



Migration neuer Technologien in das System Bahn am Beispiel von ETCS

Michael Meyer zu Hörste, Miroslav Obrenovic

DLR, Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung
Braunschweig



Migration im Bereich der Bahnsysteme

Fragen (...statt einer Gliederung)

- Wie ist die Motivation für die Einführung von ETCS?
 - Wo steht ETCS heute technisch und betrieblich?
 - Wird damit die technische und betriebliche Interoperabilität erreicht?
 - Wie sieht der Markt für ETCS aus?
 - Bringt ETCS technische oder wirtschaftliche Vorteile?
- Wie sind Migrationsstrategien für ETCS methodisch zu entwickeln und zu bewerten?
- Wird man mit ETCS eine Nachfragesteuerung im Bereich des Schienengüterverkehrs erzielen können?
- Diskussion am Beispiel des Korridors von Rotterdam nach Genua
- Thesen (...statt einer Zusammenfassung)

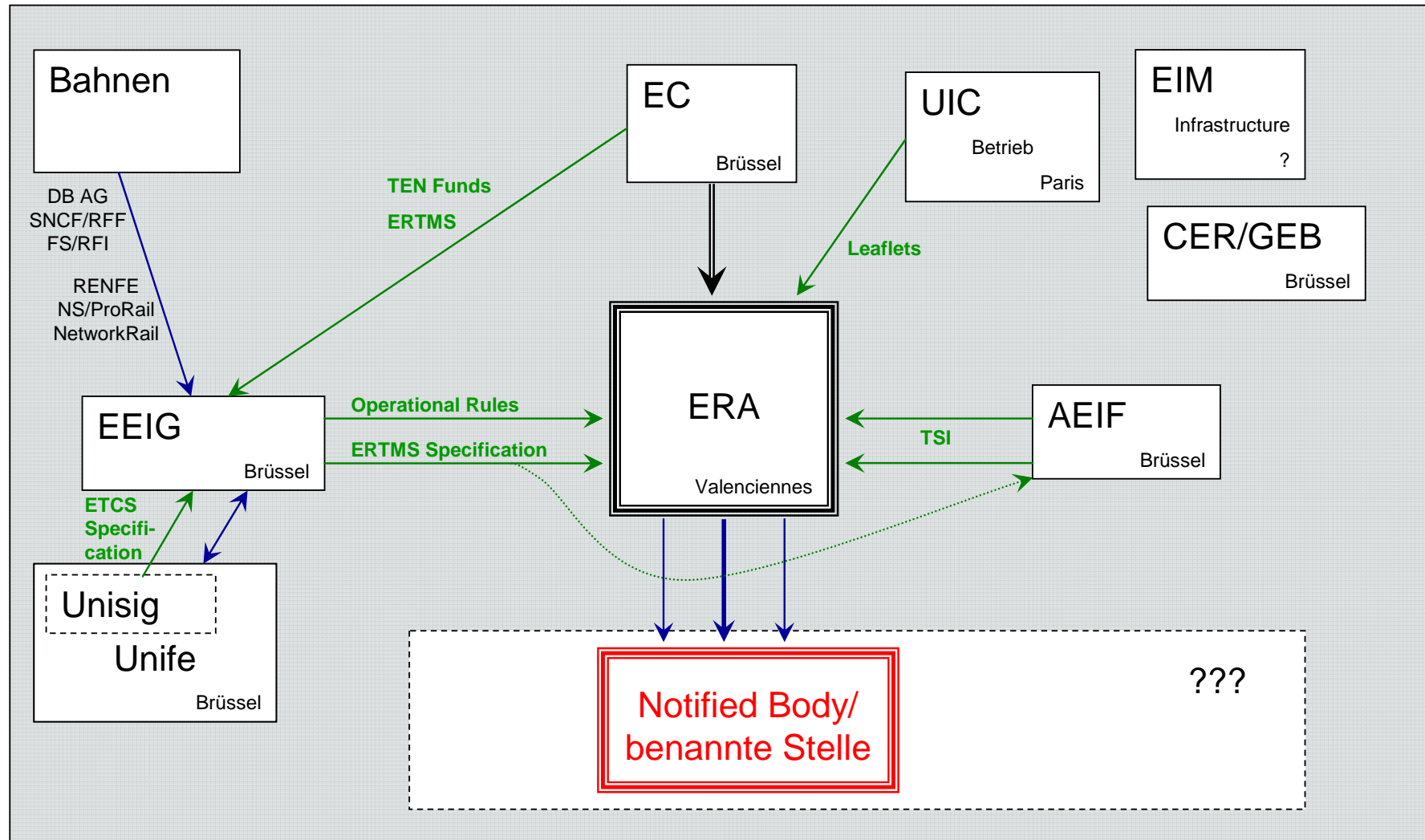


Migration ETCS - Motivation

- EU-Richtlinien 96/48/EG und 2001/16/EG
- Interoperabilität / eisenbahnbetriebliche und volkswirtschaftliche Aspekte
 - Beschaffungs- und Absatzmärkte
 - Diskriminierungsfreier Zugang zur europäischen Eisenbahninfrastruktur
 - Grenzüberschreitender Verkehr
 - Erhöhung des Transportvolumens auf der Schiene
 - Harmonisierung und Standardisierung
- Betriebliche Leistungsfähigkeit des Systems Bahn
- RAMS - Kriterien
- Lebenszykluskosten

RAMS: Reliability, Availability, Maintainability, Safety

Europäische Landschaft im ETCS-Umfeld





Wo steht ETCS heute technisch?

