

# Integrierte Bewertung von Schieneninfrastrukturmaßnahmen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Institut für Verkehrssystemtechnik

Anja Bussmann  
Dresden, 16.07.2014



Wissen für Morgen



# Agenda

- DLR Institut für Verkehrssystemtechnik
- Life Cycle Management
- Integrierte Bewertung von Schieneninfrastrukturmaßnahmen
- Anwendungsbeispiel



# Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Helmholtz-Gemeinschaft



## Forschungsbereiche

- Luftfahrt
- Raumfahrtforschung und -technologie
- Energie
- Verkehr
- Sicherheit



# Standorte und Personal

Circa 7.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in 32 Instituten und Einrichtungen in

- 16 Standorten.

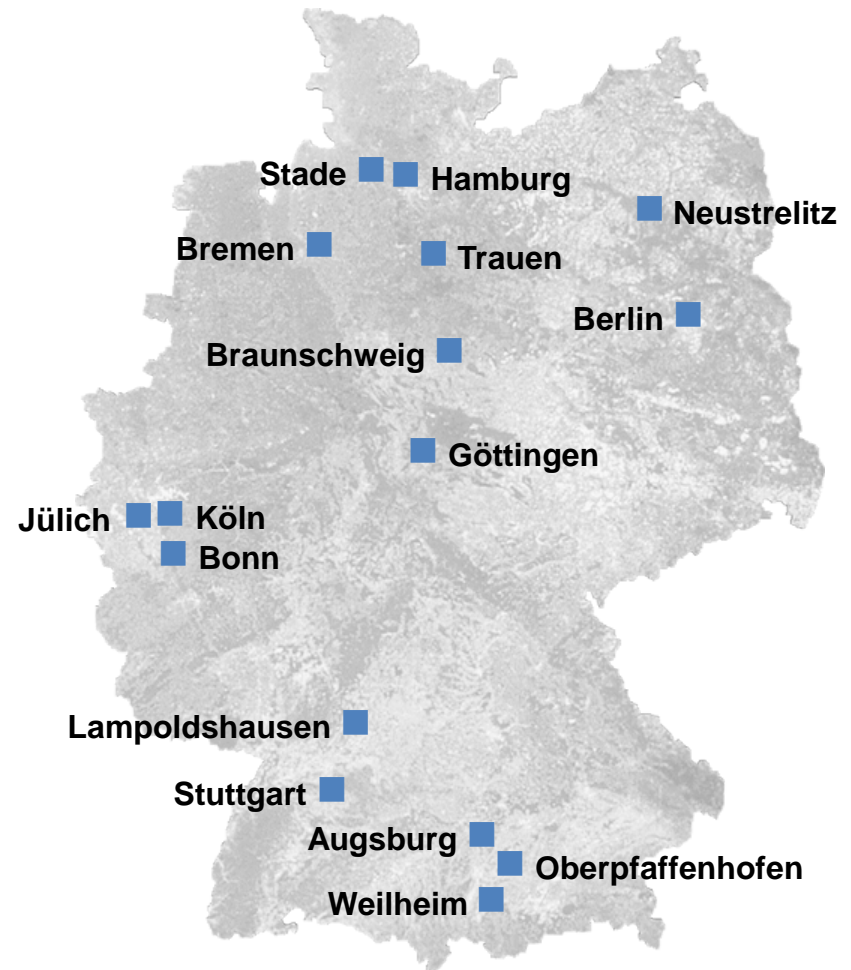
Büros in Brüssel, Paris und Washington.

**Forschungsetat:** 796 Mio. €

- ca. 51% Bund (BMW, BMVg), Länder
- ca. 49% Drittmittel (Projektträger, eigene Erträge, Projektförderungen)

**Institut für Verkehrssystemtechnik**

- Braunschweig
- Berlin



# Institut für Verkehrssystemtechnik

**Sitz:** Braunschweig, Berlin

**Seit:** 2001

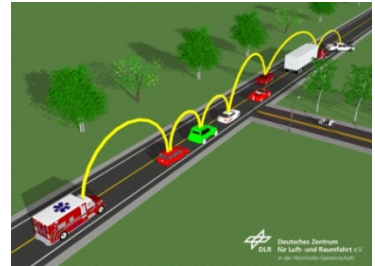
**Leitung:** Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer

**Mitarbeiter:** Momentan rund 140 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



# Abteilung Bahnsysteme

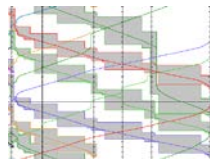
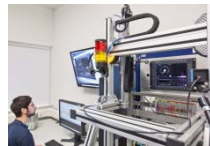
## Forschung für die Bahn der Zukunft

**Ziel:** Sicherstellung ihrer Wettbewerbsfähigkeit

Nachhaltige Lösung aktuell anstehender Fragestellungen mit Fokus auf **Leit- und Sicherungstechnik** sowie **bahnbetrieblichen Aspekten**

Basis:

- aktuelle technologische Trends
- wissenschaftliche Methoden
- interdisziplinäres Vorgehen
- bahnbetriebliches Grundverständnis



**Life Cycle Management**

**Test und Validierung**

**Rail Human Factors**

**Innovative Bahntechnologie**

**Effizienter Bahnbetrieb**



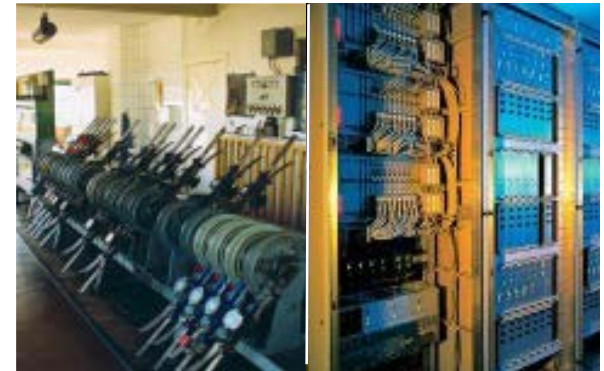
# Life Cycle Management

## Ziel

Optimierung der Leit- und Sicherungstechnik über ihren gesamten Lebenszyklus

## Forschungsschwerpunkte

- Integrierte Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen und Ausrüstungsvarianten der LST<sup>1</sup>
- Migration neuer Techniken
- Zustandsorientierte Instandhaltung: Diagnose- und Prognosemodelle für das Abnutzungsverhalten

