Foto: Volker Emersleben

Entwicklung eines Prüfsystems für Betonschwellen

Stand November 2017

DB Systemtechnik GmbH I Dr.-Ing. Wilmes I I.T-IVP23 I Minden I 16.11.2017

Inhalt

1. Ausgangssituation/Motivation
2. Zielsetzung
3. Prüfstandskonzeptionierung
4. Prüfaufbau
5. Prüfsignalerstellung
6. Zusammenfassung und Ausblick

1. Ausgangssituation/Motivation

- Schäden an Betonschwellen
- auch vergleichsweise neue Betonschwellen weisen Schäden auf
- Bisher existiert kein Verfahren zur Lebensdauerabschätzung von Betonschwellen

- Im Netz sind ca. 78 Mio Gleisbetonschwellen verbaut. Der überwiegende Anteil besteht aus B70 Schwellen
- Schäden, die deutlich vor Erreichen der projektierten Lebensdauer eintraten sind in den vergangenen 20 Jahren vermehrt aufgetreten.

Sickenriss

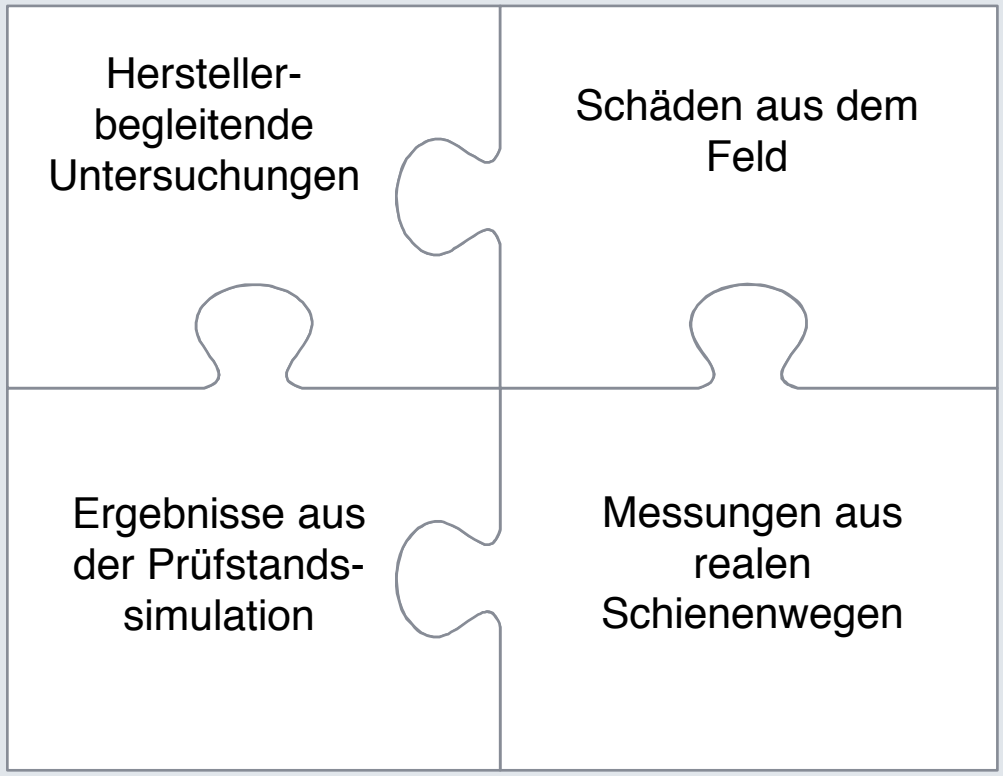
Riss durch Stirnseite:

2. Zielsetzung

Ziel:

- Lebensdauerabschätzung von repräsentativen Schadbildern (unterschiedliche Hersteller/Herstellungsarten), sowie Restlebensdauer von geschädigten Schwellen aus dem Gleis
- Lebensdauerabschätzung von Neuschwellen

→ bessere Planung von Instandhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen

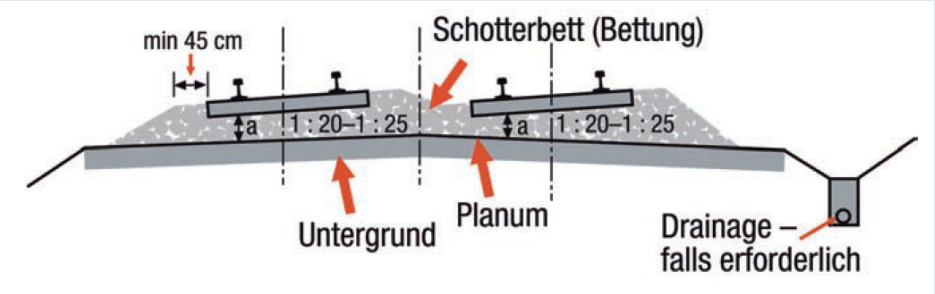


3. Prüfstandskonzeptionierung

Konzeptionierung und Konstruktion:

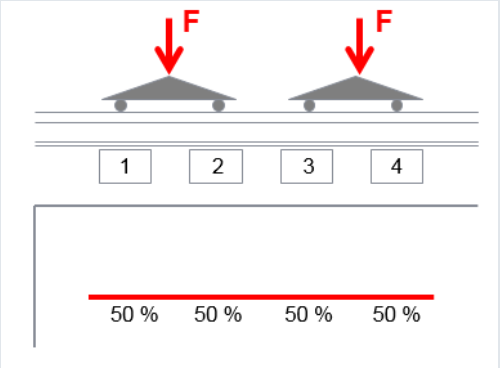
- Randbedingungen des Prüfstandes sollen weitestgehend einem realen Oberbau entsprechen
- Die Prüfung soll die Liegezeit von Betonschwellen „gerafft“ darstellen
- Prüfkräfte sollen die realen Lasten abbilden
- Neben den mechanischen Belastungen sollen auch thermische Belastungen aufgebracht werden („Gewitterregen“)

„Nachbau“ der Realität



Quelle: „Der Oberbauschotter Teil 1: Anforderungen und Beanspruchungen“; E. Klotzinger

