 %.

Straße	236	 425 + 80 %	 401 + 70 %
Schiene	73	 92 + 27 %	 115 + 58 %
Binnenschiff	62	 89 + 43 %	 90 + 44 %

Thesen II

„Mehr Güter auf die Schiene!“

- Die **Forderung wird bis 2015 nicht** im Sinne einer Verschiebung des Modal-Split-Anteils **erfüllt werden**. Ohne flankierende Maßnahmen wird er sogar leicht sinken.
- **ABER I:** Die Entwicklung lässt langfristig eine deutliche **Verschiebung** weg vom Einzelwagenverkehr hin **zum Kombinierten Verkehr** und auch **Ganzzugverkehr** erkennen.
- **ABER II:** Einzelwagenverkehr bleibt trotz Abnahme weiterhin dominierend
- **Langfristige Gewinner** sind die Verkehre, die „**schlanke**“ **Produktionslinien** haben, d.h. mit
 - wenig schienengebundenem Sammeln und Verteilen in der Fläche,
 - geringem Rangier- und Umstellaufwand
 - langen Laufwegen
 - zwischen Quelle und Ziel insgesamt guter Infrastrukturauslastung
 - einfachen Infrastrukturen, die wenig Weichen und entsprechende LST benötigen

Langfristig dennoch zur Güterbahn? Gründe dafür:

- **Güterverkehr** ist **größter Wachstumsmarkt** im Verkehr. Er steigt bis 2015 um 63 %, der Personenverkehr nur um etwa 20 % an. Das Verhältnis der Zug-km verschiebt sich zum GV.
- Automobil wird von den meisten Menschen als individuelle Freiheit empfunden – eine **Politik gegen das Auto** erscheint **kaum durchsetzbar**.
- Das Ansteigen der Verkehrsleistung im GV wird wesentlich durch ein **überproportionales Anwachsen der Transportentfernung** hervorgerufen.
- **Globalisierte Arbeitsteilung** „sichert“ langfristig **große Transportentfernungen**.
- **Straßengüterfernverkehr** steht bei der Nutzung der Straßen in starker Konkurrenz zum **Personenverkehr**. Hier werden sich die **Interessenkonflikte** verschärfen.
- **Instandhaltungsaufwand bei den Straßen** wird wegen der Zunahme der LKW sehr stark **überproportional zunehmen**. Können die dazu erforderlichen Aufwendungen nicht bereit gestellt werden, droht ein rasanter Verfall.
- Maßnahmen gegen den LKW werden **beim Wähler** auf deutlich größere **Zustimmung** stoßen – hier sind sich sogar ADAC und VCD schon heute weitgehend einig: **Güter gehören auf die Schiene!** Dem wird die LKW-Lobby nicht ewig standhalten können.

Thesen III – eine aktuelle Ergänzung

<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,422743,00.html>

vom 21.06.2006

IMMER MEHR AUTOBAHNSTAUS

Alle 30 Kilometer eine Baustelle

Kurz vor Beginn der Urlaubszeit schlagen die Verkehrsclubs Alarm: Autofahrer müssen sich auf massive Verkehrsbehinderungen einstellen. Bis Mitte September drohen durch 195 Baustellen auf den deutschen Autobahnen Staus und stockender Verkehr. Die Folge sind oft tödliche Unfälle.

Nach Schätzungen des ACE wird es künftig wegen des wachsenden Verkehrsaufkommens, Baustellen und Unfällen zu immer längeren Staus kommen. Im Schnitt stehe jeder Autofahrer in Deutschland schon heute jedes Jahr 60 Stunden im Stau. Das seien insgesamt 4,7 Milliarden Stautunden oder 535 Milliarden Staukilometer pro Jahr, erklärte der ACE unter Berufung auf Studien der Universität Duisburg.

Wirtschaftliche Ausgangslage

- Chronische **Verschuldung der öffentlichen Haushalte hält an** und schränkt staatliche Handlungsspielräume weiter ein.
Bundeskanzlerin: „Deutschland ist ein Sanierungsfall“
- **Ökonomischer Druck** beim Betreiben der Verkehrssysteme **wächst**.
- Aufgabe der flächendeckenden Versorgung mit Schienenverkehr als Teil der Daseinsvorsorge

Langfristig drohende Schrumpfungsbereiche der Eisenbahn

- Einzelwagenverkehr (MORA C wird sich trotz Förderung von Anschlüssen durchsetzen)
- Personennahverkehr im ländlichen Raum, insbesondere wenn Regionalisierungsmittel weiter verringert werden

Langfristige Wachstumsbereiche der Eisenbahn

- Ganzzüge und Kombiniertes Verkehr, vor allem Hafenhinterlandverkehre und internationale Relationen (Problem: fehlende Kapazitäten bei (Tages-)Trassen, Verladung, Umschlag)
- Personenfernverkehr zwischen Ballungsräumen, durchaus auch international, aber durch Luftverkehr nach oben hin begrenzt
- Personennahverkehr in Ballungsräumen und deren Umgebung (u.U. altern. als BoStrab)

