

# „Massnahmen zur Hebung der Verfügbarkeit“ *am Beispiel der Gleisgeometrie*

(Dr. Jochen Holzfeind)  
Ingolf Nerlich  
Graz 26.09.2017



# SBB Zahlen & Herausforderungen

1,21 mio.  
Passagiere  
pro Tag

205'000 t  
Fracht  
pro Tag

3'172 km  
Netzlänge

3500  
Gebäude

33'000  
Angestellte

Seit 1982

**+70%**

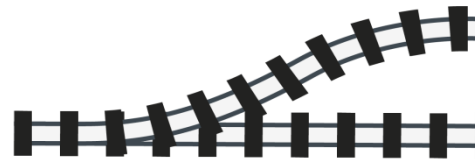
Transportleistungen  
(Tonnenkilometern)



Seit 1998

**+36%**

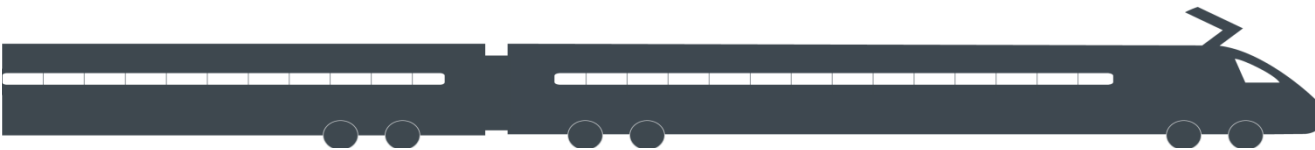
Netznutzung  
(Anzahl Züge/Gleislänge)



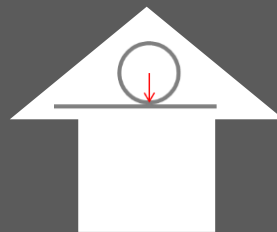
Seit 2004

**+45%**

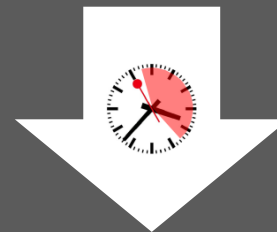
Nachfrage (Reisende pro Tag)



Nachholbedarf



Beanspruchung



Arbeitsintervalle



Arbeitskosten



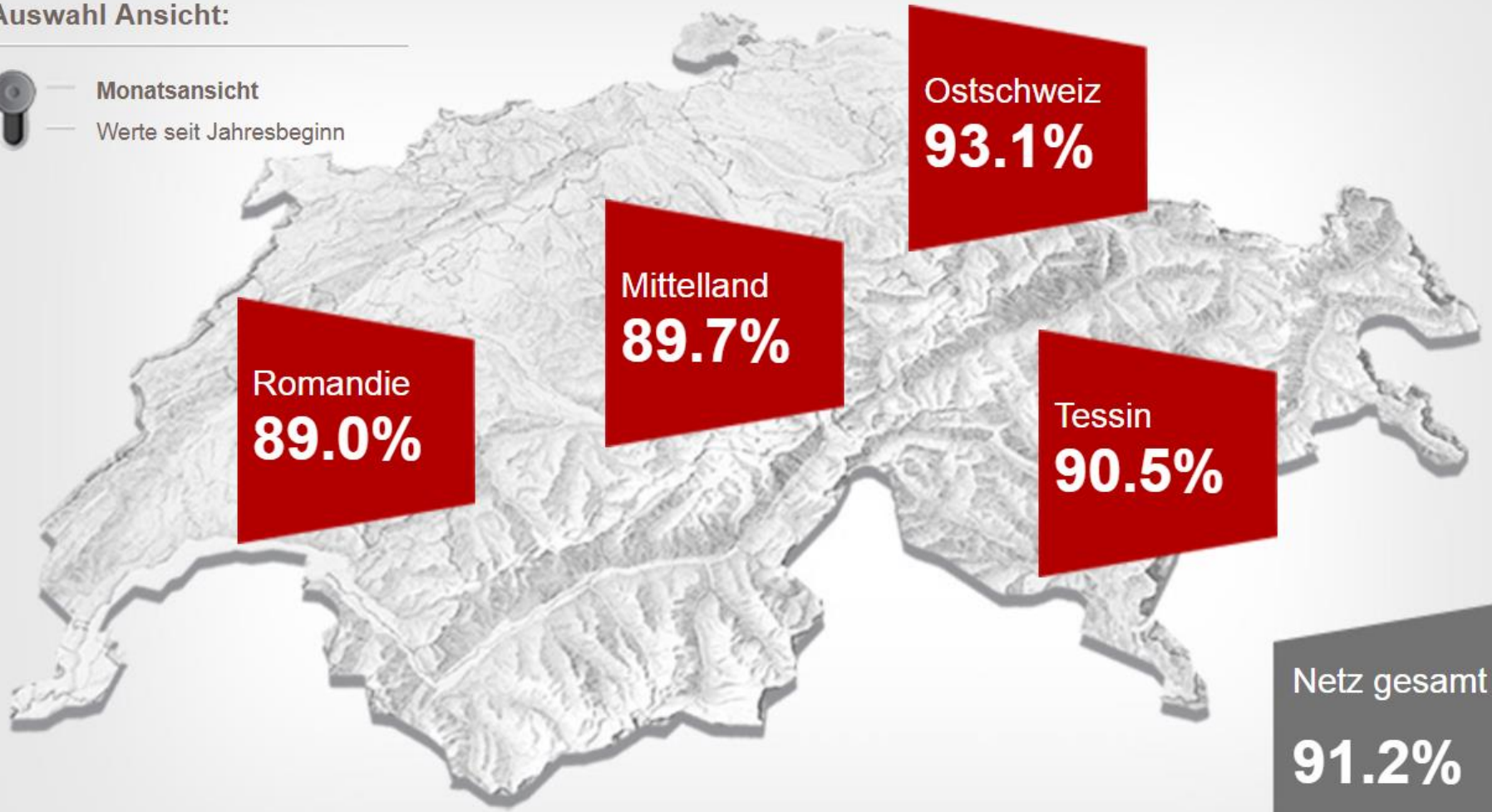
## August 2017

Auswahl Ansicht:



Monatsansicht

Werte seit Jahresbeginn



### 3 Minuten Pünktlichkeit!

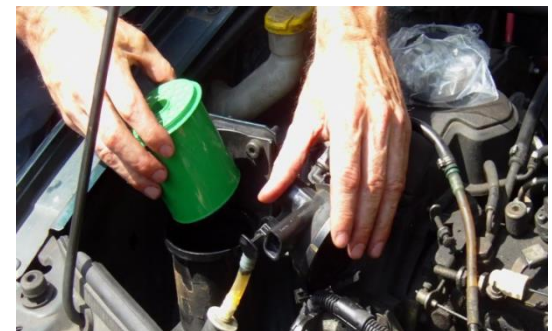
<https://company.sbb.ch/de/medien/dossier-medienschaffende/kundenpuenktlichkeit.html>

# Agenda:

1. Übersicht, SBB in Zahlen
2. Was ist Verfügbarkeit? – ein alltagsbezogener Definitionsversuch
3. Verfügbarkeitsmanagement in der Gleisinstandhaltung
4. Prognose: Gleislagequalität und Einzelfehler, Datenqualität?
5. Konsequenz von Prognose und Verfügbarkeitsgarantie
6. Prinzip der verfügbarkeitsorientierten Gleislagekorrektur
7. Zusammenfassung

# Was ist Verfügbarkeit? - ein alltagsbezogener Definitionsversuch

- Verfügbarkeit ist ein Mass, dass ein System bestimmte Anforderungen zu einem bestimmten Zeitpunkt erfüllt.
- Verfügbarkeit wird meist erst wahrnehmbar, wenn sie nicht mehr vorhanden ist.
- Verfügbarkeitsmanagement ist das Management «überraschend» eintretender Funktionsbeeinträchtigungen insbesondere ihrer Vermeidung
- Prävention, Diagnose, Prognose und Limits, sind Massnahmen zur Sicherung der Verfügbarkeit.

