



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Bundesamt für Verkehr

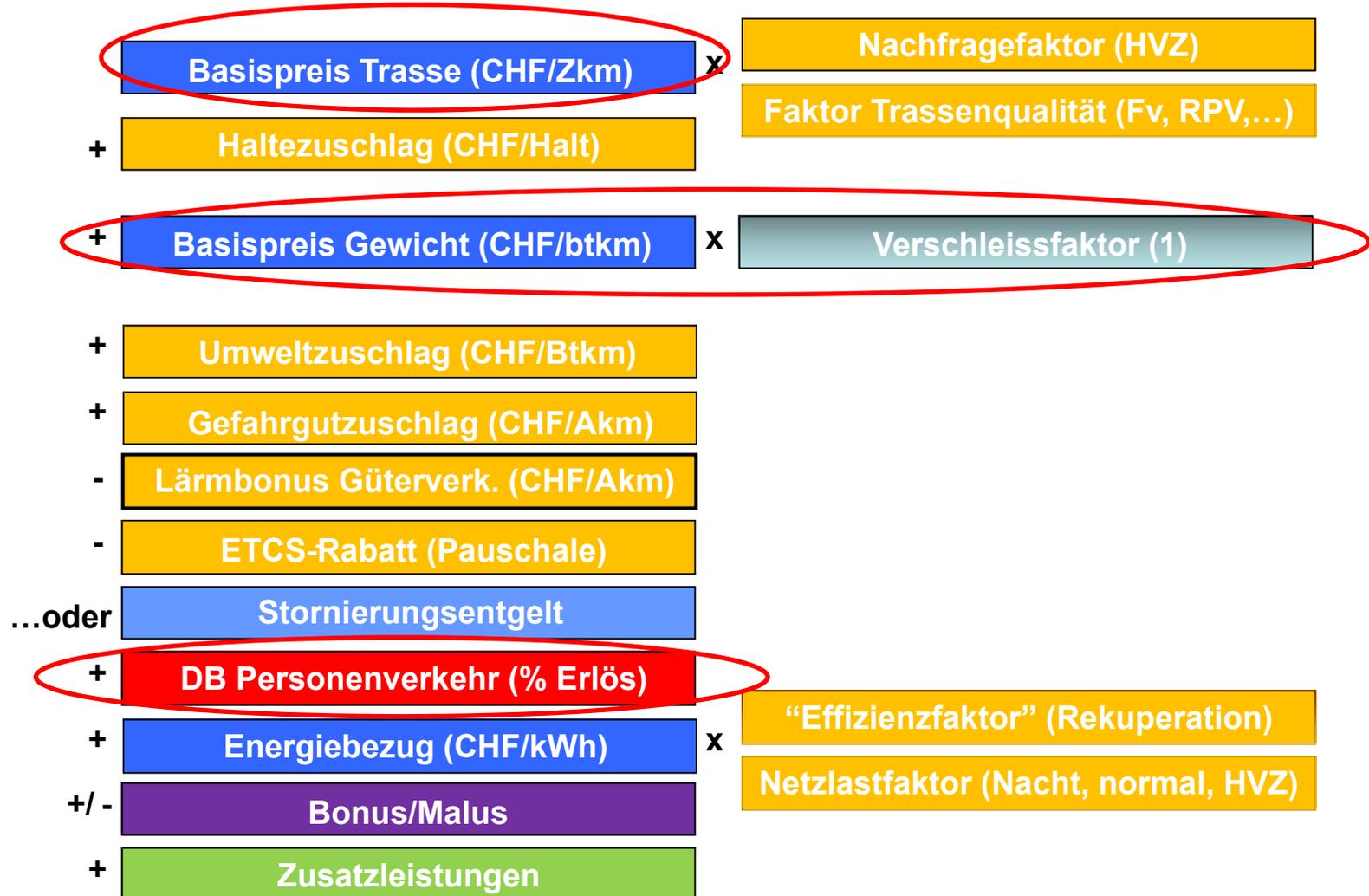
Trassenpreis 2017 Verschleissfaktor Fahrbahn

14.11.2014 Markus Giger

Trassenpreisrevisiion – Hintergrund

- FABI Nutzerfinanzierung:
 - ✓ 200 Mio. CHF p.a. Mehrerlös Infrastruktur ab 2013
 - ➔ 100 Mio. CHF p.a. Mehrerlös Infrastruktur ab 2017
- Per 1.1.2013 umgesetzt, neue Struktur des Preismodells
- Per 1.1.2017 nur punktuelle Anpassungen
 - 100 Mio. CHF mehr
 - Verschleiss bepreisen

