

***Bericht 02-00902***



## **Schienenfräsen - Lengnau**



## **Schienenrauheits- und Lärmmessungen**

### ***Schlussbericht***

PROSE AG  
Zürcherstrasse 41  
8400 Winterthur  
Switzerland

Phone: +41 52 262 74 00  
Fax: +41 52 262 74 01  
Website: [www.prose.ch](http://www.prose.ch)

Leerseite

|             | Name       | Datum      | Unterschrift                                                                        |
|-------------|------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Erstellt    | A. Steiner | 01.07.2014 |  |
| Geprüft     | P. Huber   | 28.11.2014 |   |
| Freigegeben | M. Oravec  | 28.11.2014 |   |

## Verteiler

| Firma / Abteilung / Name                          | Bemerkungen |
|---------------------------------------------------|-------------|
| Jean-Daniel Liengme, BAFU, Abteilung Lärm und NIS |             |

Dieses Dokument gibt Kenntnis von Gegenständen, an denen die PROSE AG, 8400 Winterthur (Schweiz), Eigentumsrechte hat. Weder Erhalt noch Besitz dieses Dokuments verleihen oder übertragen das Recht, seinen Inhalt als Ganzes, einen Teil davon, eine darin enthaltene Information, oder irgendwelche Gegenstände oder Vorrichtungen zu kopieren oder bekannt zu machen oder irgendwelche Methoden oder Prozesse anzuwenden, ausser nach schriftlicher Genehmigung durch die PROSE AG, 8400 Winterthur (Schweiz) oder schriftlicher Vereinbarung mit dieser Firma.

## Revisionsindex

|             | Erstellt   | Geprüft  | Freigegeben | Datum      |
|-------------|------------|----------|-------------|------------|
| 02-03-00241 | A. Steiner | P. Huber | M. Oravec   | 28.11.2014 |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |

## Modifikationen

| Revision | Beschreibung |
|----------|--------------|
|          |              |
|          |              |
|          |              |
|          |              |
|          |              |

# Inhaltsverzeichnis

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 1 Zusammenfassung                            | 8  |
| 2 Einleitung                                 | 9  |
| 3 Messstrecke und Messaufbau                 | 10 |
| 3.1 Strecken- und Gleisdaten                 | 10 |
| 3.2 Lage                                     | 10 |
| 3.3 Schienenrauheit                          | 12 |
| 3.4 Vorbeifahrgeräuschmessung                | 12 |
| 4 Versuchsprogramm                           | 13 |
| 5 Schienenrauheit                            | 13 |
| 5.1 Auswerteverfahren                        | 13 |
| 5.2 Ergebnisse                               | 15 |
| 5.2.1 Einzahlwerte                           | 15 |
| 5.2.2 Rauheitsspektren                       | 16 |
| 6 Vorbeifahrgeräusch                         | 17 |
| 6.1 Klassifizierung der Züge                 | 17 |
| 6.2 Auswertung                               | 18 |
| 6.3 Ergebnisse                               | 18 |
| 6.3.1 Terzspektren                           | 19 |
| 7 Beurteilung                                | 21 |
| 8 Literatur                                  | 22 |
| A Messprotokolle                             | 23 |
| B Messausrüstung                             | 32 |
| B.1 Messgrößen                               | 32 |
| B.2 Signallaufplan                           | 32 |
| B.3 Sensoren                                 | 33 |
| B.3.1 Vorbeifahrgeräusch                     | 33 |
| B.3.2 Schienenrauheit                        | 34 |
| B.4 Aufzeichnung                             | 35 |
| C Detailergebnisse Rauheitsmessung           | 36 |
| D Detailergebnisse Vorbeifahrgeräuschmessung | 43 |

E Bilder Schienenkopfoberfläche

48

## Revisionsindex

|             | Erstellt   | Geprüft  | Freigegeben | Datum      |
|-------------|------------|----------|-------------|------------|
| 02-03-00241 | A. Steiner | P. Huber | M. Oravec   | 28.11.2014 |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |
| Rev.        |            |          |             |            |

