



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Tschechische Republik

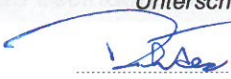
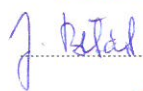
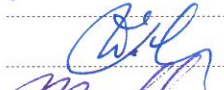
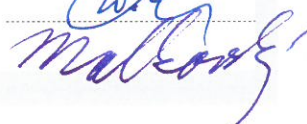
ZKUŠEBNA KOLEJOVÝCH VOZIDEL A KONTEJNERŮ

PRÜFBERICHT

14-C 076

Vergleichsmessung der Lärmausstrahlung bei Vorbeifahrt nach TSI 2011/229/EU Projekt HUPAC

Auftrag Nr. 4480
Anzahl Seiten 30
Anzahl Anlagen 23

| | Vor- und Zuname | Funktion | Unterschrift |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Erstellt und aktualisiert | Milan Richter, DiS. | |  |
| Mitwirkung | Dipl.-Ing. Lucie Phamová, Dip.-Ing. Jindřich Běťák | |  |
| Übersetzt | Dipl.-Ing. Jan Lutrýn | | |
| Überprüft | Josef Žák | Technischer Leiter des Prüflabor |  |
| Genehmigt | Dipl.-Ing. Zdeněk Malkovský | Direktor der Prüfstelle |  |

| Änderung Nr. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Vom | 2014-11-19 | | | | | | | |

Direktor Prüflabor: + 420 251 113 401
Technischer Leiter Prüflabor: + 420 251 113 436
Fax Prag: + 420 251 113 498 oder 499
E-Mail Prag: testing@vukv.cz

Internet: www.vukv.cz

Betrieb Prüflabor Cerhenice: + 420 321 792 460
+ 420 321 792 496
Fax Prüflabor Cerhenice: + 420 321 792 702
E-Mail Cerhenice: cerhenice@vukv.cz

Jede Veröffentlichung dieses Berichts oder der darin enthaltenen Angaben ist nur mit Genehmigung von VÚKV a. s. zulässig.
© VÚKV a. s.

INHALT

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Allgemein..... | 7 |
| 2 | Angaben zum untersuchten Wagentyp | 7 |
| 2.1 | Gemeinsame Angaben | 7 |
| 2.2 | Beschreibung von Prüfvarianten | 9 |
| 2.2.1 | VAR. 1 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Scheibenbremse, ohne Beschichtung | 9 |
| 2.2.2 | VAR. 2 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Typ Niesky, Scheibenbremse, mit Beschichtung | 9 |
| 2.2.3 | VAR. 3 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Scheibenbremse, mit Beschichtung | 10 |
| 2.2.4 | VAR. 4 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Typ Niesky, Scheibenbremse, ohne Beschichtung | 10 |
| 2.2.5 | VAR. 5 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Y25, Klotzbremse, ohne Beschichtung | 10 |
| 2.2.6 | VAR. 6 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Klotzbremse, ohne Beschichtung | 11 |
| 2.3 | Technische Dokumentation | 11 |
| 3 | Prüfanforderungen | 11 |
| 4 | Messwerte und verwendete Geräte | 13 |
| 4.1 | Messwert | 13 |
| 4.2 | Verwendete Geräte | 13 |
| 5 | Beschreibung des Prüfungsablaufs | 14 |
| 5.1 | Messzugkomposition | 14 |
| 5.2 | Akustische Rauheit der Räder | 14 |
| 5.3 | Versuchsstrecke | 15 |
| 5.3.1 | Messungen nach TSI-Lärm | 15 |
| 5.3.1 | Messungen im Bogen von kleinem Radius R = 250 m | 16 |
| 5.4 | Messstelle und Mikrofonposition | 17 |
| 5.4.1 | Messungen nach TSI-Lärm | 17 |
| 5.4.2 | Messungen von Bogen mit kleinem Radius R = 250 m | 20 |
| 5.5 | Messintervall T _p | 20 |
| 5.5.1 | Messungen nach TSI-Lärm | 20 |
| 5.5.2 | Messungen im Bogen mit kleinem Radius R = 250 m | 20 |
| 6 | Prüfergebnisse | 21 |
| 6.1 | Schienenoberflächenrauheit | 21 |
| 6.2 | Abklingrate | 21 |
| 6.3 | Meteorologische Bedingungen | 21 |
| 6.4 | Messunsicherheit | 22 |
| 6.5 | Hintergrundschalldruckpegel | 22 |
| 6.6 | Überprüfen der akustischen Neutralität der benachbarter Wagen | 23 |
| 6.7 | Messungen nach TSI-Lärm | 23 |
| 6.7.1 | Messergebnisse bei der Vorbeifahrt in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24) | 23 |
| 6.7.2 | Messergebnisse bei der Vorbeifahrt in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04) | 25 |
| 6.8 | Messergebnisse bei der Vorbeifahrt durch kleinen Bogenhalbmesser R = 250 m | 27 |
| 7 | Schlussfolgerung | 30 |

ABBILDUNGEN

| | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abb. 1 | – Typenskizze von Prüfgegenständen – Containertragwagen | 8 |
| Abb. 2 | – Typenskizze von Prüfgegenständen – Taschenwagen | 8 |
| Abb. 3 | – Bezeichnung von Prüfgegenständen | 8 |
| Abb. 4 | – Containertragwagen Gattung Sgnss, Scheibenbremse, ohne Beschichtung..... | 9 |
| Abb. 5 | – Taschenwagen Gattung Sdgnss, Scheibenbremse, mit Beschichtung..... | 9 |
| Abb. 6 | – Taschenwagen Gattung Sdgnss, Klotzbremse, ohne Beschichtung | 10 |
| Abb. 7 | – Containerwagen Gattung Sgnss, Klotzbremse, ohne Beschichtung..... | 11 |
| Abb. 8 | – Art der Auswertung des ausgestrahlten Lärms bei der Durchfahrt des Bogens R = 250 m gemäß Kundenanforderung | 12 |
| Abb. 9 | – Messstelle im km 1,3 im Streckenplan des Versuchszentrums Velim | 16 |
| Abb. 10 | – Messstelle im km 0,6 im Streckenplan des Versuchszentrums Velim | 17 |
| Abb. 11 | – Messstelle – TSI, Mikrofone M1 _{TSI} , M2 _{TSI} und M3, optischer Sensor, Vibrationssensor, meteorologische Station | 18 |
| Abb. 12 | – Messstelle – R 250 m, Mikrofone M1 _{TSI} , M2 _{TSI} , M3 und M4, optischer Sensor, meteorologische Station | 19 |
| Abb. 13 | – Prinzipielle Darstellung der Lärmpegelüberprüfung benachbarter Wagen..... | 23 |
| Abb. 14 | – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte – erste Messungskonfiguration lt. TSI (2014- 08-24) | 24 |
| Abb. 15 | – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte – zweite Messungskonfiguration lt. TSI (2014-09-03/04) | 26 |
| Abb. 16 | – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte..... | 29 |

TABELLEN

| | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 | – Geometrische Parameter der Strecke - messungen nach TSI-Lärm..... | 15 |
| Tab. 2 | – Bauparameter der Strecke – messungen nach TSI-Lärm..... | 15 |
| Tab. 3 | – Geometrische Parameter der Strecke - messungen im Bogen R = 250 m..... | 16 |
| Tab. 4 | – Bauparameter der Strecke - messungen im Bogen R = 250 m..... | 16 |
| Tab. 5 | – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-08-24 | 21 |
| Tab. 6 | – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-09-03 | 21 |
| Tab. 7 | – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-09-04 | 22 |
| Tab. 8 | – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-08-29 | 22 |
| Tab. 9 | – Ergebniswerte des Lärms in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24), Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | 25 |
| Tab. 10 | – Ergebniswerte des Lärms in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24), Höchstgeschwindigkeit 120 km/h, umgerechnet auf 80 km/h..... | 25 |
| Tab. 11 | – Ergebniswerte des Lärms in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04), Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | 27 |
| Tab. 12 | – Ergebniswerte des Lärms in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04), Höchstgeschwindigkeit 120 km/h, umgerechnet auf 80 km/h..... | 27 |

ANLAGEN

| Nr. | Benennung | Seiten |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 | TEST CERTIFICATE VÚKV No. 14-D 049 + TEST REPORT VÚKV No. 14-P 049 VZZO Cerhenice Reference Track Section/Rail Acoustic Roughness Measurement according to EN 15610 – measurement on 2014-08-06 and 2014-09-21 | 20 |
| 2 | TEST CERTIFICATE VÚKV No. 14-D 055 + TEST REPORT VÚKV No. 14-P 055 VZZO Cerhenice Reference Track Section / Track Decay Rate Measurement according to EN 15461:2008+A1:2010 – measurement on 2014-02-10 und 2014-10-17 | 22 |
| 3 | TEST REPORT VÚKV No. 14-P 056 ZZO Cerhenice Track Section R = 250 m/Rail Acoustic Roughness Measurement taking account EN 15610 – measurement on 2014-10-07 | 12 |
| 4 | TEST REPORT VÚKV No. 14-P 057 ZZO Cerhenice Track Section R = 250 m / Track Decay Rate Measurement taking account EN 15461:2008+A1:2010 – measurement on 2014-10-07 and 2014-10-30 | 17 |
| 5 | Ergebnisse der Lärmmessungen gemäß TSI – Messungen am 2014-08-24 | 4 |
| 6 | Ergebnisse der Lärmmessungen gemäß TSI - Messungen am 2014-09-03/04 | 4 |
| 7 | Ergebnisse der Lärmmessungen im Bogen R = 250 m – Messungen am 2014-08-28 | 8 |
| 8 | Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt nach TSI und Achsanordnung – Messung am 2014-08-24 | 1 |
| 9 | Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt nach TSI und Achsanordnung – Messung am 2014-09-03/04 | 1 |
| 10 | Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt R = 250 m und Achsanordnung – Messung am 2014-08-29 | 1 |
| 11 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen - Messung am 2014-08-24, Recording 063, Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 81,7 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |
| 12 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen - Messung am 2014-08-24, Recording 059, Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 120,6 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |
| 13 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen - Messung am 2014-09-03, Recording 008 (LOKO 109E), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 80,0 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |
| 14 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen - Messung am 2014-09-03, Recording 011 (LOKO 109E), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 119,8 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |
| 15 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen - Messung am 2014-09-03, Recording 018 (LOKO Br.124), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 83,0 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |
| 16 | Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen – Messung am 2014-09-03, Recording 019 (LOKO Br.124), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 121,5 \text{ km/h}$, L_{Aeq} | 2 |

| <i>Nr.</i> | <i>Benennung</i> | <i>Seiten</i> |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 17 | Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M2 und M4 Messung am 2014-08-29, Recording 007, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug gezogen Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M1 und M3 Messung am 2014-08-29, Recording 007, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug gezogen | 2 |
| 18 | Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M2 und M4 Messung am 2014-08-29, Recording 008, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug geschoben Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M1 und M3 Messung am 2014-08-29, Recording 008, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug geschoben | 2 |
| 19 | Loco 124.601-6 wheel roughness, 1st and 3rd September 2014 | 3 |
| 20 | Loco 380-007-7 wheel roughness, 3rd September 2014 | 3 |
| 21 | Wheel roughness, 25th – 27th August 2014 | 21 |
| 22 | Dimensionen des Wagens (nach der Typenzeichnung) | 2 |
| 23 | Meteorologische Bedingungen am 2014-08-24 – TSI Lärm Meteorologische Bedingungen am 2014-09-03 – TSI Lärm Meteorologische Bedingungen am 2014-09-04 – TSI Lärm Meteorologische Bedingungen am 2014-08-29 – R = 250 m | 12 |

ÄNDERUNGSVERZEICHNIS

| Änd. Nr. | Betrifft Seiten Nr./Änderungsbeschreibung |
|-------------|-------------------------------------------|
| 1 | |
| 2 | |

Verzeichnis benutzter Abkürzungen

| | | |
|----------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L_{pAeq,Tp} | dB(A) | A-bewerteter äquivalenter Schalldruckpegel, gemessen im Zeitintervall T _p |
| L_{pA} | dB(A) | Schalldruckpegel |
| T_p | ms | Messintervall |
| l | m | Länge des geprüften Wagens über Puffer |
| V_{skut.} | km/h | tatsächliche Geschwindigkeit des am Mikrofonstandort vorbeifahrenden Wagens |
| T.K. | – | Schienenoberkante |
| VŽZO | – | Grosser Eisenbahn-Versuchsring |
| ŽZO | – | Eisenbahn-Versuchsring |
| VUZ | – | Eisenbahn-Forschungsinstitut |
| ID | – | Identifikationsnummer der Messung |
| TSI-Lärm | – | Beschluss der Kommission 2011/229/EU vom 4. April 2011 über die Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge – Lärm“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems |

1 Allgemein

Die Vergleichsmessung der Lärmausstrahlung bei der Vorbeifahrt hat die Firma VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Tschechische Republik (Auftragnehmer) hat die Prüfstelle für Schienenfahrzeuge und Container VÚKV a. s., akkreditiertes Prüflabor Nr. 1085, auf Grund der Bestellung FOG/JOH/SCEI-9MPJWS der Firma HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Schweiz (Auftraggeber) durchgeführt.

Die Bestellung wurde am 2014-08-05 auf Grund der vorgelegten Bestellung VÚKV N1810a gesendet. Der Auftrag ist bei der VÚKV a.s. unter Nr. 4480/2014 geführt. Auf Grund der Anforderungen des Auftraggebers wurden die ergänzenden Prüfungen im erweiterten Umfang im Übereinstimmen mit dem vorgelegten Angebot Nr. 1850 durchgeführt.

Die Lärmprüfungen fanden am 2014-08-24, 2014-09-03/04 im Strecken-km 1,3 des Referenzabschnitts VZZO Cerhenice, bestimmt für das Messen der akustischen Parameter der Fahrzeuge, statt. Die Prüfung des ausgestrahlten Lärms während der Durchfahrt des Bogens mit kleinem Halbmesser $R = 250 \text{ m}$ fand am 2014-09-29 statt.

Die Fahrzeuge wurden zur Prüfung am 2014-08-24 beigestellt und der Messzug wurde am gleichen Tag zusammengestellt.

Die Prüfung haben die Mitarbeiter der Prüfstelle für Schienenfahrzeuge und Container VÚKV a.s. Frau Dipl.-Ing. Lucie Phamová und Herren Dipl.-Ing. Jindřich Běťák und Petr Polívka unter der Leitung von Milan Richter, DiS. vorbereitet und durchgeführt.

Bei der Prüfung nahmen teil: Michael John (HUPAC), Detlef Kappler (WBN Waggonbau Niesky), Dott. Ing. Eugenio Moro (HUPAC)

2 Angaben zum untersuchten Wagentyp

2.1 Gemeinsame Angaben

Die Prüfgegenstände waren acht Güterwagen von zwei Typen – Containertragwagen (CT) 60' und Taschenwagen (T) T4.2 mit verschiedenen Modifikationen des Fahrgestells; insgesamt wurden sechs Prüfvarianten, die im nachfolgenden Absatz definiert werden.

Gemeinsame Eigenschaften von zwei Wagentypen – Auswahl von Angaben mit Rücksicht auf die durchgeführte Prüfung:

Containertragwagen (CT) 60'

| | |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Gattung | Sgnss |
| Höchstgeschwindigkeit – Wagen leer | 120 km/h |
| Höchstgeschwindigkeit – max. Achslast 22,5 t | 100 km/h |
| Wagenlänge über Puffer | 20 000 mm |
| Drehzapfenabstand | 14 460 mm |
| Drehgestellachsstand | 1 800 mm |
| Höhe über SOK | 1 155 mm |
| Raddurchmesser (Neuräder) | 920 mm |
| Spurweite | 1 435 mm |
| Druckluftbremse | DK-GP-A |
| Eigengewicht (Wagengewicht bei den Prüfungen) | ca. 17 600 kg |
| Max. Gewicht des beladenen Wagens | 90 000 kg |
| Hersteller | JOSEF MAYER Transport Technology AG CH 4310 Rheinfelden |

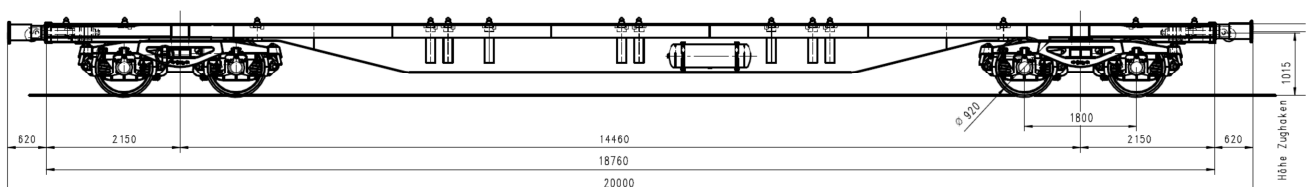


Abb. 1 – Typenskizze von Prüfgegenständen – Containertragwagen

Taschenwagen (T) T4.2

| | |
|-----------------------------------------------|---------------|
| Gattung | Sdgnss |
| Höchstgeschwindigkeit – Wagen leer | 120 km/h |
| Höchstgeschwindigkeit – max. Achslast 22,5 t | 100 km/h |
| Wagenlänge über Puffer | 20 000 mm |
| Drehzapfenabstand | 14 200 mm |
| Drehgestellachsstand | 1 800 mm |
| Höhe über SOK | 1 155 mm |
| Raddurchmesser (Neuräder) | 920 mm |
| Spurweite | 1 435 mm |
| Druckluftbremse | DK-GP-A |
| Eigengewicht (Wagengewicht bei den Prüfungen) | ca. 22 000 kg |
| Max. Gewicht des beladenen Wagens | 90 000 kg |

Alle Wagen befanden sich während der Prüfung im Leerzustand.

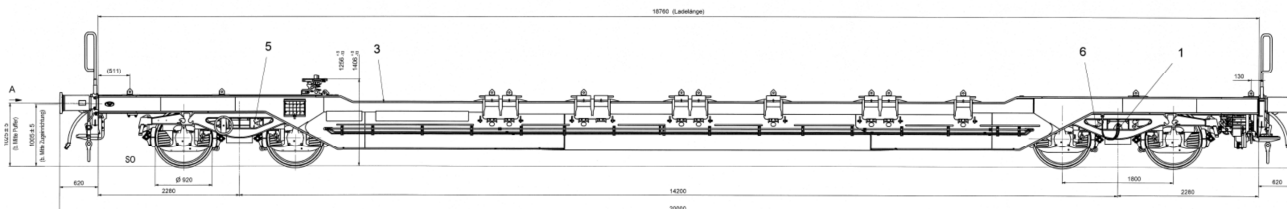


Abb. 2 – Typenskizze von Prüfgegenständen – Taschenwagen



Abb. 3 – Bezeichnung von Prüfgegenständen

2.2 Beschreibung von Prüfvarianten

Der Pegel des ausgestrahlten Lärms wurde immer für ein Paar gleicher Wagen in den folgenden Varianten festgestellt:

2.2.1 VAR. 1 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Scheibenbremse, ohne Beschichtung



Abb. 4 – Containertragwagen Gattung Sgnss, Scheibenbremse, ohne Beschichtung

| | |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| Nr. des ersten Wagens | 33 85 4576 455-1 |
| Herst.-Nr. des ersten Wagens | 3903 (Baujahr 2008) |
| Herst.-Nr. der Drehgestelle des ersten Wagens | 74790, 74791 (Baujahr 2014) |


| | |
|------------------------------------------------|---------------------|
| Nr. des zweiten Wagens | 33 85 4576 335-5 |
| Herst.-Nr. des zweiten Wagens | 3699 (Baujahr 2008) |
| Herst.-Nr. der Drehgestelle des zweiten Wagens | 74792, 74793 |

| | |
|----------------|-----------------------------|
| Drehgestelle | Y25Ls1 – Tatavagónka Poprad |
| Radsatz-Bauart | R60 von Lucchini DP_OT34_1 |
| Tragfeder | Schraubenfeder |

2.2.2 VAR. 2 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Typ Niesky, Scheibenbremse, mit Beschichtung



Abb. 5 – Taschenwagen Gattung Sdgnss, Scheibenbremse, mit Beschichtung

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 10 von 30 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|

Nr. des ersten Wagens 33 85 452 6 017-0
Herst.-Nr. des ersten Wagens 47432 (Baujahr 2007)
Herst.-Nr. der Drehgestelle des ersten Wagens 55326, 55329 (Baujahr 2014)

Nr. des zweiten Wagens 33 85 452 6 018-8
Herst.-Nr. des zweiten Wagens 47433 (Baujahr 2007)
Herst.-Nr. der Drehgestelle des zweiten Wagens 55327, 55328

Drehgestellbauart DRRS25-LD – Waggonbau Niesky
Radsatz-Bauart R60 von Lucchini DP_OT34_1
Tragfeder Gummirollfeder

2.2.3 VAR. 3 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Scheibenbremse, mit Beschichtung

Die Angaben zu den Wagen entsprechend der Variante 1 (siehe Abs. 2.2.1), bei der die Radsätze gegen Radsätze mit Beschichtung ausgetauscht wurden.

2.2.4 VAR. 4 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Typ Niesky, Scheibenbremse, ohne Beschichtung

Die Angaben zu den Wagen entsprechend der Variante 2 (siehe Abs. 2.2.2), bei der die Radsätze gegen Radsätze ohne Beschichtung ausgetauscht wurden.

2.2.5 VAR. 5 – Zwei Taschenwagen, Drehgestelle Y25, Klotzbremse, ohne Beschichtung

Diese Variante wurde in den Messzug ohne Änderung sowohl in der ersten (am 2014-08-24) als auch der zweiten (2014-09-03/04) Konfiguration der Messung gleich eingereiht.

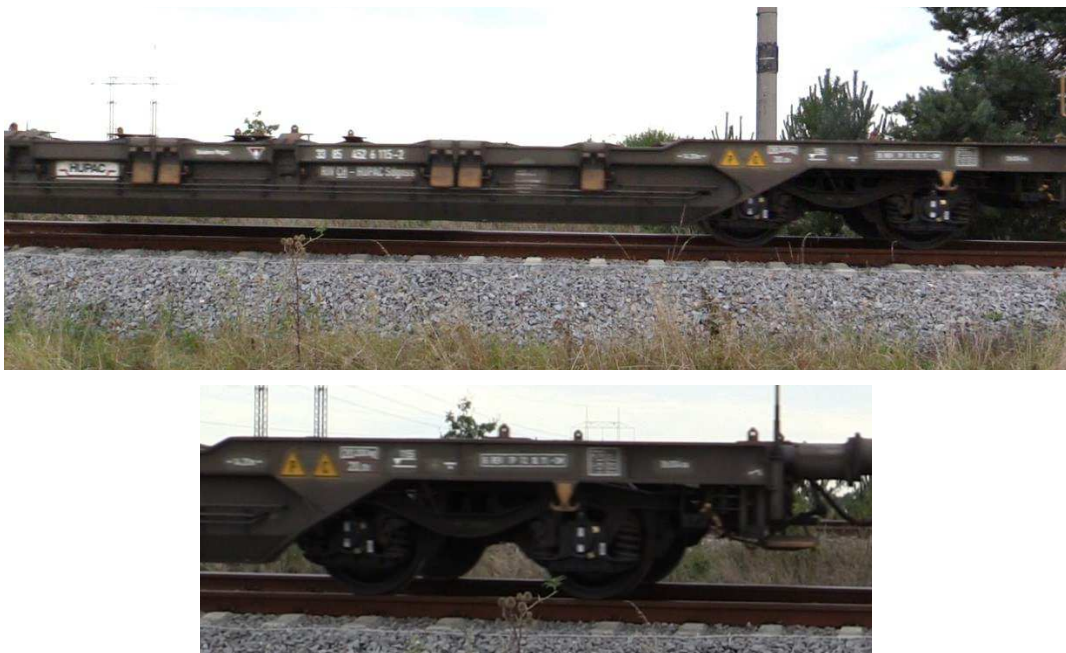


Abb. 6 – Taschenwagen Gattung Sdgnss, Klotzbremse, ohne Beschichtung

Nr. des ersten Wagens 33 85 4526 130-1
Herst.-Nr. des ersten Wagens 032 (Baujahr 2011)
Herst.-Nr. der Drehgestelle des ersten Wagens 59036, 59067 (Baujahr 2011)

Nr. des zweiten Wagens 33 85 4526 115-2
Herst.-Nr. des zweiten Wagens 017 (Baujahr 2011)
Herst.-Nr. der Drehgestelle des zweiten Wagens 59042, 59045

Drehgestellbauart Y25 Lssi-K und Y25 Lssif-K
Bremssohle K (Jurid 816M)
Tragfeder Schraubenfeder

2.2.6 VAR. 6 – Zwei Containertragwagen, Drehgestelle Y25, Klotzbremse, ohne Beschichtung

Diese Variante wurde in den Messzug ohne Änderung sowohl in der ersten (am 2014-08-24) als auch der zweiten (2014-09-03/04) Konfiguration der Messung gleich eingereiht.



Abb. 7 – Containerwagen Gattung Sgnss, Klotzbremse, ohne Beschichtung

| | |
|------------------------------------------------|-----------------------------|
| Nr. des ersten Wagens | 33 85 4576 340-5 |
| Herst.-Nr. des ersten Wagens | 3701 (Baujahr 2008) |
| Herst.-Nr. der Drehgestelle des ersten Wagens | 26532, 26337 (Baujahr 2008) |
| Nr. des zweiten Wagens | 33 85 4576 428-8 |
| Herst.-Nr. des zweiten Wagens | 3832 (Baujahr 2008) |
| Herst.-Nr. der Drehgestelle des zweiten Wagens | 30216, 30481 (Baujahr 2008) |
| Drehgestelle | Y25 Lssi-K und Y25 Lssif-K |
| Radsätze | Db11sa RSL 22,5 t |
| Bremssohle | K (Jurid 816M) |
| Tragfeder | Schraubenfeder |

2.3 Technische Dokumentation

| | |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Typenzeichnung des Wagens | 4achs. Taschenwagen, Zeichnung Nr.5.283-01.00.00:000/0, Ausgabedatum 2006-11-02 |
| Typenzeichnung des Wagens | Containertragwagen Sgnss CTW 2004, Zeichnung Nr. 2-133 057 Ausgabedatum 2004-07-19 |


Die Typenzeichnungen sind in die **Anlage Nr. 22** einbezogen.

3 Prüfanforderungen

Die Prüfung wurde im Übereinstimmen mit dem Vorgang, abgestimmt zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer, erstellt auf Grund der Anforderungen von TSI-Lärm 2011/229/EU „Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems“ und EN ISO 3095:2013 „Bahnanwendungen – Akustik – Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen“ durchgeführt.

Die Prüfung ist unter den folgenden Bedingungen durchzuführen:

- die Mikrophonachse muss jeweils horizontal liegen und zum Gleis gerichtet sein, die Positionen der Mikrophone befinden sich auf beiden Wagenseiten im Abstand von 7,5 m zur Längsachse des Gleises in $(1,2 \pm 0,2)$ m Höhe über SOK;
- die Messungen sind von beiden Seiten entlang der Wagenlängsachse durchzuführen;

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 12 von 30 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|

- die Radlaufflächen von allen geprüften Wagen werden in der Zeit von mindestens 1 000 km einzu-fahren;
- den äquivalente Schalldruckpegel $L_{pAeq,Tp}$ [dB(A)] ist als Deskriptor des Messungen anzuwenden;
- Lärmprüfungen in der ersten Konfiguration des Messzuges (VAR. 1, 2 ,5 und 6);
- Lärmprüfungen in der zweiten Konfiguration des Messzuges (VAR. 3, 4, 5 und 6);
- die Messungen sind bei der Vorbeifahrt des Wagens (es sind die Lärmemissionen jedes Wagen-typs für alle Variante zu messen) mit einer Referenzgeschwindigkeit von 80 km/h und mit der Höchstgeschwindigkeit des Wagens, im vorliegenden Fall 120 km/h ± 3 %, durchzuführen;
- für jeden Messort sind mindestens drei Messungen mit arithmetischem Mittelwert von diesen Mes-sungen, durchzuführen;
- es sind die Terzoktavanalysen zu messen.

Zustand der Fahrzeuge:

- alle Fahrzeuge müssen bei der Prüfung im Leerzustand sein;
- die Radlaufflächen der Fahrzeuge sollen im guten Zustand und frei von jeder Unregelmäßigkeit wie Beschädigungen oder Flachstellen.

Prüfbedingungen:

- die Messungen sind auf der Strecke mit Freischallfeld durchzuführen;
- der Prüfabschnitt muss gut gewartet werden, die Neigung darf höchstens 3:1000 und der Bogen-halbmesser $R \geq 3000$ m sein;
- die Messungen sind nur bei der Windgeschwindigkeit von weniger als 5 m/s, ohne Regen oder Schneefall durchzuführen;
- der Raum zwischen dem Fahrzeug und den Mikrofons darf nicht überschwemmt sein und muss maximal wie möglich frei von den schallschluckenden Stoffen (z. B. Schnee, hohe Vegetation, an-dere Gleise) oder mit reflektierender Oberfläche (z. B. Wasser, Eis) sein;
- von jeder Variante werden zwei Fahrzeuge bereitgestellt und das Messen der Schalldruckpegel bei der Vorbeifahrt wird im Intervall T_p entsprechend TSI Lärm (von der Hälfte des ersten zur Hälfte des zweiten Fahrzeugs) durchgeführt;
- die Prüfung wird auf dem Referenzabschnitt für die Lärmmessung auf dem großen Testring in der Tschechischen Republik, der für das Messen der akustischen Parameter der Fahrzeuge bestimmt ist.

Auf Kundenanforderung wurden weitere Prüfungen und zusammenhängende Tätigkeiten durchge-führt:

- die erste Orientierungsmessung der akustischen Rauigkeit der Räder auf einer gewählten Wagen-seite (links/rechts) der zu prüfenden Wagen;
- Messung der akustischen Rauheit der Räder nach Messung der ersten Konfiguration (die Messung der akustischen Rauheit wird im Stillstand auf den abgestellten Wagen durchgeführt);
- Radsatztausch von insgesamt 8 Stk. Radsätze (4 Stk. Radsätze ohne Beschichtung aus zwei Con-tainertragwagen gegen 4 Stk. Radsätze mit Beschichtung aus den Taschenwagen);
- Messung bei der Durchfahrt von Bogen mit kleinem Radius $R = 250$ m;
- Ermittlung der Parameter des Lärmreferenzabschnitts des Testrings:
 - Messen der Schienenoberflächenrauigkeit nach EN 15610,
 - Messen Abklingrate (der Stufe der dynamischen Dämpfung) nach EN 15461;
- Messung des ausgestrahlten Lärms bei der Durchfahrt von Bogen mit kleinem Radius $R = 250$ bei den Geschwindigkeiten 15, 20 u. 40 km/h

Ist: im Bogen



Abb. 8 – Art der Auswertung des ausgestrahlten Lärms bei der Durchfahrt des Bogens $R = 250$ m gemäß Kundenanforderung

4 Messwerte und verwendete Geräte

4.1 Messwert

Der äquivalente Schalldruckpegel $L_{pAeq,Tp}$ ist durch folgende Formel definiert:

$$L_{pAeq,Tp} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

mit

| | |
|---------------|----------------------------------------------------|
| $L_{pAeq,Tp}$ | A-bewerteter äquivalenter Schalldruckpegel [dB(A)] |
| $t_2 - t_1$ | gemessenes Messintervall T [s] |
| $p_A(t)$ | A-bewerteter augenblicklicher Schalldruck [Pa] |
| p_0 | Referenzschwellenwert $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ |

Die Prüfungen wurden bei der Vorbeifahrt des Messzuges am Messort für die folgenden Nenngeschwindigkeiten durchgeführt:

- Referenzgeschwindigkeit 80 km/h;
- Höchstgeschwindigkeit 120 km/h.

4.2 Verwendete Geräte

Zur Messung des Schalldruckpegels wurde die Apparatur Modular Precision Sound Analyzer Type 2260 der Firma Brüel & Kjaer herangezogen.

- als Schallpegelmesser wurde Investigator 2260 Herst.-Nr. 1875604, ausgerüstet mit der Firmware BZ 7202 und BZ 7203, verwendet;
- um den Lärm zu erfassen, wurde ein Kondensator-Mikrophon der Firma Brüel & Kjaer Typ Falcon 4189 Herst.-Nr. 1869200, für freies Schallfeld, Empfindlichkeit 50 mV/V, Polarisation 0 V, Frequenzbereich 6 Hz – 20 kHz, herangezogen;
- zur Kalibrierung der Messkette wurde ein Pistonfon der Firma Brüel & Kjaer Typ 4220, Herst.-Nr. 1048898, verwendet;
- der atmosphärische Druck wurde mit Hilfe des Luftdruckmessers Brüel & Kjaer UZ 003 gemessen;
- zur Abstandsbestimmung wurde ein 30 m langes Stahlmessband, Richter, Herst.-Nr. 749/10 verwendet;
- für das Messen und Aufzeichnen der Temperatur, relativen Luftfeuchtigkeit und des absoluten Luftdrucks wurde die meteorologische Station Davis Vantage Pro 2, Herst.-Nr. A110504A060 benutzt;
- zur Synchronisierung wurden Aufnahmen der digitalen Videokamera CANON, Typ XA 25, verwendet.

Für das Messen des akustischen Drucks und der Vibrationen am Schienenfuß wurde eine weitere Apparatur des Herstellers Brüel & Kjaer herangezogen. Die Messkette setzte sich aus:

- der Messapparatur PULSE für die Mehrkanalmessung PULSE, Typ LAN-XI 51,2 kHz, 6 Kanäle;
- drei Mikrophenen vom Typ 2671 für akustisches Freifeld, TEDS;
- Aufnehmer von Vibrationen, angebracht am Schienenfuß, Hersteller Brüel & Kjaer, Typ 4534-B-001, Herst.-Nr. 30030, Messumfang bis 12,8 kHz;
- Kalibrator zum Nachweis der Kalibrationswerten einzelner Kanäle, Typ 4231, Herst.-Nr. 3000253.

Zum Synchronisieren mit der Schallaufzeichnung und zum unabhängigen Feststellen der Fahrgeschwindigkeit wurde das Paar optischer Sensoren Typ IDEC SA1U-B02MW, die die vorbeifahrenden Räder detektieren, benutzt; ein davon wurde in der Ebene des Mikrofons, der zweite 21 m weiter in der Fahrtrichtung (außer des Messens im Bogen R = 250 m) untergebracht.

Alle mit dem Schallpegelmesser erfassten Werte wurden mit A-bewertetem Filter mit der Zeitbewertung verarbeitet und in dB(A) ausgedrückt.

Die ganze Messapparatur erfüllt die Anforderungen der EN 60804 für die Einrichtungen des Typs 1.

5 Beschreibung des Prüfungsablaufs

5.1 Messzugkomposition

Der Messzug wurde aus den folgenden Fahrzeugen zusammengestellt:

Messung am 2014-08-24 – TSI Lärm – die erste Konfiguration des Messzuges

- Lokomotive CZ-VUZ 91 54 7 124 601-6, Länge über Puffer 17 210 mm
- 1 – akustischer Rahmenwagen: Sgnss Nr. 33 85 **4576 362-9**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 2 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 455-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 3 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 335-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 4 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 017-0**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 5 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 018-8**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 6 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 130-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 7 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 115-2**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 8 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 340-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 9 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 428-8**, Länge über Puffer 20 000 mm

Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt gemäß TSI und Achsanordnung – siehe **Anlage 8**.

Messung am 2014-09-03/04 – TSI Lärm – die zweite Konfiguration des Messzuges

- Lokomotive CZ-VUZ 91 54 7 124 601-6, Länge über Puffer 17 210mm, später ersetzt mit
- Lokomotive ŠKODA Typ 109E (380) Nr. 380 007-5, Länge über Puffer 18 000 mm
- 1 – akustischer Rahmenwagen: Sgnss Nr. 33 85 **4576 362-9**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 2 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 340-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 3 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 428-8**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 4 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 335-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 5 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 **4576 455-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 6 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 018-8**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 7 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 017-0**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 8 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 130-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 9 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 **4526 115-2**, Länge über Puffer 20 000 mm

Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt gemäß TSI-Lärm und Achsanordnung – siehe **Anlage 9**.

Messung am 2014-08-29 – R = 250 m


- Lokomotive CZ VUZ 92 54 2 740 420-5, Länge über Puffer 13 600 mm
- 1 – akustischer Rahmenwagen: Sgnss Nr. 33 85 4576 **362-9**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 2 – akustischer Rahmenwagen: Sgnss Nr. 33 85 4576 **362-9**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 3 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 4576 **455-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 4 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 4576 **335-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 5 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 452 6 **017-0**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 6 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 452 6 **018-8**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 7 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 452 6 **130-1**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 8 – geprüfter Wagen Sdnss Nr. 33 85 452 6 **115-2**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 9 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 4576 **340-5**, Länge über Puffer 20 000 mm
- 10 – geprüfter Wagen Sgnss Nr. 33 85 4576 **428-8**, Länge über Puffer 20 000 mm

Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt R = 250 m und Achsanordnung – siehe **Anlage 10**.

Die Radlaufflächen der Wagen wurden im Voraus begutachtet.

5.2 Akustische Rauheit der Räder

Die Prüfung wurde mit Einfahren von Radlaufflächen begonnen um Radlaufflächen von allen Radsätzen, die 1 000 km schon gelaufen sind, auf gleichen Stand zu bringen.

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 15 von 30 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|

Die Wagen des Messzuges wurden unter den im Betrieb auftretenden Bedingungen eingefahren, die Bedingungen der TSI-Lärm wurden erfüllt.

Nach der Beistellung der Fahrzeuge in das Prüflabor wurde vor der Prüfung die visuelle Kontrolle der Radlaufflächen bei allen Fahrzeugen durchgeführt. Ebenfalls wurde auch die erste Orientierungsmessung der akustischen Rauheit der Räder auf einer gewählten Wagenseite (rechts) der zu prüfenden Wagen – gemessen 2014-08-21, siehe **Anlage 21** (entspricht den blauen Linien in den grafischen Darstellungen) – durchgeführt.

Der Zustand der Radlaufflächen wurde nach der Prüfung fotografisch dokumentiert und auf allen Radlaufflächen der zu prüfenden Wagen wurde die Messung der akustischen Rauheit – gemessen am 2014-08-26/27 – siehe **Anlage 21** (entspricht den grünen Linien in den grafischen Darstellungen) durchgeführt.

Die akustische Rauheit der Radlaufflächen wurde für Orientierung auch auf den beiden während der Prüfung im Referenzabschnitt für das Messen der Lärmprüfungen gemäß TSI verwendeten Lokomotiven gemessen:

- Lokomotive Nr. 124 601-6 – siehe **Anlage 19**

Die Messung wurde am 2014-09-01 (entspricht den grünen Linien in den grafischen Darstellungen) und am 2014-09-03 (entspricht den Magenta-Linien in den grafischen Darstellungen) durchgeführt:

- Lokomotive Nr. 380 007-7 – siehe **Anlage 20**

Die Messung wurde am 2014-09-03 (entspricht den Magenta-Linien in den grafischen Darstellungen)

Die akustische Rauheit der Räder der Lokomotive mit der Bezeichnung 21 u. 31 konnte auf Grund des Zutritts zu den Radlaufflächen nicht gemessen werden (es war technisch nicht durchführbar, die festgelegte Minimallänge des Radausschnitts für die Berechnung der akustischen Rauheit zu messen).

Die akustische Rauheit der Radlaufflächen wurde immer auf den stehenden Fahrzeugen (Lokomotiven) gemessen. Es war technisch nicht durchführbar, die Hebeeinrichtung anzuwenden und die Messung auf den frei drehbaren Rädern durchzuführen.

5.3 Versuchsstrecke

5.3.1 Messungen nach TSI-Lärm

Für die Messungen wurde der Abschnitt der Versuchsstrecke VŽZO verwendet, der die Anforderungen der TSI-Lärm in Bezug auf Rauheit (siehe **Anlage 1**; gemessen am 2014-08-06 und wiederholt auf Kundenwunsch am 2014-09-21) und dynamische Dämpfung erfüllt (siehe **Anlage 2**; gemessen am 2014-02-10 und wiederholt auf Kundenwunsch am 2014-10-17). Es handelt sich um einen geraden Abschnitt der Versuchsstrecke VŽZO zwischen den Kilometern 0,1...2,0. Die Messstelle befand sich auf dem VŽZO im km 1,3 – siehe **Abb. 9**. Die geometrischen Parameter der Strecke mit dem Referenzabschnitt sind der **Tabelle 1**, die Bauparameter der Strecke der **Tabelle 2** zu entnehmen.

Tab. 1 – Geometrische Parameter der Strecke - messungen nach TSI-Lärm

| Strecke | Gleis | Überhöhung [mm] | Streckensteigung [‰] | Spurweite [mm] | Schieneneneinbauneigung | Messort [km] |
|---------|--------|-----------------|----------------------|----------------|-------------------------|--------------|
| VŽZO | gerade | 0 | 0,00 | 1 435 | 1:40 | 1,300 |

Die Bauparameter der Strecke sind der **Tab. 3** zu entnehmen.

Tab. 2 – Bauparameter der Strecke – messungen nach TSI-Lärm

| Gleisunterbau | Schotterbetthöhe | Schwellentyp | Schientyp | Schienenunterlageplatte | Befestigung |
|---------------|------------------|--------------|-----------|-------------------------|-------------|
| Erdmaterial | 0,8...1,0 m | Beton, B 91 | UIC 60 | EVA Zw 687a | SKL 14 W14 |

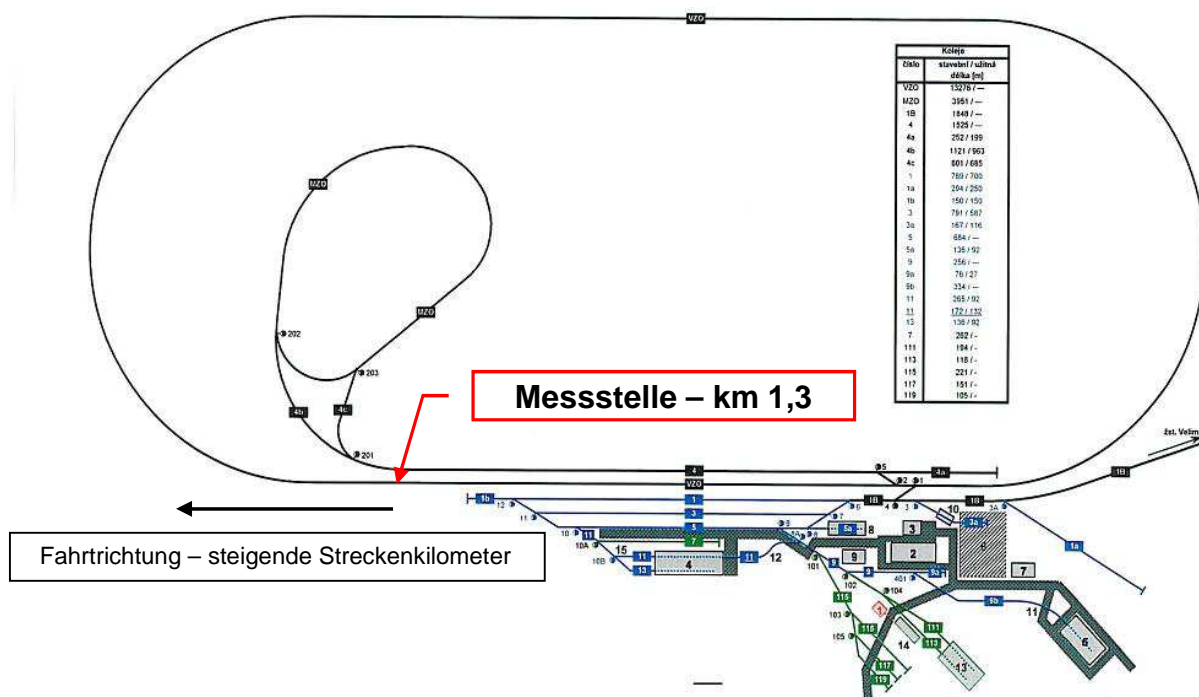


Abb. 9 – Messstelle im km 1,3 im Streckenplan des Versuchszentrums Velim

5.3.1 Messungen im Bogen von kleinem Radius $R = 250$ m

Für die Messungen wurde ein Bogen mit kleinem Radius von $R = 250$ m verwendet, der die Anforderungen der TSI-Lärm in Bezug auf Rauheit (siehe **Anlage 3**; gemessen auf Kundenwunsch am 2014-10-07) und dynamische Dämpfung erfüllt (siehe **Anlage 4**; gemessen auf Kundenwunsch an der ersten Messstelle am 2014-10-07 und an der zweiten Messstelle am 2014-10-30). Es geht um einen Bogen $R = 250$ m, der als Verbindungsgleis zum kleinen Testring dient. Die Messstelle befand sich im km 0,600 – siehe **Abb. 10**. Die geometrischen Parameter der Strecke mit dem Referenzabschnitt sind der **Tabelle 3**, die Bauparameter der Strecke der **Tabelle 4** zu entnehmen.

Tab. 3 – Geometrische Parameter der Strecke - messungen im Bogen $R = 250$ m

| Strecke | Gleis | Überhöhung [mm] | Streckensteigung [‰] | Spurweite [mm] | Schienenneigung | Messort [km] |
|---------|-------------|-----------------|----------------------|----------------|-----------------|--------------|
| MŽZO | $R = 250$ m | 0 | 0,00 | 1 435 | 1:40 | 0,600 |

Die Bauparameter der Strecke sind der **Tab. 3** zu entnehmen.

Tab. 4 – Bauparameter der Strecke - messungen im Bogen $R = 250$ m

| Gleisunterbau | Schotterbetthöhe | Schwellentyp | Schienentyp | Schienenunterlageplatte | Befestigung |
|---------------|------------------|--------------|-------------|-------------------------|-------------|
| Erdmaterial | 0,8 | Beton, B91S | S49 | Wfp14k | 14 V12 |

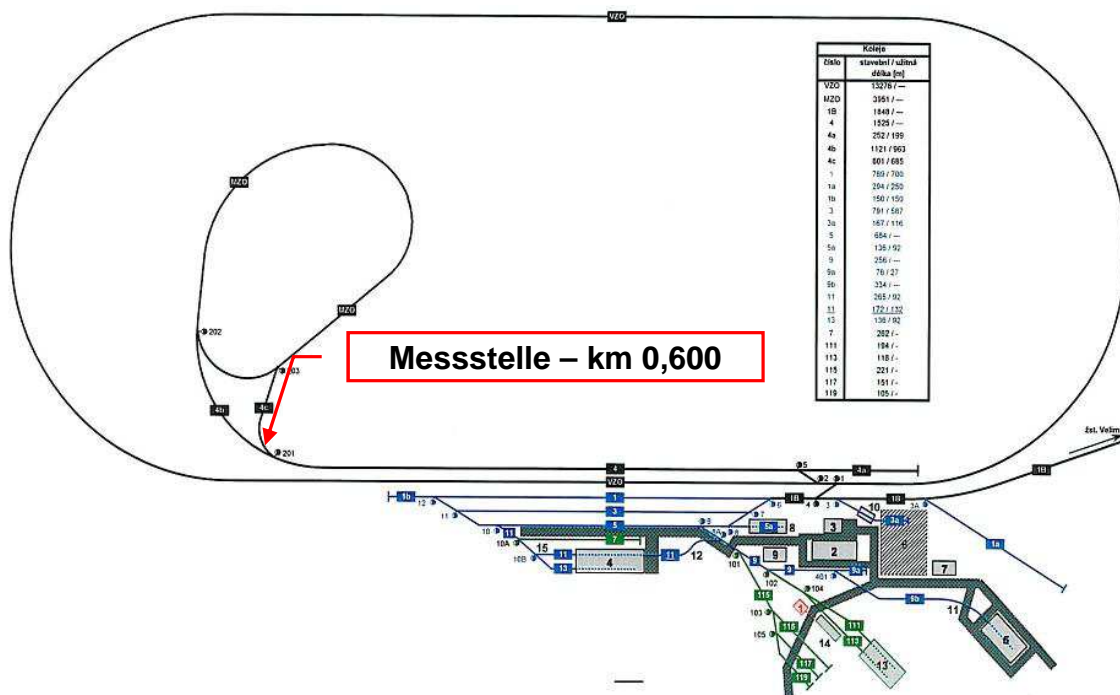


Abb. 10 – Messstelle im km 0,6 im Streckenplan des Versuchszentrums Velim

5.4 Messstelle und Mikrofonposition

5.4.1 Messungen nach TSI-Lärm

Die Anordnung des Mikrofons – siehe **Abb. 11** – die genannte Stelle des Versuchsringes erfüllt die Freifeldbedingungen.

Die Mikrofonachse lag horizontal und war zum Gleis gerichtet, die Positionen des Mikrofons befanden sich auf beiden Wagenseiten im Abstand von 7,5 m zur Gleisachse in einer Höhe über SOK von $(1,2 \pm 0,2)$ m. Der Mikrofon M3, ergänzt über den Rahmen der Anforderungen von TSI-Lärm, wurde auf der Seite des Mikrofons M1 in der Höhe von SOK in der Entfernung 0,5 m vom Innenschienenstrang untergebracht.

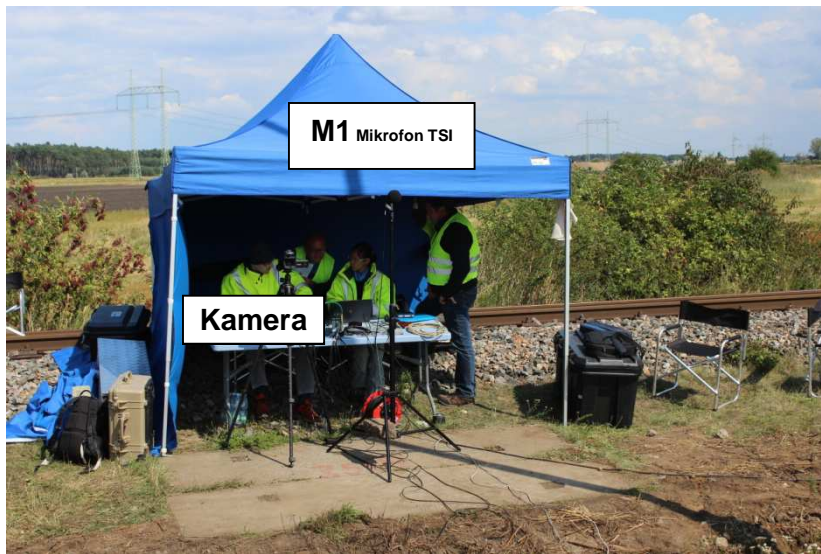
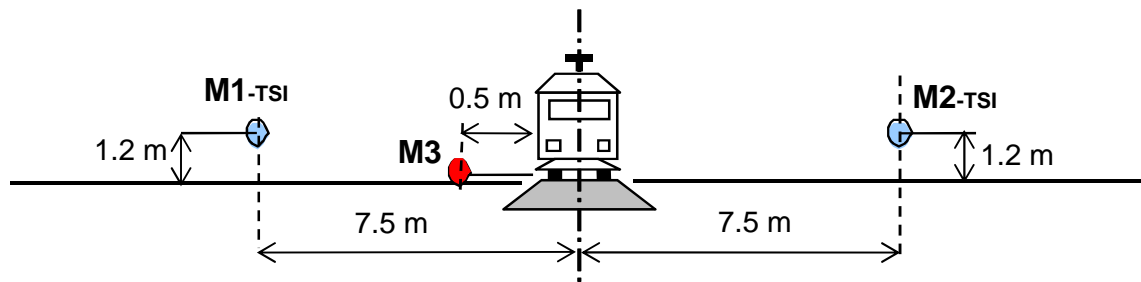


Abb. 11 – Messstelle – TSI, Mikrofone M1_{TSI}, M2_{TSI} und M3, optischer Sensor, Vibrationssensor, meteorologische Station

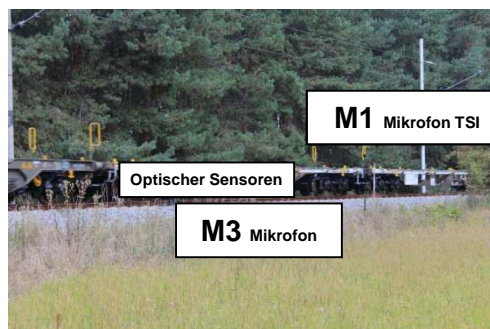
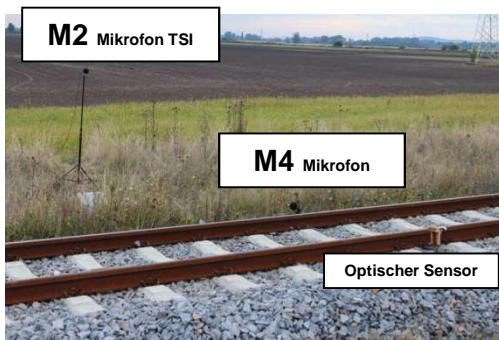
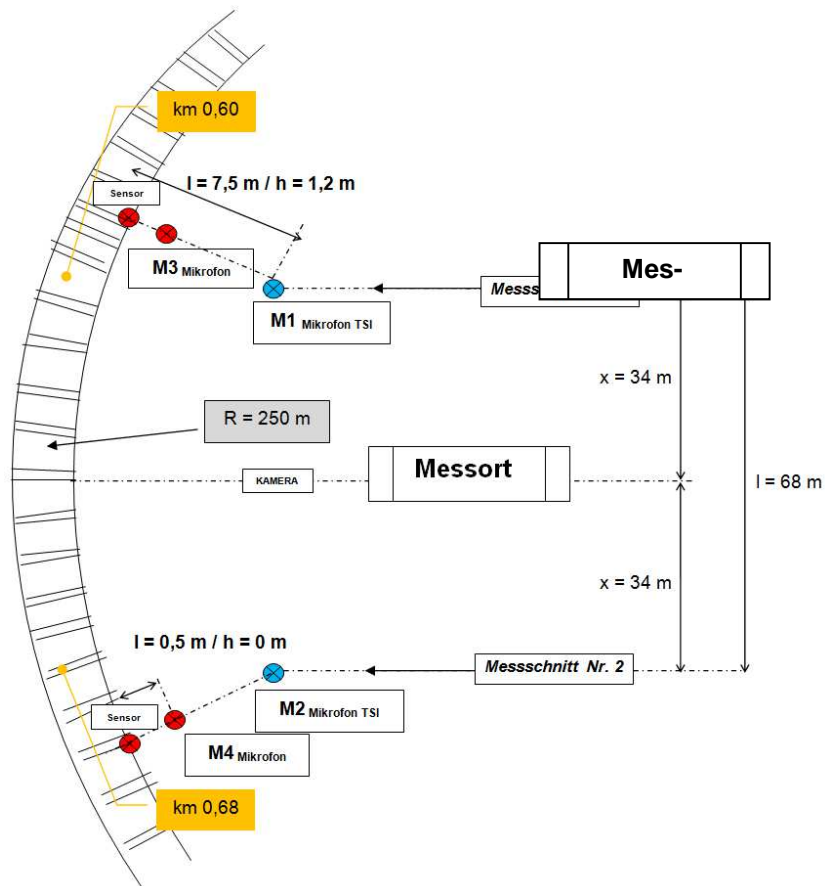



Abb. 12 – Messstelle – R 250 m, Mikrofone M1_{TSI}, M2_{TSI}, M3 und M4, optischer Sensor, meteorologische Station

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 20 von 30 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|----------------|

5.4.2 Messungen von Bogen mit kleinem Radius R = 250 m

Die Anordnung des Mikrofons – siehe **Abb. 12** – die genannte Stelle des Teststrings erfüllt die Freifeldbedingungen. Die Messung verlief in zwei Querschnitten senkrecht zur Gleisachse.

