



InfraGO

Metrologie Messtechnik Stopfmaschinen

Dr.-Ing. Bohdana Slovák und Mario Roscher

Mai 2026 | Nürnberg

- 1. Gleisgeometrie und Messsysteme**
- 2. Prinzip der Wandersehnenmessung**
- 3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten**
- 4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems**
- 5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen**
- 6. Wiederkehrende Prüfungen**
- 7. Ausblick**

- 1. Gleisgeometrie und Messsysteme**
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. Ausblick

Parameter der Gleisgeometrie

Definition nach EN 13848

Spurweite

Überhöhung

Gegenseitige Höhenlage
(Überhöhungsdifferenz)

Verwindung

Längshöhe – formtreu

D1: 3m – 25m

D2: 25m – 70m

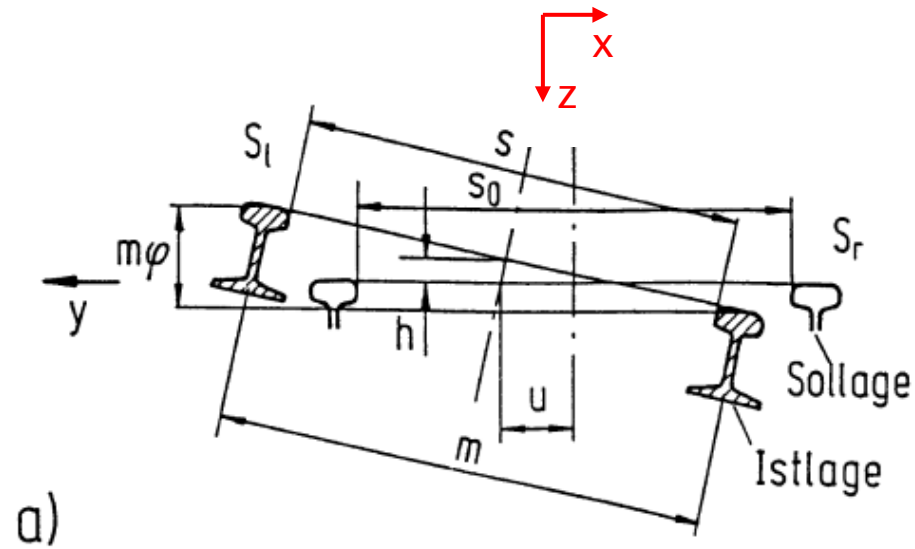
D3: 70m – 150m

Richtung – formtreu

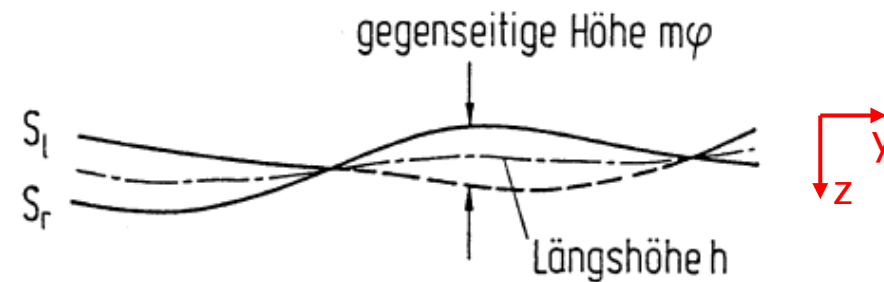
D1: 3m – 25m

D2: 25m – 70m

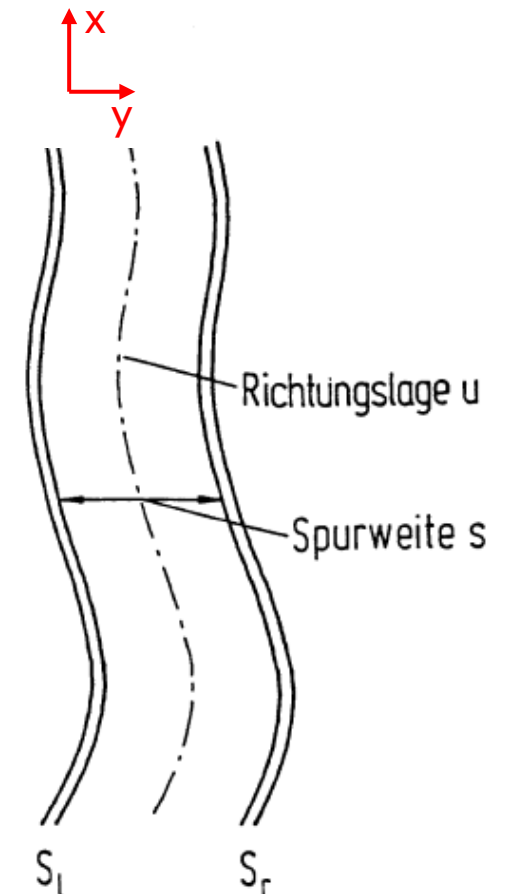
D3: 70m – 200m



a)



b)



c)

EN 13848-3: Anforderungen an die Messsysteme Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen

Dieses Dokument legt die **Mindestanforderungen für Messsysteme an Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen fest**, damit eine **Bewertung der Qualität** der Gleisgeometrie **nach EN 13848** erfolgen kann.

Die **Messsysteme an Gleisbau- und Instandhaltungsmaschinen** müssen für die Dokumentation der Abnahme von Arbeiten im Schotteroberbau - Gleise, Weichen und Kreuzungen nach EN 13231-1 **geeignet** sein.

Prüfung des Gleisgeometriemess- und Aufzeichnungssystems

Vollständige Beschreibung der Aktionen und Verfahren die nötig sind, um den effektiven Betrieb des Messsystems und der Datenverarbeitung sicherzustellen.

Die **Übereinstimmung** muss durch **folgende Prozesse demonstriert** werden:

- Kalibrierung
- Justierung
- Validierung → metrologische Prüfung

Ril 931.0001 Erteilen der Allgemeinen Arbeitsberechtigung und der Arbeitsgenehmigung für Nebenfahrzeuge

Anforderungen bezüglich Messtechnik

Protokoll über die Kontrollaufzeichnung der Messsysteme für die Fahrwegparameter nach Herstellervorgaben (siehe **DIN EN 13848-2 und -3**)

Aufbau, Funktion und Qualität der messtechnischen Einrichtungen haben für den jeweiligen Einsatzzweck den Regelwerken der DB InfraGO AG zu entsprechen. Für das Arbeitsverfahren notwendige Messeinrichtungen benötigen eine Anwenderfreigabe.

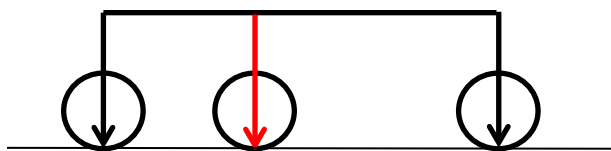
Messeinrichtungen

Bei der Baustellenerprobung wird die fachgerechte, qualitätsgerechte und sichere Durchführung der Arbeitsverfahren und Einsatz der Arbeitskomponenten von Oberbauarbeiten bewertet. Die Durchführung der Oberbauarbeiten ist in der **Ril 824** der DB InfraGO AG geregelt.

Die MKS-, DAS-Anlage und das Messsystem sind in Abständen von 12 Monaten sowie nach Instandsetzungsarbeiten an der Maschine durch das Prüfpersonal gemäß Ril 931 zu prüfen.

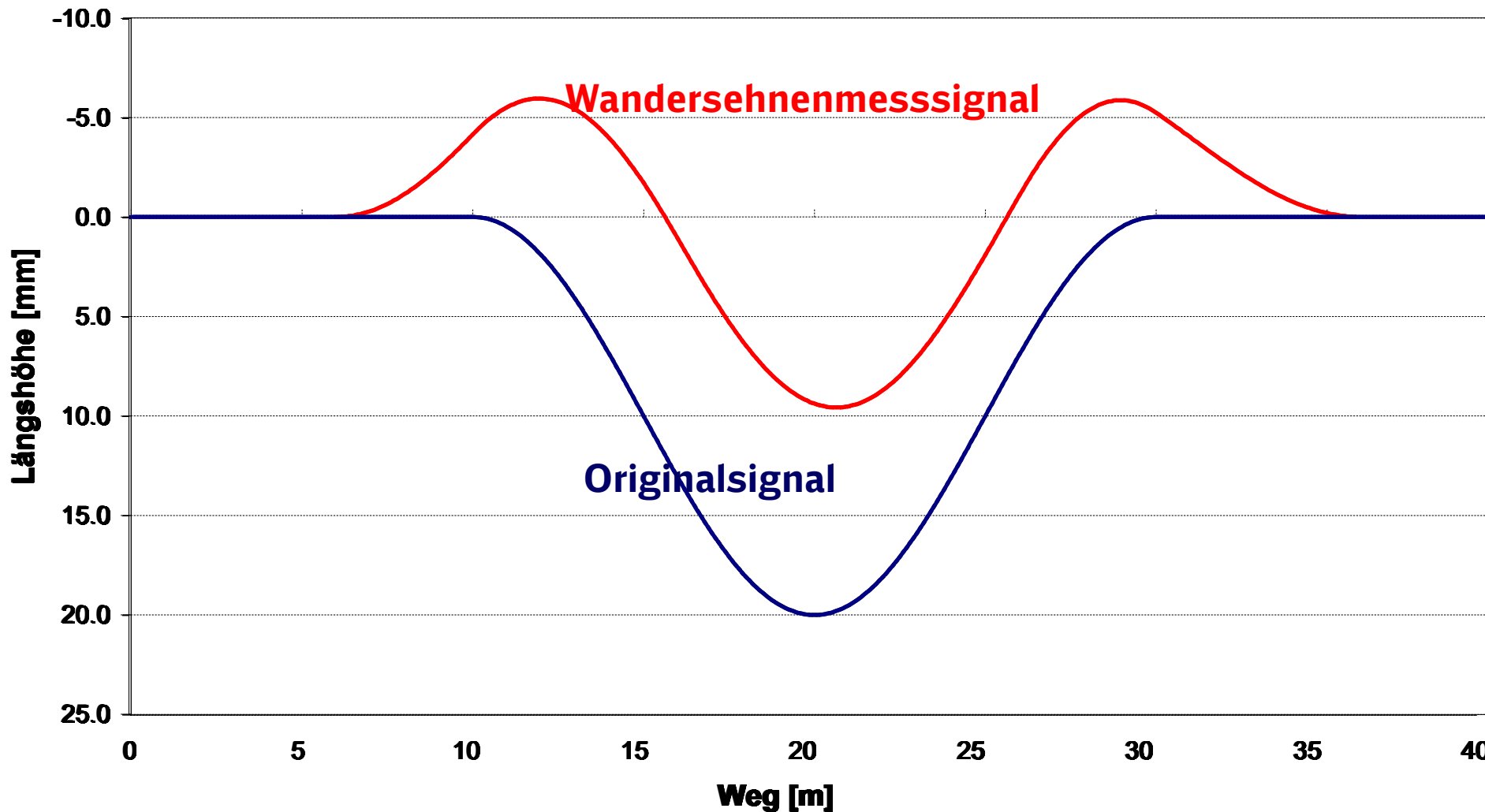
1. Gleisgeometrie und Messsysteme
- 2. Prinzip der Wandersehnenmessung**
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. Ausblick