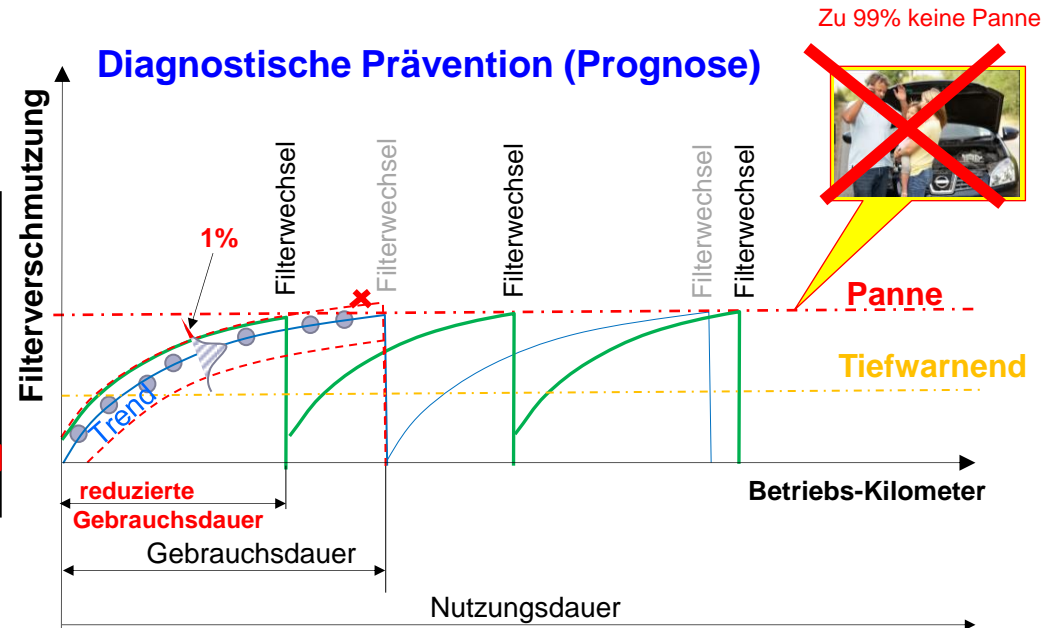


Kraftstofffilter -Wechsel

# Was ist Verfügbarkeit? - ein alltagsbezogener Definitionsversuch

## Wartungsplan (Prävention)

Zum angegebenen Kilometerstand oder Intervall warten – je nachdem, was zuerst eintrifft.	km x 1.000	20	40	60	80	100	120	140
	Monate	12	24	36	48	60	72	84
Motoröl wechseln* <sup>1</sup>	Normal	Alle 10.000 km oder 1 Jahr						
	Erschwert* <sup>2</sup>	Alle 5.000 km oder 6 Monat						
Ölfilter wechseln* <sup>1</sup>	Normal	•	•	•	•	•	•	•
	Erschwert* <sup>2</sup>							
Luftfiltereinsatz reinigen (nur trockener Typ)		Alle 10.000 km						
Luftfiltereinsatz auswechseln (nasser und trockener Typ)		Alle 20.000 km						
Ventilspiel prüfen		Alle 40.000 km						
Kraftstoff-Filter auswechseln* <sup>3</sup>					•			
Zündkerzen auswechseln	Iridium-Kerzen	Alle 100.000 km						
Antriebsriemen überprüfen		•		•				•

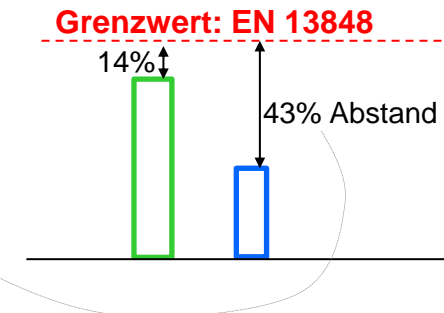
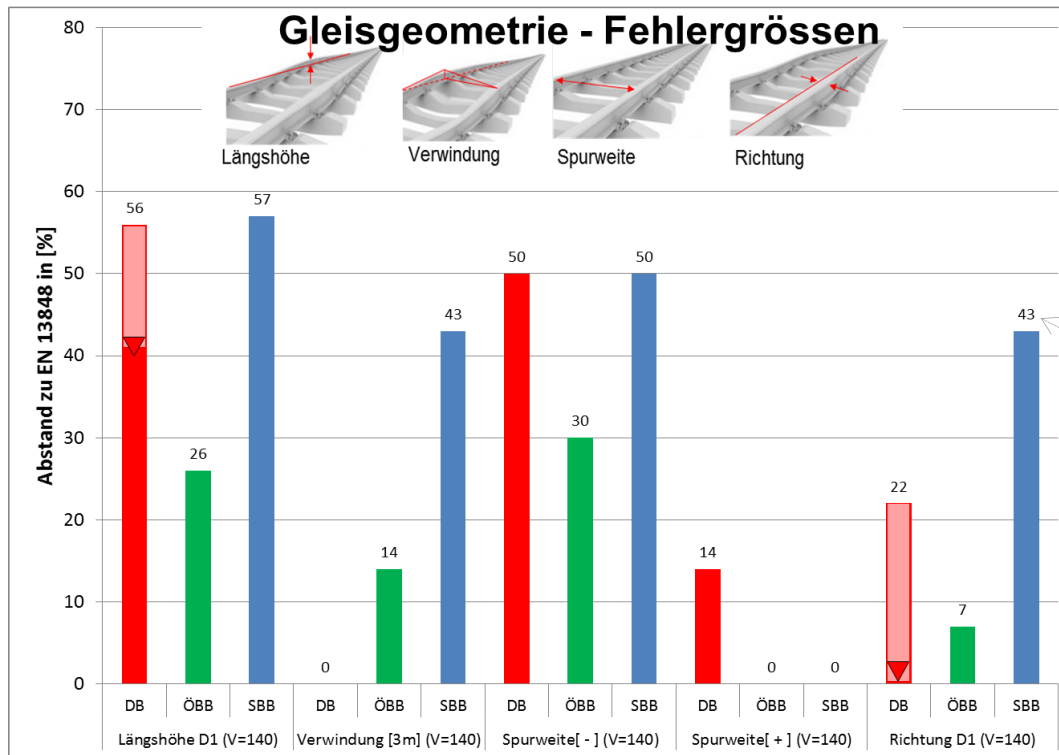


- Prävention ist besser als nichts, Diagnose + Trend sind zu bevorzugen.
- Diagnose allein schützt nicht vor vorzeitiger Funktionsbeeinträchtigung. «Tiefwarnende» Limits schützen, reduzieren aber die Gebrauchsdauer.
- Statistisch «garantierte» Verfügbarkeit reduziert die Gebrauchsdauer. **Scheinbar** macht Prognose - und nicht die Verfügbarkeitsanforderung - das System teurer.