Lastverteilung erfolgt gleichmäßig auf die Schwellen



4. Prüfaufbau

- Aufbau des Prüfstandes erfolgt nach den vorher festgelegten Kriterien
- Erweiterungen des Prüfausbaus sind möglich (Querkraft und Bewitterung)
- Modularer Aufbau gewährleistet Flexibilität bei wechselnden Prüfanforderungen

250 kN
Hydraulikzylinder

R-Kraftmessstelle

Schotterkasten

Querhaupt

Kraftmessdose

Schienenstück

Betonschwelle

Schotterbett

4. Prüfaufbau

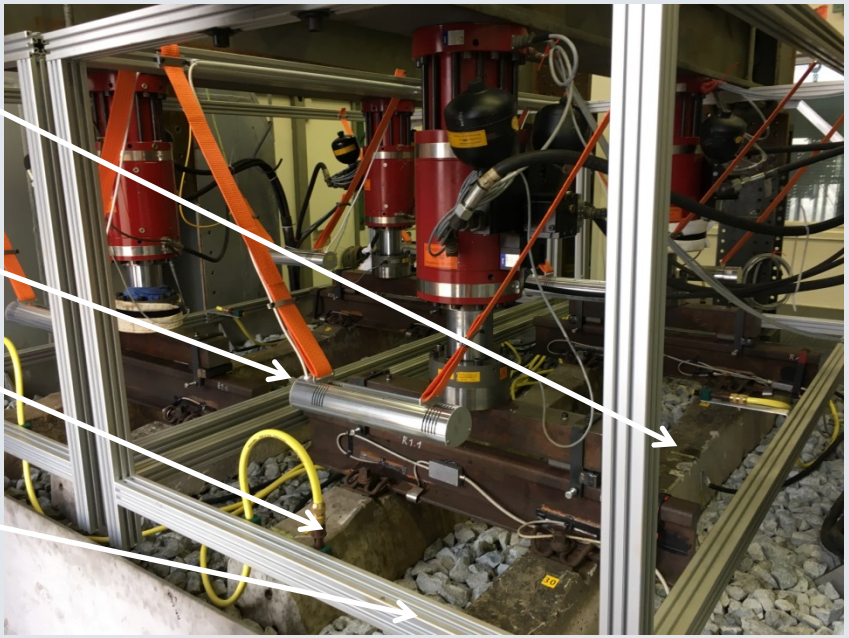
- Aufbau der Bewitterung erfolgt mit Infrarot Wärmelampen (entspricht Bestrahlung der Sonne)
- Abkühlung erfolgt mittels „Regenguss“ → Düsen verteilen Wasser auf der Oberfläche der Betonschwelle
- Pro Kasten werden 8 Temperaturmessstellen verwendet (4 auf Schwellenoberseite, 4 auf Schwellenunterseite)

Temperatur-
messstelle

Wärmelampe

Wasserdüse

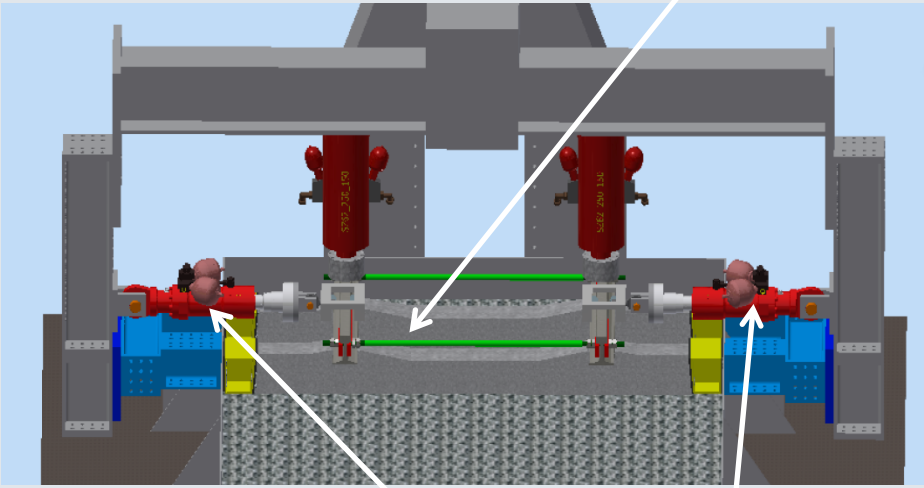
Spritzschutz-
kasten

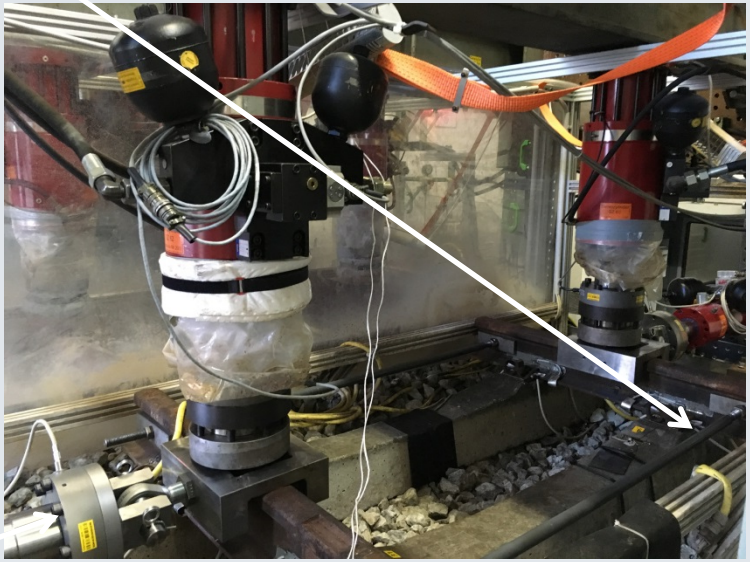


4. Prüfaufbau

- Die Querlasteinleitung erfolgt über zwei hydraulische Zylinder am Schienenkopf
- Zur Simulation des „endlosen Gleises“ werden die Schienenstücke gestützt