Prinzip der Wandersehnenmessung

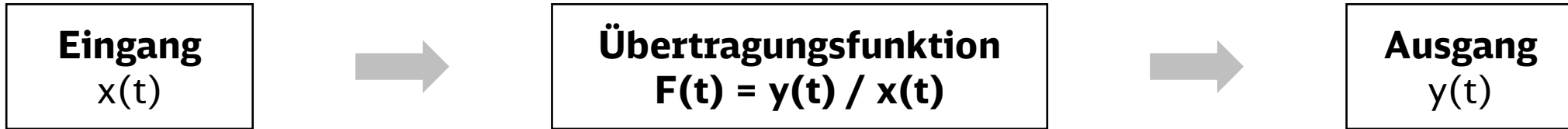


Messachse

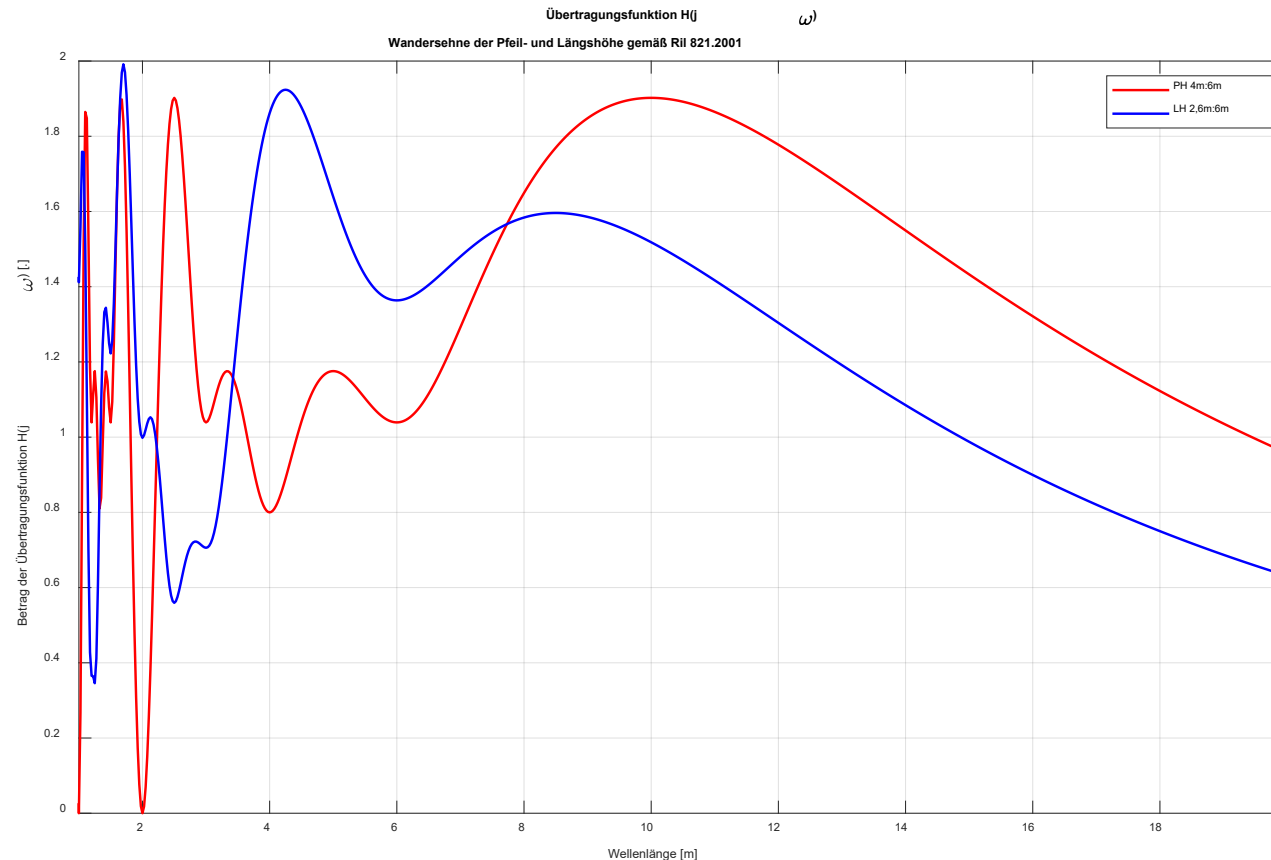
Sehnenmessprinzip



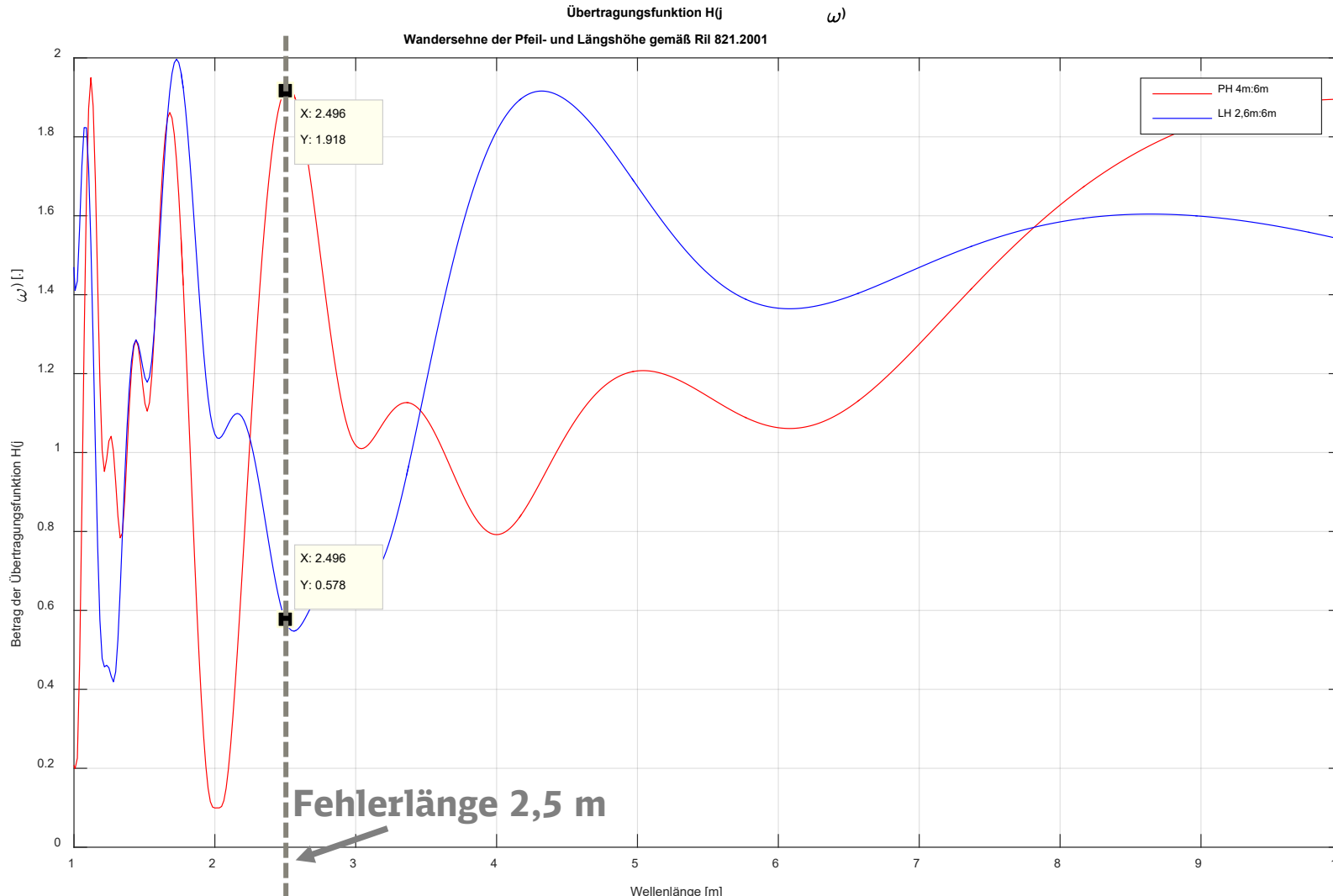
Übertragungsfunktionen der Wandersehnen nach DB-Richtlinie



Eine **Übertragungsfunktion** beschreibt eine **mathematische Beziehung** zwischen dem **Ein- und Ausgangssignal** eines linearen dynamischen Systems.



Wie ist eine Übertragungsfunktion zu lesen?



Ein realer **2,5 m** langer Gleislagefehler mit einer Amplitude von **3 mm** weist auf dem Messchrieb folgende Amplituden auf:

Längshöhe (2,6m:6m)
 $3 \text{ mm} * 0,58 = \mathbf{1,74 \text{ mm}}$

Pfeilhöhe (4m:6m)
 $3 \text{ mm} * 1,92 = \mathbf{5,76 \text{ mm}}$

1. Gleisgeometrie und Messsysteme
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
- 3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten**
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. Ausblick

Gleislagebeurteilung von Stopf- und Richtarbeiten Ril 824.0550 - Abnahme

Dokumentation mit MKS

2 Abnahme Gleise und Weichen - SR₀-Werte

SR₀-Werte

- (1) Für die Abnahme sind die SR₀-Werte der Tabellen 2 bis 4 einzuhalten.

Parameter	Auswertung	Einheit	SR ₀ -Werte Gleise, Neu-/Umbau		
			v ≤ 80 km/h	80 km/h < v ≤ 160 km/h	v > 160 km/h
Längshöhe	Spitze / Spitze	mm	5	4	3
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	3	3	2
Überhöhung	Sollwert / Istwert	mm	3	3	2
Richtung	Spitze / Spitze	mm	5	4	3

Tabelle 2: SR₀-Werte Gleise, Neu- bzw. Umbau –

Parameter	Auswertung	Einheit	SR ₀ -Werte Gleise und Weichen, Durcharbeitung		
			v ≤ 80 km/h	80 km/h < v ≤ 160 km/h	v > 160 km/h
Längshöhe	Spitze / Spitze	mm	6	5	4
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	5	4	3
Überhöhung	Sollwert / Istwert	mm	5	4	3
Richtung	Spitze / Spitze	mm	6	5	4

Tabelle 4: SR₀-Werte Gleise und Weichen, Durcharbeitung

Dokumentation mit DAS

2 Abnahme Gleise und Weichen - SR₀-Werte

SR₀-Werte

- (1) Für die Abnahme sind die SR₀-Werte der Tabellen 3 bis 5 einzuhalten.

Parameter	Auswertung	Einheit	SR ₀ -Werte Gleise, Neu-/Umbau		
			v ≤ 80 km/h	80 km/h < v ≤ 160 km/h	v > 160 km/h
Längshöhe	Null / Spitze	mm	4	3	2
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	3	3	2
Richtung	Null / Spitze	mm	4	3	2

Tabelle 3: SR₀-Werte Gleise, Neu- bzw. Umbau

Parameter	Auswertung	Einheit	SR ₀ -Werte Gleise und Weichen, Durcharbeitung		
			v ≤ 80 km/h	80 km/h < v ≤ 160 km/h	v > 160 km/h
Längshöhe	Null / Spitze	mm	5	4	3
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	5	4	3
Richtung	Null / Spitze	mm	5	4	3

Tabelle 5: SR₀-Werte Gleise und Weichen, Durcharbeitung

Gleislagebeurteilung von Stopf- und Richtarbeiten Ril 824.0550 - Freigabe

Dokumentation mit MKS

3 Freigabewerte für Gleise und Weichen

- (1) Für die oberbautechnische Freigabe sind die Freigabewerte der Tabelle 5 einzuhalten.

Parameter	Auswertung	Einheit	Freigabewerte Gleise und Weichen, Neu-/Umbau und Durcharbeitung		
			$v \leq 80$ km/h	$80 \text{ km/h} < v \leq 160$ km/h	$v > 160$ km/h
Längshöhe	Spitze / Spitze	mm	20	16	12
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	7		
Überhöhung	Sollwert / Istwert	mm	7		
Richtung	Spitze / Spitze	mm	20	16	12

Tabelle 5: Freigabewerte Gleise und Weichen, Neu- bzw. Umbau und Durcharbeitung

Dokumentation mit DAS

3 Freigabewerte für Gleise und Weichen

- Freigabewerte** (1) Für die oberbautechnische Freigabe sind die Freigabewerte der Tabelle 6 einzuhalten.

Parameter	Auswertung	Einheit	Freigabewerte Gleise und Weichen, Neu-/Umbau und Durcharbeitung		
			$v \leq 80$ km/h	$80 \text{ km/h} < v \leq 160$ km/h	$v > 160$ km/h
Längshöhe	Null / Spitze	mm	15	11	7
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	7		
Richtung	Spitze / Spitze	mm	15	11	7



Tabelle 6: Freigabewerte Gleise und Weichen, Neu- bzw. Umbau und Durcharbeitung

Inspektionsrichtlinie der Gleisgeometrie Ril 821.2001

Beurteilungsmaßstäbe

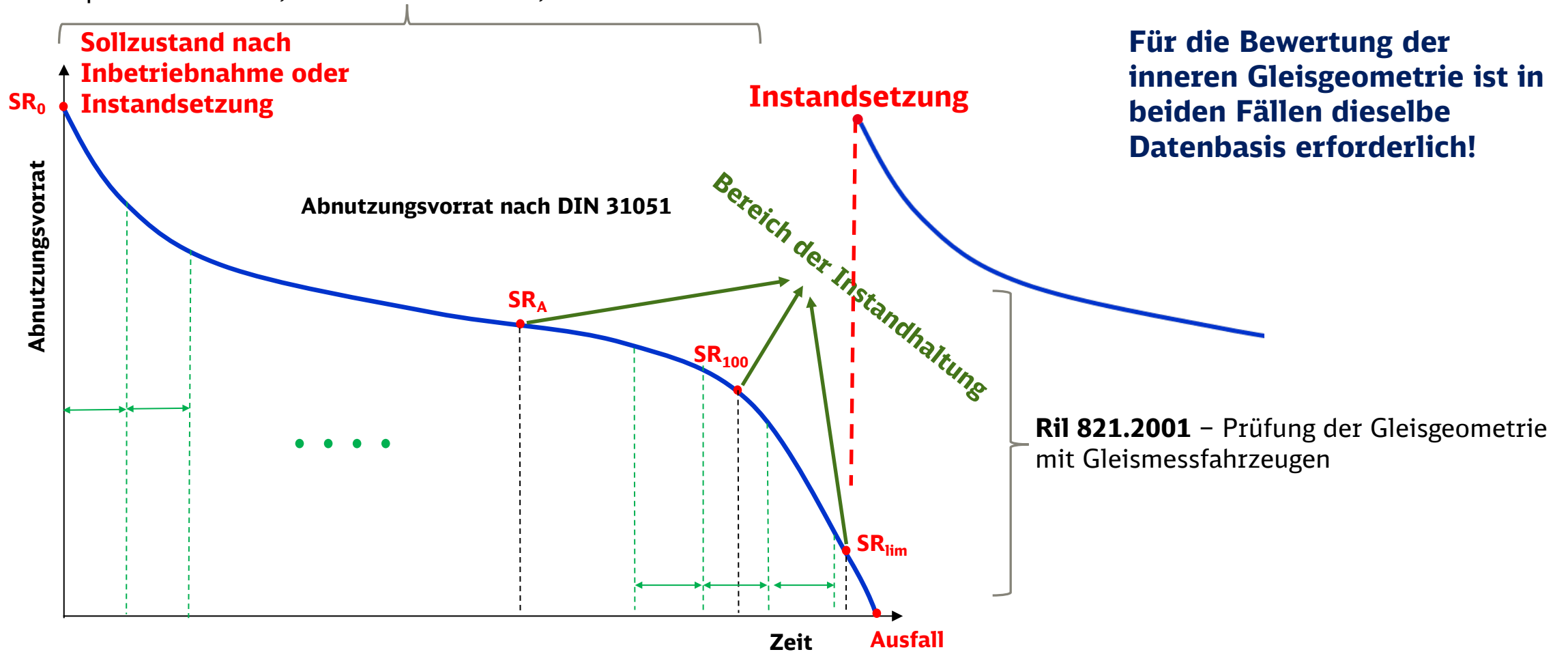
					Beurteilungsmaßstäbe															
					SR _A					SR ₁₀₀					SR _{lim}				Grenzwert	
					für die örtlich zulässige Geschwindigkeit gemäß VzG bzw. VzG NeiTech [km/h]															
Nr.	Prüfgröße	Messbasis in (m)	Einheit	Auswertung	v ≤ 80	80 < v ≤ 120	120 < v ≤ 160	160 < v ≤ 230	v > 230	v ≤ 80	80 < v ≤ 120	120 < v ≤ 160	160 < v ≤ 230	v > 230	v ≤ 80	80 < v ≤ 120	120 < v ≤ 160 ¹⁾	160 < v ≤ 230	v > 230	
1	Längshöhe	2,6 / 6,0	mm	Null / Spitze	12	10	8	6	5	15	13	11	9	7	21	17	14	11	9	
2	Verwindung	1,5 - 19,5	‰	Null / Spitze	Tabelle 3, Kurve 1														Tabelle 3 Kurve 2, 3 oder 4	
3	Gegenseitige Höhenlage	-	mm	Mittelwert / Spitze	10	8	7	6	5	13	11	9	8	7			11	10	9	
4	Pfeilhöhe ²⁾	4,0 / 6,0	mm	Null / Spitze	12	10	8	6	5	15	13	11	9	7	21	17	14	11	9	
5	Spurweite ³⁾	-	mm	1435 / Spitze	+15	+15	+15	+10	+5	+27	+27	+27	+20 -3 ⁴⁾	+15 -3 ⁴⁾					Tabellen 4 und 5	