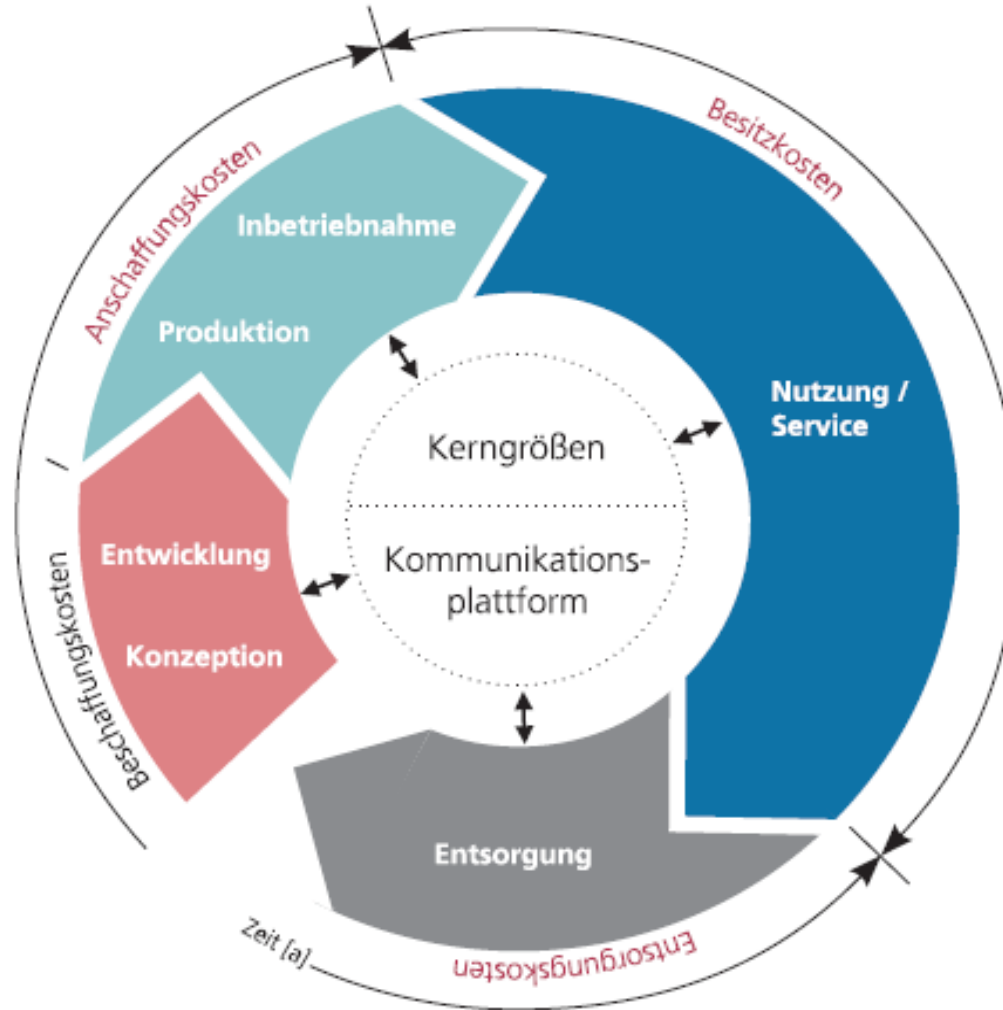


# Life Cycle Management





# Was ist unter Lebenszyklusmanagement zu verstehen?

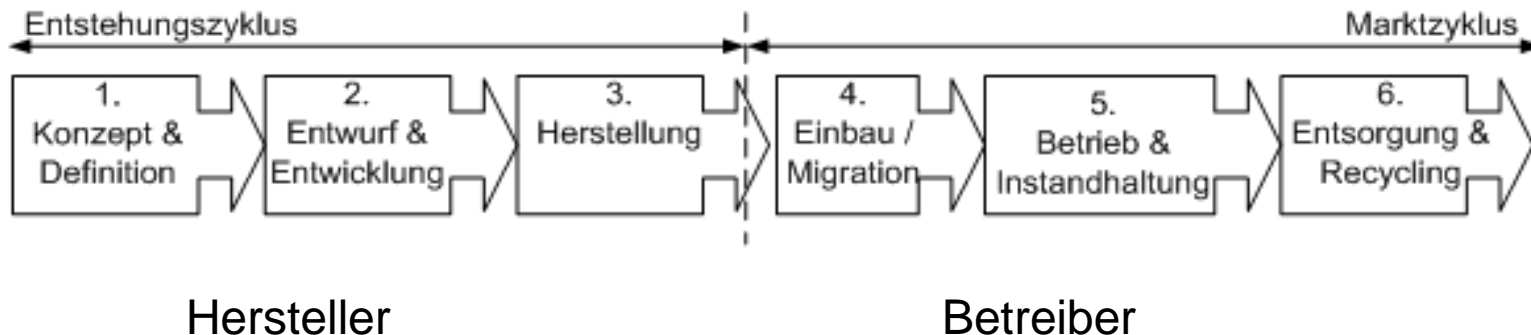


# Was ist unter Lebenszyklusmanagement zu verstehen?

## LCM & LCC

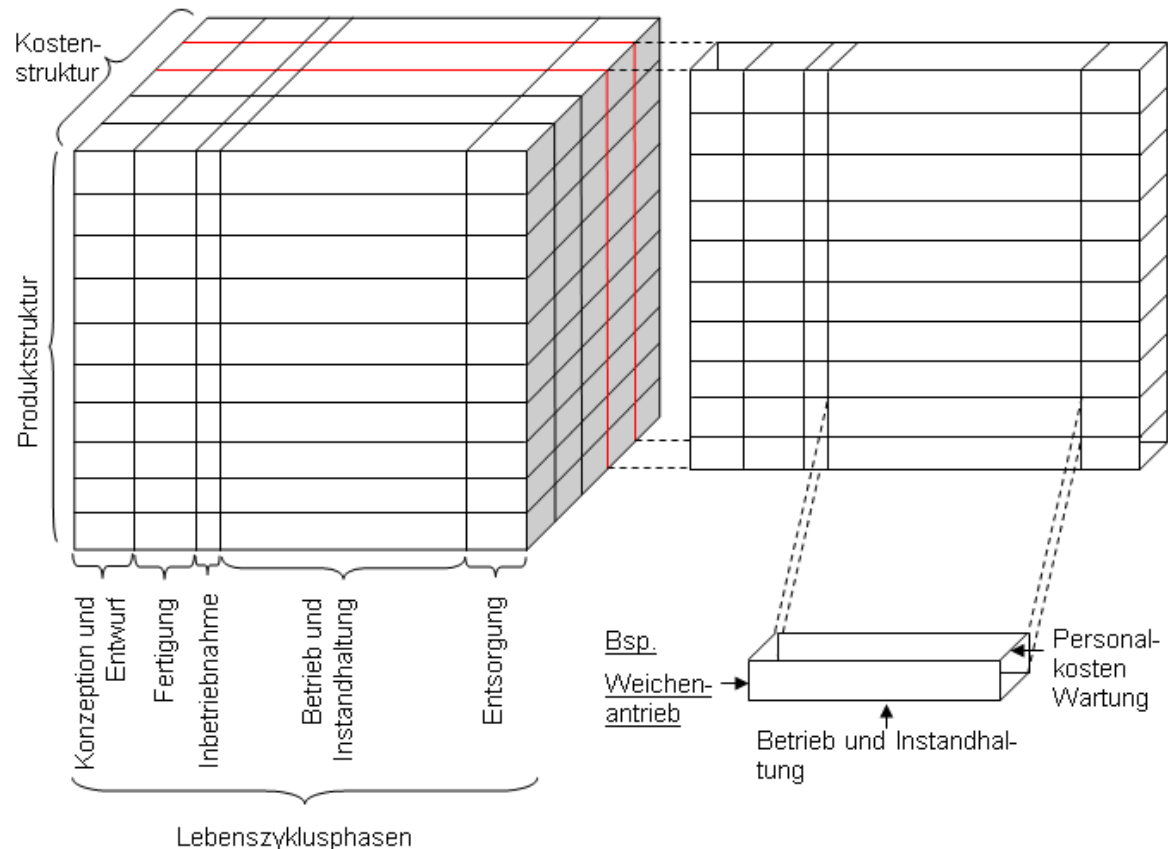
*Lebenszyklusmanagement* (Life Cycle Management - LCM) ist die **ganzheitliche Planung**, konstruktive und organisatorische **Steuerung und Kontrolle des Leistungsoutputs** einer Anlage **über alle Phasen seines Lebenszyklus** von der Entwicklung und Produktion über die Betriebsphase bis zur Entsorgung.

*Lebenszykluskosten* (Life Cycle Costs - LCC) sind die **kumulierten Kosten einer Anlage über dessen Lebenszyklus**, d.h. die Kosten für deren Beschaffung, Besitz und Entsorgung. (DIN EN 60300-3-3)



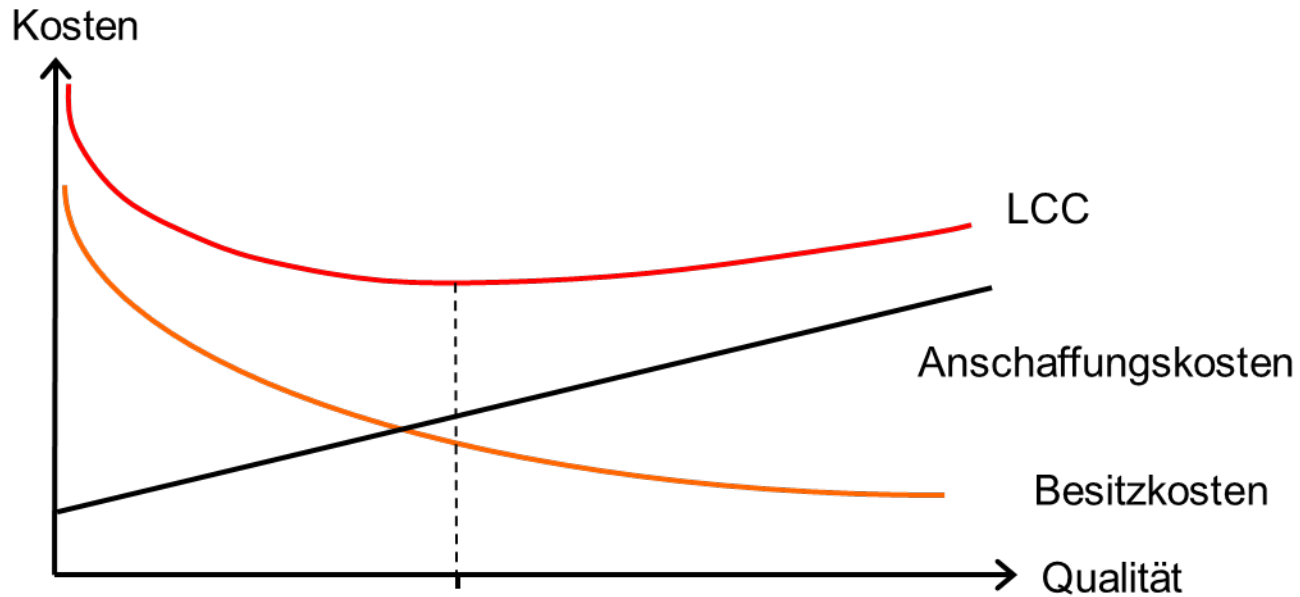
# Was ist unter Lebenszyklusmanagement zu verstehen? LCC-Analysen (DIN EN 60300-3-3)

- Das System verstehen – Kostentreiber und Optimierungspotentiale identifizieren



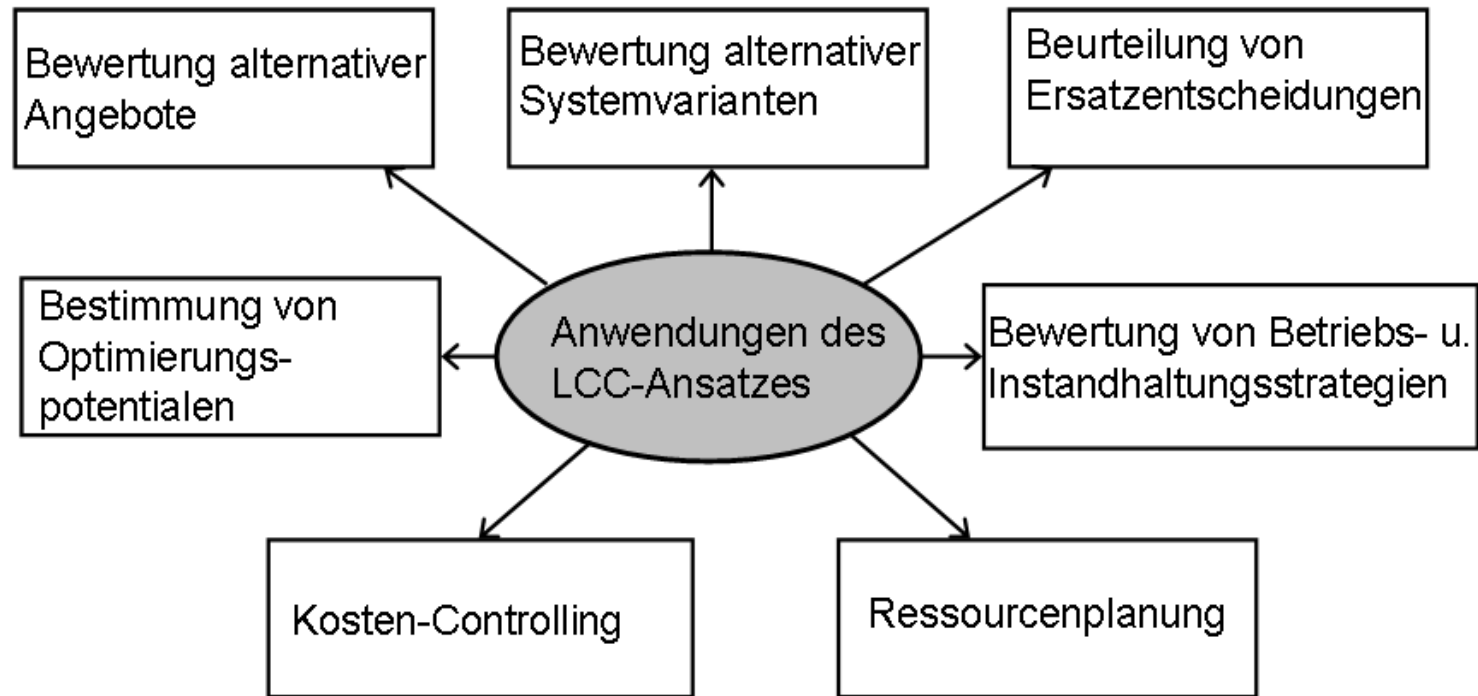
# Was ist unter Lebenszyklusmanagement zu verstehen?