**Was ist uns die «garantierte» Verfügbarkeit wert?**

# Verfügbarkeitsmanagement in der Gleisinstandhaltung

## Limits und Interventionsregime der DACH-Bahnen



### Auswertung DACH, TP 7

- 1) Je grösser Abstand zur Normgrenzwert umso niedriger der Eingriffswert (siehe oben)
- 2) DB Werte (GMTZ ▼) auf Formtreugrößen von SBB statistisch umgerechnet

- Deutliche Unterschiede in der Grenzwerthöhe, gleiche Interventionsregime?
- «Tiefwarnende Limits der SBB»: Bei **überraschender** Grenzwertüberschreitung erfolgt keine sofortige betriebliche, bauliche Massnahme.
- Die Verfügbarkeitsanforderung definiert Grenzwerte + Interventionsregime.

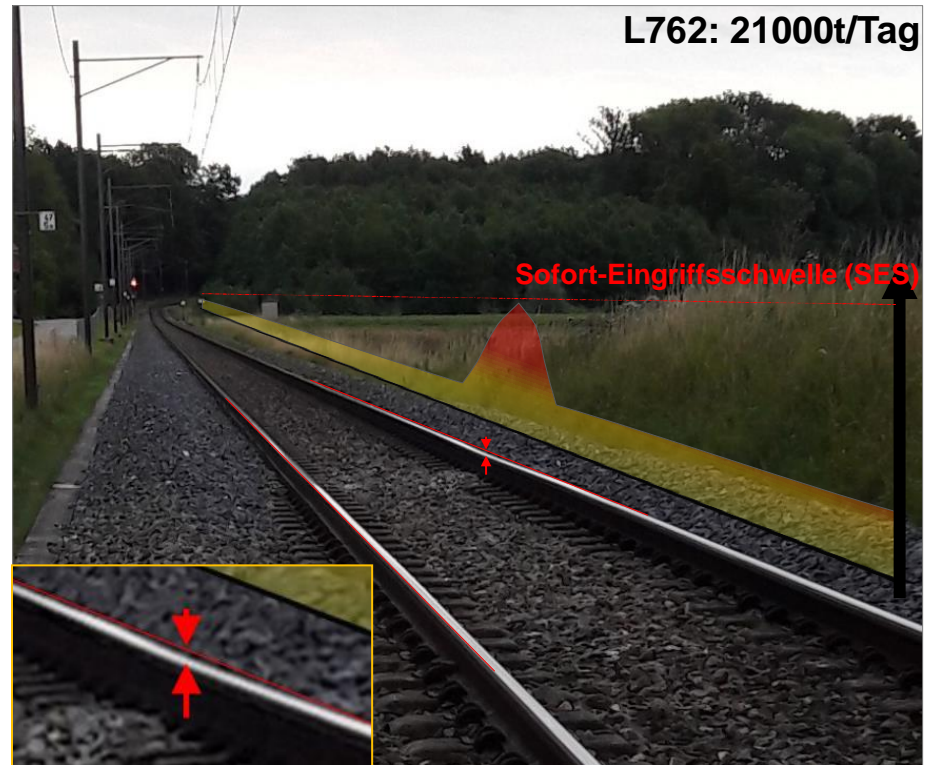
# Verfügbarkeitsmanagement in der Gleisinstandhaltung

## Gleisqualität und Einzelfehler



### Gleislage- Qualität (Lageunruhe)

- LCC aber nicht Verfügbarkeitsrelevant
- Prognosen seit 90er Jahre (ECOTRACK, TU Graz)

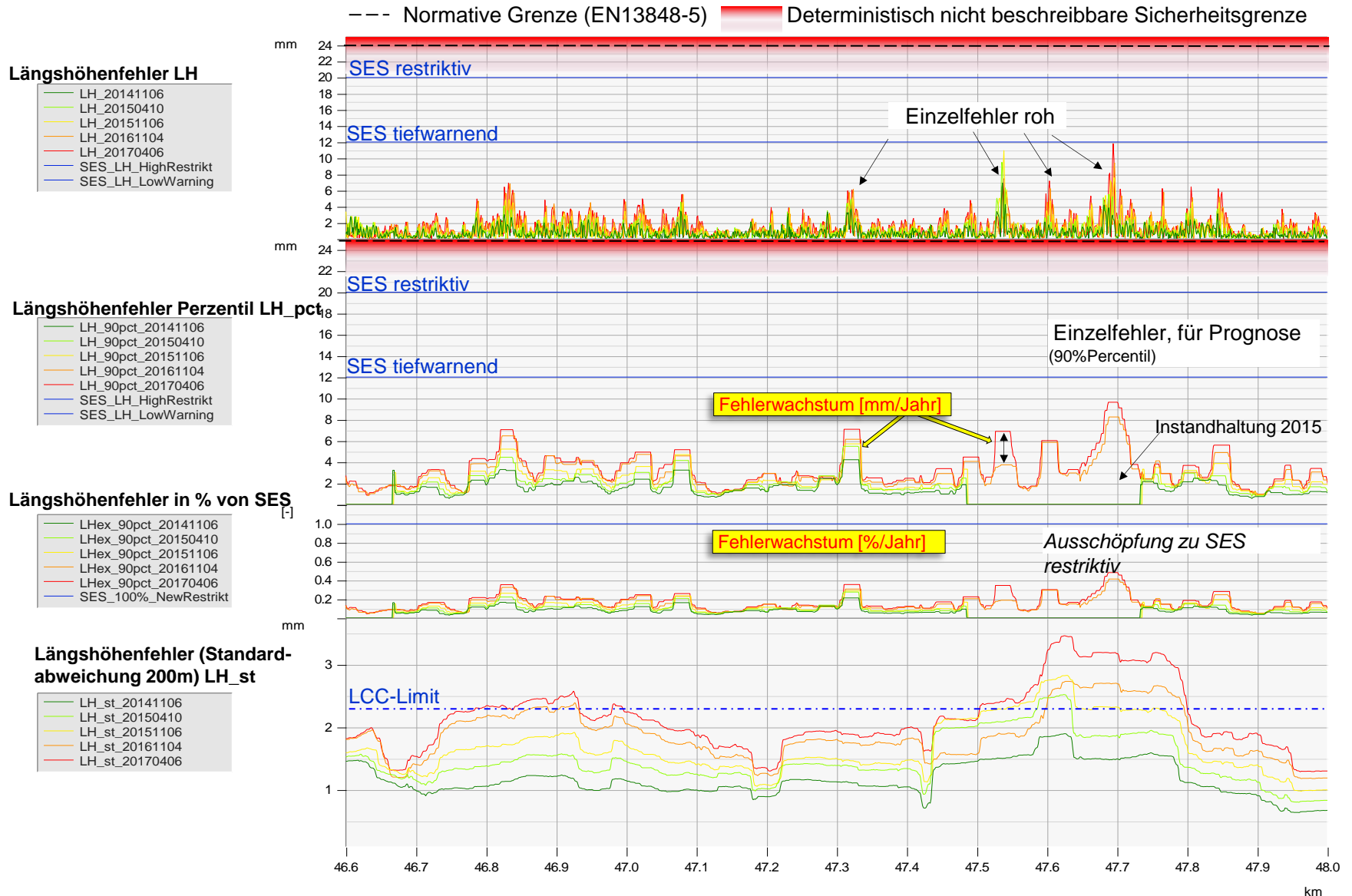


### Gleislage-Einzelfehler

- **Verfügbarkeitsrelevant**, Soforteingriffsschwelle (SES)
- Keine Prognoseverfahren (ggf. Prototypen)



