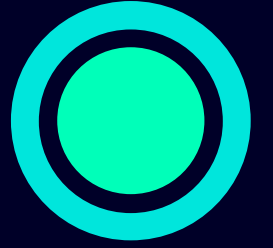


# Optimierte Fahrzeugkonstruktion bei Siemens

## Maßnahmen und Erfolge für eine Reduktion der Gleisbelastung



Wirkung des verschleißabhängigen Trassenpreses auf die Fahrzeugentwicklung

# Inhaltsverzeichnis

## Index / Agenda

### **Life Cycle Cost / Total Cost of Ownership**

- Übersicht
- Trassenpreise

### **Analyse Verschleißfaktor Fahrbahn**

- Analyse Strecken
- Analyse Fahrzeuge

### **Optimierung Fahrzeuge**

- Fahrzeugeigenschaften und deren Wirkung
- Strategien für Plattformen  
Konzeptionelle / optionale Ansätze

### **Zusammenfassung / Kernaussagen**

# Life Cycle Cost / Total Cost of Ownership

# LCC-Gesamtkostenansatz

**E) Lebenszykluskosten**  
**= A + B + C + D**

**A) Anfangsinvestition**  
**(Zugpreis+Einmalkosten)**  
(20% – 40% von E)

**B) NBW der**  
**Instandhaltungskosten**  
(30% - 50% von E)

**C) NBW der Energiekosten (Traktion /**  
**HeizungKlima / Hilfsbetriebe)**  
(20% - 30% von E)

**D) NBW der**  
**verschleißabhängigen**  
**Fahrwegkosten**  
(10% - 50% von E)

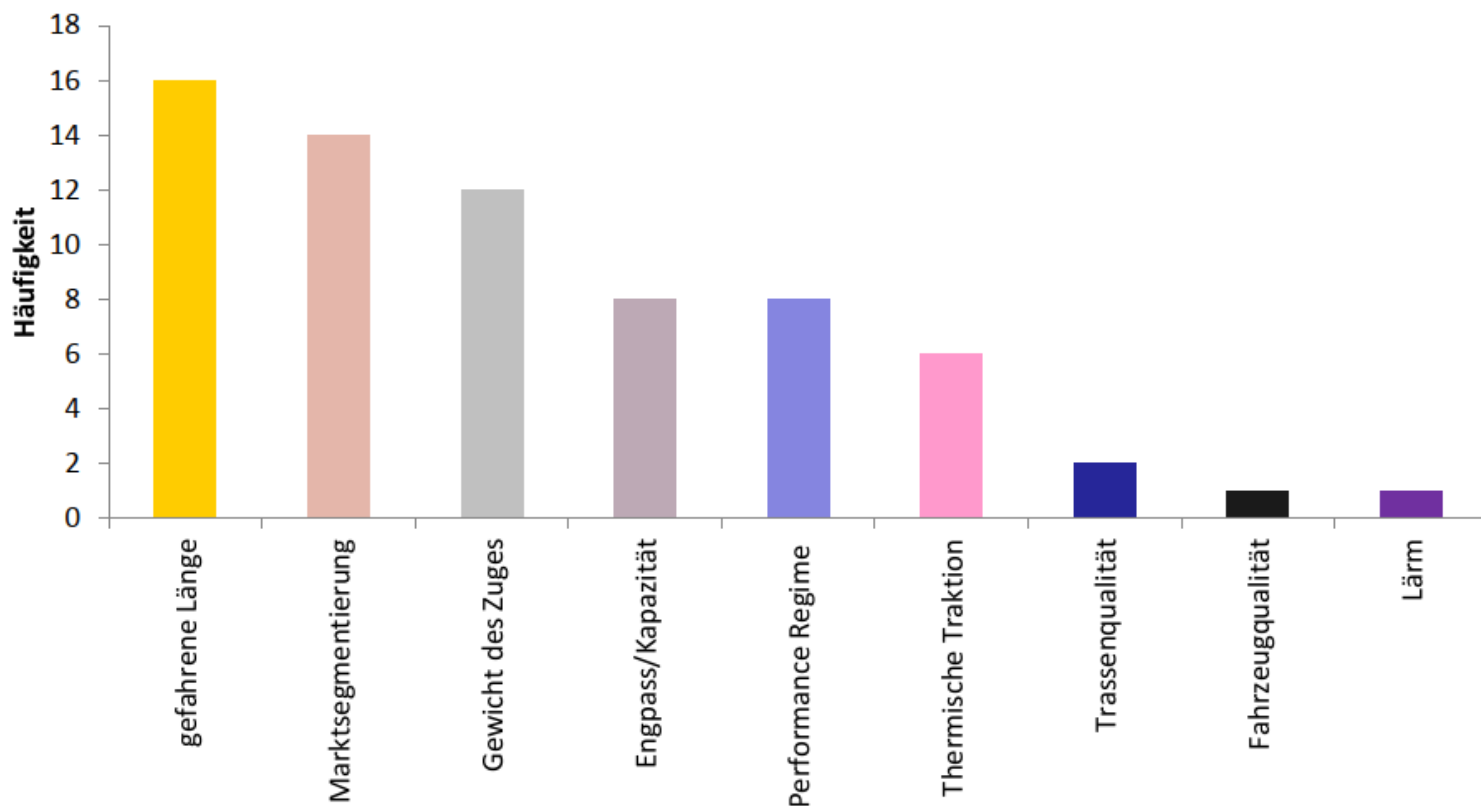
**F) Performance / Produktion**  
**Maximale Sitzplatz-**  
**Stehplatzkapazität**  
(Anzahl der Sitze Stehfläche)

**G) Lebenszykluskosten pro Sitz**  
**= E / F**

(NBW: Nettobarwert)