## Modifikationen

| Revision | Beschreibung |
|----------|--------------|
|          |              |
|          |              |
|          |              |
|          |              |
|          |              |

# 1 Zusammenfassung

Im Mai 2014 ergab sich die Gelegenheit, bei km 12.3 der BLS Strecke Lengnau-Grenchen Nord die Auswirkungen des Schienenfräsens auf die Entwicklung der Schienenrauheit und des Vorbeifahrgeräuschpegels zu untersuchen. Die Schienenrauheit wurde an total sechs Tagen und das Vorbeifahrgeräusch an vier Tagen bestimmt, siehe Tabelle 1-1.

| Datum             | Tag  | Tätigkeit                                          |
|-------------------|------|----------------------------------------------------|
| 2. Mai 2014       | -2   | 1. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 3. / 4. Mai 2014  | 0    | Fräsen des Schienenkopfes                          |
| 5. Mai 2014       | +1   | 2. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 9. Mai 2014       | +5   | 3. Messung: Schienenrauheit                        |
| 14. Mai 2014      | +10  | 4. Messung: Schienenrauheit                        |
| 24. Juni 2014     | +51  | 5. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 19. November 2014 | +200 | 6. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |

Tabelle 1-1 Zeitlicher Ablauf der Messungen

Die Rauheit im langwelligen Bereich bis zu einer Wellenlänge von 5 cm wird durch den Fräsvorgang stark erhöht, dafür gleichzeitig die zuvor dominanten Rauheitsspitzen bei 16 und 8 mm entfernt. Diese Spitzen dominierten auch das Vorbeifahrgeräusch vor dem Fräsen, insbesondere beim ICN. Der Einzahlwert der Schienenrauheit hat sich im Vergleich zum Ursprungszustand wie folgt entwickelt:

| Geschwindigkeit | Einzahlwert der Rauheit $L_{\lambda CA}$ [dB] |        |          | Differenz zw.<br>Tag -2 und Tag +200 |
|-----------------|-----------------------------------------------|--------|----------|--------------------------------------|
|                 | Tag -2                                        | Tag +1 | Tag +200 |                                      |
| 80 km/h         | 15.9                                          | 12.5   | 4.4      | -11.5                                |
| 120 km/h        | 16.2                                          | 13.2   | 5.3      | - 10.9                               |

Tabelle 1-2 Entwicklung der Einzahlwerte der Schienenrauheit

Die auf 80 km/h normierten äquivalenten Dauerschalldruckpegel  $L_{pAeq,80km/h}$  der Zugsdurchfahrten reduzierten sich, verglichen mit den Messungen vor der Bearbeitung, nach 200 Tagen um 6 dB für ICN und 4 dB für NPZ Züge, siehe Tabelle 1-3.

| Zug                | $L_{pAeq, 80km/h}$ [dB(A)] |        |                   | Differenz zw.<br>Tag -2 und Tag +200 |
|--------------------|----------------------------|--------|-------------------|--------------------------------------|
|                    | Tag -2                     | Tag +1 | Tag +200          |                                      |
| ICN, 105 -125 km/h | 84.4                       | 79.7   | 78.0              | -6.4 dB                              |
| NPZ, 95 – 115 km/h | 83.3                       | 80.8   | 79.1              | -4.2 dB                              |
| NPZ, 75 – 95 km/h  | 83.4                       | 82.6   | 78.8 <sup>1</sup> | -4.6 dB                              |

Tabelle 1-3 Mittelwerte der auf 80 km/h skalierten Vorbeifahrpegel

<sup>1</sup> Nur 1 Zug mit  $v = 72$  km/h

## 2 Einleitung

Für das Bundesamt für Umwelt (BAFU) führte die PROSE AG ab Mai bis November 2014 Rauheits- und Vorbeifahrgeräuschmessungen bei km 12.3 der BLS Strecke Lengnau – Grenchen Nord durch. Die Rauheitsentwicklung bei Schienenfräsen wurde erstmals südlich des Bahnhofs Thun im Juli 2013 [1] untersucht, allerdings bei Betonschwellenoberbau. Zusätzlich zur Rauheitsmessung erlaubte es die Situation in Lengnau, auf der südlichen Seite des Gleises ein Mikrofon entsprechend EN ISO 3095 [2] / TSI CR Noise [3] zu platzieren. Unmittelbar vor und nach, sowie 51 und 200 Tage nach der Bearbeitung wurden die Schienenrauheit nach EN 15610 [4] und das Vorbeifahrgeräusch gemessen. Zusätzlich wurden 5 und 10 Tage nach der Bearbeitung die Schienenrauheit gemessen.