Während der Prüfung im Bogen R = 250 m wurden zwei Messschnitte in der Entfernung 76 m voneinander festgelegt. In jeder Schnittebene wurden 2 Mikrofone und Sensor der Raddurchfahrt untergebracht. Die tatsächliche Durchfahrtsgeschwindigkeit wurde auf Grund des bekannten Drehzapfenabstands der Fahrzeuge festgestellt.

Die Mikrofonachse lag horizontal und war zum Gleis gerichtet, die Positionen des Mikrofons befanden sich auf einer Wagenseite (Bogeninnenseite) im Abstand von 7,5 m zur Achse des Gleises in einer Höhe über SOK von $(1,2 \pm 0,2)$ m. Ein weiteres Mikrofon wurde im jeden Schnitt in der Entfernung 0,5 m vom Innenschienenstrang in der Höhe von SOK untergebracht.

5.5 Messintervall T_p

5.5.1 Messungen nach TSI-Lärm

Die Messzeit T_p [ms] beginnt im Zeitpunkt, in dem die Mitte des ersten zu prüfenden Fahrzeugs (Wagen I) vor dem Mikrofonstandort vorbeifährt, und endet im Zeitpunkt, in dem die Mitte des zweiten in Prüfung befindlichen Fahrzeugs (Wagen II) vor dem Mikrofon vorbeifährt – siehe **Anlage 8 und 9** (gültig für alle Messvarianten).

Die schematische Darstellung des Messintervalls T_p mit einem Signal des äquivalenten Schalldruckpegels L_{pAeq} für die Geschwindigkeiten 80 und 120 km/h (Messungen am 2014-08-24 und am 2014-09-03/04) – siehe **Anlagen 11, 12, 13, 14, 15 und 16**.

Dieses geforderte Messintervall T_p wurde anhand eines Paares der optischen Sensoren genau festgelegt, die mit der Aufzeichnung des A-bewerteten äquivalenten Schalldruckpegels zeitlich synchronisiert wurde.

Theoretisches Messintervall T_p für die Vorbeifahrt des Versuchszuges am Messort, auf die Länge des Versuchswagens über Puffer bezogen, gemäß Formel:

$$T_p = \frac{l \cdot 3.6}{v} \cdot 1000$$

$$T_{p, 80 \text{ km/h}} = 900 \text{ ms}$$

$$T_{p, 120 \text{ km/h}} = 601 \text{ ms}$$

mit

T_p Messintervall für die Auswertung des Lärmpegels bei Vorbeifahrt des Wagens [ms]

l Länge des Wagens über Puffer [m] (20 000 mm)

v tatsächliche Geschwindigkeit des Wagens bei Vorbeifahrt am Messort [km/h]

5.5.2 Messungen im Bogen mit kleinem Radius R = 250 m

Die Messzeit T_p [ms] ist auf die Durchfahrt des konkreten Drehgestells bezogen. Der Anfang des Intervalls entspricht der Einfahrt des Drehgestells und endet im Augenblick des gleichen Drehgestells nach dem Anschnitt der Mikrofonachse.

Die Messung wurde für die Geschwindigkeitsregimes 15, 30, 40 km/h für die Varianten der gezogenen und geschobenen Zuggarnitur mit Auswertung einer jeden Durchfahrt für die beiden Mikrofon-schnitte durchgeführt.

Dieses geforderte Messintervall T_p wurde anhand eines optischen Sensors und Radsatzabstandes des Wagens genau festgelegt, die mit der Aufzeichnung des Schalldrucks zeitlich synchronisiert wurde.

Die schematische Darstellung des Messintervalls T_p mit einem Signal des äquivalenten Schalldruckpegels L_{pAeq} für die Geschwindigkeit von 40 km/h (Messungen am 2014-08-29) – siehe **Anlage 17** (Messzug gezogen) und **18** (Messzug geschoben). Die Auswertung wurde für alle Durchfahrten für die beiden Messschnitte durchgeführt.

Das theoretische Messintervall T_p für die Vorbeifahrt des Drehgestelles unter dem Versuch an der Messstelle, auf den Achsabstand des Drehgestelles bezogen, gemäß Formel:

$$T_p = \frac{l \cdot 3.6}{v} \cdot 1000,$$

mit

T_p Messintervall für die Auswertung des Lärmpegels bei Vorbeifahrt des Wagens [ms]

l Achsabstand des Drehgestelles [m] (1 800 mm)

v tatsächliche Geschwindigkeit [km/h].

Für die nominalen Werte wird $T_{p,15 \text{ km/h}} = 432 \text{ ms}$

$T_{p,30 \text{ km/h}} = 216 \text{ ms}$

$T_{p,45 \text{ km/h}} = 144 \text{ ms}$

sein.

6 Prüfergebnisse

6.1 Schienenoberflächenrauheit

Ergebnisse des Messens der Schienenoberflächenrauheit gemäß EN 15610:

1) Referenzabschnitt VŽZO – gemessen am 2014-08-06 und 2014-09-21 – siehe **Anlage 1**;

2) Bogenabschnitt R = 250 m – gemessen am 2014-10-07 – siehe **Anlage 2**.

6.2 Abklingrate

Ergebnisse der Abklingrate des Messens (der Stufe der dynamischen Dämpfung) gemäß EN 15461:2008+A1:2010:

1) Referenzabschnitt VŽZO – gemessen am 2014-02-10 und 2014-10-17 – siehe **Anlage 3**;

2) Bogenabschnitt R = 250 m – am 2014-10-07 und 2014-10-30 – siehe **Anlage 4**.

6.3 Meteorologische Bedingungen

Die Lärmversuche fanden statt:

am 2014-08-24 von 07:00 bis 19:00 (Messung lt. TSI in der ersten Konfiguration)

am 2014-09-03/04 von 21:00 bis 01:00 (Messung lt. TSI in der zweiten Konfiguration)

am 2014-09-29 von 09:00 bis 12:00 (Messung im Bogen R = 250 m)

Die Zeitverläufe der Größen der meteorologischen Bedingungen (Lufttemperatur, absoluter Luftdruck, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Windrichtung) sind für die Tage, in den die Lärm-messungen durchgeführt worden waren, sind der **Anlage 23** zu entnehmen.

Während der Prüfung wurden die folgenden meteorologischen Bedingungen aufgezeichnet:

Tab. 5 – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-08-24

| Wetter | Temperatur [°C] | Relative Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Absoluter Luftdruck [hPa] |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| – | | | | |
| halb bedeckt | 11,9...19,3 | 44...93 | 1,3...4,9 | 991,2...994,5 |

Tab. 6 – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-09-03

| Wetter | Temperatur [°C] | Relative Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Absoluter Luftdruck [hPa] |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| – | | | | |
| halb bedeckt | 12,1...15,6 | 88...96 | 0,0...0,4 | 998,4...998,6 |

Tab. 7 – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-09-04

| Wetter | Temperatur [°C] | Relative Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Absoluter Luftdruck [hPa] |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| – | | | | |
| halb bedeckt | 12,0...12,8 | 96...97 | 0,0...0,4 | 998,5...998,6 |

Tab. 8 – Meteorologische Bedingungen während der Messung am 2014-08-29

| Wetter | Temperatur [°C] | Relative Luftfeuchtigkeit [%] | Windgeschwindigkeit [m/s] | Absoluter Luftdruck [hPa] |
|--------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| – | | | | |
| halb bedeckt | 13,6...19,3 | 53...69 | 0,0...0,9 | 1016,8...1017,6 |

Die Messung wurde beim halb bedeckten Wetter durchgeführt, das Gleis und die Umgebung der Messstelle waren trocken und die meteorologischen Bedingungen können aus Sicht der messtechnischen Ermittlung der Lärmemissionen als erfüllend von Anforderungen von TSI-Lärm angenommen werden.

6.4 Messunsicherheit

Bei den Prüfungen wurden alle festgelegten Anforderungen hinsichtlich Witterungsbedingungen eingehalten. Die erweiterte Messunsicherheit U_{AB} war:

$$U = \pm 2,0 \text{ dB}$$

Die erweiterte Messunsicherheit ist gleich dem Produkt aus der Standardunsicherheit der Messung und dem Erweiterungsfaktor $k = 2$, was für die normale Verteilung einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von rund 95 % entspricht.

6.5 Hintergrundschalldruckpegel

Der Hintergrundschalldruckpegel, kontrolliert mit Hilfe des Deskriptors des A-bewerteten Schalldruckpegels, hat nicht überschritten:

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Messungen am 2014-08-24 (TSI) | - für den Messort M1 $L_{pAeq} = 43 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M2 $L_{pAeq} = 44 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M3 $L_{pAeq} = 43 \text{ dB(A)}$ |
| Messungen am 2014-09-03/04 (TSI) | - für den Messort M1 $L_{pAeq} = 40 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M2 $L_{pAeq} = 41 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M3 $L_{pAeq} = 39 \text{ dB(A)}$ |
| Messungen am 2014-09-29 (R = 250 m) | - für den Messort M1 $L_{pAeq} = 46 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M2 $L_{pAeq} = 47 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M3 $L_{pAeq} = 47 \text{ dB(A)}$ |
| | - für den Messort M3 $L_{pAeq} = 48 \text{ dB(A)}$ |

Die Hintergrundschalldruckpegel an den beiden Messstellen wurden nach der Kalibrierung gemessen und lagen immer bei 40 dB (A). Damit ist sichergestellt, dass der Hintergrundschalldruckpegel mehr als 10 dB unter den bei der Vorbeifahrt gemessenen Pegeln lag. Die Ergebnisse müssen nicht korrigiert werden.

6.6 Überprüfen der akustischen Neutralität der benachbarter Wagen

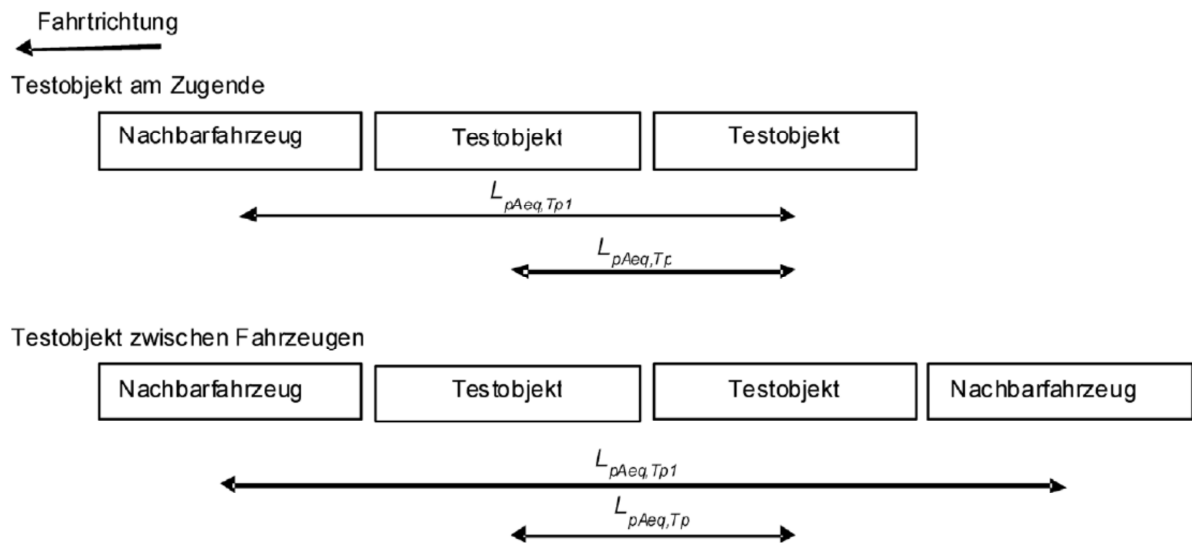


Abb. 13 – Prinzipielle Darstellung der Lärmpegelüberprüfung benachbarter Wagen

Die Erfüllung der Anforderung auf die akustische Neutralität der benachbarter Fahrzeuge im Übereinstimmen mit TSI-Lärm, Abs. E.3.4, wurde durch Gegenüberstellen der Schalldruckpegel $L_{pAeq, T1, T2, T3, T4, T5, T6}$ / $L_{pAeq, TP, VAR. 1, VAR. 2, VAR. 3, VAR. 4, VAR. 5, VAR. 6}$ für die Zeitintervalle T1, T2, T3, T4, T5, T6 u. T_p nachgewiesen.

Der Unterschied der Schalldruckpegel $L_{pAeq, T1}$ im Messintervall T1 in der Gegenüberstellung mit dem Schalldruckpegel $L_{pAeq, TP}$ im Intervall T_p hat im keinen der einzelnen messtechnischen Ermittlungen (gültig für die beiden Geschwindigkeitsregimes 80 u. 120 km/h) den Wert 2,0 dB(A) überschritten.

Demonstration der Kontrolle der akustischen Neutralität benachbarter Wagen s. in **Anlagen 11, 12, 13, 14, 15 und 16.**

6.7 Messungen nach TSI-Lärm

6.7.1 Messergebnisse bei der Vorbeifahrt in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24)

Die Ergebniswerte aus allen durchgeführten Lärmmessungen sind in **Anlage 5** aufgeführt.

Die grafischen Darstellungen aus allen gemessenen Werten, bezogen auf die Referenzgeschwindigkeit 80 km/h sind in **Abb. 14** aufgeführt.

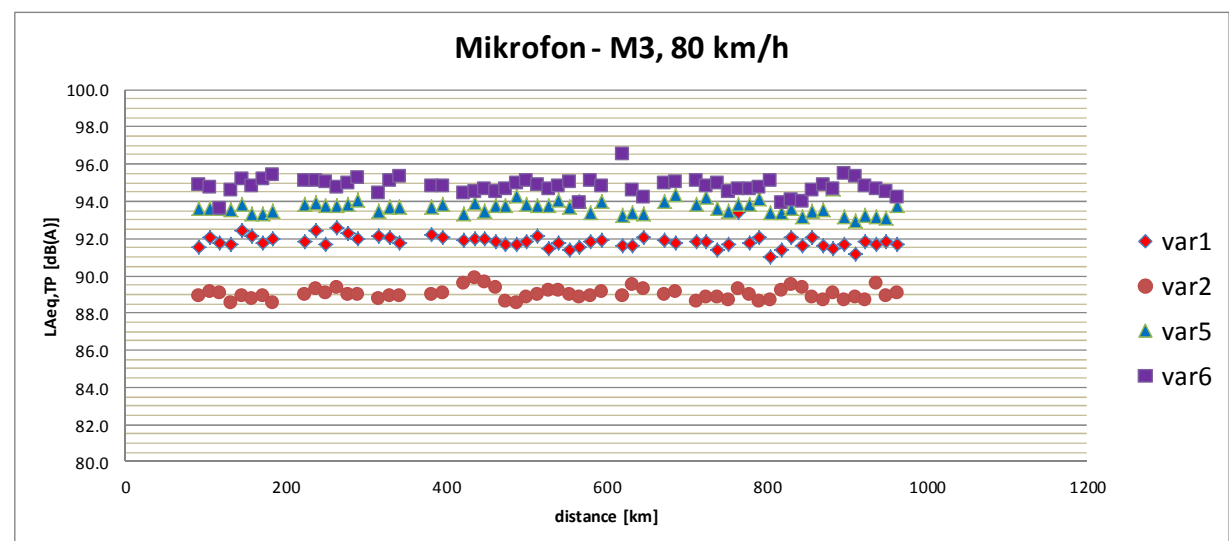
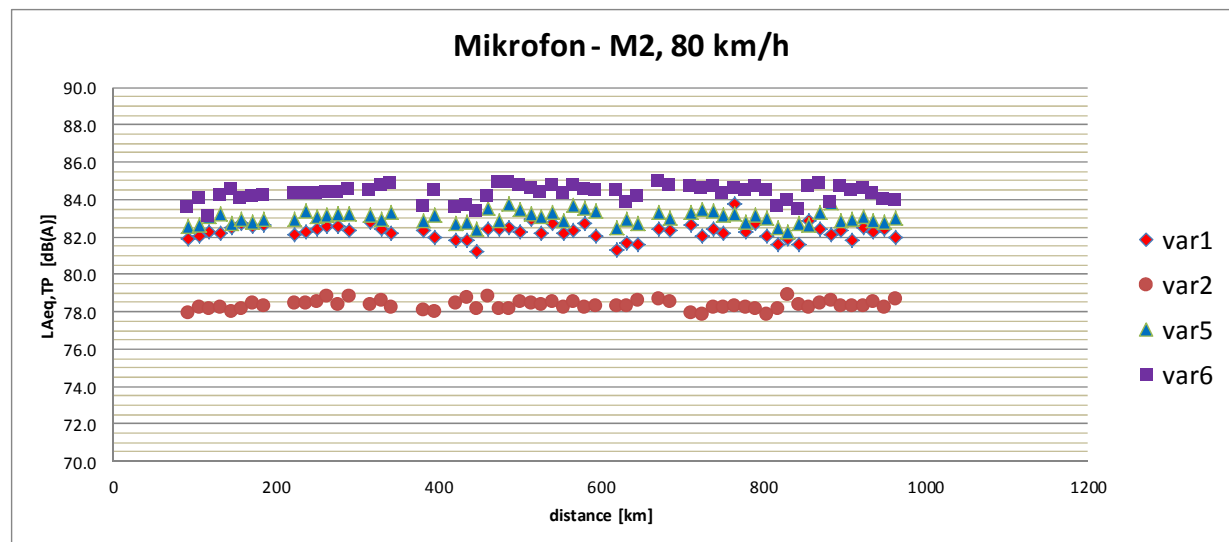
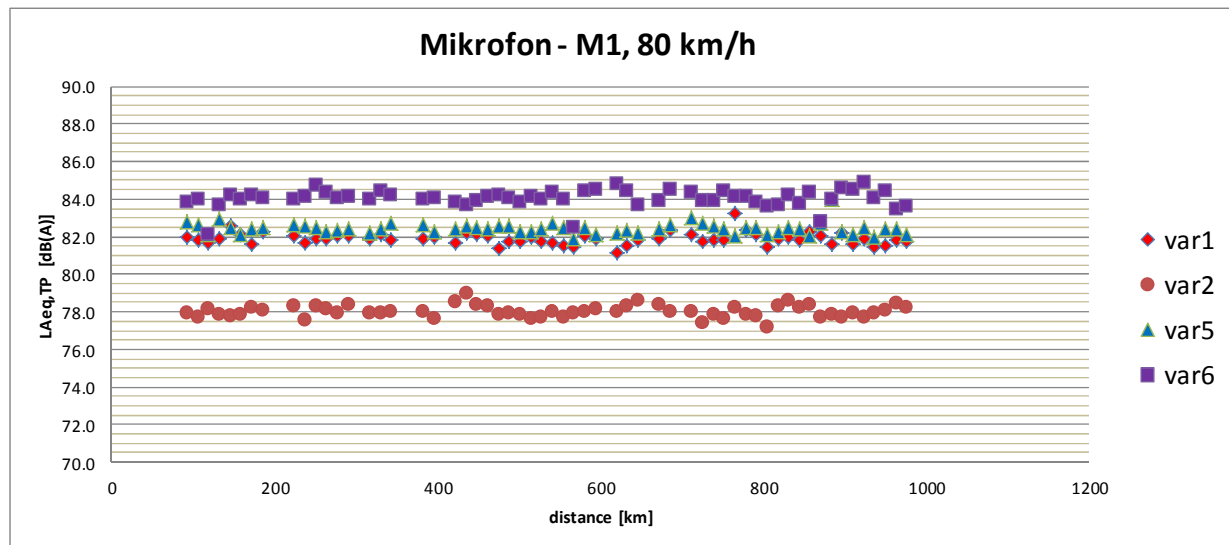


Abb. 14 – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte – erste Messungskonfiguration lt. TSI (2014-08-24)

6.7.1.1 Fahrt mit der konstanten Geschwindigkeit 80 km/h (Referenzgeschwindigkeit)

Tab. 9 – Ergebniswerte des Lärms in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24), Referenzgeschwindigkeit 80 km/h

| Ergebnisse des A-bewerteten äquivalenten Lärmpegels $L_{pAeq,Tp}$ bei der Vorbeifahrt mit Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|
| $L_{Aeq, Tp}$ dB (A) Arithmetischer Mittelwert | Var. 1 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 2 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 5 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 6 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | |
| | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ |
| | 82 | 82 | 92 | 78 | 78 | 90 | 82 | 83 | 93 | 84 | 84 | 94 |

6.7.1.2 Fahrt mit der konstanten Geschwindigkeit 120 km/h (Höchstgeschwindigkeit)

Tab. 10 – Ergebniswerte des Lärms in der ersten Messungskonfiguration (2014-08-24), Höchstgeschwindigkeit 120 km/h, umgerechnet auf 80 km/h

| Ergebnisse des A-bewerteten äquivalenten Lärmpegels $L_{pAeq,Tp}$ bei der Vorbeifahrt mit Höchstgeschwindigkeit 120 km/h nach Umrechnung auf die Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|
| $L_{Aeq, Tp}$ dB (A) Arithmetischer Mittelwert | Var. 1 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 2 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 5 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 6 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | |
| | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ |
| | 82 | 82 | 92 | 78 | 78 | 89 | 82 | 83 | 93 | 84 | 84 | 95 |

6.7.2 Messergebnisse bei der Vorbeifahrt in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04)

Die Ergebniswerte aus allen durchgeführten Lärmmessungen sind in **Anlage 6** aufgeführt.

Die grafischen Darstellungen aus allen gemessenen Werten, bezogen auf die Referenzgeschwindigkeit 80 km/h sind in Abb. 15 aufgeführt.

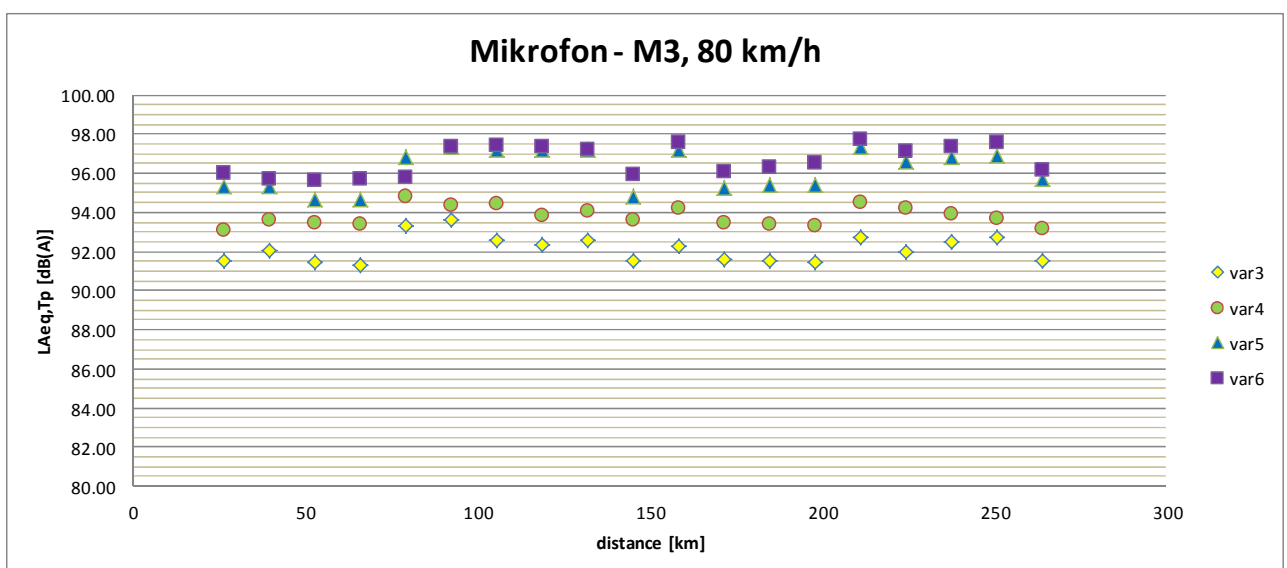
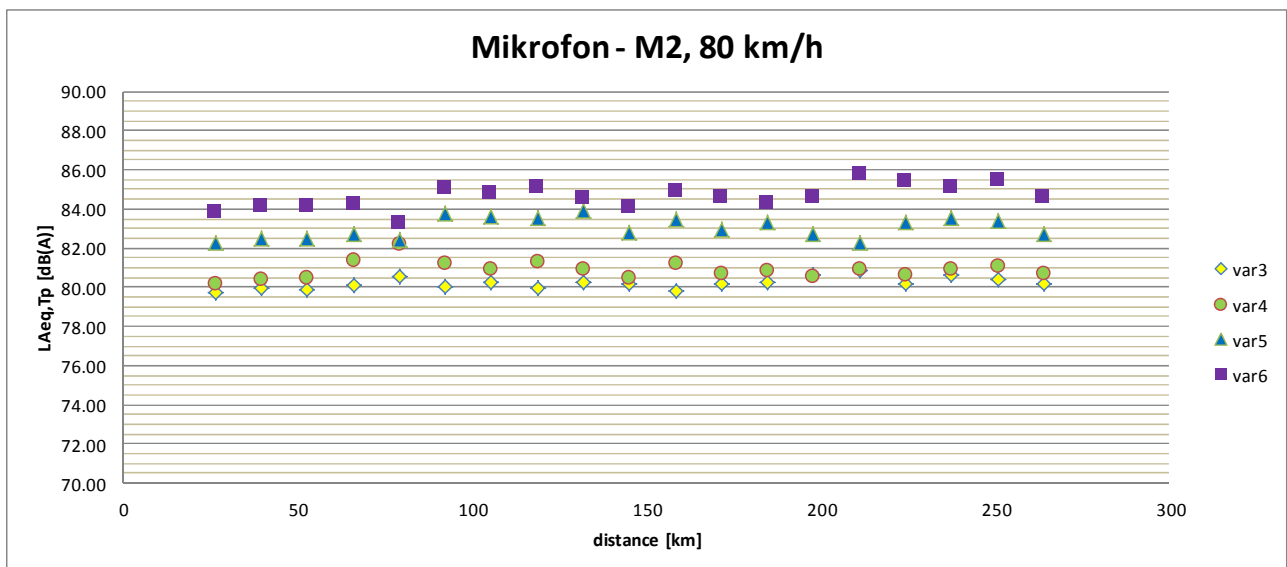
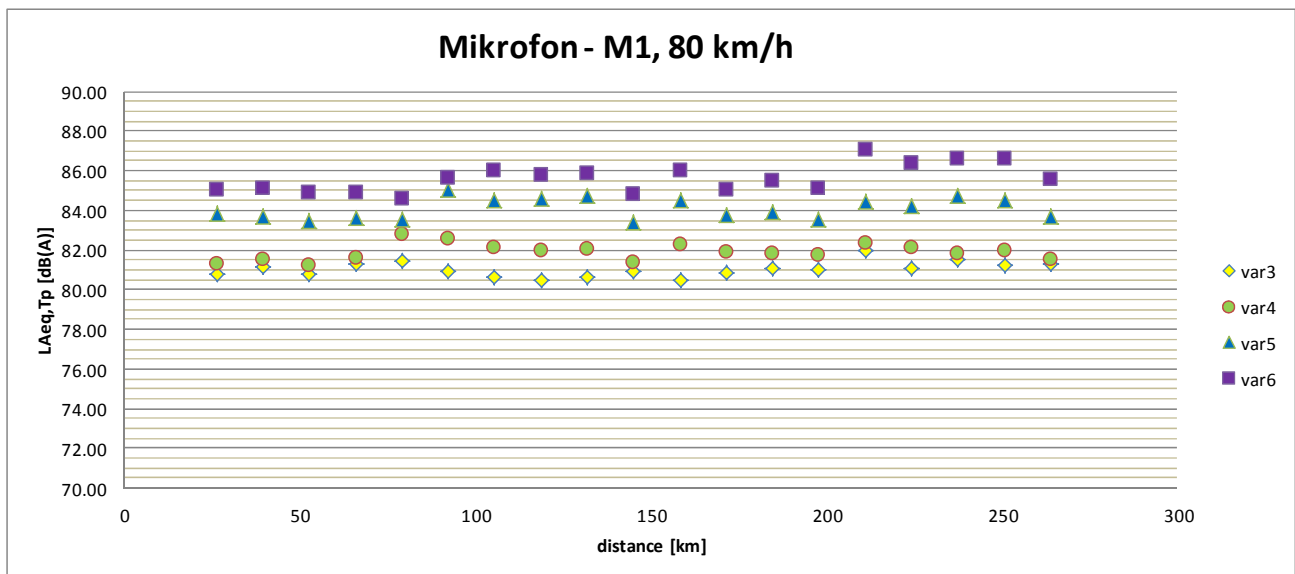


Abb. 15 – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte – zweite Messungskonfiguration lt. TSI
(2014-09-03/04)

6.7.2.1 Fahrt mit der konstanten Geschwindigkeit 80 km/h (Referenzgeschwindigkeit)

Tab. 11 – Ergebniswerte des Lärms in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04), Referenzgeschwindigkeit 80 km/h

| Ergebnisse des A-bewerteten äquivalenten Lärmpegels $L_{pAeq,Tp}$ bei der Vorbeifahrt mit Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|
| $L_{Aeq, Tp}$ dB (A) Arithmetischer Mittelwert | Var. 6 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 3 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 4 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 5 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | |
| | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ |
| | 85 | 84 | 96 | 81 | 80 | 92 | 82 | 81 | 93 | 84 | 83 | 95 |

6.7.2.2 Fahrt mit der konstanten Geschwindigkeit 120 km/h (Höchstgeschwindigkeit)

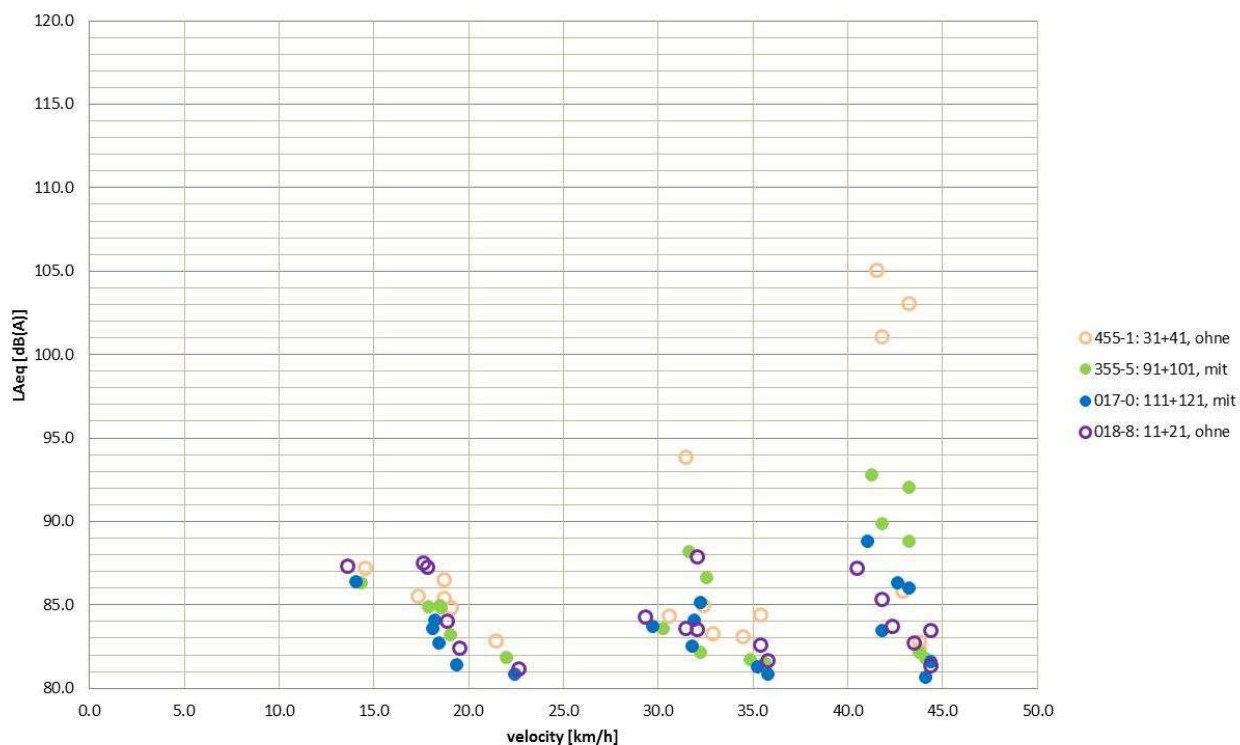
Tab. 12 – Ergebniswerte des Lärms in der zweiten Messungskonfiguration (2014-09-03/04), Höchstgeschwindigkeit 120 km/h, umgerechnet auf 80 km/h

| Ergebnisse des A-bewerteten äquivalenten Lärmpegels $L_{pAeq,Tp}$ bei der Vorbeifahrt mit Höchstgeschwindigkeit 120 km/h nach Umrechnung auf die Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|----------------------------------------------|------------|------|
| $L_{Aeq, Tp}$ dB (A) Arithmetischer Mittelwert | Var. 6 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 3 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 4 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | | Var. 5 Referenzgeschwindigkeit 80 km/h | | |
| | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ | $M1_{TSI}$ | $M2_{TSI}$ | $M3$ |
| | 86 | 85 | 97 | 81 | 80 | 93 | 82 | 81 | 94 | 84 | 83 | 97 |

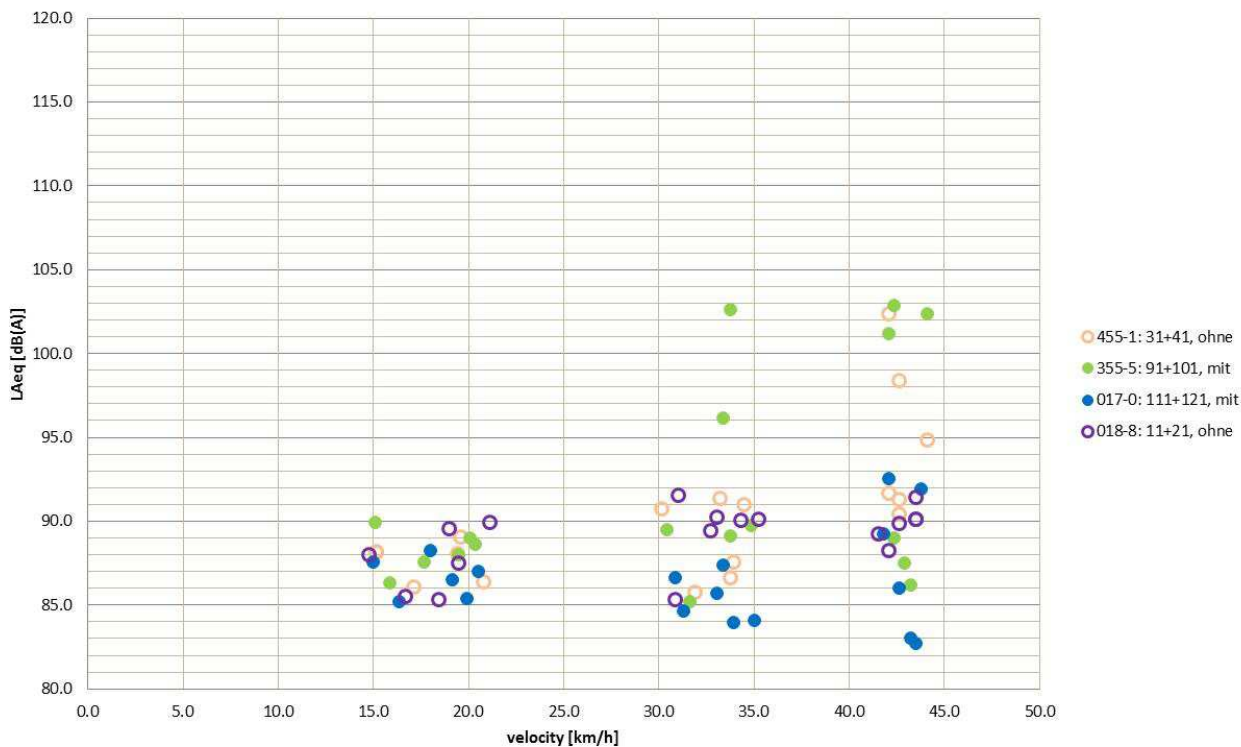
6.8 Messergebnisse bei der Vorbeifahrt durch kleinen Bogenhalbmesser R = 250 m

Die Ergebniswerte der Lärmmessung bei der Vorbeifahrt durch den kleinen Bogenhalbmesser R = 250 m sind der **Anlage 7** zu entnehmen.

Mikrofon - M1



Mikrofon - M2



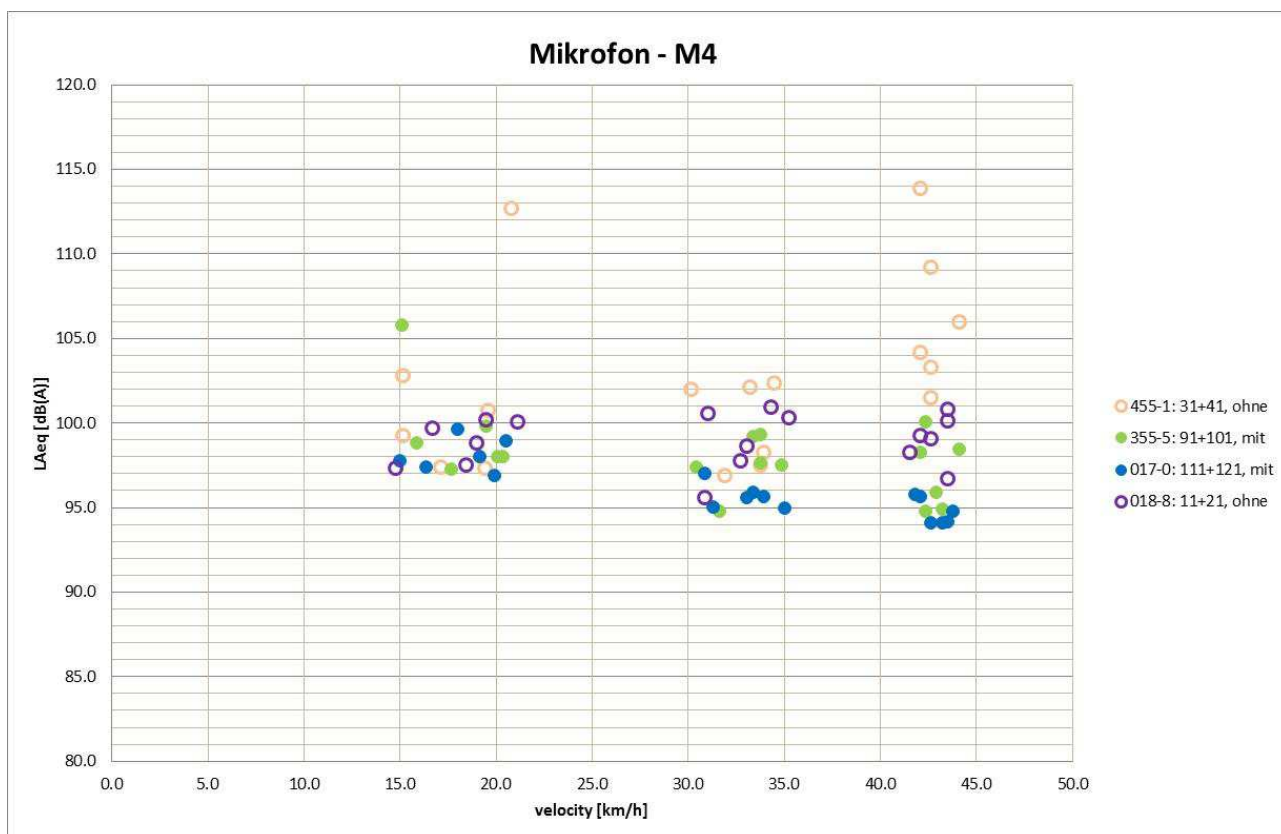
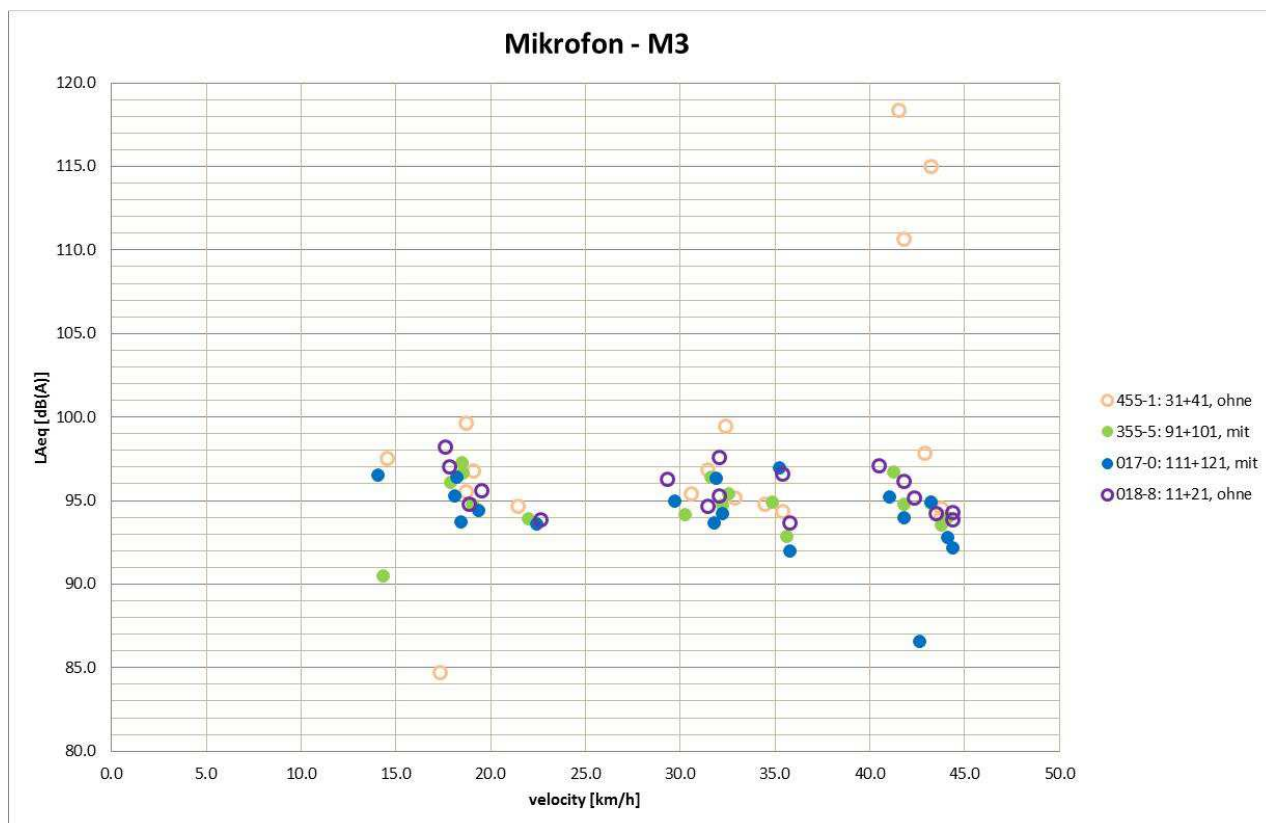



Abb. 16 – Grafische Darstellungen der gemessenen Werte

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 0 30 von 30 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|

7 Schlussfolgerung

In diesem Bericht sind das Verfahren, die Ausführung und die Ergebnisse der Vergleichsmessungen des ausgestrahlten Lärms aufgeführt.

Die Prüfungen wurden in Übereinstimmung mit den geltenden Standards und unter Beachtung der im Werkvertrag festgelegten Anforderungen des Auftraggebers durchgeführt.

Die im Bericht aufgeführten Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Wagen.



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5

TEST CERTIFICATE

14-D 049

VZZO Cerhenice Reference Track Section

Rail Acoustic Roughness Measurement



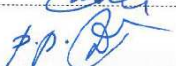
according to EN 15610

Rail acoustic roughness measurements of the reference test section of the test ring Cerhenice (VZZO) were conducted by Testing laboratory VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 based on the accepted Purchase Order No. RIF FOG/JOH/ SCEI-9MPJWS for pass-by noise measurement dated 2014-08-05, placed by HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Switzerland. The order is registered in VÚKV under no. 4480/2014.

The test conditions and results are stated in Test Report No. 14-P 049.

Based on the results this is to certify that the **VZZO reference test track meets acoustic roughness requirements given by TSI-NOI (TSI 2011/229/EU).**

| | | | | | |
|-----------------|------|--|--|--|--|
| Project No. | 4480 | | | | |
| Number of pages | 1 | | | | |

| | Name and surname | Job function | Date | Signature |
|---------------|------------------|--------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Written by | Milan Richter | | 2014-09-23 |  |
| Translated by | Jan Lutrýn | | 2014-09-23 | |
| Reviewed by | Josef Žák | Testing Laboratory Technical Manager | 2014-09-23 |  |
| Approved by | Zdeněk Malkovský | General Director | 2014-09-23 |  |



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Czech Republic



ZKUŠEBNA KOLEJOVÝCH VOZIDEL A KONTEJNERŮ VÚKV a. s.
Zkušební laboratoř č. 1085 akreditovaná ČIA

TEST REPORT

14-P 049

VZZO Cerhenice Reference Track Section

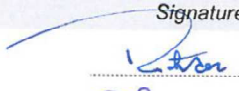

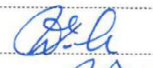

Rail Acoustic Roughness Measurement

according to EN 15610

Project No. 4480

Pages 12

Annexes 1

| | Name and surname | Function | Signature |
|-------------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Prepared and updated by | Milan Richter | Head of the Test |  |
| Co-author | Lucie Phamová | |  |
| Translated by | Lucie Phamová | | |
| Reviewed by | Josef Žák | Testing Laboratory Technical Manager |  |
| Approved by | Zdeněk Malkovský | Testing Laboratory Director |  |

| Revision No. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dated | 2014-09-23 | | | | | | | |

Testing Laboratory Director: + 420 251 113 401

Testing Lab Technical Manager: + 420 251 113 436

Fax Praha: + 420 251 113 498 oder 499

E-mail Praha: testing@vukv.cz

Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 460

+ 420 321 792 496

Fax Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 702

E-mail Cerhenice cerhenice@vukv.cz

Internet www.vukv.cz

Any publication of this report or the data contained therein is only possible with prior authorization by VÚKV a. s.

© VÚKV a. s.

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 1 0 3 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> VZZO | <i>Test Report No.</i> 14-P 049 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 2 of 12 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

CONTENTS

| | | |
|-------|---------------------------------------------------|----|
| 1 | General..... | 5 |
| 2 | Measurement of the test report..... | 5 |
| 3 | Terms and definitions | 5 |
| 4 | Symbols and abbreviations..... | 5 |
| 5 | Measurement requirements..... | 6 |
| 5.1 | Measurement procedure according to EN 15610 | 6 |
| 5.1.1 | Measurement preparation | 6 |
| 5.1.2 | Data acquisition and processing..... | 6 |
| 5.2 | Measured and computed quantities | 7 |
| 5.2.1 | Measured quantities | 7 |
| 5.2.2 | Computed quantities | 7 |
| 6 | Instruments used | 7 |
| 7 | Measurement procedure..... | 8 |
| 7.1 | Weather conditions | 8 |
| 7.2 | Location of the measurement..... | 9 |
| 7.3 | Choice of the reference surface | 10 |
| 7.4 | Measured sections..... | 11 |
| 7.5 | Data acquisition and processing..... | 11 |
| 8 | Measurement results | 12 |
| 8.1 | Rail acoustic roughness | 12 |
| 9 | Conclusion..... | 12 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 1 0 4 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> VZZO | <i>Test Report No.</i> 14-P 049 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 3 of 12 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

LIST OF FIGURES

| | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| fig. 1 | Trackage of test ring, acoustic roughness measurement at track km 1.3 | 9 |
| fig. 2 | Rail acoustic roughness measurement at track km 1.3 | 10 |
| fig. 3 | Reference surface at track km 1.3 | 10 |

LIST OF TABLES

| | | |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| tab. 1 | Weather conditions during the measurement on 6 th August 2014 | 8 |
| tab. 2 | Weather conditions during the measurement on 21 th September 2014 | 8 |
| tab. 3 | Geometrical parameters of the rail | 9 |
| tab. 4 | Building parameters of the rail | 10 |

LIST OF GRAPHS

| | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| graph 1 | Air temperature during the measurement on 6 th August 2014 | 8 |
| graph 2 | Air temperature during the measurement on 21 th September 2014 | 9 |
| graph 3 | Average rail acoustic roughness for both rails, 6 th August 2014 | 12 |
| graph 4 | Average rail acoustic roughness for both rails, 21 st September 2014 | 12 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 1 0 5 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> VZZO | <i>Test Report No.</i> 14-P 049 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 4 of 12 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

ANNEXES

| <i>No.</i> | | <i>Pages</i> |
|------------|------------------------------------|--------------|
| 1 | Table of results | 1 |
| 2 | Results for each measurement place | 6 |
| 3 | | |

LIST OF REVISIONS

| <i>Rev. No.</i> | <i>Concerns pages/Description</i> |
|---------------------|-----------------------------------|
| | |
| | |
| | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 6 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Revision No. Page | 0 5 of 12 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|

1 General

Rail acoustic roughness measurements of the reference test section of the test ring Cerhenice (VZZO) were conducted by Testing laboratory VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 based on the accepted Purchase Order Ns. RIF FOG/JOH/ SCEI-9MPJWS for pass-by noise measurement dated 2014-08-05, placed by HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Switzerland. The order is registered in VÚKV under no. 4480/2014.

The measurements were carried out on 6th August 2014 and 21st September 2014 at the reference test section which is used for a measurement of acoustic characteristics of vehicles.

The tests was prepared and performed by the staff of Testing laboratory VÚKV a.s.: Lucie Phamová and Petr Polívka under the guidance of Milan Richter.

2 Measurement of the test report

Rail acoustic roughness stated in this report is specified only for pass-by noise test purposes with the assumed microphone position at the track km 1.3. The results of this report does not cover condition of the whole reference test section, i.e. for the track from 0.1 km up to 1.7 km (e.g., used for interior noise measurement of railway vehicles during running).

With respect to influence of time and the traffic on the acoustic roughness, the validity of this test report is restricted as follows:

- the beginning of the test report validity: **6th August 2014;**
- the end of the test report validity: **21st December 2014.**

During this period maintenance of the reference test track influencing acoustic roughness (e.g. grinding of the running surface) must not be performed, otherwise the test report is no longer valid. The validity of the test reported is also cancelled if railway vehicles with defective wheel running surfaces run on the reference test track.

3 Terms and definitions

Corrugation: periodic wear pattern of the rail running surface.


Acoustic roughness: variation in the height of the rail running surface associated with rolling noise excitation expressed as a function of distance x along the rail.

Reference surface: surface of the rail head, within the running band, that is chosen for the acoustic roughness assessment.

Reference width: dimension of the reference surface across the rail.

4 Symbols and abbreviations

| | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 15610 | EN 15610:2009. Railway applications – Noise emission – Rail roughness measurement related to rolling noise generation; |
| TSI-NOI | Commission Decision No. 2011/229/EU of 4 th April 2011 concerning the technical specifications of interoperability (TSI) relating to the subsystem “rolling stock – noise” of the trans-European conventional rail system |
| ZC Velim | Test Centre Velim (Zkušební centrum Velim); |
| VZZO | Test ring (Velký železniční zkušební okruh); |
| VUZ | Railway Research Institute (Výzkumný Ústav železniční); |
| TOR | top of rail; |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------|---------|
|  | Subject of testing | Sections measurements | Test Report No. | Revision No. | 0 |
| | Rail ac. roughness measurement | VZZO | 14-P 049 | Page | 6 of 12 |

| | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L_r | Acoustic roughness level [dB]; |
| w_{ref} | Reference width [mm]; |
| d_{ref} | Position, relative to the outer surface of the rail head, of the longitudinal axis of symmetry of the reference surface [mm]; |
| λ | Wavelength [m]; |
| r_{RMS} | Root mean square roughness [μm]; |
| r_0 | Reference roughness [$r_0 = 1 \mu\text{m}$]; |
| FFT | Fast Fourier Transformation; |

5 Measurement requirements

The measurement of acoustic roughness indicates whether the test track section characteristics fulfill requirements specified in:

- TSI NOI;
- EN ISO 3095:2013 – Acoustics – Railway applications – Measurement of noise emitted by railbound vehicles (chap. 6.2.5 – Acoustic rail roughness of the test track);

The measuring process is defined in EN 15610:2009 – Railway applications – Noise emission – Rail roughness measurement related to rolling noise generation.

5.1 Measurement procedure according to EN 15610

5.1.1 Measurement preparation

- (1) To carry out the selection of the measured test track section with respect to:
 - constant characteristics of the track structure along the whole measured section (i.e. rail cross-section, rail inclination, the rail pad type, the rail fasteners, the sleeper type, the sleeper spacing and the ballast);
 - sufficient length of measured samples;
 - microphone position for related noise measurement;
- (2) To choose lateral position of the reference surface (d_{ref} , w_{ref});
- (3) To record geometrical and building parameters of measured sections (rail cross-section, sleepers, fastening, pads etc.);
- (4) According to the width of the reference surface w_{ref} , to specify a number and spacing supplementary lines from a centre line of the reference surface:

| | |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $w_{ref} \leq 20 \text{ mm}$ | measurement of one line (centre line); |
| $20 \text{ mm} < w_{ref} \leq 30 \text{ mm}$ | measurement of three lines, each 5 mm apart; |
| $w_{ref} > 30 \text{ mm}$ | measurement of three lines, each 10 mm apart; |

- (5) To remove moisture and other contamination from the rail head surface before measuring;

5.1.2 Data acquisition and processing

- (6) To measure and process data in order to obtain acoustic roughness of the reference surface for both rails;
- (7) To present the acoustic roughness as a one-third octave band spectrum, with the roughness level as a function of wavelength, the range of wavelengths between 0,25 m and 0,003 m;

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|--------------|----------|
|  | Prüfgegenstand | Typ | Prüfbericht Nr. | Anlage Nr. | 1 |
| | Vergleichsmessung | HUPAC | 14-C 076 | Änderung Nr. | 0 |
| | | | | Seite | 8 von 20 |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------|---------|
|  | Subject of testing | Sections measurements | Test Report No. | Revision No. | 0 |
| | Rail ac. roughness measurement | VZZO | 14-P 049 | Page | 7 of 12 |
| | | | | | |

5.2 Measured and computed quantities

5.2.1 Measured quantities

- distance of laser sensors to the rail head surface [μm];
- reference width w_{ref} [mm];
- locations of the measured sections [km];
- lengths of the measured sections [m];

5.2.2 Computed quantities

Acoustic roughness level [dB]:

$$L_r = 10 * \log \left(\frac{r_{RMS}^2}{r_0^2} \right).$$

6 Instruments used

- Measurement: Acoustic roughness measurement device SALAMANDER, manufacturer MEASProg., s.r.o. ser. no. 130601-001-LMP01; calibration document no. 4011-KL-Ú0073-14, validity of calibration till 15.04.2016;
- Data acquisition: Tablet ACER ICONIA, type W3-810, Windows 8, measuring software RoughProcessing (version 1.2);
- Distance determination: Steel measuring tape 30 m, Richter, ser. no. 749/10, calibration document A4319/2010.0, validity of calibration till 19.08.2020;
- Distance determination: Steel measuring rule 300 mm, ser. no. 2832/06; calibration document A7188/2016.0, validity of calibration till 16.11.2016;
- Air temperature, relative air humidity, wind speed, absolute air pressure: meteo-station Davis Vantage Pro 2, ser. no. A110504A060, calibration document no. VLM-11107 (validity of calibration till 14.6.2016 /humidity/); calibration document no. TPM-110495 (validity of calibration till 16.6.2016 /temperature/); calibration document no. ANM-11133 (validity of calibration till 24.6.2016 /wind speed/); calibration document no. TLK-11064 (validity of calibration till 27.6.2016 /absolute air pressure/).

