

# Wie wirtschaftlich ist gleisschonendes Rollmaterial?

*... wie einen Verkehr von Morgen  
in der zukünftigen Auswirkung auf  
Fahrbahnstandhaltung beziffern?*

Ingolf Nerlich,  
Jochen Holzfeind  
Graz 08.09.2014



# Agenda.

## 1. Ausgangslage

- Rollmaterialbeschaffung vs. Innovationshemmnis für das Gesamtsystemoptimum
- Verschleissabhängige Trassenpreise – ein Plädoyer für Augenmass aller Player.

## 2. Konzept der finanziellen Skalierung von Interaktionsgrössen

- Idee und Ansatzpunkt
- ANABEL – Ortsauflösung der Einwirkung des Referenzverkehrs
- Schadensmatrix, Aufnahmen am Gleis
- Plausibilität der Schadens-Ursachenzuordnung

## 3. Kollektiversatz und Hochrechnung

- Netzweite Schadensaggregation
- Kollektiversatz, gleis- und weichenscharf

## 4. Ergebnisse, Zusammenfassung

# 1. Ausgangslage

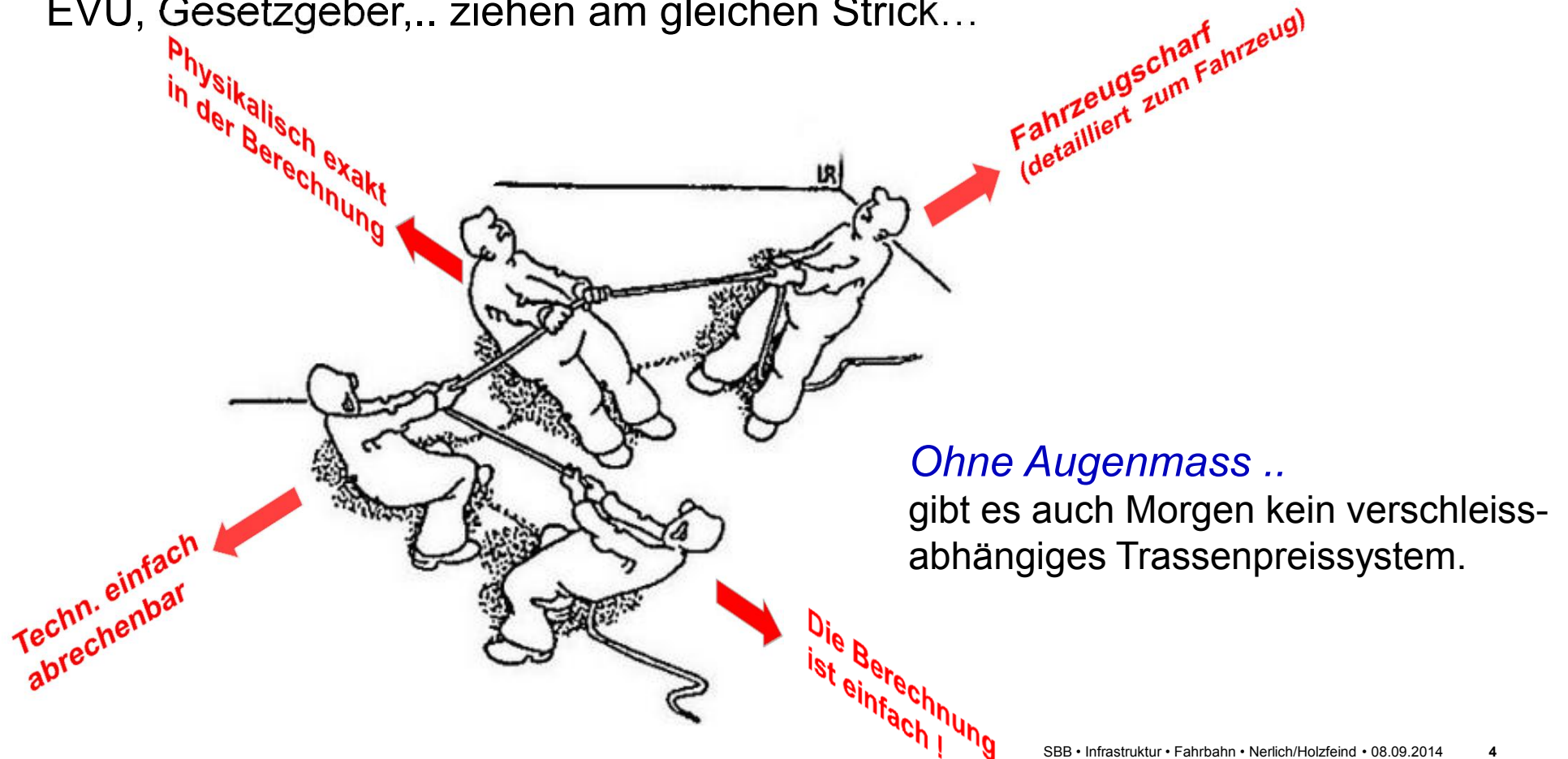
## *Innovationshemmnis – verunmöglichte Kostenzuweisung*

- Neubeschaffung von SBB–Fernverkehr Rollmaterial mit Wankkompensation, SBB-Infrastruktur sorgt sich um die Fahrwegbeanspruchung.
- Massive Werbung für innovative «optionale» Fahrwerkskomponenten (ARS). Es werden deutliche Einsparungen bei der Fahrbahn prognostiziert.
- SBB-Vorstand: *«Stimmen die Zahlen? Finanzielle Grundlage für einen Gesamtkonzern-Beschaffungsentscheid des ARS sind zu beschaffen!»*
- Enger Zeitrahmen, um rechtzeitig in die Konstruktions-/Fertigungsphase den Beschaffungsentscheid zu integrieren.
- SBB-Fahrbahn lädt zu internationalem Expertentreffen 07/2010 nach Zürich.  
Grundtenor der Teilnehmer:  
*Kräfte-Reduktion mit Erprobungsträger nachweisen – Ja! ...aber ..  
infrastrukturseitige Einsparungen im Mischverkehr daraus beziffern ....?*

# 1. Ausgangslage

## *Verschleissabhängiger Trassenpreis – Augenmass aller Player*

- Mit verschleissabhängigem Trassenpreis (vTPS) wär das Thema beantwortet.
- Die Notwendigkeit des vTPS ist allseits anerkannt: Infrastruktur, Hersteller, EVU, Gesetzgeber,.. ziehen am gleichen Strick...



# Agenda.

## 1. Ausgangslage

- Rollmaterialbeschaffung vs. Innovationshemmnis für das Gesamtsystemoptimum
- Verschleissabhängige Trassenpreise – ein Plädoyer für Augenmass aller Player.

## 2. Konzept der finanziellen Skalierung von Interaktionsgrössen

- Idee und Ansatzpunkt
- ANABEL – Ortsauflösung der Einwirkung des Referenzverkehrs
- Schadensmatrix, Aufnahmen am Gleis
- Plausibilität der Schadens-Ursachenzuordnung

## 3. Kollektiversatz und Hochrechnung

- Netzweite Schadensaggregation
- Kollektiversatz, gleis- und weichenscharf

## 4. Ergebnisse, Zusammenfassung

## 2. Finanzielle Skalierung von Interaktionsgrößen

*Idee: Schadenskatalog und Kostenschwerpunkt*

### Idee:

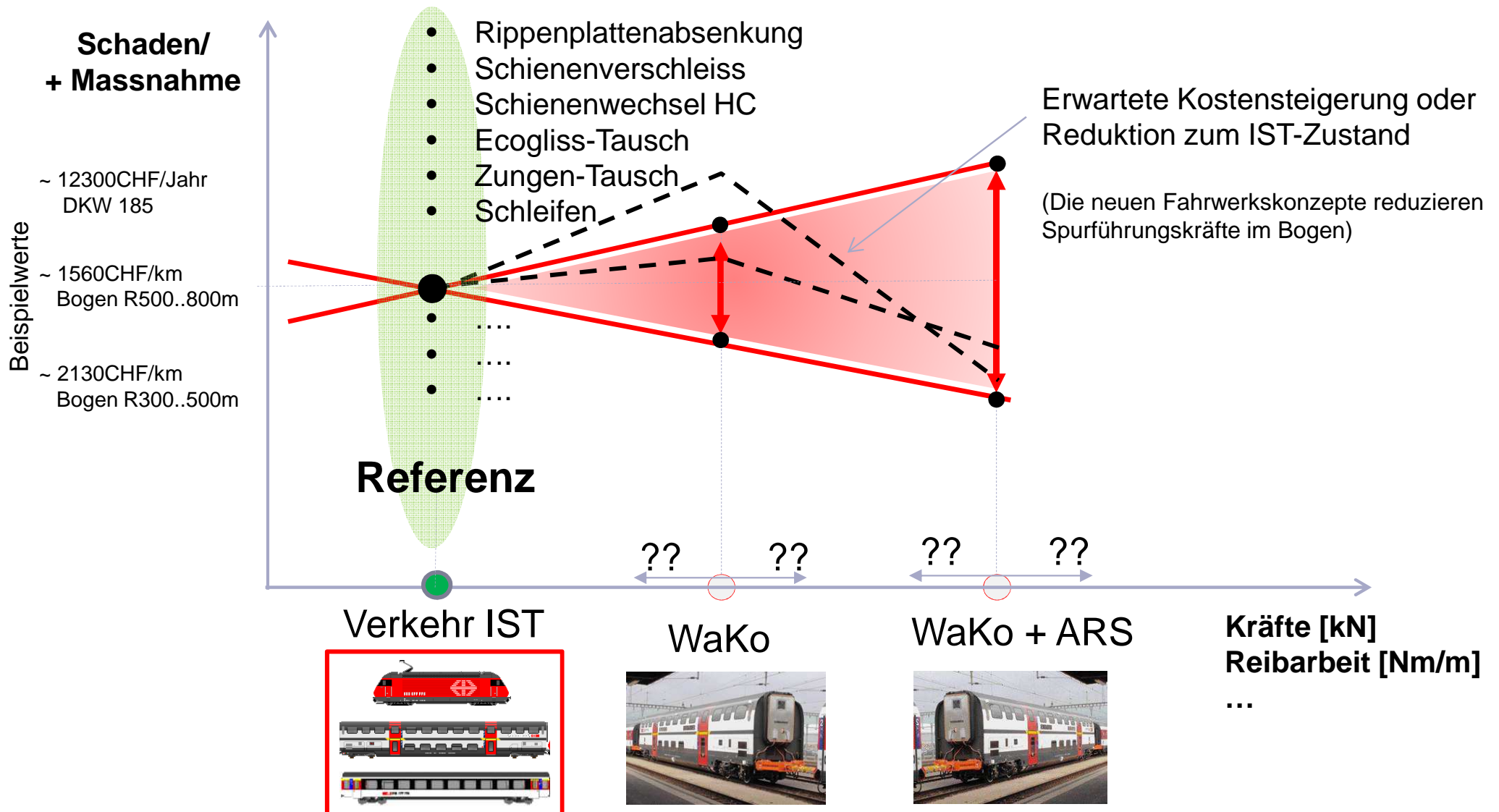


Wenn bekannt wäre, was ein Bestands-Fahrzeug über die Dauer seiner Einwirkzeit an Schäden am Fahrweg nach sich zieht ...

Dann wäre die Schadensbehebung ein finanzielles Mass zum Eichen der Interaktionsgrößen.

## 2. Finanzielle Skalierung von Interaktionsgrößen

Idee: Schadenskatalog und Kostenschwerpunkt



## 2. Finanzielle Skalierung von Interaktionsgrössen

### *Ortzuweisung für Schadenserhebungen*

- Die Bereiche/Orte, an denen der Referenzverkehr dominant über längere Zeit eingewirkt hat, müssen bekannt sein – trotz Mischverkehr!
- Vorgefundene Schäden - und/oder durch «Pflege» verhinderte - geben das finanzielle IST-Bild für eine Skalierung der Interaktionsgrössen.
- Die Schäden müssen besichtigt, erfasst und zusammengetragen werden.