- Die SRS 2.3.0 ist technisch stabil und realisierbar
- Bestimmte technische Fragen (z.B. Integration von Bahnübergängen und anpassbare Bremskurvenüberwachung) werden erst in der SRS 3.0 behandelt
- ETCS Level 1 Limited Supervision (L1 LS) wird als zusätzliche „Einfach-Variante“ diskutiert, aber nicht vor der SRS 3.0 harmonisiert spezifiziert werden
- Eine Test-Spezifikation für die Zertifizierung der Konformität durch die benannten Stellen ist auf der Basis der SRS 2.2.2 erstellt worden, muss aber noch auf die SRS 2.3.0 aktualisiert werden
- In Bezug auf den Korridor Rotterdam - Genua:
 - ETCS Level 1 und 2 werden zum Einsatz kommen
 - Zusätzlich möglicherweise L1 LS (in der Schweiz)



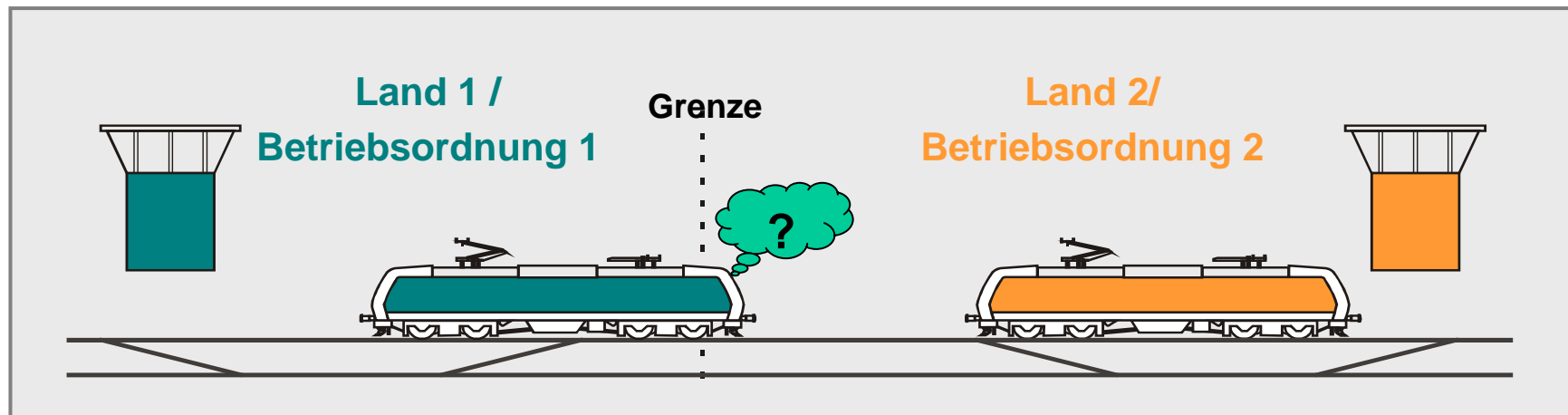
Wo steht ETCS heute betrieblich?

- Ein erster Entwurf einer europäisch harmonisierten Betriebsordnung „European Code of Operational Rules (Pachl)“ ist von Bahnen der ERTMS Users Group erstellt worden
 - Dieser deckt nur den Normalbetrieb ab, alle Rückfallebenen sind „national rules“
 - Er ist auf der Basis der SRS 2.2.2 erstellt worden, muss daher noch auf die SRS 2.3.0 aktualisiert werden
- Die Sicherheitsimplikationen der nationalen Betriebsordnungen sind noch nicht berücksichtigt worden
- In Bezug auf den Korridor Rotterdam - Genua:
 - ETCS wird nach den nationalen Regeln zum Einsatz kommen
 - U.U. werden sogar besondere Betriebsordnungen speziell für ETCS in Kraft gesetzt



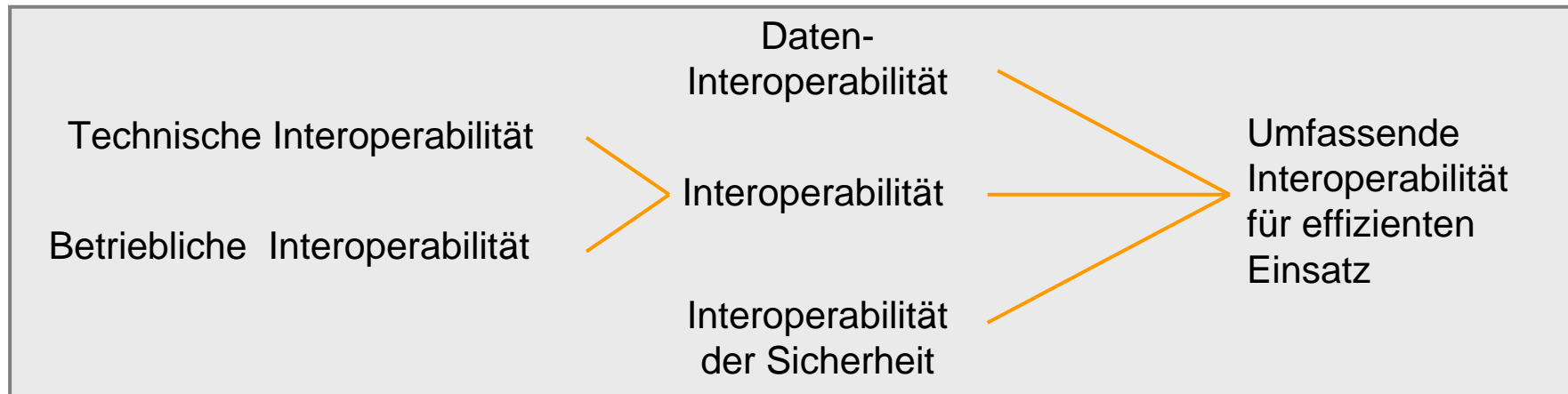
Wird damit Interoperabilität erreicht?