7 Measurement procedure

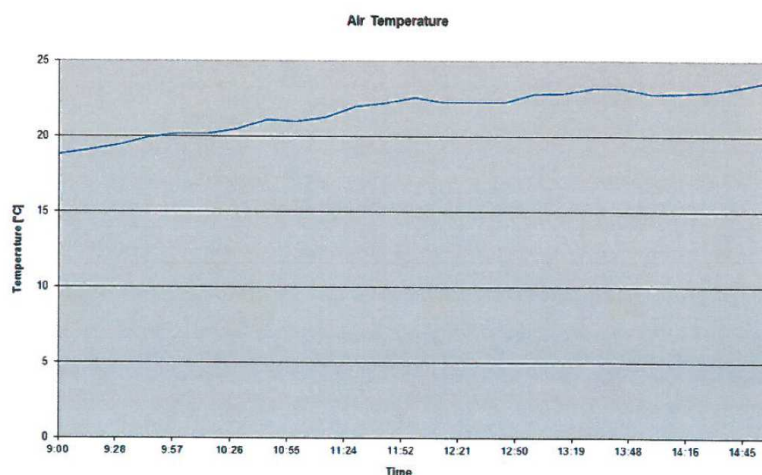
The measurements were carried out at VZZO reference test section on 6th August 2014, from 09:00 to 15:00 and on 21th September 2014 from 09:00 to 15:00.

7.1 Weather conditions

The measurements were carried out under cloudy weather. The rail and the surroundings of the measuring site were dry. Meteorological conditions were recorded during the measurement, see tab. 1 and 2.

tab. 1 Weather conditions during the measurement on 6th August 2014

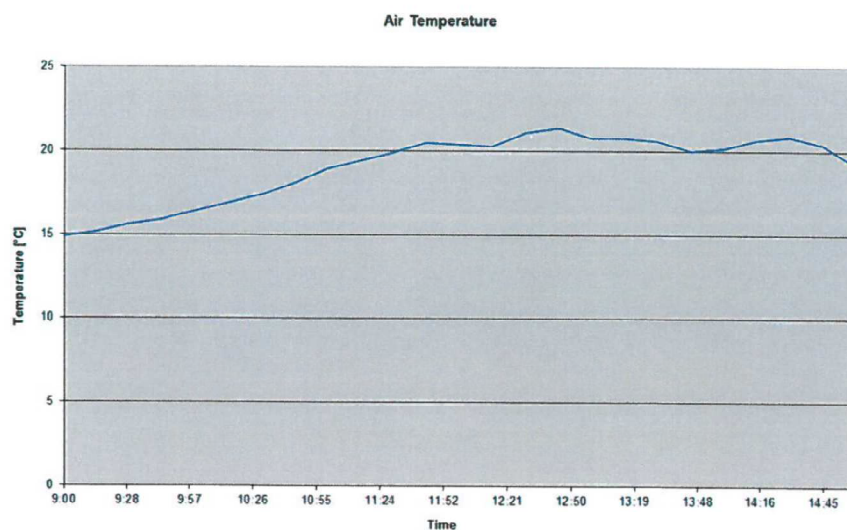
| Weather | Air temperature | Relative air humidity | Wind speed | Absolute air pressure |
|---------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| - | [°C] | [%] | [m/s] | [hPa] |
| cloudy | 18.8...23.7 | 63...86 | 0.4...2.2 | 994...995 |



graph 1 Air temperature during the measurement on 6th August 2014

tab. 2 Weather conditions during the measurement on 21th September 2014

| Weather | Air temperature | Relative air humidity | Wind speed | Absolute air pressure |
|---------|-----------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| - | [°C] | [%] | [m/s] | [hPa] |
| cloudy | 14.9...21.4 | 78...98 | 0...3.1 | 988...990 |



graph 2 Air temperature during the measurement on 21th September 2014

7.2 Location of the measurement

The measurement was conducted at the track km 0.11; 0.41; 0.81; 1.3 and 1.7 of the test ring VZZO, see fig. 1, fig. 2. The test ring proprietor VUZ specifies the reference test section form the track km 0.1 to track km 1.9. The geometrical and building parameters are depicted in tab. 3 and tab. 4.

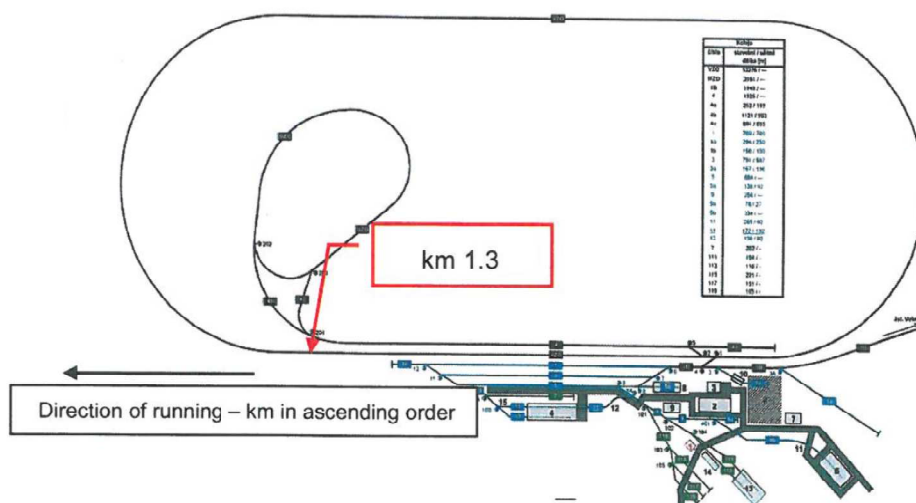


fig. 1 Trackage of test ring, acoustic roughness measurement at track km 1.3

tab. 3 Geometrical parameters of the rail

| Line | Rail | Cant deficiency [mm] | Gauge [mm] | Rail inclination | Measuring site [km] |
|------|----------|----------------------|------------|------------------|---------------------|
| VZZO | straight | 0 | 1435 | 1:40 | 1.300 |

tab. 4 Building parameters of the rail

| Track ground | Gravel ballast height | Sleeper type | Rail type | Sole plate type | Fastening type |
|--------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|
| soil | 0.8 to 1.0 m | concrete B 91 | UIC 60 welded | EVA Zw 687a | SKL 14 W14 |

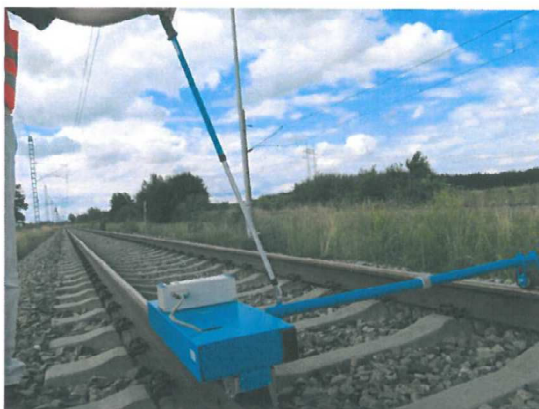


fig. 2 Rail acoustic roughness measurement at track km 1.3

7.3 Choice of the reference surface

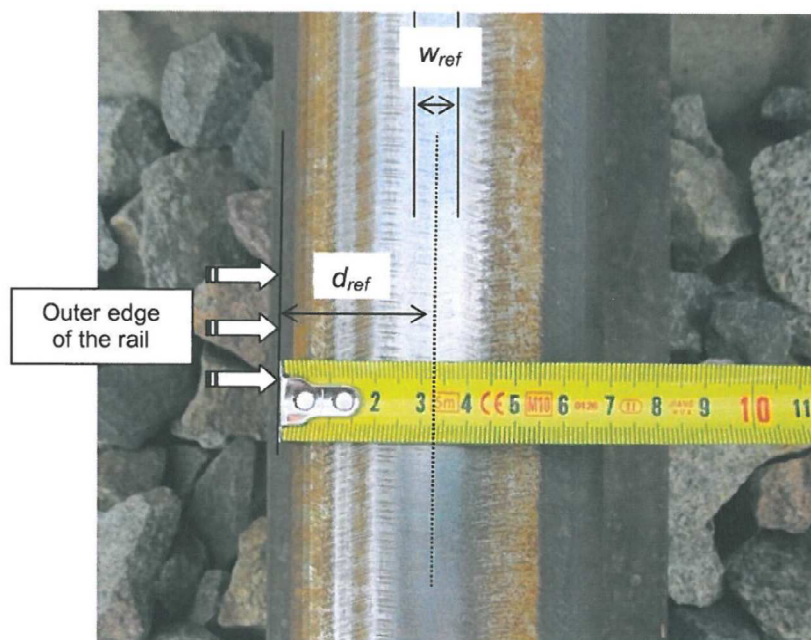


fig. 3 Reference surface at track km 1.3

The reference surface of the measured section had width $w_{ref} \approx 10\div 11$ mm at the time of the measurement (fig. 3). The distance between centre line and outer edge of the rail was $d_{ref} \approx 33\div 34$ mm.

The reference surface width $w_{ref} \leq 20$ mm, so the measurement of the only centre line was sufficient (without supplementary lines).

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|------------------------|-------------------|-----------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> | <i>Typ</i> | <i>Prüfbericht Nr.</i> | <i>Anlage Nr.</i> | 1 |
| | Vergleichsmessung | HUPAC | 14-C 076 | Änderung Nr. | 0 |
| | | | | Seite | 12 von 20 |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|----------|
|  | <i>Subject of testing</i> | <i>Sections measurements</i> | <i>Test Report No.</i> | <i>Revision No.</i> | 0 |
| | Rail ac. roughness measurement | VZZO | 14-P 049 | Page | 11 of 12 |
| | | | | | |

7.4 Measured sections

The measurements were performed in track km 0.11; 0.41; 0.81; 1.3 and 1.7. The length of the measured section was about 10 m. Each measurement was repeated three times at least.

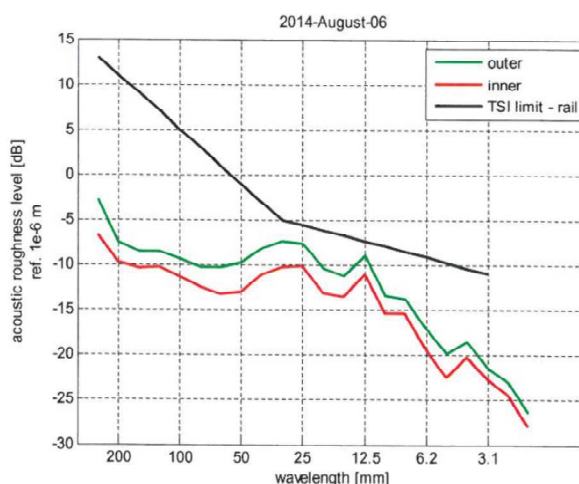
7.5 Data acquisition and processing

Section segments containing damaged rail head or welds according to EN 15610 were excluded from the following data processing. Measured quantities (including spike removal, curvature processing, FFT etc.) were processed by the software supplied with the measuring device SALAMANDER by MEASProg, s.r.o. Data processing fulfills standard EN 15610 and outputs of the software are acoustic roughness levels in dependence on wavelength in one-third octave bands.

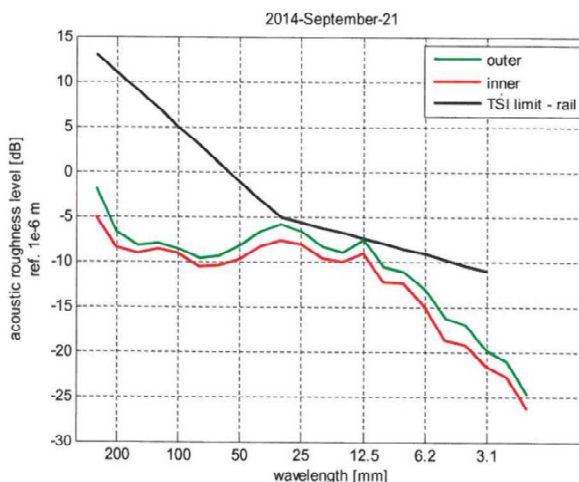
8 Measurement results

8.1 Rail acoustic roughness

Average rail acoustic roughness levels for both rails are depicted in graph 3.



graph 3 Average rail acoustic roughness for both rails, 6th August 2014



graph 4 Average rail acoustic roughness for both rails, 21st September 2014

9 Conclusion

The test report describes the procedure and results of the rail acoustic measurement of the reference test section of VZZO, Czech Republic. The measurements were carried out at the reference test track. The results of this report cover condition of the whole reference test track, i.e. for the track from 0.1 km up to 1.7 km. The measurements were performed according to EN 15610 standard.


Results are expressed numerically in an annex 1. Results for each measurement place are expressed in an annex 2.

The measurement was carried out in accordance with applicable standards and requirements of the order party. The results presented in the Test Report only relate to the tested track section.

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Tesi Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 1 0 1 of 1 |
| | | | | | |

| Wavelength [m] | 6 th August 2014 | | 21 st September 2014 | | TSI Limit |
|-------------------|-----------------------------|------------|---------------------------------|------------|-----------|
| | Inner rail | Outer rail | Inner rail | Outer rail | |
| 0.400 | - | - | - | - | 17.1 |
| 0.315 | - | - | - | - | 15 |
| 0.250 | -2.81 | -6.77 | -1.85 | -5.06 | 13 |
| 0.200 | -7.57 | -9.85 | -6.73 | -8.43 | 11 |
| 0.160 | -8.64 | -10.41 | -8.23 | -9.15 | 9 |
| 0.125 | -8.58 | -10.30 | -7.94 | -8.64 | 7 |
| 0.100 | -9.39 | -11.38 | -8.61 | -9.19 | 4.9 |
| 0.080 | -10.36 | -12.62 | -9.69 | -10.56 | 2.9 |
| 0.063 | -10.39 | -13.29 | -9.42 | -10.45 | 0.9 |
| 0.050 | -9.82 | -13.12 | -8.27 | -9.76 | -1.1 |
| 0.040 | -8.26 | -11.15 | -6.68 | -8.31 | -3.2 |
| 0.032 | -7.41 | -10.34 | -5.85 | -7.65 | -5 |
| 0.025 | -7.65 | -10.23 | -6.70 | -8.10 | -5.6 |
| 0.020 | -10.49 | -13.24 | -8.40 | -9.68 | -6.2 |
| 0.016 | -11.22 | -13.64 | -9.02 | -10.02 | -6.8 |
| 0.013 | -8.97 | -11.10 | -7.60 | -9.13 | -7.4 |
| 0.010 | -13.48 | -15.44 | -10.58 | -12.35 | -8 |
| 0.008 | -13.90 | -15.40 | -11.06 | -12.43 | -8.6 |
| 0.006 | -17.16 | -19.57 | -13.13 | -15.01 | -9.2 |
| 0.005 | -19.88 | -22.58 | -16.31 | -18.70 | -9.8 |
| 0.004 | -18.66 | -20.38 | -17.08 | -19.22 | -10.4 |
| 0.003 | -21.51 | -22.89 | -19.90 | -21.61 | -11 |
| 0.0025 | -23.12 | -24.54 | -21.16 | -22.83 | 17.1 |
| 0.002 | -26.54 | -28.12 | -24.75 | -26.41 | 15 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 1 0 15 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|


| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> VZZO | <i>Test Report No.</i> 14-P 049 | <i>Annex No.</i> <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 2 0 1 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|

Nomenclature

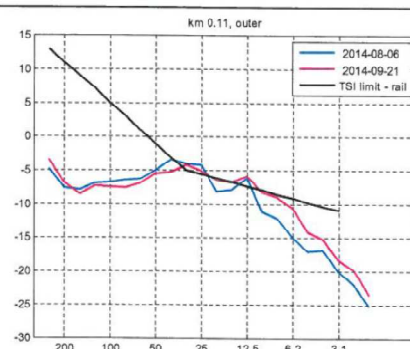
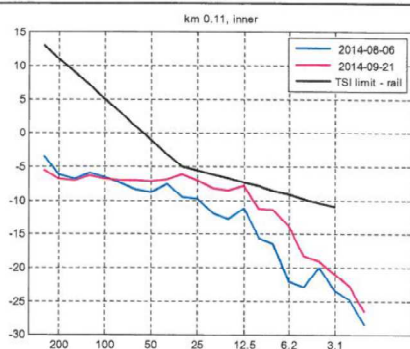
Rail roughness measurement: 6.8.2014; 21.9.2014
Photos: 1.9.2014; 21.9.2014

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p>track km photo: 21.9.2014</p> | | |
| <p>inner rail; 6.8.2014</p> | <p>graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e- 12 m; horizontal axis: wave- length in mm;</p> | <p>outer rail; 6.8.2014</p> |
| <p>inner rail; 21.9.2014</p> | | <p>outer rail; 21.9.2014</p> |


| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 16 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 2 0 2 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|

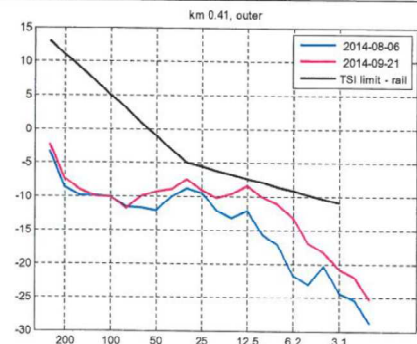
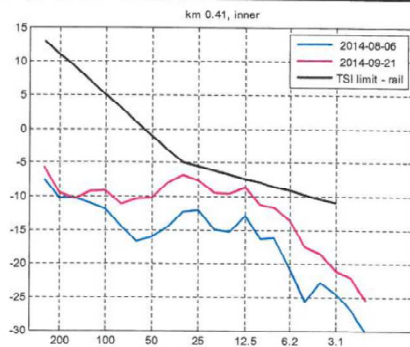
km 0.11




| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 17 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 2 0 3 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|

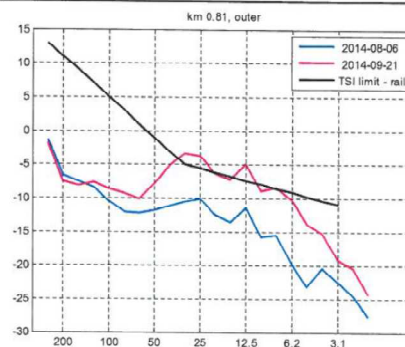
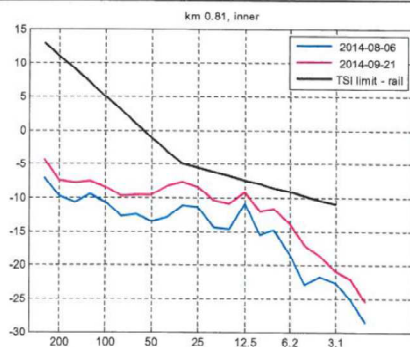
km 0.41




| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 18 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 2 0 4 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|

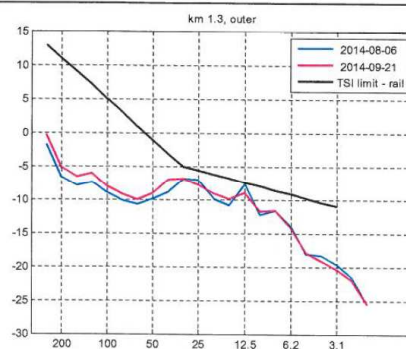
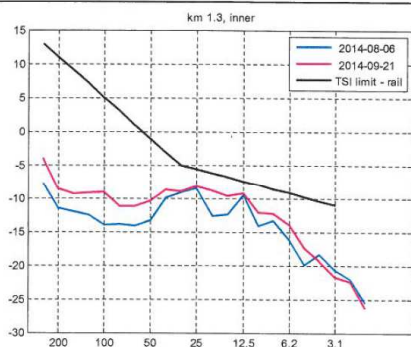
km 0.81




| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 19 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 2 0 5 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|

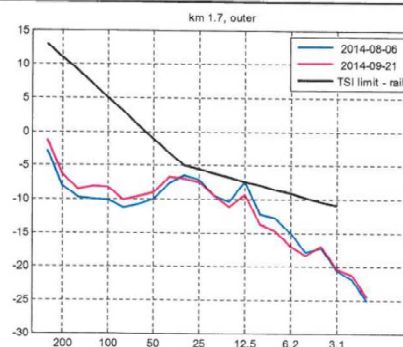
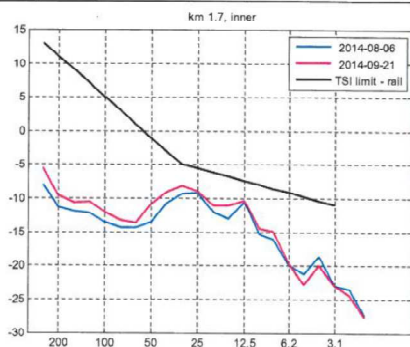
km 1.30



| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 1 0 20 von 20 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements VZZO | Test Report No. 14-P 049 | Annex No. Revision No. Page | 2 0 6 of 6 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|

km 1.70





VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5

TEST CERTIFICATE

14-D 055

VZZO Cerhenice Reference Track Section

Track Decay Rate Measurement

acc. to EN 15461:2008+A1:2010

Measurement of the track decay rate (TDR) of the reference test section of the test ring Cerhenice (VZZO) was conducted by Testing laboratory VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 based on the accepted Purchase Order Ns. RIF FOG/JOH/ SCEI-9MPJWS for pass-by noise measurement dated 2014-08-05, placed by HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Switzerland. The order is registered in VÚKV under no. 4480/2014.

The test conditions and results are stated in Test Report No. 14-P 055.

Based on the results this to to certify that the **reference test section of VZZO meets track decay rate requirements given by TSI-NOI (TSI 2011/229/EU).**

Project No. 4480
Number of pages 1

| | Name and surname | Job function | Date | Signature |
|---------------|------------------|--------------------------------------|------------|-----------|
| Written by | Milan Richter | | 2014-12-01 | |
| Translated by | Jan Lutrýn | | 2014-12-01 | |
| Reviewed by | Josef Žák | Testing Laboratory Technical Manager | 2014-12-01 | |
| Approved by | Zdeněk Malkovský | General Director | 2014-12-01 | |



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Czech Republic



ZKUŠEBNA KOLEJOVÝCH VOZIDEL A KONTEJNERŮ VÚKV a. s.
Zkušební laboratoř č. 1085 akreditovaná ČIA

TEST REPORT

14-P 056

ZZO Cerhenice Track Section R = 250 m




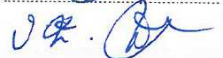
Rail Acoustic Roughness Measurement

taking account EN 15610

Project No. 4480

Pages 11

Annexes 1

| Name and surname | Function | Signature |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Prepared and updated by Milan Richter | Head of the Test |  |
| Co-author Lucie Phamová | |  |
| Translated by Lucie Phamová | | |
| Reviewed by Josef Žák | Testing Laboratory Technical Manager |  |
| Approved by Zdeněk Malkovský | Testing Laboratory Director |  |

| Revision No. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dated | 2014-12-01 | | | | | | | |

Testing Laboratory Director: + 420 251 113 401
Testing Lab Technical Manager: + 420 251 113 436
Fax Praha: + 420 251 113 498 oder 499
E-mail Praha: testing@vukv.cz

Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 460
+ 420 321 792 496
Fax Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 702
E-mail Cerhenice cerhenice@vukv.cz

Any publication of this report or the data contained therein is only possible with prior authorization by VÚKV a. s.

© VÚKV a. s.

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 3 0 2 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> ZZO – R=250m | <i>Test Report No.</i> 14-P 056 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 2 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

CONTENTS

| | | |
|-------|----------------------------------------------------|----|
| 1 | General..... | 5 |
| 2 | Terms and definitions | 5 |
| 3 | Symbols and abbreviations..... | 5 |
| 4 | Measurement requirements | 5 |
| 4.1 | Measurement procedure taking account EN 15610..... | 6 |
| 4.1.1 | Measurement preparation | 6 |
| 4.1.2 | Data acquisition and processing..... | 6 |
| 4.2 | Measured and computed quantities | 7 |
| 4.2.1 | Measured quantities | 7 |
| 4.2.2 | Computed quantities | 7 |
| 5 | Instruments used | 7 |
| 6 | Measurement procedure..... | 8 |
| 6.1 | Weather conditions | 8 |
| 6.2 | Location of the measurement..... | 8 |
| 6.3 | Choice of the reference surface | 10 |
| 6.4 | Measured sections | 10 |
| 6.5 | Data acquisition and processing..... | 10 |
| 7 | Test results..... | 11 |
| 7.1 | Rail acoustic roughness | 11 |
| 8 | Conclusion..... | 11 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 3 0 3 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> ZZO – R=250m | <i>Test Report No.</i> 14-P 056 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 3 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

LIST OF FIGURES

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|
| fig. 1 | Trackage of test ring, acoustic roughness measurement at track km 0.65 and 0.7 | 9 |
| fig. 2 | Rail surface at km 0.65; a) inner rail, b) outer rail..... | 9 |

LIST OF TABLES

| | | |
|--------|------------------------------------------|---|
| tab. 1 | Weather conditions during the test..... | 8 |
| tab. 2 | Geometrical parameters of the track..... | 9 |
| tab. 3 | Building parameters of the rail | 9 |

LIST OF GRAPHS

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------------|----|
| graph 1 | Air temperature during the test | 8 |
| graph 2 | Average rail acoustic roughness for both rails, km 0.65..... | 11 |
| graph 3 | Average rail acoustic roughness for both rails, km 0.7 | 11 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> Vergleichsmessung | <i>Typ</i> HUPAC | <i>Prüfbericht Nr.</i> 14-C 076 | <i>Anlage Nr.</i> <i>Änderung Nr.</i> <i>Seite</i> | 3 0 4 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
|  | <i>Subject of testing</i> Rail ac. roughness measurement | <i>Sections measurements</i> ZZO – R=250m | <i>Test Report No.</i> 14-P 056 | <i>Revision No.</i> <i>Page</i> | 0 4 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|

ANNEXES

| <i>No.</i> | | <i>Pages</i> |
|------------|------------------|--------------|
| 1 | Table of results | 1 |
| 2 | | |
| 3 | | |

LIST OF REVISIONS

| <i>Rev. No.</i> | <i>Concerns pages/Description</i> |
|---------------------|-----------------------------------|
| | |
| | |
| | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 3 0 5 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 056 | Revision No. Page | 0 5 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|

1 General

Rail acoustic roughness measurements of the R = 250m of the test ring Cerhenice (VZZO) were conducted by Testing laboratory VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 based on the accepted Purchase Order No. RIF FOG/JOH/ SCEI-9MPJWS for noise measurement dated 2014-08-05, placed by HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Switzerland. The order is registered in VÚKV under no. 4480/2014.

The measurements were carried out on 10th October 2014 at the R = 250m.

The measurements were prepared and performed by the staff of Testing laboratory VÚKV a.s.: Jindřich Běťák, Lucie Phamová and Tomáš Velebil under the guidance of Milan Richter.

2 Terms and definitions

Corrugation: periodic wear pattern of the rail running surface.

Acoustic roughness: variation in the height of the rail running surface associated with rolling noise excitation expressed as a function of distance x along the rail.

Reference surface: surface of the rail head, within the running band, that is chosen for the acoustic roughness assessment.

Reference width: dimension of the reference surface across the rail.

3 Symbols and abbreviations


| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 15610 | EN 15610:2009. Railway applications – Noise emission – Rail roughness measurement related to rolling noise generation; |
| TSI-NOI | Commission Decision No. 2011/229/EU of 4 th April 2011 concerning the technical specifications of interoperability (TSI) relating to the subsystem “rolling stock – noise” of the trans-European conventional rail system |
| ZC Velim | Test Centre Velim (Zkušební centrum Velim); |
| ZZO | Test ring (Železniční zkušební okruh); |
| VUZ | Railway Research Institute (Výzkumný Ústav železniční); |
| TOR | top of rail; |
| L_r | Acoustic roughness level [dB]; |
| w_{ref} | Reference width [mm]; |
| d_{ref} | Position, relative to the outer surface of the rail head, of the longitudinal axis of symmetry of the reference surface [mm]; |
| λ | Wavelength [m]; |
| r_{RMS} | Root mean square roughness [μ m]; |
| r_0 | Reference roughness [$r_0 = 1 \mu$ m]; |
| FFT | Fast Fourier Transformation; |

4 Measurement requirements

The measurement of acoustic roughness indicates whether the test track section characteristics fulfill requirements specified in:

- TSI NOI;

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 3 0 6 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 056 | Revision No. Page | 0 6 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|

- **EN ISO 3095:2013** – Acoustics – Railway applications – Measurement of noise emitted by railbound vehicles (chap. 6.2.5 – Acoustic rail roughness of the test track);

The measuring process is defined in **EN 15610:2009** – Railway applications – Noise emission – Rail roughness measurement related to rolling noise generation.

4.1 Measurement procedure taking account EN 15610

4.1.1 Measurement preparation

- (1) To carry out the selection of the measured test track section with respect to:
 - constant characteristics of the track structure along the whole measured section (i.e. rail cross-section, rail inclination, the rail pad type, the rail fasteners, the sleeper type, the sleeper spacing and the ballast);
 - sufficient length of measured samples;
 - microphone position for related noise measurement;
- (2) To choose lateral position of the reference surface (d_{ref} , w_{ref});
- (3) To record geometrical and building parameters of measured sections (rail cross-section, sleepers, fastening, pads etc.);
- (4) According to the width of the reference surface w_{ref} , to specify a number and spacing supplementary lines from a centre line of the reference surface:

$w_{ref} \leq 20$ mm measurement of one line (centre line);

$20 \text{ mm} < w_{ref} \leq 30$ mm measurement of three lines, each 5 mm apart;

$w_{ref} > 30$ mm measurement of three lines, each 10 mm apart;

- (5) To remove moisture and other contamination from the rail head surface before measuring;

4.1.2 Data acquisition and processing

- (6) To measure and process data in order to obtain acoustic roughness of the reference surface for both rails;
- (7) To present the acoustic roughness as a one-third octave band spectrum, with the roughness level as a function of wavelength, the range of wavelengths between 0,25 m and 0,003 m;

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 3 0 7 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 056 | Revision No. Page | 0 7 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|

4.2 Measured and computed quantities

4.2.1 Measured quantities

- distance of laser sensors to the rail head surface [μm];
- reference width w_{ref} [mm];
- locations of the measured sections [km];
- lengths of the measured sections [m];

4.2.2 Computed quantities

Acoustic roughness level [dB]:

$$L_r = 10 * \log \left(\frac{r_{RMS}^2}{r_0^2} \right).$$

5 Instruments used

- Measurement: Acoustic roughness measurement device SALAMANDER, manufacturer MEASProg., s.r.o. ser. no. 130601-001-LMP01; calibration document no. 4011-KL-Ú0073-14, validity of calibration till 15.04.2016;
- Data acquisition: Tablet ACER ICONIA, type W3-810, Windows 8, measuring software RoughProcessing (version 1.2);
- Distance determination: Steel measuring tape 30 m, Richter, ser. no. 749/10, calibration document A4319/2010.0, validity of calibration till 19.08.2020;
- Distance determination: Steel measuring rule 300 mm, ser. no. 2832/06; calibration document A7188/2016.0, validity of calibration till 16.11.2016;
- Air temperature, relative air humidity, wind speed, absolute air pressure: meteo-station Davis Vantage Pro 2, ser. no. A110504A060, calibration document no. VLM-11107 (validity of calibration till 14.6.2016 /humidity/); calibration document no. TPM-110495 (validity of calibration till 16.6.2016 /temperature/); calibration document no. ANM-11133 (validity of calibration till 24.6.2016 /wind speed/); calibration document no. TLK-11064 (validity of calibration till 27.6.2016 /absolute air pressure/).

6 Measurement procedure

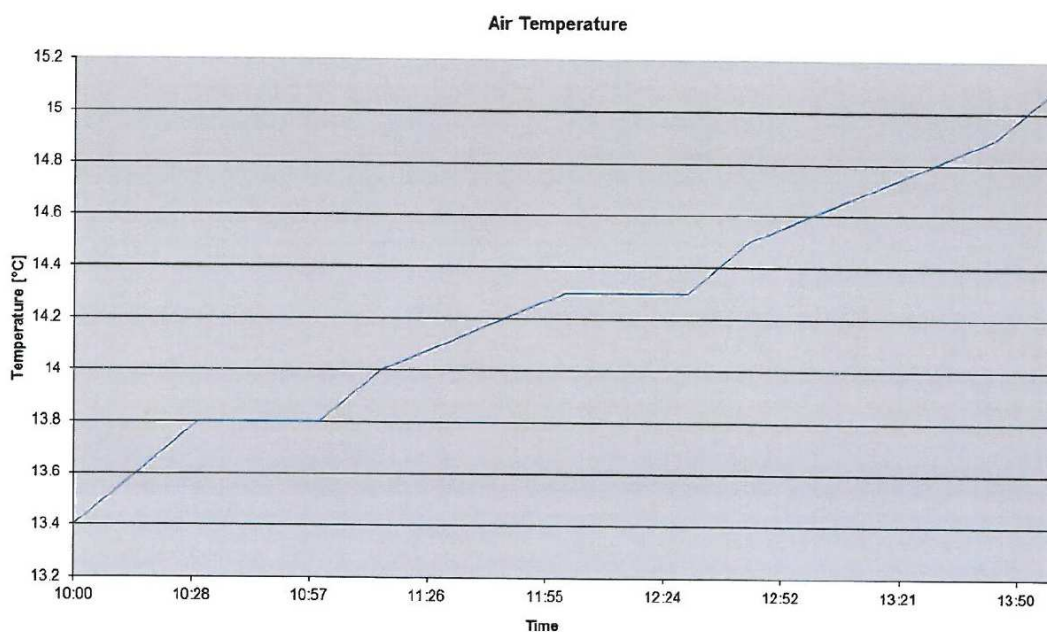
The measurement was carried out at ZZO, R250 on 10th October 2014, from 10:00 to 14:00.

6.1 Weather conditions

The measurement was carried out under cloudy weather. The rail and the surroundings of the measuring site were dry. Meteorological conditions were recorded during the test, see tab. 1.

tab. 1 Weather conditions during the test

| Weather | Air temperature [°C] | Relative air humidity [%] | Wind speed [m/s] | Absolute air pressure [hPa] |
|---------|-------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| - | | | | |
| cloudy | 13,4... 15,1 | 92...97 | 0...0,4 | 994,4... 995,0 |



graph 1 Air temperature during the test

6.2 Location of the measurement

The measurement was conducted at the track km 0.65 and 0.7 of the test ring ZZO, see fig. 1 and fig. 2. The geometrical and building parameters are depicted in tab. 2 and tab. 3.

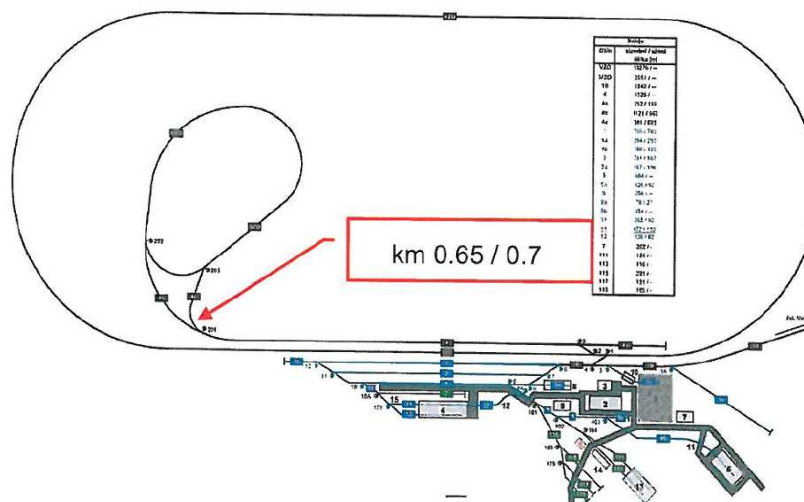


fig. 1 Trackage of test ring, acoustic roughness measurement at track km 0.65 and 0.7

tab. 2 Geometrical parameters of the track

| Line | Track | Gauge [mm] | Rail inclination | Measuring site [km] |
|------|-------|------------|------------------|---------------------|
| ŽZO | R250 | 1435 | 1:40 | 0.65 |
| ŽZO | R250 | 1435 | 1:40 | 0.70 |

tab. 3 Building parameters of the rail

| Track ground | Gravel ballast height | Sleeper type | Rail type | Sole plate type | Fastening type |
|--------------|-----------------------|----------------|------------|-----------------|----------------|
| soil | 0.8 to 1.0 m | concrete B 91S | S49 welded | Vossloh Wfp14K | 14 V 12 |




a)



b)

fig. 2 Rail surface at km 0.65; a) inner rail, b) outer rail

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|------------------------|---------------------|-----------|
|  | <i>Prüfgegenstand</i> | <i>Typ</i> | <i>Prüfbericht Nr.</i> | <i>Anlage Nr.</i> | 3 |
| | Vergleichsmessung | HUPAC | 14-C 076 | <i>Änderung Nr.</i> | 0 |
| | | | | <i>Seite</i> | 10 von 12 |

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|----------|
|  | <i>Subject of testing</i> | <i>Sections measurements</i> | <i>Test Report No.</i> | <i>Revision No.</i> | 0 |
| | Rail ac. roughness measurement | ZZO – R=250m | 14-P 056 | <i>Page</i> | 10 of 11 |
| | | | | | |

6.3 Choice of the reference surface


The measurements were performed for the only centre line (without supplementary lines).


6.4 Measured sections

The measurements were performed in track km 0.65 and 0.7. The length of the measured section was about 10 m. Each measurement was repeated three times at least.

6.5 Data acquisition and processing

Section segments containing damaged rail head or welds according to EN 15610 were excluded from the following data processing. Measured quantities (including spike removal, curvature processing, FFT etc.) were processed by the software supplied with the measuring device SALAMANDER by MEASProg, s.r.o. Data processing fulfills standard EN 15610 and outputs of the software are acoustic roughness levels in dependence on wavelength in one-third octave bands.

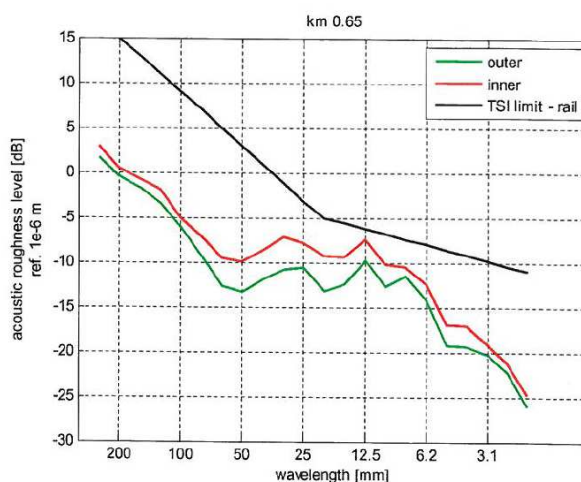
| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
|  | Prüfgegenstand Vergleichsmessung | Typ HUPAC | Prüfbericht Nr. 14-C 076 | Anlage Nr. Änderung Nr. Seite | 3 0 11 von 12 |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 056 | Revision No. Page | 0 11 of 11 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------|

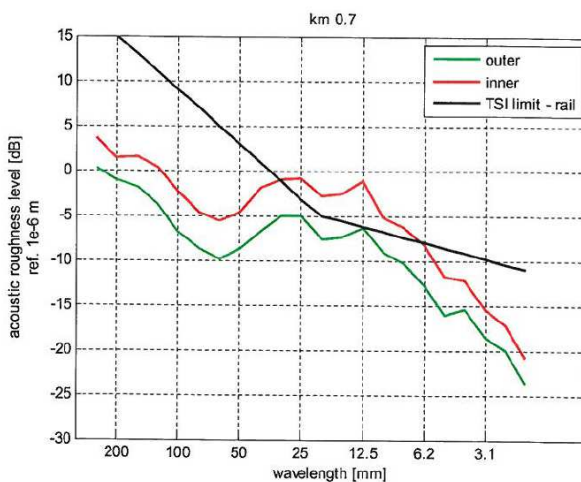
7 Test results

7.1 Rail acoustic roughness

Average rail acoustic roughness levels for both rails are depicted in graph 2 and graph 3.



graph 2 Average rail acoustic roughness for both rails, km 0.65



graph 3 Average rail acoustic roughness for both rails, km 0.7

8 Conclusion

The report describes the procedure and results of the rail acoustic measurement of the R250 section of VZZO, Czech Republic. The measurements were performed taking account of EN 15610 standard.

Results are expressed numerically in an annex 1.

The measurement was carried out in accordance with applicable standards and requirements of the order party. The results presented in the Test Report only relate to the tested track section.

| | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|
|  | Subject of testing Rail ac. roughness measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 056 | Annex No. Revision No. Page | 1 |
| | | | | | 0 1 of 1 |

| Wavelength [m] | km 0.65 | | km 0.70 | | TSI Limit |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | Inner rail | Outer rail | Inner rail | Outer rail | |
| 0.400 | - | - | - | - | 17.1 |
| 0.315 | - | - | - | - | 15 |
| 0.250 | 1.67 | 2.92 | 0.22 | 3.62 | 13 |
| 0.200 | -0.52 | 0.44 | -1.09 | 1.32 | 11 |
| 0.160 | -1.81 | -0.77 | -1.88 | 1.53 | 9 |
| 0.125 | -3.55 | -1.91 | -3.93 | 0.30 | 7 |
| 0.100 | -6.15 | -5.05 | -6.97 | -2.25 | 4.9 |
| 0.080 | -9.41 | -7.21 | -8.76 | -4.70 | 2.9 |
| 0.063 | -12.70 | -9.58 | -9.92 | -5.55 | 0.9 |
| 0.050 | -13.31 | -9.97 | -8.68 | -4.64 | -1.1 |
| 0.040 | -11.86 | -8.62 | -6.84 | -1.84 | -3.2 |
| 0.032 | -10.91 | -7.23 | -5.11 | -0.93 | -5 |
| 0.025 | -10.64 | -7.78 | -5.01 | -0.90 | -5.6 |
| 0.020 | -13.20 | -9.29 | -7.70 | -2.77 | -6.2 |
| 0.016 | -12.40 | -9.45 | -7.47 | -2.59 | -6.8 |
| 0.013 | -9.78 | -7.42 | -6.33 | -1.09 | -7.4 |
| 0.010 | -12.75 | -10.19 | -9.10 | -5.26 | -8 |
| 0.008 | -11.53 | -10.41 | -10.29 | -6.21 | -8.6 |
| 0.006 | -14.30 | -12.48 | -12.89 | -8.16 | -9.2 |
| 0.005 | -19.24 | -16.87 | -16.11 | -11.83 | -9.8 |
| 0.004 | -19.42 | -17.05 | -15.49 | -12.12 | -10.4 |
| 0.003 | -20.37 | -19.10 | -18.56 | -15.51 | -11 |
| 0.0025 | -22.29 | -21.25 | -20.05 | -17.18 | 17.1 |
| 0.002 | -26.08 | -24.80 | -23.70 | -20.79 | 15 |



VÝZKUM, VÝVOJ A ZKUŠEBNICTVÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL
Bucharova 1314/8, CZ-158 00 Praha 5, Czech Republic



ZKUŠEBNA KOLEJOVÝCH VOZIDEL A KONTEJNERŮ VÚKV a. s.
Zkušební laboratoř č. 1085 akreditovaná ČIA

TEST REPORT

14-P 057

ZZO Cerhenice Track Section R = 250 m

Track Decay Rate Measurement

taking account EN 15461:2008+A1:2010

Project No. 4480

Pages 15

Annexes 1

| | Name and surname | Function | Signature |
|-------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------|
| Prepared and updated by | Milan Richter | Head of the Test | |
| Co-author | Lucie Phamová | | |
| Translated by | Lucie Phamová | | |
| Reviewed by | Josef Žák | Testing Laboratory Technical Manager | |
| Approved by | Zdeněk Malkovský | Testing Laboratory Director | |

| Revision No. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Dated | 2014-12-03 | | | | | | | |

Testing Laboratory Director: + 420 251 113 401
Testing Lab Technical Manager: + 420 251 113 436
Fax Praha: + 420 251 113 498 oder 499
E-mail Praha: testing@vukv.cz

Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 460
+ 420 321 792 496
Fax Testing Laboratory Cerhenice + 420 321 792 702
E-mail Cerhenice cerhenice@vukv.cz

Any publication of this report or the data contained therein is only possible with prior authorization by VÚKV a. s.
© VÚKV a. s.

CONTENTS

| | | |
|-------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | General..... | 5 |
| 2 | Terms and definitions | 5 |
| 3 | Symbols and abbreviations..... | 5 |
| 4 | Test requirements..... | 6 |
| 4.1 | Measured section..... | 6 |
| 4.2 | Position and assembly of the accelerometers | 6 |
| 4.3 | Acquisition of the FRFs | 6 |
| 4.4 | Measured and computed quantities | 6 |
| 4.4.1 | Measured quantities | 6 |
| 4.4.2 | Computed quantities | 6 |
| 5 | Instruments used | 6 |
| 6 | Test procedure | 7 |
| 6.1 | Weather conditions | 7 |
| 6.2 | Rail temperature | 8 |
| 6.3 | Location of the measurement..... | 9 |
| 6.4 | Measured and excited points | 10 |
| 6.4.1 | Measured positions | 10 |
| 6.4.2 | Excitation points | 11 |
| 6.5 | Data acquisition | 11 |
| 7 | Data processing..... | 11 |
| 8 | Test results..... | 12 |
| 8.1 | Track decay rate – km 0.65 (07 th October 2014) | 12 |
| 8.2 | Track decay rate – km 0.70 (30 th October 2014) | 14 |
| 9 | Conclusion..... | 15 |

LIST OF FIGURES

| | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| fig. 1 | Air temperature during the test - 07 th October 2014 | 7 |
| fig. 2 | Air temperature during the test - 30 th October 2014 | 8 |
| fig. 3 | Trackage of test ring, TDR measurement at track km 0.65 and 0.7 | 9 |
| fig. 4 | Rail surface at km 0.65; a) inner rail, b) outer rail..... | 9 |
| fig. 5 | Position of measured points..... | 10 |
| fig. 6 | Accelerometer location | 10 |
| fig. 7 | Instrumented hammer, accelerometers + marked inner-sleeper space..... | 10 |
| fig. 8 | Excitation points [EN 15461+A1] | 11 |

LIST OF TABLES

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|---|
| tab. 1 | Weather conditions during the test - 07 th October 2014 | 7 |
| tab. 2 | Weather conditions during the test - 30 th October 2014 | 8 |
| tab. 3 | Geometrical parameters of the track..... | 9 |
| tab. 4 | Building parameters of the rail | 9 |

.LIST OF GRAPHS

| | | |
|---------|--------------------------------------------------------|----|
| graph 1 | track decay rate, lateral direction, outer rail | 12 |
| graph 2 | track decay rate, lateral direction, inner rail..... | 12 |
| graph 3 | track decay rate, vertical direction, outer rail..... | 13 |
| graph 4 | track decay rate, vertical direction, inner rail | 13 |
| graph 5 | track decay rate, lateral direction, outer | 14 |
| graph 6 | track decay rate, lateral direction, inner | 14 |
| graph 7 | track decay rate, vertical direction, outer..... | 15 |
| graph 8 | track decay rate, vertical direction, inner..... | 15 |

ANNEXES

| <i>No.</i> | | <i>Pages</i> |
|------------|------------------|--------------|
| 1 | Table of results | 2 |
| 2 | | |
| 3 | | |

LIST OF REVISIONS

| <i>Rev. No.</i> | <i>Concerns pages/Description</i> |
|---------------------|-----------------------------------|
| | |
| | |
| | |

1 General

Measurement of the track decay rate (TDR) of the track section R = 250 m of the test ring Cerhenice (ZZO) was conducted by Testing laboratory VÚKV a.s., Bucharova 1314/8, 158 00 Praha 5 based on the accepted Purchase Order No. RIF FOG/JOH/ SCEI-9MPJWS for noise measurement dated 2014-08-05, placed by HUPAC Intermodal SA, Viale R. Manzoni 6, Chiasso, Switzerland. The order is registered in VÚKV under no. 4480/2014.

The measurements were carried out on 07th October 2014 and on 30th October 2014 at the track section R = 250 m.

The measurement was prepared and performed by the staff of Testing laboratory VÚKV a.s.: Lucie Phamová, Jindřich Běťák and Tomáš Velebil under the guidance of Milan Richter.

2 Terms and definitions

Direct frequency response function: frequency-dependent ratio of the acceleration to the excitation force, both measured at the same position (as close as possible).


Frequency response function: frequency-dependent ratio of the acceleration to the excitation force.

Accelerance: complex ratio of the acceleration at one point in a mechanical system to the force at the same point or at a different point during a single harmonic motion.

Track decay rate: vibration amplitude decay rate of the vertical or transverse bending waves of the rail as a function of the distance along the rail

3 Symbols and abbreviations

| | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 15461:2008+A1:2010 | Railway applications – Noise emission – Characterisation of the dynamic properties of track sections for pass by noise measurements; |
| TSI-NOI | Commission Decision No. 2011/229/EU of 4 th April 2011 concerning the technical specifications of interoperability (TSI) relating to the subsystem “rolling stock – noise” of the trans-European conventional rail system |
| ZC Velim | Zkušební centrum Velim (Test Centre Velim); |
| VZZO | Test ring; |
| VUZ | Railway Research Institute; |
| HBM | Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH; |
| TOR | top of rail; |
| x_n | position along the track. The reference position $x_0 = 0$ is situated at the measuring point of the direct frequency response function; |
| x_{max} | position of the maximum distance considered along the track; |
| $A(x_n)$ | frequency response function at position x_n along the track; |
| TDR | decay rate on the track; |
| TDR_{min} | the track decay rate minimum. |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Subject of testing Track decay rate measurement | Sections measurements ZZO – R=250m | Test Report No. 14-P 057 | Revision No. Page | 0 6 of 15 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|--------------|

4 Test requirements

The measurement of the track decay rate indicates whether dynamic behavior of the test track section fulfills TSI-NOI requirements. TSI-NOI determines minimum values of the track decay rate in the lateral and vertical direction. The EN 15461:2008+A1:2010 defines measuring process.

4.1 Measured section

The measured sections are located at the curve R250 at the trackage 0.65 and 0.7.

4.2 Position and assembly of the accelerometers

- The accelerometers are located within the measured section and at median point of a space between the sleepers.
- The accelerometers are not located close to rail support in an unusual condition (e.g. pumping sleeper, missing or damaged fastening clip, a rail weld, a rail expansion joint).
- The accelerometers are fixed:
 - a) in the vertical direction on a longitudinal axis of the rail, preferably on the rail head. If this is not possible, it (they) should be fixed on the flange of the rail;
 - b) in the transverse direction, on the inside face of the rail head.

4.3 Acquisition of the FRFs

- The FRFs are expressed in the form of one-third octave band.
- The FRFs are given for frequency band between 100 Hz and 5 000 Hz inclusively.
- An average FRF of at least 4 validated pulses is taken into account for each elementary FRF.
- The FRF is an accelerance.

4.4 Measured and computed quantities

4.4.1 Measured quantities

- The acceleration in the lateral and vertical direction $\mathbf{a}_y, \mathbf{a}_z$ (m/s²).
- The excitation force of impact of an instrumented hammer in the lateral and vertical direction $\mathbf{F}_y, \mathbf{F}_z$ (N).

4.4.2 Computed quantities

Track decay rate TDR [dB/m]:

$$DR = \frac{4.343}{\sum_{n=0}^{n_{MAX}} \frac{|A(x_n)|^2}{|A(x_0)|^2} \Delta x_n},$$

where Δx_n [m].

Minimum of track decay rate DR_{\min} :

$$DR_{\min} = \frac{4.343}{x_{MAX}}$$

5 Instruments used

- Measuring equipment PULSE for vibration measurement, type LAN-XI, 51,2 kHz, manufacturer Brüel&Kjaer, ser. no. 106003, calibration document no. 8012-KL-50127-14, 8012-KL-50128-14, 8012-KL-50129-14, validity of calibration till 19.03.2016.

- Instrumented hammer, type 8206-003, manufacturer Brüel&Kjaer, measuring range: 4 448 N, ser. no. 57090, calibration document no. 8012-KL-50148-13, validity of calibration till 24.05.2016.
- Accelerometer, type 4534-B-001, manufacturer Brüel&Kjaer, frequency range: 0.2 Hz – 12.8 kHz, ser. no. 30030, calibration document no. 8012-KL-50159-13, validity of calibration till 23.05.2018.
- Accelerometer, type 4534-B-001, manufacturer Brüel&Kjaer, frequency range: 0.2 Hz – 12.8 kHz, ser. no. 30031, calibration document no. 8012-KL-50160-13, validity of calibration till 23.05.2018.
- Distance determination: Steel measuring tape 30 m, Richter, Ser. No. 749/10, calibration document A4319/2010.0 validity of calibration till 19.08.2020.
- Air temperature, relative air humidity, wind speed, absolute air pressure: meteo-station Davis Vantage Pro 2, ser. no. A110504A060, calibration document no. VLM-11107 (validity of calibration till 14.6.2016 /humidity/); calibration document no. TPM-110495 (validity of calibration till 16.6.2016 /temperature/); calibration document no. ANM-11133 (validity of calibration till 24.6.2016 /wind speed/); calibration document no. TLK-11064 (validity of calibration till 27.6.2016 /absolute air pressure/).
- Rail temperature: digital contact thermometer, THERM 2285-2, ser. no. 891168, calibration document no. TMP-09358, validity of calibration till 16.06.2014
- Laptop, measuring software: Brüel&Kjaer Pulse Data RECORDER 17.0.0, Pulse REFLEX 17.0.0.

6 Test procedure

The measurements were carried out at ZZO, R250 on 07th October 2014, 10:00 to 14:00, and on 30th October 2014, 09:00 to 13:00.

The measurements were performed up to 90th inter-sleeper space.

