Graz University of Technology
Institute for Railway Engineering and Transport Economy

Die Infrastrukturkosten als Teil der TCO des Bahnsystems

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Stefan Marschnig

ÖVG Fahrzeugausschreibungen und Total Cost of Ownership im System Bahn, 14. Oktober 2021, Wien

Eisenbahninfrastruktur…

- ist viel.

  Bsp. Österreich: 4.875 km Strecken (~10.000 km Gleis, 13.385 Weichen)
  6.580 Brücken, 251 Tunnel, Oberleitungen, Stellwerke
  Signale, Mauern, Durchlässe, Bahnsteige, Bahnhöfe
  Unterwerke, Umspannwerke, Transformatoren, Kraftwerke…

- ist langlebig.

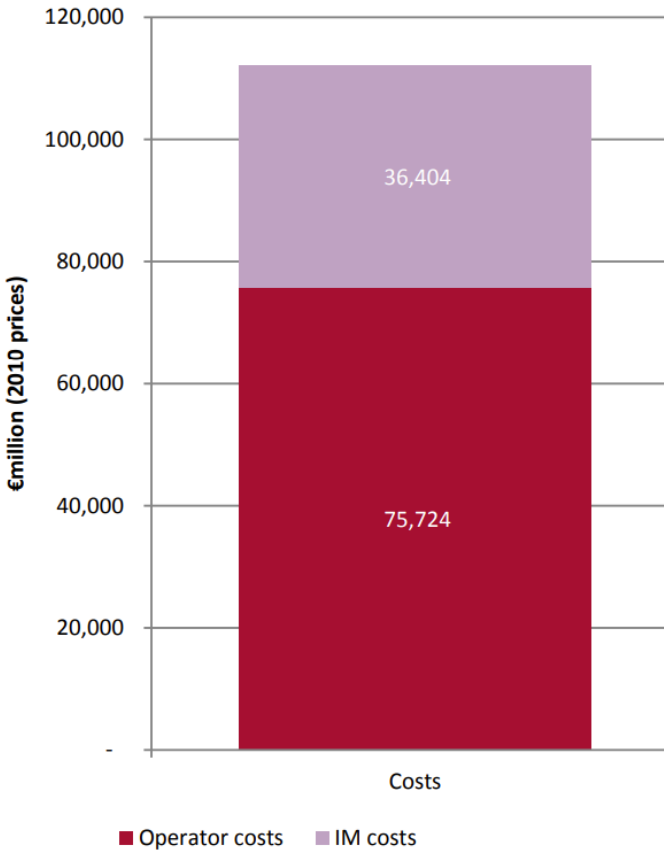
  Nutzungsdauern: 25 Jahre (Signaltechnik), 40 Jahre (Gleise), 60 Jahre (Oberleitung)
  >100 Jahre (Brücken), >> (Tunnel)

- ist teuer.

  Bsp. Österreich: 0,7 Mrd. € für Instandhaltung
  1,4 Mrd. € für Erneuerung und Ausbau
  0,5 Mrd. € für den Infrastruktur Betrieb

Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Bahnsystems

Figure 2.4: Cost and contribution of the EU rail sector (2012)