- Die SRS 2.3.0 ist technisch stabil und realisierbar
- Eine Betriebsordnung besteht erst in Ansätzen



- Was passiert wenn der Triebfahrzeugführer aus Land 1 ins Land 2 fährt?

Wird damit Interoperabilität erreicht?



➤ Fazit heute:

- Technische Interoperabilität: ja
- Betriebliche Interoperabilität: nein

➤ In Bezug auf den Korridor Rotterdam - Genua:

- ETCS Level 1 und 2 werden technisch zum Einsatz kommen
- Der betriebliche Einsatz erfolgt nach nationalen Regeln



Mögliche Benefits durch die ETCS – Migration

Welche Vorteile werden erwartet?

- Das System Bahn wird durch ETCS effizienter und konkurrenzfähiger
- Veränderung der Märkte für die LST und für die Transportleistung
 - Technik
 - Dienstleistung
 - Skaleneffekte
- Dort, wo betriebswirtschaftlich positive ETCS-Effekte nicht generiert werden können, müssen Subventionen für Kompensation und Anreize sorgen
 - Z.B. bei EVUs oder bei vorzeitigen streckenseitigen Ersatzinvestitionen notwendig
- Trotz notwendiger Subventionen – positive volkswirtschaftliche Effekte werden erzielt
 - Zeitverkürzung durch den einfacheren grenzüberschreitenden Betrieb
 - Leistungsvergrößerung
 - Verbesserung der Sicherheit



Mögliche Benefits durch die ETCS – Migration

Was motiviert Eisenbahnunternehmen (neben Subventionen)?

- EIN Zugsicherungssystem auf dem jeweiligen Korridor (ETCS) erlaubt für EVUs Einsatz von Loks mit nur einer On-board Ausrüstung
 - Kosten für EVUs werden durch den Einsatz von ETCS-Loks gesenkt
 - Bislang Kosten- und Technologie-Limits für den Einsatzradius der Loks
 - Senkung der Eintrittsbarriere für die EVUs
 - ..., aber durch den starken Wettbewerb müssen Teile der Kosteneinsparungen an die Kunden weitergegeben werden
 - Die Zulassung der neuen Loks sollte einfacher werden
 - Kosten für die Schulung der Triebfahrzeugführer werden gesenkt
- EUs erwarten niedrigere Wartungs- und Instandhaltungskosten
- Nachfrage nach internationalen Trassen wird erhöht – Nachfrageerfüllung bedarf freier Kapazitäten (Voraussetzung für die Befriedigung der Nachfrage)

Heterogene Marktanforderungen an ETCS

Ist-Situation vor der ETCS-Einführung

Land	Anteil der mit Zugbeeinflussung nicht ausgestatteten...		Anteil am internationalen Verkehrsaufkommen	
	Strecken-km [%]	Züge [%]	Im Güterverkehr [%]	Im Personenverkehr [%]
Bulgarien	85	88	7	0,2
Polen	39	34	40	0,1
Frankreich	12	27	27	3
Deutschland	40	5	30	2
Luxemburg	5	12	73	93
Niederlande	4	0	7	4
Schweiz	0	0	28	5
Italien	63	5	23	2

Quelle: UIC – Internationaler Eisenbahnverband (12/2004)



