

**„Zur Verschleißreduktion von Gleisen
in engen Bögen“**

Dissertationsschrift

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Florian Auer

ANHÄNGE

Juni 2010

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1

Auer, F.
„Untersuchungen zum Einsenkungsverhalten von Gleisschwellen“
Unveröffentlichter Bericht

Anhang 2

Auer, F.
„Vergleich der Biegemomente in Schwellenmitte von unbesohnten und besohnten Betonschwellen im Versuchsabschnitt Timelkam“
Teilbericht für das UIC-Projekt „USP in track“ – Anhang 2

Anhang 3

Auer, F.
„Lastabtragung der Lateralkräfte – Ein vereinfachtes Modell“
Unveröffentlichter Bericht

Anhang 4

Auer, F.
„Messung der Schienenneigung und Schienenkipfung in Bogengleisen mit und ohne Schlupfwellenbildung“
Unveröffentlichter Bericht

Anhang 5

Auer, F.
„Untersuchungen zum Verschleißverhalten von Zwischenlagen“
Auszug Unveröffentlichter Bericht

Anhang 6

Auer, F.
„Verschleißverhalten von Zwischenlagen im Bereich der Pyhrnbahn“
Auszug Unveröffentlichter Bericht

Anhang 7

Auer, F.

„Untersuchungen zum Schwingungsverhalten von Gleisschwellen“
Unveröffentlichter Bericht

Anhang 8

Auer, F.

„Frequenzanalyse der Schlupfwellen im Versuchsabschnitt Scheifling - Mariahof“
Auszug Unveröffentlichter Bericht

Anhang 9

Auer, F.

„Messschiebe von ausgewählten Gleisbögen“
Unveröffentlichter Bericht

Anhang 10

Auer, F.

„Vergleich des Verschleißverhaltens eines Standard- und verschleißoptimierten Bogengleises bei Scheifling“
Auszug Unveröffentlichter Bericht

Anhang 1

Untersuchungen zum Einsenkungsverhalten von Bahnschwellen

Wien, 8. Juni 2010

Hintergrund

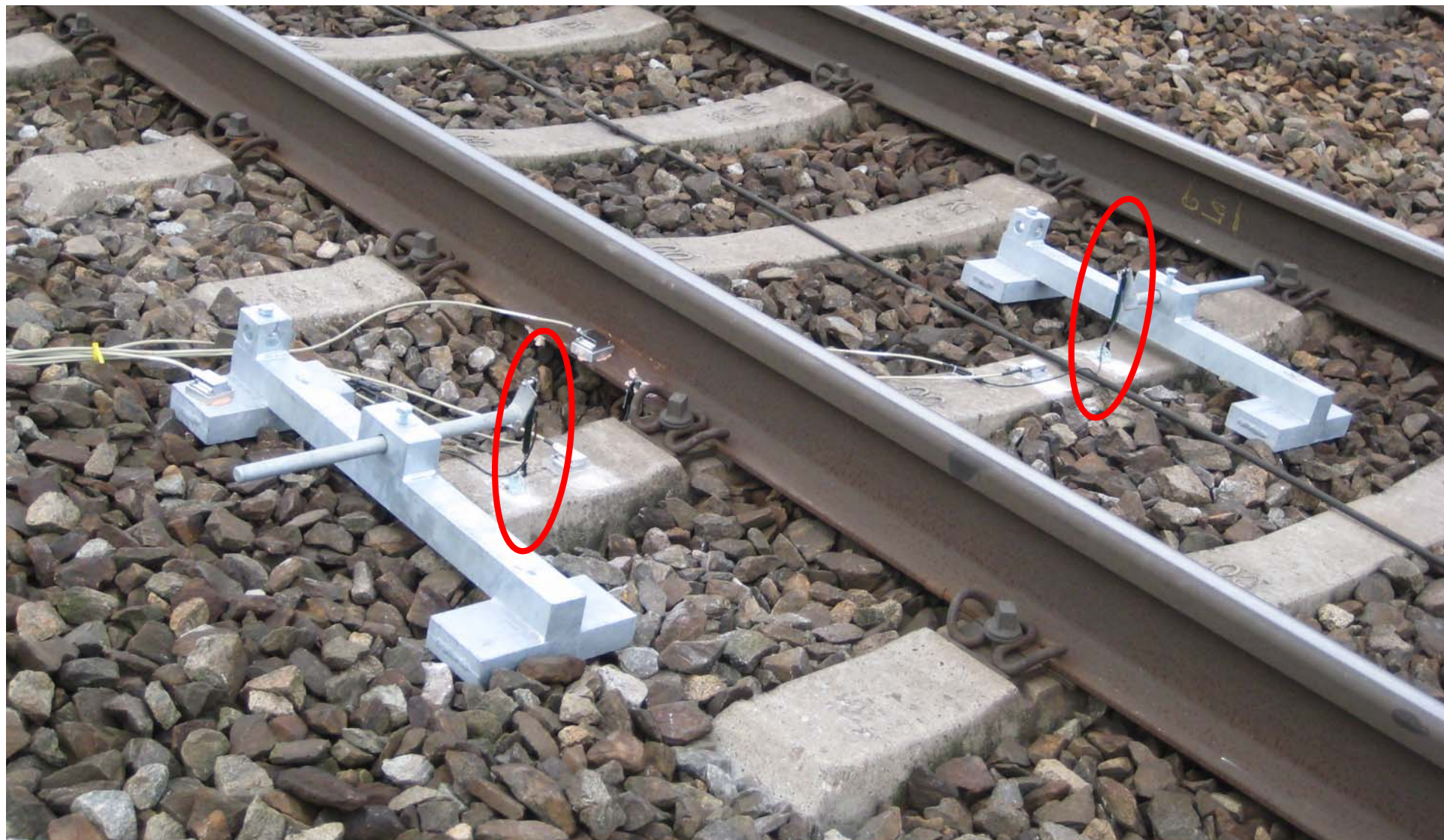
Eigene Beobachtungen an verschiedensten Gleisabschnitten führen zu dem Schluss, dass Hohllagen unter unbesohlenen Betonschwellen häufiger auftreten als bislang angenommen.

Aufgabenstellung

In der vorliegenden Arbeit soll die Frage beantwortet werden, wie häufig Hohllagen unter den Betonschwellen auftreten.

Anordnung der Messgeber

Es wurden für diese Untersuchung an verschiedenen Stellen im Netz vertikale Wegmessungen an den Schwellenköpfen und in Schwellenmitte durchgeführt. Die Einsenkungsmessung erfolgt gegenüber einem an der Schotteroberfläche eingebrachten Messrahmen.



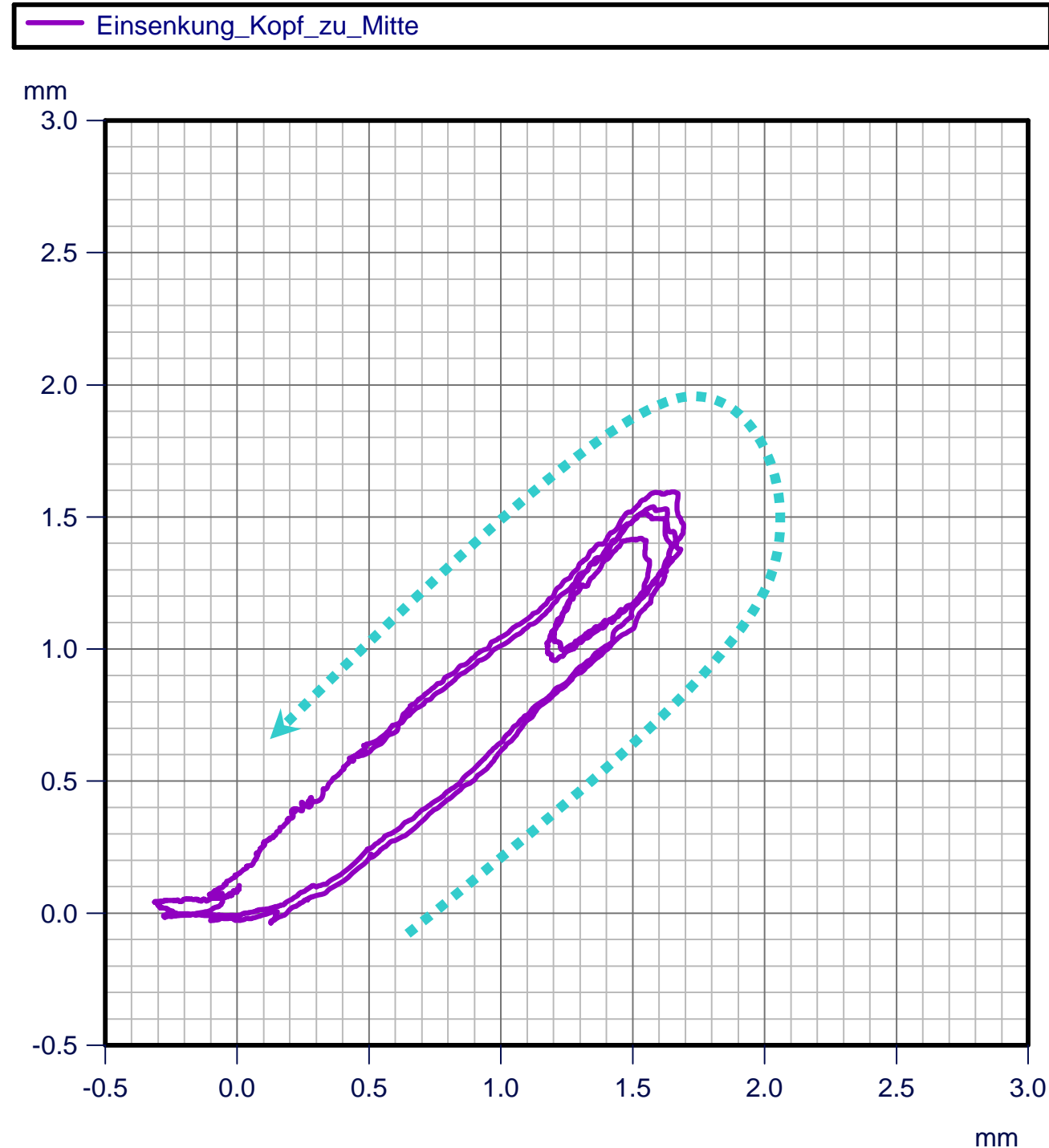
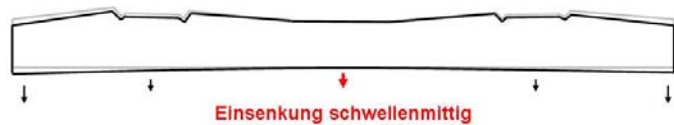
Übersicht Messungen

Übersicht FAZ Messungen

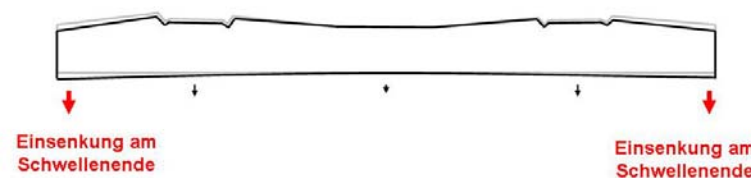
Mess-Bezeichnung	Datum	Strecke	Gleis	km	Radius	Überhöhung	Schiene	Schienengüte	Zwischenlage	Befestigung	Schwelle	Besohlungstyp
1 Gleisdorf		7141	1	221,615	-	-	49 E1	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
2 Kaiserebersdorf		2912	2	11,322	252 m	80 mm	49 E1	R 260	Zw-K2a	Ski 14		unbesohlt
3 Pöndorf		4014	1	276,600	430 m	150 mm	60 E1 (2001)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2001)	SLS 1308G
			1	276,580	430 m	150 mm	60 E1 (2001)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2001)	SLS 1308G
4 Scheifling		8132	2	271,85	297 mm	110 mm	60 E1 (2000)	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	L2 (2001)	S 600 / 8
5 Schwanenstadt		4013	2		WEICHE 51							
6 Rum		6012	2	68,940	-	-	60 E1	R260	Zw K2a	Ski 1	BE 19a (1990)	unbesohlt
		6012	2	68,910	-	-	60 E1	R260	Zw K2a	Ski 1	BE 19a (1990)	unbesohlt
7 Aschbach		2306	4		WEICHE 51							
8 Markersdorf		2306	3	71,580	-	-	60 E1 (2000)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2000)	SLS 1308G
		2306	3	71,620	-	-	60 E1 (2000)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2000)	SLS 1308G
9 Übelstein	20.11.2009	8052	1	160,060	352 m	150 mm	60 E1 (2008)	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	K1 (2008)	SLB 3007 G
10 Gramatneusiedl	01.12.2009	1191	1	12,789	751 m	60 mm	60 E1 (1998)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1? (1998)	S 600 / 8
	01.12.2009	1191	1	12,829	751 m	60 mm	60 E1 (1998)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1? (1998)	unbesohlt
11 ZvBf		2311	2	0,8	310 mm	60 mm	49 E1 (1985)	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
12 Kaponig		8066	1	52,2	805 m	100 mm	60 E1 (1989)	R 260	Zw 700	Ski 15	Feste Fahrbahn	
13 Aschbach2		2307	4	135,9	-	-	60 E1	R 260	Zw 700	Ski 14	K1?	unbesohlt
14 Liezen		3023	1	97,45	-	-	54 E2 (1975)	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
15 Rennweg		2912	1	3,55	215 m	0 mm	60 E1 (2000)	R 260			Feste Fahrbahn	
		2912	1	3,55	215 m	0 mm	60 E1 (2000)	R 260			Feste Fahrbahn	
16 HDS_StPoelten		1102	2	46,1	214 m	100 mm	60 E1	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	HDS1	USM 316 und SLB 3007 G
17 Kaiserebersdorffl		2912	2	11,322	252 m	80 mm	49 E1	R 260	Zw-K2a	Ski 14		unbesohlt
18 2009_06_08_Scheifling_I												
19 2009_06_09_Scheifling_I												
20 2009_07_13_Prinzersdorf_I												

Gleisdorf – Holzschwelle

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Holzschwelle liegt satt im Schotterbett, Schienenbefestigung locker.

M005

1016/1116

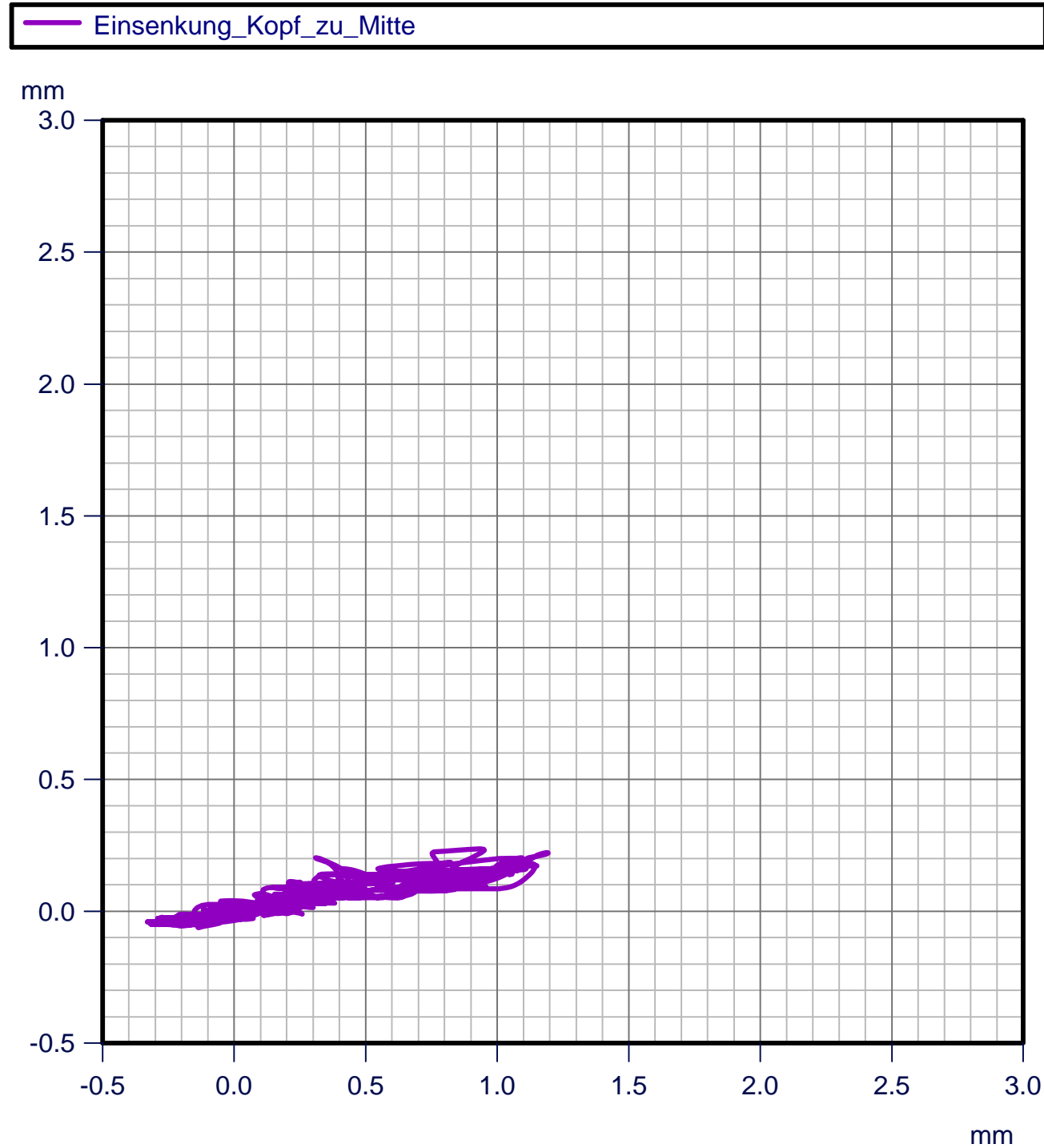
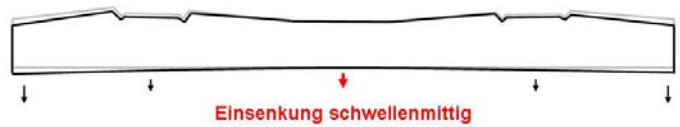
V = 40,0 km/h

Radius: -

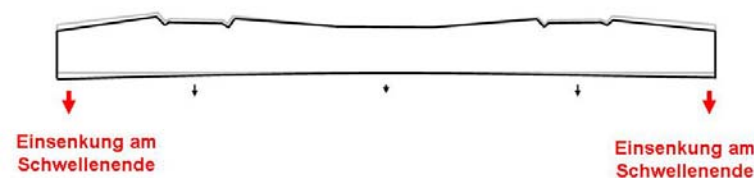
Überhöhung:-

Kaiserebersdorf – Betonschwelle unbesohlt, Schlupfwellen

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Messwert Schwellenkopf
bogenaußen und
bogeninnen gemittelt.

Schlupfwellen!

M010

1016/1116

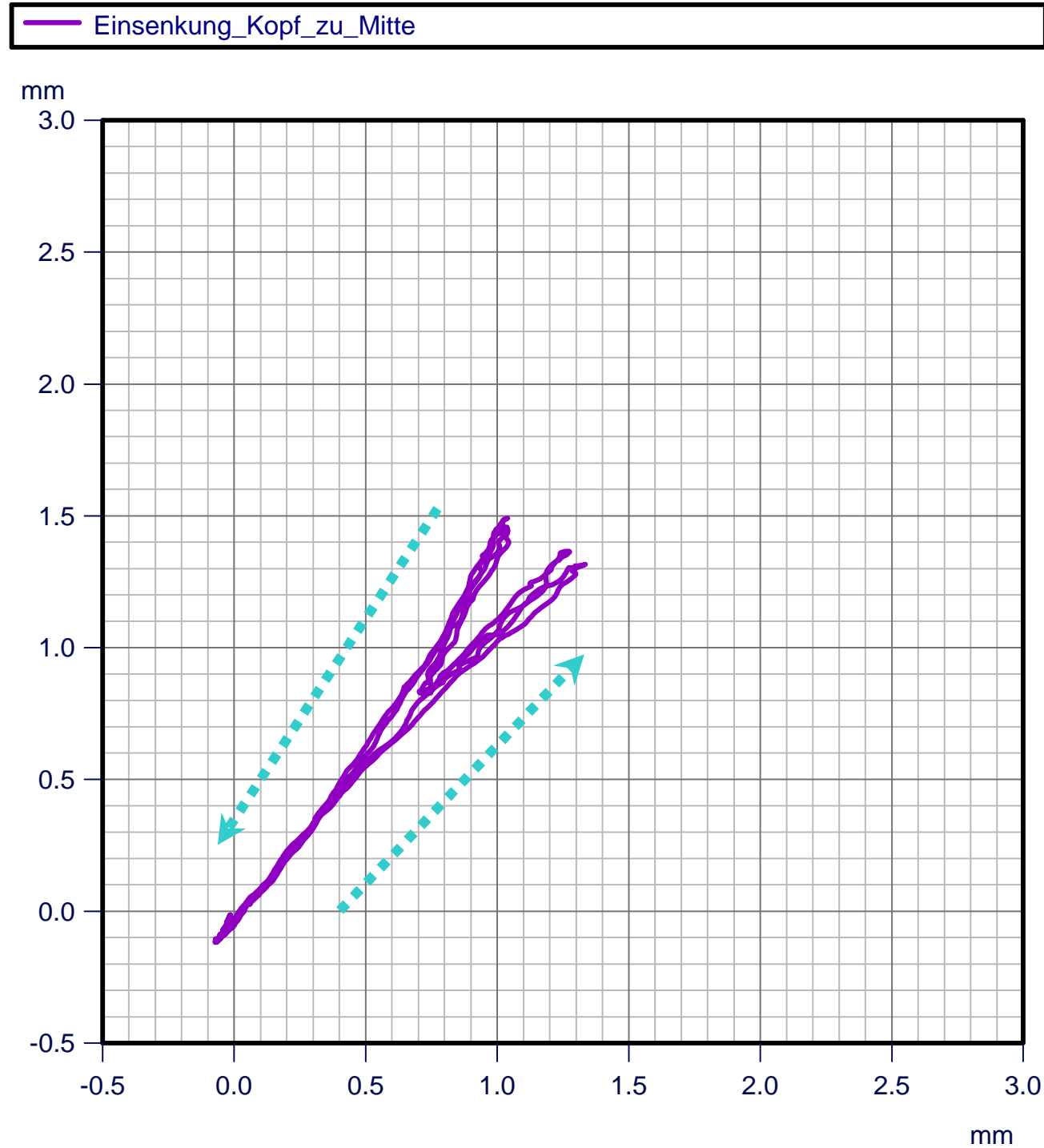
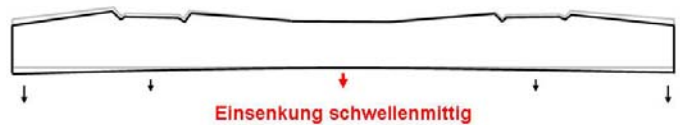
V = 48,6 km/h

Radius: 252 m

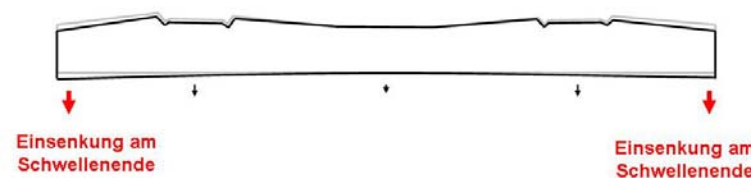
Überhöhung: 80 mm

Pöndorf I – Betonschwelle K1, besohlt – SLS 1308 G

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Messwert Schwellenkopf nur bogeninnen bestimmt, Überhöhung beachten!

M007

1016/1116

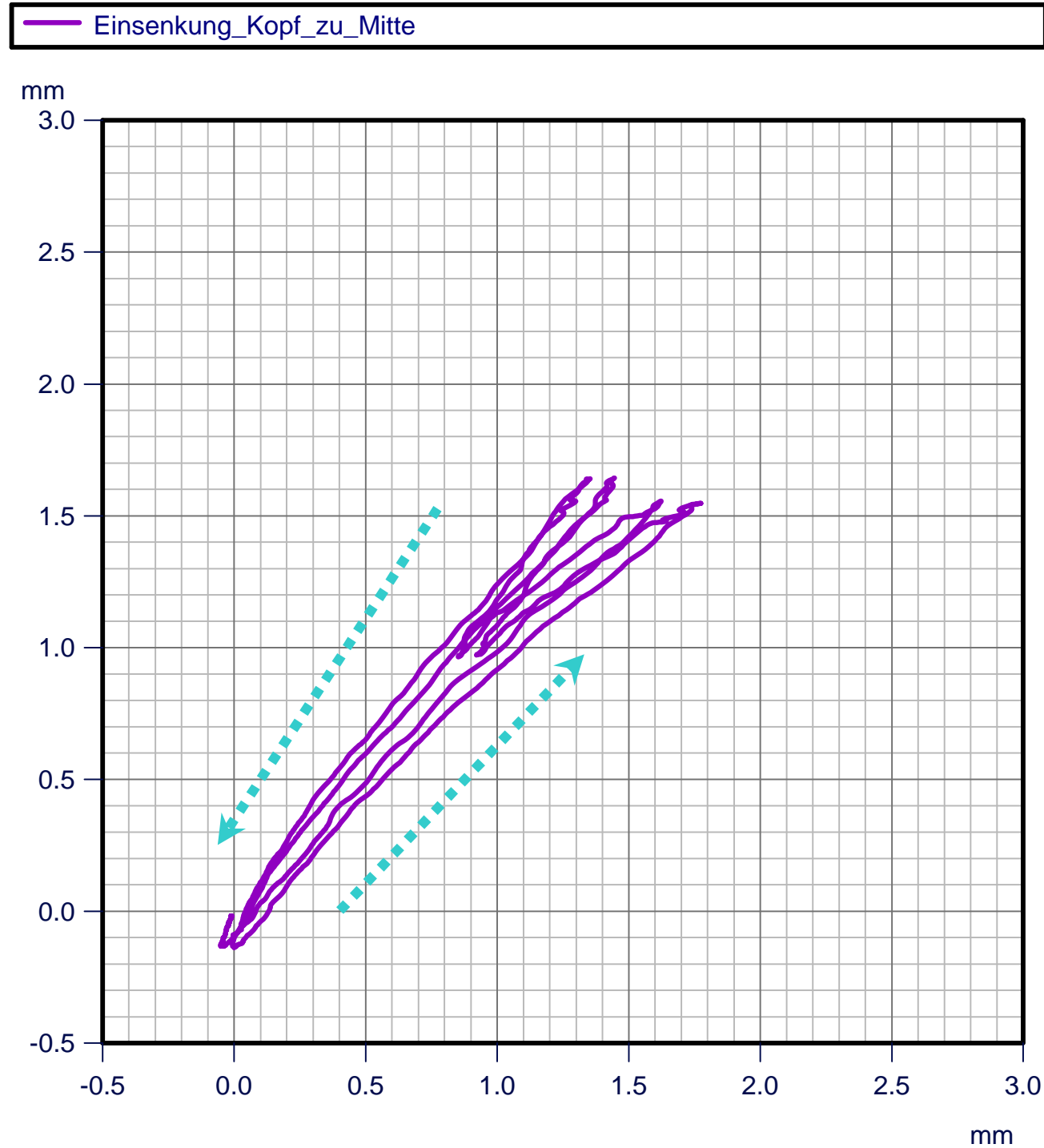
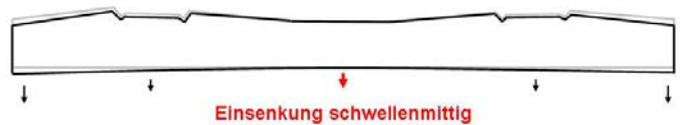
V = 102,3 km/h

Radius: 430 m

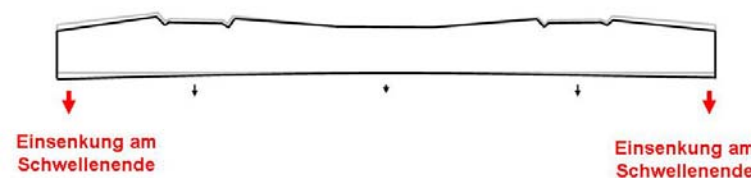
Überhöhung: 150 mm

Pöndorf II – Betonschwelle K1, besohlt – SLS 1308 G

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Messwert Schwellenkopf nur bogeninnen bestimmt, Überhöhung beachten!

M007

1016/1116

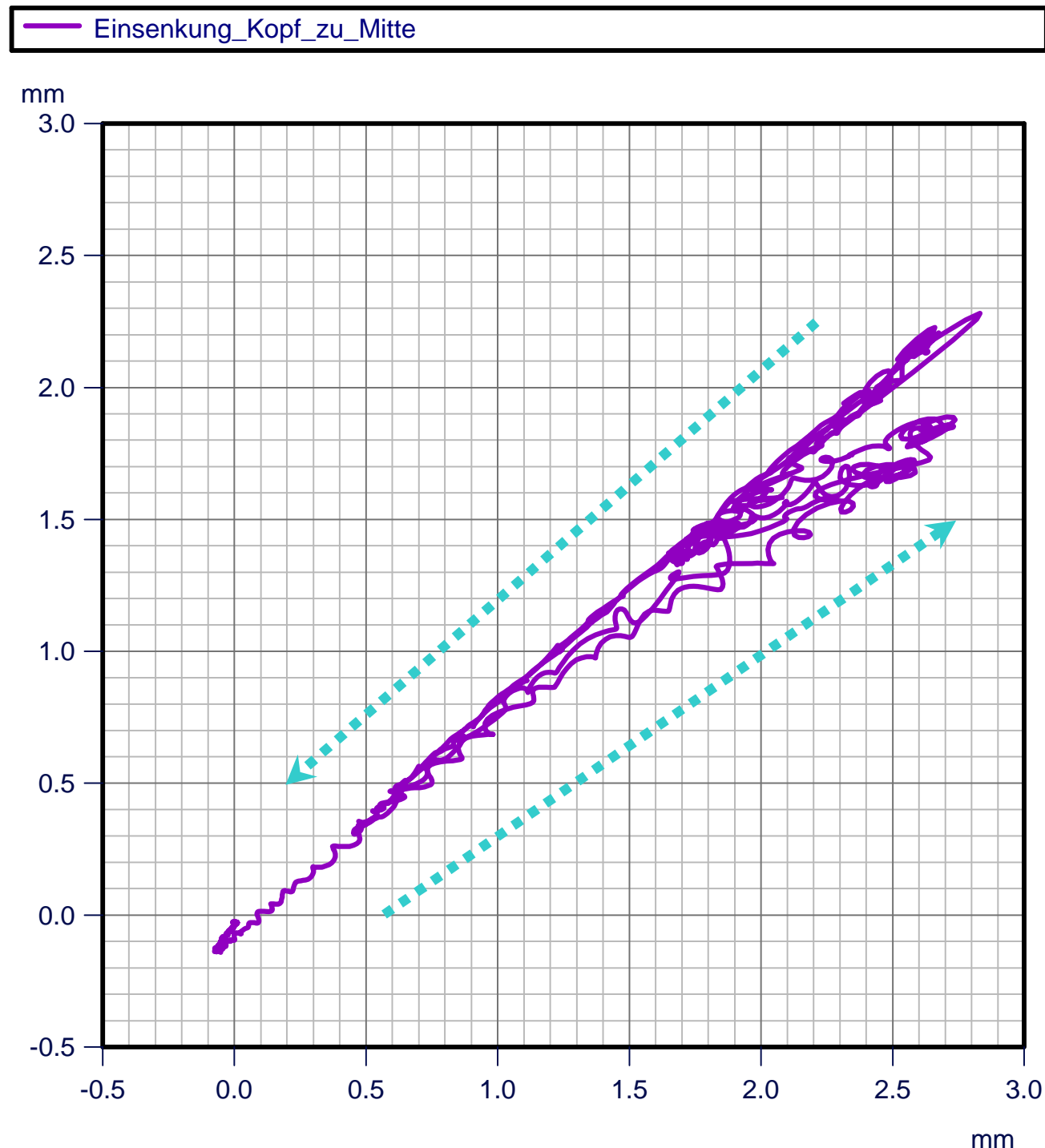
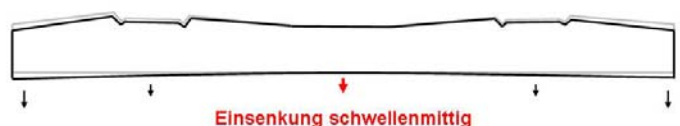
V = 102,3 km/h

Radius: 430 m

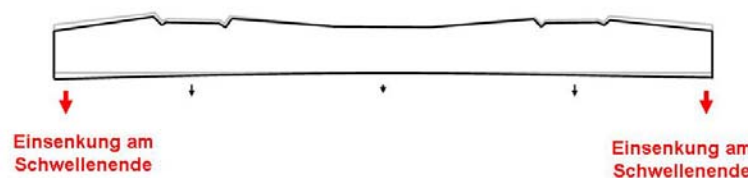
Überhöhung: 150 mm

Scheifling – Betonschwelle L2, besohlt – S 600 / 8

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Messwert Schwellenkopf
bogenaußen und
bogeninnen gemittelt.

Beginnende
Schlupfwellenbildung!

M005

1016/1116

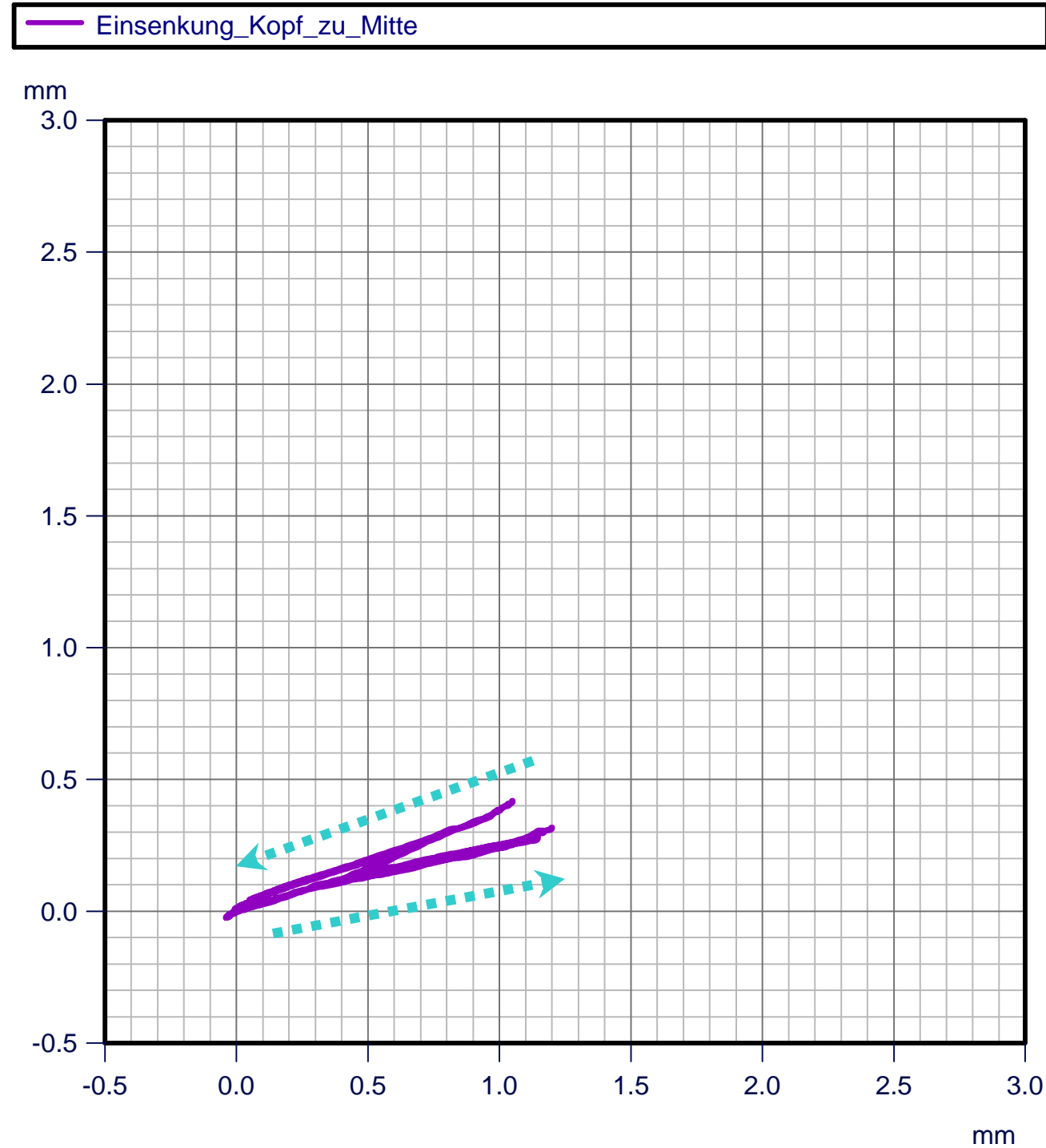
V = 87,0 km/h

Radius: 297 m

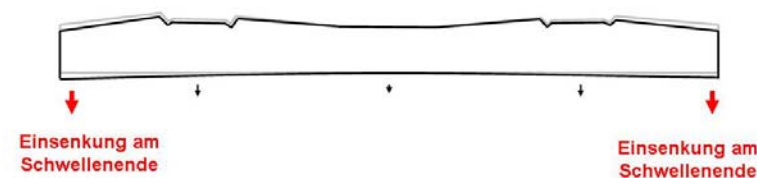
Überhöhung: 110 mm

Übelstein – Betonschwelle K1, besohlt SLB 3007 G

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Messwert Schwellenkopf
bogenaußen und
bogeninnen gemittelt.

Gleisneulage 2008 mit
PLV

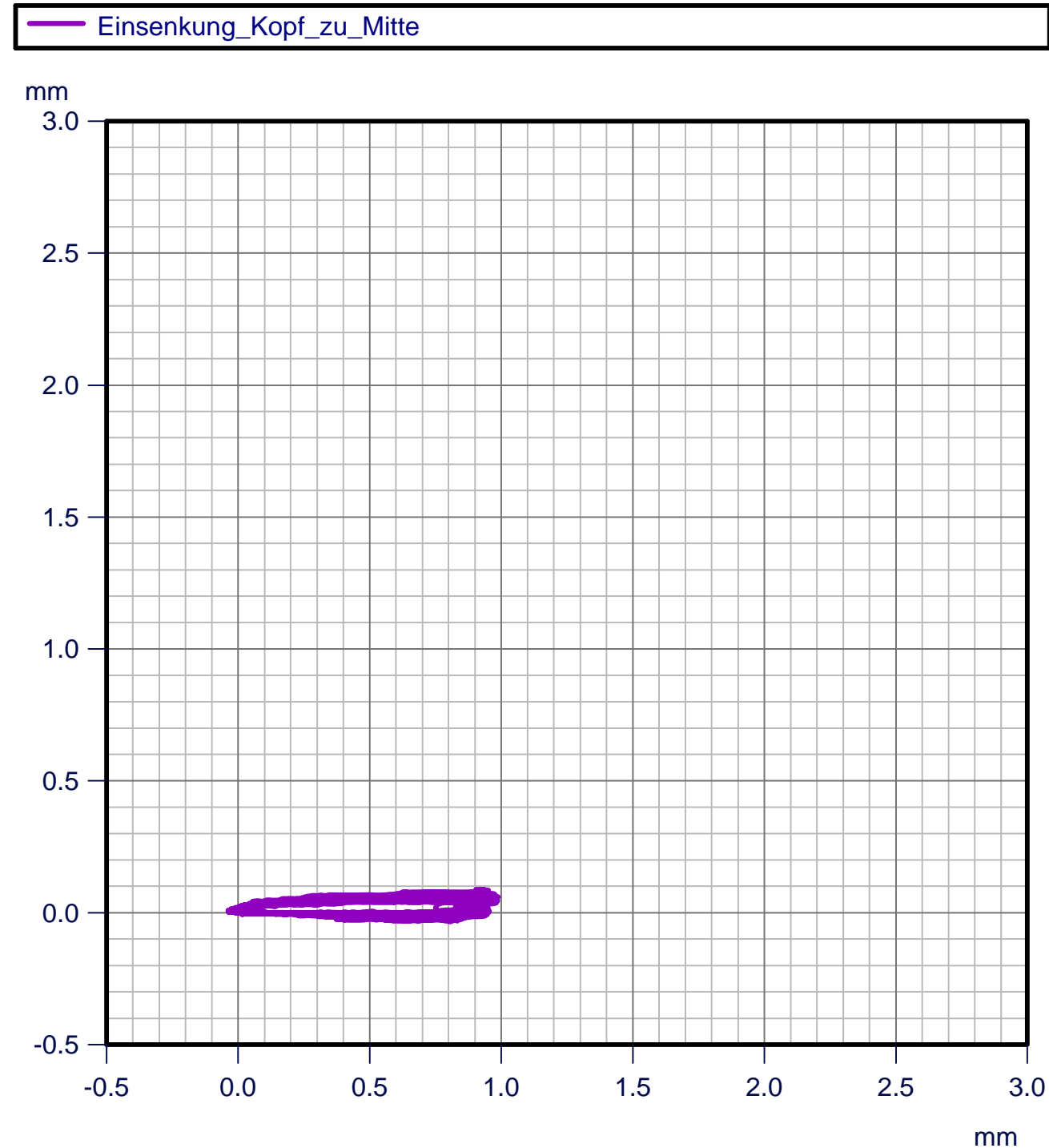
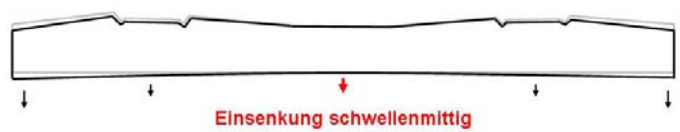
M005

1016 / 1116

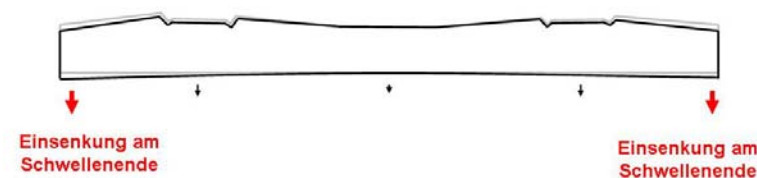
V = 80,9 km/h

Rum I – Betonschwelle 19a, unbesohlt

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

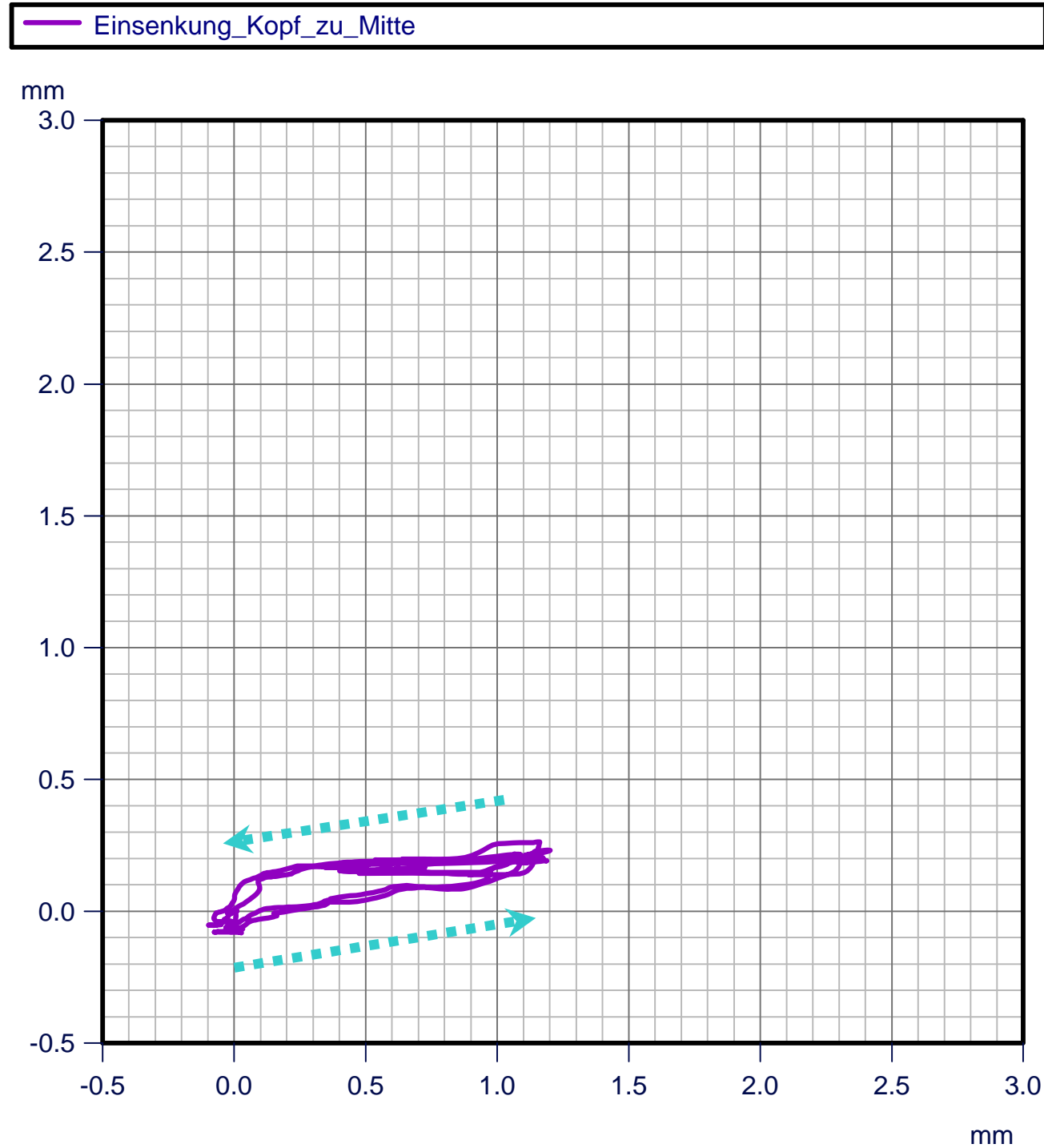
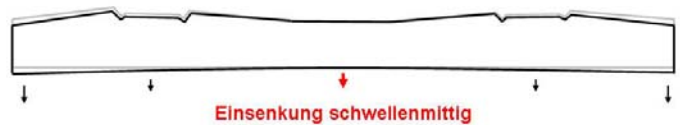
Sehr gute Gleislagequalität über Jahre!

M004

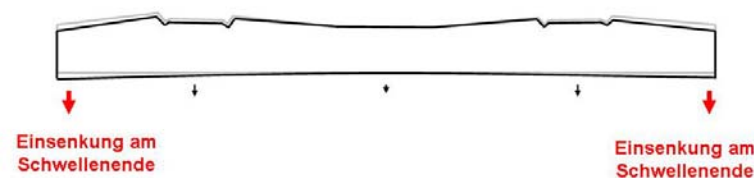
Talent

Rum II – Betonschwelle 19a, unbesohlt

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Sehr gute Gleislagequalität über Jahre!

M005

1016/1116

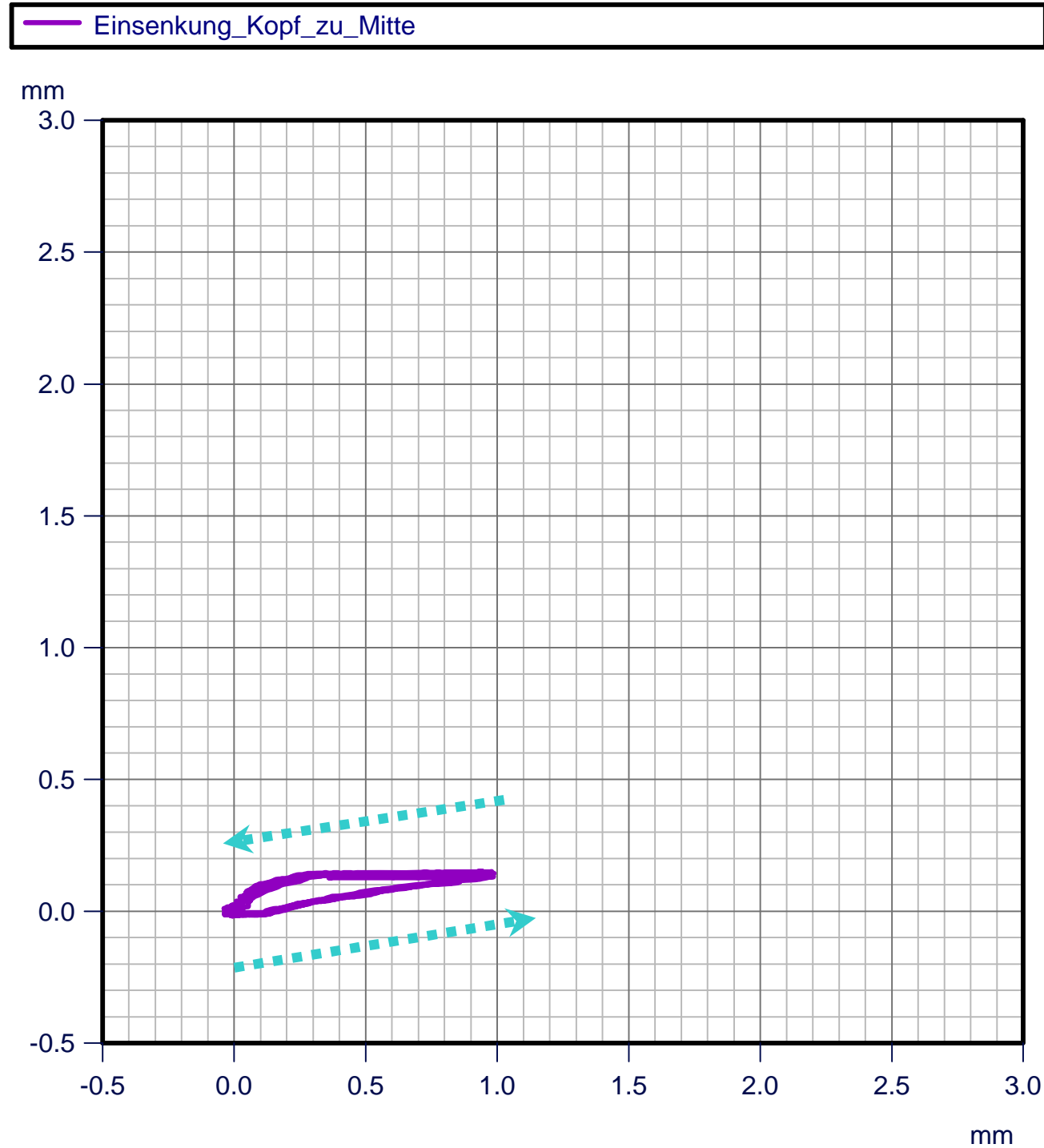
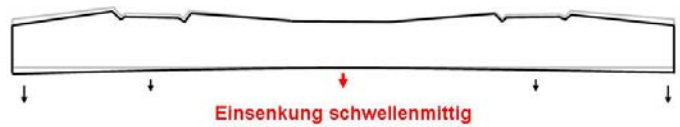
V = 166,6 km/h

Radius: -

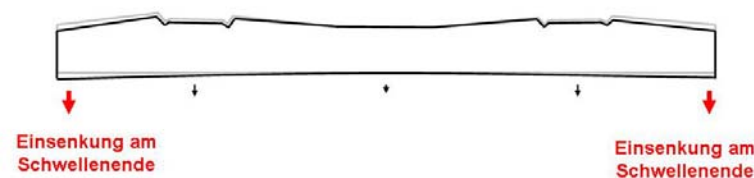
Überhöhung:-

Rum II – Betonschwelle 19a, unbesohlt

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Sehr gute Gleislagequalität über Jahre!

M004

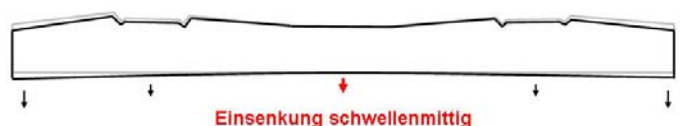
Talent

Radius: -

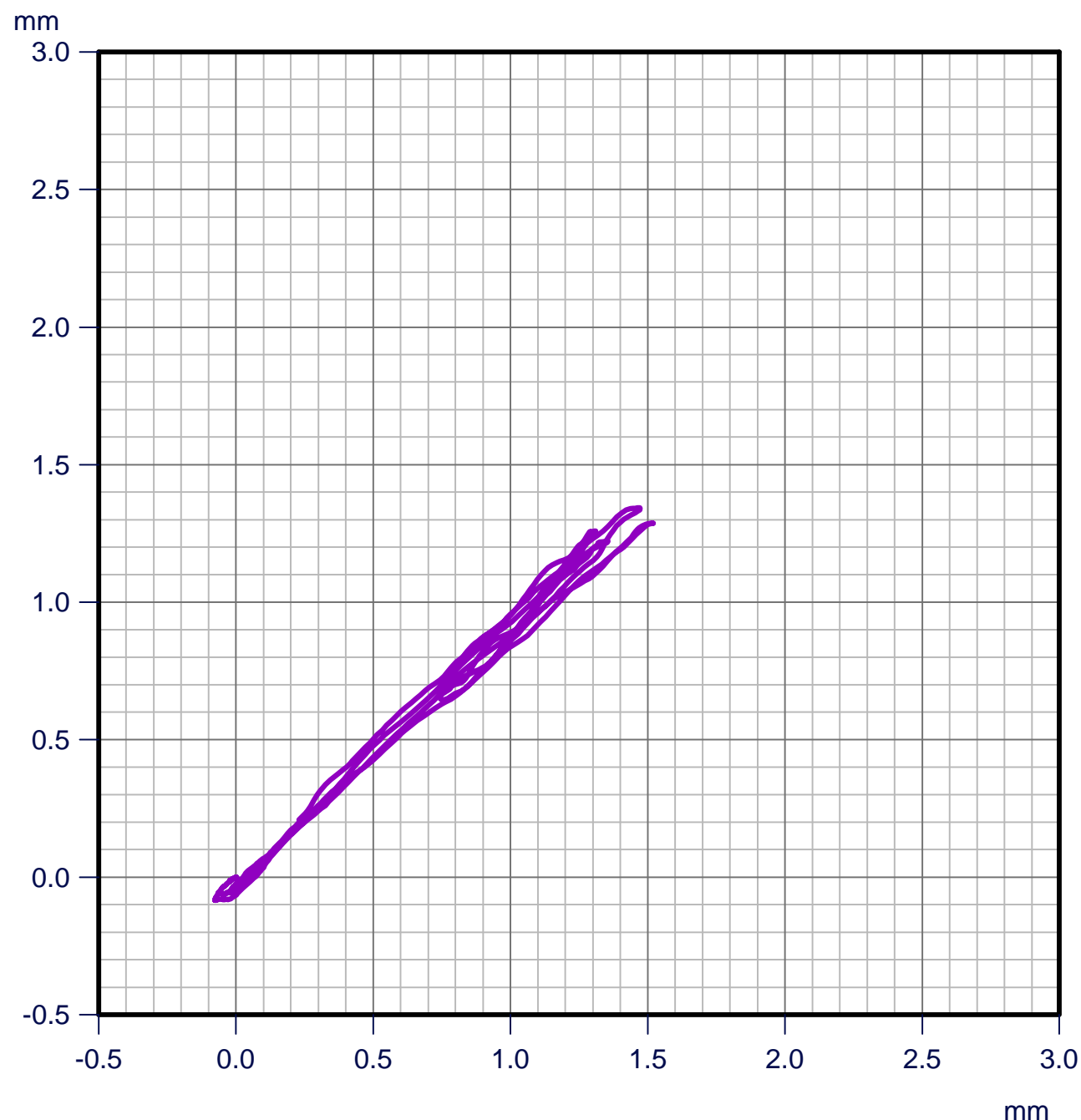
Überhöhung:-

Markersdorf I – Betonschwelle K1, besohlt SLS 1308 G

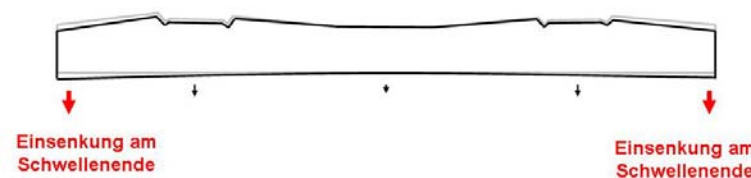
Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung_Kopf_zu_Mitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Gleisneulage mit bitum.
Tragschicht 2001, ZW 700

M019

1016/1116

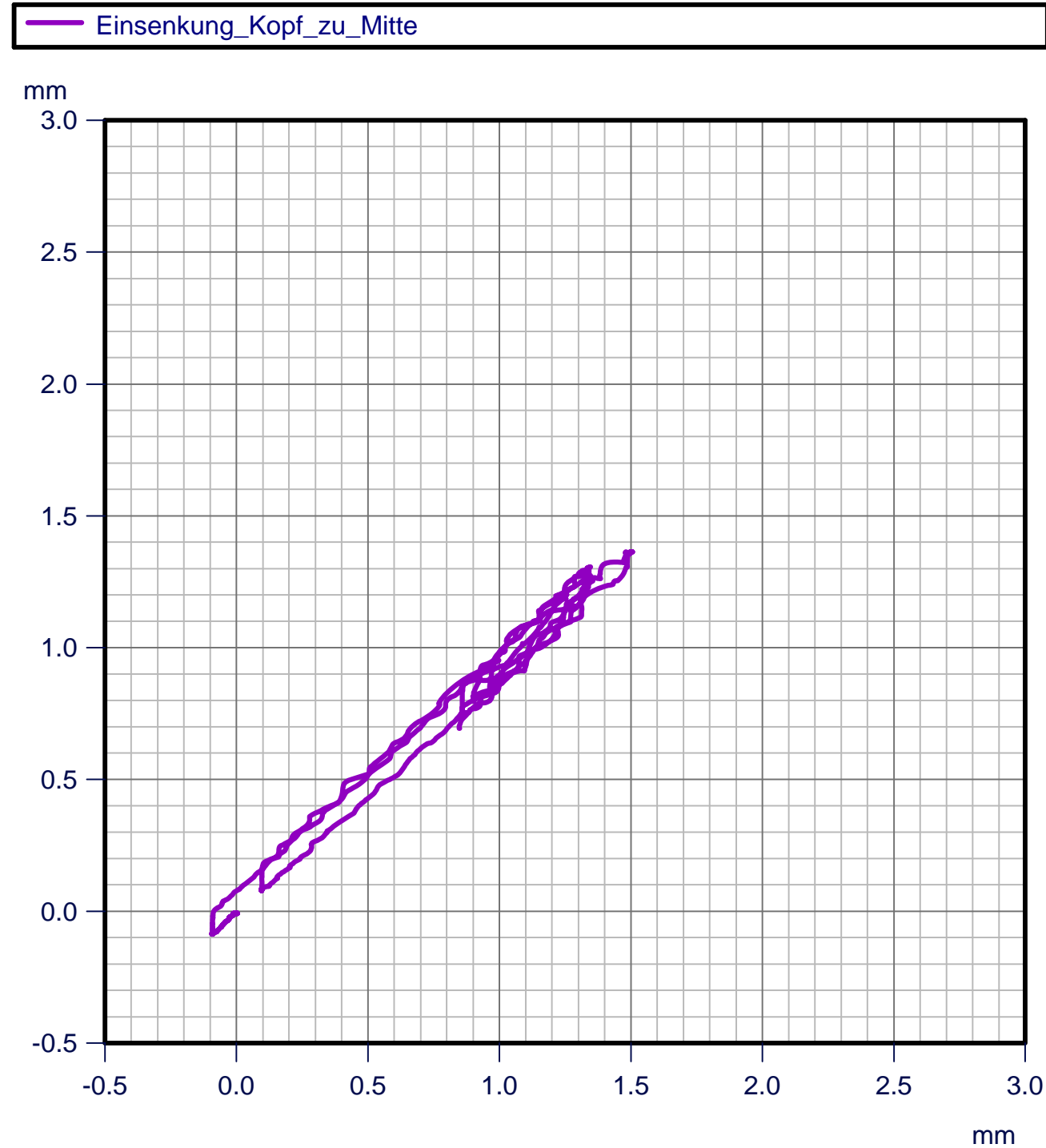
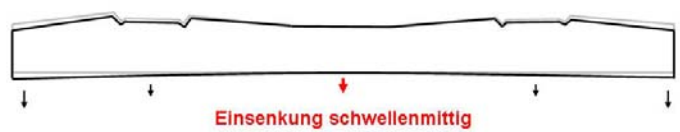
V = 202,2 km/h

Radius: -

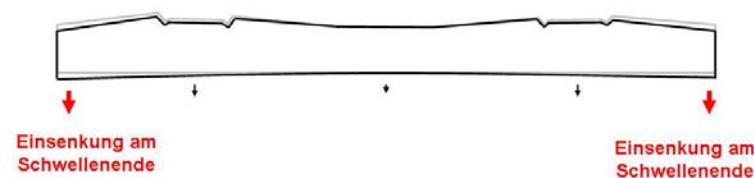
Überhöhung:-

Markersdorf II – Betonschwelle K1, besohlt SLS 1308 G

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Gleisneulage mit bitum.
Tragschicht 2001, ZW 700

M007

1016 / 1116

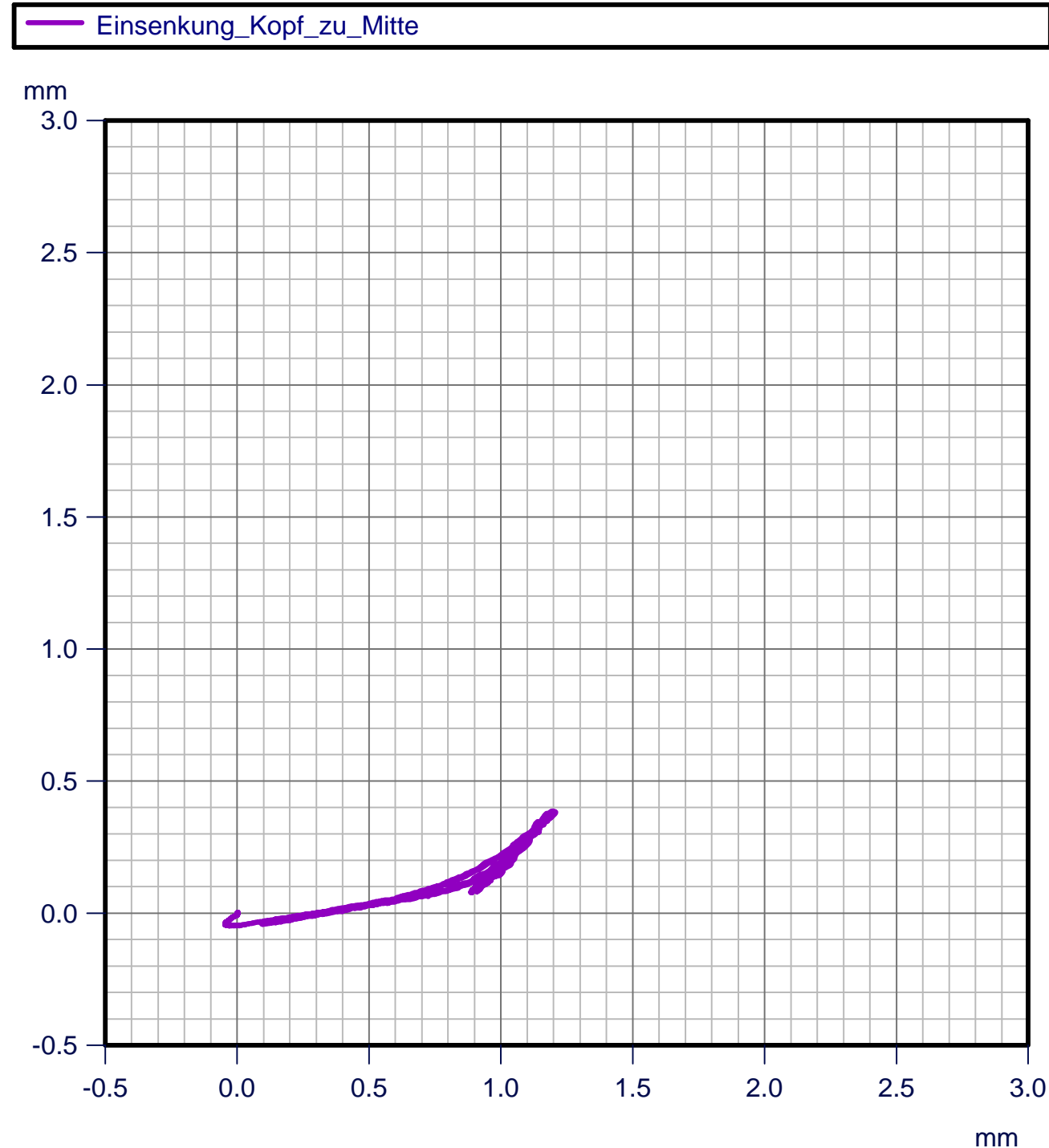
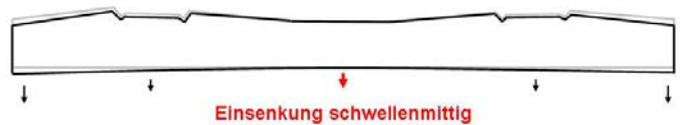
V = 74,6 km/h

Radius: -

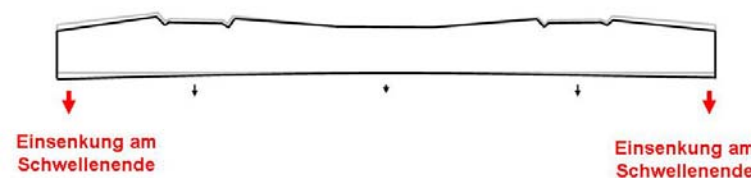
Überhöhung:-

Gramatneusiedl I – Betonschwelle 19a, unbesohlt

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Extrem schlechter
 Untergrund, 40 cm
 Tragschicht, darunter
 Torfboden.

Einsenkung Schwellenkopf
 nur bogeninnen bestimmt,
 Überhöhungseinfluss
 beachten!

M002

1016 / 1116

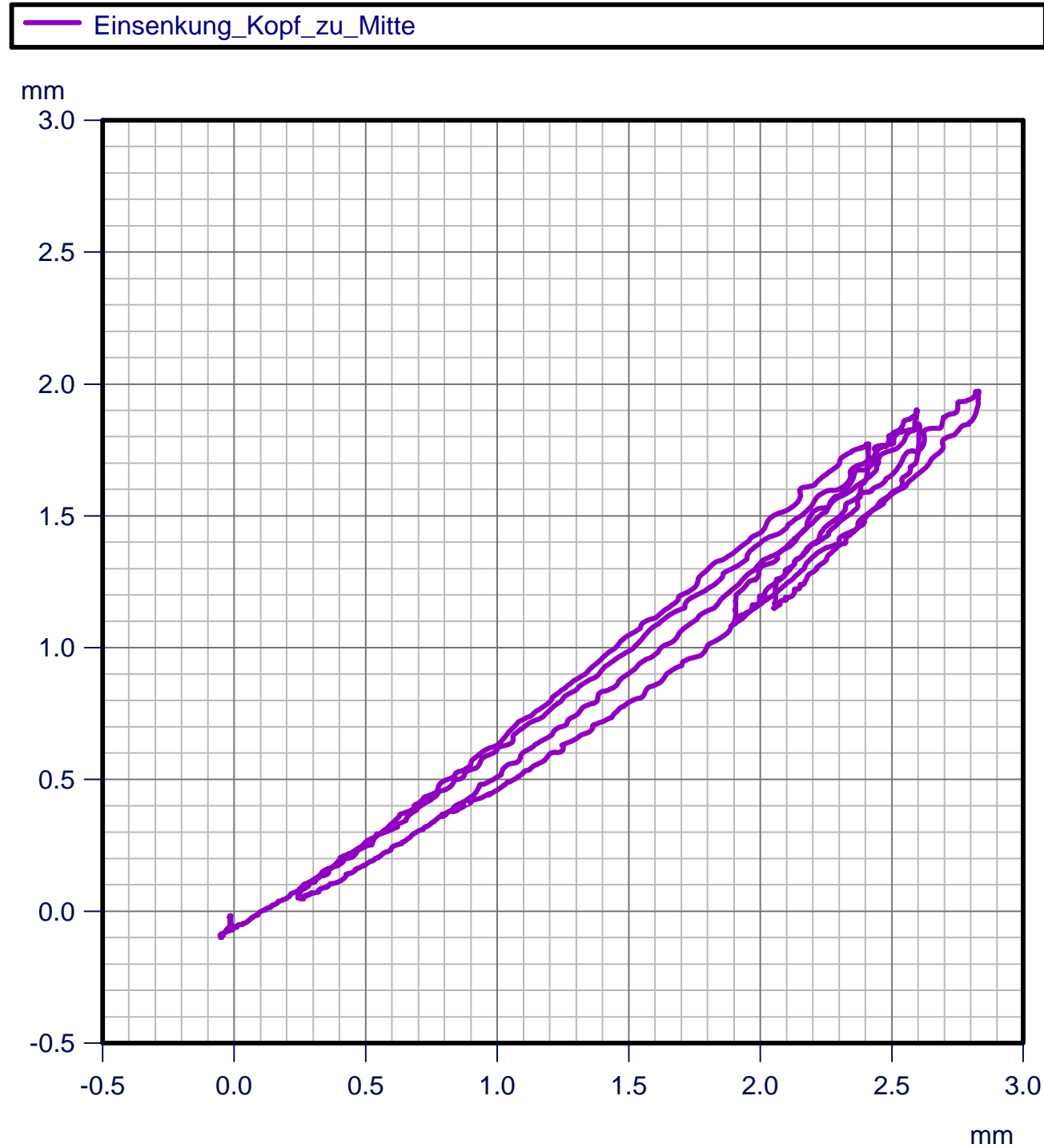
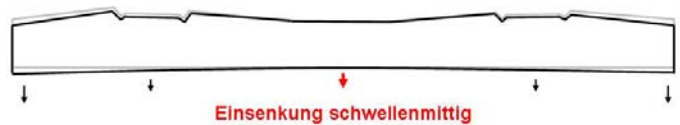
V = 46,4 km/h

Radius: 751 m

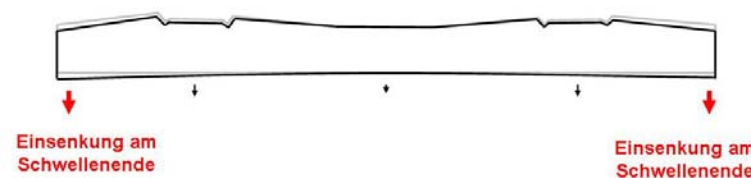
Überhöhung: 60 mm

Gramatneusiedl II – Betonschwelle 19a, besohlt S 600 / 8

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Extrem schlechter
 Untergrund, 40 cm
 Tragschicht, darunter
 Torfboden.

Einsenkung Schwellenkopf
 nur bogeninnen bestimmt,
 Überhöhungseinfluss
 beachten!

M002

1016 / 1116

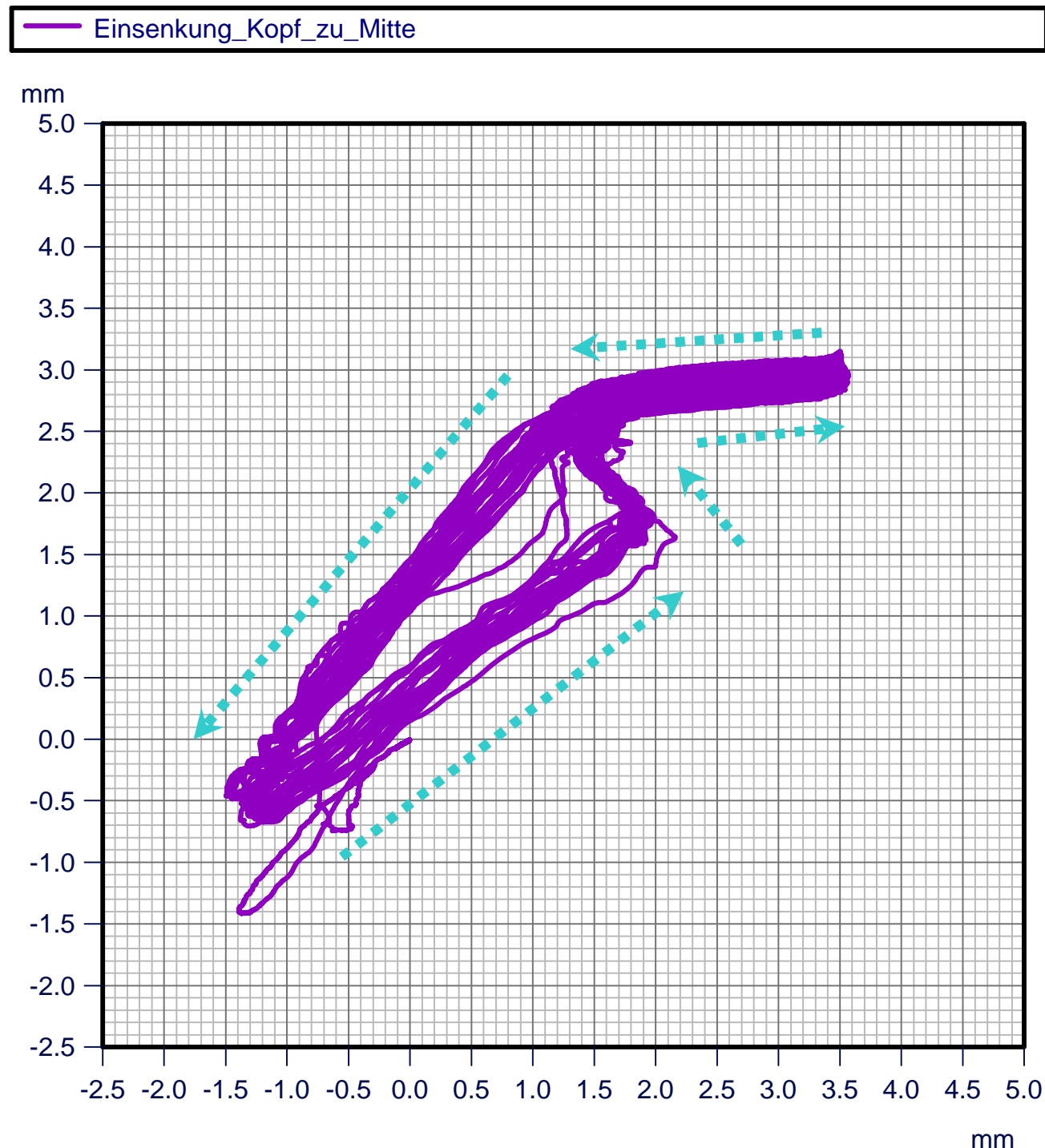
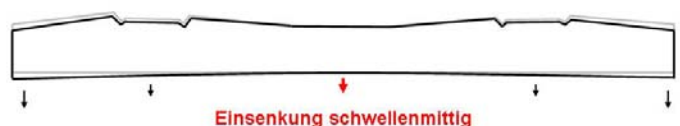
V = 46,4 km/h

Radius: 751 m

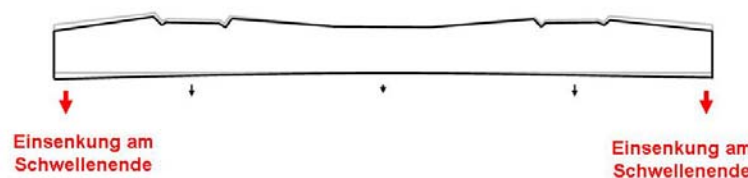
Überhöhung: 60 mm

ZvBf – Holzschwelle , schlechter Schotterzustand

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Schotter stark verschmutzt.

Einsenkung Schwellenkopf bogeninnen und bogenaußen gemittelt.