## LCC-Analysen



# Was ist unter Lebenszyklusmanagement zu verstehen?

## LCC-Anwendungsfelder

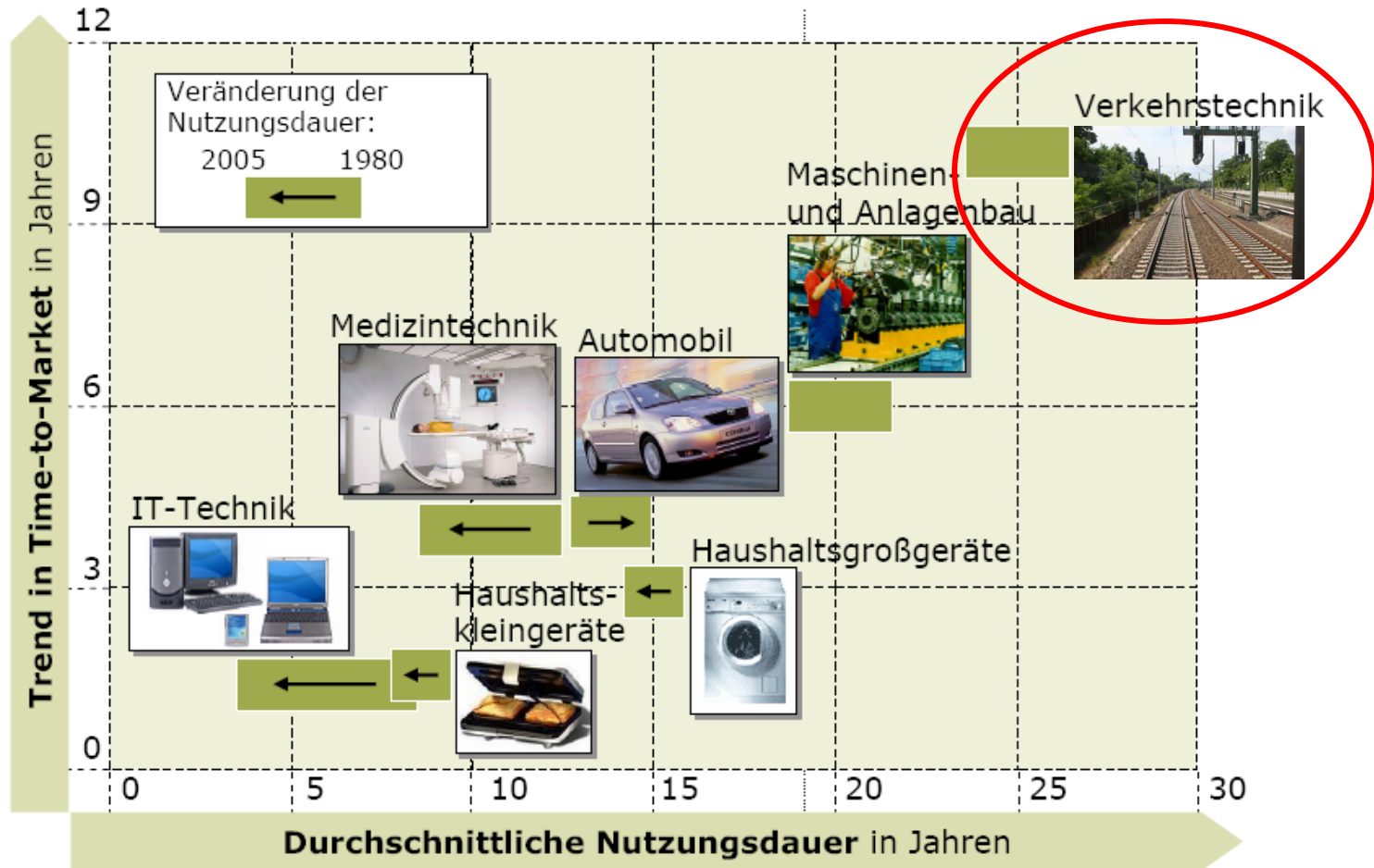


Quelle: Beck, Rapp, Jäger „Life Cycle Costing- Ausgangspunkt für Kostensenkungen in der Eisenbahnsignaltechnik“ in S&D Heft 5 2008



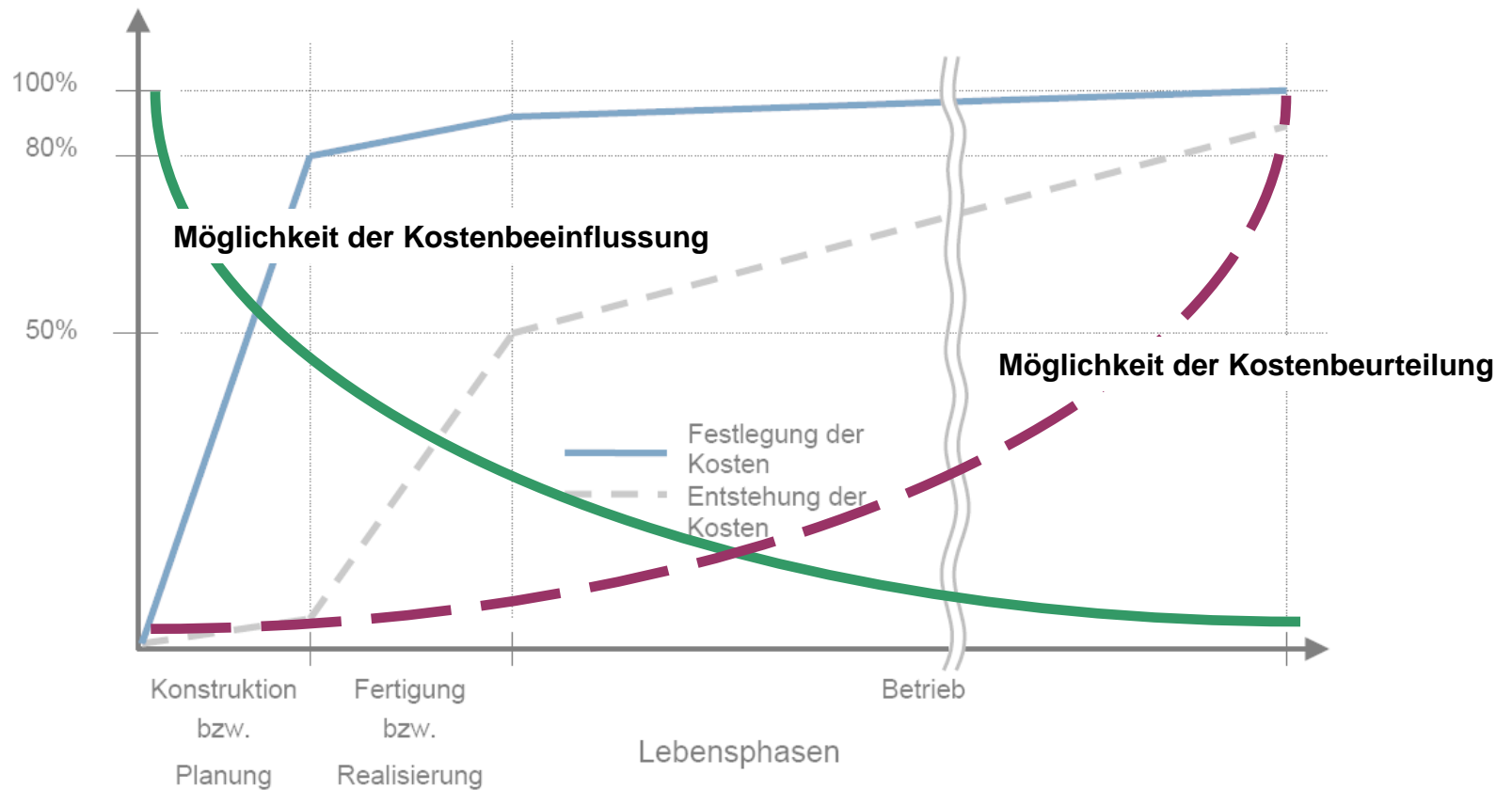
# Warum ist LCM für das Eisenbahnumfeld wichtig?