## 3 Messstrecke und Messaufbau

### 3.1 Strecken- und Gleisdaten

| Eigenschaft             | Wert                                                                                     |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Streckengeschwindigkeit | 120 - 130 km/h                                                                           |
| Bogenradius             | unendlich (gerade Strecke), gegen Westen Übergangsbogen und Bogen mit $R = 1470\text{m}$ |
| Gradient                |                                                                                          |
| Belastung               | 23 GBRT (2011)                                                                           |
| Schiene                 | 54E                                                                                      |
| Einbauneigung           | 1:40                                                                                     |
| Stahlgüte               | R 260                                                                                    |
| Schwelle                | Holz                                                                                     |
| Oberbau                 | Schotter                                                                                 |

Tabelle 3-1 Auszug der Gleisdaten

### 3.2 Lage

Die Messungen wurden an der BLS Strecke Lengnau – Grenchen Nord durchgeführt. Dies ist eine eingleisige Strecke, welche gegenüber der Umgebung erhöht auf einem Bahndamm verläuft. An der Messstelle fällt der Bahndamm nicht unmittelbar neben der Trasse ab, sondern verläuft bis in eine Entfernung von ca 8 m von der Gleismitte auf Gleisniveau. Weiter Richtung Grenchen Nord besitzt der Damm eine steile Böschung und ist ca 5-6 m gegenüber der Umgebung erhöht.

Die Messstelle befindet sich in einem geraden Gleisabschnitt. Gegen Westen folgt in ca 25 m Entfernung ein Bogen mit  $R = 1470\text{ m}$ , welcher in die SBB Strecke Lengnau – Grenchen Süd führt. Gegen Osten verläuft die Trasse während 600 m gerade und anschliessend in einem Bogen mit  $R = 500\text{ m}$ . In Abbildung 3-1 ist die Messstelle auf einer Luftaufnahme markiert.

| Strecke                 | Strecken-kilometer | Landes-koordinaten       | WGS84 Koordinaten           |
|-------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Lengnau - Grenchen Nord | 12.3               | Y: 595'128<br>X: 255'710 | N 47.18232°<br>E 007.37435° |

Tabelle 3-2 Lagekoordinaten der Messstelle



Abbildung 3-1 Lage der Messstelle (Quelle: swisstopo)



Abbildung 3-2 Umgebung des Mikrofons, Ansicht Richtung Lengnau

### 3.3 Schienenrauheit

Die Lage der Messpunkte zur Bestimmung der Schienenrauheit sind in Abbildung 3-3 gezeigt und entsprechen EN 15610.