# Trassenpreis – Modelle in Europa

## Häufigkeit der Verrechnungsparameter in der EU



Quelle: Schienen Control Österreich

## Schweizer Trassenpreisrevision:

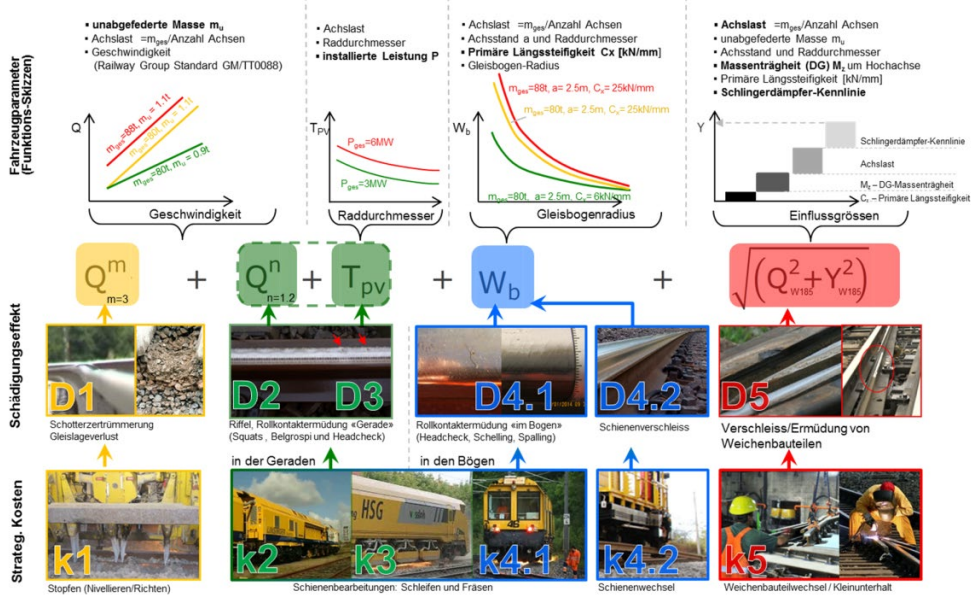
Basispreis Gewicht



Basispreis Verschleiß

# Analyse Verschleißfaktor Fahrbahn

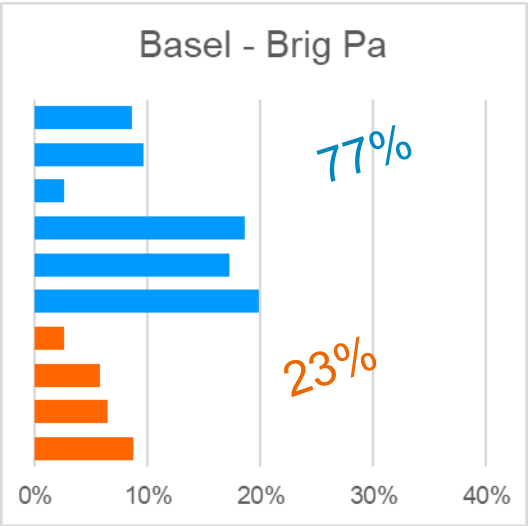
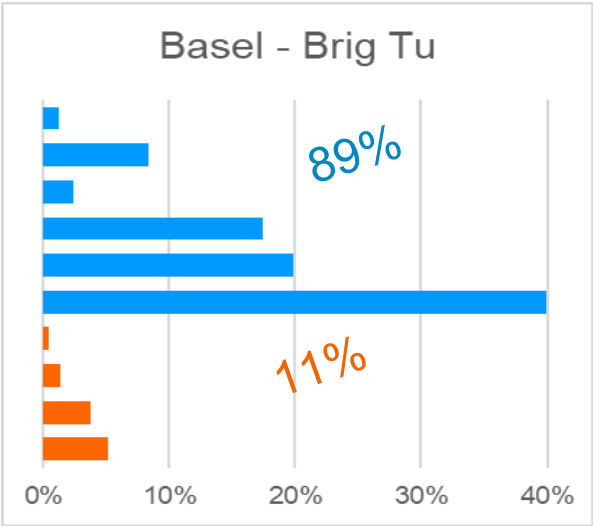
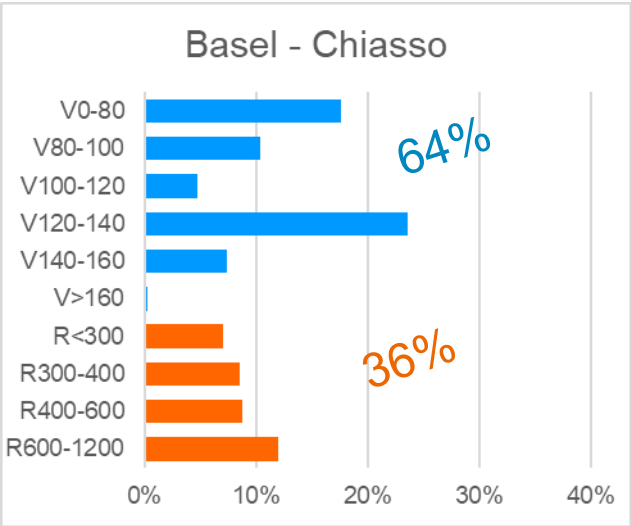
# Basispreis Verschleiß