6.1 Weather conditions

The measurements were carried out under cloudy weather. The rail and the surroundings of the measuring site were dry. Meteorological conditions were recorded during the measurements, see tab. 1 and 2, fig. 1 and 2.

tab. 1 Weather conditions during the test - 07th October 2014

| Weather | Air temperature [°C] | Relative air humidity [%] | Wind speed [m/s] | Absolute air pressure [hPa] |
|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| - | | | | |
| cloudy | 13,4...15,1 | 92...97 | 0...0,4 | 994,4...995,0 |

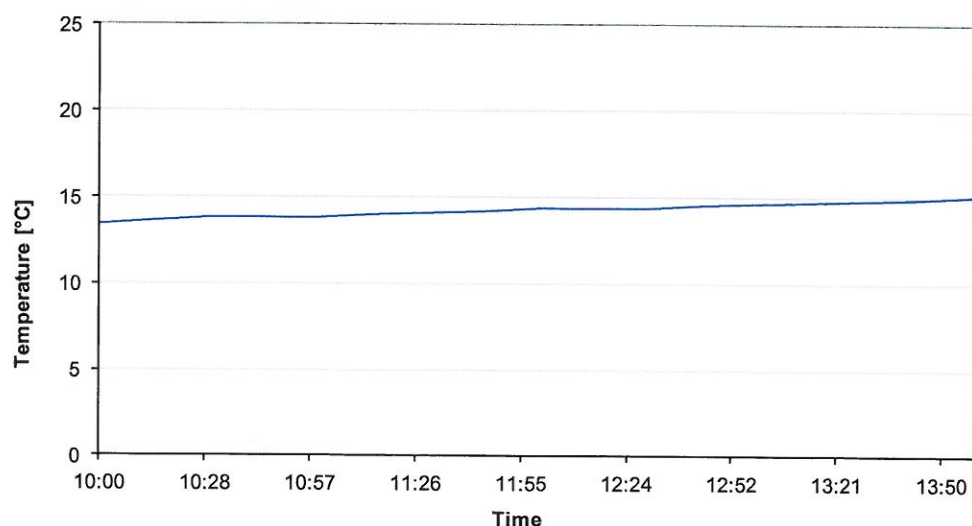


fig. 1 Air temperature during the test - 07th October 2014

tab. 2 Weather conditions during the test - 30th October 2014

| Weather | Air temperature [°C] | Relative air humidity [%] | Wind speed [m/s] | Absolute air pressure [hPa] |
|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| - | | | | |
| cloudy | 6,2...8,9 | 84...92 | 0...0,4 | 1001,3...1002,2 |

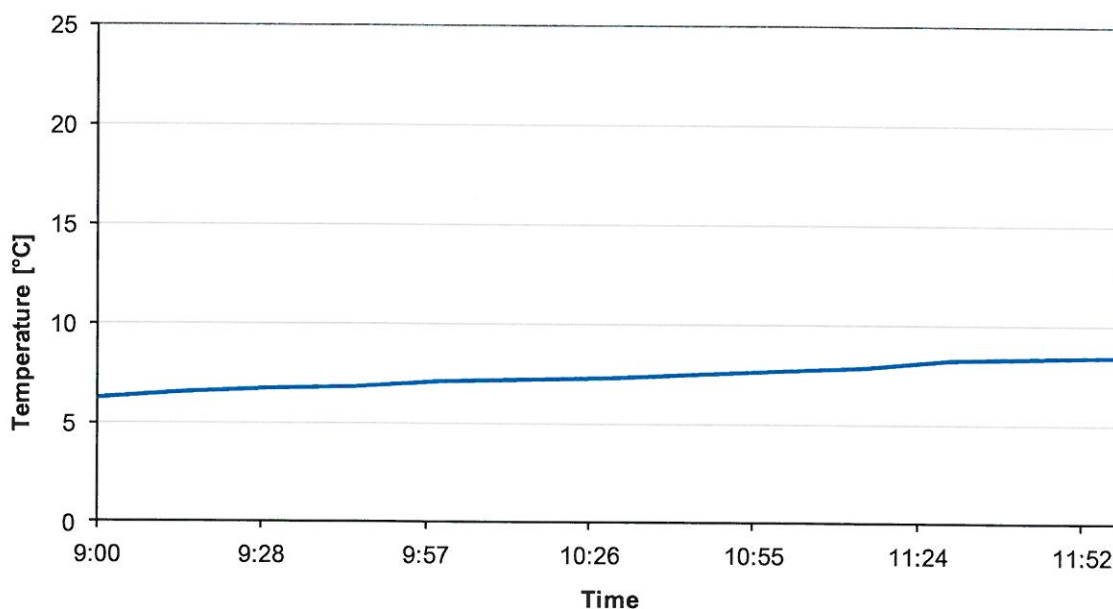


fig. 2 Air temperature during the test - 30th October 2014

6.2 Rail temperature

Rail temperature was regularly measured by contact thermometer and was:

07th October 2014 - from 13,2 °C to 15,1 °C.

30th October 2014 - from 6,1 °C to 8,6 °C.

6.3 Location of the measurement

The measurement was conducted at the track km 0.65 and 0.7 of the test ring ZZO, see fig. 3. The geometrical and building parameters are depicted in tab. 3 and tab. 4.

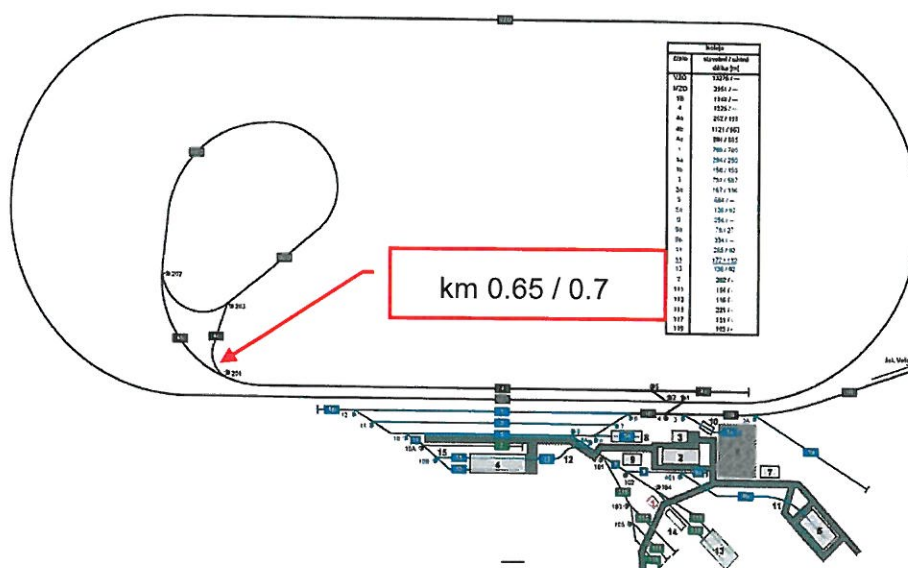


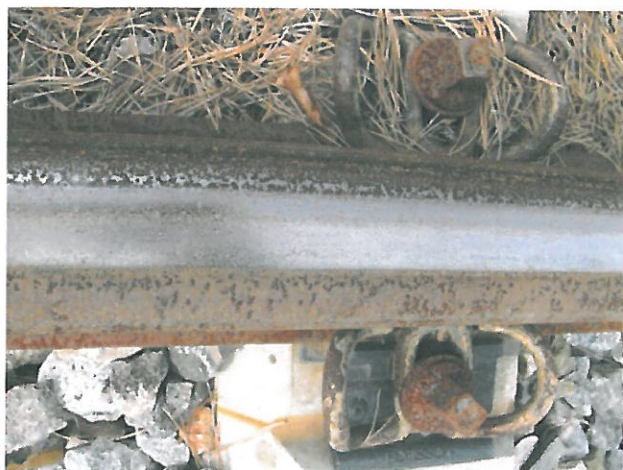
fig. 3 Trackage of test ring, TDR measurement at track km 0.65 and 0.7

tab. 3 Geometrical parameters of the track

| Line | Track | Gauge [mm] | Rail inclination | Measuring site [km] |
|------|-------|------------|------------------|---------------------|
| ŽZO | R250 | 1435 | 1:40 | 0.65 |
| ŽZO | R250 | 1435 | 1:40 | 0.70 |

tab. 4 Building parameters of the rail

| Track ground | Gravel ballast height | Sleeper type | Rail type | Sole plate type | Fastening type |
|--------------|-----------------------|----------------|------------|-----------------|----------------|
| soil | 0.8 to 1.0 m | concrete B 91S | S49 welded | Vossloh Wfp14K | 14 V 12 |



a)



b)

fig. 4 Rail surface at km 0.65; a) inner rail, b) outer rail

6.4 Measured and excited points

6.4.1 Measured positions

Two measurement sets were performed – each for different rail – inner and outer. Positions were chosen with respect to microphone positions (measurement performed on 29th August 2014), see fig. 5.

The accelerometers were fixed to the rail according to fig. 6 by special mixed adhesive HBM. Used positions are marked by red circles. The adhesive was spread on the magnetic part of the accelerometers. It serves also as electrical insulation, fig. 7.

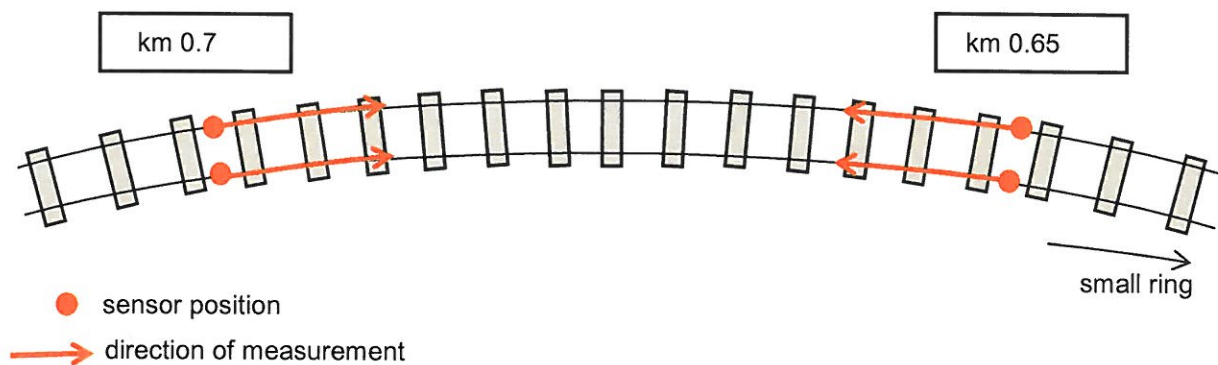


fig. 5 Position of measured points

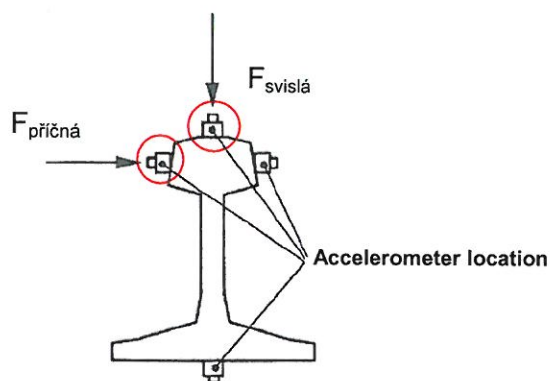


fig. 6 Accelerometer location

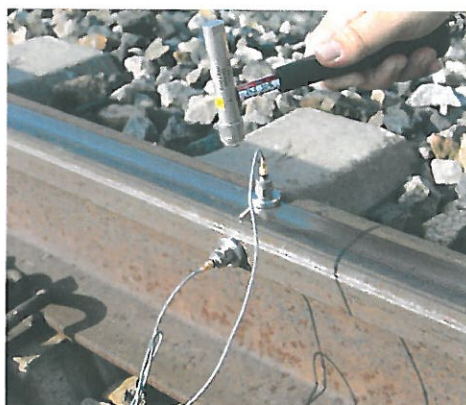
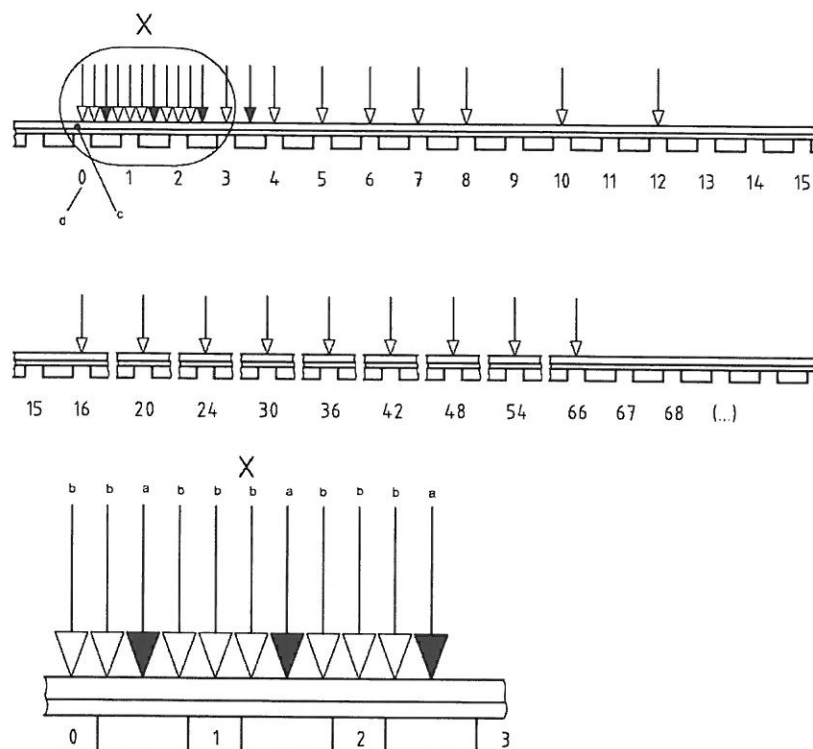


fig. 7 Instrumented hammer, accelerometers + marked inner-sleeper space

6.4.2 Excitation points

A mesh of excited points is depicted in fig. 8.



Key

- a ↓ Hammer impact on the rail above the sleeper
- b ↓ Hammer impact on the rail between the sleepers
- c Position of the accelerometer
- d Index of the inter sleeper space

fig. 8 Excitation points [EN 15461+A1]

6.5 Data acquisition

Data were recorded by system PULSE, B&K, sampling frequency was $f_s = 131\,072$ Hz. Frequency range of used accelerometers is 0.2 Hz – 12.8 kHz.

Instrumented hammer was fitted with an aluminum and plastic tip due to the better excitation of the rail in low and high frequencies.

FRF was measured for all prescribed excitation points.

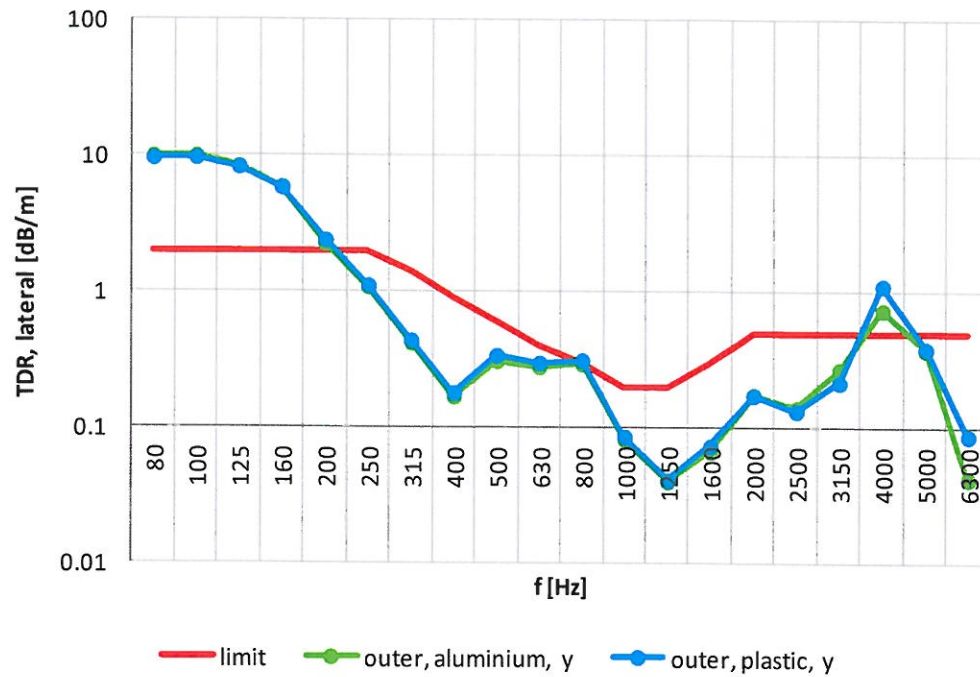
7 Data processing

The measured signals were filtered by band-pass from 0.2 Hz to 32 768 Hz. Each FRF was assessed as an average from six valid measurements at least. Signals were processed according to EN 15461+A1 using MATLAB software (version R2007b).

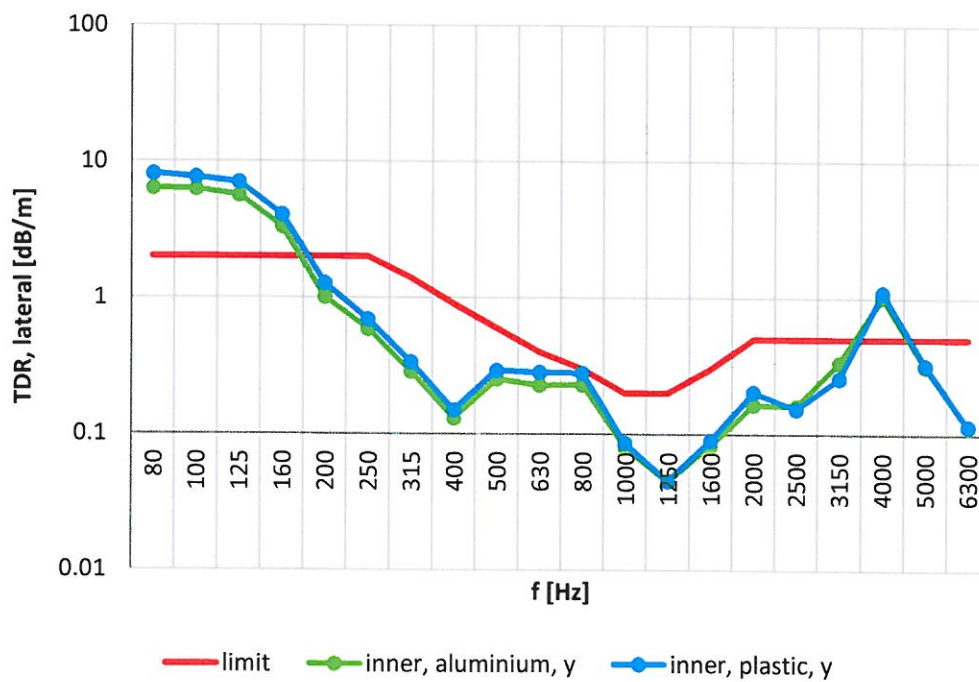
8 Test results

8.1 Track decay rate – km 0.65 (07th October 2014)

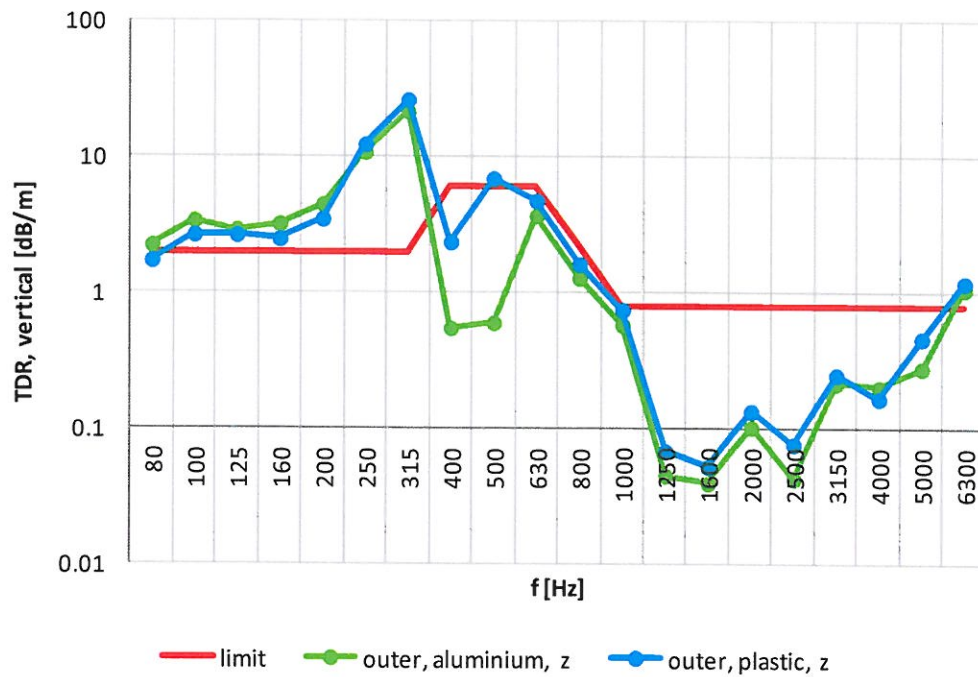
Track decay rates were measured and processed according to EN 15461+A1, see graph 1 - graph 4.



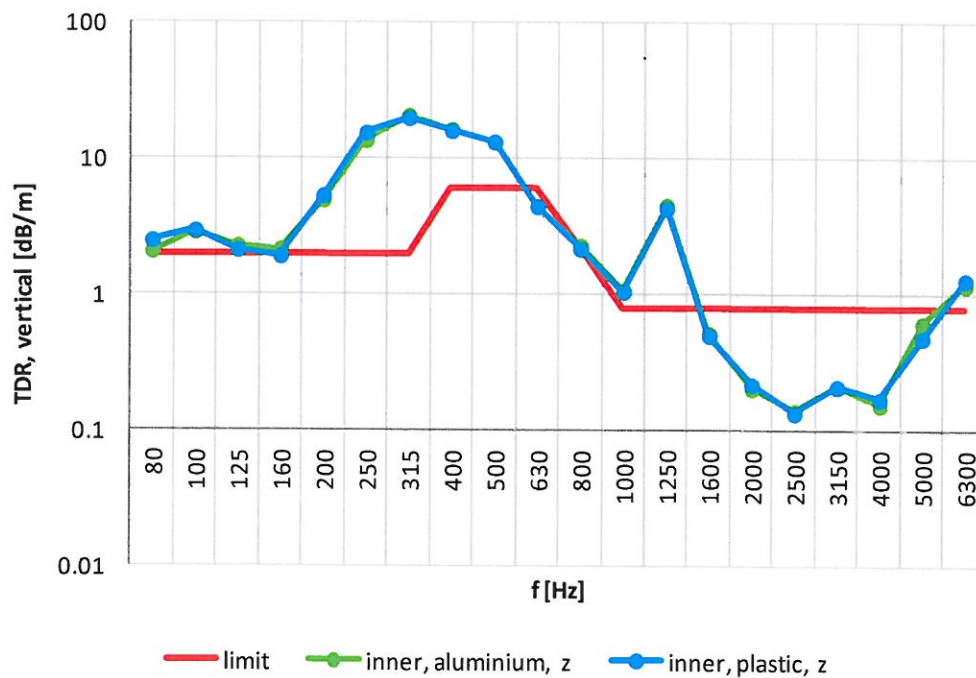
graph 1 track decay rate, lateral direction, outer rail



graph 2 track decay rate, lateral direction, inner rail



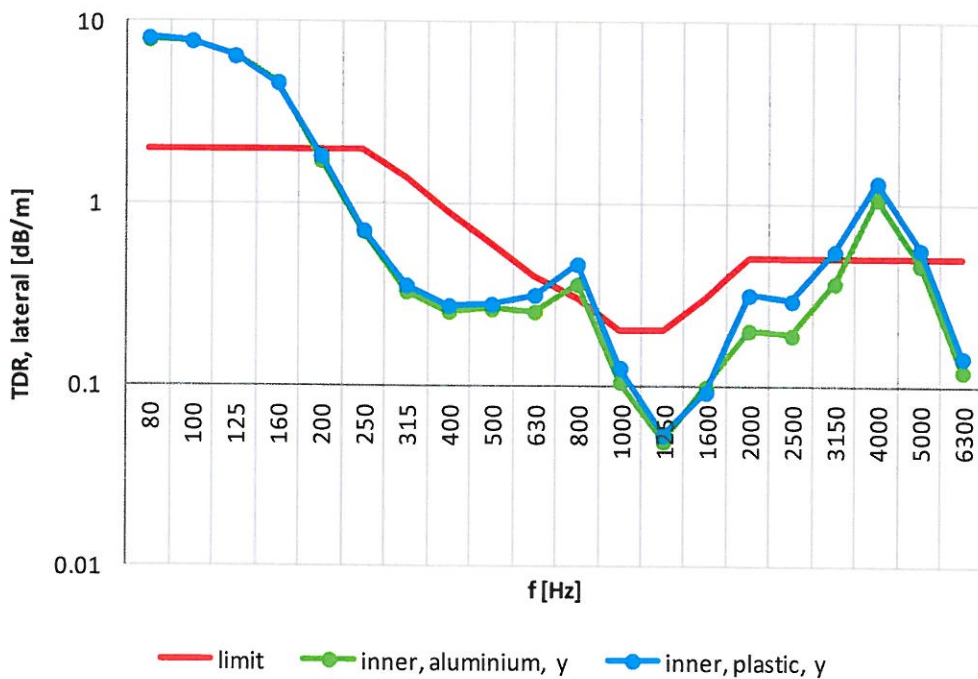
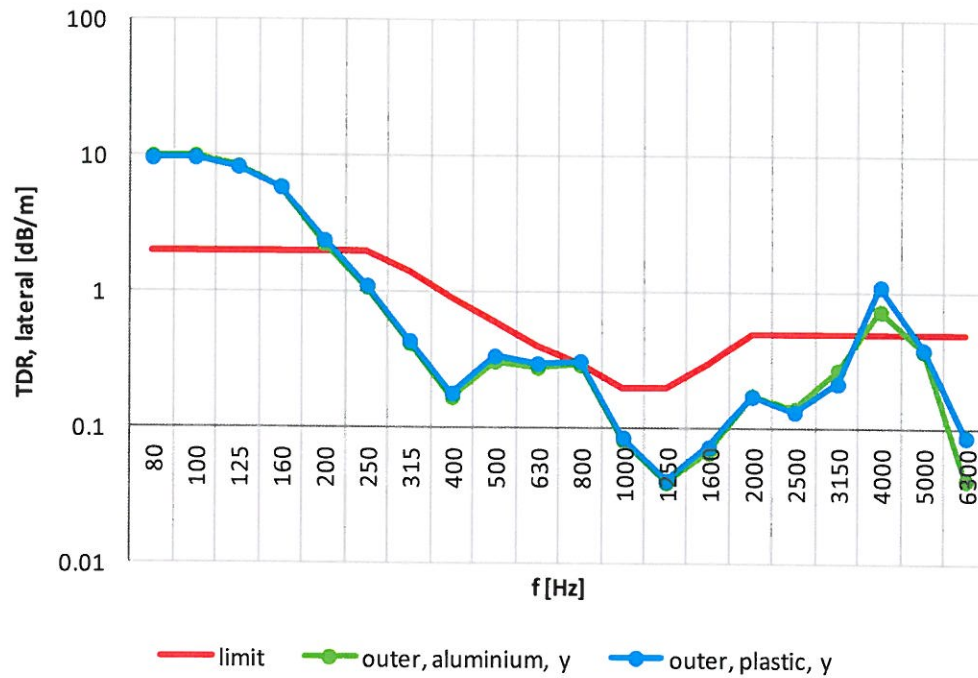
graph 3 track decay rate, vertical direction, outer rail

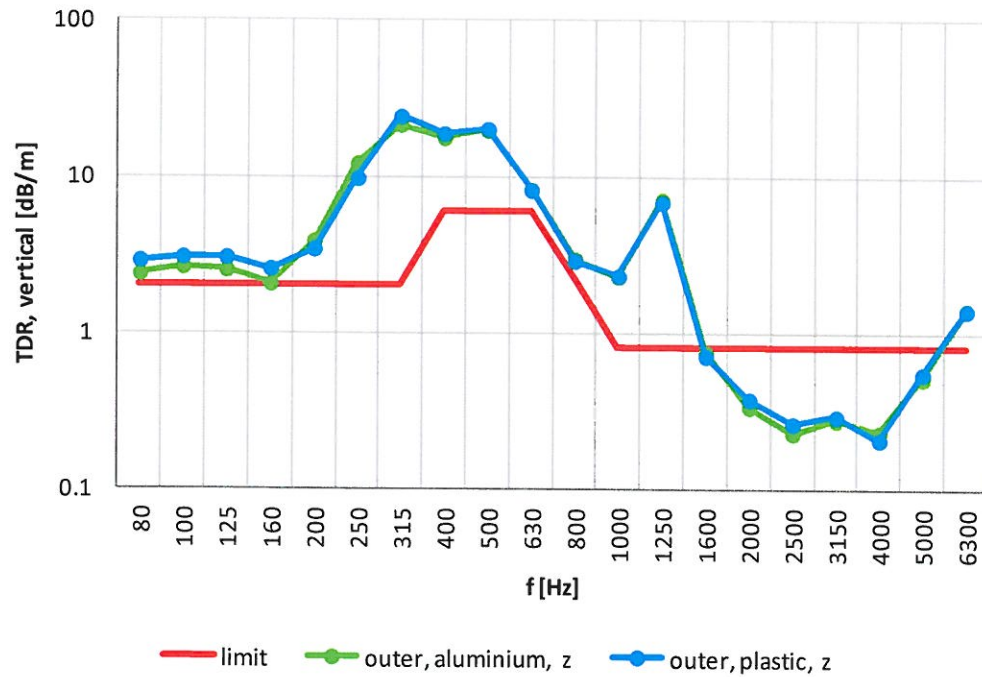


graph 4 track decay rate, vertical direction, inner rail

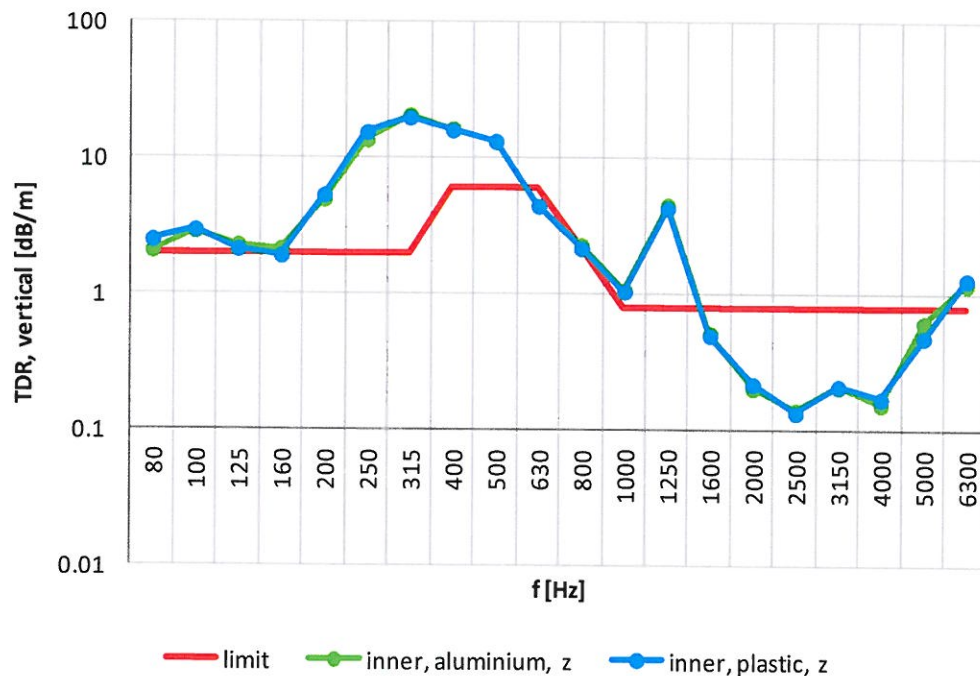
8.2 Track decay rate – km 0.70 (30th October 2014)

Track decay rates were measured and processed according to EN 15461+A1, see graph 5 – graph 8.





graph 7 track decay rate, vertical direction, outer



graph 8 track decay rate, vertical direction, inner

9 Conclusion

Test report describes a procedure and results of the track decay rate measurement at R250 ZZO. The track decay rate measurement was carried out in accordance taking account EN 15461+A.

Results are expressed numerically in an annex 1.

The test was carried out in accordance with applicable standards and requirements of the order party.

The results presented in the Test Report only relate to the tested track section.

| TDR [dB/m] - 07 th February 2014 km 0.65 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------------|---------------|-------------|-------|-----|---------------|
| Frequency band [Hz] | Vertical direction | | | | | | Lateral direction | | | | | |
| | Outer | | | Inner | | | Limit TSI-NOI | Outer | | Inner | | Limit TSI-NOI |
| | Aluminium tip | Plastic tip | Aluminium tip | Plastic tip | Aluminium tip | Plastic tip | | Aluminium tip | Plastic tip | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 2.3 | 1.7 | 2.1 | 2.5 | / | / | 10.0 | 9.7 | 6.3 | 8.1 | / | |
| 100 | 3.4 | 2.7 | 2.9 | 3.0 | / | / | 10.1 | 9.8 | 6.2 | 7.6 | / | |
| 125 | 2.9 | 2.7 | 2.3 | 2.1 | / | / | 8.4 | 8.4 | 5.6 | 7.0 | / | |
| 160 | 3.2 | 2.5 | 2.2 | 1.9 | / | / | 6.0 | 5.9 | 3.3 | 4.1 | / | |
| 200 | 4.5 | 3.5 | 5.0 | 5.4 | / | / | 2.3 | 2.4 | 1.0 | 1.3 | / | |
| 250 | 10.9 | 12.4 | 13.6 | 15.5 | 2 | 2 | 1.1 | 1.1 | 0.6 | 0.7 | 2 | |
| 315 | 21.8 | 26.4 | 20.8 | 19.9 | 2 | 2 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 1.4 | |
| 400 | 0.6 | 2.4 | 16.5 | 16.1 | 6 | 6 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.9 | |
| 500 | 0.6 | 7.0 | 13.3 | 13.3 | 6 | 6 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | |
| 630 | 3.7 | 4.8 | 4.5 | 4.5 | 6 | 6 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | |
| 800 | 1.3 | 1.6 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | |
| 1000 | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | |
| 1250 | 0.0 | 0.1 | 4.6 | 4.3 | 0.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | |
| 1600 | 0.0 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | |
| 2000 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | |
| 2500 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | |
| 3150 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | |
| 4000 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 0.5 | |
| 5000 | 0.3 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.5 | |
| 6300 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | / | / | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | / | |

TDR [dB/m] - 30th February 2014
km 0.70

| Frequency band [Hz] | Vertical direction | | | | | Lateral direction | | | | |
|---------------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| | Outer | | Inner | | Limit TSI-NOI | Outer | | Inner | | Limit TSI-NOI |
| | Aluminium tip | Plastic tip | Aluminium tip | Plastic tip | | Aluminium tip | Plastic tip | Aluminium tip | Plastic tip | |
| 80 | 2.4 | 2.9 | 3.1 | 4.0 | / | 8.3 | 8.3 | 8.0 | 8.2 | / |
| 100 | 2.6 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | / | 7.4 | 7.6 | 7.8 | 7.8 | / |
| 125 | 2.5 | 3.0 | 2.8 | 2.3 | / | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.5 | / |
| 160 | 2.1 | 2.6 | 2.7 | 1.7 | / | 4.3 | 4.4 | 4.7 | 4.6 | / |
| 200 | 3.9 | 3.4 | 3.8 | 2.9 | / | 2.0 | 2.0 | 1.7 | 1.8 | / |
| 250 | 12.2 | 9.8 | 13.9 | 15.8 | 2 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 2 |
| 315 | 21.4 | 24.2 | 21.9 | 18.2 | 2 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 1.4 |
| 400 | 17.7 | 18.8 | 16.8 | 14.0 | 6 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.9 |
| 500 | 19.7 | 20.1 | 16.8 | 13.5 | 6 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| 630 | 8.3 | 8.2 | 6.4 | 5.4 | 6 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 |
| 800 | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.4 | 2.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.3 |
| 1000 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.2 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| 1250 | 7.1 | 6.9 | 6.9 | 6.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 |
| 1600 | 0.8 | 0.7 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.3 |
| 2000 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 1.4 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 2500 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.6 | 0.8 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 |
| 3150 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.5 |
| 4000 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.1 | 1.3 | 0.5 |
| 5000 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 |
| 6300 | 1.4 | 1.4 | 2.2 | 2.2 | / | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | / |

| Messungen am 2014-08-24 | | | | | | L _{Aeq,TP} dB (A) – Realwerte | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------|-----|----------|-------|----------|----------|----------------------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|
| | | | | | | Var. 1 - real velocity | | | Var. 2 - real velocity | | | Var. 5 - real velocity | | | Var. 6 - real velocity | | |
| ID pulse / Notiz | lap | distance | time | velocity | velocity | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| | | [km] | [s] | [m/s] | [km/h] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| Testfahrt wegen der Bremsen | 1 | 13,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Testfahrt wegen der Bremsen, 120 km/h | 2 | 26,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Video | 3 | 39,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Halt an der Messstelle, Wagen 191/201 keine Lüftung | 4 | 52,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 km/h | 5 | 66 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 79,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-1 | 7 | 92,4 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 86,8 | 86,8 | 96,4 | 82,8 | 82,8 | 93,8 | 87,6 | 87,4 | 98,5 | 88,7 | 88,4 | 99,8 |
| Recording-2 | 8 | 105,6 | 0,657 | 31,96 | 115,1 | 86,6 | 86,8 | 96,8 | 82,5 | 83,0 | 93,9 | 87,4 | 87,4 | 98,4 | 88,7 | 88,8 | 99,5 |
| Recording-3 | 9 | 118,8 | 0,658 | 31,91 | 114,9 | 86,4 | 87,0 | 96,4 | 82,9 | 82,9 | 93,8 | 86,8 | 87,8 | 98,4 | 86,8 | 87,8 | 98,4 |
| Recording-4 | 10 | 132 | 0,648 | 32,40 | 116,7 | 86,8 | 87,1 | 96,6 | 82,8 | 83,1 | 93,5 | 87,8 | 88,2 | 98,4 | 88,6 | 89,2 | 99,5 |
| Recording-5 | 11 | 145,2 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 87,5 | 87,4 | 97,4 | 82,7 | 82,9 | 93,8 | 87,5 | 87,7 | 98,8 | 89,1 | 89,5 | 100,1 |
| Recording-6 | 12 | 158,4 | 0,643 | 32,65 | 117,6 | 87,1 | 87,8 | 97,2 | 82,9 | 83,2 | 93,8 | 87,1 | 88,0 | 98,4 | 89,0 | 89,1 | 99,8 |
| Recording-7 | 13 | 171,6 | 0,645 | 32,55 | 117,2 | 86,6 | 87,5 | 96,7 | 83,2 | 83,4 | 93,9 | 87,4 | 87,8 | 98,3 | 89,2 | 89,2 | 100,1 |
| Recording-8 | 14 | 184,8 | 0,643 | 32,65 | 117,6 | 87,3 | 87,6 | 97,0 | 83,1 | 83,3 | 93,6 | 87,5 | 88,0 | 98,5 | 89,1 | 89,2 | 100,4 |
| Keine Messungen | 15 | 198 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Radrauhheitsmessungen | 16 | 211,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-9 | 17 | 224,4 | 0,645 | 32,55 | 117,2 | 87,0 | 87,1 | 96,8 | 83,3 | 83,4 | 94,0 | 87,6 | 87,9 | 98,8 | 89,0 | 89,3 | 100,1 |
| Recording-10 | 18 | 237,6 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 86,5 | 87,1 | 97,3 | 82,4 | 83,3 | 94,2 | 87,4 | 88,2 | 98,8 | 89,0 | 89,1 | 99,9 |
| Recording-11 | 19 | 250,8 | 0,654 | 32,11 | 115,6 | 86,7 | 87,2 | 96,5 | 83,1 | 83,3 | 93,9 | 87,3 | 87,9 | 98,6 | 89,5 | 89,1 | 99,8 |
| Recording-12 | 20 | 264 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 86,8 | 87,5 | 97,5 | 83,1 | 83,8 | 94,3 | 87,2 | 88,1 | 98,7 | 89,3 | 89,3 | 99,7 |
| Recording-13 | 21 | 277,2 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 87,0 | 87,5 | 97,2 | 82,9 | 83,3 | 93,9 | 87,3 | 88,2 | 98,8 | 89,0 | 89,3 | 99,9 |
| Recording-14 | 22 | 290,4 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 86,9 | 87,2 | 96,8 | 83,2 | 83,7 | 93,9 | 87,3 | 88,1 | 98,9 | 89,0 | 89,4 | 100,2 |
| Keine Messungen | 23 | 303,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-15 | 24 | 316,8 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 86,7 | 87,6 | 96,9 | 82,7 | 83,2 | 93,5 | 87,0 | 88,0 | 98,3 | 88,8 | 89,2 | 99,2 |
| Recording-16 | 25 | 330 | 0,655 | 32,061 | 115,4 | 86,9 | 87,2 | 96,8 | 82,7 | 83,4 | 93,7 | 87,2 | 87,7 | 98,5 | 89,2 | 89,5 | 99,9 |
| Recording-17 | 26 | 343,2 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 86,7 | 87,1 | 96,6 | 82,9 | 83,1 | 93,8 | 87,6 | 88,2 | 98,6 | 89,1 | 89,7 | 100,2 |
| Keine Messungen, es regnet | 27 | 356,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Keine Messungen, es regnet | 28 | 369,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-18 | 29 | 382,8 | 0,64 | 32,8125 | 118,1 | 87,0 | 87,4 | 97,3 | 83,1 | 83,2 | 94,1 | 87,7 | 88,0 | 98,8 | 89,1 | 88,7 | 99,9 |
| Recording-19 | 30 | 396 | 0,646 | 32,50 | 117,0 | 86,9 | 86,9 | 97,0 | 82,6 | 83,0 | 94,0 | 87,2 | 88,1 | 98,8 | 89,0 | 89,4 | 99,8 |
| Radrauhheitsmessungen | 31 | 409,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-20 | 32 | 422,4 | 0,967 | 21,71 | 78,2 | 81,4 | 81,5 | 91,6 | 78,2 | 78,2 | 89,3 | 82,1 | 82,4 | 93,0 | 83,5 | 83,2 | 94,2 |
| Recording-21 | 33 | 435,6 | 0,974 | 21,56 | 77,6 | 81,8 | 81,4 | 91,6 | 78,6 | 78,4 | 89,5 | 82,2 | 82,4 | 93,5 | 83,3 | 83,3 | 94,1 |
| Recording-22 | 34 | 448,8 | 1,004 | 20,91 | 75,3 | 81,3 | 80,4 | 91,2 | 77,6 | 77,4 | 88,9 | 81,7 | 81,6 | 92,7 | 83,1 | 82,5 | 93,9 |
| Recording-23 | 35 | 462 | 0,661 | 31,77 | 114,4 | 86,7 | 87,1 | 96,5 | 83,0 | 83,5 | 94,0 | 87,1 | 88,2 | 98,4 | 88,8 | 88,8 | 99,2 |
| Recording-24 | 36 | 475,2 | 0,653 | 32,15 | 115,8 | 86,2 | 87,2 | 96,5 | 82,7 | 83,0 | 93,4 | 87,4 | 87,7 | 98,6 | 89,0 | 89,7 | 99,5 |
| Recording-26 | 37 | 488,4 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 86,6 | 87,3 | 96,5 | 82,8 | 83,0 | 93,4 | 87,4 | 88,6 | 99,1 | 88,9 | 89,7 | 99,8 |
| Recording-28 | 38 | 501,6 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 86,6 | 87,1 | 96,7 | 82,7 | 83,4 | 93,7 | 87,1 | 88,3 | 98,7 | 88,7 | 89,6 | 100,0 |
| Recording-29 | 39 | 514,8 | 0,657 | 31,96 | 115,1 | 86,7 | 87,7 | 96,9 | 82,4 | 83,2 | 93,7 | 87,0 | 88,0 | 98,5 | 88,9 | 89,3 | 99,6 |
| Recording-30 | 40 | 528 | 0,658 | 31,91 | 114,9 | 86,5 | 86,9 | 96,2 | 82,4 | 83,1 | 93,9 | 87,1 | 87,8 | 98,5 | 88,7 | 89,1 | 99,4 |
| Recording-31 | 41 | 541,2 | 0,656 | 32,01 | 115,2 | 86,4 | 87,5 | 96,5 | 82,8 | 83,3 | 94,0 | 87,5 | 88,1 | 98,8 | 89,1 | 89,5 | 99,6 |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|-----------------------|--------------|
|  | Prüfgegenstand | Typ | Prüfbericht Nr. | Anlage Nr. | 5 |
| | Vergleichsmessung | HUPAC | 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 2 von 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Recirding-32 | 42 | 554,4 | 0,649 | 32,35 | 116,5 | 86,4 | 87,1 | 96,3 | 82,6 | 83,1 | 93,9 | 87,4 | 87,8 | 98,6 | 88,9 | 89,2 | 99,9 |
| Recording-33 | 43 | 567,6 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 86,3 | 87,2 | 96,4 | 82,8 | 83,4 | 93,7 | 86,8 | 88,6 | 98,9 | 87,4 | 89,6 | 98,8 |
| Recording-34 | 44 | 580,8 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 86,8 | 87,5 | 96,6 | 82,8 | 83,0 | 93,7 | 87,3 | 88,3 | 98,2 | 89,2 | 89,3 | 99,9 |
| Recording-35 | 45 | 594 | 0,66 | 31,81 | 114,5 | 86,6 | 86,7 | 96,6 | 82,8 | 83,0 | 93,8 | 86,8 | 88,1 | 98,7 | 89,2 | 89,1 | 99,5 |
| Radrauheitsmessungen | 46 | 607,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-36 | 47 | 620,4 | 0,954 | 22,01 | 79,2 | 81,0 | 81,2 | 91,5 | 77,9 | 78,2 | 88,8 | 82,1 | 82,4 | 93,1 | 84,7 | 84,3 | 96,4 |
| Recording-37 | 48 | 633,6 | 0,953 | 22,03 | 79,3 | 81,4 | 81,6 | 91,5 | 78,2 | 78,2 | 89,4 | 82,2 | 82,8 | 93,3 | 84,3 | 83,7 | 94,5 |
| Recording-38 | 49 | 646,8 | 0,984 | 21,34 | 76,8 | 81,3 | 81,1 | 91,5 | 78,1 | 78,1 | 88,8 | 81,7 | 82,2 | 92,8 | 83,2 | 83,6 | 93,7 |
| Recording-39, Anfahrt | 50 | 660 | 0,904 | 23,23 | 83,6 | | | | | | | | | | | | |
| Recording-40 | 51 | 673,2 | 0,653 | 32,15 | 115,8 | 86,7 | 87,2 | 96,7 | 83,2 | 83,5 | 93,8 | 87,2 | 88,1 | 98,8 | 88,7 | 89,8 | 99,8 |
| Recording-41, ein wenig regen | 52 | 686,4 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 87,2 | 87,2 | 96,6 | 82,9 | 83,4 | 94,0 | 87,5 | 87,9 | 99,2 | 89,4 | 89,6 | 99,9 |
| keine Messungen, es regnet | 53 | 699,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-42, Gleis nass | 54 | 712,8 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 87,1 | 87,6 | 96,8 | 83,0 | 82,8 | 93,6 | 87,9 | 88,2 | 98,8 | 89,3 | 89,6 | 100,0 |
| Recording-43 | 55 | 726 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 86,7 | 87,0 | 96,8 | 82,3 | 82,8 | 93,8 | 87,6 | 88,4 | 99,1 | 88,8 | 89,5 | 99,7 |
| Recording-44 | 56 | 739,2 | 0,649 | 32,35 | 116,5 | 86,7 | 87,3 | 96,3 | 82,8 | 83,2 | 93,7 | 87,5 | 88,3 | 98,5 | 88,8 | 89,5 | 99,8 |
| Recording-45 | 57 | 752,4 | 0,659 | 31,86 | 114,7 | 86,5 | 86,9 | 96,4 | 82,3 | 82,9 | 93,4 | 87,1 | 87,9 | 98,2 | 89,1 | 89,0 | 99,2 |
| Recording-46 | 58 | 765,6 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 88,0 | 88,6 | 98,2 | 83,0 | 83,1 | 94,1 | 86,9 | 88,0 | 98,6 | 88,9 | 89,4 | 99,5 |
| Recording-47 | 59 | 778,8 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 87,2 | 87,1 | 96,6 | 82,7 | 83,1 | 93,8 | 87,3 | 87,6 | 98,7 | 89,0 | 89,3 | 99,5 |
| Recording-48 | 60 | 792 | 0,654 | 32,11 | 115,6 | 86,9 | 87,5 | 96,9 | 82,6 | 83,0 | 93,5 | 87,3 | 88,0 | 98,9 | 88,6 | 89,4 | 99,5 |
| Recording-49 | 61 | 805,2 | 0,66 | 31,81 | 114,5 | 86,1 | 86,7 | 95,7 | 81,9 | 82,5 | 93,4 | 86,8 | 87,7 | 98,1 | 88,3 | 89,1 | 99,8 |
| Recording-50 | 62 | 818,4 | 0,966 | 21,73 | 78,3 | 81,6 | 81,3 | 91,1 | 78,0 | 77,9 | 88,9 | 82,0 | 82,2 | 93,1 | 83,4 | 83,3 | 93,6 |
| Recording-51 | 63 | 831,6 | 0,944 | 22,24 | 80,1 | 82,0 | 81,9 | 92,1 | 78,6 | 78,9 | 89,5 | 82,5 | 82,3 | 93,6 | 84,2 | 83,9 | 94,1 |
| Recording-52 | 64 | 844,8 | 0,968 | 21,69 | 78,1 | 81,5 | 81,3 | 91,3 | 77,9 | 78,1 | 89,1 | 82,1 | 82,4 | 92,9 | 83,5 | 83,2 | 93,7 |
| Recording-53 | 65 | 858 | 0,637 | 32,96 | 118,7 | 87,4 | 88,0 | 97,2 | 83,5 | 83,4 | 94,0 | 87,2 | 87,8 | 98,6 | 89,5 | 89,8 | 99,7 |
| Recording-54 | 66 | 871,2 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 86,8 | 87,2 | 96,4 | 82,5 | 83,2 | 93,5 | 87,5 | 88,1 | 98,3 | 87,6 | 89,6 | 99,7 |
| Recording-55 | 67 | 884,4 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 87,0 | 87,5 | 96,8 | 83,3 | 84,0 | 94,4 | 87,8 | 88,3 | 98,6 | 89,4 | 89,2 | 100,0 |
| Recording-56 | 68 | 897,6 | 0,614 | 34,20 | 123,1 | 87,8 | 88,0 | 97,3 | 83,3 | 83,9 | 94,3 | 87,9 | 88,5 | 98,8 | 90,2 | 90,3 | 101,1 |
| Recording-57 | 69 | 910,8 | 0,621 | 33,81 | 121,7 | 87,1 | 87,3 | 96,6 | 83,4 | 83,8 | 94,3 | 87,6 | 88,4 | 98,4 | 90,0 | 89,9 | 100,8 |
| Recording-58 | 70 | 924 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 87,3 | 87,9 | 97,2 | 83,1 | 83,7 | 94,1 | 87,9 | 88,5 | 98,6 | 90,3 | 90,0 | 100,2 |
| Recording-59 | 71 | 937,2 | 0,627 | 33,49 | 120,6 | 86,8 | 87,6 | 97,0 | 83,3 | 83,9 | 94,9 | 87,3 | 88,2 | 98,5 | 89,4 | 89,6 | 100,0 |
| Recording-60 | 72 | 950,4 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 86,9 | 87,8 | 97,2 | 83,5 | 83,6 | 94,3 | 87,8 | 88,2 | 98,5 | 89,8 | 89,4 | 99,9 |
| Recording-61 | 73 | 963,6 | 0,895 | 23,4 | 84,5 | 82,5 | 82,7 | 92,4 | 79,2 | 79,4 | 89,8 | 83,1 | 83,7 | 94,5 | 84,2 | 84,6 | 94,9 |
| Recording-62, Kalibrationskontrolle | 73 | 963,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-63 | 74 | 976,8 | 0,925 | 22,70 | 81,7 | 82,0 | 82,0 | 92,4 | 78,5 | 78,6 | 90,0 | 82,4 | 82,9 | 93,9 | 83,9 | 84,0 | 94,5 |