## Einordnung Eisenbahn

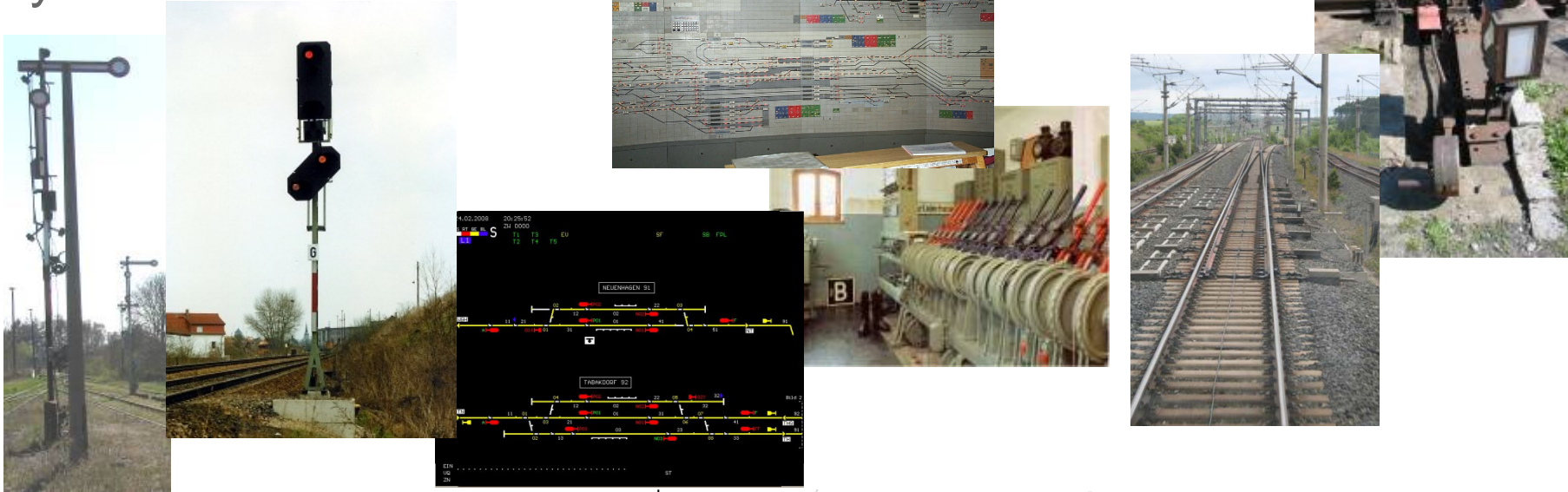


# Warum ist LCM für das Eisenbahnumfeld wichtig?

## Kostenentwicklung

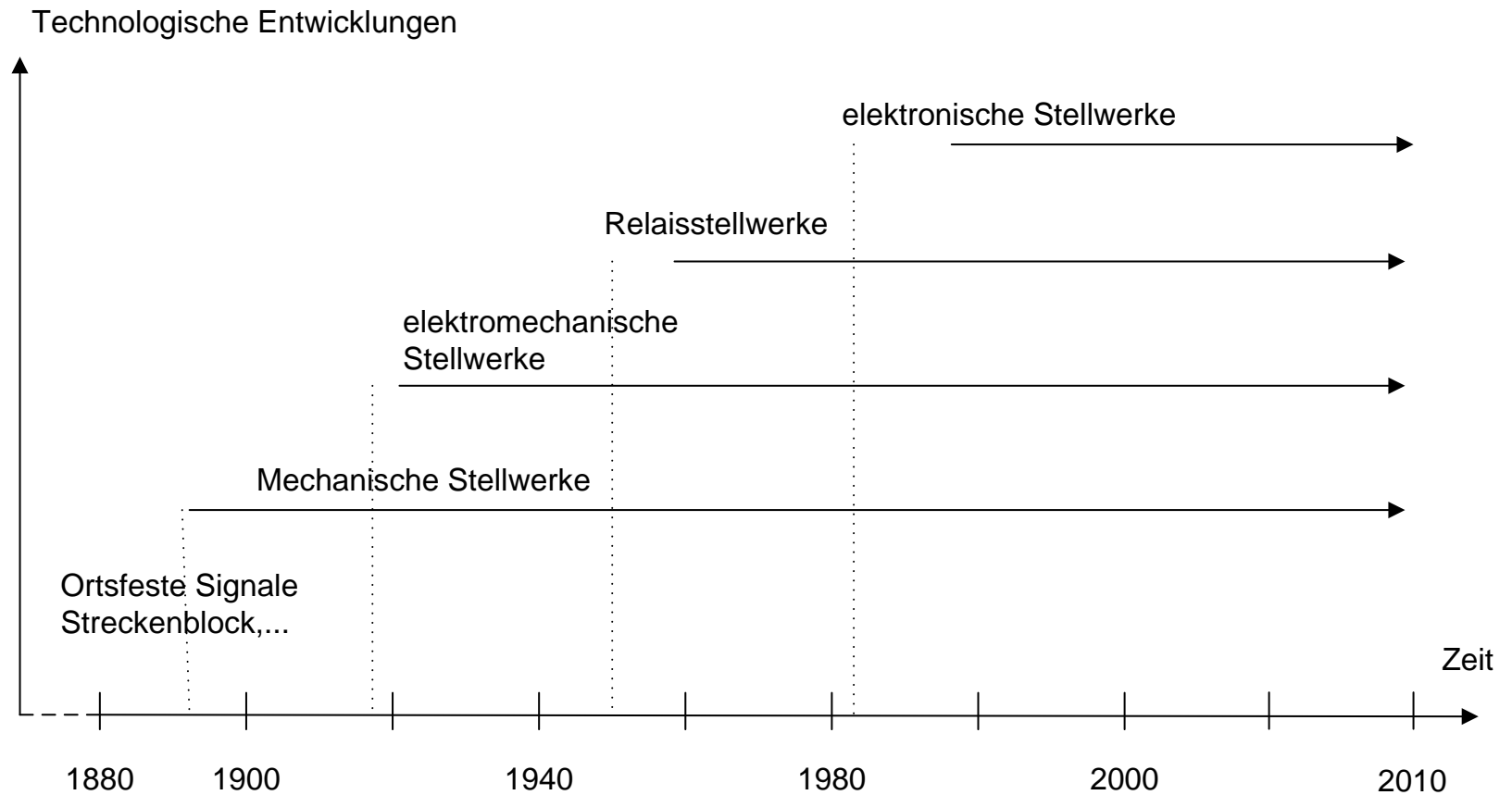


# Warum ist das für das Eisenbahnumfeld wichtig? Systemvielfalt



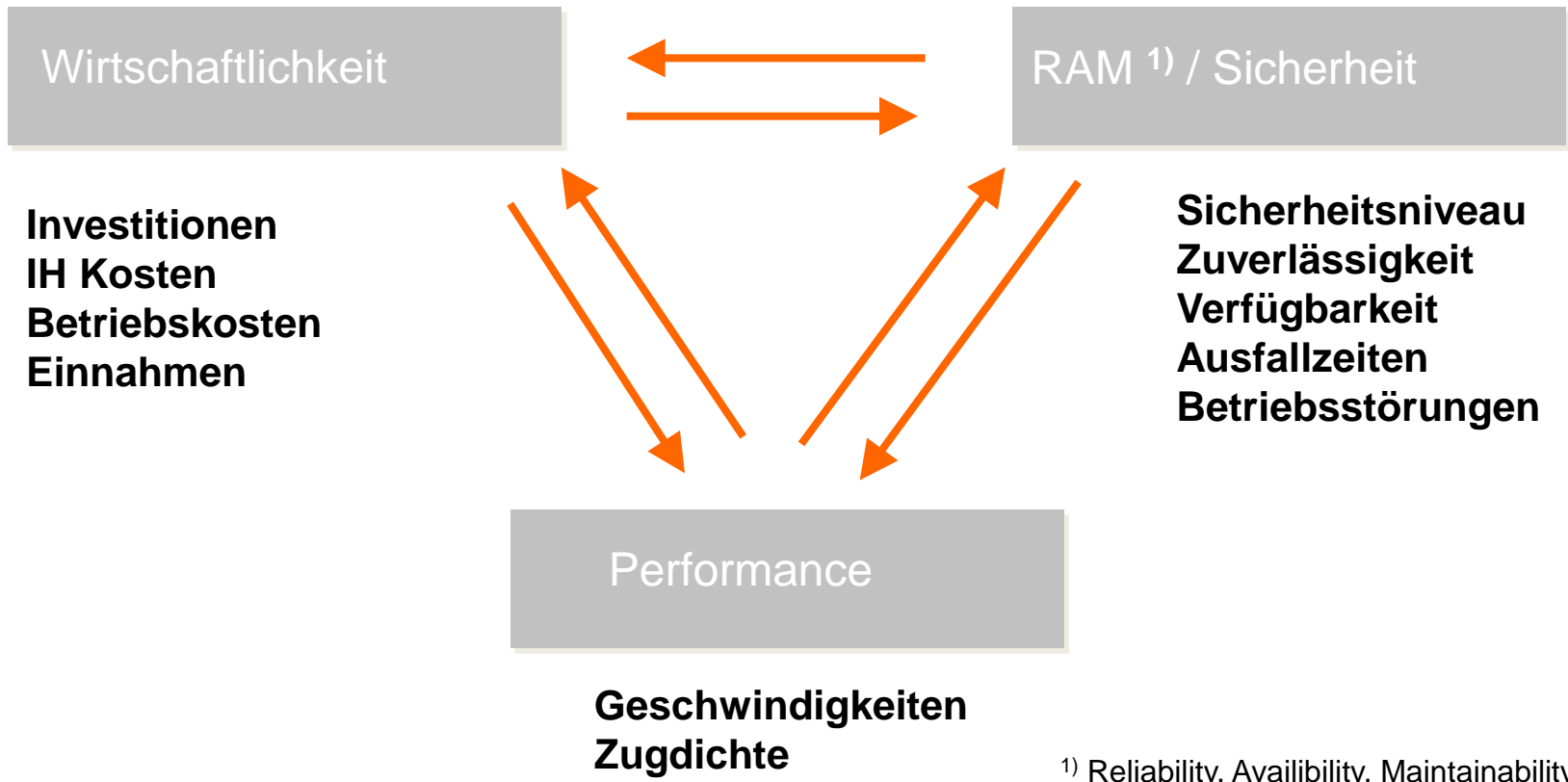


# Warum ist das für das Eisenbahnumfeld wichtig? Systemvielfalt



# Warum ist LCM für das Eisenbahnumfeld wichtig?

## Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Performance



# Warum ist das für das Eisenbahnumfeld wichtig?

## Motivation und Herausforderungen

### Motivation

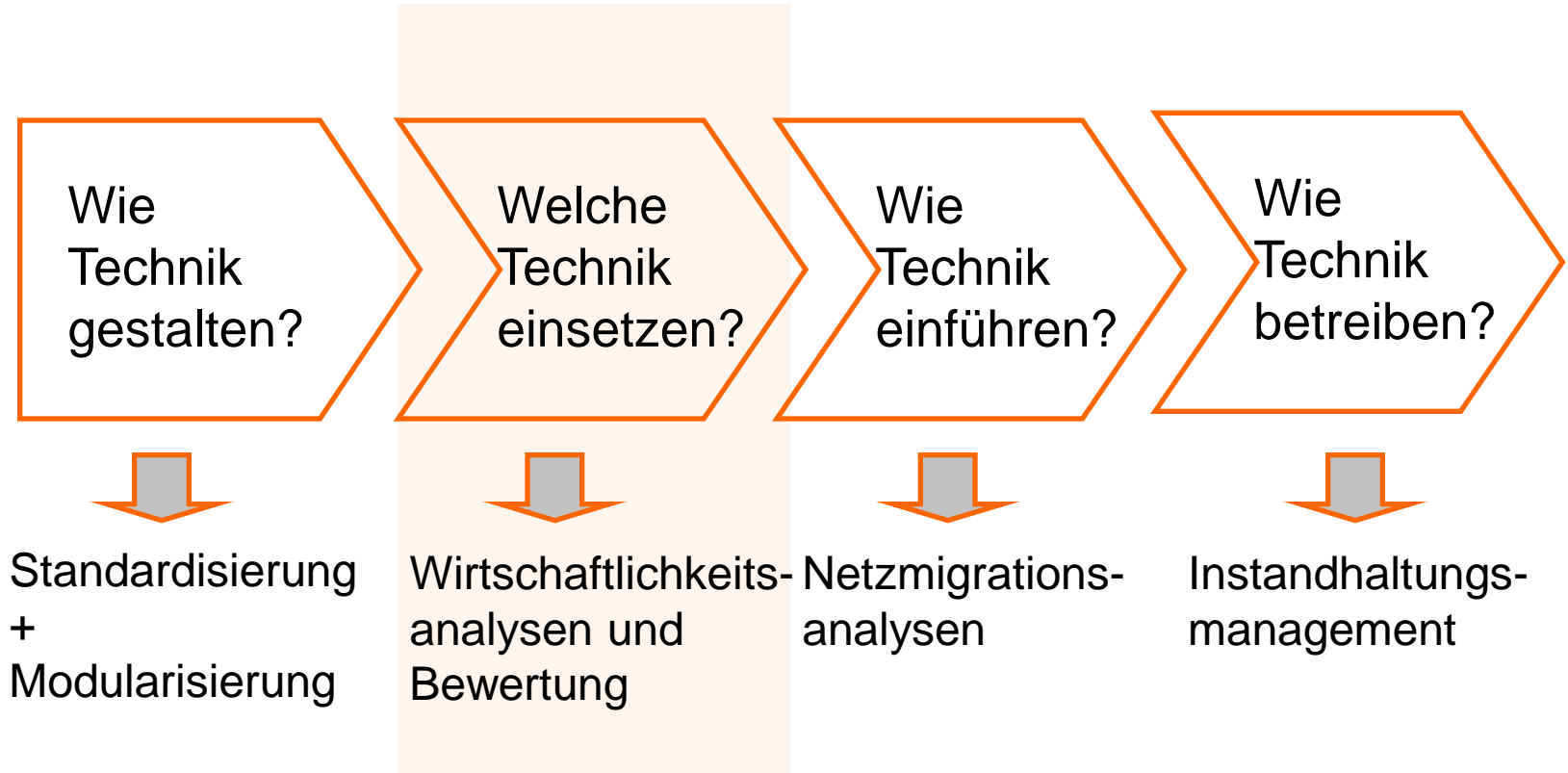
→ Der Verkehrsträger Bahn muss seine Wirtschaftlichkeit steigern um langfristig wettbewerbsfähig zu sein!

### Herausforderungen

1. Entwicklungen für Bahninfrastruktur sind aufwendig, Investitionen teuer und Entscheidungen schwer revidierbar
2. Sehr differenzierter Anlagenbestand
3. Oftmals veraltete Strukturen und technologisch überholte Prozesse
4. Entwicklungen auf europäischer Ebene

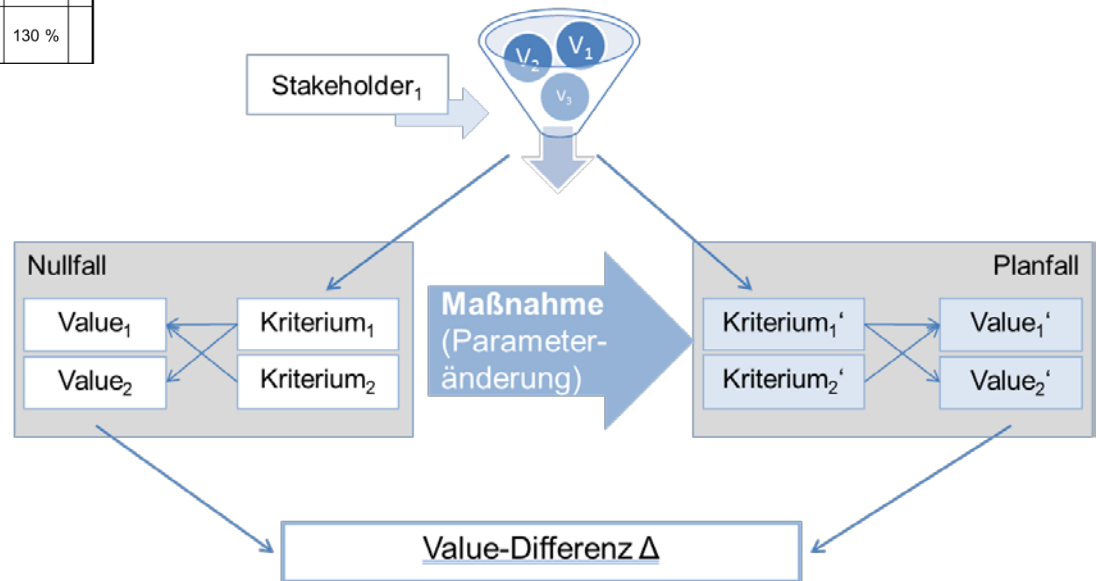


# Welcher Herausforderungen nimmt sich das DLR an? Lebenszyklusausrichtung



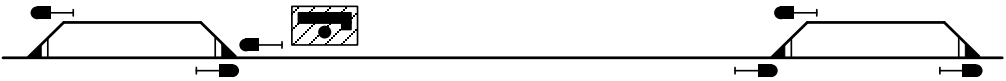
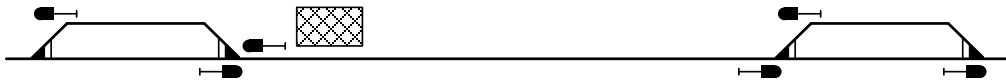