M001

Beladener Güterwagen mit 1016/1116

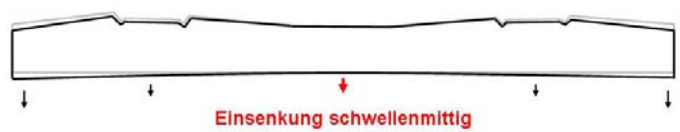
V = 51,7 km/h

Radius: 310 m

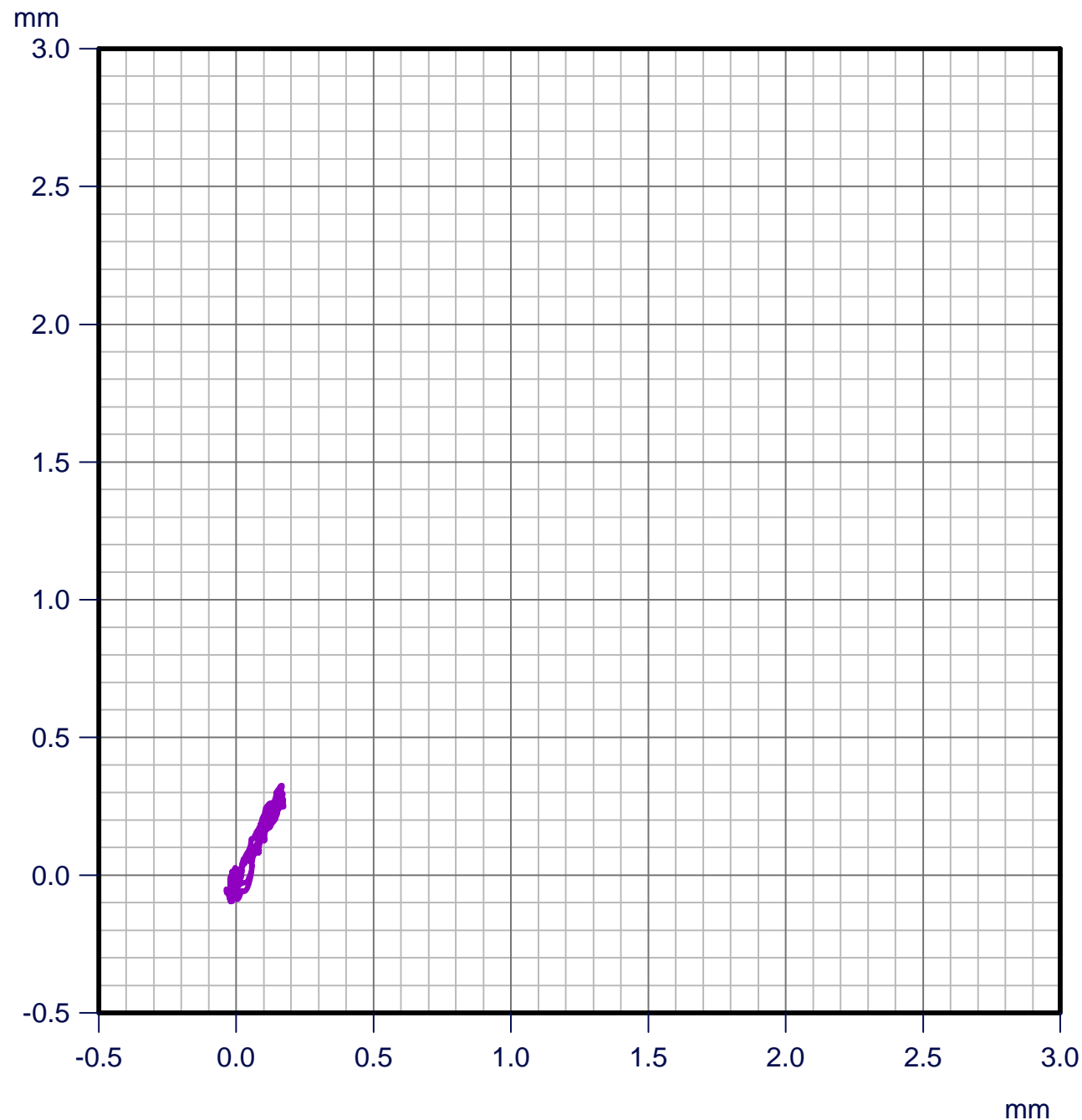
Überhöhung: 60 mm

Aschbach , K1 unbesohlt

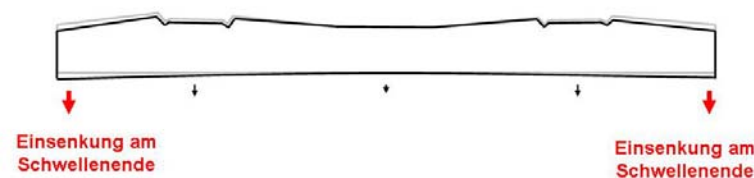
Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung_Kopf_zu_Mitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Gleis aus 2004 (?), ZW 700

M094

1016/1116

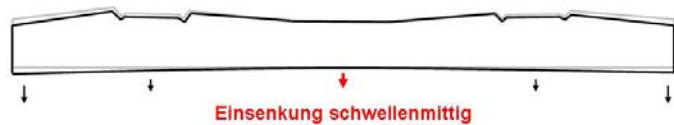
V = 161,0 km/h

Radius: -

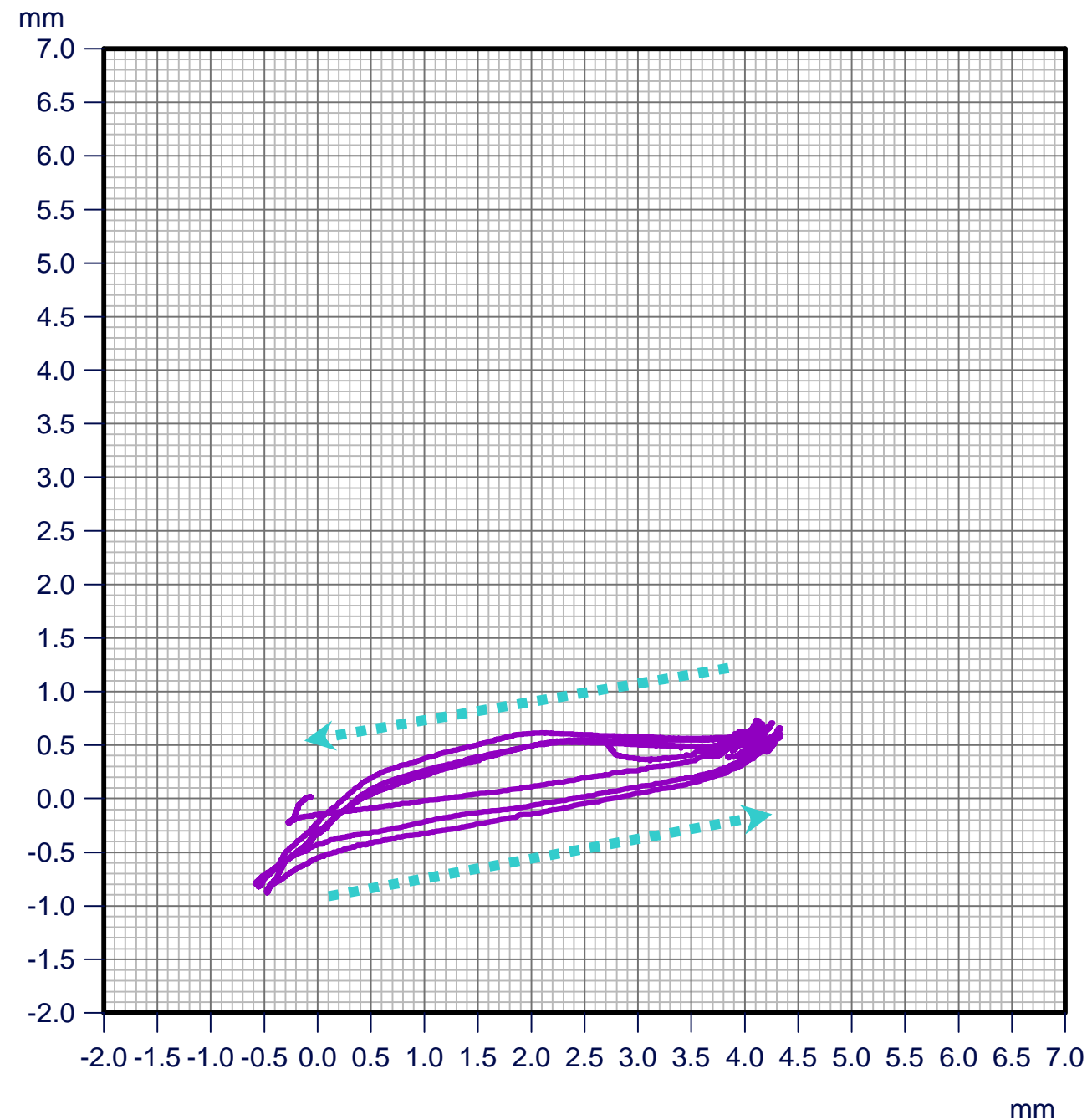
Überhöhung:-

Liezen , Holzschwelle, schlechter Untergrund

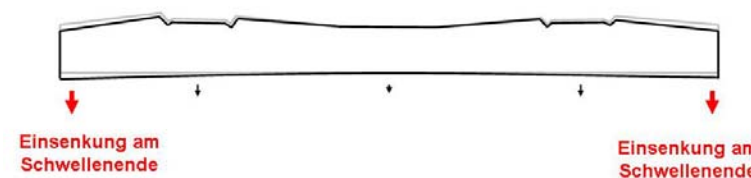
Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung_Kopf_zu_Mitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Mehrere Meter starker Torfboden

M002

1016/1116

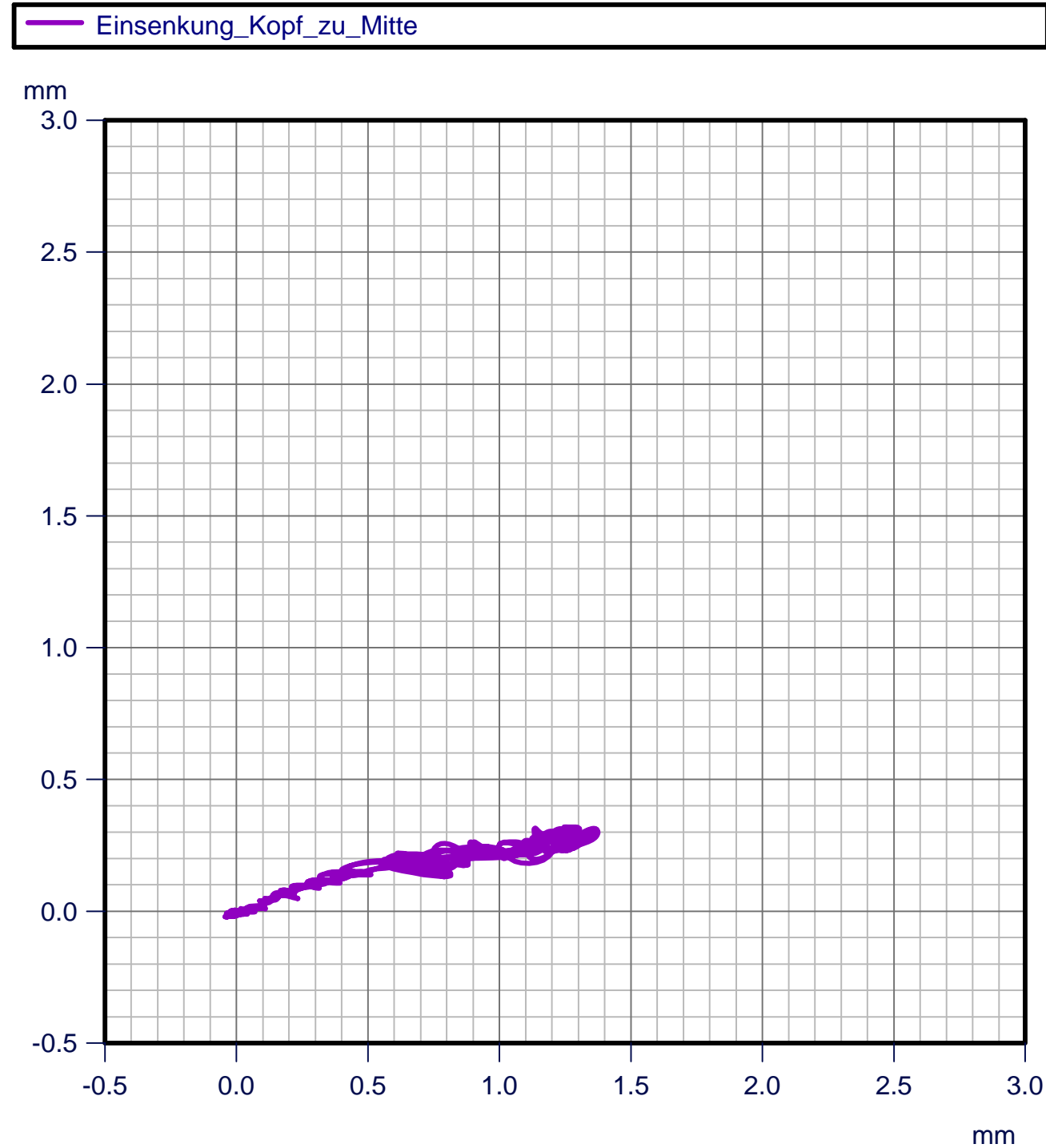
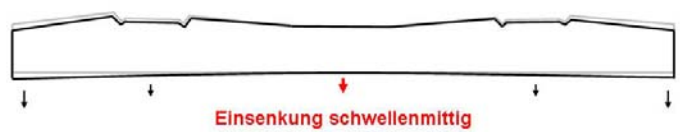
V = 45,3 km/h

Radius: 214 m

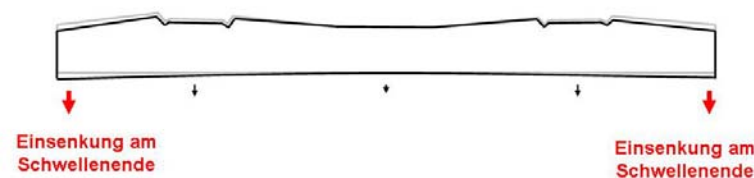
Überhöhung: 100 mm

Scheifling G1 , K1 unbesohlt, ZW 700

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Einsenkung Schwellenkopf
bogenaußen und
bogeninnen gemittelt.

Mittelstarke
Schlupfwellenbildung

M020

1016/1116

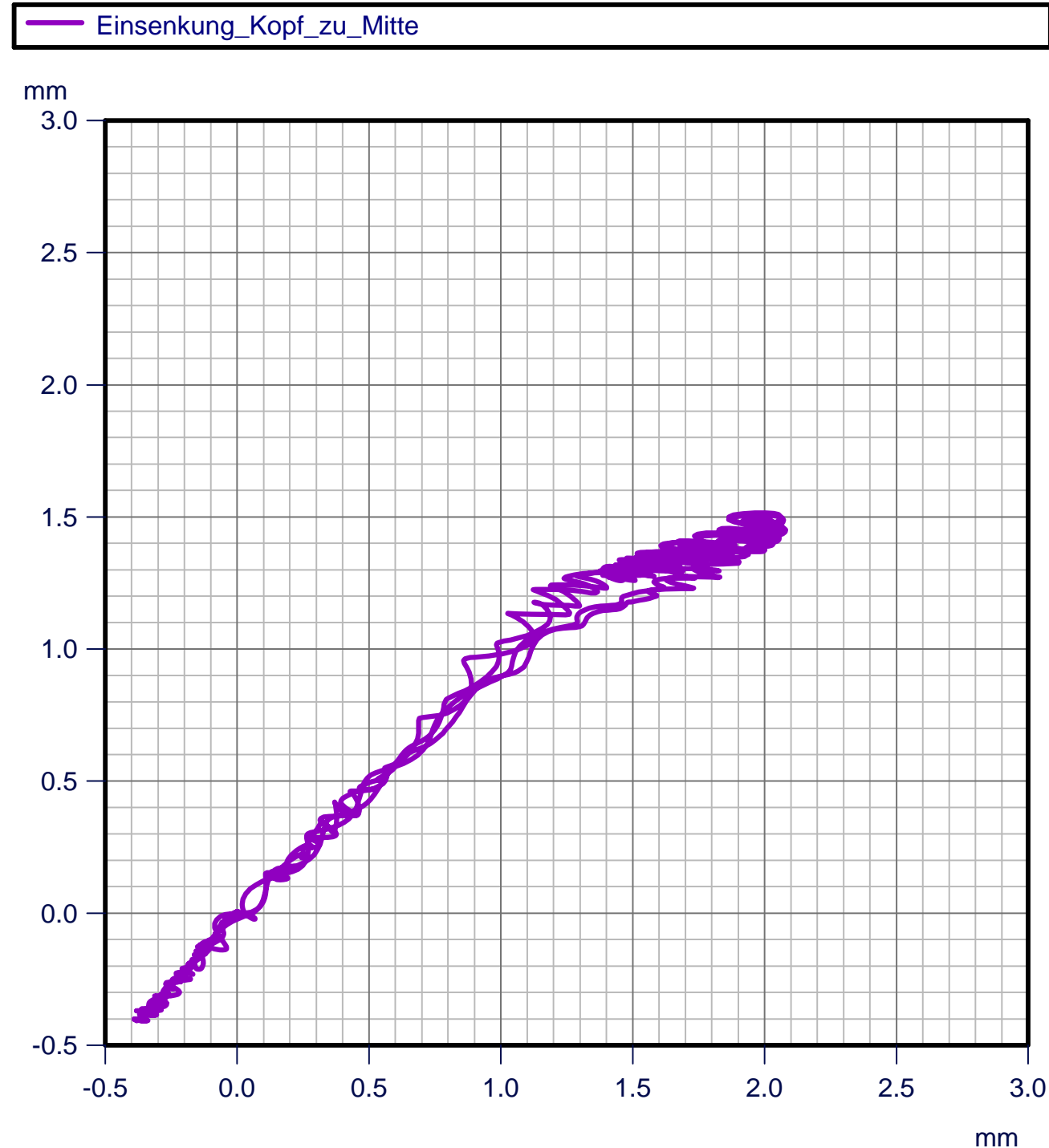
V = 70,3 km/h

Radius: 293 m

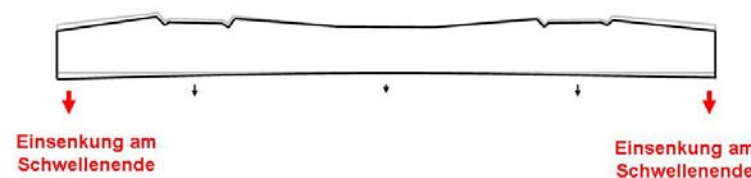
Überhöhung: 130 mm

Scheifling G1 , K1 unbesohlt, ZW-K 2a

Einsenkung Schwellenmitte



Einsenkung Schwellenkopf



Anmerkung:

Einsenkung Schwellenkopf
bogenaußen und
bogeninnen gemittelt.

Forgeschrittene
Schlupfwellenbildung

M004

1016/1116

V = 72,0 km/h

Radius: 290 m
Überhöhung: 120 mm

Ergebnis

Die Kraftableitung im Gleis kann gut mithilfe des zweidimensionalen Einsenkungsdiagramms (x-Achse Schwellenkopf, y-Achse Schwellenmitte) dargestellt werden.

Mit einer Ausnahme wurden unter allen unbesohlenen Betonschwellen partielle Hohllagen unter den Schwellenköpfen bestimmt.

Schlussfolgerung

Die Bildung von partiellen Hohllagen und deren Einfluss auf die Beanspruchungen der Schwellen sind weiter zu untersuchen.

Für Untersuchung des vertikalen Verhaltens von Gleisen mit Schwellenbesohlungen ist ein dreidimensionales Modell anzustreben. Das derzeit gängige „Zimmermann-Verfahren“ bietet nur eine zweidimensionale Sicht. Ein laufendes UIC-Projekt „USP in track“ führt hierzu vertiefte Untersuchungen durch.

**Für den Bericht:
Florian Auer
8. Juni 2010**

Anhang 2

Vergleich der Biegemomente in Schwellenmitte von besohnten und unbesohnten Betonschwellen

Versuchsabschnitt Timelkam – Redl-Zipf

km 254,350

Vergleich K1 unbesohlt – K1 besohlt (SLS 1707 G)

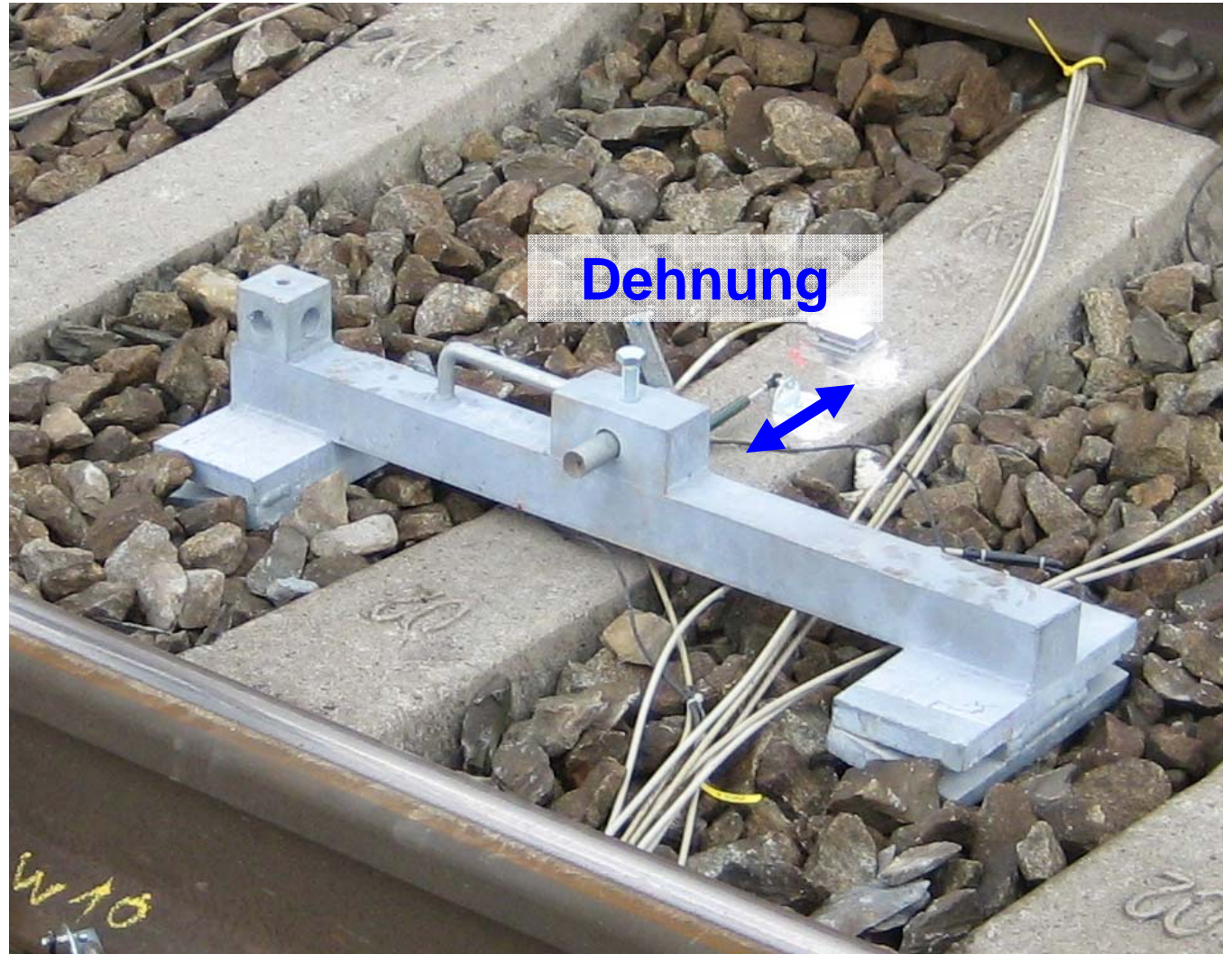
Messung Dehnung in Schwellenmitte

3 Messgeber



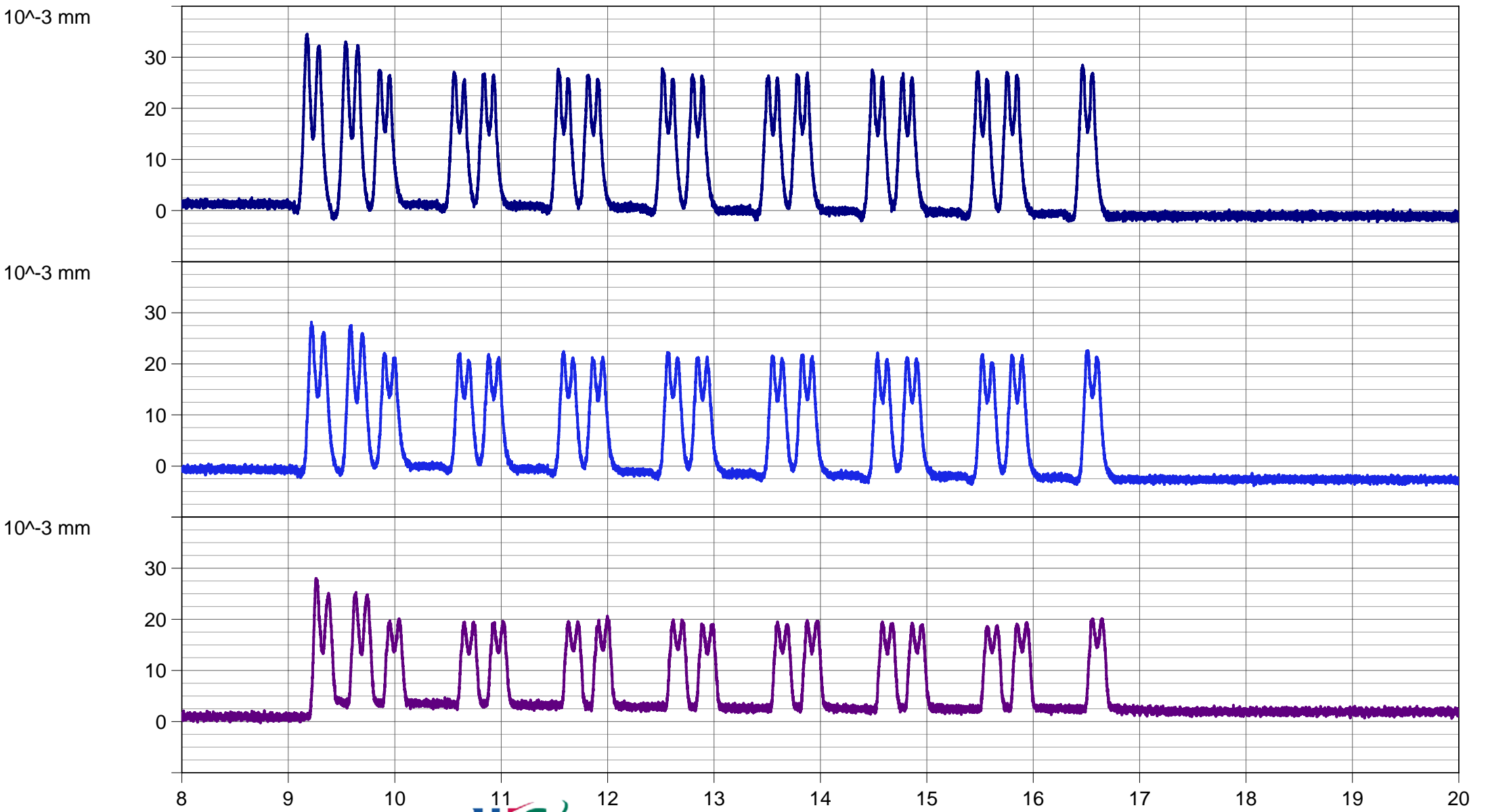
Messung Dehnung in Schwellenmitte

3 Messgeber

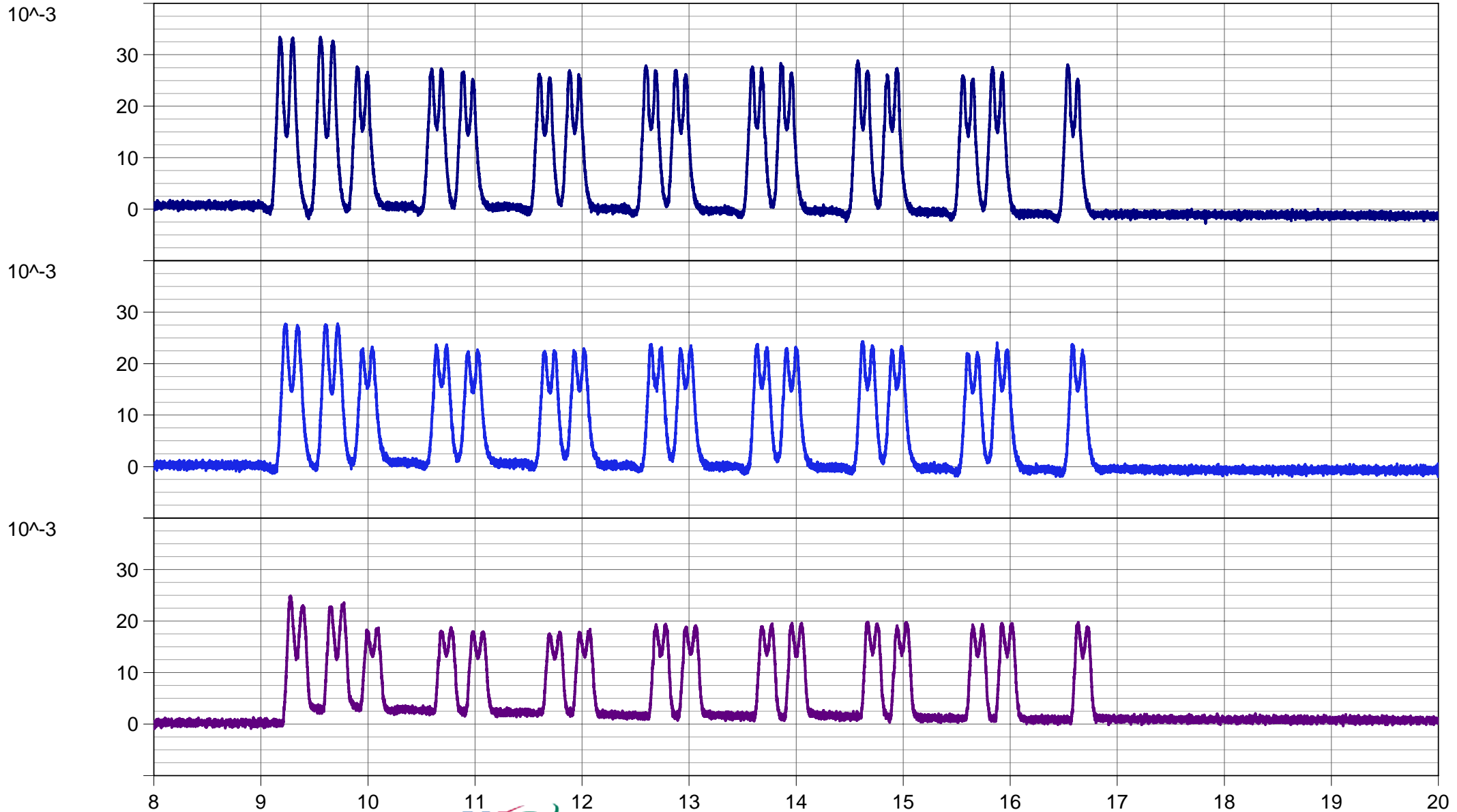


K1 w/o USP
Gleis 2
km 254,350
18. 5. 2010

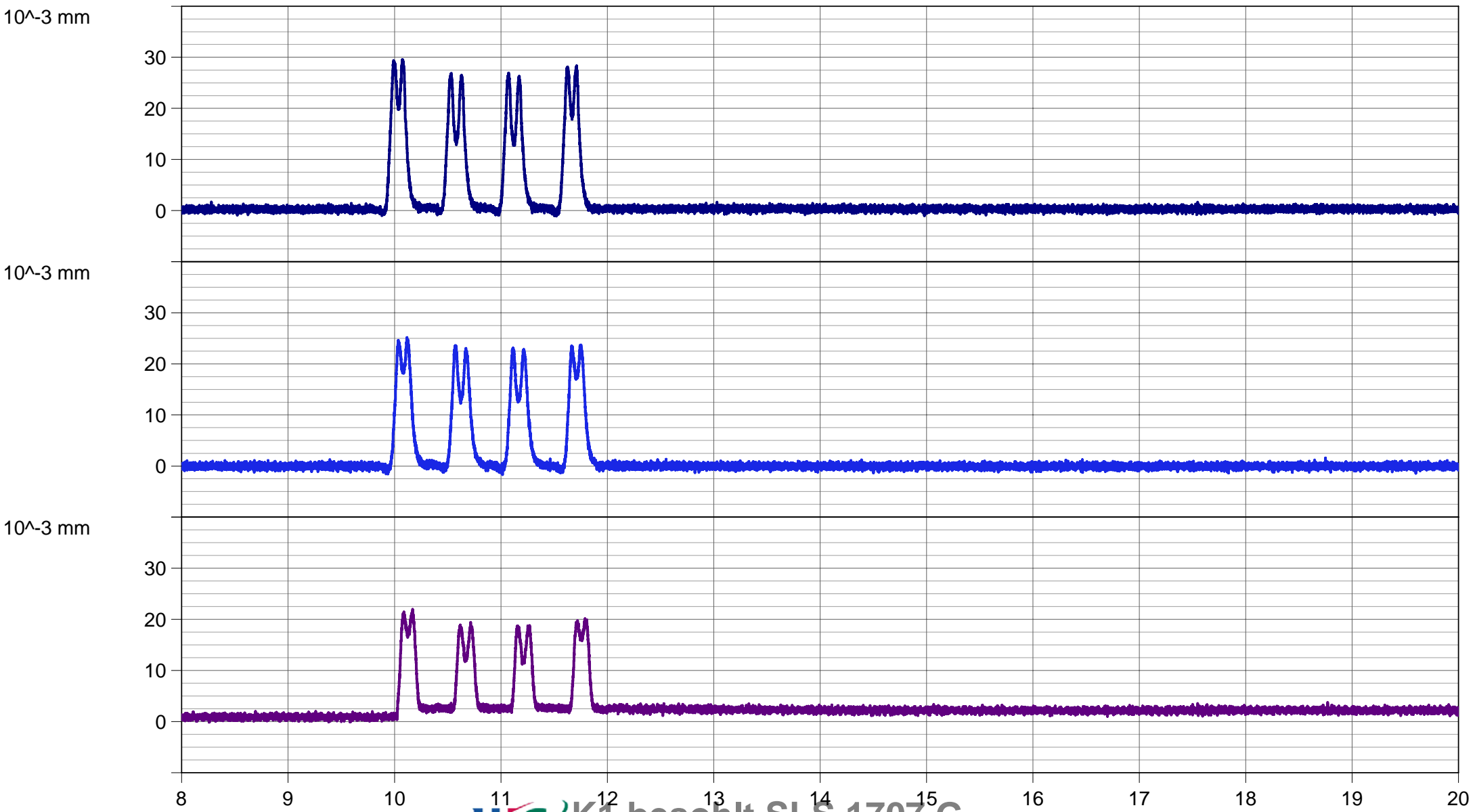
— Dehnung_Schwellenmitte1 — Dehnung_Schwellenmitte2 — Dehnung_Schwellenmitte3



— Dehnung_Schwellenmitte1 — Dehnung_Schwellenmitte2 — Dehnung_Schwellenmitte3



Dehnung_Schwellenmitte1 Dehnung_Schwellenmitte2 Dehnung_Schwellenmitte3



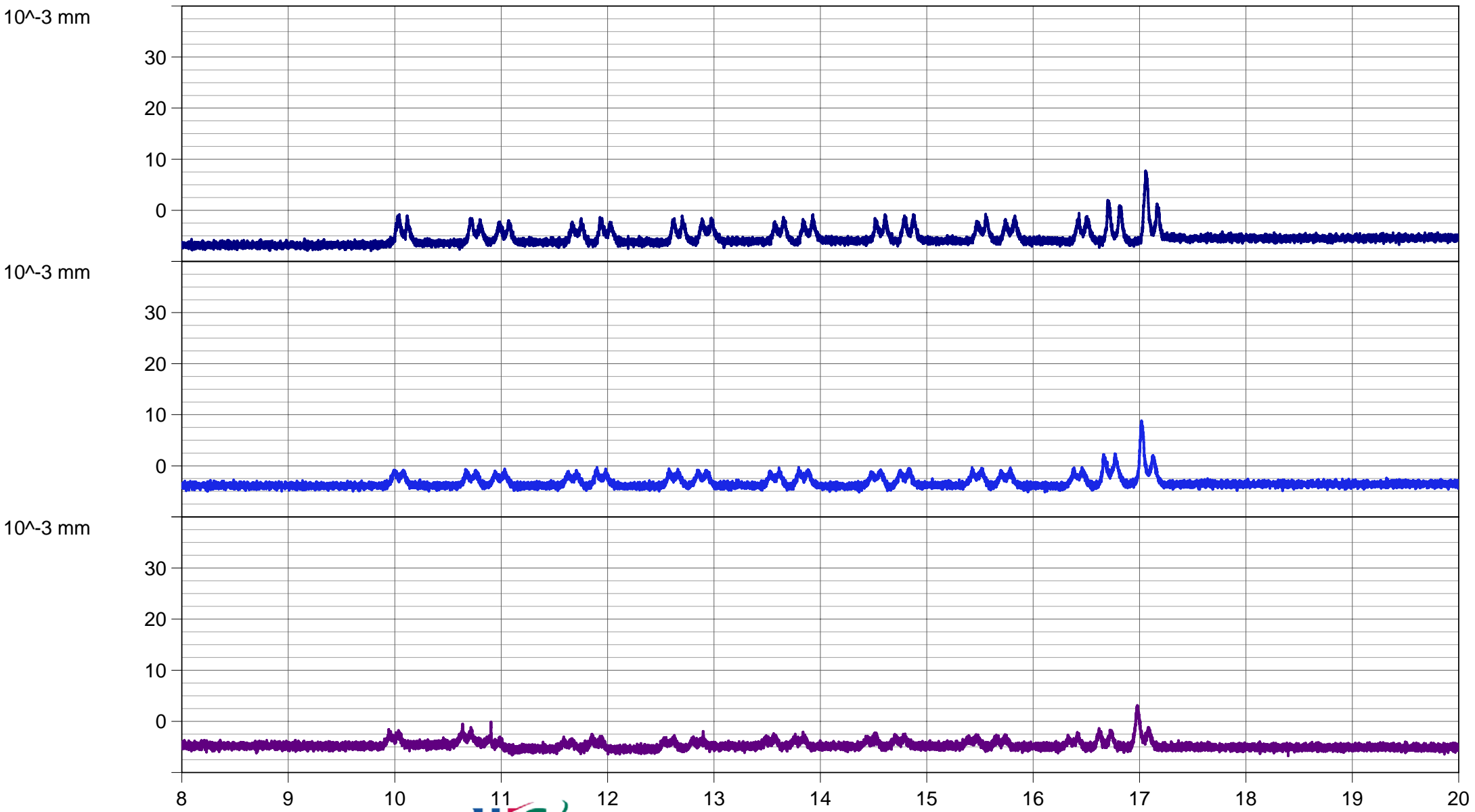
K1 mit USP – SLS 1707 G

Gleis 1

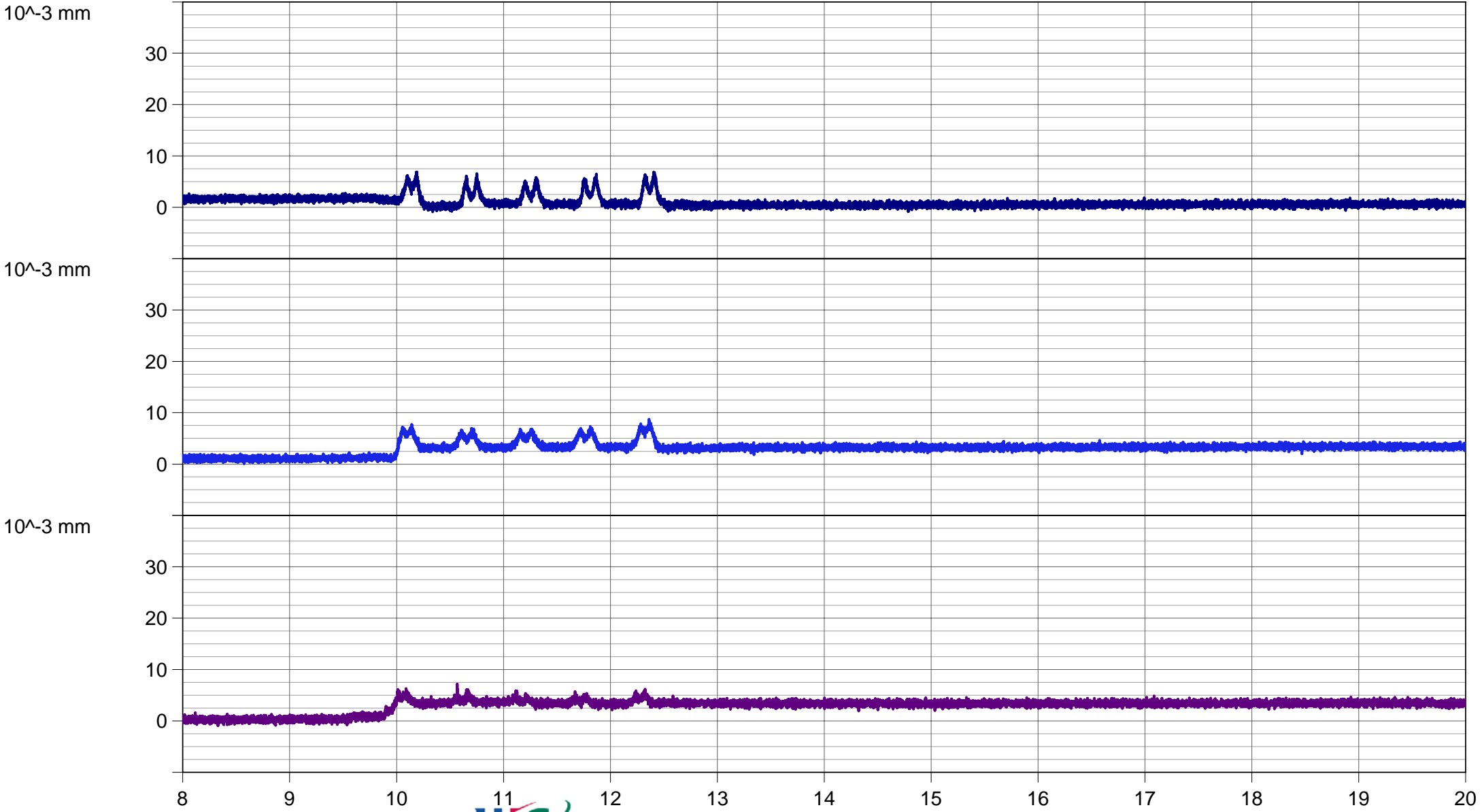
km 254,350

17. 5. 2010

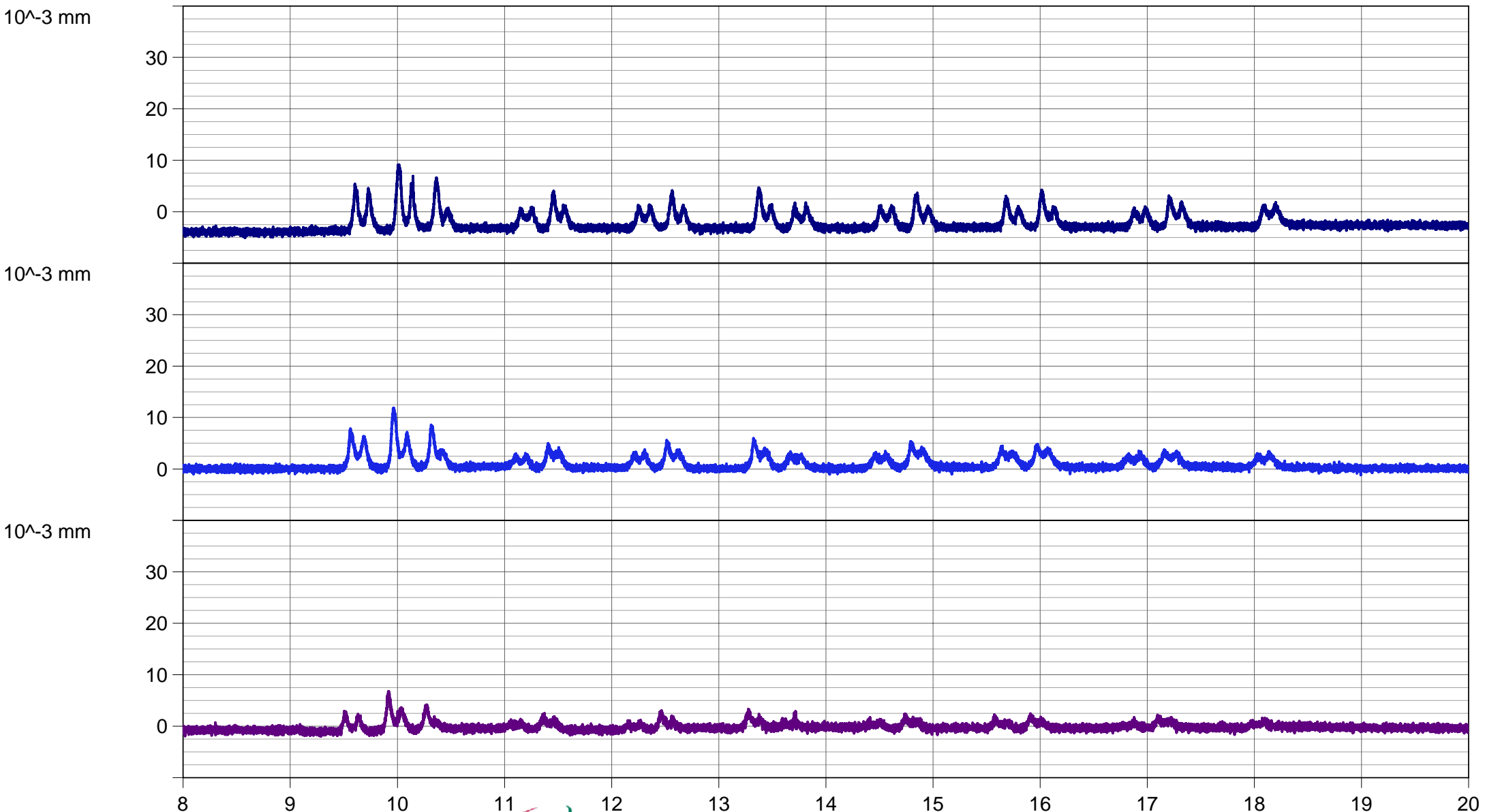
Dehnung_Schwellenmitte1 Dehnung_Schwellenmitte2 Dehnung_Schwellenmitte3



Dehnung_Schwellenmitte1 Dehnung_Schwellenmitte2 Dehnung_Schwellenmitte3



Dehnung_Schwellenmitte1 Dehnung_Schwellenmitte2 Dehnung_Schwellenmitte3

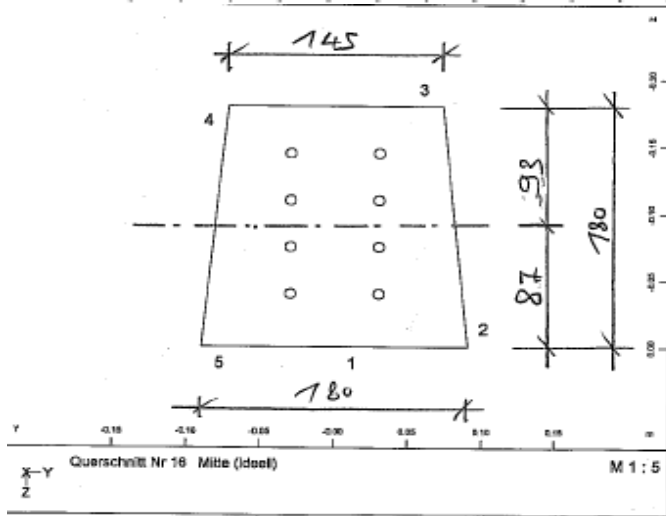


Berechnet: Biegemoment in Schwellenmitte

Proj.-Nr.: 59-02

Datum: 20. 5. 10

Berechnung des Biegemomentes in
Schwellenmitte aus Dehnungsmessungen
an der Schwelle K1



Der Richtwert nach EN ist offensichtlich
ungeeignet mit 37.000 N/mm^2
Zutreffend ist eher ein Wert von
 45.000 MPa bis 50.000 MPa

Tabellarische Darstellung:

Dehnung an Oberseite	E-Modul in $[\text{N/mm}^2]$		
	37000	45000	50000
[-]	[KNm]	[KNm]	[KNm]
0,00050	-16,2	-19,6	-21,8
0,00040	-12,9	-15,7	-17,5
0,00030	-9,7	-11,8	-13,1
0,00020	-6,5	-7,9	-9,7
0,00010	-3,3	-3,9	-4,4
0,00000	0,0	0,0	0,0
-0,00010	3,3	3,9	4,4
-0,00020	6,5	7,9	9,7
-0,00030	9,7	11,8	13,1
-0,00040	12,9	15,7	17,5
-0,00050	16,2	19,6	21,8

b) Randspannungen oben aus Verkehr:
gemäß Vorgabe der ÖBB:

$$M_{\text{depos}} = +10,5 \text{ kNm}$$

$$\Rightarrow \sigma_{c,0} = \frac{M}{W} = \frac{10,5 \cdot 10^{-3}}{-873 \cdot 10^{-6}} = +12,03 \text{ MPa}$$

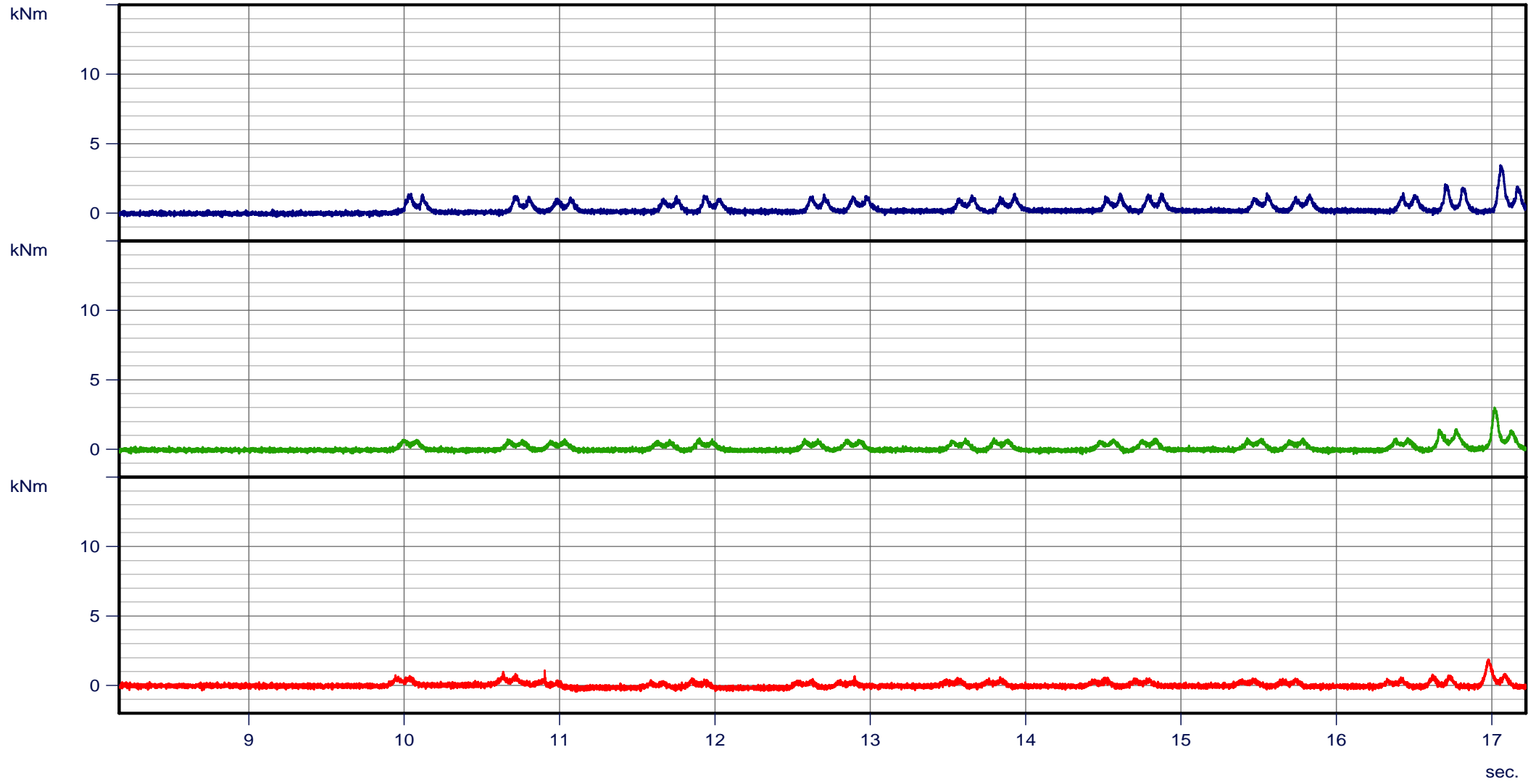
$$M_{\text{deneg}} = -13,5 \text{ kNm}$$

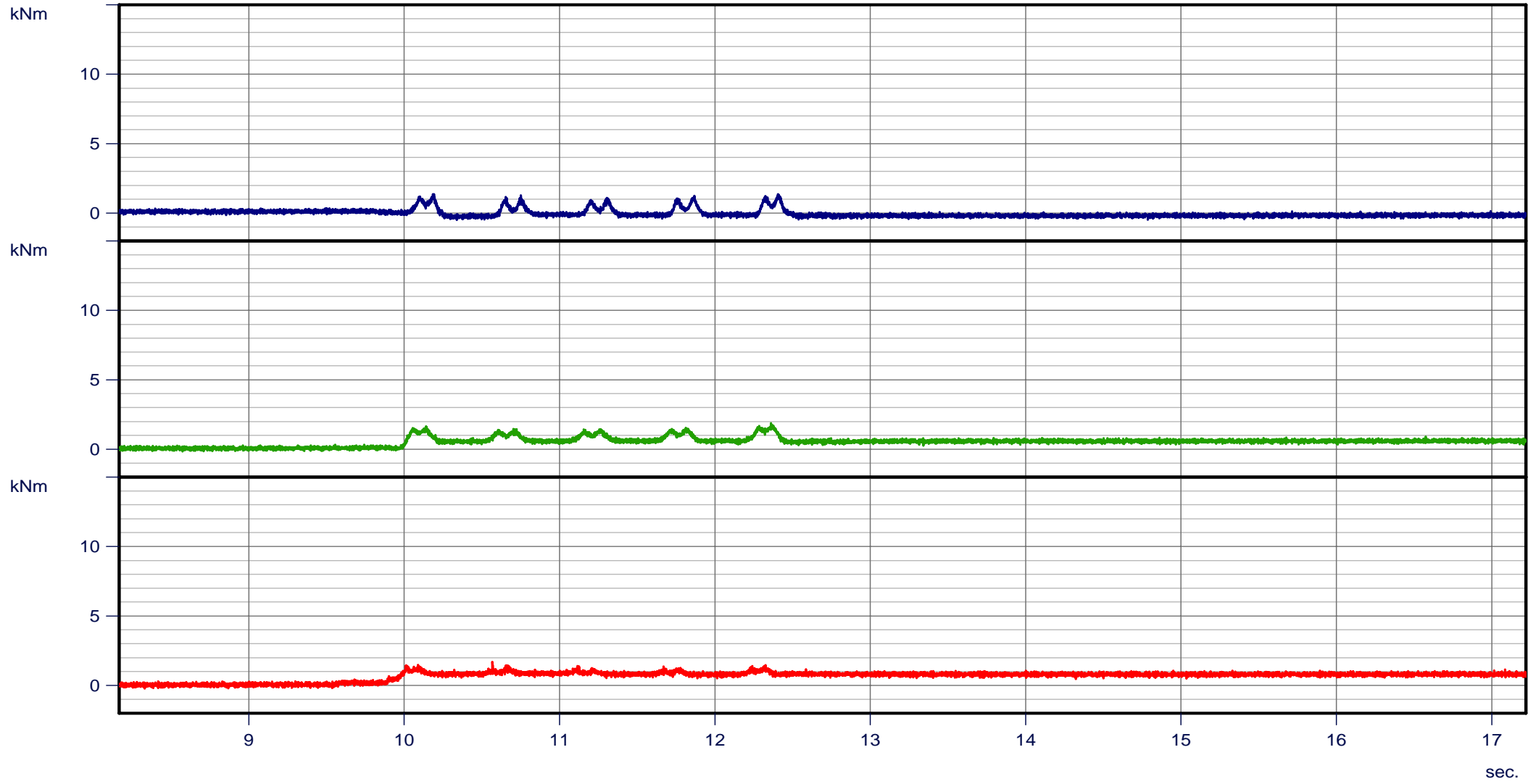
$$\Rightarrow \sigma_{c,0} = \frac{-13,5 \cdot 10^{-3}}{-873 \cdot 10^{-6}} = +15,46 \text{ MPa}$$

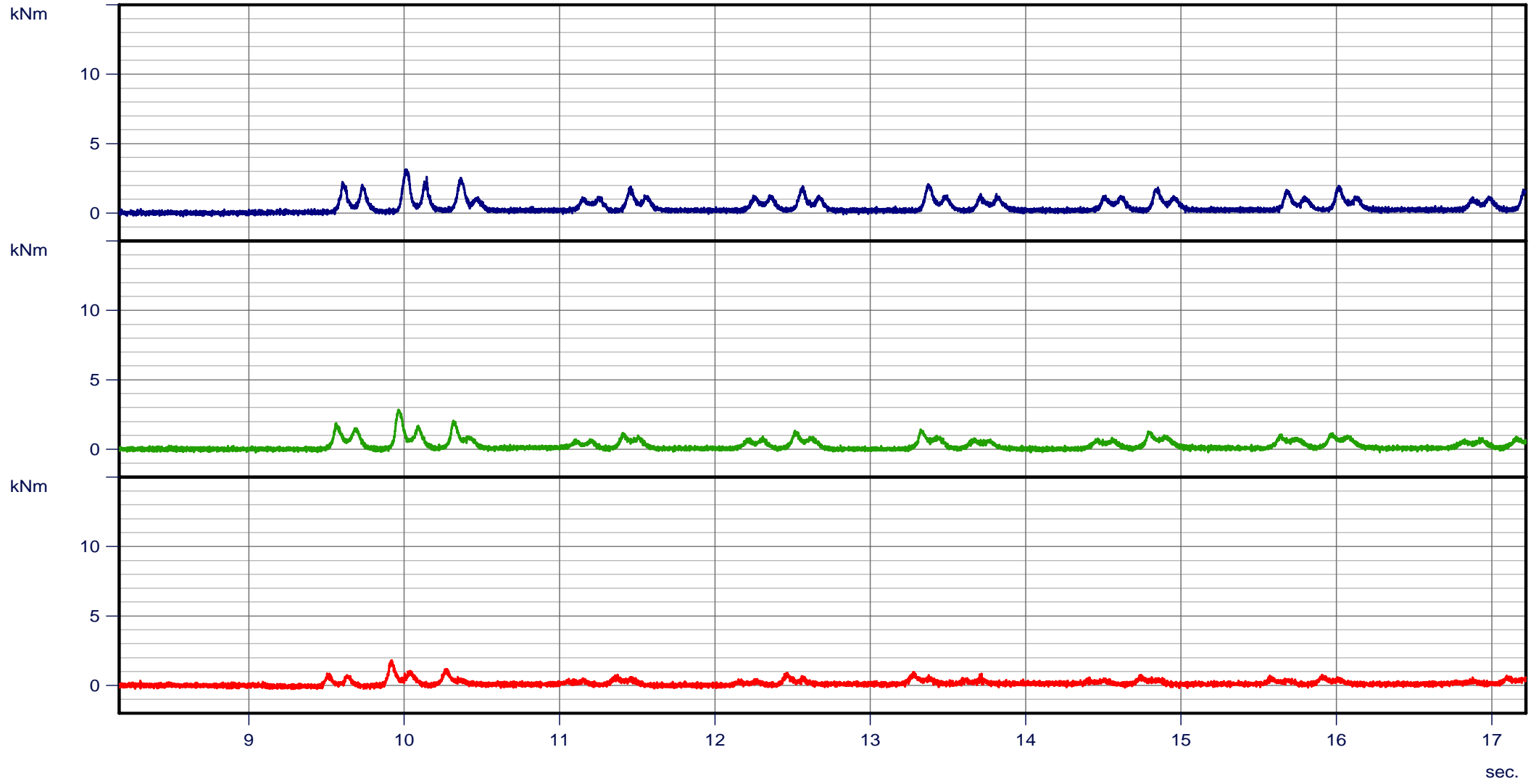
17. 5. 2010

Gleis 1

Messfahrt 1 - 3





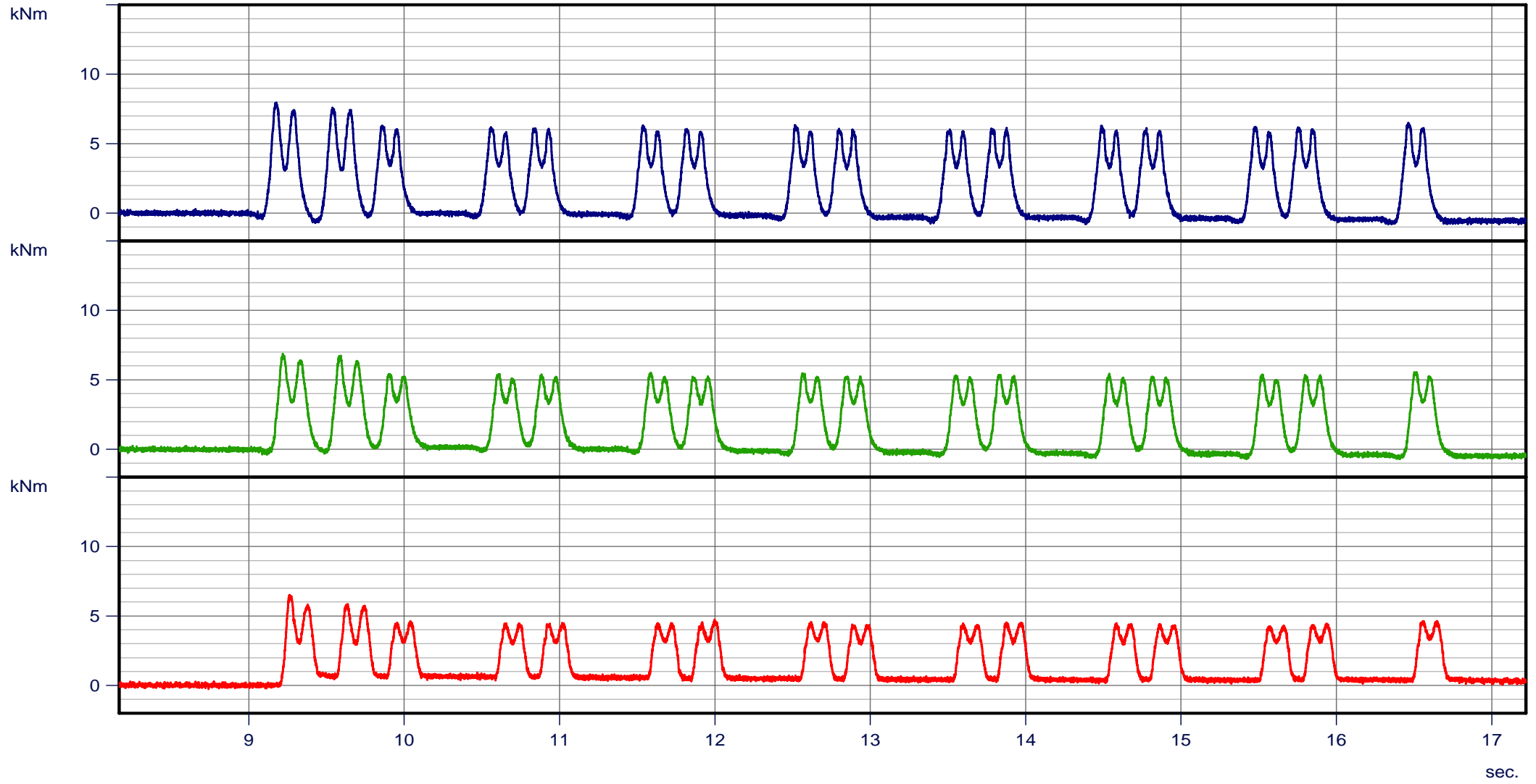


18. 5. 2010

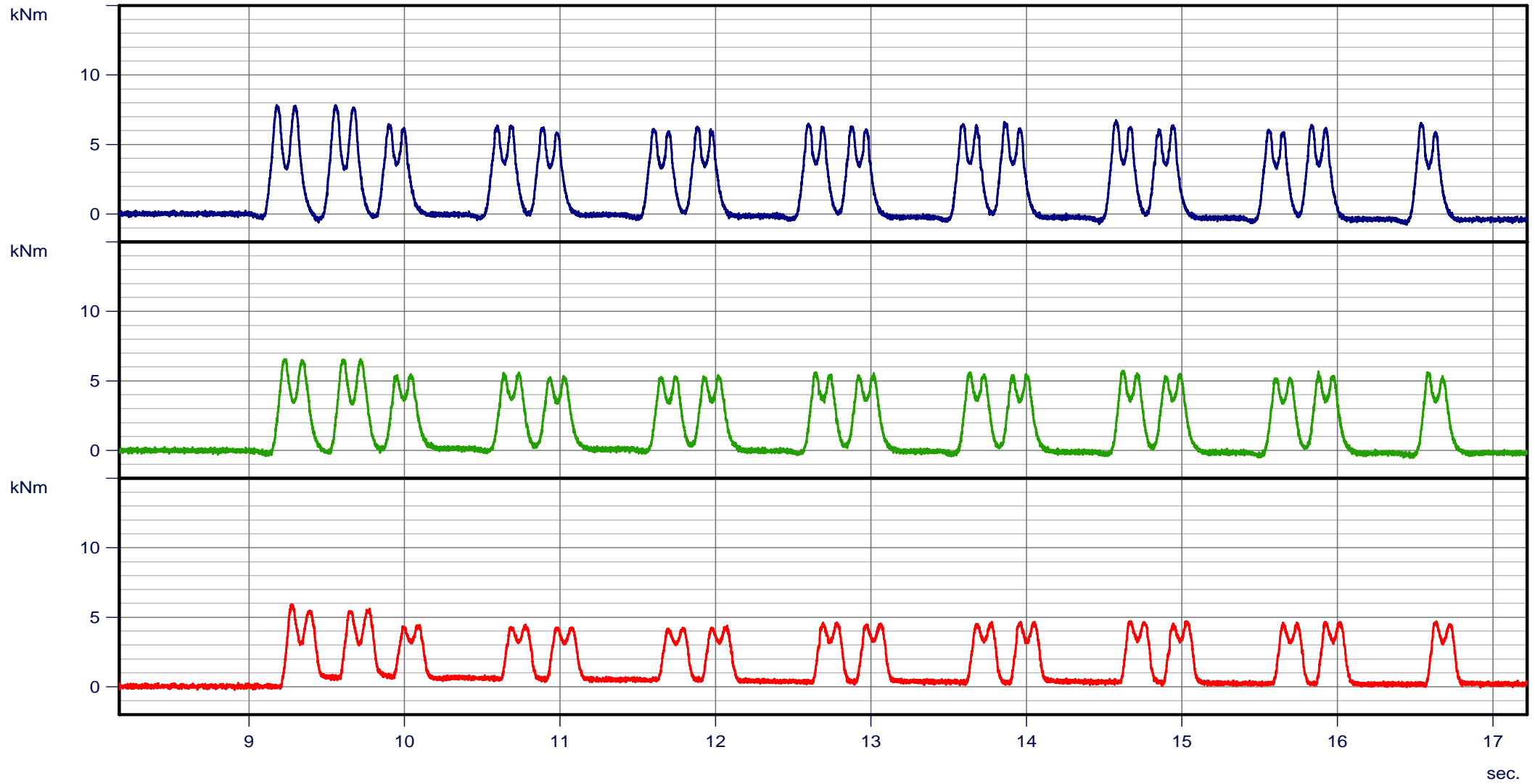
Gleis 2

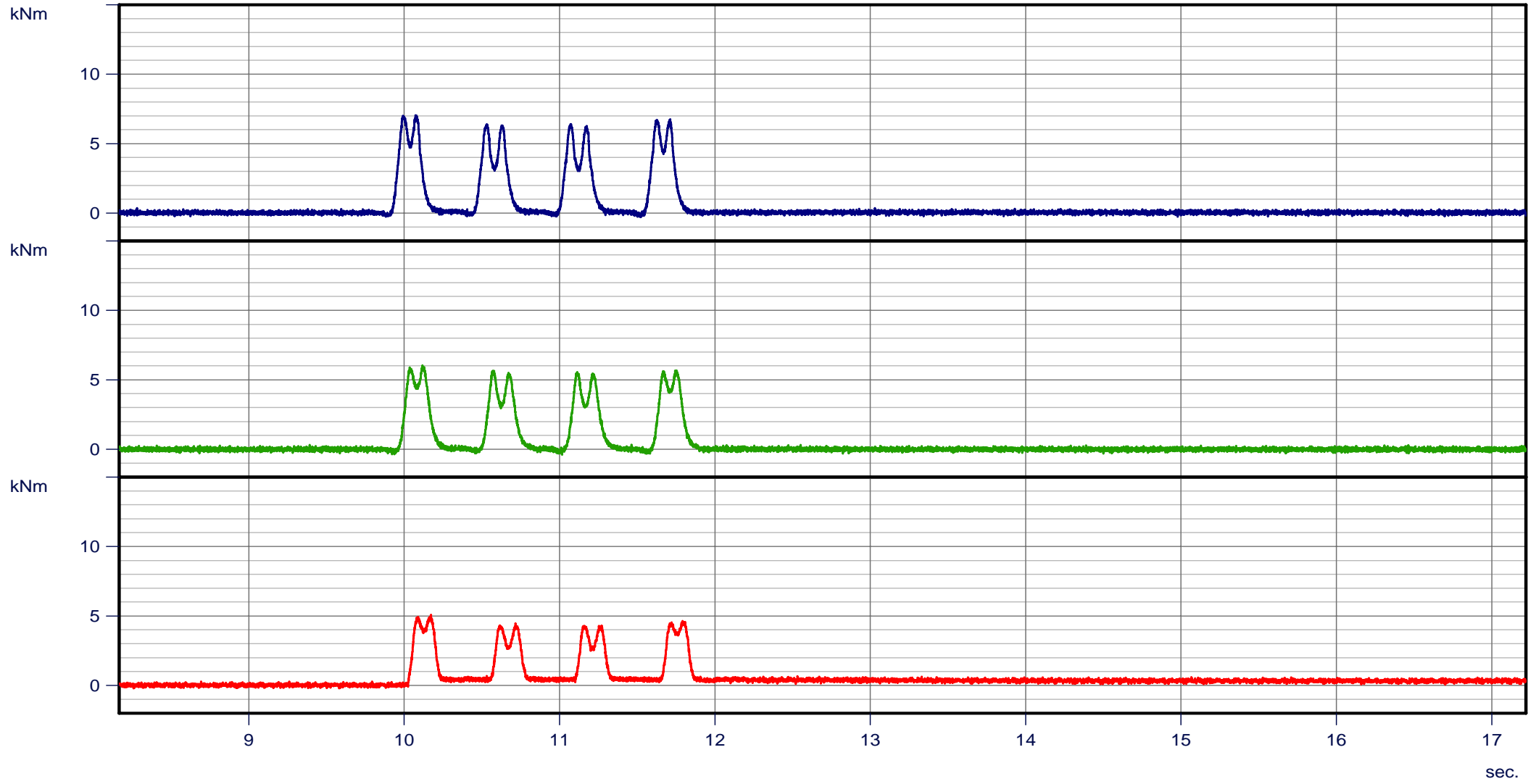
Messfahrt 1 - 3

— Moment_Schwellenmitte1 — Moment_Schwellenmitte2 — Moment_Schwellenmitte3



Moment_Schwellenmitte1 Moment_Schwellenmitte2 Moment_Schwellenmitte3



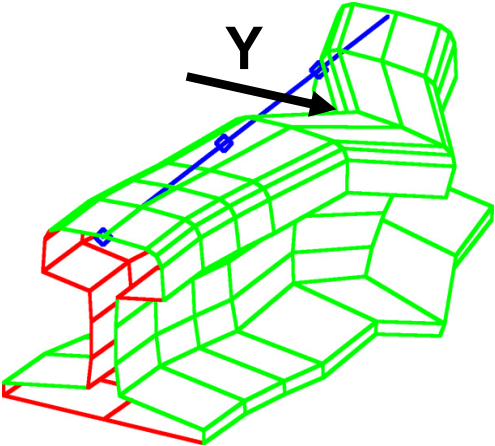


Ergebnis

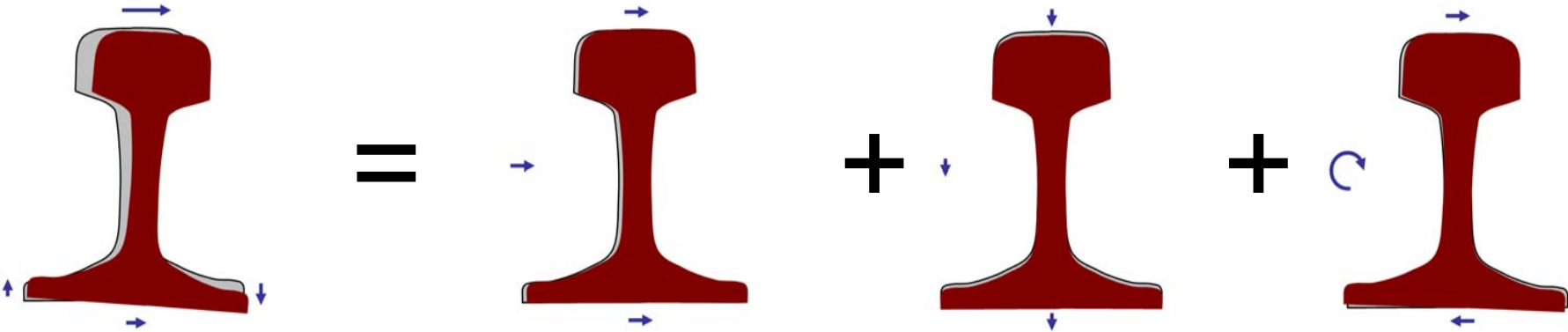
- Der Einsatz von Schwellenbesohlungen führt zu einer Reduktion der Biegebeanspruchung in Schwellenmitte.
- Grund ist die Verhinderung der partiellen Hohllagenbildung unter den Schwellenköpfen

Lastabtragung der Lateralkräfte – Ein vereinfachtes Modell

Schienenbewegung im Bogen



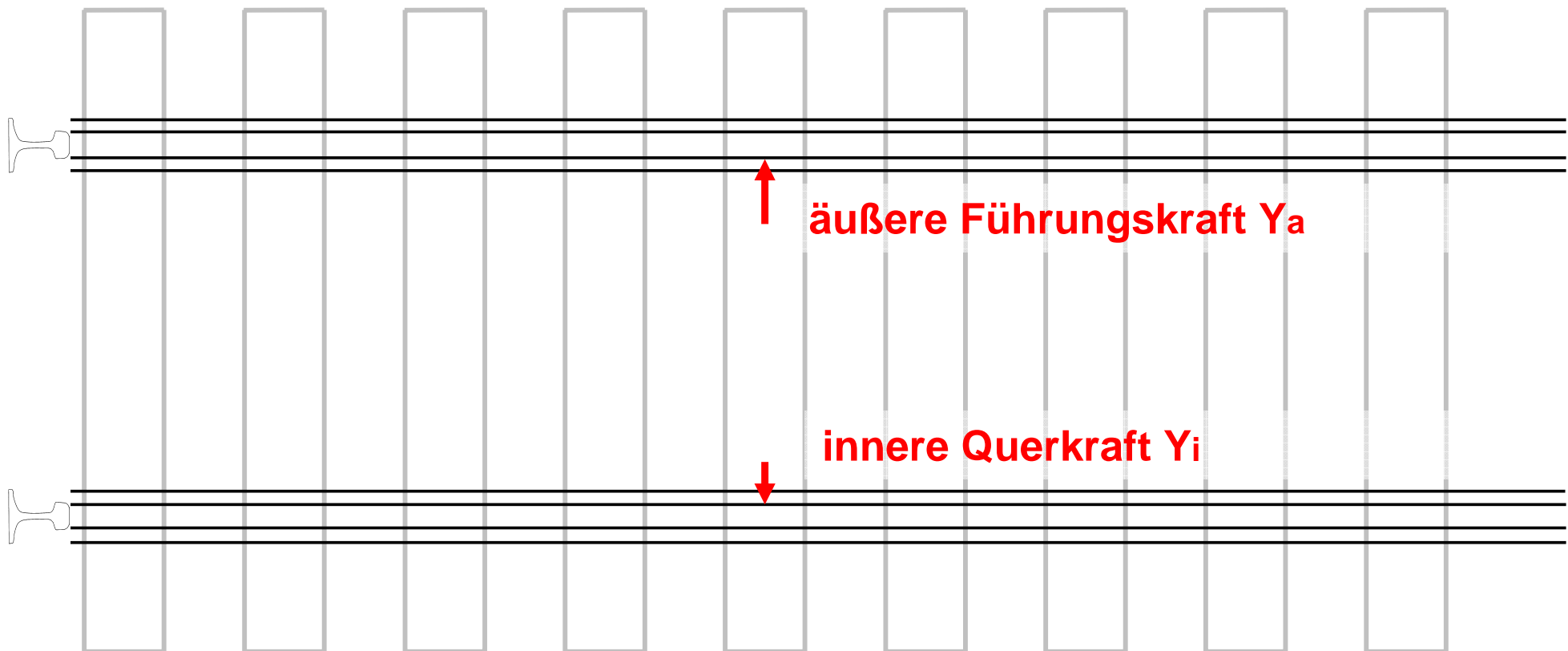
Darstellung:
Johannes
Stephanides



Schienenbewegung = seitliche Verschiebung + vertikale Einsenkung + Torsion

hier nicht berücksichtigt: Eigenverformung der Schiene (Biegung um Längsachse)

Äußere Kräfte auf Höhe Fahrkante (Lastangriff)

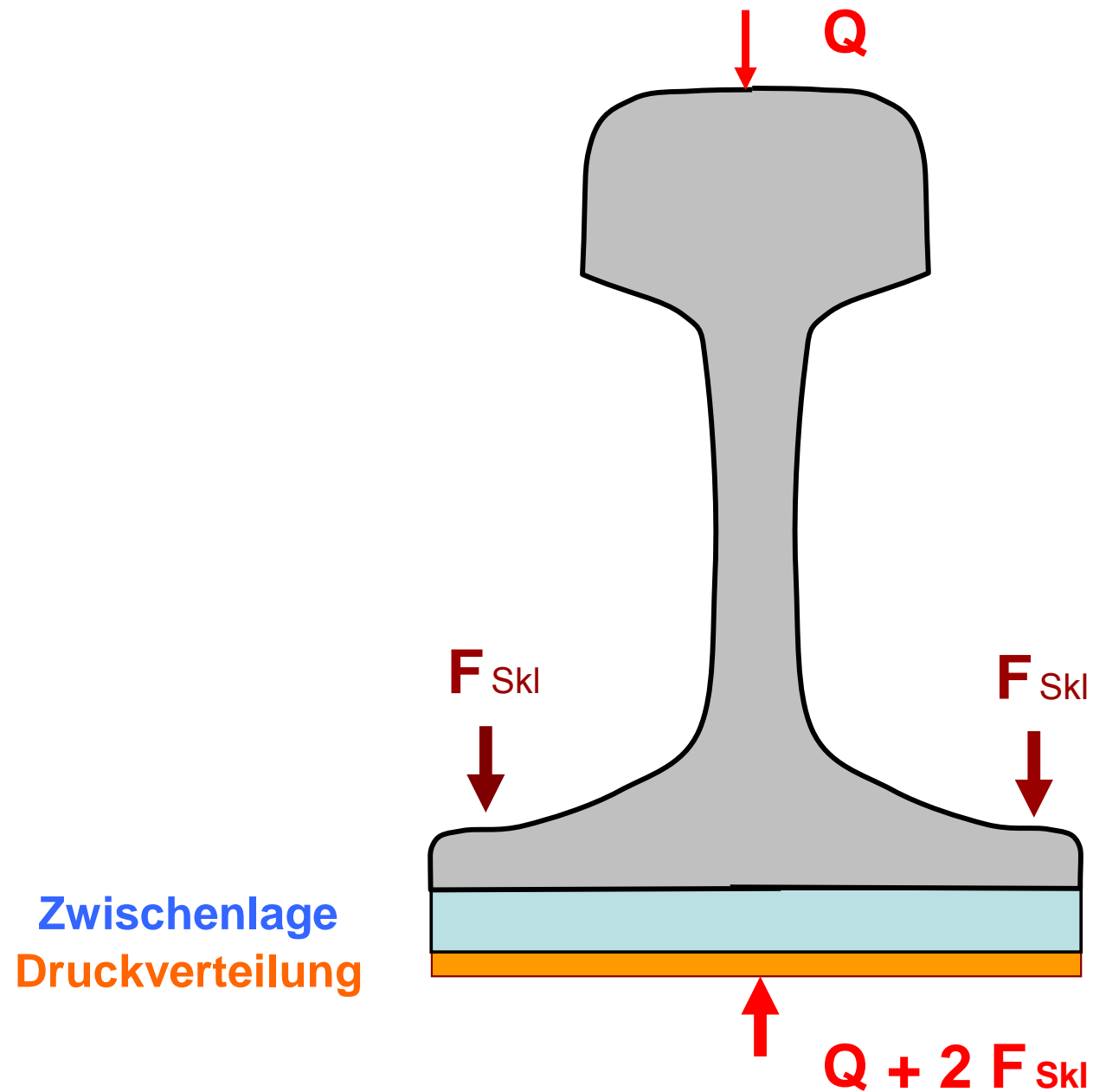


Ein frei geschnittener Schienenstützpunkt

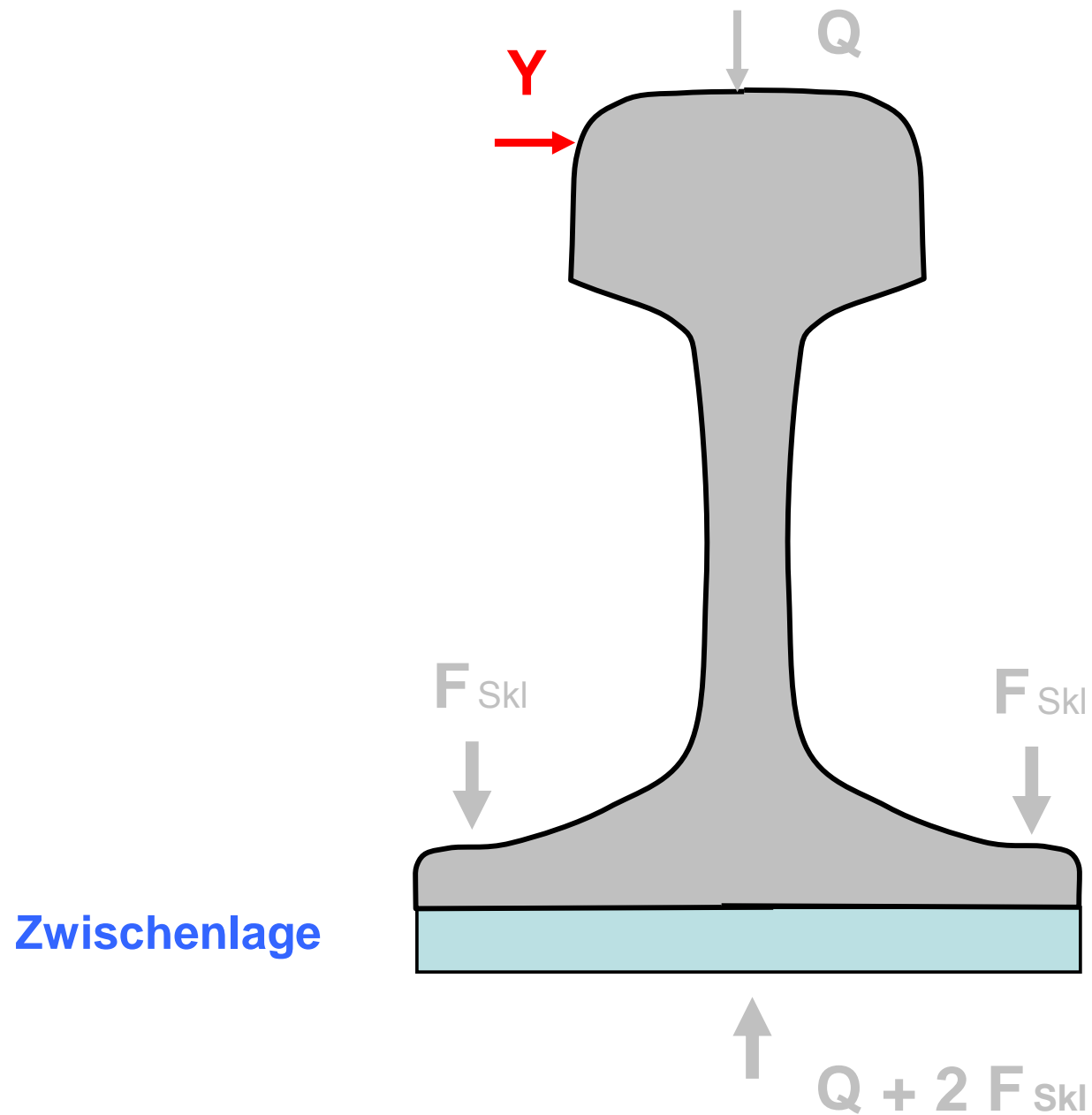
—

keine Verdrillung der Schiene möglich

Vertikales Lastverhalten

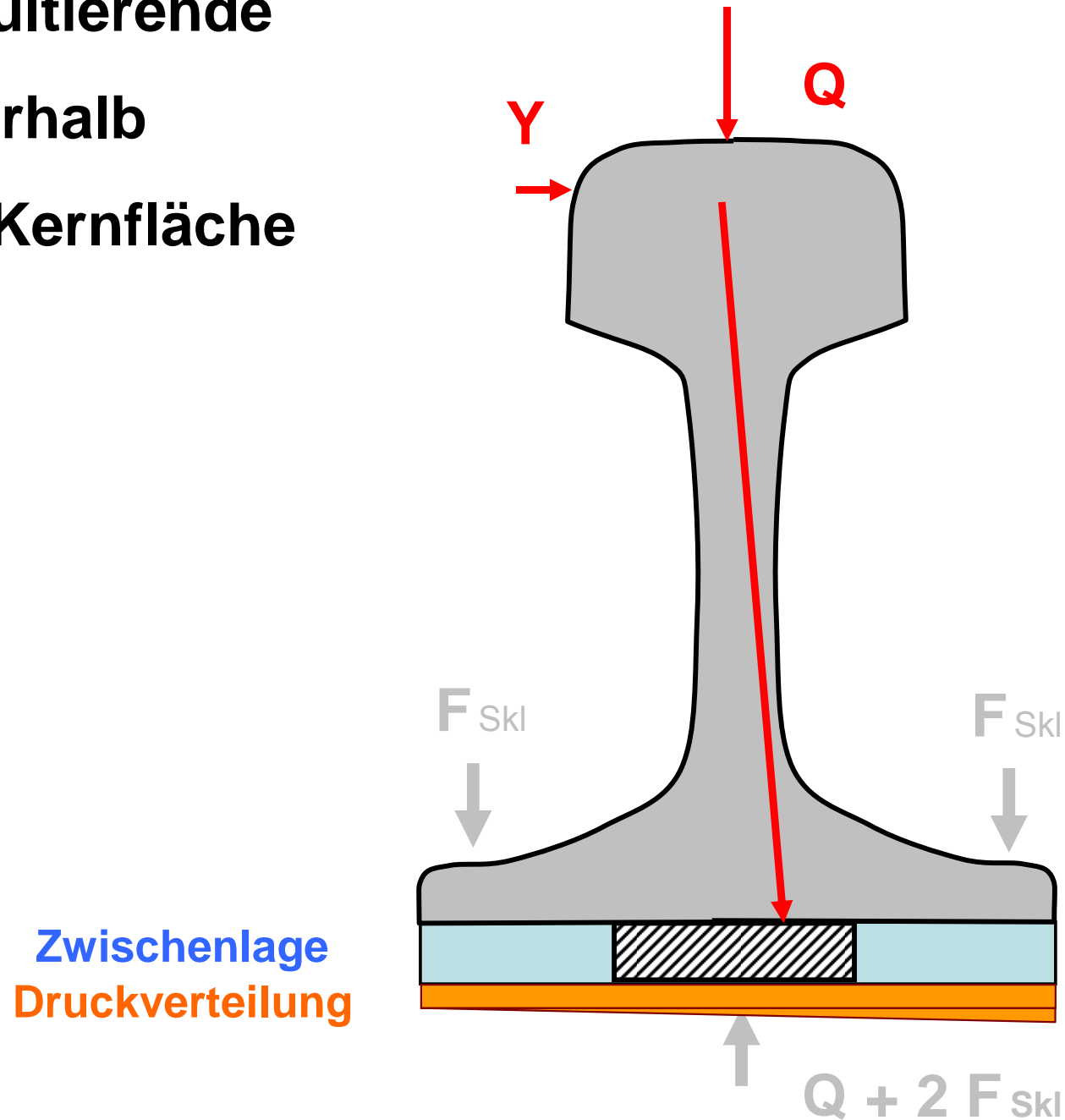


Horizontales Lastverhalten ?