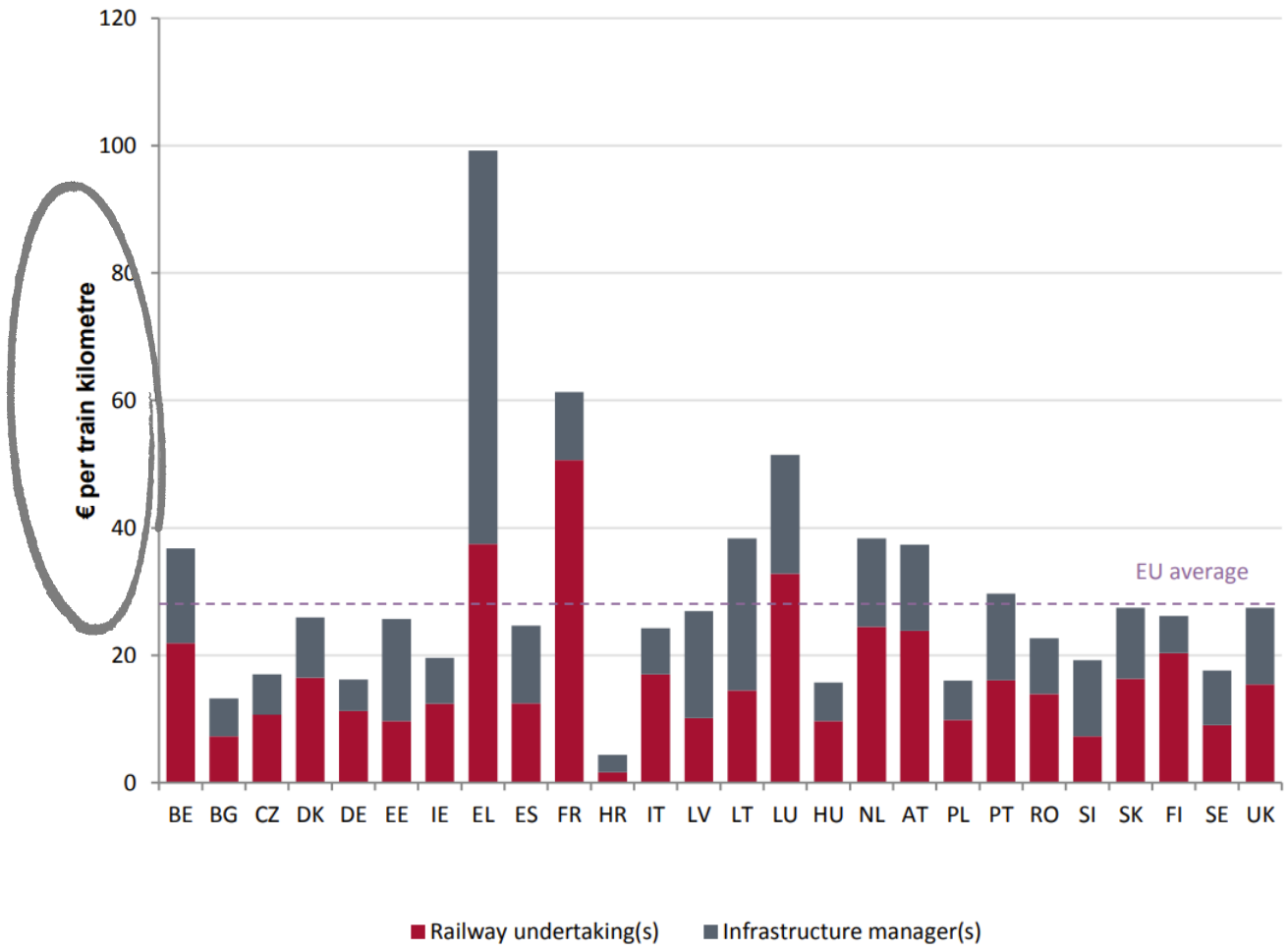
Source: SDG analysis

~1/3

Infrastrukturkosten

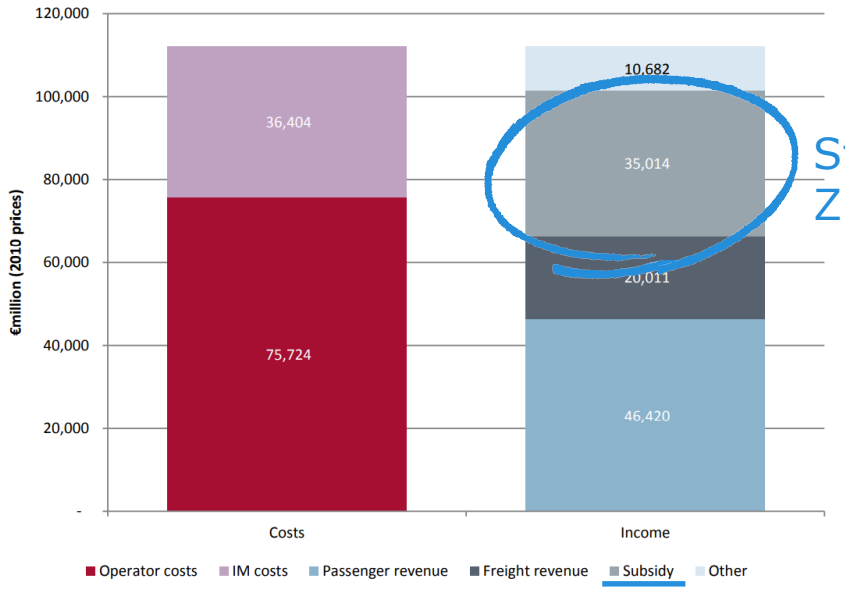
Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Bahnsystems