Abstand zwischen SR₁₀₀ und SR_{lim} von 2 mm

Technisch-wirtschaftlicher Abnutzungsvorrat

Ril 821.1000 - Grundlagen der Oberbauinspektion: Definition der Eingriffswellen SR_0 SR_A SR_{100} und SR_{lim}

Ril 824.0550 – Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten; Messschriebe MKS-6, MKS-8 und DAS 1.2



1. Gleisgeometrie und Messsysteme
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
- 4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems**
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. Ausblick

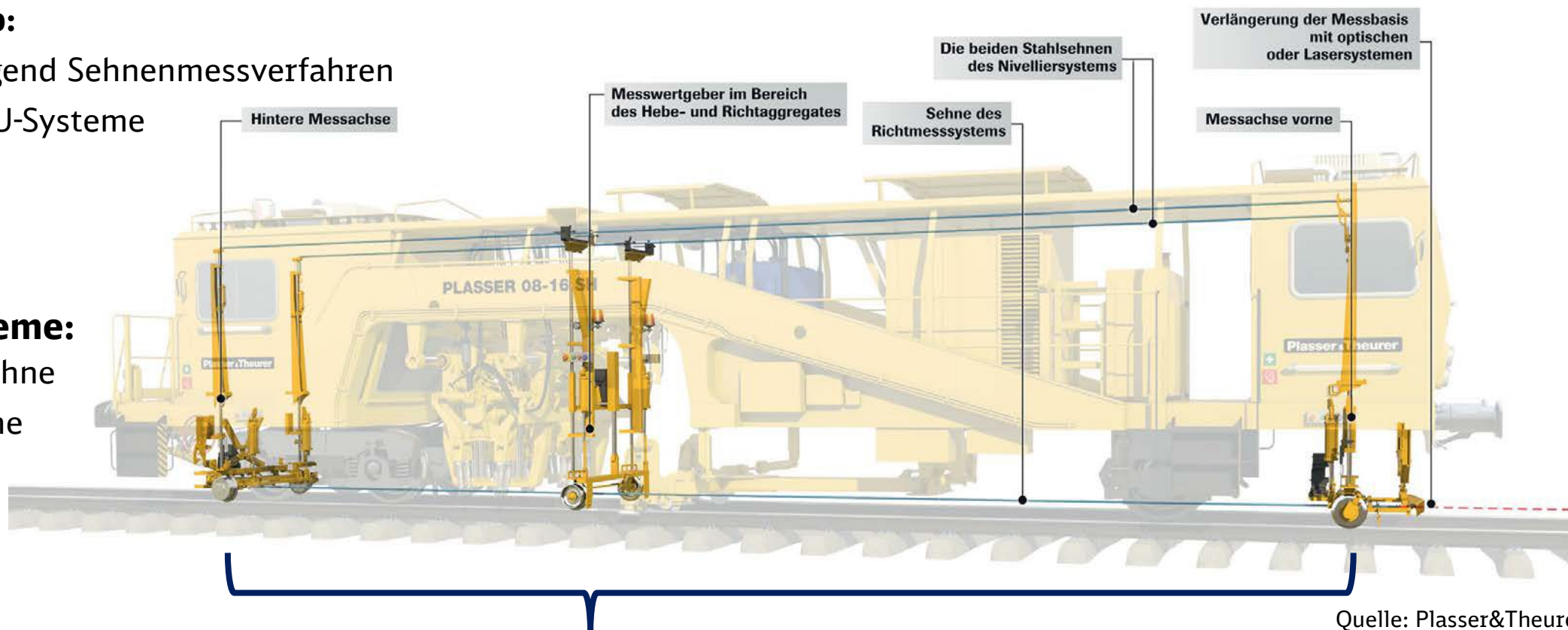
Messtechnik an den Stopfmaschinen

Messprinzip:

- Überwiegend Sehnenmessverfahren
- Neue IMU-Systeme

Messsysteme:

- Arbeitssehne
- Messehne



Länge und Teilung der Messehne sowie ihre Orientierung in Arbeitsrichtung weichen aufgrund der Maschinenkonstruktion voneinander ab

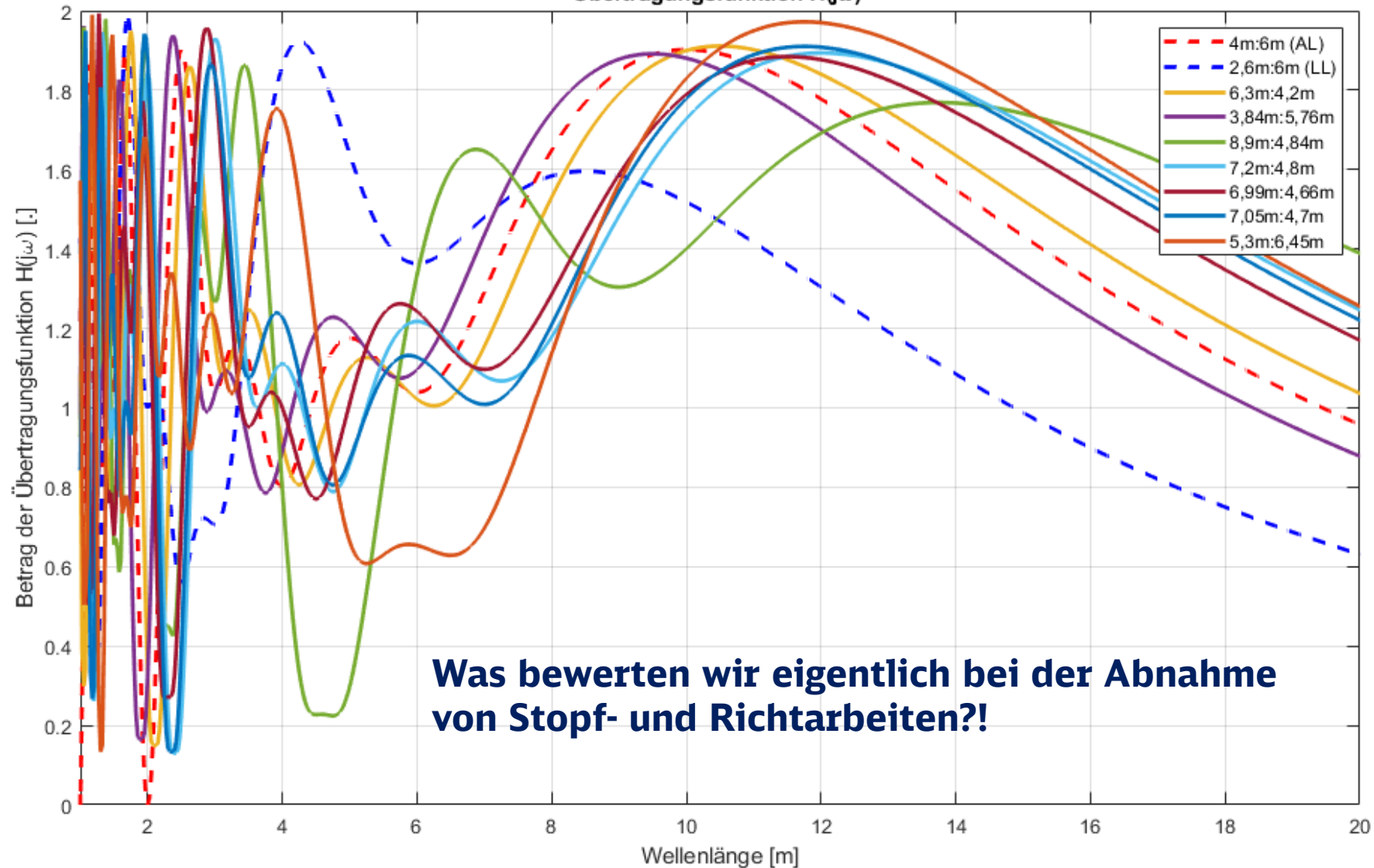
Auflistung der gängigen Oberbaumaschinen bei DB InfraGO AG

Stand 2019

Maschinenbauart	Sehnenlänge [mm]	Teilung a [mm]	Teilung b [mm]
GSM Bauart 08-32	10500	6300	4200
GSM Bauart 09-16 CSM	10000	6000	4000
GSM Bauart 09-32 CSM	10000	6000	4000
GSM Bauart Stopfexpress 09 - 3X	10000	6000	4000
GSM Bauart Dynamic Stopfexpress 09 - 3X	10000	6000	4000
GSM Bauart Stopfexpress 09-4X	12000	7200	4800
GSM Bauart Dynamic Stopfexpress 09-4X	11650	6990	4660
USM Bauart Unimat 08-4x4/4S	9600	3840	5760
USM Bauart Unimat Sprinter	13740	8900	4840
USM Bauarten Unimat 09-16/4S und 4S-Y	11750	7050	4700
USM Bauarten UNIMAT 09-475/4S und /4S-Y	10000	4000	6000
USM Bauart Unimat 09-32/4S Dynamic	11650	6990	4660
USM Bauart B66 U (Matisa)	10000	6000	4000
USM Bauart B66 UC (Matisa)	10000	6000	4000
USM 09-475/4S-N DYNAMIC	10000	4000	6000
USM 09-4x4/4S	10000	6000	4000
USM 09-32/4S und /4S-Y	11750	5300	6450

Übertragungsfunktionen der gängigen Stopfmaschinen

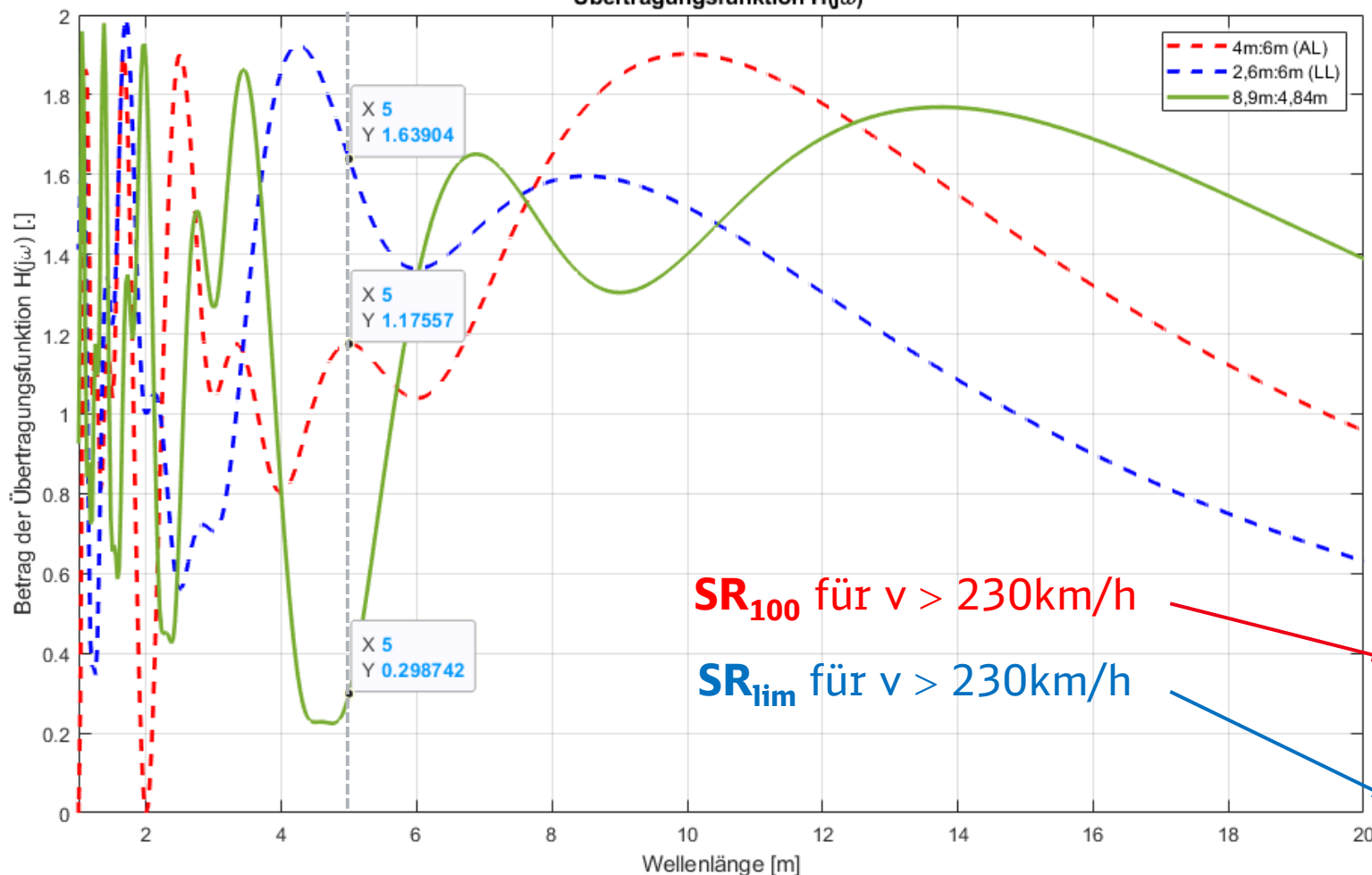
Vergleich der Wandersehnen nach Ril 821.2001 mit den Wandersehnen der Stopfmaschinen
Übertragungsfunktion $H(j\omega)$