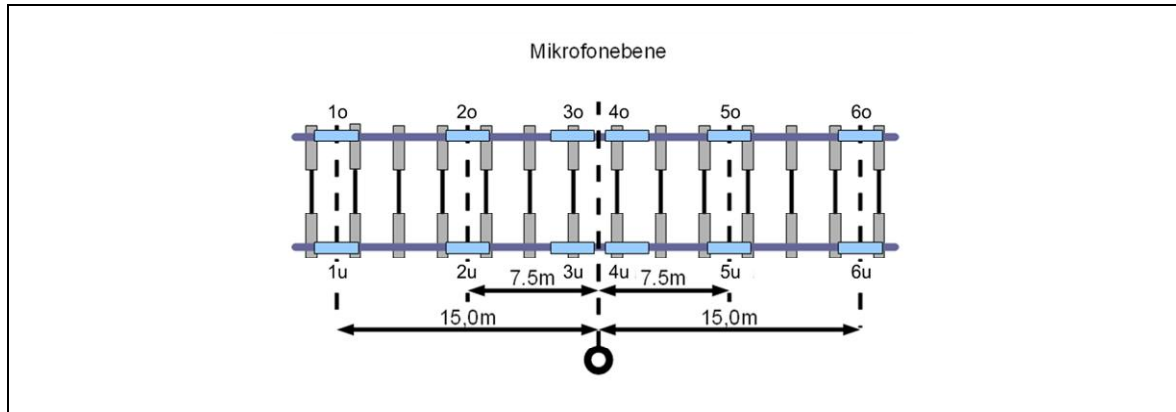


Abbildung 3-3 Lage der Messstellen der Rauheitsmessung

Für die direkte Messung mittels Oberflächenabtastung wurde ein Schienenrauheitsmessgerät der Firma Ødegaard-Danneskiold & Samsøe (ØDS) verwendet. Vorgängig wurde der Fahrspiegel der jeweiligen Schiene mit Hilfe von Signalfarbe bestimmt, um die drei Messsensoren des Rauheitsmessgeräts darauf anzuordnen.

### 3.4 Vorbeifahrgeräuschmessung

Die Messung des Vorbeifahrgeräusches erfolgte auf der südlichen Gleisseite mit einem Mikrofon, welches an einer Position gemäss TSI CR Noise positioniert war (7.5 m von Gleismitte, 1.2 m über SOK).

Die Geschwindigkeit der Züge und die Intervallgrenzen zur Berechnung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels  $L_{p,Aeq}$  wurde mittels einer an der südlichen Schiene befestigten Lichtschranke bestimmt.

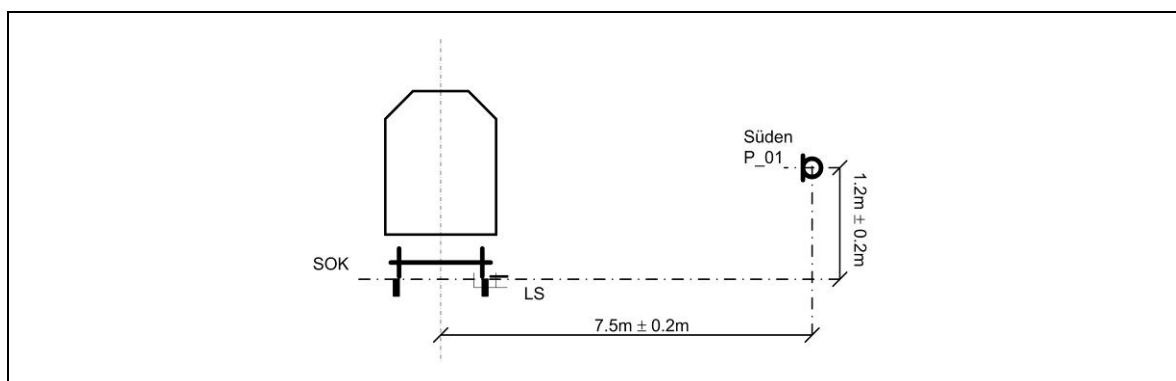


Abbildung 3-4 Messaufbau der Vorbeifahrgeräuschmessung

## 4 Versuchsprogramm

Der zeitliche Ablauf und die durchgeführten Messungen sind in Tabelle 4-1 angegeben. An den Messtagen 1, 2, 5 und 6 sollte das Vorbeifahrgeräusch der Züge für je 5 h gemessen werden. Die effektiven Messzeiten, Anzahl und Typ der gemessenen und auswertbaren Züge der einzelnen Messtage sind in den Tabellen 6-2 bis 6-5 aufgeführt. Die Schienenrauheit wurde an allen sechs Messtagen erfasst.

| Datum             | Tag  | Tätigkeit                                          |
|-------------------|------|----------------------------------------------------|
| 2. Mai 2014       | -2   | 1. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 3. / 4. Mai 2014  | 0    | Fräsen des Schienenkopfes                          |
| 5. Mai 2014       | +1   | 2. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 9. Mai 2014       | +5   | 3. Messung: Schienenrauheit                        |
| 14. Mai 2014      | +10  | 4. Messung: Schienenrauheit                        |
| 24. Juni 2014     | +51  | 5. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |
| 19. November 2014 | +200 | 6. Messung: Vorbeifahrgeräusch und Schienenrauheit |

Tabelle 4-1 Zeitlicher Ablauf der Messungen

## 5 Schienenrauheit

### 5.1 Auswerteverfahren

Die aufgezeichneten Messdaten wurden nach dem in EN 15610:2009[1] beschriebenen Verfahren ausgewertet und gemittelt.