Abstützung



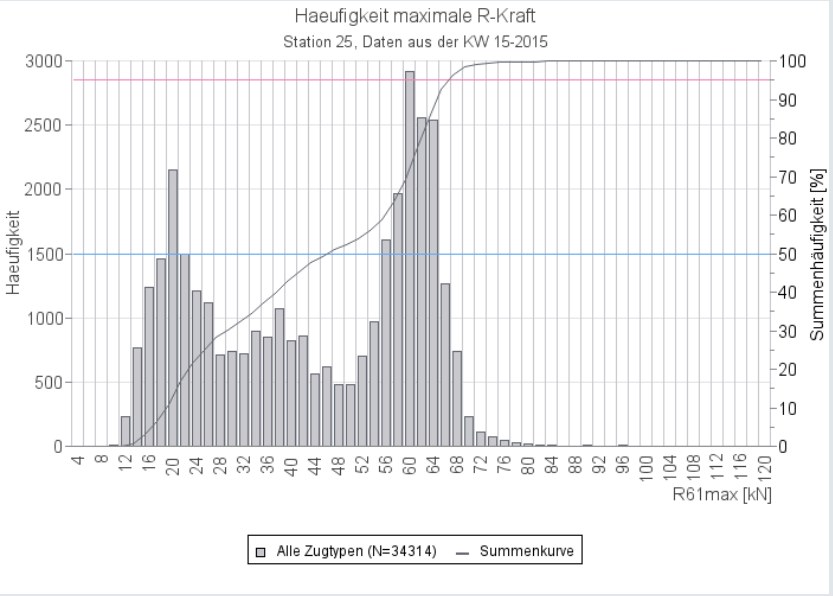


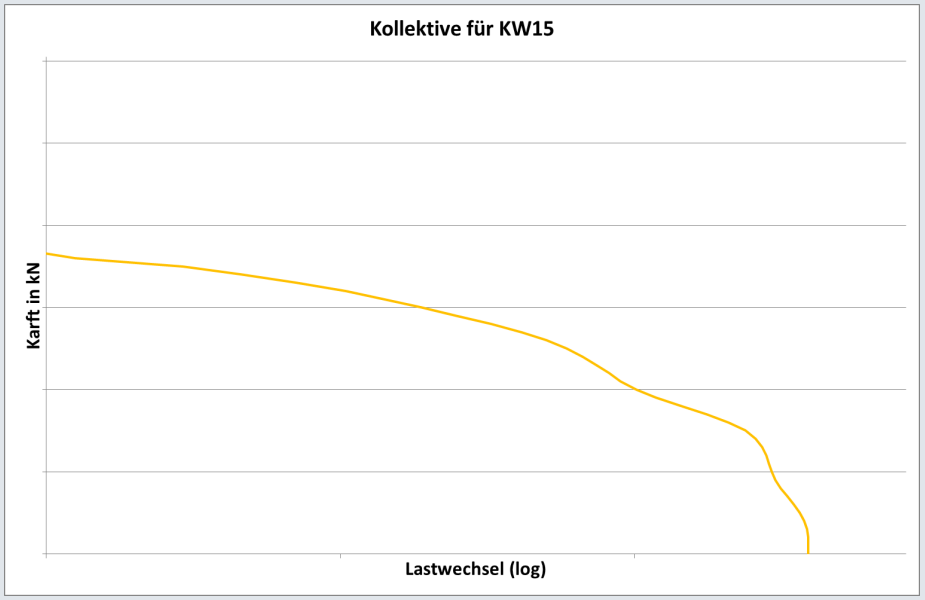
Zylinder für die
Querkrafteinleitung

5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

- Das Prüfsignal soll so realitätsnah wie möglich sein
- Das Prüfsignal soll die Realität möglichst gekürzt abbilden
- Grundlage bilden gemessene Signale von DafuR Anlagen

- Auswertung der R-Kraftmessungen zur Ableitung eines Prüfprogrammes
- Messungen aus einer Woche an vier Messstellen

