

Von der Kapitalwertmethode zur integrierten Bewertung

4. RAMS/LCC-Expertenforum
Dresden, 03.-04. Nov. 2016

Florian Brinkmann
Benedikt Scheier



Wissen für Morgen



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt und die Eisenbahn...

- Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr
- Institut für Verkehrssystemtechnik (TS):
 - Automotive
 - Verkehrsmanagement / ÖPNV
 - Bahnsysteme



Quelle: DLR

- Ein Fokus:
integrierte Bewertung von Schienen-
infrastrukturen: Railonomics®



Inhalt des Vortrags



Integrierte Bewertung Railonomics®

Wirtschaftlichkeit:

- LCC
- Erlöse
- ...

nicht-monetäre Kriterien:

- Mobilität
- Gesundheit
- Umwelt
- ...



Quelle Fotos: Florian Brinkmann



Förderprojekt 3InSat (ESA)

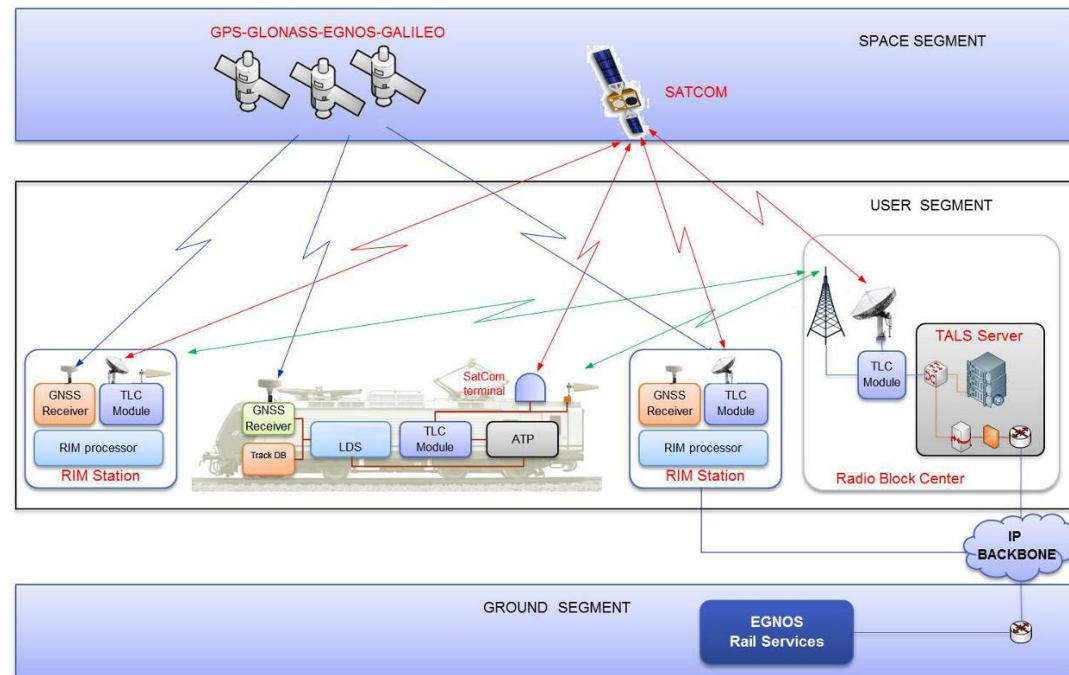
02/2014 – 11/2014

Leitung: Ansaldo STS

DLR TS beteiligt im Unterauftrag der DB Netz AG



- Zugortung über **EGNOS**
- Datenkommunikation: **GSM und Satellit** (in Deutschland nicht zugelassen)
- Ersatz fixer Eurobalisen durch „virtuelle“ **Balisen**
- SIL 4
- ERTMS-konform



Quelle: 3InSat Projekt

Weiterverfolgung des Ansatzes? → Wirtschaftlichkeitsabschätzung



Vorgehensweise

- **Nettobarwerte** der Systemalternativen:

- 3InSat
- ETCS Level 2 ohne Signale,
- ERTMS-Regional (kostenreduzierte Variante von ETCS ohne Achszähler),
- Vergleich zum abgängigen Ks¹-System mit PZB²

$$C_{0(i)} = -I + \sum_{t=1}^T \frac{E_t - A_t}{(1+i)^t}$$

- reine **Kostenvergleichsrechnung** (Anschaffung & Betrieb) ohne Ansatz

- der Einnahmenseite,
- Kapazitäts- oder Sicherheitsgewinn

- **generische Szenarien** (Basis: Streckenstandards der DB AG³)