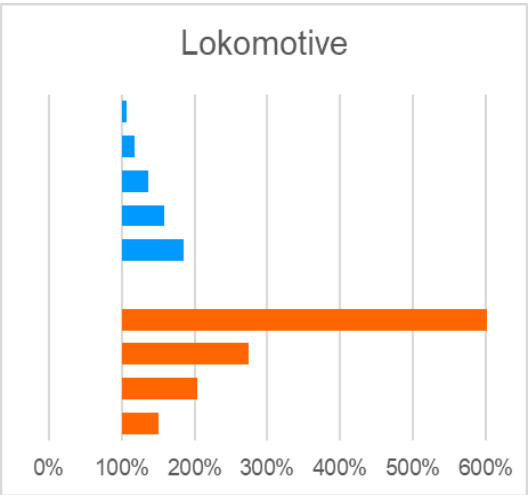
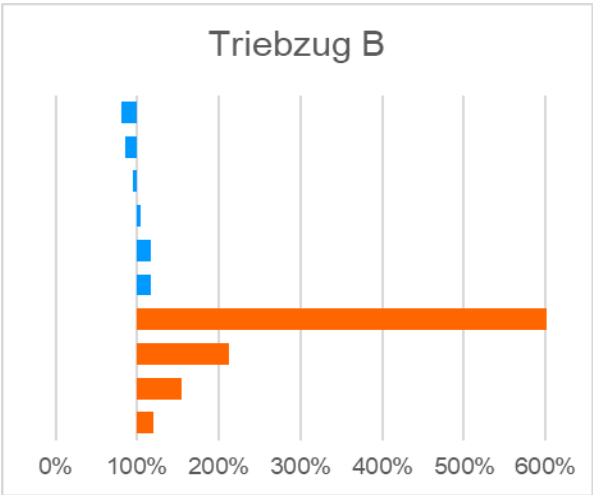
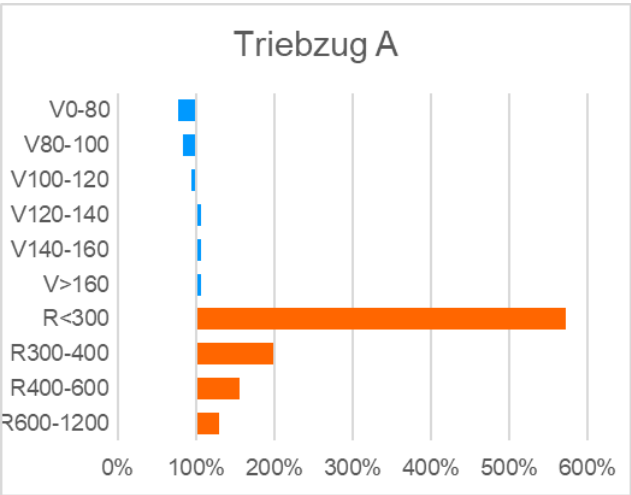
Preisband	Fahrzeugbezugskosten	Fahrzeugpreis (= Abrechnungspreis)
= $S \cdot C_{rel_{V/R}}$		
Radius > 1200 m		
$V \leq 80$	$C_{rel_{V0-80}}$	$C_{V0-80}$
$80 < V \leq 100$	$C_{rel_{V80-100}}$	$C_{V80-100}$
$100 < V \leq 120$	$C_{rel_{V100-120}}$	$C_{V100-120}$
$120 < V \leq 140$	$C_{rel_{V120-140}}$	$C_{V120-140}$
$140 < V \leq 160$	$C_{rel_{V140-160}}$	$C_{V140-160}$
$160 < V \leq 200$	$C_{rel_{V>160}}$	$C_{V>160}$
Radius $\leq 1200$ m		
$R \leq 300$	$C_{rel_{R<300}}$	$C_{R<300}$
$300 < R \leq 400$	$C_{rel_{R300-400}}$	$C_{R300-400}$
$400 < R \leq 600$	$C_{rel_{R400-600}}$	$C_{R400-600}$
$600 < R \leq 1200$	$C_{rel_{R600-1200}}$	$C_{R600-1200}$