Die einzelnen Auswerteschritte erfolgten mit:

| Bearbeitungsschritt                                      | Software                       | Bemerkung                                             |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1. Korrektur der Durchbiegung des Messgerätes            | RoughPostRail Version 4.5, ØDS | Referenzmesskurve erhalten durch Messung am Prüfstein |
| 2. Messdatenverarbeitung nach EN 15610:2009 [1] Anhang B | RoughPostRail Version 4.5, ØDS |                                                       |
| 3. Berechnung der Einzahlwerte der Rauheit               | MS Excel 2010                  |                                                       |

Tabelle 5-1 Schritte der Datenverarbeitung

Der Einzahlwert ergibt sich aus einer spektralen Mittelung des Rauheitsspektrums sowie einer Bewertung des zu erwartenden Rollgeräuschs bei einer festgelegten Geschwindigkeit unter Berücksichtigung der A-Bewertung, siehe Gleichung 5.1.

$$L_{\lambda CA} = 10 \cdot \log \sum_{\lambda=20cm}^{0,4cm} 10^{0.1\{R(\lambda)+\Lambda(\lambda)+C(\lambda)+A(f(\lambda,v))\}}$$

Gleichung 5.1

Mit:  $R(\lambda)$  dem gemessenen Rauheitsspektrum  
 $\Lambda(\lambda)$  dem Lambdafilter  $-25 \log(\lambda/\lambda_0)$  mit  $\lambda_0 = 5 \text{ cm}$   
 $C(\lambda)$  einem Kontaktfilter  
für  $20 \text{ cm} > \lambda > 8.0 \text{ cm}$   $C(\lambda) = 0$   
für  $6.3 \text{ cm} > \lambda > 2.5 \text{ cm}$   $C(\lambda) = 10 \log(\lambda) - 8.5$   
für  $2.0 \text{ cm} > \lambda$   $C(\lambda) = 20 \log(\lambda) - 12$   
 $A(f(\lambda,v))$  der A-Bewertung abhängig der Geschwindigkeit

Nach dieser Definition und bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h ergibt sich für ein Spektrum der Schienenrauheit entsprechend der TSI-Noise Grenzkurve ein Einzahlwert  $L_{ACA}$  von 7.8 dB. In Tabelle 5-2 sind für die einfachere Beurteilung der Ergebnisse typische Einzahlwertpegel  $L_{ACA}$  Beispielskategorien zugeordnet.

| $L_{ACA}$ | Beschreibung                              |
|-----------|-------------------------------------------|
| 0 - 4 dB  | Glatte Schienen                           |
| 5 - 7 dB  | Geschliffene Schienen (1Monat)            |
| 7 - 9 dB  | Normale Schienen                          |
| 10-11 dB  | Glatte Räder (ungebremst, Scheibenbremse) |
| 14-17 dB  | Verriffelte Schienen                      |
| 18-20 dB  | Raue Räder (GG-Sohle)                     |
| 25-28 dB  | Extrem verriffelte Schiene                |

Tabelle 5-2: Bedeutung der Einzahlwerte nach HARMONOISE[4]

## 5.2 Ergebnisse

### 5.2.1 Einzahlwerte

Die Einzahlwerte  $L_{\lambda CA}$  der Schienenrauheit sind für die Geschwindigkeiten 80 km/h und 120 km/h berechnet worden und untenstehend in Tabelle 5-3 und Abbildung 5-1 aufgeführt.