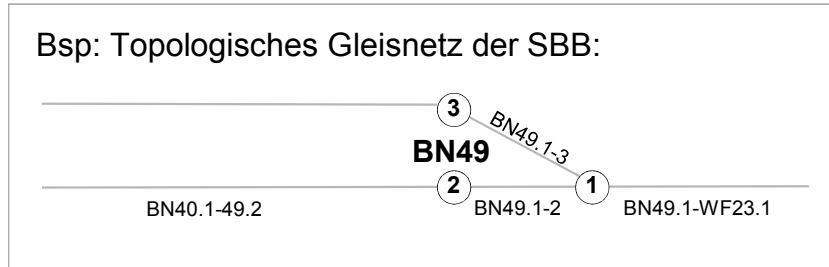
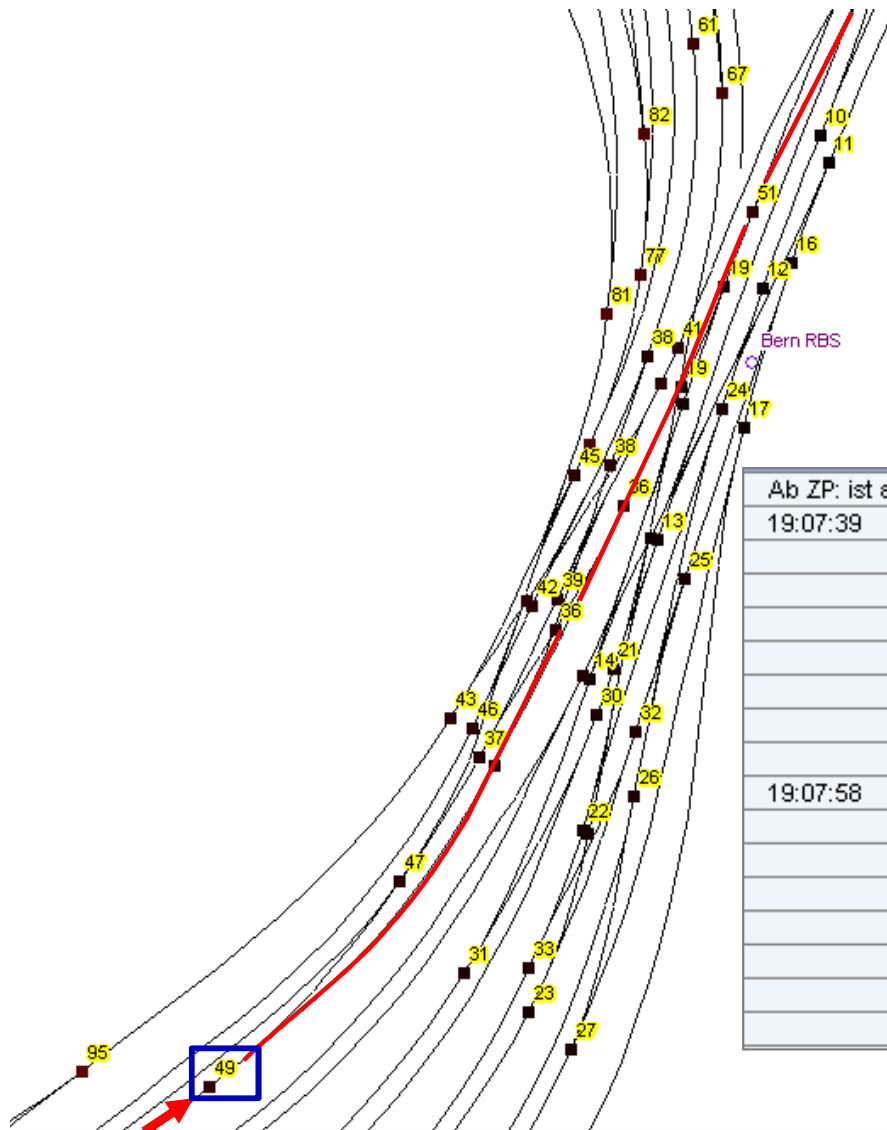
### ***Systementwicklung ANABEL:***

- 2009-2011 entwickelte das Anlagenmanagement Fahrbahn mit SBB-IT ein System zur rollmaterial-spezifischen Betriebslastenzerlegung (ANABEL) als Vorbereitung des Fahrbahnprognosesystems swissTAMP.
- ANABEL erlaubt die gleisscharfe, richtungsgetrennte, rollmaterialselektive Archivierung von Betriebslasten. Netzbereiche mit  $\geq 80\%$  dominanter Abdeckung des Referenzverkehrs wurden nun sichtbar.



# ANABEL – Analyse & Auswertung Belastungsdaten

Kernfunktionalität - die gleisgenaue Fahrwegsicherung z.B. IR 3239




## Rollmaterial des Zugs

| Ab ZP: ist ab Zeit | GSGF Reihenfolge | DfA ID Gleisstrang | Fahrzeuggrundtyp | Re 460 | DOSTO_ | DOSTO_ |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|
| 19:07:39           | 1                | BN49.1-2           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 2                | BN40.1-49.2        |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 3                | BN40.1-2           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 4                | BN36.2-40.2        |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 5                | BN36.1-2           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 6                | BN19.2-36.1        |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 7                | BN19.1-2K6         |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 8                | BN19.1-19.3        |                  | 1      | 5      | 1      |
| 19:07:58           | 1                | BN19.1-3           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 2                | BN19.1-51.1        |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 3                | BN51.1-2           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 4                | BN15.2-51.2        |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 5                | BN15.1-2           |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 6                | BN4.1-15.1         |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 7                | BN4.1-2            |                  | 1      | 5      | 1      |
|                    | 8                | BN4.2-8.2          |                  | 1      | 5      | 1      |

Bewegungsrichtung

# ANABEL – Analyse & Auswertung Belastungsdaten

## Aufgelöste Züge auf «überstrichenen» Infrastrukturelementen

 SBB CFF FFS
Anabel: Instandhaltung Fahrzeugsicht aggregiert

Autor UE51861
Aktualität der Daten 05.01.2012 23:21:13

Chart Filter Information

### Filter

Anabel Key

Bremsbauart

Bremsreihe

Debicode

DfA ID Gleisstrang ZUE80.2-4, ZUE80

DfA ID Strecke

EVU (Eisenbahn Verket

Fahrtrichtung ←

Fahrzeug ID

Fahrzeuggrundtyp

Fahrzeugkategorie

Kalenderjahr 2011

KalJahr/Monat 05.2011 ←

Kennzahlen „Anzahl Fahrzeuge

Linien Nummer

Original RCSF Pos.

RCSF Position

Referenz für Strecke

Stunde

ZLR\_ID

Zugkategorie

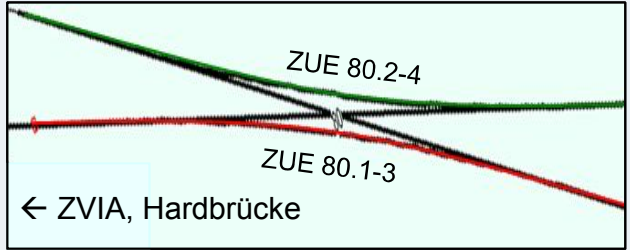
Zugnummer

Zugzweck

### Table

| DfA ID Gleisstrang | Fahrzeuggrundtyp | Anzahl Fahrzeuge Gleisstrang-sicht eingeschränkt | Nettogewicht Fahrzeuge Gleisstrang-sicht eingeschränkt |
|--------------------|------------------|--|--|
| ZUE80.1-3          | Re 420           | 42   | 3'360  |
|                    | Re 450           | 585  | 43'290   |
|                    | Re 460           | 190  | 15'960   |
|                    | Re 620           | 1  | 120  |
|                    | RBe 580 [NPZ]    | 1  | 71   |
|                    | DOSTO_IC2000     | 342  | 18'025   |
|                    | DOSTO_IC2000-STW | 44   | 2'244  |
|                    | EW I-II          | 149  | 4'493  |
|                    | EW I-II-STW      | 22   | 704  |
|                    | EW IV            | 615  | 26'350   |
|                    | EW IV-STW        | 114  | 5'472  |
|                    | NPZ-STW          | 1  | 38   |
|                    | DOSTO_S-ZH       | 1'170  | 57'442   |
|                    | DOSTO_S-ZH-STW   | 585  | 29'250   |
|                    | Bqm              | 180  | 6'480  |
|                    | DOMINO           | 4  | 120  |
|                    | SchlafWg         | 44   | 2'232  |
|                    | SpeisWg          | 36   | 1'756  |
|                    | GW2Ax_GG         | 6  | 102  |
|                    | GW4Ax_ODG_GG     | 23   | 970  |
|                    | ICN              | 210  | 10'680   |
|                    | ETR 470          | 9  | 471  |
|                    | Nicht zugeordnet | 499  | 20'998   |
|                    | <b>Ergebnis</b>  | <b>4'872</b>                                     | <b>248'628</b>   |
| ZUE80.2-4          | Re 420           | 6  | 480  |
|                    | Re 450           | 57   | 4'218  |
|                    | Re 460           | 266  | 22'344   |
|                    | RBe 540          | 1  | 68   |
|                    | DOSTO_IC2000     | 499  | 23'497   |
|                    | DOSTO_IC2000-STW | 55   | 2'805  |

Auch auf Doppelkreuzungsweichen:



← ZVIA, Hardbrücke

# Schadens – Ursachen – Matrix

*Expertenbasiertes Bindeglied von Interaktionsgrössen und Schaden*

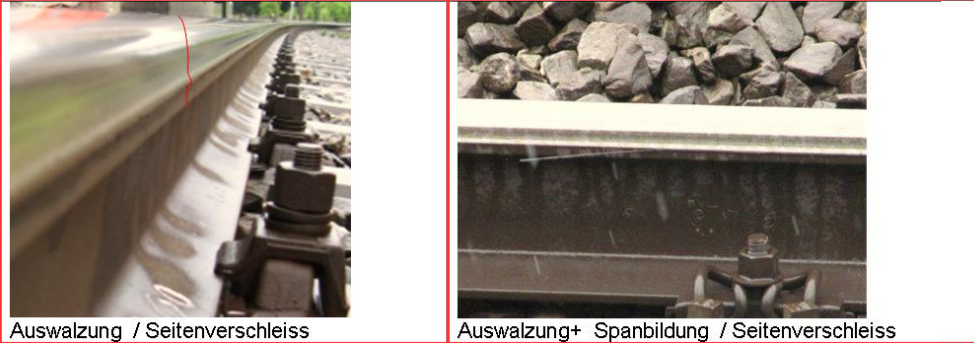
|                                    |                                     | Code                | Lfd   | Schadensbilder /Ursachen                              | Y Kraft   | Q Kraft | Y/Q | Summe |  |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------|---|---|---------|-----|-------|--|
| Schäden an der Gleisgeometrie      | Gleisgeometrie                      | 1.1                 | 1     | Gleislagefehlern vertikal                             |   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 1.2                 | 2     | Gleislagefehlern Horizontal                           |   |         |     | X     |  |
|                                    |                                     | 1.3                 | 3     | Spurweite   | Ausgeschlossen: nicht fahrzeugspezifisch, Abhängig von G    |         |     |       |  |
| Schäden an der Oberbaukonstruktion | Schienenschäden im Gleis (Schienen) | 2.1.1               | 4     | horizontaler Schienenverschleiss                      | X   | (x)     |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.1.2               | 5     | vertikaler Schienenverschleiss                        | (x)   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.1.3               | 6     | Berührgeometrie (eq. Konizität, Radialstellungsindex) | X   | (x)     |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.2.1               | 7     | Überwalzungen Innenstrang                             | X   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.2.2               | 8     | Überwalzungen außen                                   | X   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.3.1               | 9     | Head chceks   | X   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.3.2               | 10    | Shelling  | X   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.3.3               | 11    | Schienenabrüche                                       | X   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.3.4               | 12    | Squats  |   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.4.1               | 13    | Riffeln/Belgrospi                                     | Es wird nicht behandelt weil die Ursache international nich |         |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.4.2               | 14    | Schlupfwellen   | X   |         |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.5.1               | 15    | Schienenbrüche  |   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.5.2               | 16    | Ultraschallfehler                                     |   | X       |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.6.1               | 17    | Schleuderstelle                                       |   |         |     |       |  |
|                                    |                                     | 2.6.2               | 18    | Traktions- Bremschäden                                |   |         |     |       |  |
|                                    |                                     | Schienenbefestigung | 3.1   | 19  | Zwischenlagenschäden  |         |     |       |  |
|                                    |                                     |                     | 3.2   | 20  | Schienenbefestigungsschäden                                 |         |     |       |  |
|                                    |                                     |                     | 3.3   | 21  | Rippenplattenschäden  |         |     |       |  |
|                                    | Schwellenschäden                    | 4.1                 | 22    | eingearbeitete Rippenplatt                            |   |         |     |       |  |
|                                    |                                     | 4.2                 | 23    | Betonschwellenf                                       |   |         |     |       |  |
|                                    |                                     | 4.3                 | 24    | Risshilf  |   |         |     |       |  |
|                                    |                                     |                     | 5.1.1 | 25  |   |         |     |       |  |

- Vor und mit den Ortsaufnahmen erfolgte eine Fehlerkategorisierung.
- Im Expertendialog wurden den Schadensformen interaktionstechnische Ursachen zugeordnet.