# Analyse Basispreis Verschleiß

**Streckenanalyse:  
Anteile  
Preisklassen**



**Fahrzeuganalyse:  
Relativer Trassenpreis  
je Klasse  
bezogen auf 0,0033  
CHF/Btkm**

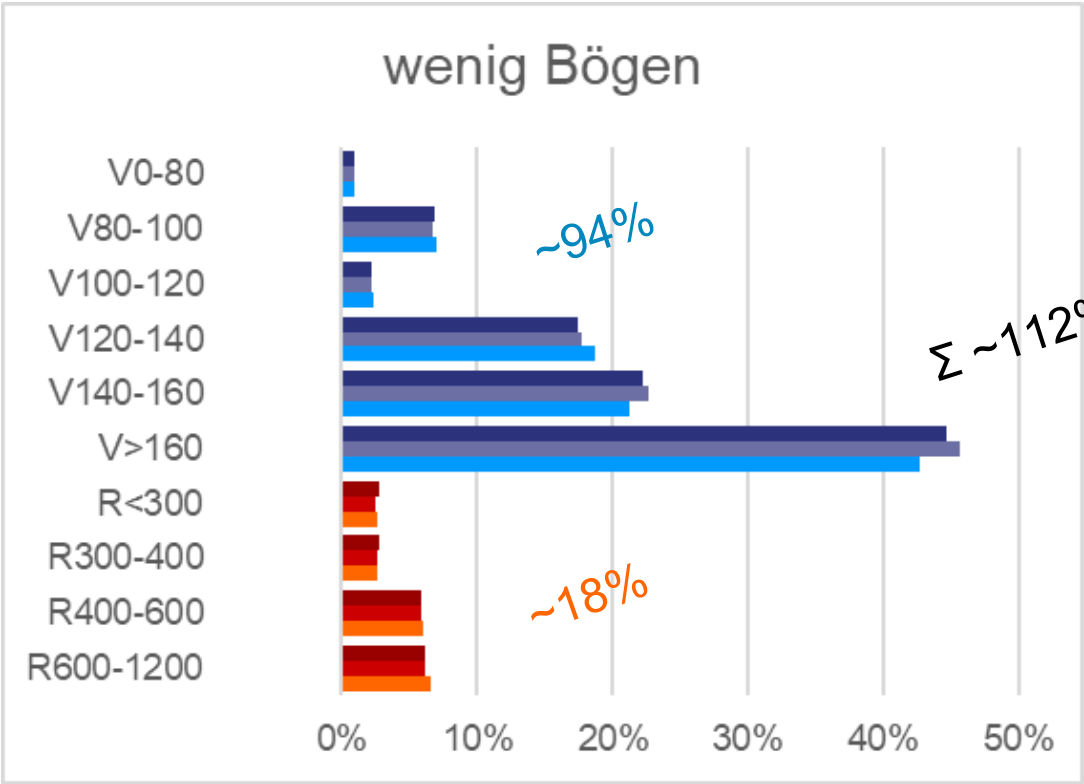
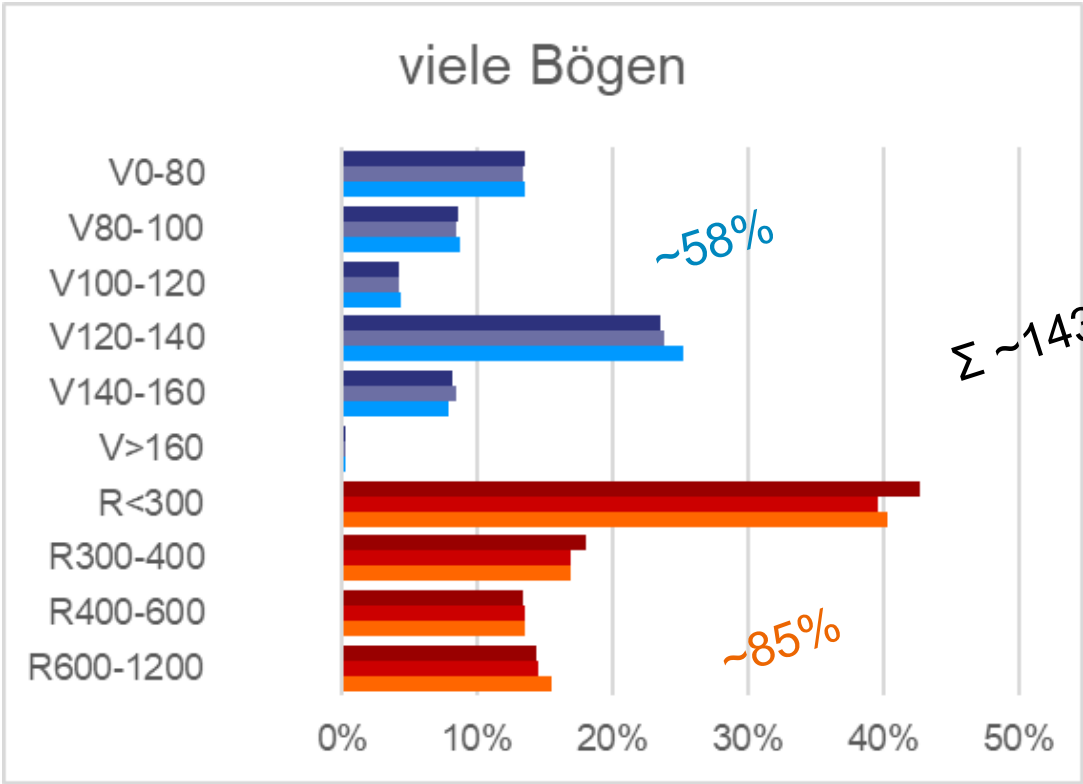




# Analyse Basispreis Verschleiß

Unterschiedliche Fahrzeuge auf unterschiedlichen Strecken:  
Relativer Trassenpreis je Klasse bezogen auf 0,0033 CHF/Btkm

Diverse Fahrzeuge; Gerade  
Diverse Fahrzeuge; Gerade



## Fahrzeugeigenschaften und deren Wirkung

Folgende Fahrzeugeigenschaften wurden hypothetisch untersucht und mit einem Barwert der Trassenpreise bewertet:

- **Reduktion der Fahrzeugmasse ohne Einschränkung anderer Eigenschaften**
- **Reduktion der ungefederten Masse, bei gleicher Achslast (Verschieben von Masse in die gefederte Ebene)**
- **Reduktion der Querkraft bei Weichenfahrt**
- **Reduktion der Reibarbeit bei Bogenfahrt (Beispielhaft -30%)**
- **Verteilen der Traktion auf mehr Achsen bei gleichem Fahrzeuggewicht (Mehrgewichte nicht berücksichtigt)**