# Verfügbarkeitsmanagement in der Gleisinstandhaltung

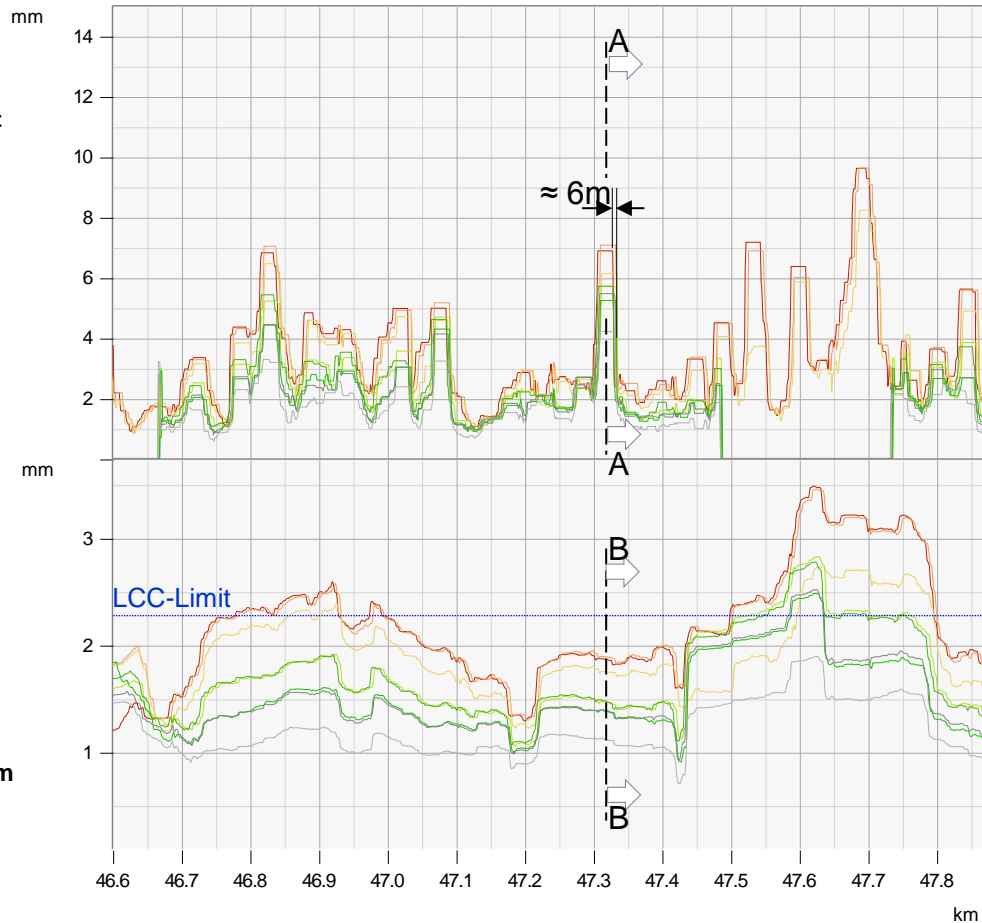


# Verfügbarkeitsmanagement in der Gleisinstandhaltung

## Gleisqualität und Einzelfehler

### 90% Perzentil Längshöhenfehler LH\_pct

- LH\_90pct\_20141106
- LH\_90pct\_20150410
- LH\_90pct\_20150416
- LH\_90pct\_20151029
- LH\_90pct\_20151106
- LH\_90pct\_20161104
- LH\_90pct\_20170406
- LH\_90pct\_20170414

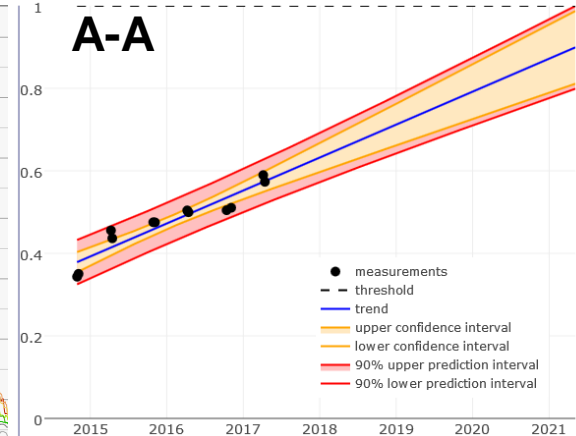


### Standardabweichung 200m Längshöhenfehler LH\_st

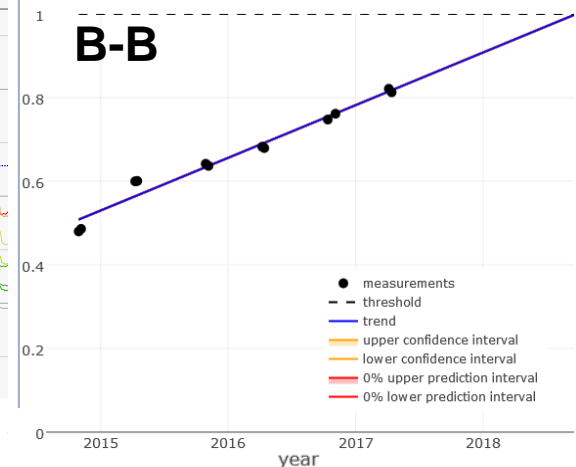
- LH\_st\_20141106
- LH\_st\_20150410
- LH\_st\_20150416
- LH\_st\_20151029
- LH\_st\_20151106
- LH\_st\_20161104
- LH\_st\_20170406
- LH\_st\_20170414