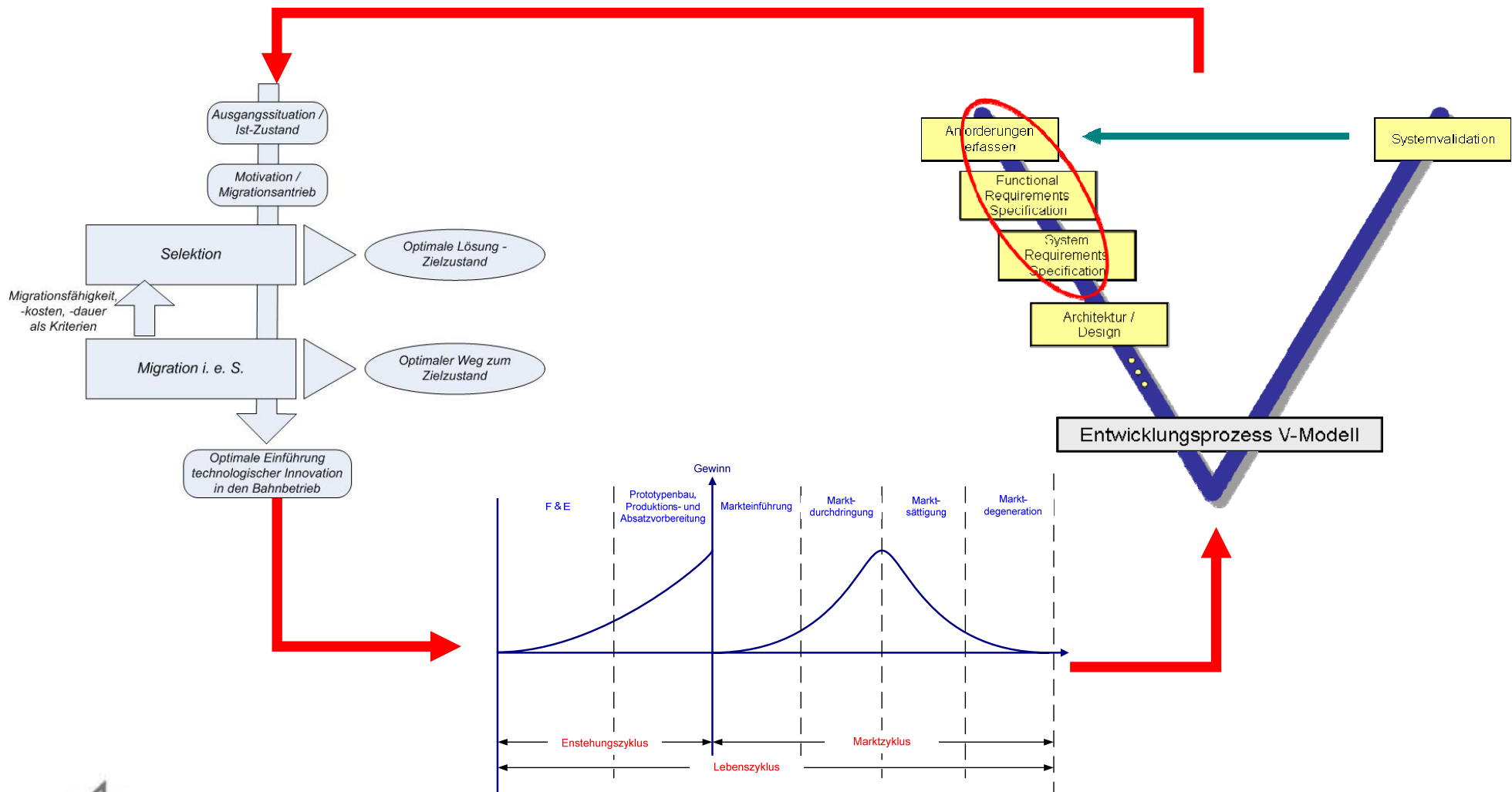
Migration in der Bahndomäne

Zwei Aspekte einer durchgängigen Methodik

Die Themengebiete Migration und LCC müssen als Bestandteile eines integralen Ansatzes – LC-Management behandelt werden

- Identifikation der Anforderungen und der Systemeigenschaften, die eine effiziente Migration der Eisenbahn-LST ermöglichen
 - ...um den Kosten- und Zeitaufwand zu minimieren
 - ...um die Einführung innovativer Technologien im Bahnsektor zu ermöglichen
- Lösung des mehrdimensionalen Optimierungsproblems während der Migration der Eisenbahn-LST
 - Technische Schnittstellen
 - Lebenszyklen der eingesetzten Technologien
 - Wirtschaftlichkeit
 - Betriebliche Anforderungen
 - Politische Einflüsse

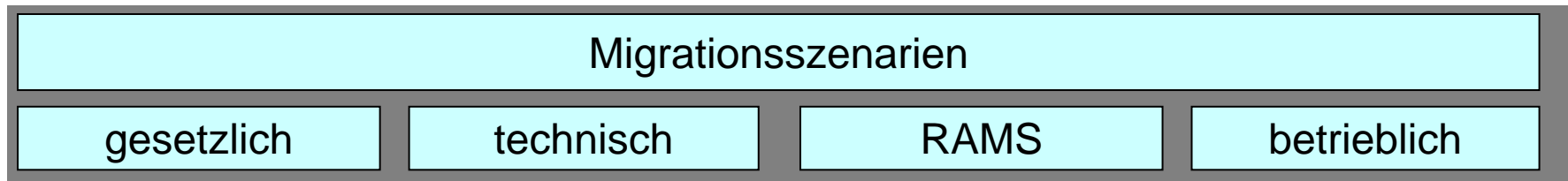
Durchgängiger methodischer Ansatz





Entwicklung von Migrationsszenarien

Basisanforderungen und -szenarien



		Fahrzeugseitig		
		Umrüstung National CC→ETCS	Parallel-Ausrüstung	
			2 On-board Geräte National CC + ETCS	“Übersetzungsmodul“ ETCS + STM
Streckenseitig	Umrüstung National CC→ETCS	<i>Inkompatibel</i>	Szenario 1	Szenario 2
	Parallel-Ausrüstung National CC+ETCS	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5



Bewertung der Migrationsstrategien

Berechnung der Migrationskosten

$$C_0 = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) \times \frac{1}{(1+i)^t}$$

C_0 : Migrationskosten

E_t : Kosten ETCS-Einführung (Anschaffung, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Entsorgungskosten für das nationale System)

A_t : Kosten des Referenzszenarios (Wartungs- und Instandhaltungskosten des nationalen System)