| Messungen am 2014-08-24 | | | | | | L _{Aeq,TP} dB (A) – Umrechnung zum 80 km/h | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|-----|----------|-------|----------|----------|-----------------------------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|
| | | | | | | Var. 1 – Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 2 -Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 5 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 6 - Umrechnung auf 80 km/h | | |
| ID pulse / Notiz | lap | distance | time | velocity | velocity | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| | | [km] | [s] | [m/s] | [km/h] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| Testfahrt wegen der Bremsen | 1 | 13,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Testfahrt wegen der Bremsen, 120 km/h | 2 | 26,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| video | 3 | 39,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Halt an der Messstelle, Wagen 191/201 keine Lüftung | 4 | 52,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 km/h | 5 | 66 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 79,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-1 | 7 | 92,4 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 82,0 | 81,9 | 91,5 | 78,0 | 77,9 | 88,9 | 82,8 | 82,5 | 93,7 | 83,8 | 83,6 | 94,9 |
| Recording-2 | 8 | 105,6 | 0,657 | 31,96 | 115,1 | 81,8 | 82,1 | 92,1 | 77,7 | 78,2 | 89,1 | 82,6 | 82,6 | 93,7 | 84,0 | 84,1 | 94,7 |
| Recording-3 | 9 | 118,8 | 0,658 | 31,91 | 114,9 | 81,7 | 82,2 | 91,7 | 78,2 | 78,2 | 89,1 | 82,1 | 83,1 | 93,7 | 82,1 | 83,1 | 93,7 |
| Recording-4 | 10 | 132 | 0,648 | 32,40 | 116,7 | 81,9 | 82,2 | 91,7 | 77,9 | 78,2 | 88,5 | 82,9 | 83,3 | 93,5 | 83,7 | 84,2 | 94,6 |
| Recording-5 | 11 | 145,2 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 82,6 | 82,5 | 92,4 | 77,8 | 78,0 | 88,9 | 82,5 | 82,7 | 93,9 | 84,2 | 84,5 | 95,2 |
| Recording-6 | 12 | 158,4 | 0,643 | 32,65 | 117,6 | 82,1 | 82,7 | 92,2 | 77,9 | 78,2 | 88,7 | 82,1 | 82,9 | 93,3 | 84,0 | 84,1 | 94,8 |
| Recording-7 | 13 | 171,6 | 0,645 | 32,55 | 117,2 | 81,6 | 82,5 | 91,8 | 78,2 | 78,5 | 89,0 | 82,4 | 82,8 | 93,3 | 84,2 | 84,2 | 95,2 |
| Recording-8 | 14 | 184,8 | 0,643 | 32,65 | 117,6 | 82,2 | 82,6 | 92,0 | 78,1 | 78,3 | 88,5 | 82,5 | 82,9 | 93,5 | 84,0 | 84,2 | 95,4 |
| Keine Messungen | 15 | 198 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Radrauhheitsmessungen | 16 | 211,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-9 | 17 | 224,4 | 0,645 | 32,55 | 117,2 | 82,0 | 82,1 | 91,8 | 78,3 | 78,4 | 89,0 | 82,6 | 82,9 | 93,8 | 84,0 | 84,3 | 95,1 |
| Recording-10 | 18 | 237,6 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 81,7 | 82,3 | 92,4 | 77,6 | 78,5 | 89,3 | 82,6 | 83,4 | 93,9 | 84,2 | 84,3 | 95,1 |
| Recording-11 | 19 | 250,8 | 0,654 | 32,11 | 115,6 | 81,9 | 82,4 | 91,7 | 78,3 | 78,5 | 89,1 | 82,5 | 83,1 | 93,8 | 84,7 | 84,3 | 95,0 |
| Recording-12 | 20 | 264 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 81,9 | 82,6 | 92,6 | 78,2 | 78,9 | 89,4 | 82,3 | 83,2 | 93,8 | 84,4 | 84,4 | 94,8 |
| Recording-13 | 21 | 277,2 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 82,1 | 82,6 | 92,3 | 78,0 | 78,4 | 89,0 | 82,4 | 83,3 | 93,9 | 84,1 | 84,4 | 95,0 |
| Recording-14 | 22 | 290,4 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 82,0 | 82,3 | 91,9 | 78,4 | 78,8 | 89,0 | 82,5 | 83,2 | 94,0 | 84,1 | 84,5 | 95,3 |
| Keine Messungen | 23 | 303,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-15 | 24 | 316,8 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 81,9 | 82,8 | 92,1 | 77,9 | 78,4 | 88,8 | 82,2 | 83,2 | 93,5 | 84,0 | 84,5 | 94,4 |
| Recording-16 | 25 | 330 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 82,1 | 82,4 | 92,0 | 77,9 | 78,6 | 88,9 | 82,4 | 82,9 | 93,7 | 84,4 | 84,7 | 95,1 |
| Recording-17 | 26 | 343,2 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 81,8 | 82,2 | 91,7 | 78,0 | 78,2 | 88,9 | 82,7 | 83,3 | 93,7 | 84,2 | 84,8 | 95,3 |
| Keine Messungen, es regnet | 27 | 356,4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Keine Messungen, es regnet | 28 | 369,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-18 | 29 | 382,8 | 0,64 | 32,81 | 118,1 | 81,9 | 82,3 | 92,2 | 78,0 | 78,1 | 89,0 | 82,7 | 82,9 | 93,7 | 84,0 | 83,6 | 94,8 |
| Recording-19 | 30 | 396 | 0,646 | 32,50 | 117,0 | 81,9 | 81,9 | 92,0 | 77,6 | 78,0 | 89,0 | 82,2 | 83,1 | 93,8 | 84,0 | 84,4 | 94,8 |
| Radrauhheitsmessungen | 31 | 409,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-20 | 32 | 422,4 | 0,967 | 21,71 | 78,2 | 81,7 | 81,8 | 91,9 | 78,5 | 78,5 | 89,6 | 82,4 | 82,7 | 93,3 | 83,8 | 83,5 | 94,4 |
| Recording-21 | 33 | 435,6 | 0,974 | 21,56 | 77,6 | 82,2 | 81,8 | 92,0 | 79,0 | 78,8 | 89,9 | 82,6 | 82,8 | 93,9 | 83,7 | 83,7 | 94,5 |
| Recording-22 | 34 | 448,8 | 1,004 | 20,91 | 75,3 | 82,1 | 81,2 | 92,0 | 78,4 | 78,2 | 89,7 | 82,5 | 82,4 | 93,5 | 83,9 | 83,3 | 94,7 |
| Recording-23 | 35 | 462 | 0,661 | 31,77 | 114,4 | 82,0 | 82,4 | 91,8 | 78,3 | 78,8 | 89,3 | 82,4 | 83,5 | 93,7 | 84,1 | 84,1 | 94,5 |
| Recording-24 | 36 | 475,2 | 0,653 | 32,15 | 115,8 | 81,4 | 82,4 | 91,7 | 77,9 | 78,2 | 88,6 | 82,6 | 82,9 | 93,8 | 84,2 | 84,9 | 94,7 |
| Recording-26 | 37 | 488,4 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 81,8 | 82,5 | 91,7 | 78,0 | 78,2 | 88,6 | 82,6 | 83,8 | 94,3 | 84,1 | 84,9 | 95,0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|------------------------------------|------|------|
| Recording-28 | 38 | 501,6 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 81,7 | 82,2 | 91,8 | 77,8 | 78,5 | 88,8 | 82,2 | 83,4 | 93,8 | 83,8 | 84,7 | 95,1 |
| Recording-29 | 39 | 514,8 | 0,657 | 31,96 | 115,1 | 82,0 | 83,0 | 92,2 | 77,7 | 78,5 | 89,0 | 82,3 | 83,3 | 93,8 | 84,2 | 84,6 | 94,9 |
| Recording-30 | 40 | 528 | 0,658 | 31,91 | 114,9 | 81,8 | 82,2 | 91,5 | 77,7 | 78,4 | 89,2 | 82,4 | 83,1 | 93,8 | 84,0 | 84,4 | 94,7 |
| Recording-31 | 41 | 541,2 | 0,656 | 32,01 | 115,2 | 81,6 | 82,7 | 91,7 | 78,0 | 78,5 | 89,2 | 82,7 | 83,3 | 94,0 | 84,3 | 84,7 | 94,8 |
| Recirding-32 | 42 | 554,4 | 0,649 | 32,35 | 116,5 | 81,5 | 82,2 | 91,4 | 77,7 | 78,2 | 89,0 | 82,5 | 82,9 | 93,7 | 84,0 | 84,3 | 95,0 |
| Recording-33 | 43 | 567,6 | 0,65 | 32,30 | 116,3 | 81,4 | 82,3 | 91,5 | 77,9 | 78,5 | 88,8 | 81,9 | 83,7 | 94,0 | 82,5 | 84,7 | 93,9 |
| Recording-34 | 44 | 580,8 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 82,0 | 82,7 | 91,8 | 78,0 | 78,2 | 88,9 | 82,5 | 83,5 | 93,4 | 84,4 | 84,5 | 95,1 |
| Recording-35 | 45 | 594 | 0,66 | 31,81 | 114,5 | 81,9 | 82,0 | 91,9 | 78,1 | 78,3 | 89,1 | 82,1 | 83,4 | 94,0 | 84,5 | 84,4 | 94,8 |
| Radrauheitsmessungen | 46 | 607,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-36 | 47 | 620,4 | 0,954 | 22,01 | 79,2 | 81,1 | 81,3 | 91,6 | 78,0 | 78,3 | 88,9 | 82,2 | 82,5 | 93,2 | 84,8 | 84,4 | 96,5 |
| Recording-37 | 48 | 633,6 | 0,953 | 22,03 | 79,3 | 81,5 | 81,7 | 91,6 | 78,3 | 78,3 | 89,5 | 82,3 | 82,9 | 93,4 | 84,4 | 83,8 | 94,6 |
| Recording-38 | 49 | 646,8 | 0,984 | 21,34 | 76,8 | 81,8 | 81,6 | 92,0 | 78,6 | 78,6 | 89,3 | 82,2 | 82,7 | 93,3 | 83,7 | 84,1 | 94,2 |
| Recording-39, rozjezd | 50 | 660 | 0,904 | 23,23 | 83,6 | | | | | | | | | | | | |
| Recording-40 | 51 | 673,2 | 0,653 | 32,15 | 115,8 | 81,9 | 82,4 | 91,9 | 78,4 | 78,7 | 89,0 | 82,4 | 83,3 | 94,0 | 83,9 | 85,0 | 95,0 |
| Recording-41, ein wenig regen | 52 | 686,4 | 0,651 | 32,25 | 116,1 | 82,3 | 82,3 | 91,7 | 78,0 | 78,5 | 89,1 | 82,6 | 83,0 | 94,3 | 84,5 | 84,7 | 95,0 |
| keine Messungen, es regnet | 53 | 699,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-42, Gleis nass | 54 | 712,8 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 82,1 | 82,7 | 91,9 | 78,0 | 77,9 | 88,6 | 83,0 | 83,3 | 93,8 | 84,4 | 84,6 | 95,1 |
| Recording-43 | 55 | 726 | 0,647 | 32,45 | 116,8 | 81,8 | 82,1 | 91,9 | 77,4 | 77,8 | 88,9 | 82,7 | 83,5 | 94,2 | 83,9 | 84,6 | 94,8 |
| Recording-44 | 56 | 739,2 | 0,649 | 32,35 | 116,5 | 81,8 | 82,4 | 91,4 | 77,9 | 78,3 | 88,8 | 82,6 | 83,4 | 93,6 | 83,9 | 84,6 | 94,9 |
| Recording-45 | 57 | 752,4 | 0,659 | 31,86 | 114,7 | 81,8 | 82,2 | 91,7 | 77,6 | 78,2 | 88,7 | 82,4 | 83,2 | 93,5 | 84,4 | 84,3 | 94,5 |
| Recording-46 | 58 | 765,6 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 83,3 | 83,8 | 93,4 | 78,2 | 78,3 | 89,3 | 82,1 | 83,3 | 93,8 | 84,1 | 84,6 | 94,7 |
| Recording-47 | 59 | 778,8 | 0,652 | 32,20 | 116,0 | 82,4 | 82,3 | 91,8 | 77,9 | 78,3 | 89,0 | 82,5 | 82,8 | 93,9 | 84,2 | 84,5 | 94,7 |
| Recording-48 | 60 | 792 | 0,654 | 32,11 | 115,6 | 82,1 | 82,7 | 92,1 | 77,8 | 78,2 | 88,7 | 82,5 | 83,2 | 94,1 | 83,8 | 84,6 | 94,7 |
| Recording-49 | 61 | 805,2 | 0,66 | 31,81 | 114,5 | 81,4 | 82,0 | 91,0 | 77,2 | 77,8 | 88,7 | 82,1 | 83,0 | 93,4 | 83,6 | 84,4 | 95,1 |
| Recording-50 | 62 | 818,4 | 0,966 | 21,73 | 78,3 | 81,9 | 81,6 | 91,4 | 78,3 | 78,2 | 89,2 | 82,3 | 82,5 | 93,4 | 83,7 | 83,6 | 93,9 |
| Recording-51 | 63 | 831,6 | 0,944 | 22,24 | 80,1 | 82,0 | 81,9 | 92,1 | 78,6 | 78,9 | 89,5 | 82,5 | 82,3 | 93,6 | 84,2 | 83,9 | 94,1 |
| Recording-52 | 64 | 844,8 | 0,968 | 21,69 | 78,1 | 81,8 | 81,6 | 91,6 | 78,2 | 78,4 | 89,4 | 82,4 | 82,7 | 93,2 | 83,8 | 83,5 | 94,0 |
| Recording-53 | 65 | 858 | 0,637 | 32,96 | 118,7 | 82,3 | 82,9 | 92,1 | 78,4 | 78,3 | 88,9 | 82,1 | 82,7 | 93,5 | 84,4 | 84,7 | 94,6 |
| Recording-54 | 66 | 871,2 | 0,655 | 32,06 | 115,4 | 82,0 | 82,4 | 91,6 | 77,7 | 78,4 | 88,7 | 82,7 | 83,3 | 93,5 | 82,8 | 84,8 | 94,9 |
| Recording-55 | 67 | 884,4 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 81,6 | 82,1 | 91,4 | 77,9 | 78,6 | 89,1 | 84,0 | 83,9 | 94,6 | 84,0 | 83,9 | 94,6 |
| Recording-56 | 68 | 897,6 | 0,614 | 34,20 | 123,1 | 82,2 | 82,4 | 91,7 | 77,7 | 78,3 | 88,7 | 82,3 | 82,9 | 93,2 | 84,6 | 84,7 | 95,5 |
| Recording-57 | 69 | 910,8 | 0,621 | 33,81 | 121,7 | 81,6 | 81,8 | 91,1 | 77,9 | 78,3 | 88,8 | 82,1 | 82,9 | 92,9 | 84,5 | 84,4 | 95,3 |
| Recording-58 | 70 | 924 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 81,9 | 82,5 | 91,8 | 77,7 | 78,3 | 88,7 | 82,5 | 83,1 | 93,2 | 84,9 | 84,6 | 94,8 |
| Recording-59 | 71 | 937,2 | 0,627 | 33,49 | 120,6 | 81,5 | 82,3 | 91,7 | 78,0 | 78,6 | 89,6 | 82,0 | 82,9 | 93,2 | 84,1 | 84,3 | 94,7 |
| Recording-60 | 72 | 950,4 | 0,625 | 33,60 | 121,0 | 81,5 | 82,4 | 91,8 | 78,1 | 78,2 | 88,9 | 82,4 | 82,8 | 93,1 | 84,4 | 84,0 | 94,5 |
| Recording-61 | 73 | 963,6 | 0,895 | 23,46 | 84,5 | 81,8 | 82,0 | 91,7 | 78,5 | 78,7 | 89,1 | 82,4 | 83,0 | 93,8 | 83,5 | 83,9 | 94,2 |
| Recording-62, Kalibrationskontrolle | 73 | 963,6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recording-63 | 74 | 976,8 | 0,925 | 22,70 | 81,7 | 81,7 | 81,7 | 92,1 | 78,2 | 78,3 | 89,7 | 82,1 | 82,6 | 93,6 | 83,6 | 83,7 | 94,2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arithmetischer Mittelwert dB (A) | | | | | | Var. 1 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 2 -Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 5 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 6 - Umrechnung auf 80 km/h | | |
| | | | | | | 82 | 82 | 92 | 78 | 78 | 89 | 82 | 83 | 94 | 84 | 84 | 95 |

| Messungen am 2014-09-03/04 | | | | | | L _{Aeq,TP} dB (A) – Realwerte | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-------|----------|----------|----------------------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|
| | | | | | | Var. 6 - real velocity | | | Var. 3 - real velocity | | | Var. 4 - real velocity | | | Var. 5 - real velocity | | |
| ID pulse / note | lap | distance | time | velocity | velocity | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| | | [km] | [s] | [m/s] | [km/h] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| Recording-1: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-2: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-3: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-4: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| safety run, 380, Moon "shines" | 1 | 13,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-5: 80 km/h, 380 | 2 | 26,4 | 0,96 | 21,87 | 78,8 | 84,8 | 83,6 | 95,8 | 80,6 | 79,5 | 91,3 | 81,1 | 80 | 92,9 | 83,6 | 82,1 | 95,1 |
| Recording-6: 80 km/h, 380 | 3 | 39,6 | 0,947 | 22,17 | 79,8 | 85,1 | 84,1 | 95,7 | 81,1 | 79,9 | 92 | 81,5 | 80,4 | 93,6 | 83,7 | 82,5 | 95,3 |
| Recording-7: 80 km/h, 380 | 4 | 52,8 | 0,942 | 22,29 | 80,3 | 84,9 | 84,2 | 95,7 | 80,8 | 79,9 | 91,5 | 81,3 | 80,5 | 93,5 | 83,5 | 82,5 | 94,7 |
| Recording-8: 80 km/h, 380 | 5 | 66 | 0,945 | 22,22 | 80,0 | 84,9 | 84,2 | 95,7 | 81,3 | 80,1 | 91,3 | 81,6 | 81,4 | 93,4 | 83,6 | 82,7 | 94,7 |
| Recording-9: 120 km/h, 380 | 6 | 79,2 | 0,63 | 33,33 | 120,0 | 89,9 | 88,5 | 101,1 | 86,7 | 85,8 | 98,6 | 88,1 | 87,5 | 100,1 | 88,8 | 87,7 | 102,1 |
| Recording-10: 120 km/h, 380 | 7 | 92,4 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 90,9 | 90,3 | 102,6 | 86,2 | 85,3 | 98,9 | 87,8 | 86,5 | 99,6 | 90,3 | 89 | 102,6 |
| Recording-11: 120 km/h, 380 | 8 | 105,6 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 91,3 | 90,1 | 102,7 | 85,9 | 85,5 | 97,8 | 87,4 | 86,2 | 99,7 | 89,8 | 88,9 | 102,5 |
| Recording-12: 120 km/h, 380 | 9 | 118,8 | 0,628 | 33,43 | 120,4 | 91,1 | 90,4 | 102,7 | 85,8 | 85,3 | 97,7 | 87,3 | 86,6 | 99,2 | 89,9 | 88,9 | 102,5 |
| Recording-13:120 km/h, 380 | 10 | 132 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 91,1 | 89,8 | 102,5 | 85,9 | 85,5 | 97,8 | 87,3 | 86,2 | 99,3 | 90 | 89,2 | 102,5 |
| Recording-14: 80 km/h, fog is coming from km 1.4, visibility 50 m, 380 | 11 | 145,2 | 0,945 | 22,22 | 80,0 | 84,8 | 84,1 | 95,9 | 80,9 | 80,2 | 91,5 | 81,4 | 80,5 | 93,6 | 83,4 | 82,8 | 94,8 |
| Recording-15: 120 km/h, 380 | 12 | 158,4 | 0,629 | 33,38 | 120,2 | 91,3 | 90,2 | 102,9 | 85,8 | 85,1 | 97,6 | 87,6 | 86,5 | 99,5 | 89,8 | 88,8 | 102,5 |
| Recording-16: 80 km/h, without fog, 124 | 13 | 171,6 | 0,88 | 23,86 | 85,9 | 86 | 85,5 | 97 | 81,8 | 81,1 | 92,5 | 82,8 | 81,6 | 94,4 | 84,7 | 83,9 | 96,2 |
| Recording-17: 80 km/h, 124 | 14 | 184,8 | 0,881 | 23,83 | 85,8 | 86,4 | 85,2 | 97,2 | 82 | 81,2 | 92,4 | 82,7 | 81,8 | 94,3 | 84,8 | 84,2 | 96,3 |
| Recording-18: 80 km/h, 124 | 15 | 198 | 0,911 | 23,05 | 83,0 | 85,6 | 85,1 | 97 | 81,5 | 81,1 | 91,9 | 82,2 | 81 | 93,8 | 84 | 83,2 | 95,9 |
| Recording-19: 120 km/h, 124 | 16 | 211,2 | 0,622 | 33,76 | 121,5 | 92,5 | 91,2 | 103,2 | 87,4 | 86,3 | 98,2 | 87,8 | 86,4 | 100 | 89,9 | 87,7 | 102,8 |
| Recording-20: 120 km/h, 124 | 17 | 224,4 | 0,615 | 34,14 | 122,9 | 92 | 91 | 102,7 | 86,7 | 85,8 | 97,6 | 87,7 | 86,2 | 99,8 | 89,8 | 88,9 | 102,2 |
| Recording-21:120 km/h, 124 | 18 | 237,6 | 0,611 | 34,36 | 123,7 | 92,3 | 90,8 | 103 | 87,2 | 86,3 | 98,2 | 87,5 | 86,6 | 99,6 | 90,4 | 89,2 | 102,5 |
| Recording-22: 120 km/h, 124 | 19 | 250,8 | 0,619 | 33,92 | 122,1 | 92,1 | 91 | 103,1 | 86,7 | 85,9 | 98,2 | 87,5 | 86,6 | 99,2 | 90 | 88,9 | 102,4 |
| Recording-23: 80 km/h, 124 | 20 | 264 | 0,895 | 23,46 | 84,5 | 86,3 | 85,3 | 96,9 | 82 | 80,9 | 92,2 | 82,2 | 81,4 | 93,9 | 84,4 | 83,4 | 96,4 |

| Messungen am 2014-09-03/04 | | | | | | L _{Aeq,TP} dB (A) – Umrechnung auf 80 km/h | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-------|----------|----------|-----------------------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|------------------------------------|---------|---------|
| | | | | | | Var. 6 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 3 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 4 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 5 - Umrechnung auf 80 km/h | | |
| ID pulse / note | lap | distance | time | velocity | velocity | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 | M1 | M2 | M3 |
| | | [km] | [s] | [m/s] | [km/h] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| Recording-1: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-2: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-3: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-4: record of the calibrator signal | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| safety run, 380, Moon "shines" | 1 | 13,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Recording-5: 80 km/h, 380 | 2 | 26,4 | 0,96 | 21,87 | 78,8 | 85,01 | 83,81 | 96,01 | 80,81 | 79,71 | 91,51 | 81,31 | 80,21 | 93,11 | 83,81 | 82,31 | 95,31 |
| Recording-6: 80 km/h, 380 | 3 | 39,6 | 0,947 | 22,17 | 79,8 | 85,13 | 84,13 | 95,73 | 81,13 | 79,93 | 92,03 | 81,53 | 80,43 | 93,63 | 83,73 | 82,53 | 95,33 |
| Recording-7: 80 km/h, 380 | 4 | 52,8 | 0,942 | 22,29 | 80,3 | 84,86 | 84,16 | 95,66 | 80,76 | 79,86 | 91,46 | 81,26 | 80,46 | 93,46 | 83,46 | 82,46 | 94,66 |
| Recording-8: 80 km/h, 380 | 5 | 66 | 0,945 | 22,22 | 80,0 | 84,90 | 84,20 | 95,70 | 81,30 | 80,10 | 91,30 | 81,60 | 81,40 | 93,40 | 83,60 | 82,70 | 94,70 |
| Recording-9: 120 km/h, 380 | 6 | 79,2 | 0,63 | 33,33 | 120,0 | 84,62 | 83,22 | 95,82 | 81,42 | 80,52 | 93,32 | 82,82 | 82,22 | 94,82 | 83,52 | 82,42 | 96,82 |
| Recording-10: 120 km/h, 380 | 7 | 92,4 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 85,64 | 85,04 | 97,34 | 80,94 | 80,04 | 93,64 | 82,54 | 81,24 | 94,34 | 85,04 | 83,74 | 97,34 |
| Recording-11: 120 km/h, 380 | 8 | 105,6 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 86,04 | 84,84 | 97,44 | 80,64 | 80,24 | 92,54 | 82,14 | 80,94 | 94,44 | 84,54 | 83,64 | 97,24 |
| Recording-12: 120 km/h, 380 | 9 | 118,8 | 0,628 | 33,43 | 120,4 | 85,78 | 85,08 | 97,38 | 80,48 | 79,98 | 92,38 | 81,98 | 81,28 | 93,88 | 84,58 | 83,58 | 97,18 |
| Recording-13:120 km/h, 380 | 10 | 132 | 0,631 | 33,28 | 119,8 | 85,84 | 84,54 | 97,24 | 80,64 | 80,24 | 92,54 | 82,04 | 80,94 | 94,04 | 84,74 | 83,94 | 97,24 |
| Recording-14: 80 km/h, fog is coming from km 1.4, visibility 50 m, 380 | 11 | 145,2 | 0,945 | 22,22 | 80,0 | 84,80 | 84,10 | 95,90 | 80,90 | 80,20 | 91,50 | 81,40 | 80,50 | 93,60 | 83,40 | 82,80 | 94,80 |
| Recording-15: 120 km/h, 380 | 12 | 158,4 | 0,629 | 33,38 | 120,2 | 86,00 | 84,90 | 97,60 | 80,50 | 79,80 | 92,30 | 82,30 | 81,20 | 94,20 | 84,50 | 83,50 | 97,20 |
| Recording-16: 80 km/h, without fog, 124 | 13 | 171,6 | 0,88 | 23,86 | 85,9 | 85,07 | 84,57 | 96,07 | 80,87 | 80,17 | 91,57 | 81,87 | 80,67 | 93,47 | 83,77 | 82,97 | 95,27 |
| Recording-17: 80 km/h, 124 | 14 | 184,8 | 0,881 | 23,83 | 85,8 | 85,49 | 84,29 | 96,29 | 81,09 | 80,29 | 91,49 | 81,79 | 80,89 | 93,39 | 83,89 | 83,29 | 95,39 |
| Recording-18: 80 km/h, 124 | 15 | 198 | 0,911 | 23,05 | 83,0 | 85,12 | 84,62 | 96,52 | 81,02 | 80,62 | 91,42 | 81,72 | 80,52 | 93,32 | 83,52 | 82,72 | 95,42 |
| Recording-19: 120 km/h, 124 | 16 | 211,2 | 0,622 | 33,76 | 121,5 | 87,05 | 85,75 | 97,75 | 81,95 | 80,85 | 92,75 | 82,35 | 80,95 | 94,55 | 84,45 | 82,25 | 97,35 |
| Recording-20: 120 km/h, 124 | 17 | 224,4 | 0,615 | 34,14 | 122,9 | 86,40 | 85,40 | 97,10 | 81,10 | 80,20 | 92,00 | 82,10 | 80,60 | 94,20 | 84,20 | 83,30 | 96,60 |
| Recording-21:120 km/h, 124 | 18 | 237,6 | 0,611 | 34,36 | 123,7 | 86,62 | 85,12 | 97,32 | 81,52 | 80,62 | 92,52 | 81,82 | 80,92 | 93,92 | 84,72 | 83,52 | 96,82 |
| Recording-22: 120 km/h, 124 | 19 | 250,8 | 0,619 | 33,92 | 122,1 | 86,59 | 85,49 | 97,59 | 81,19 | 80,39 | 92,69 | 81,99 | 81,09 | 93,69 | 84,49 | 83,39 | 96,89 |
| Recording-23: 80 km/h, 124 | 20 | 264 | 0,895 | 23,46 | 84,5 | 85,59 | 84,59 | 96,19 | 81,29 | 80,19 | 91,49 | 81,49 | 80,69 | 93,19 | 83,69 | 82,69 | 95,69 |
| Arithmetischer Mittelwert dB (A) | | | | | | Var. 6 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 3 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 4 - Umrechnung auf 80 km/h | | | Var. 5 - Umrechnung auf 80 km/h | | |
| | | | | | | 86 | 85 | 97 | 81 | 80 | 92 | 82 | 81 | 94 | 84 | 83 | 96 |

| Messungen am 2014-08-28 | | | L _{Aeq,TP} dB (A) – Realwerte | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|--------------------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------------------|---------|---------|---------|-------------------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------------------------|---------|---------|---------|
| ID pulse / note | | velocity | 455-1 - 15/16 (29/30) Ohne Beschichtung | | | | 335-5 - 19/20 (25/26) Mit Beschichtung | | | | 017-0 - 23/24 (21/22) Mit Beschichtung | | | | 018-8 - 27/28 (17/18) Ohne Beschichtung | | | |
| | | | M1 | M3 | M2 | M4 | M1 | M3 | M2 | M4 | M1 | M3 | M2 | M4 | M1 | M3 | M2 | M4 |
| | | | [km/h] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] | [dB(A)] |
| Recording-3, pass-by 15 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 14.5 | 65.0 | 75.3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 15.2 | | | 66.5 | 77.6 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 14.3 | | | | | 63.9 | 68.1 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 15.1 | | | | | | | 68.2 | 84.1 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 14.1 | | | | | | | | | 63.7 | 73.9 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 15.0 | | | | | | | | | | | 65.7 | 75.9 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 13.6 | | | | | | | | | | | | | 64.3 | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 14.8 | | | | | | | | | | | | | | | 66.0 | 75.3 |
| Recording-4, pass-by 15 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 17.3 | 65.6 | 64.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 15.1 | | | 66.5 | 81.1 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 17.9 | | | | | 65.4 | 76.6 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 15.8 | | | | | | | 65.2 | 77.7 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 18.4 | | | | | | | | | 63.6 | 74.6 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 16.4 | | | | | | | | | | | 64.5 | 76.7 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 18.9 | | | | | | | | | | | | | 65.2 | 76.0 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 16.7 | | | | | | | | | | | | | | | 65.1 | 79.3 |
| Recording-5, pass-by 30 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 30.6 | 71.8 | 82.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 31.9 | | | 73.8 | 84.9 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 30.3 | | | | | 70.9 | 81.5 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 31.6 | | | | | | | 73.1 | 82.7 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 29.7 | | | | | | | | | 70.8 | 82.1 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 31.3 | | | | | | | | | | | 72.4 | 82.8 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 29.3 | | | | | | | | | | | | | 71.2 | 83.2 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 30.9 | | | | | | | | | | | | | | | 72.9 | 83.2 |
| Recording-6, pass-by 30 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 31.5 | 81.7 | 84.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 30.1 | | | 78.0 | 89.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 31.6 | | | | | 76.1 | 84.3 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 30.4 | | | | | | | 76.9 | 84.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 31.9 | | | | | | | | | 72.1 | 84.4 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 30.9 | | | | | | | | | | | 74.2 | 84.6 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 32.1 | | | | | | | | | | | | | 71.6 | 83.4 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 31.0 | | | | | | | | | | | | | | | 79.2 | 88.2 |
| Recording-7, pass-by 40 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 41.5 | 96.5 | 109.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.1 | | | 83.3 | 95.8 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 41.3 | | | | | 84.2 | 88.1 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.1 | | | | | | | 92.8 | 89.9 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 41.0 | | | | | | | | | 80.1 | 86.5 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 41.8 | | | | | | | | | | | 80.8 | 87.3 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 40.5 | | | | | | | | | | | | | 78.3 | 88.2 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 41.5 | | | | | | | | | | | | | | | 80.7 | 89.7 |
| Recording-8, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 42.9 | 77.7 | 89.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.1 | | | 94.0 | 105.5 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | | | | | 84.0 | 86.8 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.4 | | | | | | | 80.7 | 86.5 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 43.2 | | | | | | | | | 78.0 | 86.9 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 42.6 | | | | | | | | | | | 77.8 | 85.9 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | 74.8 | 86.3 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 42.6 | | | | | | | | | | | | | | | 81.7 | 90.9 |
| Recording-9, pass-by 40 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | 95.0 | 107.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 44.1 | | | 87.1 | 98.2 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | | | | | 80.8 | 86.9 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 44.1 | | | | | | | 94.6 | 90.7 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 42.6 | | | | | | | | | 78.1 | 78.4 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.8 | | | | | | | | | | | 84.1 | 86.9 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 42.4 | | | | | | | | | | | | | 75.4 | 86.9 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 83.5 | 88.8 |
| Recording-10, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | 74.9 | 86.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 90.2 | 101.0 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 44.1 | | | | | 74.0 | 86.2 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 43.2 | | | | | | | 78.2 | 86.9 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | 73.9 | 84.5 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.2 | | | | | | | | | | | 75.0 | 86.1 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | | | | | 75.8 | 86.6 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 82.2 | 92.2 |
| Recording-11, pass-by 40 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 41.8 | 92.6 | 102.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 82.2 | 93.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 41.8 | | | | | 81.4 | 86.3 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.4 | | | | | | | 94.6 | 91.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 41.8 | | | | | | | | | 75.0 | 85.5 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 42.1 | | | | | | | | | | | 84.2 | 87.3 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 41.8 | | | | | | | | | | | | | 76.9 | 87.7 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 42.1 | | | | | | | | | | | | | | | 79.9 | 90.9 |
| Recording-12, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | 74.5 | 86.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 83.1 | 95.1 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | | | | | 74.3 | 85.7 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.9 | | | | | | | 79.4 | 87.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 44.1 | | | | | | | | | 72.9 | 85.0 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | 74.8 | 86.2 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | | | | | 73.7 | 86.2 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 82.2 | 92.9 |
| Recording-13, pass-by 30 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 32.9 | 71.7 | 83.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.9 | | | 76.4 | 87.1 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 32.6 | | | | | 74.9 | 83.7 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | | | | | 91.4 | 88.1 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 32.2 | | | | | | | | | 73.3 | 82.4 | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.4 | | | | | | | | | | | 76.0 | 84.5 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 32.1 | | | | | | | | | | | | | 76.0 | 85.7 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 33.1 | | | | | | | | | | | | | | | 78.7 | 87.1 |
| Recording-14, pass-by 30 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 35.4 | 73.8 | 83.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 34.5 | | | 80.0 | 91.4 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 35.6 | | | | | 71.0 | 82.3 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 34.8 | | | | | | | 78.9 | 86.7 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 35.8 | | | | | | | | | 70.4 | 81.5 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 35.0 | | | | | | | | | | | 73.3 | 84.2 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 35.8 | | | | | | | | | | | | | 71.2 | 83.2 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 35.2 | | | | | | | | | | | | | | | 79.4 | 89.6 |
| Recording-15, pass-by 30 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 32.4 | 73.2 | 87.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | 75.4 | 86.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 32.2 | | | | | 70.3 | 82.9 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.4 | | | | | | | 84.8 | 87.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 31.8 | | | | | | | | | 70.5 | 81.6 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.1 | | | | | | | | | | | 74.2 | 84.1 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 31.5 | | | | | | | | | | | | | 71.4 | 82.5 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 32.7 | | | | | | | | | | | | | | | 77.8 | 86.1 |
| Recording-16, pass-by 30 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 34.5 | 72.1 | 83.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.2 | | | 79.9 | 90.7 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 34.8 | | | | | 70.9 | 84.1 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | | | | | 77.9 | 86.4 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 35.2 | | | | | | | | | 70.6 | 86.3 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.9 | | | | | | | | | | | 72.8 | 84.5 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 35.4 | | | | | | | | | | | | | 72.0 | 86.0 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 34.3 | | | | | | | | | | | | | | | 79.0 | 89.9 |
| Recording-17, pass-by 15 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 19.1 | 66.2 | 78.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 20.8 | | | 68.8 | 95.1 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 18.6 | | | | | 65.8 | 77.6 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 20.4 | | | | | | | 70.8 | 80.2 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 18.1 | | | | | | | | | 64.2 | 75.9 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 19.9 | | | | | | | | | | | 67.3 | 78.8 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 17.6 | | | | | | | | | | | | | 67.8 | 78.5 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 19.5 | | | | | | | | | | | | | | | 69.1 | 81.8 |
| Recording-18, pass-by 15 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 21.5 | 65.7 | 77.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 19.6 | | | 70.7 | 82.4 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 22.0 | | | | | 65.0 | 77.1 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 20.1 | | | | | | | 71.0 | 80.0 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 22.4 | | | | | | | | | 64.3 | 77.0 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 20.5 | | | | | | | | | | | 69.3 | 81.2 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 22.7 | | | | | | | | | | | | | 64.7 | 77.4 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 21.1 | | | | | | | | | | | | | | | 72.6 | 82.7 |
| Recording-19, pass-by 15 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 18.7 | 67.6 | 80.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 19.4 | | | 69.6 | 78.9 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 18.5 | | | | | 65.9 | 78.2 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 19.5 | | | | | | | 69.6 | 81.4 | | | | | | | | |

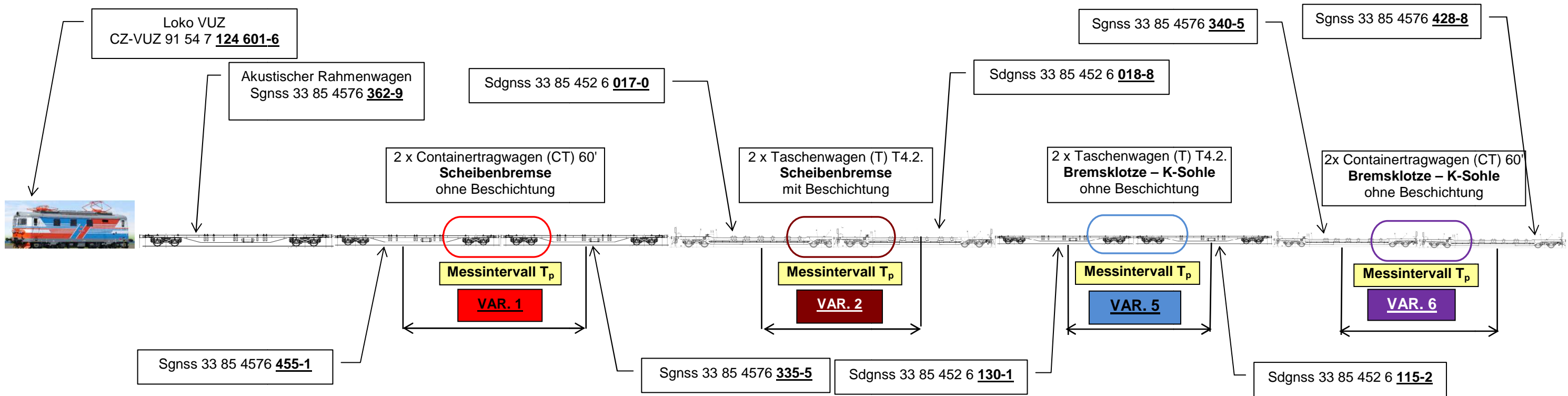
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Recording-8, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 42.9 | 85.8 | 97.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.1 | | | 102.4 | 113.9 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | | | | | 92.0 | 94.8 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.4 | | | | | | | 89.0 | 94.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 43.2 | | | | | | | | | 86.0 | 94.9 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 42.6 | | | | | | | | | | | 86.0 | 94.1 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | 82.7 | 94.2 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 42.6 | | | | | | | | | | | | | | | 89.9 | 99.1 |
| Recording-9, pass-by 40 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | 103.0 | 115.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 44.1 | | | 94.9 | 106.0 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.2 | | | | | 88.8 | 94.9 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 44.1 | | | | | | | 102.4 | 98.5 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 42.6 | | | | | | | | | 86.3 | 86.6 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.8 | | | | | | | | | | | 92.0 | 94.8 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 42.4 | | | | | | | | | | | | | 83.7 | 95.2 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 91.4 | 96.7 |
| Recording-10, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | 82.8 | 94.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 98.4 | 109.2 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 44.1 | | | | | 81.8 | 94.0 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 43.2 | | | | | | | 86.2 | 94.9 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | 81.6 | 92.2 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.2 | | | | | | | | | | | 83.0 | 94.1 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | | | | | 83.5 | 94.3 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 90.1 | 100.1 |
| Recording-11, pass-by 40 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 41.8 | 101.1 | 110.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 90.4 | 101.5 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 41.8 | | | | | 89.9 | 94.8 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.4 | | | | | | | 102.9 | 100.1 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 41.8 | | | | | | | | | 83.5 | 94.0 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 42.1 | | | | | | | | | | | 92.6 | 95.7 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 41.8 | | | | | | | | | | | | | 85.4 | 96.2 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 42.1 | | | | | | | | | | | | | | | 88.3 | 99.3 |
| Recording-12, pass-by 40 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | 82.4 | 94.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 42.6 | | | 91.3 | 103.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 43.8 | | | | | 82.2 | 93.6 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 42.9 | | | | | | | 87.5 | 95.9 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 44.1 | | | | | | | | | 80.7 | 92.8 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | 82.7 | 94.1 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 44.4 | | | | | | | | | | | | | 81.4 | 93.9 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 43.5 | | | | | | | | | | | | | | | 90.1 | 100.8 |
| Recording-13, pass-by 30 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 32.9 | 83.3 | 95.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.9 | | | 87.6 | 98.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 32.6 | | | | | 86.6 | 95.4 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | | | | | 102.6 | 99.3 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 32.2 | | | | | | | | | 85.1 | 94.2 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.4 | | | | | | | | | | | 87.4 | 95.9 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 32.1 | | | | | | | | | | | | | 87.9 | 97.6 | | |

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|-----------------------|--------------|
|  | Prüfgegenstand | Typ | Prüfbericht Nr. | Anlage Nr. | 7 |
| | Vergleichsmessung | HUPAC | 14-C 076 | Änderung Nr. Seite | 0 7 von 8 |

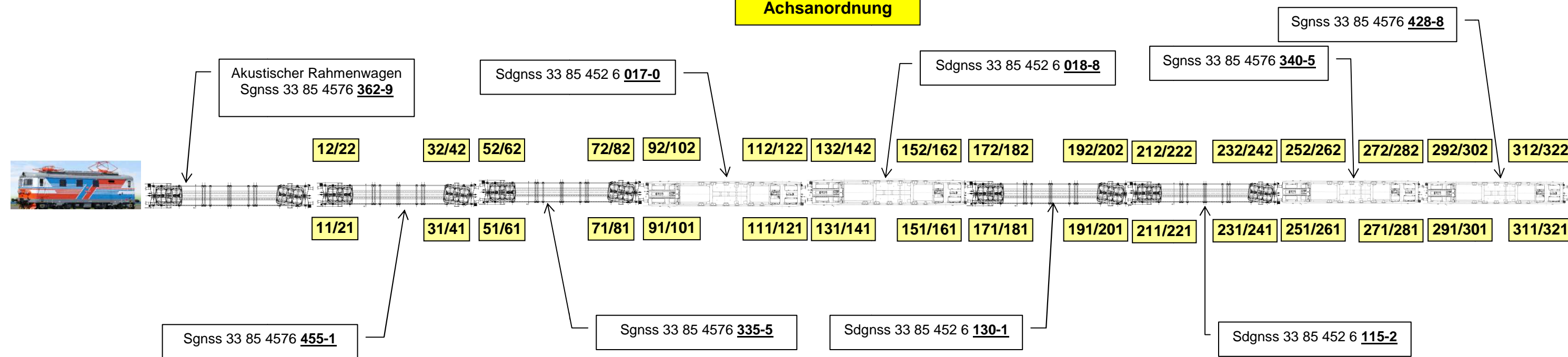
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 33.1 | | | | | | | | | | | | | | | 90.2 | 98.6 |
| Recording-14, pass-by 30 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 35.4 | 84.4 | 94.3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 34.5 | | | 91.0 | 102.4 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 35.6 | | | | | 81.5 | 92.8 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 34.8 | | | | | | | 89.7 | 97.5 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 35.8 | | | | | | | | | 80.9 | 92.0 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 35.0 | | | | | | | | | | | 84.1 | 95.0 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 35.8 | | | | | | | | | | | | | 81.7 | 93.7 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 35.2 | | | | | | | | | | | | | | | 90.1 | 100.3 |
| Recording-15, pass-by 30 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 32.4 | 85.0 | 99.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | 86.6 | 97.5 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 32.2 | | | | | 82.1 | 94.7 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.4 | | | | | | | 96.2 | 99.2 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 31.8 | | | | | | | | | 82.5 | 93.6 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.1 | | | | | | | | | | | 85.7 | 95.6 | | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 31.5 | | | | | | | | | | | | | 83.6 | 94.7 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 32.7 | | | | | | | | | | | | | | | 89.4 | 97.7 |
| Recording-16, pass-by 30 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 34.5 | 83.1 | 94.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 33.2 | | | 91.3 | 102.1 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 34.8 | | | | | 81.7 | 94.9 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 33.8 | | | | | | | 89.1 | 97.6 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 35.2 | | | | | | | | | 81.3 | 97.0 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 33.9 | | | | | | | | | | | 84.0 | 95.7 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 35.4 | | | | | | | | | | | | | 82.6 | 96.6 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 34.3 | | | | | | | | | | | | | | | 90.0 | 100.9 |
| Recording-17, pass-by 15 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 19.1 | 84.9 | 96.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 20.8 | | | 86.4 | 112.7 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 18.6 | | | | | 84.8 | 96.6 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 20.4 | | | | | | | 88.6 | 98.0 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 18.1 | | | | | | | | | 83.6 | 95.3 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 19.9 | | | | | | | | | | | 85.4 | 96.9 | 18.1 | | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 17.6 | | | | | | | | | | | | | 87.5 | 98.2 | | |
| | 018-8 - 27/28 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 19.5 | | | | | | | | | | | | | | | 87.5 | 100.2 |
| Recording-18, pass-by 15 km/h, diesel loco pushes wagons | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 21.5 | 82.8 | 94.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 29/30 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 19.6 | | | 89.0 | 100.7 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 22.0 | | | | | 81.8 | 93.9 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 25/26 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 20.1 | | | | | | | 89.0 | 98.0 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 22.4 | | | | | | | | | 80.9 | 93.6 | | | | | | |
| | 017-0 - 21/22 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 20.5 | | | | | | | | | | | 87.0 | 98.9 | | | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M1, M3 | 22.7 | | | | | | | | | | | | | 81.1 | 93.8 | | |
| | 018-8 - 17/18 - Ohne Beschichtung - M2, M4 | 21.1 | | | | | | | | | | | | | | | 90.0 | 100.1 |
| Recording-19, pass-by 15 km/h, diesel loco pulls wagons | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M1,M3 | 18.7 | 86.5 | 99.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 455-1 - 15/16 - Ohne Beschichtung - M2,M4 | 19.4 | | | 88.1 | 97.4 | | | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M1,M3 | 18.5 | | | | | 85.0 | 97.3 | | | | | | | | | | |
| | 355-5 - 19/20 - Mit Beschichtung - M2,M4 | 19.5 | | | | | | | 88.0 | 99.8 | | | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M1, M3 | 18.2 | | | | | | | | | 84.1 | 96.4 | | | | | | |
| | 017-0 - 23/24 - Mit Beschichtung - M2, M4 | 19.2 | | | | | | | | | | | 86.5 | 98.0 | | | | |

Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt nach TSI und Achsanordnung Messung am 2014-08-24

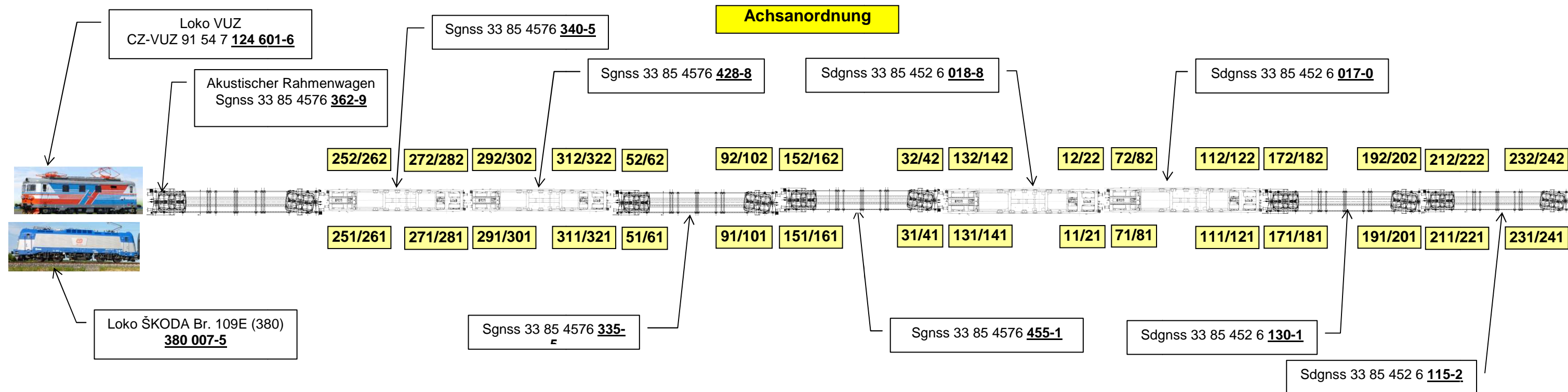
Lärmprüfungen in der ersten Konfiguration des Messzuges



Achsanordnung

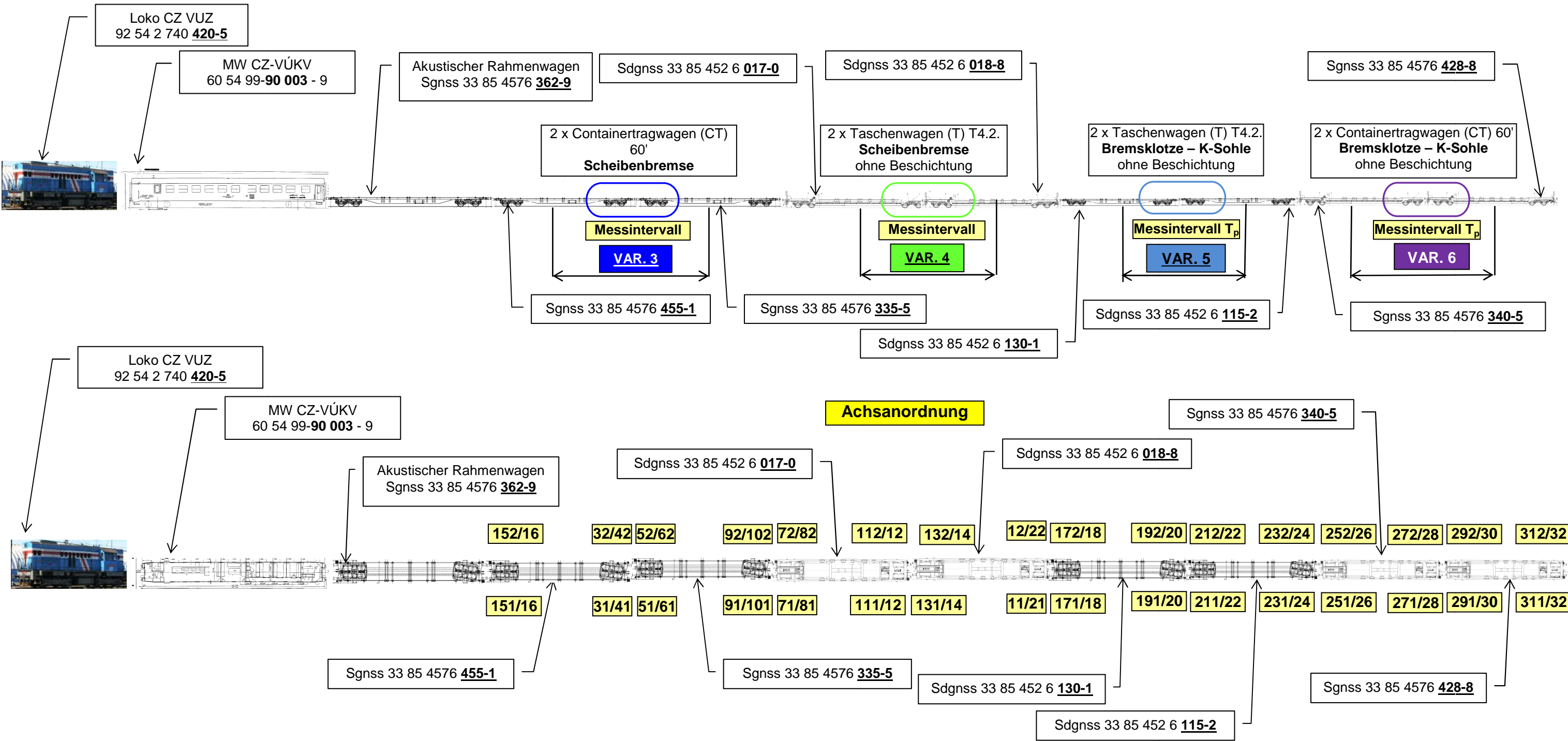


Achsanordnung

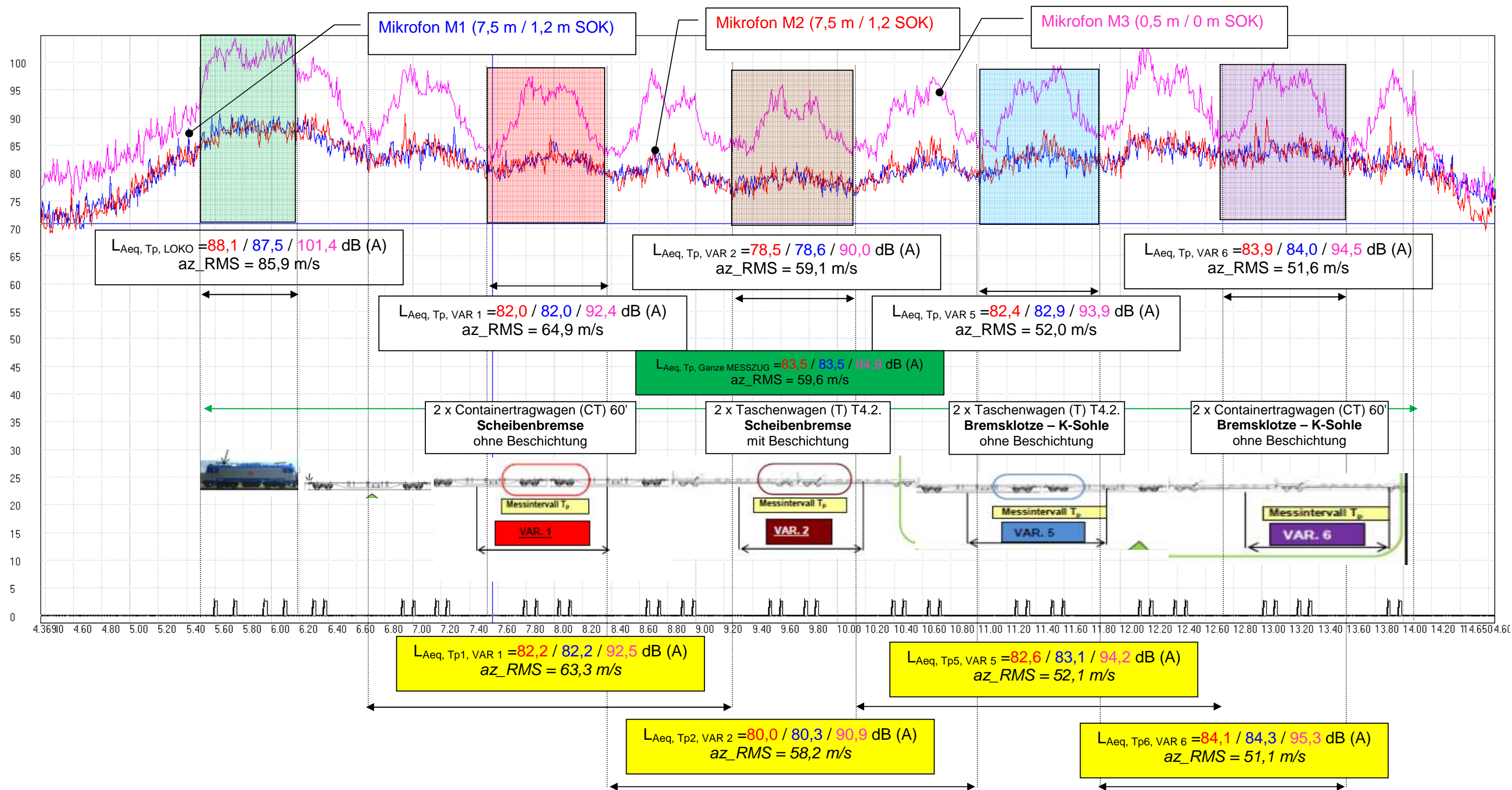


Messzugkomposition für die Prüfungen des ausgestrahlten Lärms bei der Vorbeifahrt R = 250 m und Achsanordnung Messung am 2014-08-29

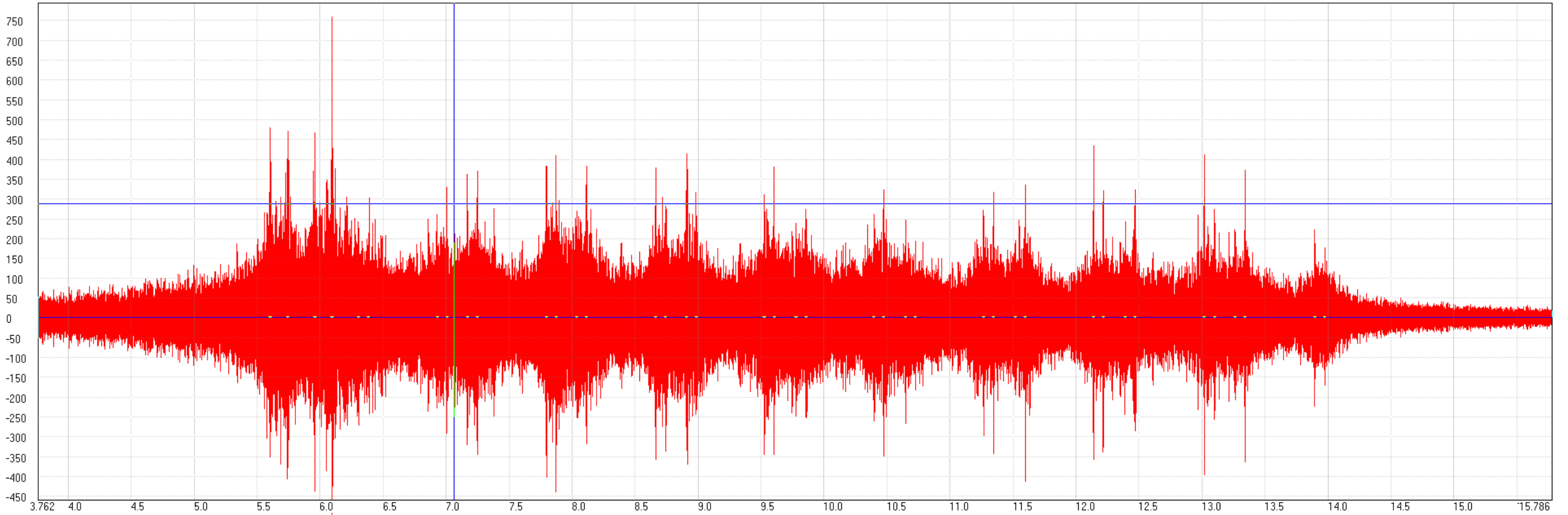
Lärmprüfungen in der dritten Konfiguration des Messzuges



