

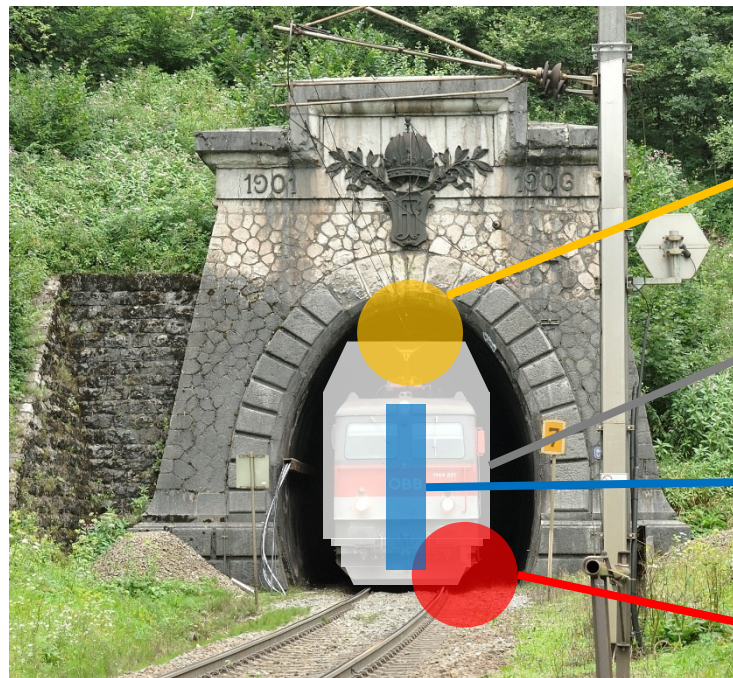
Systemoptimierung über Trassenpreise

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

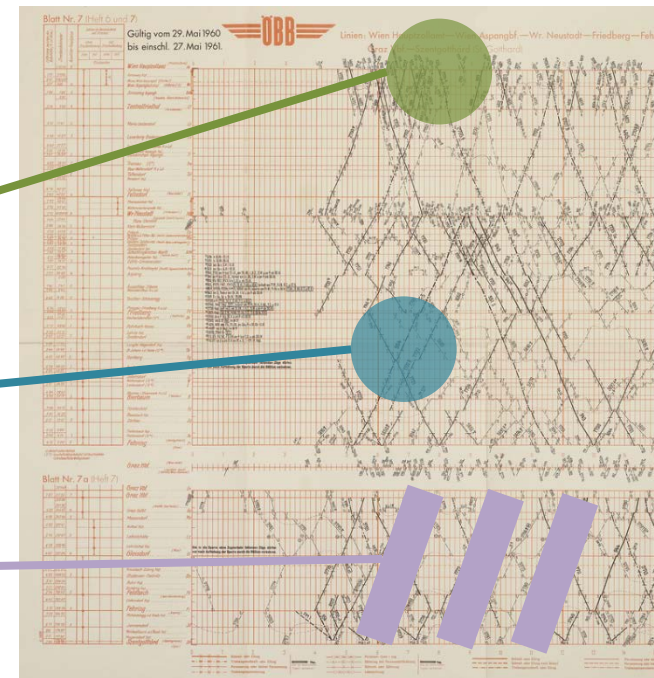
Systems Engineering – Das Überwinden von Schnittstellen
Wien, 23.01.2020

Ein System aus Schnittstellen

Technische Schnittstellen



- Pantograph-Fahrdraht (Stromversorgung)
- Mindestzugfolgezeit
- Lichtraumprofil
- Kreuzungspunkte
- Sicherungssystem
- Systemtrassen (Takt)
- Rad-Schiene (Spurweite)



Betriebliche Schnittstellen

Ein System aus Schnittstellen

Technische Schnittstellen

Etwas verwalten, das fast zusammenpasst.

Interoperabilität

Fähigkeit unterschiedlicher Systeme, möglichst nahtlos zusammenzuarbeiten [Duden]



Trassenmanagement

to manage: bewältigen / verwalten [Langenscheidts] (ev. lat. „manus agere“ ... an der Hand führen)