Fallbeispiel

USM Bauart Unimat Sprinter

Wandersehen nach Ril 821.2001 im Vergleich zur Messsehne an der USM Bauart Unimat Sprinter
Übertragungsfunktion $H(j\omega)$



Gleisgeometriebewertung ohne Umrechnung der Wandersehenmessung in die Form nach DB-Regelwerk

USM Bauart Unimat Sprinter
8,9 m : 4,84 m - Wandersehne

Bewertung eines 5 m langen Gleislagefehlers
 SR_0 : 2 mm dokumentiert im Messschrieb der Maschine

Reale Amplitude des Fehlers: **6,7 mm**
Berechnet aus der Übertragungsfunktion mit dem Betrag von 0.3

Amplitude der **Pfeilhöhe** nach Ril 821.2001: **8 mm**

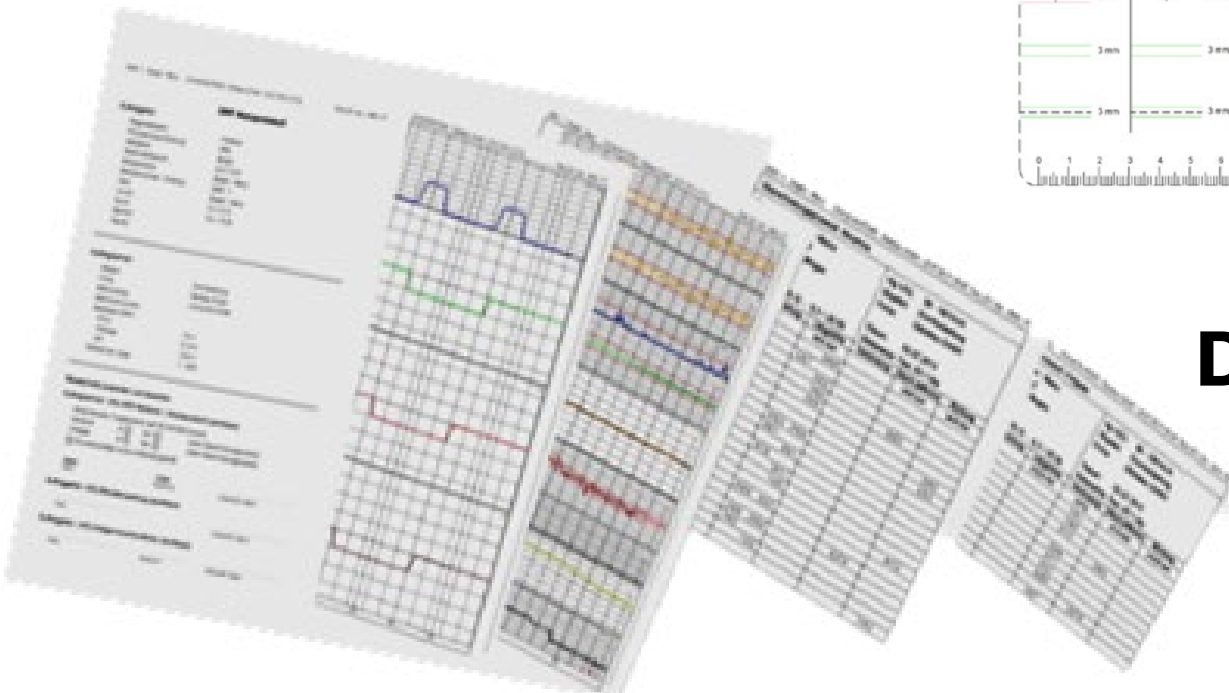
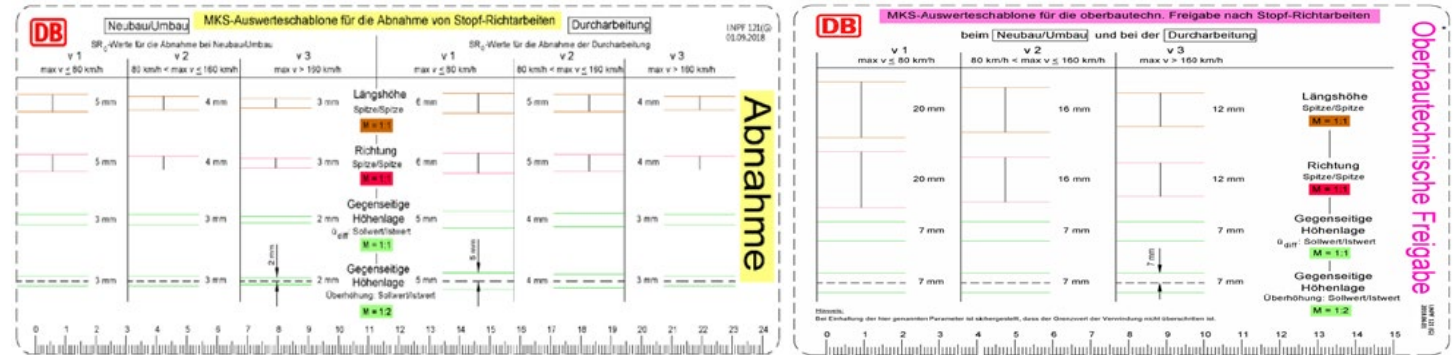
Amplitude der **Längshöhe** nach Ril 821.2001:
10,7 mm

Dokumentation der Gleisgeometrie nach Gleisarbeiten

Auslaufmodell !



MKS:



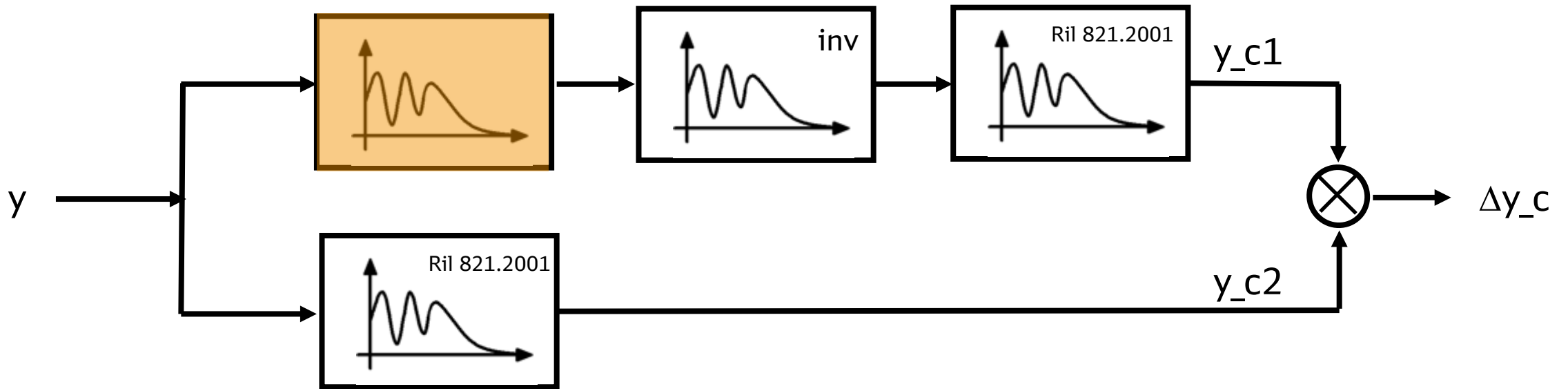
DAS:



Quelle: Plasser&Theurer

Validierung der DAS – Auswertesoftware

Teil 1: theoretische Berechnung

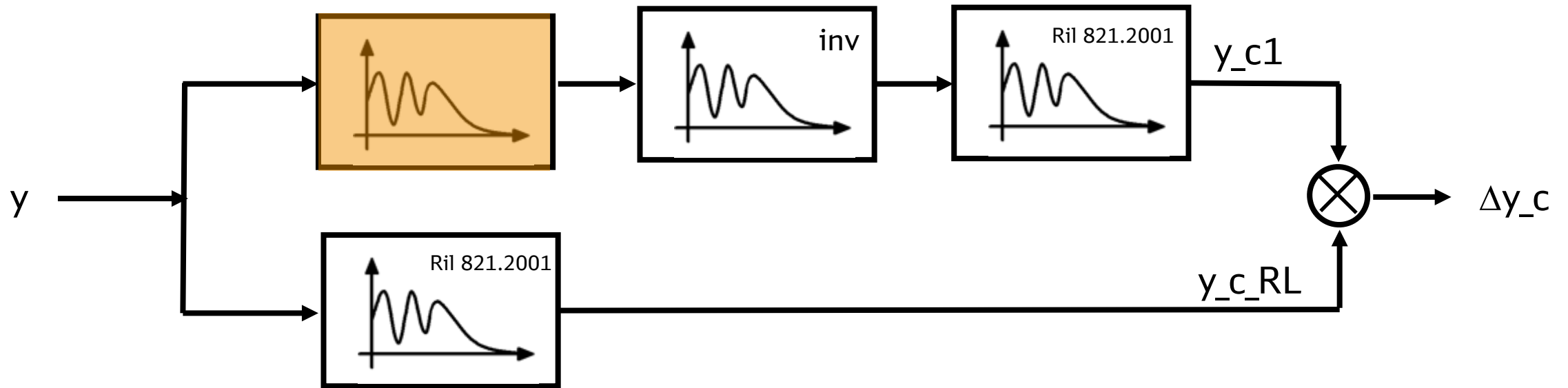


- y – Eingangssignal einer formtreuen Gleisgeometriemessung
- y_{c1} – Wandersehnensignal nach der Rückrechnung
- y_{c2} – Wandersehnensignal aus dem Eingangssignal (Referenz)
- Δy_c – Differenzen der Wandersehnensabtastung

Rückrechnungsverfahren der Wandersehnensmessung sind sowohl in der EN 13848 als auch im ISO TR 8955 vollständig beschrieben.

Validierung der DAS – Auswertesoftware

Teil 2: Vergleich zum RAILab



y – Eingangssignal einer formtreuen Gleisgeometriemessung

y_c1 – Wandersehnensignal nach der Rückrechnung

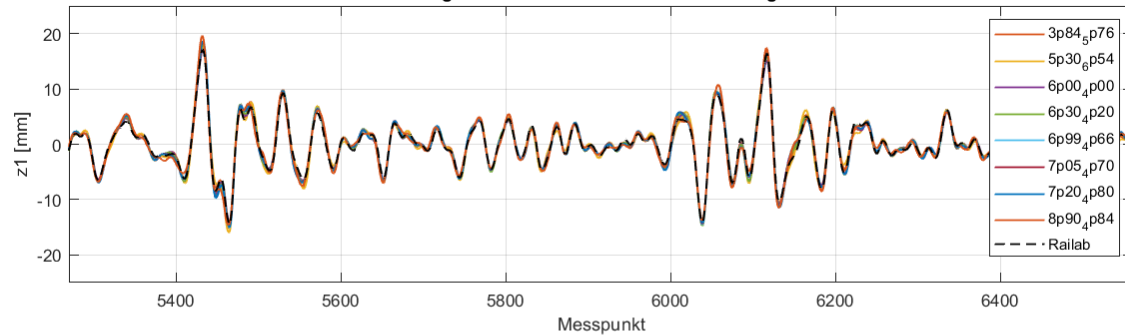
y_c_RL – Wandersehnensignal der Originalmessung eines Messfahrzeugs, z.B. vom RAILab

Δy_c – Differenzen der Wandersehnensabtastung

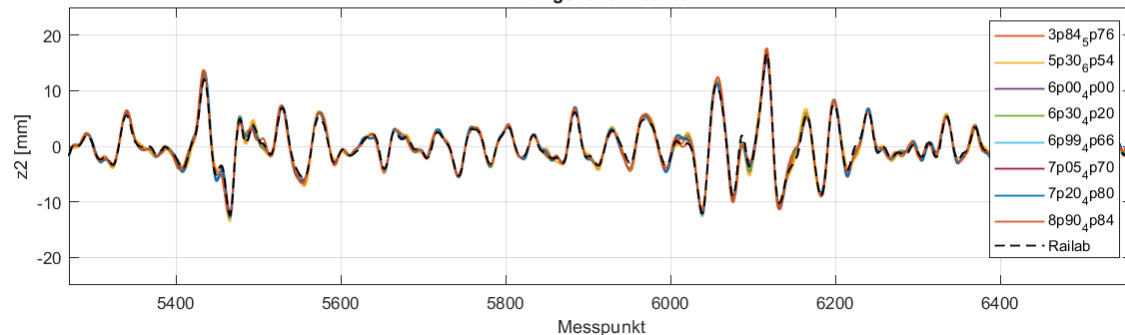
Rückrechnungsnachweis für alle bekannte Messsehn

Umrechnung der Längshöhe

Prüfung des Digitalen Aufzeichnungssystems: Messung MG19070808
Rückrechnung verschiedener Wandersehn - Längshöhe links

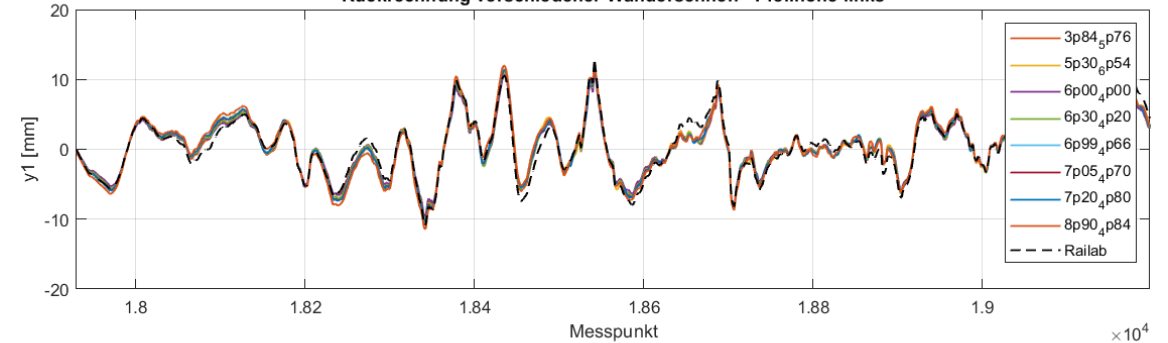


Längshöhe - rechts

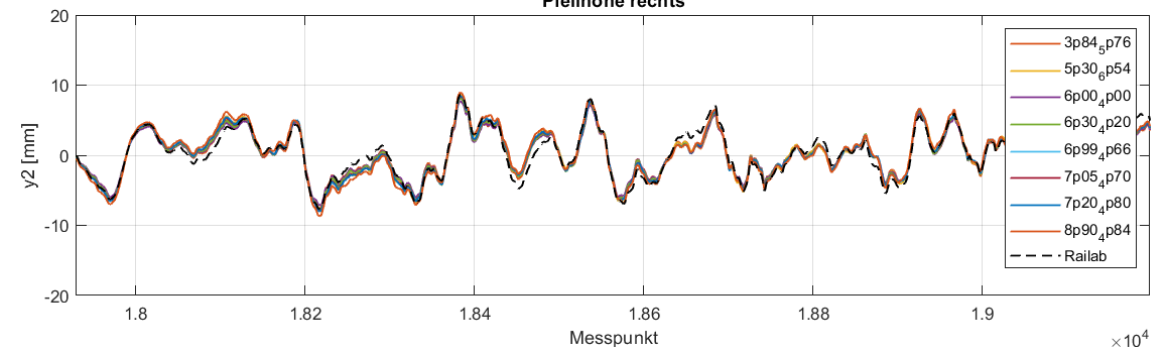


Umrechnung der Pfeilhöhe

Prüfung des Digitalen Aufzeichnungssystems: Messung MG19070808
Rückrechnung verschiedener Wandersehn - Pfeilhöhe links



Pfeilhöhe rechts



Nach der erfolgreichen Prüfung hat die BAV-Gleistechnik im 2022 eine neue Produktfreigabe für DAS 5.0 (Plasser&Theurer) sowie für TARS, Version 1.10.0 (System 7) erteilt.