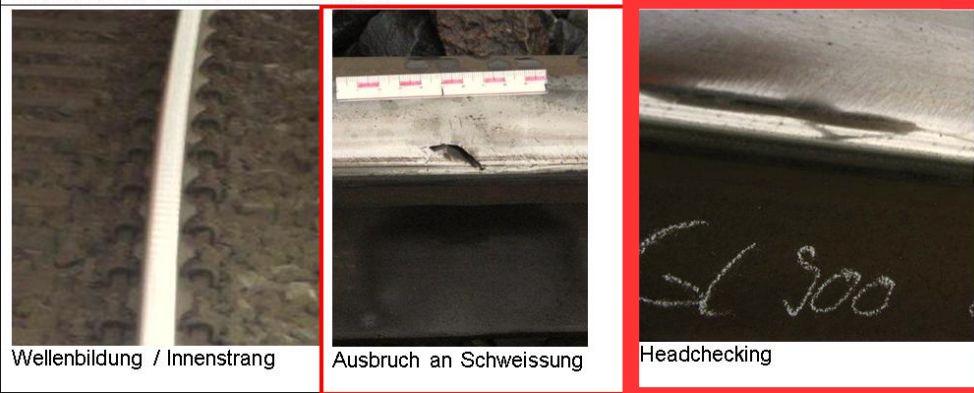
# Schadensaufnahmen am Gleis

*Untersuchungen auf Gleisen mit dominant wirkendem Referenzverkehr*

Seitenverschleiss, Über- insbesondere Auswülbungen



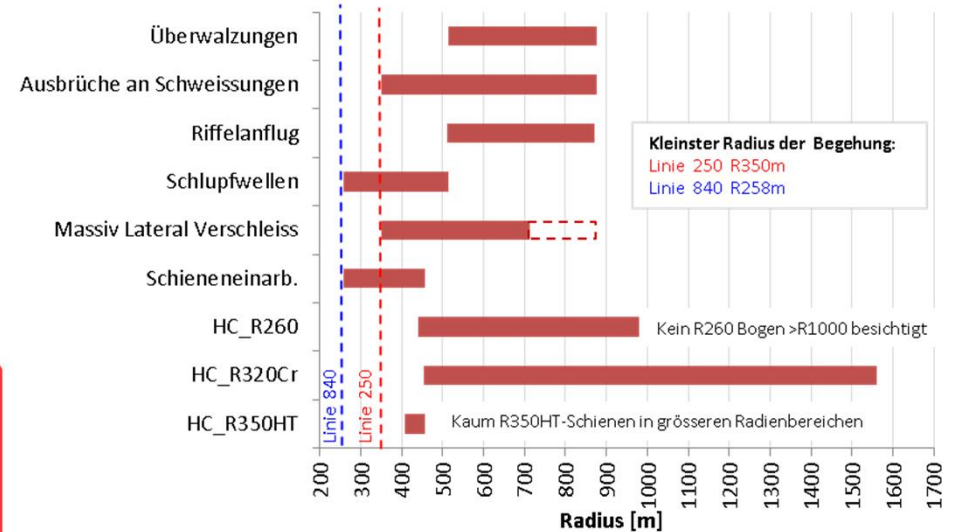
Schäden an Schienenoberflächen



Einarbeitungen:



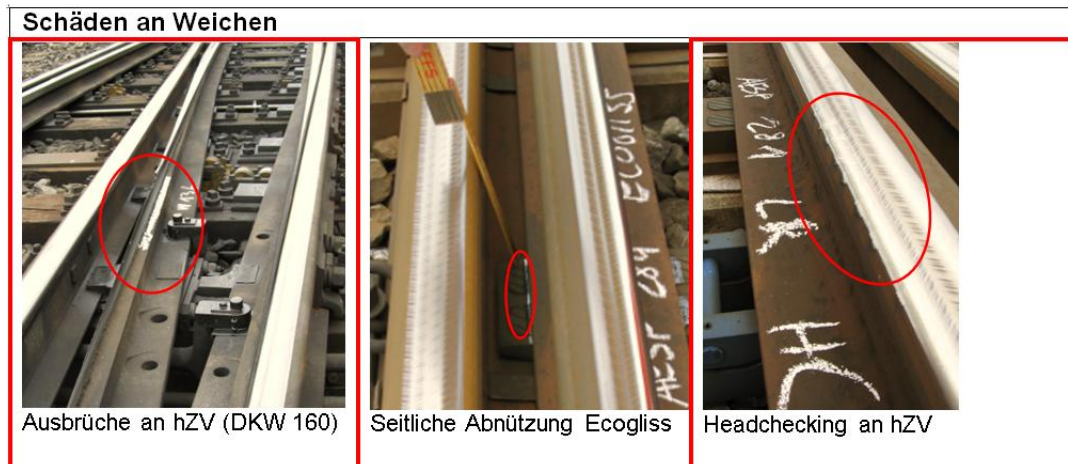
Begehungsfestgestellte Schadensbereiche über Radius



- **Headchecking (HC)** ist Primärfehlerform!
- ~~Fahrkantenausbrüche an Schweißungen (mit/ohne HC) sehr markant und häufig. [Arbeitsrapportierung dazu aber kaum vorhanden]~~
- Seitenverschleiss/Auswulzung vorhanden aber sehr untergeordnet.
- ~~Einarbeitungen auf der Referenzstrecke nur lokal zu beobachten. Liegedauer >20 Jahre Stabilität Referenzverkehr!~~

# Schadensaufnahmen an Weichen

*Untersuchungen auf Gleisen mit dominant wirkendem Referenzverkehr*



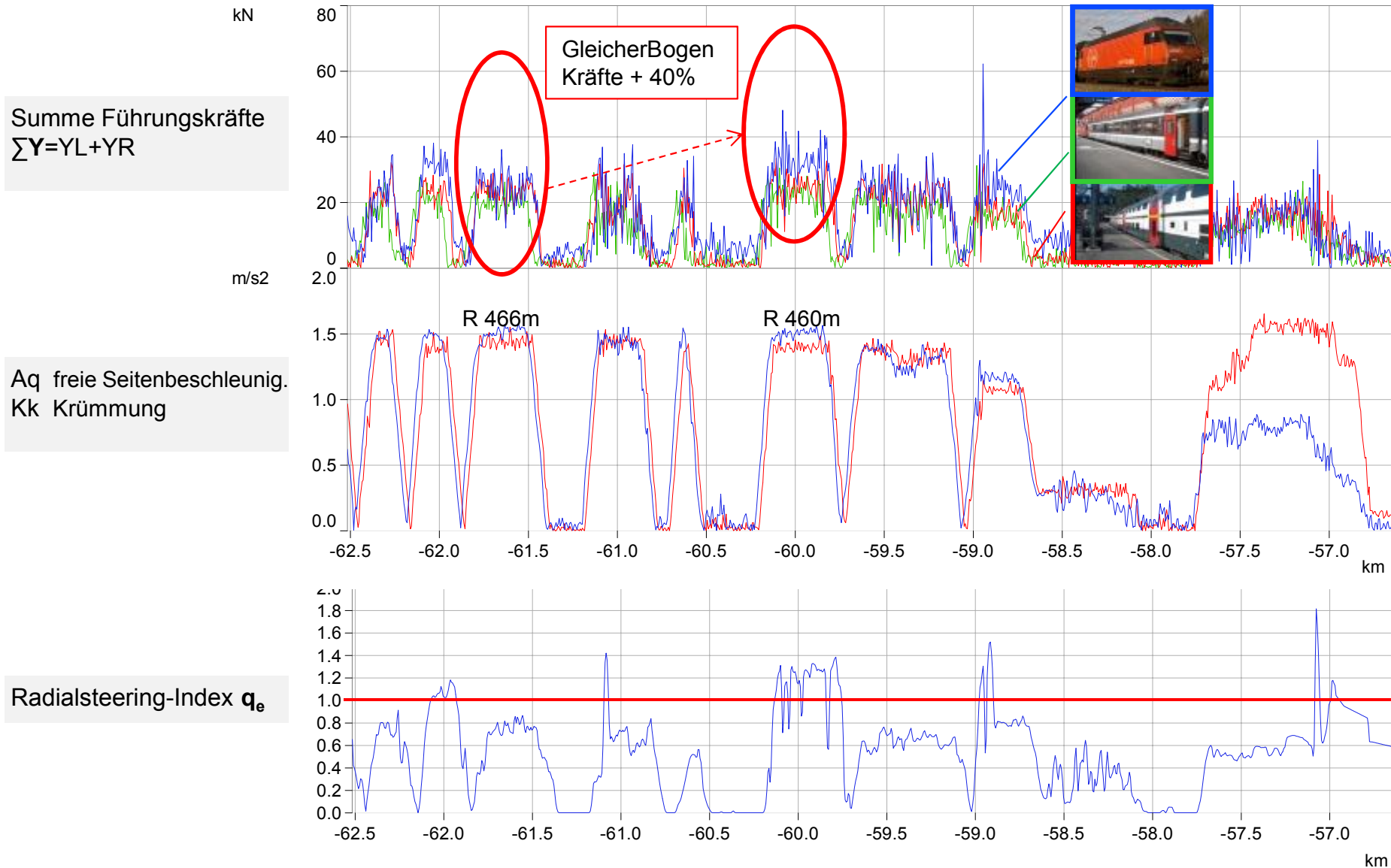
- Tauschintervalle der Zungenvorrichtungen werden von 2 Weichenformen getrieben:
  - **Engradienweichen**  $R \leq 200m$ 
    - Ausbrüche
    - Verschleiss ist marginal
  - **Weitradienweichen**  $R \geq 500m$ 
    - Headchecking
- Die Einarbeitung der Gleitsättel ist untergeordnetes Thema (Arbeitsrapport)

## Teil-Zusammenfassung für Gleise und Weichen:

- Fehler- und Fahrbahnschäden sind genügend und mannigfaltig vorhanden!
- Für direkte Kosten-Aggregation ist die Auftretensdichte zu heterogen, die Fehlerübersicht oder die Arbeitsrapportierung ist zu unspezifisch.
- Die Ortsaufnahme schärfte das Bild der Fehler, denen mit systematischen Unterhalt reell begegnet wird. Dieser Unterhalt ist in Datenbanken auswertbarer dokumentiert.