- **infrastruktur- und fahrzeugseitige Kostenanteile** (Verlagerungseffekte zwischen EIU und EVU)

- **Betrachtungszeitraum:**

- Jahr 1 bis 5: Investitionsphase (Planung, Bau, Inbetriebnahme)
- Jahr 6 bis 45: Betriebsphase inkl. periodische Reinvestitionen

		R120		R80		G50
		upper limit	lower limit	upper limit	lower limit	
line length (generic)	[km]	100	100	100	100	50
track length	[km]	180	120	100	100	50
number of tracks	[-]	1 - 2	1 - 2	1	1	1
number of stations	[-]	4	4	9	5	3
mean distance between stations	[km]	20	20	10	17	17
block length	[km]	5	10	no blocks -> station distance		
line speed	[km/h]	81 - 120	81 - 120	51 - 100	51 - 100	< 50 km/h
number of trains per day and direction	[-]	50	25	30	18	5
regional trains per day and direction	[-]	40	20	25	13	0
freight trains per day and direction	[-]	10	5	5	5	5
line length (regional network)	[km]	4 971		4 639		287

Zusammenstellung Kostenelemente

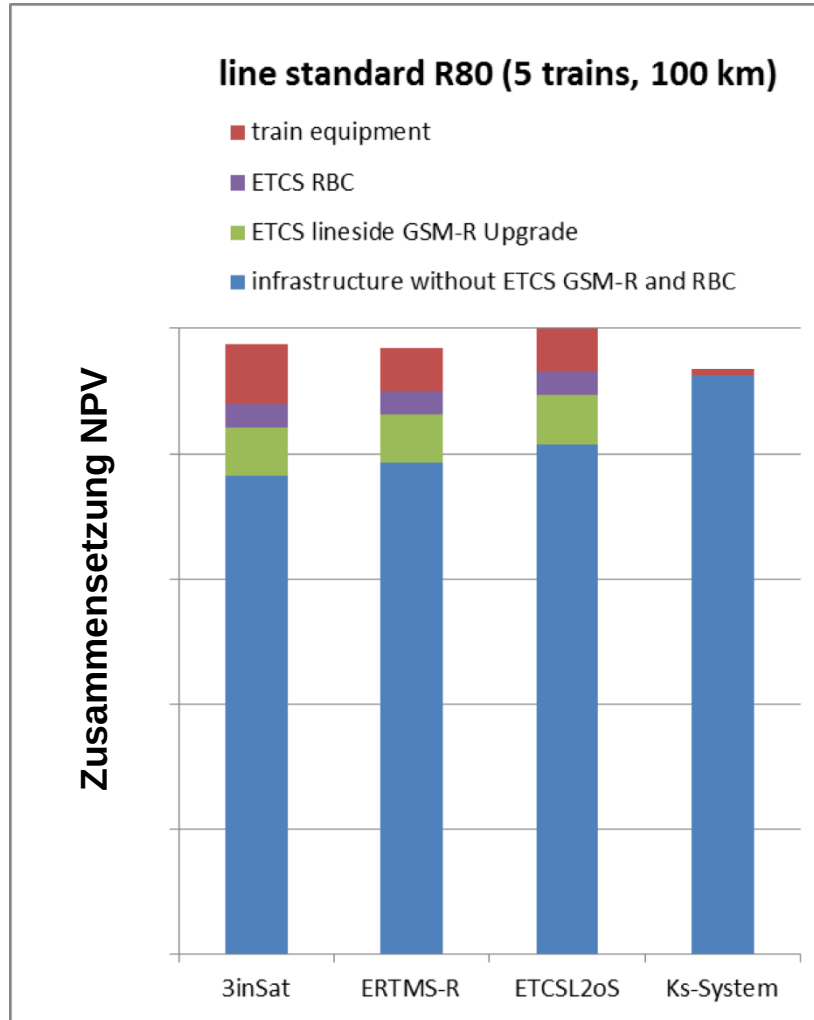
	ETCS Level 3		ETCS Level 2	
system elements	3InSat	ERTMS-R	ETCS L2oS	Ks-System
Infrastructure				
electronic IXL with OFC	X	X	X	X
lineside colour-light signals	-	-	-	X
lineside axle counter	-	-	X	X
intermittent ATP (PZB)	-	-	-	X
ETCS RBC	X	X	X	-
ETCS Eurobalises (fix)	-	X	X	-
GSM-R upgrade for ETCS L2/L3	X	X	X	-
3InSat EGNOS-service	X	-	-	-
3InSat TAL-Server	X	-	-	-
Train				
PZB On-Board equipment	-	-	-	X
ETCS On-Board equipment	X	X	X	-
3InSat On-Board equipment	X	-	-	-