Figure 2.7: Operating costs per train kilometre by Member State (2012)



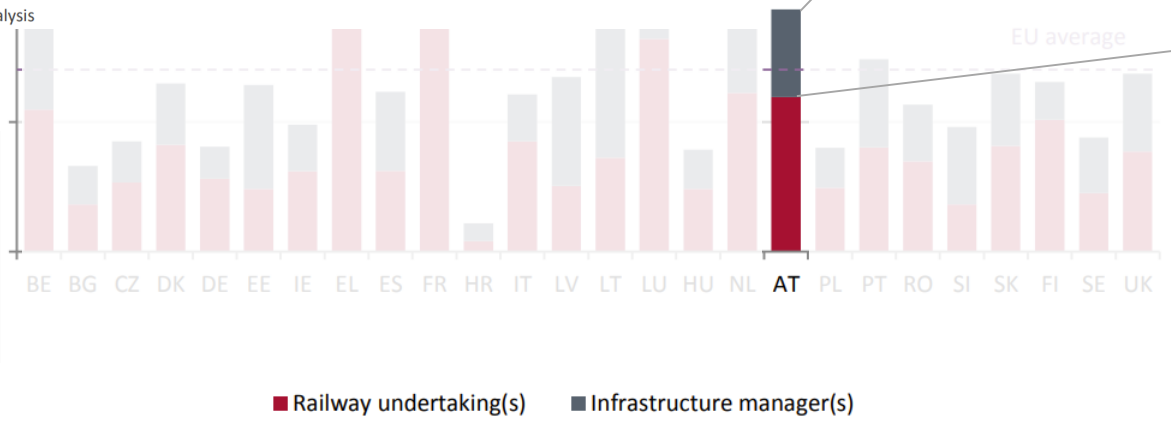
Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Bahnsystems

Figure 2.4: Cost and contribution of the EU rail sector (2012)



Staatliche Zuzahlungen

Source: SDG analysis



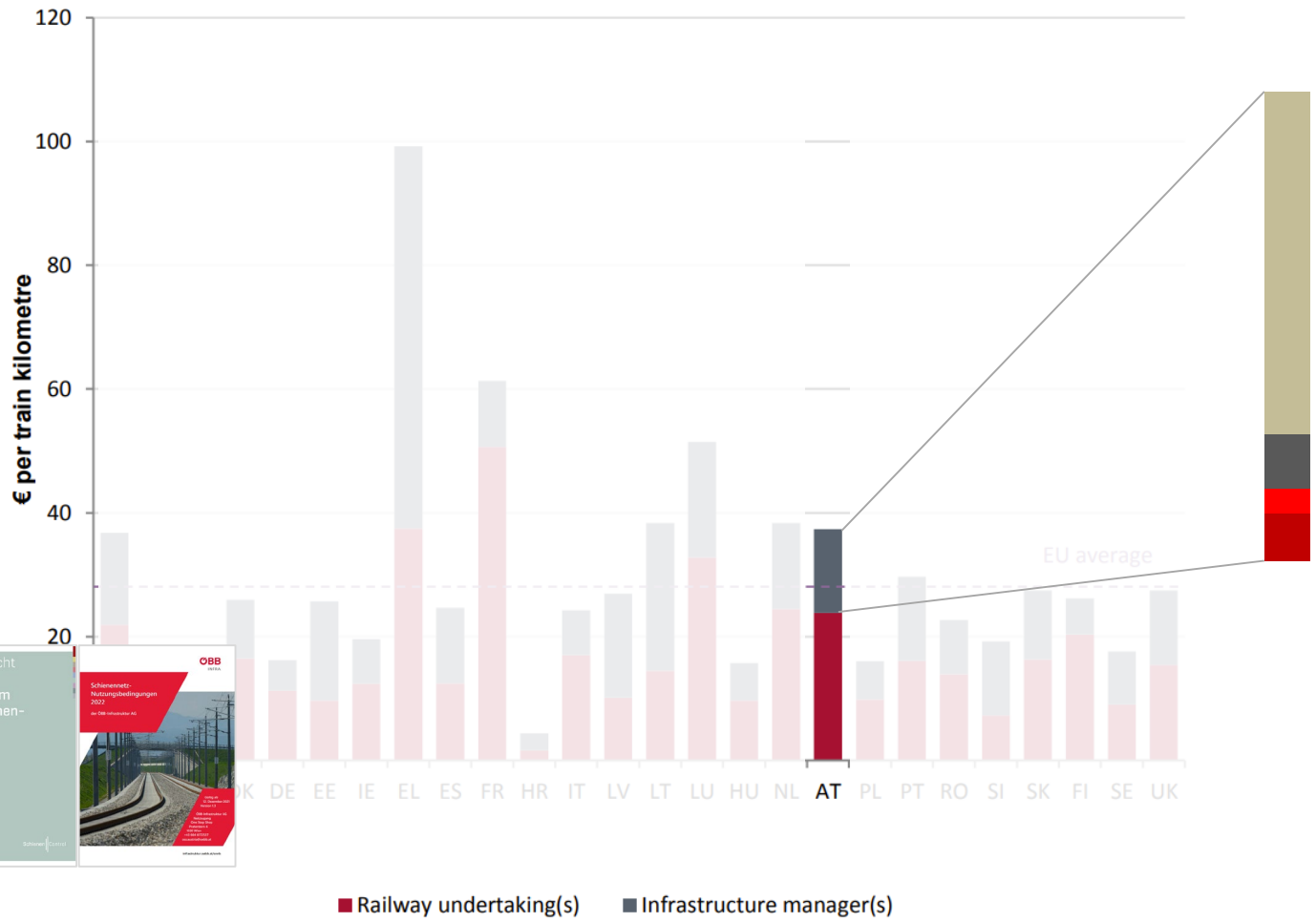
?