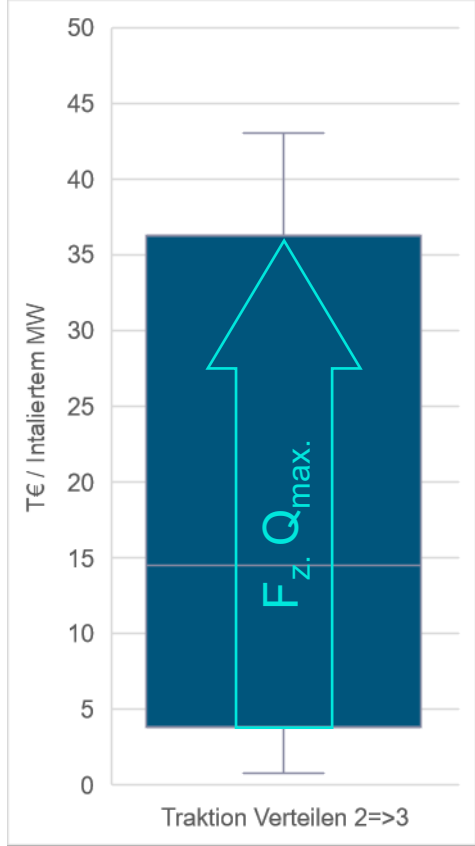
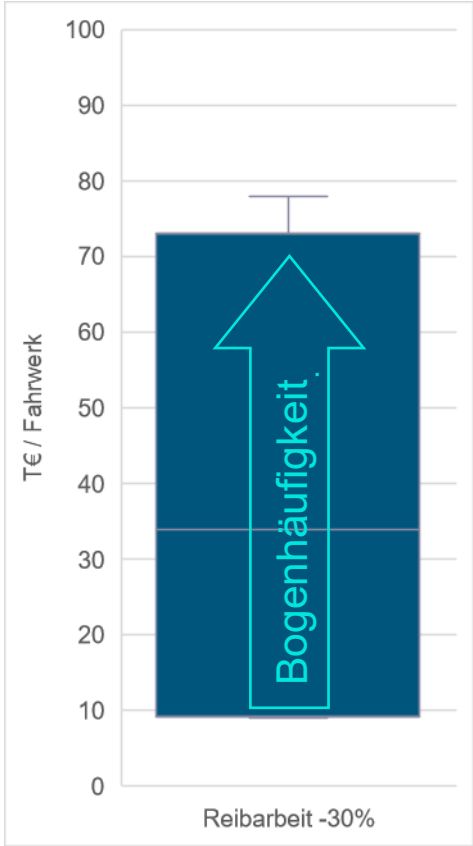
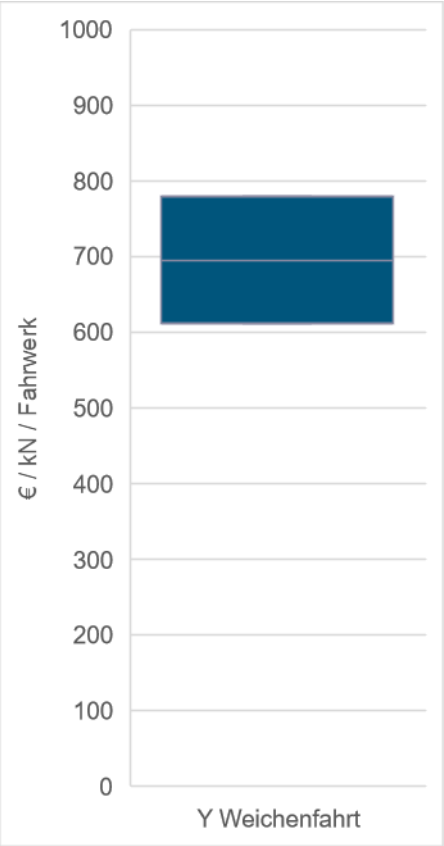
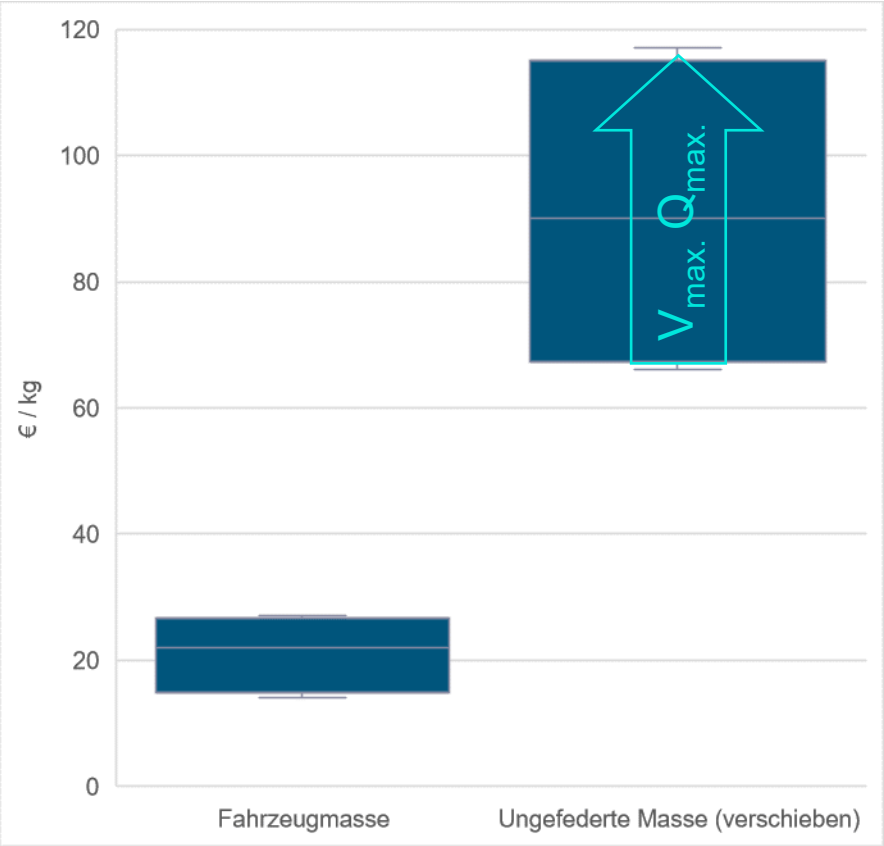
**Barwert (Annahmen notwendig) Bandbreite +/- 50% !!  
Preissteigerungen, Kapitalverzinsung, Laufleistung / Jahr**

# Fahrzeugeigenschaften und deren Wirkung

BarbewerteteTrassenpreise: Die Bandbreite entsteht durch:

Verschiedene Fahrzeuge

Verschiedene Radien- und Geschwindigkeitsanteile in den Strecken



# Optimierung von Fahrzeugen / Fahrzeugplattformen

## Konzeptionelle Ansätze

Eigenschaften und Merkmale sind der Konstruktion eingeschrieben und können projektspezifisch nicht geändert werden:

- Innen / Außenlagerung
- Voll- / Teilabgefederter Antrieb
- Glieder- Einzelwagenzug
- Motorisierungsgrad
- Möglichkeit für Optionen
- 
- 

## Optionale Ansätze

Eigenschaften und Merkmale die ohne große Anpassungen gewählt werden können:  
(wenn die Option vorgesehen ist)

- Hydrobuchse in der Radsatzführung (HALL)
- Dämpfereinstellungen / Schaltbar / ADD
- Leistungsbeschränkungen
- Ballastieren
- gelenkte Radsätze (gekoppelt / aktiv)
- 
-