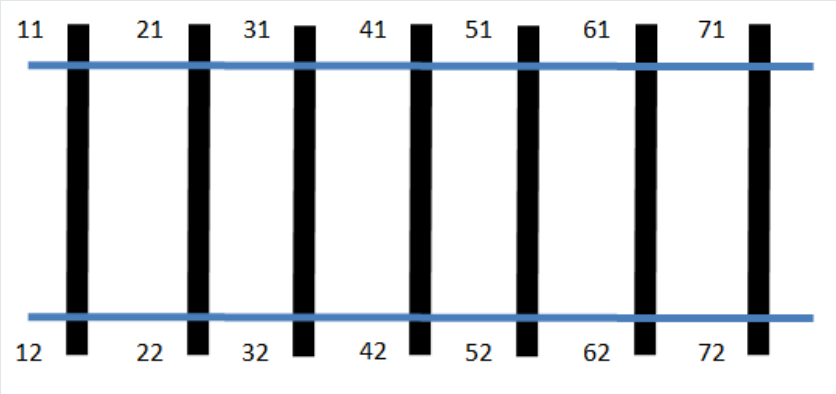


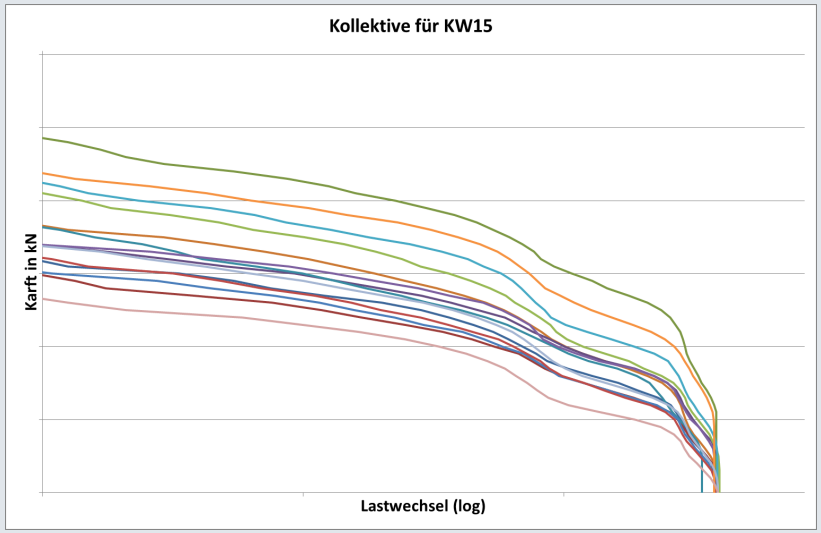


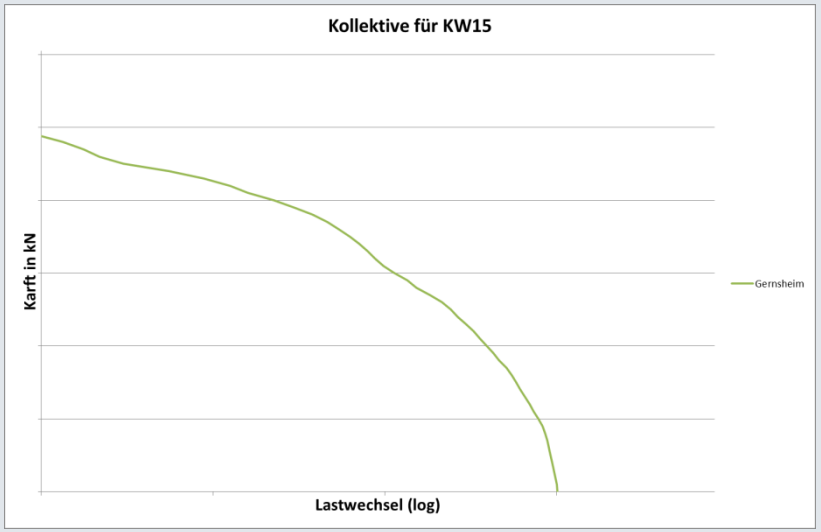
5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

Zusammenfassung der gemessenen Kräfte auf 7 Schwellen
Streckenspezifische R-Kraftmessstelle