1. Gleisgeometrie und Messsysteme
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
- 5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen**
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. Ausblick

Metrologische Untersuchung der Gleisgeometriemesstechnik an Stopfmaschinen



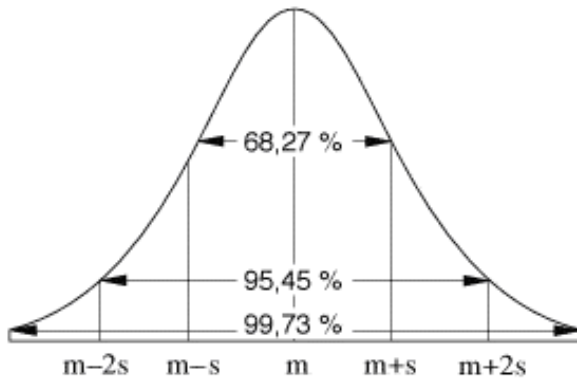
ISO 10012:2026 - Quality management – Requirements for measurement management systems legt Anforderungen an ein Messmanagementsystem fest, das Vertrauen in die Gültigkeit und Zuverlässigkeit von Messergebnissen gewährleistet.

Demzufolge müssen alle Messsysteme metrologisch bestätigt, d.h. es wird sichergestellt, dass die metrologischen Merkmale der Messmittel die metrologischen Anforderungen an den Messprozess erfüllen.

Die metrologische Bestätigung umfasst die Kalibrierung und Verifizierung von Messmitteln.

Bewertung der Reproduzierbarkeit – Fähigkeit des Messsystems unter varierten Bedingungen übereinstimmende Ergebnisse zu liefern, wenn innerhalb kurzer Zeitabstände wiederholt dasselbe Gleisabschnitt gemessen wird.

Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit – diese Kennzahl grenzt einen Wertebereich ein, innerhalb dessen der wahre Wert der Messgröße mit einer anzugebenden Wahrscheinlichkeit liegt.

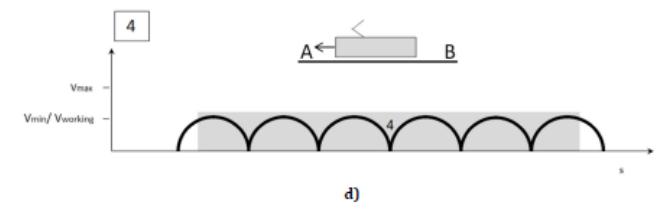
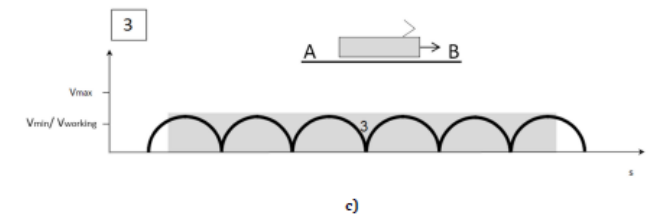
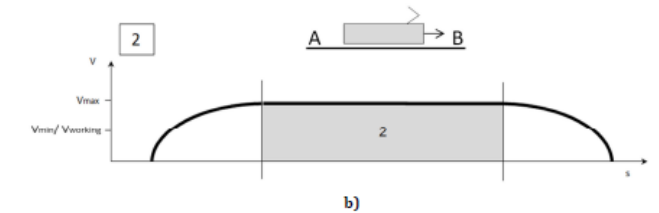
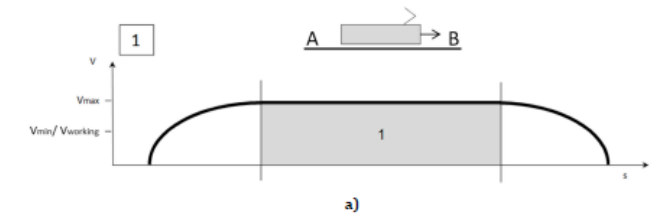
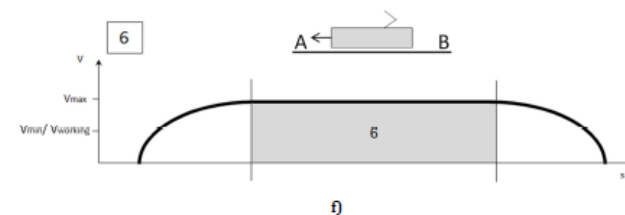
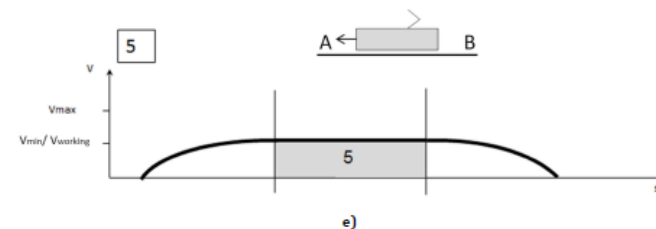


Anforderung an Gleisgeometriemesssysteme EN 13848 - 3

Messsysteme – Gleisbau und Instandhaltungsmaschinen

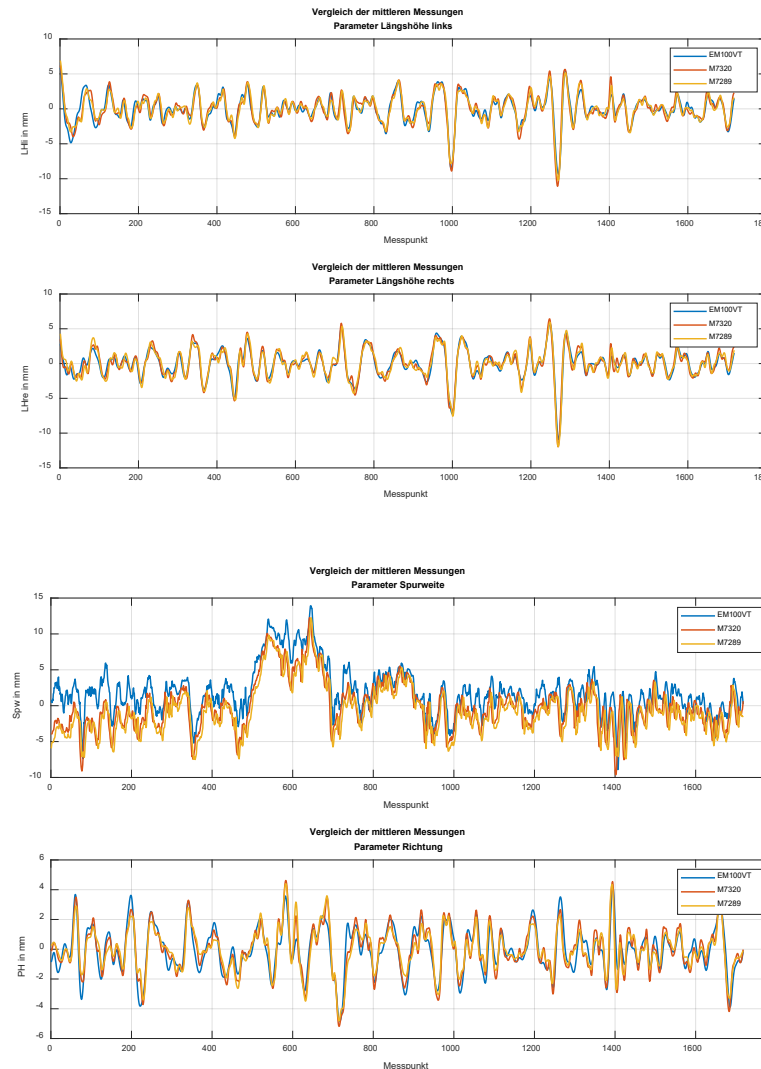
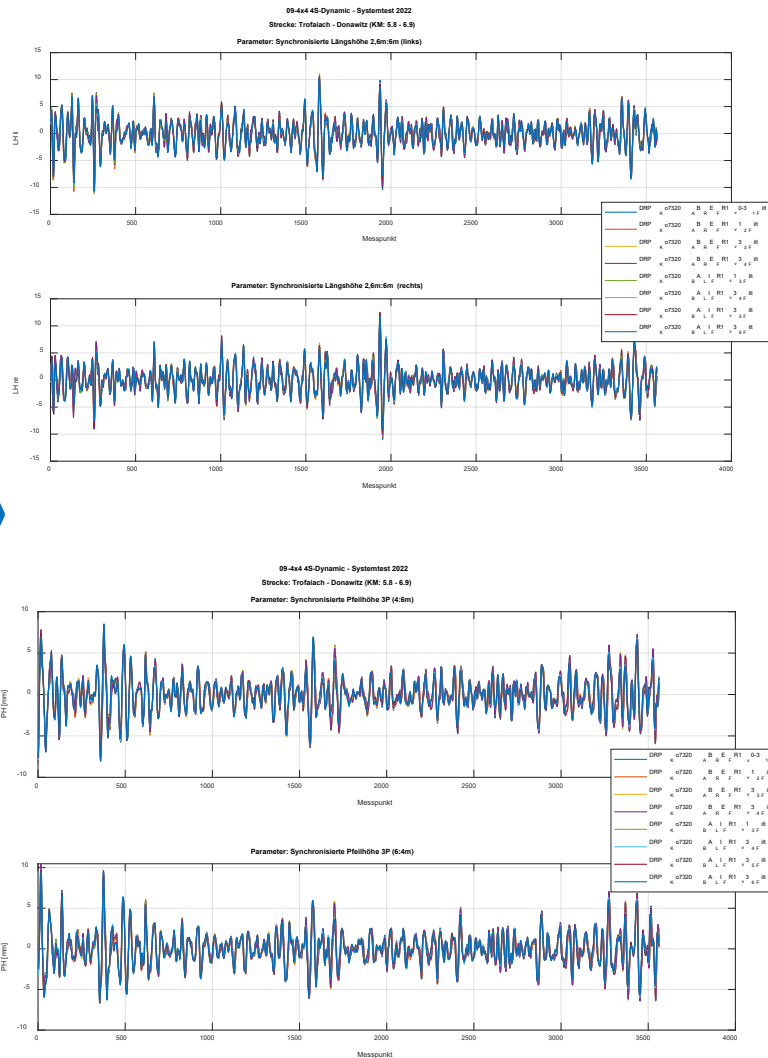
Verfahren und Kriterien für die **Messsystemvalidierung**:

- Anforderungen an die Teststrecke (Trassierung; Gleislagequalität)
- Anforderungen an die Messfahrten (Geschwindigkeit; Messrichtung; Fahrzeugorientierung)
- Auswertemethodik
- Bewertungskriterien
- Bewertung der Wiederholbarkeit (normativ)
- Bewertung der Reproduzierbarkeit (normativ)
- Ermittlung der Messunsicherheit (informativ)



Metrologische Prüfung neuer Stopfmaschinen Anforderungen der DB InfraGO

Bewertung der **Reproduzierbarkeit** und der **erweiterten Messunsicherheit**



Bewertung der **Vergleichbarkeit zur Referenz** und **Eliminierung der systematischen Fehler**



Blick in die Europäische Normen

EN13848-3 : Anforderungen an Gleisgeometriemesssysteme an Gleisbau und Instandhaltungsmaschinen

Abnahme von Gleisarbeiten - EN 13231-1

Tabelle C.4 — Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Längshöhe und Richtung — 95. Perzentil

Parameter	Maße in Millimeter	
	Wellenlängenbereich	
	D1	D2
Längshöhe	2	3
Richtung	2	3

Tabelle C.5 — Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Spurweite und Überhöhung — 95. Perzentil

Parameter	Maße in Millimeter
Spurweite	1,5
Überhöhung	2,5

Tabelle C.6 — Reproduzierbarkeit — Parameterdaten — Verwindung — 95. Perzentil

Parameter	Maße in Millimeter/Meter	
	$\ell \leq 5,5 \text{ m}$	$5,5 \text{ m} < \ell \leq 20 \text{ m}$
Verwindung	$2/\ell$	$3/\ell$
ℓ : Basislänge der Verwindung		

ANMERKUNG In der oberen Tabelle ist keine Unterscheidung zwischen direkter und indirekter Messung der Verwindung berücksichtigt.