## Beispiel für konzeptionellen Ansatz Plattform- Entwicklung → Mireo®



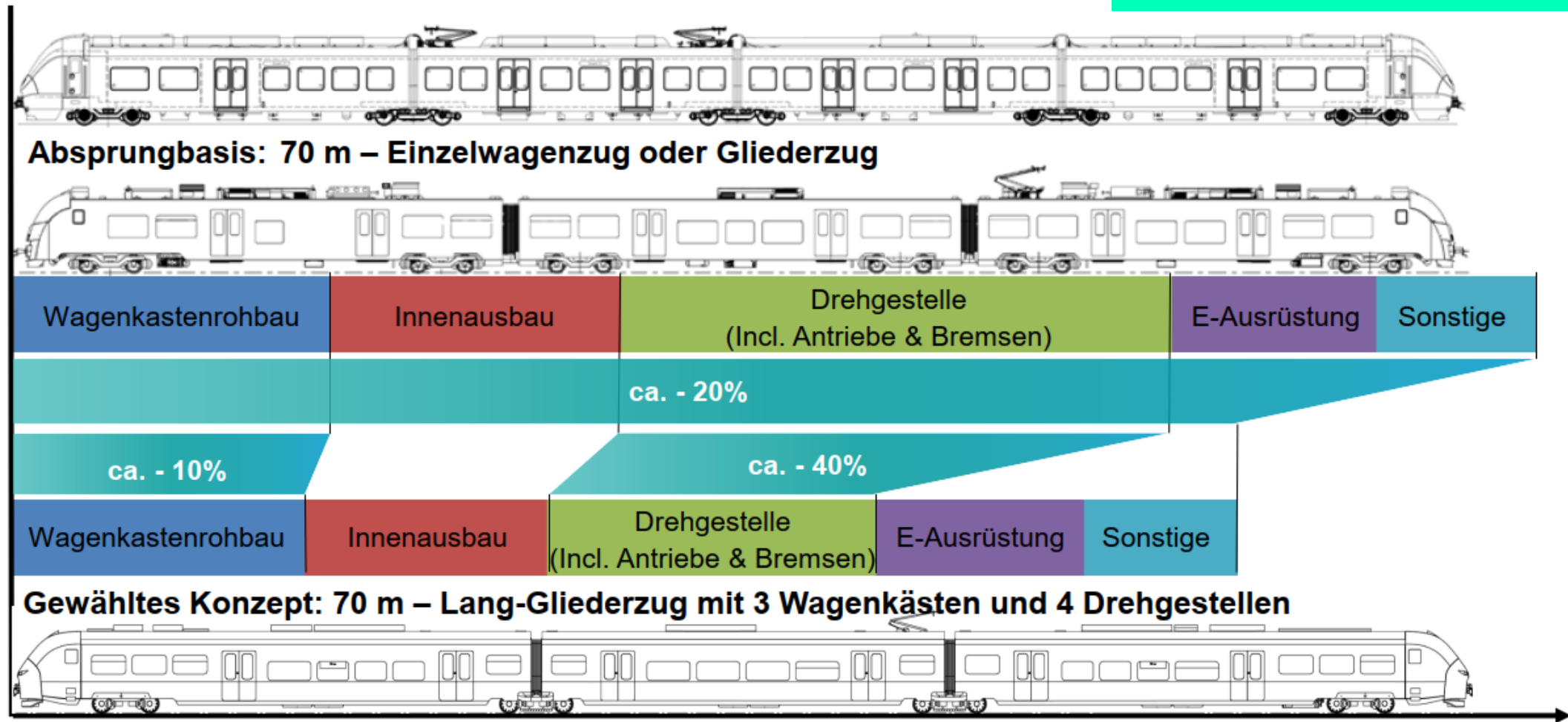
Entwicklungsziele:  
Spürbare Verbesserungen  
der Whole-Life-Costs

Ansatz:  
Sowohl im Gesamtkonzept als auch  
bei den Detaillösungen

- Anzahlreduzierung
- Modularisierung
- Wirkungsgradverbesserung
- Vereinfachung
- Gewichtsreduzierung