OFC = Optical Fiber Cable; IXL = Interlocking; ATP = Automatic Train Protection; PZB = "Punktförmige Zugbeeinflussung";
TALS = Tracking Area LDS Server

Funktionsverlagerung fixer Eurobalisen auf das Fahrzeug



NPV – Basic Scenario R80 Standard



- 3InSat und ERTMS-R haben die geringsten Infrastrukturkosten (**keine Achszähler**)
- 3InSat:
 - geringste Infrastrukturkosten (**virtuelle Balisen**),
 - höherer Anteil Zugausrüstung
- geringste Gesamtkosten:
hier konventionelles Ks-System
- **hohe ETCS Kosten** durch
 - Zugausrüstung,
 - RBC,
 - insbesondere GSM-R upgrade.





Erkenntnisse 3InSat

- hohes Potenzial bei **geringen Zugzahlen & hohem Infrastrukturaufwand**
- Kostenstruktur von LST aufgrund der **Granularität** der Datenbasis **komplex** (Was kostet ein Achszähler?)
- fehlende Kostenwerte für innovative Technologien
→ Wirtschaftlichkeit nur mit **Annahmen** zu bestimmen

Erfolgsfaktoren:

- Anzahl und Kosten der **Eurobalisen**
- Anzahl der **Züge**
- Nutzungsgebühren **EGNOS**
- Kosten der **digitalen Karte**