Linie 762, Km 47.319, Gleiskante 20586

### A-A

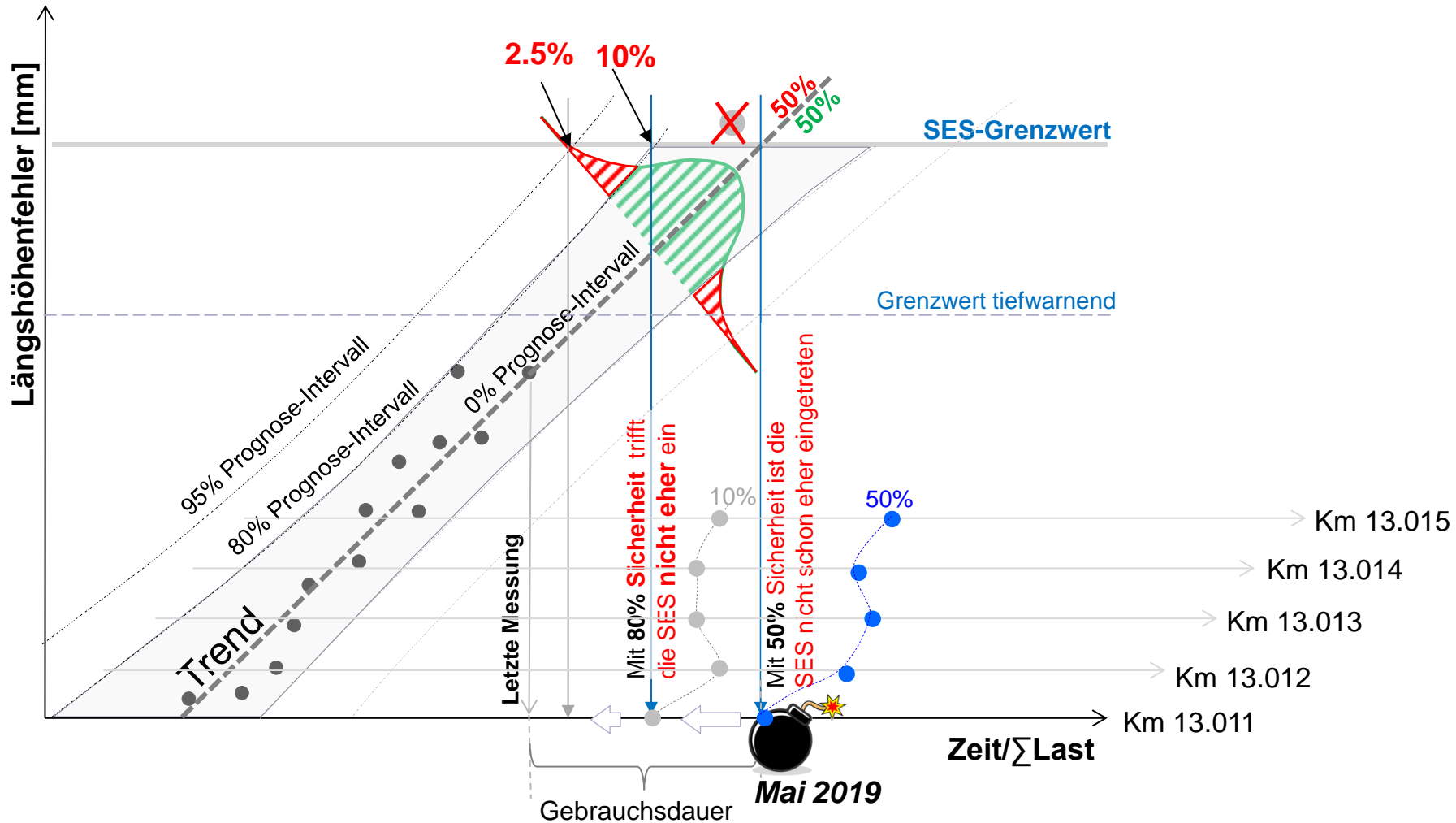


### B-B



# Prognose:

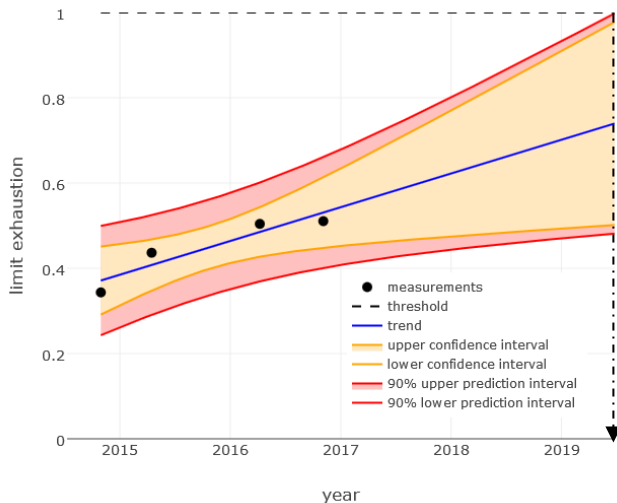
Wahrscheinlichkeit vorzeitiger Grenzwertüberschreitung