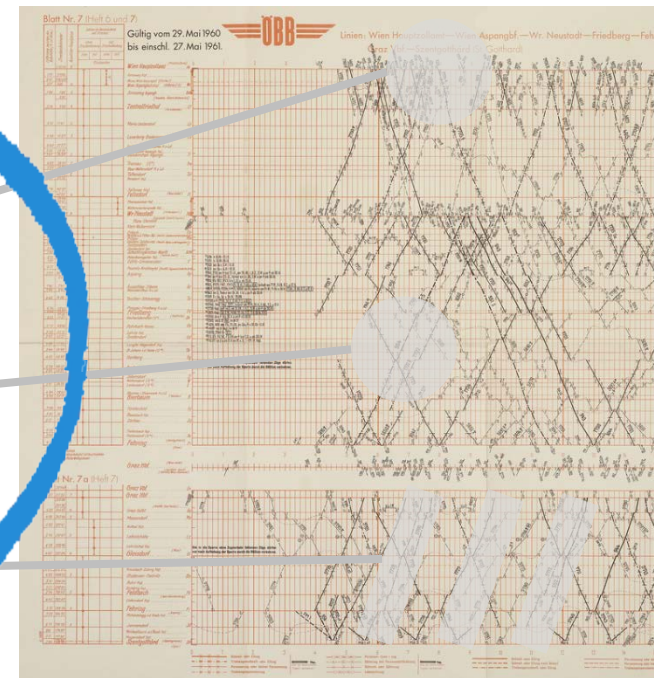
Etwas bewältigen, obwohl es nicht ganz zusammenpasst.

Betriebliche Schnittstellen

Jedenfalls nicht: Optimieren...

Ein System aus Schnittstellen

Technische Schnittstellen



Betriebliche Schnittstellen

Das sind jetzt alles auch organisatorische Schnittstellen!

Ein System aus Schnittstellen

EisenbahnVERKEHRsunternehmen

Ein Zug (ein Fahrzeug, ein Drehgestell,...) das den Verkehrszweck zu den geringstmöglichen Kosten erfüllt.

Eine Zugtrasse, die den Kundenanforderungen entspricht und im intramodalen Wettbewerb kompetitiv ist.



Technische Schnittstelle



Betriebliche Schnittstelle



Eine Infrastruktur zu den geringstmöglichen Kosten

Eine Infrastruktur mit höchstmöglicher Kapazitätsauslastung.

EisenbahnINFRASTRUKTURunternehmen

Schnittstelle, die Kosten (und Nutzen) verhandelt!

Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)

Organisatorische Schnittstelle zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen und Infrastrukturbetreiber

Infrastrukturbetreiber = Monopolist → Regulierung

Unmittelbare Kosten (~variable Kosten der Zugfahrt)

Anreizsysteme

Marktzuschläge (mark-ups; als Ausnahmebestimmung von den Entgeltgrundsätzen)

Den (großen) Rest der Infrastrukturkosten trägt die Allgemeinheit (Staat)

Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)

Trassenpreise eignen sich dann als Systemoptimierungselement, wenn es Optionen gibt.

Kosten, die durch die Fahrzeugauslegung beeinflusst werden können.

Unmittelbare Kosten (~variable Kosten der Zugfahrt)

Anreizsysteme

Marktzuschläge (mark-ups)



Fahrbahnverschleiss

Track Deterioration Models

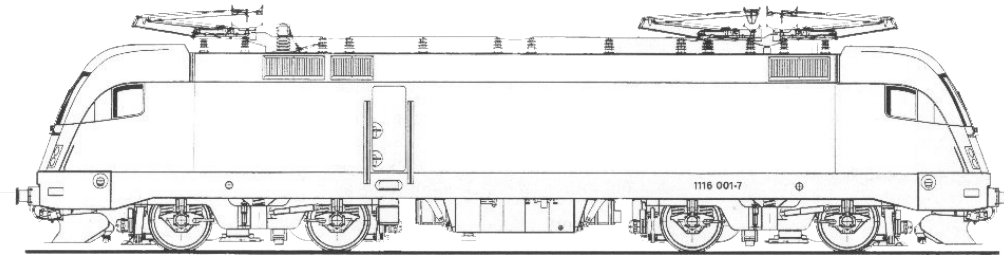
Dazu braucht es einmal ein technisches Modell, das Fahrzeugeigenschaften mit dem Fahrwegverschleiss koppelt.