Verfolgung des Ansatzes vielversprechend

Laufende Aktualisierung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



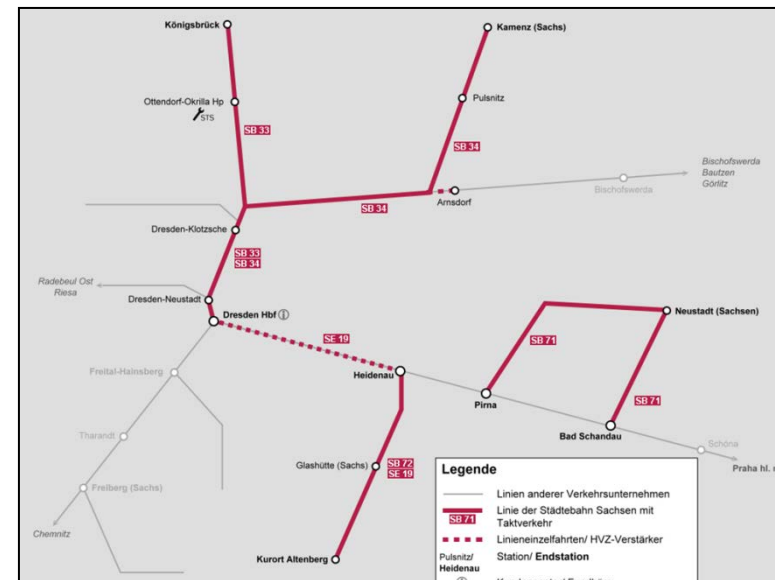


Fortsetzung (H2020): ERSAT-EAV

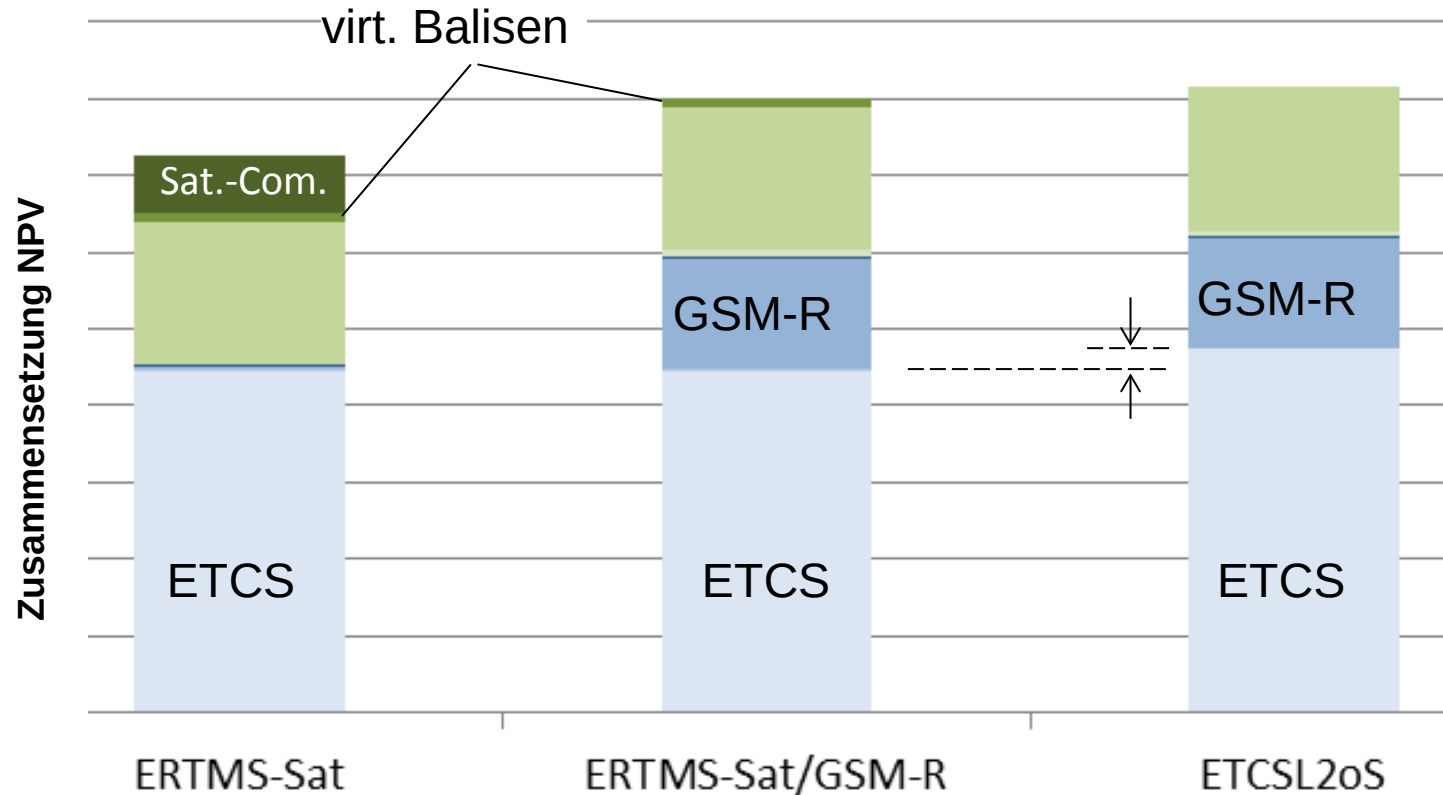
ERTMS on Satellite – Enabling & Validation

02/2015 – 01/2017

- generischer Ansatz (3InSat):
Unsicherheiten bzgl. **Streckenparameter**
(RBC, Balisen, ...) und **Zugzahlen**
- Übertragung generischer Betrachtung auf
reale Strecken: Städtebahn Sachsen
- Datenübertragung über **öffentliche GSM-
Netze + Satellitenkommunikation**
→ Wegfall der GSM-R Komponenten



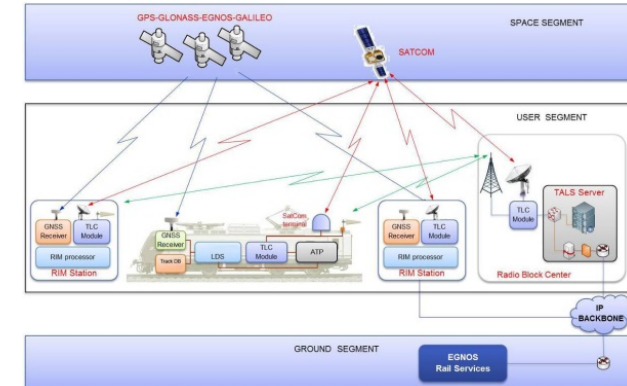
Zusammensetzung NPV - Stadtebahn Sachsen