Aktuelle Struktur: Schwerpunkte 2017



TP2017: Überprüfung Grenzkosten

- Berechnung Grenzkosten (für differenzierten Basispreis):
 - Basispreis: jeder Zug deckt die Kosten, die er auslöst
 - Bottom-up-Ansatz analog 2013 auf Basis Kosten SBB (MUP2020 mit Korrektur gem. „strategischen Kosten“)
 - Dividiert durch km = „Normgrenzkosten“ („Basispreis“)
 - Verifizierung durch einige Privatbahnen
- Ergebnisse:
 - ~65 Mio. Mehrkosten im Bereich Unterhalt Fahrbahn
 - Basispreis Trasse etwa gleich, ausser
 - Ausgleich Lärmbonus und ETCS-Rabatt

TP 2017: Verschleissfaktor (1)



Aktuell:
Verrechnung der aus
Verschleiss entstehenden
Kosten über gefahrene
Bruttotonnenkilometer.



Künftig:
bessere Anreize durch
Verschleissfaktor, der insb.
Züge mit viel Leistung und
hoher Achslast belastet.

Grundlagen und Inhalte der Formel

- Fahrzeugeigenschaften
- welche Komponente des Fahrzeugs bewirkt was am Gleis?
- Unterhaltskosten
- Streckeneigenschaften



$$C_{Vi} = k_1 \times F_{RQ} \times Q^m + k_2 \times Q^n + k_3 \times T_{pv} + k_4 \times F_{Rwb} \times W_b + k_5 \times \sqrt{(f_{51} \times Q_{185}^2 + f_{52} \times Y_{185}^2)}$$

Upgradefähig?



Nicht ohne massive konstruktive Eingriffe.
Gewichtsreduktion, → gummi-federte Räder

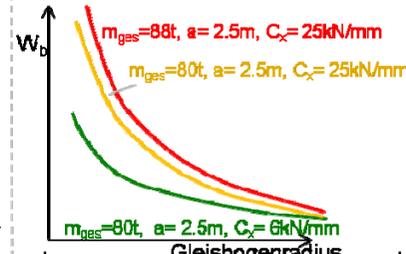
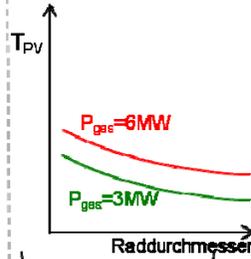
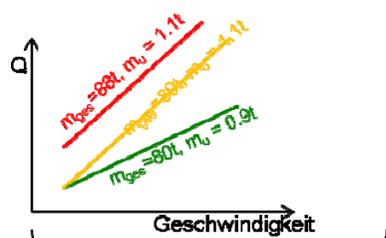
Nur mit Massiveingriff
→ Leistungsreduktion

Mit konstruktiver Anpassung:
Hydraulische Achsenkerlager, ARS → $C_x \downarrow$

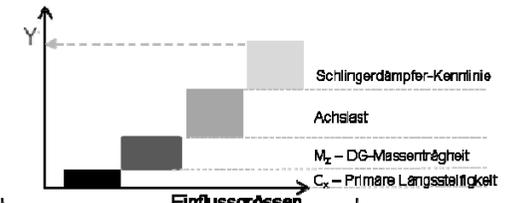
Mit konstruktiver Anpassung:
aktive oder schaltbare Schlingerdämpfer

Fahrzeugparameter
(Funktions-Skizzen)