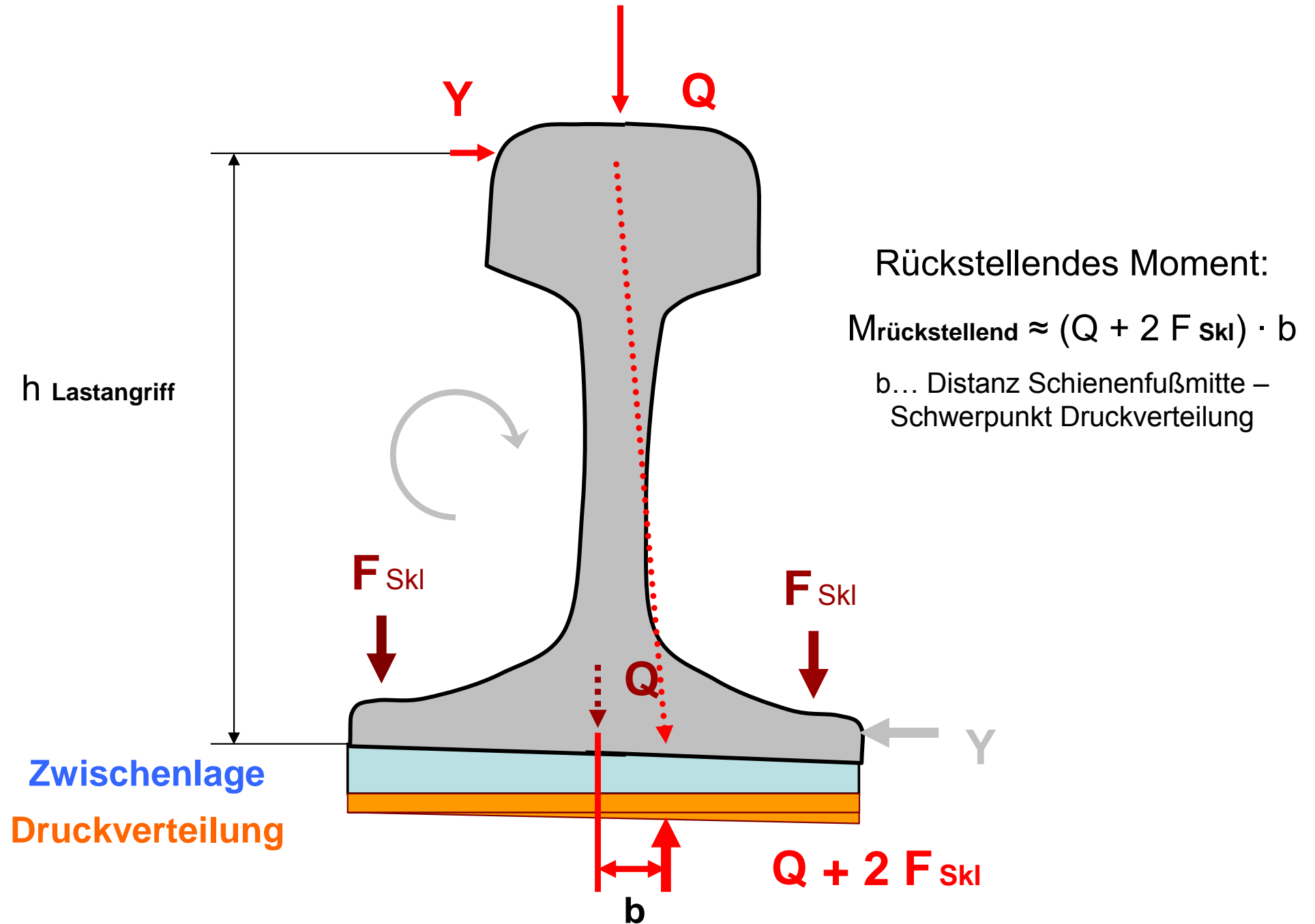


Horizontales Lastverhalten – Fall 1

Resultierende
innerhalb
der Kernfläche

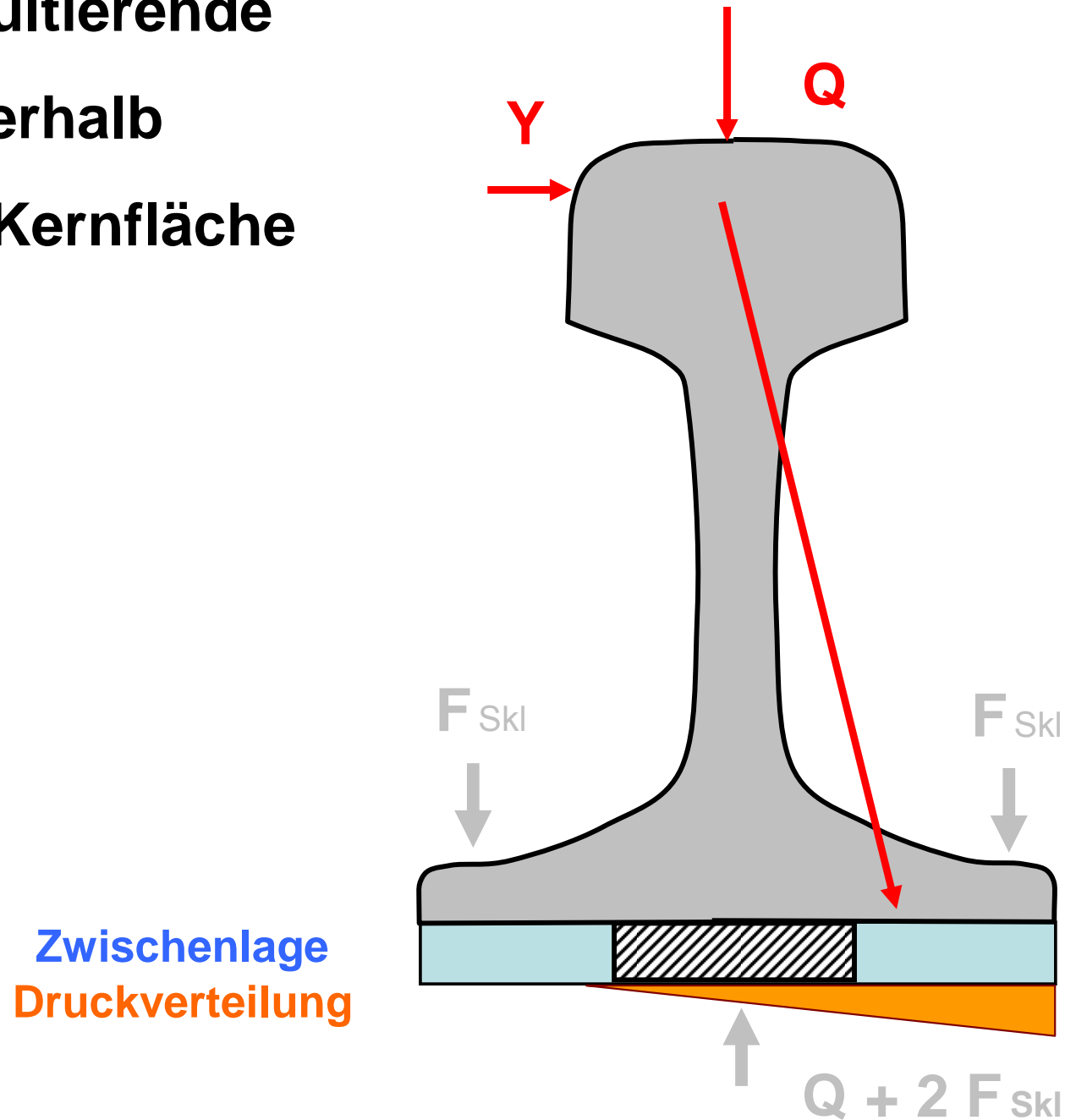


Fall 1: Kein Abheben des gleismittigen Schienenfußes



Horizontales Lastverhalten – Fall 2

Resultierende
außerhalb
der Kernfläche

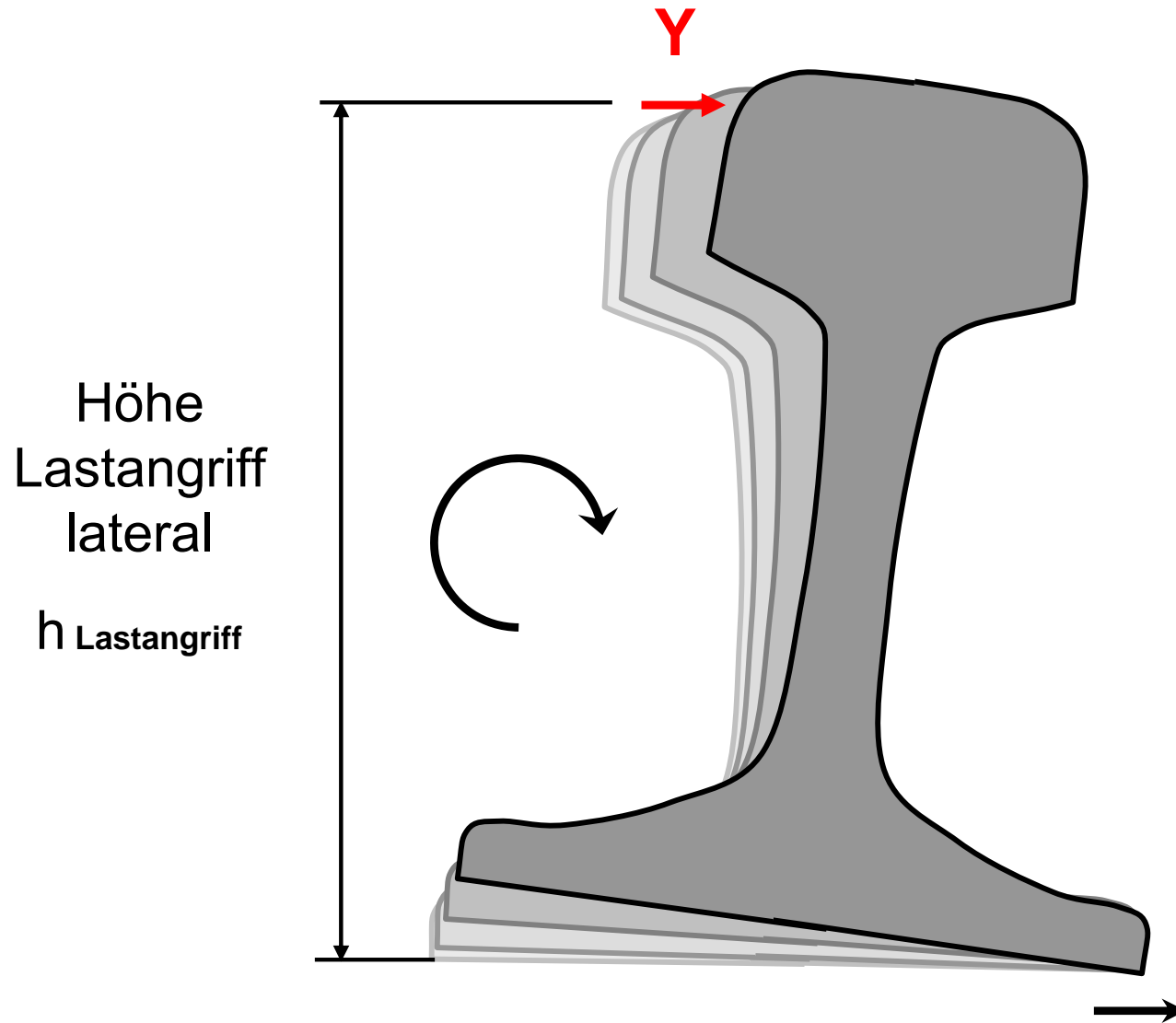


Gleisrost

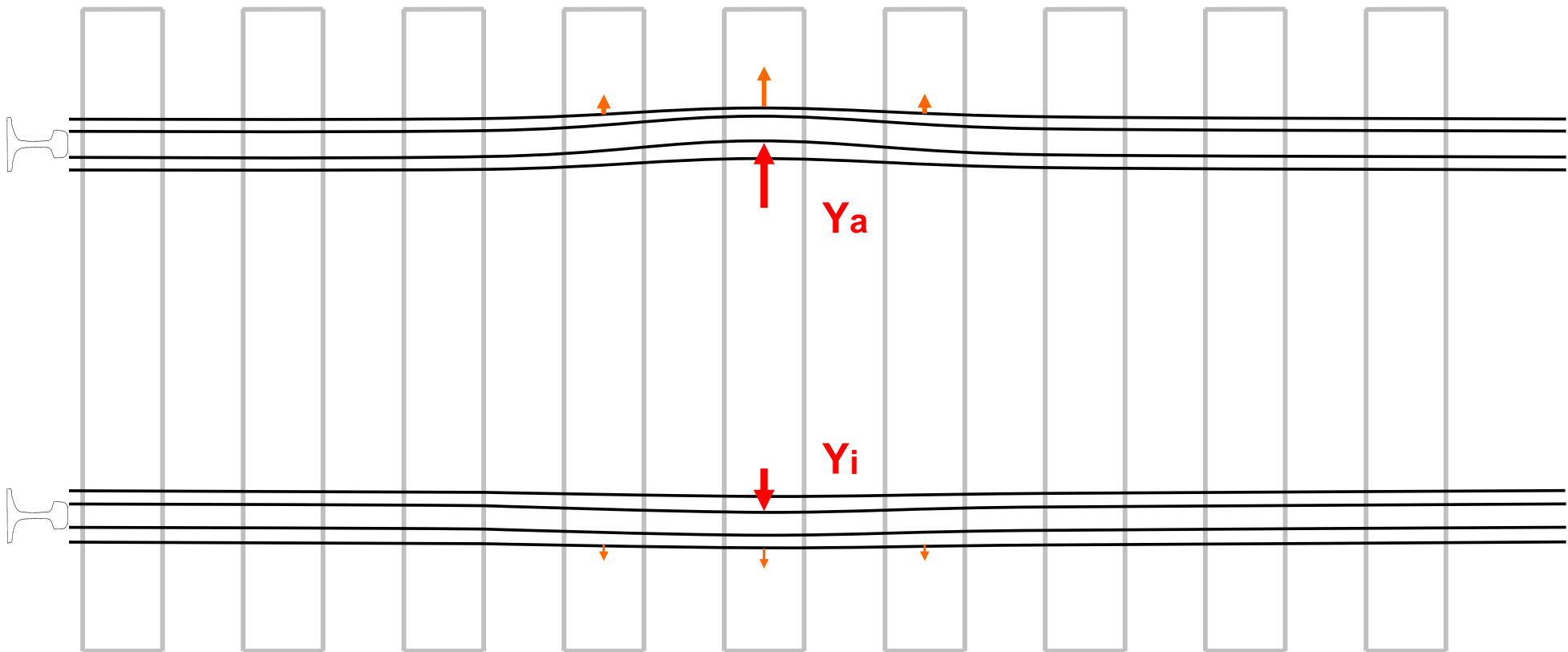
—

Verdrillung der Schiene möglich

Lastübertragung des eingebrachten Moments



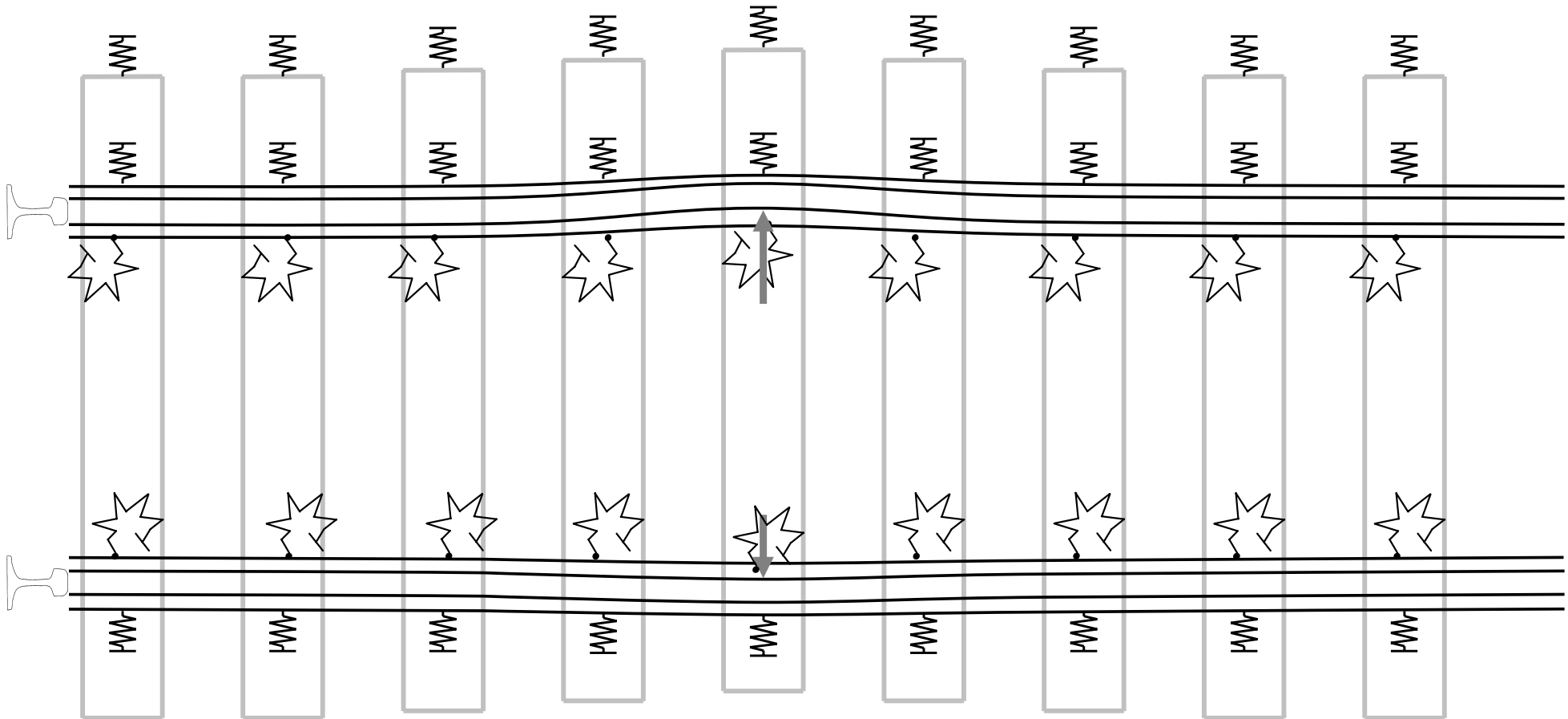
**Ya und Yi verursachen jeweils
Lateralbewegung Schiene – Befestigung
(zusätzlich Torsion)**



Auf Widerstandsseite: seitlicher Anschlag Schiene-Befestigung

Sekundäre Verschiebung: Querverschiebung der Schwellen

**Das Gleis stellt in der Schienenfußebene
ein statisch unbestimmtes System dar**



Schiene als Längsträger in Querrichtung

Auf Widerstandsseite:

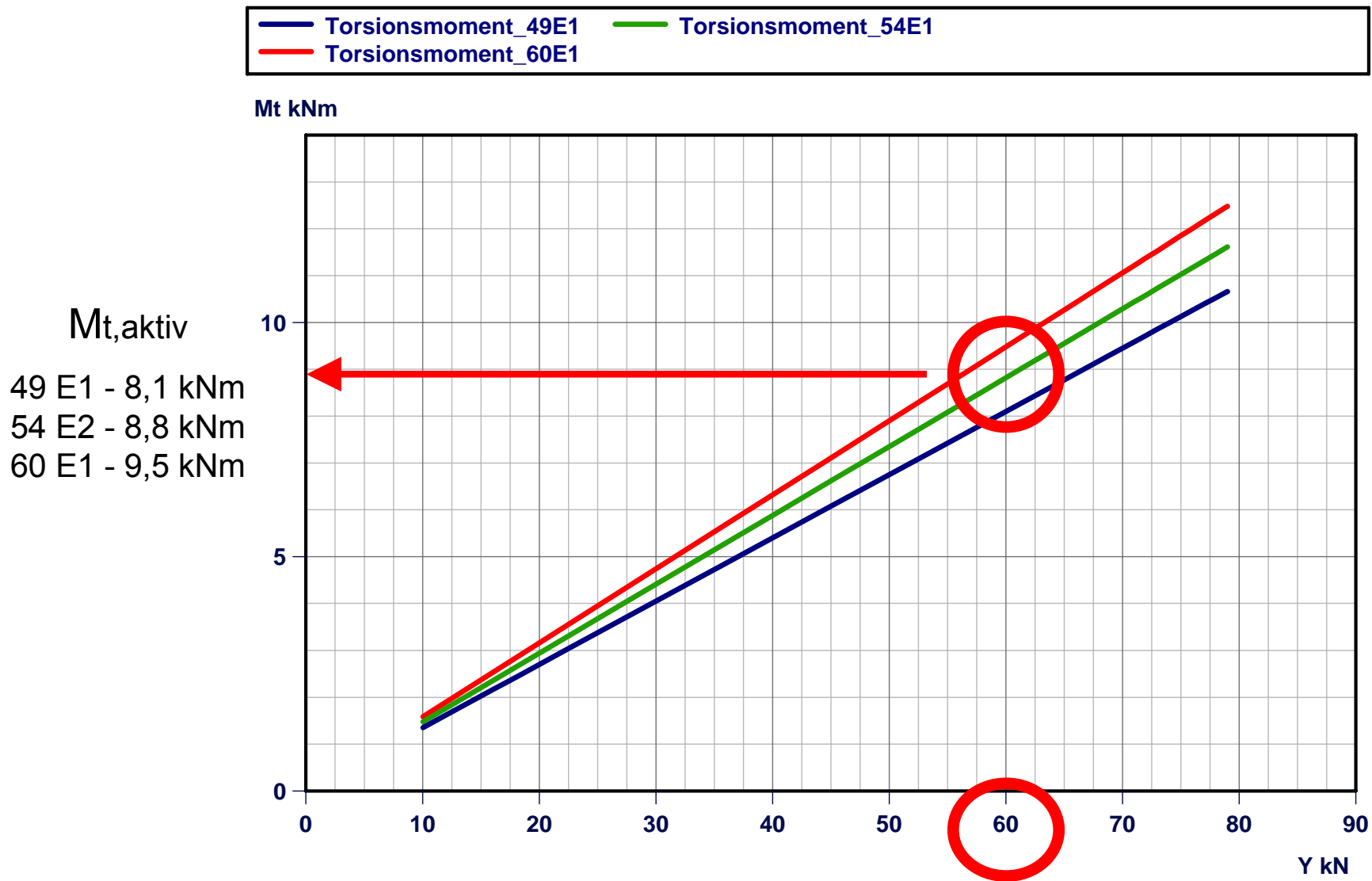
laterale Steifigkeit Befestigung (elastische Winkelführungsplatte),
Verdrehwiderstand Schiene-Schwelle,
Querverschiebewiderstand Schwelle

Parametervariationen

Randpressung

rückstellendes Moment

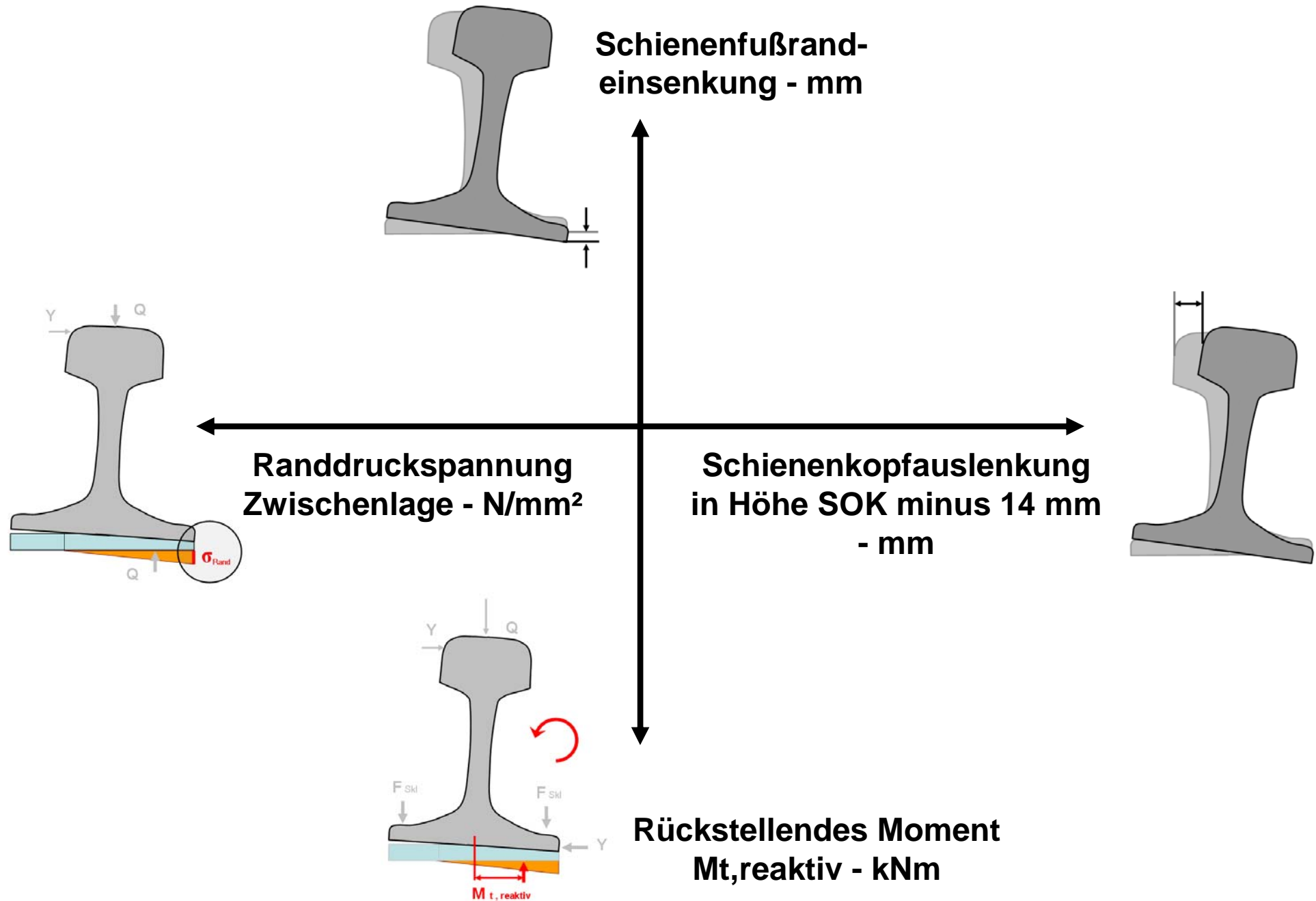
Eingebrachtes aktives Torsionsmoment M_t



$M_{t,aktiv}$
49 E1 - 8,1 kNm
54 E2 - 8,8 kNm
60 E1 - 9,5 kNm

Lastangriff horizontal 14 mm unter der (neuen) Schienenoberkante berechnet

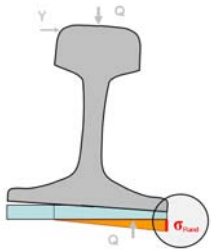
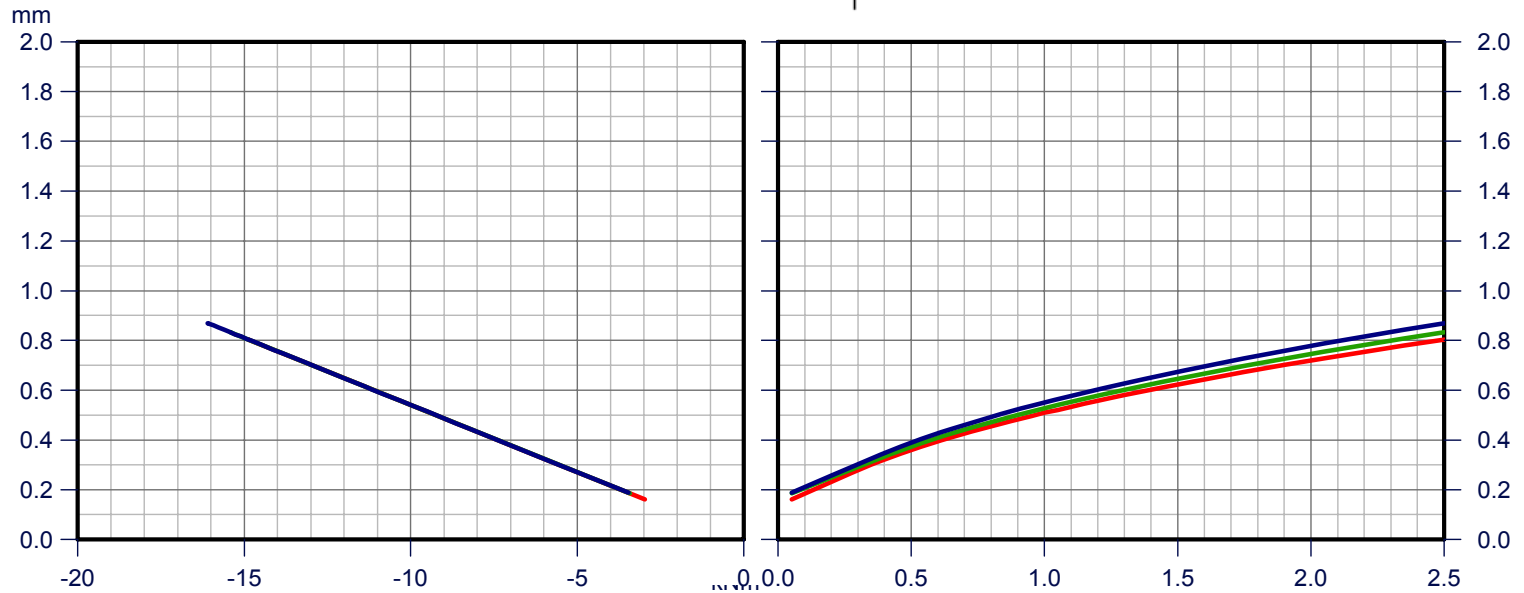
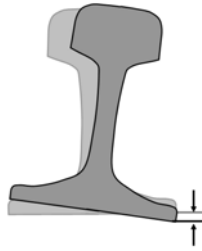
Abhängigkeiten an einem frei geschnittenen Stützpunkt – **passive** Seite



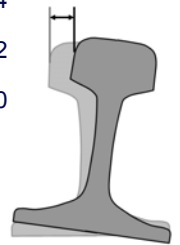
$Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$

$F_{\text{Skl}} = 9 \text{ kN}$

$B_{\text{Zw}} = 18,5 \text{ N/mm}^3 \text{ (EVA-EPDM)}$

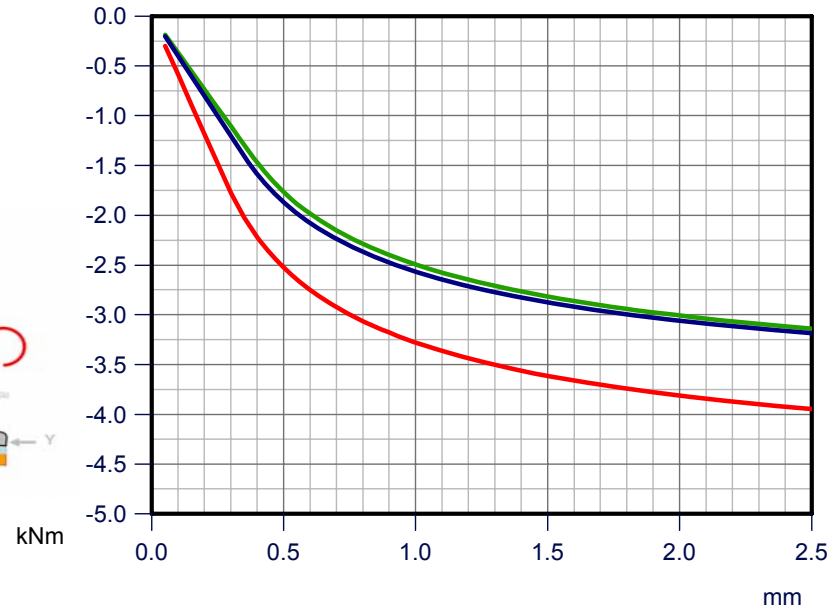
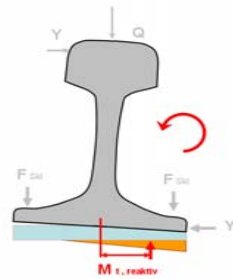


N/mm²



Variable: Schienenprofil

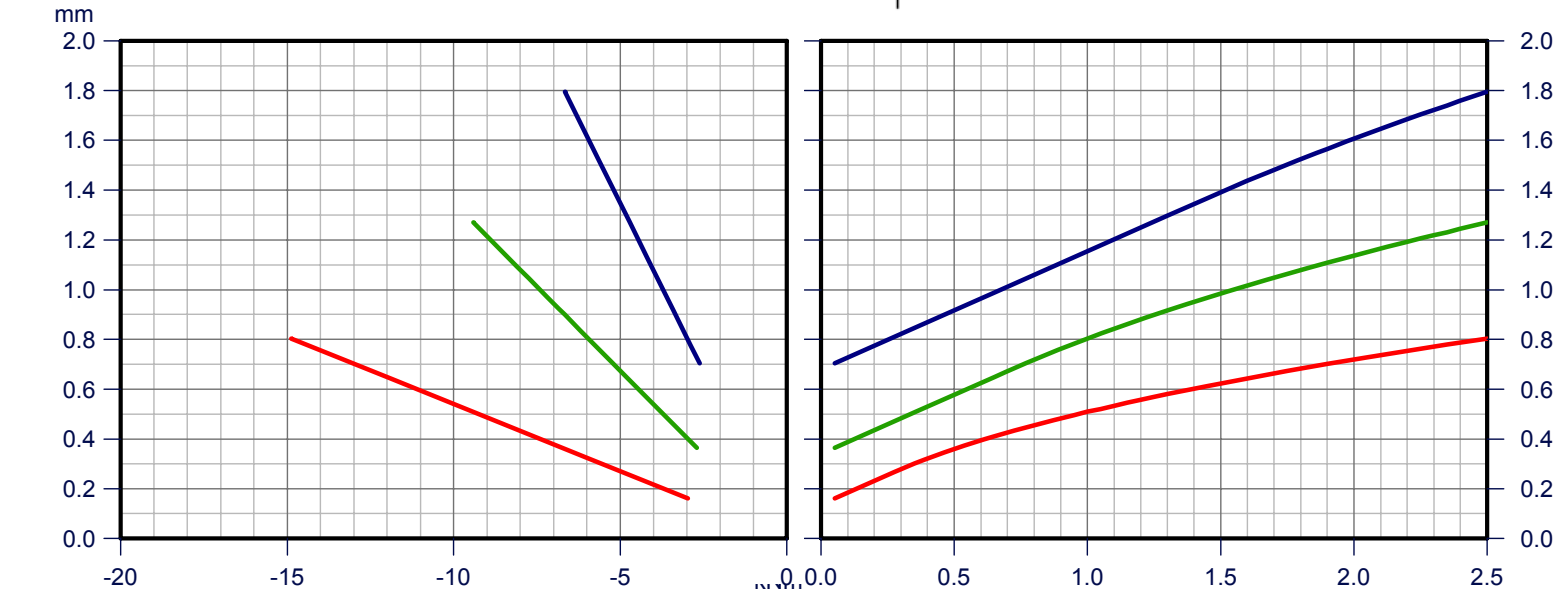
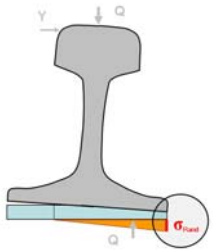
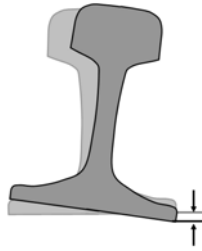
- 49 E1
- 54 E2
- 60 E1



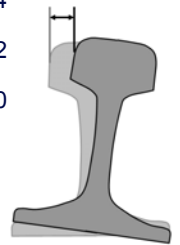
$Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$

$F_{\text{skl}} = 9 \text{ kN}$

Schienenprofil 60 E1

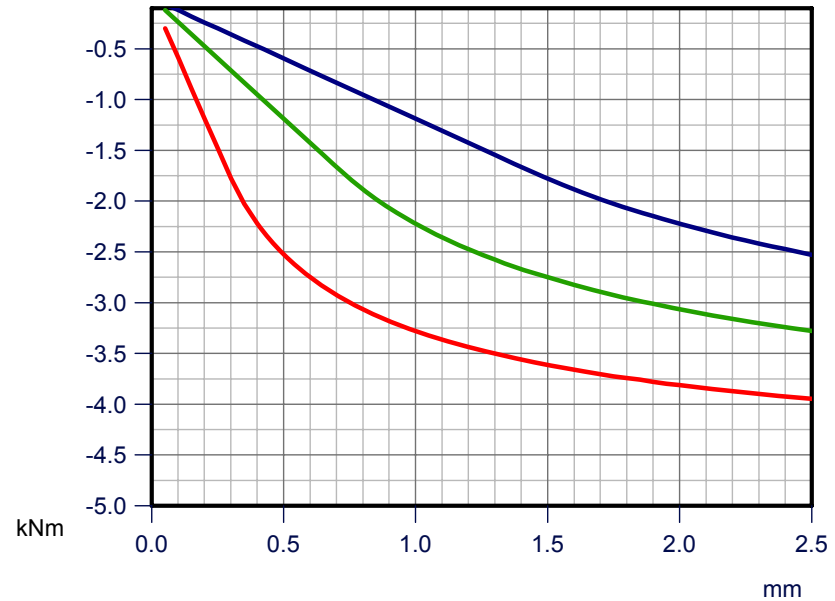


N/mm²



Variable: Zwischenlagensteifigkeit

- Blue line: $B = 3,7 \text{ N/mm}^3$
- Green line: $B = 7,4 \text{ N/mm}^3$
- Red line: $B = 18,5 \text{ N/mm}^3$



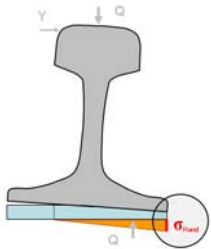
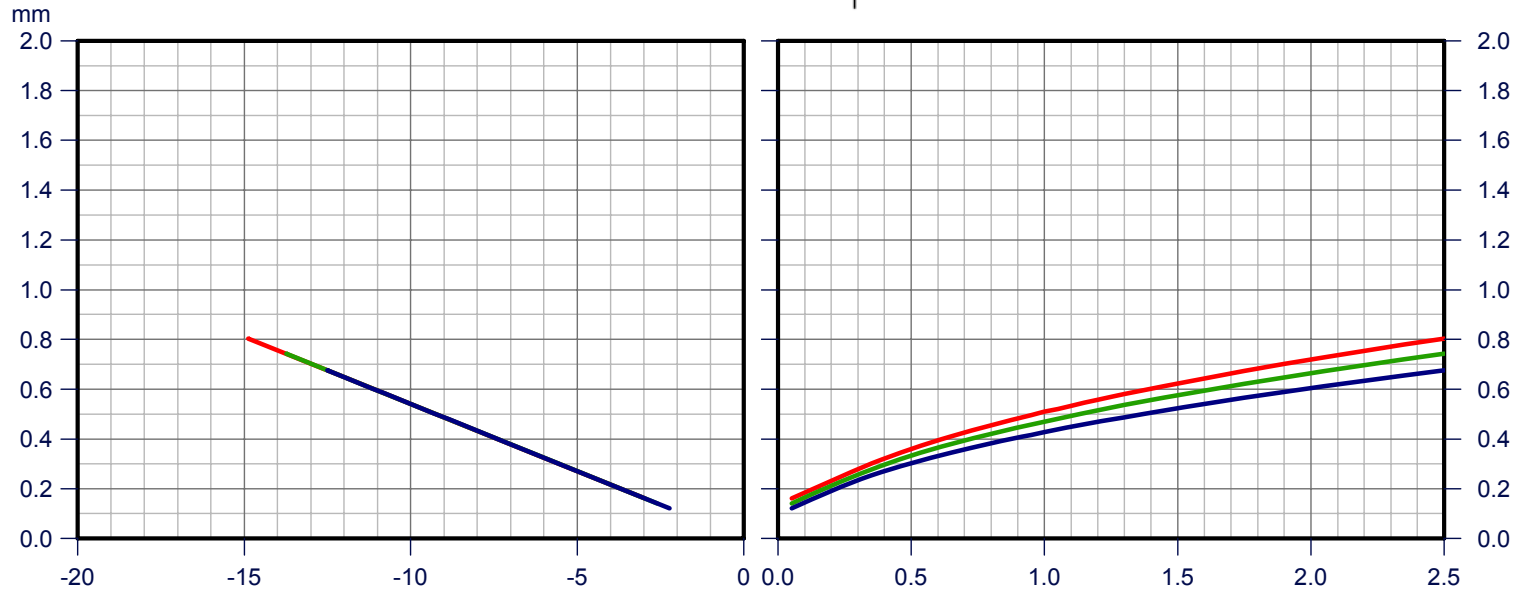
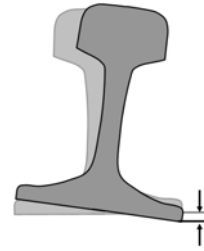
kNm

mm

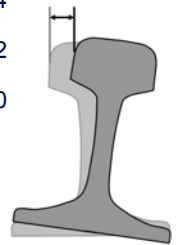
Schienenprofil 60 E1

$F_{SkI} = 9 \text{ kN}$

$B_{Zw} = 18,5 \text{ N/mm}^3 \text{ (EVA-EPDM)}$

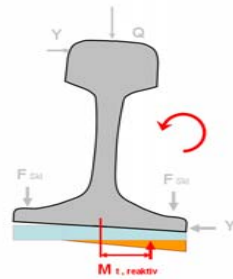


N/mm²

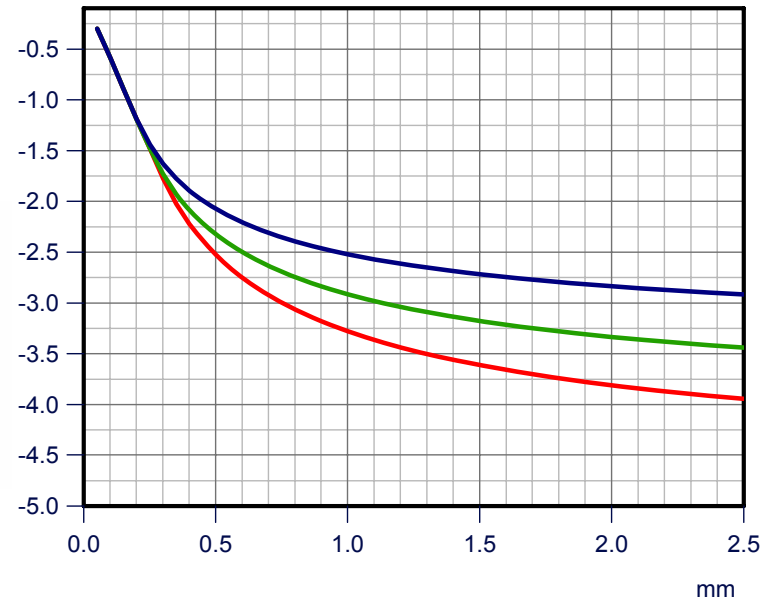


Variable: vertikale Stützpunktkraft

- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 30 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 40 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$



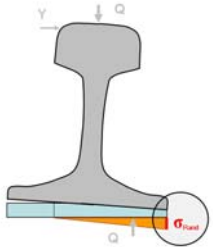
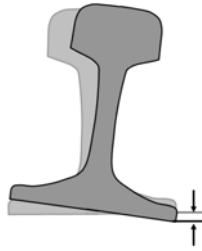
kNm



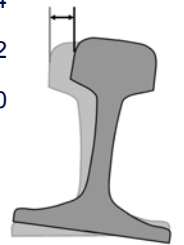
Schienenprofil 60 E1

$F_{SkI} = 9 \text{ kN}$

$B_{Zw} = 7,4 \text{ N/mm}^3$

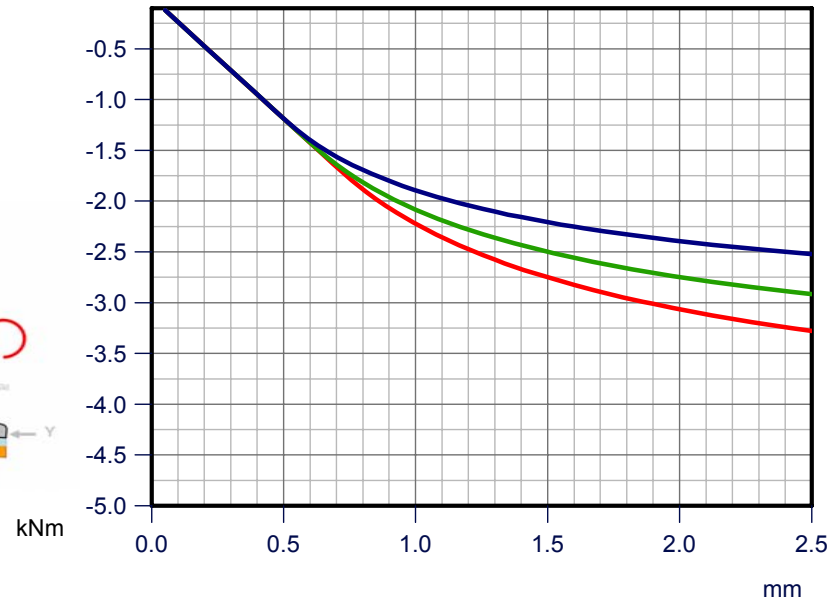
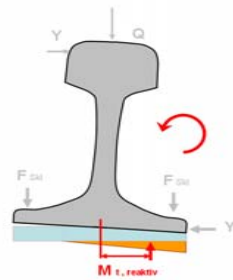


N/mm²



Variable: vertikale Stützpunktkraft

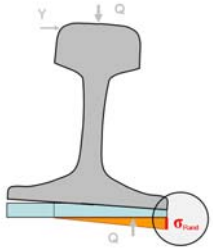
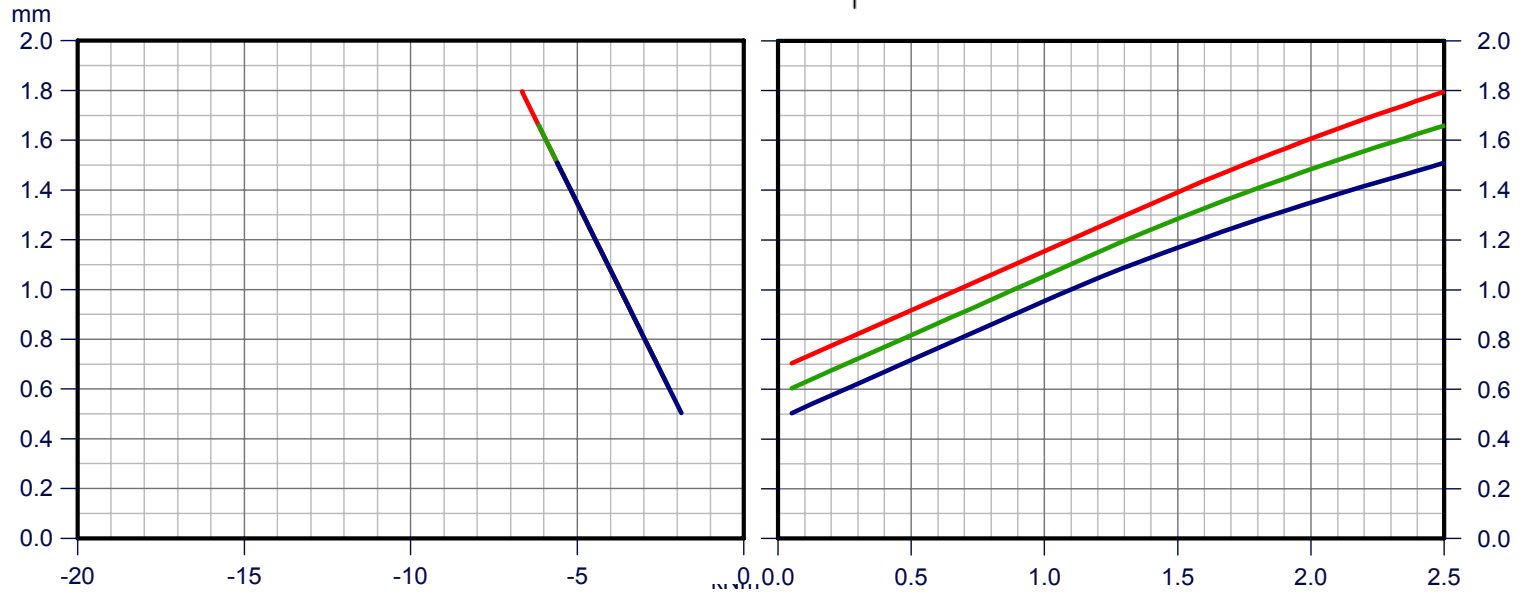
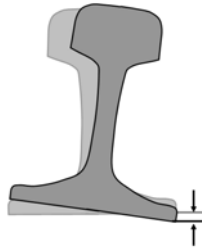
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 30 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 40 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$



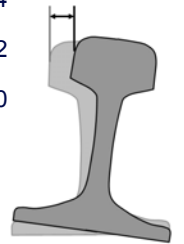
Schienenprofil 60 E1

$F_{SkI} = 9 \text{ kN}$

$B_{Zw} = 3,7 \text{ N/mm}^3$

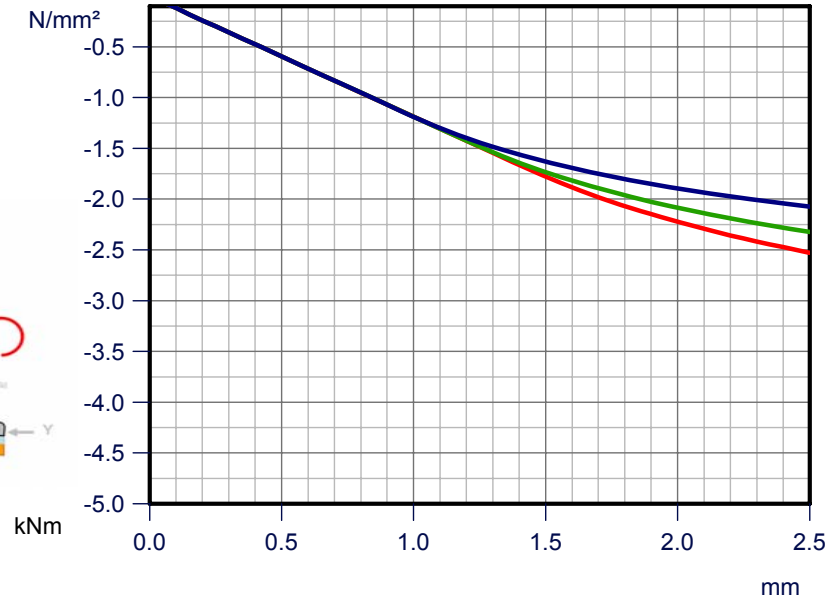
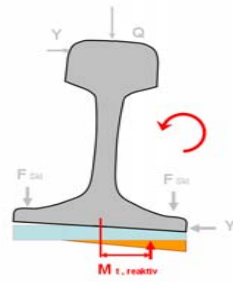


N/mm^2



Variable: vertikale Stützpunktkraft

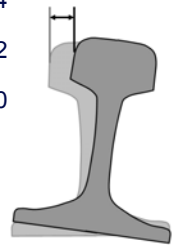
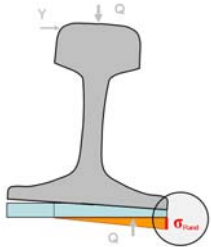
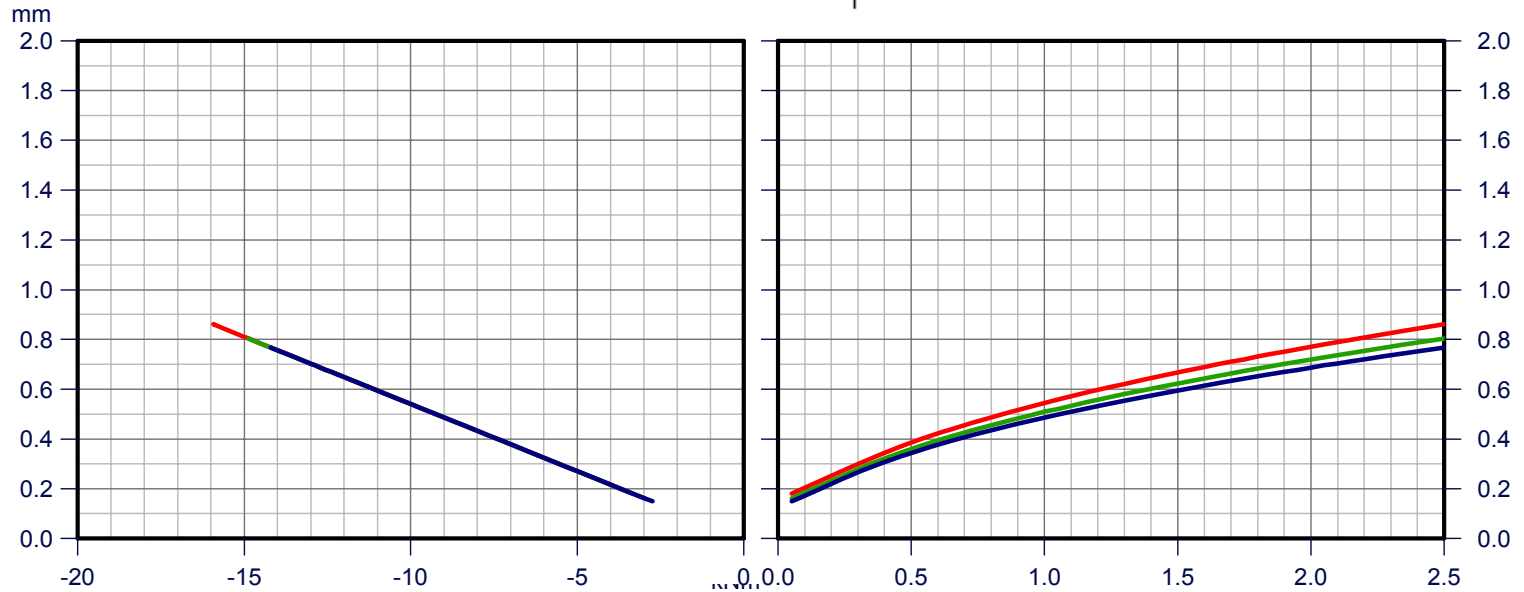
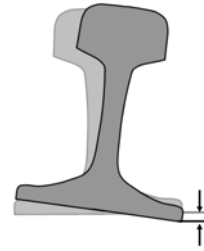
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 30 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 40 \text{ kN}$
- $Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$



Schienenprofil 60 E1

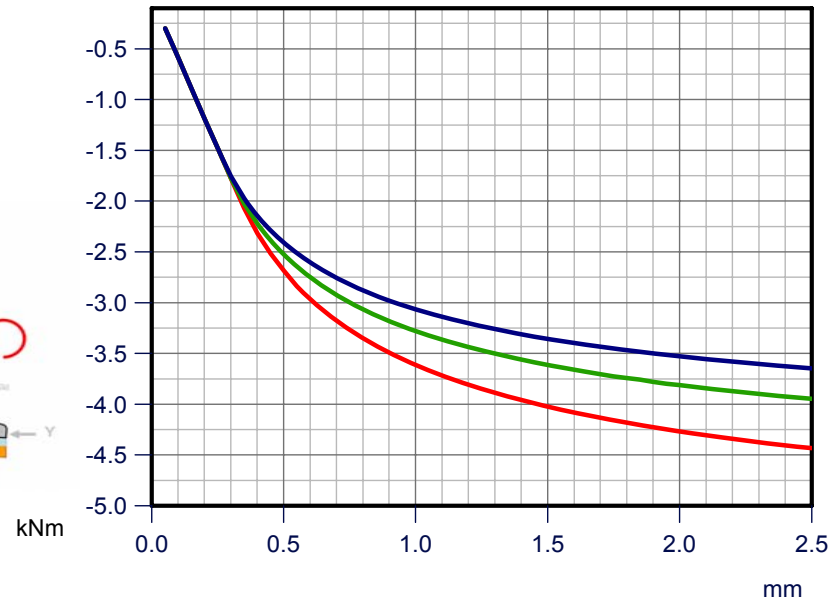
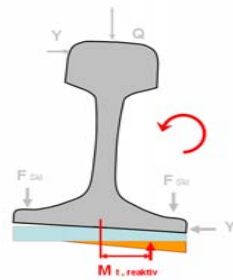
$Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$

$B_{\text{Zw}} = 18,5 \text{ N/mm}^3 \text{ (EVA-EPDM)}$



Variable: Niederhaltekraft Ski

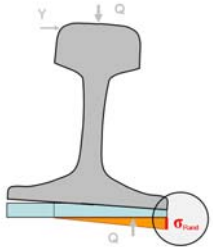
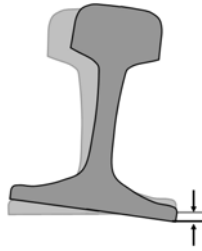
- $F_{\text{Ski}} = 6 \text{ kN}$
- $F_{\text{Ski}} = 9 \text{ kN}$
- $F_{\text{Ski}} = 14 \text{ kN}$



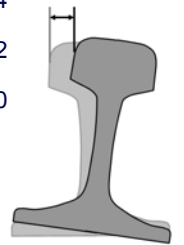
Schienenprofil 60 E1

$$Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$$

$$B_{\text{Zw}} = 7,4 \text{ N/mm}^3$$

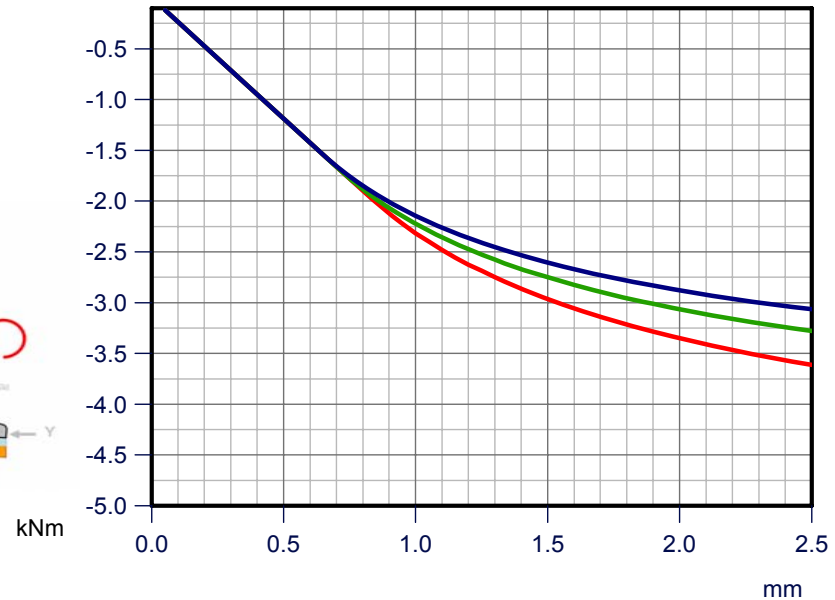
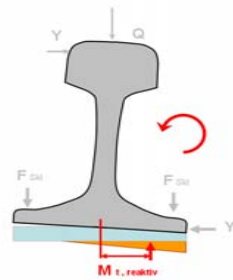


N/mm²



Variable: Niederhaltekraft Ski

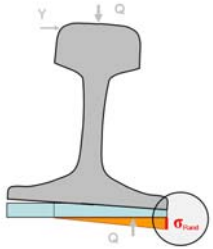
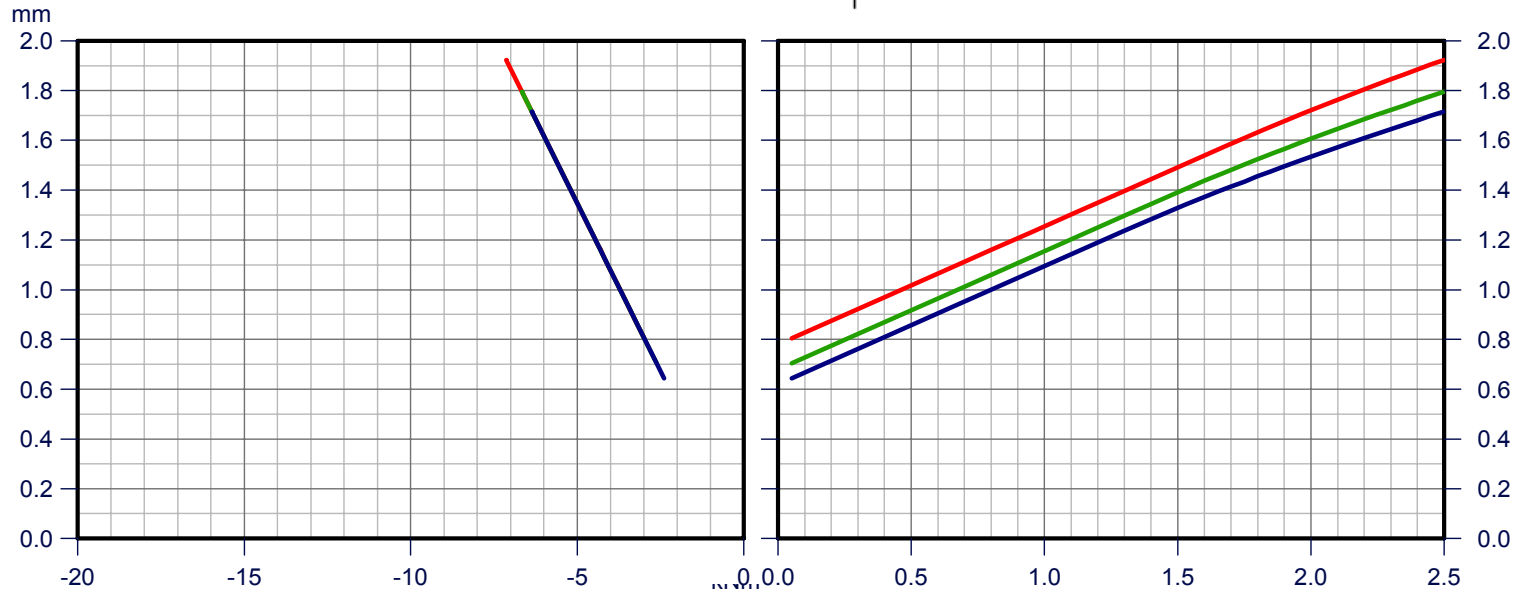
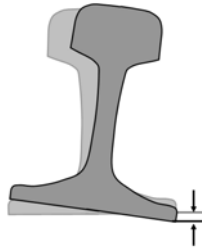
- F Ski = 6 kN
- F Ski = 9 kN
- F Ski = 14 kN



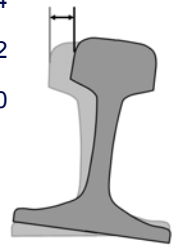
Schienenprofil 60 E1

$$Q_{\text{Stützpkt.}} = 50 \text{ kN}$$

$$B_{\text{Zw}} = 3,7 \text{ N/mm}^3$$

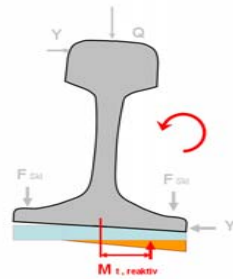


N/mm²

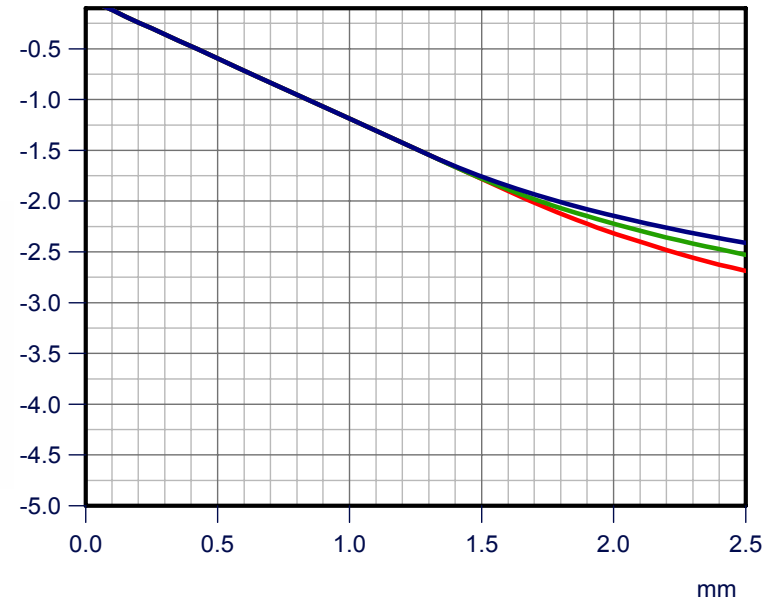


Variable: Niederhaltekraft Ski

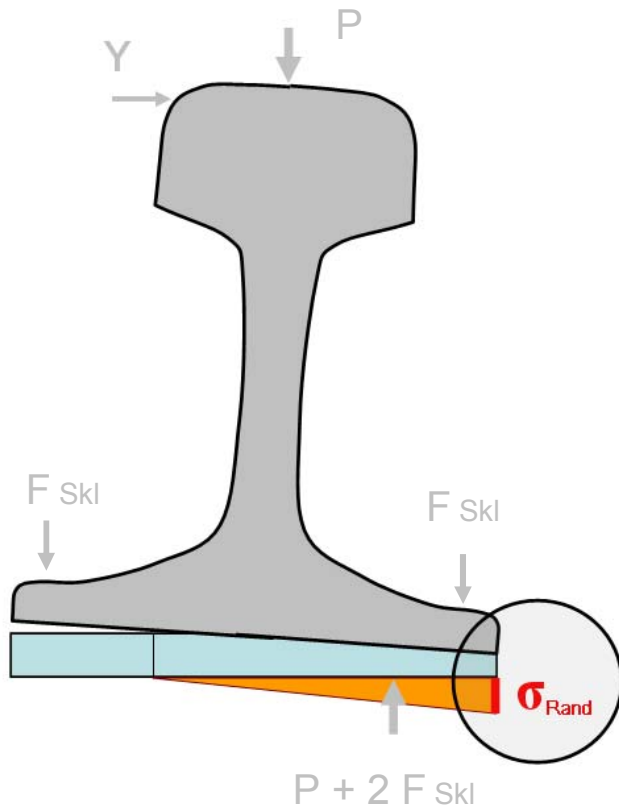
- F Ski = 6 kN
- F Ski = 9 kN
- F Ski = 14 kN



kNm



Randspannung in Zwischenlage



Günstige Einflüsse auf Randspannung der Zwischenlage:

- größere Schienenfußbreite (60 E1 besser als 54 E2)
- weiche Zwischenlage (erlaubt größere Zwischenlagenrandeinsenkung)
- größere Niederhalte kraft der Spannklemme (verringert Schienenkippung)

Grundgleichungen Verdrillung der Schiene

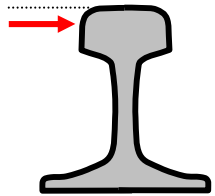
$$T = F \cdot r \quad T \dots \quad \text{Torsionsmoment}$$

$$\theta_t = \frac{TL}{GI_T}$$

Die entstehende Verdrehung (Verdrehwinkel θ_t) des Stabs ergibt sich aus dem Torsionsmoment T geteilt durch das Torsionsträgheitsmoment I_T , welches die Größe und Form des Stabquerschnitts beschreibt, und den Schubmodul G , multipliziert mit der Stablänge L

$$\Delta\theta_T / \Delta L \quad \text{Drillung}$$

Berechnung Drillung bei 60 E1 (Gabellagerung)



Y... 60 kN

h... 172 – 14 mm = 158 mm (konservativ)

T = 9,5 kNm

$$\theta_t = \frac{TL}{GI_T}$$

$$\Delta\theta_T / \Delta L = T / (G \cdot I_T)$$

G... 79,3 kN/mm²

I_T... 271 cm⁴

$\Delta\theta_T / \Delta L = 2,75^\circ / \text{lfm}$ oder auch 8,26 mm / lfm

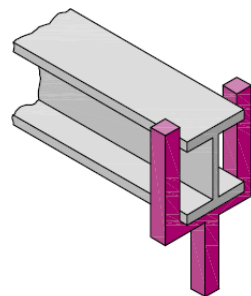
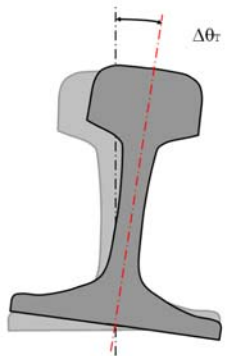


Bild 5.4 Gabellagerung

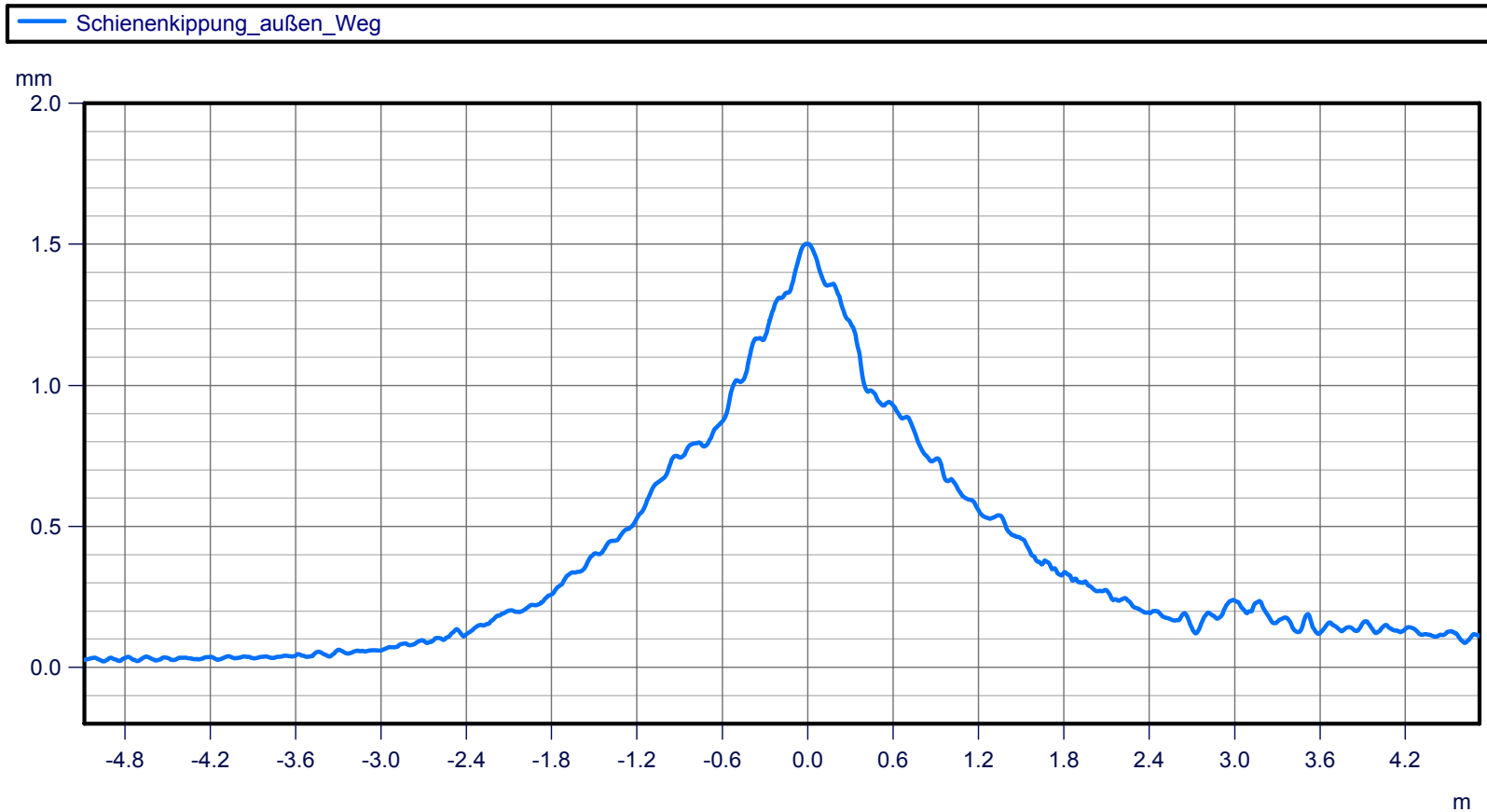
Werte gelten für Gabellagerung

Festigkeitslehre – klipp und klar

M. Pettersen, J. Götsche

ISBN 3-446-40415-5

Beispiel Schienenkipfung



Gemessene Schienenkipfung bei Scheifling

10106/1116 V = 70 km/h

R = 280 m, Betonschwelle unbesohlt, SkI 14, Zw 700

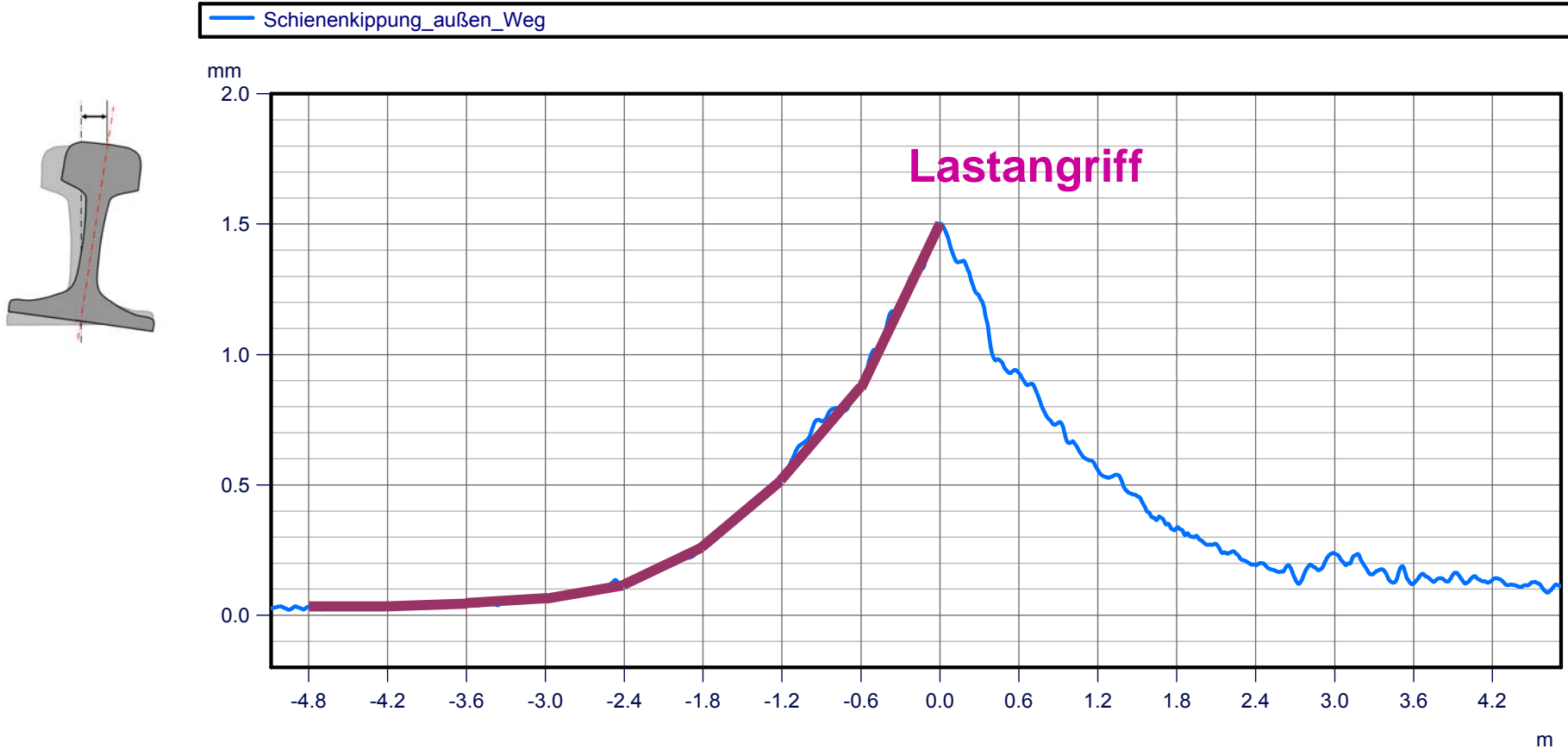
Zur Ableitung der Lateralkräfte in Gleisbögen

Florian Auer

8.6.2010

Anhang 3 / 29

Beispiel Schienenkipfung



Gemessene Schienenkipfung bei Scheifling

10106/1116 V = 70 km/h

R = 280 m, Betonschwelle unbesohlt, SkI 14, Zw 700

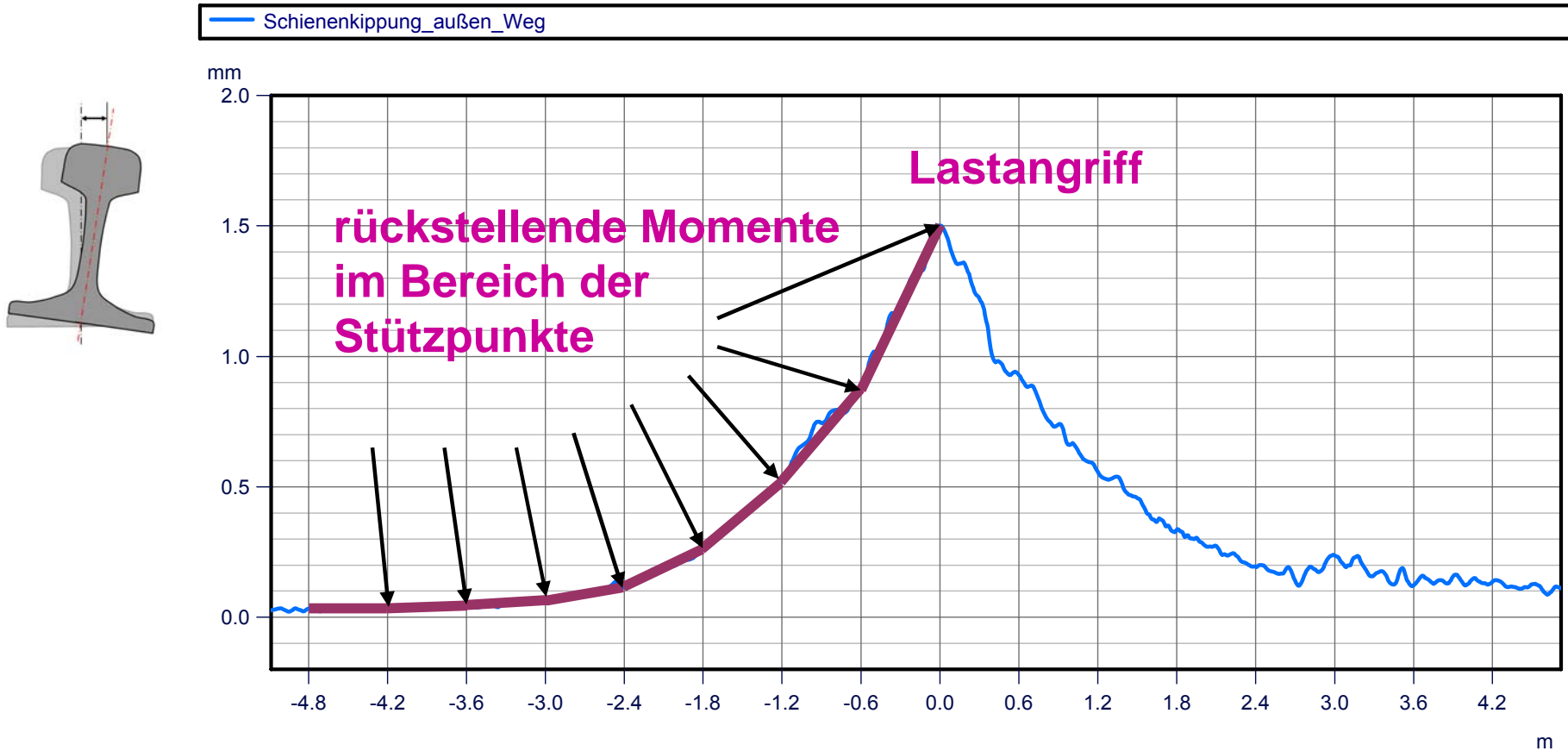
Zur Ableitung der Lateralkräfte in Gleisbögen

Florian Auer

8.6.2010

Anhang 3 / 30

Beispiel Schienenkipfung



Gemessene Schienenkipfung bei Scheifling

10106/1116 V = 70 km/h

R = 280 m, Betonschwelle unbesohlt, SkI 14, Zw 700

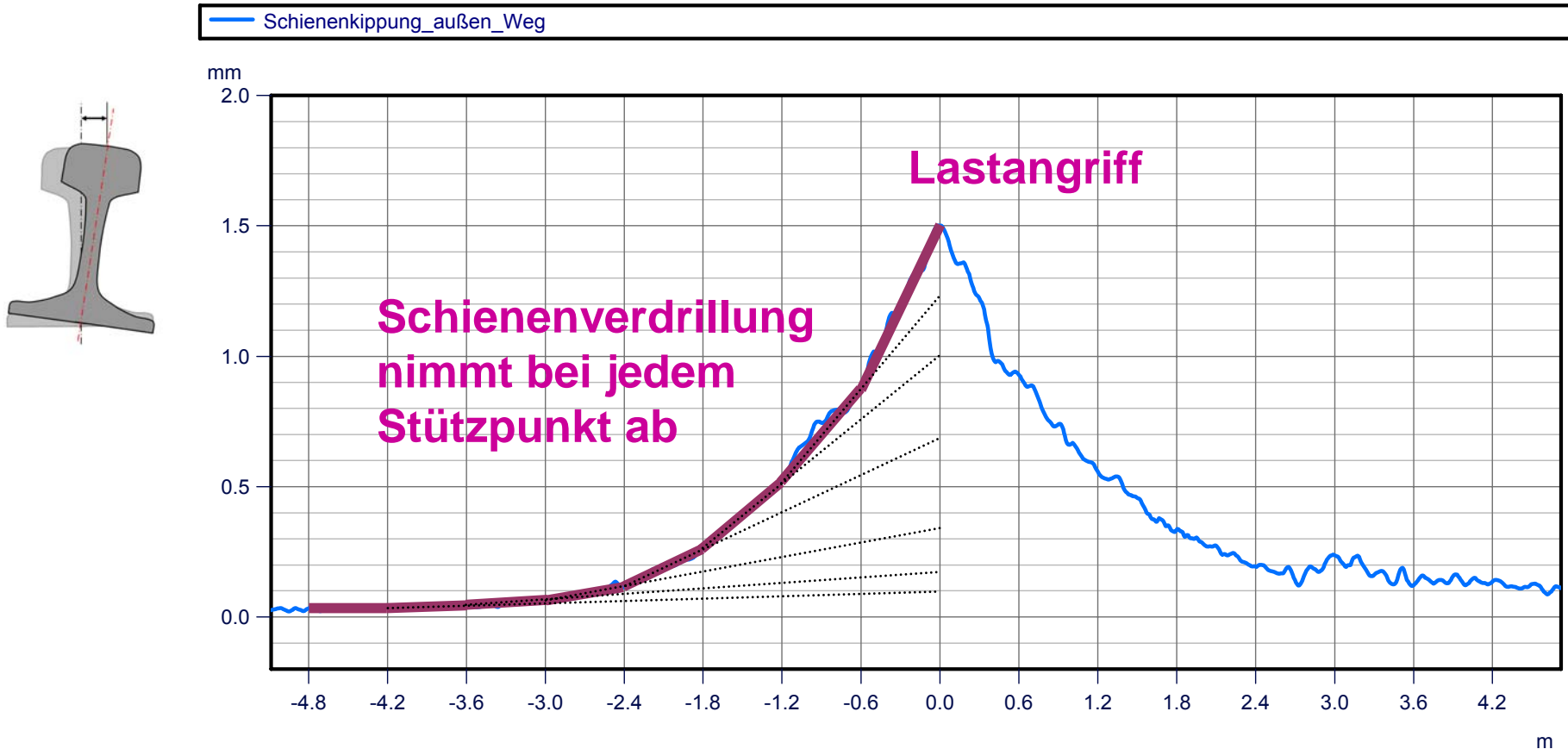
Zur Ableitung der Lateralkräfte in Gleisbögen

Florian Auer

8.6.2010

Anhang 3 / 31

Beispiel Schienenkipfung



Gemessene Schienenkipfung bei Scheifling

10106/1116 V = 70 km/h

R = 280 m, Betonschwelle unbesohlt, SkI 14, Zw 700

Zur Ableitung der Lateralkräfte in Gleisbögen

Florian Auer

8.6.2010

Anhang 3 / 32

Für den Bericht:

Florian Auer

8.6.2010

Anhang 4

Messung der Schienenneigung und Schienenkippung in Bogengleisen mit und ohne Schlupfwellenbildung“

Wien, 17. Oktober 2009

Ausgangssituation

Im Zuge der Arbeit an der Dissertation „Zur Verschleißreduktion von Gleisen in engen Bögen“ wurden an einigen Bögen Wegmessungen an beiden Schienenseiten durchgeführt. Damit ist es möglich, neben der mittleren Einsenkung der Schiene auch die Schienenkipfung zu bestimmen.