Tabelle 1 — Abnahmetoleranzen für belastete Gleise — Neubau und Erneuerung

Parameter	Verkehrsart				
	I	II	III	IV	V
	Geschwindigkeitsbereich				
	km/h				
	$v \leq 80$	$80 < v \leq 120$	$120 < v \leq 160$	$160 < v \leq 230$	$230 < v \leq 360$
Spurweite für Gleise (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	+4/-3	+4/-3	+4/-2	+4/-2	+3/-2
Spurweiten für Weichen und Kreuzungen und Schienenauszugsvorrichtungen ^b (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	+4/-3	+4/-3	+4/-3	+4/-3	+4/-3
gegenseitige Höhenlage (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	±3	±3	±3	±3	±3
10 m Sehne Längshöhe (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±7	±5	±4	±3,5	±3,5
D1 Längshöhe (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±5	±3,5	±3	±2,5	±2,5
D2 Längshöhe (mm) ^c (Mittelwert-zu-Spitze)	N/A	N/A	N/A	±3	±2
10 m Sehne Richtung (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±6	±4,5	±3,5	±3,5	±3,5
D1 Richtung (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±4,5	±3,5	±2,5	±2,5	±2,5
D2 Richtung (mm) ^c (Mittelwert-zu-Spitze)	N/A	N/A	N/A	±3	±2
Verwindung über 3 m (mm) ^d (Abweichung von Sollwert zu Spitze)	±4,5	±3	±3	±3	±3

Vergleich der Abnahmewerte zwischen Ril und EN

Abnahme von Gleisarbeiten - EN 13231-1

Tabelle 1 — Abnahmetoleranzen für belastete Gleise — Neubau und Erneuerung

Abnahme von Gleisarbeiten – Ril 824.0550

2 Abnahme Gleise und Weichen - SR₀-Werte

SR₀-Werte

- (1) Für die Abnahme sind die SR₀-Werte der Tabellen 3 bis 5 einzuhalten.

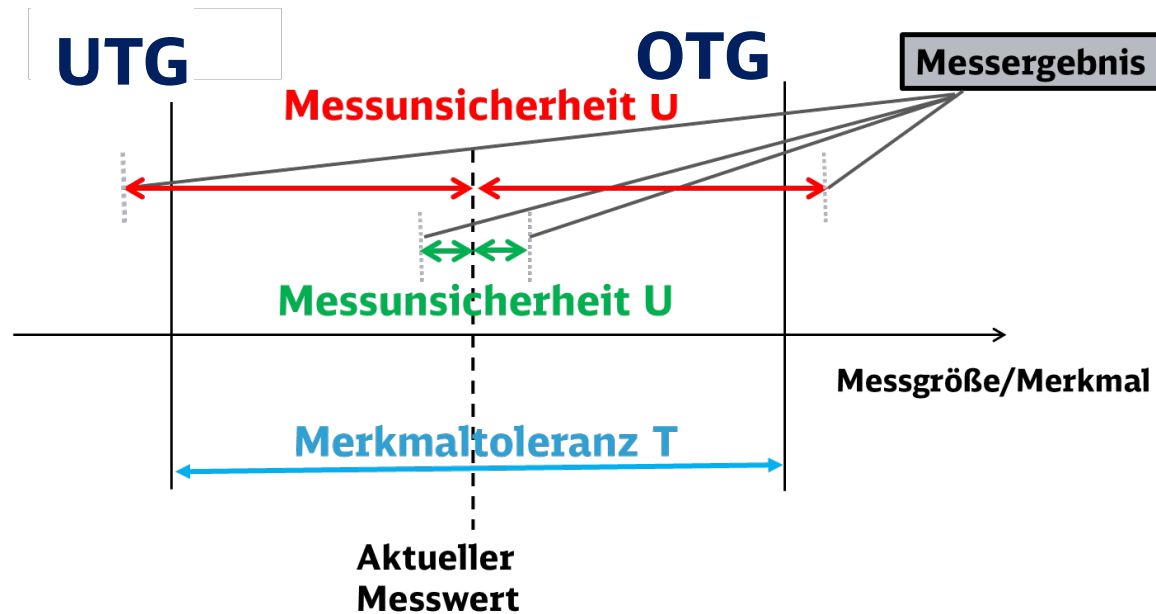
Parameter	Auswertung	Einheit	SR ₀ -Werte Gleise, Neu-/Umbau		
			v ≤ 80 km/h	80 km/h < v ≤ 160 km/h	v > 160 km/h
Längshöhe	Null / Spitze	mm	4	3	2
Überhöhungsdifferenz	Sollwert / Istwert	mm	3	3	2
Richtung	Null / Spitze	mm	4	3	2

Tabelle 3: SR₀-Werte Gleise, Neu- bzw. Umbau

Parameter	Verkehrsart				
	I	II	III	IV	V
	Geschwindigkeitsbereich				
	km/h				
	v ≤ 80	80 < v ≤ 120	120 < v ≤ 160	160 < v ≤ 230	230 < v ≤ 360
Spurweite für Gleise (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	+4/-3	+4/-3	+4/-2	+4/-2	+3/-2
Spurweiten für Weichen und Kreuzungen und Schienenauszugsvorrichtungen ^b (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	+4/-3	+4/-3	+4/-3	+4/-3	+4/-3
gegenseitige Höhenlage (mm) (Abweichung von Sollwert ^a)	±3	±3	±3	±3	±3
10 m Sehne Längshöhe (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±7	±5	±4	±3,5	±3,5
D1 Längshöhe (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±5	±3,5	±3	±2,5	±2,5
D2 Längshöhe (mm) ^c (Mittelwert-zu-Spitze)	N/A	N/A	N/A	±3	±2
10 m Sehne Richtung (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±6	±4,5	±3,5	±3,5	±3,5
D1 Richtung (mm) (Mittelwert-zu-Spitze)	±4,5	±3,5	±2,5	±2,5	±2,5
D2 Richtung (mm) ^c (Mittelwert-zu-Spitze)	N/A	N/A	N/A	±3	±2
Verwindung über 3 m (mm) ^d (Abweichung von Sollwert zu Spitze)	±4,5	±3	±3	±3	±3

Die 10 m lange Messsehne wird in der EN 13231-1 nicht näher definiert.

Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit



Merkmaltoleranz T – minimaler SR_0 Wert

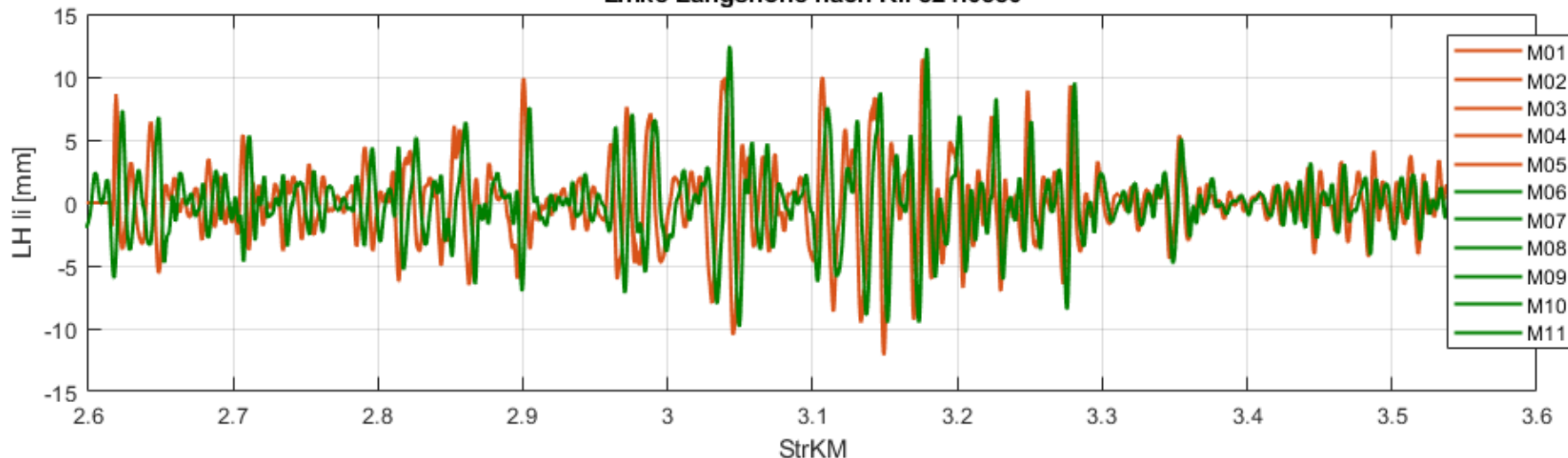
Zulässige Messunsicherheit U_{\max}
 $U_{\max} = T/4$

Parameter	Einheit	$v \leq 80$ km/h	80 km/h $< v \leq 160$ km/h	$v > 160$ km/h
Längshöhe	mm	4	3	2
Überhöhungsdifferenz	mm	3	3	2 T
Pfeilhöhe	mm	4	3	2

Beispiel einer metrologischen Messkampagne

Metrologie 2025 - MATISA MaNr 6658: Synchronisation der Messungen über die komplette Strecke 1600-0

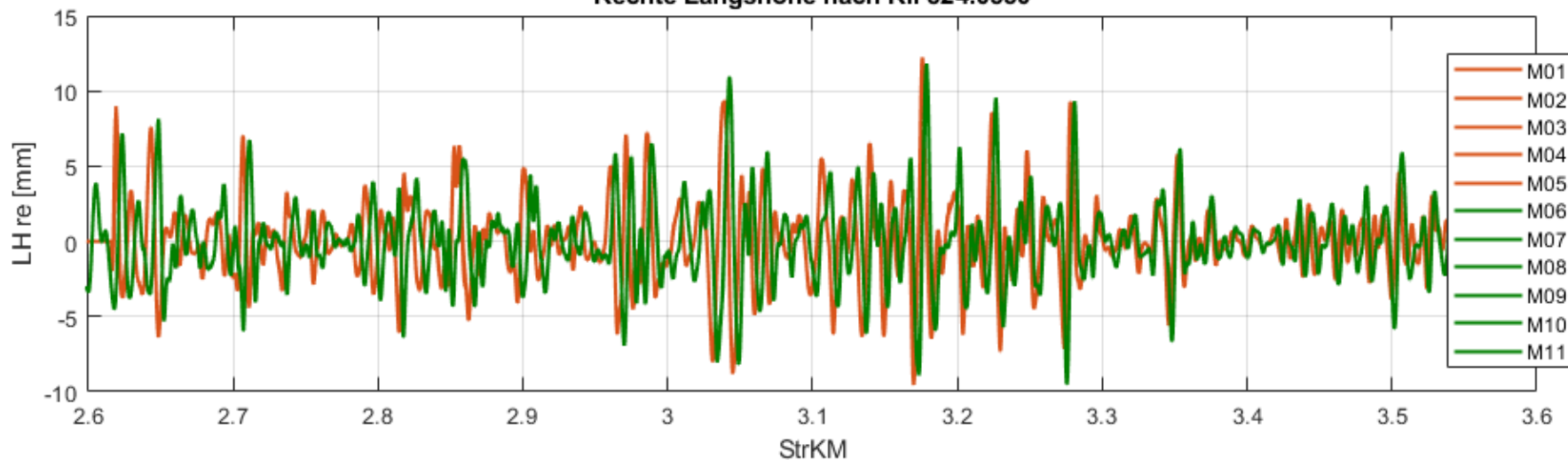
Linke Längshöhe nach Ril 824.0550



Messfahrten 01-05:

gegen die Hauptfahrtrichtung

Rechte Längshöhe nach Ril 824.0550



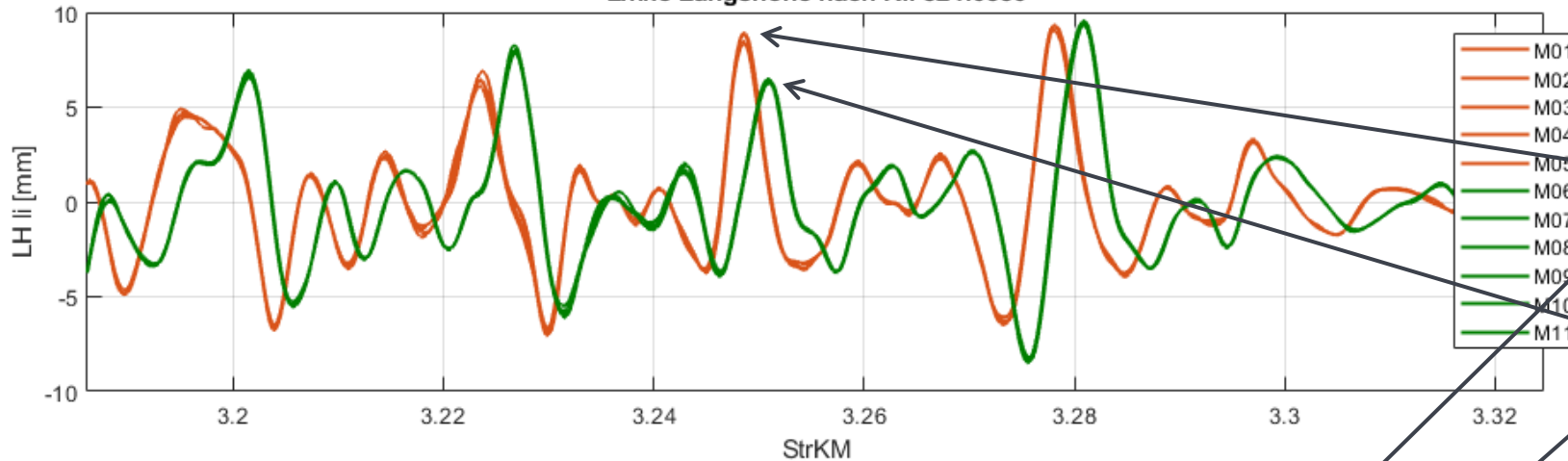
Messfahrten 06-11:

in der Hauptfahrtrichtung

Systematischer Fehler → Orientierung der Wandersehne

Detail-Darstellung

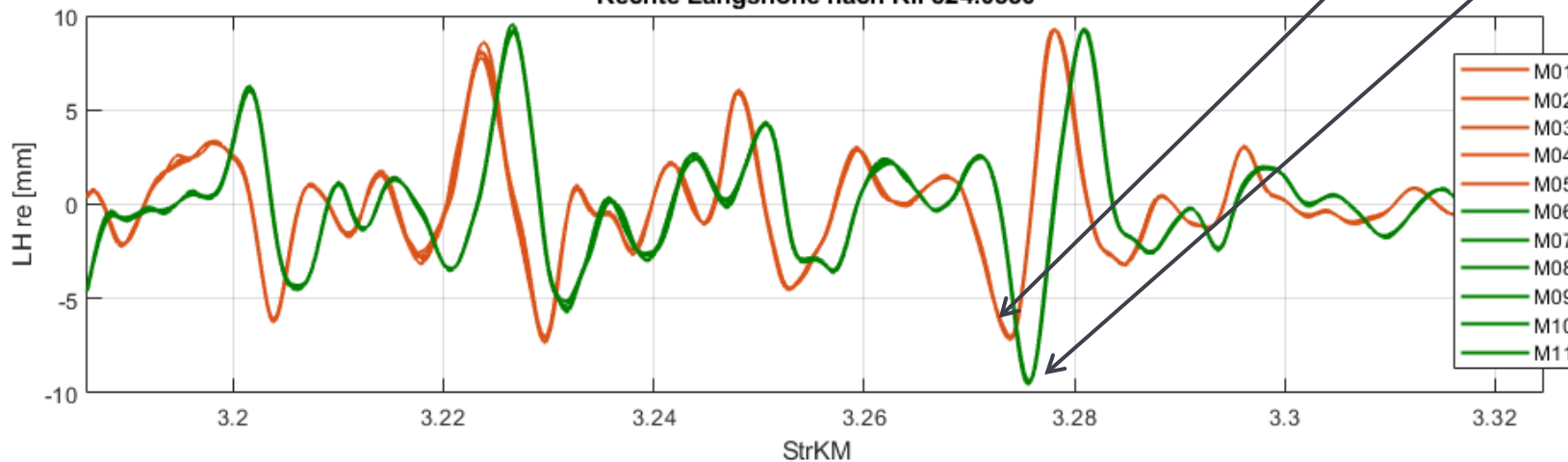
Metrologie 2025 - MATISA MaNr 6658: Synchronisation der Messungen über die komplette Strecke 1600-0
Linke Längshöhe nach Ril 824.0550



Räumliche Verschiebungen der Messwerte

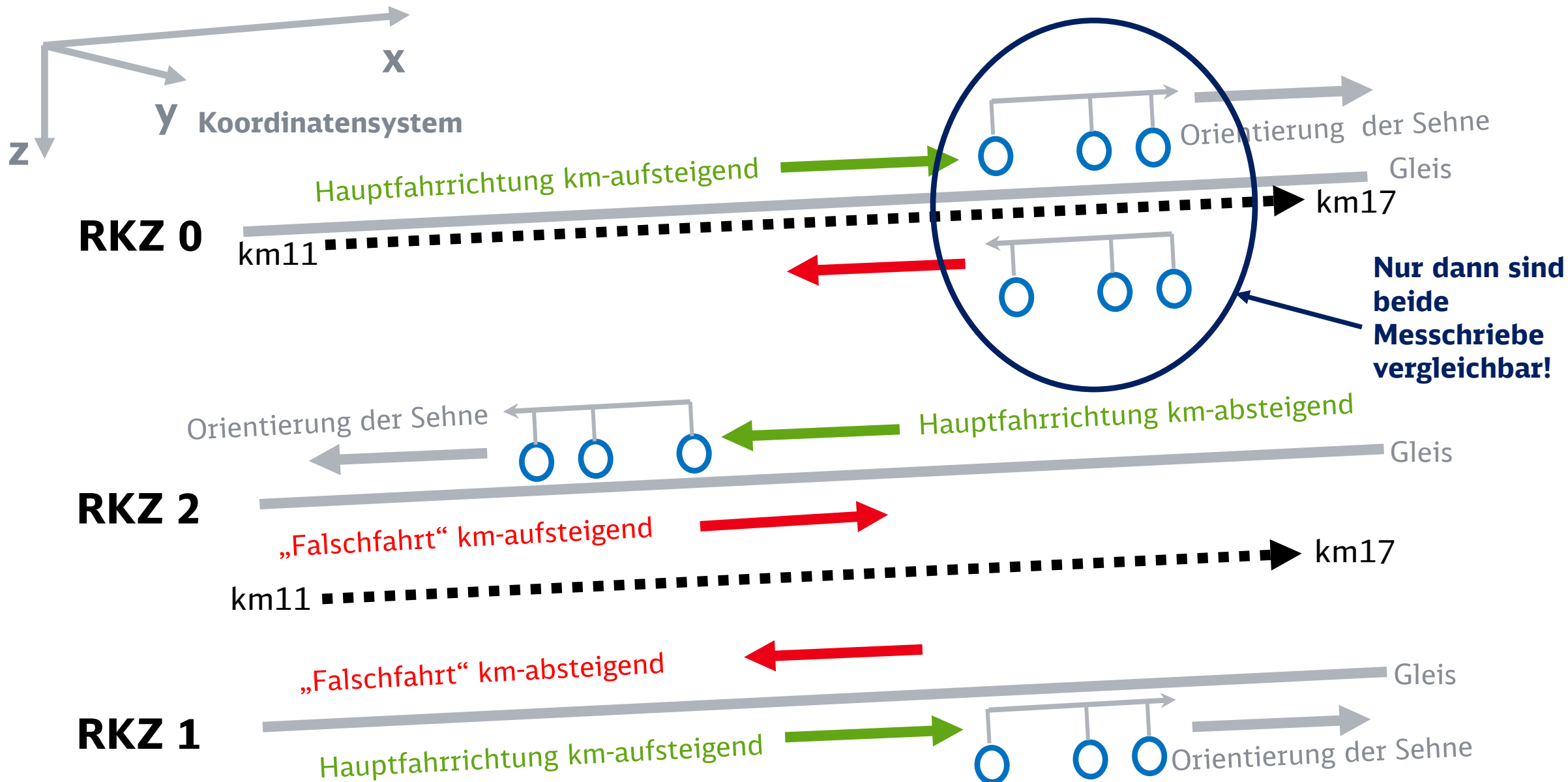
Amplitudenunterschiede > 2 mm

Rechte Längshöhe nach Ril 824.0550



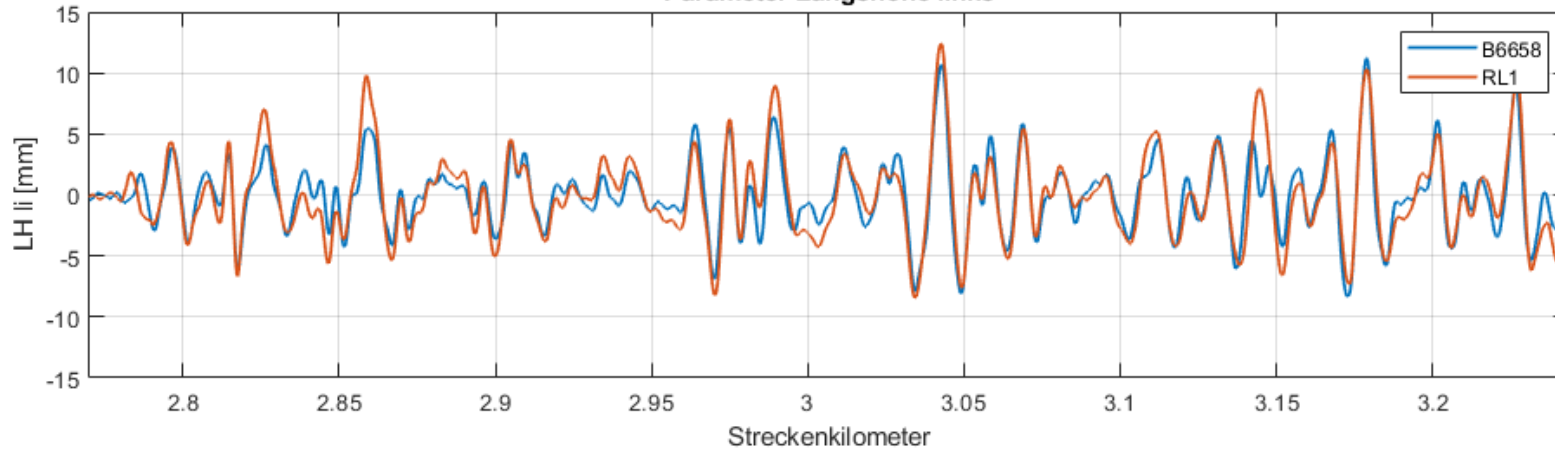
Bei der Dokumentation der Freigabewerte nach Ril 824.0550 kann dies bedeuten, dass in solchen Fällen bereits ein **SR_{lim} Wert** erreicht wurde.

Vorgaben aus dem Regelwerk

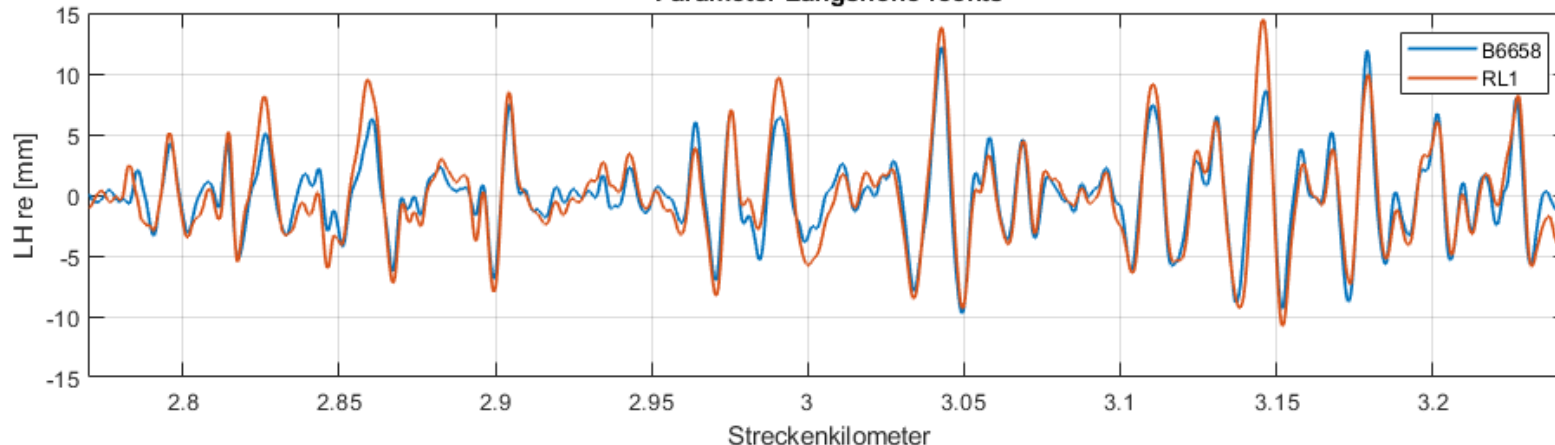


Vergleichbarkeit zum Referenzmesssystem

Metrologie B6658: Vergleichbarkeit B6658 zum RAILab 1
Parameter Längshöhe links



Metrologie B6658: Vergleichbarkeit B6658 zum RAILab 1
Parameter Längshöhe rechts



Das Ergebnis der Gleisgeometriemessung bei den Arbeitsmaschinen ist ein Zusammenspiel zwischen der mechanischen bzw. der inertialen Messtechnik und der DAS-Auswertesoftware.

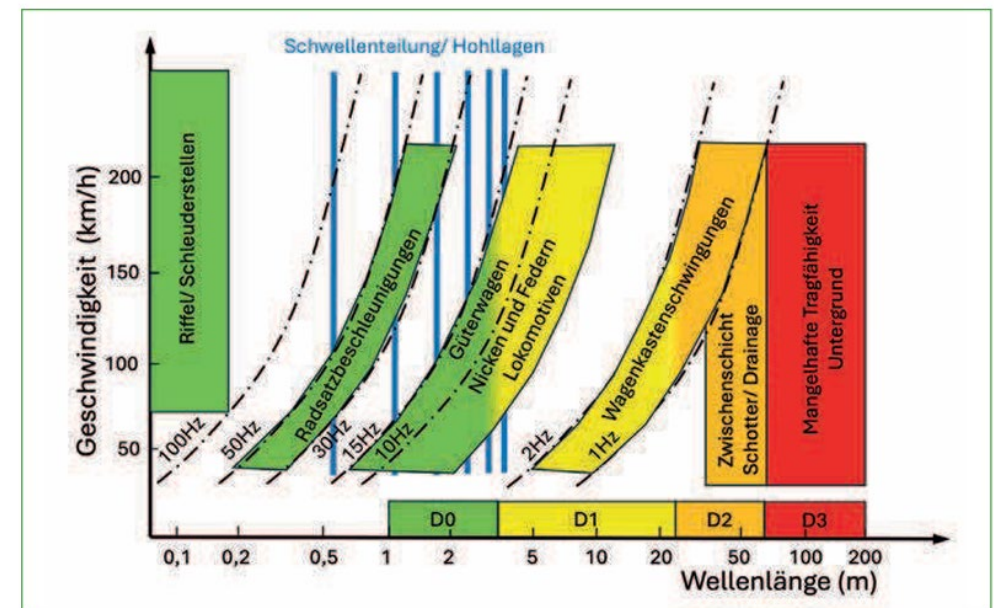
Systematische Fehler können jedoch nur durch Abgleich mit einem geeigneten Referenzmesssystem identifiziert werden.