- **GSM-R Kommunikation** (Mitte und rechts) > Kommunikation für ERTMS-Sat
- **physische Balisen ETCS** (rechts) > Anteil virtueller Balisen (Mitte und links)



Schlussfolgerungen für ERTMS-Sat



Bestätigung der Ergebnisse auch mit aktualisierten Annahmen:



- besonders lohnend für **Strecken ohne GSM-R Ausrüstung**
- Städtebahn Sachsen: Wirtschaftlichkeitsanalyse unter den gegebenen Annahmen **positiv**
- Einfluss der Besitzkosten der **Eurobalisen** geringer, relevant ist vor allem das **Mengengerüst**
- Anzahl der **Züge** ist maßgeblicher Faktor
→ Problematisch für Strecken mit überregionalem Güterverkehr
- attraktiv für Strecken mit **geringen Zugzahlen** und relativ **hoher Anzahl an fixen Eurobalisen**



Erweiterung: nicht-monetäre Kriterien von Infrastrukturmaßnahmen

- Technologiebewertung $\longleftrightarrow$ konkrete Infrastrukturmaßnahme
- Welche Stakeholder sind betroffen? Warum?

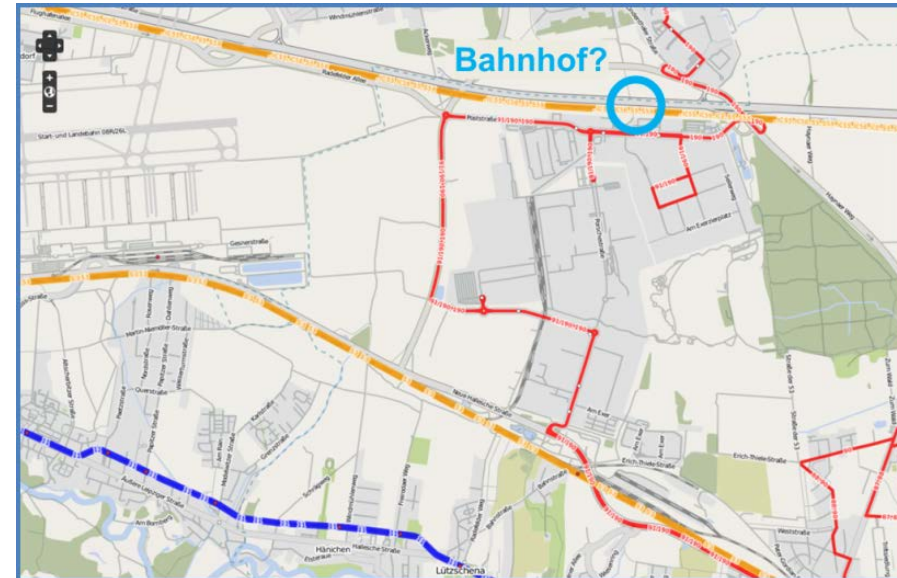


ZVNL 3000 – Einrichtung eines neuen Bahnhofs

Q1+2/2015



- Neuer **Haltepunkt** auf der Strecke Leipzig Hbf. – Halle Hbf.
- Ziel: **verkehrliche Entlastung des Güterverkehrszentrums (GVZ) Leipzig**
- Verschiedene Stakeholder, unterschiedlich betroffen:
 - Unternehmen im GVZ,
 - Arbeitnehmer,
 - Kommunen,
 - DB Netz,
 - Fernverkehr, ...