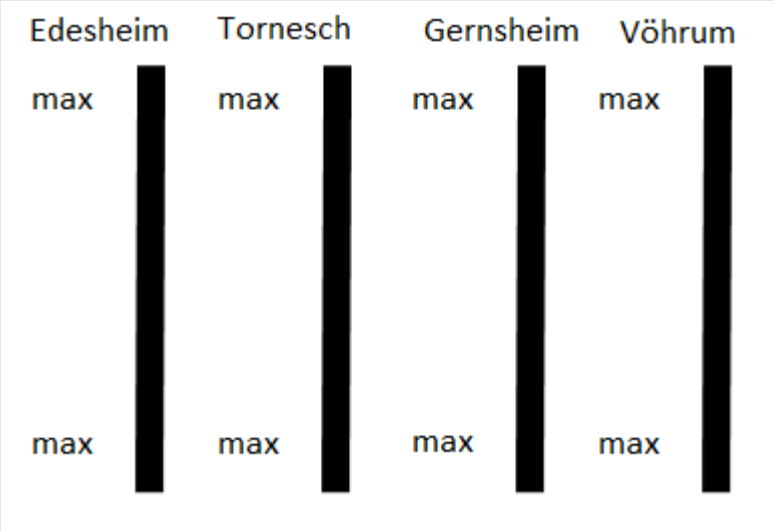
maximale Schwingspielzahl



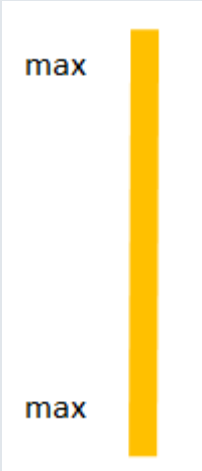


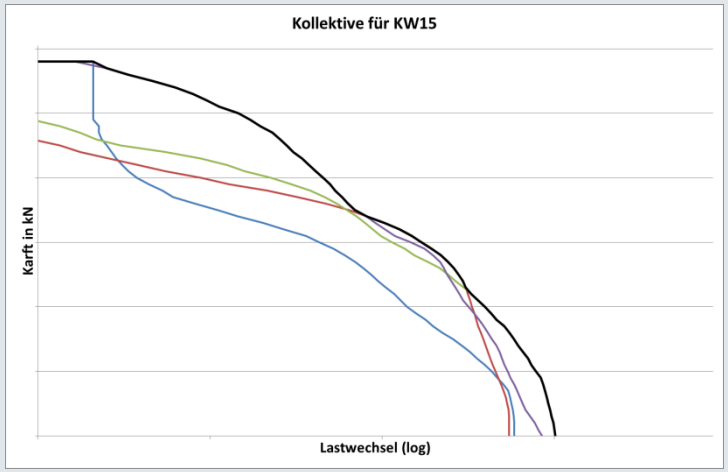


5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

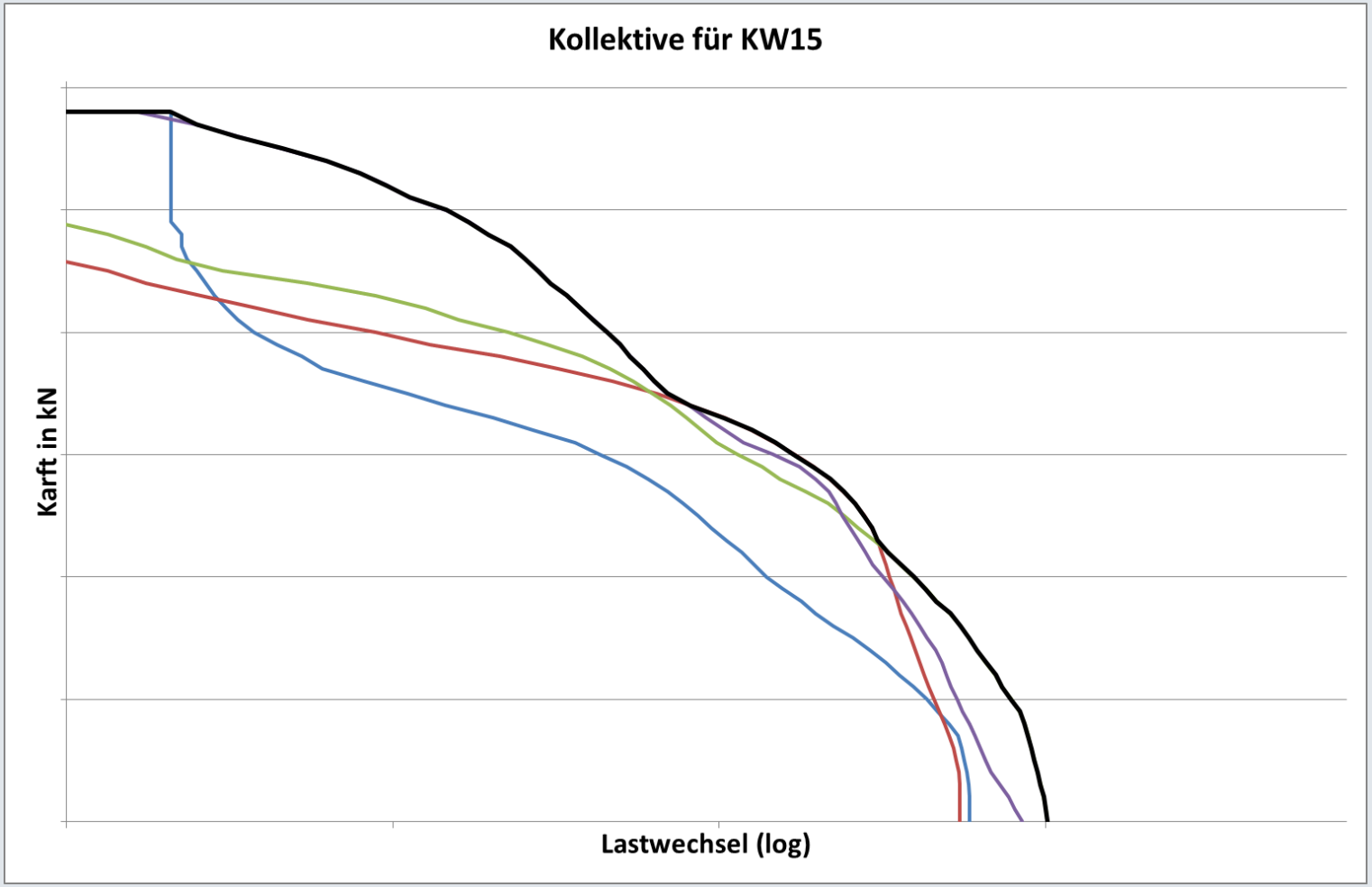


Gesamtkollektiv



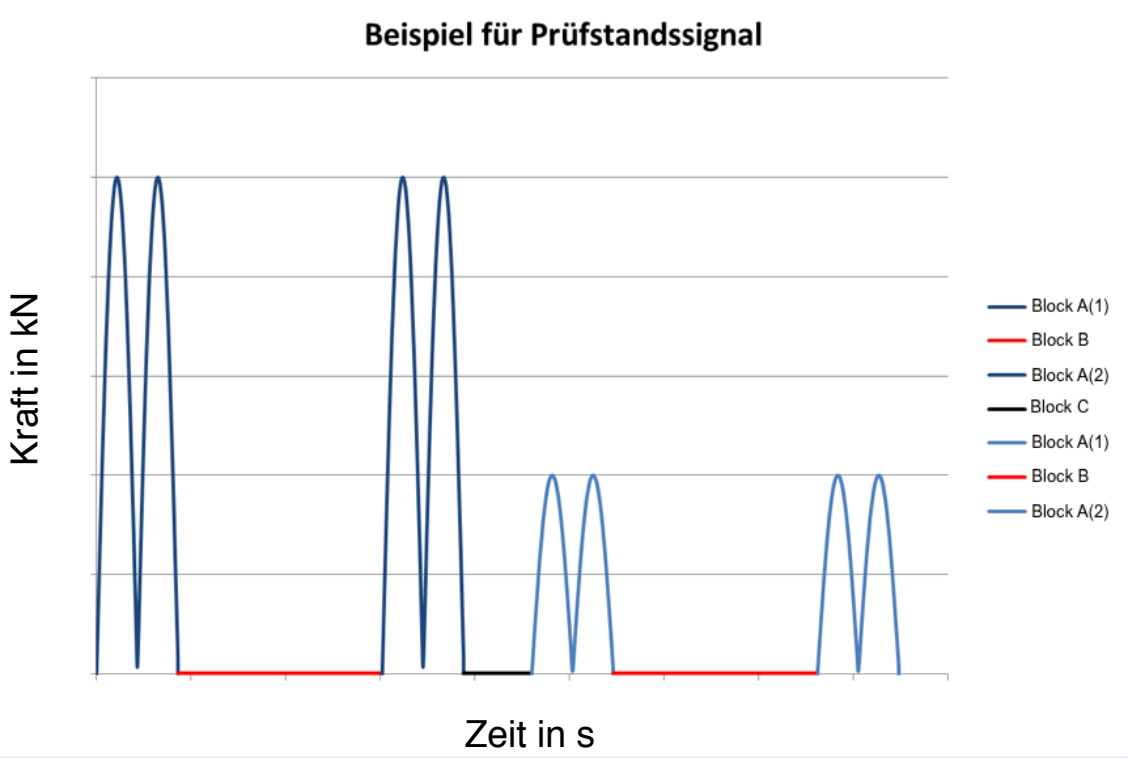


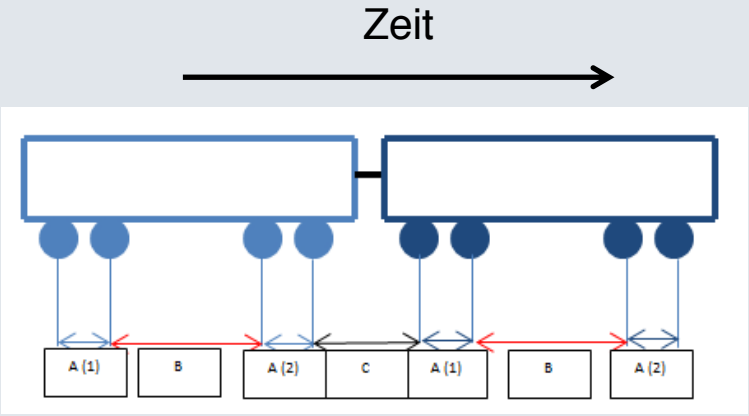
5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)