Exkurs I: Leistungsfähigkeit – Grundregeln

Günstig

- trassenparalleles Fahren (Geschwindigkeitsbündelung, artrein = 100 %)
- getrennte Richtungsgleise (mindestens 2-gleisige Strecken)
- ausreichend aufnahmefähige Knoten (wird bei LF Berechnungen gern übersehen)
- häufige (oder permanente) Ortung
- gleichmäßiger Geschwindigkeitsverlauf, insbesondere bei kurzen Ortungsintervallen
- lange Einheiten

Ungünstig

- große Geschwindigkeitsscheren
- Richtungswechsel auf einem Gleis
- eingleisige Strecken (LF ca. 1/3 einer zweigleisigen Strecke)
- kurze, einzeln fahrende Einheiten

(BVWP 2003, Abschnitt 4.10)

Moderne Verkehrstechnologien können dazu beitragen,

- das Verkehrsaufkommen intelligenter zu steuern,
- **neue Kapazität** im Verkehr zu erschließen,
- die Verkehrssicherheit zu erhöhen,
- den Verkehr umweltgerechter abzuwickeln.

Ziele

- **höchstmögliche Leistungsfähigkeit** der Verkehrssysteme
- **effiziente Nutzung** der investitionsintensiven Verkehrsinfrastruktur
- Gefahrenprävention
- umweltgerechtere Verkehrsabwicklung
- nachhaltiger Schutz vor Schadstoff- und Lärmbelastigungen
- **Gütertransport zugunsten der Schiene leistungsfähiger machen**

Höchstmgf. Leistungsfähig.
Beachtung der Grundregeln +
durch NT mobilisierbare
Reserve (ca. 10 % gegenüber
gut ausgebauten heutigen
Strecken)

Effizienz (vereinfacht)
Verhältnis von
Verkehrsleistung / Aufwand

Effizienz ↑ = Kosten ↓

Exkurs II: Lebensdauerkosten von Bahnen

(nach UIC Studie, Stand 1999, wiedergegeben in: Lichtenberger, B. „Handbuch Gleis“, Tetzlaff Verlag)

Vergleich verschiedener Bahnen

- 12 westeuropäische Bahnen (RENFE, SNCF, SBB, SNCB, NS, DB AG, RT, BS, JBV, BV, FS, ÖBB)
- 5 nordamerikanische Bahnen (BNSF, CSXT, UP, NS, CR)
- 4 ostasiatische Bahnen (JR East, JR Central, JR West, KCRC)

Betrachtungsebene/-kriterien

- Kosten des Gesamtnetzes (Haupt- und Nebengleise)
- Weichendichte, Anteil Bögen
- Länge von Brücken und Tunneln
- Länge mehrgleisiger Strecken
- Elektrifizierungsgrad
- Netzauslastung, Anzahl Züge, Brutto-Tonnage, etc.

(nach UIC Studie, Stand 1999, wiedergegeben in: Lichtenberger, B. „Handbuch Gleis“, Tetzlaff Verlag)

Lebensdauerkosten absolut

	Mittelwert LCC [€/ m]	Instandhaltung [€/ m]	Erneuerung [€/ m]
Westeuropa	57,- (33,- ... 76,-)	33,-	24,-
Ostasien	163,-	78,-	85,-
Nordamerika	20,-	8,-	12,-

Lebensdauerkosten pro 1000 Transporteinheiten

	LCC pro 100 TE [€/ 1000 TE]	Erläuterungen
Westeuropa	22,9	Hoher Anteil Mischverkehrsstrecken.
Ostasien	13,2	Hohe Absolutkosten werden durch hohe Auslastung mehr als ausgeglichen.
Nordamerika	2,2	Güterverkehr dominierend, sehr niedrige Infrastrukturstandards, konsequente Anpassung an Nachfrage

(UIC Studie, wiedergegeben in: Lichtenberger, B. „Handbuch Gleis“, Tetzlaff Verlag)

Kostentreiber

- Mischverkehrsstrecken
- hohe Kurvenanteile
- hohe Weichendichte
- eingleisige Strecken (je Gleis 40 % höher als bei zweigleisigen Strecken je Gleis)

Besonders wirtschaftliche Infrastrukturen

- sind spezialisiert auf bestimmte Verkehre (im Prinzip artrein)
- sind technisch auf die Anforderungen des jeweiligen Verkehrsproduktes zugeschnitten
- beinhalten keine trassierungstechnischen Kompromisse
- haben wenig Weichen
- haben sehr hohe technische Standards bei hohen Auslastungen
- haben sehr niedrige technische Standards bei niedrigen Auslastungen

Grundsätze

- Primat der Wirtschaftlichkeit (Optimierung des Verhältnisses LCC/Verkehrsleistung)
- Reduzieren von teuren Mischverkehrsstrecken zugunsten höher auslastbarer Spezialstrecken
- Konzentration auf die eisenbahnaffinen Wachstumsbereiche am Verkehrsmarkt
- Orientierung an den Stärken des Systems Eisenbahn