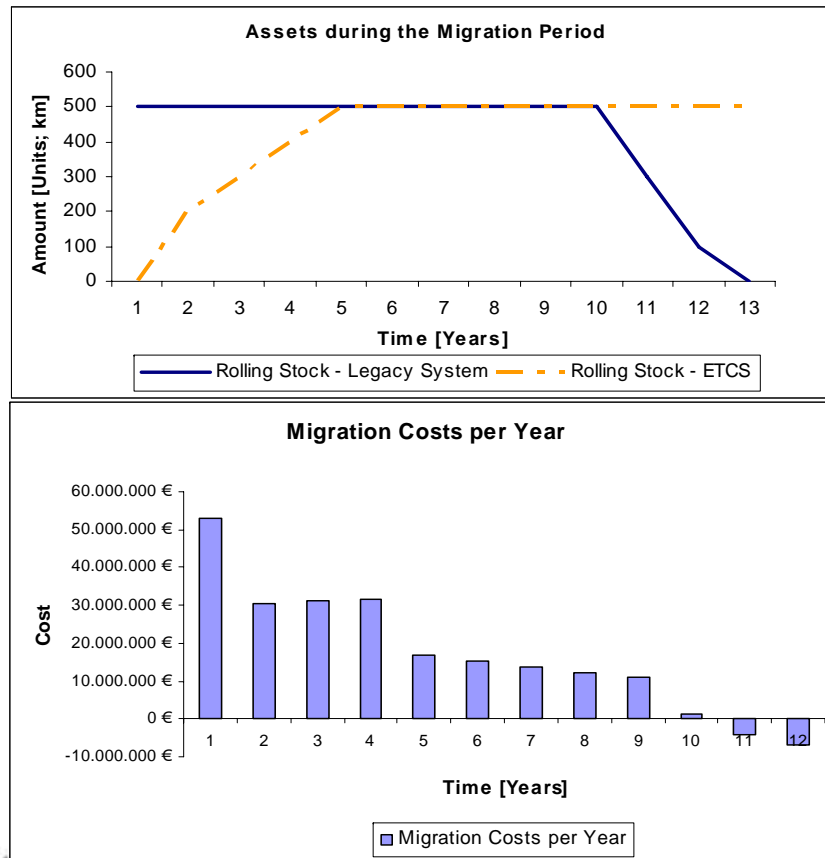
i : Kalkulationszinssatz

$0 \dots n$: Migrationsdauer

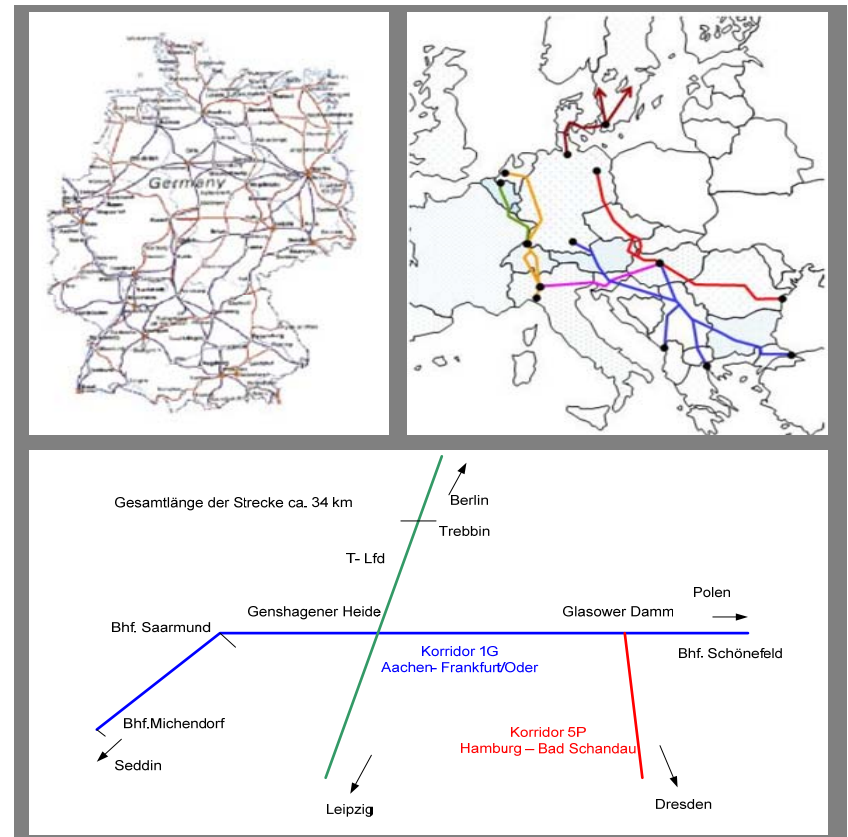
Migration und Wirtschaftlichkeit der LST


Anwendung auf strategischer und operativer Ebene

➤ Migrationszeit und -kosten



➤ Verschiedene Anwendungsebenen





Der durchgängige systematische Ansatz erzeugt folgenden Nutzen

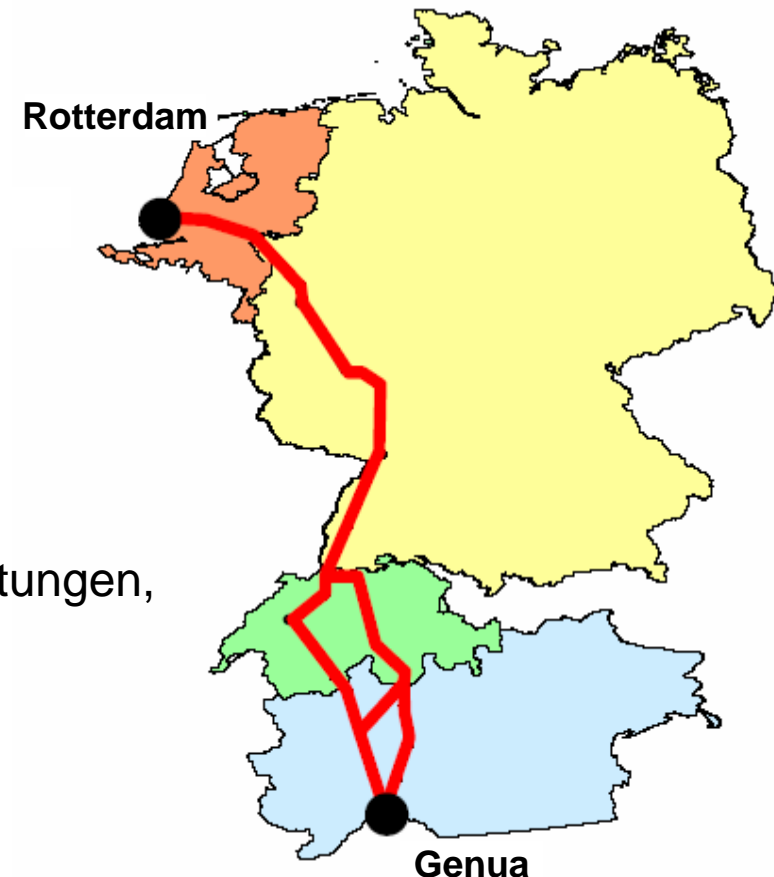
- Kostenminimierung und Betriebsoptimierung für die Bahnbetreiber
- Erhöhung der Marktfähigkeit neuer Technologien und Produkte für die Hersteller
- Motivation zur Entwicklung innovativer Technologien für die Schiene durch effiziente Migrationskonzepte
- Möglichkeit der Politikberatung durch die transparente Vorgehensweise mit dem Anspruch auf Neutralität und Ganzheitlichkeit
- Wissenschaftlicher Anspruch der Methodenentwicklung für die Migration von Bahnsystemen