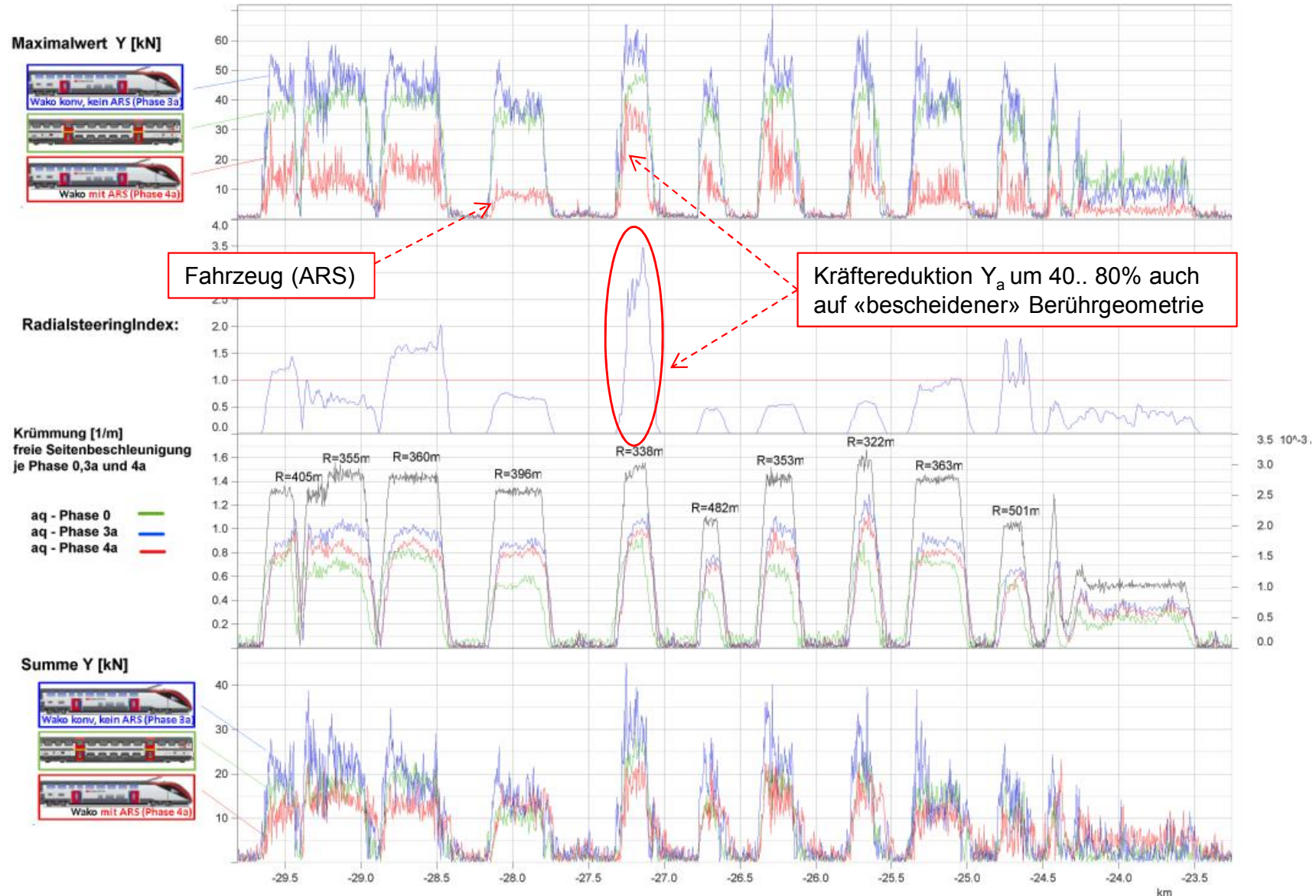
# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

## Streckenmessungen, IST-Verkehr – Empfindlichkeit Berührgeometrie



# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

Streckenmessungen, Phase 3 – Empfindlichkeit Berührgeometrie, Linie 250

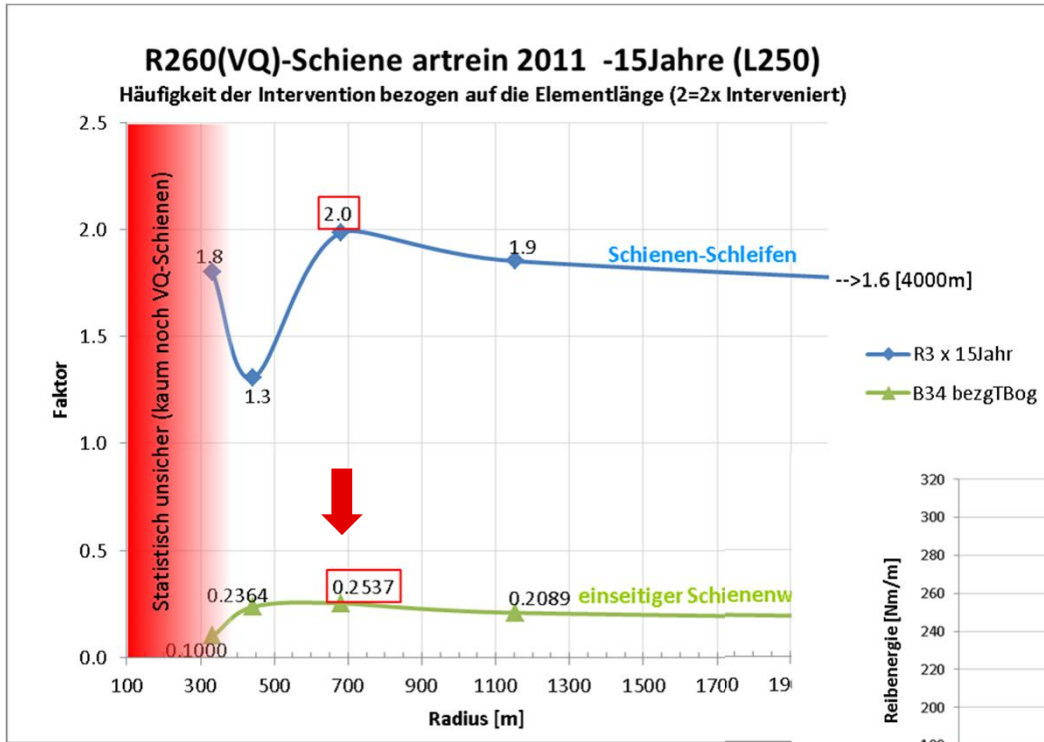


# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

## Referenzverkehr und Einprägung in Instandhaltungsdichten: Gleise

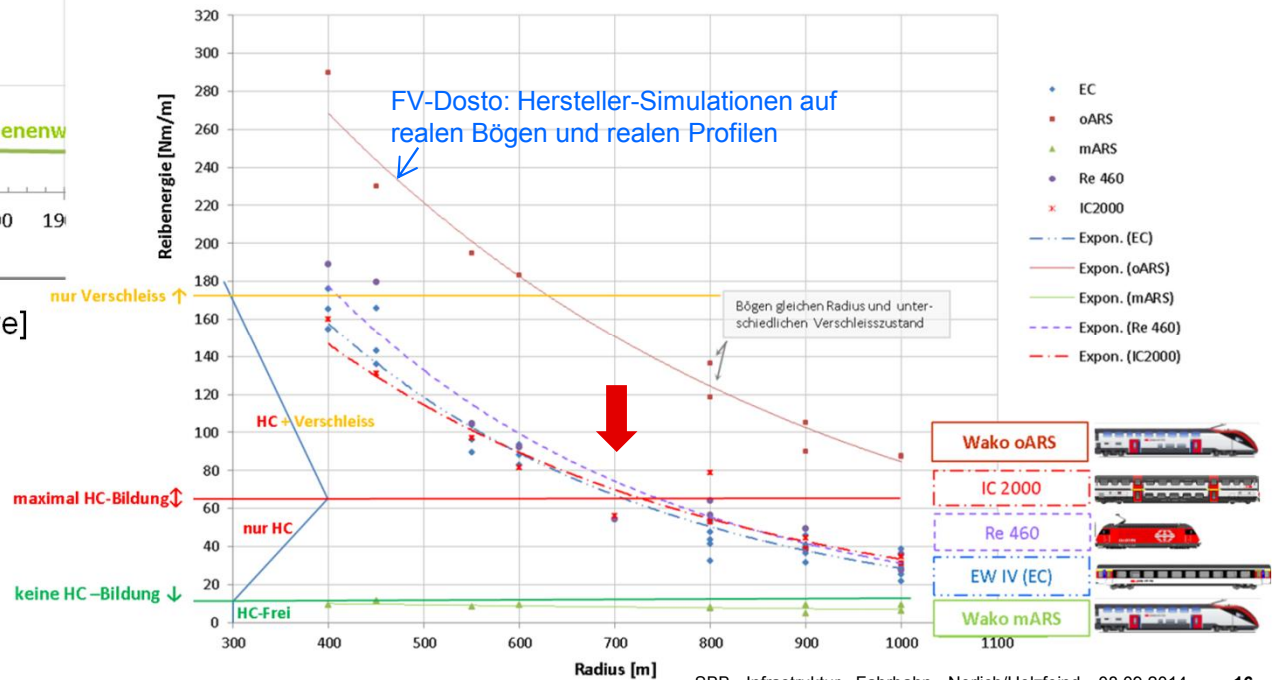
### Synthese:

- Es treten Radien hervor, in denen sich eine selektive Arbeitsdichte (Ref.Verkehr) einprägt.
- Reibenergien aus Simulationen zeigen gute Korrelation als angenommene Schadenstreiber
- Gleisarchivdaten sind keine Messdaten! (Nicht überinterpretieren)



Interventionsfaktor: [pro Radienband über 15 Jahre]

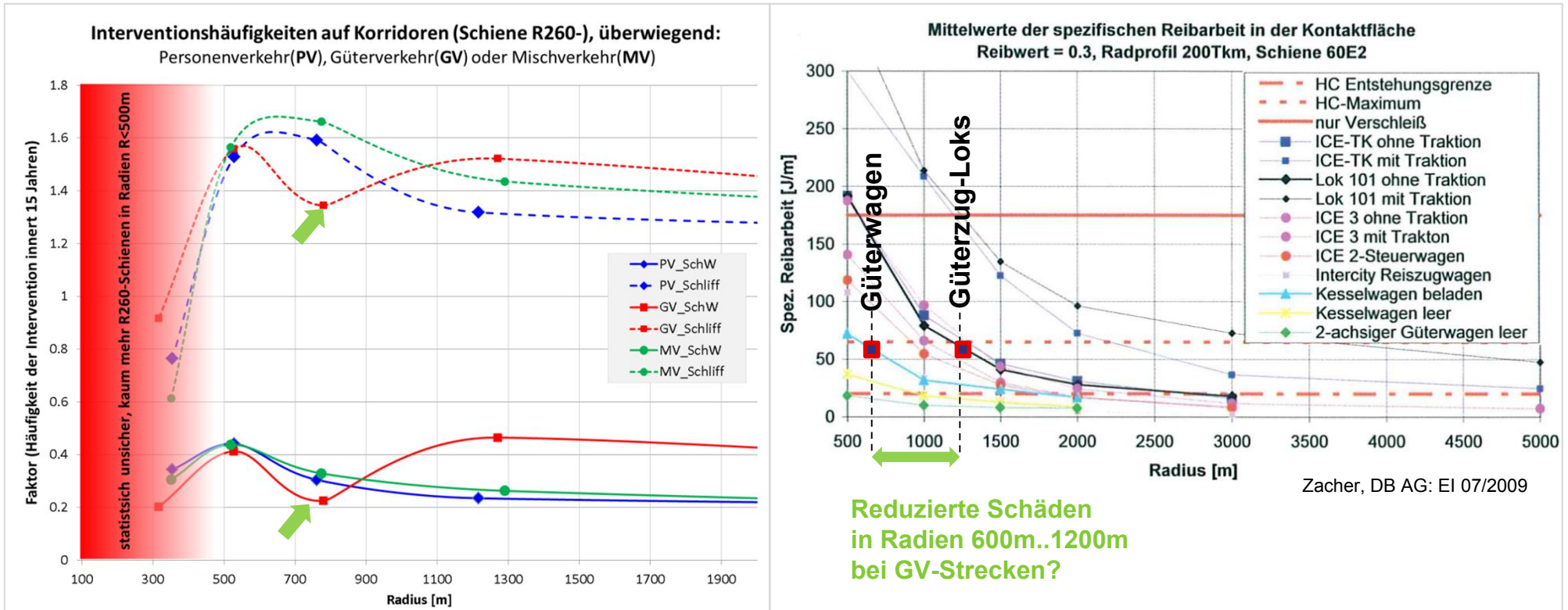
$$\text{Faktor} = \frac{\sum \text{Schleiflänge [m]}}{\sum \text{Bogenlänge [m]}}$$





# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

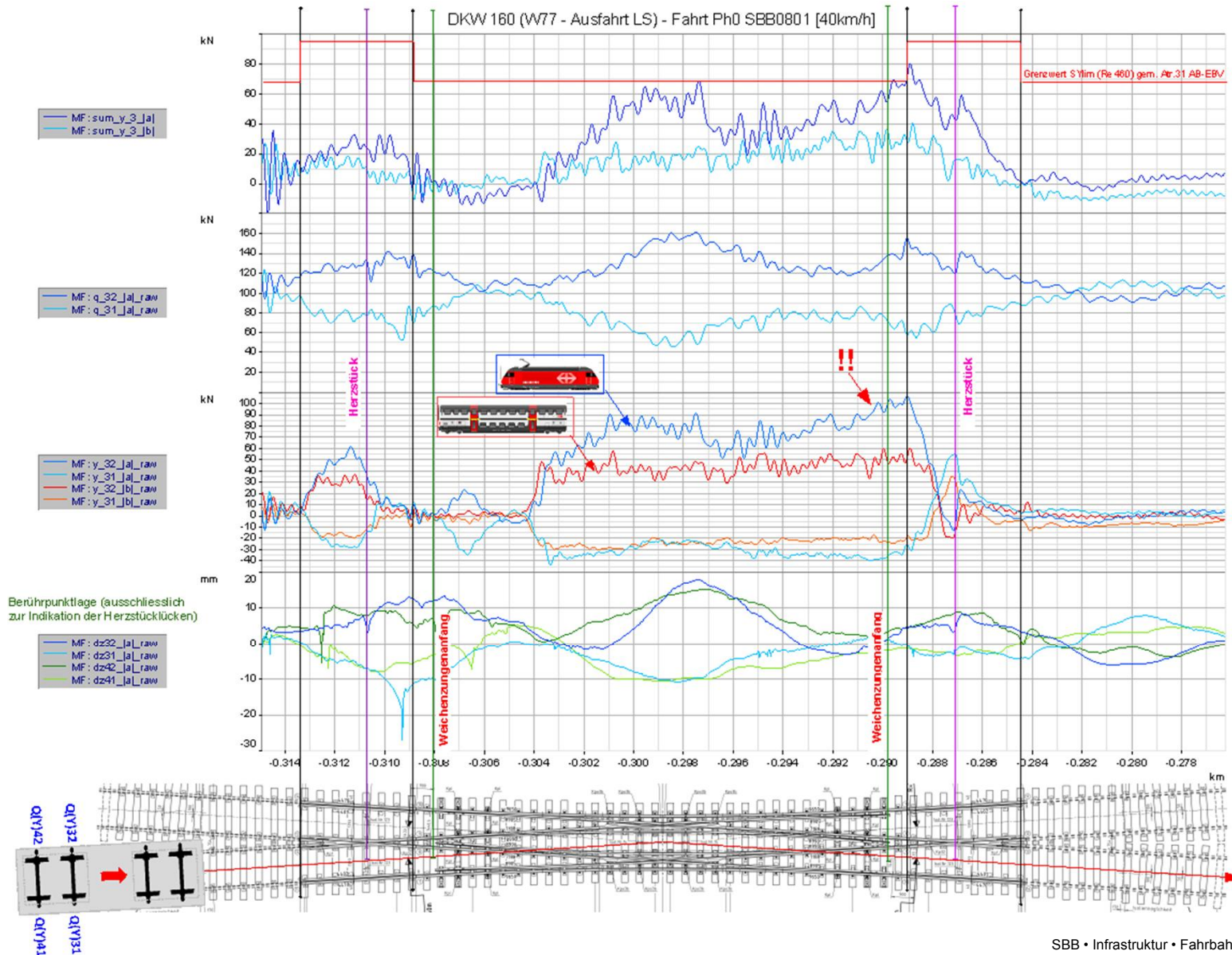
Referenzverkehr und Einprägung in Instandhaltungsdichten: Gleise



- Auch netzweite Auswertungen auf Korridoren zeigen in den bezogenen Schienenwechsel- und Schleifinterventionen verkehrssensitives Verhalten.
- Die makroskopische Schadensabbildung über Reibenergien ist ein probates und in verschleissabhängigen Trassenpreisen ein zu recht angewendetes steuerndes Mittel.

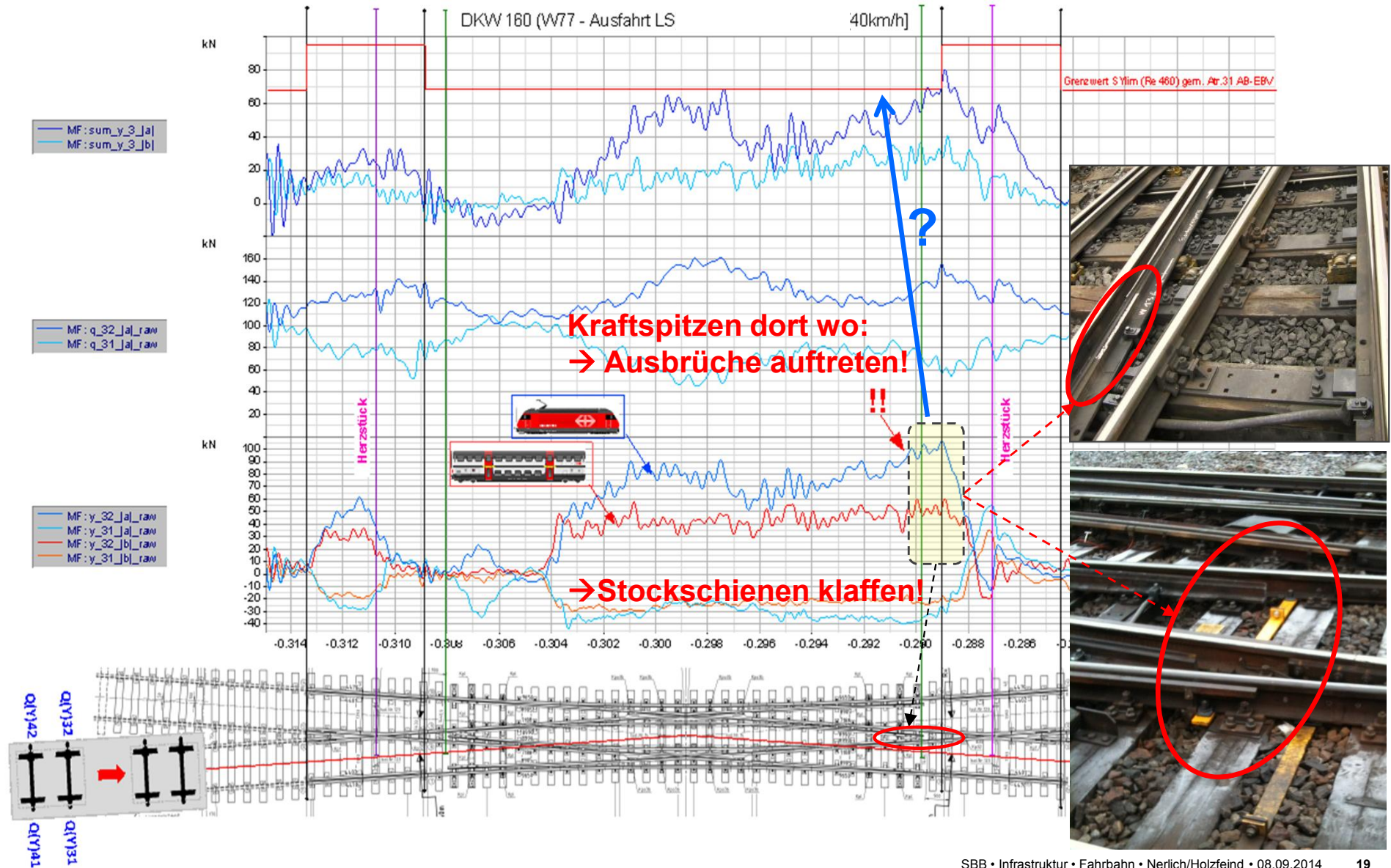
# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

## Referenzverkehr und Einprägung in Instandhaltungsdichten: Gleise



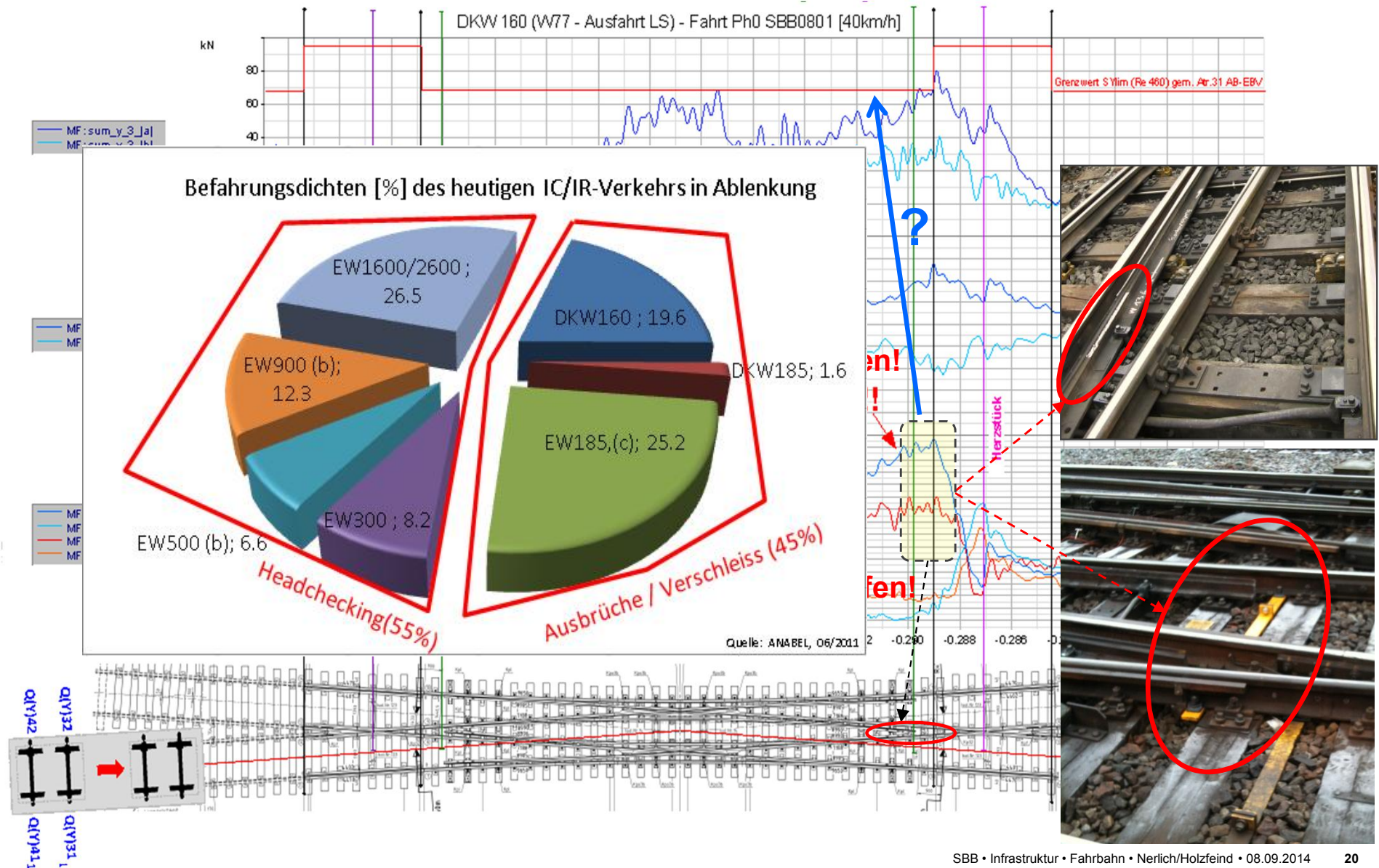
# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

Referenzverkehr und Einprägung in Instandhaltungsdichten: Gleise



# Plausibilität der Schadens – Ursachenzuordnung

Referenzverkehr und Einprägung in Instandhaltungsdichten: Gleise



# Agenda.

## 1. Ausgangslage

- Rollmaterialbeschaffung vs. Innovationshemmnis für das Gesamtsystemoptimum
- Verschleissabhängige Trassenpreise – ein Plädoyer für Augenmass aller Player.