Diese analytischen Modelle gibt es.



$$\text{Relative damage (per axle.mile)} = 0.473 \cdot e^{0.1334A} + 0.015 \cdot S \cdot U - 0.009 \cdot S - 0.284 \cdot U - 0.442$$

$$T_Y = (T_x \gamma_x + T_y \gamma_y + T_z \Omega_3) \quad V_n = \frac{1}{A} (T_Y)$$



SBB CFF FFS

$$k_1 \times F_{R_Q} \times Q^m + k_2 \times Q^n + k_3 \times T_{pv} + k_4 \times F_{R_{W_b}} \times W_b + k_5 \times \sqrt{(f_{s_1} \times Q^2 + f_{s_2} \times Y^2)}$$



TRAFIKVERKET

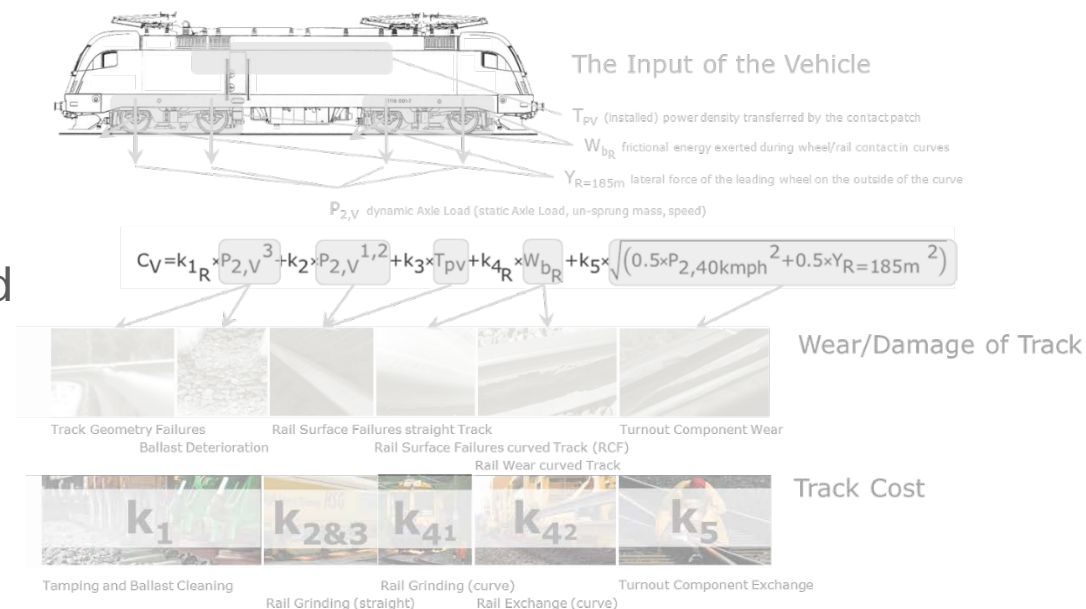
$$E_{a,z}(R_j, T_a) = k_1 \times T_Z \times \frac{1}{n_Z} \times \sum_{i=1}^{n_Z} Q_{tot,i}^3 + k_2 \times (T_a + T_Z) \times \frac{1}{n_Z} \times \sum_{i=1}^{n_Z} \left[\sqrt{Q_{tot,i}^2 + Y_{qst,i}^2} \right]^3 + k_{34} \times T_Z \times \frac{\sum_{i=1}^{n_Z} [f(F_v \cdot v)]}{m_z}$$

Und wie kann man diese Modelle für die Trassenbepreisung verwenden?

Track Deterioration Models

Solche Modelle müssen

- I technisch plausibel sein,
- I auf die Hauptkostentreiber fokussieren und
- I vereinfachbar sein.




Track Deterioration Models

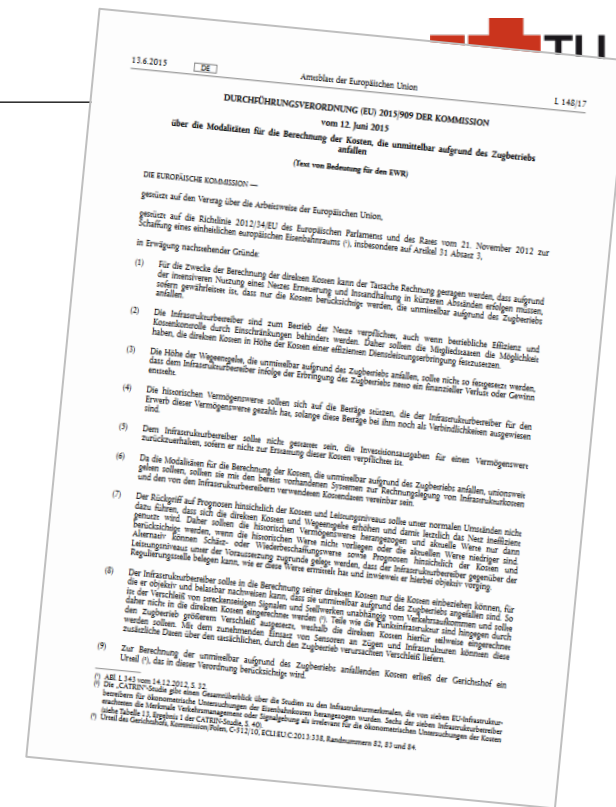
Grundprinzip einfach:
 Fahrbahnschonende Fahrzeugkonstruktionen zahlen weniger,
 schädigendere mehr.