Es soll in diesem Bericht die Frage geklärt werden, ob die Schlupfwellenbildung ursächlich durch leichte oder schwere Radsätze hervorgerufen wird.

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

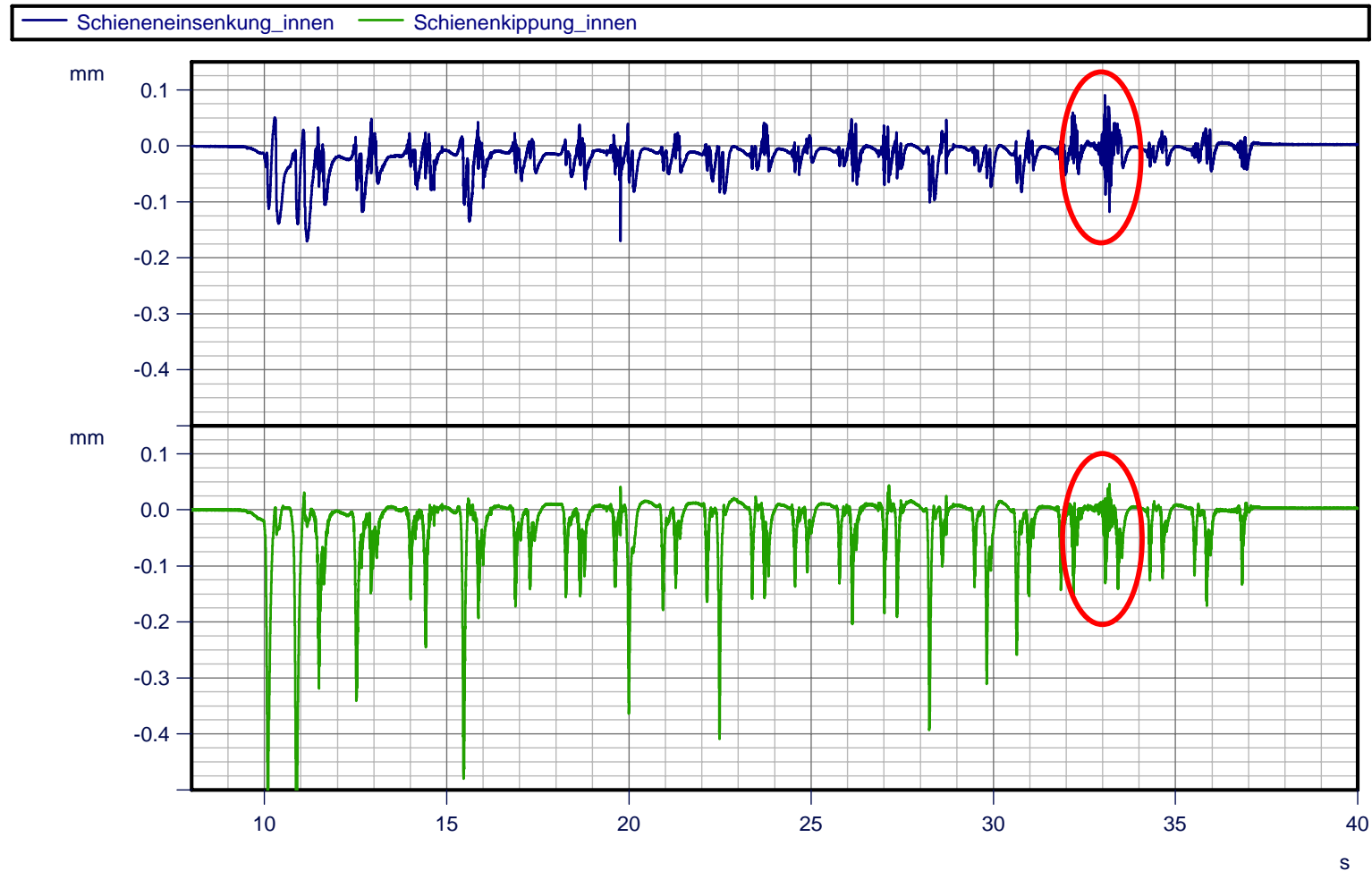
60 E1 (R350 HT) – LV – HDS1 – SKL 28 (2*2*2 Befestigungen je Schwelle, ZW 700) – 600
9 Monate nach Gleisneulage keine Schlupfwellenbildung erkennbar.



27.5.2009

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

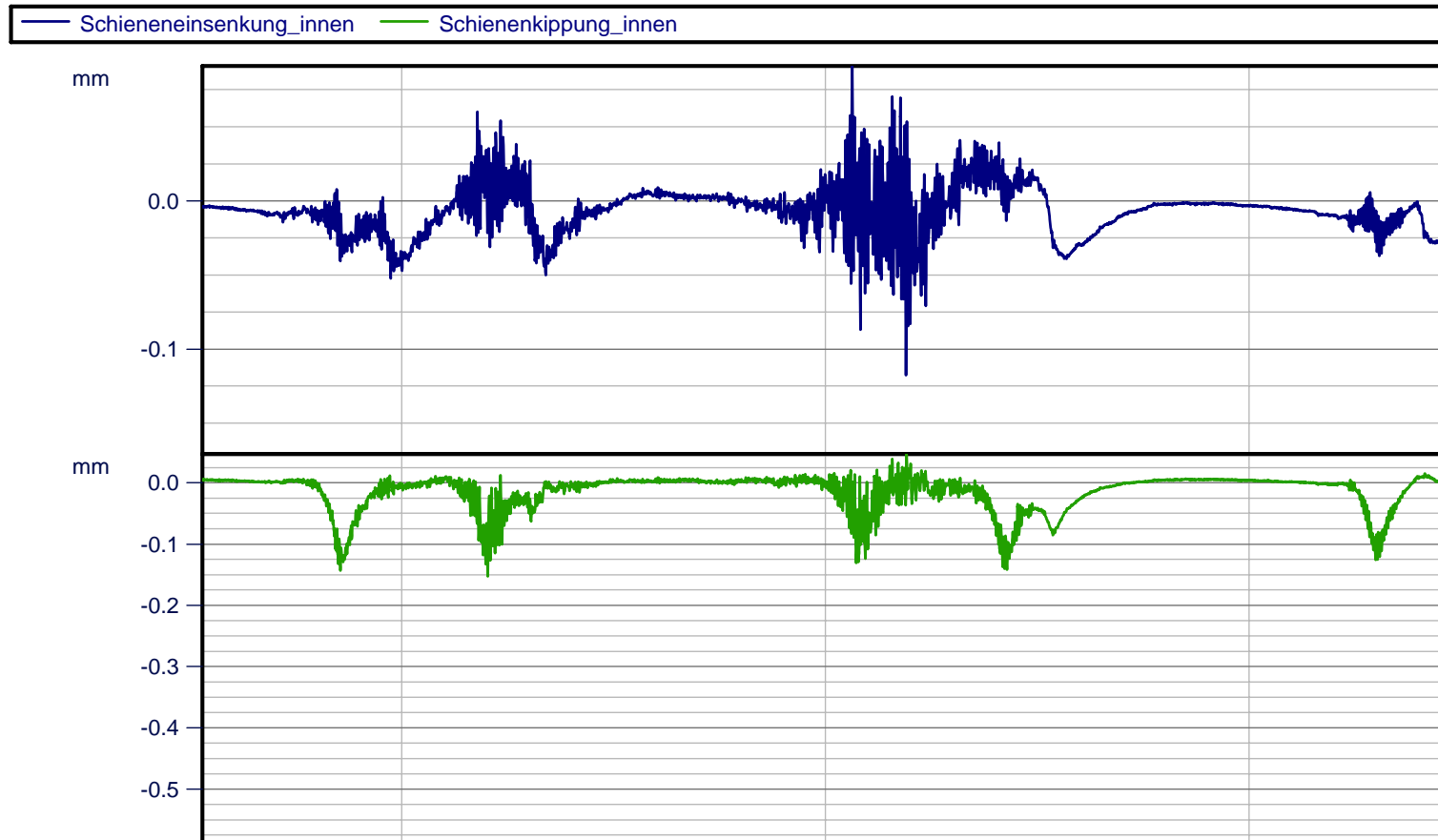
Lokomotive 1016/1116 vorlaufend mit $V = 45,4 \text{ km/h}$



Im Bereich von leichten Radsätzen (mittlere Einsenkung der Schiene 0,13 mm) kommt es zum teilweisen Abheben der Schiene.

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

Zoom

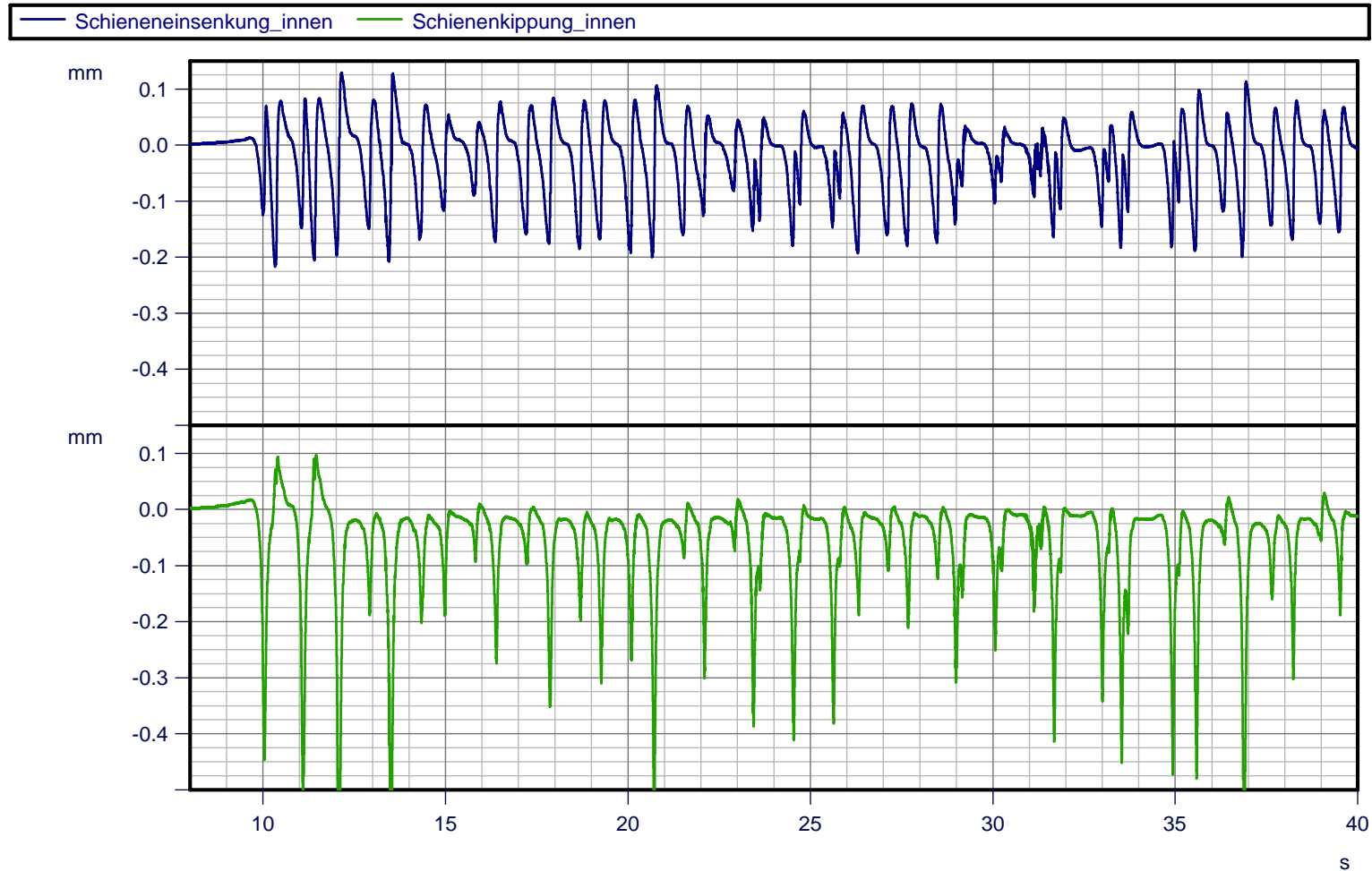


s

Die gezoomte Abbildung zeigt den Sachverhalt noch deutlicher.

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

Lokomotive 1016/1116 vorlaufend mit $V = 33,7 \text{ km/h}$



Beispiel Güterwagen ohne Resonanzerscheinungen.

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

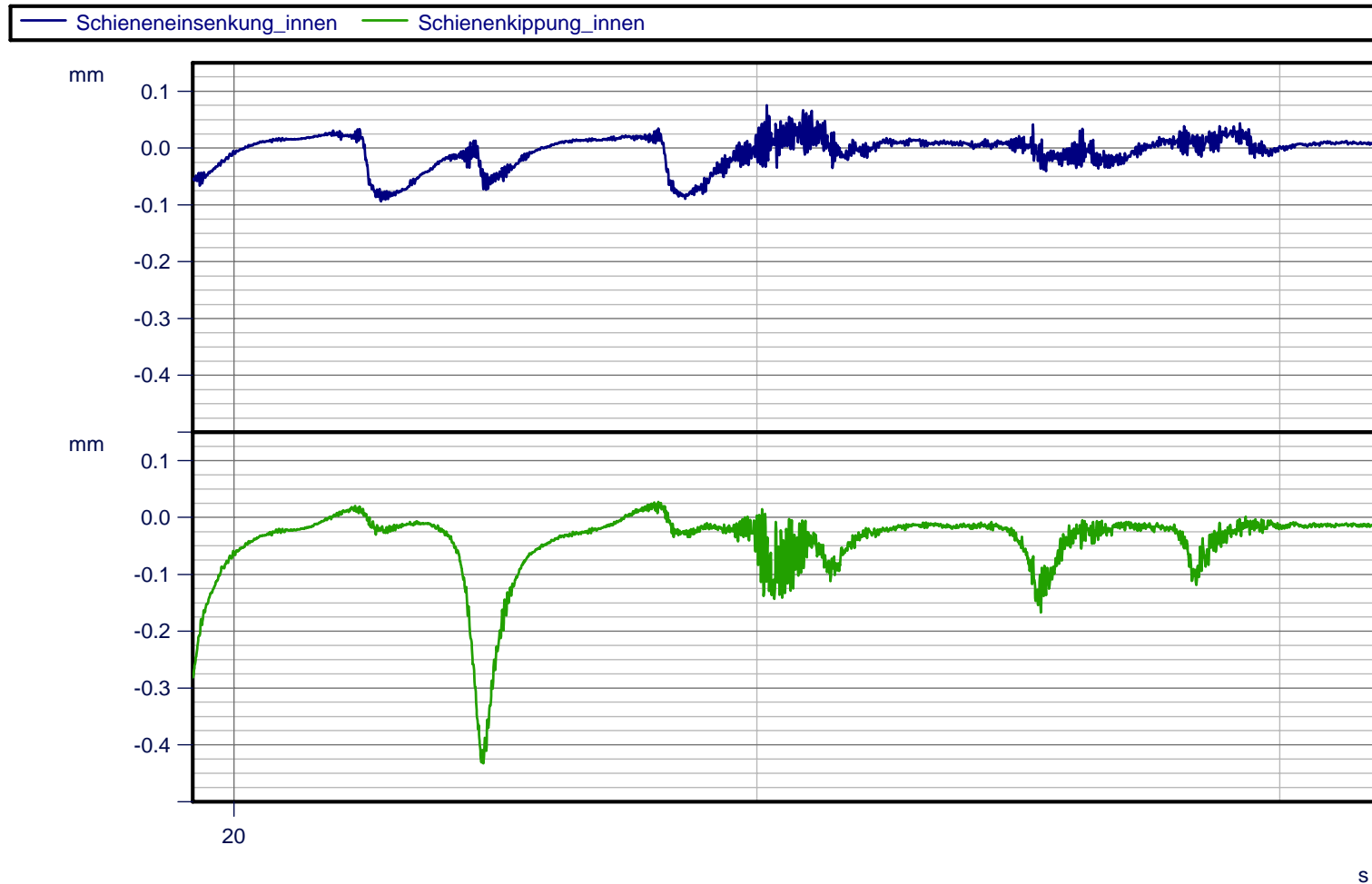
Lokomotive 1016/1116 vorlaufend mit $V = 58,4 \text{ km/h}$



Beispiel Güterwagen mit beladenen und unbeladenen Radsätzen

Ausfahrt St. Pölten Richtung Tulln – HDS-Schwelle

Zoom



Es ergibt sich ein ähnliches Bild wie in Folie 4.

Fazit Messungen Sankt Pölten

Es zeigt sich, dass die schlupfwellenanimierenden Resonanzschwingungen ursächlich von unbeladenen Radsätzen verursacht werden.

Scheifling Zw-Versuchsstrecke Gleis 1 – km 267,350

60 E1 (R 260) – LV – L2 unbesohlt – SKL 14 (ZW 700) – 600

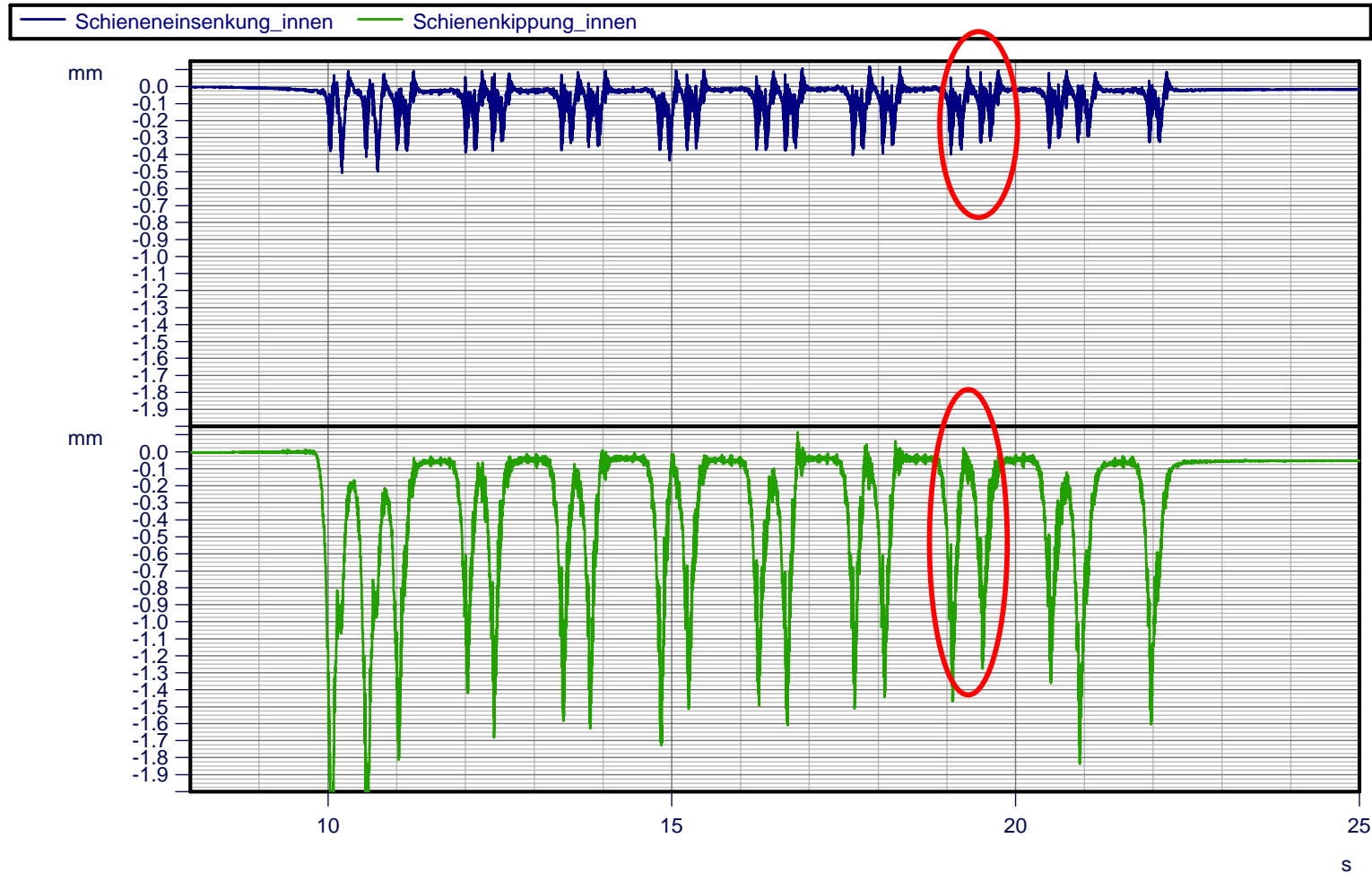
Schlupfwellenamplitude zum Zeitpunkt der Messung (8.6.2009) im Mittel 0,1 mm



8.6.2009

Scheifling Zw-Versuchsstrecke Gleis 1 – km 267,350

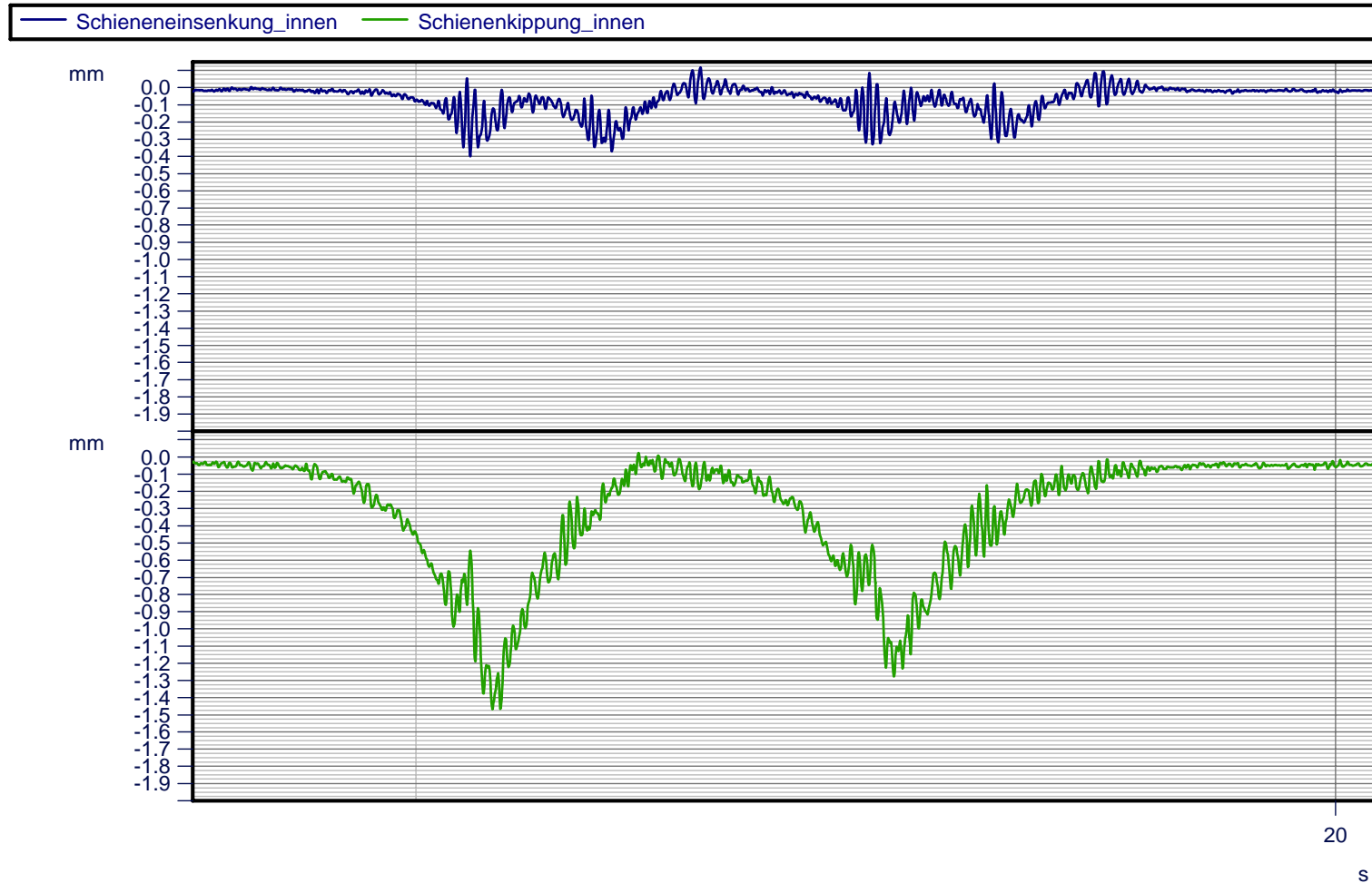
Lokomotive 1016/1116 vorlaufend mit $V = 69,4 \text{ km/h}$



Schlupfwellenbildung führt an allen Radsätzen zu Schwingungen.

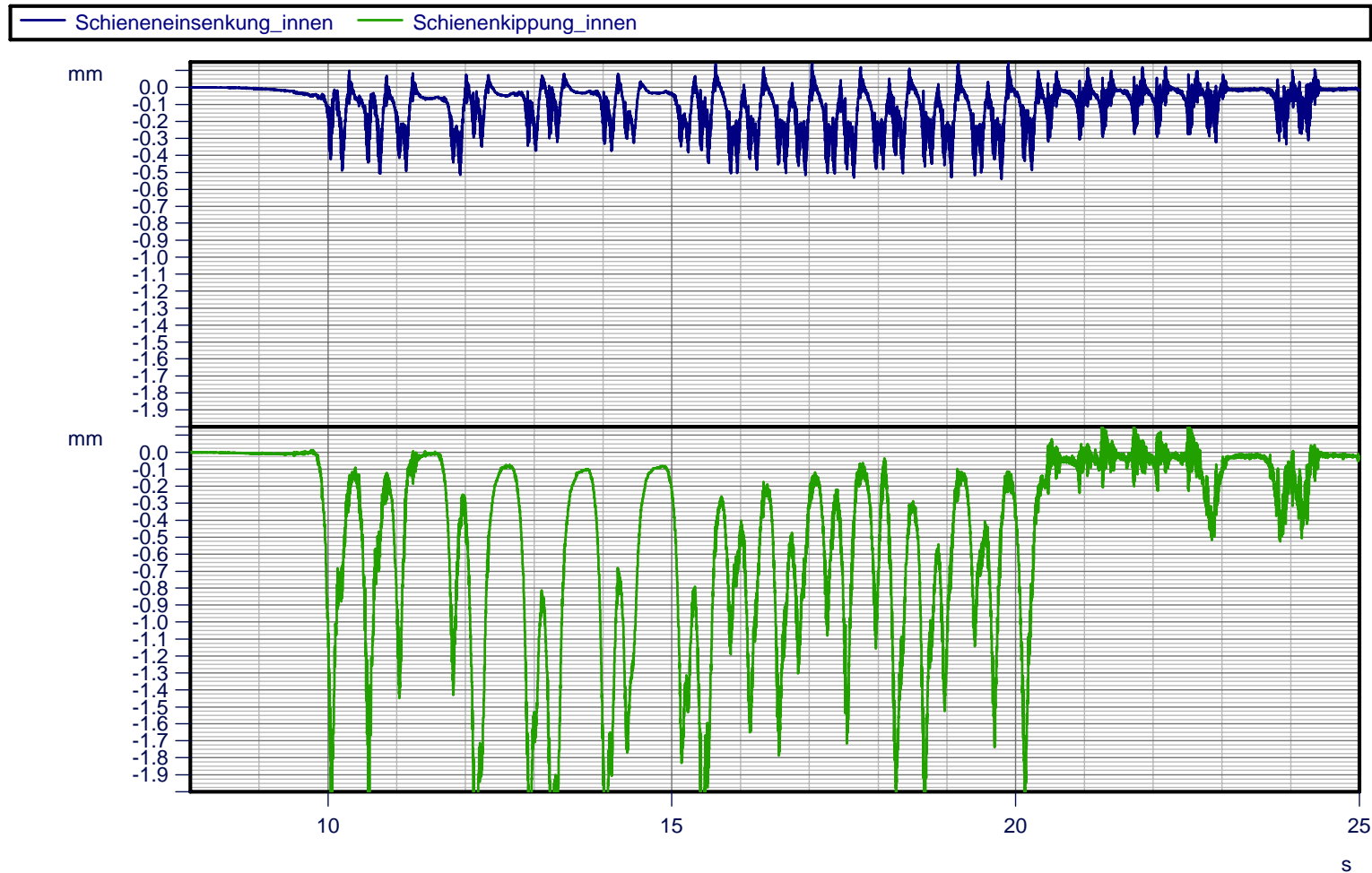
Scheifling Zw-Versuchsstrecke Gleis 1 – km 267,350

Lokomotive 1016/1116 vorlaufend mit $V = 69,4 \text{ km/h}$



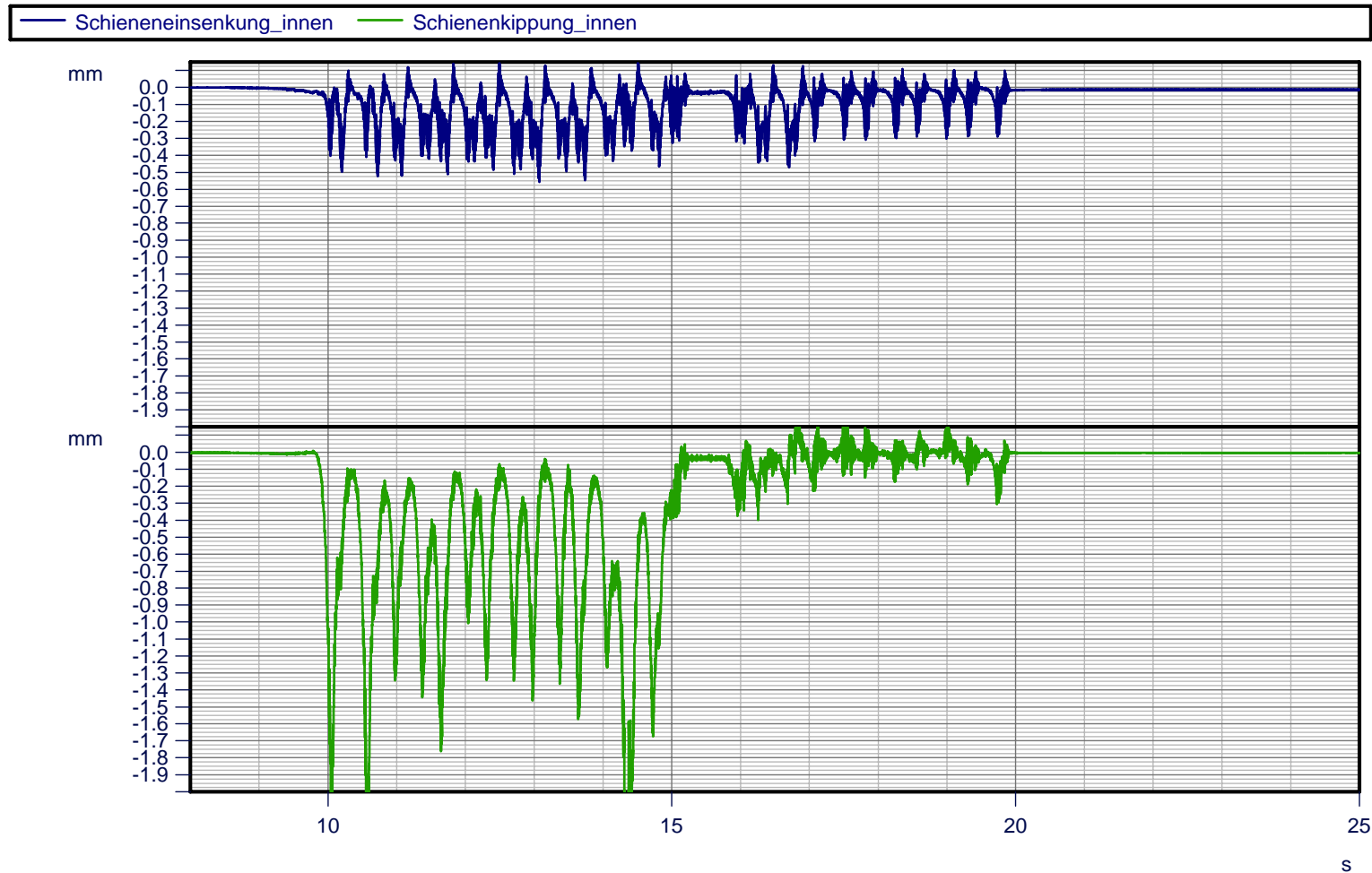
Zwei Drehgestelle gezoomt

Scheifling Zw-Versuchsstrecke Gleis 1 – km 267,350



Größere dynamische Schwingungen im Bereich der unbeladenen Radsätze / Drehgestelle.

Scheifling Zw-Versuchsstrecke Gleis 1 – km 267,350



Größere dynamische Schwingungen im Bereich der unbeladenen Radsätze / Drehgestelle.

Fazit Messungen Scheifling

Es zeigt sich, dass die schlupfwellenanimierenden Resonanzschwingungen ursächlich von unbeladenen Radsätzen verursacht werden.

Die Ergebnisse von Sankt Pölten wurden bestätigt.

Ergebnis

Messungen der Schienenkipfung und Schieneneinsenkung zeigen, dass es bei unbeladenen Radsätzen zu dynamischen Anregungen im Frequenzbereich der Schlupfwellen kommt während die beladenen Radsätze noch keine Resonanzerscheinungen zeigen.

Die Schlupfwellenbildung wird damit ursächlich durch Relativschwingungen bzw. Resonanzerscheinungen von leichten Radsätzen erzeugt.

Dissertation „Zur Verschleißreduktion von Gleisen in engen Bögen“

Anhang 5

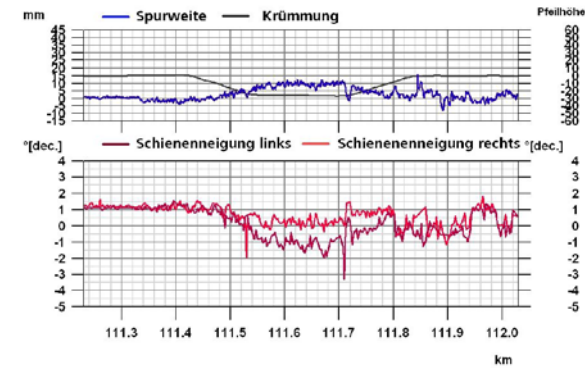
Auszug aus

„Untersuchungen zum Verschleißverhalten
von Zwischenlagen“



Strecke: 6011
Gleis: 1
km 111,630
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

km 111,630: Foto Zwischenlage 1

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – Skl1 - 600 (1991)

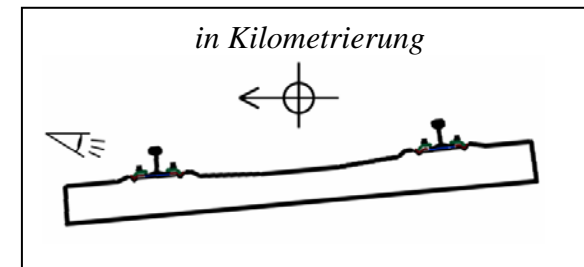
Radius: 483m

Überhöhung: 135mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

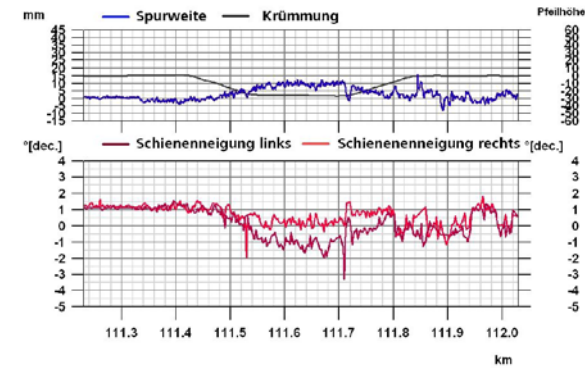
kum. Verkehrsbelastung: 115Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 111,630
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

km 111,630: Foto Zwischenlage 13

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – Skl1 - 600 (1991)

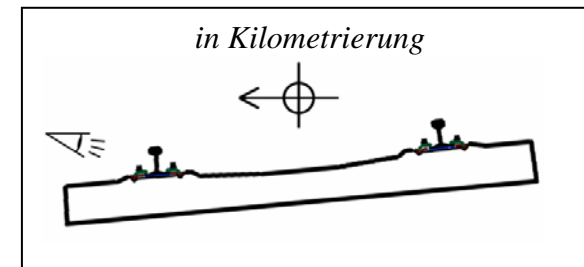
Radius: 483m

Überhűhung: 135mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

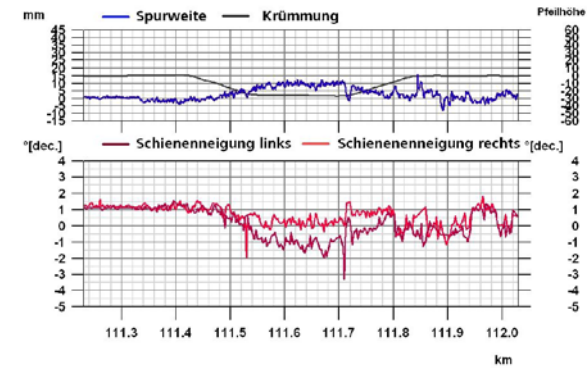
kum. Verkehrsbelastung: 115Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 111,630
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

km 111,630: Foto Zwischenlage 19

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – Skl1 - 600 (1991)

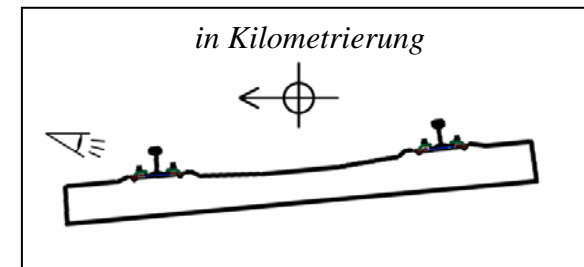
Radius: 483m

Überhöhung: 135mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

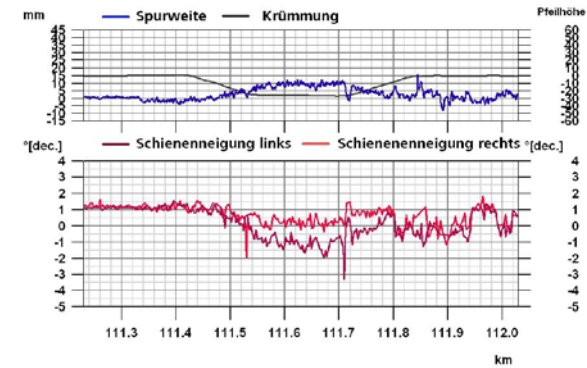
kum. Verkehrsbelastung: 115Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 111,630
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



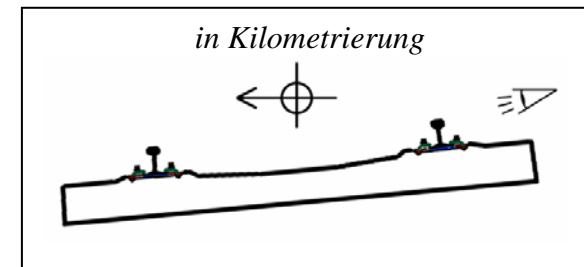
Anmerkungen:

km 111,630: Foto Zwischenlage 34

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – Skl1 - 600 (1991)

Radius: 483m Überhöhung: 135mm Vmax (VzG): 100km/h

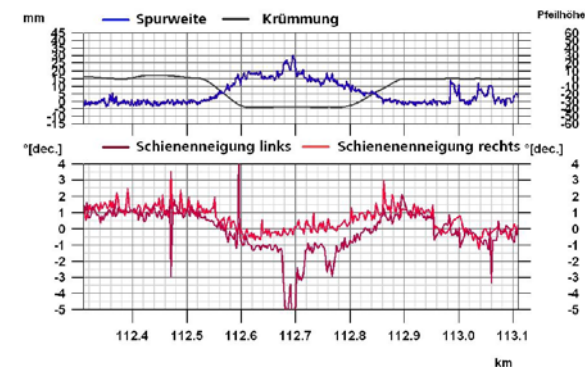
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 115Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 112,710
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert RUF, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:
 Bereich liegt im Bf Saalfelden
 Aufgrund der starken Einarbeitungen
 wurden zwei Zwischenlagen eingelegt.

km 112,710: Foto Zwischenlage 18

Oberbau: 49E1 – lv – Be19 – Sk11 - 600 (1983)

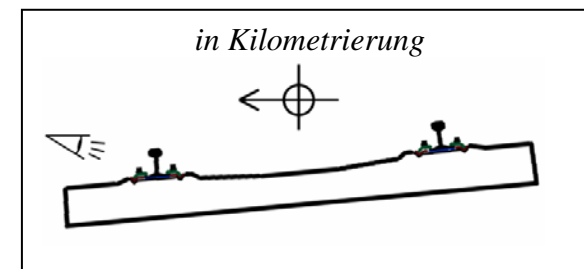
Radius: 333m

Überhöhung: 130mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

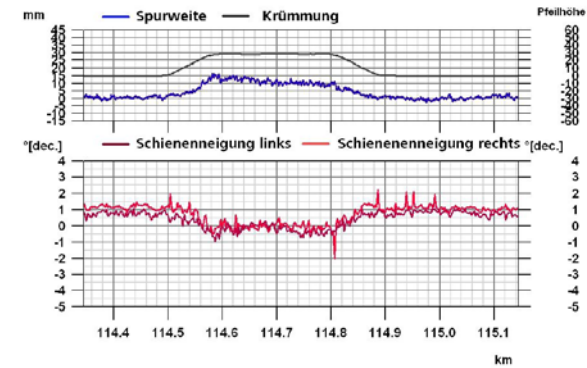
kum. Verkehrsbelastung: 176Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 114,745
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



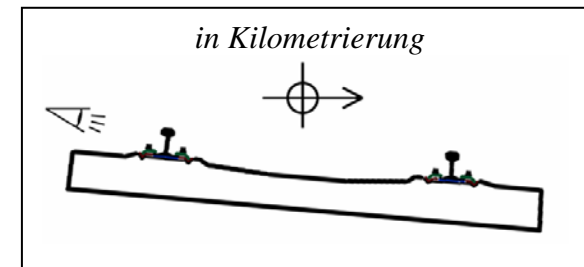
Anmerkungen:

km 114,745: Foto Zwischenlage 31

Oberbau: 49E1 (1993) – lv – Be19a (1998) - Skl14 - 600

Radius: 443m űberhűhung: 110mm Vmax (VzG): 90km/h

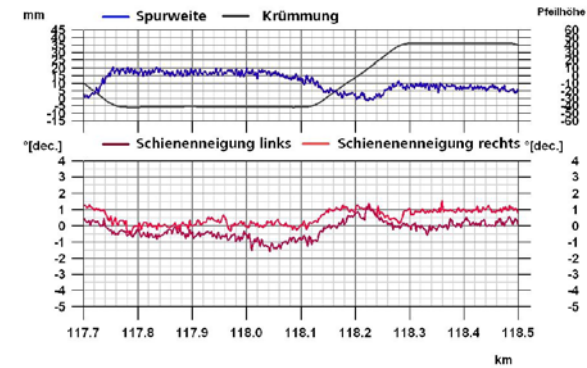
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 99Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 118,100
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert RUF, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

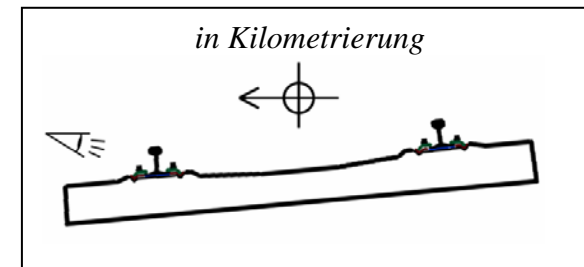
Im Haltestellenbereich lässt sich ein stärkerer Verschleiß der elastischen Zwischenlagen feststellen

km 118,100: Foto 12

Oberbau: 54E2 (1993) – lv – Be19a - Skl14 - 600 (1998)

Radius: 302m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

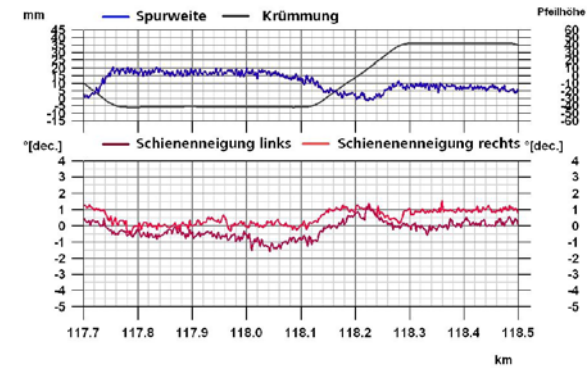
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 61Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 118,100
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

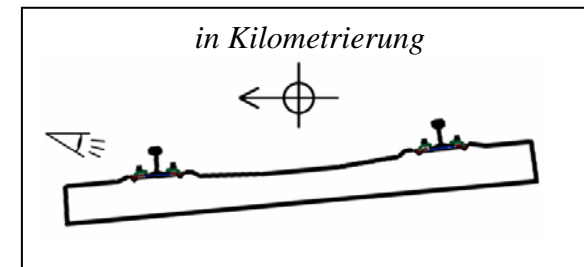
Im Haltestellenbereich lässt sich ein stärkerer Verschleiß der elastischen Zwischenlagen feststellen

km 118,100: Foto 14

Oberbau: 54E2 (1993) – lv – Be19a - Skl14 - 600 (1998)

Radius: 302m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

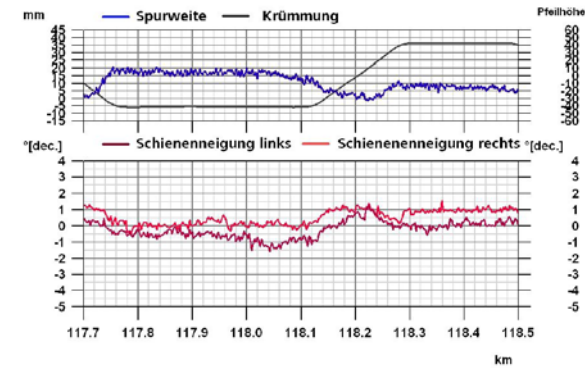
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 61Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 118,100
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

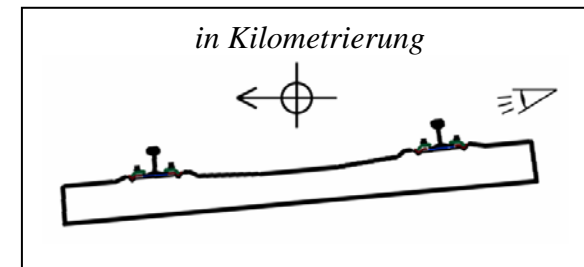
Im Haltestellenbereich lässt sich ein stärkerer Verschleiß der elastischen Zwischenlagen feststellen

km 118,100: Foto 32

Oberbau: 54E2 (1993) – lv – Be19a - Skl14 - 600 (1998)

Radius: 302m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

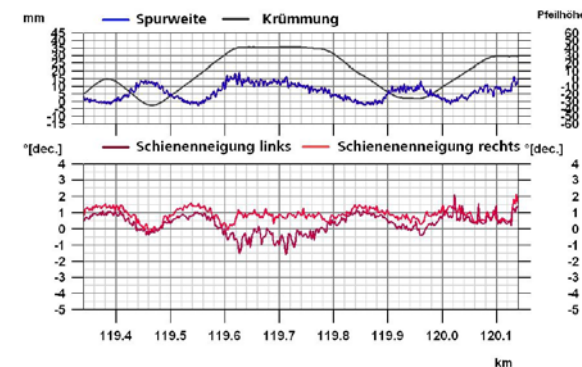
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 61Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 119,740
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rüf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



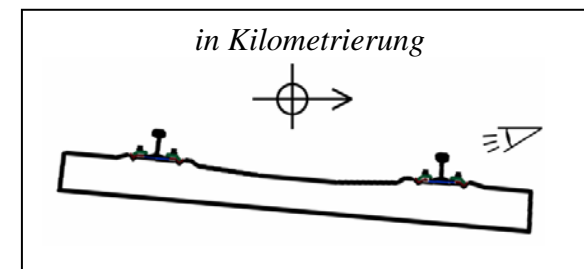
Anmerkungen:
 Skl14/15 plus ZW700A 2004 oder 2005
 eingebaut

km 119,740: Foto 13

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – i:Sk14/15 a:Sk11 - 600 (1993)

Radius: 300m Überhöhung: 138mm Vmax (VzG): 80km/h

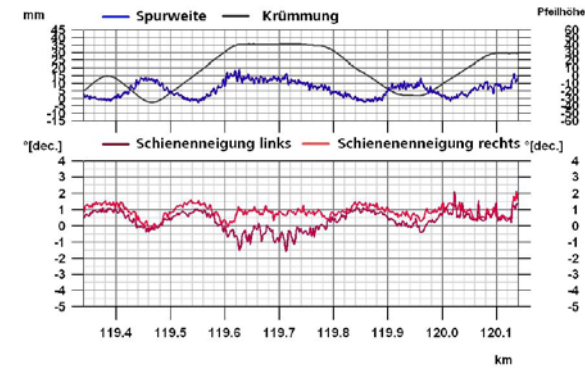
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 99Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 119,740
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



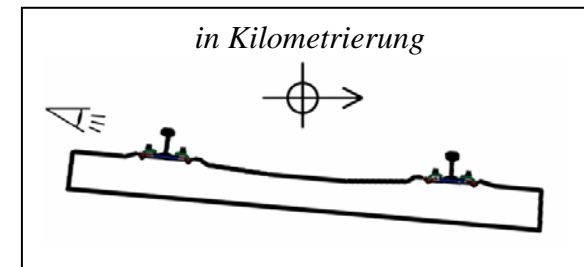
Anmerkungen:

km 119,740: Foto 27

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – i:Sk14/15 a:Sk11 - 600 (1993)

Radius: 300m Überhűhung: 138mm Vmax (VzG): 80km/h

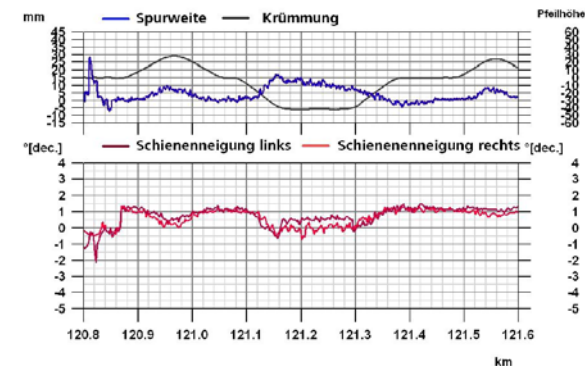
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 99Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 121,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



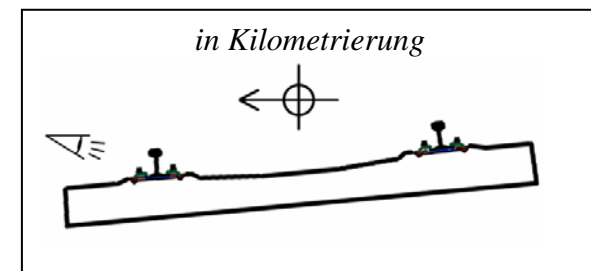
Anmerkungen:
 Skl14/15 plus ZW700A 2004 oder 2005
 eingebaut

km 121,200: Foto 12

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 300m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

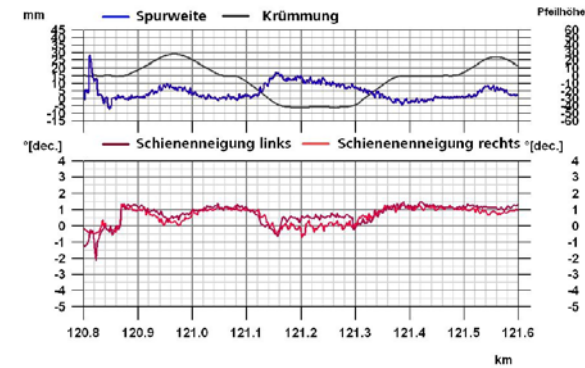
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 121,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



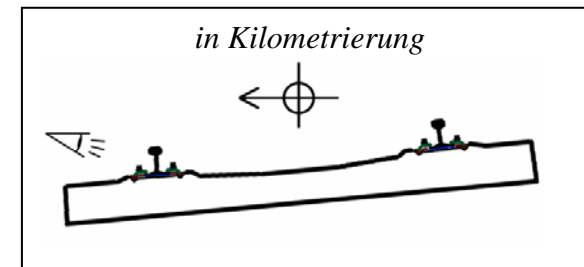
Anmerkungen:
 Skl14/15 plus ZW700A 2004 oder 2005
 eingebaut

km 121,200: Foto 13

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 300m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

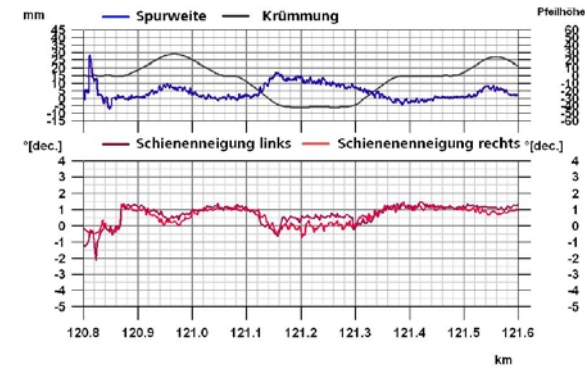
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 121,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



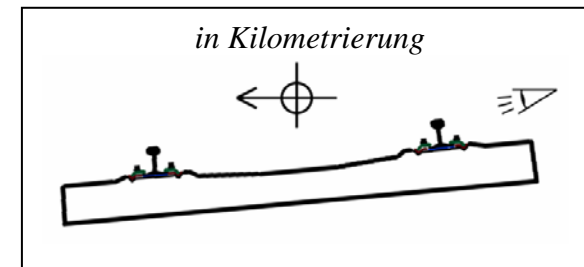
Anmerkungen:

km 121,200: Foto 42

Oberbau: 54E2 – lv – Be19a – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 300m Überhöhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

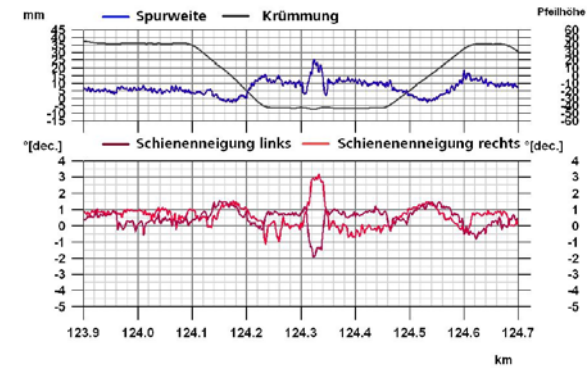
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 124,300
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rüf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

km 124,300: Foto 9

Oberbau: 54E2 – lv – L1 –Sk114 - 600 (1994)

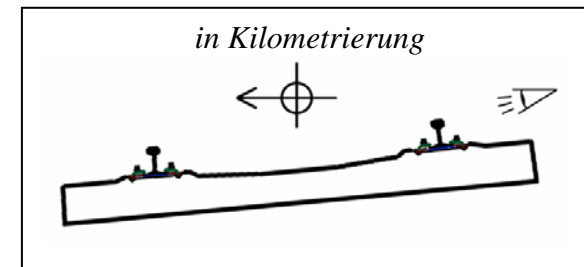
Radius: 290m

Überhöhung: 131mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

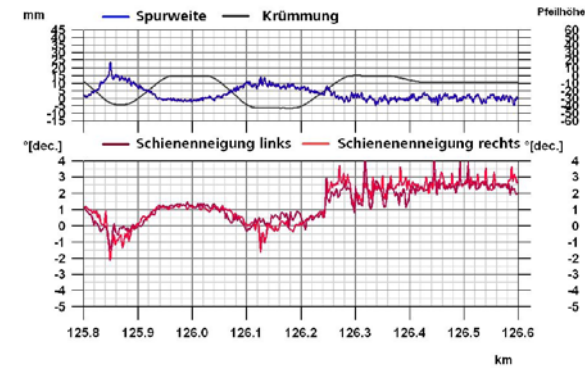
kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



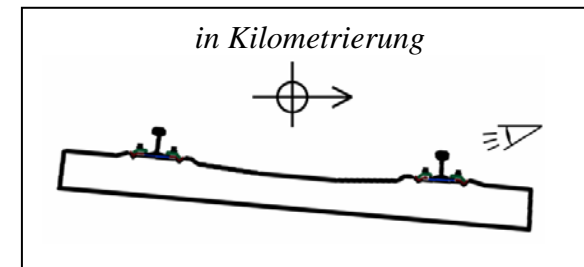
Anmerkungen:

km 126,200: Foto 7

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv (1994) – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600

Radius: 291m Überhöhung: 125mm Vmax (VzG): 70km/h

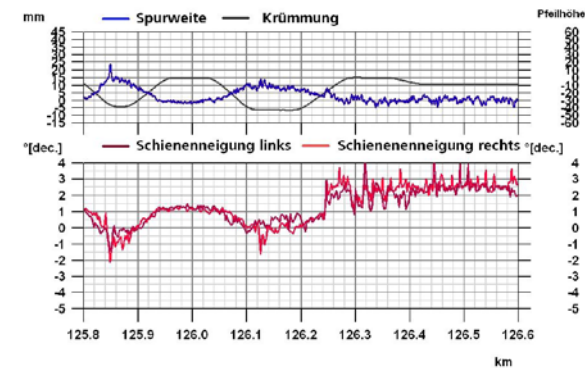
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



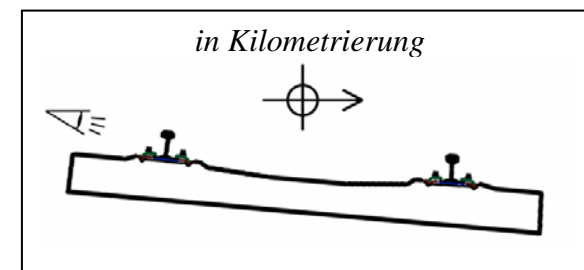
Anmerkungen:

km 126,200: Foto 24

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv (1994) – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600

Radius: 291m Überhöhung: 125mm Vmax (VzG): 70km/h

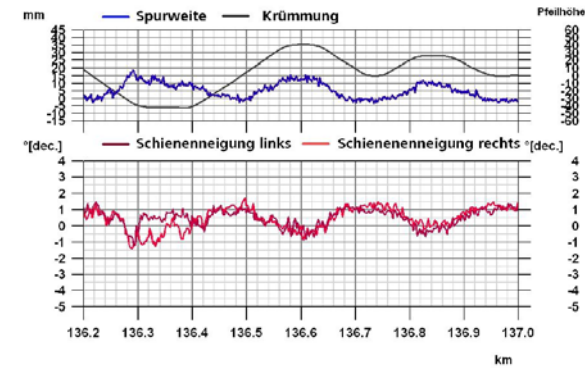
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 1
km 136,600
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 19.10.2005



Anmerkungen:

km 136,600: Foto 11

Oberbau: 54E2 – lv – Be 19 – Skl1 - 600 (1989)

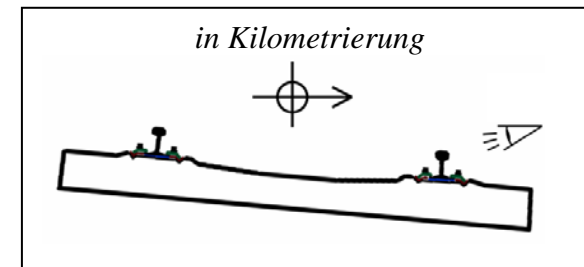
Radius: 306m

Überhöhung: 148mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

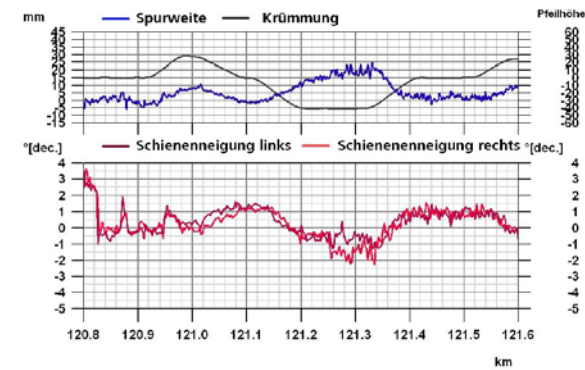
kum. Verkehrsbelastung: 130Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 121,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



Anmerkungen:

km 121,200: Foto 13

Oberbau: 54E2 – lv – L1 –Sk114 - 600 (1994)

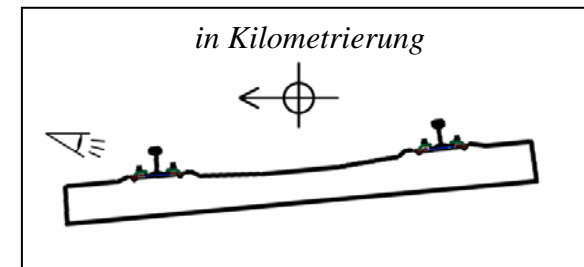
Radius: 304m

Überhűhung: 130mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

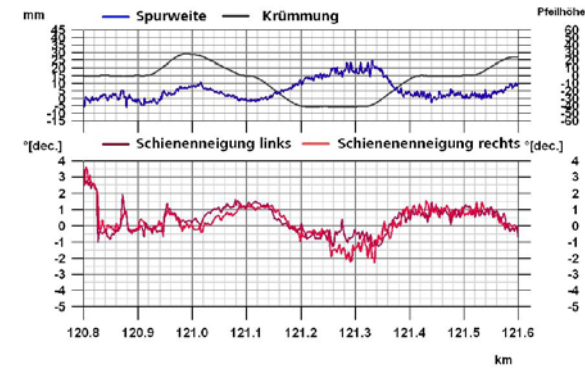
kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 121,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rüt, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



Anmerkungen:

km 121,200: Foto 25

Oberbau: 54E2 – lv – L1 –Sk114 - 600 (1994)

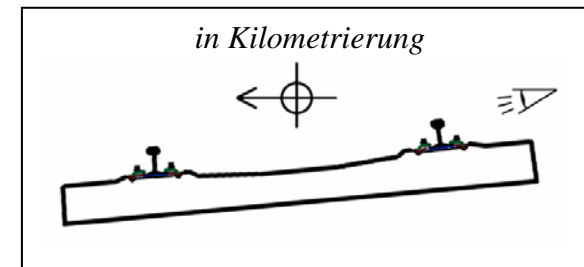
Radius: 304m

Überhöhung: 130mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

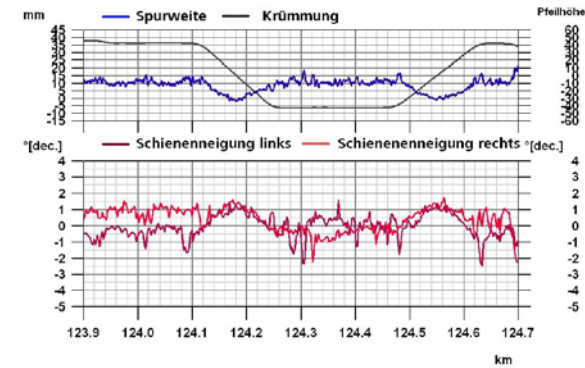
kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 124,300
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert RUF, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



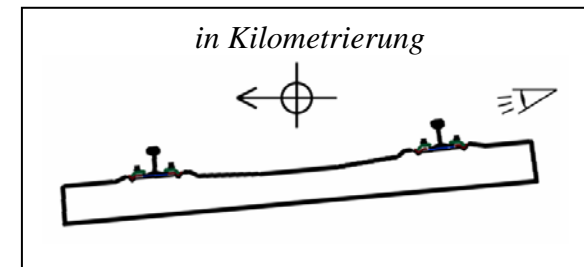
Anmerkungen:

km 124,300: Foto 9

Oberbau: 54E2 – lv – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 294m Überhöhung: 134mm Vmax (VzG): 80km/h

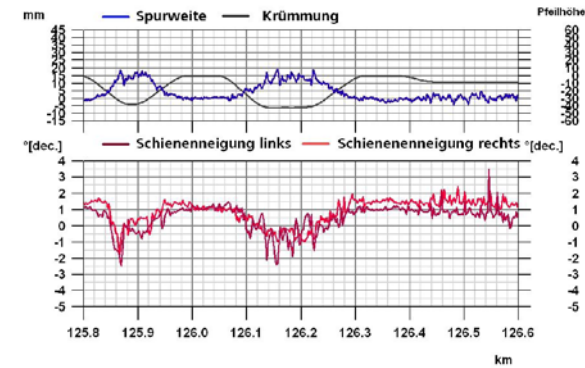
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert RUF, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



Anmerkungen:

km 126,200: Foto 9

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

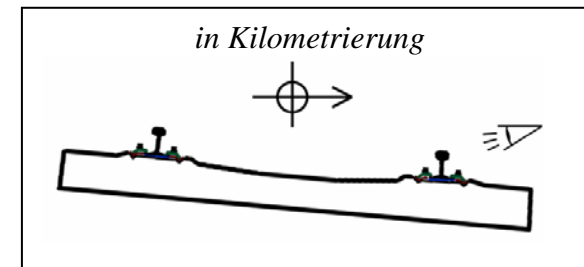
Radius: 295m

Überhöhung: 125mm

Vmax (VzG): 70km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

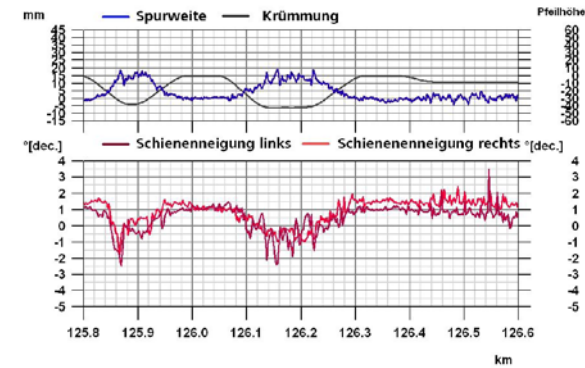
kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rüf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



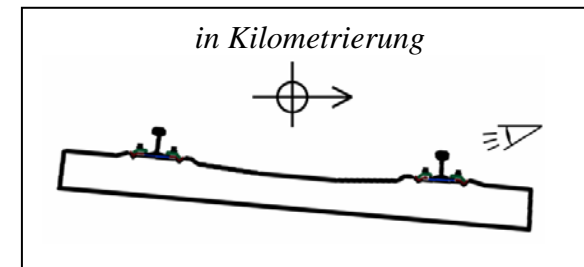
Anmerkungen:

km 126,200: Foto 10

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 295m Überhöhung: 125mm Vmax (VzG): 70km/h

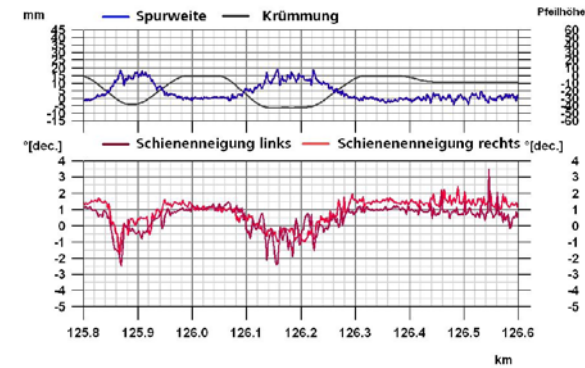
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



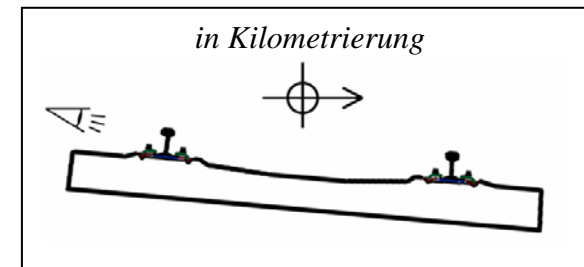
Anmerkungen:

km 126,200: Foto 25

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 295m űberhűung: 125mm Vmax (VzG): 70km/h

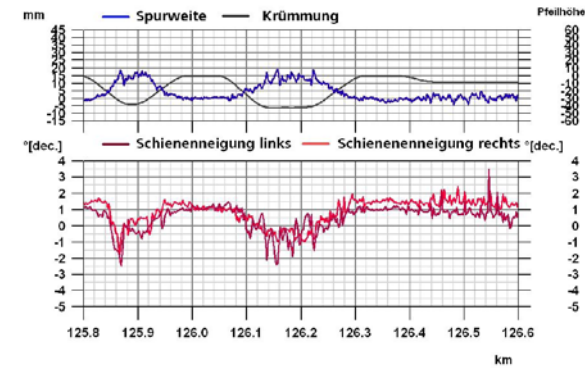
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 126,200
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



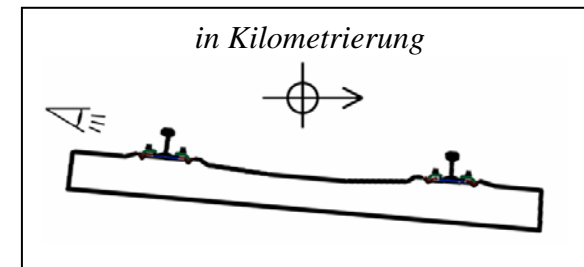
Anmerkungen:

km 126,200: Foto 27

Oberbau: 54E2 (i:1974 a:2002) – lv – L1 – i:Sk14/15 a:Sk14 - 600 (1994)

Radius: 295m űberhűhung: 125mm Vmax (VzG): 70km/h

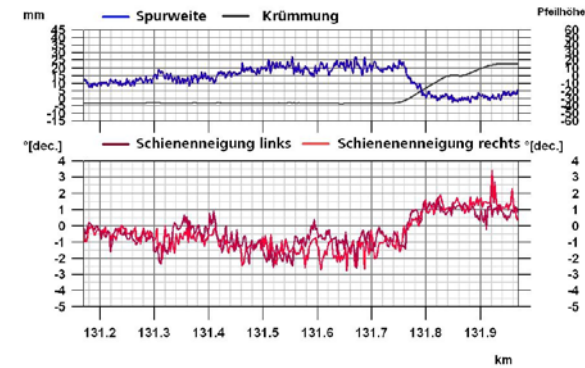
Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 92Mio.t (Schwelle)





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 131,570
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



Anmerkungen:
 Aufgrund der aufgetretenen
 Schwellenrisse wurde ein hűufiger
 Einzelschwellentausch durchgefűhrt

km 131,570: Foto 20

Oberbau: 49E1 – lv – Be 19 – Skl1 - 600 (1985)

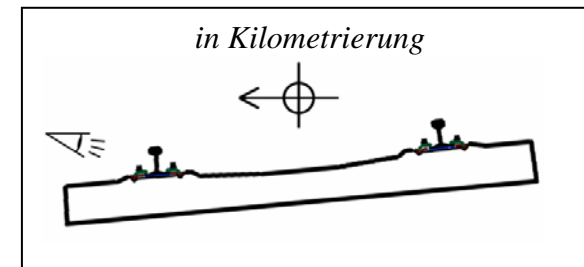
Radius: 345m

Überhöhung: 130mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

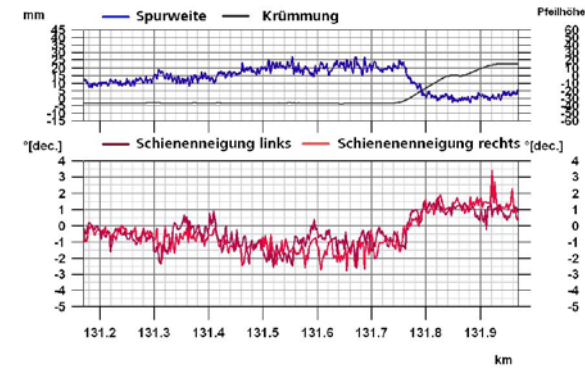
kum. Verkehrsbelastung: 161Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 131,570
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



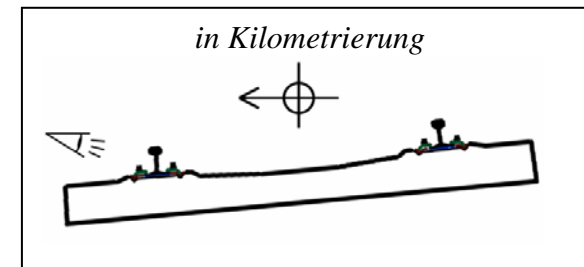
Anmerkungen:
 Aufgrund der aufgetretenen
 Schwellenrisse wurde ein hűufiger
 Einzelschwellentausch durchgefűhrt

km 131,570: Foto 22

Oberbau: 49E1 – lv – Be 19 – Skl1 - 600 (1985)

Radius: 345m űberhűhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

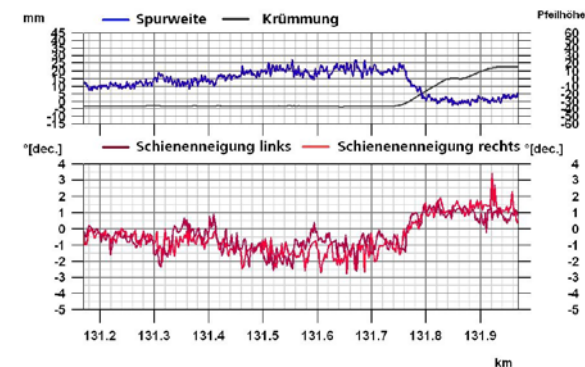
Jahrliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 161Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 131,570
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert Rűf, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



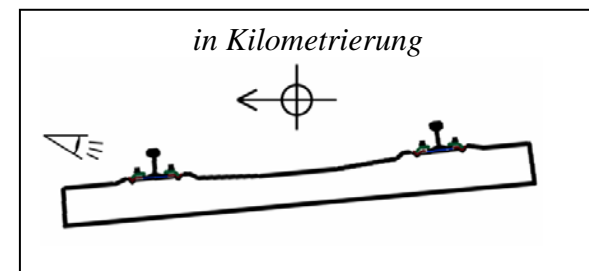
Anmerkungen:
 Aufgrund der aufgetretenen
 Schwellenrisse wurde ein hűufiger
 Einzelschwellentausch durchgefűhrt

km 131,570: Foto 23

Oberbau: 49E1 – lv – Be 19 – Skl1 - 600 (1985)

Radius: 345m űberhűhung: 130mm Vmax (VzG): 80km/h

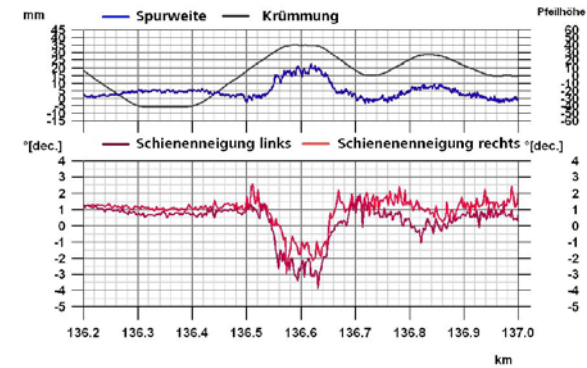
Jahrliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t kum. Verkehrsbelastung: 161Mio.t





Strecke: 6011
Gleis: 2
km 136,600
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Norbert RUF, Anlagenmanager
Datum: 03.05.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.10.2005



Anmerkungen:

km 136,600: Foto 8

Oberbau: 49E1 – lv – Be 19 – Skl1 - 600 (1985)

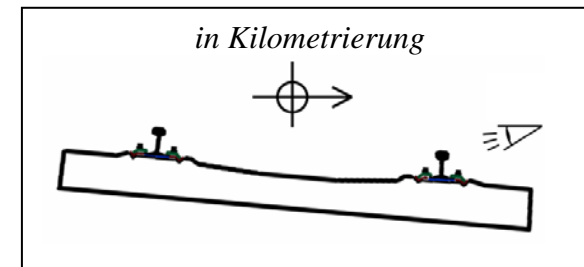
Radius: 310m

Überhöhung: 145mm

Vmax (VzG): 80km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8 Mio.t

kum. Verkehrsbelastung: 161Mio.t



Dissertation „Zur Verschleißreduktion von Gleisen in engen Bögen“

Anhang 6

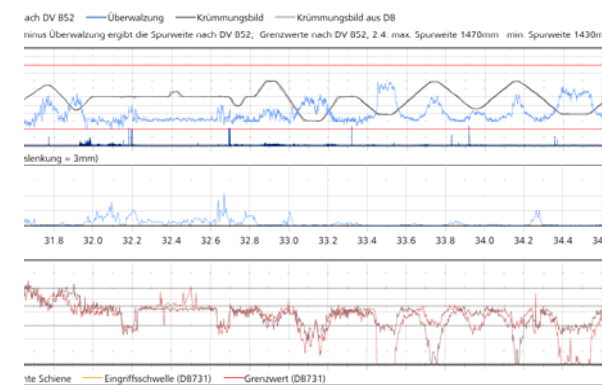
Auszug aus

„Verschleiß von Zwischenlagen im Bereich der
Pyhrnbahn“



Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:
 Die Zwischenlagen zeigen unter der Straßenbrücke einen geringeren Verschleiß.