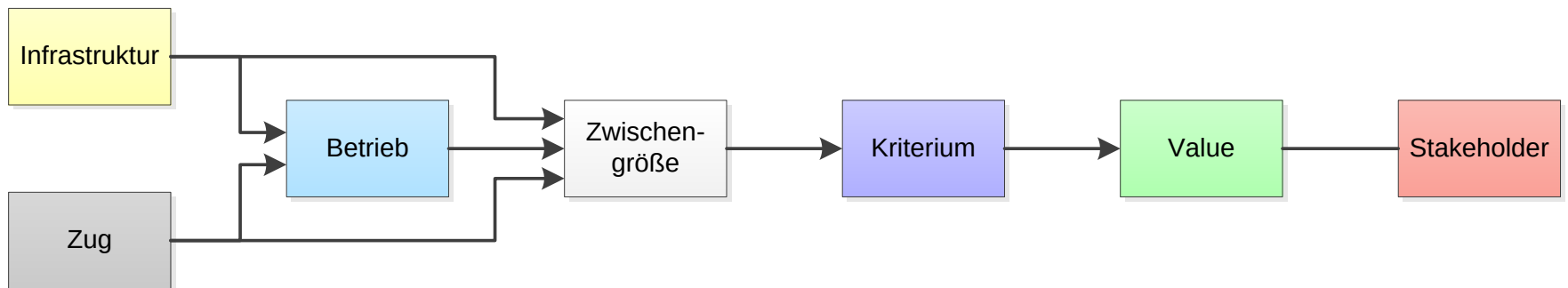
Auswirkungen über möglichst großen Betrachtungsraum qualitativ darstellen
→ Vorbereitung von Gesprächen mit verschiedenen Stakeholdern



Darstellung von Auswirkungen auf die Stakeholder

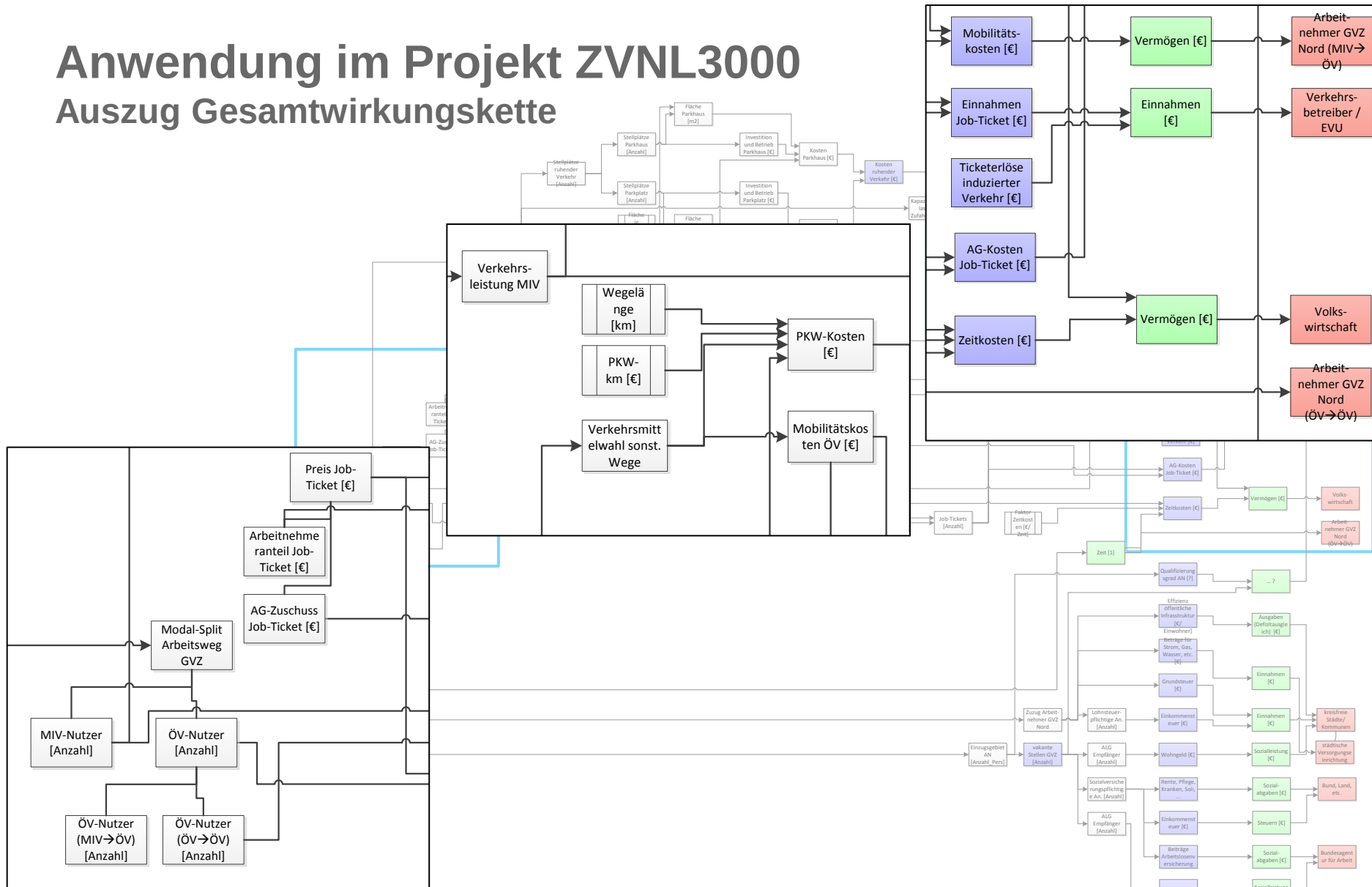
- These: **Transparenz** bzgl. Auswirkungen einer Maßnahme hilft eher bei einer Bewertung als Ermittlung eines Nutzenindikators → Akzeptanz