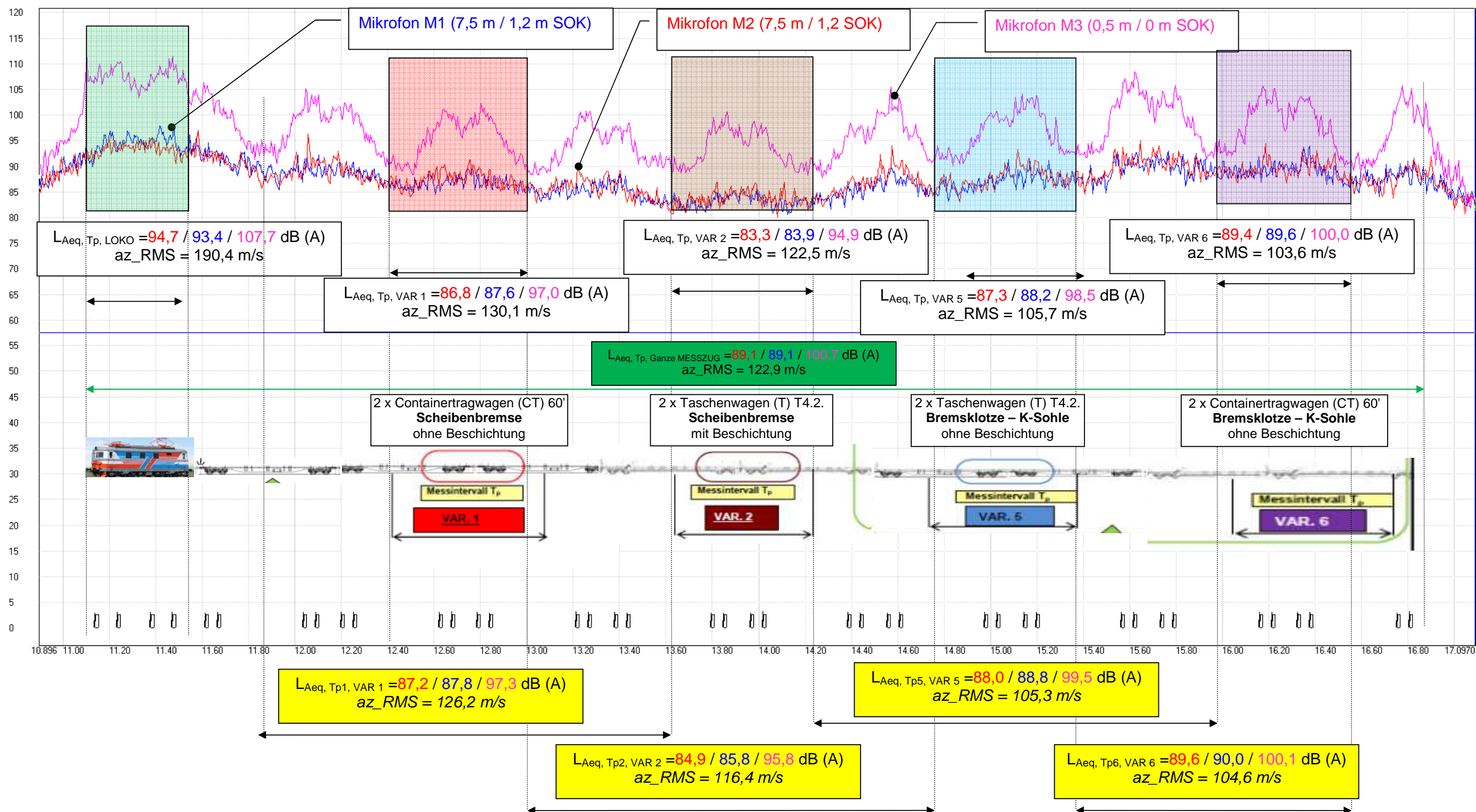
Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen Messung am 2014-08-24, Recording 063, Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 81,7 \text{ km/h}$, L_{Aeq}



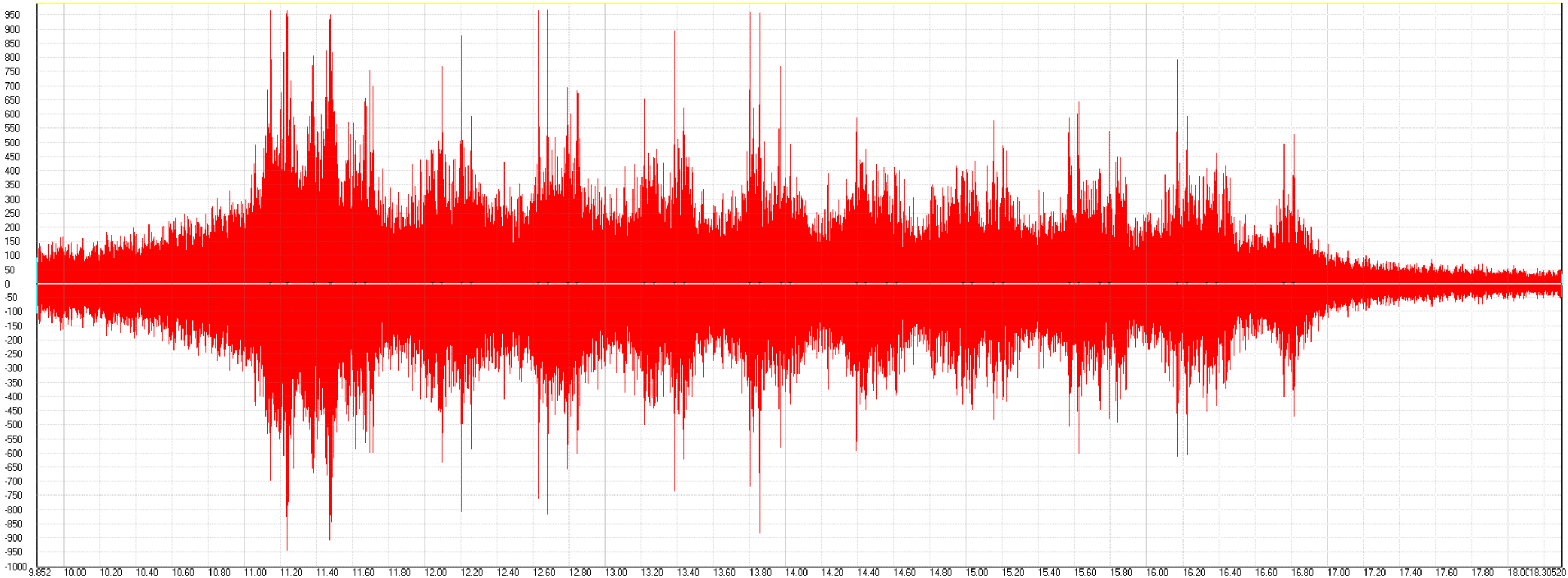
az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



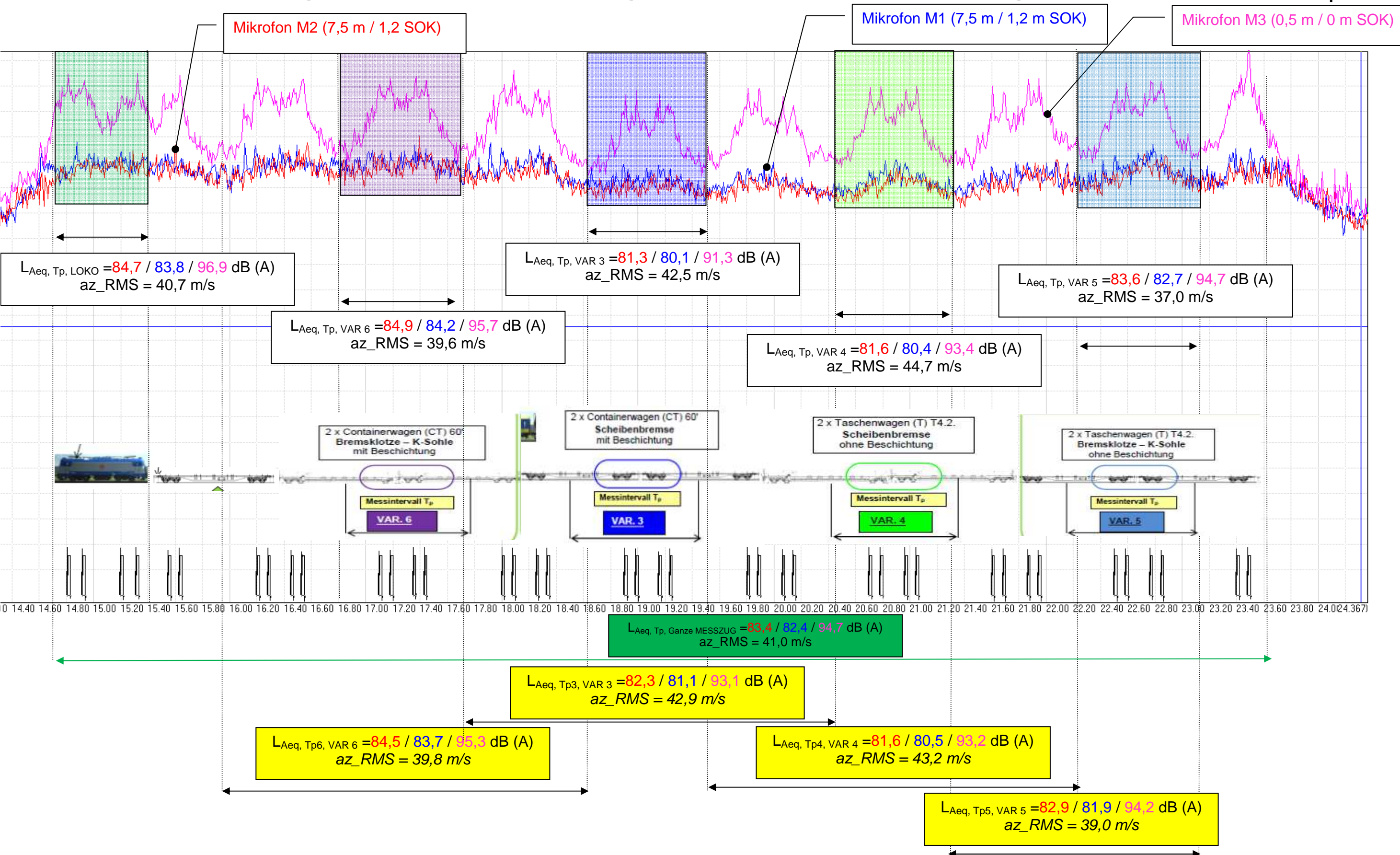
Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen Messung am 2014-08-24, Recording 059, Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 120,6 \text{ km/h}$, L_{Aeq}



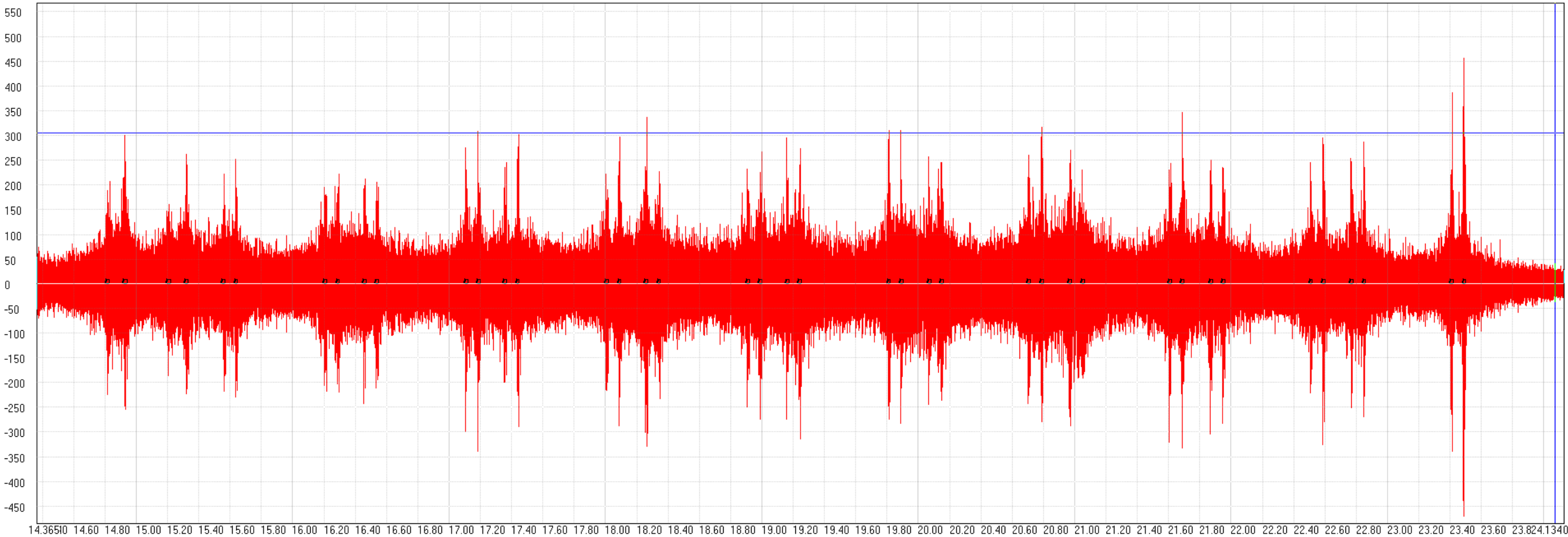
az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen Messung am 2014-09-03, Recording 008 (LOKO 109E), Geschwindigkeit $V_{\text{real}} = 80,0 \text{ km/h}$, L_{Aeq}



az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



The diagram illustrates noise measurement results for a train, showing the sequence of train types and their braking systems, along with the corresponding measurement intervals and calculated noise levels.

Top Graph: Sound Pressure Level (L_{Aeq, Tp}) vs. Time

The top graph displays the sound pressure level (L_{Aeq, Tp}) in dB(A) over time. The y-axis ranges from 75 to 110 dB(A). The x-axis represents time from 14.245 to 20.500 minutes. Four measurement intervals are highlighted with colored boxes and labeled with microphone positions:

- Mikrofon M2 (7,5 m / 1,2 SOK):** L_{Aeq, Tp, LOKO} = 91,9 / 92,0 / 105,0 dB (A), az_RMS = 92,6 m/s
- Mikrofon M1 (7,5 m / 1,2 m SOK):** L_{Aeq, Tp, VAR 3} = 85,9 / 85,5 / 97,8 dB (A), az_RMS = 98,9 m/s
- Mikrofon M3 (0,5 m / 0 m SOK):** L_{Aeq, Tp, VAR 5} = 89,8 / 88,9 / 102,5 dB (A), az_RMS = 84,1 m/s
- Mikrofon M4 (0,5 m / 0 m SOK):** L_{Aeq, Tp, VAR 4} = 87,4 / 86,2 / 99,7 dB (A), az_RMS = 100,8 m/s

Bottom Graph: Train Sequence and Measurement Intervals

The bottom graph shows the train sequence and measurement intervals. The x-axis represents time from 14.245 to 20.500 minutes. The y-axis represents the sound pressure level (L_{Aeq, Tp}) in dB(A) from 0 to 60. The train sequence is as follows:

- 2 x Containerwagen (CT) 60' Bremsklötze – K-Sohle mit Beschichtung (VAR. 6)
- 2 x Containerwagen (CT) 60' Scheibenbremse mit Beschichtung (VAR. 3)
- 2 x Taschenwagen (T) T4.2. Scheibenbremse ohne Beschichtung (VAR. 4)
- 2 x Taschenwagen (T) T4.2. Bremsklötze – K-Sohle ohne Beschichtung (VAR. 5)

The measurement intervals (Messintervall T_p) are indicated by colored boxes below the train sequence. The calculated noise levels and speeds for each interval are:

- VAR. 6:** L_{Aeq, Tp6, VAR 6} = 90,7 / 89,7 / 101,9 dB (A), az_RMS = 91,5 m/s
- VAR. 3:** L_{Aeq, Tp3, VAR 3} = 87,8 / 87,2 / 99,3 dB (A), az_RMS = 94,5 m/s
- VAR. 4:** L_{Aeq, Tp4, VAR 4} = 87,3 / 86,4 / 99,4 dB (A), az_RMS = 93,7 m/s
- VAR. 5:** L_{Aeq, Tp5, VAR 5} = 88,8 / 88,1 / 101,4 dB (A), az_RMS = 86,1 m/s

The overall noise level for the entire train sequence is: L_{Aeq, Tp, Ganze MESSZUG} = 89,5 / 88,7 / 101,5 dB (A), az_RMS = 91,4 m/s.



Prüfgegenstand
Vergleichsmessung

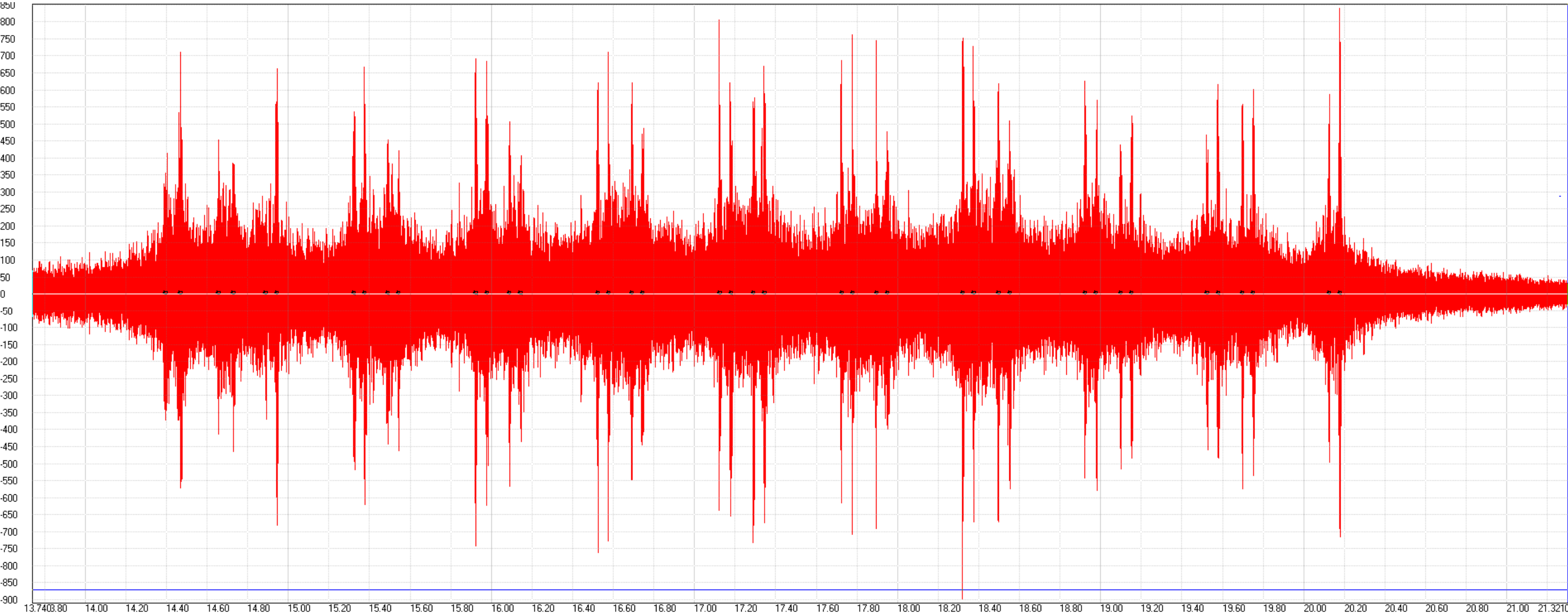
Typ
HUPAC

Prüfbericht Nr.
14-C 076

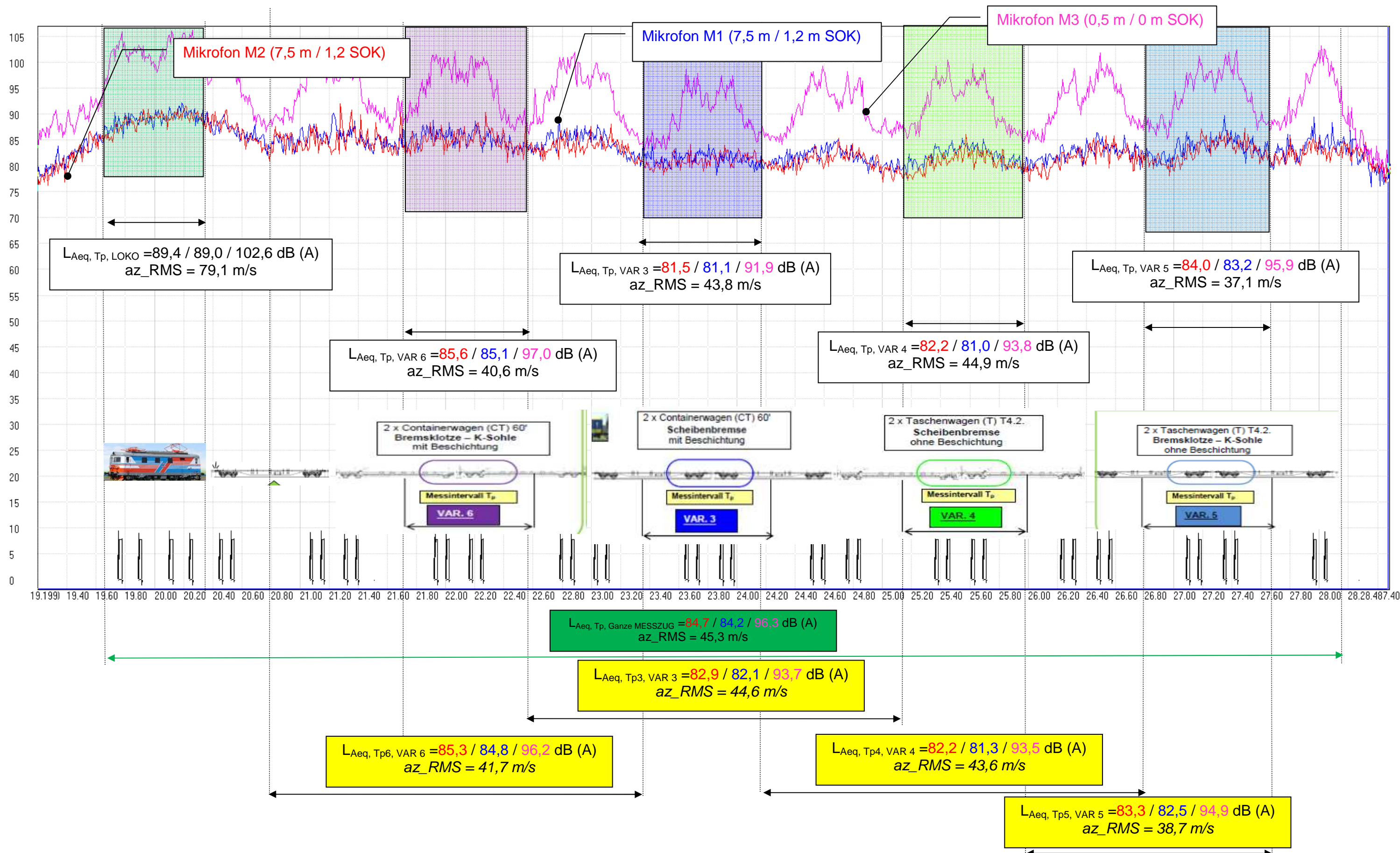
Anlage Nr.
Änderung Nr.
Seite

14
0
2 von 2

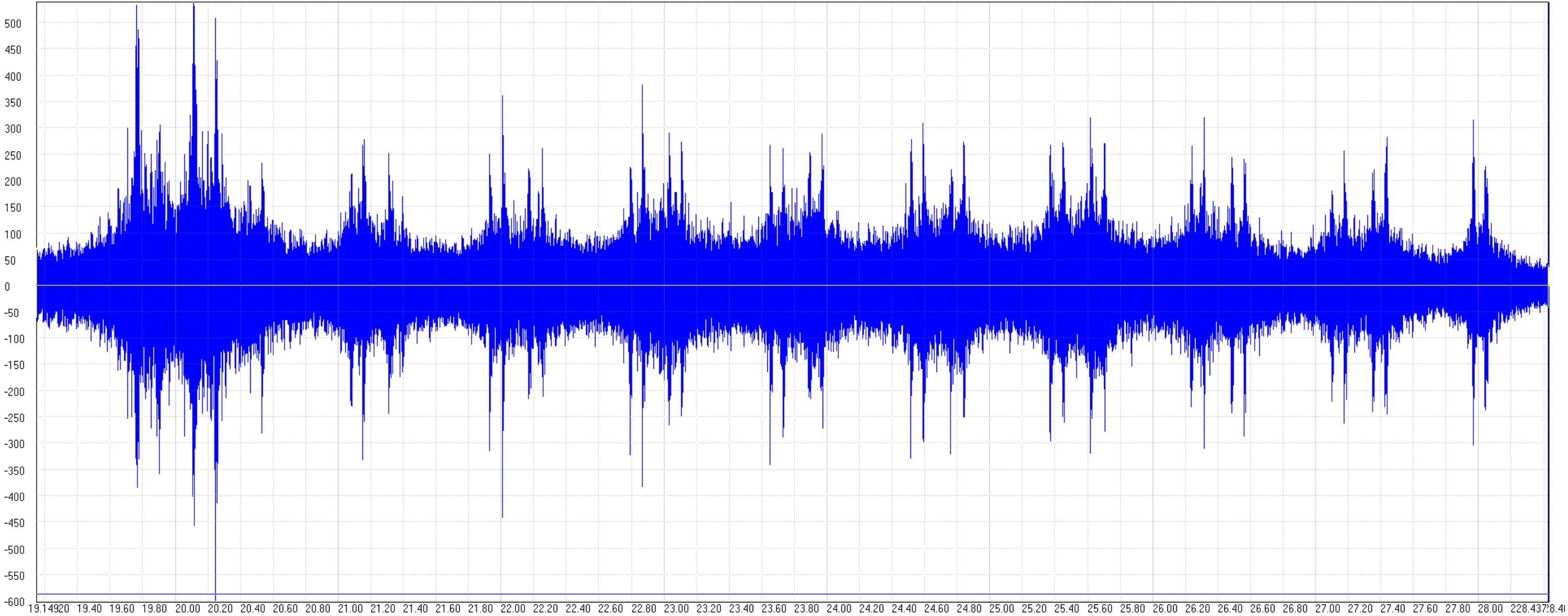
az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



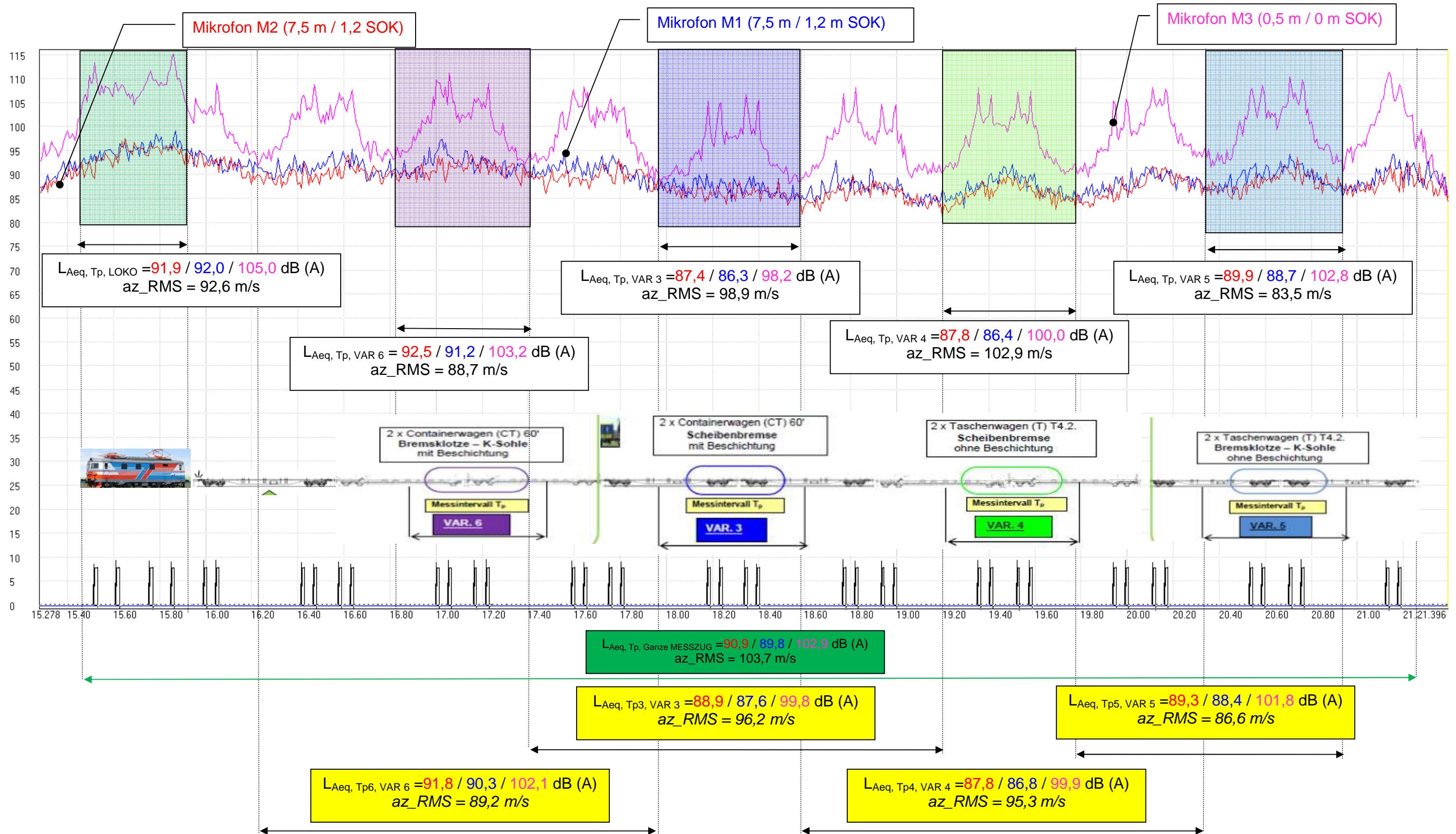
Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen Messung am 2014-09-03, Recording 018 (LOKO Br.124), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 83,0 \text{ km/h}$, L_{Aeq}



az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



Demonstration einer Signalaufzeichnung + Kontrolle der akustischen Neutralität der benachbarten Wagen Messung am 2014-09-03, Recording 019 (LOKO Br.124), Geschwindigkeit $V_{\text{real.}} = 121,5 \text{ km/h}$, L_{Aeq}





Prüfgegenstand
Vergleichsmessung

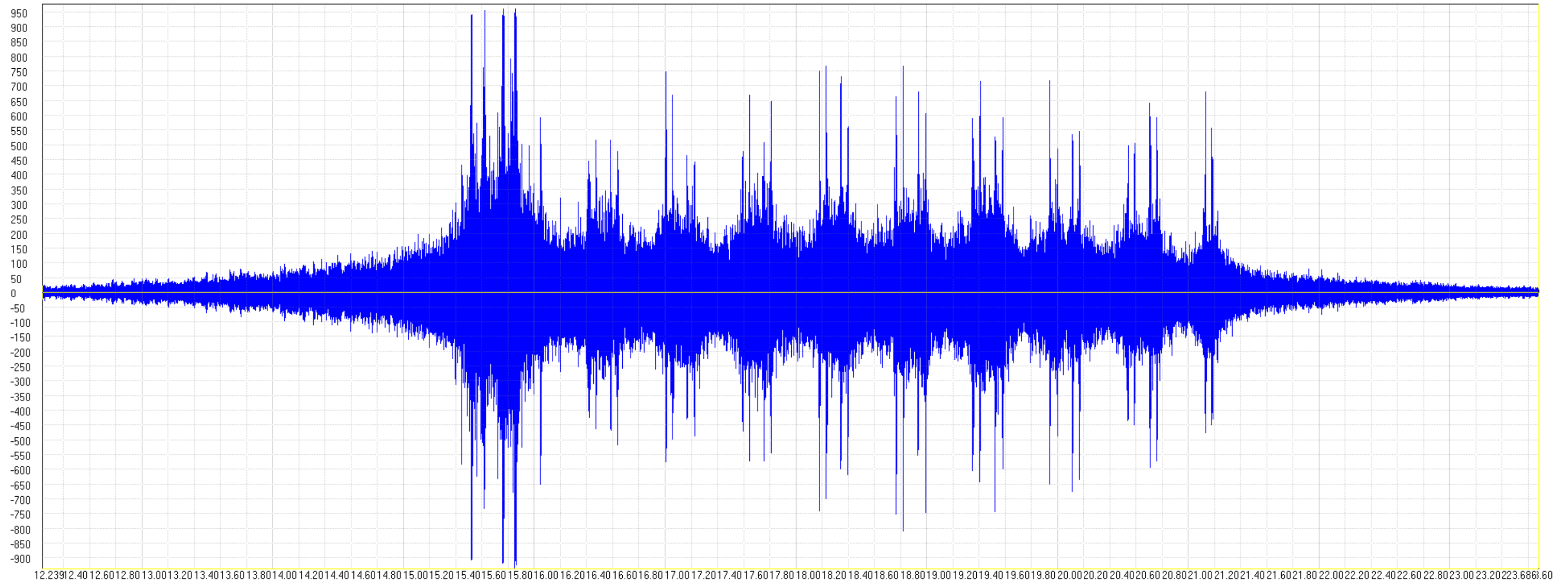
Typ
HUPAC

Prüfbericht Nr.
14-C 076

Anlage Nr.
Änderung Nr.
Seite

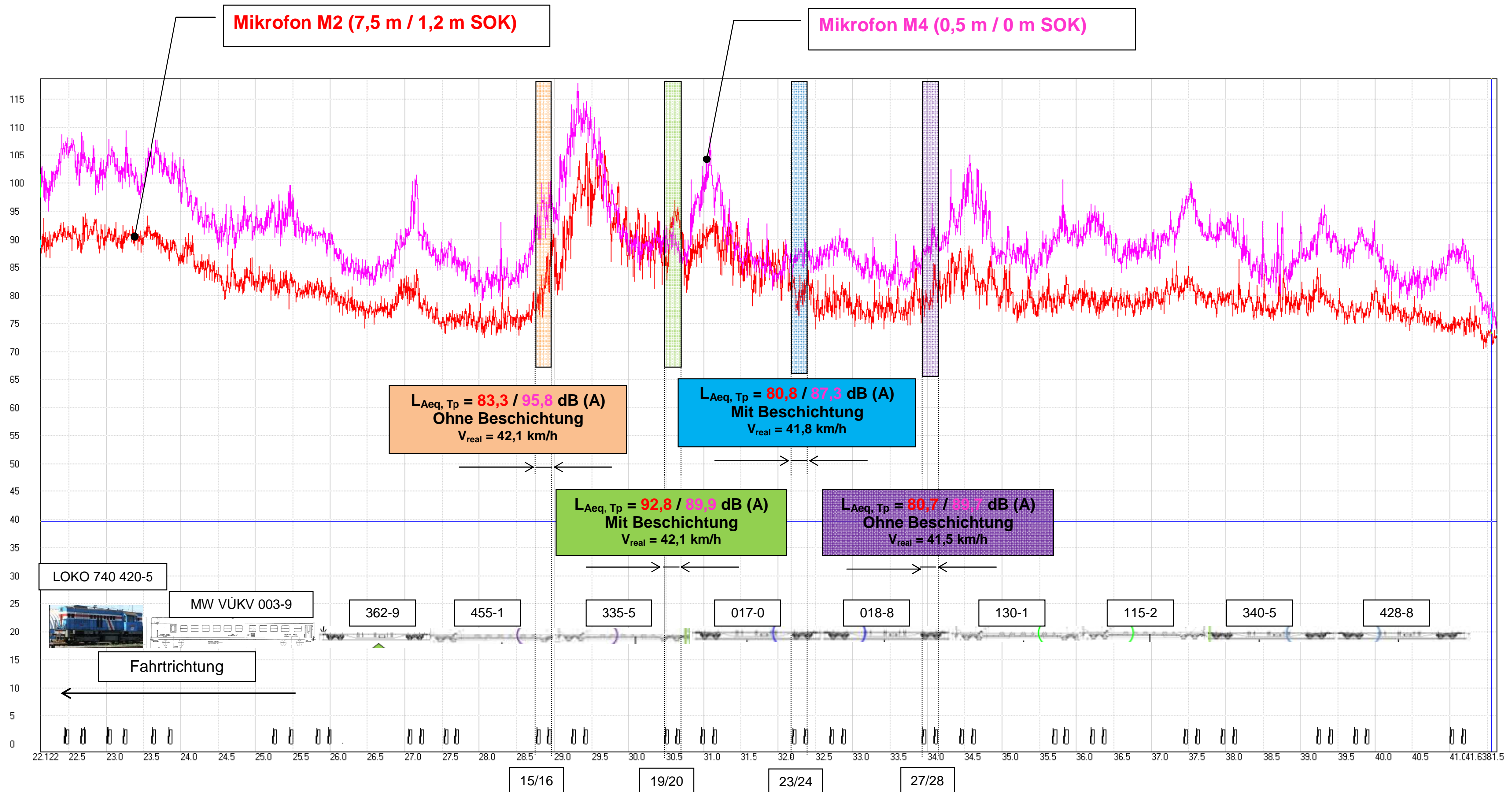
16
0
2 von 2

az_RMS Werte_Vibration auf der Schiene



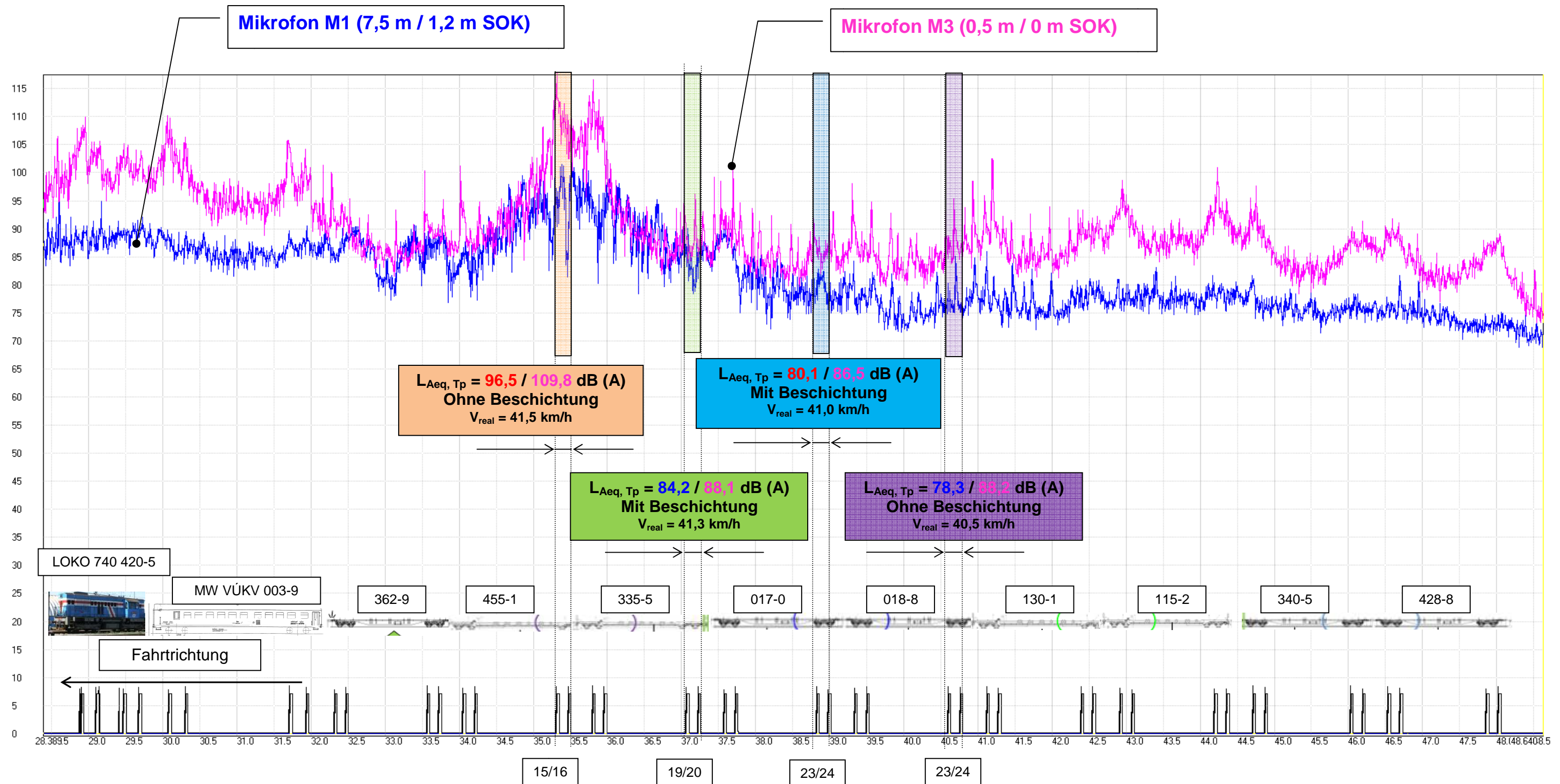
Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M2 und M4

Messung am 2014-08-29, Recording 007, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug gezogen

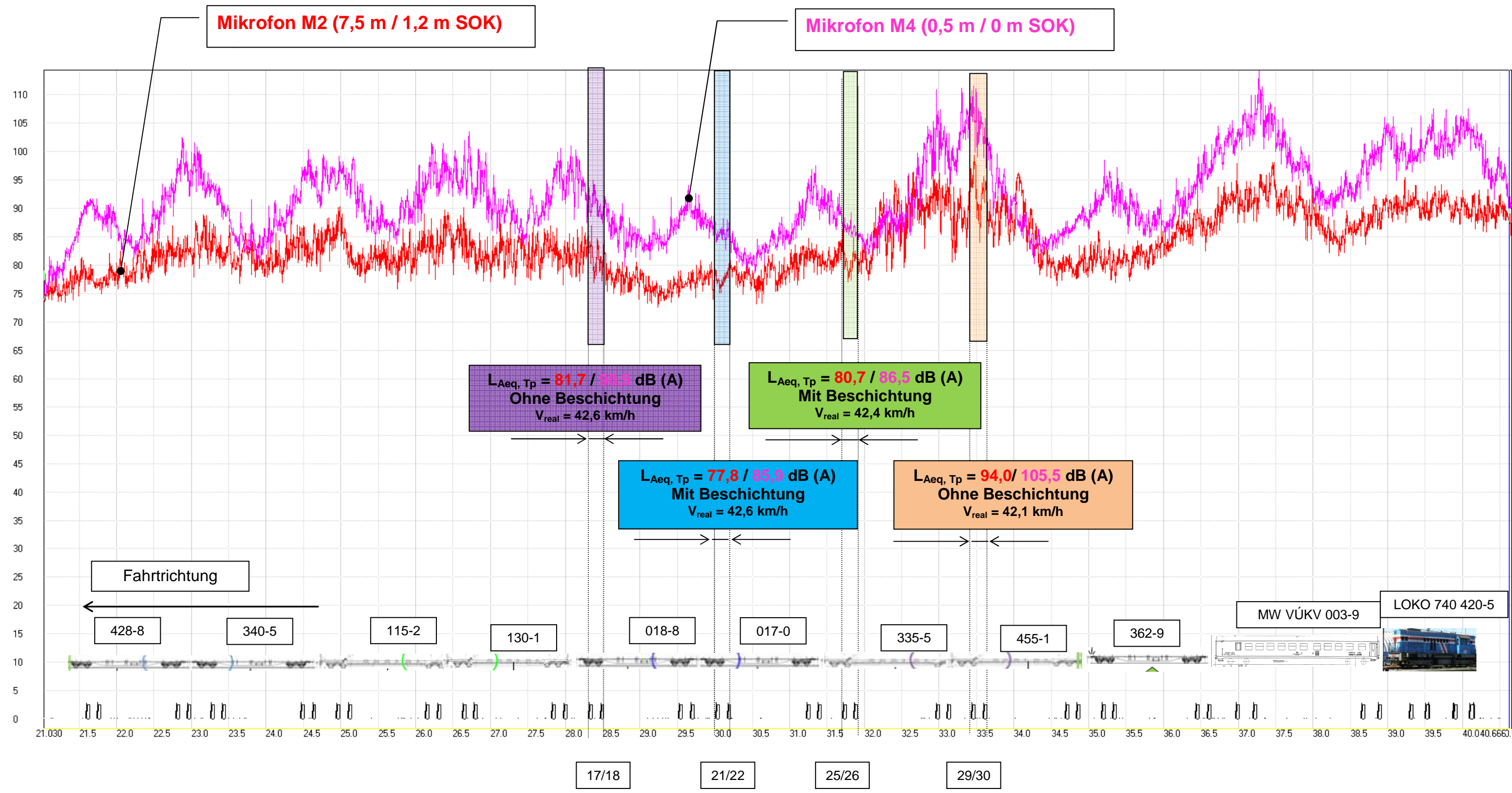


Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M1 und M3

Messung am 2014-08-29, Recording 007, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug gezogen

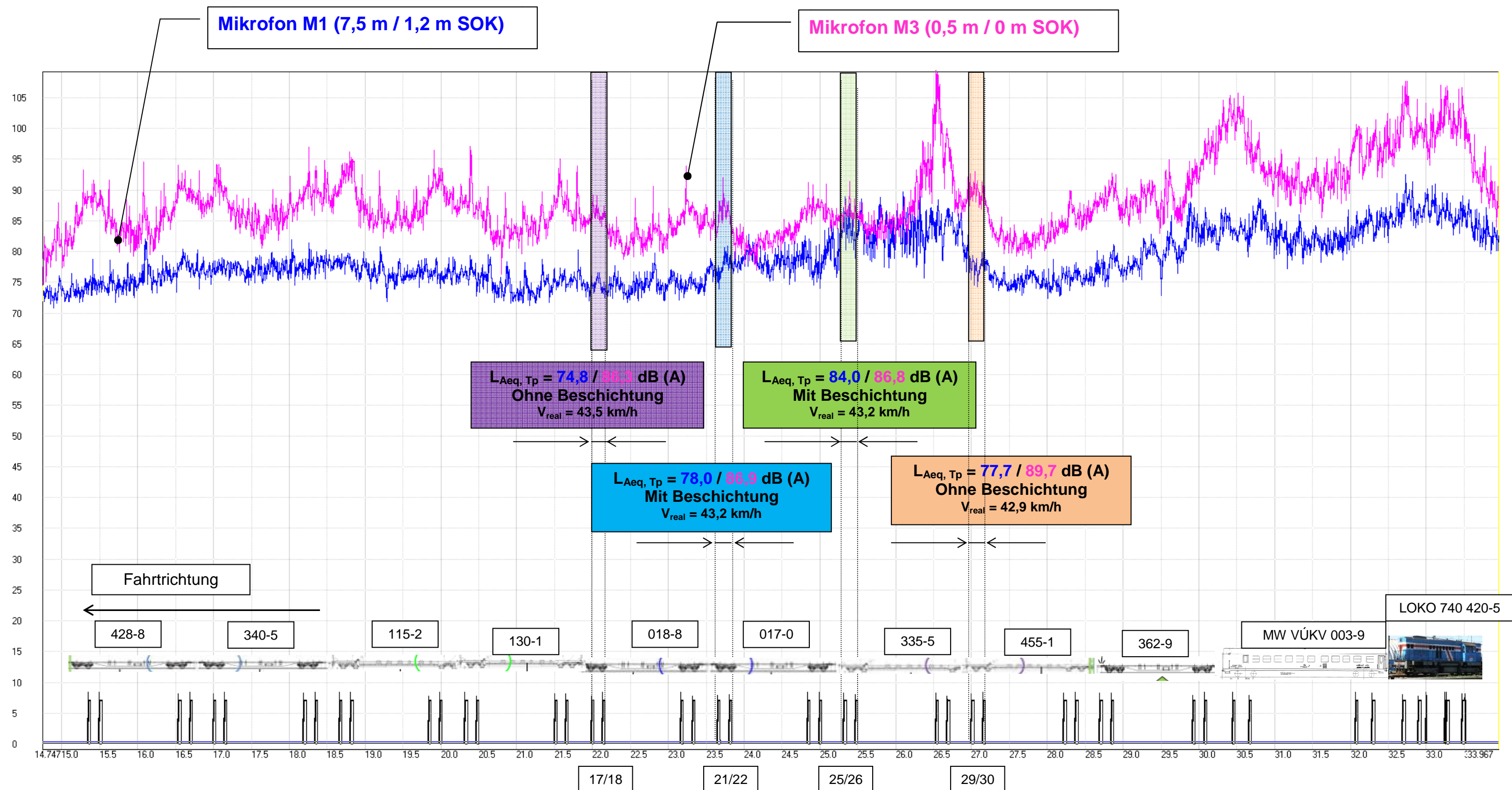


Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M2 und M4 Messung am 2014-08-29, Recording 008, Geschwindigkeit $V_{jmen.} = 40$ km/h, L_{Aeq} , Messzug geschoben



Demonstration einer Signalaufzeichnung, Durchfahrt R = 250 m, Mikrofon M2 und M4

Messung am 2014-08-29, Recording 008, Geschwindigkeit $V_{\text{men.}} = 40 \text{ km/h}$, L_{Aeq} , Messzug geschoben



Nomenclature









Loco 124.601-6 wheel roughness, 1st and 3rd September 2014

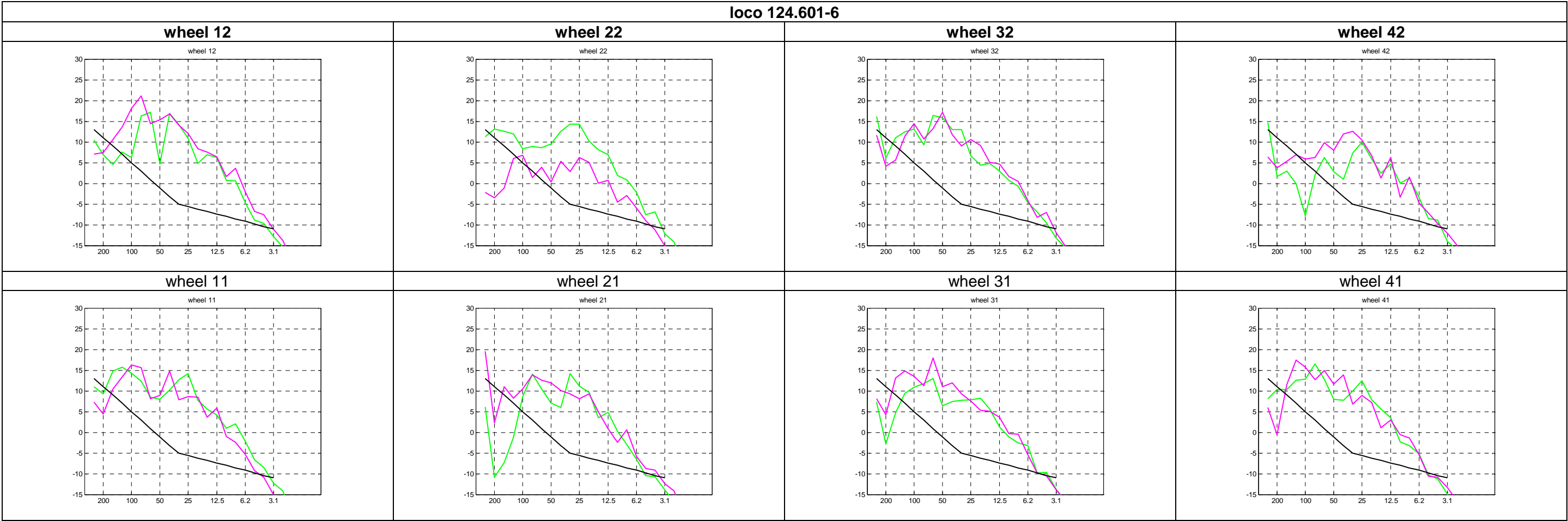
Acoustic roughness for wavelength more than 100 mm is only informative.
Photos: 1.9.2014
Wheel roughness measurement: 1.9.2014; 3.9.2014 (mileage: 2000 km without braking since 1.9.2014)



| loco 124.601-6 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness - 1.9.2014 magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 |



| loco 124.601-6 | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 12 | | wheel 22 | | wheel 32 | | wheel 42 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 11 | | wheel 21 | | wheel 31 | | wheel 41 | |
|  | |  | |  | |  | |



Nomenclature

Loco 380-007-7 wheel roughness, 3rd September 2014

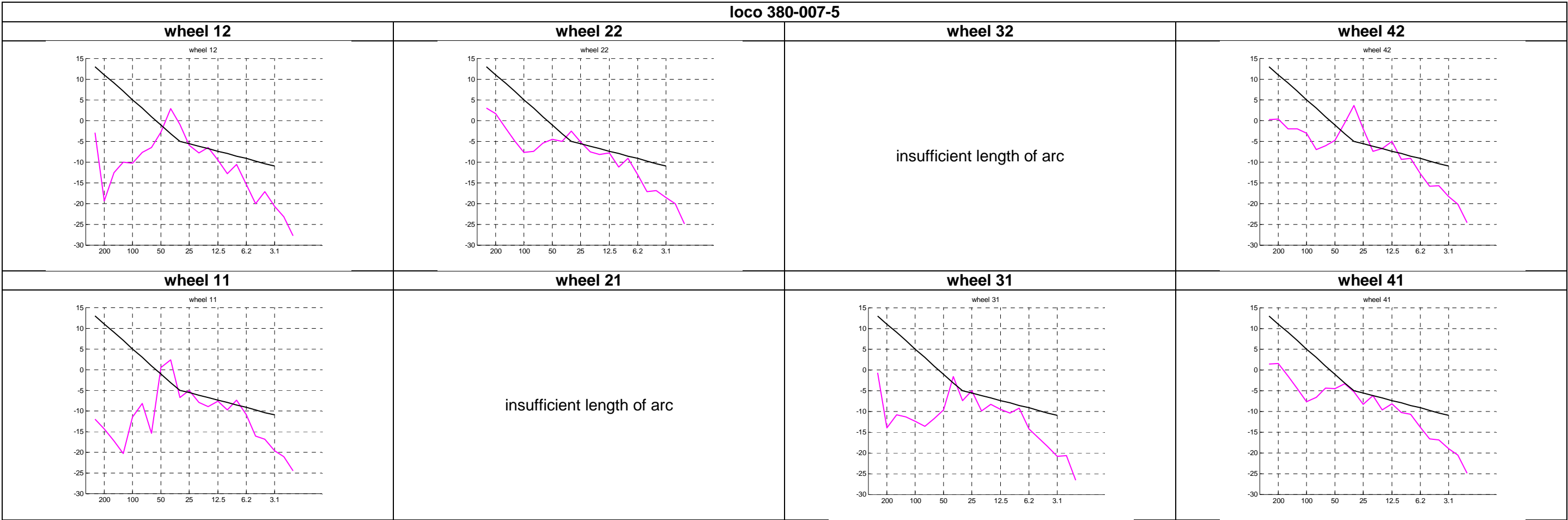
Acoustic roughness for wavelength more than 100 mm is only informative.
Wheel roughness measurement: 3.9.2014



| loco 380-007-5 | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo | wheel surface photo |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 |
| number of wheel | number of wheel | number of wheel | number of wheel |
| graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; magenta: acoustic roughness – 3.9.2014 |