Das Beispiel:

Korridor 5 / Korridor A Rotterdam – Genua

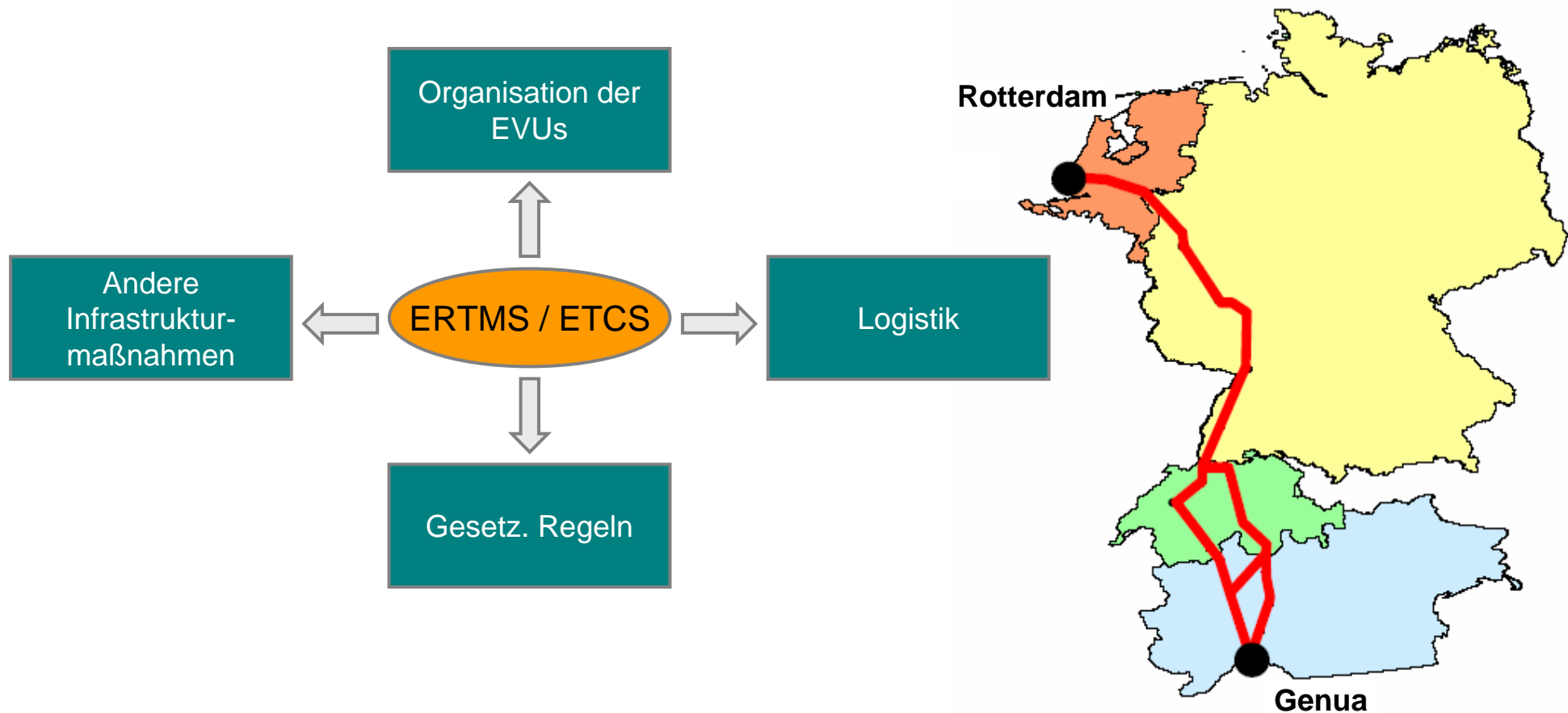
- 4 Länder: Niederlande, Deutschland, Schweiz, Italien
- 4 ehem. Staatsbahnen: NS, DB AG, SBB, FS
- 7 Zugbeeinflussungssysteme: ATB, PZB, LZB, Signum, ZUB 121, BACC, SCMT
 - Zeitaufwendige Grenzüberschreitungen, insb. Schweiz – Italien
 - Teure Mehrsystemloks
- 4 Stromsysteme: 25/15/3/1,5 kV
- Länge: 1926 km
- Strecken-km: 3863 km