5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

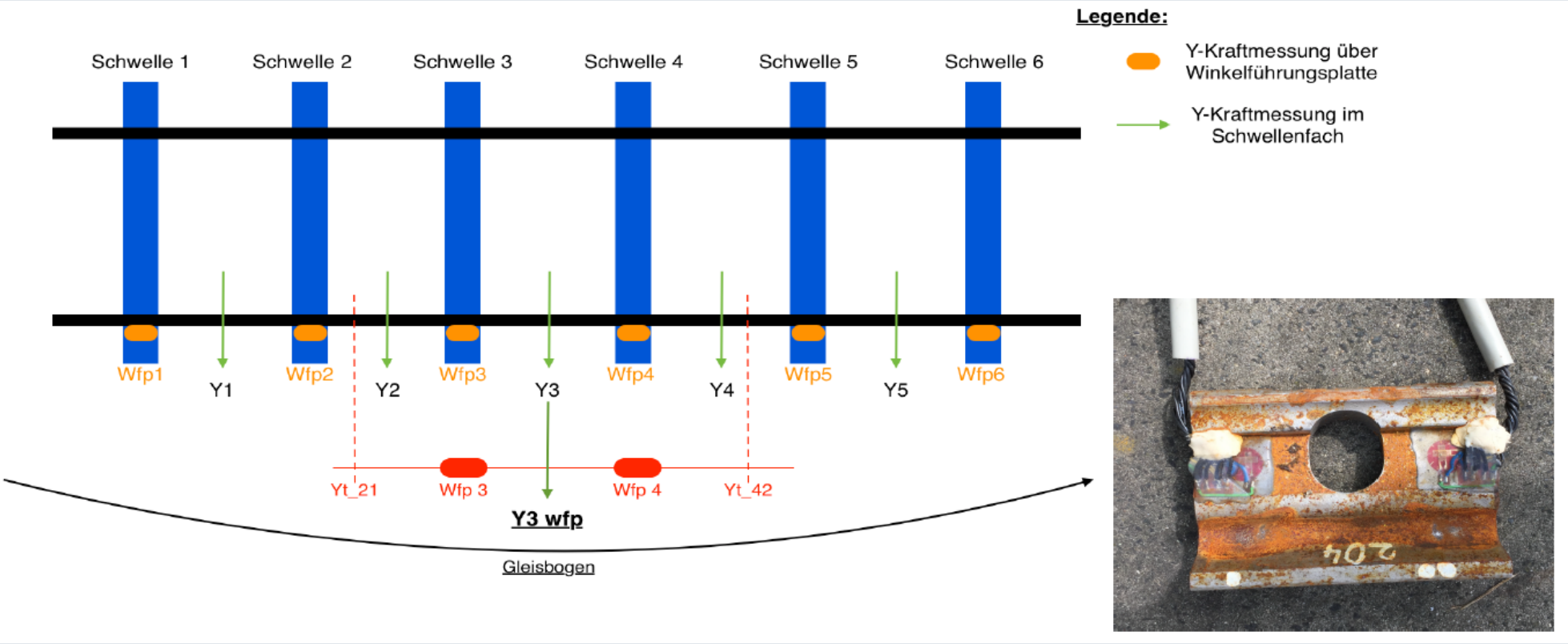
- mittels eines synthetischen Fahrzeuges muss das geblockte Kollektiv in ein Zeitsignal überführt werden





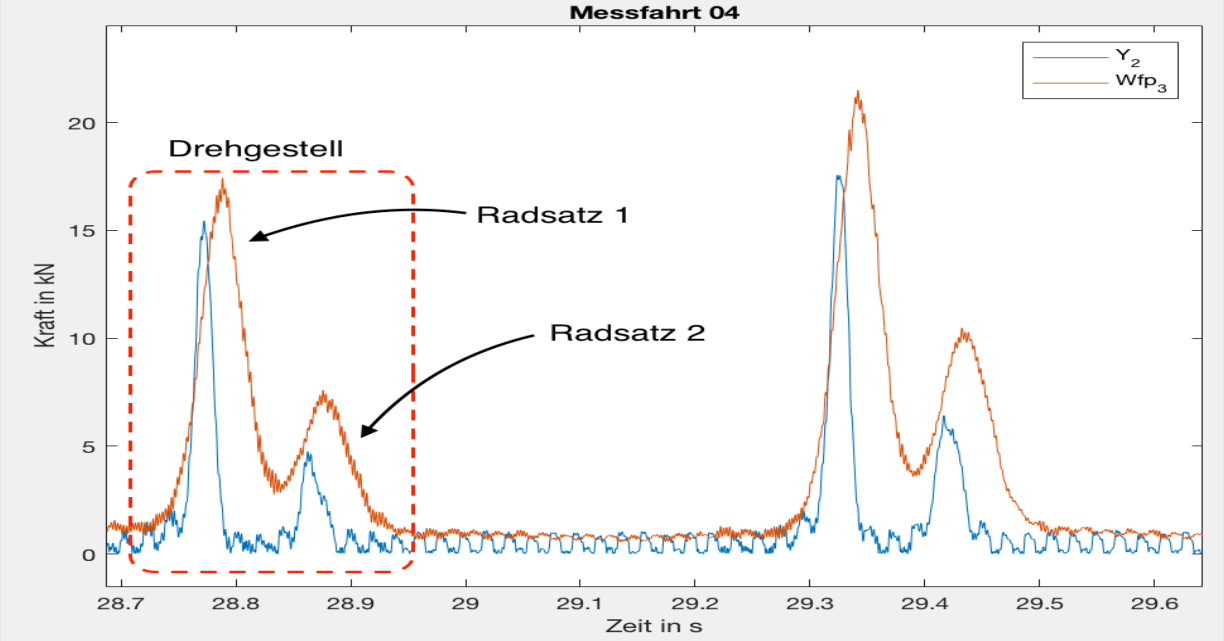
5. Prüfsignalerstellung (Bogenfahrt)

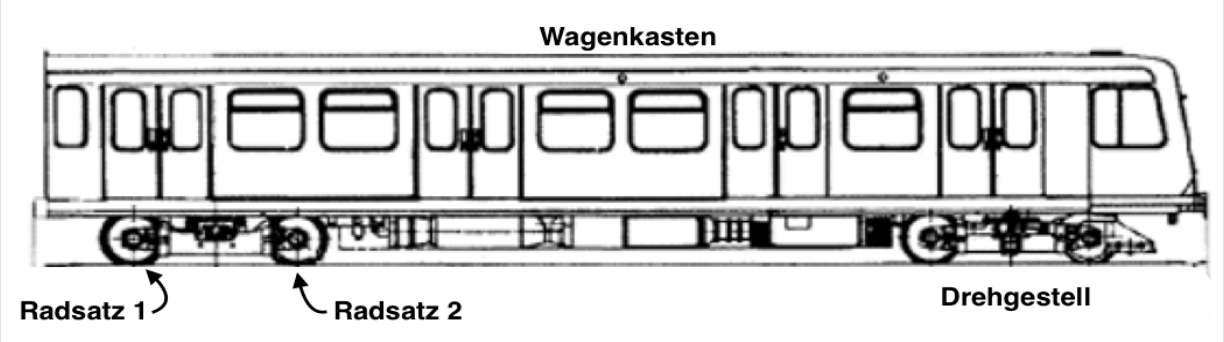
- Y-Kraftmessung über die Winkelführungsplatten nur an der bogenäußeren Schiene → neues, noch nicht zertifiziertes Messverfahren
- Y-Kraftmessung im Schwellenfach → zertifiziertes Messverfahren