## 2. Konzept der finanziellen Skalierung von Interaktionsgrössen

- Idee und Ansatzpunkt
- ANABEL – Ortsauflösung der Einwirkung des Referenzverkehrs
- Schadensmatrix, Aufnahmen am Gleis
- Plausibilität der Schadens-Ursachenzuordnung

## 3. Kollektiversatz und Hochrechnung

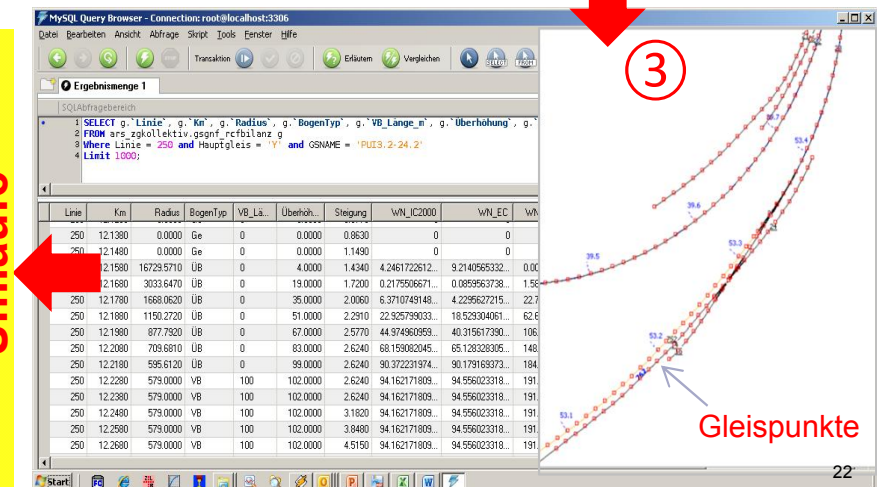
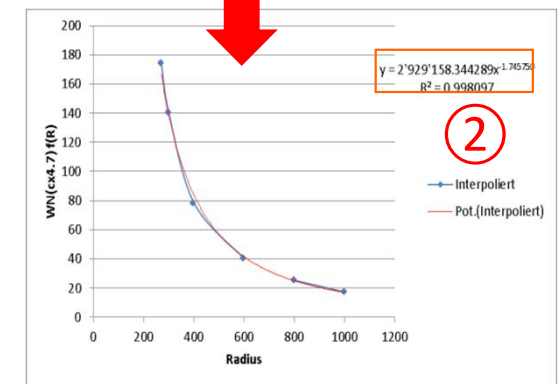
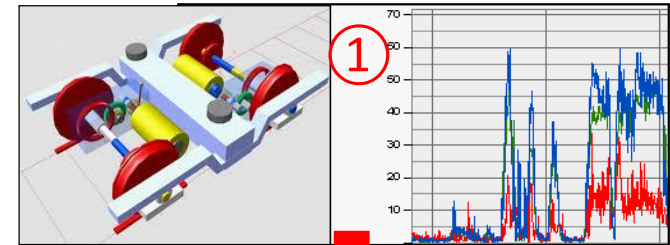
- Netzweite Schadensaggregation
- Kollektiversatz, gleis- und weichenscharf

## 4. Ergebnisse, Zusammenfassung

# 3. Netzweite Hochrechnung

## Netzweite Schadensaggregation

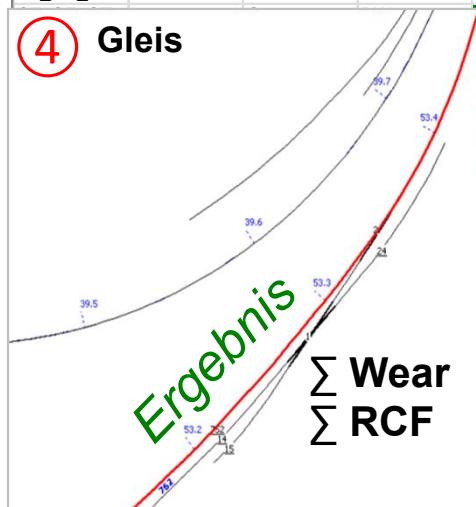
1. Auslesen der Ergebnisse der Simulationen/Messung
2. Kurvenfit zur «charakteristischen Gleichung/Werte»
3. Datenbankimpfung der 10m Gleispunkte im topolog. Gesamtnetz mit dem Schadenspotential in Funktion der Zugkraftausschöpfung. (Zuglaufrechnung im 10m Raster)
4. Aggregation der Netzschädigung (fiktive Schadenssummen) entlang der Einsatzrelationen. (z.B: STG-GE)
5. Kostenskalierung der Schädigungen (IST-Verkehr-Schlüssel)



### 4 Weichen $\Sigma$ Schaden (Wöhlerexponent 7)

| Relation | Anz | Richtung | Weichenart | Weichentyp | ZugNr |
|----------|-----|----------|------------|------------|-------|
| ST_GE_ST | 10  | Ab       | DKW        | 160        | 728   |
| ST_GE_ST | 39  | Ge       | DKW        | 160        | 728   |
| ST_GE_ST | 3   | Ab       | DKW        | 185        | 731   |
| ST_GE_ST | 24  | Ge       | DKW        | 185        | 731   |

Zugnummer



Kollektiversatz der Umläufe



Finanzielle Bewertung

# 3. Netzweite Hochrechnung Kollektiversatz

## Umläufe der Züge neuer Technologie

| Umlauf  | Typ   | Realtions-Direktläufe | ZgPaare | ZgNr--> | ZgNr<-- | SG-WT | WT-ZUE | ZUE- |
|---------|-------|-----------------------|---------|---------|---------|-------|--------|------|
| 1710.1  | IC200 | SG_GE_SG              | 10      | 728     | 731     |       | 1      | 1    |
| 1710.2  | IC200 | ZH_GE_ZH              | 1       | 706     | 747     |       | 2      | 2    |
| 1710.3  | IC200 | ZH_BN_ZH              | 3       | 1008    | 1031    |       | 2      | 2    |
| 1710.4  | IC200 | BN_LS_BN              | 0.5     | 704     | --      |       | 2      | 2    |
| 1710.5  | IC200 | SG_BN_SG              | 1       | 744     | 707     |       | 2      | 2    |
| 1710.6  | IC200 |                       |         |         |         |       | 2      | 2    |
| 1710.7  | IC200 |                       |         |         |         |       |        |      |
| 1710.8  | IC200 |                       |         |         |         |       | 2      | 2    |
| 1710.9  | IC200 |                       |         |         |         |       | 2      | 2    |
| 1710.10 | IC200 |                       |         |         |         |       | 2      | 2    |
| 1720.1  | IC200 | RH_BR_RH              | 12.5    | 828     | 829     |       |        | 2    |
| 1720.2  | IC200 | BN_BR_BN              | 0.5     | 806     | --      |       |        | 2    |
| 1720.3  | IC200 | ZH_RH_ZH              | 1       | 807     | 848     |       |        | 2    |
| 1720.4  | IC200 |                       |         |         |         |       |        | 2    |

## Züge von Heut

## Befahrungsdichte der Weichentypen (ANA)

| Relation | Anz | Richtung | Weichenart | Weichentyp | ZugNr |
|----------|-----|----------|------------|------------|-------|
| ST_GE_ST | 10  | Ab       | DKW        | 160        | 728   |
| ST_GE_ST | 39  | Ge       | DKW        | 160        | 728   |
| ST_GE_ST | 3   | Ab       | DKW        | 185        | 731   |
| ST_GE_ST | 24  | Ge       | DKW        | 185        | 731   |
| ST_GE_ST | 1   | Ge       | DW         | 185        | 728   |
| ST_GE_ST | 1   | Ge       | EKW        | 160        | 731   |
| ST_GE_ST | 2   | Ge       | EKW        | 185        | 728   |
| ST_GE_ST | 1   | Ge       | EKW        | 500        | 731   |
| ST_GE_ST | 1   | Ge       | EW         | 10000/4000 | 728   |
| ST_GE_ST | 2   | Ge       | EW         | 12000/6100 | 728   |
| ST_GE_ST | 8   | Ab       | EW         | 1600       | 731   |
| ST_GE_ST | 48  | Ge       | EW         | 1600       | 731   |
| ST_GE_ST | 7   | Ab       | EW         | 1600/2600  | 731   |
| ST_GE_ST | 31  | Ge       | EW         | 1600/2600  | 731   |
| ST_GE_ST | 3   | Ge       | EW         | 1600B      | 728   |
| ST_GE_ST | 16  | Ge       | EW         | 185        | 728   |
| ST_GE_ST | 2   | Ab       | EW         | 185c       | 731   |
| ST_GE_ST | 19  | Ge       | EW         | 185c       | 728   |

## Gleisgenauer Fahrweg der Züge von heute

| Ab ZP: ist ab Zeit | GSGF Reihenfolge | DfA ID Gleisstrang/Fahrzeuggrundtyp |
|--------------------|------------------|-------------------------------------|
| 19:07:39           | 1                | BN49.1-2                            |
|                    | 2                | BN40.1-49.2                         |
|                    | 3                | BN40.1-2                            |
|                    | 4                | BN36.2-40.2                         |
|                    | 5                | BN36.1-2                            |
|                    | 6                | BN19.2-36.1                         |
|                    | 7                | BN19.1-2K6                          |
|                    | 8                | BN19.1-19.3                         |
| 19:07:58           | 1                | BN19.1-3                            |
|                    | 2                | BN19.1-51.1                         |
|                    | 3                | BN51.1-2                            |
|                    | 4                | BN15.2-51.2                         |
|                    | 5                | BN15.1-2                            |
|                    | 6                | BN4.1-15.1                          |
|                    | 7                | BN4.1-2                             |
|                    | 8                | BN4.2-8.2                           |