ETCS als Treiber für umfassende Veränderungen

Optimierungsmaßnahmen für den effizienten Güterverkehr

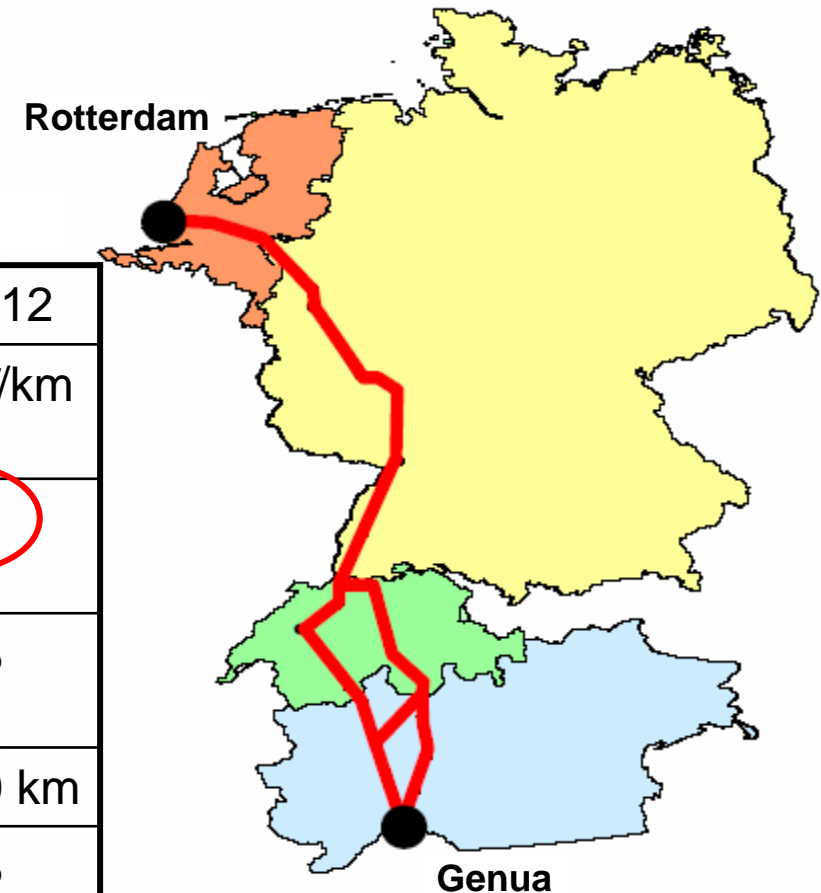


Migration im Bereich der Bahnsysteme

Kennzahlen Korridor Rotterdam – Genua

Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Straße!

	2005	Ziel 2012
Transportkosten für Fracht (Durchschnitt)	15,00 €/km	13,50 €/km
Reisezeit Rotterdam – Mailand	22 h	18 h
Pünktlichkeit (weniger als 30 Min. Verspätung)	70%	85%
Leistung von E-Loks	190.000 km	250.000 km
Marktanteil Schiene	22%	28%





ETCS – Migration auf dem Korridor Rotterdam - Genua

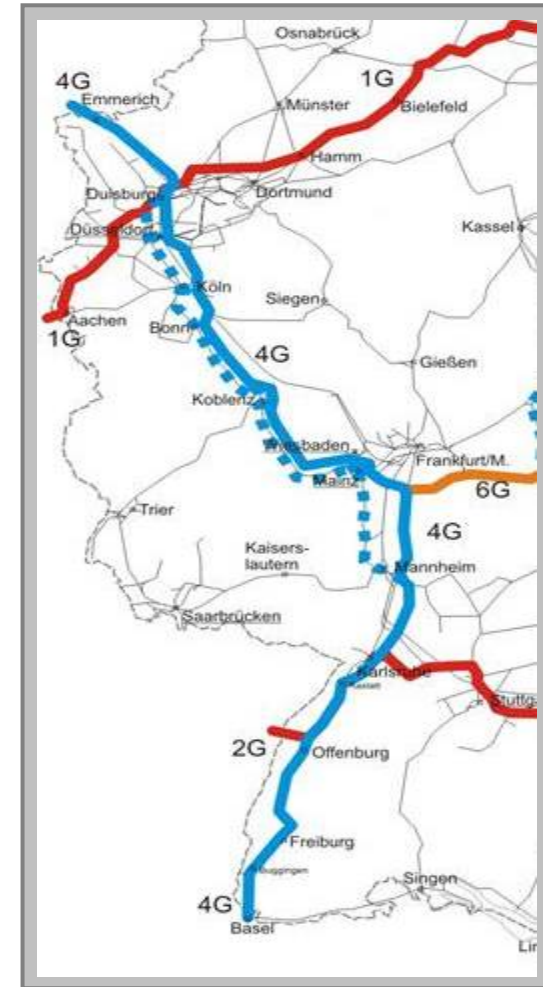
Maßnahmenplan

- Geplant ist eine erste Phase bis 2012
 - Streckenseitige ETCS-Ausrüstung in den Niederlanden, der Schweiz, Italien und den Teilen des deutschen Korridors
 - Es bleibt die Lücke zwischen Oberhausen und Mannheim mit der PZB
 - ETCS und PZB-STM oder PZB On-board notwendig
- Schließung der Lücke in der zweiten Phase bis 2015
 - Nur ETCS On-board notwendig
- Der genaue Zeitplan ist auch von dem Rahmen der EU-Subventionen abhängig

ETCS – Migration auf dem Korridor Rotterdam - Genua

Maßnahmenplan für den deutschen Abschnitt

- Strecke Emmerich – Basel (rechte Rheinseite)
- Phase 1 (2012):
 - ETCS L2 von der niederländischen Grenze bis Oberhausen und Mannheim – Basel
 - Verkürzung der Blocklängen NL – Oberhausen
- Phase 2 (2015):
 - ETCS L2 Oberhausen – Mannheim parallel zur PZB
- Zusätzliche Investitionen in neue Stellwerke entlang des Korridors in Höhe von ca. 900 Mio. € notwendig