<30%

Wegeentgelt

Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Fahrzeugs

Figure 2.7: Operating costs per train kilometre by Member State (2012)



~15%

Wegeentgelt „direkte Kosten"

~10%

Wegeentgelt „direkte Kosten"
Belastungsabhängig

Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Fahrzeugs

Sollen wir über das sprechen?

Ja, weil wir diese Kosten beeinflussen können!

Allokation der Infrastrukturkosten

Was nicht geht:

- Wenn die Fahrwegkosten über Zugkilometerkosten abgedeckt werden, haben sie keinerlei Einfluss auf die Überlegungen zur Fahrzeugkonstruktion.

Triebzuggarnitur: ~130 t; max. Geschwindigkeit 160 km/h

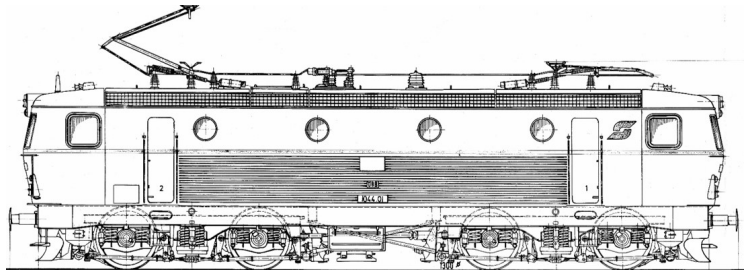
Güterzug: ~1.000 t; Geschwindigkeit 100 km/h

Fahrwegverschleiss? → Fahrweginstandsetzung? → Fahrwegkosten?

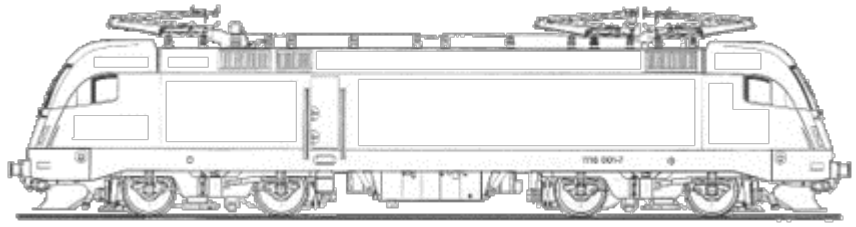
Allokation der Infrastrukturkosten

Was nicht geht:

- Wenn die Fahrwegkosten über Zugkilometerkosten abgedeckt werden, haben sie keinerlei Einfluss auf die Überlegungen zur Fahrzeugkonstruktion.
- Wenn die Fahrwegkosten über Bruttotonnenkilometerkosten abgedeckt werden, haben sie keinerlei Einfluss auf die Überlegungen zur Fahrzeugkonstruktion.