Aktuell sind nur Abnahmeschriebe beim Arbeiten in Hauptfahrtrichtung mit den Referenzmessungen vergleichbar -> **Auflagen in den Arbeitsberechtigungen**

Neues Lastenheft für DAS

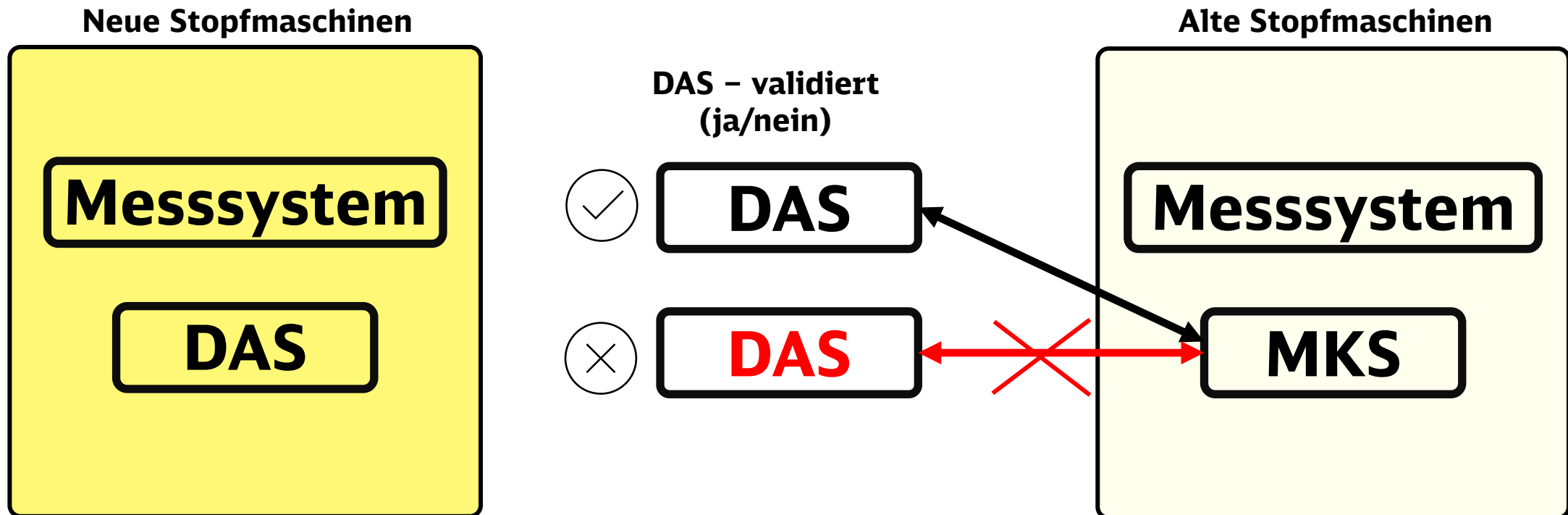
DAS – Lastenheft Version 2025 definiert

- Anforderungen an alle Gleisgeometrieparameter:
 - 1.) Entsprechend der DB-internen Richtlinien bezüglich der Sehnenlänge, -teilung, und -orientierung
 - 2.) nach EN 13848 – Ausgabe der formtreuen Längs- und Pfeilhöhen in den Wellenlängenbereichen
 - D1 (3-25m) und
 - D2 (25-70m) → relevant für Strecken mit $v_{zul} \geq 160$ km/h
- Format und Inhalte des Mess- und Arbeitsschriebs
- exakte farbliche Darstellung einzelner Parameter im RAL-Format
- Exportformate der Messungen als pdf, csv, xml – diese dienen zur Dokumentation der Stopf- und Richtarbeit im maschinenlesbaren Format für spätere Schnittstelle in die DB-interne Datenbank



Quelle: Dr. Lichtberger, B. System 7

Messsysteme und die DAS-Software



Durch eine **metrologische Prüfung** wird die **Funktionalität des gesamten Messsystems** (mechanische Messtechnik inklusive DAS) bezüglich der Richtlinien der DB InfraGO AG **bestätigt**.

Die einwandfreie **Funktionalität des mechanischen Messsystems** ist **unbekannt!**

Beim Umtausch vom MKS auf ein geprüftes DAS sollte die LH und PH der Richtlinien der DB InfraGO entsprechen.

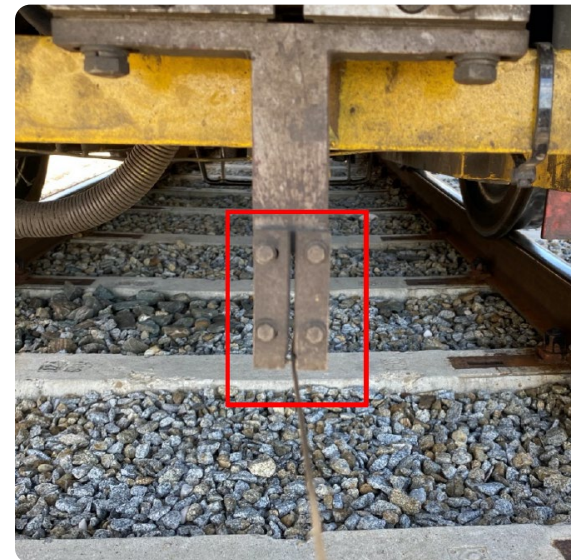
Eine Verifizierung der richtigen Wiedergabe aller relevanten Gleisgeometrieparameter ist dennoch erforderlich!

Mechanische Teile des Messsystems

**Nivelliergeber
fixiert**



**Abgenutzte
Messehnenführung**



**Gerissene
Messehne**



**Verschleiß der
Messräder**



1. Gleisgeometrie und Messsysteme
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
- 6. Wiederkehrende Prüfungen**
7. Ausblick

Vorgaben zu regelmäßigen Validierungen von Messsystemen an Stopfmaschinen Auszug aus der EN 13848-3:

Eine vereinfachte Validierung muss in Übereinstimmung mit dem **Wartungshandbuch des Herstellers** unter folgenden Umständen durchzuführen:

- mindestens die betreffenden Parameter nach einer Wartungs- oder Reparaturvorgang, der sich auf das Messsystem auswirken kann, z. B. nach dem Austausch von Sensoren;
- alle Messparameter mindestens jährlich.



Die **einwandfreie Funktion** des **gesamten Messsystems** muss **regelmäßig bestätigt** werden. Dafür sind **4 Wiederholungsmessungen** vorgesehen, welche in **Abschluss von Wartungsarbeiten** erfolgen und **direkt in der DAS** -Software **statistisch ausgewertet werden** (ToDo Hersteller).

1. Gleisgeometrie und Messsysteme
2. Prinzip der Wandersehnenmessung
3. Dokumentation und Gleislagebeurteilung von Stopf-Richtarbeiten
4. Validierung des Digitalen Aufzeichnungs-Systems
5. Metrologische Prüfungen der Messtechnik an Stopfmaschinen
6. Wiederkehrende Prüfungen
7. **Ausblick**

Generalsanierung der DB-Infrastruktur

Generalsanierung des Hochleistungsnetzes

Besonders störanfällige Hauptkorridore sollen im neuen Verfahren bearbeitet werden.

Während einer Vollsperrung werden Weichen, Schwellen, Oberleitungen, Leit- und Sicherungssysteme sowie Bahnhöfe erneuert.

Instandhaltung weitere

Ziel: ein effizientes, verfügbares, digitales Schienennetz zu schaffen



Die geplanten Instandhaltungen und Generalsanierungen erfordern einen erhöhten Bedarf an Arbeitsmaschinen.



2024

🚧 Frankfurt-Mannheim

2025

🚧 Emmerich - Oberhausen

🚧 Hamburg - Berlin

2026

🚧 Hagen - Wuppertal - Köln

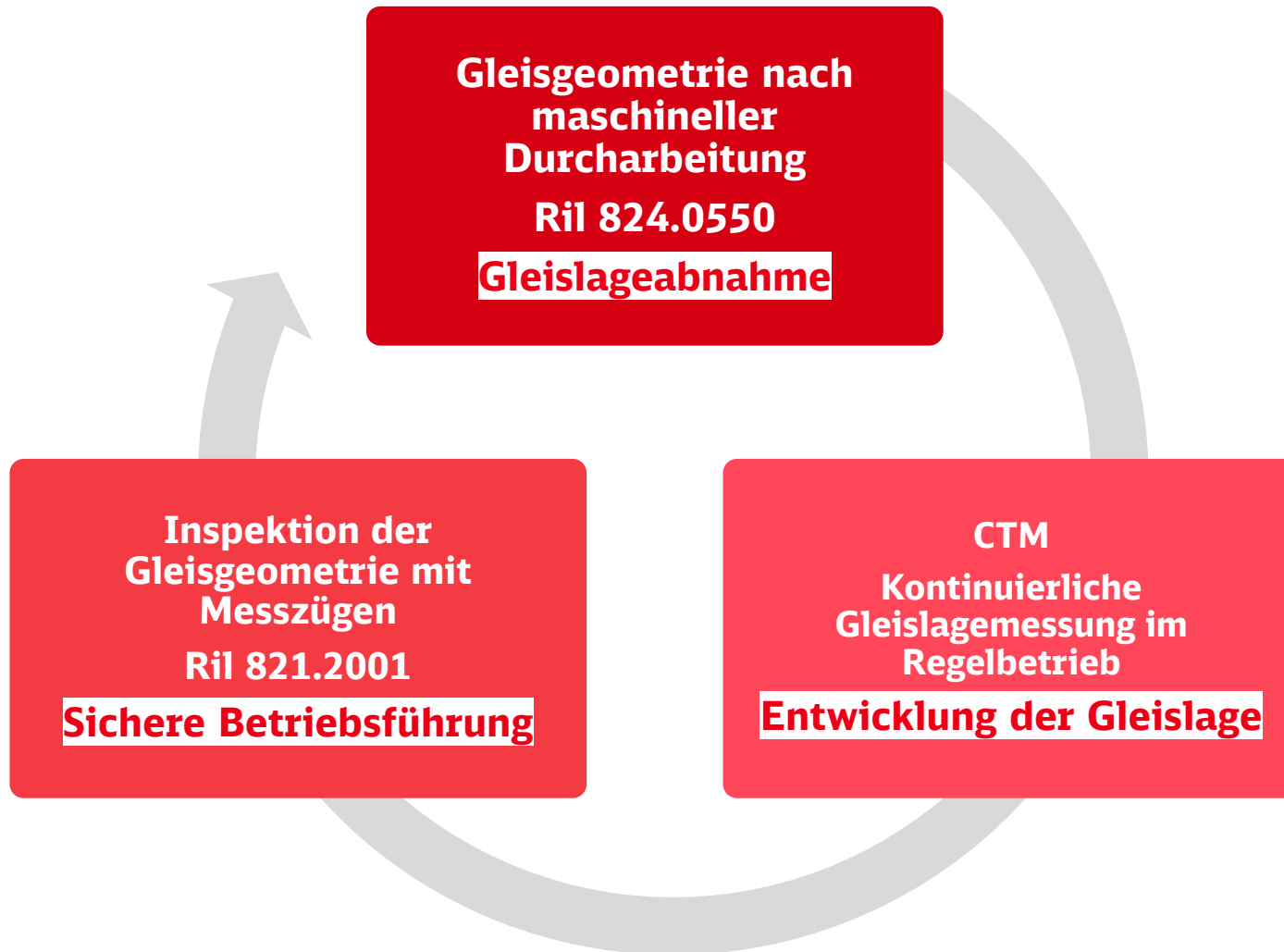
🚧 Nürnberg - Regensburg

🚧 Obertraubling - Passau

🚧 Troisdorf - Unkel

🚧 Unkel - Wiesbaden

Nachhaltige Gleislagequalität



- Sicherstellung der Qualität der Baumaßnahme bei der Gleiserneuerung und maschineller Durcharbeitung; Digitale Dokumentation der Gleisgeometrie nach der Bearbeitung soll digital vorliegen und als Nachweisführung der Abnahme bzw. Freigabe im IIS/IdZ gespeichert werden (Geburtsurkunde der Gleislage)
- Korrekte kontinuierliche Messung der vertikalen Gleislageparameter (LH, GH, VW), dokumentiert im IIS/IdZ dient der Prüfung der Nachhaltigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen, Bewertung des Fehlerwachstums, Prognose der Durcharbeitung möglich
- Inspektion aller Gleisgeometrieparameter – Bewertung der Sicherheit und T/W- Vorrats

Ausblick

Weitere strategische Ziele

Verortung der Stopf – und Richtarbeiten

Präzise Verortung der Stopfmaschinen und feste Zuordnung der durchgeführten maschinellen Gleisbearbeitung zur

- Strecke
- Gleis
- Kilometer

Dokumentation der Abnahme im IdZ - Integration der digitalen Zustandserfassung des Fahrwegs

Sämtliche Gleislagemessungen – Inspektionsmessungen, Ersatzmessungen mit Krabbe **werden in maschinenlesbarer Form gespeichert** und somit allen Anwendern zugänglich gemacht.

Dazu gehört auch die **Dokumentation der Gleislage nach Instandsetzung** → Abnahme – bzw. Freigabe-Schriebe in digitaler Form

Zusammenfassung

- **Die Stopf- Richtmaschinen**, welche für die Instandsetzung der Gleise und Weichen auf dem Netz der DB InfraGO eingesetzt werden, **benötigen eine gültige allgemeine Arbeitsberechtigung**.
- Die allgemeine **Arbeitsberechtigung bescheinigt**, dass diese Maschinen alle, für ihren **Einsatz erforderlichen Anforderungen erfüllen**.
- Die **DB InfraGO** stellt **hohe Anforderungen an die Qualität der Stopfarbeiten**, um eine langfristige Gleislagestabilität zu gewährleisten.
- Ein wichtiger Teil der **Eignungsprüfung** ist die **metrologische Validierung** der an den Maschinen eingebauten Messtechnik.
- Die **Qualität der gemessenen Gleisgeometrieparameter** spielt eine **wichtige Rolle** bei der **Abnahme** und der **Dokumentation** der durchgeführten maschinellen Gleisarbeiten.



Feedback



**Feedback zum Kundentag und der
Arbeit der Prüforganisation**



**Webseite der Prüforganisation
und Unterlage zum Herunterladen**

Vielen Dank