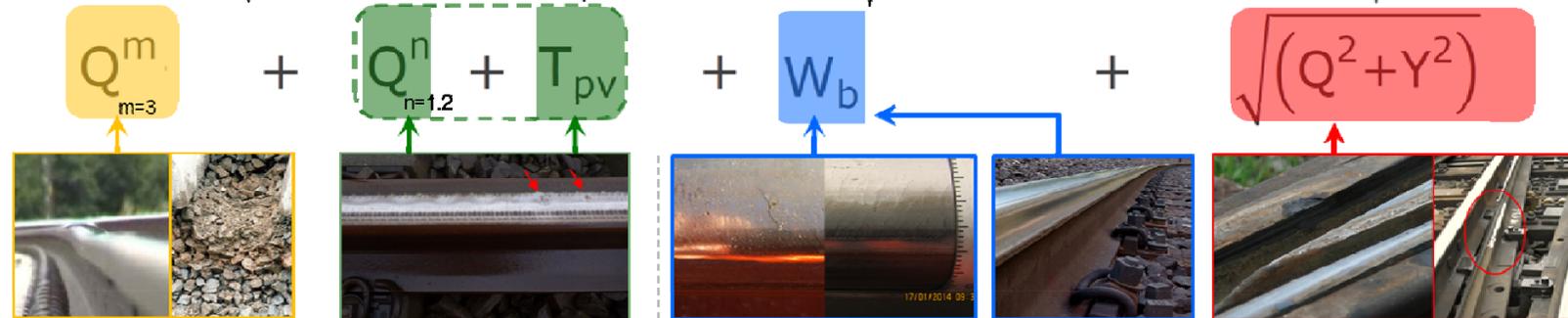
- **unabgefederte Masse m_u**
- **Achslast $= m_{ges}/\text{Anzahl Achsen}$**
- **Geschwindigkeit**
(Railway Group Standard GM/TT0088)



- **Achslast $= m_{ges}/\text{Anzahl Achsen}$**
- **unabgefederte Masse m_u**
- **Achsstand und Raddurchmesser**
- **Massenträgheit (DG) M_z um Hochachse**
- **Primäre Längssteifigkeit [kN/mm]**
- **Schlingerdämpfer-Kennlinie**



Schädigungseffekt



Strateg. Kosten



Stopfen (Nivellieren/Richten)

Schienenbearbeitungen: Schleifen und Fräsen

Schienenwechsel

Weichenbauteilwechsel / Kleinunterhalt

Umsetzung: Geschwindigkeit und Radien



Gruppierung für Preissetzung
bei $r > 1200$ m

$$v_{80} = 0 \dots 80 \text{ km/h}$$

$$v_{100} = 81 \dots 100 \text{ km/h}$$

$$v_{120} = 101 \dots 120 \text{ km/h}$$

$$v_{140} = 121 \dots 140 \text{ km/h}$$

$$v_{160} = 141 \dots 160 \text{ km/h}$$

$$v_{200} = 161 \dots 200 \text{ km/h}$$

$$r_{1200} = 601 \dots 1200 \text{ m}$$

$$r_{600} = 401 \dots 600 \text{ m}$$

$$r_{400} = 301 \dots 400 \text{ m}$$

$$r_{300} \leq 300 \text{ m}$$

Umsetzung: Kostenkalibrierungsfaktoren

- Die infrastrukturseitigen Kosten werden dem Verschleiss nach Radius zugeordnet:

Radius (m)	k1	k2	k3	k4_1	k4_2	k5
>1200	0,00000000088	0,00000281856	0,00337992673	0	0	0,00023451887
600-1200	0,00000000095	0	0	0,01316871511	0	
400-600	0,00000000156	0	0	0,01316871511	0,04148576033	
300-400	0,00000000267	0	0	0,01316871511	0,04148576033	
≤300	0,00000001079	0	0	0,06819765153	0,07071716289	

- Diese Kostenfaktoren werden mit den Fahrzeugeigenschaften gemäss der Formel kombiniert.

Umsetzung: **Anwendung der Formel**

- Jedem Fahrzeugtyp wird mittels der Formel ein Preis für die 10 Radian/Geschwindigkeitsgruppen zugeordnet.
- Diese „Einpreisung“ hängt in der Regel von der Genauigkeit der Angaben des Fahrzeugherstellers ab. (Einlieferung durch Fahrzeughalter)
- Es resultiert ein Preisansatz pro Fahrzeug-km, der einmal bestimmt werden muss.