84 t

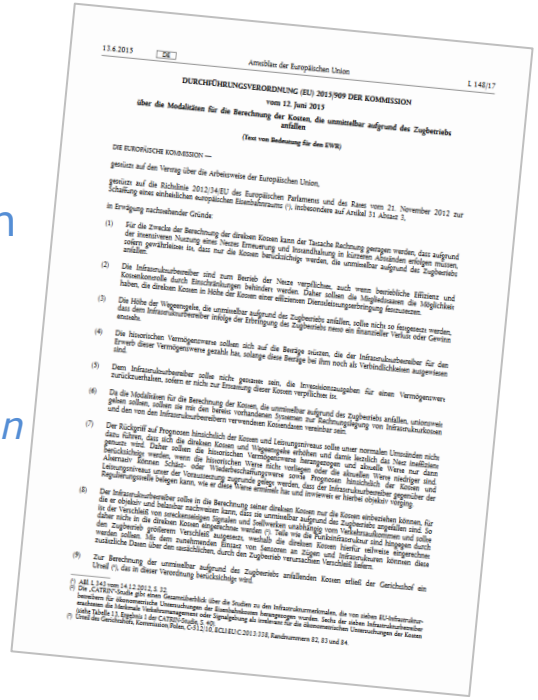


88 t

Fahrwegverschleiss? → Fahrweginstandsetzung? → Fahrwegkosten?

Allokation der Infrastrukturkosten – Wegeentgelt

Das heisst: deutlich spezifischer werden!



13.6.2015 DE Amtsblatt der Europäischen Union L 148/17

DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) 2015/909 DER KOMMISSION

vom 12. Juni 2015

über die Modalitäten für die Berechnung der Kosten, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen

(Text von Bedeutung für den EWR)

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Richtlinie 2012/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. November 2012 zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Eisenbahnraums (1), insbesondere auf Artikel 31 Absatz 3,

in Erwägung nachstehender Gründe:

(1) Für die Zwecke der Berechnung der direkten Kosten kann der Tatsache Rechnung getragen werden, dass aufgrund der intensiveren Nutzung eines Netzes Erneuerung und Instandhaltung in kürzeren Abständen erfolgen müssen, sofern gewährleistet ist, dass nur die Kosten berücksichtigt werden, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen.

(2) Die Infrastrukturbetreiber sind zum Betrieb der Netze verpflichtet, auch wenn betriebliche Effizienz und Kostenkontrolle durch Einschränkungen behindert werden. Daher sollten die Mitgliedstaaten die Möglichkeit haben, die direkten Kosten in Höhe der Kosten einer effizienteren Dienstleistungserbringung festzusetzen.

(3) Die Höhe der Wegeentgelte, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen, sollte nicht so festgesetzt werden, dass dem Infrastrukturbetreiber infolge der Erbringung des Zugbetriebs neue ein finanzieller Verlust oder Gewinn entsteht.

(4) Die historischen Vermögenswerte sollten sich auf die Beträge stützen, die der Infrastrukturbetreiber für den Erwerb dieser Vermögenswerte gezahlt hat, solange diese Beträge bei ihm noch als Verbindlichkeiten ausgewiesen sind.

(5) Dem Infrastrukturbetreiber sollte nichts gezahlt sein, die Investitionsausgaben für einen Vermögenswert zurückzuerhalten, sofern er nicht zur Ersetzung dieser Kosten verpflichtet ist.

(6) Die die Modalitäten für die Berechnung der Kosten, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen, unterscheiden gelten sollten, sollten sie mit den Daten vorhandenen Systemen zur Rechnungslegung von Infrastrukturkosten und den von den Infrastrukturbetreibern verwendeten Kostenarten vereinbar sein.