# Prognose: Datenqualität, ...das unliebsame Thema

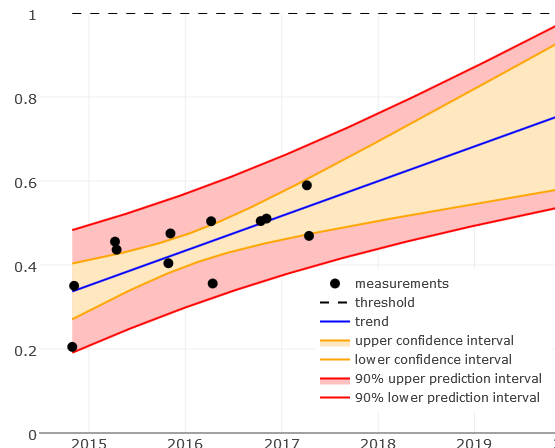
Wenig Messdaten am Ort: **Juni 2019**

Linie 762, Km 47.319, Gleiskante 20586



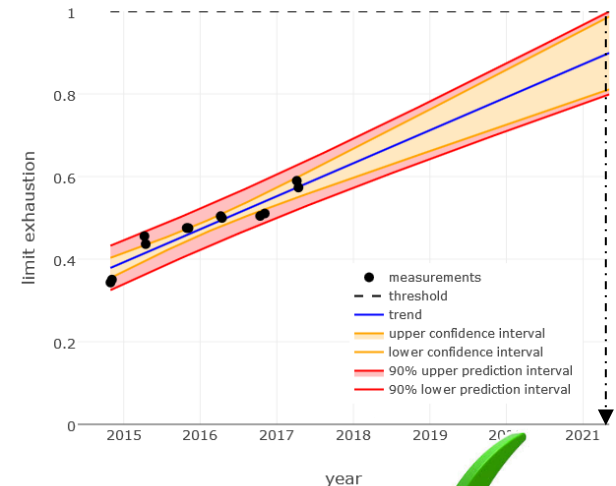
Ungenauigkeit «Verortung»: **Jan 2019**

Linie 762, Km 47.329, Gleiskante 20586



Alle Messungen, gut verortet: **Mai 2021**

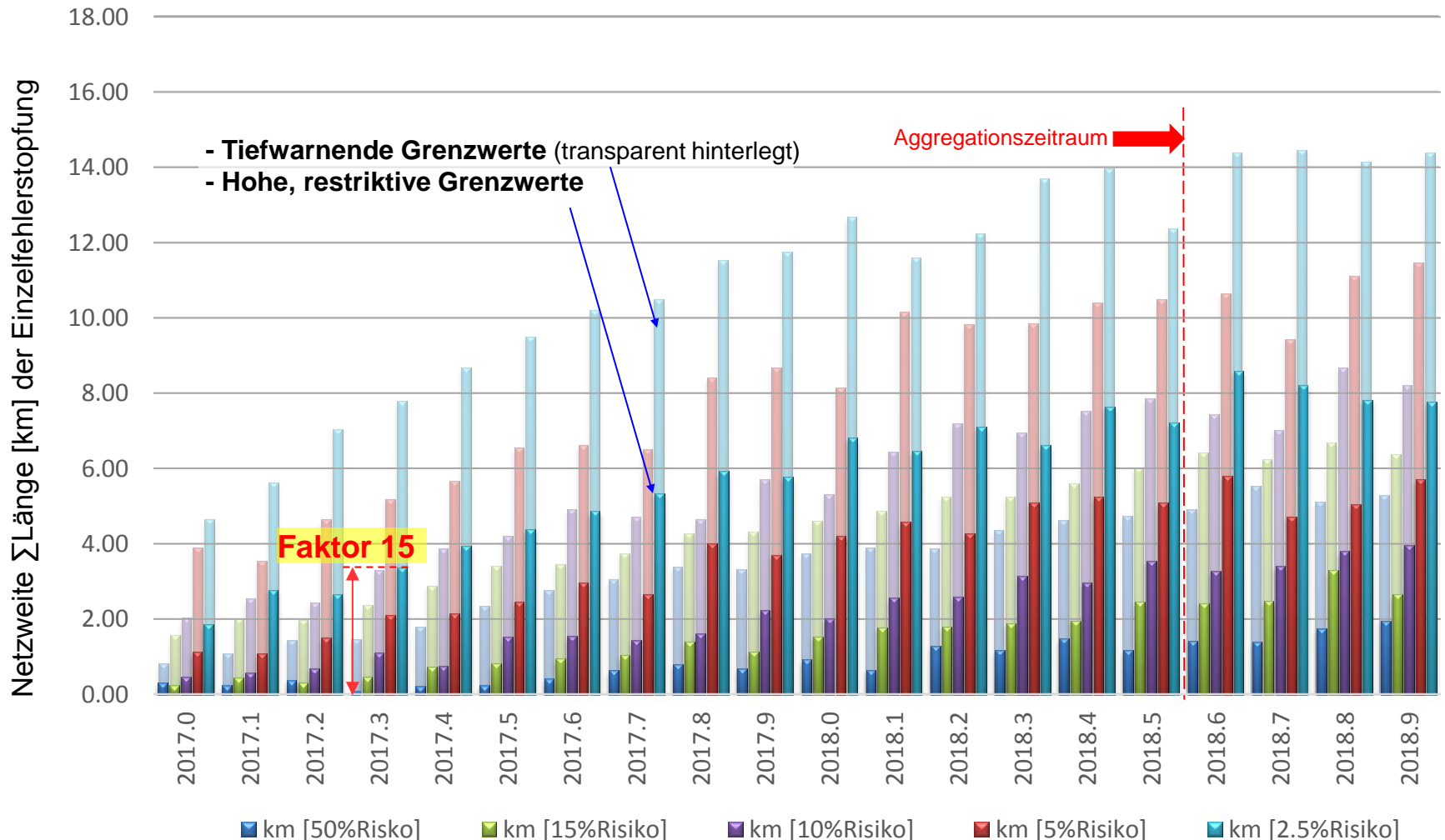
Linie 762, Km 47.319, Gleiskante 20586



- Datenqualität und diagnostische Abdeckung haben «Geldwert» → Bsp. 2 Jahre !
- **Nichts** rechtfertigt im Aufbau «intelligenter Fahrwegbewirtschaftung» die Datenqualität als wichtigstes Thema auszuklammern.

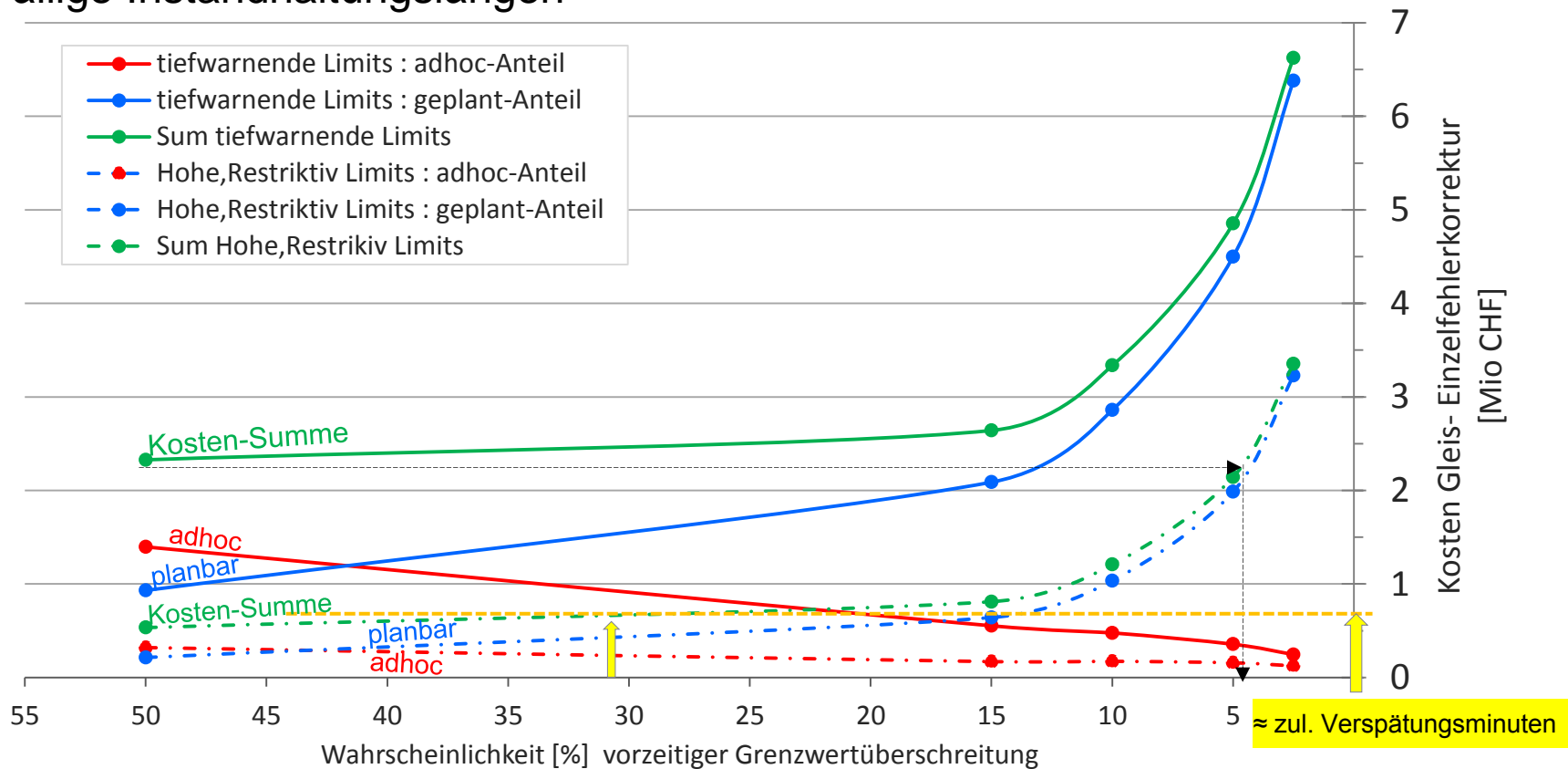
# Konsequenz der Prognose und Verfügbarkeitsgarantie