# 3. Netzweite Hochrechnung Kollektiversatz

MySQL Query Browser - Connection: root@localhost:3306

Datei Bearbeiten Ansicht Abfrage Skript Tools Fenster Hilfe

Ergebnismenge 1

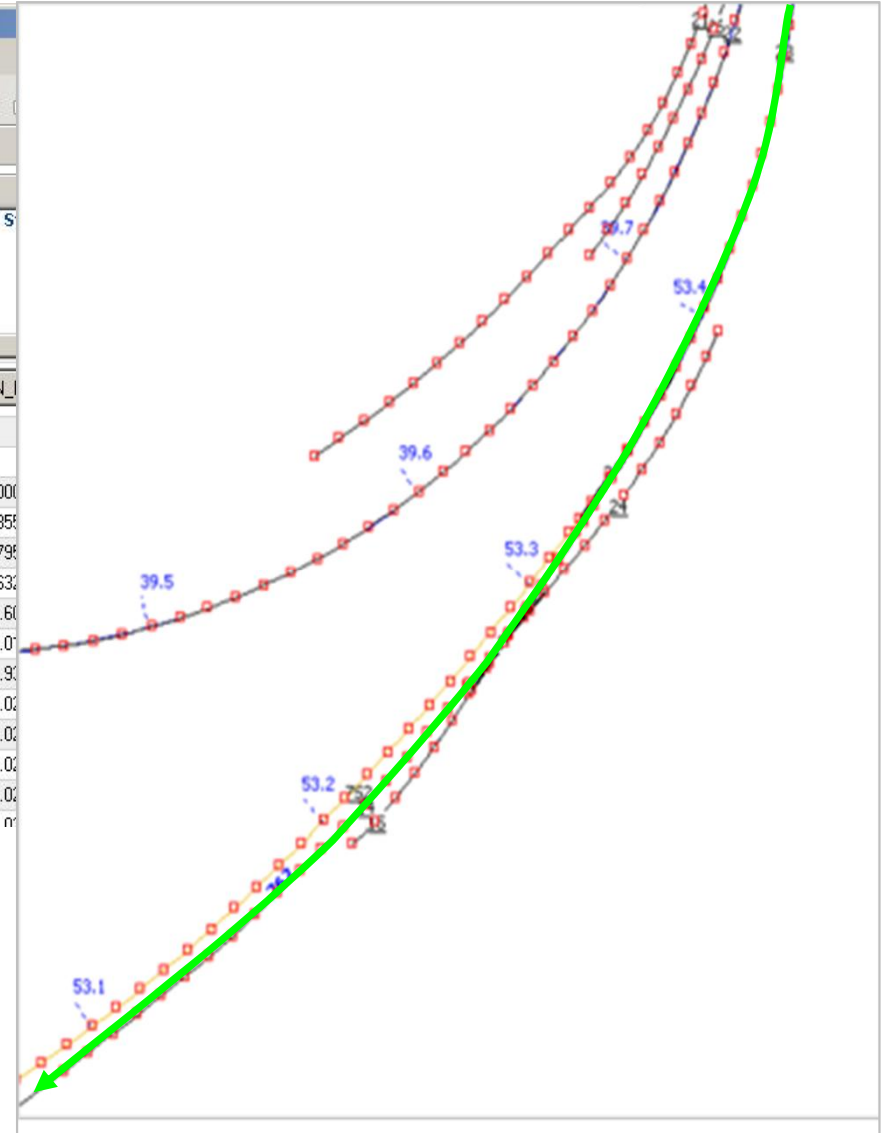
SQLAbfragebereich

```

1 SELECT g.`Linie`, g.`Km`, g.`Radius`, g.`BogenTyp`, g.`VB_Länge_m`, g.`Überhöhung`, g.`S
2 FROM ars_zgkollektiv.gsgnf_rcfbilanz g
3 Where Linie = 250 and Hauptgleis = 'Y' and GSNAME = 'PUI3.2-24.2'
4 Limit 1000;

```

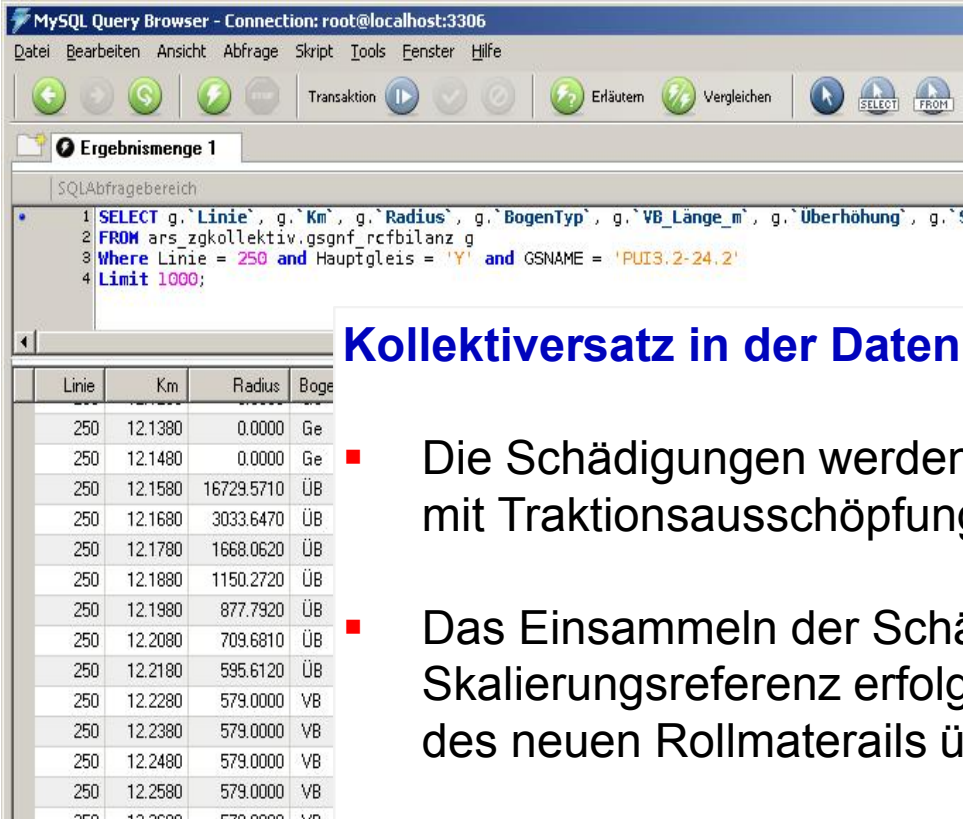
| Linie | Km      | Radius     | BogenTyp | VB_Lä... | Überhö... | Steigung | WN_IC2000       | WN_EC           | WN_J   |
|-------|---------|------------|----------|----------|-----------|----------|-----------------|-----------------|--------|
| 250   | 12.1380 | 0.0000     | Ge       | 0        | 0.0000    | 0.8630   | 0               | 0               |        |
| 250   | 12.1480 | 0.0000     | Ge       | 0        | 0.0000    | 1.1490   | 0               | 0               |        |
| 250   | 12.1580 | 16729.5710 | ÜB       | 0        | 4.0000    | 1.4340   | 4.2461722612... | 9.2140565332... | 0.0000 |
| 250   | 12.1680 | 3033.6470  | ÜB       | 0        | 19.0000   | 1.7200   | 0.2175506671... | 0.0859563738... | 1.5855 |
| 250   | 12.1780 | 1668.0620  | ÜB       | 0        | 35.0000   | 2.0060   | 6.3710749148... | 4.2295627215... | 22.795 |
| 250   | 12.1880 | 1150.2720  | ÜB       | 0        | 51.0000   | 2.2910   | 22.925799033... | 18.529304061... | 62.632 |
| 250   | 12.1980 | 877.7920   | ÜB       | 0        | 67.0000   | 2.5770   | 44.974960959... | 40.315617390... | 106.60 |
| 250   | 12.2080 | 709.6810   | ÜB       | 0        | 83.0000   | 2.6240   | 68.159082045... | 65.128328305... | 148.0  |
| 250   | 12.2180 | 595.6120   | ÜB       | 0        | 99.0000   | 2.6240   | 90.372231974... | 90.179169373... | 184.90 |
| 250   | 12.2280 | 579.0000   | VB       | 100      | 102.0000  | 2.6240   | 94.162171809... | 94.556023318... | 191.00 |
| 250   | 12.2380 | 579.0000   | VB       | 100      | 102.0000  | 2.6240   | 94.162171809... | 94.556023318... | 191.00 |
| 250   | 12.2480 | 579.0000   | VB       | 100      | 102.0000  | 3.1820   | 94.162171809... | 94.556023318... | 191.00 |
| 250   | 12.2580 | 579.0000   | VB       | 100      | 102.0000  | 3.8480   | 94.162171809... | 94.556023318... | 191.00 |
| 250   | 12.2680 | 579.0000   | VB       | 100      | 102.0000  | 4.5150   | 94.162171809... | 94.556023318... | 191.00 |





# 3. Netzweite Hochrechnung

## Kollektiversatz



MySQL Query Browser - Connection: root@localhost:3306

Datei Bearbeiten Ansicht Abfrage Skript Tools Fenster Hilfe

Ergebnismenge 1

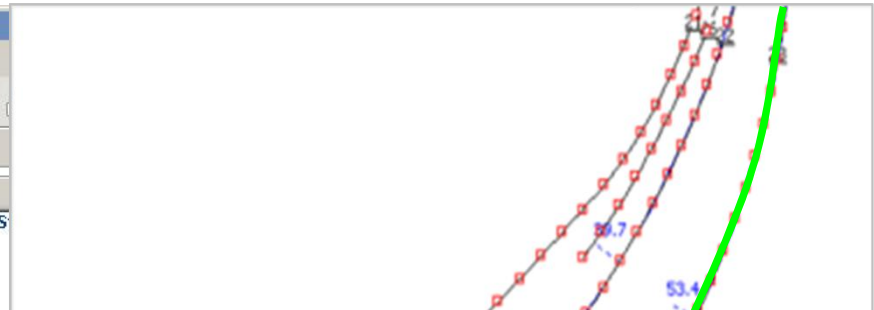
SQLAbfragebereich

```

1 SELECT g.`Linie`, g.`Km`, g.`Radius`, g.`BogenTyp`, g.`VB_Länge_m`, g.`Überhöhung`, g.`S
2 FROM ars_zgkollektiv.gsgnf_rcfbilanz g
3 Where Linie = 250 and Hauptgleis = 'Y' and GSNAME = 'PUI3.2-24.2'
4 Limit 1000;

```

| Linie | Km      | Radius     | Boge |
|-------|---------|------------|------|
| 250   | 12.1380 | 0.0000     | Ge   |
| 250   | 12.1480 | 0.0000     | Ge   |
| 250   | 12.1580 | 16729.5710 | ÜB   |
| 250   | 12.1680 | 3033.6470  | ÜB   |
| 250   | 12.1780 | 1668.0620  | ÜB   |
| 250   | 12.1880 | 1150.2720  | ÜB   |
| 250   | 12.1980 | 877.7920   | ÜB   |
| 250   | 12.2080 | 709.6810   | ÜB   |
| 250   | 12.2180 | 595.6120   | ÜB   |
| 250   | 12.2280 | 579.0000   | VB   |
| 250   | 12.2380 | 579.0000   | VB   |
| 250   | 12.2480 | 579.0000   | VB   |
| 250   | 12.2580 | 579.0000   | VB   |
| 250   | 12.2680 | 579.0000   | VB   |