# Beispiel für konzeptionellen Ansatz Plattform- Entwicklung → Mireo®

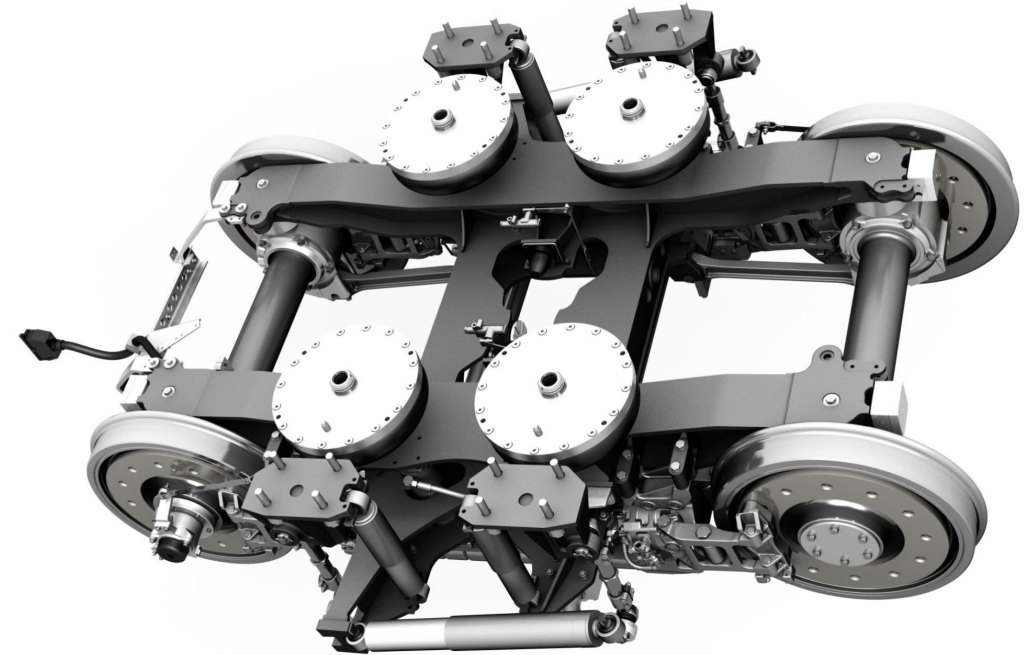
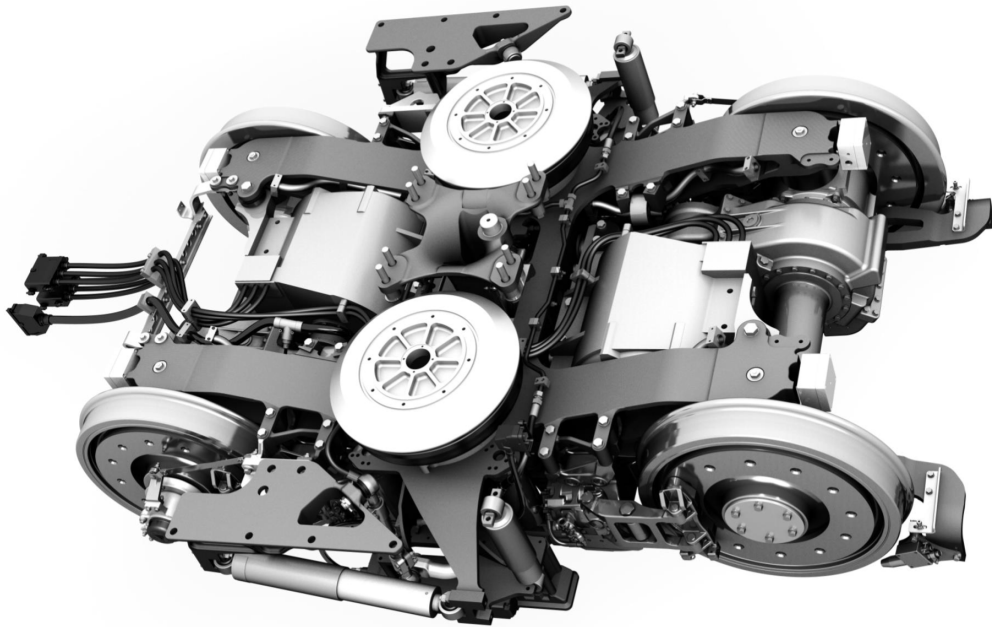
Visualisierung der Fahrzeugmassen



© Siemens AG 2017



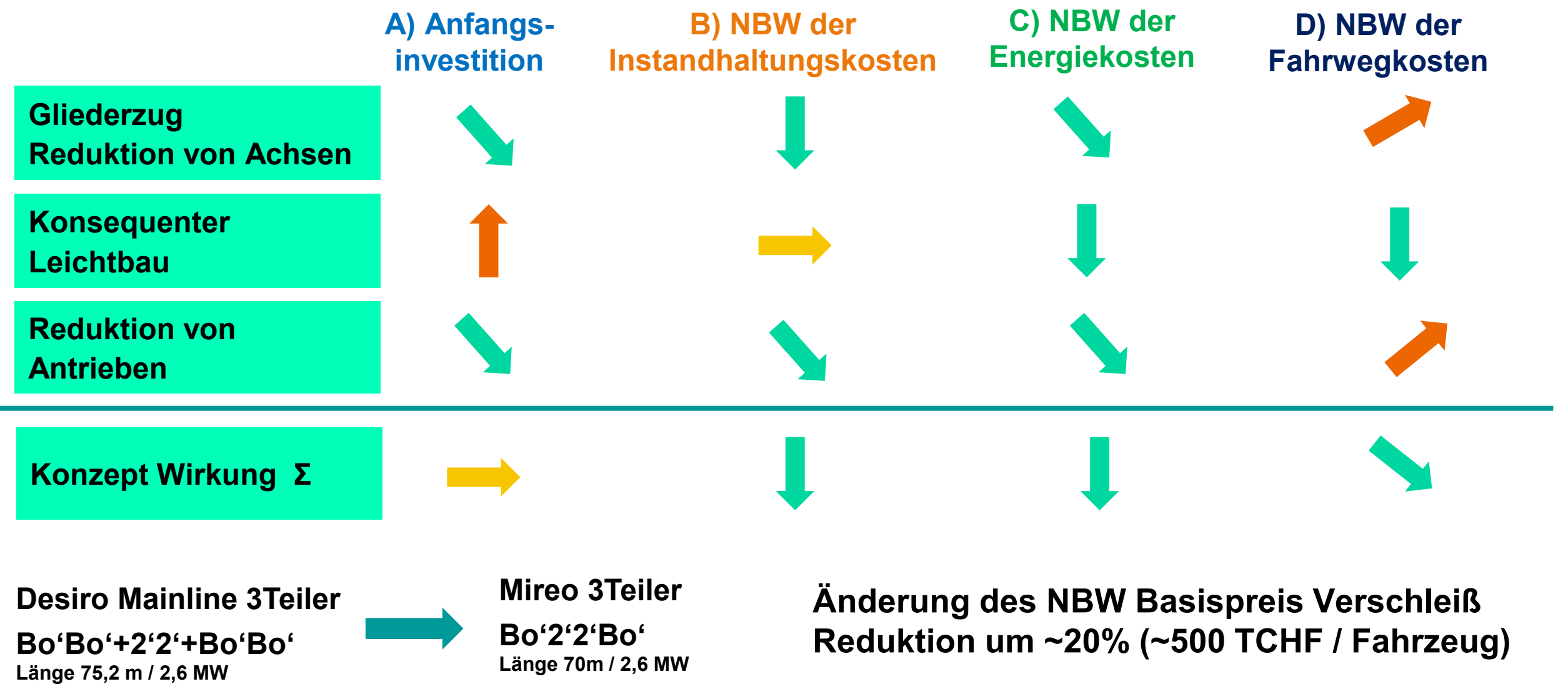
## Beispiel für konzeptionellen Ansatz Plattform- Entwicklung → Mireo®