Übersichtsfoto Untersuchungsstelle km 33,115

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Sk11 - 600 (1992)

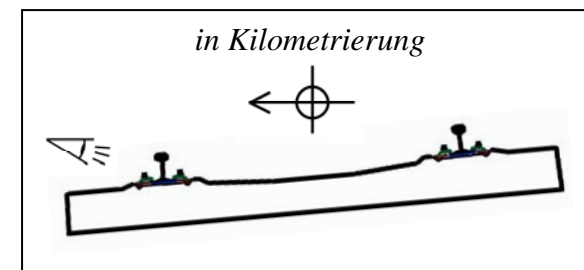
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

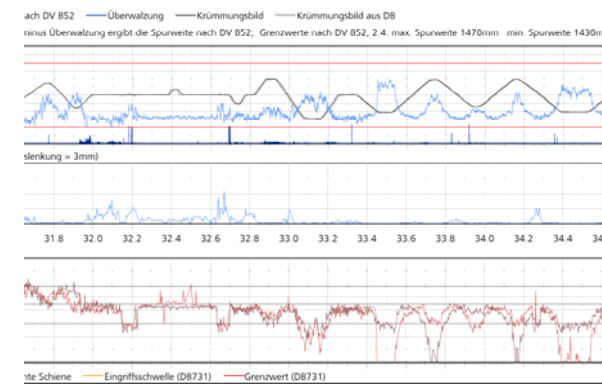
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto Innenstrang 6

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Skl1 - 600 (1992)

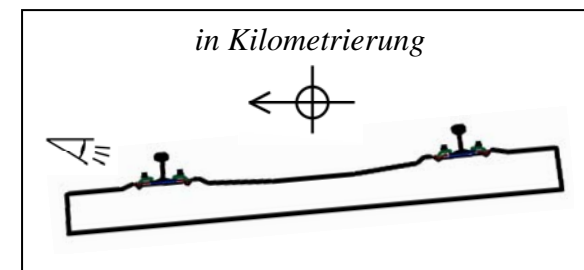
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

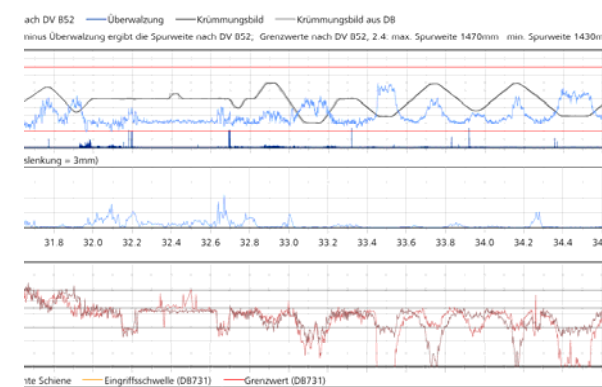
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto elastische Zwischenlage Innenstrang 1

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Sk11 - 600 (1992)

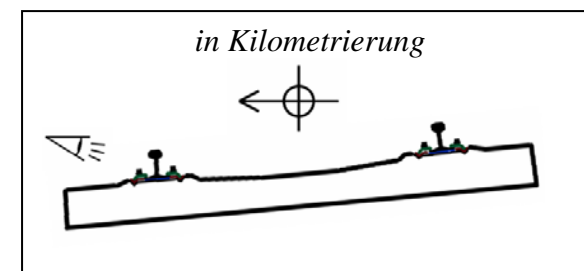
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

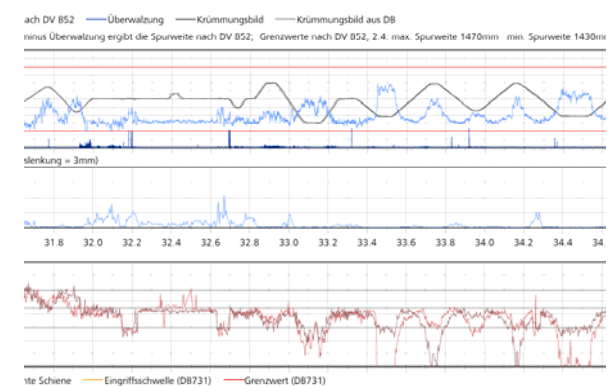
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto elastische Zwischenlage Innenstrang 2

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Sk11 - 600 (1992)

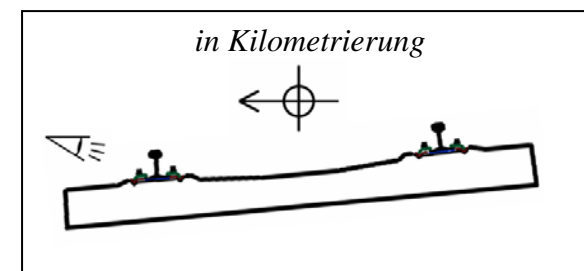
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

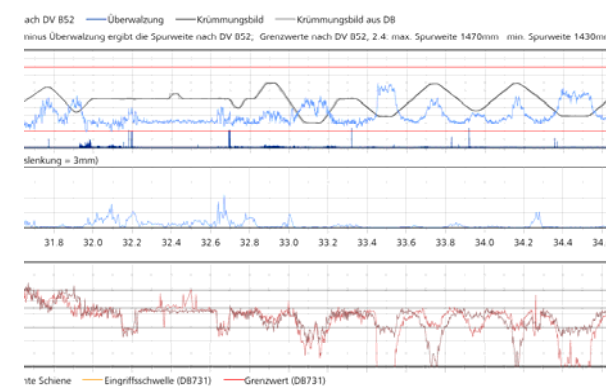
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto elastische Zwischenlage Innenstrang 3

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Sk11 - 600 (1992)

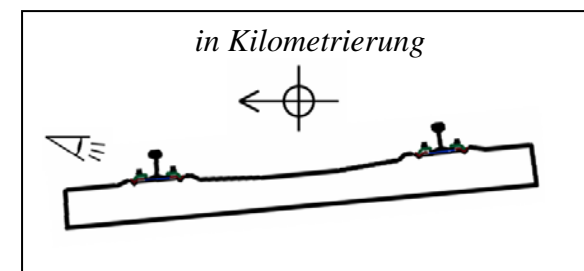
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

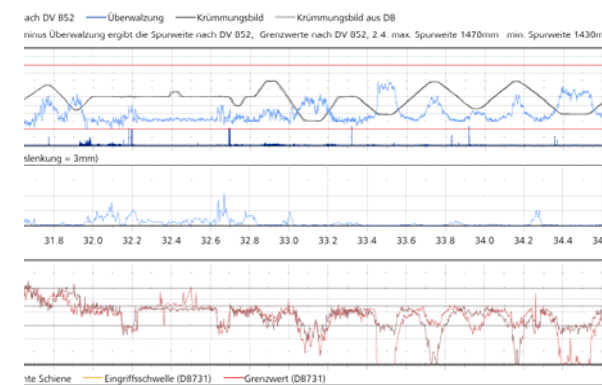
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto elastische Zwischenlage Innenstrang 4

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Sk11 - 600 (1992)

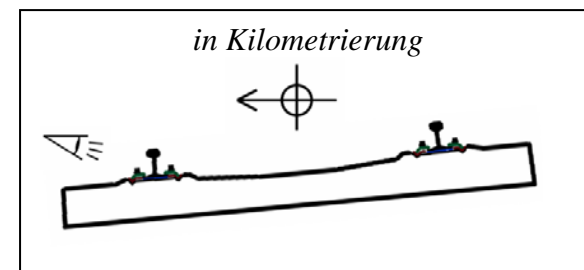
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

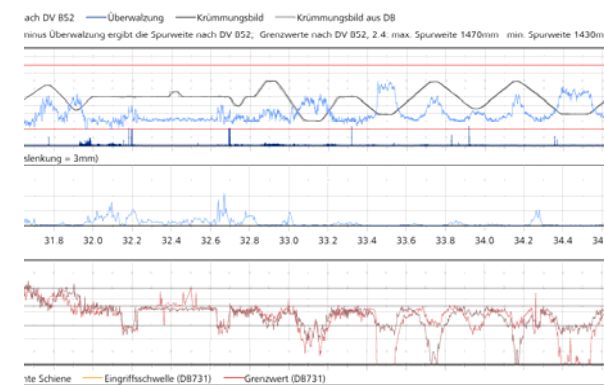
kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t





Strecke: 3043
Gleis: 1
km 33,115
Personen:
DI Florian Auer, IS-zentral
Ernst Röck, Bahnmeister
Datum: 29.03.2006

Auszug Messwagen EM250
Messdatum: 18.05.2005



Anmerkungen:

Foto elastische Zwischenlage Innenstrang 5

Oberbau: 54E2 – Iv – 19a – Skl1 - 600 (1992)

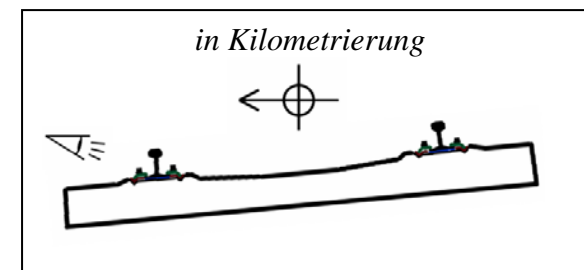
Radius: 370,00m

Überhöhung: 134mm

Vmax (VzG): 100km/h

Jährliche Verkehrsbelastung: 8,5Mio.t

kum. Verkehrsbelastung: 119Mio.t



Anhang 7

Untersuchungen zum Schwingungsverhalten von Gleisschwellen

Wien, 15. August 2009

Aufgabenstellung

In der vorliegenden Arbeit soll die Frage beantwortet werden, ob durch den Einsatz von Schwellenbesohlungen die Schlupfwellenbildung generell unterdrückt wird.

Die Arbeitsgrundlage bilden Beschleunigungsmessungen an Schwellenköpfen, welche im letzten Jahr an verschiedenen speziellen Punkten im ÖBB-Netz durchgeführt wurden.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass der Geschwindigkeitseinfluss bei dieser Untersuchung unberücksichtigt bleibt. Der Fokus liegt auf der Untersuchung der spektralen Schwellenschwingungen.

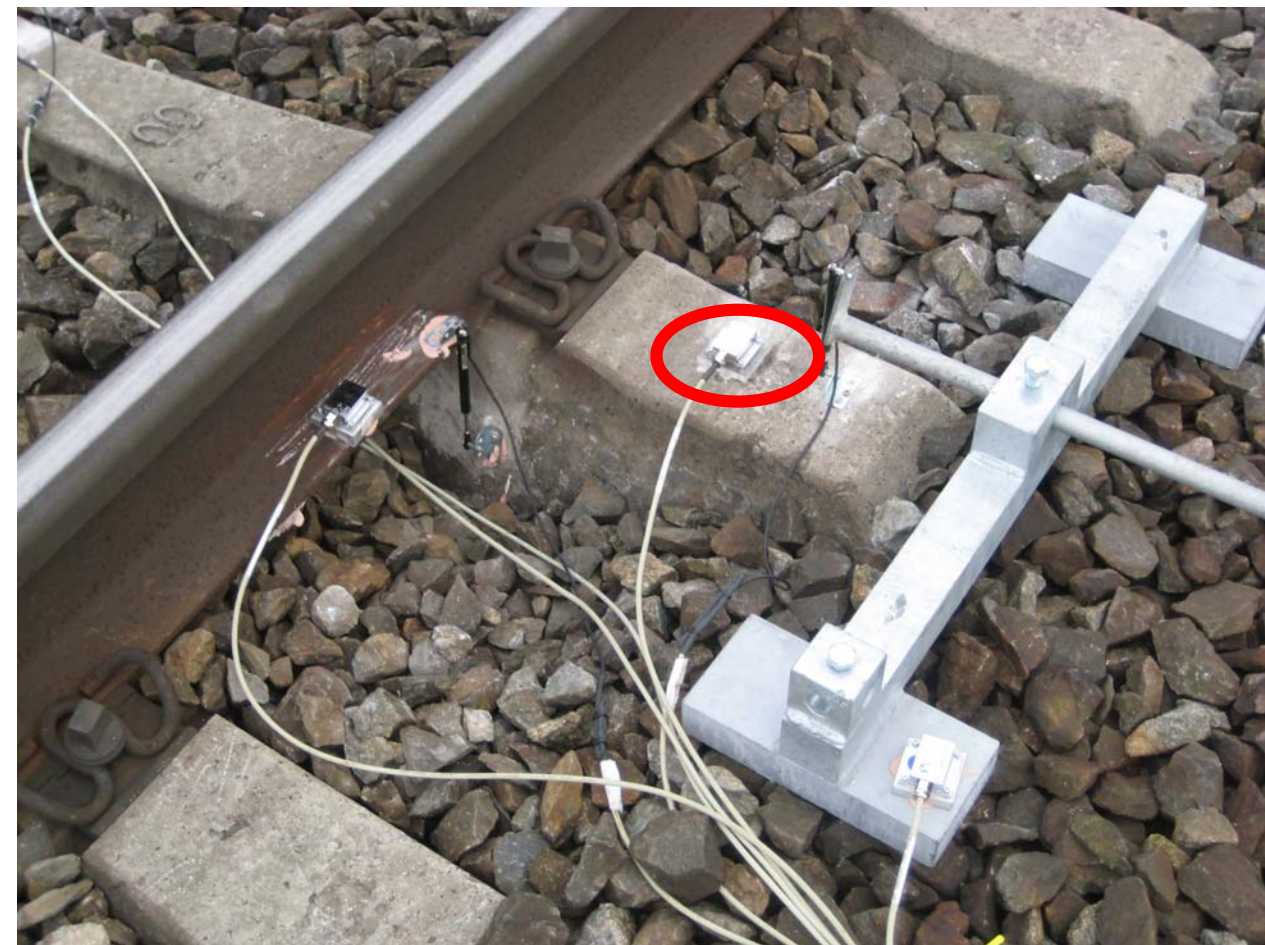
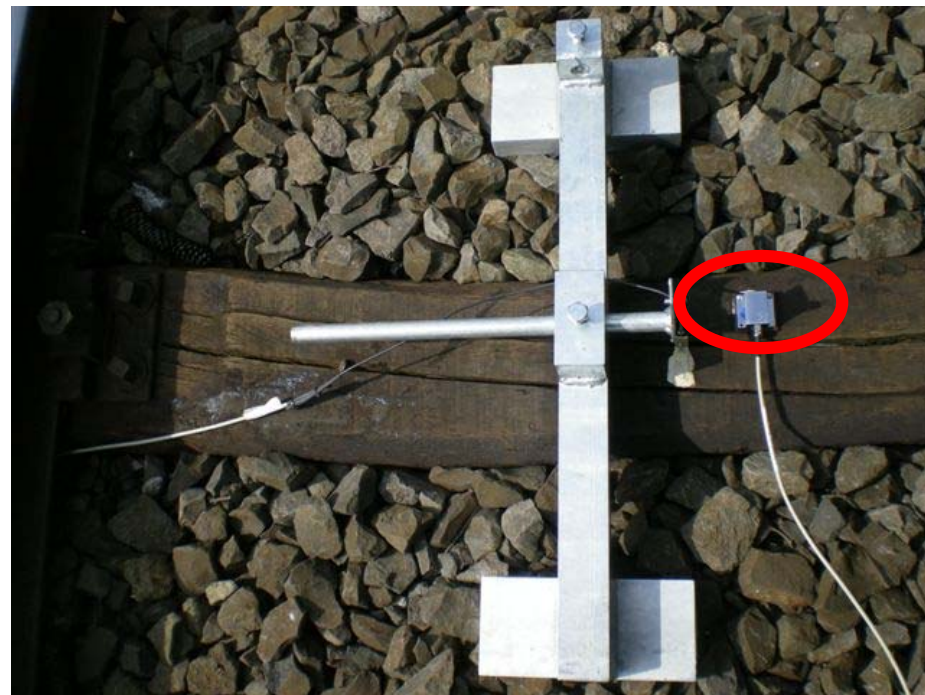
Übersicht Messungen

Übersicht FAZ Messungen

Mess-Bezeichnung	Datum	Strecke	Gleis	km	Radius	Überhöhung	Schiene	Schienengüte	Zwischenlage	Befestigung	Schwelle	Besohlungstyp
1 Gleisdorf		7141	1	221,615	-	-	49 E1	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
2 Kaiserebersdorf		2912	2	11,322	252 m	80 mm	49 E1	R 260	Zw-K2a	Ski 14		unbesohlt
3 Pöndorf		4014	1	276,600	430 m	150 mm	60 E1 (2001)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2001)	SLS 1308G
			1	276,580	430 m	150 mm	60 E1 (2001)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2001)	SLS 1308G
4 Scheifling		8132	2	271,85	297 mm	110 mm	60 E1 (2000)	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	L2 (2001)	S 600 / 8
5 Schwanenstadt		4013	2		WEICHE 51							
6 Rum		6012	2	68,940	-	-	60 E1	R260	Zw K2a	Ski 1	BE 19a (1990)	unbesohlt
		6012	2	68,910	-	-	60 E1	R260	Zw K2a	Ski 1	BE 19a (1990)	unbesohlt
7 Aschbach		2306	4		WEICHE 51							
8 Markersdorf		2306	3	71,580	-	-	60 E1 (2000)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2000)	SLS 1308G
		2306	3	71,620	-	-	60 E1 (2000)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1 (2000)	SLS 1308G
9 Übelstein	20.11.2009	8052	1	160,060	352 m	150 mm	60 E1 (2008)	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	K1 (2008)	SLB 3007 G
10 Gramatneusiedl	01.12.2009	1191	1	12,789	751 m	60 mm	60 E1 (1998)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1? (1998)	S 600 / 8
	01.12.2009	1191	1	12,829	751 m	60 mm	60 E1 (1998)	R 260	Zw 700	Ski 14	K1? (1998)	unbesohlt
11 ZvBf		2311	2	0,8	310 mm	60 mm	49 E1 (1985)	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
12 Kaponig		8066	1	52,2	805 m	100 mm	60 E1 (1989)	R 260	Zw 700	Ski 15	Feste Fahrbahn	
13 Aschbach2		2307	4	135,9	-	-	60 E1	R 260	Zw 700	Ski 14	K1?	unbesohlt
14 Liezen		3023	1	97,45	-	-	54 E2 (1975)	R 260	Zw K8	RP - KP	Holz	
15 Rennweg		2912	1	3,55	215 m	0 mm	60 E1 (2000)	R 260			Feste Fahrbahn	
		2912	1	3,55	215 m	0 mm	60 E1 (2000)	R 260			Feste Fahrbahn	
16 HDS_StPoelten		1102	2	46,1	214 m	100 mm	60 E1	R 350 HT	Zw 700	Ski 28	HDS1	USM 316 und SLB 3007 G
17 Kaiserebersdorffl		2912	2	11,322	252 m	80 mm	49 E1	R 260	Zw-K2a	Ski 14		unbesohlt
18 2009_06_08_Scheifling_I												
19 2009_06_09_Scheifling_I												
20 2009_07_13_Prinzersdorf_I												

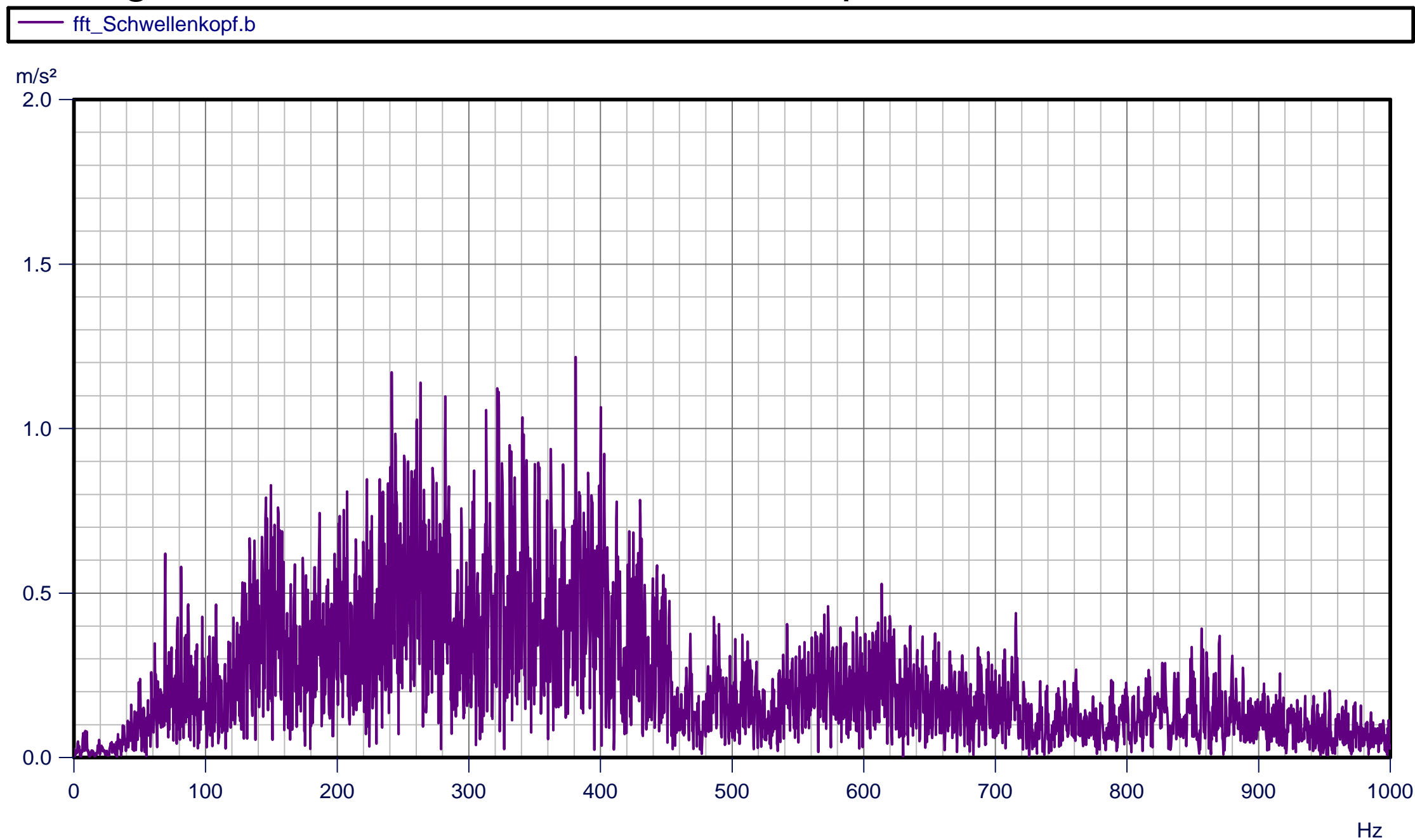
Messgeber

Die Beschleunigungsgeber (Firma PJM Graz; 200g; Linearitätsfehler max. 0,4 %) wurden jeweils an den bogeninneren Schwellenköpfen angebracht.



Gleisdorf M002 – Holzschwelle Zw-K8

Holzschwelle liegt satt im Schotterbett, keine Schlupfwellen

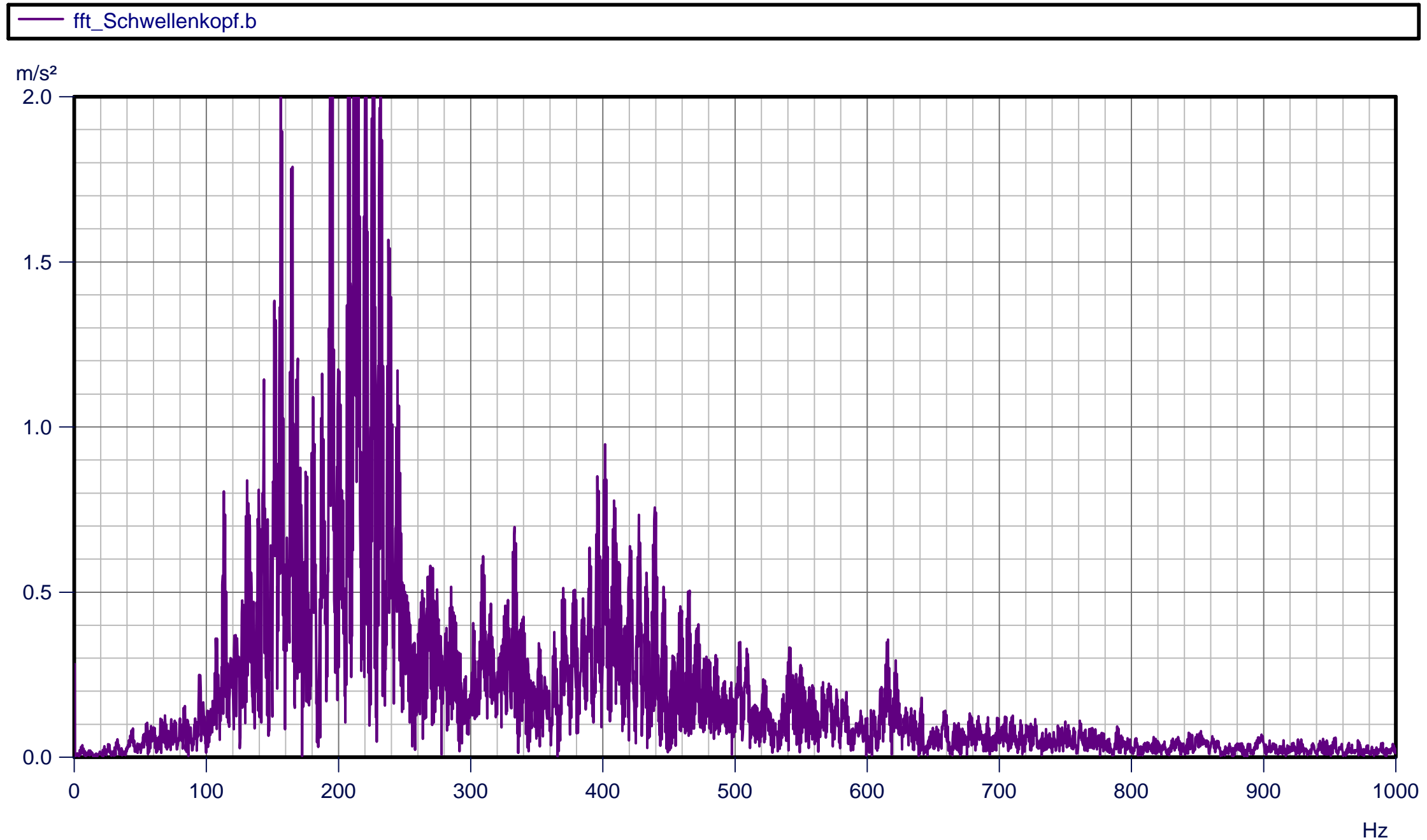


Radius: -

Überhöhung:-

Kaiserebersdorf M004 – Betonschwelle Zw-K8

Betonschwellen unbesohlt, starke Schlupfwellenbildung

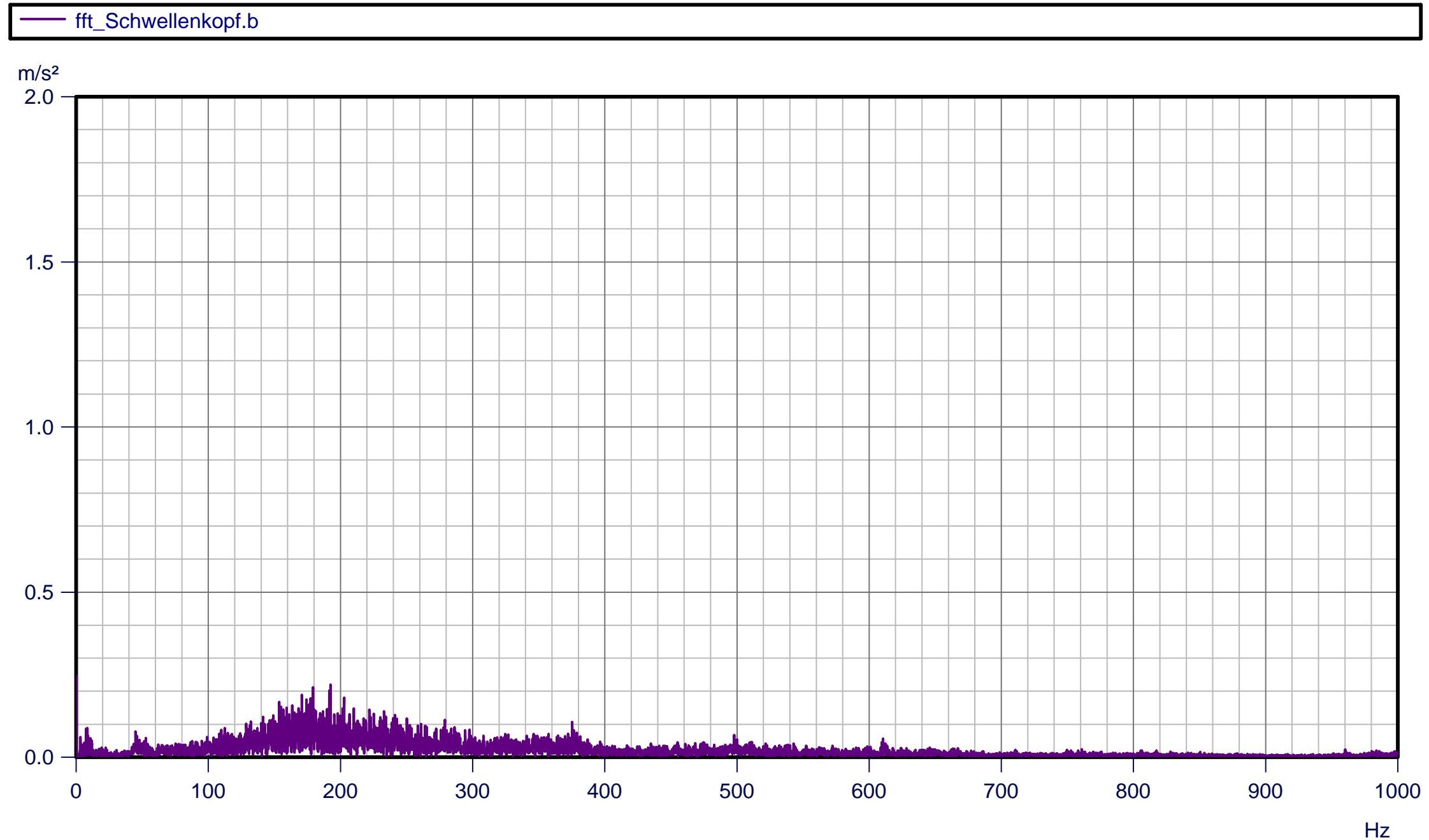


Radius: 252 m

Überhöhung: 80 mm

Pöndorf M007 – Betonschwelle besohlt SLS 1308 G

Weiche Zwischenlagen, keine Schlupfwellenbildung

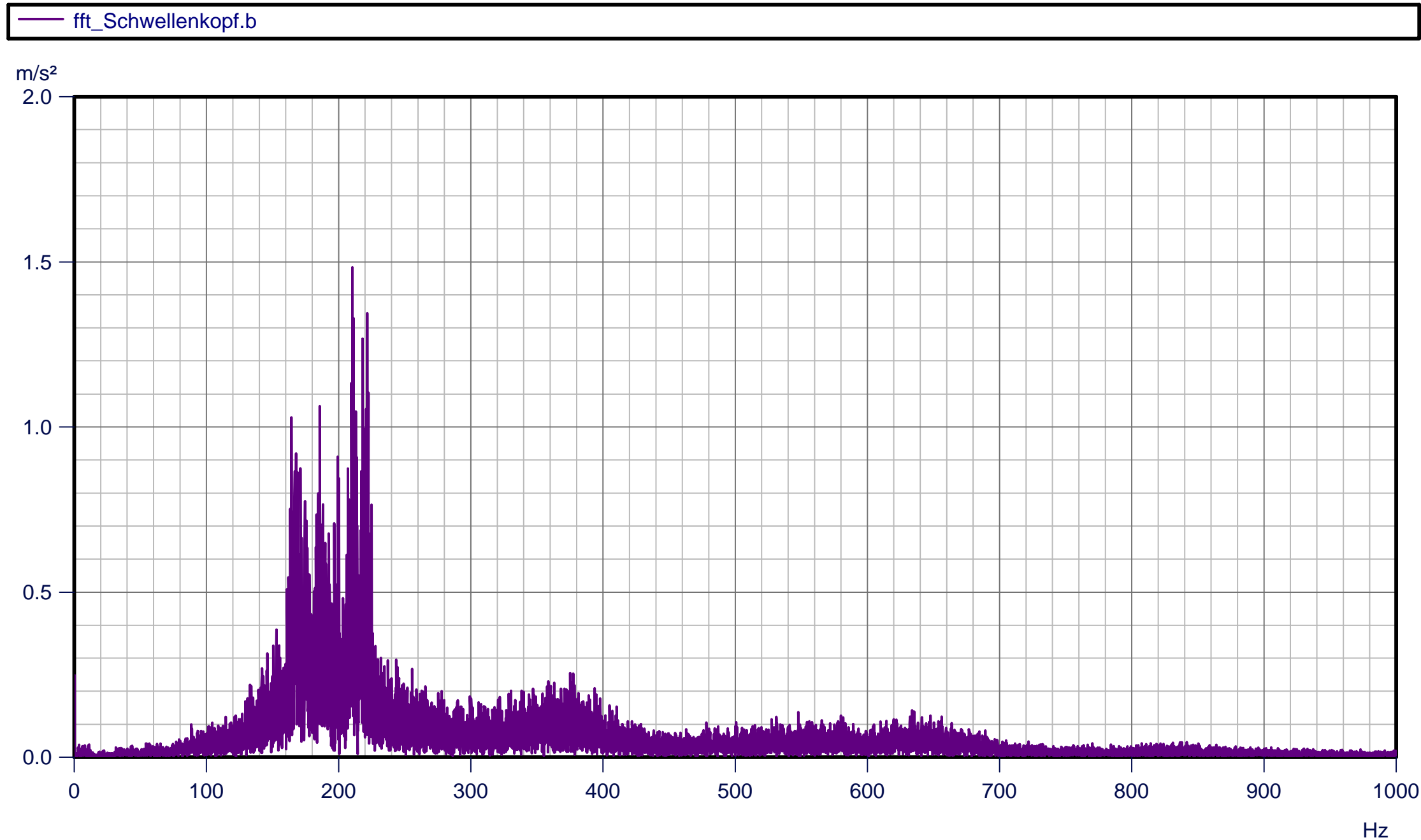


Radius: 430 m

Überhöhung: 150 mm

Scheifling M007 – Betonschwelle besohlt S 600 / 8

Weiche Zwischenlagen, beginnende Schlupfwellenbildung, Schrauben tlw. locker

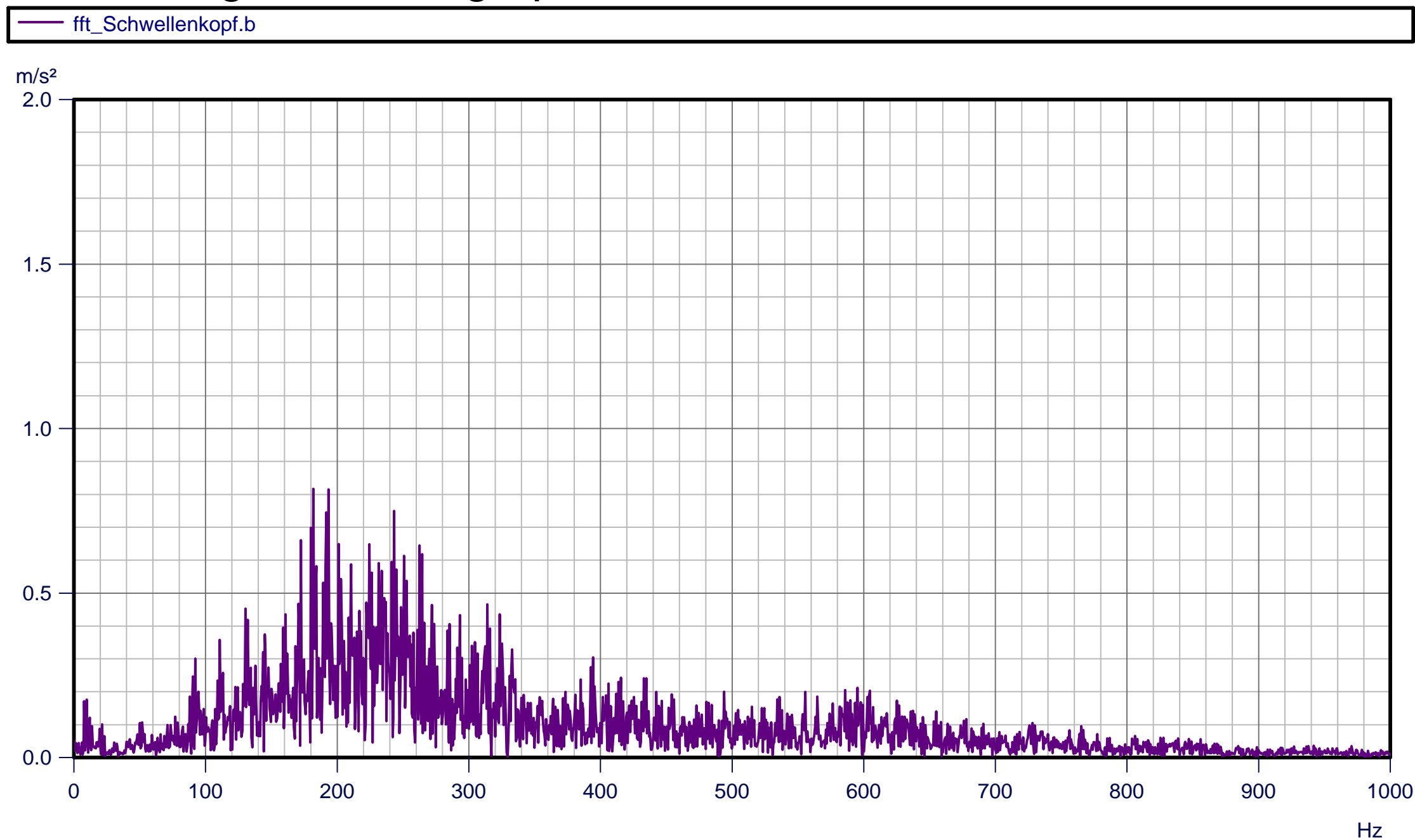


Radius: 297 m

Überhöhung: 110 mm

Rum M004 – Betonschwelle BE 19a unbesohlt

Gerades Gleis, sehr gute Gleislagequalität

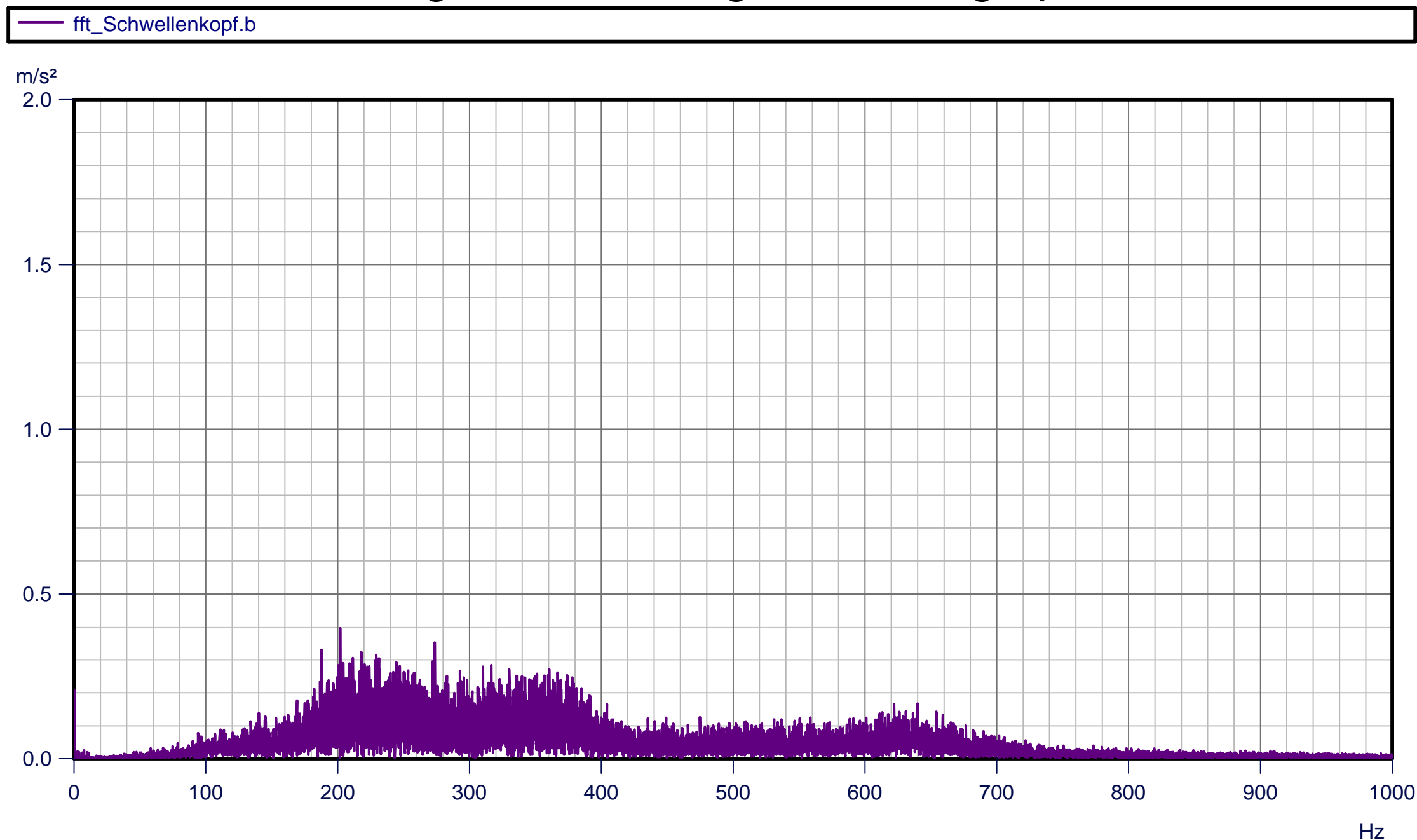


Radius: -

Überhöhung:-

Markersdorf M007 – Betonschwelle besohlt SLS 1308 G

Gerades Gleis, bituminöse Tragschicht, sehr gute Gleislagequalität

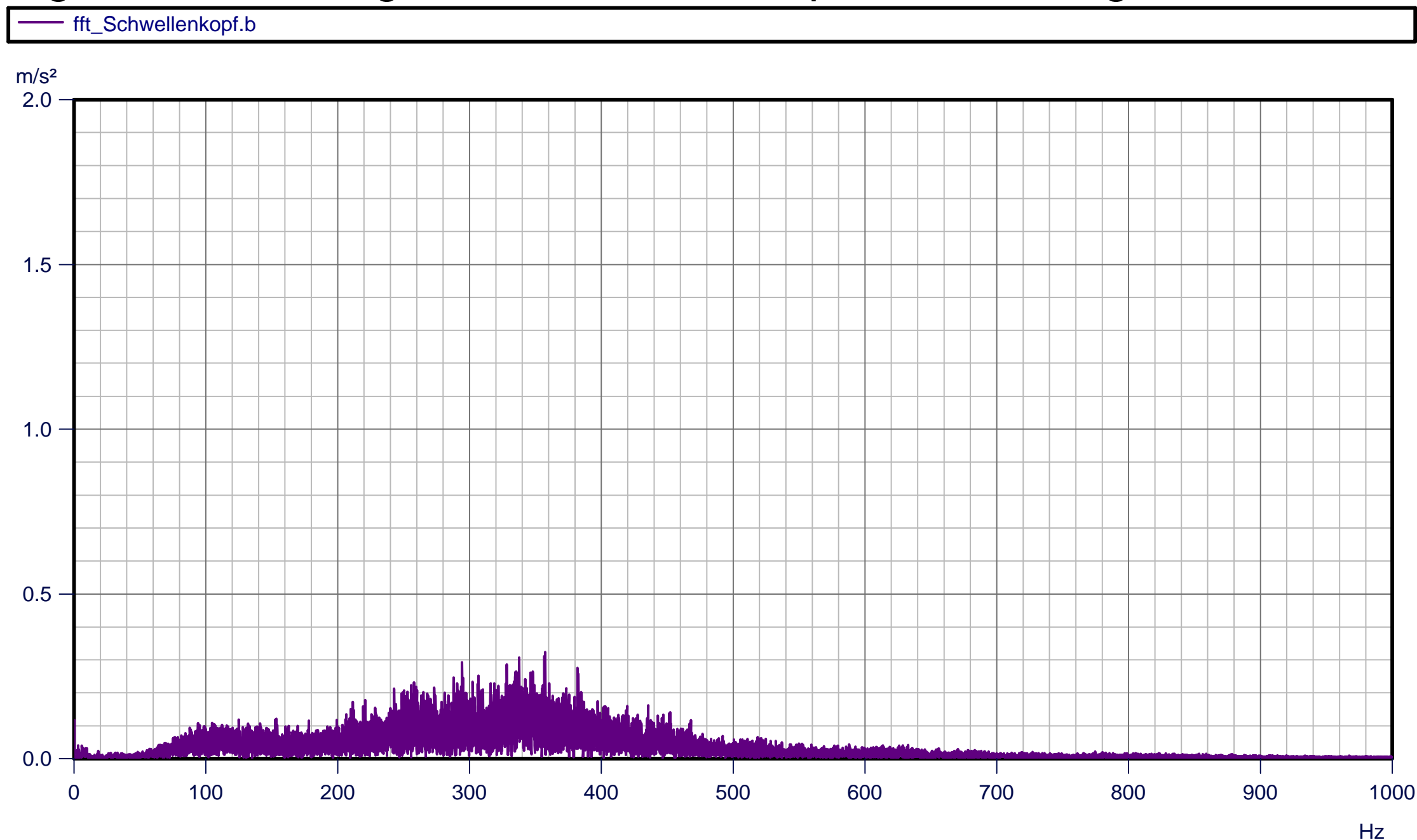


Radius: -

Überhöhung:-

Übelstein M007 – Betonschwelle besohlt SLB 3007 G

Gleis am Beginn der Nutzungsdauer, keine Schlupfwellenbildung

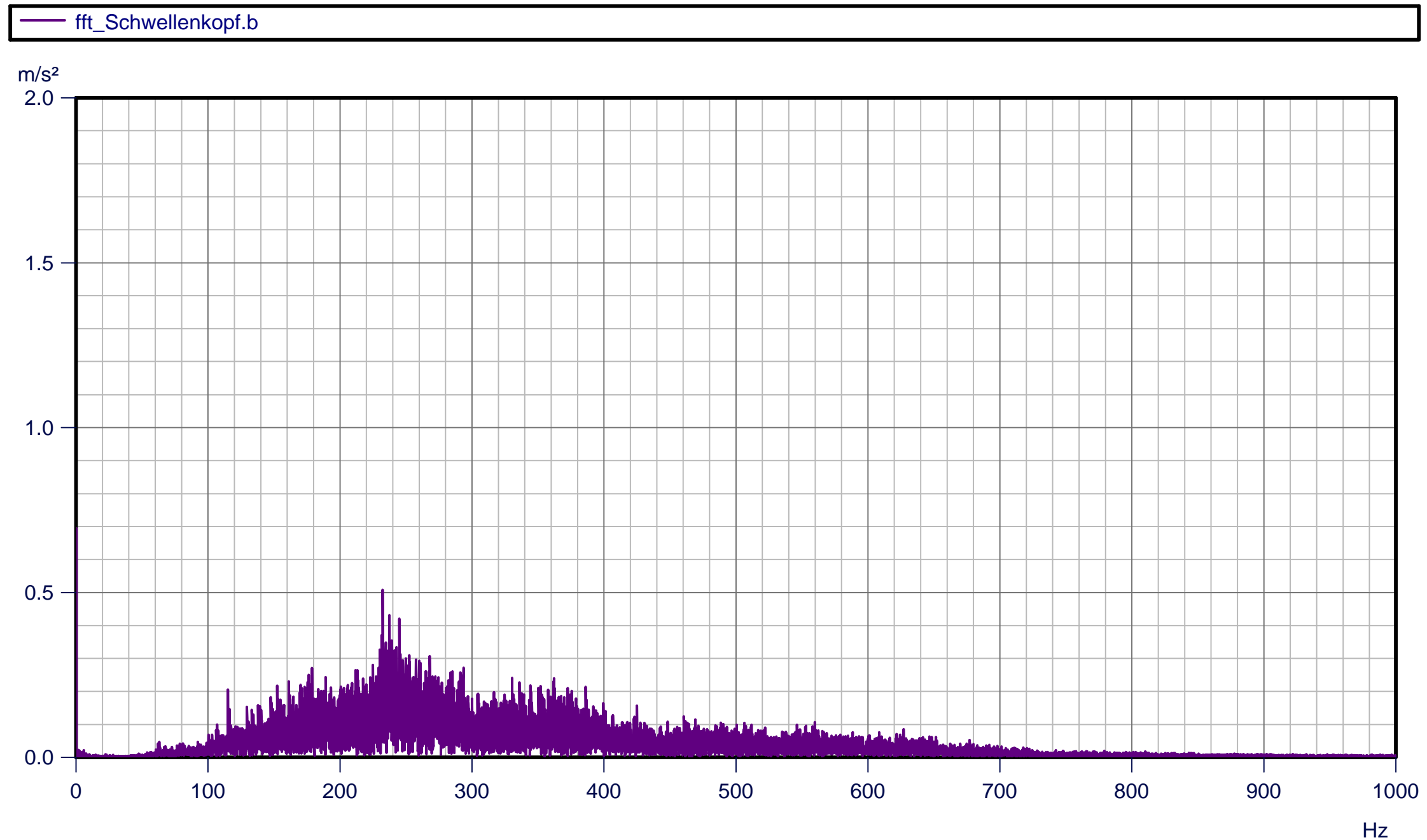


Radius: 352 m

Überhöhung: 150 mm

Gramatneusiedl M006 – Betonschwelle unbesohlt

Sehr weicher Untergrund (3 bis 5 m Torfschicht)

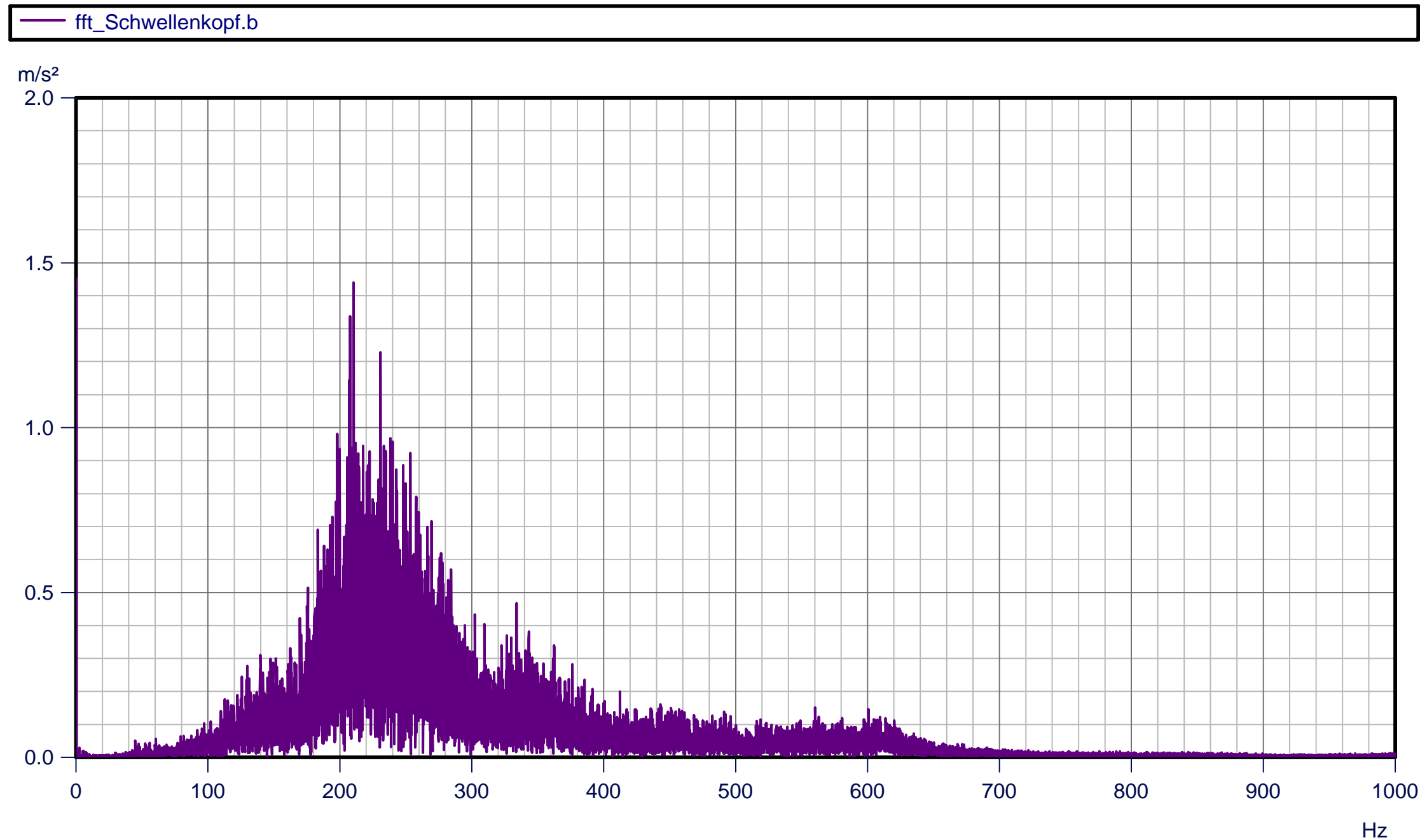


Radius: 751 m

Überhöhung: 60 mm

Gramatneusiedl M006 – Betonschwelle besohlt S 600 / 8

Sehr weicher Untergrund (3 bis 5 m Torfschicht)

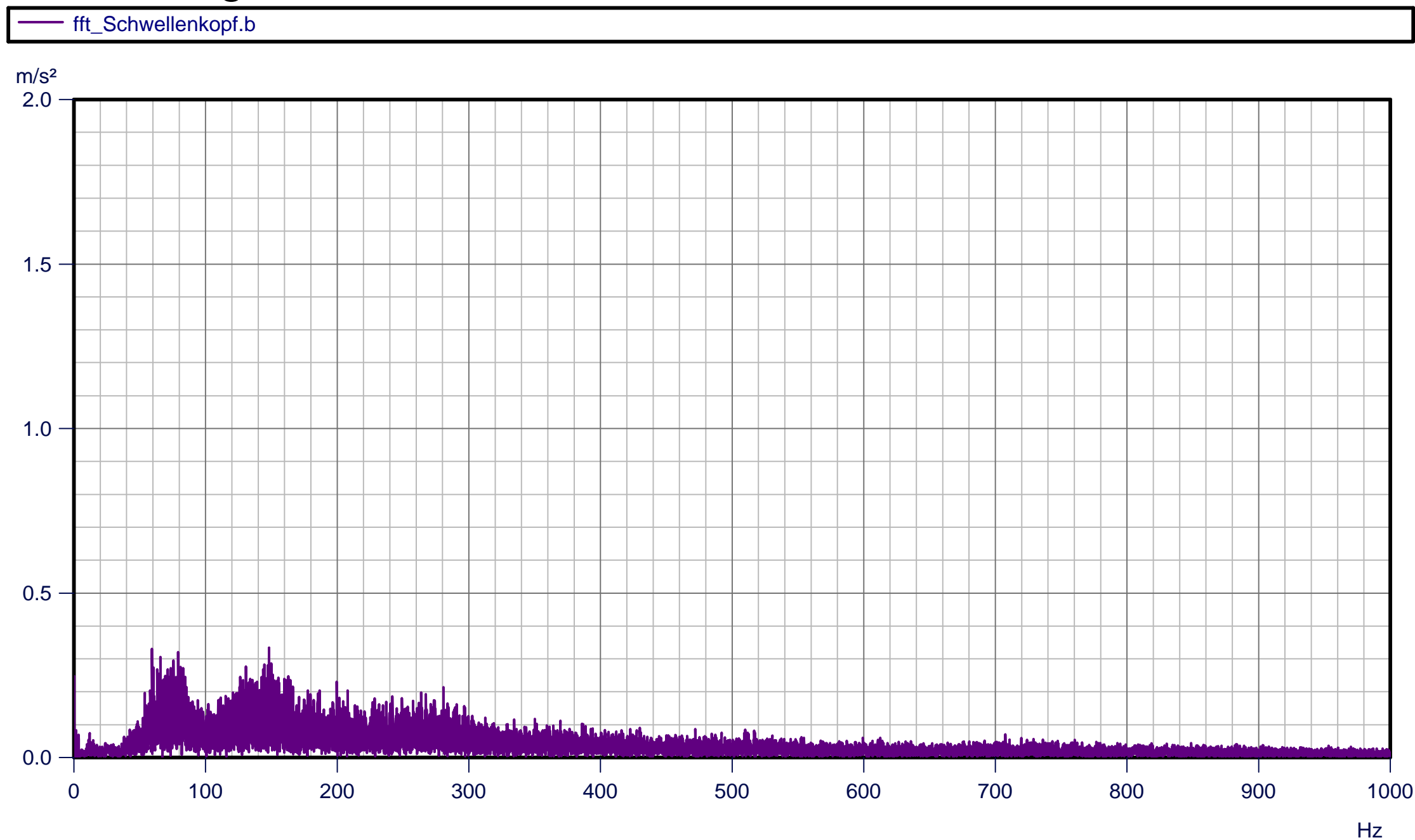


Radius: 751 m

Überhöhung: 60 mm

Einfahrt ZvBf M006 – Holzschwelle

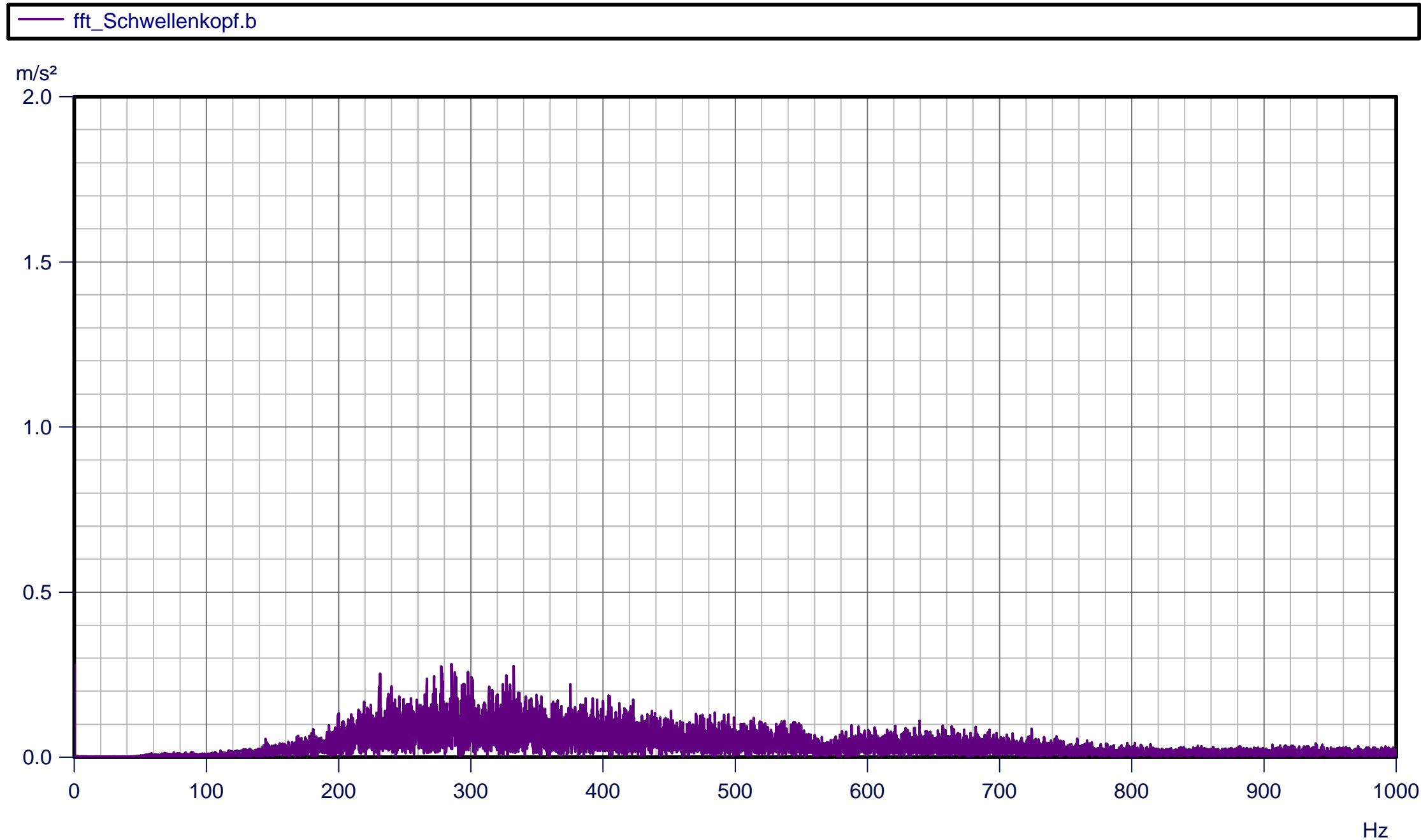
Schotterqualität mangelhaft



Radius: 310 m
Überhöhung: 60 mm

Kaponig M011 – Feste Fahrbahn (Tragplatte ÖBB-PORR)

R = 815 m

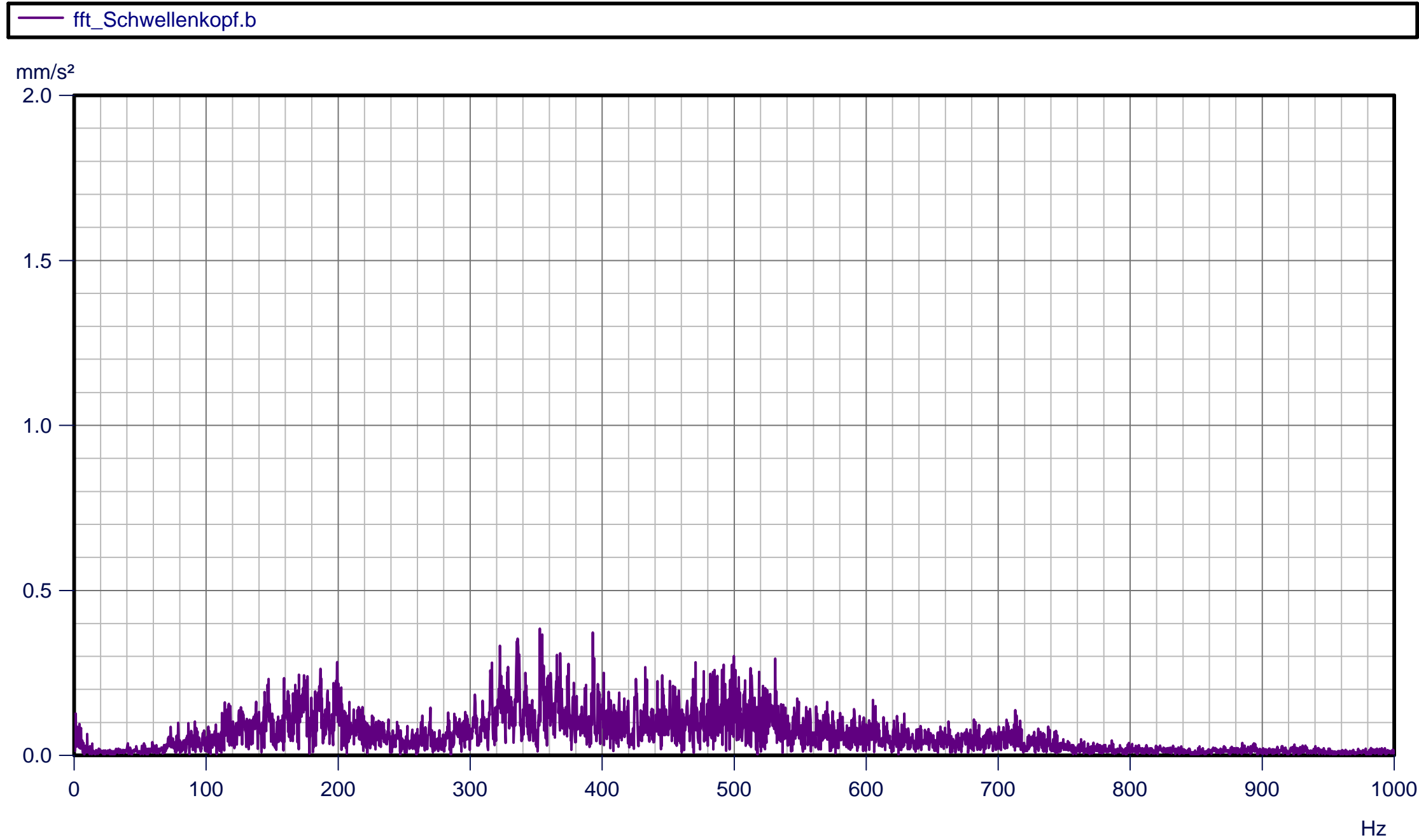


Radius: 805 m

Überhöhung: 100 mm

Liezen, Holzschwelle

extrem weicher Untergrund

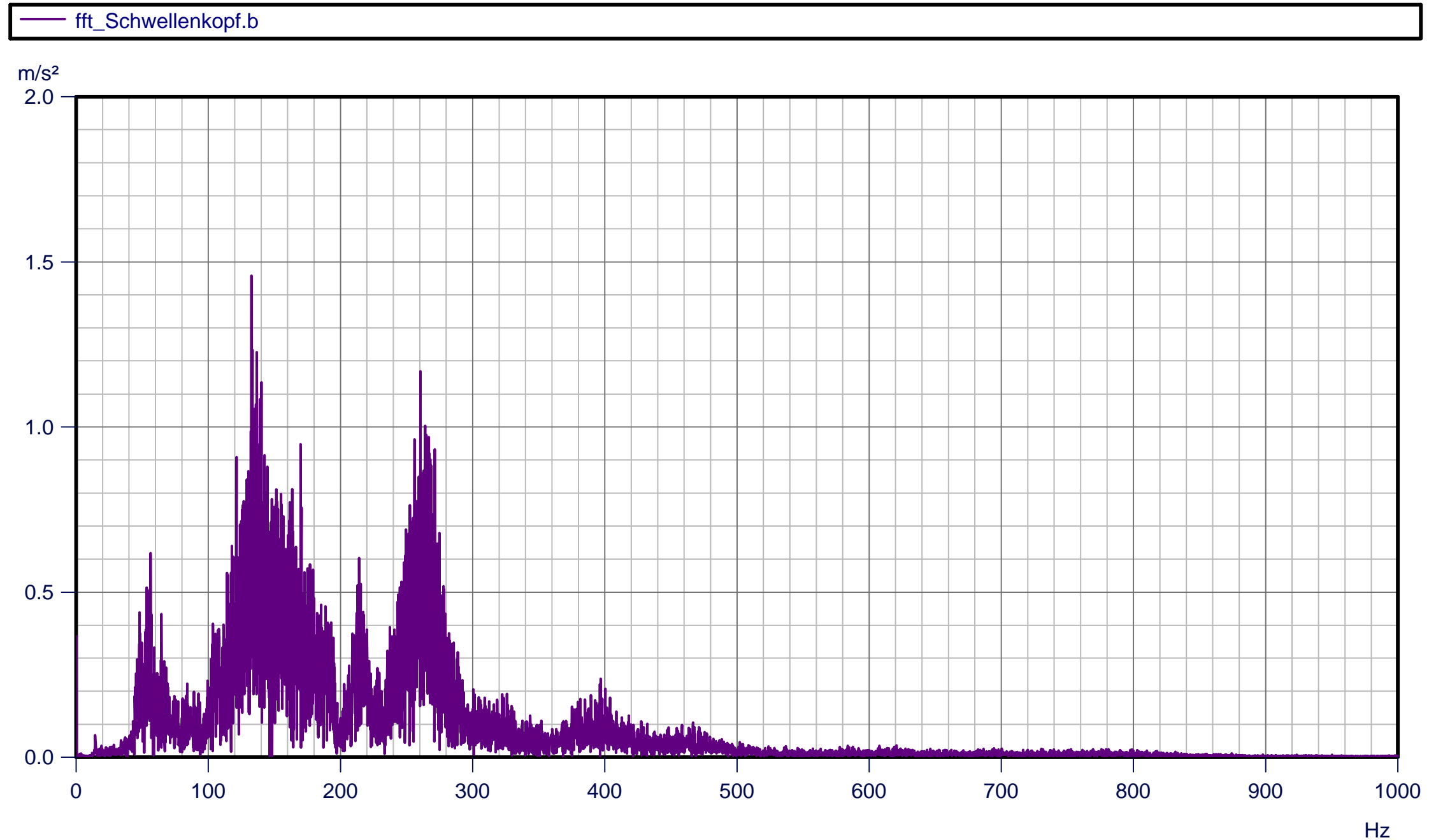


Radius: -

Überhöhung:-

Hst Rennweg, enger Bogen FF elastischer Stützpunkt

Starke Schlupfwellenbildung (kurzweilig)