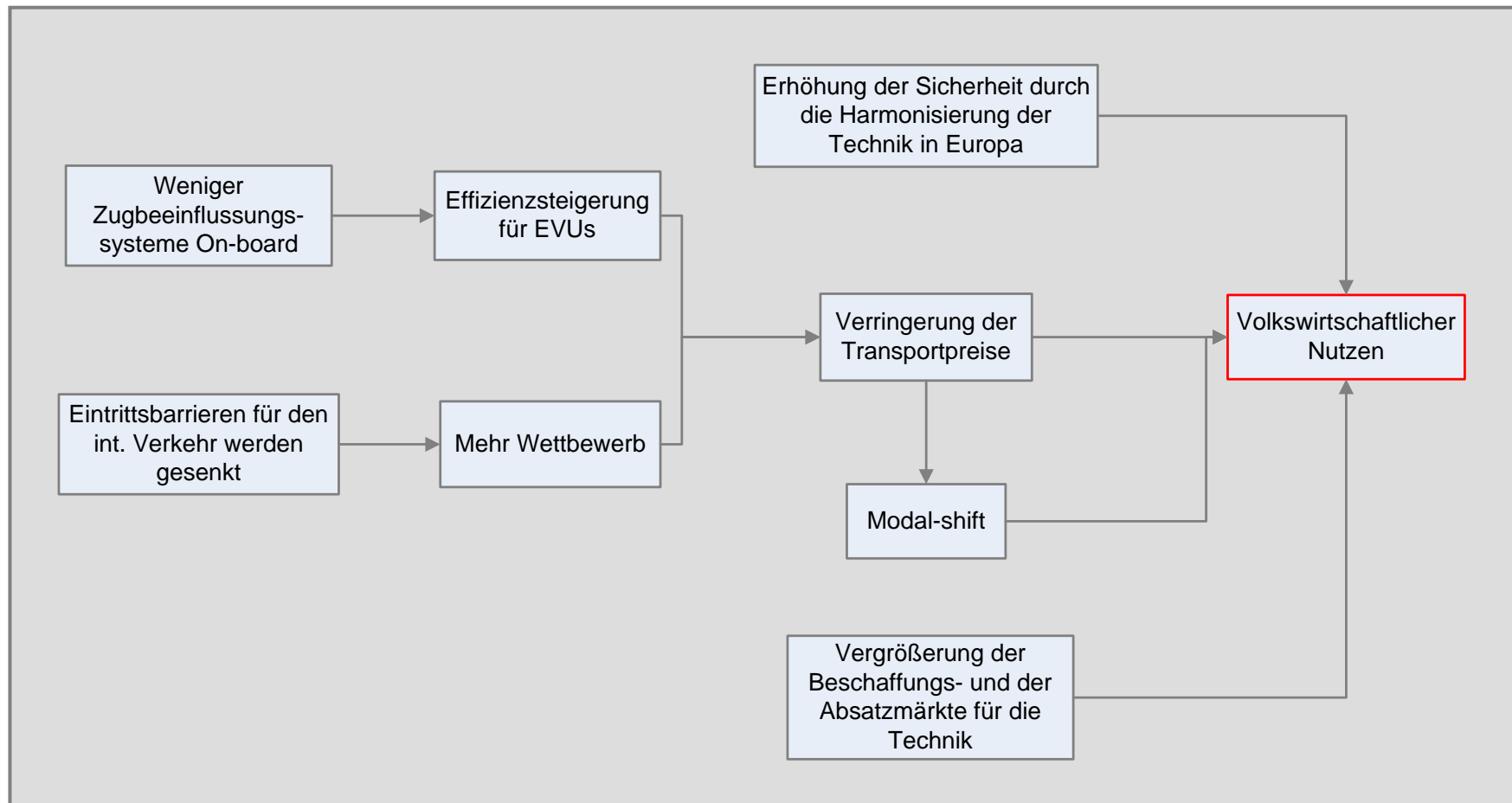
Migration im Bereich der Bahnsysteme

Ist eine Nachfragesteuerung mittels ETCS möglich?

- Der Korridor Rotterdam – Genua besitzt großes Potential im Bereich des Schienengüterverkehrs
 - Start im größten europäischen Hafen
 - Verbindung zu den Industriegebieten Ruhr und Norditalien
 - Durch die langen Distanzen Vorteile für den Schienenverkehr gegenüber der Straße – natürliche Tendenz zur Schiene
 - Hohe Konkurrenz durch die Liberalisierung gerade auf dem Korridor
- Die Grenzen der Effizienz auf der Straße scheinen erreicht
 - Autobahngebühren, Benzinkosten, Verkehrsüberlastung
- Volkswirtschaftliche Vorteile durch die Verkehrsverlagerung auf die Schiene, politisch gewollt und gepusht (Subventionen)

Mögliche Benefits durch die ETCS – Migration

Ansätze für den volkswirtschaftlichen Nutzen





Migration im Bereich der Bahnsysteme

Thesen (...statt einer Zusammenfassung)

- Das System ETCS hat technische Reife erreicht
- Ob betrieblich die erforderliche technische Verlässlichkeit erreicht wird, muss die Erfahrung zeigen
- Die ersten Projekte lassen Zweifel daran aufkommen, ob die technische Interoperabilität vorhanden ist
- Die betriebliche Interoperabilität fehlt noch und muss noch gewonnen werden
- ETCS könnte nach einer ersten Migrationsphase, nach der ein Korridor-Netzwerk erzeugt wird, bereits veraltet sein
- Labore wie das RailSiTe® sind für die Zertifizierung notwendig und können darüber hinaus helfen, Aufwand und Risiken von Feldversuchen zu reduzieren
- Das System Bahn wird durch ETCS effizienter und konkurrenzfähiger
- Dort, wo betriebswirtschaftlich positive ETCS-Effekte nicht generiert werden können, müssen Subventionen für Kompensation und Anreize sorgen
- Trotz notwendiger Subventionen – positive volkswirtschaftliche Effekte werden erzielt



Migration im Bereich der Bahnsysteme – ETCS Ausblick

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