|                                    |         | Einzahlwert der Rauheit $L_{\lambda CA}$ [dB] |       |              |       |
|------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|-------|--------------|-------|
| Anzahl Tage relativ zum Frästermin | Schiene | für 80 km/h                                   |       | für 120 km/h |       |
|                                    |         | Schiene                                       | Gleis | Schiene      | Gleis |
| -2                                 | Nord    | 12.7                                          | 15.9  | 13.1         | 16.2  |
|                                    | Süd     | 18.4                                          |       | 18.7         |       |
| 1                                  | Nord    | 13.8                                          | 12.5  | 14.4         | 13.2  |
|                                    | Süd     | 10.8                                          |       | 11.4         |       |
| 5                                  | Nord    | 12.7                                          | 11.6  | 13.3         | 12.3  |
|                                    | Süd     | 9.3                                           |       | 10.0         |       |
| 10                                 | Nord    | 11.9                                          | 10.8  | 12.7         | 11.5  |
|                                    | Süd     | 8.2                                           |       | 9.0          |       |
| 51                                 | Nord    | 12.7                                          | 11.3  | 13.1         | 11.7  |
|                                    | Süd     | 9.4                                           |       | 9.7          |       |
| 200                                | Nord    | 5.2                                           | 4.4   | 6.4          | 5.3   |
|                                    | Süd     | 3.3                                           |       | 3.9          |       |

Tabelle 5-3: Einzahlwerte der Schienenrauheit

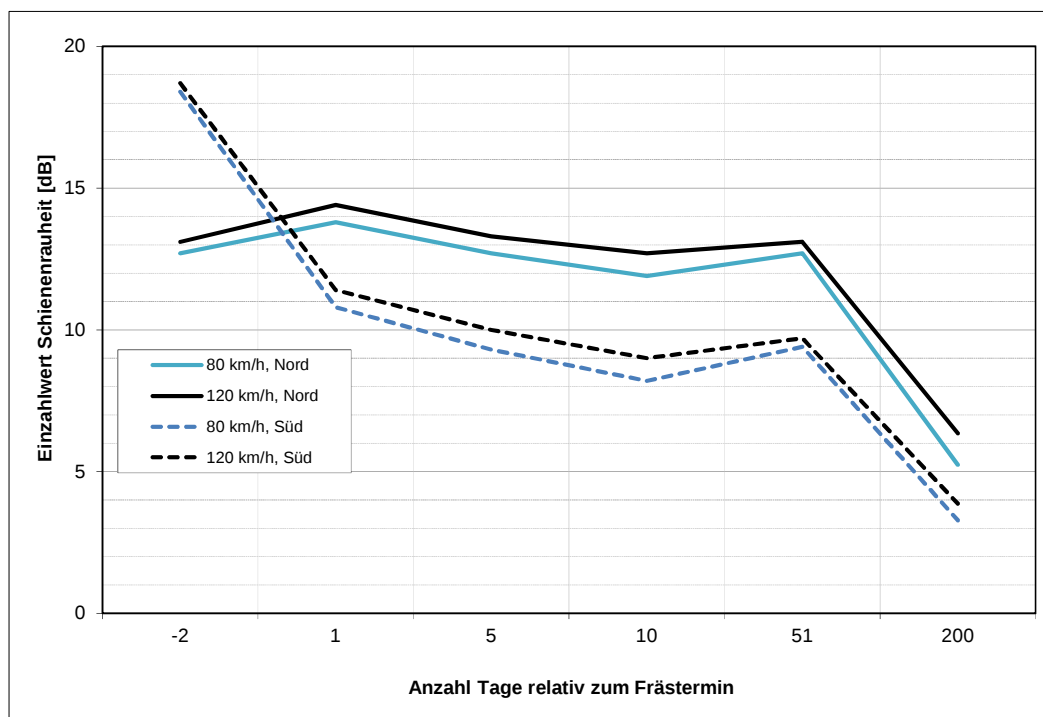


Abbildung 5-1 Zeitliche Entwicklung der Einzahlwerte der Schienenrauheit

## 5.2.2 Rauheitsspektren

In Abbildung 5-2 sind die Terzbandspektren der Schienenrauheit von allen 6 Messtagen zusammen dargestellt. Die Messdaten sind detaillierter (nach Spektren einzelner Schienen und Gleise) in Anhang C aufgeführt.

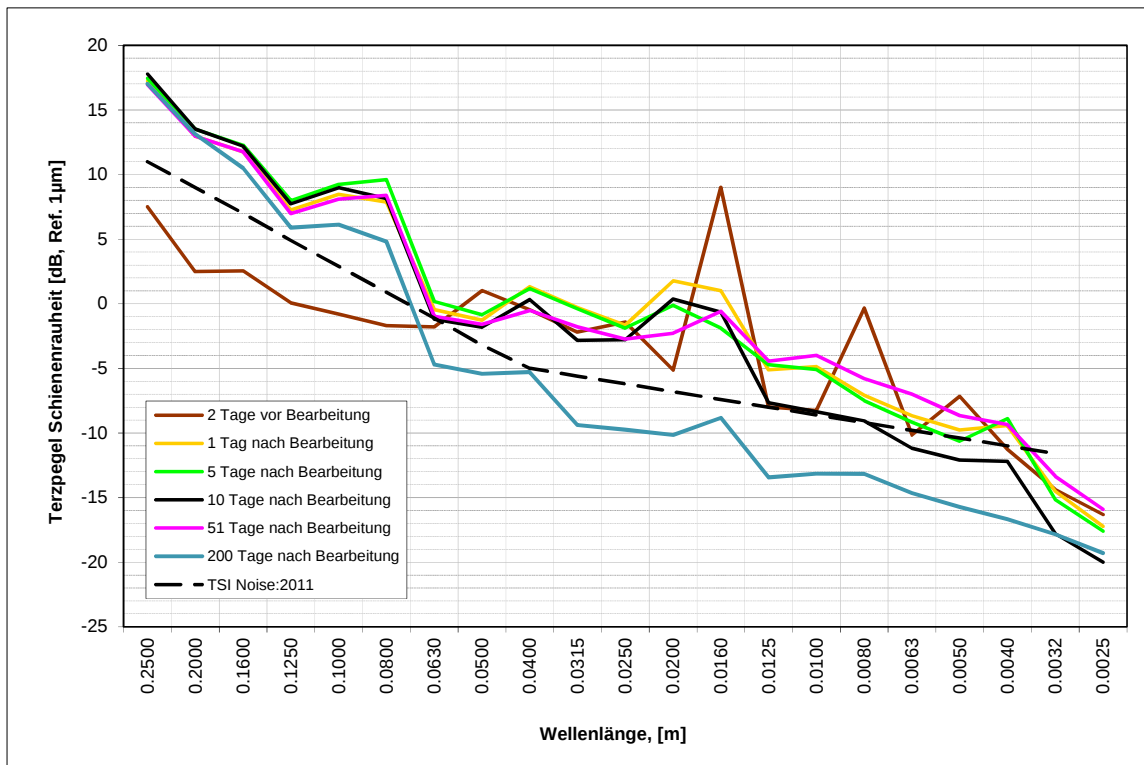


Abbildung 5-2 Zeitliche Entwicklung der Schienenrauheit des Gleises

## 6 Vorbeifahrgeräusch

### 6.1 Klassifizierung der Züge

Um ähnliche Vorbeifahrten mitteln zu können, wurden die Züge nach Zugstyp und – geschwindigkeit eingeteilt, siehe Tabelle 6-1.

| Klasse | Zug                                  | Geschwindigkeit |
|--------|--------------------------------------|-----------------|
| 1      | ICN (RABDe 500)                      | 105 -125 km/h   |
| 2      | NPZ (RBDDe 560 + Zwischenwagen + Bt) | 95 – 115 km/h   |
| 3      | NPZ (RBDDe 560 + Zwischenwagen + Bt) | 75 – 95 km/h    |

Tabelle 6-1 Klassifizierung der Züge

Es wurden nur Züge ausgewertet, die mit konstanter Geschwindigkeit die Messstelle passierten. Als konstante Geschwindigkeit wurde dabei eine Differenz der Geschwindigkeiten des letzten gegenüber dem ersten Wagen kleiner 4% betrachtet (gemessen über Achse 1 und Achse 4 der jeweiligen Wagen). In den Tabellen 6-2 bis 6-5 sind die jeweilige Anzahl der gemessenen und nach Klassen auswertbaren Züge aufgeführt.