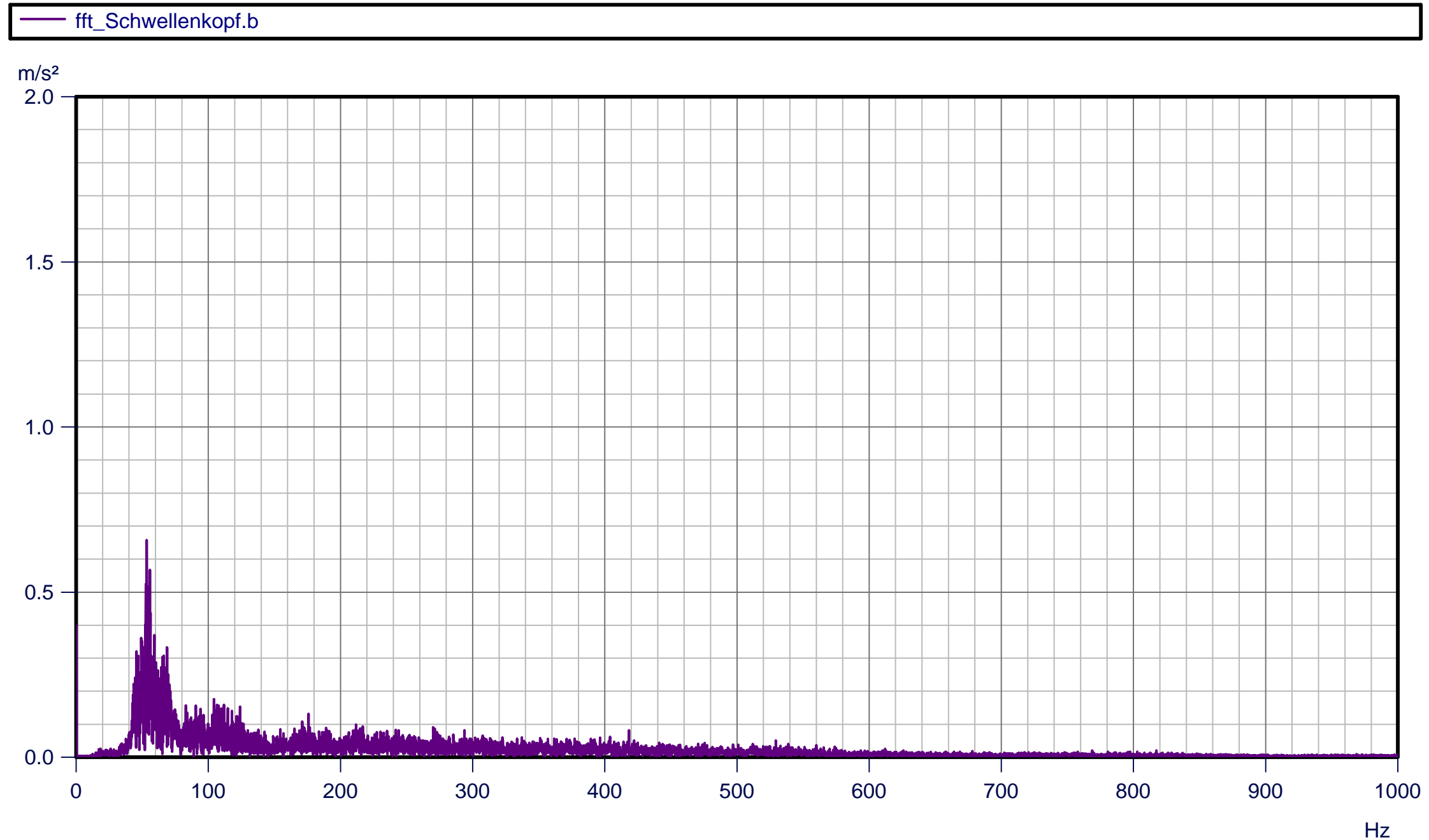


Radius: 215 m

Überhöhung:-

Hst Rennweg, enger Bogen FF Tragplatte ÖBB-PORR

Schlupfwellenbildung mit langer Wellenlänge ca. 24 cm

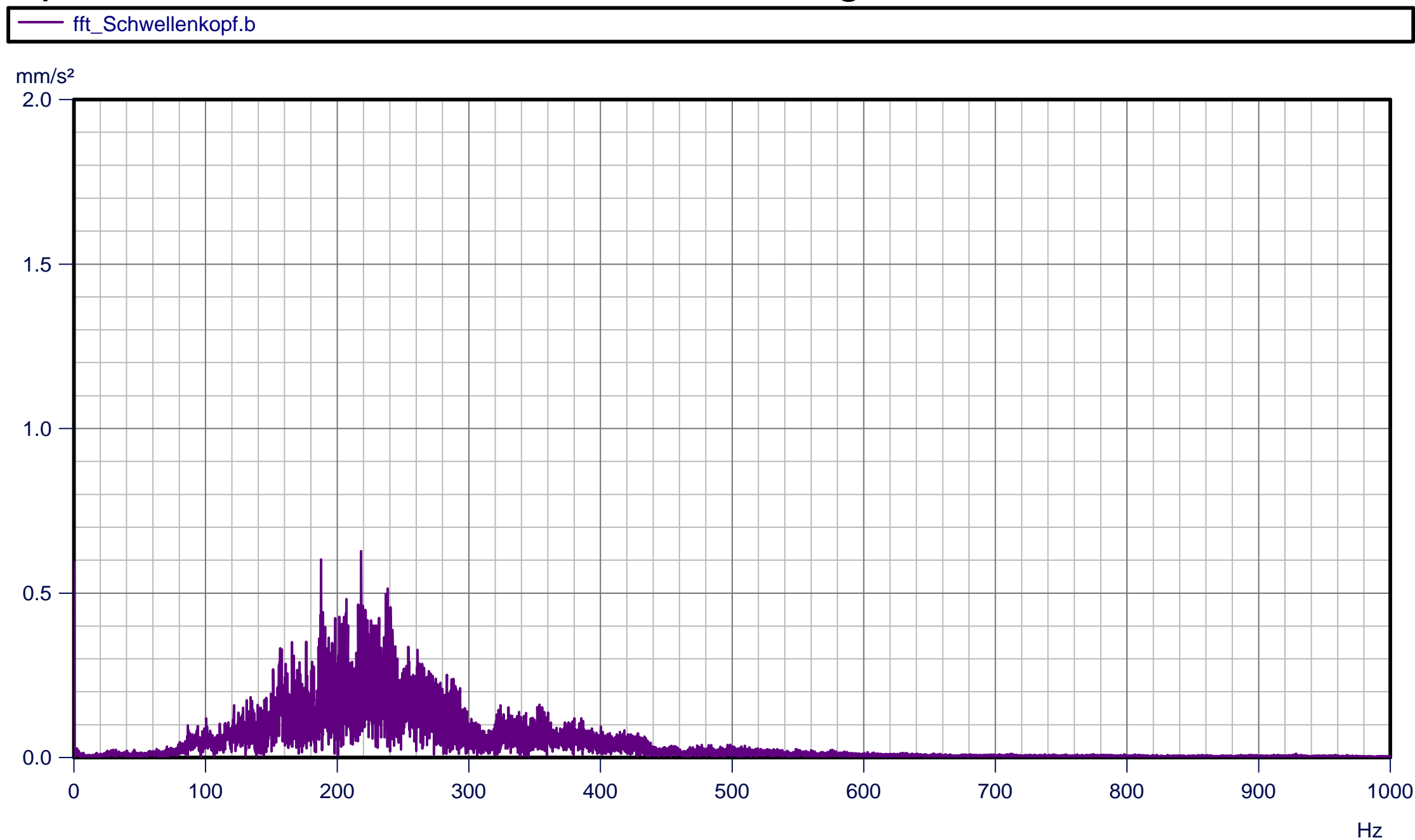


Radius: 215 m

Überhöhung:-

St.Pölten HDS1, weiche USM, SLB 3007G, Zw 700

Keine Schlupfwellen nach 6 Monaten im 214-m-Bogen

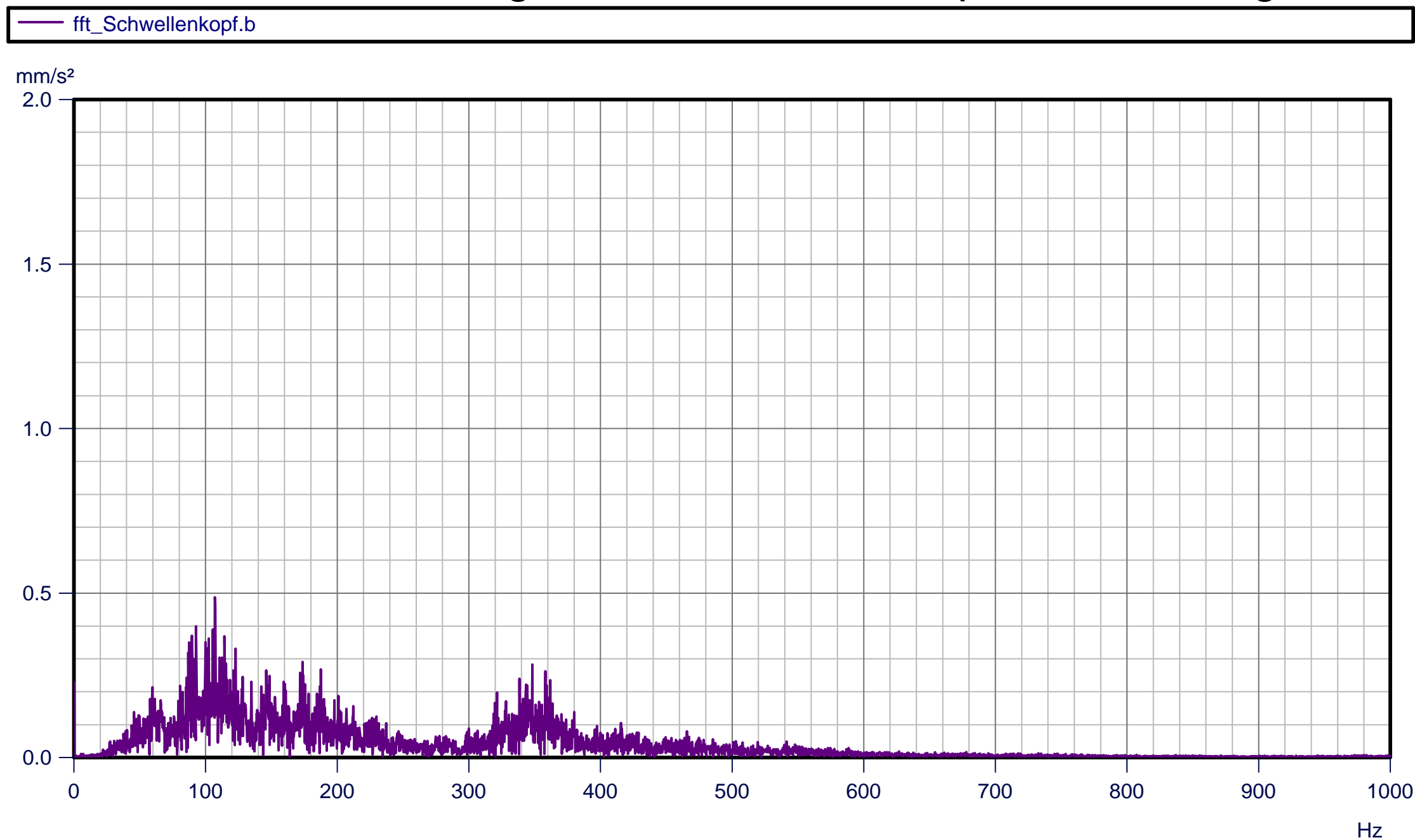


Radius: 214 m

Überhöhung: 100 mm

Kaiserebersdorf

Messung 6 Monate nach Schleifung, erneut starke Schlupfwellenbildung

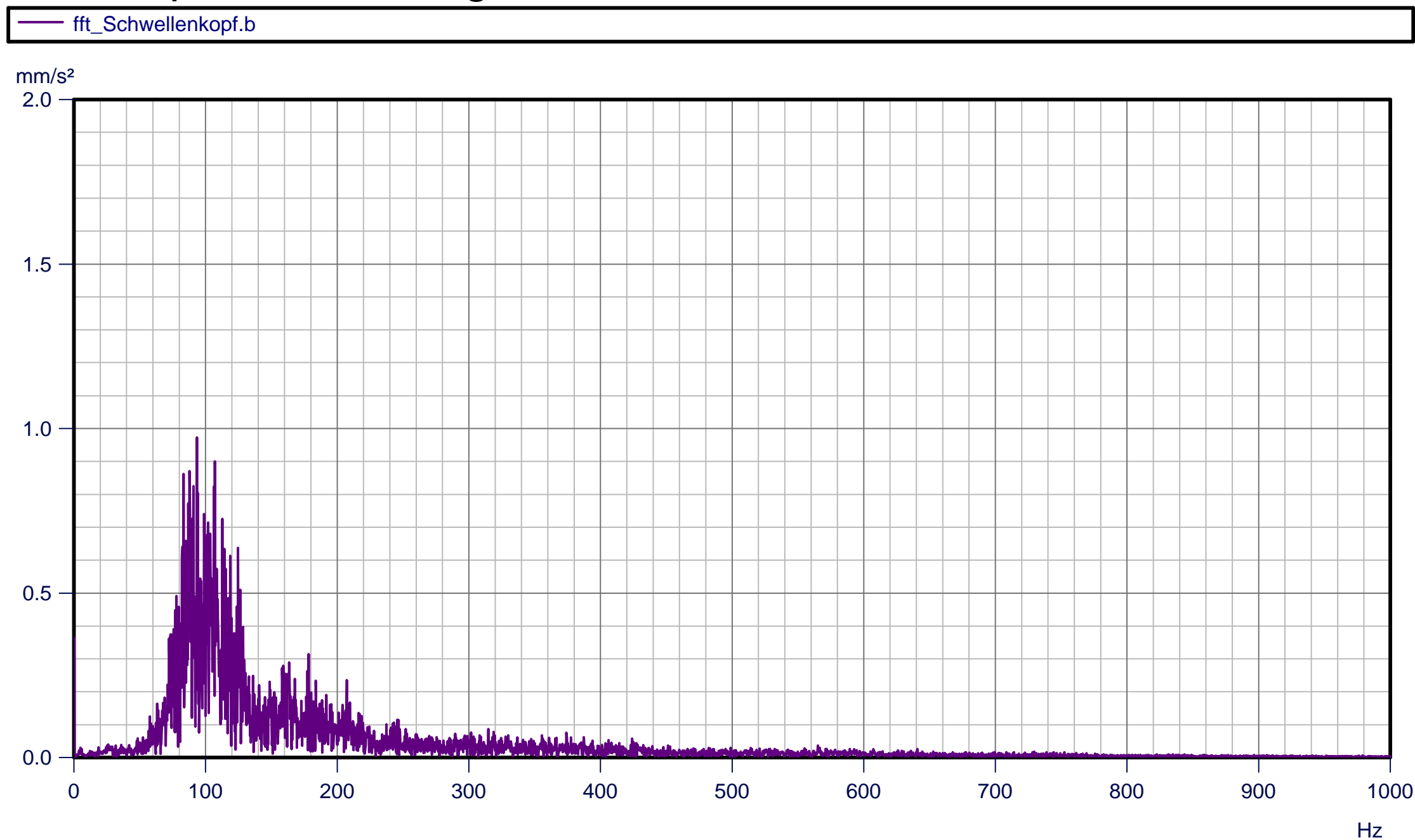


Radius: 252 m

Überhöhung: 80 mm

Zw-Versuch Scheifling weiche Zw 700 (SGT)

Beginnende Schlupfwellenbildung

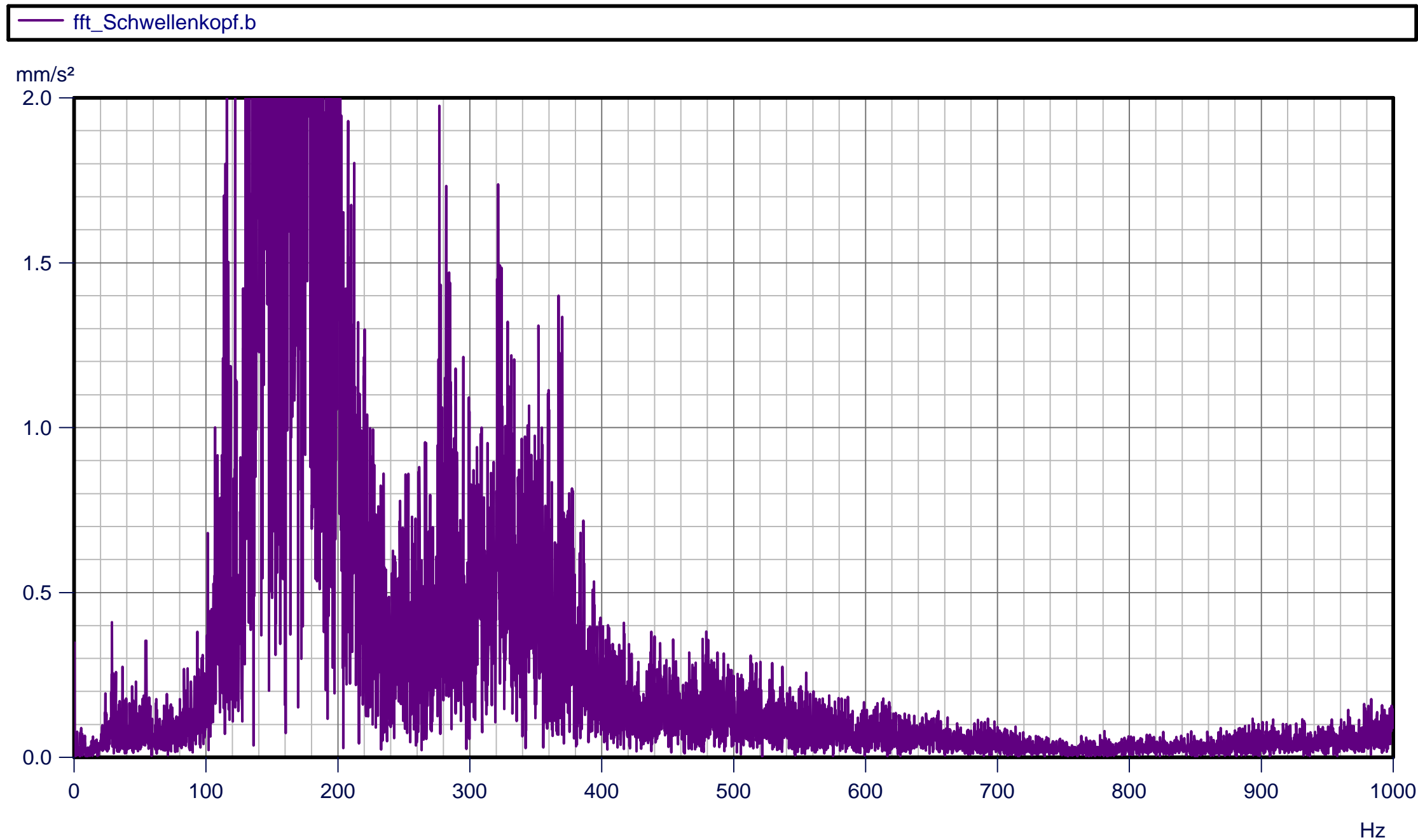


Radius: -

Überhöhung:-

Zw-Versuch Scheifling Zw K2a (steif)

verstärkte Schlupfwellenbildung



Radius: -

Überhöhung:-

Ergebnis

Es lassen sich aus den Messergebnissen folgende Schlüsse ziehen:

Die Wellenlängenbereiche der Schlupfwellen sind als deutliche peaks auch an den Schwellenbeschleunigungen erkennbar. **Daraus kann geschlossen werden, dass Schlupfwellen sich nur dann ausbilden können, wenn nicht nur die bogeninnere Schiene, sondern auch die Unterschwellung in der Schlupfwellenfrequenz schwingen kann.** Besonders deutlich zeigt sich dies an der Festen Fahrbahn (System Tragplatte ÖBB-PORR) bei der Hst Rennweg. Anregungen über 60 Hz werden fast vollständig gedämpft. Es kommt dort zu einer deutlichen Frequenzverschiebung der Schlupfwellen (niedrige Frequenz bei 60 Hz -> mit 24 cm eine deutlich größere Wellenlänge -> weniger Beschleunigungen).

Ebenso führen unterschiedliche Zwischenlagensteifigkeiten (bei unbesohlenen Betonschwellen) zu Frequenzverschiebungen der Schwellenbeschleunigungen.

Besonders starke Schlupfwellenbildung tritt an Gleisen mit unbesohlenen Betonschwellen und steifen Zwischenlagen auf. Es ist zu vermuten, dass Hohllagen unter den Schwellenköpfen die Neigung zur Schlupfwellenbildung stark erhöhen.

Durch den Einsatz von Schwellenbesohlungen kann die Schlupfwellenbildung nicht generell verhindert werden. Schwellenbesohlungen können Schlupfwellen vermindern, nicht aber den Entstehungsmechanismus unterdrücken.

Schlussfolgerung

Für den Entstehungsmechanismus der Schlupfwellen lässt sich folgendes ableiten:

Die Bildung von Schlupfwellen wird nicht alleine durch Schwingungen der Unterschwellung hervorgerufen. Der Untersuchung zufolge müssen zyklische Reibungserscheinungen im Rad-Schiene-Kontakt die Schlupfwellenbildung ursprünglich hervorrufen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Schlupfwellenbildung durch eine kombinierte Schwingung (Schwebung?) der Räder und des Schienenkopfes ausgelöst wird (vertikal und horizontal durch Schieneneinsenkung, Schienenkippen und Schienenfußverformung).

Für den Bericht:
Florian Auer
15. August 2009

Anhang 8

Auszug aus

Frequenzanalyse der Schlupfwellen im Versuchsabschnitt Scheifling - Mariahof

Wien, 20. August 2009

Aufgabenstellung

Auf der Strecke Scheifling – Mariahof Gleis 1 besteht eine Zwischenlagenversuchsstrecke mit 22 verschiedenen Zwischenlagen. Es wird der Materialverschleiß der Zwischenlagen in den engen Bögen ($R = 280 \text{ m}$) sowie der Einfluss auf die Schlupfwellenbildung untersucht.

In diesem Bericht werden spektrale Untersuchungen der Schlupfwellenbildung, bestimmt mittels EM 250 vom 27.3.2009, angestellt. Die Messung erfolgte 6 Monate nach Zwischenlageneinbau und einer anschließenden Schienenschleifung.

Der zu untersuchende Wellenlängenbereich beträgt 3 cm - 30 cm.

Versuchsaufbau

Versuch Optimierter Zwischenlagenverschleiß Mariahof-Scheifling Gleis1

km von	km bis	Länge	Zw	Versuchs-ID	kN/mm	Hersteller
265965	266124	159				
266124	266214	90		2	60	Semperit
266214	266304	90		14	60	Saar Gummi
266304	266394	90		3	60	Semperit
266394	266484	90		20	90	Saar Gummi
266484	266574	90		4	60	Semperit
266671	266718	47				
266718	266808	90		11	150	Semperit
266808	266898	90		12	150	Semperit
266898	266945	47				
267053	267098	45				
267098	267188	90		18	135	Rex
267188	267232	45				
267628	267653	25				
267653	267743	90		5	80	Semperit
267743	267893	150		15	80	Getzner
267893	267918	25				
268041	268052	11				
268052	268202	150		17	200	Getzner
268202	268213	11				
268604	268623	19				
268623	268713	90		7	80	Semperit
268713	268803	90		8	100	Semperit
268803	268822	19				
268931	268947	15				
268947	269037	90		9	100	Semperit
269037	269052	15				
269207	269234	27				
269234	269324	90		21	200	Saar Gummi
269324	269350	27				
269758	269781	23				
269781	269871	90		22	200	Müller
269871	269894	23				
270326	270340	15				
270340	270430	90		10	100	Semperit
270430	270445	15				
270534	270547	13				
270547	270637	90		1	Ref.	Semperit
270637	270651	13				
270831	270860	29				
270860	271010	150		16	120	Getzner
271010	271038	29				
271120	271144	24				
271144	271234	90		19	145	Rex
271234	271258	24				
271626	271631	5				
271631	271721	90		6	80	Semperit
271721	271726	5				
271968	271990	21				
271990	272080	90		13	150	Semperit
272080	272101	21				
Gesamt lfm			2955			

Hersteller

- Semperit
- Saar Gummi
- Getzner
- Rex
- Müller

Zw

- ZW-K2a
- Typen lfm90
- Typen lfm150

Versuchs-Länge 2160 lfm

Zwischenlagensteifigkeiten

Prüfbericht / Test report Physik - Labor

Artikel: Article	Muster der ÖBB	Kunde: Customer	ÖBB, Florian Auer
---------------------	----------------	--------------------	-------------------

Spezifikation: Specification	DBS 918 235	Datum: Date:	16.06.2009
---------------------------------	-------------	-----------------	------------

Auftragsnummer: Order number	22668	Prüfer: Tester:	Marc Kaufmann
---------------------------------	-------	--------------------	---------------

Ergebnisse / Results

stat.Steifigkeit zw. 18 - 68 kN

dyn.Steifigkeit zw. 18 - 68 kN bei 5 Hz

Probe 01/02/03

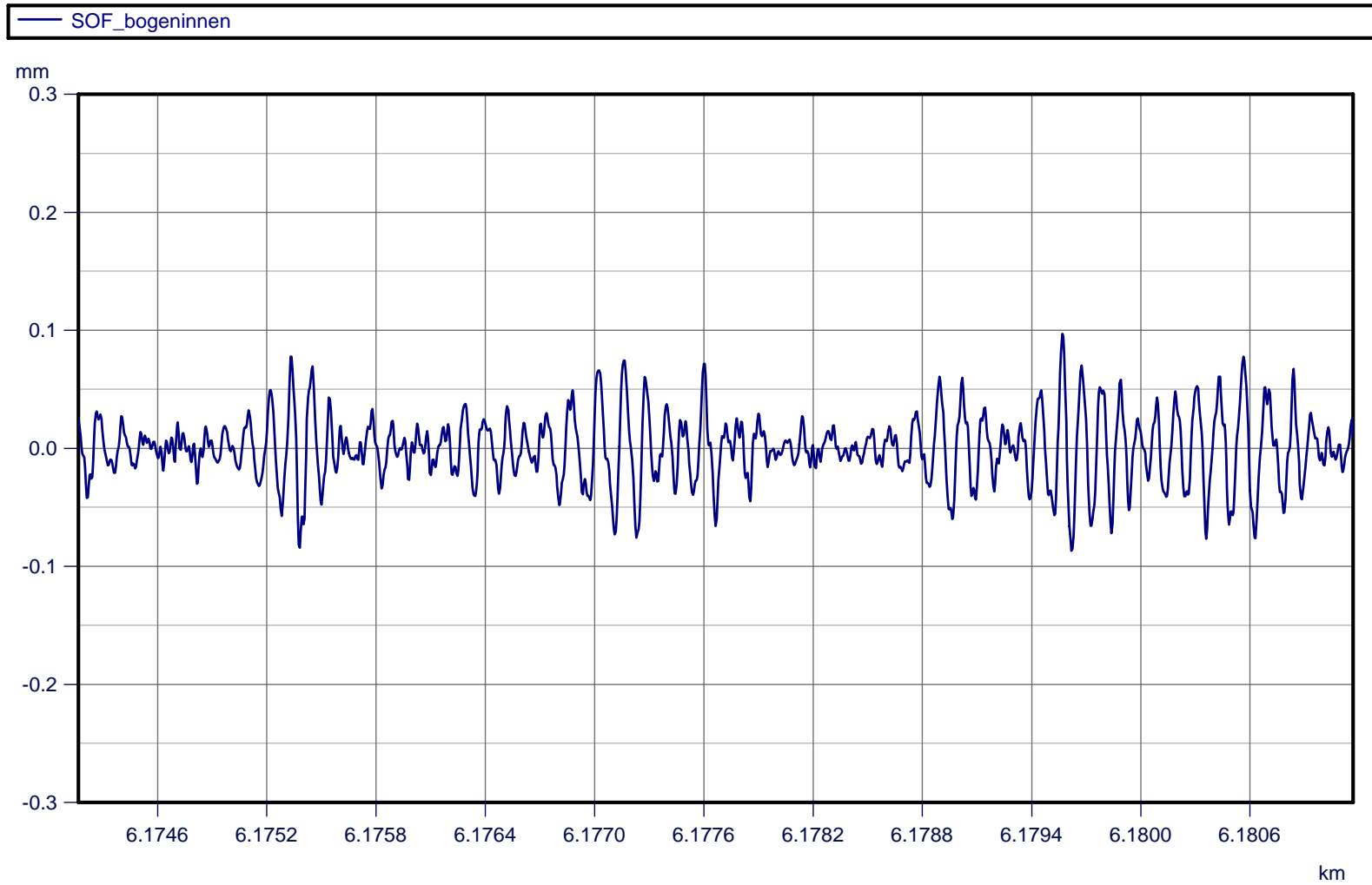
Muster	stat. Steifigkeit (kN/mm)	dyn. Steifigkeit (kN/mm)
Muster 1 / A 18	450/538/520 kN/mm	bei SGW nicht messbar
Muster 2 / A 1	58 / 56 / 54 kN/mm	84 kN/mm
Muster 3 / A 3	57 / 55 / 54 kN/mm	79 kN/mm
Muster 4 / A 5	63 / 55 / 61 kN/mm	129 kN/mm
Muster 5 / A 9	77 / 75 / 77 kN/mm	110 kN/mm
Muster 6 / A 21	79 / 72 / 76 kN/mm	99 kN/mm
Muster 7 / A 12	95 / 77 / 76 kN/mm	144 kN/mm
Muster 8 / A 13	89/ 101/ 93 kN/mm	156 kN/mm
Muster 9 / A 14	78 / 98 / 95 kN/mm	146 kN/mm
Muster 10 / A17	77 / 87 / 88 kN/mm	207 kN/mm
Mustert 12 / A 7	159/120/118 kN/mm	200 kN/mm
Muster 13 / A 22	119/119/117 kN/mm	255 kN/mm
Muster 14 / A 2	61 / 58 / 62 kN/mm	79 kN/mm
Muster 15 / A 10	82 / 61 / 59 kN/mm	85 kN/mm
Muster 16 / A 19	140/ 98/105 kN/mm	181 kN/mm
Muster 17 / A 11	102/169 / 89 kN/mm	180 kN/mm
Muster 18 / A 8	135/110/117 kN/mm	167 kN/mm
Muster 19 / A 20	112 /91/ 94 kN/mm	160 kN/mm
Muster 20 / A 4	66 / 97 / 93 kN/mm	129 kN/mm
Muster 21 / A 15	244/229/220 kN/mm	300 kN/mm
Muster 22 / A 16	211/241/243 kN/mm	273 kN/mm
Muster ?	100/134/136 kN/mm	218 kN/mm

Bemerkung : jeweils die erste Probe der stat. Messung wurde als original Bauteil mit einer Stahlplatte zwischen den bei Stegen gemessen.

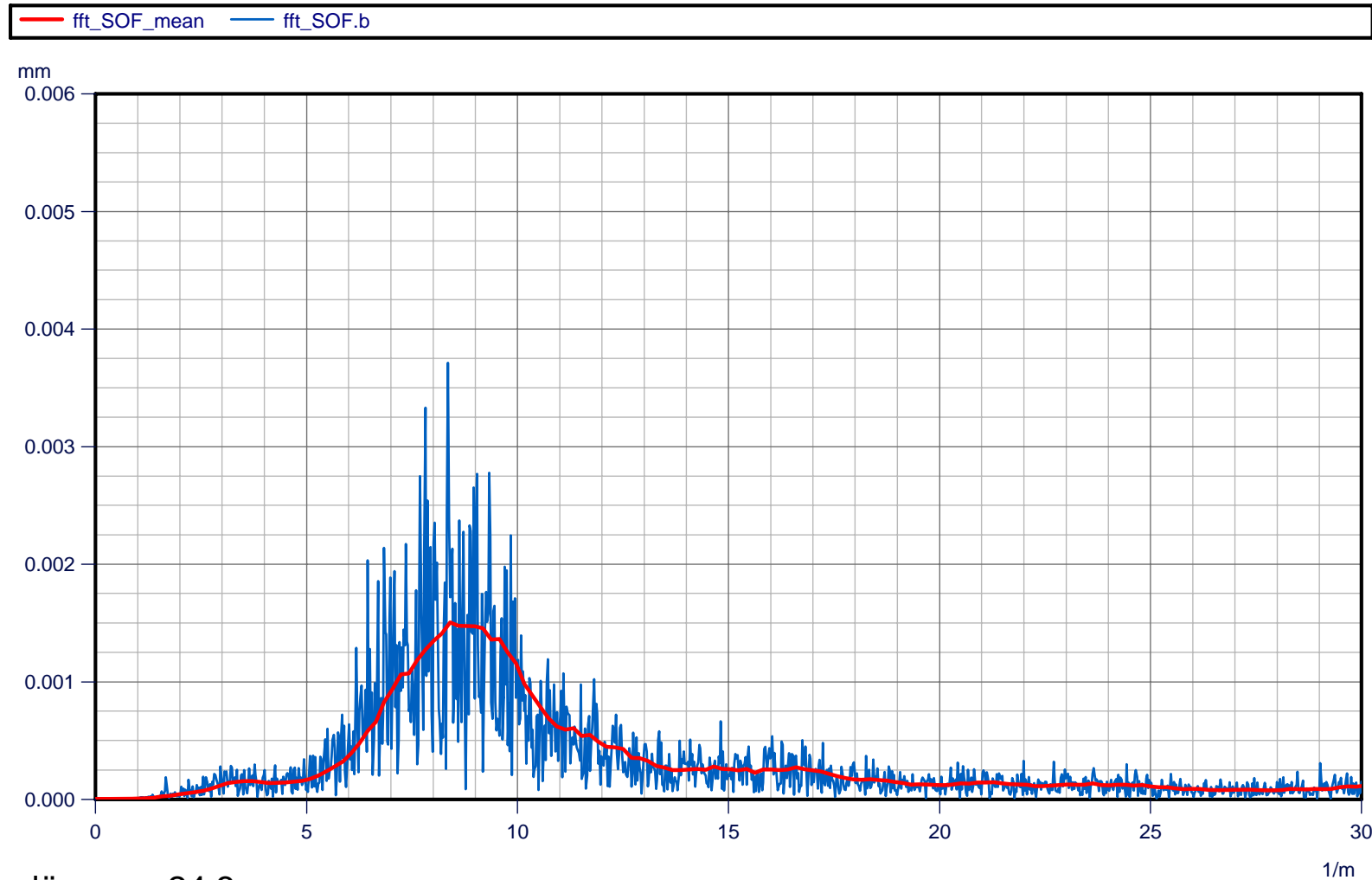
Bei den Proben Zwei und Drei wurden die Stege entfernt.

Die dyn. Messung wurde an den Proben ohne Stege durchgeführt.

Abschnitt 1



Abschnitt 1

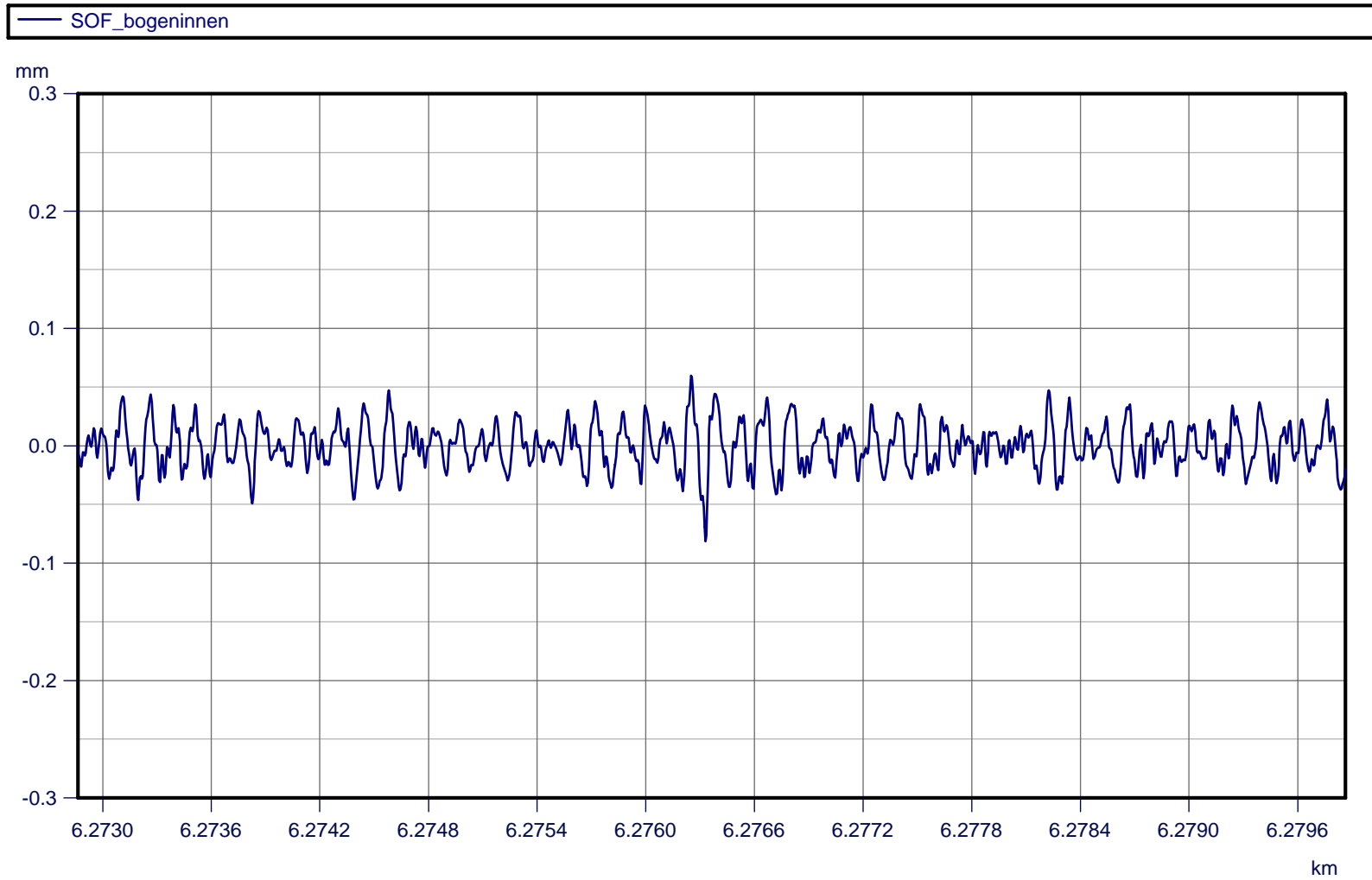


charakt. Wellenlänge: 24,3 cm

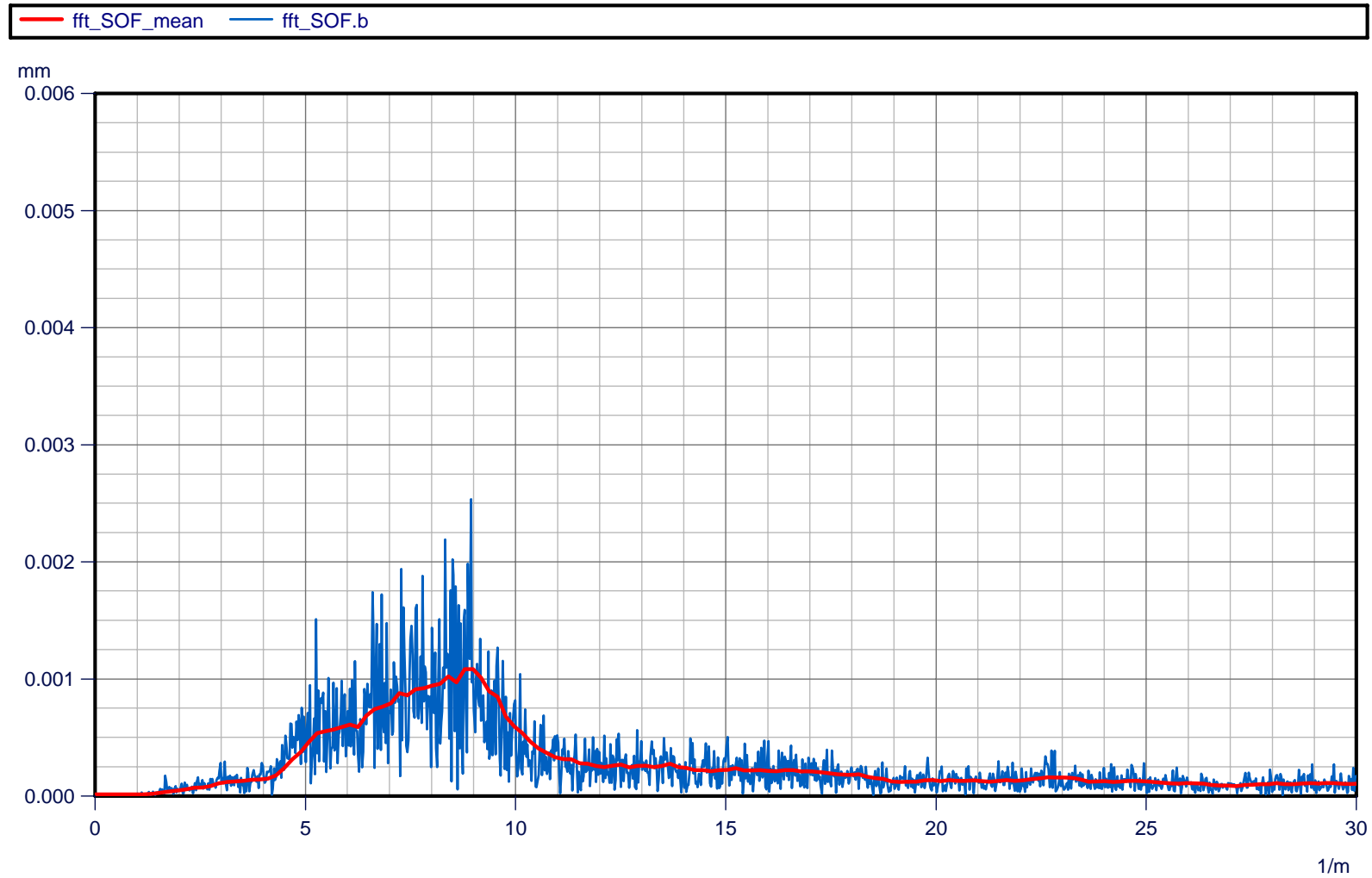
$V_{max} = 75 \text{ km/h}$

Resonanzfrequenz: 85,8 Hz

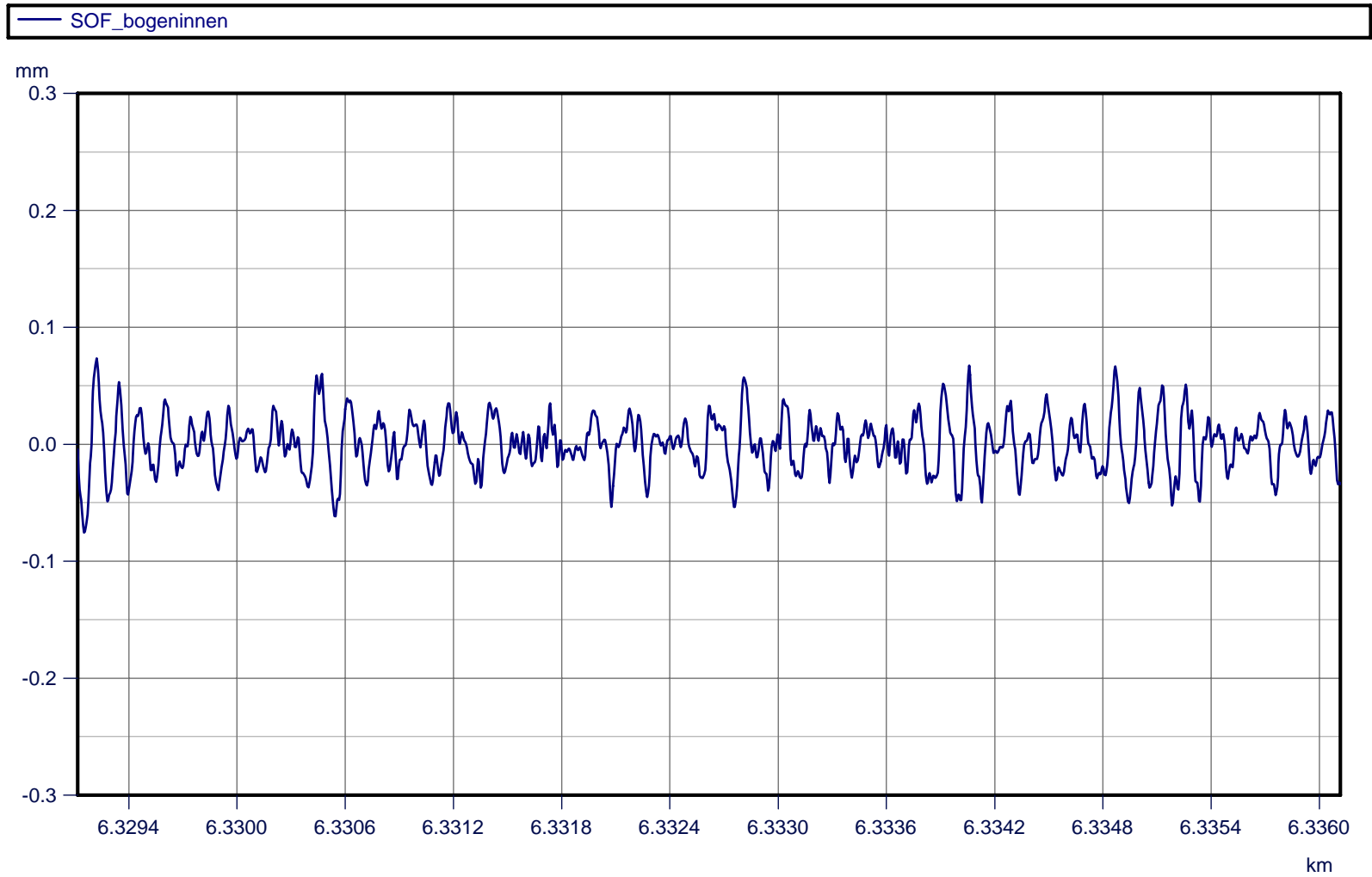
Abschnitt 2



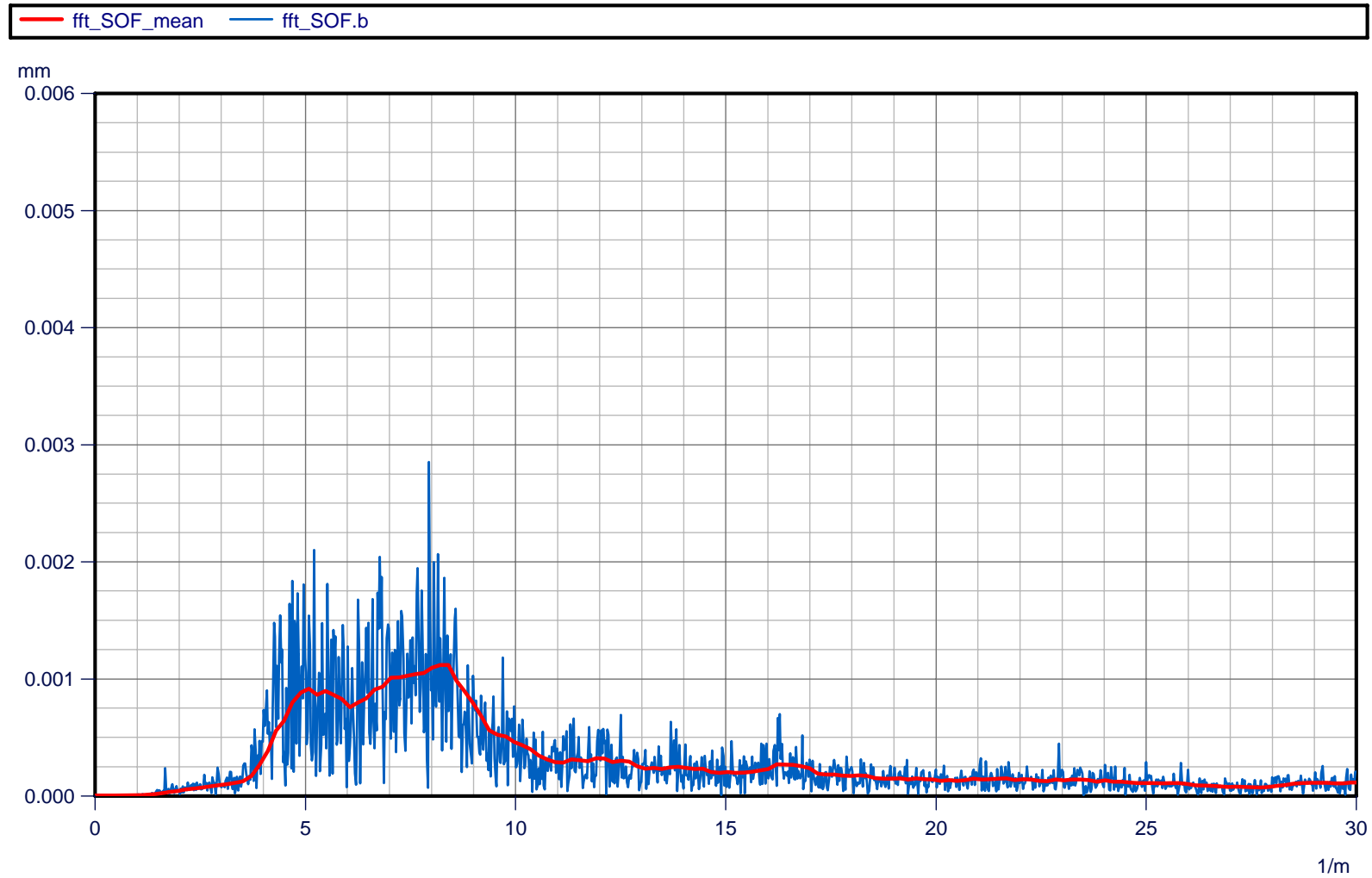
Abschnitt 2



Abschnitt 3

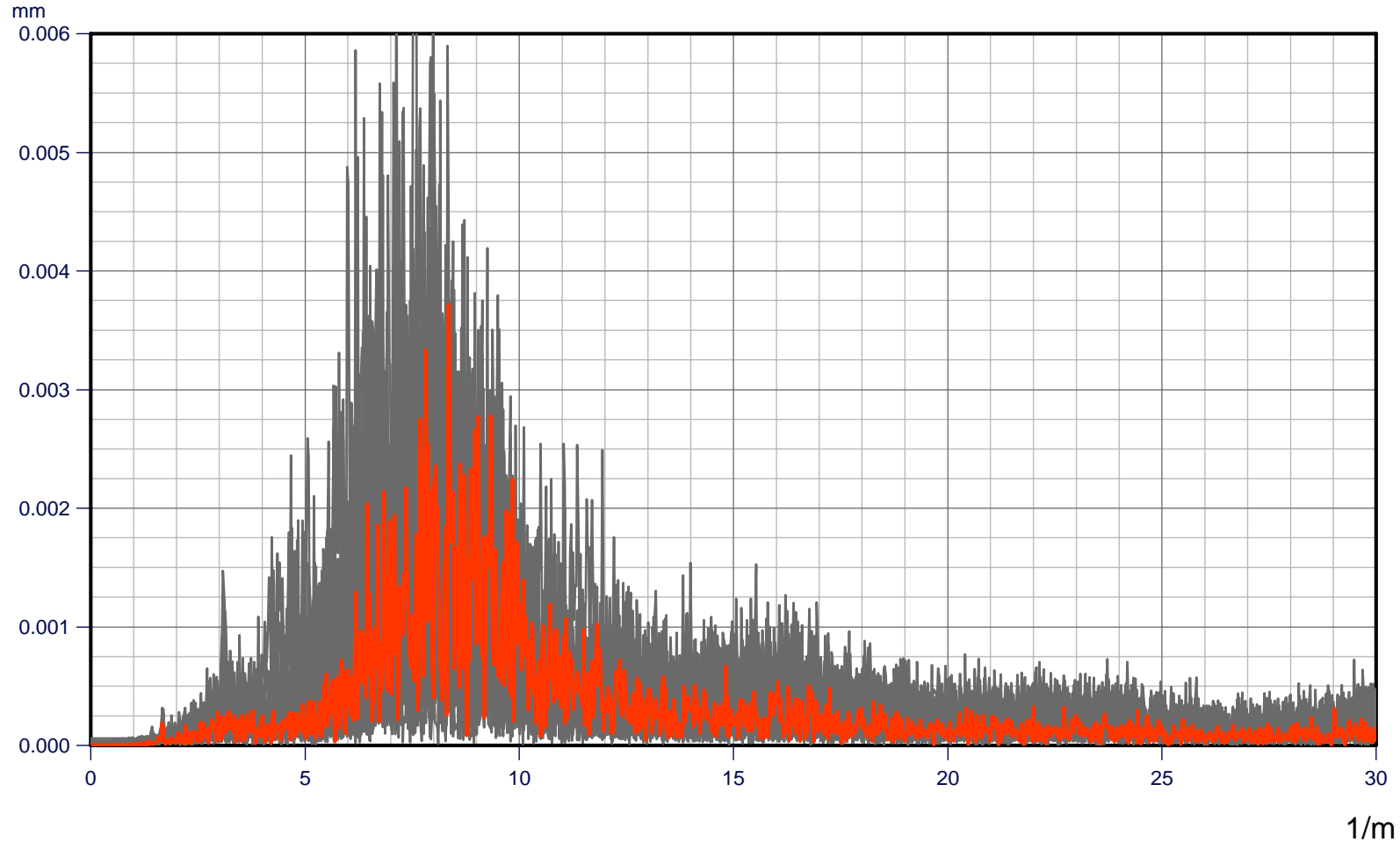


Abschnitt 3

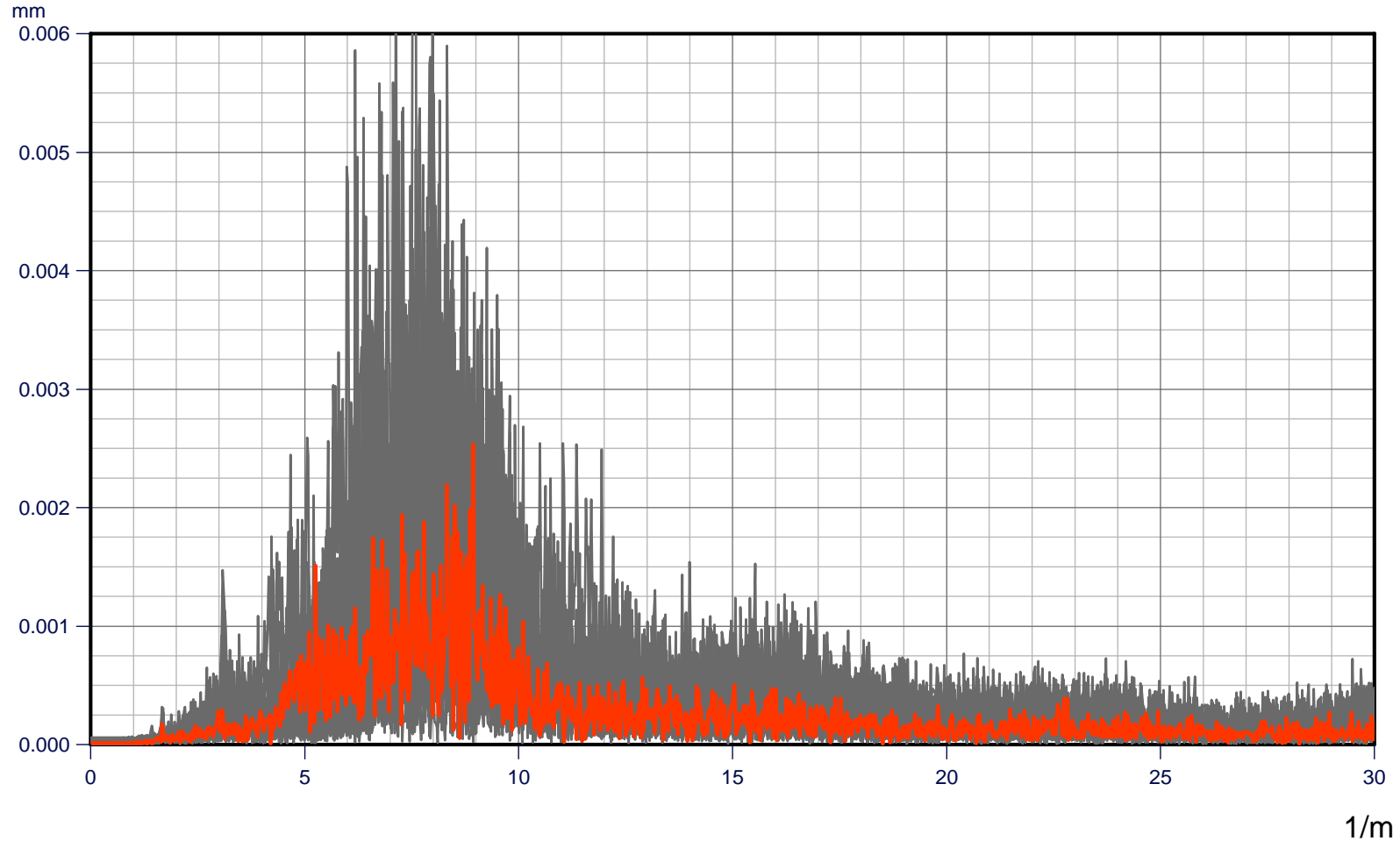
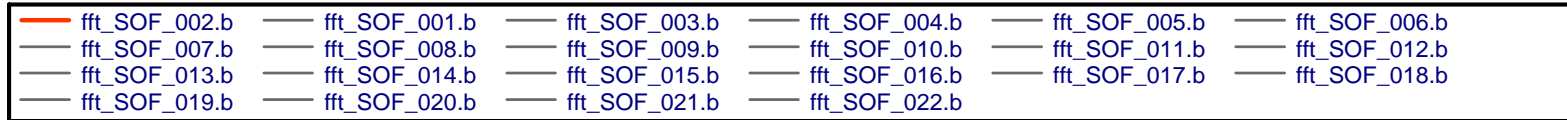


Vergleich FFT

fft_SOF_001.b	fft_SOF_002.b	fft_SOF_003.b	fft_SOF_004.b	fft_SOF_005.b	fft_SOF_006.b
fft_SOF_007.b	fft_SOF_008.b	fft_SOF_009.b	fft_SOF_010.b	fft_SOF_011.b	fft_SOF_012.b
fft_SOF_013.b	fft_SOF_014.b	fft_SOF_015.b	fft_SOF_016.b	fft_SOF_017.b	fft_SOF_018.b
fft_SOF_019.b	fft_SOF_020.b	fft_SOF_021.b	fft_SOF_022.b		

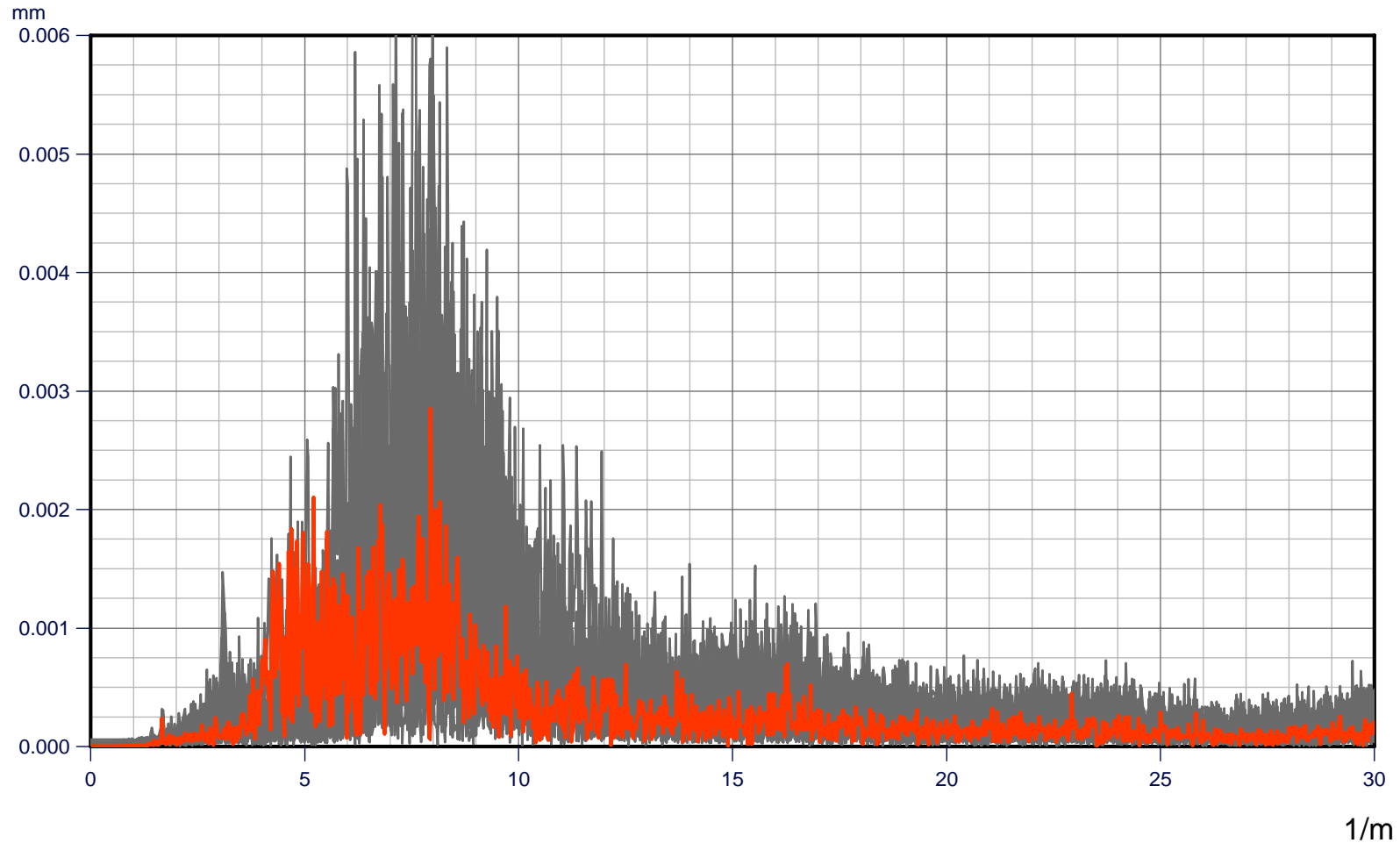


Vergleich FFT



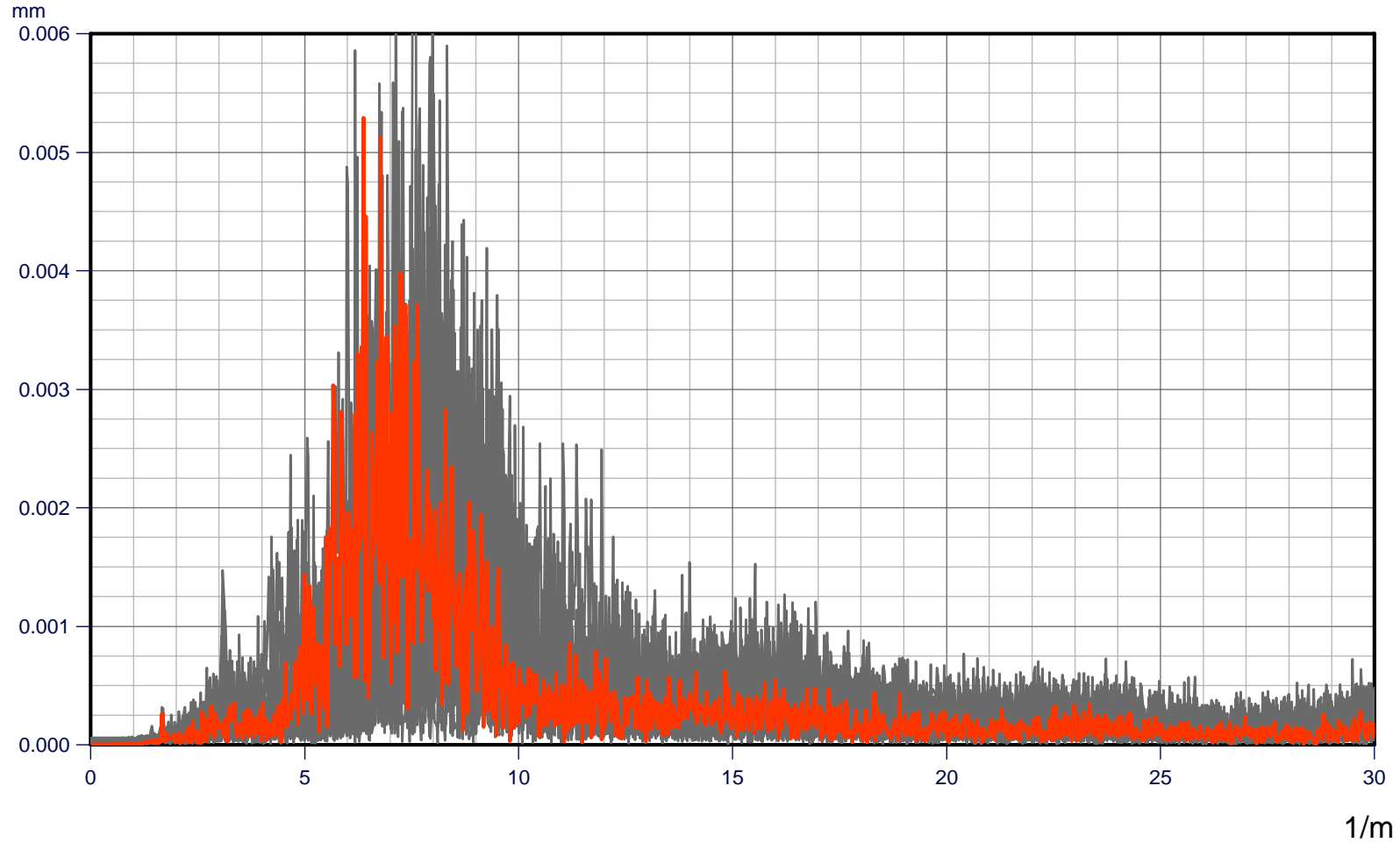
Vergleich FFT

fft_SOF_003.b	fft_SOF_001.b	fft_SOF_002.b	fft_SOF_004.b	fft_SOF_005.b	fft_SOF_006.b
fft_SOF_007.b	fft_SOF_008.b	fft_SOF_009.b	fft_SOF_010.b	fft_SOF_011.b	fft_SOF_012.b
fft_SOF_013.b	fft_SOF_014.b	fft_SOF_015.b	fft_SOF_016.b	fft_SOF_017.b	fft_SOF_018.b
fft_SOF_019.b	fft_SOF_020.b	fft_SOF_021.b	fft_SOF_022.b		



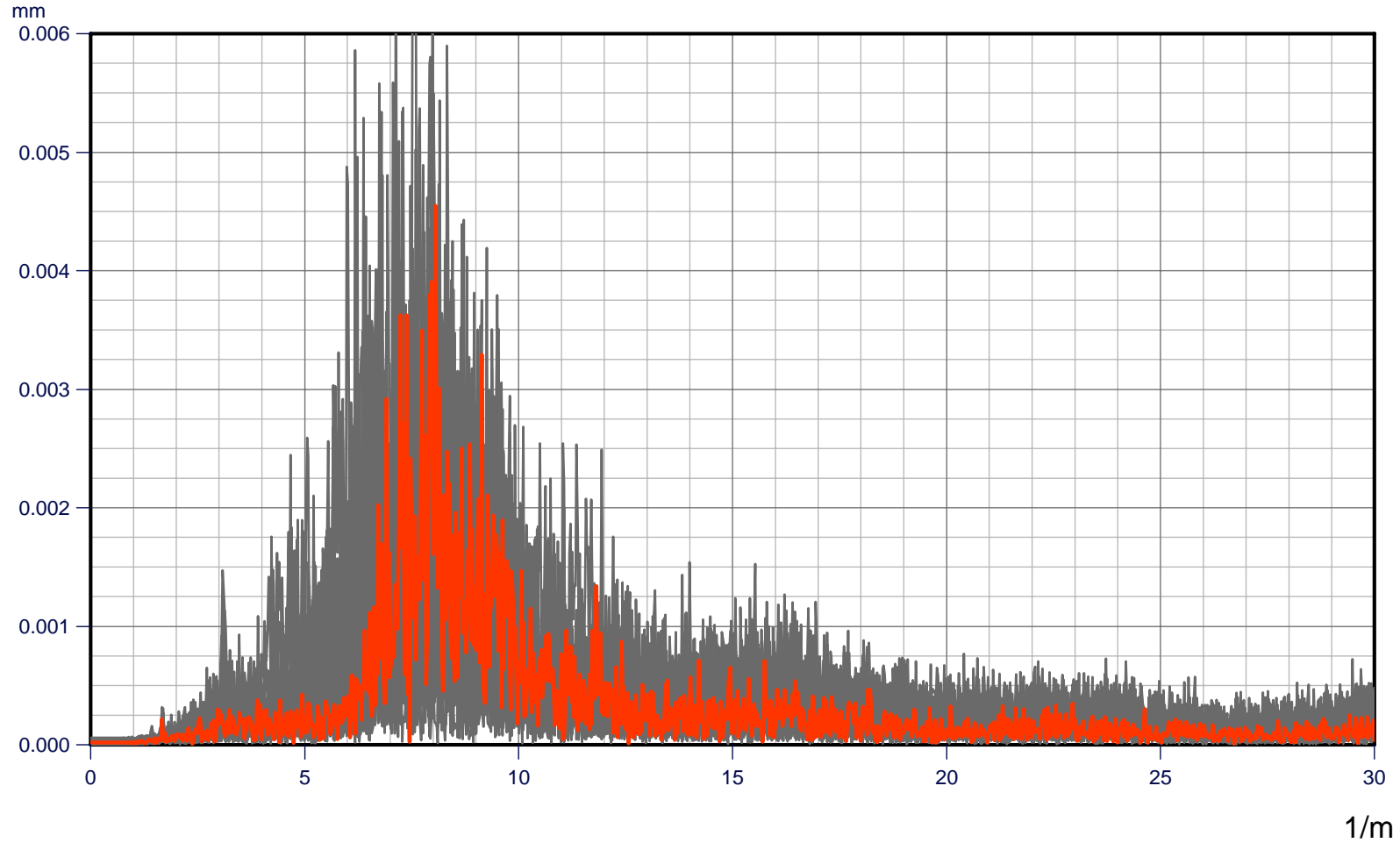
Vergleich FFT

fft_SOF_004.b	fft_SOF_001.b	fft_SOF_002.b	fft_SOF_003.b	fft_SOF_005.b	fft_SOF_006.b
fft_SOF_007.b	fft_SOF_008.b	fft_SOF_009.b	fft_SOF_010.b	fft_SOF_011.b	fft_SOF_012.b
fft_SOF_013.b	fft_SOF_014.b	fft_SOF_015.b	fft_SOF_016.b	fft_SOF_017.b	fft_SOF_018.b
fft_SOF_019.b	fft_SOF_020.b	fft_SOF_021.b	fft_SOF_022.b		

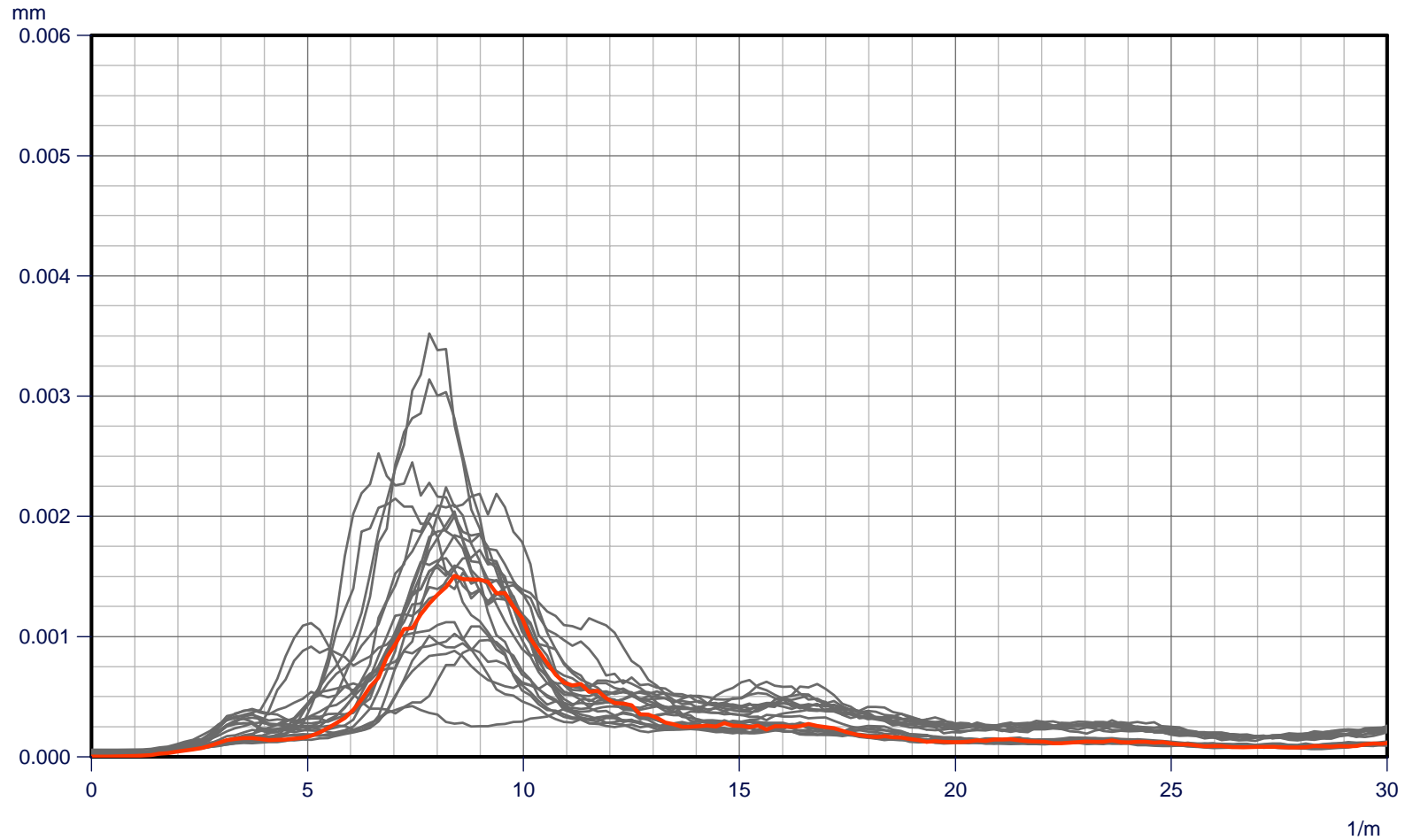
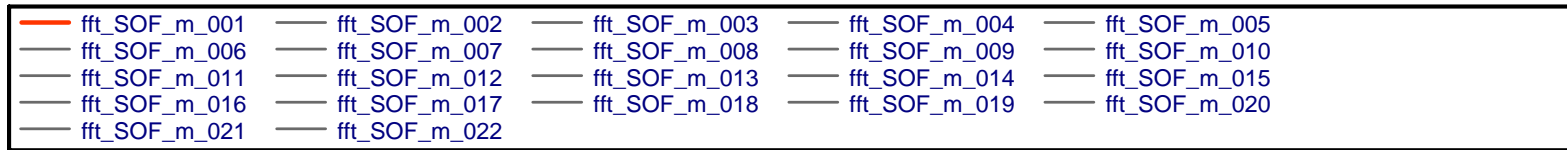


Vergleich FFT

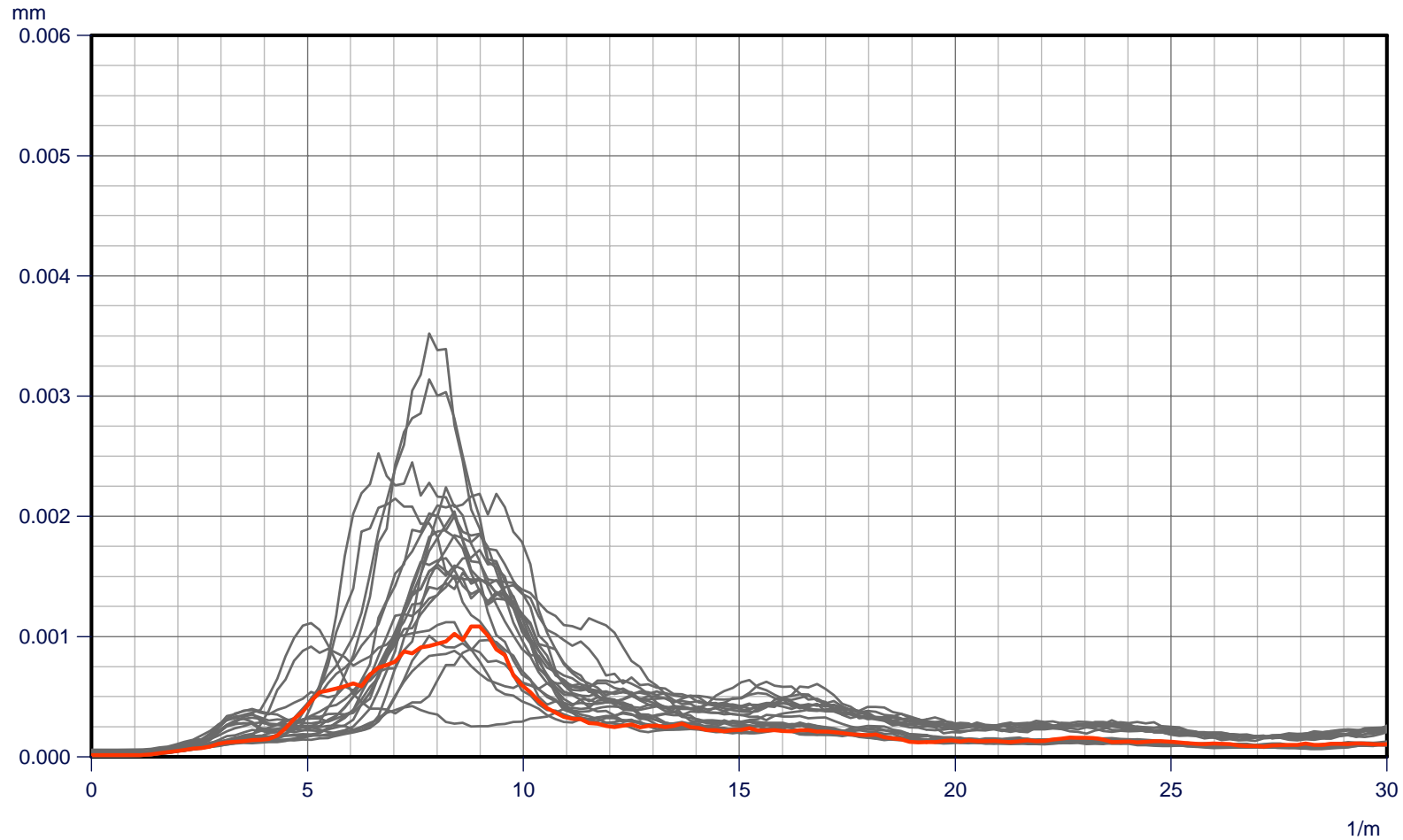
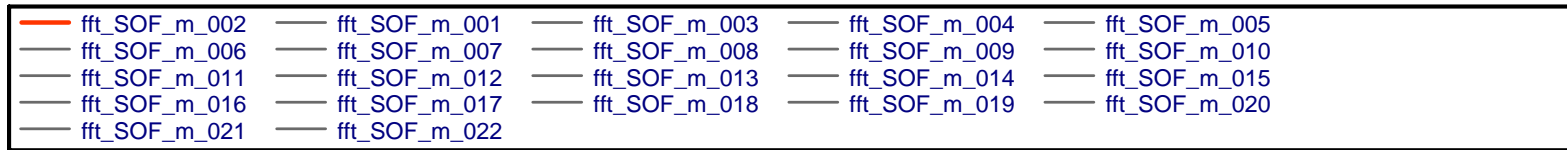
fft_SOF_005.b	fft_SOF_001.b	fft_SOF_002.b	fft_SOF_003.b	fft_SOF_004.b	fft_SOF_006.b
fft_SOF_007.b	fft_SOF_008.b	fft_SOF_009.b	fft_SOF_010.b	fft_SOF_011.b	fft_SOF_012.b
fft_SOF_013.b	fft_SOF_014.b	fft_SOF_015.b	fft_SOF_016.b	fft_SOF_017.b	fft_SOF_018.b
fft_SOF_019.b	fft_SOF_020.b	fft_SOF_021.b	fft_SOF_022.b		