Durchführungsverordnung (EU) 2015/909

Also man darf es tun... 

In Grossbritannien und in der Schweiz wird so bepreist.

Also kann man es auch tun... 



Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)

Trassenpreise eignen sich dann als Systemoptimierungselement, wenn es Optionen gibt.

Kosten, die nicht oder in reduziertem Ausmaß entstehen.

Unmittelbare Kosten (~variable Kosten der Zugfahrt)

Anreizsysteme  Lärm

Marktzuschläge (mark-ups)

nTACs

Eisenbahnverkehr ist laut - insbesondere der Güterverkehr.

Konsequenz → Errichtung von Lärmschutzwände

Optional (ergänzend): Leisere Güterwagen

1. Strengere Grenzwerte (Normung) → Bestandsschutz...
2. Verbot lauter Wagen
3. Anreizsystem Bestandswagen umzurüsten → Trassenpreis
4. Anreizsystem künftig noch leisere Wagen zu beschaffen → Trassenpreis

nTACs

Das Grundprinzip ist einfach:

Umgerüsteter Wagen → Bonus

Zug aus umgerüsteten Wagen → noch ein Bonus

Sehr leises Fahrzeug → noch ein Bonus (proportional zur Grenzwert)

Zug aus sehr leisen Fahrzeugen → noch ein Bonus

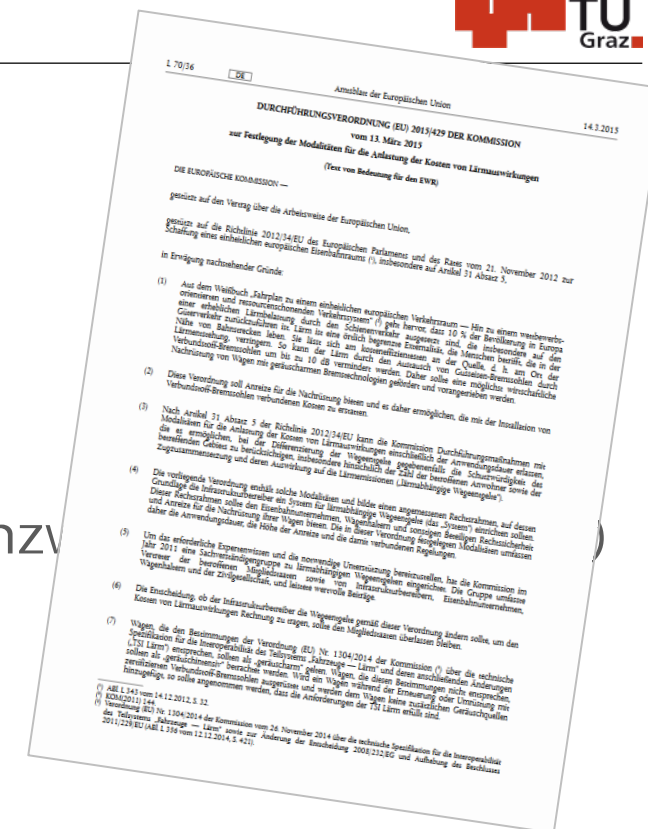
Laute Züge → Malus Anreizsystem wird stärker

Ein solches Anreizsystem könnte auch aufwandsneutral (Summe Bonuszahlungen = Summe Maluszahlungen) designed werden, womit der Allgemeinheit keine zusätzlichen Kosten entstehen.

Durchführungsverordnung (EU) 2015/429

Also man darf es tun...

Und es wird getan... Endlich!



Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)


Trassenpreise eignen sich dann als Systemoptimierungselement, wenn Optionen gibt.

Getätigte Investitionen, die devalorisiert werden könnten.