(7) Der Rückgriff auf Prognosen hinsichtlich der Kosten und Leistungsniveaus sollte unter normalen Umständen nicht dazu führen, dass sich die direkten Kosten und Wegeentgelte erhöhen und damit letztlich das Ziel ineffizienten gemacht wird. Daher sollten die historischen Vermögenswerte herangezogen und aktuelle Werte nur dann berücksichtigt werden, wenn die historischen Werte nicht vorliegen oder die aktuellen Werte niedriger sind. Alternativ können Schätz- oder Wiederbeschaffungswerte sowie Prognosen hinsichtlich der Kosten und Leistungsniveaus unter der Voraussetzung zugrunde gelegt werden, dass der Infrastrukturbetreiber gegenüber der Regulierungsstelle belegen kann, wie er diese Werte ermittelt hat und inwieweit er hierbei objektiv vorging.

(8) Der Infrastrukturbetreiber sollte in die Berechnung seiner direkten Kosten nur die Kosten einbeziehen können, für die er objektiv und belastbar nachweisen kann, dass sie unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs angefallen sind. So ist die Verschleiß von zweckmäßigen Signalen und Stellwerken unabhängig vom Verkehrsaufkommen und sollte daher nicht in die direkten Kosten eingerechnet werden (2). Teile wie die Fahrbahnstruktur sind hingegen durch den Zugbetrieb größerem Verschleiß ausgesetzt, weshalb die direkten Kosten hierfür relevante eingerechnet werden sollten. Für den zunehmenden Einsatz von Sensoren an Zügen und Infrastrukturen können diese zusätzliche Daten über den neuartigen, durch den Zugbetrieb verursachten Verschleiß liefern.

(9) Zur Berechnung der unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallenden Kosten erfüllt der Gerichtshof ein Urteil (3), das in dieser Verordnung berücksichtigt wird.

(1) ABl. L 343 vom 14.12.2012, S. 32.
(2) Die „CATRIN"-Studie gibt einen Gesamtüberblick über die Studien zu den Infrastrukturkosten, die von sieben EU-Infrastrukturbetreibern für ökonometrische Untersuchungen der Bestandskosten herangezogen wurden. Jedes der sieben Infrastrukturbetreiber erstellen die Ergebnisse Verkehrsmanagement oder zugelegtung als irrelevant für die ökonometrischen Untersuchungen der Kosten (siehe Tabelle 13, Ergebnis 1 der CATRIN-Studie, S. 42).
(3) Urteil des Gerichtshofs, Kommission/Polen, C-513/10, ECLI:EU:C:2013:338, Randnummern 82, 83 und 84.

Durchführungsverordnung (EU) 2015/909 der Kommission vom 12. Juni 2015 über die Modalitäten für die Berechnung der Kosten, die unmittelbar aufgrund des Zugbetriebs anfallen

Artikel 5 Berechnung und Modulation der direkten Stückkosten Absatz (1)

(2) Die Mitgliedstaaten können dem Infrastrukturbetreiber gestatten, die durchschnittlichen direkten Stückkosten so zu modulieren, dass sie den durch einen oder mehrere der folgenden Parameter beeinflussten unterschiedlichen Verschleiß der Infrastruktur berücksichtigen:

a) Zuglänge und/oder Zahl der Fahrzeuge eines Zugs;
b) Zugmasse;
c) Art des Fahrzeugs, insbesondere dessen ungefederte Masse;
d) Zuggeschwindigkeit;
e) Antriebsleistung der motorisierten Einheit;
f) Achslast und/oder Zahl der Achsen;
g) Anzahl der festgestellten Flachstellen oder effektiver Einsatz von Schleuderschutzausrüstung;
h) Längssteifigkeit der Fahrzeuge und horizontale Kräfte, die auf die Gleise wirken;
i) verbrauchte und gemessene elektrische Energie oder Dynamik des Dachstromabnehmers oder der Stromabnehmer für Stromschienen als Parameter für die Anlastung des Verschleißes der Oberleitung oder der Stromschiene;
j) Gleisparameter, insbesondere die Radien;
k) sonstige kostenrelevante Parameter, bei denen der Infrastrukturbetreiber gegenüber der Regulierungsstelle nachweisen kann, dass die Werte jedes dieser Parameter, auch gegebenenfalls von Abweichungen jedes dieser Parameter, objektiv gemessen und festgehalten wurden.