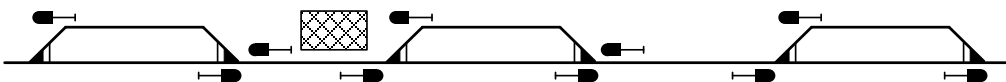
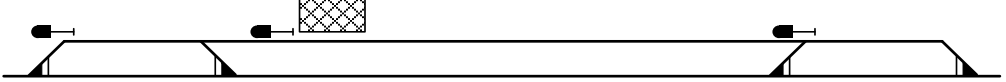
# Bewertungsverfahren

Infrastrukturvarianten		Kapazitätsauslastung <sup>1</sup>	LCC	...
MSTW		83 %	100 %	
ESTW		71 %	60 %	
ESTW mit Streckenblock		55 %	65 %	
ESTW mit Ausweichstelle		43 %	90 %	
ESTW zweigleisig		27 %	130 %	



# Railonomics®

## Variantenvergleich für Infrastrukturmaßnahmen

	Infrastrukturvarianten	Kapazitätsauslastung <sup>1</sup>	LCC	...
MSTW		83 %	100 %	
ESTW		71 %	60 %	
ESTW mit Streckenblock		55 %	65 %	
ESTW mit Ausweichstelle		43 %	90 %	
ESTW zweigleisig		27 %	130 %	

<sup>1</sup>Ein über alle Varianten gleiches Betriebsprogramm ist Voraussetzung, um die Kapazität vergleichbar zu machen



# Integrierte Bewertung von Schieneninfrastrukturmaßnahmen

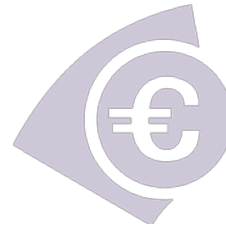
Bewertung...

- einer Schieneninfrastrukturmaßnahme
  - Betrachtung der Wirkungen ....
    - auf den Schieneninfrastrukturbetrieb
    - über den gesamten Lebenszyklus
    - **auf alle betroffenen Interessengruppen**



# Motivation zur integrierten Bewertung

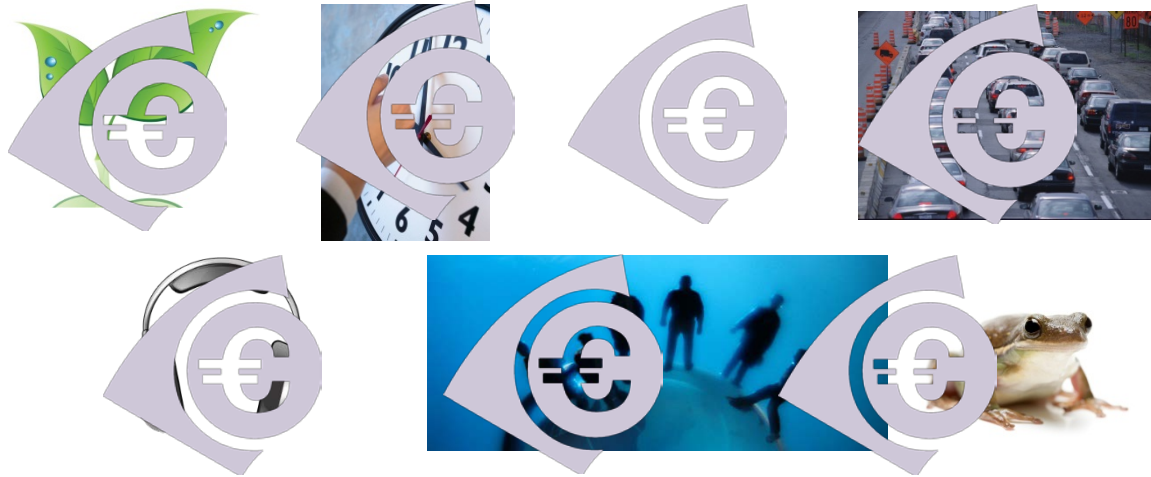
Wie wird über Schieneninfrastruktur nachgedacht?





# Motivation zur integrierten Bewertung

Wie wird über Schieneninfrastruktur entschieden?



- Praktisch, aber zu einseitig!



# Ziele

- **Integrierte** Bewertung: Vollständigkeit in der Darstellung der Wirkungen
  - Betriebs- und volkswirtschaftliche, gesellschaftliche und Umweltwirkungen
- Abbildung aus Sicht aller Interessengruppen (=Stakeholder)
- Transparente Darstellung der Wirkzusammenhänge
- Darstellung der Zusammenhänge zwischen Infrastruktur und Betrieb
- Beibehaltung der Wirkungsgrößen soweit möglich → Vermeidung von Monetarisierungsfaktoren

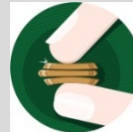


# Stakeholderverfahren

Wer hat ein Interesse?



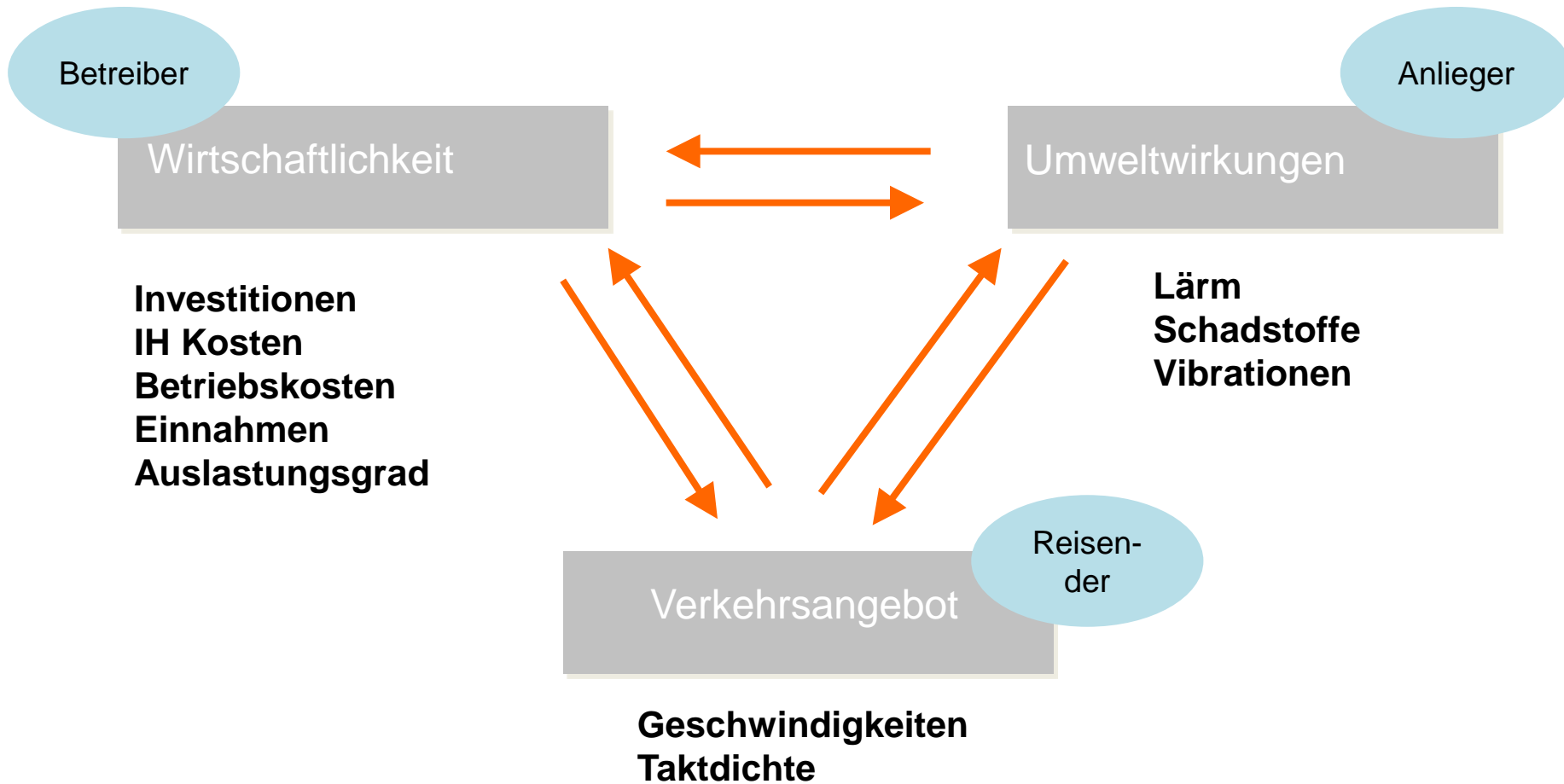
Worin besteht dieses Interesse?



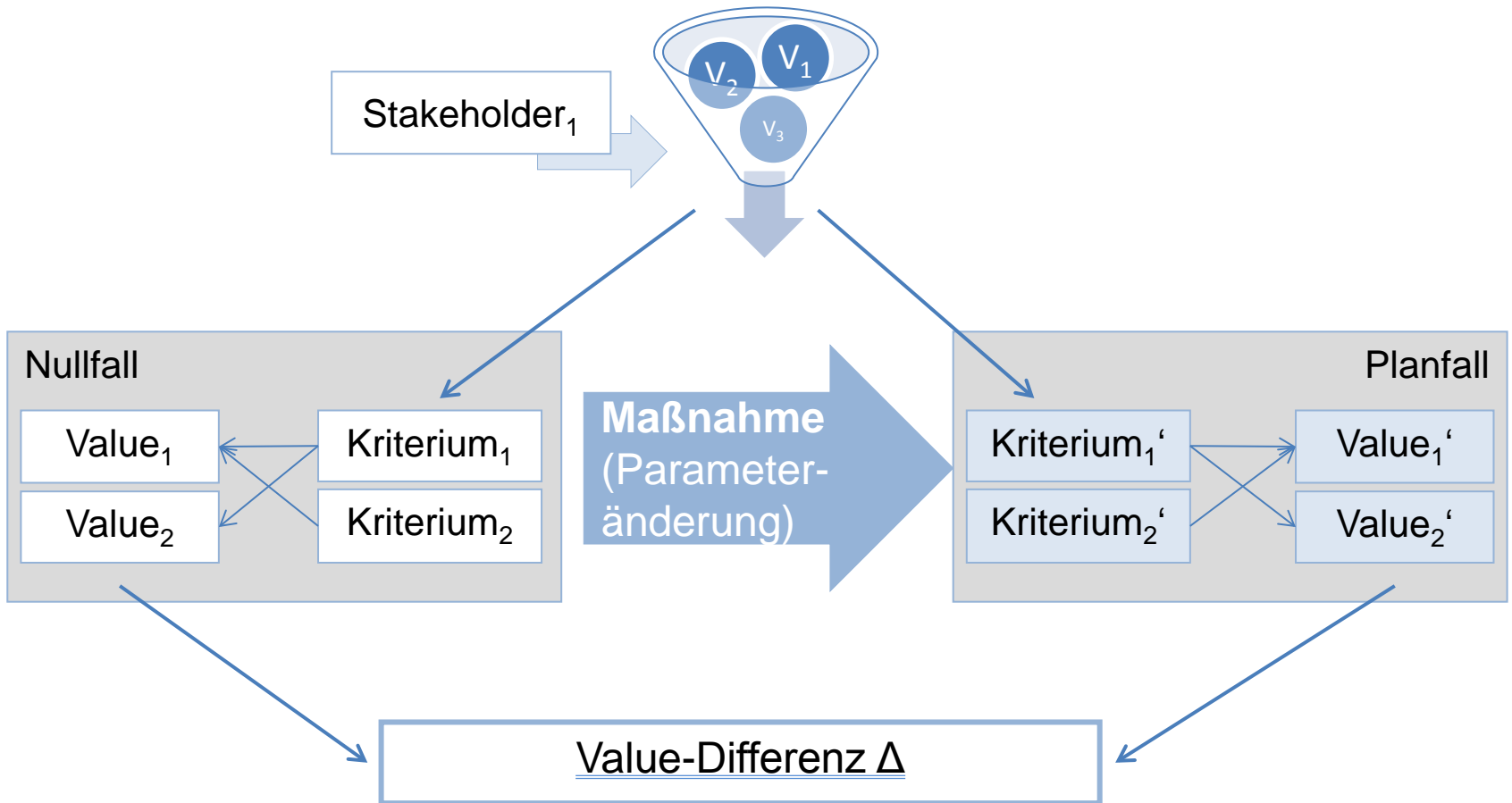
Welche Wechselwirkungen zu den Parametern der Infrastrukturmaßnahme bestehen?



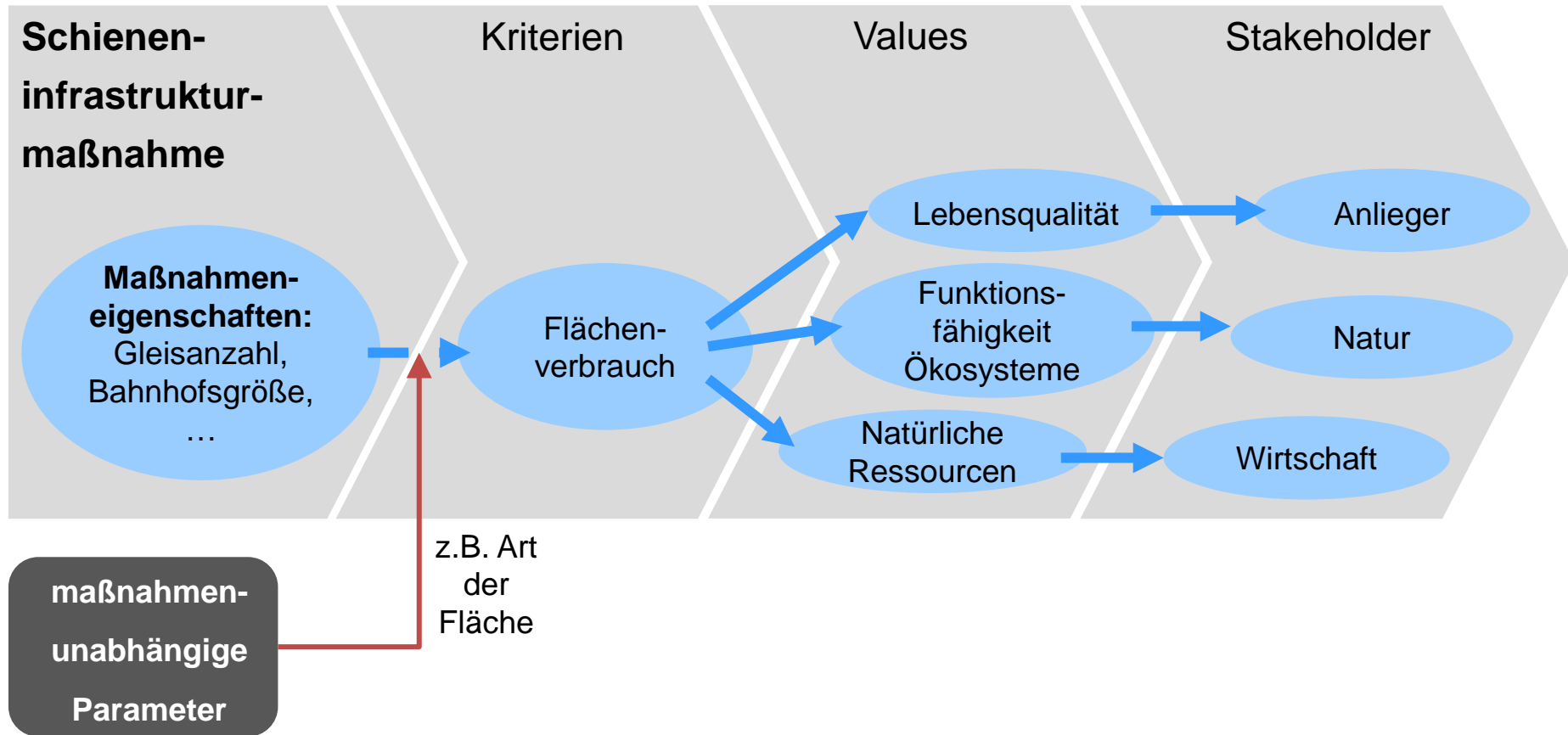
# Zielkonflikte



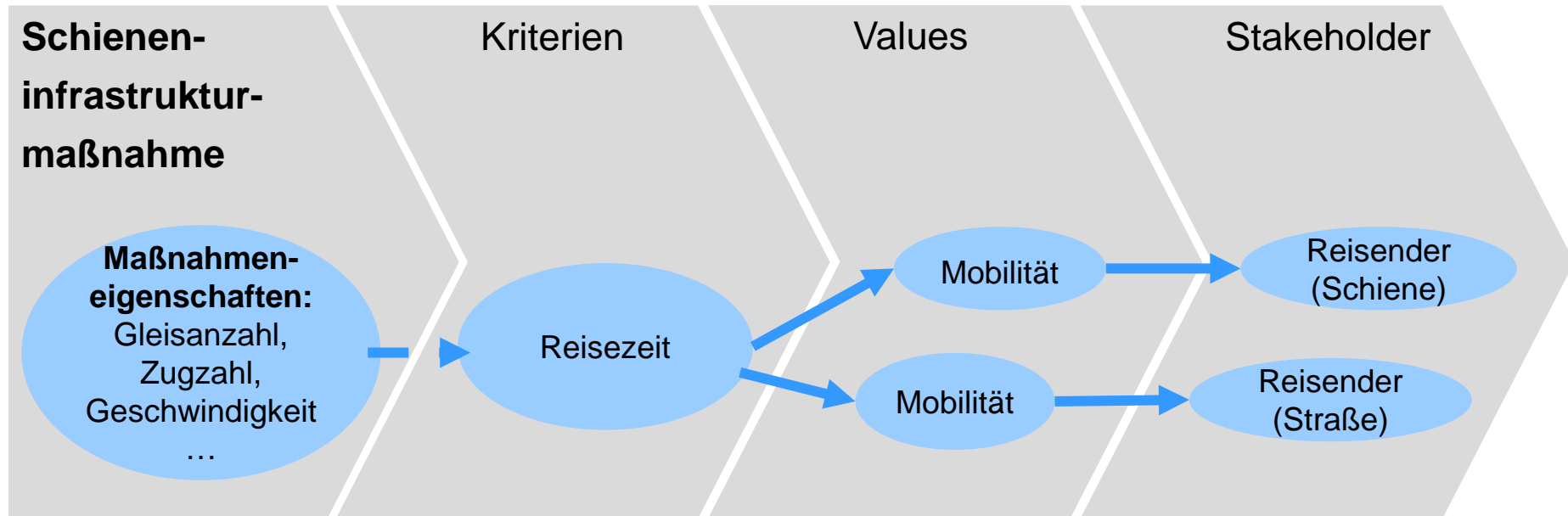
# Zusammenhänge der Bewertungskriterien



# Zusammenhänge der Bewertungskriterien



# Zusammenhänge der Bewertungskriterien



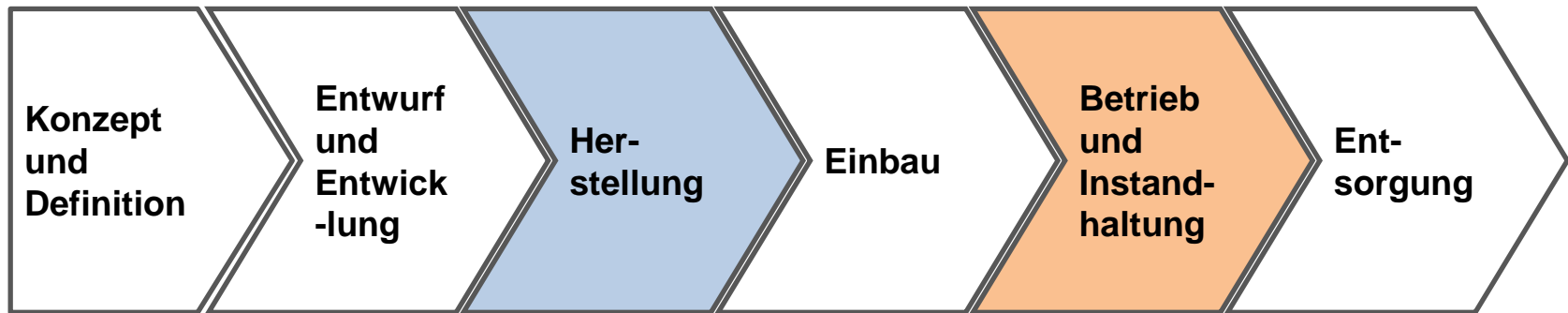
# Darstellung von Wirkungsketten

- Zur transparenten Darstellungen der Wirkungen und Zielkonflikte
- Zur Darstellung verschiedener, Stakeholder-spezifischer Sichtweisen
- Als Diskussionsgrundlage für einen Dialog zwischen Stakeholdern
- Zum Vergleich der Vor- und Nachteile verschiedener Varianten oder Maßnahmen
- Zur Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen über die Priorisierung von Schieneninfrastrukturmaßnahmen





# Lebenszyklus einer Schieneninfrastrukturmaßnahme

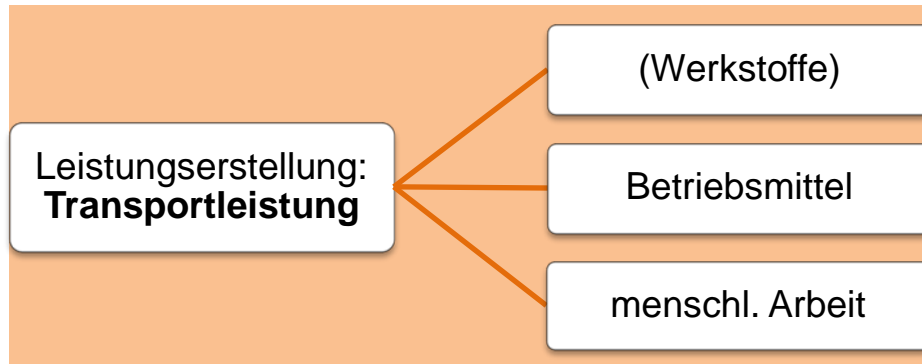


# Stakeholder der Lebenszyklusphasen

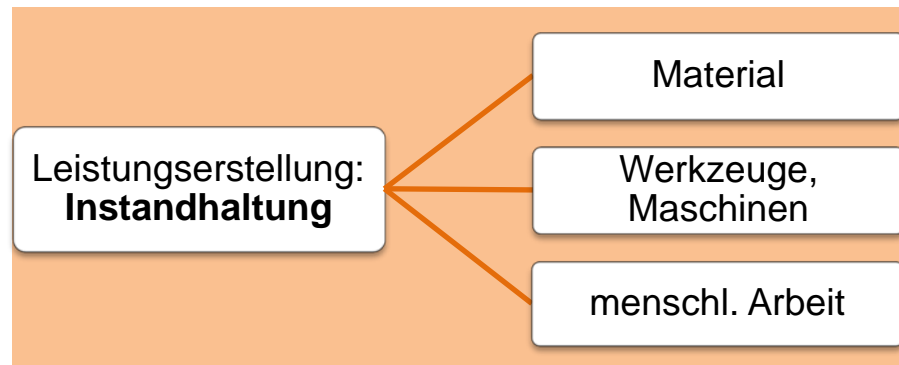
Phase des Lebenszyklus	Kriterium	Interessengruppe
Konzept und Definition	Kosten	Geldgeber
Entwurf und Entwicklung	Kosten	Geldgeber
Herstellung	Kosten Umweltbelastungen und Ressourcenverbräuche	Geldgeber Umwelt und Mensch global
Einbau	Kosten Emissionen und Ressourcenverbräuche Emissionen, Landschaftsbild, Wertverlust Immobilien	Geldgeber Umwelt und Mensch Anlieger
Instandhaltung und Betrieb	Kosten Mobilitätsgewinn Emissionen, Landschaftsbild, Wertverlust Immobilien	EIU und EVU Nutzer und Unternehmen, Anlieger
Entsorgung	Kosten	Geldgeber



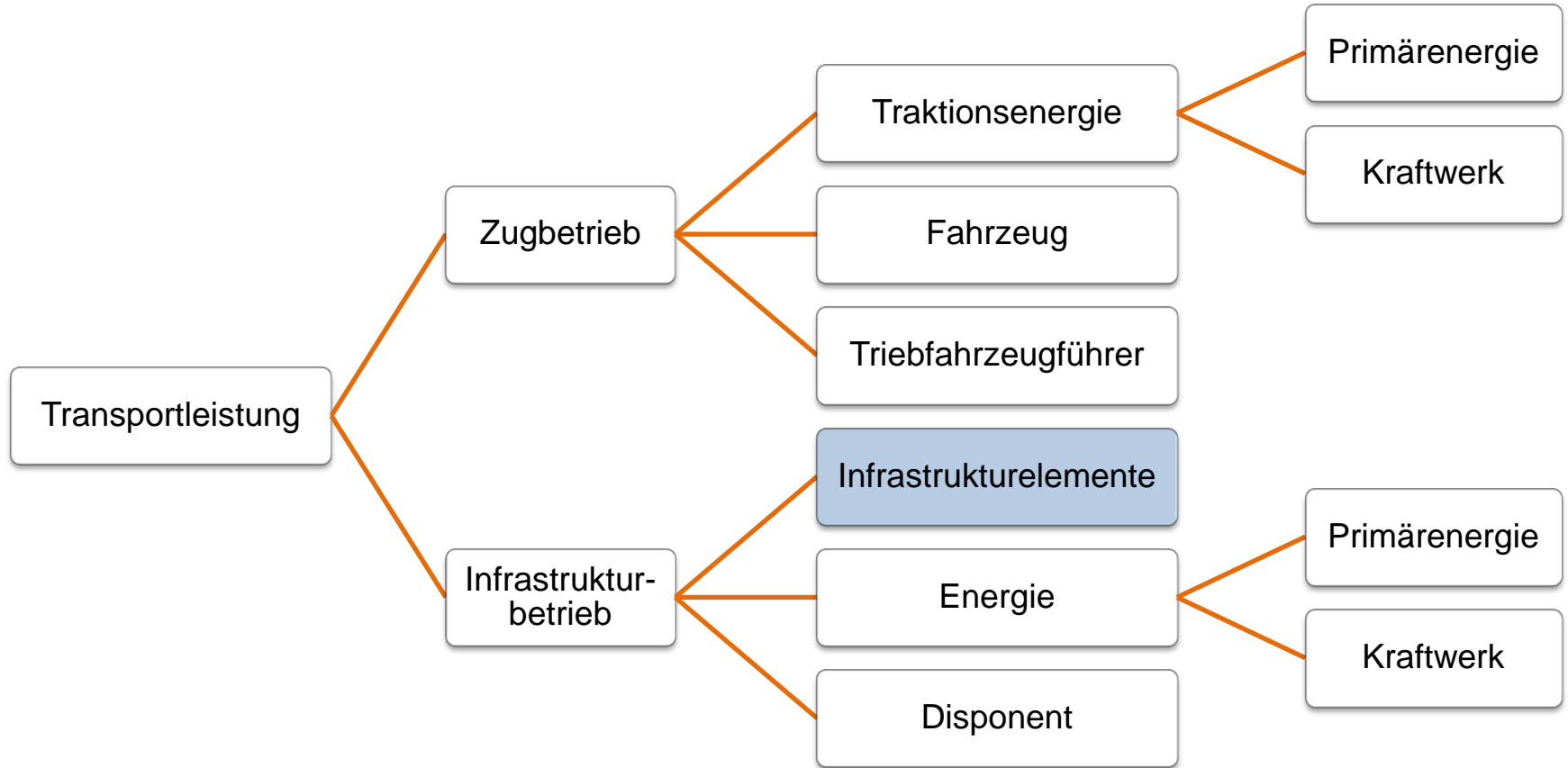
# Phase Betrieb und Instandhaltung



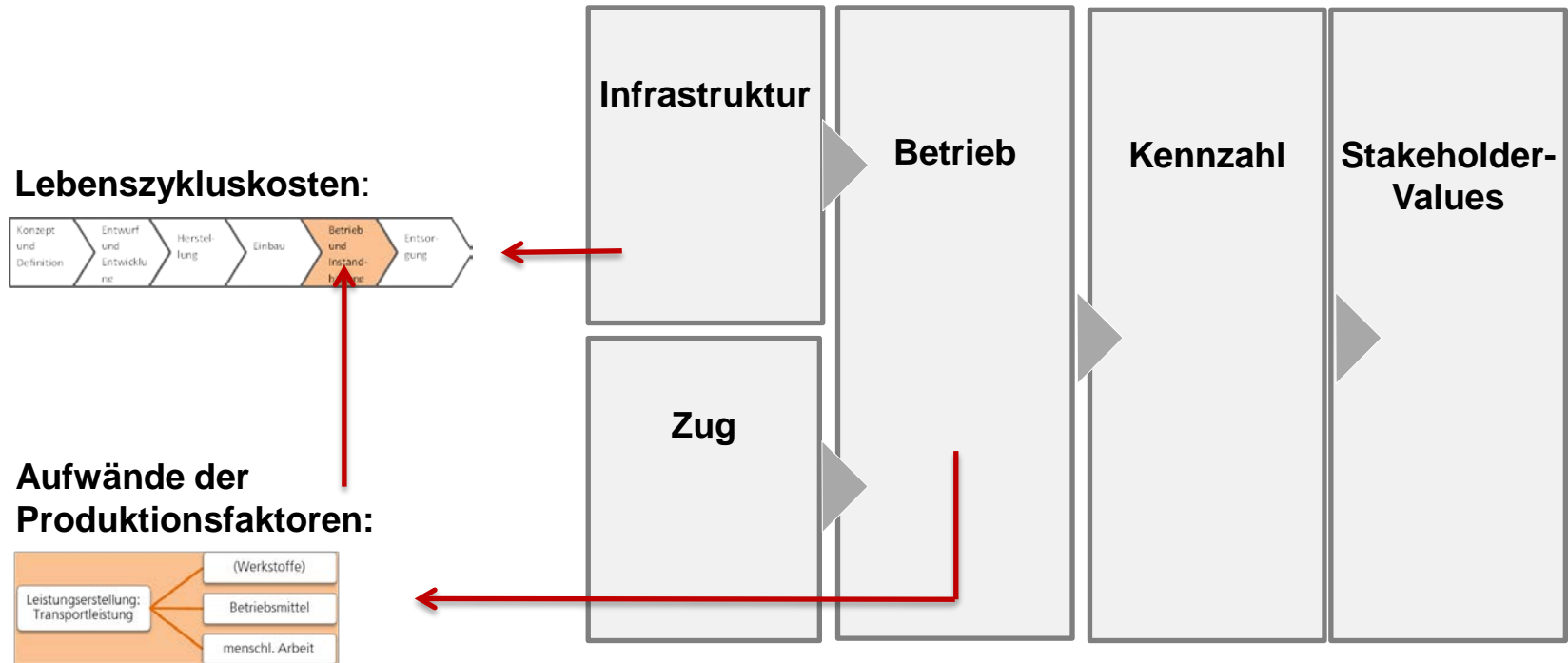
[Gutenberg, E. (1969): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; Erster Band: Die Produktion, 16. Auflage, Berlin, Springer Verlag]