## Tiefwarnende Grenzwerte



# Konsequenz der Prognose und Verfügbarkeitsgarantie

## Fällige Instandhaltungslängen

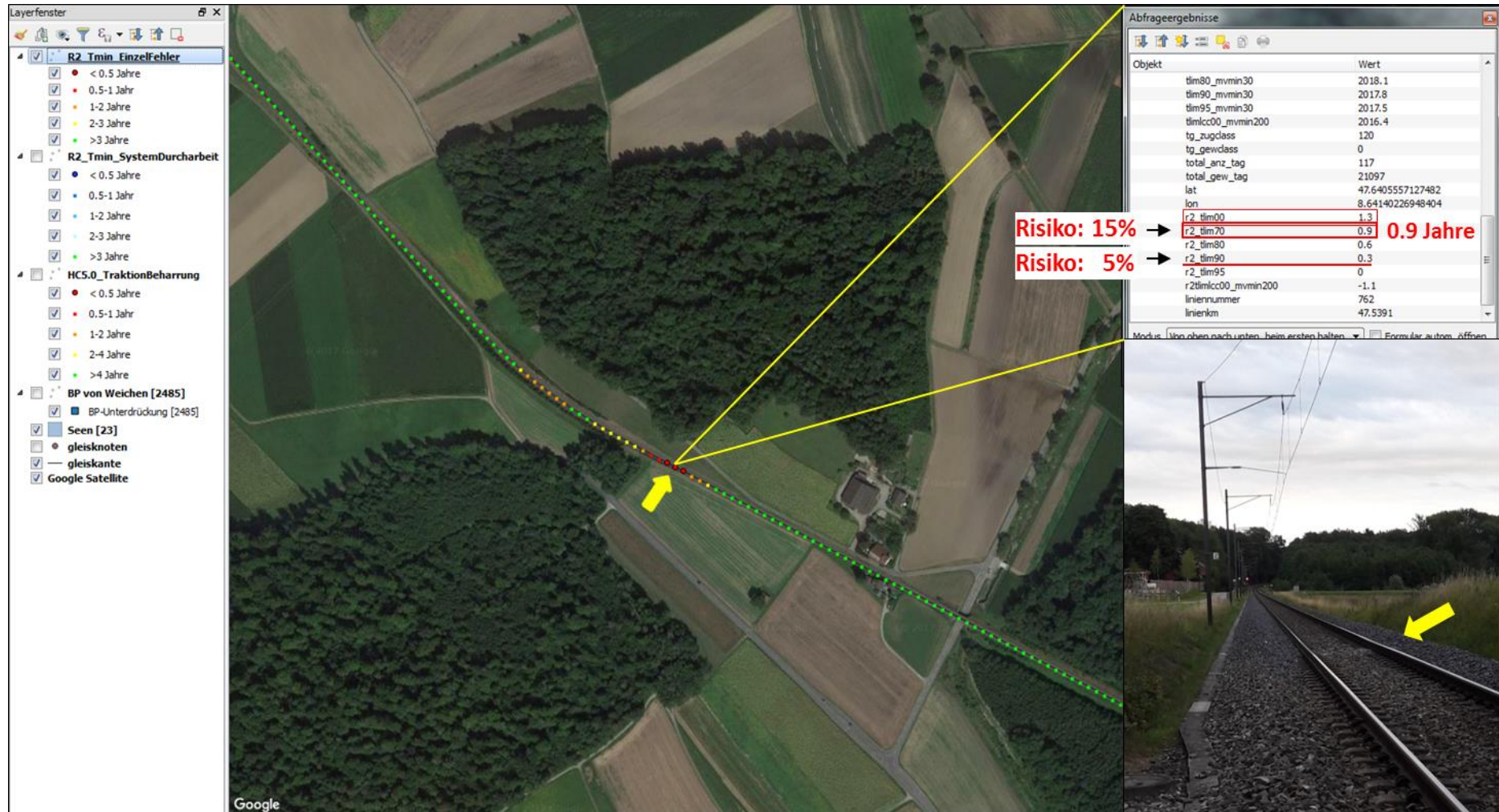


→ Offensichtlich ist uns Verfügbarkeit mehr wert, als wir heute beziffern!

→ Wird das reduzierte Überraschungsrisiko (garantierte Verfügbarkeit) verwendet, so ist das Nachziehen des «Gegenwertes» unerlässlich

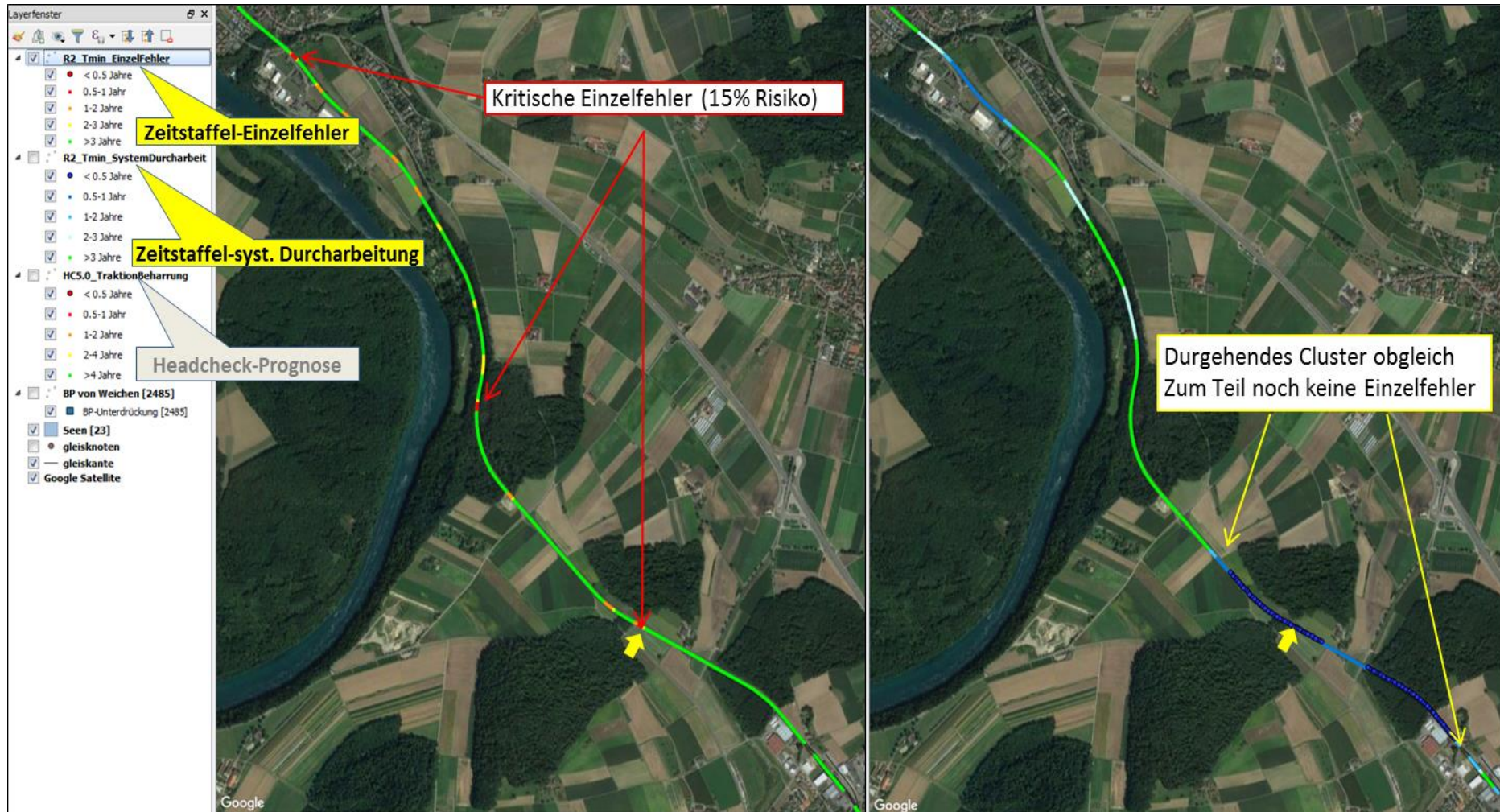
# Prinzip der verfügbarkeitsorientierten Gleislagekorrektur