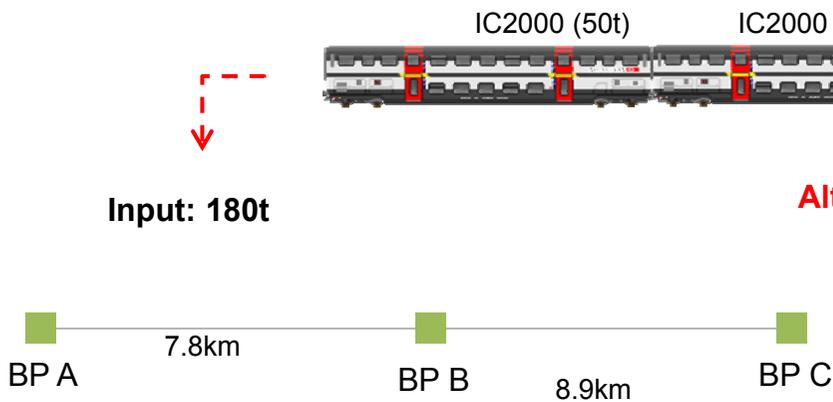
- Jede Strecke wird mittels DfA und RADN auf die Radian- und Geschwindigkeitsgruppen zugeteilt.
- Zugreihe wird berücksichtigt, effektive Geschwindigkeit nicht (ist nicht bekannt)

- Die beiden Faktoren werden miteinander multipliziert



Umsetzung: Beispiel

Gegenüber heute wird in Zukunft die Distanz zwischen zwei Betriebspunkten (BP) zusätzlich angereichert mit Längenanteilen von Geschwindigkeitsbereichen (ohne Radien) und Radienlängen.



Input: 180t

$$180t \times 15.7km \times 0.0027 \text{ CHF/tkm} = \underline{\underline{8.11 \text{ CHF}}}$$

Fazit:

- Die Berechnung ist weiterhin einfach, statt 2 x 1 Faktoren gibt es 2 x 10.
- Die Berechnung ist in Excel möglich. ABER: Für die Offertlegung und die Abrechnung braucht es Programme.

Alt Neu

Input: Preismatrix (Fahrzeuge)

Fzg. (CHF/km)	Anz	V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400
Re420	1	0.22	0.25	0.45	0.31
IC2000	2	0.16	0.17	0.32	0.24



Strecken-Matrizen				Strecken-Matrizen			
V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400	V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400
0.5km	6 km	0	1.3km	0.8km	2.2 km	1.3km	4.6km

V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400
1.3km	8.2km	1.3km	5.9km

Strecken-Seite

Fzg. (CHF/km)	Anz	V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400
Re420/IC2000	alle	0.54	0.59	1.09	0.79

Fahrzeug-Seite
(zusammengefasst)

Ausmultipliziert (Streckensegment x \sum Preissegment)

Fzg. (CHF)	Anz	V_0_80	V_80_100	R_u300	R300_400
Re420/IC2000	alle	0.702	4.838	1.417	4.661

11.618 CHF

Strecken und Rollmaterialvergleiche

- Anwendungsbeispiel für den Verschleissfaktor ist die Berechnung der Auswirkungen der 4. Teilergänzung ZVV
- Markant ist, neben der Takt-Verdichtung, die Verlängerung der «grossen» S-Bahnen ins Tösstal.

S-Bahnteilergänzung 4: S11: Winterthur- Wila:				Strkm:	18.014
TypBezeichnung	Hinweis	nTPS [CHF]	nTPS(FormGewicht) t	Btkm [CHF]	Δ [%] zu Btkm
RABe 514_8/16	DTZ	18.02	236.946	11.5245322	56.3
RABe 511_8/16	KISS	15.75	222.054	10.800218	45.8
Re450/DPZ	S-Bahn 1.Gen	14.61	228.86	11.1312469	31.2
2x RABe 526_2/8	GTW	10.74	182.74	8.88807157	20.9