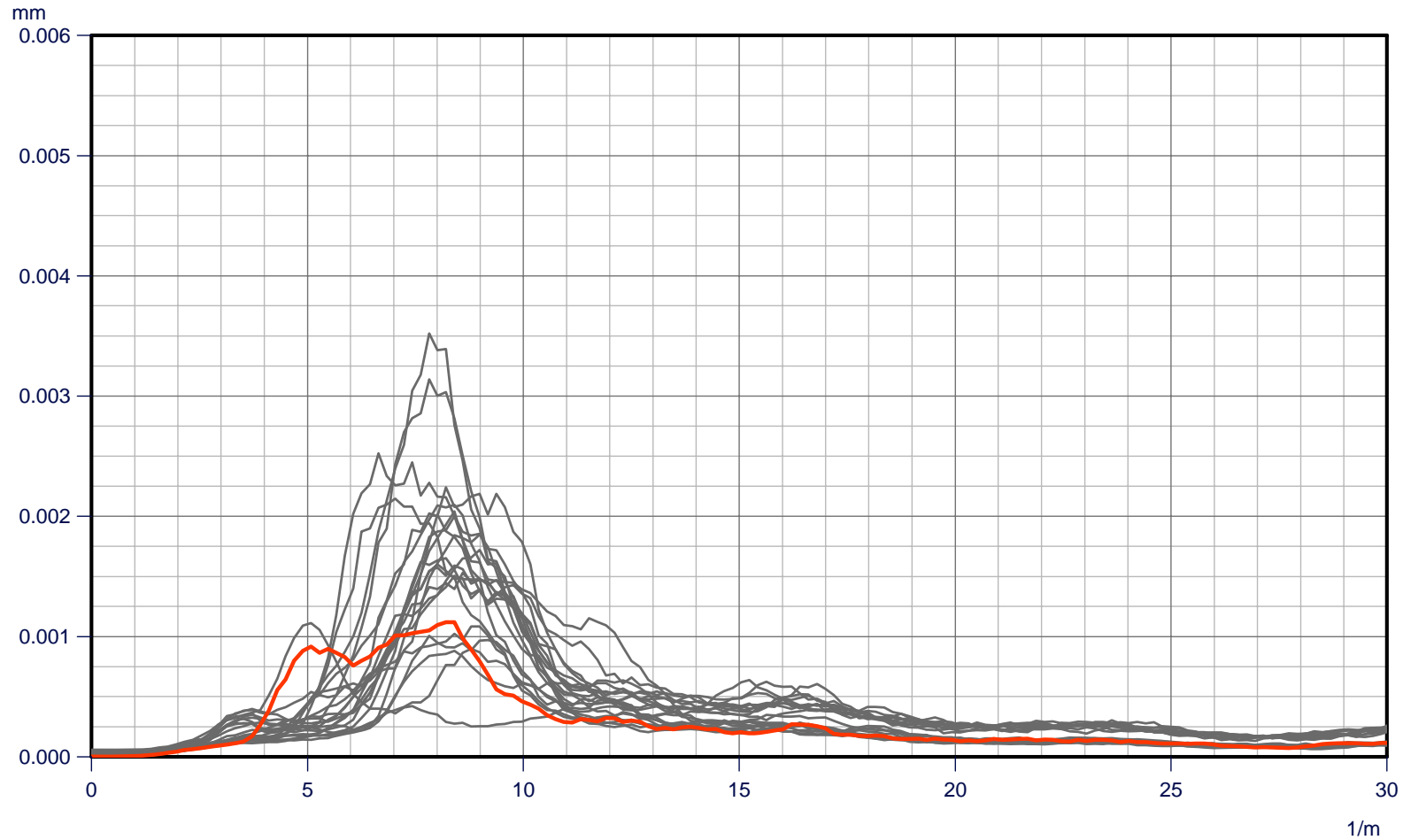
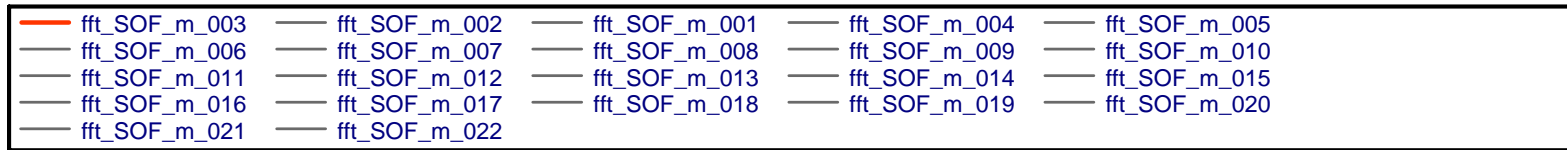
Vergleich FFT



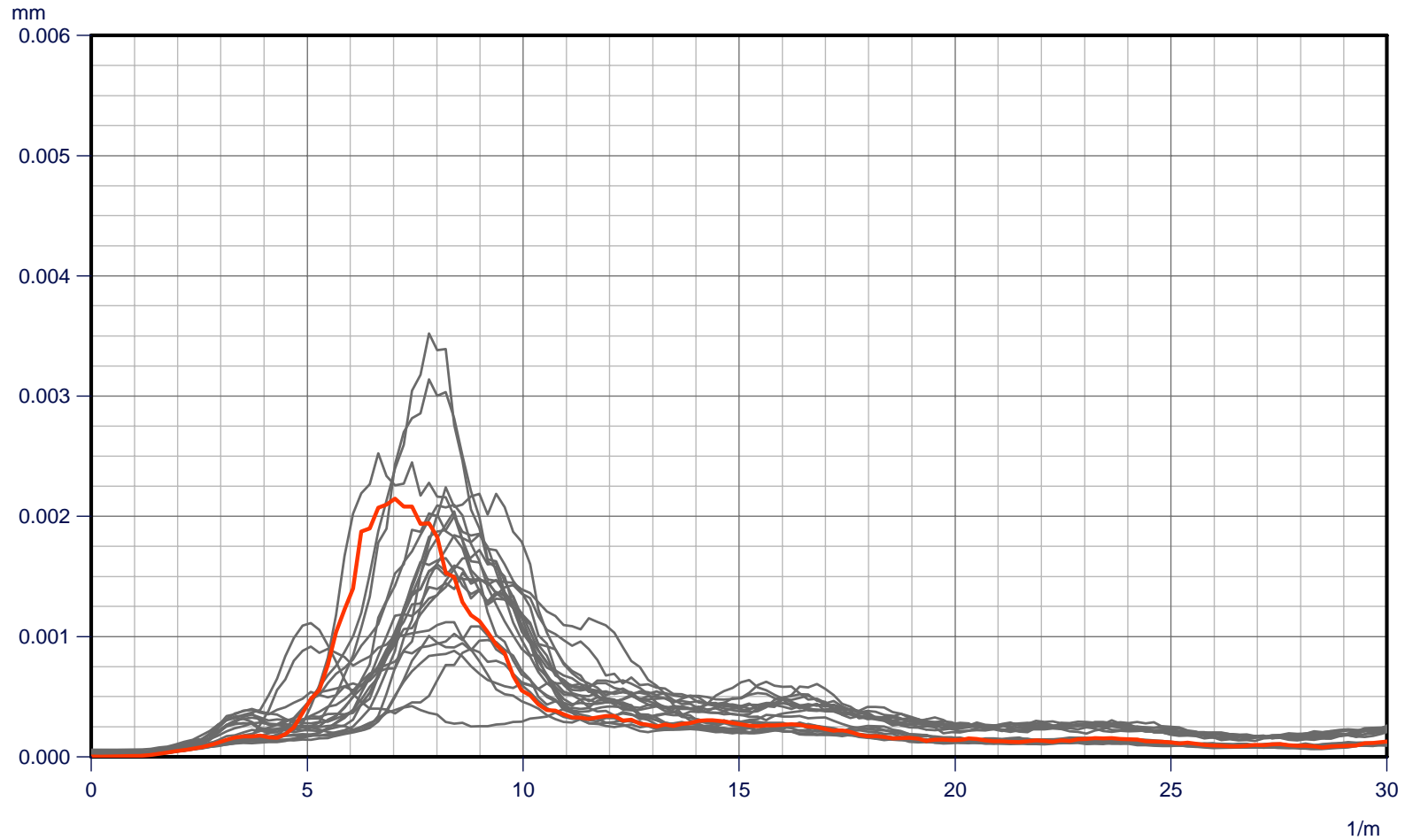
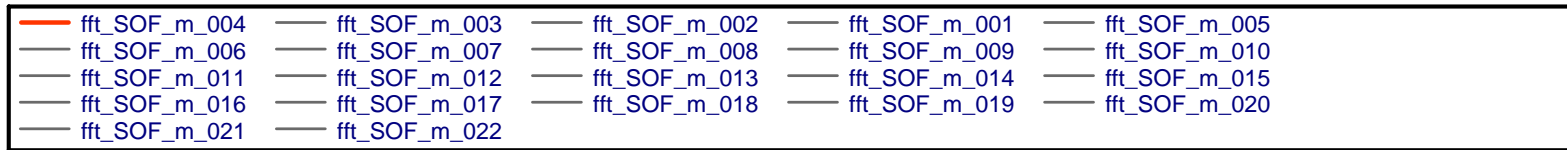
Vergleich FFT



Vergleich FFT



Vergleich FFT



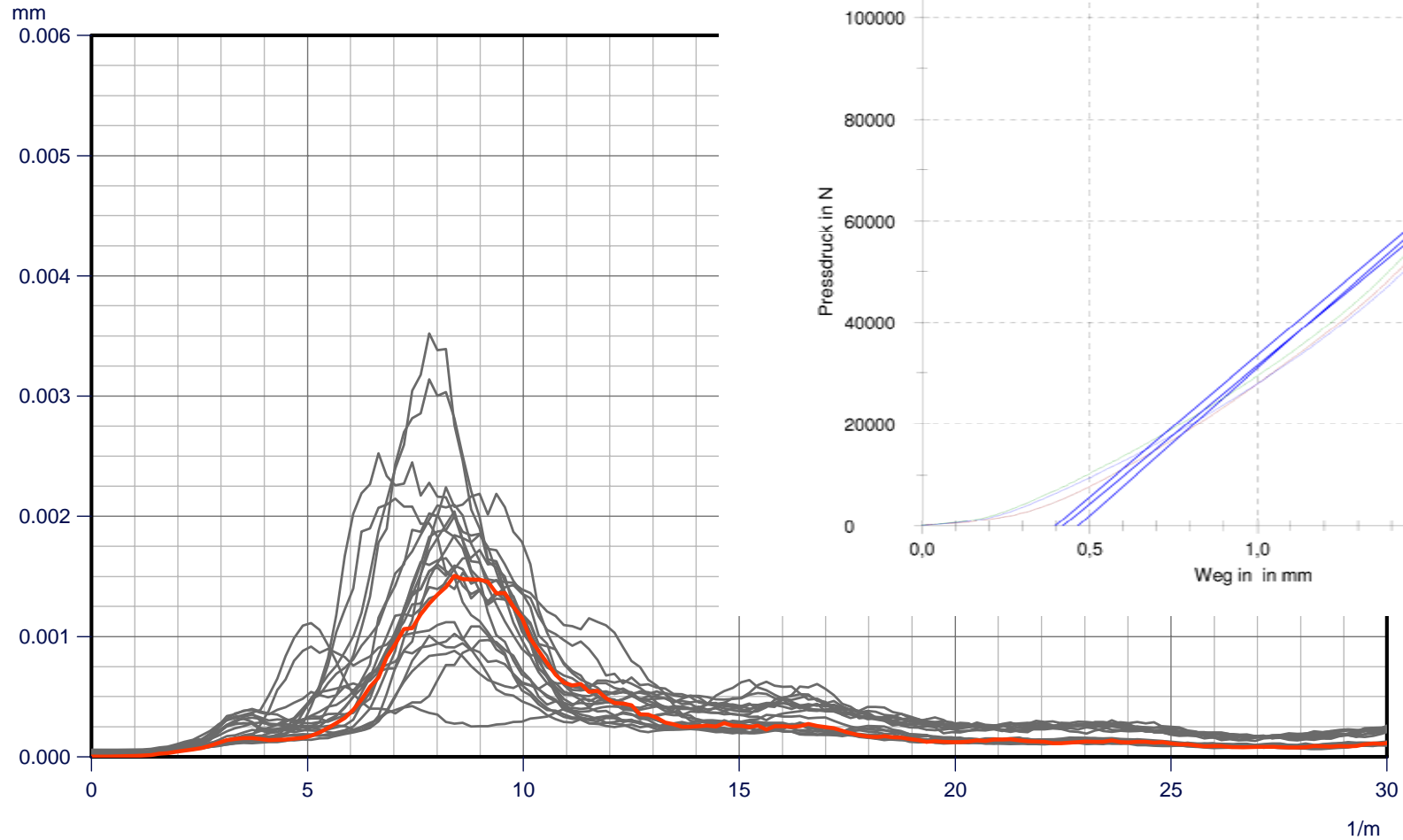
Ergebnis der spektralen Untersuchung

Abschnitt	km von	km bis	Wellenlänge	Vmax	Frequenz	ID
1	266.134	266.204	11.6	75	179	2
2	266.224	266.294	12.3	75	168.9	14
3	266.314	266.384	14.6	75	142.4	3
4	266.404	266.474	13.8	75	150.6	20
5	266.494	266.564	12.2	75	170.9	4
6	266.728	266.798	12.6	75	164.8	11
7	266.818	266.888	12.8	75	162.8	12
8	267.108	267.178	11.5	75	181.1	18
9	267.663	267.733	11.6	75	179	5
10	267.773	267.843	19.7	75	105.8	15
11	268.082	268.152	13.7	75	152.6	17
12	268.633	268.703	11.5	70	169	7
13	268.723	268.793	11.6	70	167.1	8
14	268.957	269.027	11.6	70	167.1	9
15	269.244	269.314	11.6	70	167.1	21
16	269.791	269.861	11.8	70	165.2	22
17	270.35	270.42	11.1	70	174.7	10
18	270.557	270.627	11.5	70	169	1
19	270.89	270.96	12.3	70	157.6	16
20	271.154	271.224	11.3	70	172.8	19
21	271.641	271.711	11.3	70	172.8	6
22	272	272.07	12.2	70	159.5	13

Vergleich Federkennlinie – FFT der Schlupfwellen

Vergleich FFT

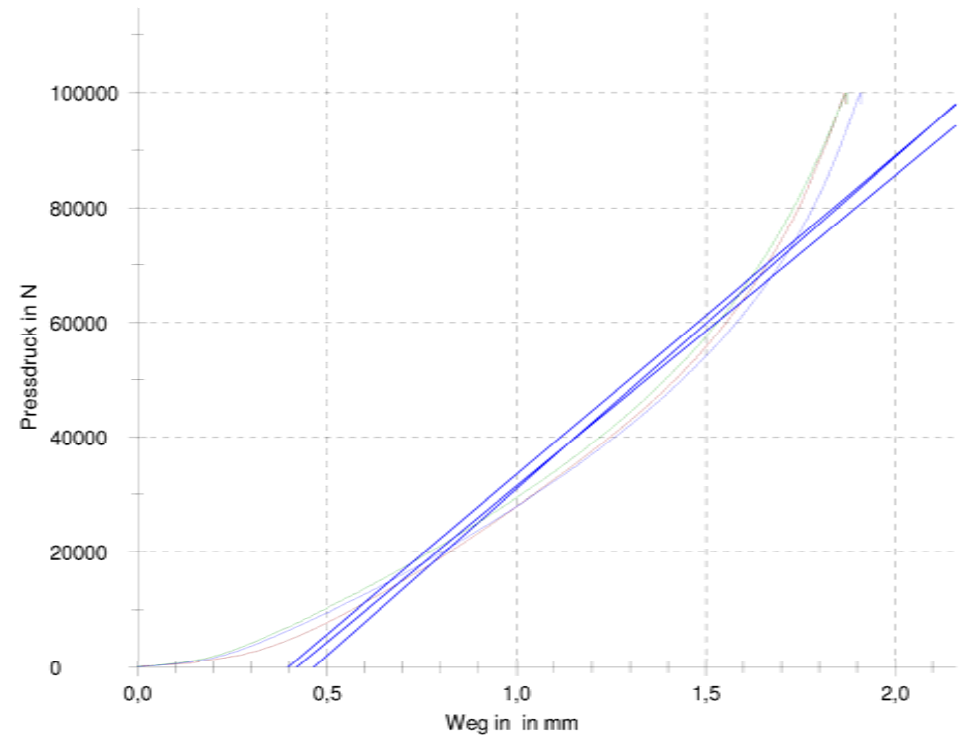
fft_SOF_m_001	fft_SOF_m_002	fft_SOF_m_003
fft_SOF_m_006	fft_SOF_m_007	fft_SOF_m_008
fft_SOF_m_011	fft_SOF_m_012	fft_SOF_m_013
fft_SOF_m_016	fft_SOF_m_017	fft_SOF_m_018
fft_SOF_m_021	fft_SOF_m_022	



Ergebnisse:

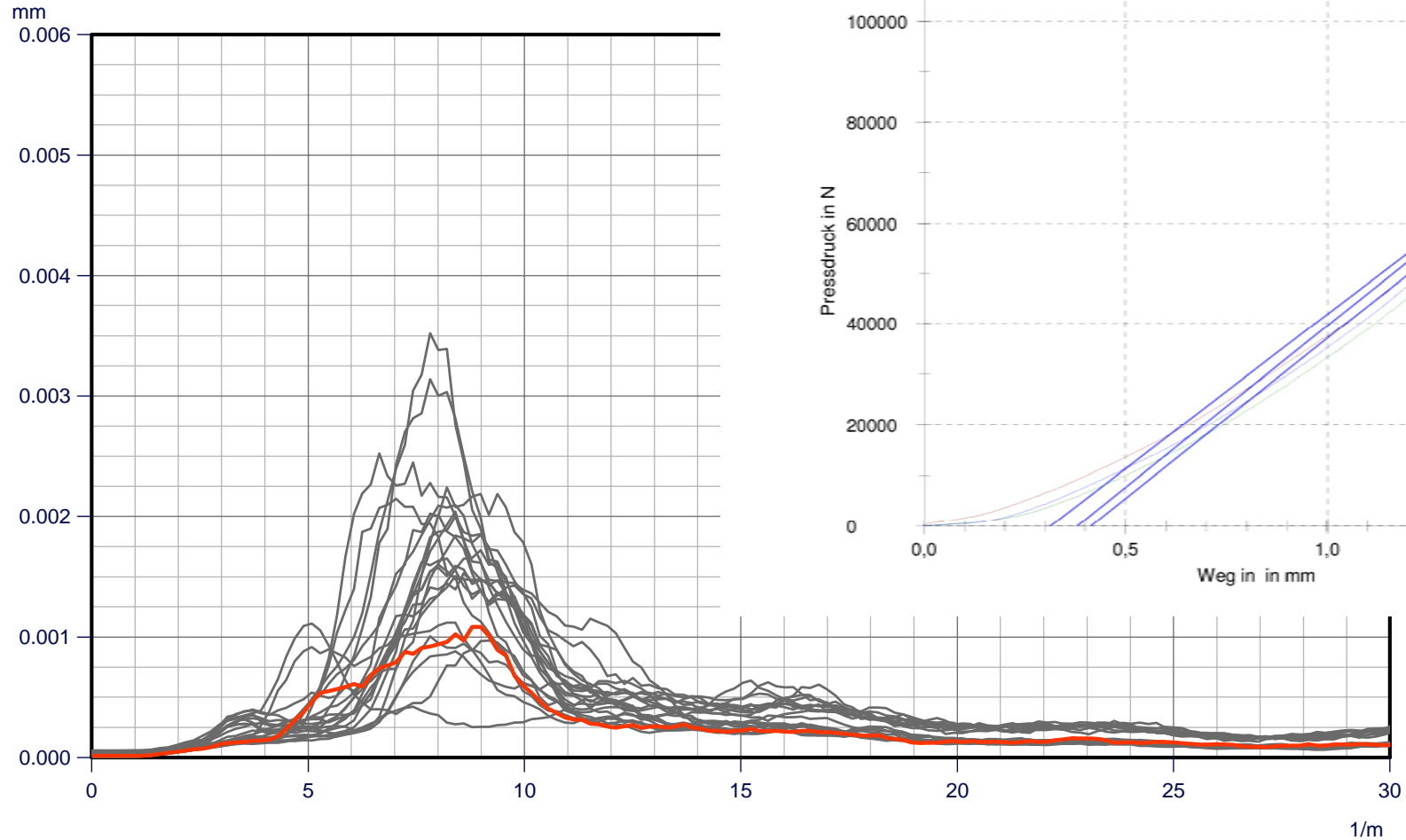
Legende	Nr	Federrate 18 kN/68 kN kN/mm
■	1	57,8
■	2	55,5
■	3	54,2

Seriengrafik:



Vergleich FFT

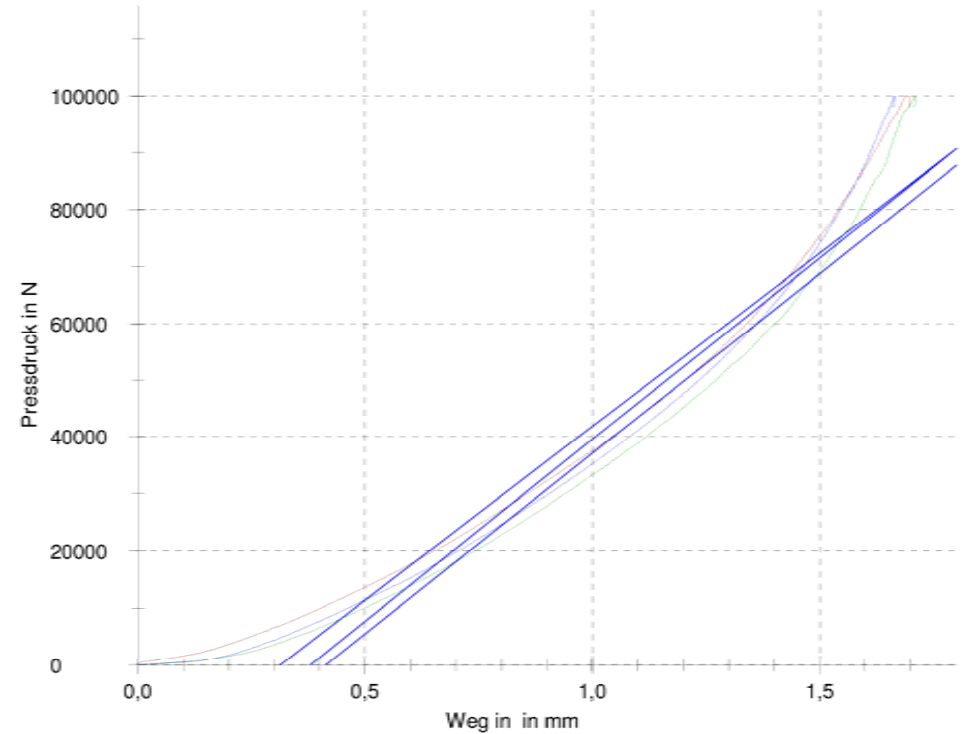
fft_SOF_m_002	fft_SOF_m_001	fft_SOF_m_003
fft_SOF_m_006	fft_SOF_m_007	fft_SOF_m_008
fft_SOF_m_011	fft_SOF_m_012	fft_SOF_m_013
fft_SOF_m_016	fft_SOF_m_017	fft_SOF_m_018
fft_SOF_m_021	fft_SOF_m_022	



Ergebnisse:

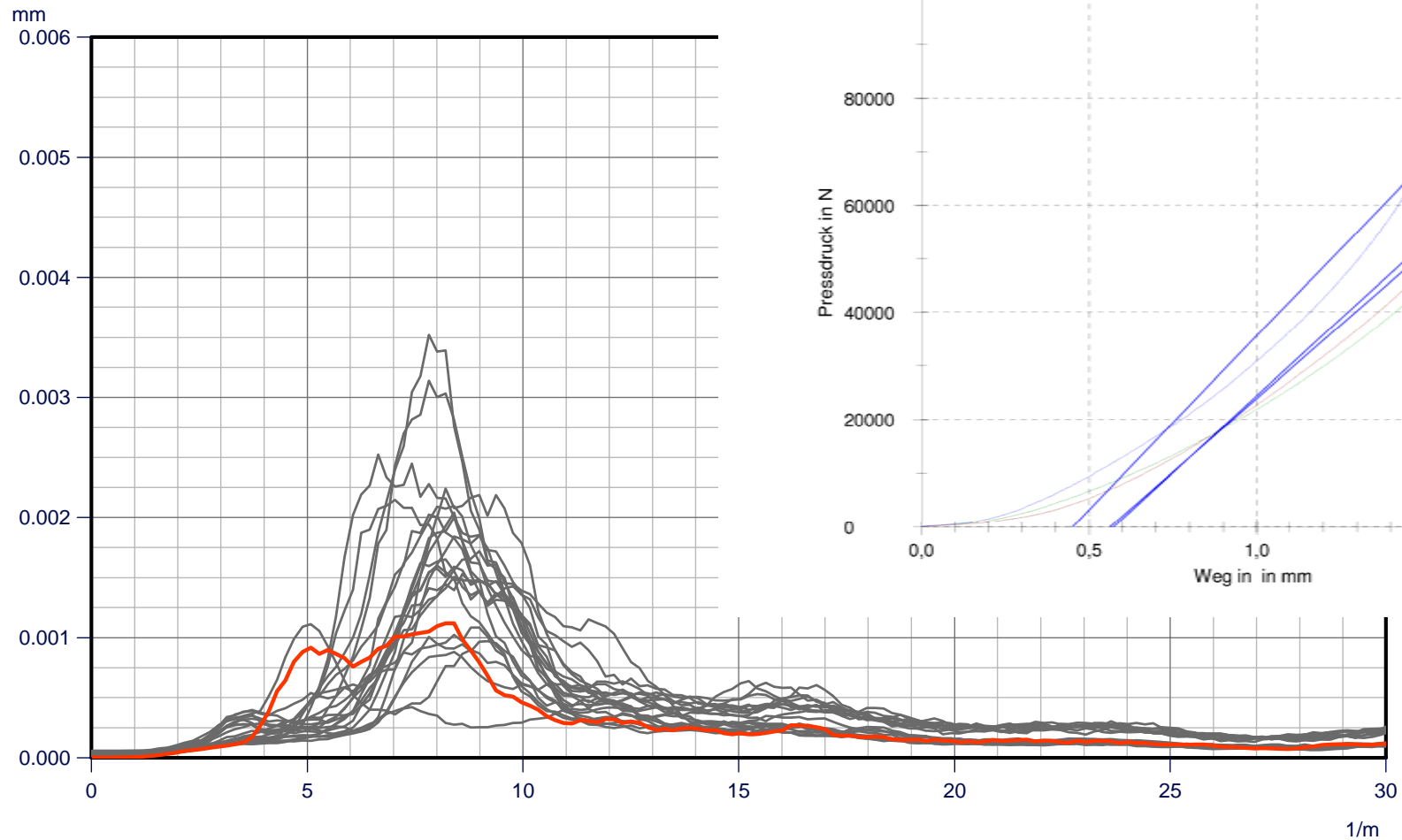
Legende	Nr	Federrate 18 kN/68 kN kN/mm
■	1	61,0
■	2	58,3
■	3	62,2

Seriengrafik:



Vergleich FFT

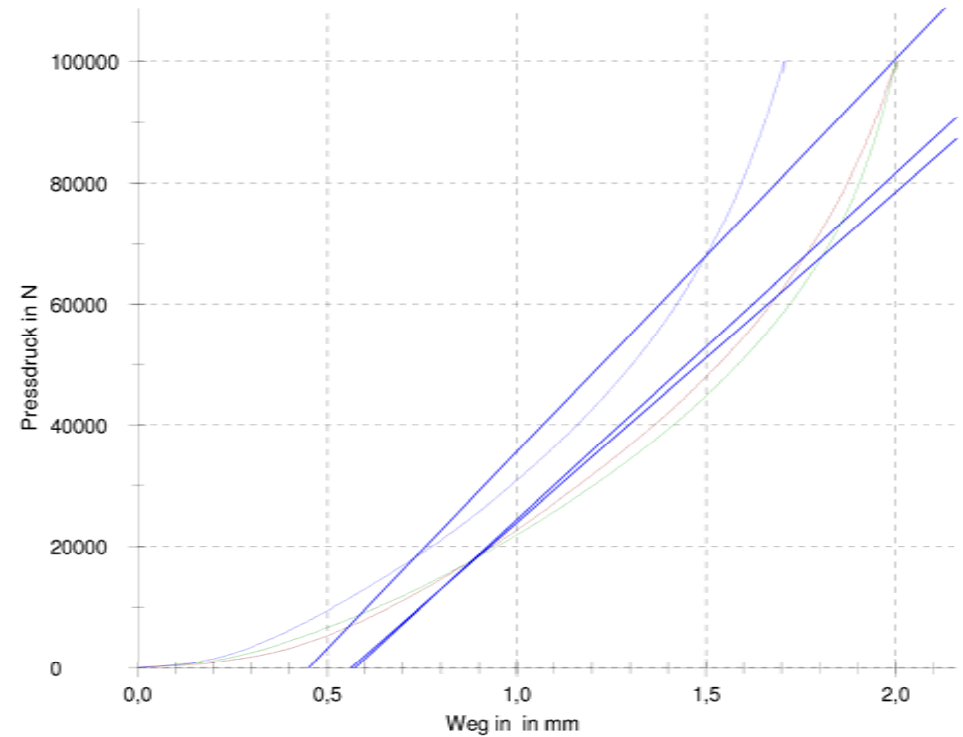
fft_SOF_m_003	fft_SOF_m_002	fft_SOF_m_001
fft_SOF_m_006	fft_SOF_m_007	fft_SOF_m_008
fft_SOF_m_011	fft_SOF_m_012	fft_SOF_m_013
fft_SOF_m_016	fft_SOF_m_017	fft_SOF_m_018
fft_SOF_m_021	fft_SOF_m_022	



Ergebnisse:

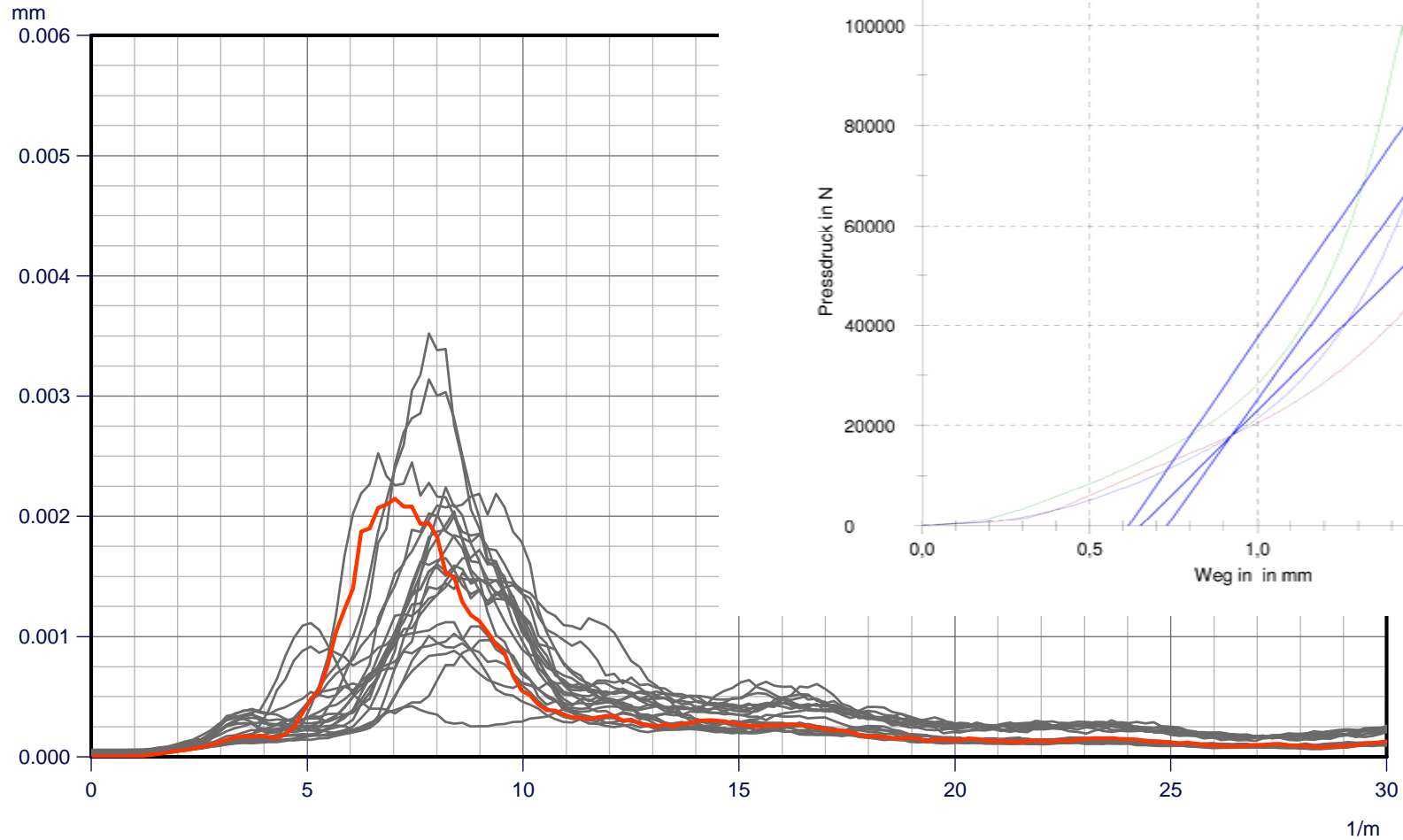
Legende	Nr	Federrate 18 kN/68 kN kN/mm
■	1	57,2
■	2	54,7
■	3	54,8

Seriengrafik:



Vergleich FFT

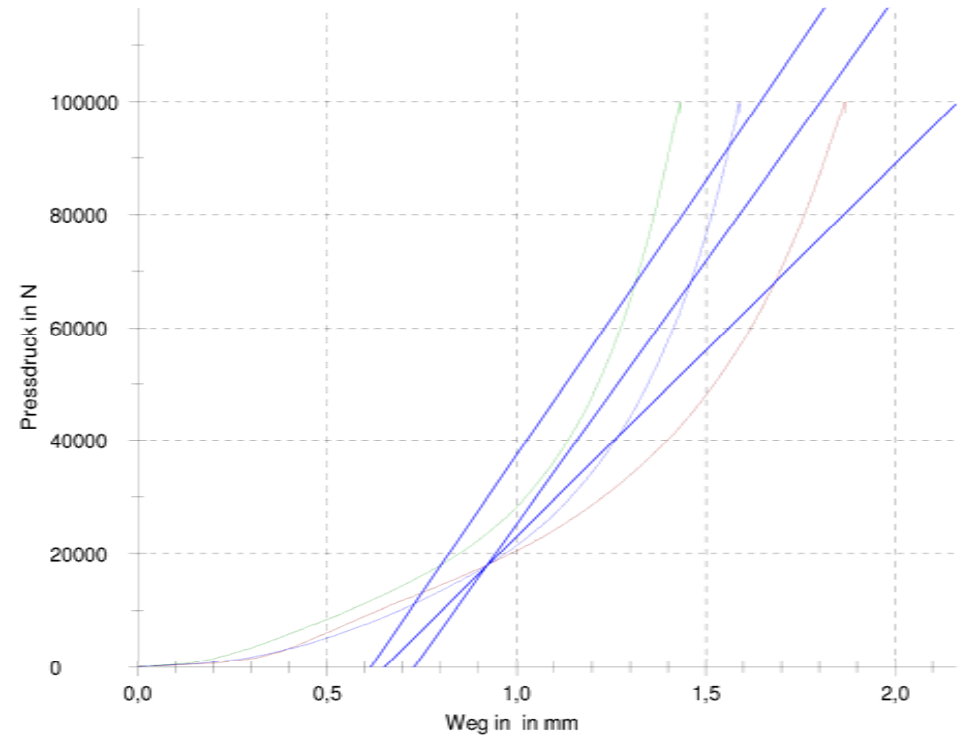
fft_SOF_m_004	fft_SOF_m_003	fft_SOF_m_002
fft_SOF_m_006	fft_SOF_m_007	fft_SOF_m_008
fft_SOF_m_011	fft_SOF_m_012	fft_SOF_m_013
fft_SOF_m_016	fft_SOF_m_017	fft_SOF_m_018
fft_SOF_m_021	fft_SOF_m_022	



Ergebnisse:

Legende	Nr	Federrate 18 kN/68 kN kN/mm
■	1	66,0
■	2	97,2
■	3	93,3

Seriengrafik:



Anhang 9

Messschriebe von ausgewählten Gleisbögen

Wien, 18. Oktober 2009

Bf Schlöglmühl, Gleis 2

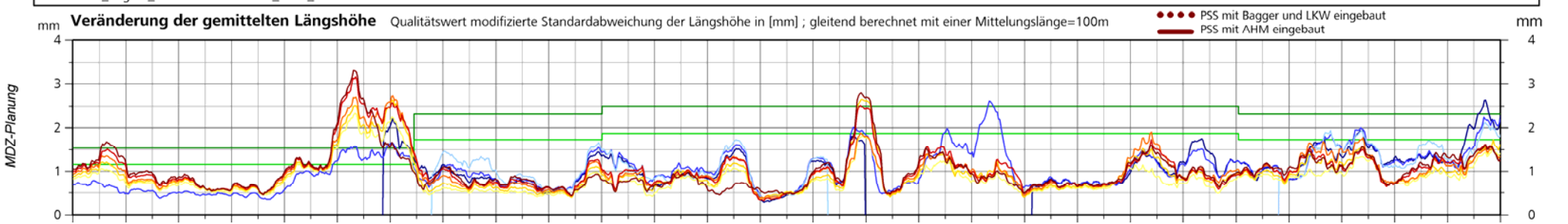
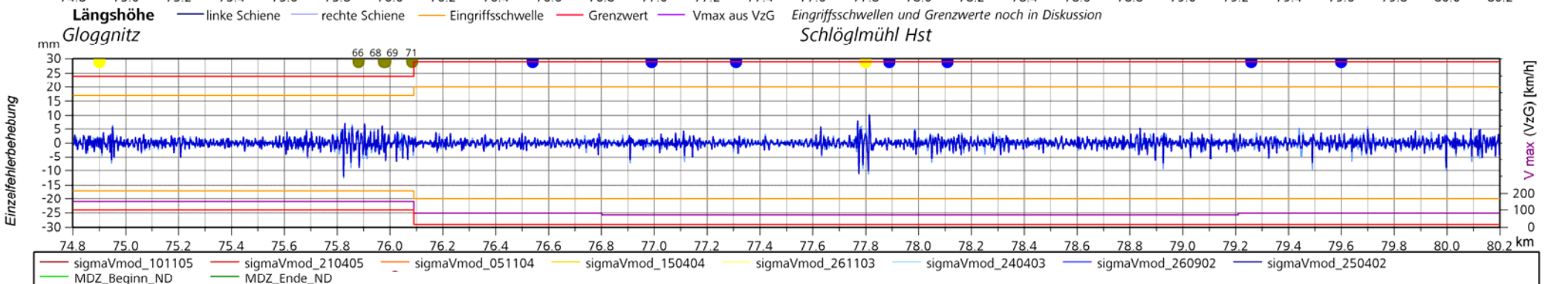
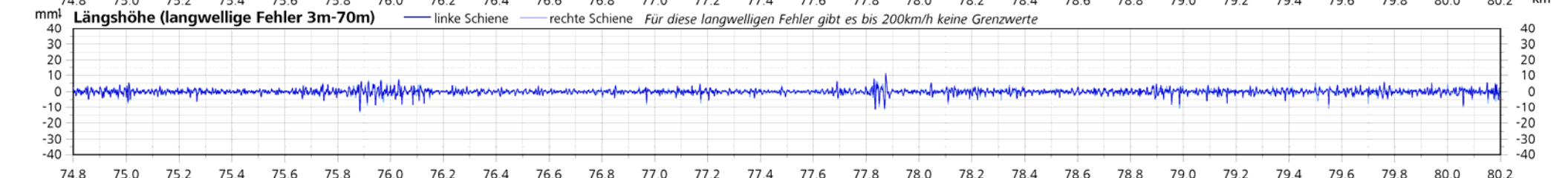
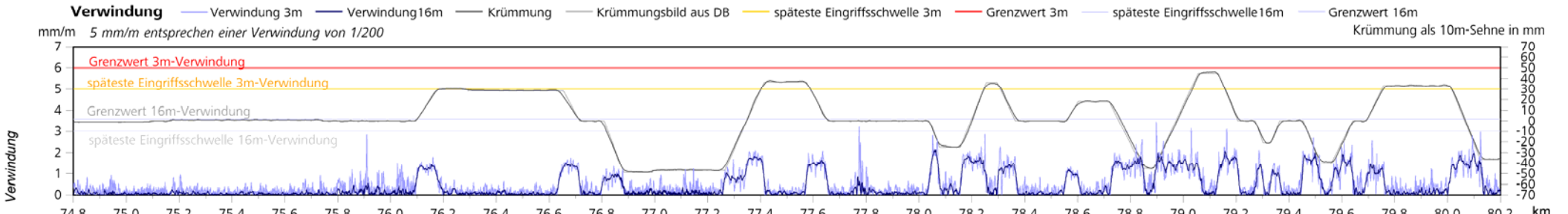
Km 76,8 – 77,6

GN 2000

49 E1 (R 260) – LV - L2 bes. – SKL 14 (ZW-K8) - 600

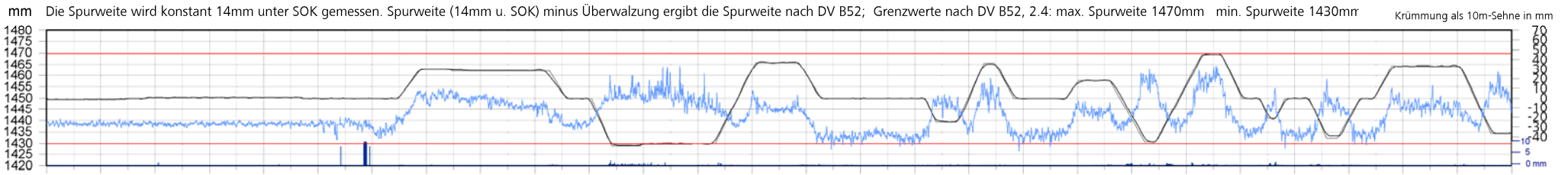
Besohlungstyp SLS 1308 G

$V = 60 \text{ km/h}$, $R = 265 \text{ m}$, $D = 50 \text{ mm}$



Spurweite samt Überwälzung

Spurweite — Spurweite 14mm unter SOK — Grenzwerte Spurweite nach DV B52 — Überwälzung — Krümmungsbild — Krümmungsbild aus DB



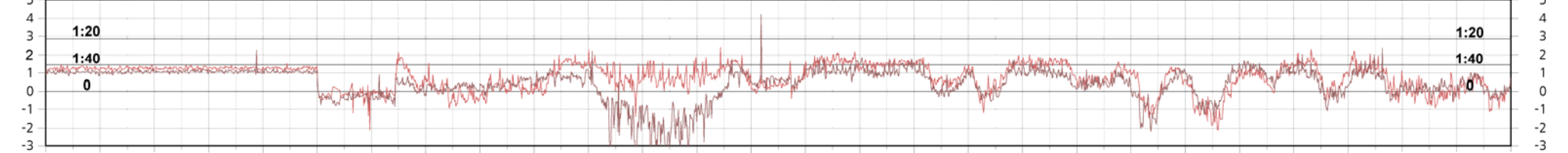
Fahrzeuglauf

äquivalente Konizität — äquivalente Konizität (Radprofil S1002, Auslenkung = 3mm)

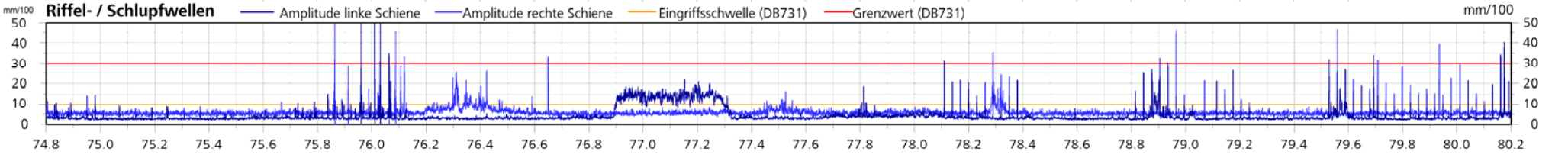


Zustand Zwischenlagen

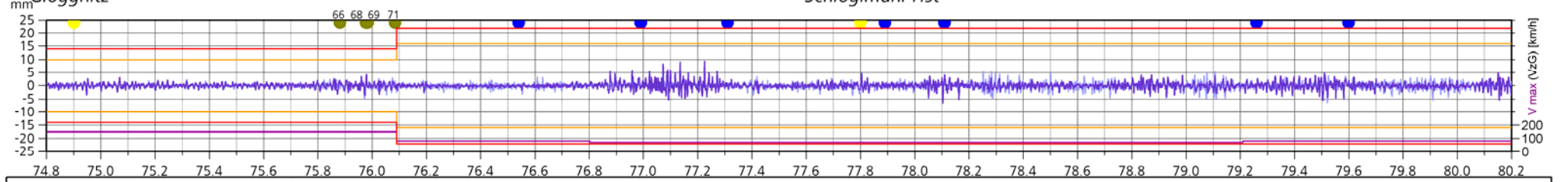
Schienenneigung — linke Schiene — rechte Schiene [°]



Schleifplanung



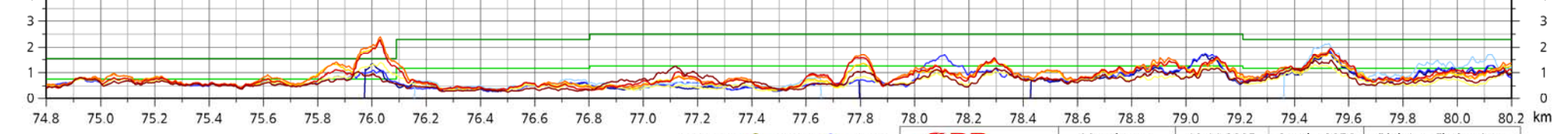
Richtungslage — linke Schiene — rechte Schiene — Eingriffsschwelle — Grenzwert — Vmax aus VzG



— sigmaHmod_101105 — sigmaHmod_210405 — sigmaHmod_051104 — sigmaHmod_150404 — sigmaHmod_261103 — sigmaHmod_240403 — sigmaHmod_260902 — sigmaHmod_250402

— QL1Richtung — QL2Richtung

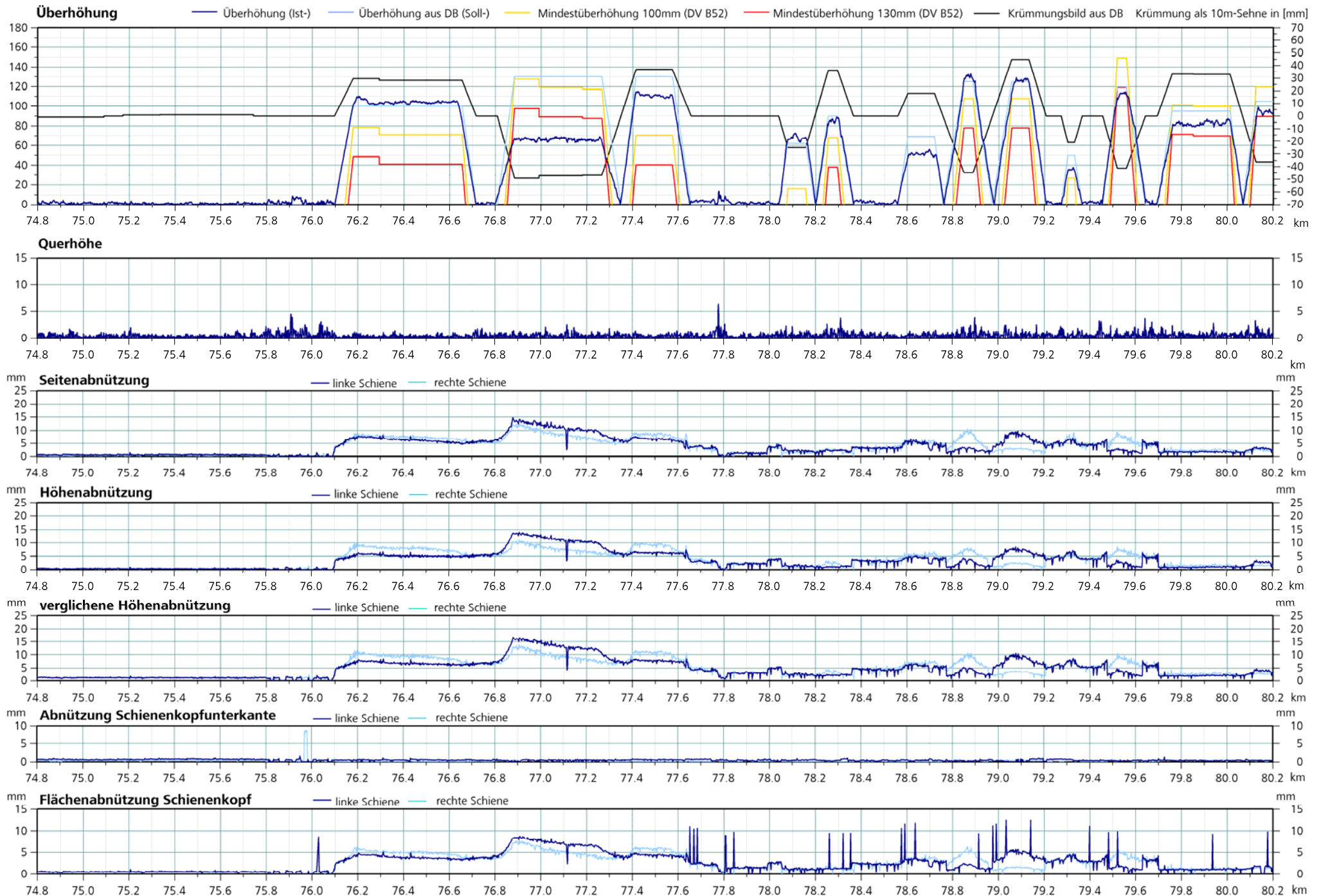
Veränderung der gemittelten Richtungslage modifizierte Standardabweichung (Richtung) gleitend über eine Mittelungslänge von 100m berechnet; Messwagen EM250



Schleifplanung, Zustand Kleineisen bzw. Zwischenlagen, Verspannen

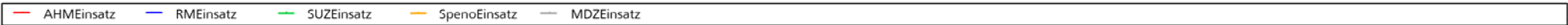
Legende: ● Bahnhof ● Brücke ● EK ● Weiche ● Tunnel

Infrastruktur Betrieb	Messdatum:	10.11.2005	Strecke 2056	Dipl.-Ing. Florian Auer
	Bericht erstellt am:	09.02.2006	Gleis 2	Seite 16 / 2

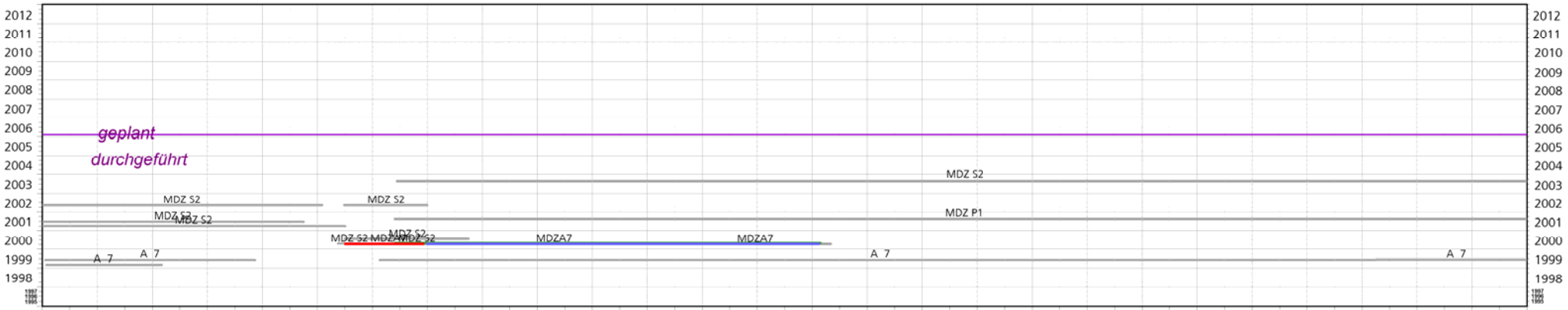


Überhöhung und Verschleiß

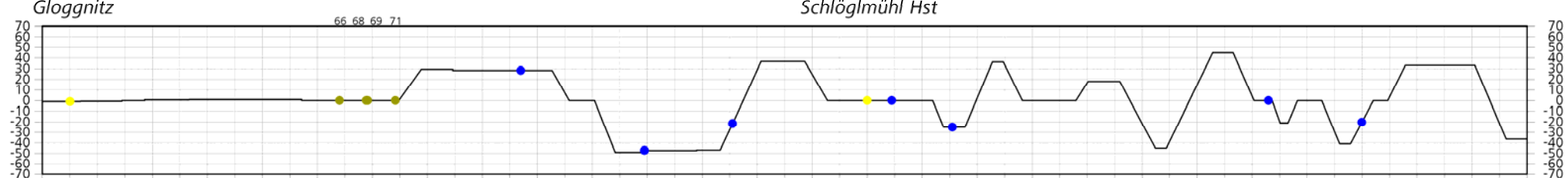
	Bericht erstellt am:	09.02.2006	Strecke 2056	Dipl.-Ing. Florian Auer
	Messdatum:	10.11.2005	Gleis 2	Seite 16 / 3



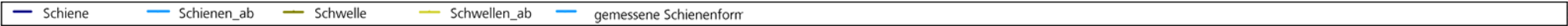
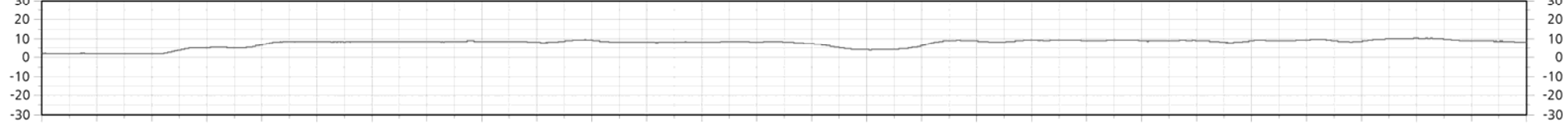
Jahr **Maschineneinsätze** AHM (seit 1995); RM (seit 2000); SUZ (seit 1999); Speno (seit 1998); MDZ (seit 1999) Jahr



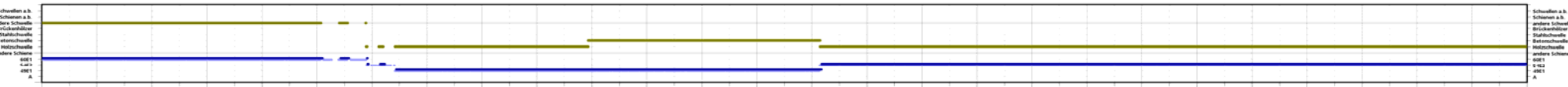
Krümmungsbild & Streckeninformationen (Krümmung als 10m-Sehne) **Schlöglmühl Hst** Krümmung als 10m-Sehne in [mm]



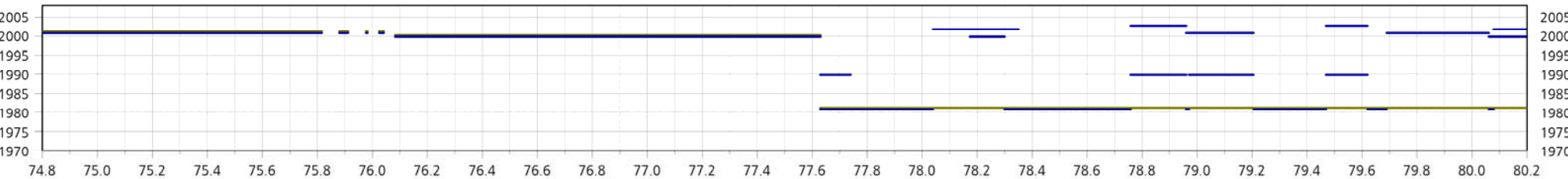
Prom. **Längsneigung** des Gleises in Promille (Vorzeichen in Kilometrierung; Steigung positiv) Promille



Oberbauform Schienenform: 1...A 2...49E1 (B) 3...54E2 (C) 4...60E1 (UIC60) 5...andere Schwellenform: 6...Holz 7...Beton 8...Stahl 9...Brückenhölzer 10...andere 11...altbrauchbare Schiene 12... altbrauchbare Schwelle



Oberbaualter Schieneneinbaujahr Schwelleneinbaujahr



Maschineneinsätze, Trassierung und Oberbau



	Bericht erstellt am:	Strecke 2056	Dipl.-Ing. Florian Auer
	09.02.2006	Gleis 2	Seite 16 / 4

Bruck - Übelstein, Gleis 1

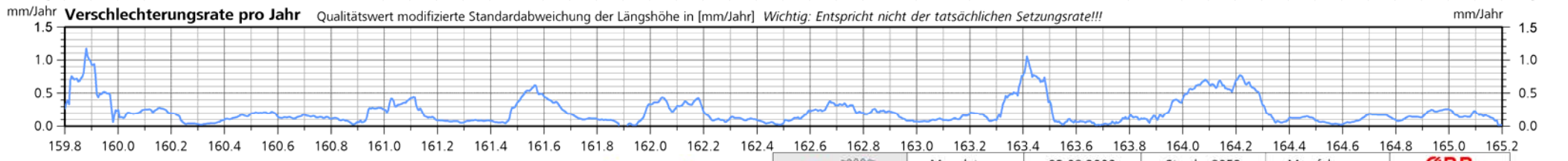
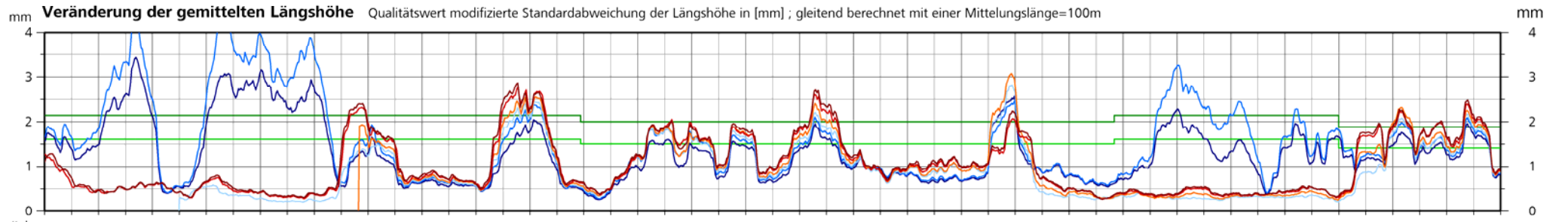
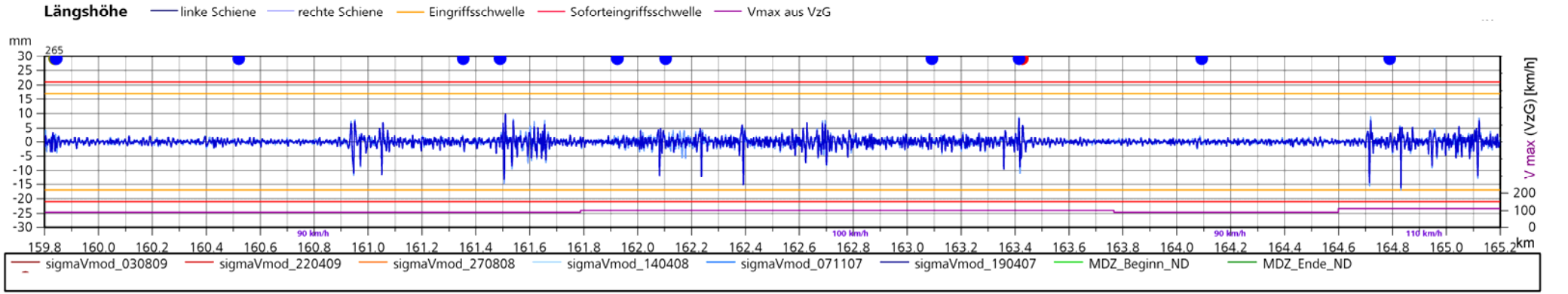
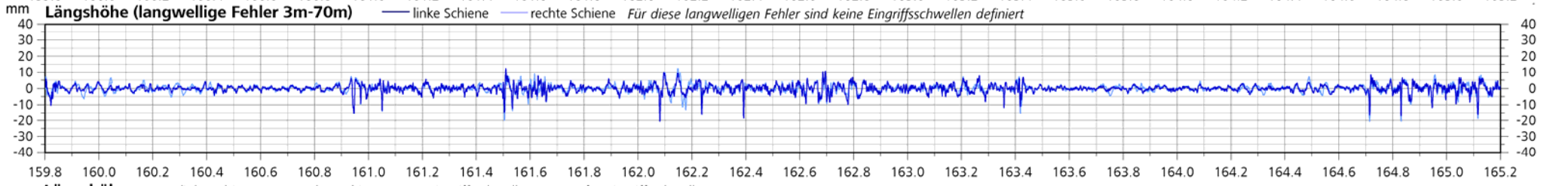
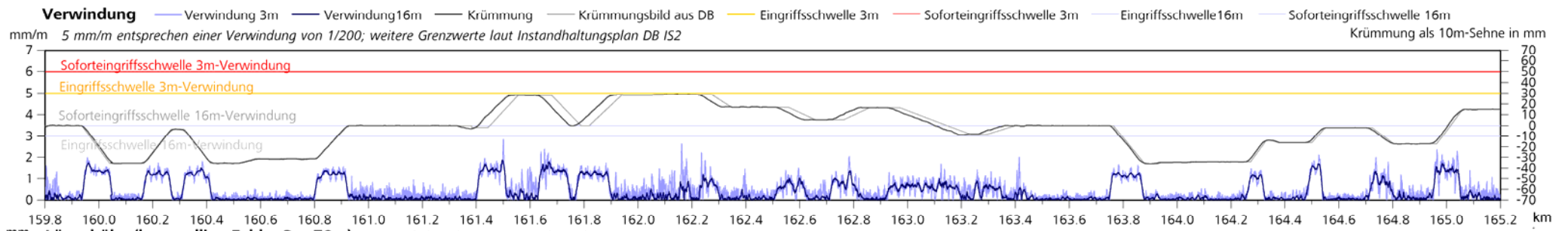
Km 160, 1

GN Frühjahr 2008

60 E1 (R 350 HT) – LV - L2 bes. – SKL 28 (ZW 700) - 600

Besohlungstyp SLB 3007 G

$V = 90 \text{ km/h}$, $R = 352 \text{ m}$, $D = 150 \text{ mm}$



MDZ-Planung, Verschlechterungsrate

- Legende:**
- Bahnhof
 - Brücke
 - EK
 - Tunnel
 - Weiche



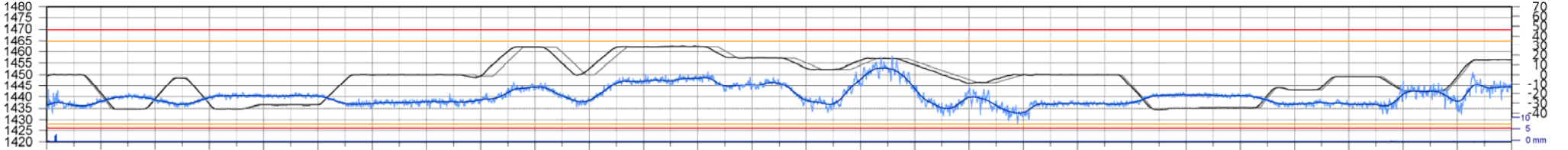
Messdatum:	03.08.2009	Strecke 8052	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	31.08.2009	Gleis 1	EM250	Seite 2 / Blatt 1

Spurweite samt Überwälzung
Fahrzeuglauf
Zustand Zwischenlagen
Schleifplanung

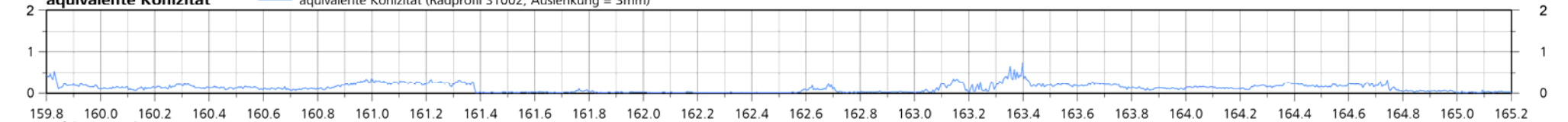
Spurweite — Spurweite 14mm unter SOK — mittlere Spurweite über 100m — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Überwälzung — Krümmungsbild — Krümmungsbild aus DB

mm Die Spurweite wird konstant 14mm unter SOK gemessen. Spurweite (14mm u. SOK) minus Überwälzung ergibt die Spurweite nach DB IS2

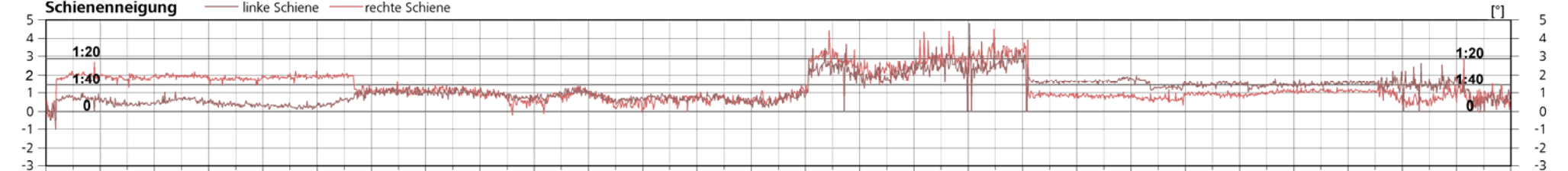
Krümmung als 10m-Sehne in mm



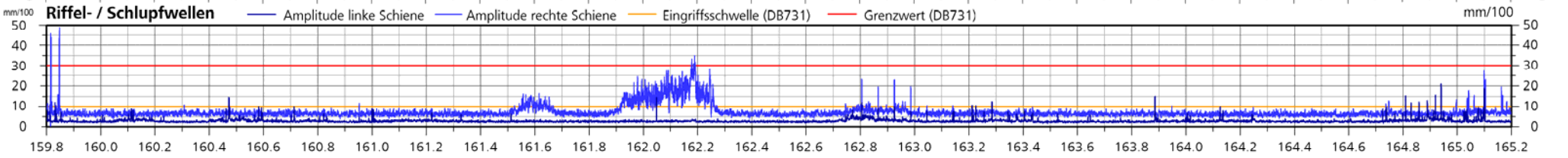
äquivalente Konizität — äquivalente Konizität (Radprofil S1002, Auslenkung = 3mm)



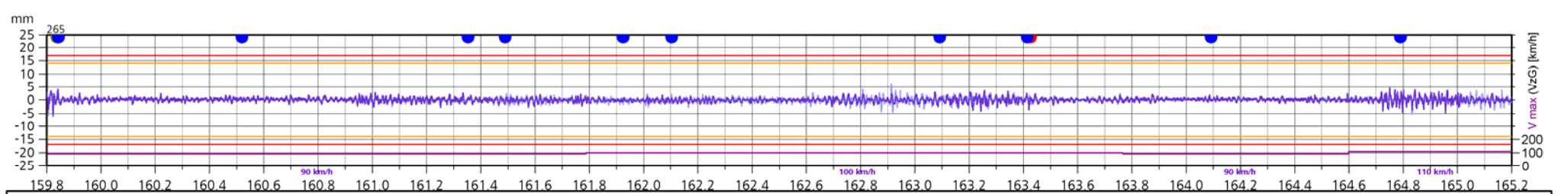
Schienenneigung — linke Schiene — rechte Schiene



Riffel- / Schlupfwellen — Amplitude linke Schiene — Amplitude rechte Schiene — Eingriffsschwelle (DB731) — Grenzwert (DB731)

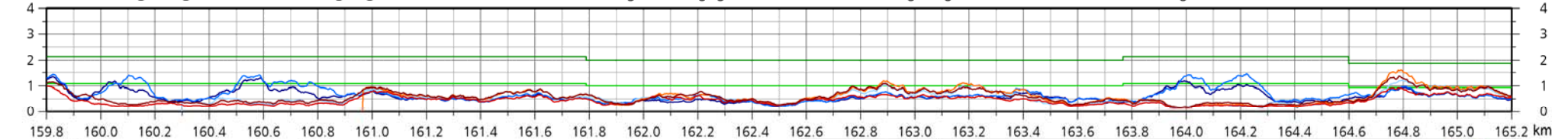


Richtungslage — linke Schiene — rechte Schiene — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Vmax über VzG



— sigmaHmod_030809 — sigmaHmod_220409 — sigmaHmod_270808 — sigmaHmod_140408 — sigmaHmod_071107 — sigmaHmod_190407 — QL1Richtung — QL2Richtung

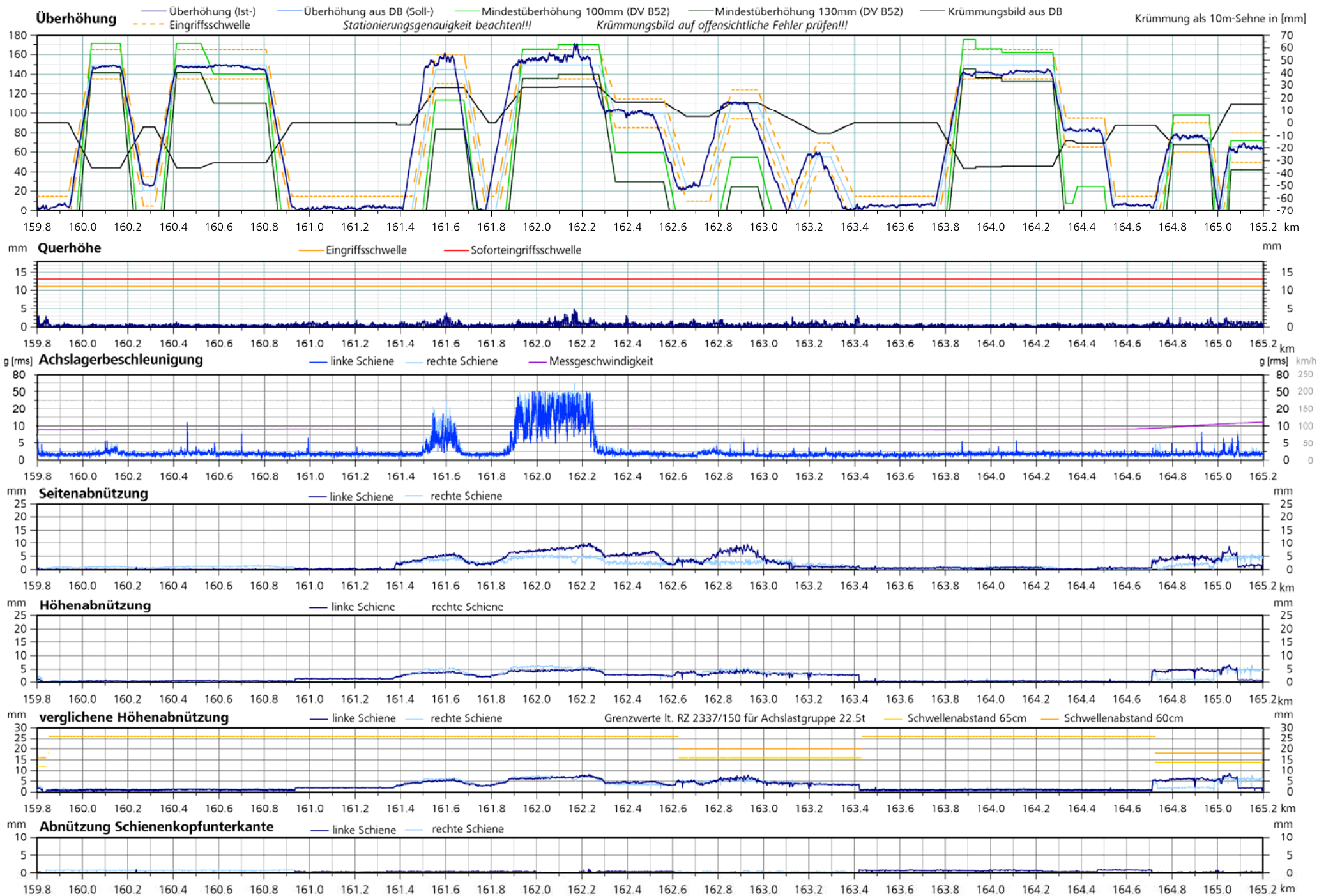
mm **Veränderung der gemittelten Richtungslage** modifizierte Standardabweichung (Richtung) gleitend über eine Mittelungslänge von 100m berechnet; Messwagen EM250



Schleifplanung, Zustand Kleiseisen bzw. Zwischenlagen, Verspannen

Legende: ● Bahnhof ● Brücke ● Weiche
● EK ● Tunnel

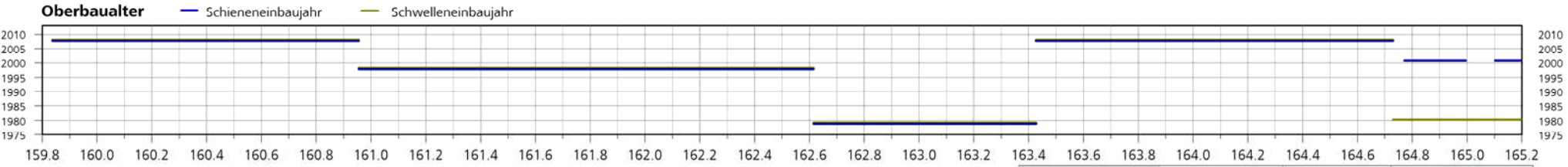
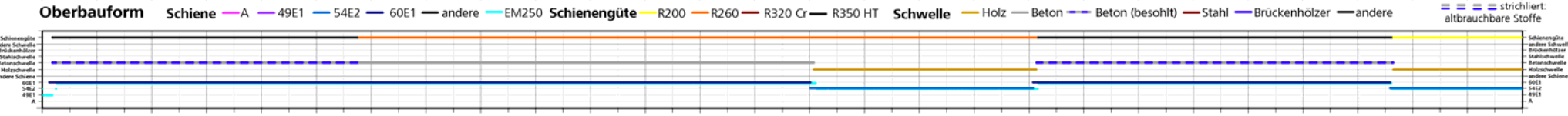
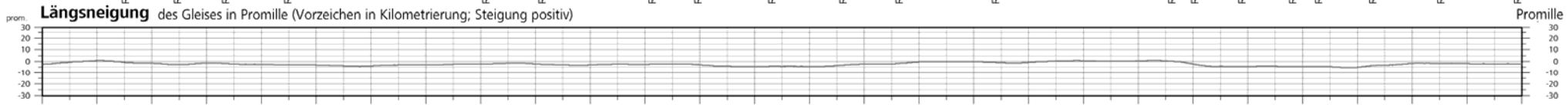
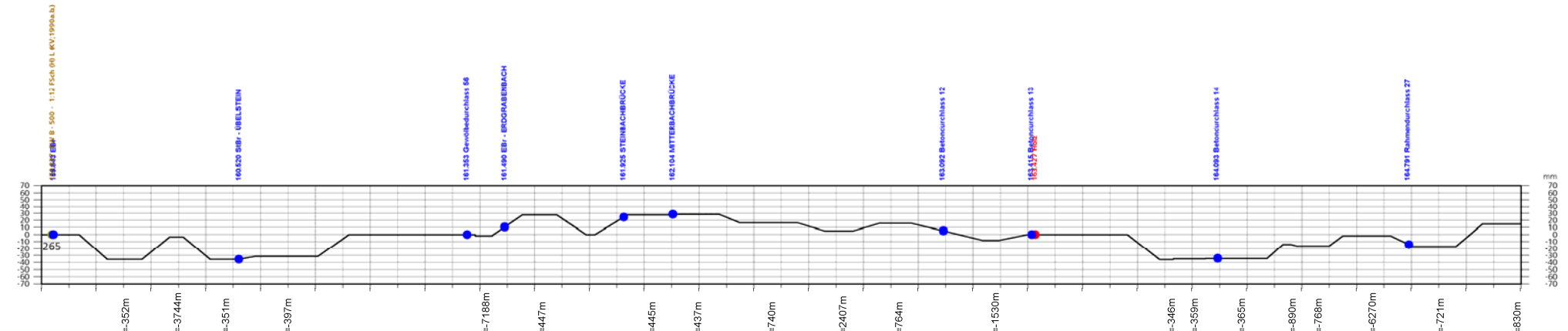
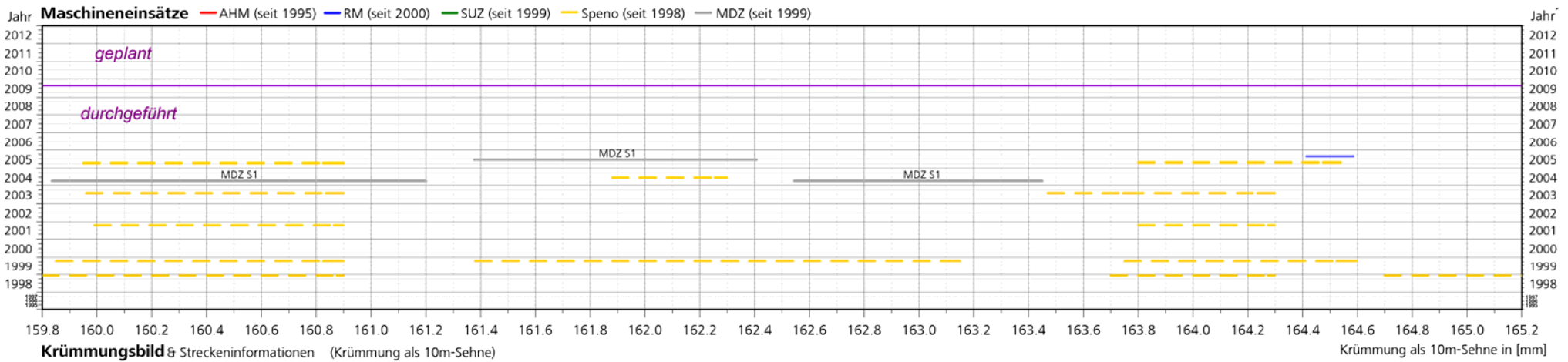
NATAS NEW AUSTRIAN TRACK ANALYZING SYSTEM	Messdatum:	03.08.2009	Strecke 8052	Messfahrzeug	ÖBB
	Bericht erstellt am:	31.08.2009	Gleis 1	EM250	Seite 2 / Blatt2



Überhöhung und Verschleiß



Messdatum:	03.08.2009	Strecke 8052	Messfahrzeug	OBB
Bericht erstellt am:	31.08.2009	Gleis 1	EM250	Seite 2 / Blatt3