«Einzelfehlerprognose hält systematischer Durcharbeitung den Rücken frei»



# Prinzip der verfügbarkeitsorientierten Gleislagekorrektur

«Einzelfehlerprognose hält systematischer Durcharbeitung den Rücken frei»

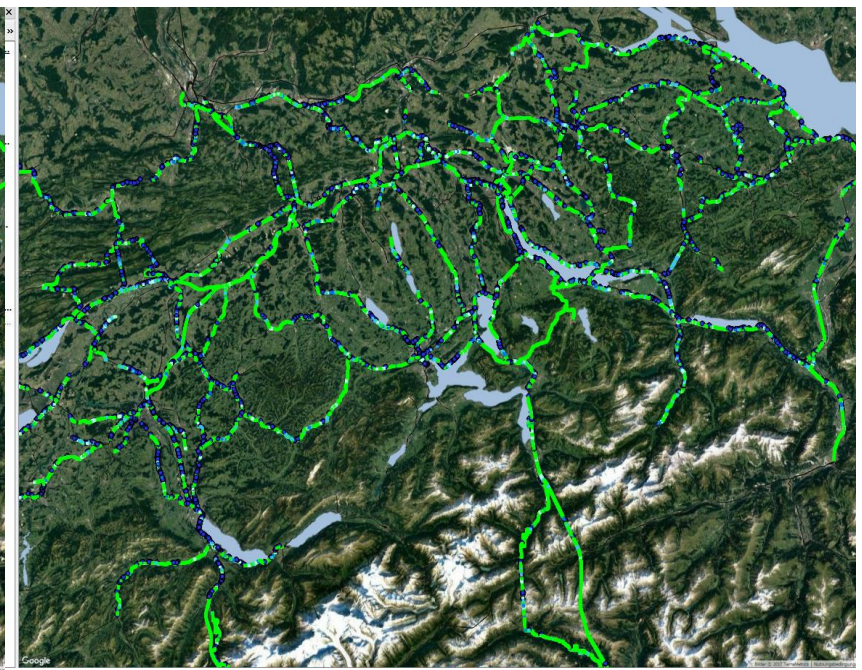
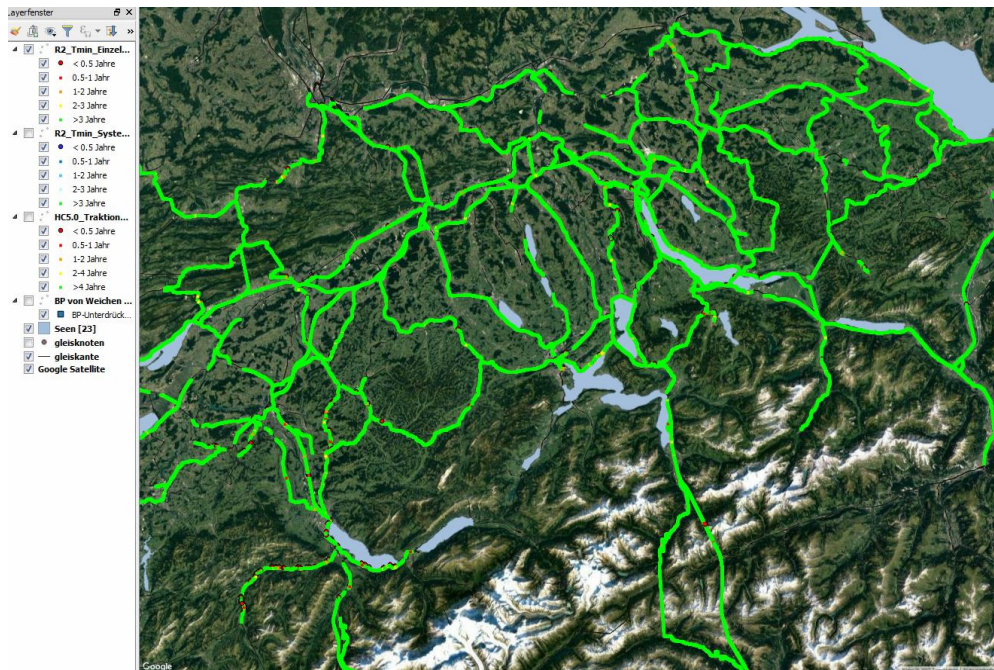




# Prototyp-Netzweit ...

Einzelfehler :

Systematische Durcharbeitung (LCC)



15% Risiko vorzeitiger Überschreitung

Trendwert (50/50%) → nicht verfügbarkeitsrelevant

# Zusammenfassung

- 1) Verfügbarkeitsanforderung, Grenzwerthöhe und Interventionsregime ist **ein** Systemkomplex, Massnahmen der Verfügbarkeitshebung operieren stets darin.
- 2) Tiefwarnende Grenzwerte sind Folge hoher Verfügbarkeitsanforderung und suboptimaler «traditioneller» Anlagenbewirtschaftung  $\Rightarrow$  Kosten $\uparrow$  + Unruhe $\uparrow$ .
- 3) Intelligente Bewirtschaftung via Prognose erlaubt (benötigt) einen grösseren Grenzwerttraum. Aus Verlässlichkeit der Planung resultieren: Unruhe $\downarrow$  + Kosten $\downarrow$   
*[Die Verfügbarkeitsanforderung lässt Kosten steigen – nicht die Prognose]*
- 4) Die stabile Beherrschung des «gleisgeometrischen Einzelfehlers» definiert die Verfügbarkeit und hält der systematischen Durcharbeitung den Rücken frei!  
 $\rightarrow$  Keine Einsparung sondern andere, «nachhaltigere Mittelverwendung».
- 5) Verfügbarkeit ist mehr wert als in «Geld» real hinterlegt ist. Das Gesamtgebilde ist so nicht optimierbar.  $\Rightarrow$  Monetär bewertete Verfügbarkeitsanforderung nötig!
- 6) Datenqualität! ...*die Spassbremse*  $\Rightarrow$  *Quick & dirty = quickly expensive!*



*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit*

***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