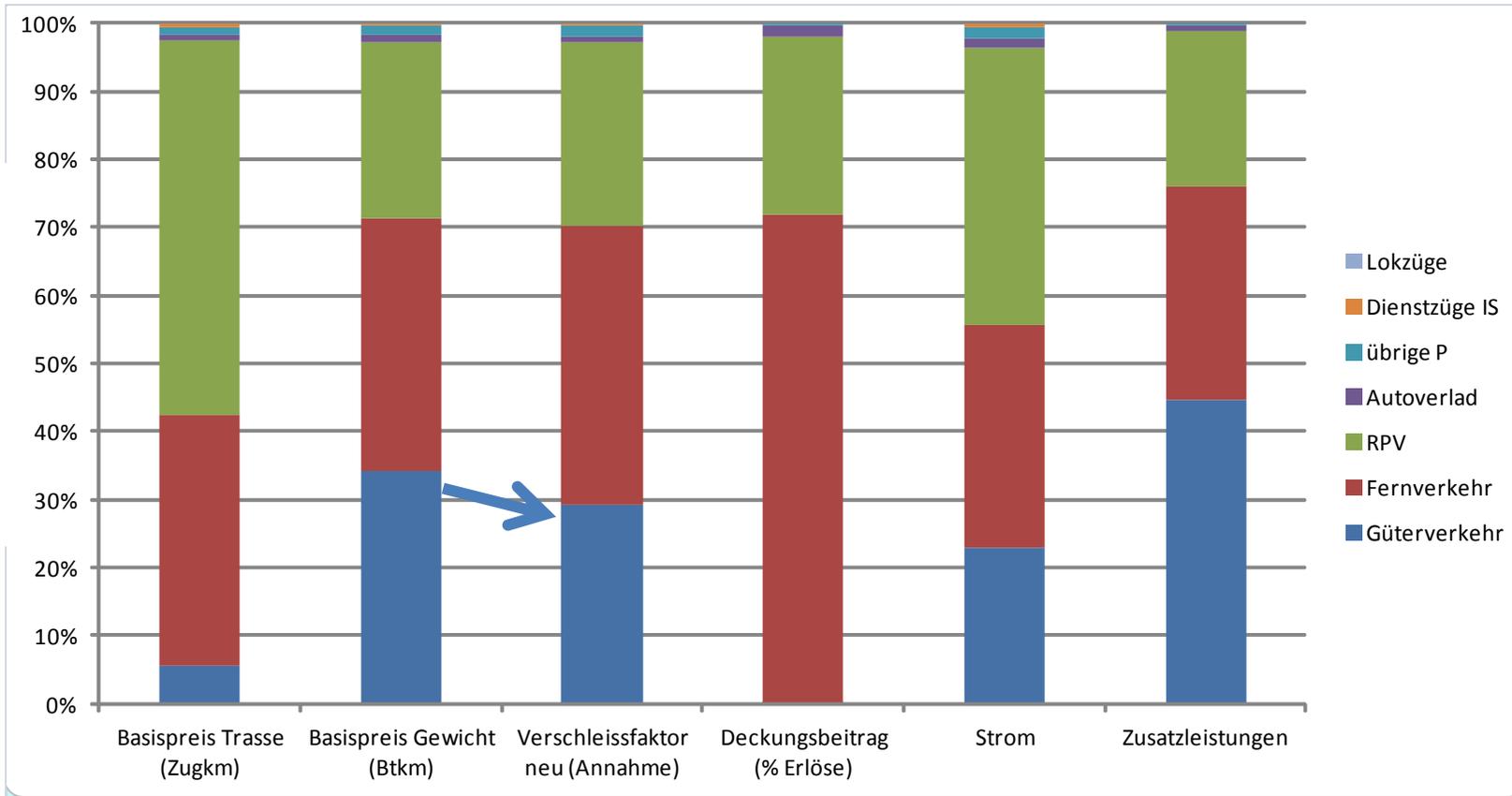
- Es entstehen deutliche Unterschiede zwischen den Fahrzeugen. Dem DPZ ist der Vorzug zu geben. Auch erkennbar: der Btkm deckt Grenzkosten hier nicht.

S-Bahnteilergänzung 4: S24: Winterthur-Weinfeld				Strkm:	34.335
TypBezeichnung	Hinweis	nTPS [CHF]	nTPS(FormGewicht) t	Btkm [CHF]	Δ [%] zu Btkm
RABe 514_8/16	DTZ	22.64	236.946	21.9659605	3.1
RABe 511_8/16	KISS	19.89	222.054	20.585405	-3.4
Re450/DPZ	S-Bahn 1.Gen	19.19	228.86	21.2163519	-9.6
2x RABe 526_2/8	GTW	13.39	182.74	16.9408203	-21.0

- Auf einfachen Streckenverhältnissen (geringer Bogenanteil) ist der Unterschied weniger deutlich. Auf solchen Strecken deckt Btkm-Satz mehr als die Grenzkosten



TP2013 Vergleich Verschleissfaktor **Visualisierung der Anteile in %**



393 Mio. 221 Mio. 414 Mio. 276 Mio. 89 Mio. CHF (2013)

Nächste Schritte

- Kalibrierung der Preiselemente TP 2013 und Verschleissfaktor mit Ergebnis Grenzkosten
- Anpassung Deckungsbeiträge
- Ziel +100 Mio. CHF

- Anhörung der interessierten Kreise ab Februar 2015
- Bundesratsbeschluss Mai/Juni 2015