Getrennte Netze

- Güterverkehr (ca. 120 – 160 km/h) mit „Rund um die Uhr“-Produktion
- Personenfernverkehr zwischen den Ballungsräumen (ca. 230 km/h, z.T. bis 300 km/h)
- Nahverkehr in Ballungsräumen und deren Umgebung
- im Güter- und Personenfernverkehr grenzüberschreitend

„Sorgenkinder“

- Einzelwagenverkehr (könnte aber von Effizienzsteigerungen im GV mitprofitieren)
- Nahverkehr „auf dem flachen Land“ in wirtschaftlich schwachen Gebieten

Infrastrukturgestaltung

- Zwei- oder mehrgleisige Strecken (eingleisige Strecken u.U. zweigleisig ausbauen oder stilllegen)
- Minimierung von Weichen und Überholungsgleisen
- angepasste Leit- und Sicherungstechnik (ETCS Level 2 o. 3 auf HGV- und intern. Strecken)

Beispiele (Niedersachsen)

- Y-Trasse als reine GV-Hochleistungsstrecke für GV-Verkehre von Emden – Bremen/Bremerhaven und Skandinavien – Hamburg jeweils nach Süden und umgekehrt?
- Optimierung der ABS Hamburg – Hannover für PFV und PNV durch dritte Gleise zur Abminderung der Geschwindigkeitsschere?
- Ausreichendes GV-Aufkommen, um Uelzen – Gifhorn – Braunschweig – Kreiensens als GV-Strecke zweigleisig auszubauen?
- Stilllegen der eingleisigen Süd-Elm-Strecke Wolfenbüttel – Schöningen – Helmstedt?

Chancen der Bahn I: „Systemgrenzen des LKW“

- Eine erneute revolutionäre Verschiebung des Modal-Splits durch das Aufkommen eines neuartigen Verkehrssystems ist nicht absehbar.
- Eine exogene Veränderung ist insbesondere im Güterverkehr denkbar, da das System LKW an seine Systemgrenzen stoßen und unter politischen und dirigistischen Druck geraten wird.
- Zusätzlich könnte die Bahn den Güterstruktureffekt durch den Transportweiteneffekt der Globalisierung wettmachen.

Chancen der Bahn II: „Stärken stärken – Schwächen schwächen“

- Bestehende Verkehrssysteme müssen anhand ihrer Systemstärken optimiert werden.
- Es sollten der Bahn keine Leistungen abgefordert werden, die von einem anderen effizienter erbracht werden können.
- Produktivität der Bahn durch Entmischung und schlanke Produktionslinien erhöhen, Stilllegen von unproduktiven Bereichen.
- Zwischen den Verkehrssystemen eine Vernetzung i.S. einer systemstärkenorientierten Arbeitsteilung anstreben.

Fragestellungen an die Eisenbahnforschung

- Welches sind die grundlegenden, langfristig gültigen Systemeigenschaften der Eisenbahn?
- Wo ist die Eisenbahn systembedingt stark und wo ist sie schwach, was können andere besser?
- In welchem Maße können neue Technologien Schwächen abmildern oder aufheben und zu weiteren Stärken führen? Wann stehen diese zur Verfügung?
- Gibt es grundsätzliche Trends in der Verkehrsentwicklung, die langfristig anhalten könnten?
- Welche dieser Trends sind affin zu den Systemstärken der Eisenbahn?
- Wie müssen Produktionskonzepte, Betriebsprogramme und Infrastrukturen abgestimmt sein, um die als eisenbahnaffin erkannten Verkehre wirtschaftlich bedienen zu können?
- Wie und in welchen Zeiträumen kann das Netz den neuen Anforderungen strukturell angepasst werden?

Einladung zu Workshop

„Bahn 2045 – Betriebliche Infrastruktur für übermorgen“

vrsl. Ende WS 2006/07 / Frühjahr 2007 im IfEV

Eisenbahn-Forschung

- Die Eisenbahn ist ein technisch-betriebliches Verkehrssystem von hoher Komplexität.
- Anpassungs-, Entwicklungs- und Harmonisierungsprozesse dauern oftmals mehrere Jahrzehnte, bis sich netzweite Effekte einstellen können.
- Horizonte der Verkehrsprognosen sind oftmals deutlich kürzer.
- Heute getroffene Entscheidungen wirken sich noch in vielen Jahrzehnten aus.
- Die Eisenbahn eignet sich nicht beliebig als technologisches Experimentierfeld.



- Entwicklung von Verfahren zur Beschleunigung der Entwicklungs- und Zulassungs- sowie Migrationsprozesse
- Analyse der und Konzentration auf die langfristigen Systemstärken der Eisenbahn.
- Beschreiben von Verkehrssektoren, die durch diese Systemstärken gut bedient werden können.
- Nutzen und Chancen neuer Technologien auf der Basis eingehender Systemkenntnis realistisch einschätzen und beurteilen.
- Offene Diskussion des Erfolges oder Misserfolges von Experimenten.

Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit!