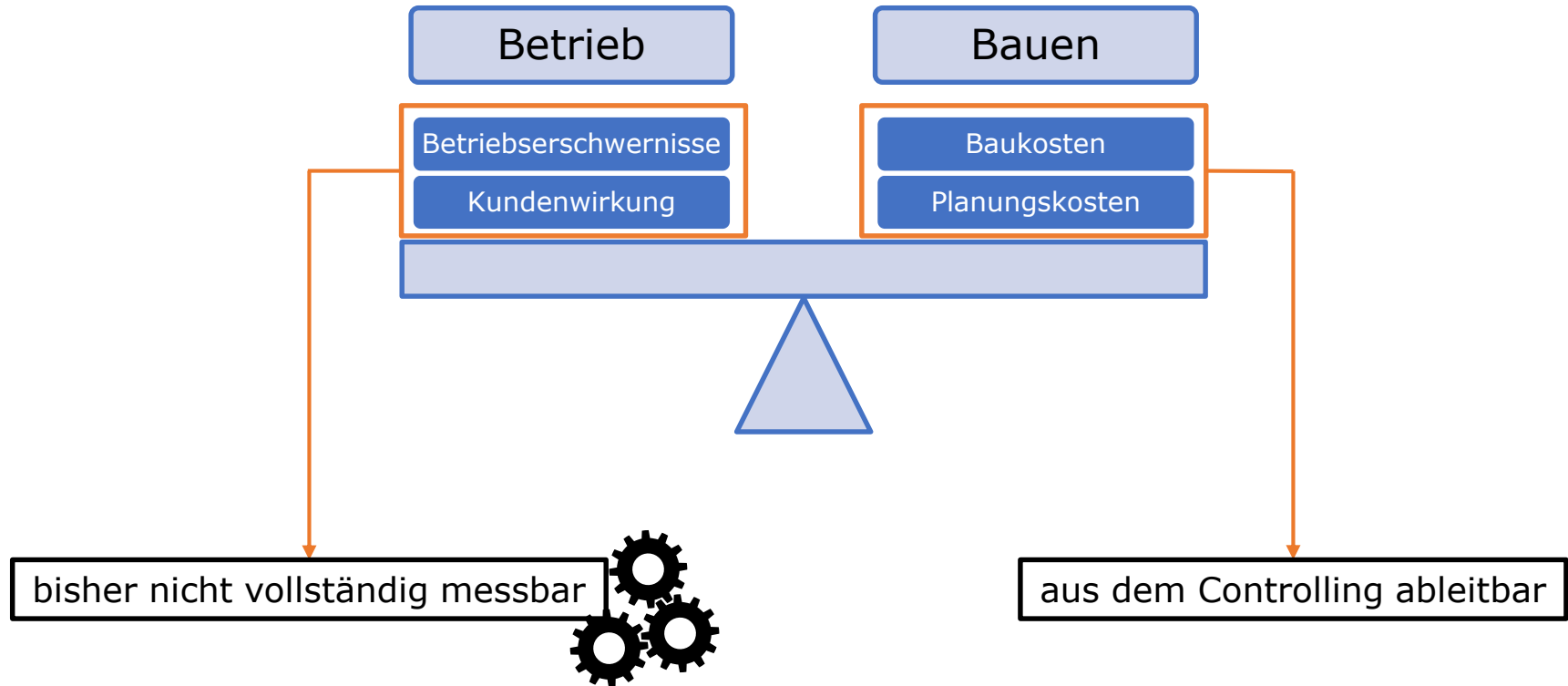


Kundenfreundliches Bauen Balance im Spannungsfeld zwischen Fahren & Bauen

für: Eisenbahntechnisches Kolloquium 2019
Vortragender: René Schönemann



Ansprüche aus Bauen und Betrieb müssen in Einklang gebracht werden



Ziel:

Baumaßnahmen so gestalten, dass sie im Konflikt zwischen Bauen und Betrieb zu einer guten Lösung für das Gesamtsystem Bahn führen

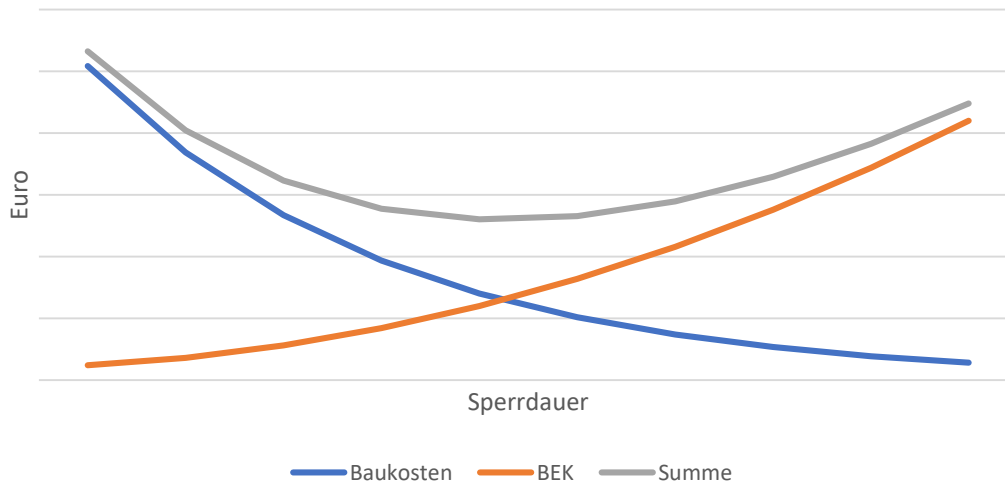


Im Gleichgewicht zwischen Bauen und Betrieb sind die Kosten für das Gesamtsystem minimal

**Grund-
annahme:**

Sperrdauer	kurz	lang
Baukosten	hoch	gering
Kundenwirkung	gering	hoch

funktionaler Zusammenhang (exemplarisch):



minimale Systemkosten:
im Minimum der Summe
aus Baukosten und
Betriebserschwerernskosten

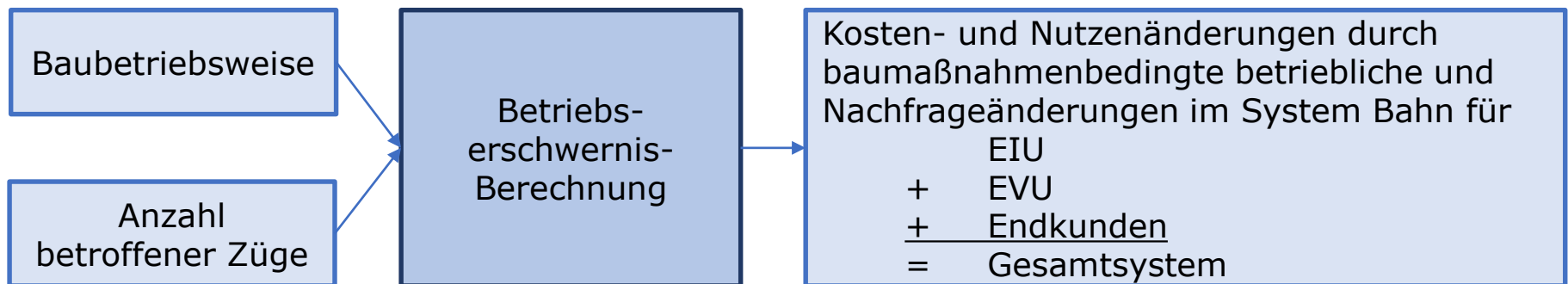


Zur Erreichung des Gleichgewichts müssen die Betriebserschwernisse zuverlässig und möglichst einfach zu bestimmen sein

Anforderungen:

- einfache und automatische Erfassung der Eingangsgrößen
- für Bauplaner einfach anzuwenden (nur wenige Eingangsgrößen notwendig)
- Berechnungsergebnis muss eindeutig & reproduzierbar sein
- Berechnungsergebnis muss nachvollziehbar und nachprüfbar sein
- gesamtes System Bahn betrachten (z. B. bei Trassenkosten)

Zielsystem:



Komponenten der Betriebserschwernisse wurden in der Literatur bisher nicht vollständig erfasst

- zahlreiche Ansätze in der Literatur beschreiben Komponenten von Betriebserschwernissen
- keine der identifizierten Literaturquellen beschreibt die Komponenten vollständig
- zwei Beispiele aus den meist-zitierten Literaturquellen:

P. Veit in Fendrich (2013) Handbuch Eisenbahninfrastruktur, Kap. 21 „die wesentlichen Positionen“:	Siefer & Lücking: Systemanalyse von Weichenumbaumaschinen EI (57) 6/2006:
• Zugverspätungen	• Verspätung(skosten) durch Baustellenbetrieb
• Folgeverspätungen (aus Globalanalysen)	
• Umwegfahrten und daraus resultierende Zusatzkilometer und Zugverspätungen	• Zugumleitungen und deren Auswirkungen
• ggf. Kosten für Schienenersatzverkehre	• Kosten für SEV
• etwaige Zusatzkosten bei Vershub	
• Kosten der Disposition	
	• externe Kosten (z. B. Imageverlust)

- **Konsens:** Betriebserschwernisse lassen sich als Zusatzkosten bzw. Erlösänderungen des Betriebs ausdrücken → Betriebserschwerniskosten (BEK)

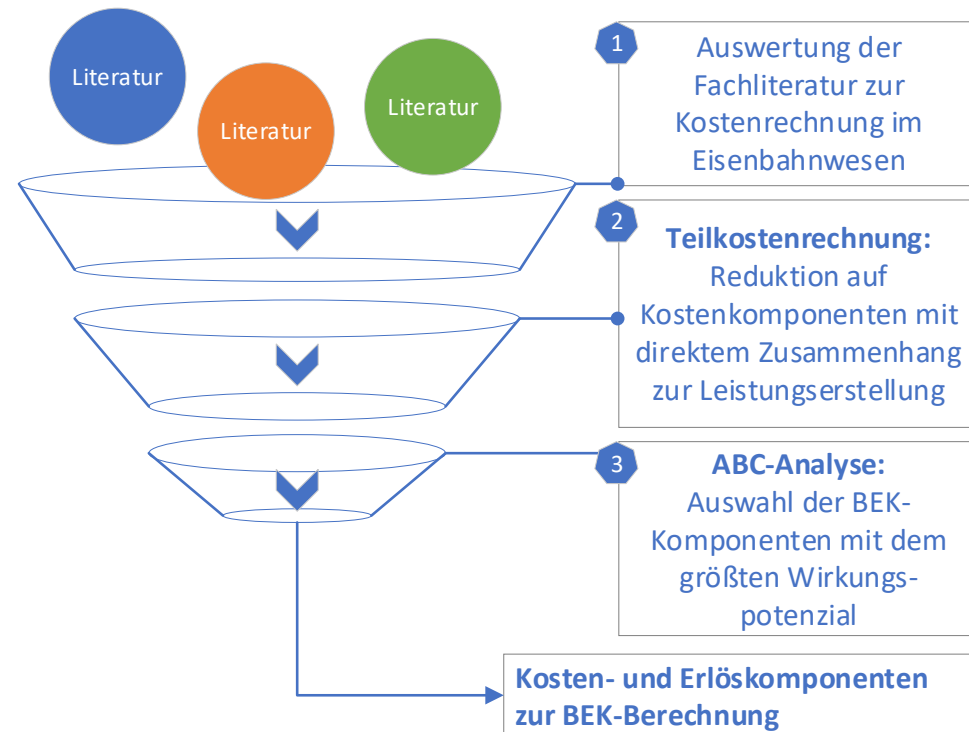


Notwendige BEK-Komponenten wurden in einem dreistufigen Prozess bestimmt

Fachliteratur zur Kostenrechnung im Eisenbahnwesen:

- sehr unterschiedliche Detailtiefen
- jeweils nur die Kostenkomponenten berücksichtigt, die für den speziellen Zweck notwendig waren; keine ganzheitliche Zusammenfassung der Kostenkomponenten
- ältere Quellen waren sehr umfassend, sind heute aufgrund der Trennung von Infrastruktur und Betrieb nicht mehr gültig oder sind nicht mehr verfügbar

Bestimmung der notwendigen BEK-Komponenten:



Das Wirkungspotenzial der BEK-Komponenten lässt sich mit Hilfe weniger physikalischer Größen bestimmen



Ansatz zur Beurteilung des Wirkungspotenzials der BEK-Komponenten:

- Herstellung eines funktionalen Zusammenhangs: physikalische Größen werden über Rechenkonstanten in Erlös- und Kostenäquivalente umgerechnet (z. B. Trassenentgelte pro km, Kapitalkosten pro Jahr)
- Bestimmung von Kostensätzen in Abhängigkeit von physikalischen Größen
- einmalige Eichung der Kostensätze unter Verwendung tatsächlicher Erlös- und Kostenwerte

Festlegung einer einheitlichen physikalischen Größe:

- Kundenfreundlichkeit einer Baumaßnahme wird durch die Sperrzeit beeinflusst
- andere physikalische Größen lassen sich in Zeitwerte umrechnen
- **Zeit als einheitliche physikalische Größe:** damit wird die automatisierte Berechnung aus den Systemen der Baubetriebsplanung direkt möglich



je nach Baubetriebsweise sind nicht alle BEK-Komponenten relevant

Kostenkomponenten EVU	a) Verspätungen (z. B. bei Fahrzeitverl., Gwb)	b) Umleitungen (z. B. bei Voll-, Teilsperung)	c) Ausfall / SEV (z. B. bei Voll-, Teilsperung)
Kapitalkosten	x	x	
Instandhaltungskosten	x	x	
Personalkosten	x	x	
Sachkosten (Energienmehrkosten)	x	x	
Trassenentgelte		x	
Stationsentgelte		x	
Erlösausfälle	x	x	(x)*
SEV-Kosten			(x)*

- weitere Kostenkomponenten ändern sich durch geplante Baumaßnahmen nicht oder nur unwesentlich (Pareto-Prinzip)

*abhängig vom Zeithorizont



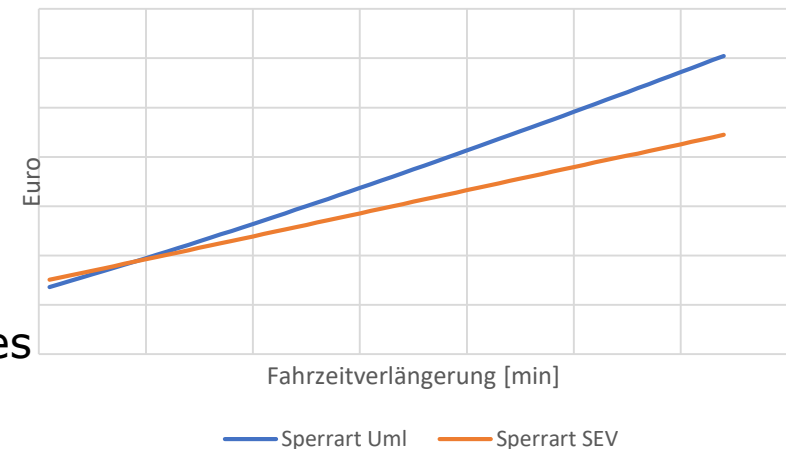
funktionaler Zusammenhang zwischen der Dauer einer Infrastruktureinschränkung und den entstehenden Kostenänderungen herstellbar

- alle ermittelten Kostensätze sind zeitabhängig [€/min]
- daher funktionaler Zusammenhang zwischen der Dauer der Infrastruktureinschränkung und den entstehenden BEK herstellbar

Beispiel: Vergleich von zwei Auslegungen einer betrieblichen Regelung für einen Zug des SPNV

BEK eines Zuges hängen ab von:

- Verkehrsart (SPNV, SPFV, SGV)
- Baubetriebsweise (Fahrzeitverlängerung, Umleitung, SEV)
- Höhe der Fahrzeitverlängerung des Zuges



- bei bekannter Anzahl betroffener Züge können mit dieser Funktion die durch eine Infrastruktureinschränkung hervorgerufenen BEK bestimmt werden

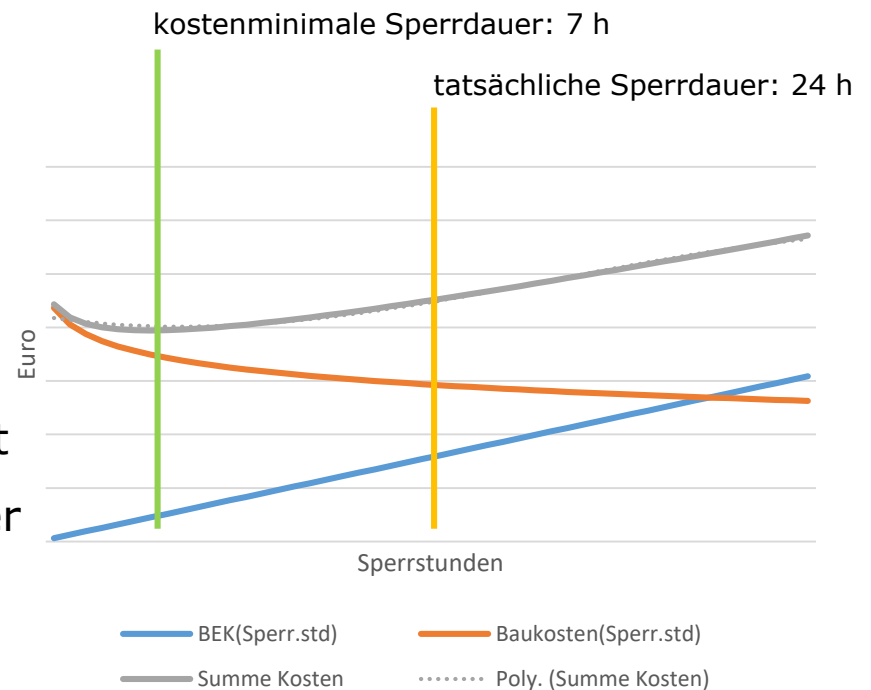


Beispiel: Für eine Infrastruktureinschränkung werden die systemminimalen Kosten bestimmt

- BEK-Funktion: beinhaltet die Kosten aller von der Infrastruktureinschränkung betroffenen Züge
- Baukostenfunktion: Schätzung aus Bauprojekt-Daten

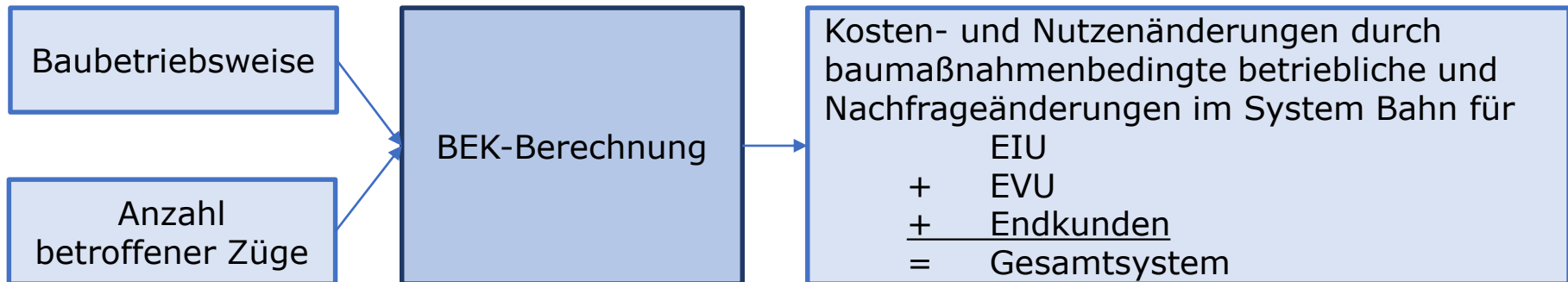
systemminimale Kosten:

- bestimmen die kostenminimale Sperrzeit
- ermitteln die Abweichungen zwischen der geplanten und der kostenminimalen Sperrzeit



Anforderungen erreicht:

- ✓ einfache und automatische Erfassung der Eingangsgrößen
- ✓ für Bauplaner einfach anzuwenden (nur wenige Eingangsgrößen notwendig):



- alle Kostensätze sind zeitabhängig
- Sperrzeit gibt Baubetriebsweise und Anzahl der betroffenen Züge vor
- damit sind alle notwendigen Eingangsdaten für die BEK-Berechnung gegeben
- ✓ Berechnungsergebnis muss eindeutig & reproduzierbar sein
- ✓ Berechnungsergebnis muss nachvollziehbar und nachprüfbar sein
- ✓ gesamtes System Bahn betrachten (z. B. bei Trassenkosten)