# Produktionsfaktoren der Transportleistung



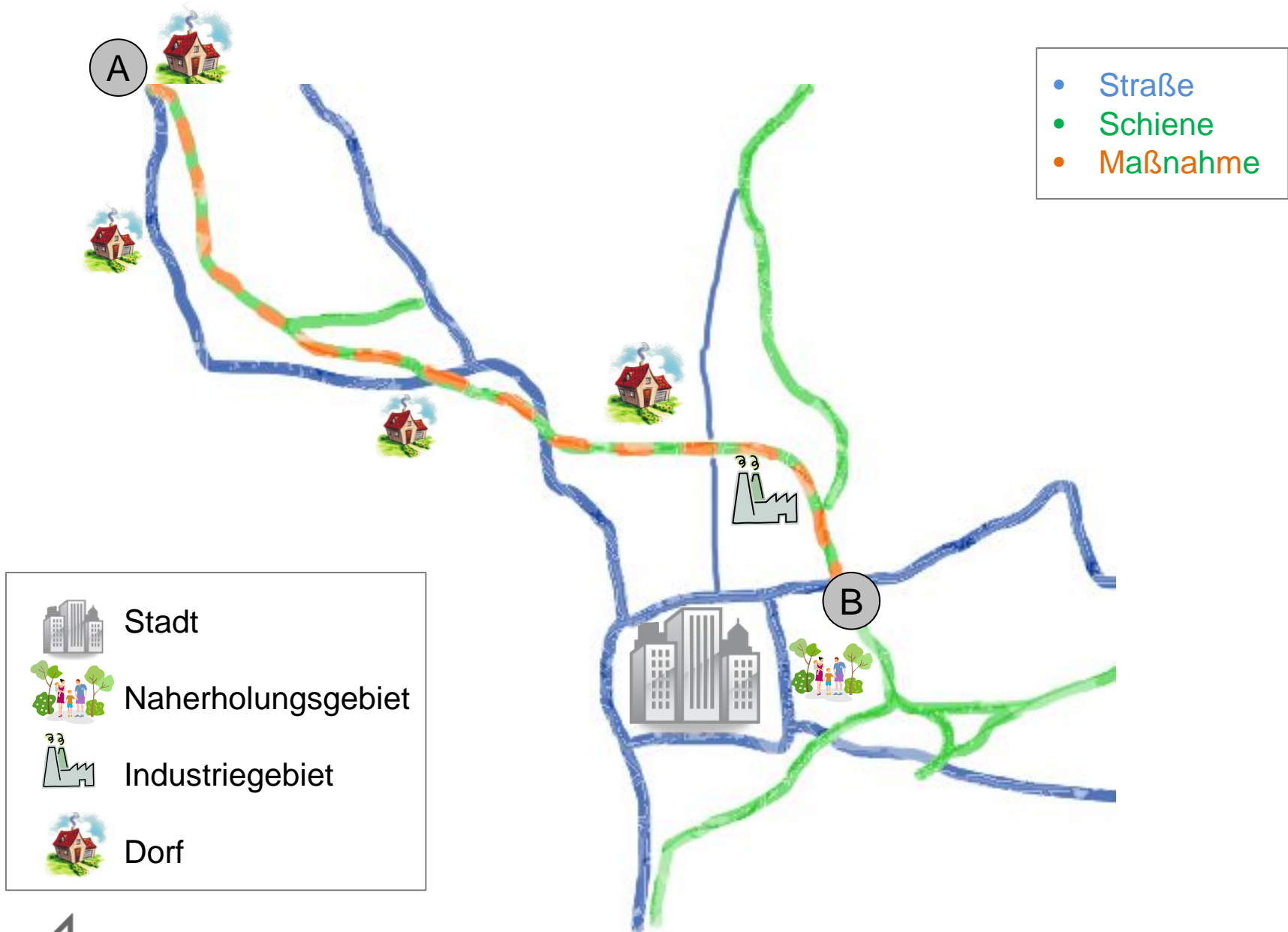
# Bewertungsverfahren



# Anwendungsbeispiel

- Reaktivierung einer Strecke
- Diskussion:
  - Betrieblich: Vorteile Personenverkehr vs. Nachteile Güterverkehr
  - Infrastruktur: Zusammenhang zwischen Maßnahme und Betrieb





# Stakeholder und Zielkonflikte

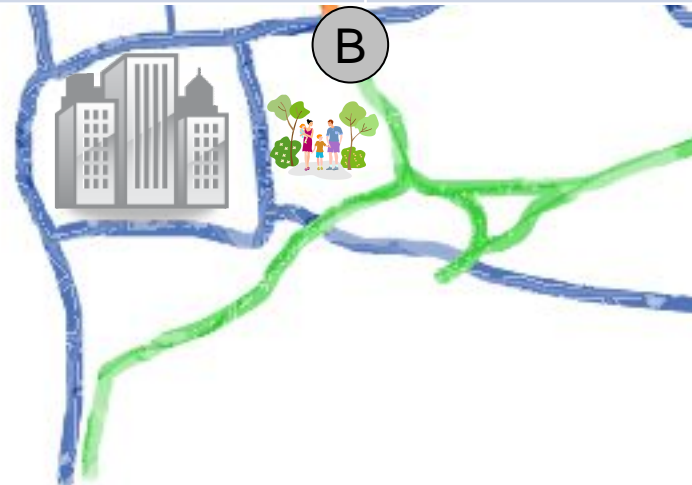
EIU	EVU	Pendler	Anlieger
Trasseneinnahmen	Trassenpreise	Mobilität	Grundstückswert
Besitzkosten (Instandhaltungs-, Betriebskosten)	Fahrpreis- einnahmen	Fahrzeit	Emissionen
	Fahrpreise		Erholungs- möglichkeiten
			Landschaftsbild





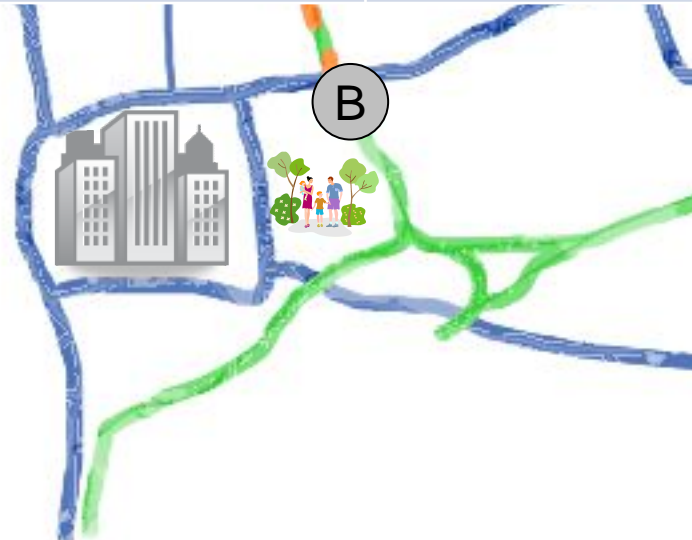
# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
Oberbau	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schotter,</li><li>• Holzschwellen</li><li>• Schienenkopf: head checks etc...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schotter: gestopft</li><li>• Betonschwellen</li><li>• Schienenkopf: geschliffen (regelm. Schienenschleifen)</li></ul>



# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
Bahnhöfe	<ul style="list-style-type: none"><li>• B: zweigleisig</li><li>• Ausstattung: keine</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• B: zweigleisig</li><li>• A: zweigleisig</li><li>• Ausstattung: P+R</li></ul>



# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
<b>Leit- und Sicherungstechnik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuggleitbetrieb*</li> <li>• Weichen werden ortsgestellt</li> <li>• Signaltechn. ungesicherte BÜ</li> <li>• Signale: keine</li> <li>• Blocklängen: Abstand Zuglaufmeldestelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PZB</li> <li>• Weichen elektrisch ferngestellt</li> <li>• Signaltechn. gesicherte BÜ</li> <li>• Signalisierung: Einfahr- und Ausfahrtsignale an den Bahnhöfen A und B = 8 Signale</li> <li>• Blocklängen: Abstand Bahnhöfe</li> </ul>



## \*Zugleitbetrieb:

- Regelung der Zugfahrten mithilfe von Zuglaufmeldungen per Zugfunk zwischen Zugleiter und Zugführer
- Keine Signaltechnik erforderlich (ggfs. Rückfallweichen in Kreuzungsbahnhöfen), keine Signale an BÜs
- Maßgebend für Zugfolge sind Zuglauf(melde)stellen
- Strecken mit geringem und verhältnismäßig einfach strukturiertem Betriebsprogramm
- Streckengeschwindigkeit auf 80 km/h begrenzt (an Rückfallweichen 40 bis 50 km/h)
- i.d.R. 60-Minuten Takt
- Sicherheit abhängig von korrekten Zuglaufmeldungen



# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
Oberleitung	• Keine	• keine



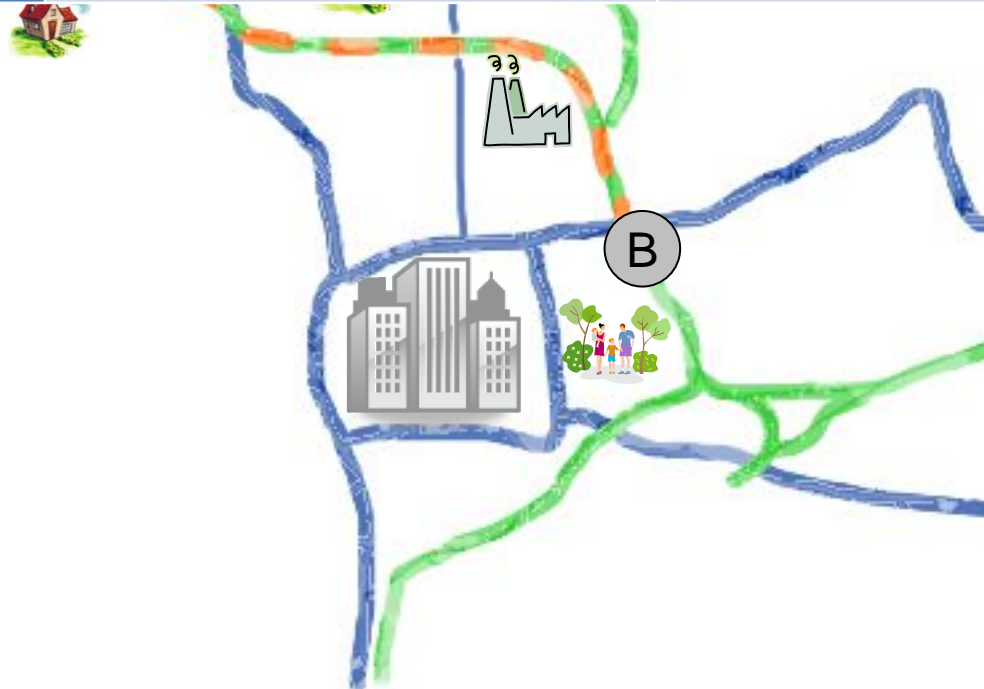
# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
Trassierung	gleichbleibend	



# Infrastrukturmaßnahme - Parameteränderungen

Parameter Infrastruktur	Nullfall	Planfall
Anzahl Gleise (freie Strecke)	• 1	• 1



# Infrastrukturmaßnahme – betriebliche Änderungen

Betriebliche Parameter	Nullfall	Planfall
Verkehrsart	<ul style="list-style-type: none"><li>• Güterverkehr</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Personen- und Güterverkehr</li></ul>





# Infrastrukturmaßnahme – betriebliche Änderungen

Betriebliche Parameter	Nullfall	Planfall
Fahrplan Personenverkehr	<ul style="list-style-type: none"><li>• kein</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 12 Züge/ Tag/ Richtung</li></ul>



# Infrastrukturmaßnahme – betriebliche Änderungen

Betriebliche Parameter	Nullfall	Planfall
<b>Fahrplan Güterverkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Containerzüge / Woche</li><li>• 2 Müllzüge/Woche</li><li>• 8 Schiebewardwagen (VW)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2 Containerzüge / Woche</li><li>• 2 Müllzüge/Woche</li><li>• 8 Schiebewardwagen (VW)</li></ul>



# Infrastrukturmaßnahme – betriebliche Änderungen

Betriebliche Parameter	Nullfall	Planfall
Fahrregime	<ul style="list-style-type: none"><li>• „Spitz“</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Energieeffizient</li></ul>



# Fazit

- Vielfältige Wirkungen auf unterschiedliche Interessengruppen
  - Zielkonflikte
  - Eingeschränkte Messbarkeit
  - Komplexe Beziehungen der Parameter untereinander
- 
- Ziel: transparente Darstellung der Wirkungen
    - ...Integrierte Bewertung



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

## Kontakt:

Anja Bussmann

[anja.bussmann@dlr.de](mailto:anja.bussmann@dlr.de)

0531- 295-3520

**Institut für Verkehrssystemtechnik**

**Lilienthalplatz 7**

**38108 Braunschweig**