Maschineneinsätze, Trassierung und Oberbau

- Legende:**
- Bahnhof
 - EK
 - Tunnel
 - Brücke
 - Weiche



Bericht erstellt am:	Strecke 8052	OBB
31.08.2009	Gleis 1	

Scheifling-Mariahof, Gleis 2

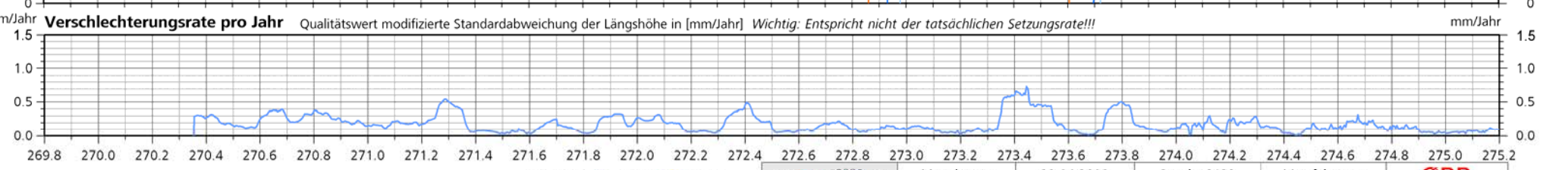
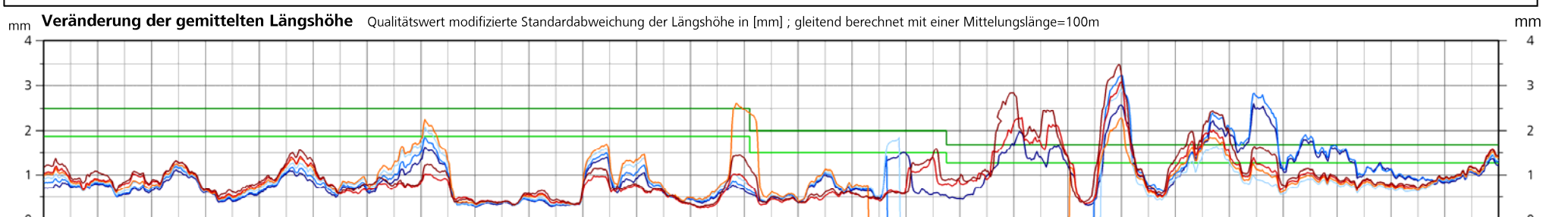
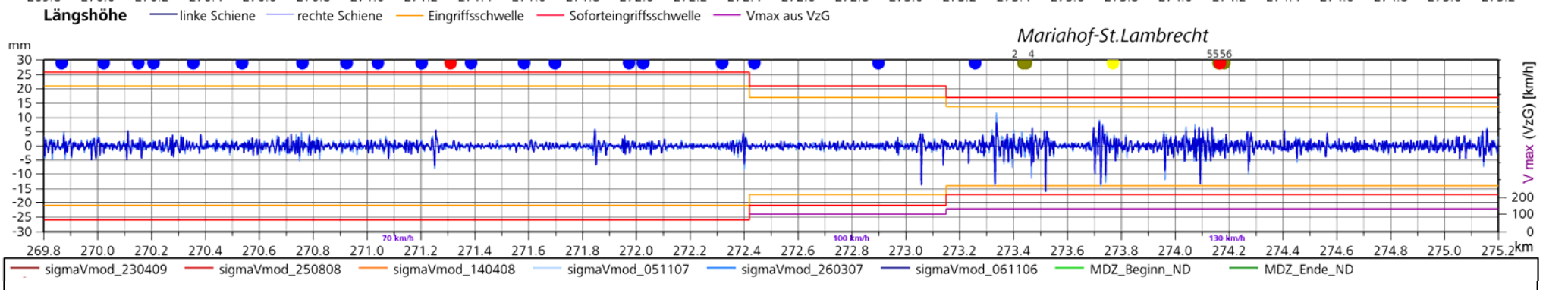
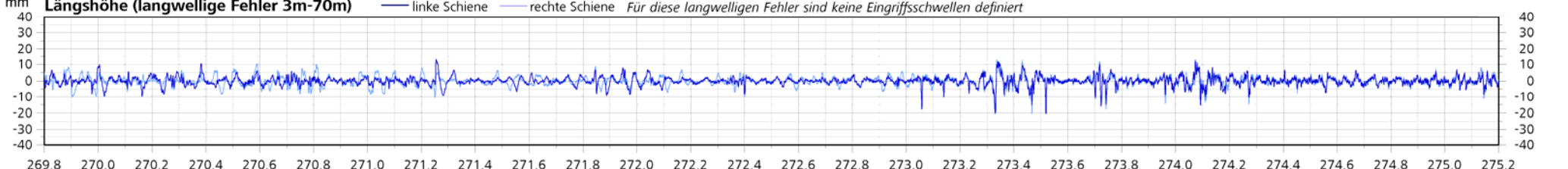
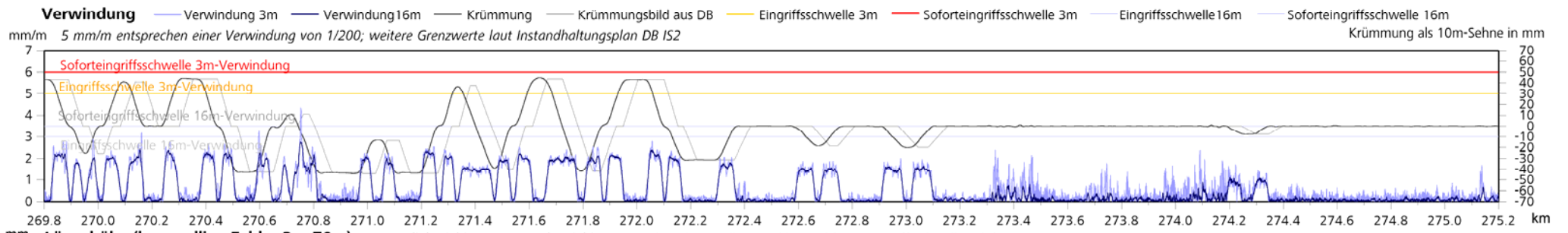
Km 271,7

GN 2001

60 E1 (R 350 HT) – LV - L2 bes. – SKL 28 (ZW 700) - 600

Besohlungstyp SLS 1010 G

$V = 70 \text{ km/h}$, $R = 284 \text{ m}$, $D = 110 \text{ mm}$

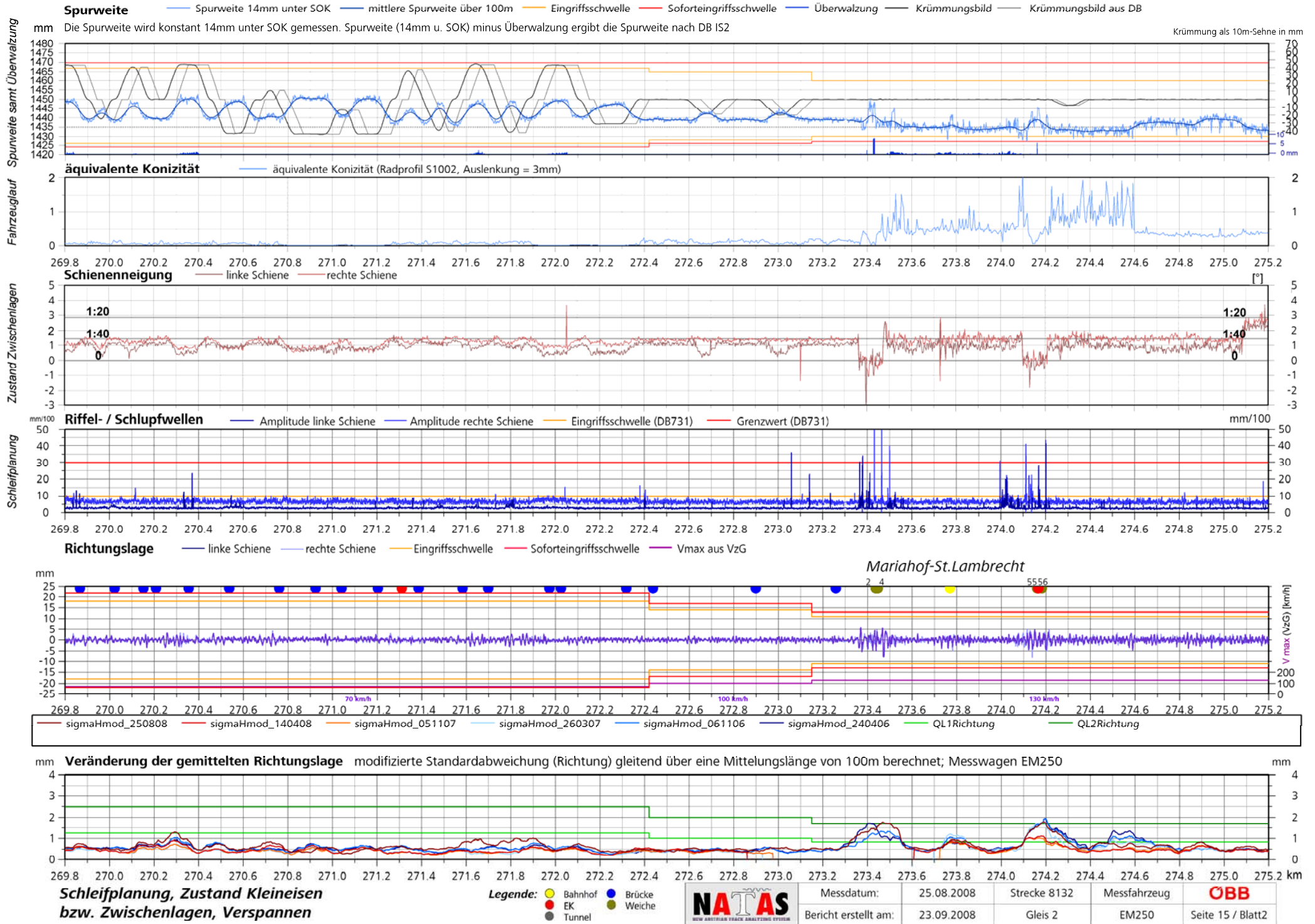


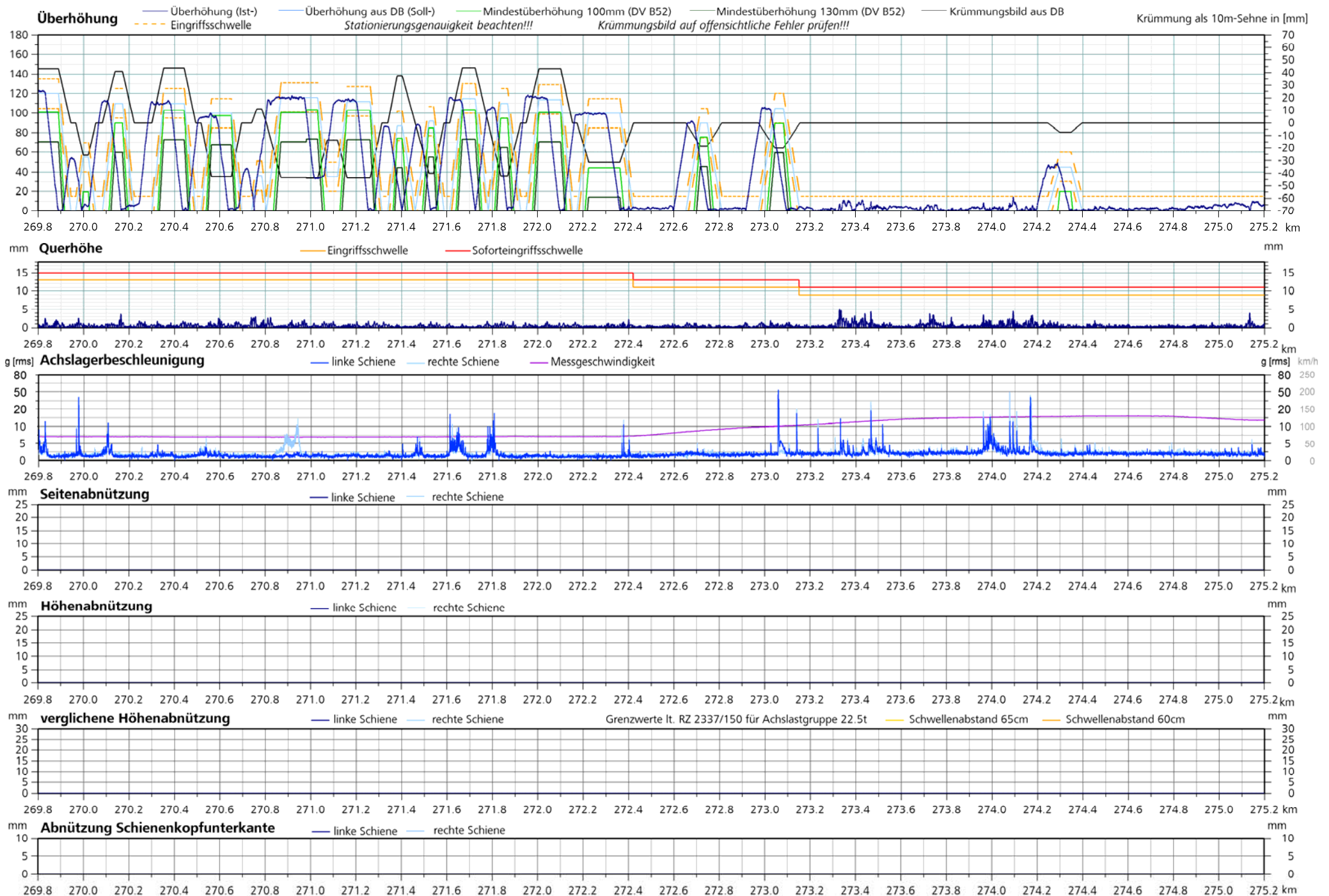
MDZ-Planung, Verschlechterungsrate

- Legende:**
- Bahnhof
 - Brücke
 - EK
 - Tunnel
 - Weiche



Messdatum:	23.04.2009	Strecke 8132	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	13.05.2009	Gleis 2	EM250	Seite 15 / Blatt1

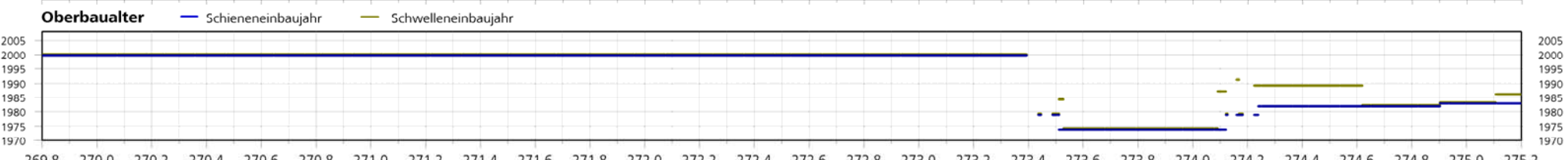
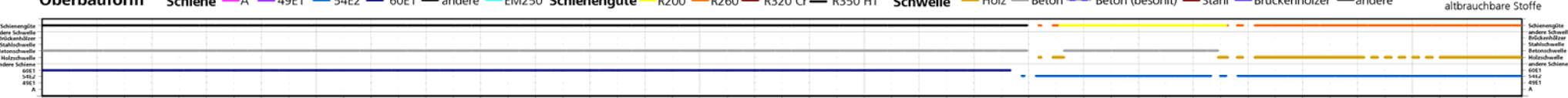
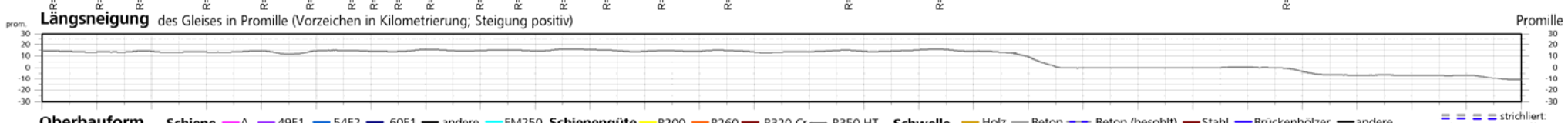
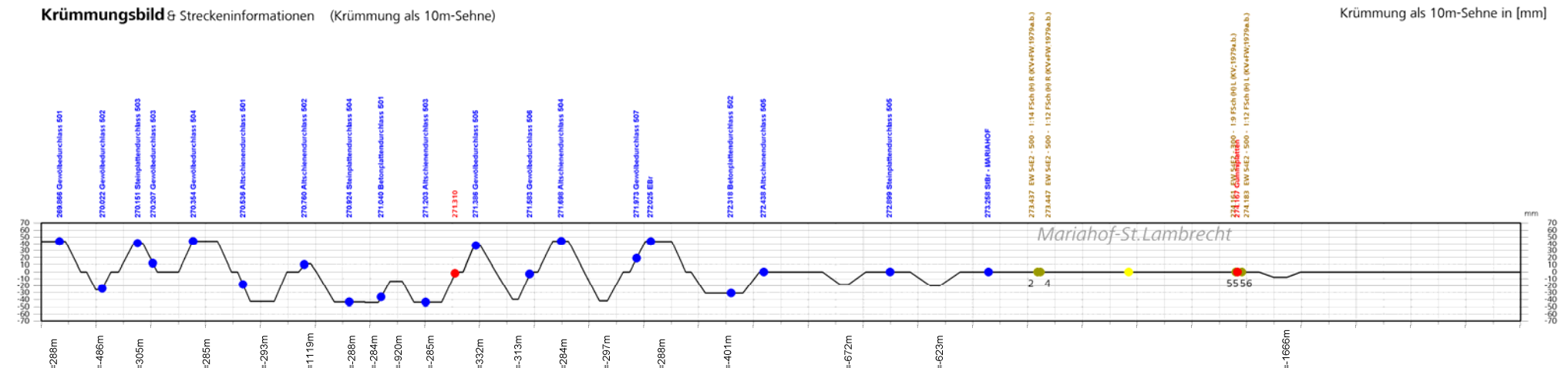
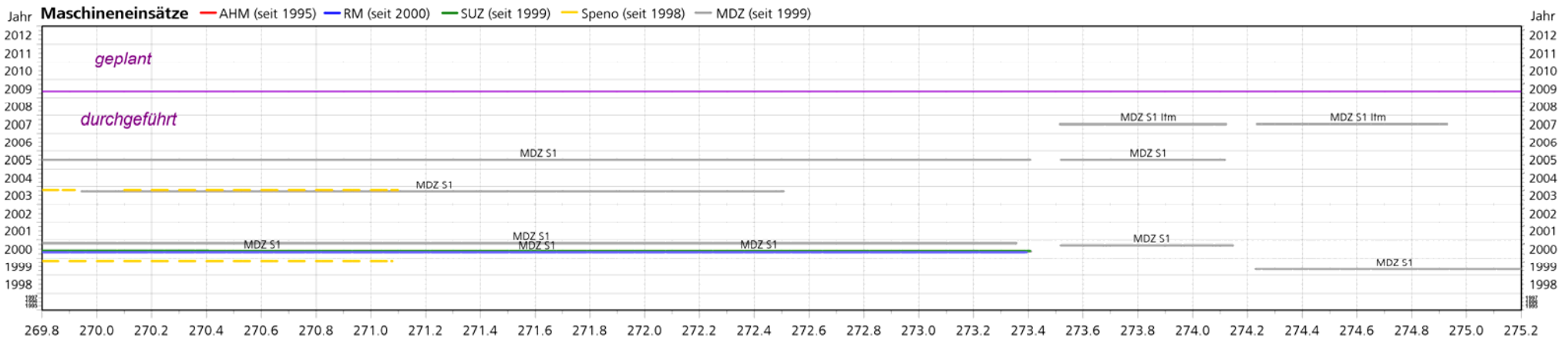




Überhöhung und Verschleiß



Messdatum:	23.04.2009	Strecke 8132	Messfahrzeug	OBB
Bericht erstellt am:	13.05.2009	Gleis 2	EM250	Seite 15 / Blatt3



Maschineneinsätze, Trassierung und Oberbau

- Legende:
- Bahnhof
 - Brücke
 - EK
 - Weiche
 - Tunnel

	Bericht erstellt am:	Strecke 8132	
	13.05.2009	Gleis 2	

Ausfahrt St. Pölten – Richtung Tulln - HDS-Schwellen

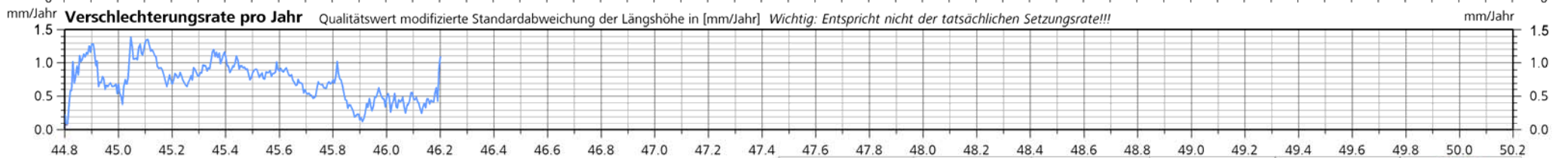
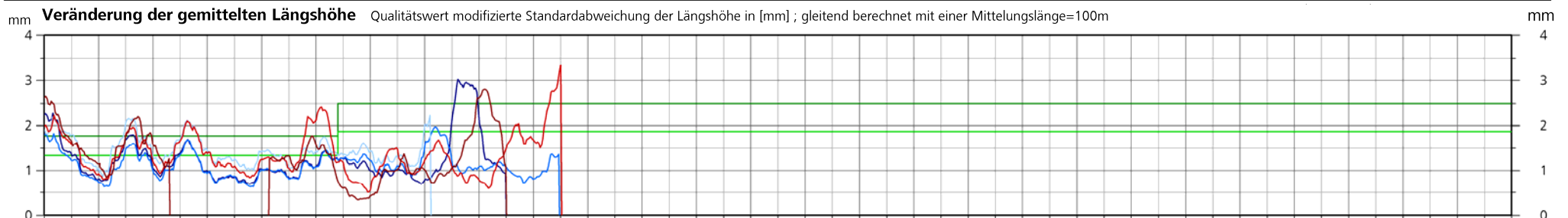
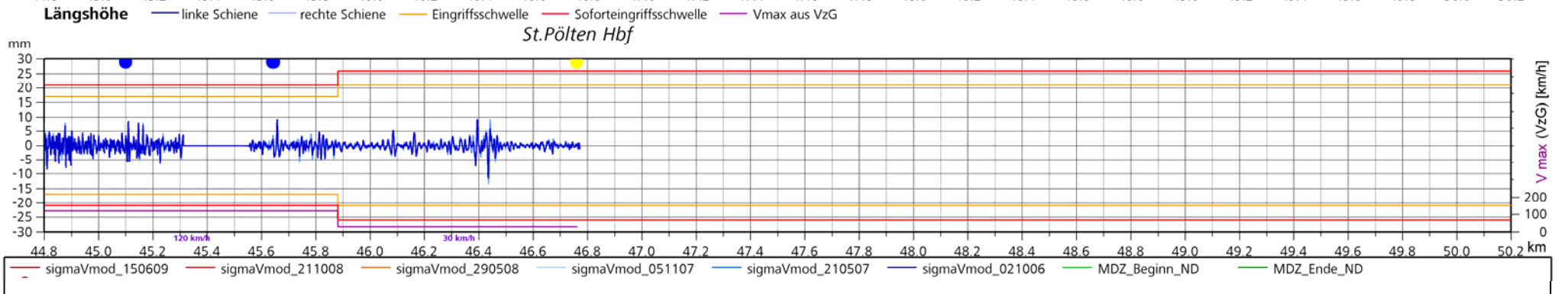
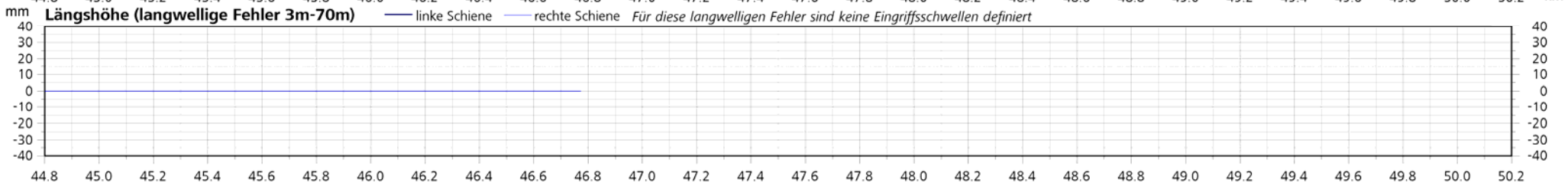
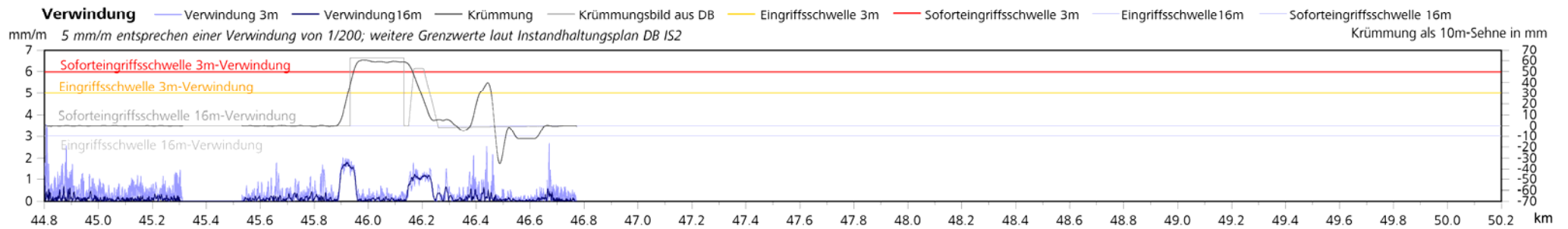
Km 46,1

GN Herbst 2008

60 E1 (R 350 HT) – LV – HDS1 – SKL 28 (2*2*2 Zw 700) –
600

Besohlungstype SLB 3007 G / USM DN 316

R = 214 m, D = 100 mm



MDZ-Planung, Verschleierungsrate

Legende: ● Bahnhof ● Brücke ● EK ● Weiche ● Tunnel



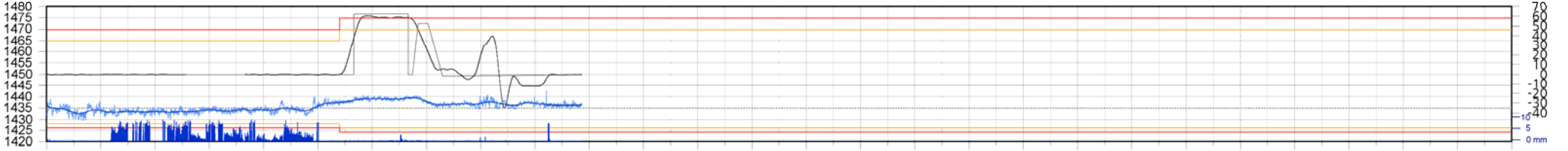
Messdatum:	15.06.2009	Strecke 1102	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	29.06.2009	Gleis 1	EM80	Seite 10 / Blatt 1

Spurweite samt Überwälzung
Fahrzeuglauf
Zustand Zwischenlagen
Schleifplanung

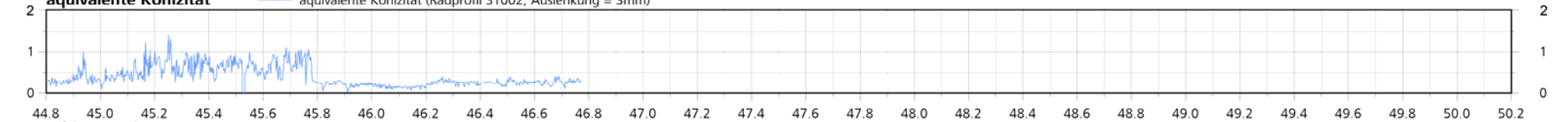
Spurweite — Spurweite 14mm unter SOK — mittlere Spurweite über 100m — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Überwälzung — Krümmungsbild — Krümmungsbild aus DB

mm Die Spurweite wird konstant 14mm unter SOK gemessen. Spurweite (14mm u. SOK) minus Überwälzung ergibt die Spurweite nach DB IS2

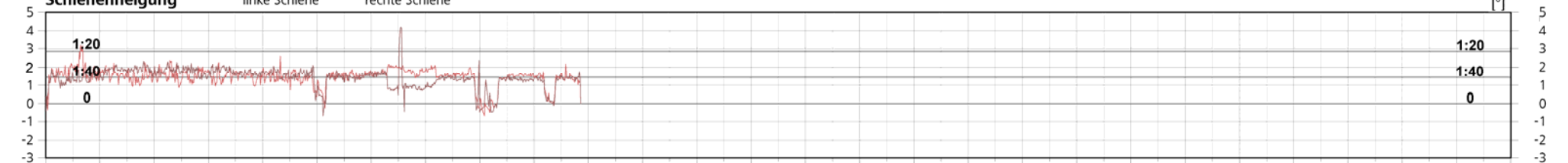
Krümmung als 10m-Sehne in mm



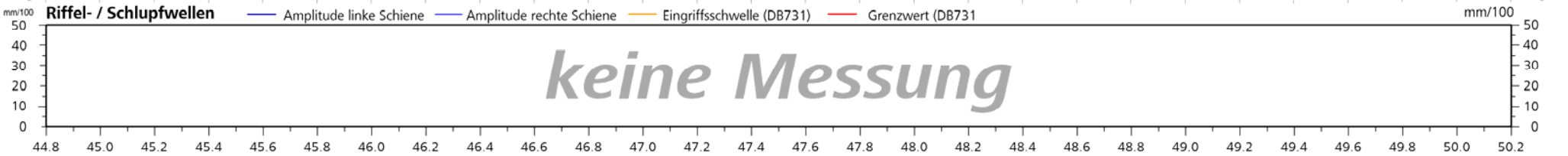
äquivalente Konizität — äquivalente Konizität (Radprofil S1002, Auslenkung = 3mm)



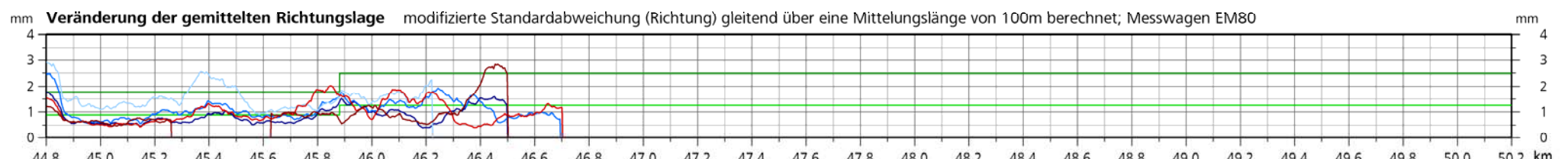
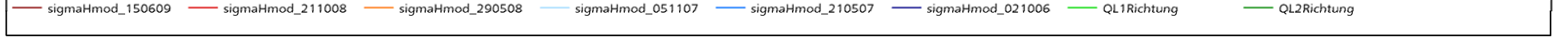
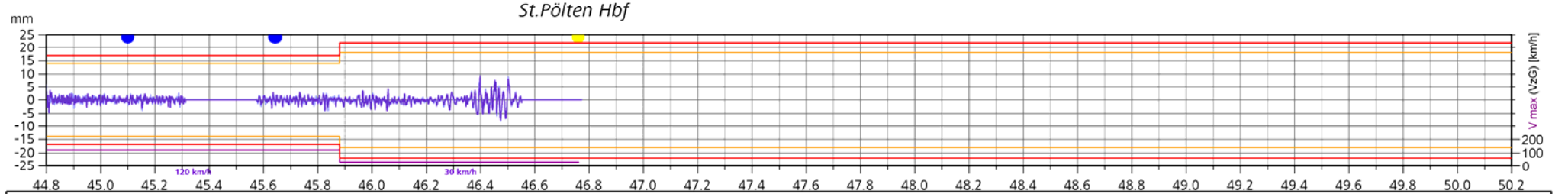
Schienenneigung — linke Schiene — rechte Schiene



Riffel- / Schlupfwellen — Amplitude linke Schiene — Amplitude rechte Schiene — Eingriffsschwelle (DB731) — Grenzwert (DB731)



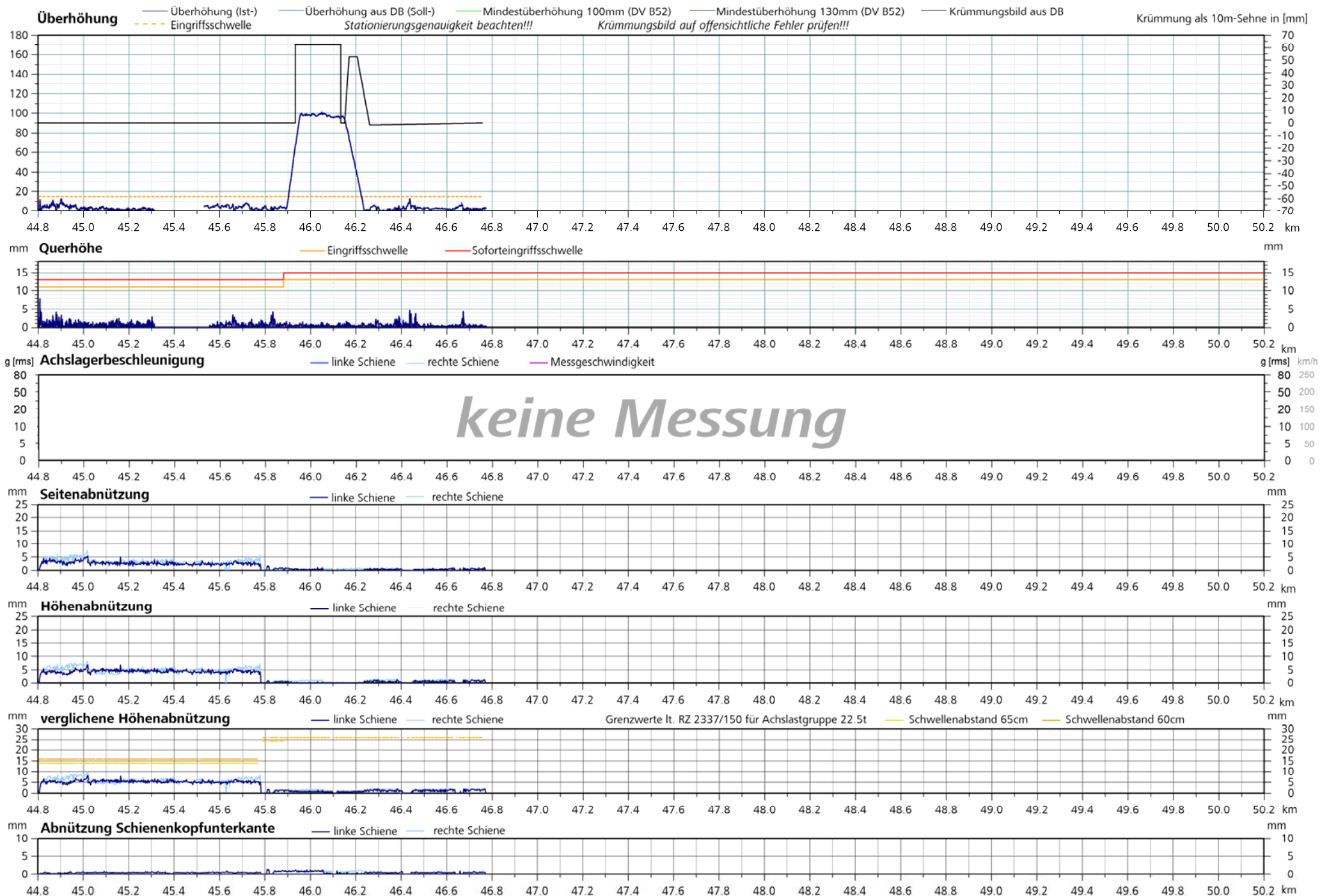
Richtungslage — linke Schiene — rechte Schiene — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Vmax aus VzG



Schleifplanung, Zustand Kleiseisen bzw. Zwischenlagen, Verspannen

Legende: ● Bahnhof ● Brücke ● EK ● Weiche ● Tunnel

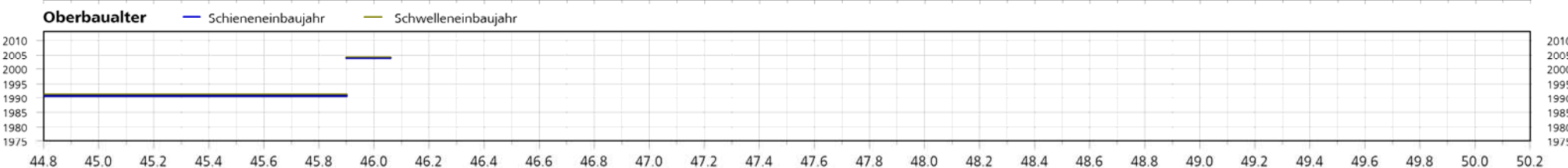
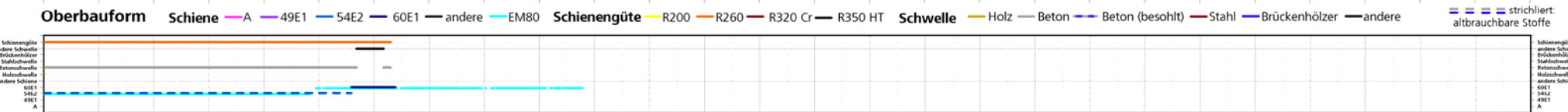
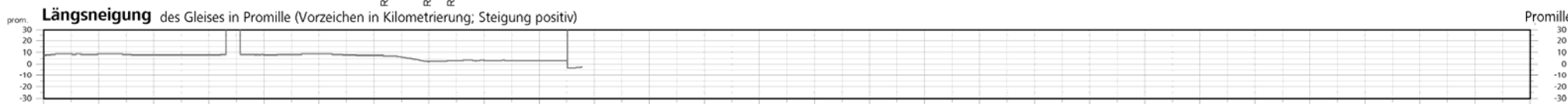
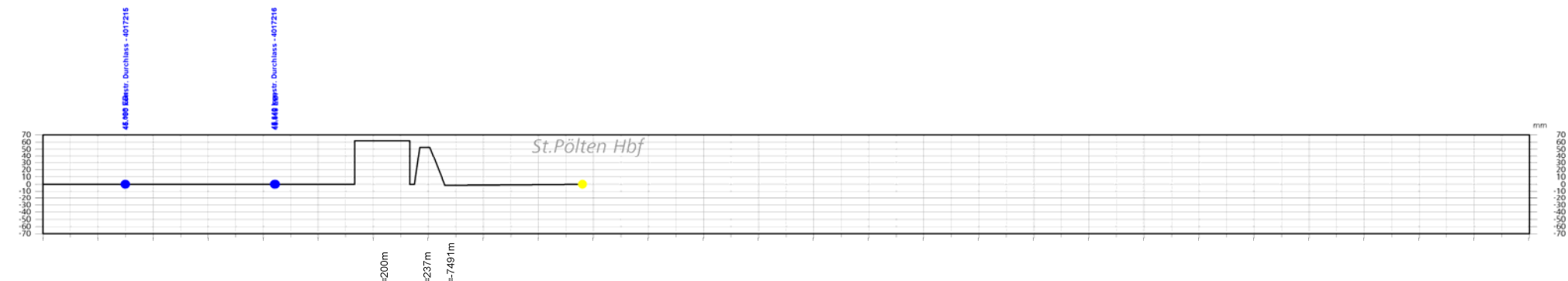
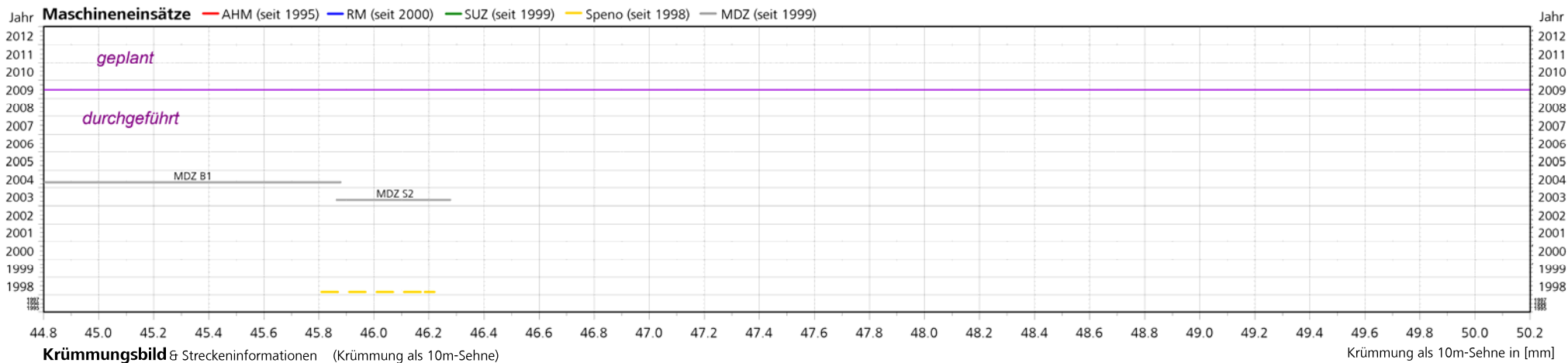
NATAS NEW AUSTRIAN TRACK ANALYZING SYSTEM	Messdatum:	15.06.2009	Strecke 1102	Messfahrzeug	ÖBB
	Bericht erstellt am:	29.06.2009	Gleis 1	EM80	Seite 10 / Blatt 2



Überhöhung und Verschleiß



Messdatum:	15.06.2009	Strecke 1102	Messfahrzeug	OBB
Bericht erstellt am:	29.06.2009	Gleis 1	EM80	Seite 10 / Blatt3



Maschineneinsätze, Trassierung und Oberbau

- Legende:**
- Bahnhof
 - EK
 - Tunnel
 - Brücke
 - Weiche



Bericht erstellt am:	Strecke 1102	ÖBB
29.06.2009	Gleis 1	

**Für den Bericht:
Florian Auer
18. Oktober 2009**

Anhang 10

Auszug aus

Vergleich des Verschleißverhaltens eines Standard- und verschleißoptimierten Bogengleises bei Scheifling

Wien, 17. September 2009

Hintergrund

1999 und 2001 wurden zwischen Scheifling und Mariahof (Südbahn) Gleisneulagen durchgeführt. Gleis 1 wurde 1999 erneuert, Gleis 2 im Jahr 2001. Ein besonderes Merkmal dieses Abschnitts ist die Tatsache, dass die Bogengleise mit einem sehr ähnlichen Bogenradius von $R \approx 280$ m trassiert wurden.

In Gleis 1 wurde das damalige Standardgleis eingebaut:

Oberbauform Gleis 1: 60 E1 (R 260) – LV – L2 unbes. – SKL 14 (ZW-K2a) – 600

Es kam in den Bögen ($R \approx 280$ m, $D = 100$ bis 120 mm) zu einer starken Schlupfwellenbildung und zu einem raschen Verschleiß der Zwischenlagen.

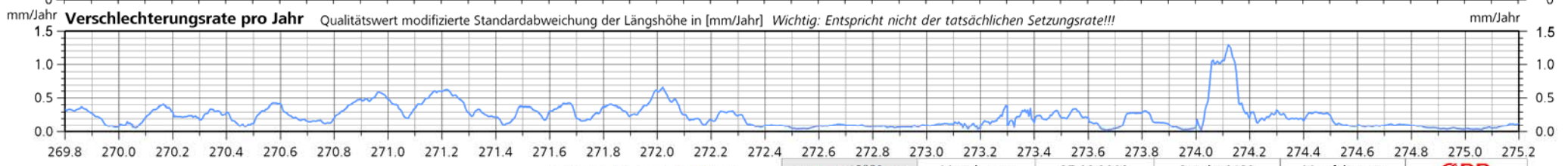
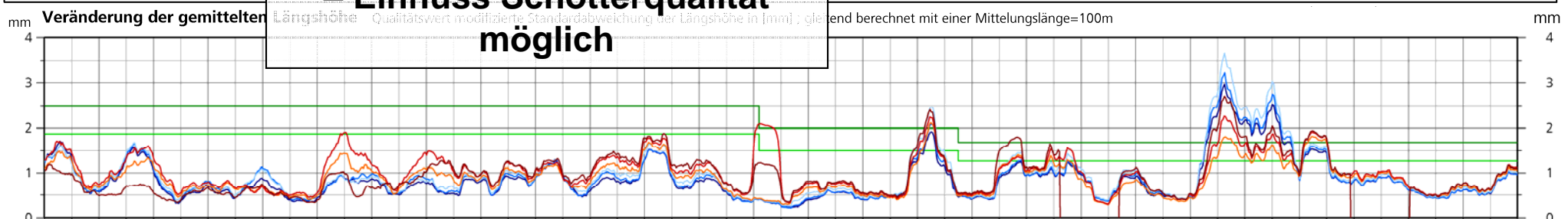
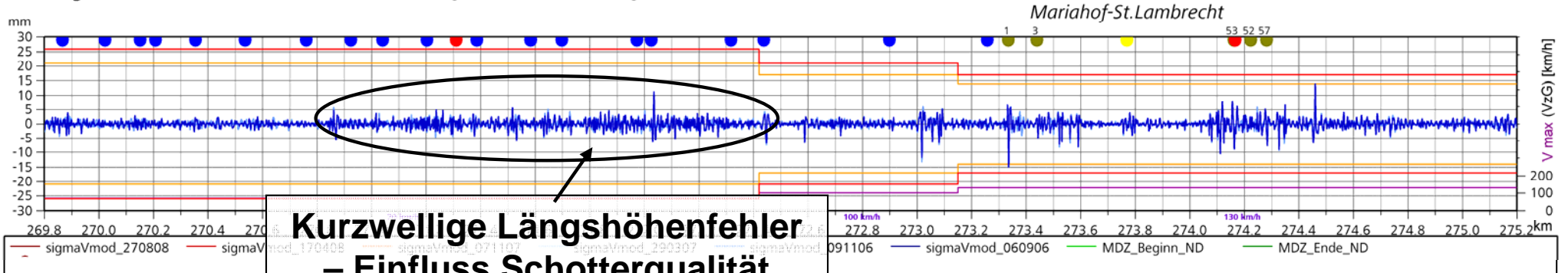
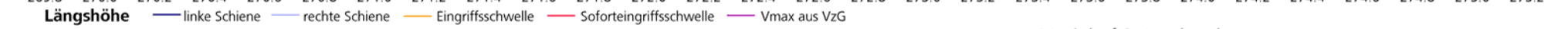
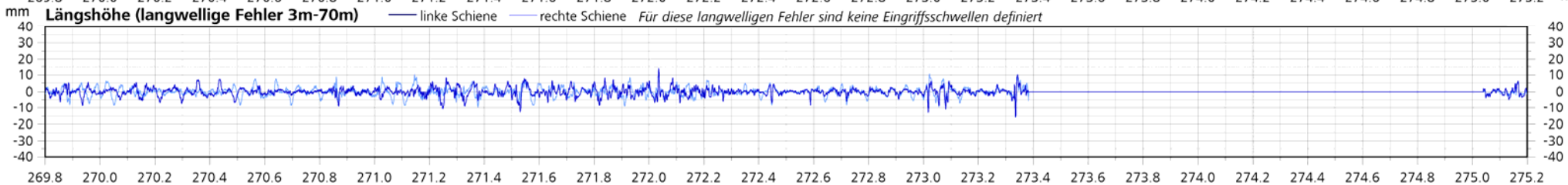
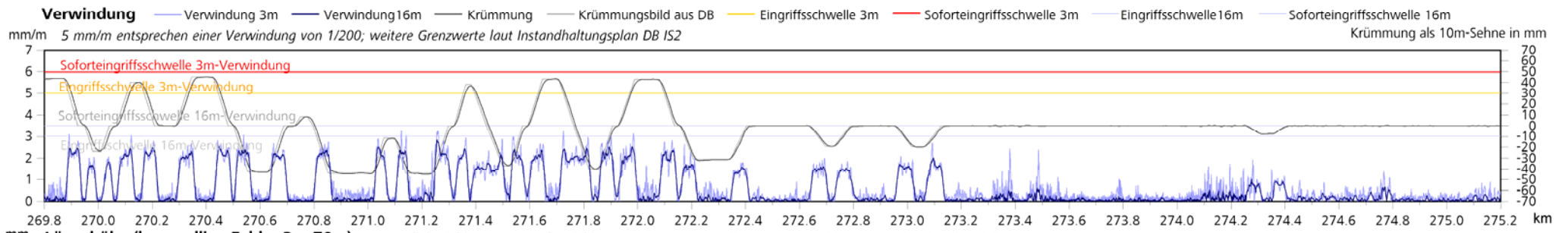
Gleis 2 wurde im gesamten Abschnitt mit der Schienengüte R 350 HT versehen. Zusätzlich wurden zwischen km 272,1 und km 272,9 Schwellen mit weichen Schwellenbesohlungen (SLS 1010 G) sowie weichen Zwischenlagen ZW 700 und verstärkten Spannklemmen SKL 28 eingebaut.

In beiden Gleisen wurde Schotter vom selben Hersteller eingebaut.

Im Folgenden soll das unterschiedliche Verhalten der Bogengleise untersucht werden.

Oberbaumessschiebe Gleis 1

60 E1 (R 260) – LV – L2 unbesohlt – SKL 14 (ZW-K2a) – 600



MDZ-Planung, Verschlechterungsrate

- Legende:**
- Bahnhof
 - Brücke
 - EK
 - Tunnel
 - Weiche



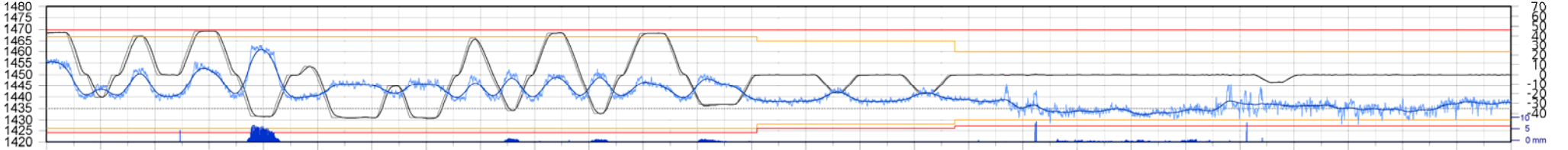
Messdatum:	27.08.2008	Strecke 8132	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	23.09.2008	Gleis 1	EM250	Seite 15 / Blatt 1

Spurweite samt Überwälzung
Fahrzeuglauf
Zustand Zwischenlagen
Schleifplanung

Spurweite — Spurweite 14mm unter SOK — mittlere Spurweite über 100m — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Überwälzung — Krümmungsbild — Krümmungsbild aus DB

mm Die Spurweite wird konstant 14mm unter SOK gemessen. Spurweite (14mm u. SOK) minus Überwälzung ergibt die Spurweite nach DB IS2

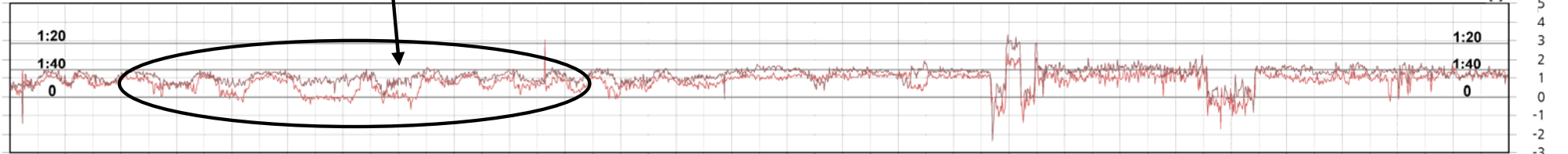
Krümmung als 10m-Sehne in mm



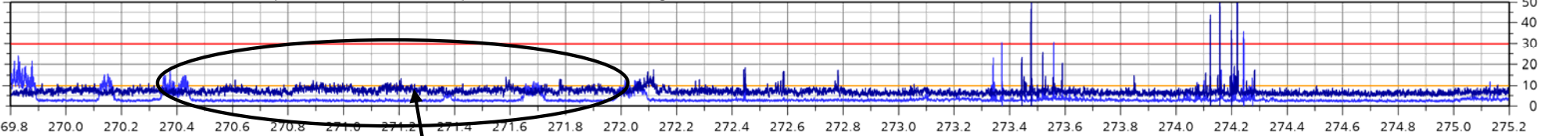
äquivalente Konizität — äquivalente Konizität (Radprofil S1002, Auslenkung = 3mm)

**Schienenneigung bei Null –
Zwischenlagen verschlissen**

Schienenneigung — linke Schiene — rechte Schiene



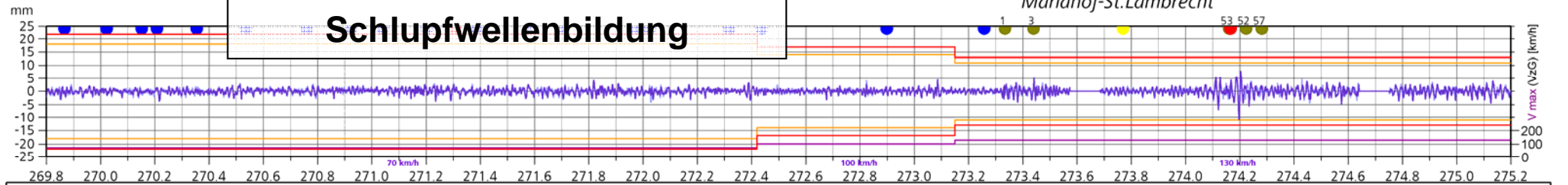
Riffel- / Schlupfwellen — Amplitude linke Schiene — Amplitude rechte Schiene — Eingriffsschwelle (DB731) — Grenzwert (DB731)



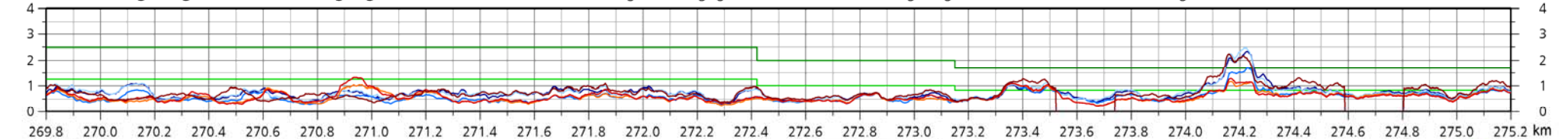
Richtungslage — linke Schiene — rechte Schiene — Eingriffsschwelle — Soforteingriffsschwelle — Vmax aus VzG

Schlupfwellenbildung

Mariahof-St.Lambrecht



Veränderung der gemittelten Richtungslage modifizierte Standardabweichung (Richtung) gleitend über eine Mittelungslänge von 100m berechnet; Messwagen EM250

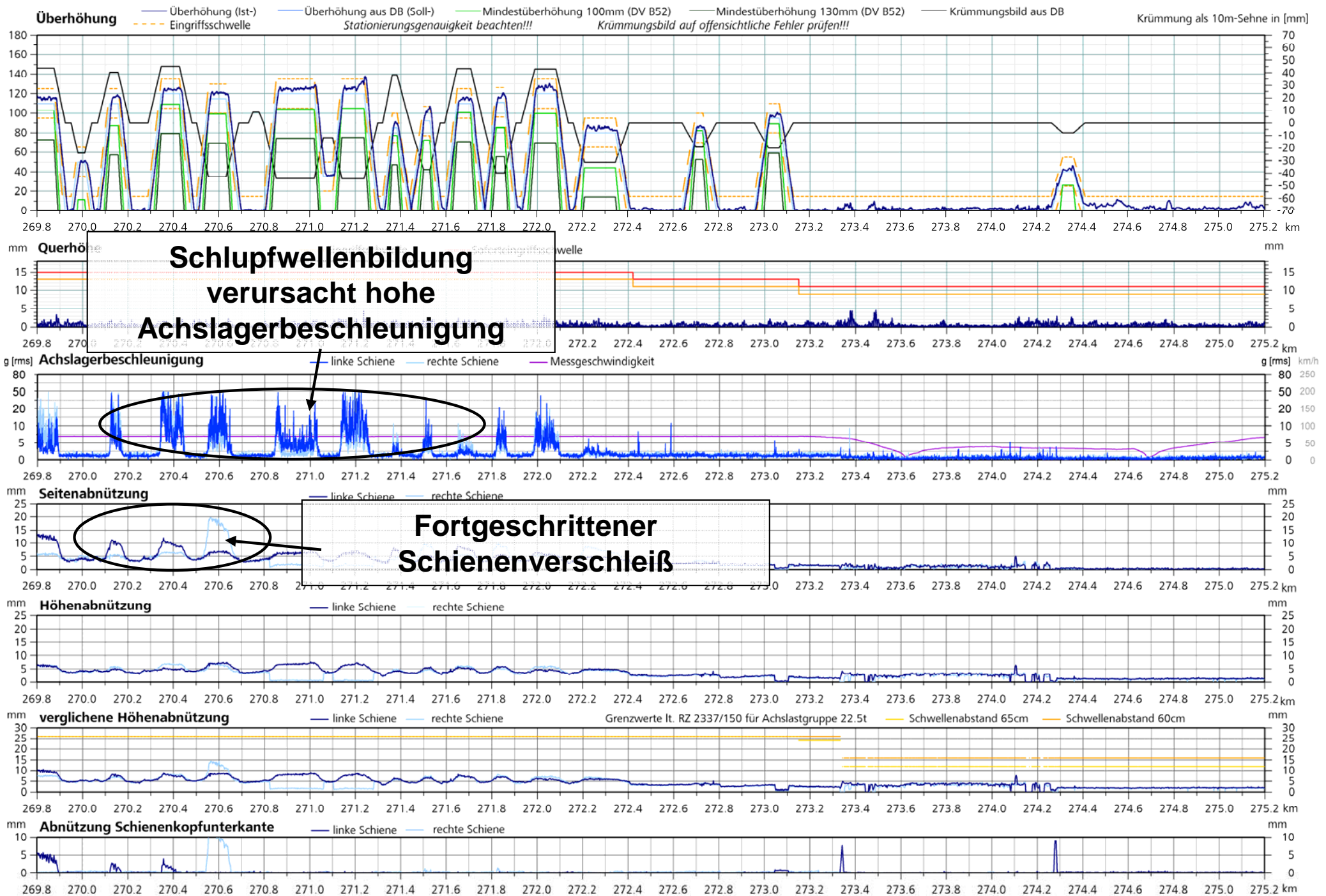


**Schleifplanung, Zustand Kleiseisen
bzw. Zwischenlagen, Verspannen**

Legende: ● Bahnhof ● Brücke ● Weiche
● EK ● Tunnel

NATAS
NEW ARTIFICIAL TRACK ANALYZING SYSTEM

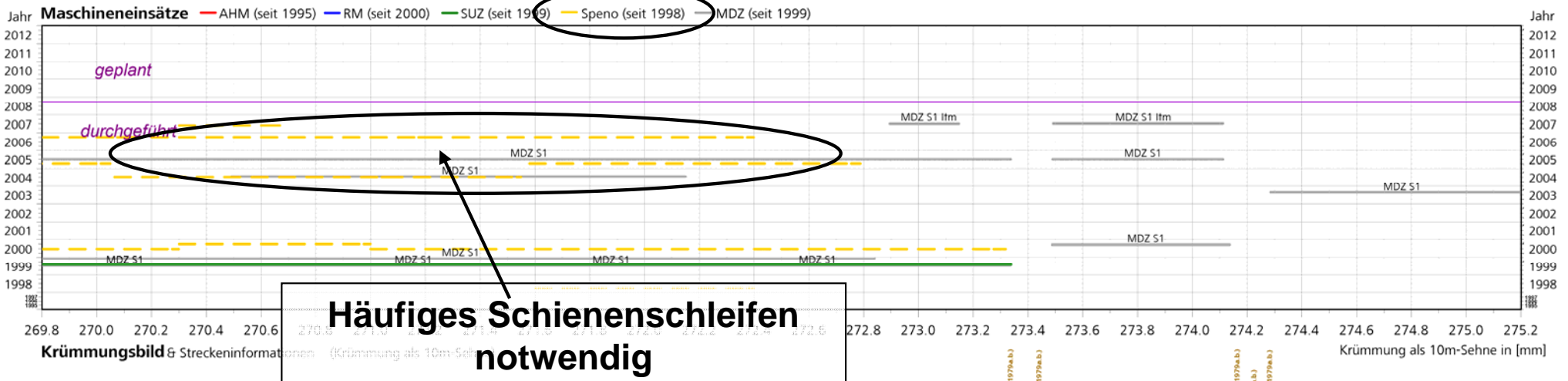
Messdatum:	27.08.2008	Strecke 8132	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	23.09.2008	Gleis 1	EM250	Seite 15 / Blatt2



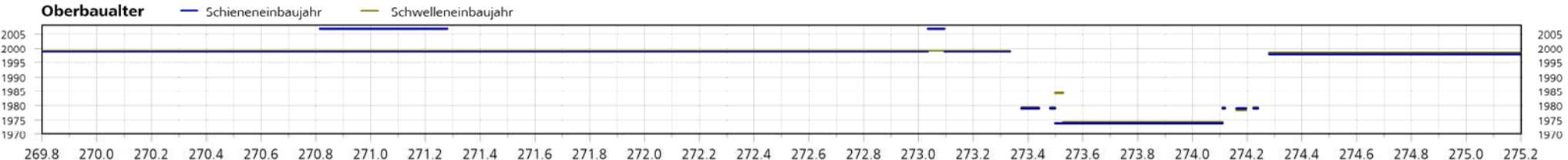
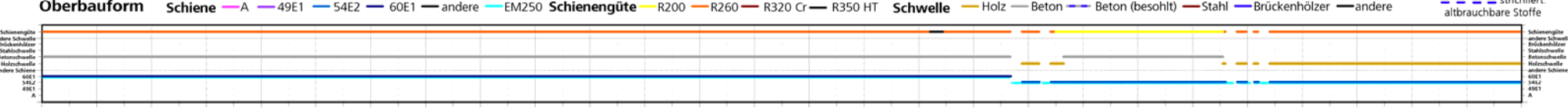
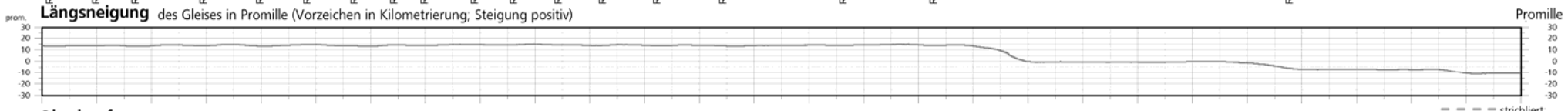
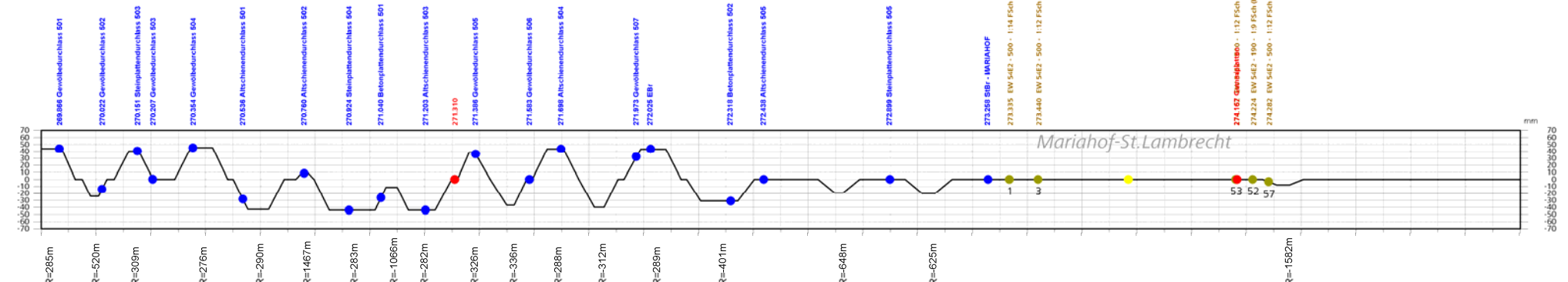
Überhöhung und Verschleiß



Messdatum:	27.08.2008	Strecke 8132	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	23.09.2008	Gleis 1	EM250	Seite 15 / Blatt3



Häufiges Schienenschleifen notwendig



Maschineneinsätze, Trassierung und Oberbau

- Legende:**
- Bahnhof
 - Brücke
 - EK
 - Weiche
 - Tunnel



Fotodokumentation Gleis 1

60 E1 (R 260) – LV – L2 unbesohlt – SKL 14 (ZW-K2a) – 600

Fotodokumentation – Schienenverschleiß



Zustand 2006

60 Mio. GBT

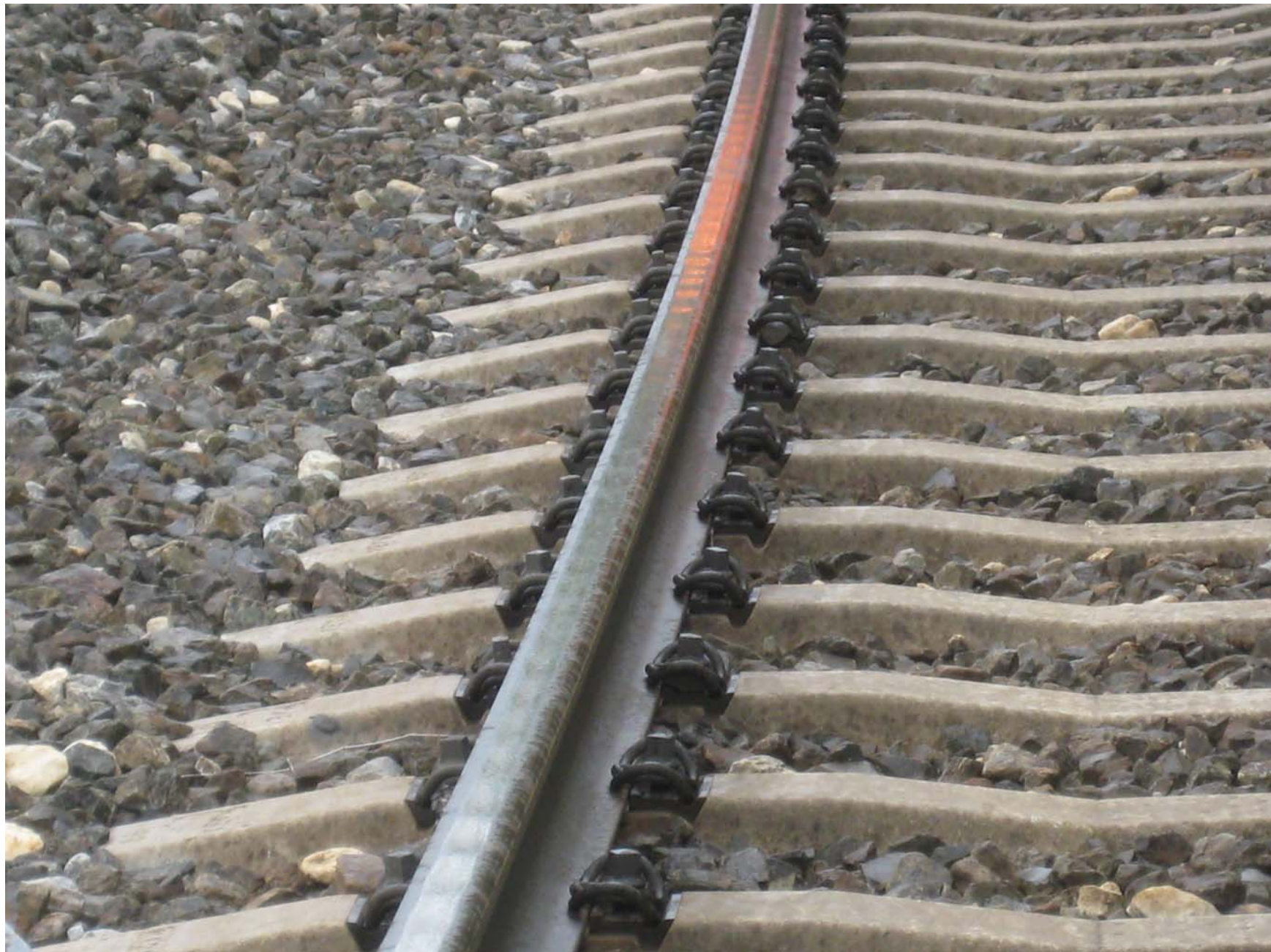
8132 GI1

km 266,350

R = 280 m

R 260 – Zw-K2a

Fotodokumentation - Schlupfwellenbildung



Zustand Juni 2009

90 Mio. GBT

8132 GI1

km 266,350

R = 280 m

R 260 – Zw-K2a

starke
Schlupfwellenbildung

Fotodokumentation - Schwellenbeanspruchung



Zustand Juni 2009

90 Mio. GBT

8132 GI1

km 266,350

R = 280 m

R 260 – Zw-K2a

starke
Schlupfwellenbildung

Fotodokumentation - Zwischenlagenverschleiß



Zustand Oktober 2006

60 Mio. GBT

8132 GI1

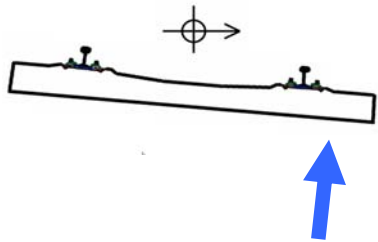
km 266,350

R = 280 m

R 260 – Zw-K2a

starke
Schlupfwellenbildung

Fotodokumentation - Schotterzustand



10 Jahre altes Gleis

100 Mio. GBT

8132 GI1

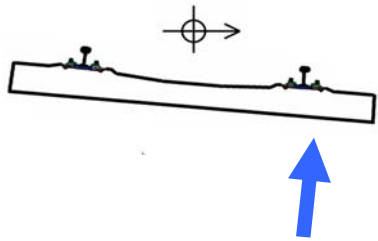
km 266,350

R = 280 m

R 260 – Zw-K2a

starke
Schlupfwellenbildung

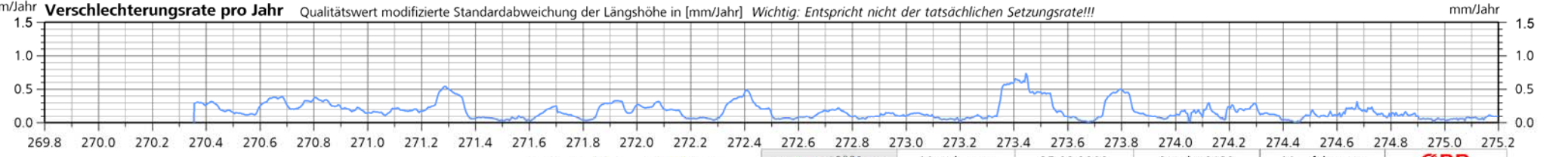
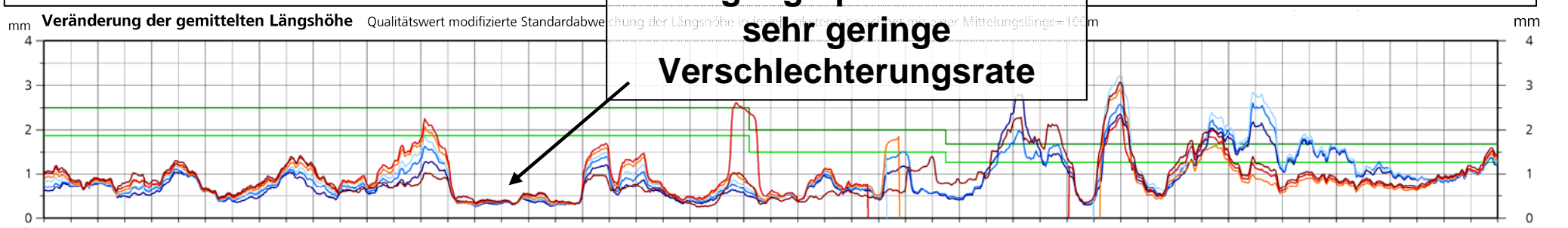
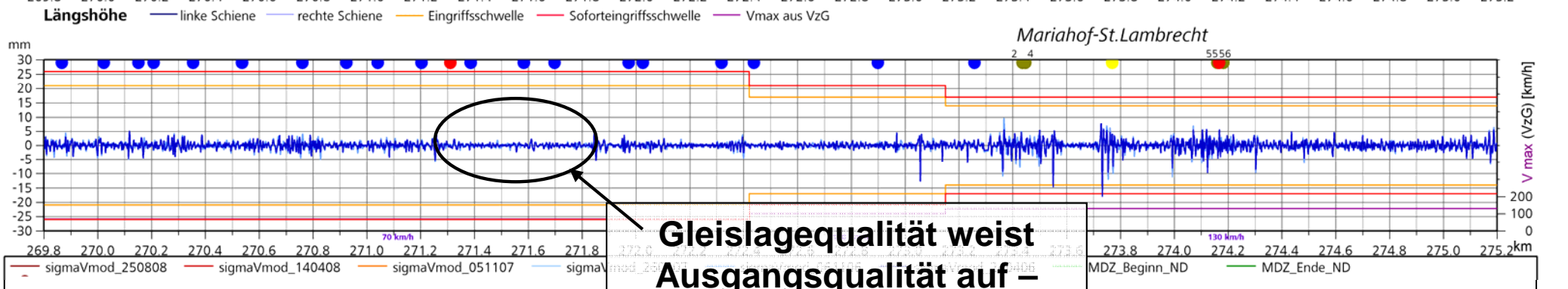
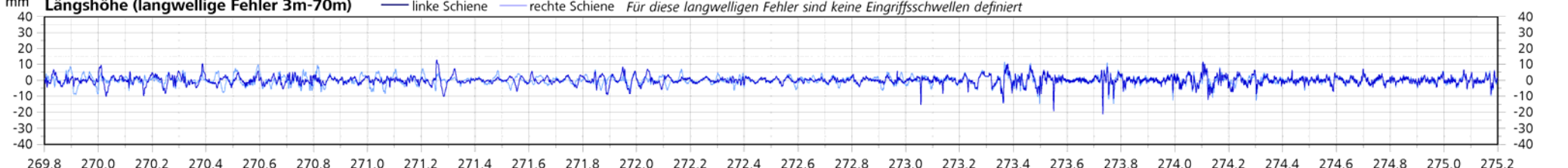
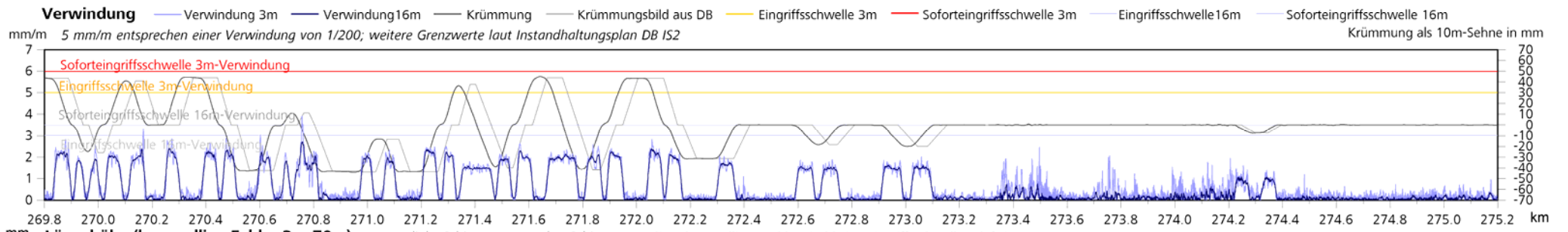
Fotodokumentation



10 Jahre altes Gleis
 100 Mio. GBT
 8132 GI1
 km 266,350
 R = 280 m
 R 260 – Zw-K2a
 starke
 Schlupfwellenbildung

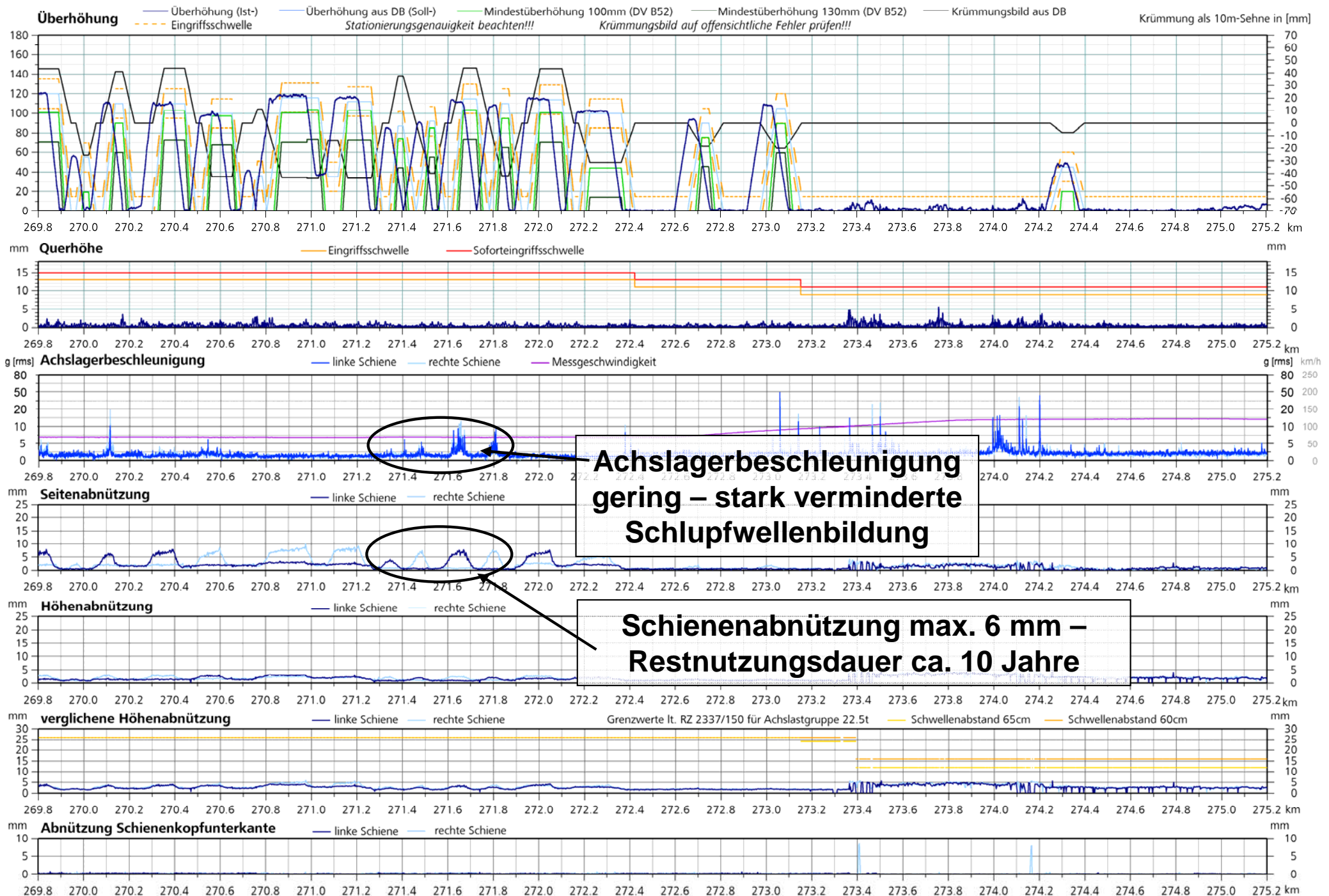
Oberbaumessschiebe Gleis 2 – Versuchsgleis Schwellenbesohlung

60 E1 (R 350HT) – LV – L2 **besohlt** (SLS 1010 G)
– **SKL 28 (ZW 700)** – 600



Gleislagequalität weist Ausgangsqualität auf – sehr geringe Verschlechterungsrate





Überhöhung und Verschleiß



Messdatum:	25.08.2008	Strecke 8132	Messfahrzeug	ÖBB
Bericht erstellt am:	23.09.2008	Gleis 2	EM250	Seite 15 / Blatt3

Fotodokumentation Gleis 2 – Versuchsgleis Schwellenbesohlung

60 E1 (R 350HT) – LV – L2 **besohlt** (SLS 1010 G)
– **SKL 28 (ZW 700)** – 600

Fotodokumentation



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

$R = 284 \text{ m}$

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation - Schienenverschleiß



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation - Schwellenzustand



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation – Zustand Schwellenbesohlung



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation – Zustand Zwischenlagen



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation – Zustand Zwischenlagen



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation – Zustand Dübel



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

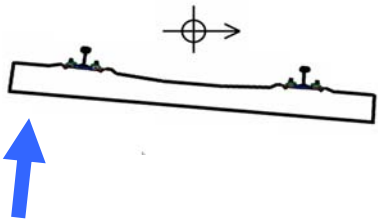
km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Fotodokumentation - Schotterzustand



Zustand Juni 2009

80 Mio. GBT

8132 GI2

km 271,850

R = 284 m

R 350 HT – Zw 700

weiche
Schwellenbesohlung

Ergebnis

Die untersuchten Vergleichsabschnitte weisen deutliche Unterschiede im Verschleißverhalten auf.

	Gleis 1	Gleis 2	
Schienenprofil	60 E1	60 E1	
Stahlsorte	R 260	R 350 HT	Schienen in Gleis 1 nach 6 bis 8 Jahren zu tauschen Liegedauer der Schienen in Gleis 2 ca. 20 Jahre
Betonschwelle Besohlungstyp	L2 unbesohlt -	L2 besohlt SLS 1010 G	Schwellenrisse aufgrund Schlupfwellenbildung in Gleis 1 keine erkennbaren Schwellenrisse in Gleis 2
Zwischenlagentyp	ZW-K2a EVA-EPDM	ZW 700 Gummi	Zwischenlagen in Gleis 1 2006 getauscht (nach 8 Jahren) Zwischenlagenverschleiß Gleis 2 nach 8 Jahren gering
Steifigkeit Zwischenlage	500 kN/mm	85 kN/mm	
Spannklemme	SKL 14	SKL 28	
Niederhaltekraft Spannklemme	9 kN	14 kN	
Dübel	SDÜ 21	SDÜ 21	Spannklemmen in Gleis 2 sind nach 8 Jahren nachzuziehen
Schlupfwellenbildung			Schleifnotwendigkeit in Gleis 1 jährlich Gleis 2 ca. alle 10 Jahre zu schleifen

Das Schwellenbesohlungs-Versuchsgleis Gleis 2 km 272,1 bis km 272,9 auf der Strecke Scheifling – Mariahof weist in vielen Bereichen ein deutlich geringes Verschleißverhalten als das bis 2001 verwendete Standardbetonschwellengleis (Gleis 1) auf.

Für den Bericht:

Florian Auer, 17. 9. 2010