→ pragmatischer Ansatz: **Abbildungsverfahren** zur Darstellung komplexer Zusammenhänge



Anwendung im Projekt ZVNL3000

Auszug Gesamtwirkungskette





ZVNL 3000 - Ergebnis & Ausblick

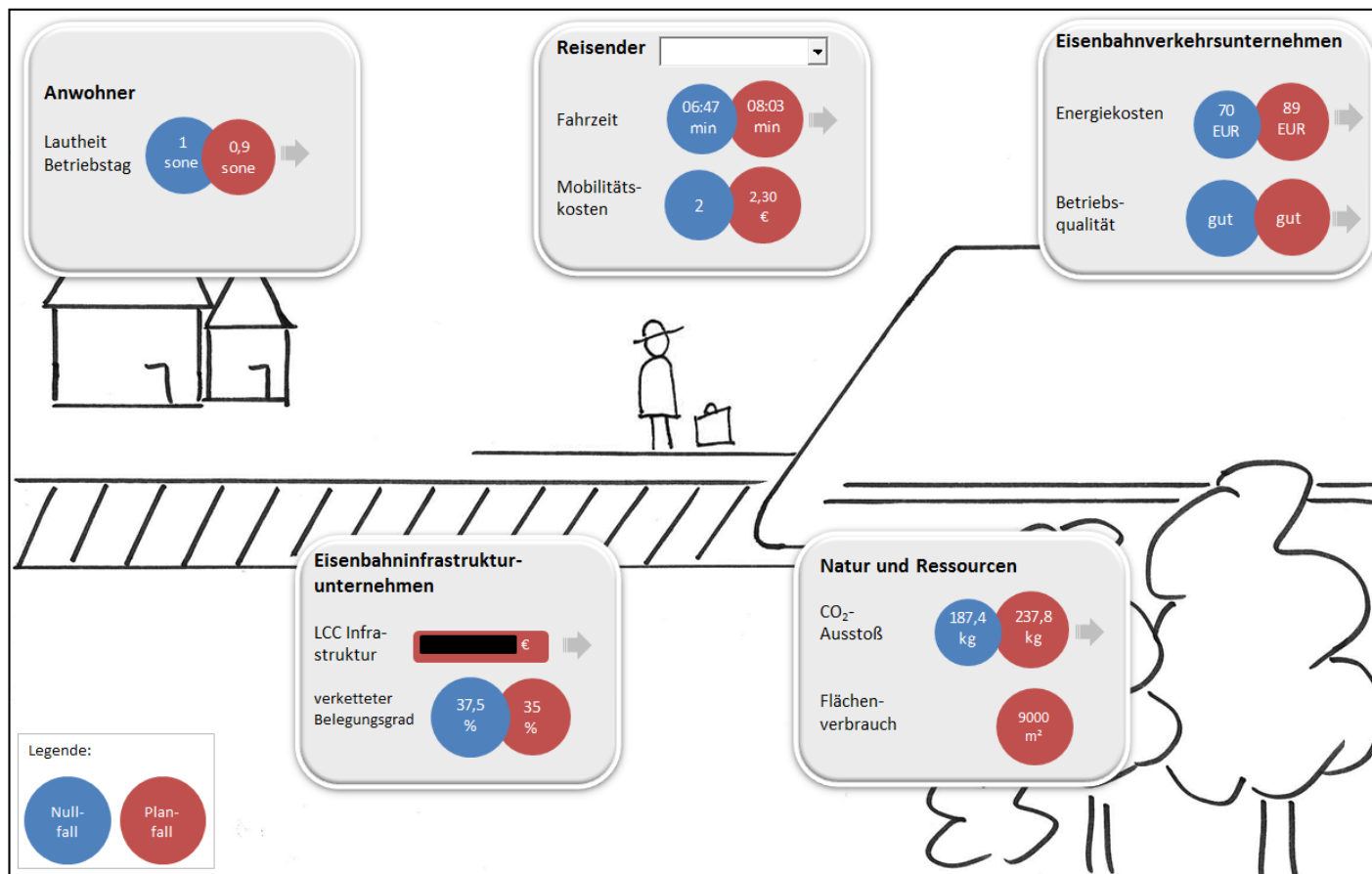
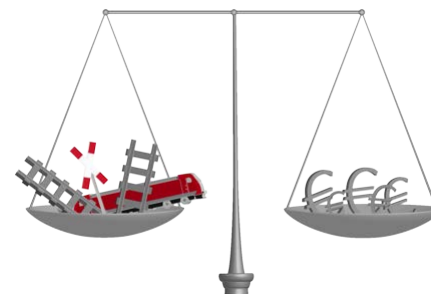
- Ursache-Wirkungsketten als **Basis für Dialog** mit Stakeholdern, um für Akzeptanz und Unterstützung zu werben
- **Ausgangsbasis** für Quantifizierung / **detailliertere Betrachtung** einzelner Kriterien, hier: deutliche Reisezeitverkürzung führt zu Modal Shift zugunsten des ÖV
- Weiterführung: Kommunalworkshop am 24. November in Leipzig