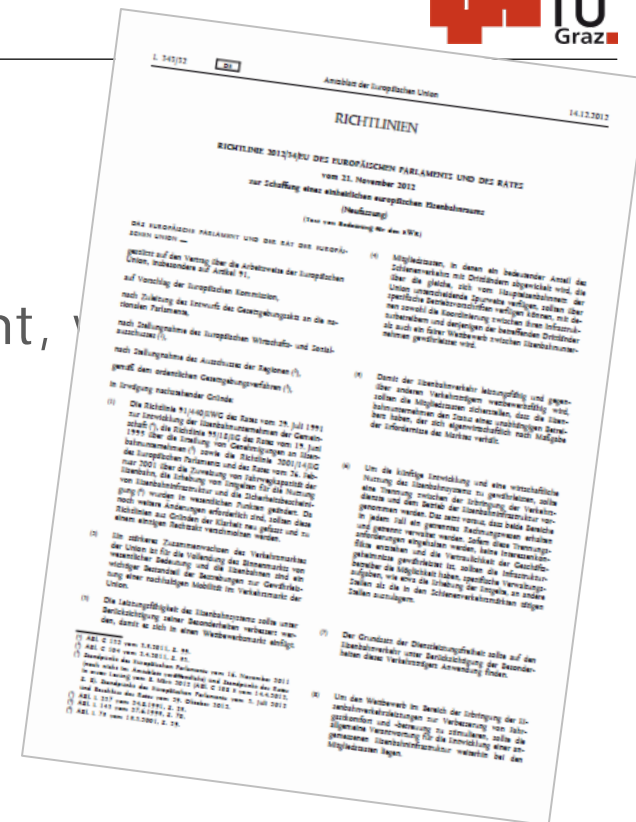
Unmittelbare Kosten (~variable Kosten der Zugfahrt)

Anreizsysteme  ETCS

Marktzuschläge (mark-ups)

Richtlinie 2012/34/EU 

Eine „soll“-Formulierung, keine „kann“-Formulierung...

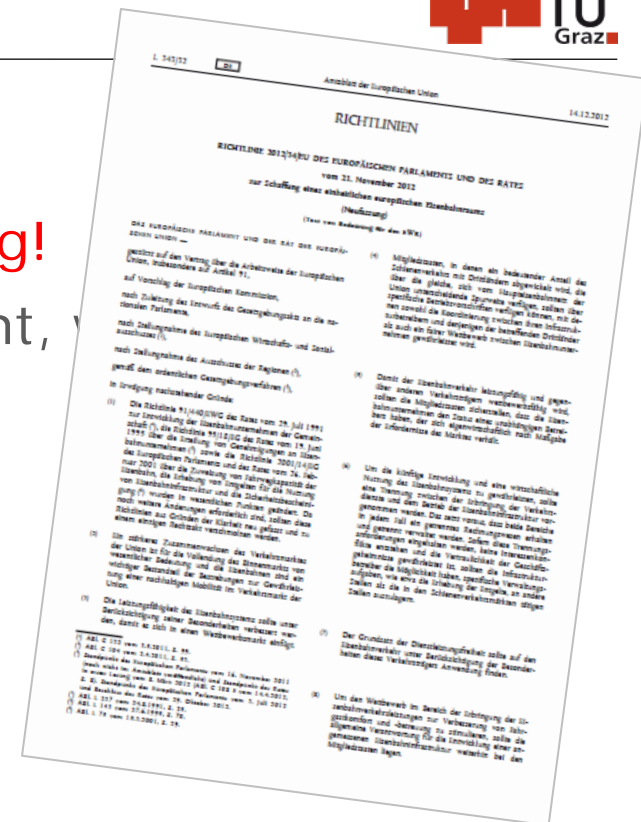


Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)

Hier gibt es noch einiges zu tun in Richtung Systemoptimierung!

Trassenpreise eignen sich dann als Systemoptimierungselement, wenn Optionen gibt.

Getätigte Investitionen, die devalorisiert werden könnten.



Umittelbare Kosten (~variable Kosten der Zugfahrt)

Anreizsysteme

Marktzuschläge (mark-ups)



Systemtrassen im Taktverkehr

Richtlinie 2012/34/EU

Artikel 45 Netzfahrplanerstellung

(2) Der Infrastrukturbetreiber darf lediglich in den in Artikel 47 (überlastete Infrastruktur) und Artikel 49 (alternative Routen) geregelten Fällen speziellen Verkehrsarten im Netzfahrplanstellungs- und Koordinierungsverfahren Vorrang einräumen.



Schnittstelle Trassenpreis (Wegeentgelt)

Trassenpreise eignen sich als Werkzeug für die Systemoptimierung.

Man muss es aber

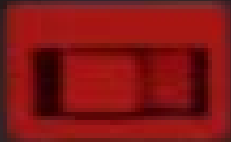
1. wollen

UND

2. auch tun.

„Die Mitgliedstaaten schaffen eine Entgeltrahmenregelung,...“
(Richtlinie 34/2012, Artikel 29)

economy



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

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