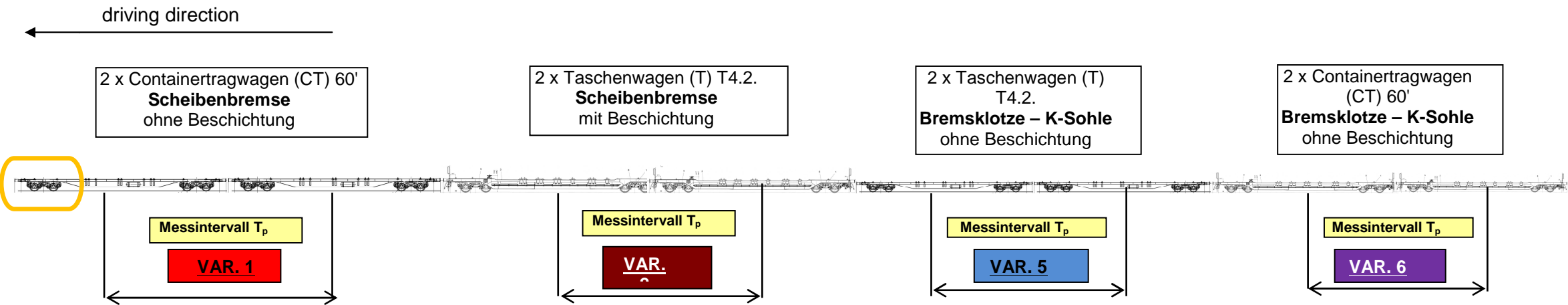
| loco 380-007-5 | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| wheel 12 | wheel 22 | wheel 32 | wheel 42 |
| no photo | no photo | no photo | no photo |
| wheel 11 | wheel 21 | wheel 31 | wheel 41 |
| no photo | no photo | no photo | no photo |



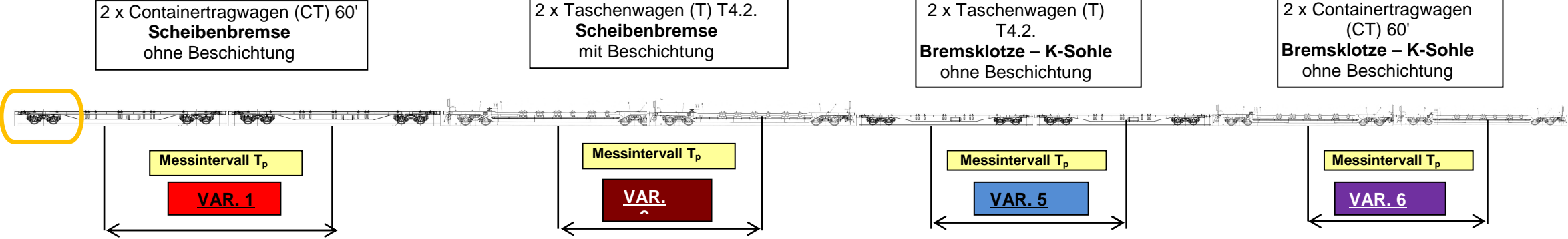
Nomenclature



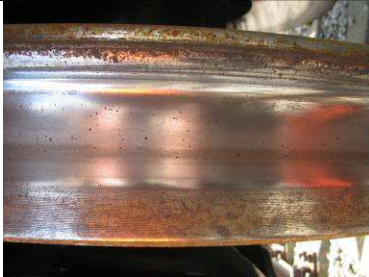

Wheel roughness, 25th – 27th August 2014

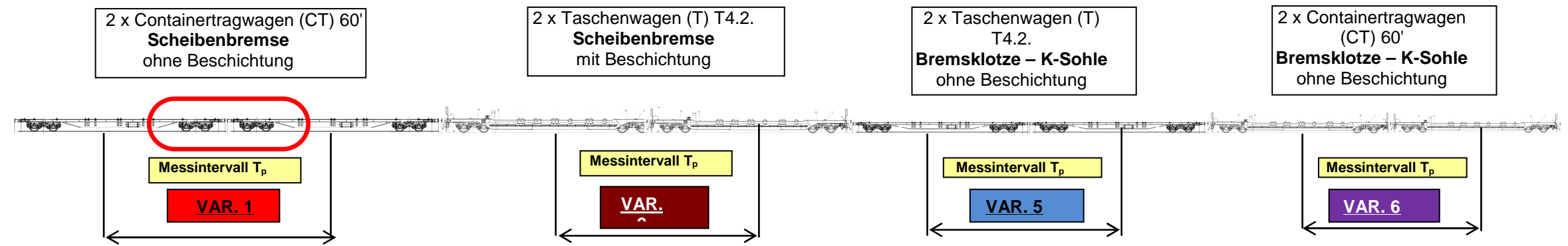
Acoustic roughness for wavelength more than 100 mm is only informative.
Microphone M3 (close to the rail) will be located at the inner rail of the test track.
Mileage + measurement: 24.8.2014
Photos: 25.8.2014
Wheel roughness measurement: 26.-27.8.2014;











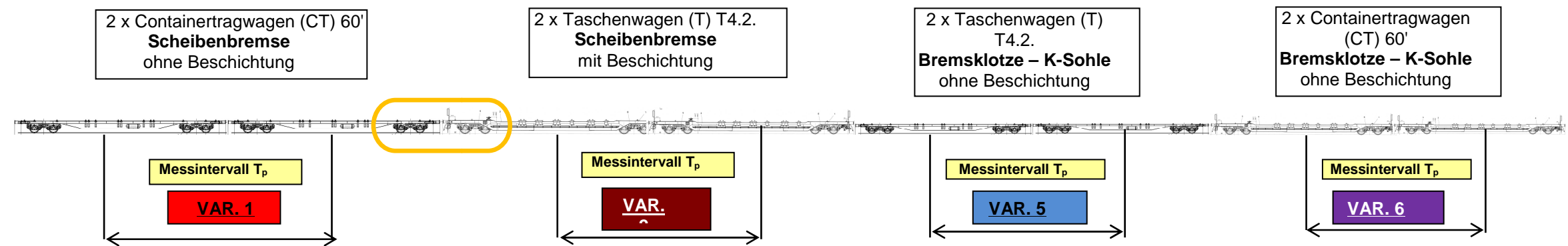
| | | the last four number of Wagonnummer | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | number of wheel in the driving direction outer in the meaning of test track | number of wheel in the driving direction outer in the meaning of test track |
| | | wheel surface photo | wheel surface photo |
| | | number of wheel in the driving direction inner in the meaning of test track | number of wheel in the driving direction inner in the meaning of test track |
| | | wheel surface photo | wheel surface photo |
| | | number of wheel in the driving direction outer in the meaning of test track | number of wheel in the driving direction outer in the meaning of test track |
| | | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; green: wheel acoustic roughness – 26.-27.8.2014, mileage – 1 000 km; | |
| | | number of wheel in the driving direction inner in the meaning of test track | number of wheel in the driving direction inner in the meaning of test track |
| | | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; blue: wheel acoustic roughness – 21.8.2014, mileage – 0 km; green: wheel acoustic roughness – 26.-27.8.2014, mileage – 1 000 km; | graph of an acoustic roughness; vertical axis: acoustic roughness in dB, ref. 1e-12 m; horizontal axis: wavelength in mm; black: TSI limit for rail; blue: wheel acoustic roughness – 21.8.2014, mileage – 0 km; green: wheel acoustic roughness – 26.-27.8.2014, mileage – 1 000 km; |











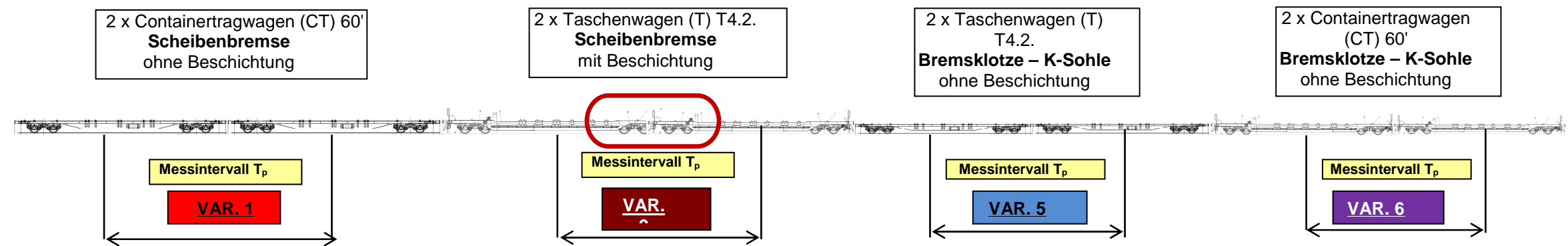
| | | | |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| | | 455-1 | |
| | | wheel 12 | wheel 22 |
| | |  |  |
| | | wheel 11 | wheel 21 |
| | |  |  |











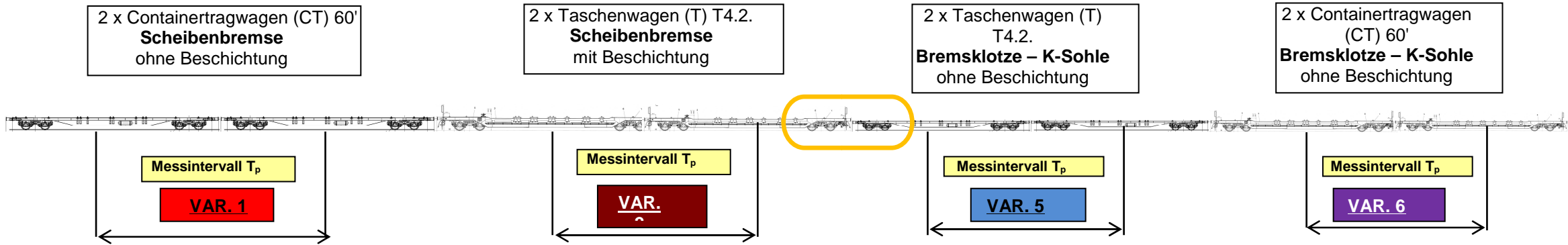
| 455-1 | | | | 335-5 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 32 | | wheel 42 | | wheel 52 | | wheel 62 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 31 | | wheel 41 | | wheel 51 | | wheel 61 | |
|  | |  | |  | |  | |











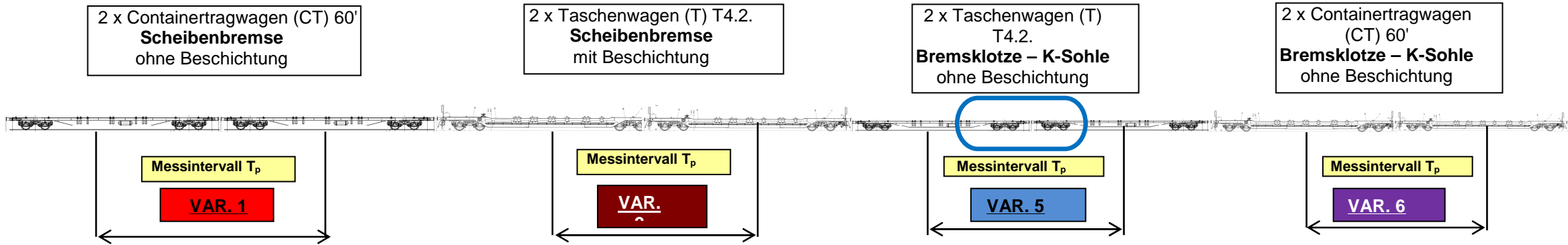
| 335-5 | | | | 017-0 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 72 | | wheel 82 | | wheel 92 | | wheel 102 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 71 | | wheel 81 | | wheel 91 | | wheel 101 | |
|  | |  | |  | |  | |





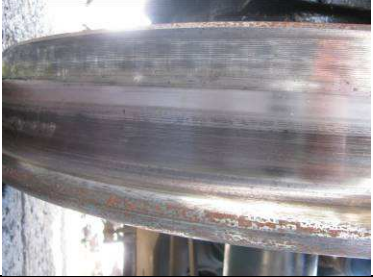





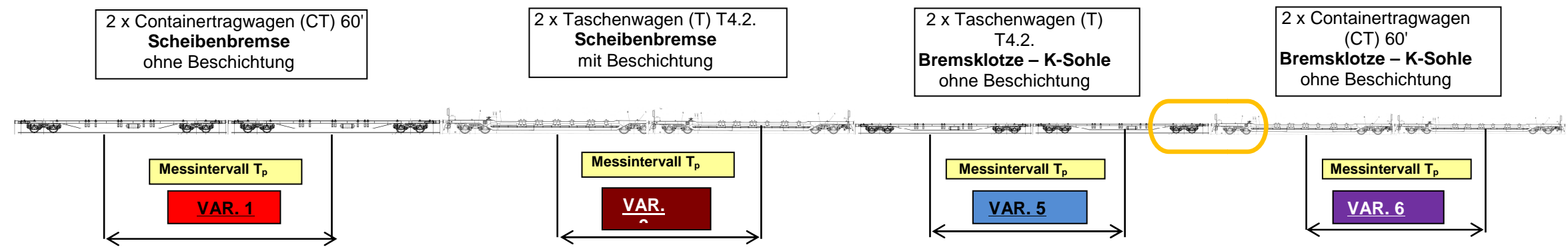
| 017-0 | | | | 018-8 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 112 | | wheel 122 | | wheel 132 | | wheel 142 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 111 | | wheel 121 | | wheel 131 | | wheel 141 | |
|  | |  | |  | |  | |











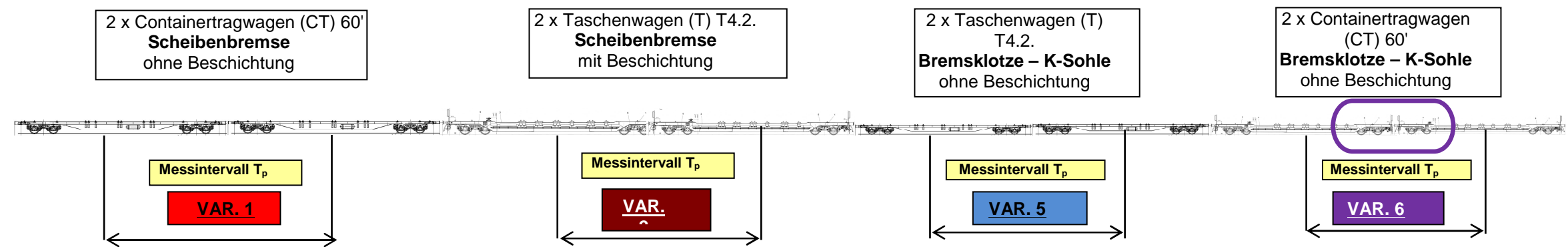
| 018-8 | | | | 130-1 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 152 | | wheel 162 | | wheel 172 | | wheel 182 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 151 | | wheel 161 | | wheel 171 | | wheel 181 | |
|  | |  | |  | |  | |











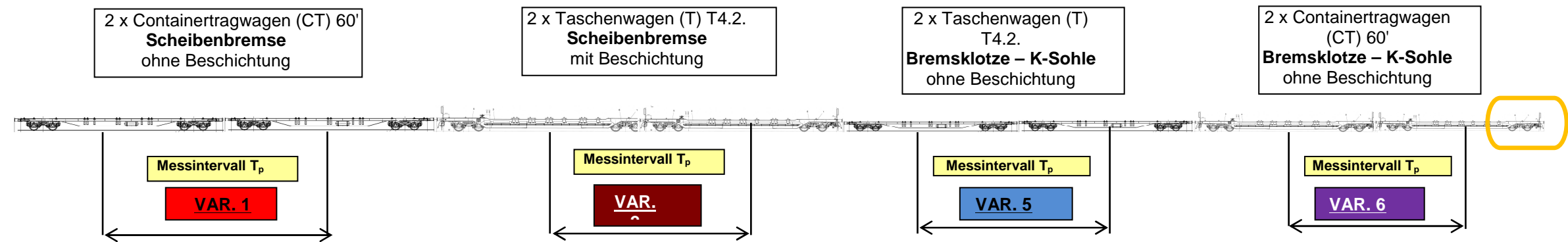
| 130-1 | | | | 115-2 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| wheel 192 | | wheel 202 | | wheel 212 | | wheel 222 | |
|  | |  | |  | |  | |
| wheel 191 | | wheel 201 | | wheel 211 | | wheel 221 | |
|  | |  | |  | |  | |



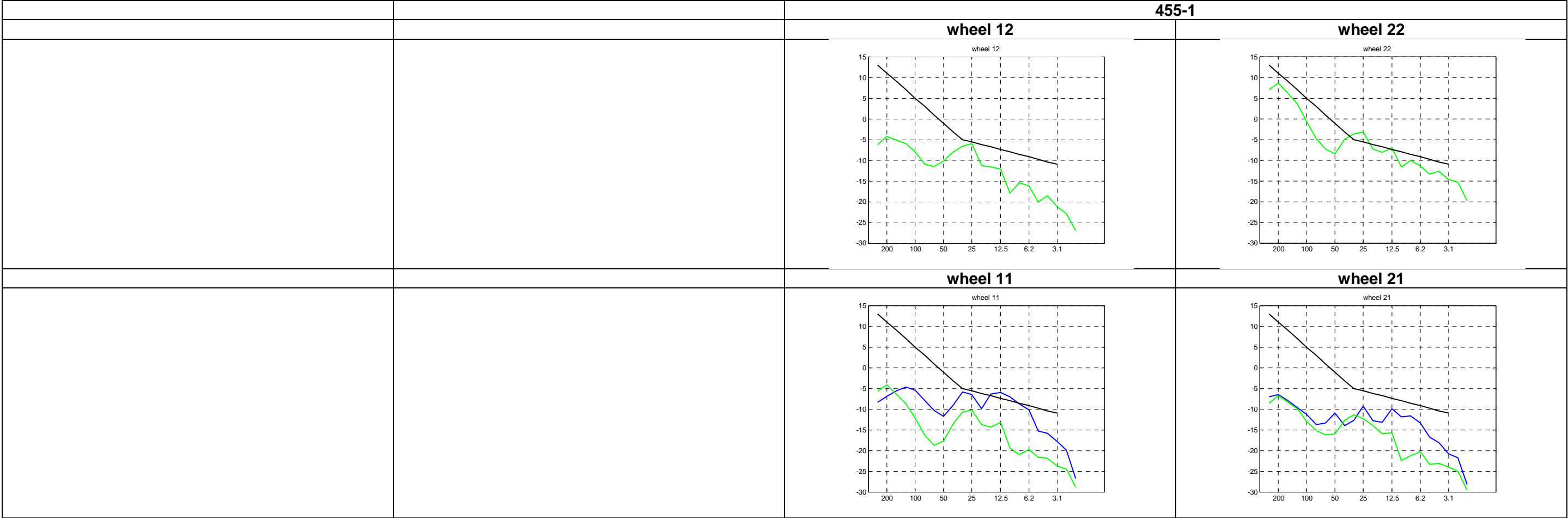
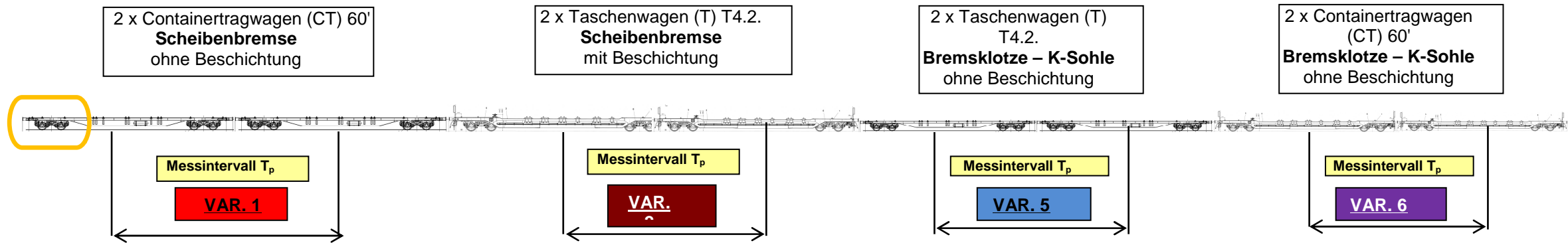
| 115-2 | | 340-5 | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| wheel 232 | wheel 242 | wheel 252 | wheel 262 |
|  |  |  |  |
| wheel 231 | wheel 241 | wheel 251 | wheel 261 |
|  |  |  |  |

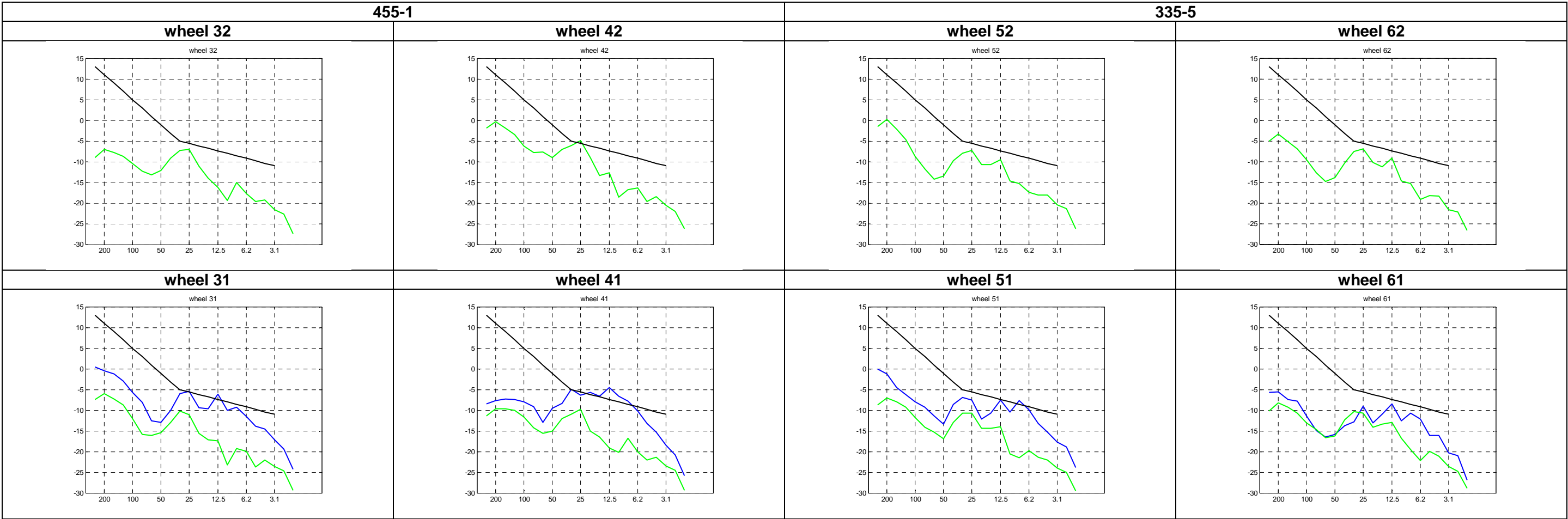
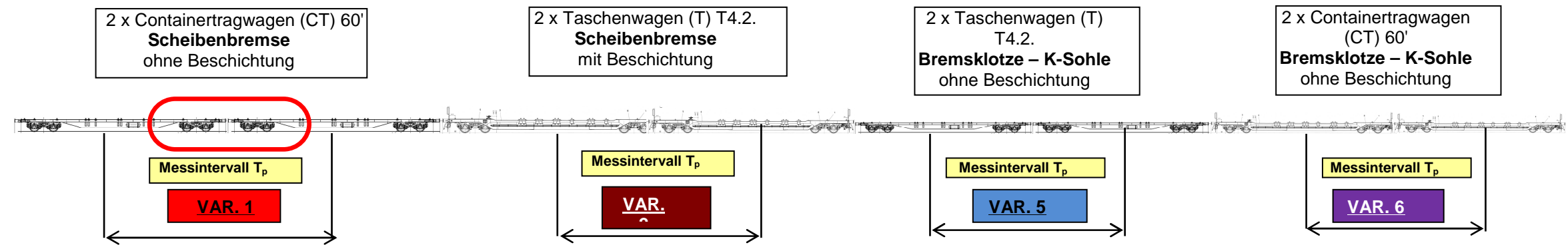


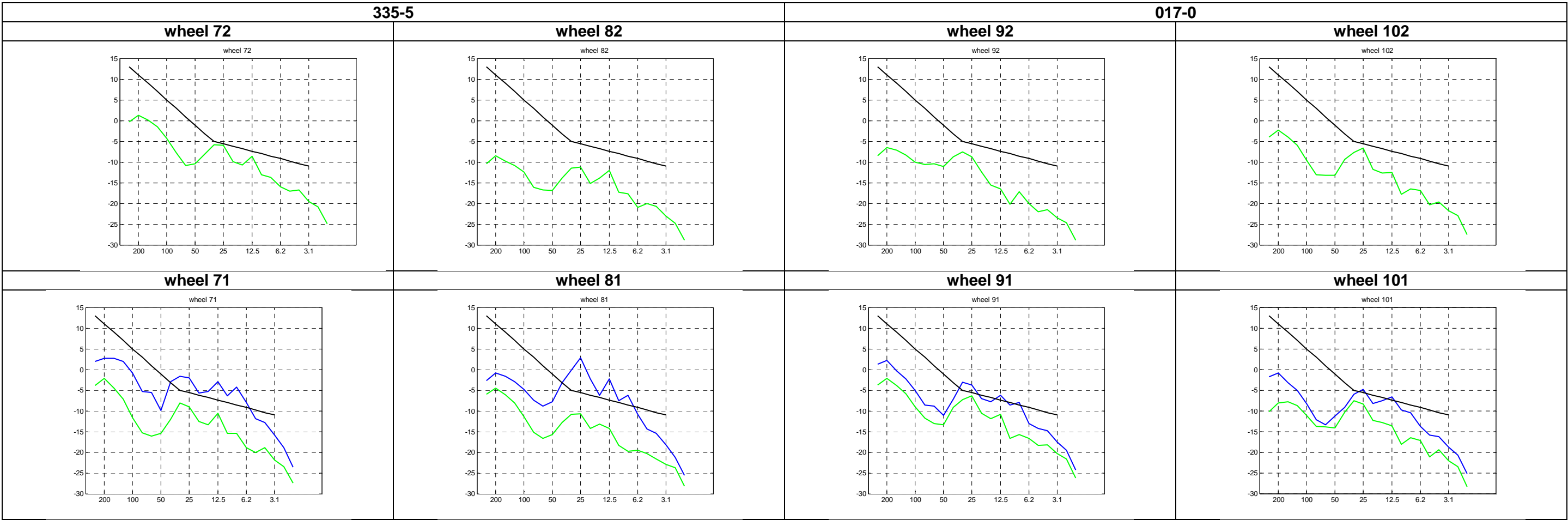
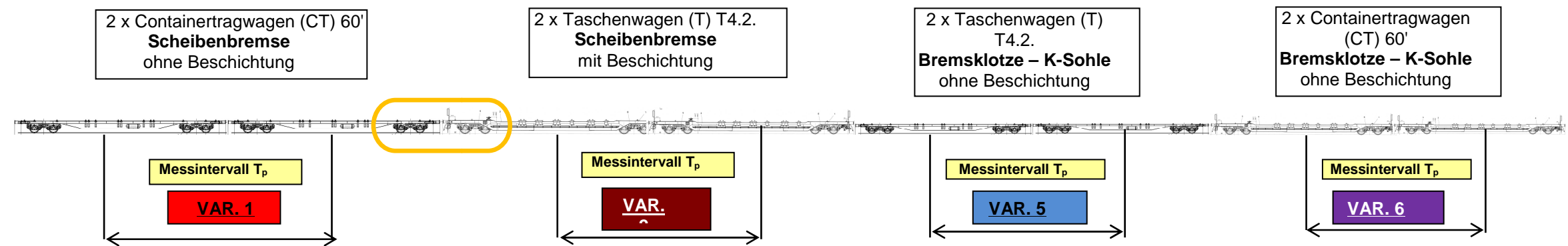
| 340-5 | | 428-8 | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| wheel 272 | wheel 282 | wheel 292 | wheel 302 |
|  |  |  |  |
| wheel 271 | wheel 281 | wheel 291 | wheel 301 |
|  |  |  |  |

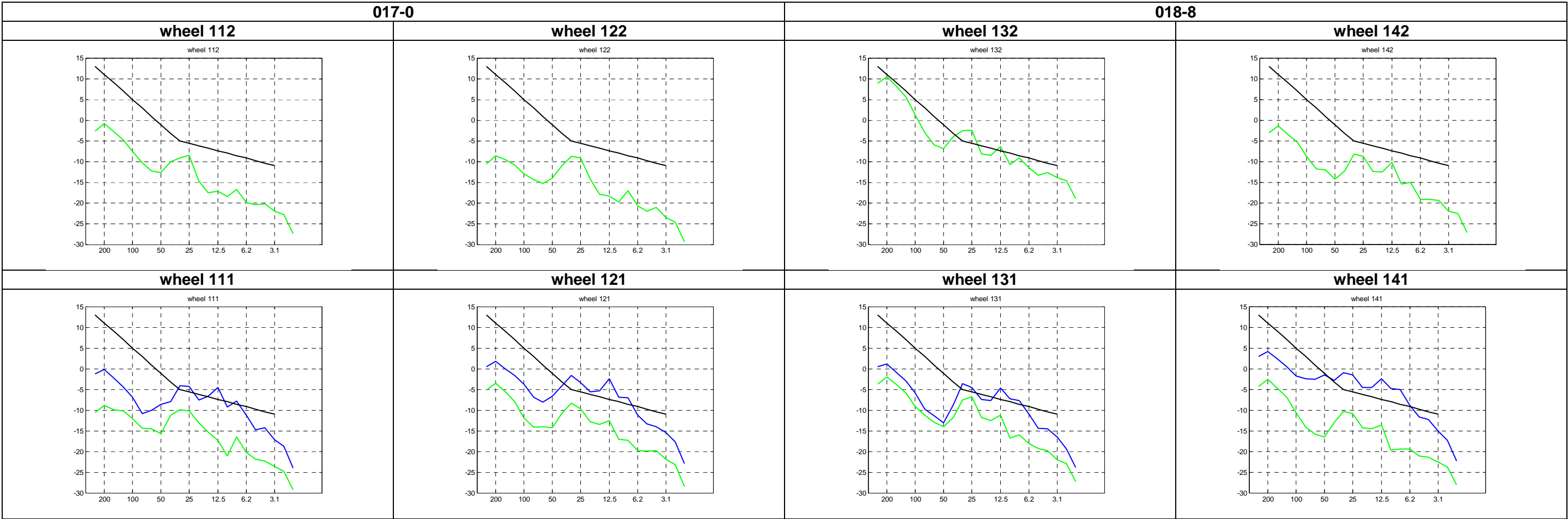
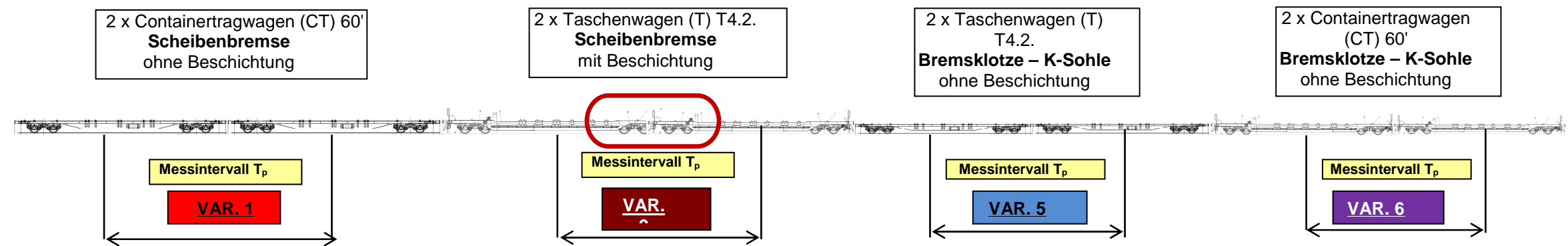


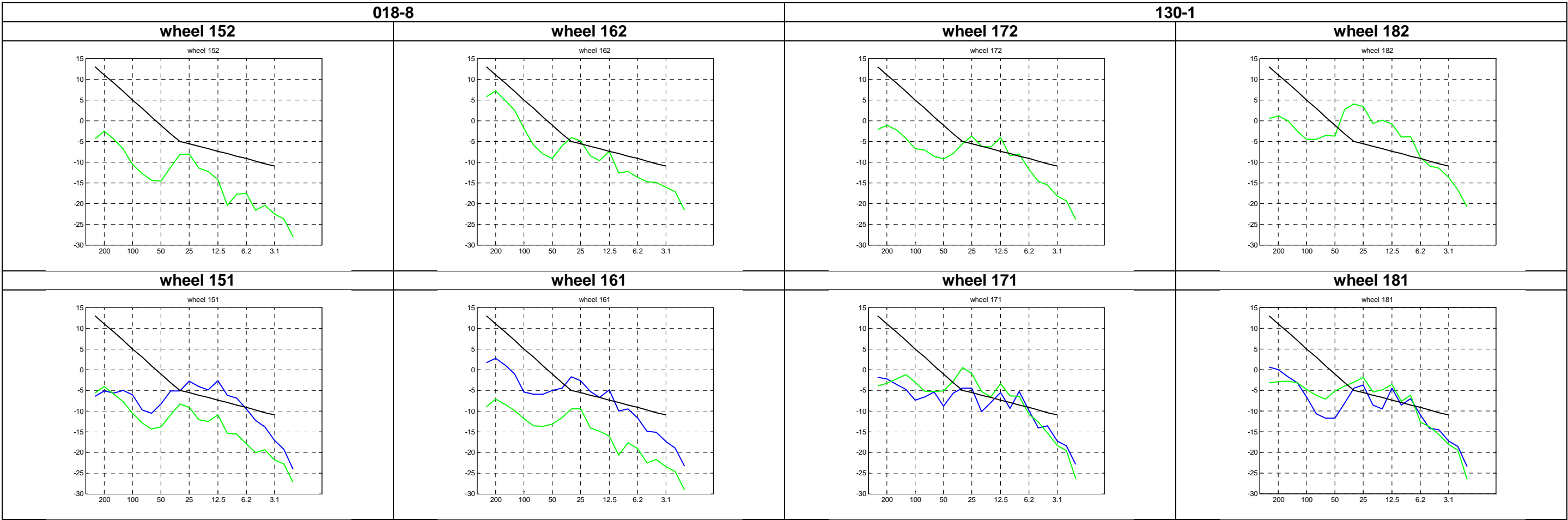
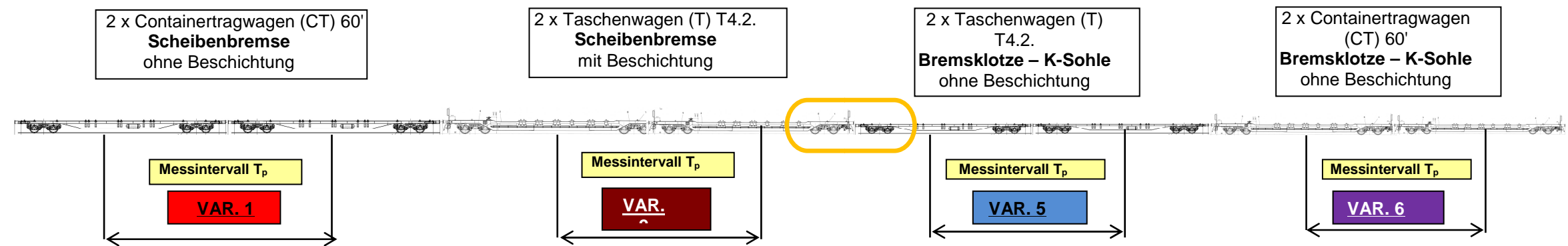
| 428-8 | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| wheel 312 | wheel 322 | | |
|  |  | | |
| wheel 311 | wheel 321 | | |
|  |  | | |

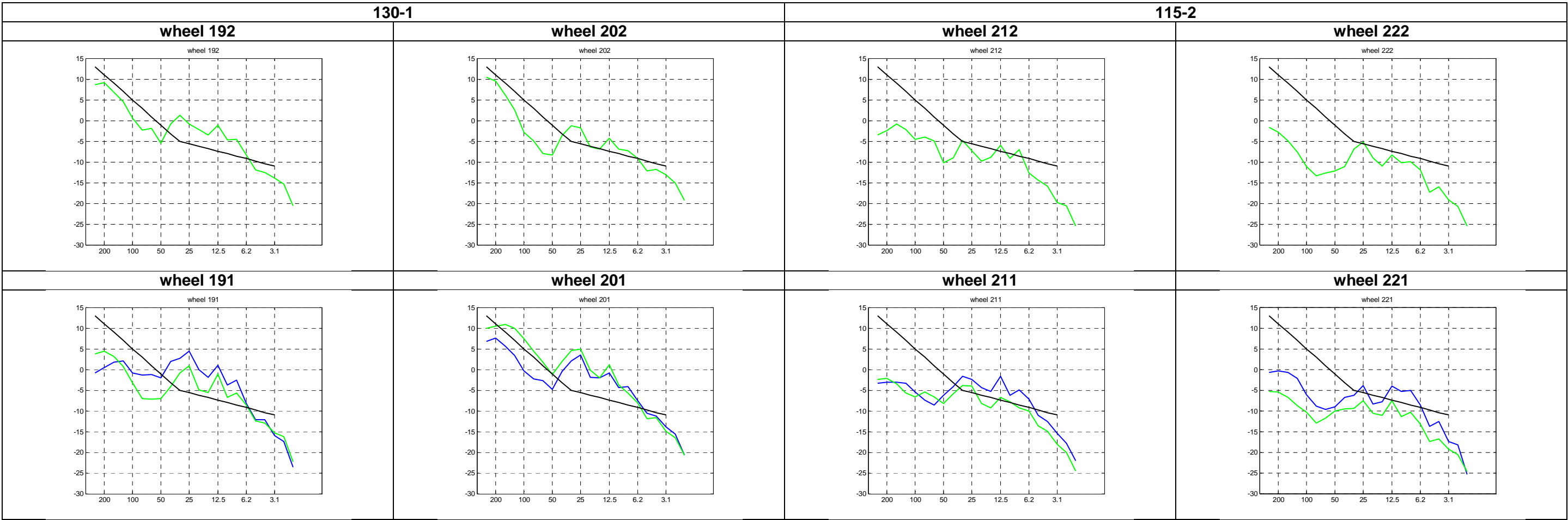
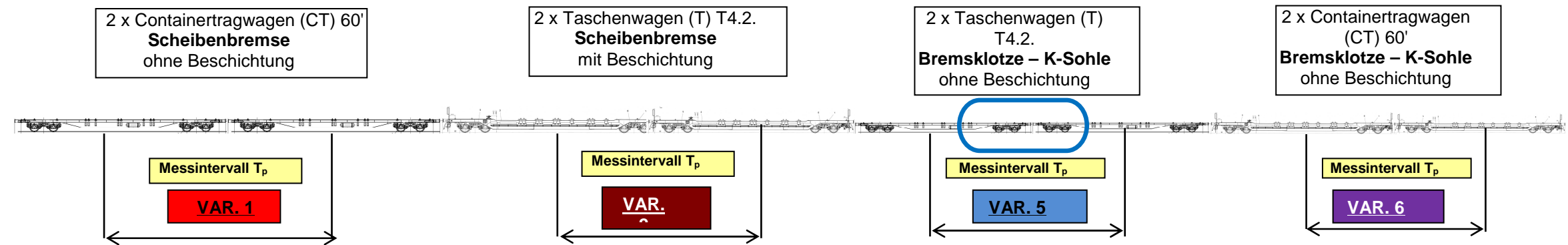


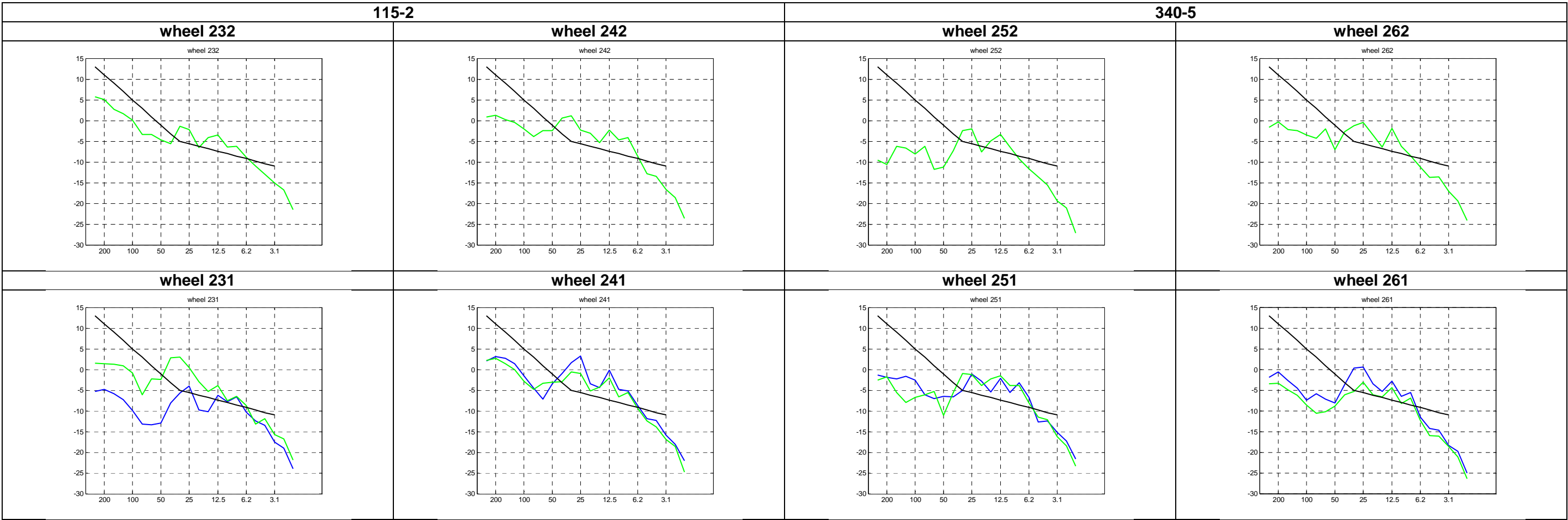
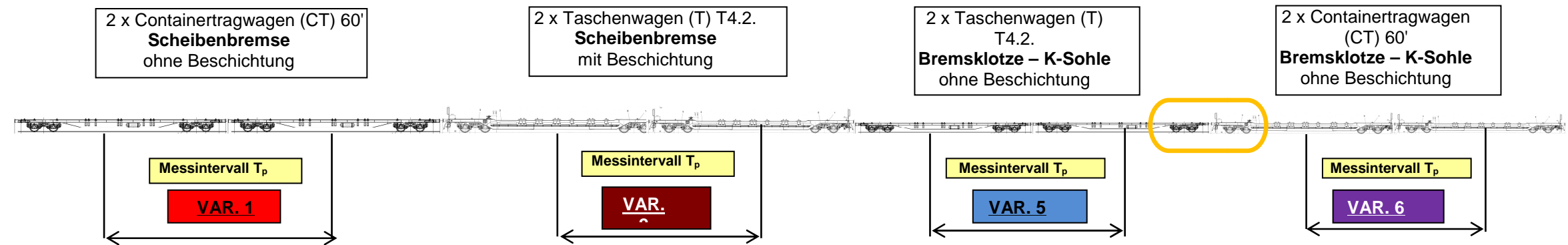


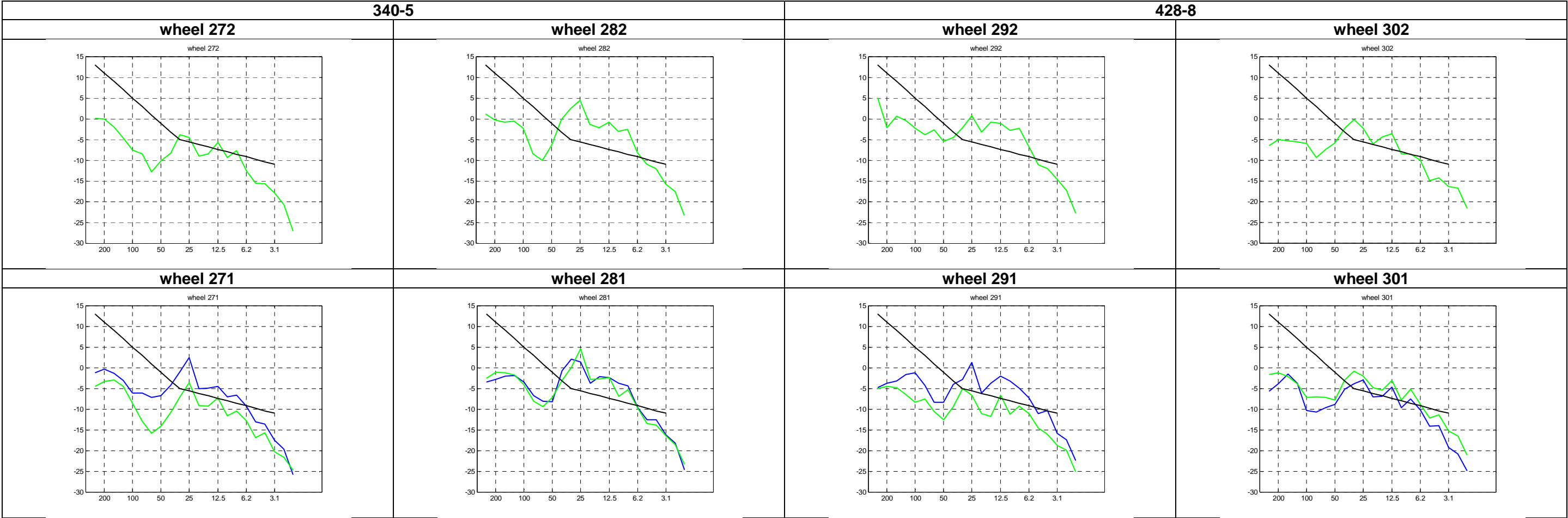
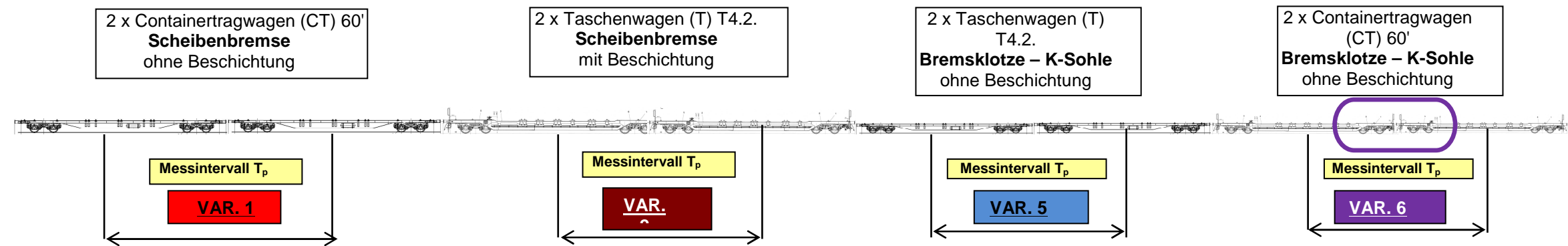


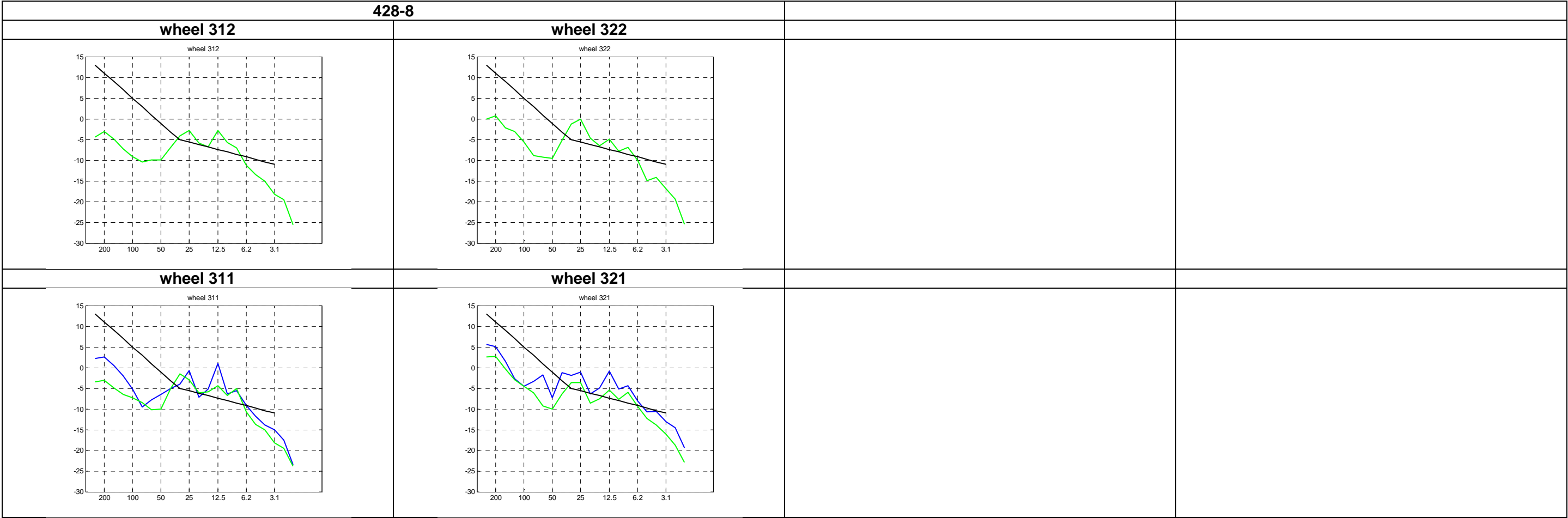
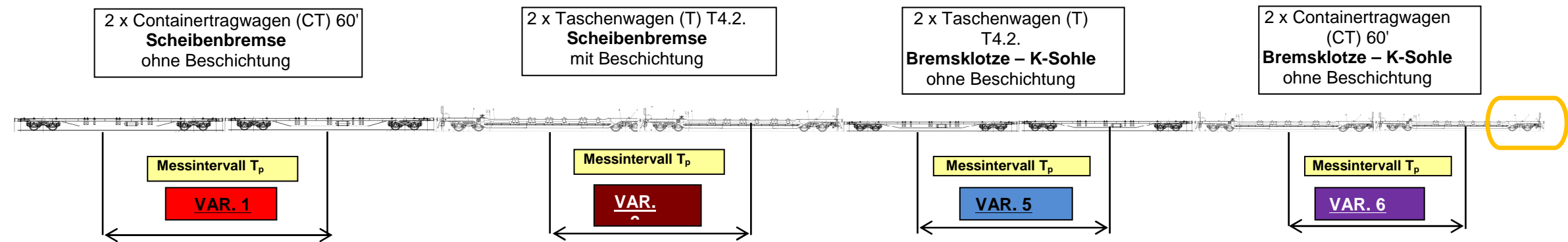


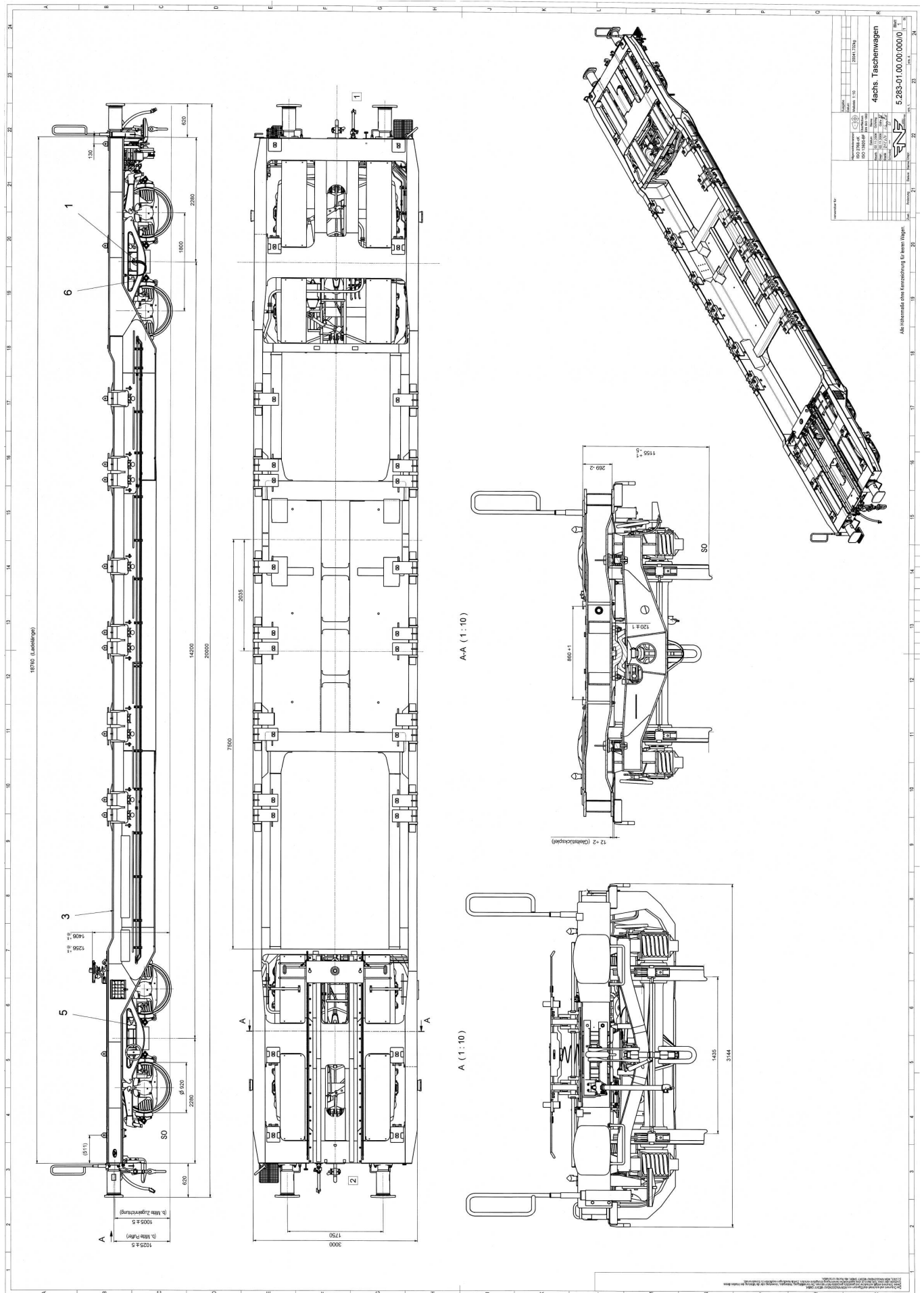


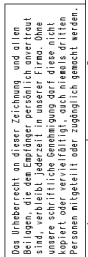










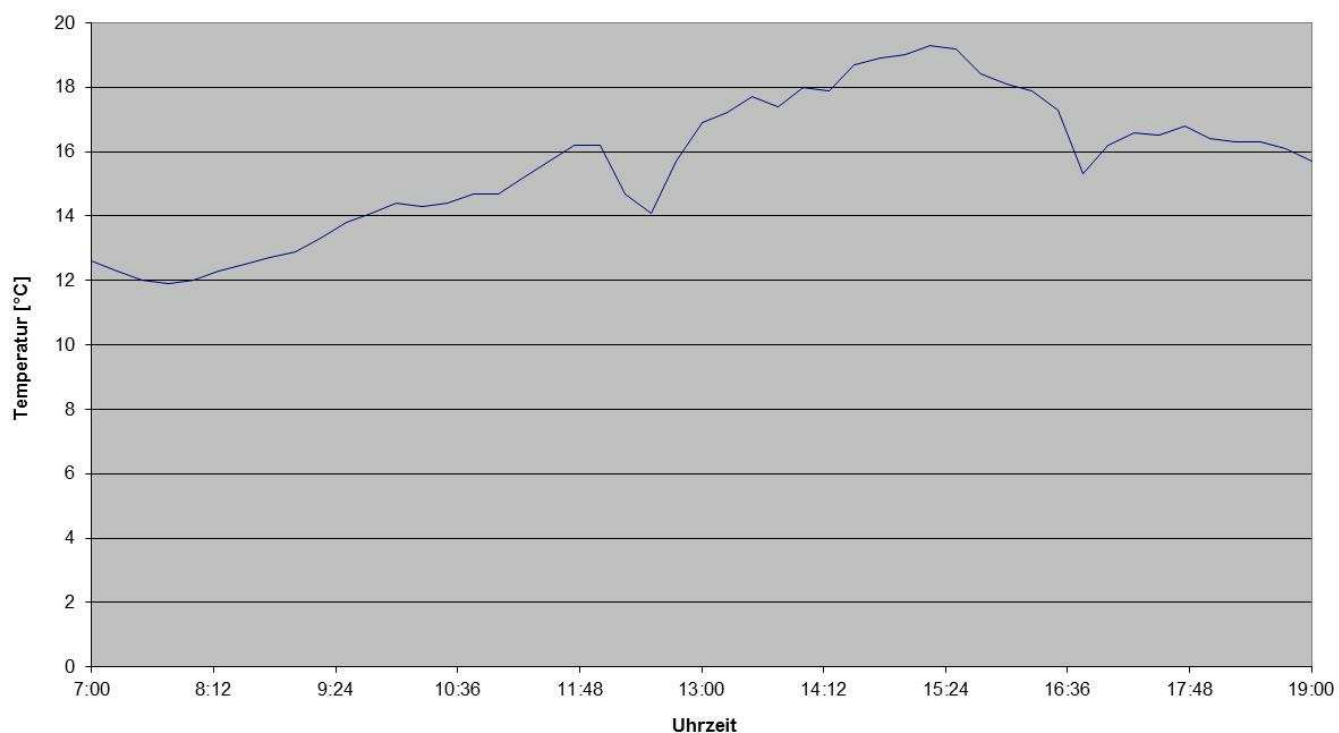


| | Allgemeintoleranzen (SN 2946) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nennmass | <0,5 | >0,5 | <1 | >1 | <10 | >10 | <100 | >100 |
| Ausf. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| mittel | +0,-1 | +0,-1 | +0,-2 | +0,-3 | +0,-7 | +0,-7 | +1,-2 | +2,-3 |