5. Prüfsignalerstellung (Bogenfahrt)

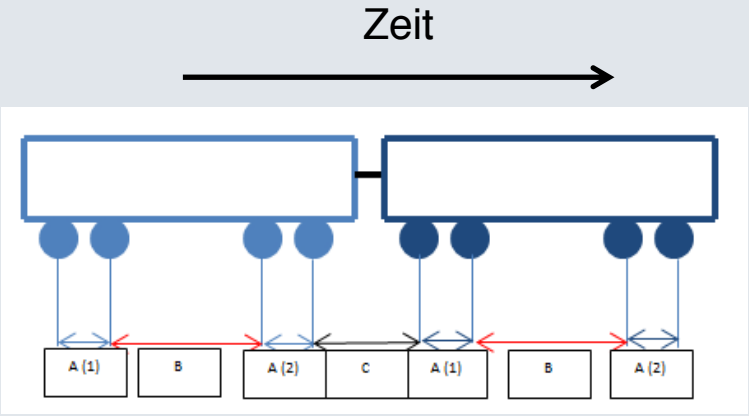
- Signale werden klassiert wie in Signalaufbereitung „gerades Gleis“





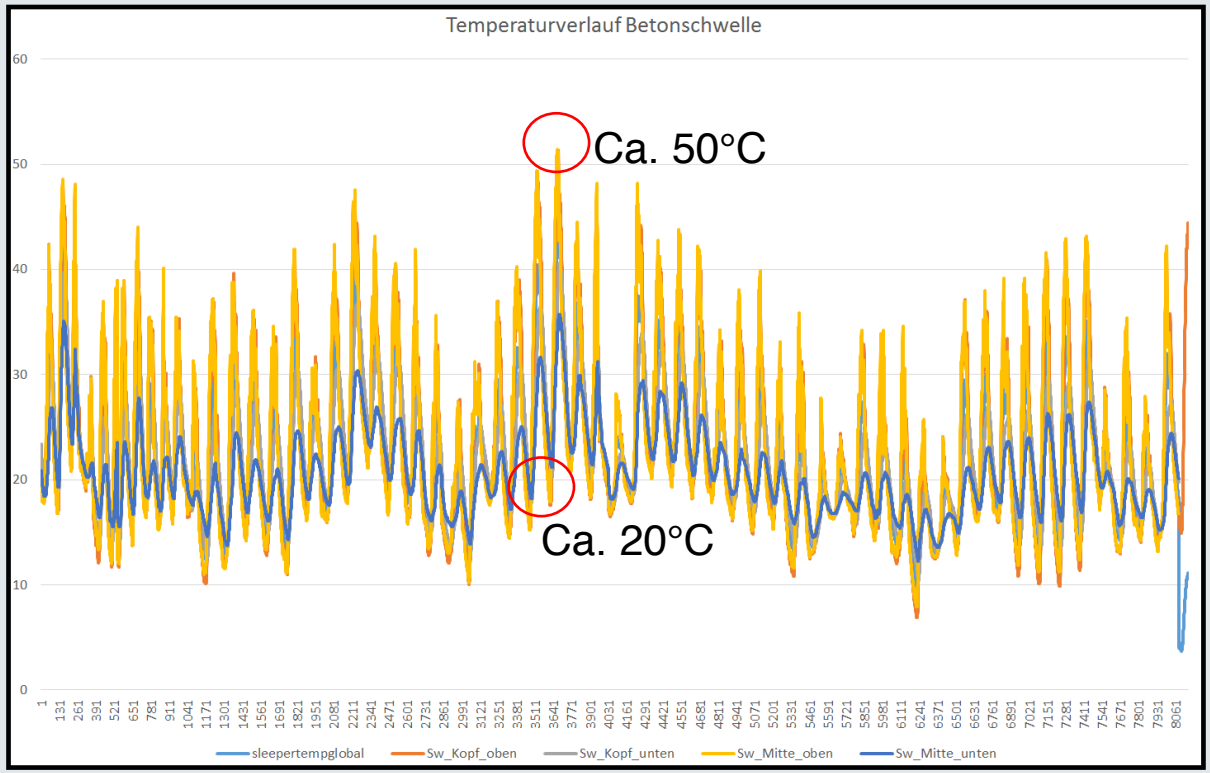
5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

- Es wird wieder das synthetische Fahrzeug verwendet
- Das Signal wird mit der R-Kraft synchronisiert



5. Prüfsignalerstellung (Temperatur)

- Ermittlung der Temperatur für Bewitterung
- Grundlage ist Temperaturmessung aus dem Feld



Schwellenkopf

Schwellenmitte

6. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung:

- Es wird ein Prüfsystem entwickelt um vier Betonschwellen hinsichtlich ihrer zyklischen Lebensdauer zu untersuchen
- Geprüft wird mit real gemessenen Kräften
- Die Prüfung erlaubt es Umwelteinflüsse zu simulieren (Aufheizen und Gewitterregen)

Ergebnisse:
- An vorgeschädigten Schwellen konnte ein (geringes) Risswachstum erreicht werden
- An Schwellen mit künstlichen Dübelrissen konnte die Wirksamkeit der Dübelbewehrung nachgewiesen werden
- Es wurden „spinnennetzartige“ Risse in Neuschwellen erzeugt

6. Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung:

- Es wird ein Prüfsystem entwickelt um vier Betonschwellen hinsichtlich ihrer zyklischen Lebensdauer zu untersuchen
- Geprüft wird mit real gemessenen Kräften
- Die Prüfung erlaubt es Umwelteinflüsse zu simulieren (Aufheizen und Gewitterregen)