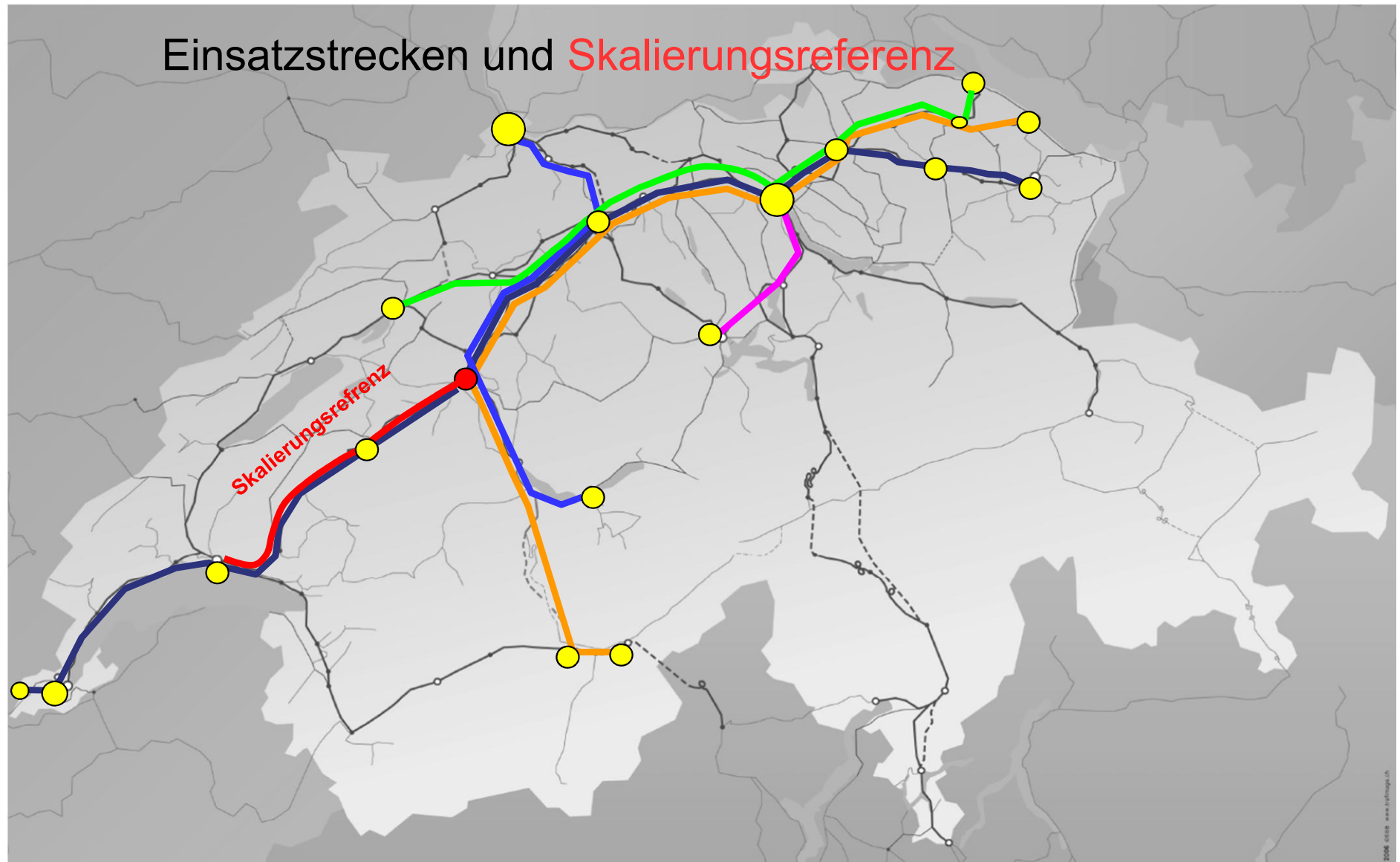


### Kollektiversatz in der Datenbank:

- Die Schädigungen werden nach Radius, Vmax, Steigung/Gefälle mit Traktionsausschöpfung lokal berechnet und netzweit abgelegt.
- Das Einsammeln der Schäden als auch der Strecken für die Skalierungsreferenz erfolgt durch Vorgabe der Sollzugläufe des neuen Rollmaterails über die geimpften 10m-Rasterpunkte.
- Eine Berücksichtigung unterschiedlicher Schienenqualitäten, Schwellenformen etc. ist auf diese Weise gleichsam gegeben
- Weichen werden gemäss Befahrungsdichten und typspezifischen Schadensausmass hochgerechnet

# 3. Netzweite Hochrechnung

## Kollektiversatz



# Agenda.

## 1. Ausgangslage

- Rollmaterialbeschaffung vs. Innovationshemmnis für das Gesamtsystemoptimum
- Verschleissabhängige Trassenpreise – ein Plädoyer für Augenmass aller Player.

## 2. Konzept der finanziellen Skalierung von Interaktionsgrössen

- Idee und Ansatzpunkt
- ANABEL – Ortsauflösung der Einwirkung des Referenzverkehrs
- Schadensmatrix, Aufnahmen am Gleis
- Plausibilität der Schadens-Ursachenzuordnung

## 3. Kollektiversatz und Hochrechnung

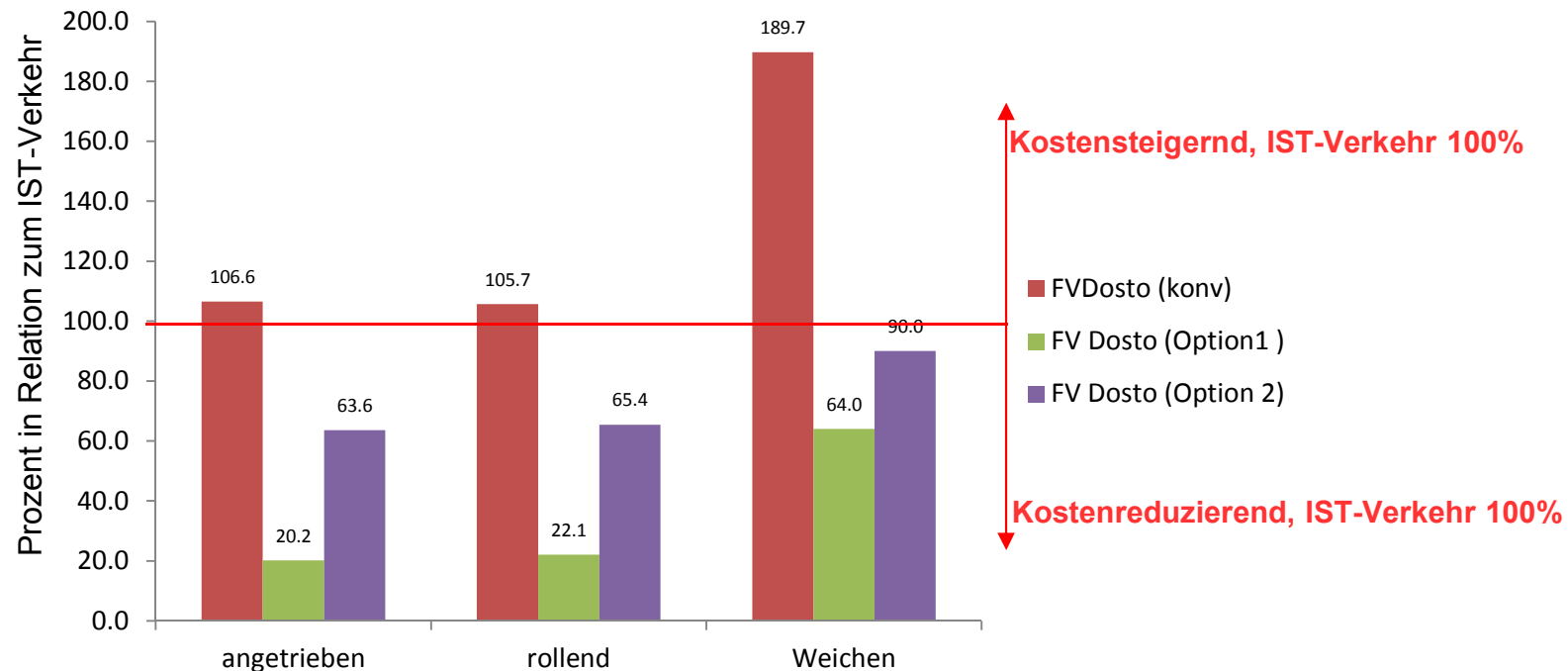
- Netzweite Schadensaggregation
- Kollektiversatz, gleis- und weichenscharf

## 4. Ergebnisse, Zusammenfassung

## 4. Ergebnisse

### *Mehr / Minderkosten in Relation zum IST-Verkehr*

- Werden die Mehr-/Minderkosten auf die Schadens- und Instandhaltungskosten des IST-Verkehrs bezogen, ergibt sich für reduzierte Spurführungskräfte im Bogen :



- Damit kann selektiv die Wirkung des innovativen Fahrwerkkonzepts im Netz der SBB beziffert werden.
- Wie die Wirkung des gesamten neuen Verkehrs ausfällt, war 2010/2011 nicht Gegenstand der Untersuchung.

## 4. Zusammenfassung, Ausblick

### *Finanzielle Skalierung von Interaktionsgrössen*

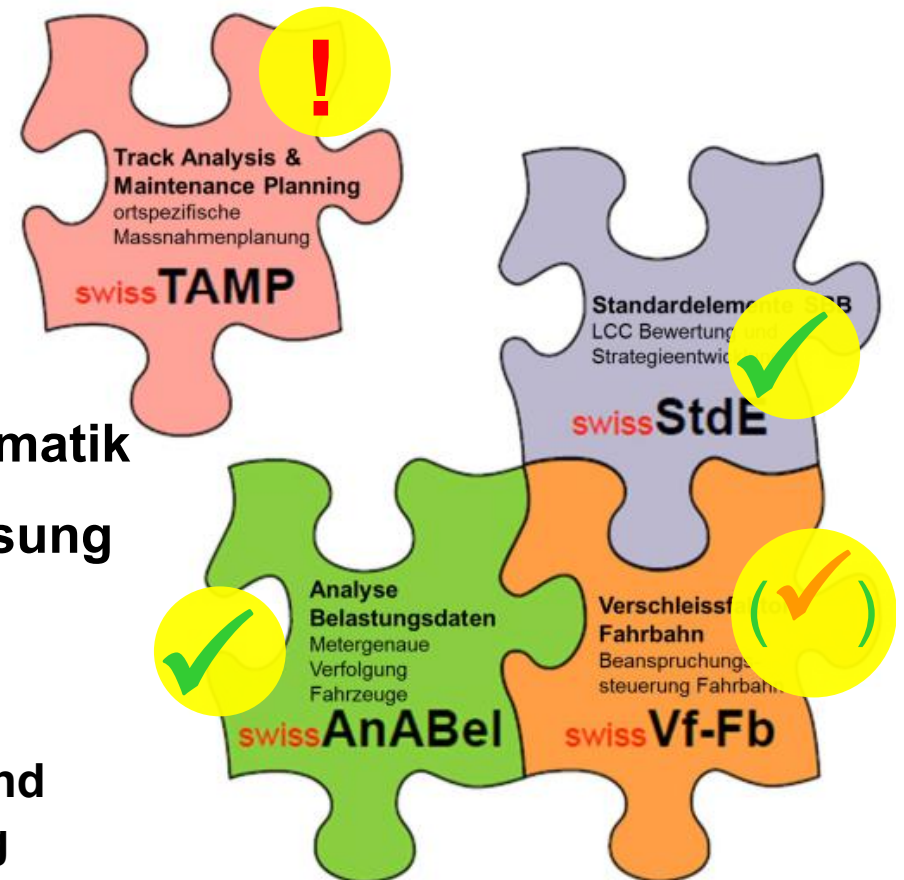
- Nahezu unbemerkt ist SBB-Infra gelungen, was 2010 als unmöglich galt:  
*Einen Verkehr von Morgen in der zukünftigen Auswirkung auf Gleisstandhaltungen im Mischverkehr zu beziffern.*
- Für die Beurteilung der angebotenen Fahrwerkskonzepte wurden «nur» Y und Folgemechanismen der Spurführung im Bogen untersucht.
- Es konnten seriöse Entscheidungsgrundlagen herbeigeführt werden. So seriös, wie es angesichts des engen Zeitrahmens überhaupt möglich war.
- SBB verfügt über das Konzept für selektive Netzurückwirkungen auf Basis von ANABEL. Das ist kein Trassenpreissystem – aber veritable Ergänzung!
- Mit bekanntem Interaktionseintrag aller Fahrzeuge im lokalen Kollektiv ist auch die eigene Schadengesetzformulierung möglich.
- Die Verbindung mit swissTAMP zeigt zukünftig auch das Ausmass an Fehler- und Schadensformen (z.B. Ausbrüche, Einarbeitungen etc.), die heute aufgrund zu unpräziser Arbeitsrapportierung verschmiert sind.

## 4. Zusammenfassung, Ausblick

### *Strategischer Aufbau im Anlagenmanagement Fahrbahn der SBB*

- Das Verstehen der Fahrzeug – Fahrweg – Wechselwirkungen ist ein zentrales Element im Fahrbahn Anlagenmanagement der Eisenbahnen des 21. Jahrhunderts.
- Der strategisch systemische Aufbau im Anlagenmanagement Fahrbahn der SBB trägt diesem Grundsatz Rechnung.

- 1. Erfahrungsbasierte Bewertungssystematik**
- 2. Gleis- und fahrzeugscharfe Lasterfassung**
- 3. Verschleissfaktor des Trassenpreises**  
(technisch beherrschbare Umsetzung nachgewiesen)
- 4. swissTAMP, datengestützte Prognose und vorhersagegestützte Massnahmenplanung**





SBB CFF FFS

***Von der Zukunft hängt ab, wer nicht versteht,  
in der Gegenwart zu wirken.***

Lucius Annaeus Seneca (ca. 4 v. Chr - 65 n. Chr.),  
römischer Politiker, Rhetor, Philosoph und Schriftsteller

**Danke für die Aufmerksamkeit**

In Zusammenarbeit mit