Allokation der Infrastrukturkosten

NetworkRail

$$\text{Relative damage (per axle.mile)} = 0.473.e^{0.133A} + 0.015.S.U - 0.00\ldots - 0.284.U - 0.442$$

SBB CFF FFS

$$T\gamma = (T_x\gamma_x + T_y\gamma_y + T_z\Omega_3) \qquad V_n = \frac{1}{A}(T\gamma)$$

$$k_1 \times F_{R_Q} \times Q^m + k_2 \times Q^n + k_3 \times T_{pv} + k_4 \times F_{R_{W_b}} \times W_b + k_5 \times \sqrt{(f_{5_1} \times Q^2 + f_{5_2} \times Y^2)}$$

$$KS_{Fzg_{V,R}} = k_{1_R} \times P_{2,V}^{\ 3} + k_2 \times P_{2,V}^{\ 1,2} + k_3 \times T_{pv} + k_{4_R} \times W_{b_R} + k_5 \times \sqrt{(0.5 \times P_{2,V=140km/h}^{\ 2} + 0.5 \times Y_{R=190m}^{\ 2})} + k_6 \times P_{1,V}^{\ 3} + k_7 \times \sqrt{(f_{7_{1,R}} \times P_{2,V}^{\ 2} + f_{7_{2,R}} \times Y_R^{\ 2})}^{\ 3}$$

TRAFIKVERKET

$$E_{a,z}(R_j, T_a) = k_1 \times T_Z \times \frac{1}{n_Z} \times \sum_{i=1}^{n_Z} Q_{tot_i}^3 + k_2 \times (T_a + T_Z) \times \frac{1}{n_Z} \times \sum_{i=1}^{n_Z} \left[\sqrt{Q_{tot_i}^2 + Y_{qst_i}^2} \right] + k_{34} \times T_Z \times \frac{\sum_{i=1}^{n_Z} [f(F_V V)i]}{n_Z}$$

NEXT GEAR Shift2Rail

Universal Cost Model 2.0

Und dann muss man das auch noch so vereinfachen, dass es in einem Verrechnungs-system wie dem Wegeentgelt anwenden kann.

Eisenbahninfrastrukturkosten als Teil der TCO des Fahrzeugs

Aber:

- Selbst eine fahrzeug(auslegungs)spezifische Anlastung von Infrastrukturkosten stellt nicht sicher, dass sich jede „gleisfreundliche Innovation" rechnet.
  Das hängt natürlich auch davon ab, wieviel die Technologie kosten – oder um wieviel sie dem Fahrzeugbetreiber angeboten wird.

- Es wird und soll nicht Ziel sein, dass die Fahrzeugweiterentwicklung nur den Fahrwegverschleiss berücksichtigt.
  Es gibt einige veritable Zielkonflikte bei den Fahrzeugbetreibern, die technisch nicht und wirtschaftlich nur schwer auflösbar sind.

Und wieder: Sollen wir überhaupt über solche Modelle sprechen, daran arbeiten?

Ja, weil wir sonst – zumindest eventuell – an unserem System vorbeioptimieren. Problem „Vorbeioptimieren" = Konterkarieren des Systemoptimums

Infrastrukturkosten und Fahrzeugbeschaffung

Die einzige Lösung in open-access-Systemen ist es, diese Kosten über den Trassenpreis unmittelbar in die TCO des Fahrzeugbetreibers hineinspielen.

Wenn wir die Kosten „nur" rechnen können, diese aber nicht in den Cash-flow kommen, dann werden sie auch nicht entscheidungsrelevant.

Natürlich können die Fahrzeughersteller „gleisfreundliche" Fahrzeuge bauen, sie können aber die Zielkonflikte nicht lösen. Das kann nur der Fahrzeugbetreiber (EVU).

Aus Sicht der Infrastruktur lässt sich nichts steuern!

Aber: die Kosten so gut wie möglich darstellen und über das Wegeentgelt verrechnen, ermöglicht es zumindest, die technischen Zusammenhänge monetarisiert für die Entscheidungsfindung zur Verfügung zu stellen.

Graz University of Technology
Institute for Railway Engineering and Transport Economy

Blick in der Koralmsüdröhre (Westportal minus ~8 km) Richtung Osten, 03. Oktober 2021

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Stefan Marschnig
mob: +43664608736717
mail: stefan.marschnig@tugraz.at
web: www.ebw.**tugraz**.at