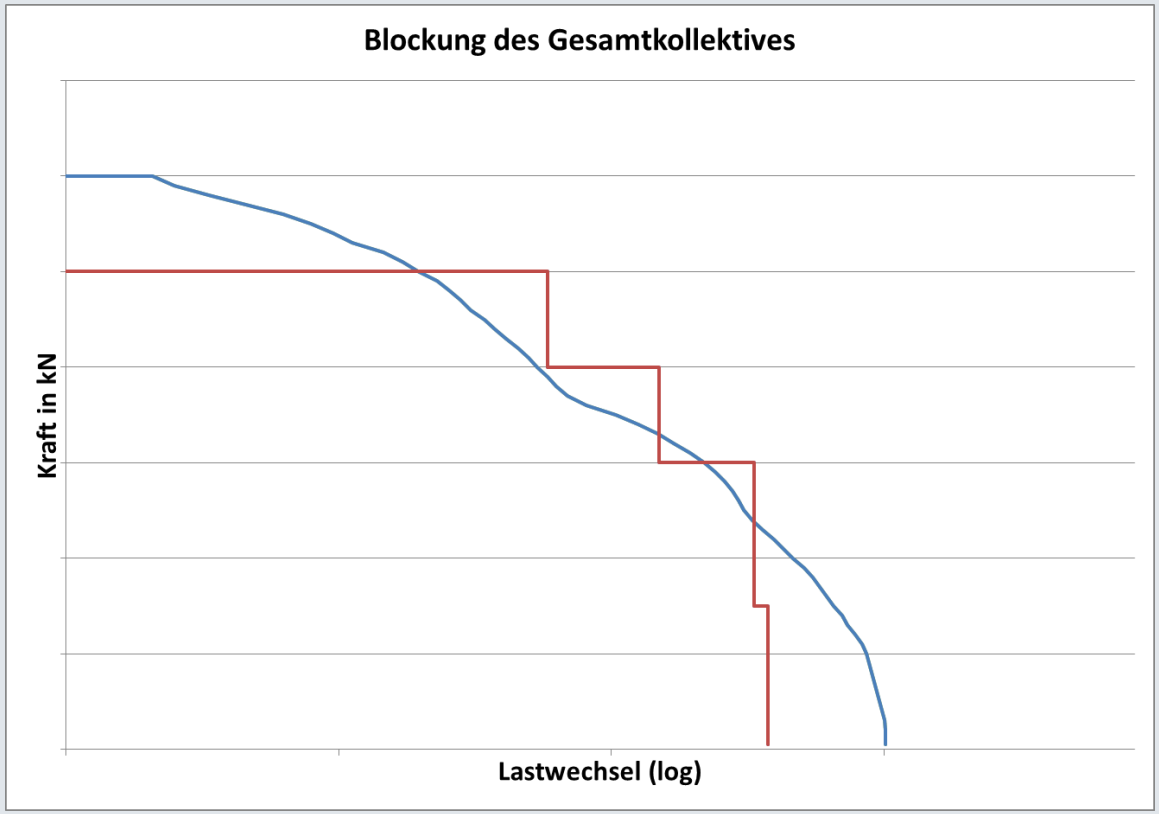
Vorschau:

- Es laufen Voruntersuchungen zu Rissfortschritt unter Frost, welche ggf. mit dem Prüfsystem verbunden werden
- Erstellung eines „Finite Elemente Modells“, welches mit Messungen aus dem Prüfstand validiert wird

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

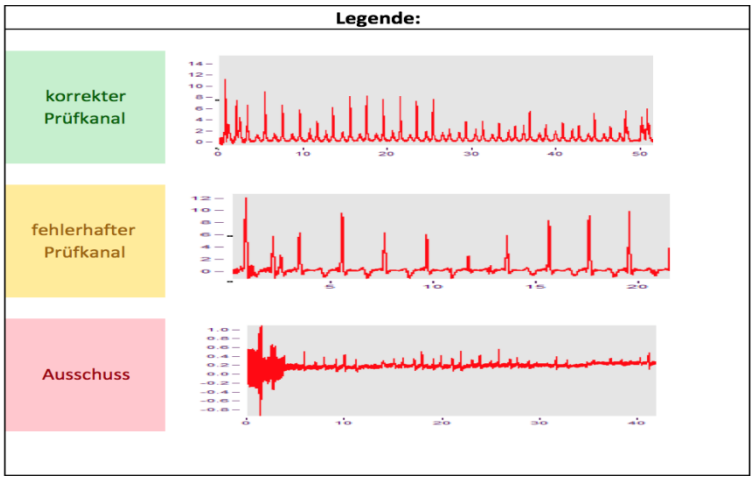
5. Prüfsignalerstellung (gerades Gleis)

- Gesamtkollektiv muss für Prüfstand „vereinfacht“ werden
- Das geblockte Kollektiv weist nahezu die identische Schädigung auf wie das „original“
  - In diesem Fall 1:1,18 (Blöcke können je nach gewünschter Sicherheit angepasst werden)



5. Prüfsignalerstellung (Bogenfahrt)

- 16 Messfahrten, davon 4 RB und 12 Gz
- korrekter Prüfkanal: sauberes, widerkehrendes Messsignal
- Fehlerhafter Prüfkanal: starkes rauschen im Signal, negative Ausschläge
- Ausschuss: falsch kalibrierte Messpunkte



Zugart:	RB	Gz	Gz	Gz	Gz	Gz	RB	Gz	Gz	Gz	RB	Gz	Gz	Gz	Gz	RB
Geschwindigkeit: [v in km/h]	71,71	74,83	78,23	69,86	56,85	25,07	74,83	78,23	34,61	57,89	64,61	73,09	64,61	74,83	79,88	60,1
Messzezeit: [t in s]	-	1,7-38	1,7-16	1,7-34	1,7-47	0-120	1,7-6	1,7-9	1,7-67	1,7-44	1,7-6	1,7-36	1,7-44	1,7-33	1,7-20	1,7-6

Messfahrt / Messstelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Wfp01																
Wfp02																
Wfp03																
Wfp04																
Wfp05																
Wfp06																
Y1																
Y2																
Y3																
Y4																
Y5																