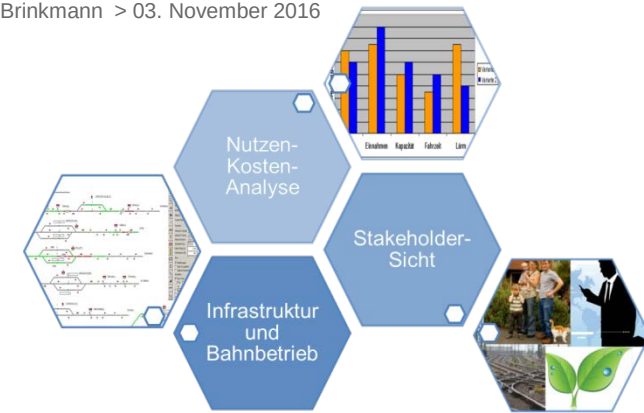
Quelle Foto: Benedikt Scheier

Railonomics®

Neu: erweiterte Darstellung zusätzlicher Stakeholder und Kriterien



Zusammenfassung des Vortrags



- LCC-Analysen als **Basis für Systementscheidungen**
- Herausforderungen im Bahnbereich:
 - **komplexe Systeme & lange Lebenszyklen** (Hebelwirkung, Lock-in Effekt)
 - **Unsicherheiten** bzgl. Kostenprognosen für innovative Technologien:
Annahmen + Sensitivitätsanalysen
- Wirtschaftlichkeit als Voraussetzung, aber auch **Betrachtung nicht-monetärer Faktoren sinnvoll**
- Einbeziehung relevanter Stakeholder zur **Akzeptanzsteigerung**
- Transparenz als **Ausgangsbasis** für analytische oder simulative **Quantifizierung**
- Integrierte Bewertung (Railonomics®) als **Bindeglied zu makroskopischer Betrachtung**



Von der Kapitalwertmethode zur integrierten Bewertung

Kontakt:

Florian Brinkmann

florian.brinkmann@dlr.de

0531/295-3514

Benedikt Scheier

benedikt.scheier@dlr.de

0531/295-3428

Anja Bussmann

anja.bussmann@dlr.de

0531/295-3520

DLR e.V.

Institut für Verkehrssystemtechnik

Lilienthalplatz 7

38108 Braunschweig