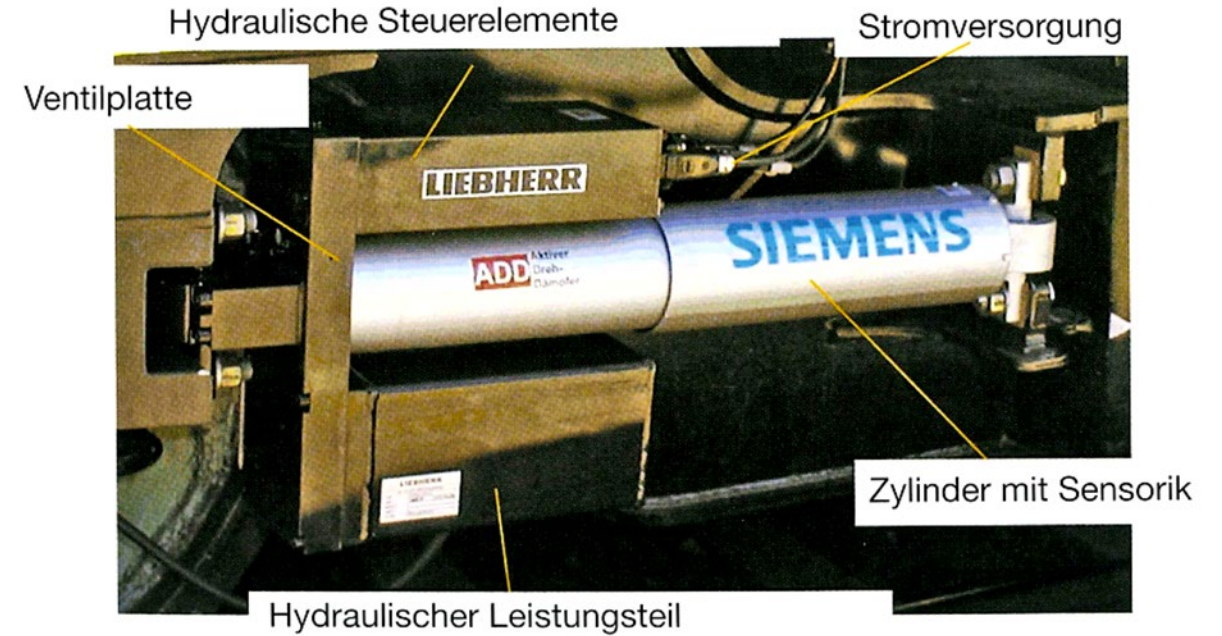
**Konsequenter Leichtbau am Beispiel der Fahrwerke:  
Innengelagert, kompakt mit möglichst kurzem Radstand (2300/2600mm)  
Verwinde weiche Fahrwerksrahmen**



Beispiel für konzeptionellen Ansatz Plattform- Entwicklung → Mireo®



## Beispiel für optionalen Ansatz: Einsatz des ADD (aktiver Drehdämpfer) im Vectron®



**Kann schnittstellengleich im Vectron eingesetzt werden**  
**Reduziert Querkräfte in Weichen**  
**Reduktion der Reibleistung bei Bogenfahrt**

## Beispiele für optionale Ansätze

Werte sind Strecken-, geschwindigkeits- und Fahrzeugabhängig

Einsatz von aktiven  
Drehdämpfer in  
Lokomotiven (ADD)

Wirkt bei Bogen- und Weichenfahrt:

D) NBW der  
verschleißabhängigen  
Fahrwegkosten

20 - 80 TCHF/Fw

Einsatz von Hydrobuchsen  
in der Radsatzführung

Wirkt im Wesentlichen bei Bogenfahrt:

viele Bögen →

wenig Bögen →

24 - 40 TCHF/Fw

2 - 10 TCHF/Fw

Fiktiv !  
Aktive Radsatzsteuerung  
In einem S-Bahn Fahrzeug

Wirkt bei Bogen- und Weichenfahrt,  
mit dem Potential die Reibleistungen  
auf unter 10% zu reduzieren.

30 - 180 TCHF/Fw

## **Zusammenfassung**

### **Fahrzeuge mit reduzierter Gleisbelastung:**

- **Der verschleißabhängige Trassenpreis ist ein wichtiger Baustein, die oft qualitativ diskutierten Fahrzeugeigenschaften, bewertbar zu machen.**
- **Die Gleisbelastung wird durch den Trassenpreis ein Teil einer Gesamtwirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus**
- **Die klassenfeine Berechnung der Gleisschädigung führt zu keiner Umverteilung von Kosten. Maßnahmen rechnen sich auch nur bei relevanten Streckenabschnitten.**
- **Grenzüberschreitender Verkehr und Entwicklung von überregionalen Fahrzeugplattformen sehen den verschleißabhängigen Trassenpreis nur anteilsweise, daher wirtschaftlich bedämpft.**
- **Der verschleißabhängige Trassenpreis zeigt nur eine niedrige Motivation Traktion stärker zu Verteilen.**

# Disclaimer

© Siemens 2026

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Siemens AG, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.

# Kontakt

Herausgeber: Siemens SMO

**Martin Teichmann**

Principal Key Expert Fahrwerke

SMO RS CP BG&P EN AD IN

Eggenberger Straße 31

Graz 8020

Telefon +43 5170760438

Mobil +43 (664) 88554656

E-Mail [martin.teichmann@siemens.com](mailto:martin.teichmann@siemens.com)