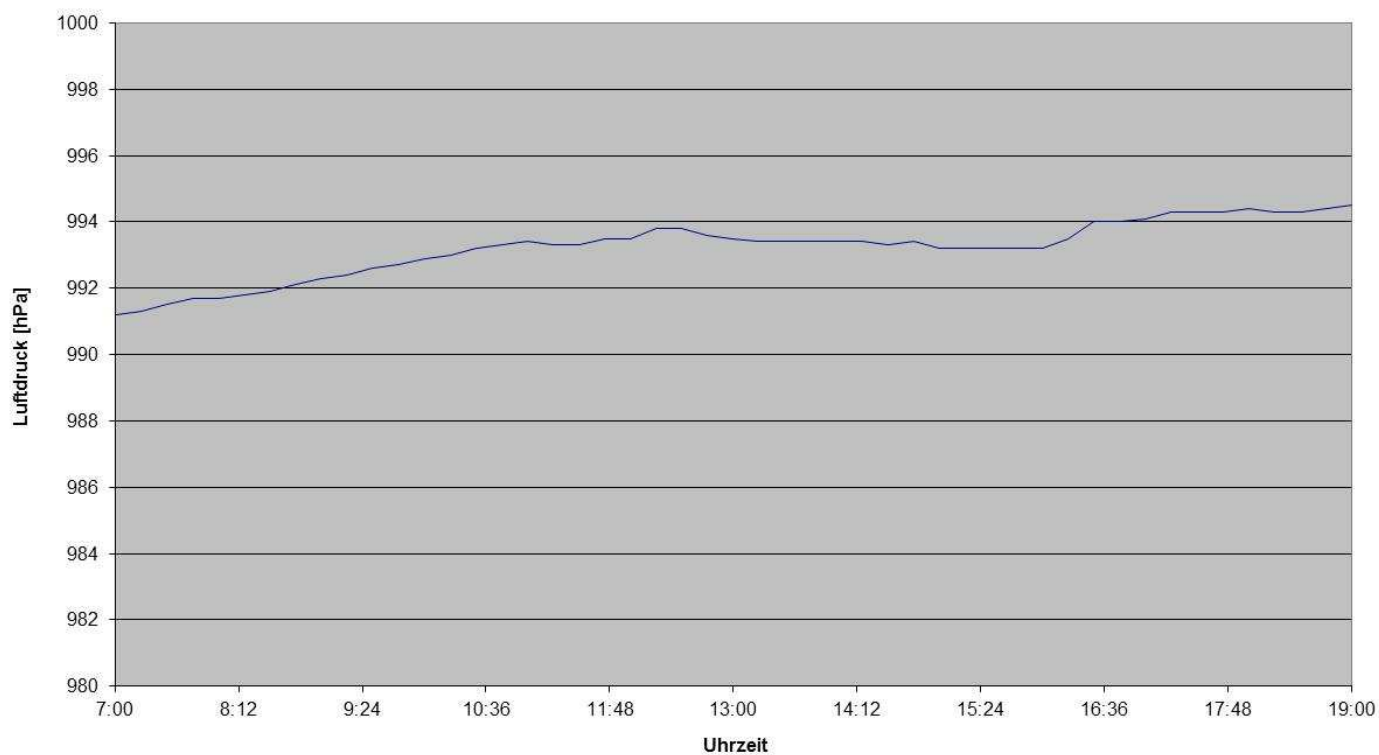
| | |
|--------------------------|-------------------|
| Wagentechnik: | Y25 Lssi-K und |
| Drengestelle: | Y25 Lssi-K |
| | Db115a RSL 22,5 t |
| Radsätze: | DK-GP-A |
| Bremse: | 17,6 t |
| Taragewicht: | 72,0 t |
| Ladagewicht: | 90,0 t |
| Bruttogewicht: | 75m |
| min. Kurvenradius: | |
| max. Drengstellineigung: | 1°30' |

Meteorologische Bedingungen am 2014-08-24 – TSI Lärm

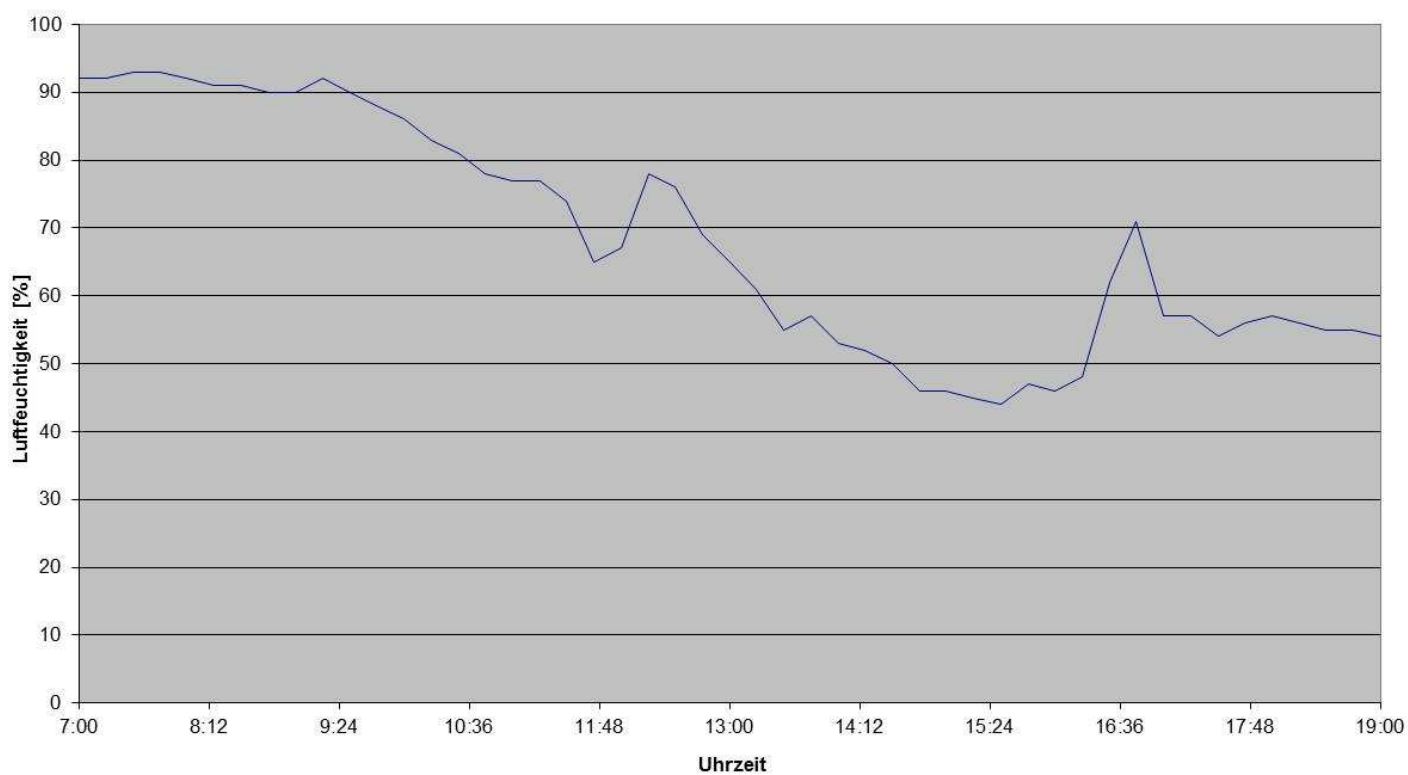
Lufttemperatur



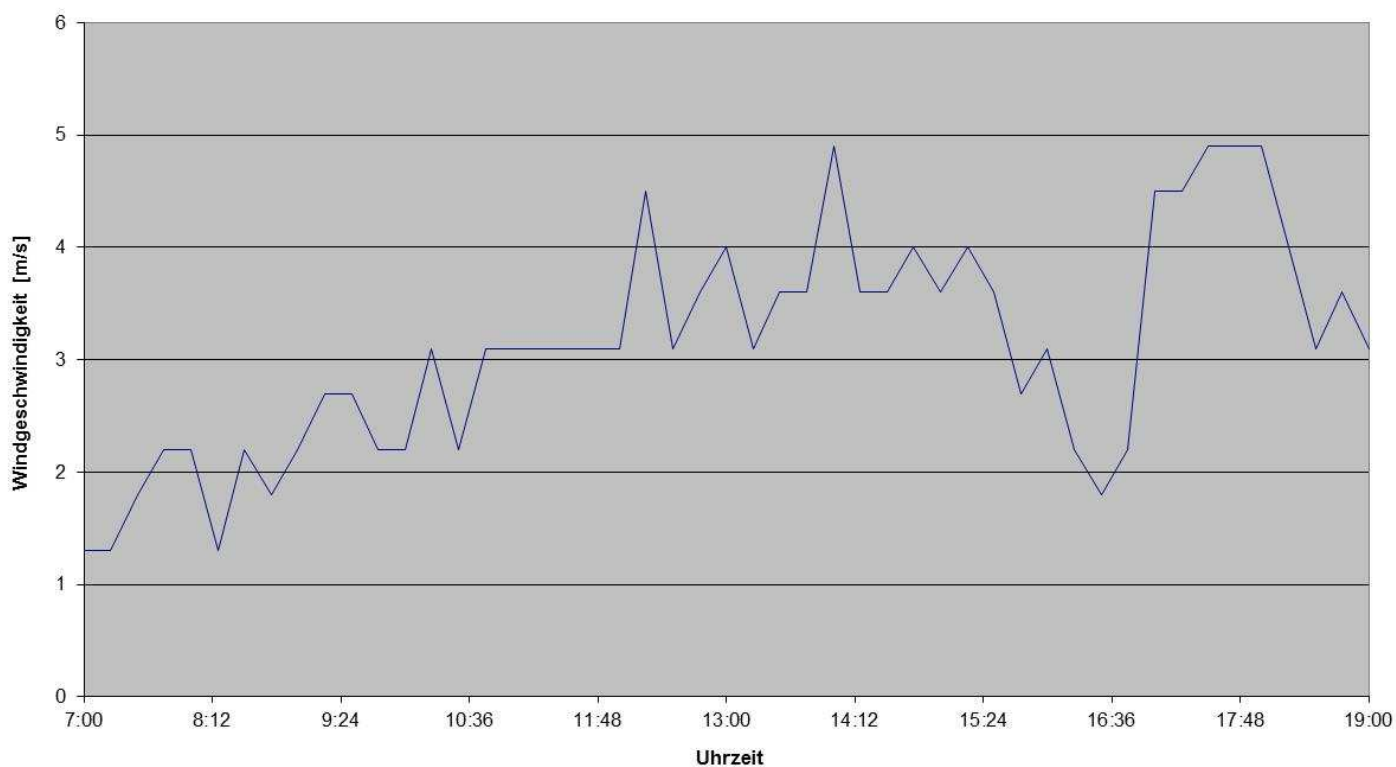
Absoluter Luftdruck

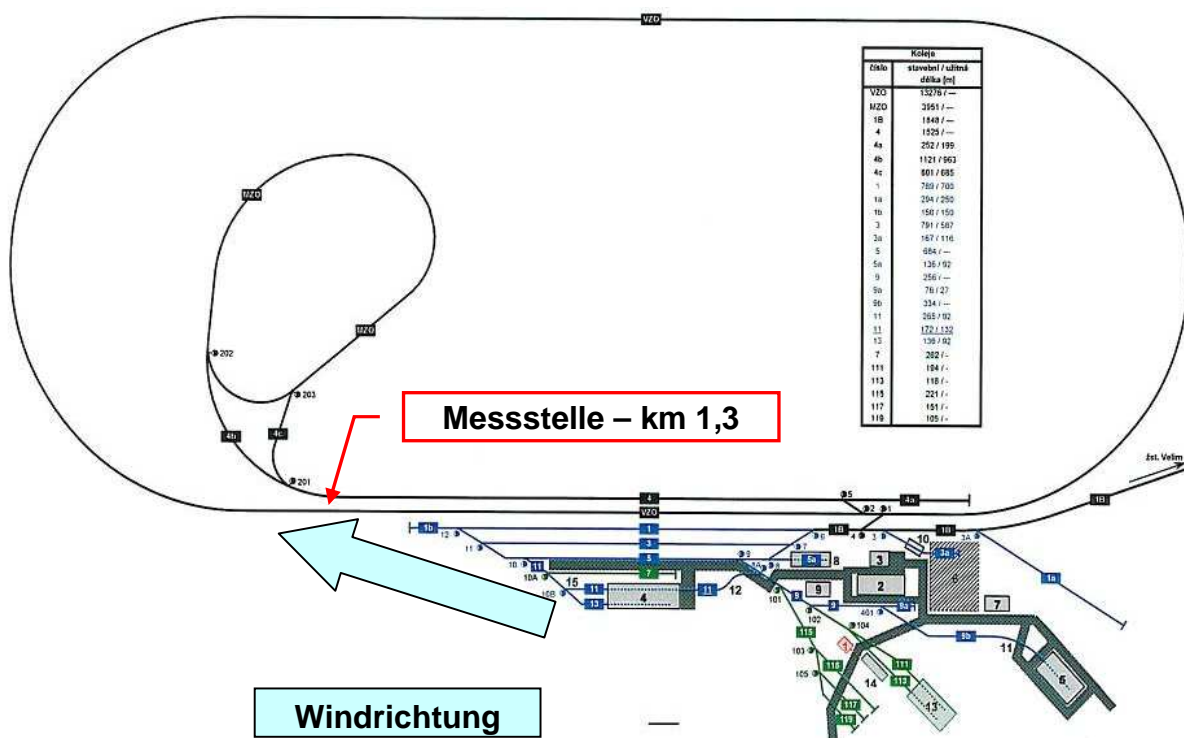


Relative Luftfeuchtigkeit



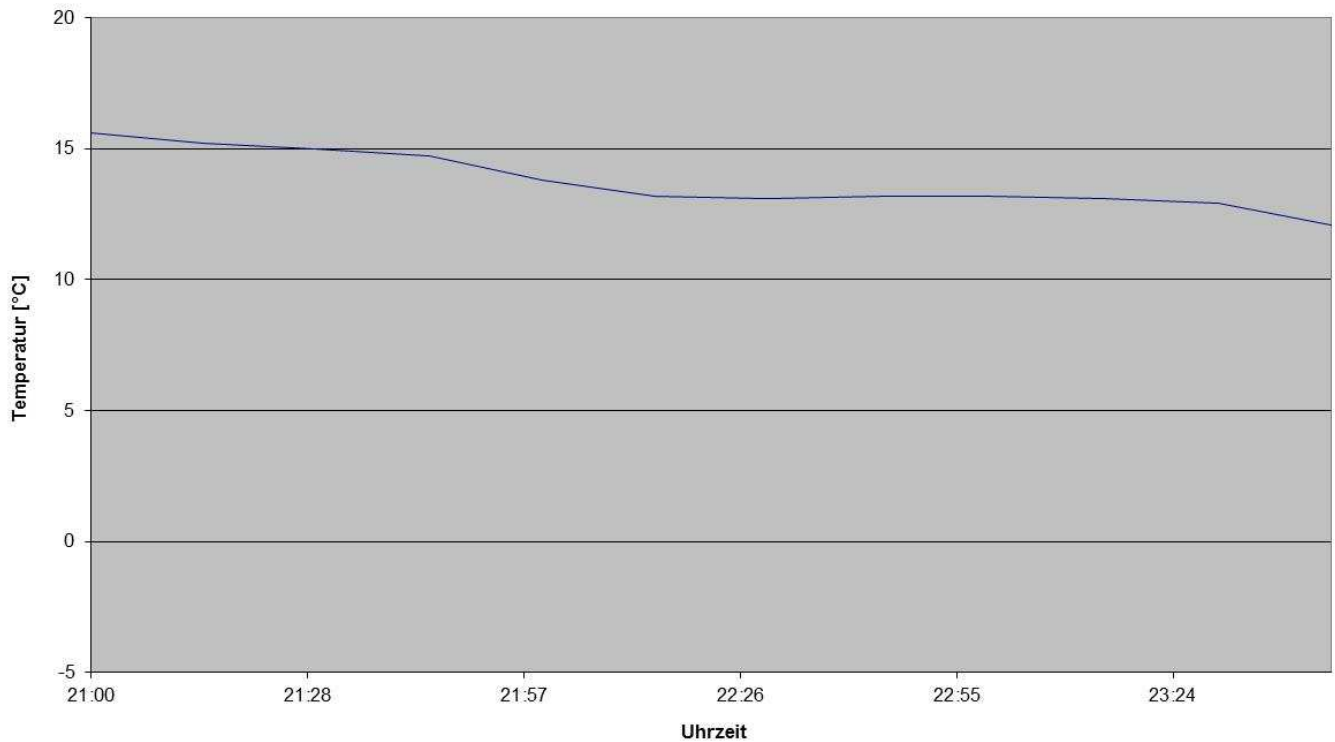
Windgeschwindigkeit



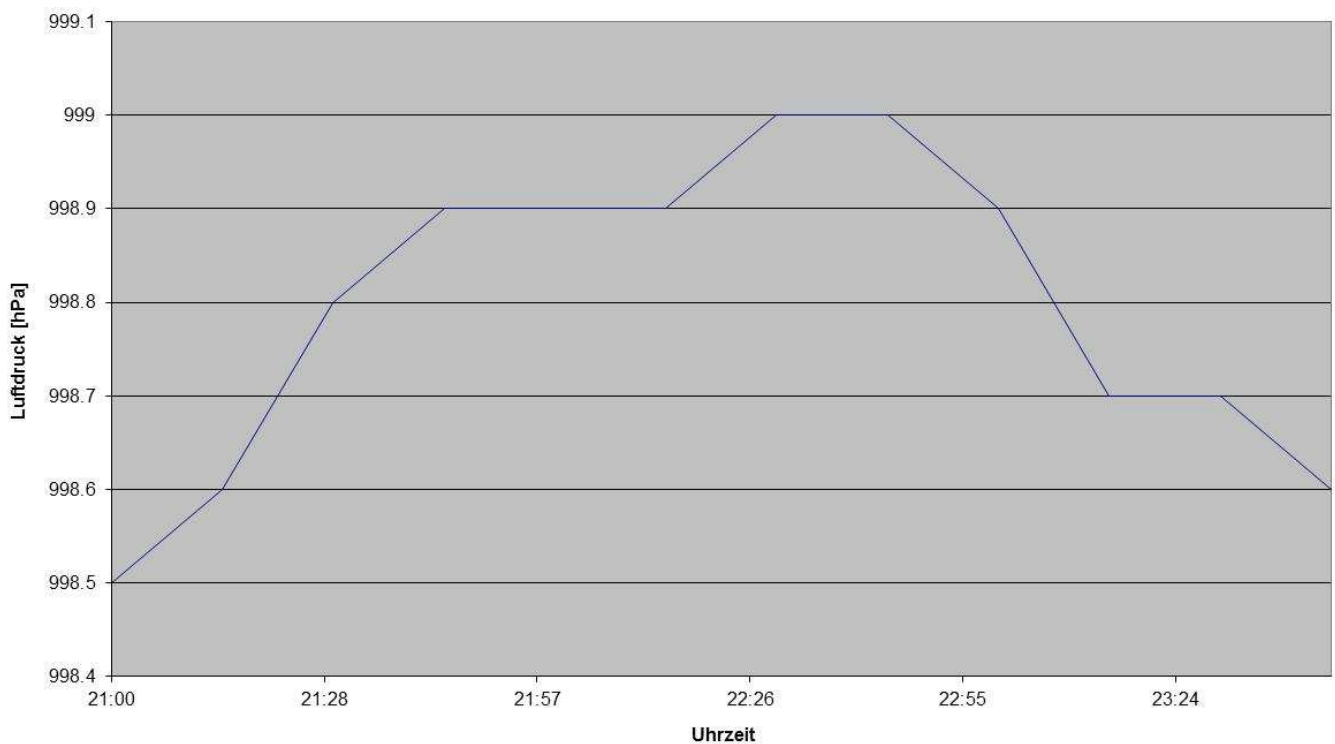


Meteorologische Bedingungen am 2014-09-03 – TSI Lärm

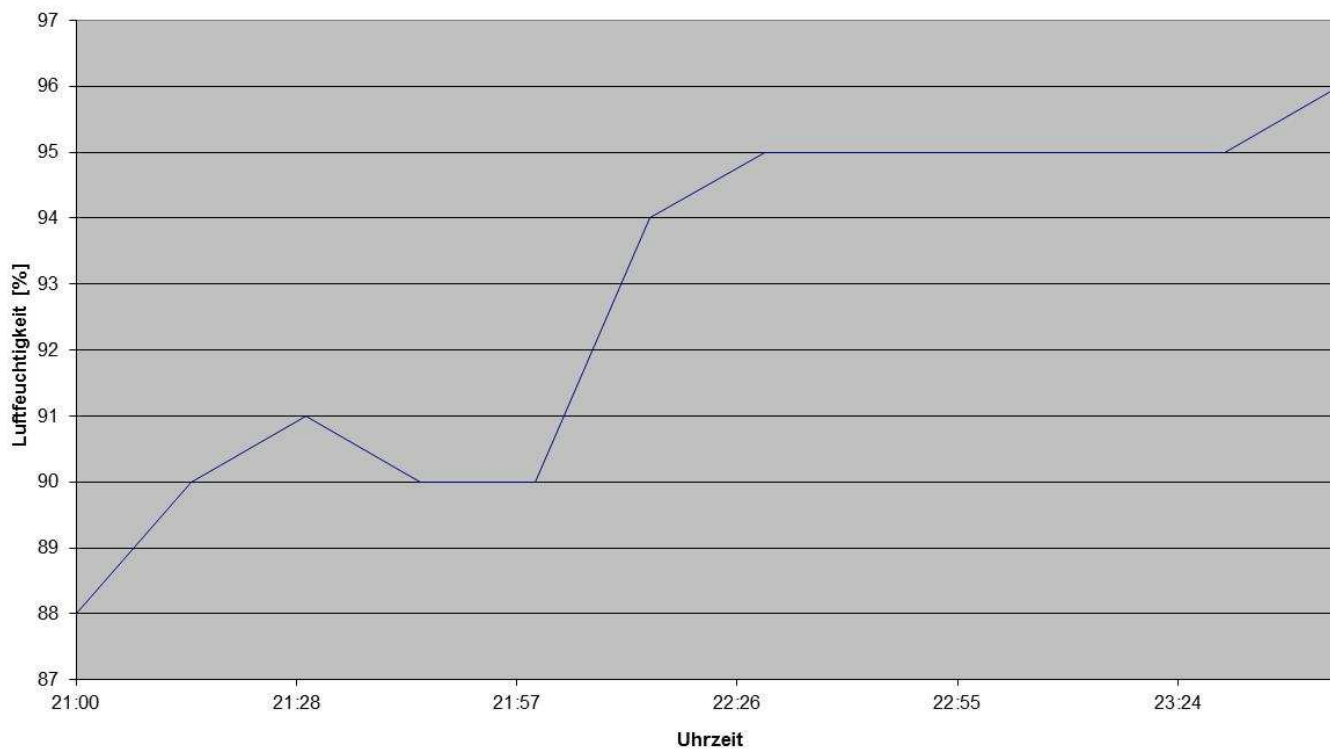
Lufttemperatur



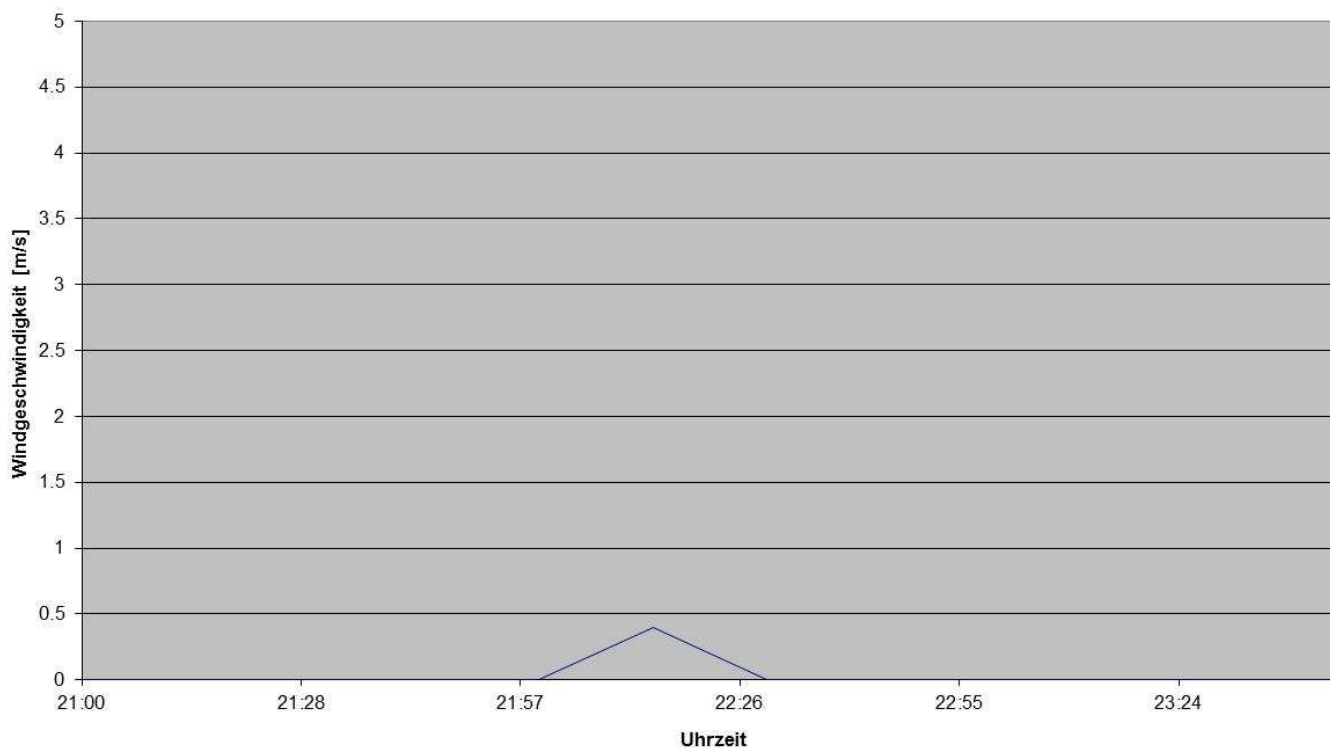
Absoluter Luftdruck



Relative Luftfeuchtigkeit

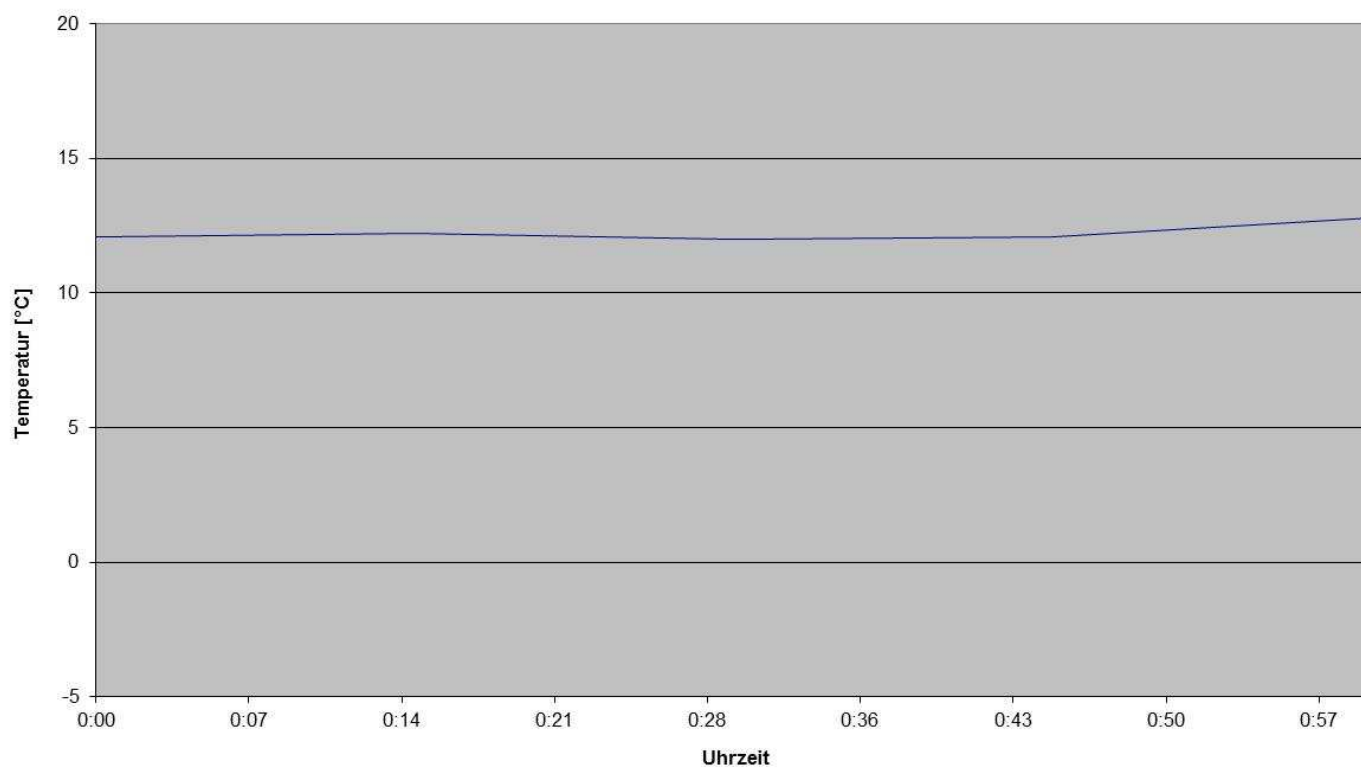


Windgeschwindigkeit

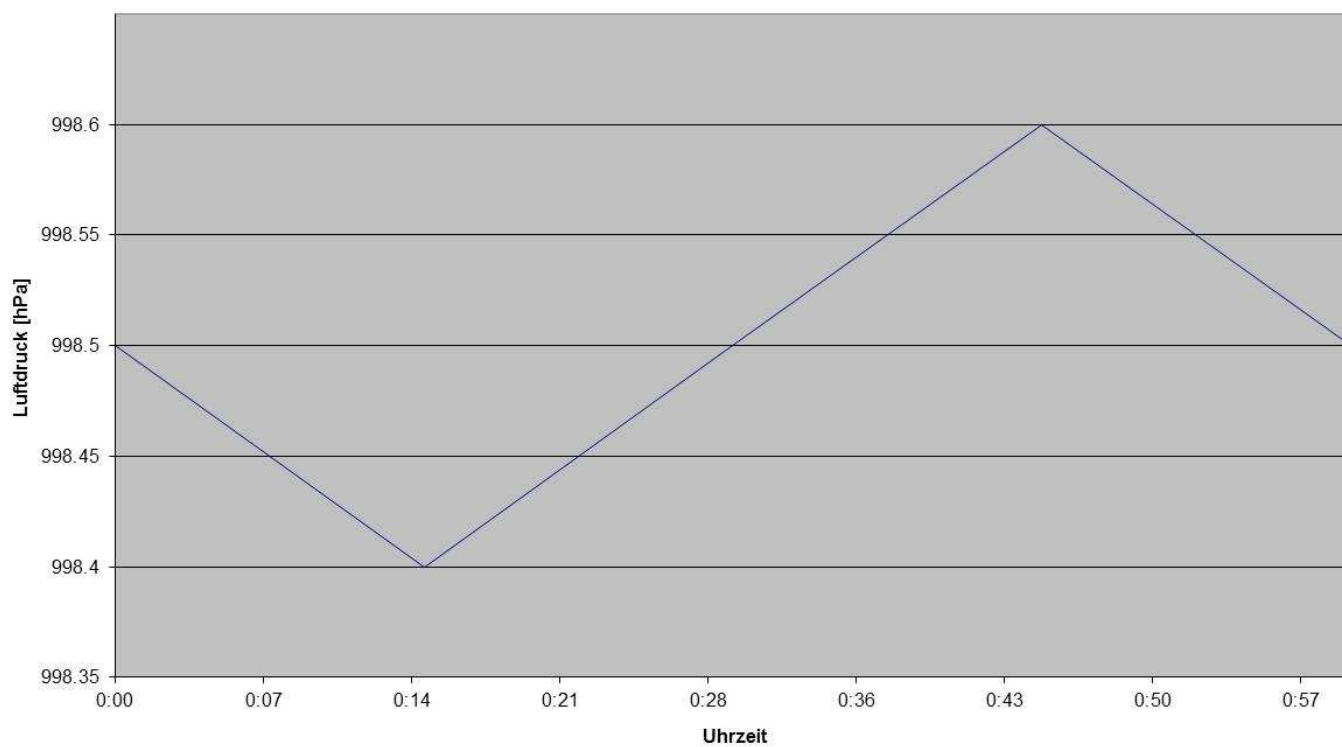


Meteorologische Bedingungen am 2014-09-04 – TSI Lärm

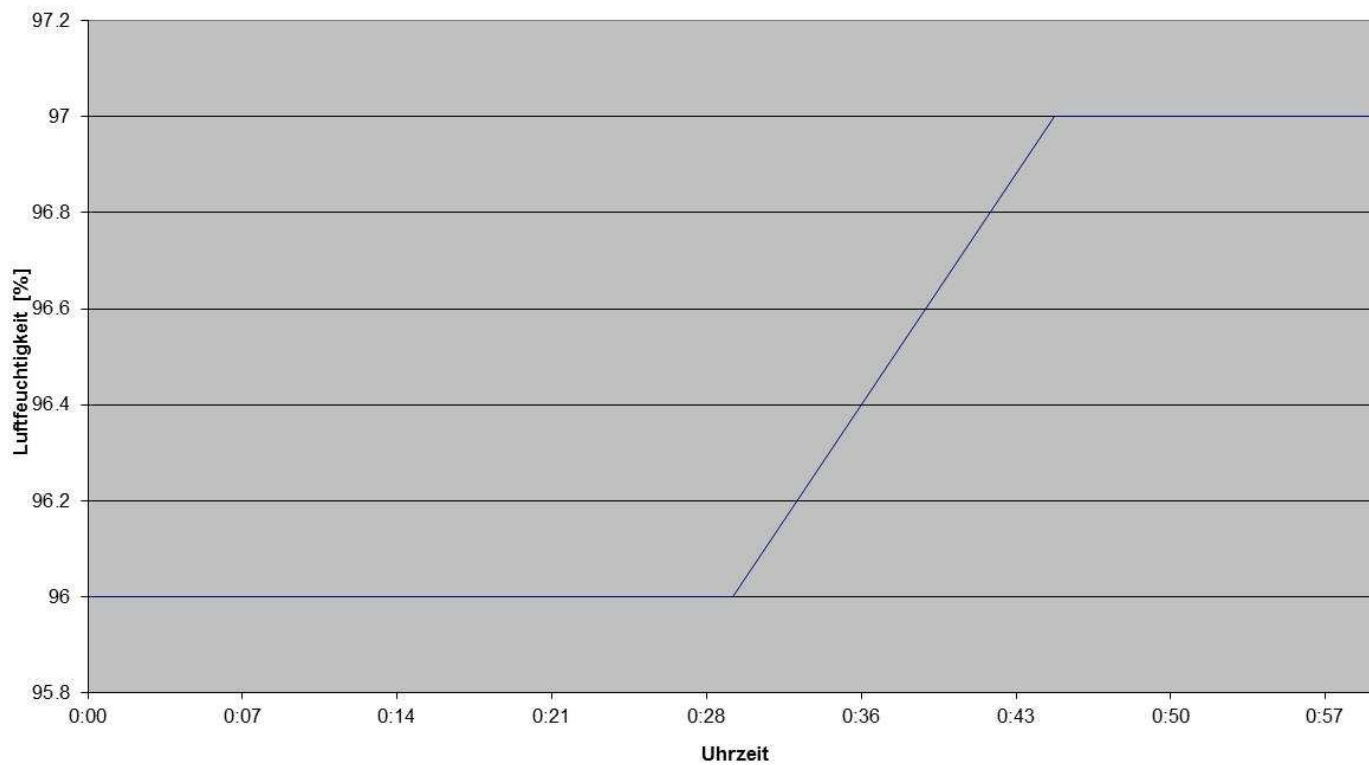
Lufttemperatur



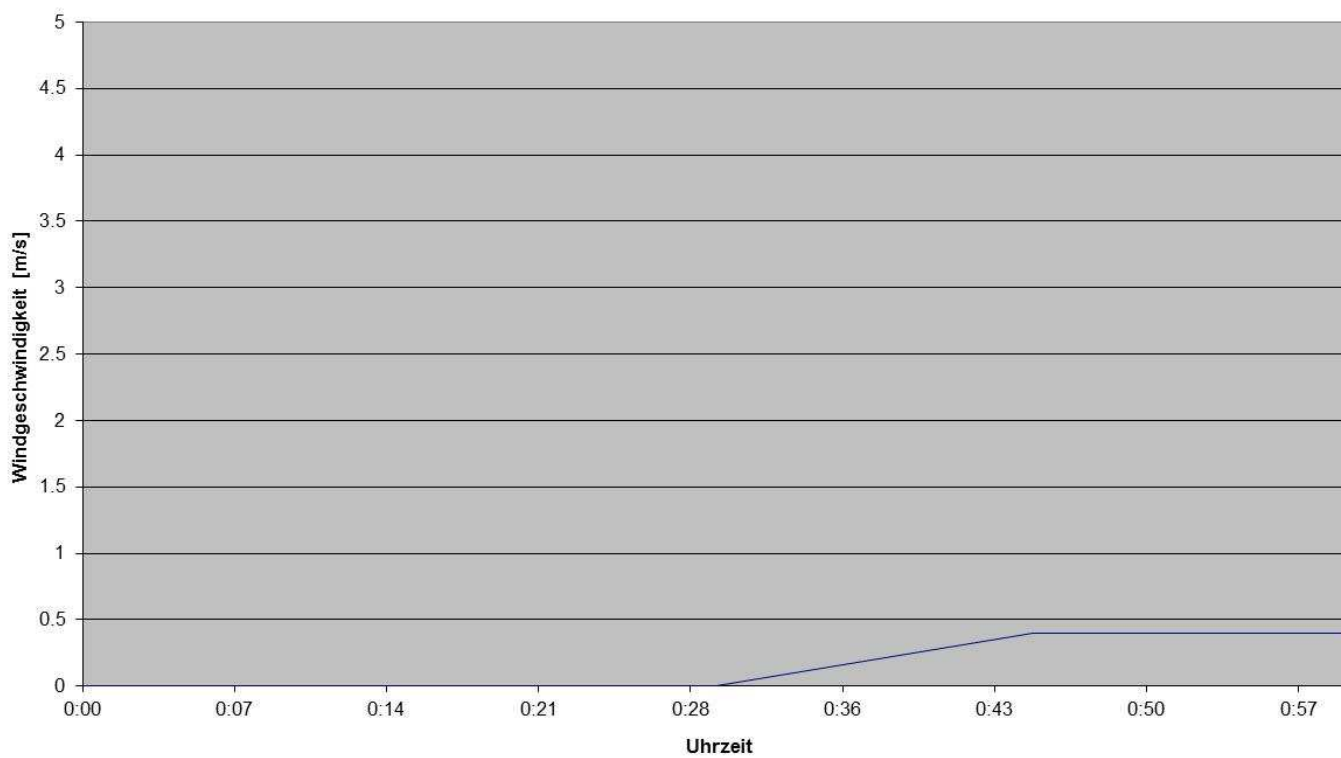
Absoluter Luftdruck

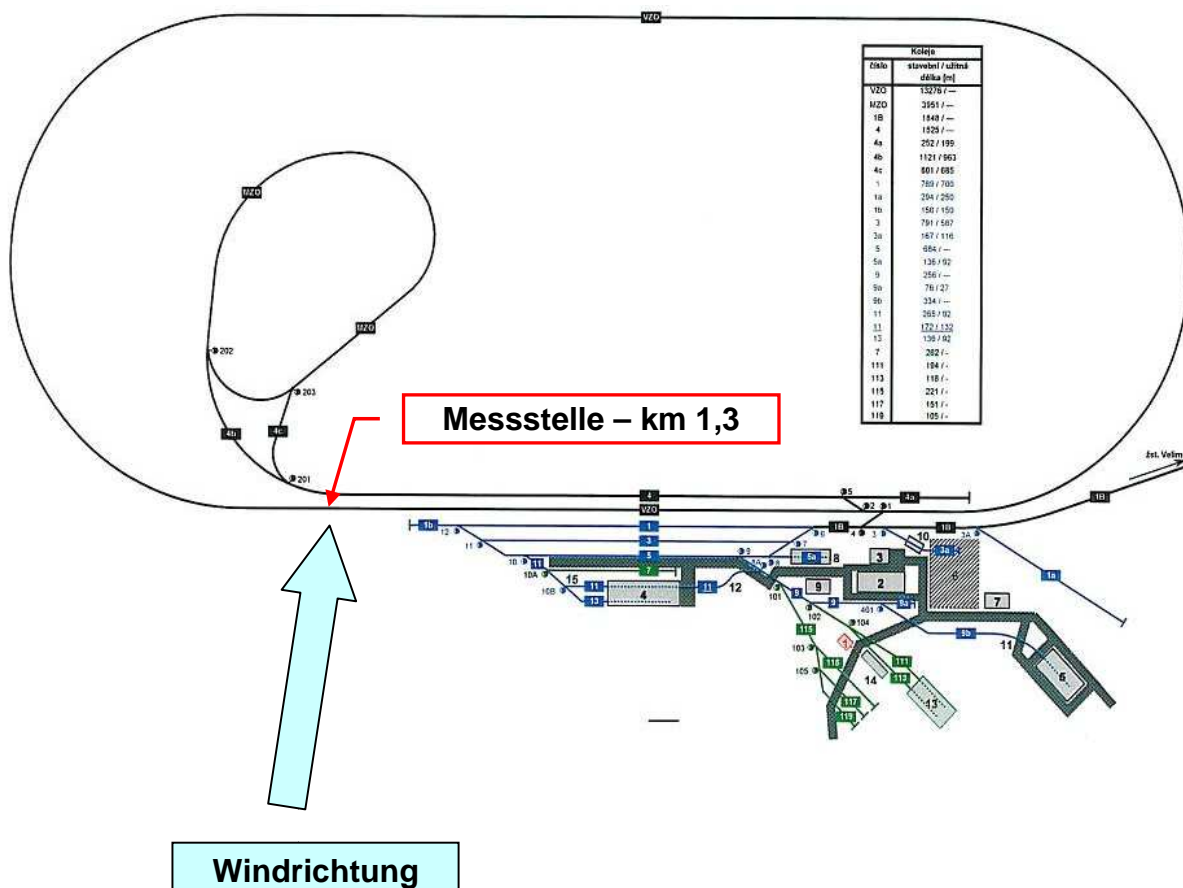


Relative Luftfeuchtigkeit



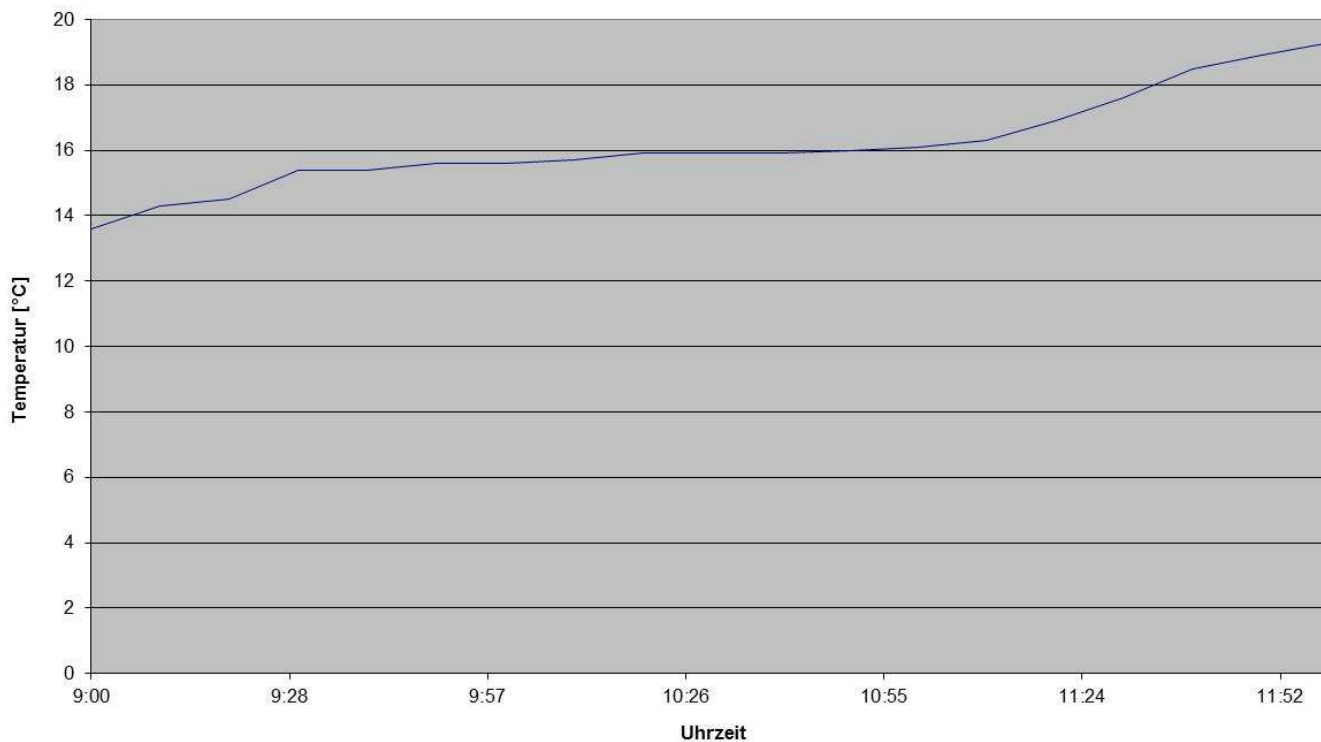
Windgeschwindigkeit



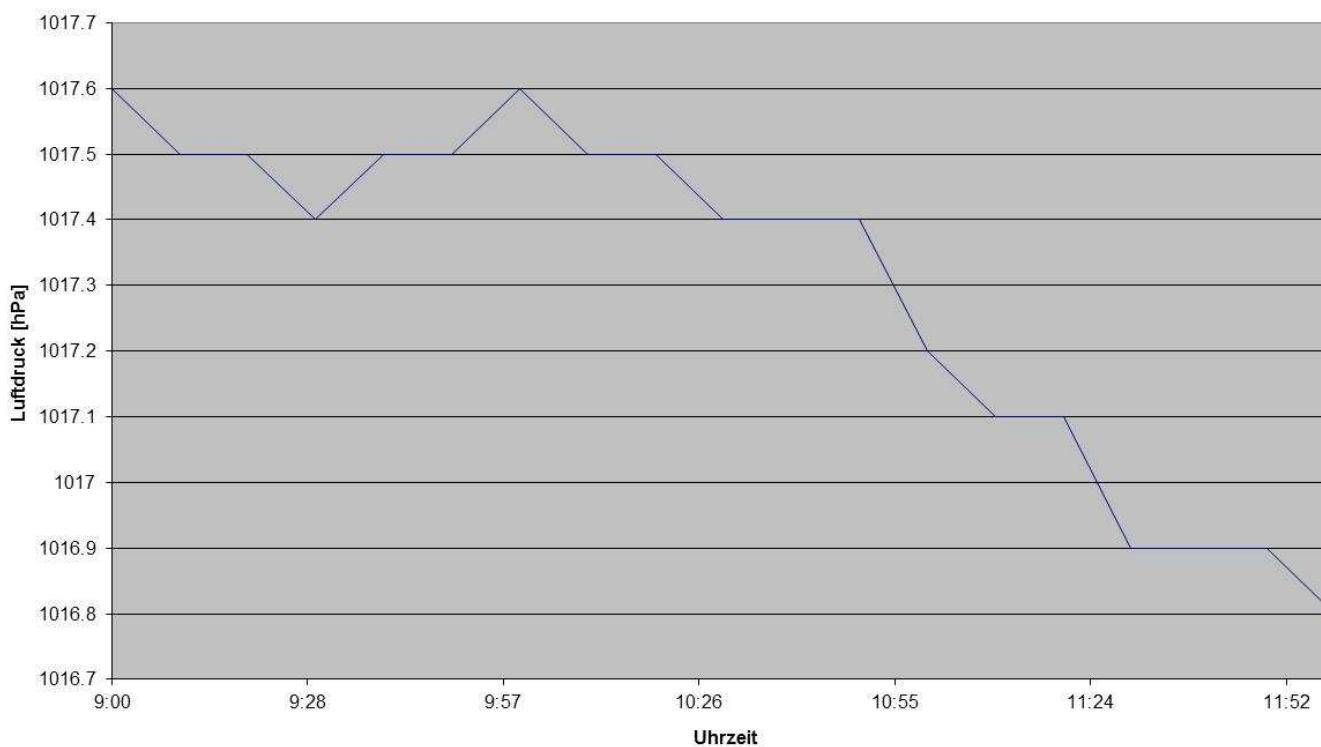


Meteorologische Bedingungen am 2014-08-29 – R = 250 m

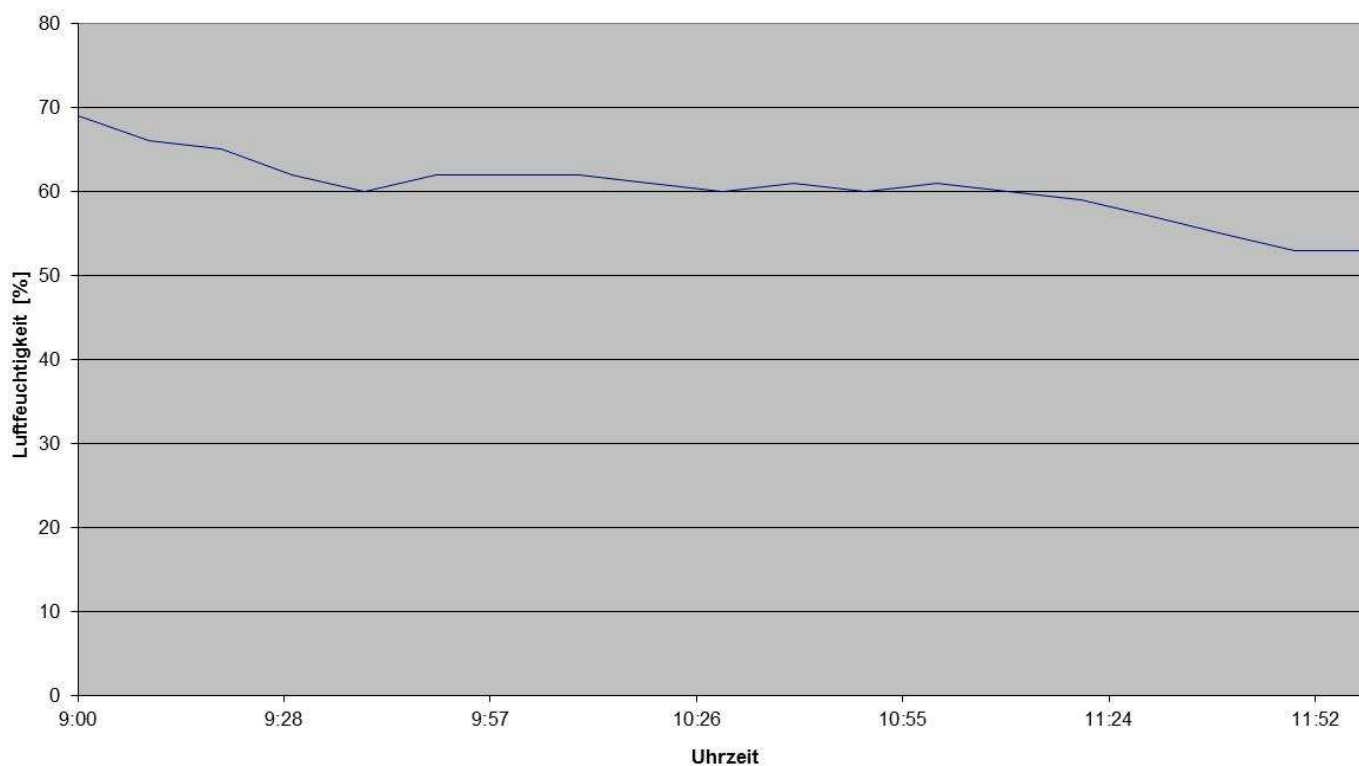
Lufttemperatur



Absoluter Luftdruck



Relative Luftfeuchtigkeit



Windgeschwindigkeit