Eine Klassifizierung anhand der Fahrtrichtung wurde nicht durchgeführt, da keine wesentlichen Unterschiede festzustellen waren.

| Messtag | Messzeit      | Züge               | Gemessen | Auswertbar |
|---------|---------------|--------------------|----------|------------|
| -2      | 11h00 – 17h00 | ICN                | 13       | 11         |
|         |               | NPZ, 95 – 115 km/h | 12       | 5          |
|         |               | NPZ, 75 – 95 km/h  |          | 4          |

Tabelle 6-2 „-2 Tage“: Auswertbare Züge

| Messtag | Messzeit    | Züge               | Gemessen | Auswertbar |
|---------|-------------|--------------------|----------|------------|
| +1      | 10h00-16h00 | ICN                | 13       | 11         |
|         |             | NPZ, 95 – 115 km/h | 12       | 7          |
|         |             | NPZ, 75 – 95 km/h  |          | 3          |

Tabelle 6-3 „+1 Tag“: Auswertbare Züge

| Messtag | Messzeit    | Züge               | Gemessen | Auswertbar |
|---------|-------------|--------------------|----------|------------|
| +51     | 10h30-15h30 | ICN                | 10       | 7          |
|         |             | NPZ, 95 – 115 km/h | 11       | 5          |
|         |             | NPZ, 75 – 95 km/h  |          | 3          |

Tabelle 6-4 „+51 Tage“: Auswertbare Züge

| Messtag | Messzeit    | Züge               | Gemessen | Auswertbar       |
|---------|-------------|--------------------|----------|------------------|
| +200    | 10h45-16h45 | ICN                | 12       | 10               |
|         |             | NPZ, 95 – 115 km/h | 11       | 5                |
|         |             | NPZ, 75 – 95 km/h  |          | (1) <sup>2</sup> |

Tabelle 6-5 „+200 Tage“: Auswertbare Züge

## 6.2 Auswertung

Aus den aufgezeichneten Schalldrucksignalen wurden einerseits der Vorbeifahrpegel  $L_{Aeq,T}$  nach TSI CR Noise 2011 als auch A-bewertete Terzbandspektren (50 Hz – 16 kHz) bestimmt.

Die Grenzen des Auswerteintervalls T ist definiert als die Zeit zwischen dem Passieren der Zugsfront bis zum Passieren des Zughecks durch die Mikrofonachse.

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten wurde der  $L_{Aeq,T}$  nach Gleichung 6.1 auf ein  $v_{ref}$  von 80 km/h normiert.

$$L_{pAeq,Tp}(v_{ref}) = L_{pAeq,Tp}(v_{mess}) - 30 \cdot \log \frac{v_{mess}}{v_{ref}} \quad \text{Gleichung 6.1}$$

Die Messwerte der Terzbandspektren wurden nicht auf ein  $v_{ref}$  normiert.

## 6.3 Ergebnisse

Die detaillierten Ergebnisse des Vorbeifahrpegels  $L_{pAeq}$  und die A-bewerteten Terzbandspektren sind in Anhang D aufgeführt. Nachfolgend die Zusammenfassung der gemittelten Messwerte.

| Zug                | LpAeq, 80km/h [dB(A)] |        |         |                   |
|--------------------|-----------------------|--------|---------|-------------------|
|                    | Tag -2                | Tag +1 | Tag +51 | Tag +200          |
| ICN, 105 -125 km/h | 84.4                  | 79.7   | 78.4    | 78.0              |
| NPZ, 95 – 115 km/h | 83.3                  | 80.8   | 81.7    | 79.1              |
| NPZ, 75 – 95 km/h  | 83.4                  | 82.6   | 82.1    | 78.8 <sup>2</sup> |

Tabelle 6-6 Mittelwerte der auf 80 km/h skalierten Vorbeifahrpegel

<sup>2</sup> Nur 1 Zug mit  $v = 72$  km/h

### 6.3.1 Terzspektren

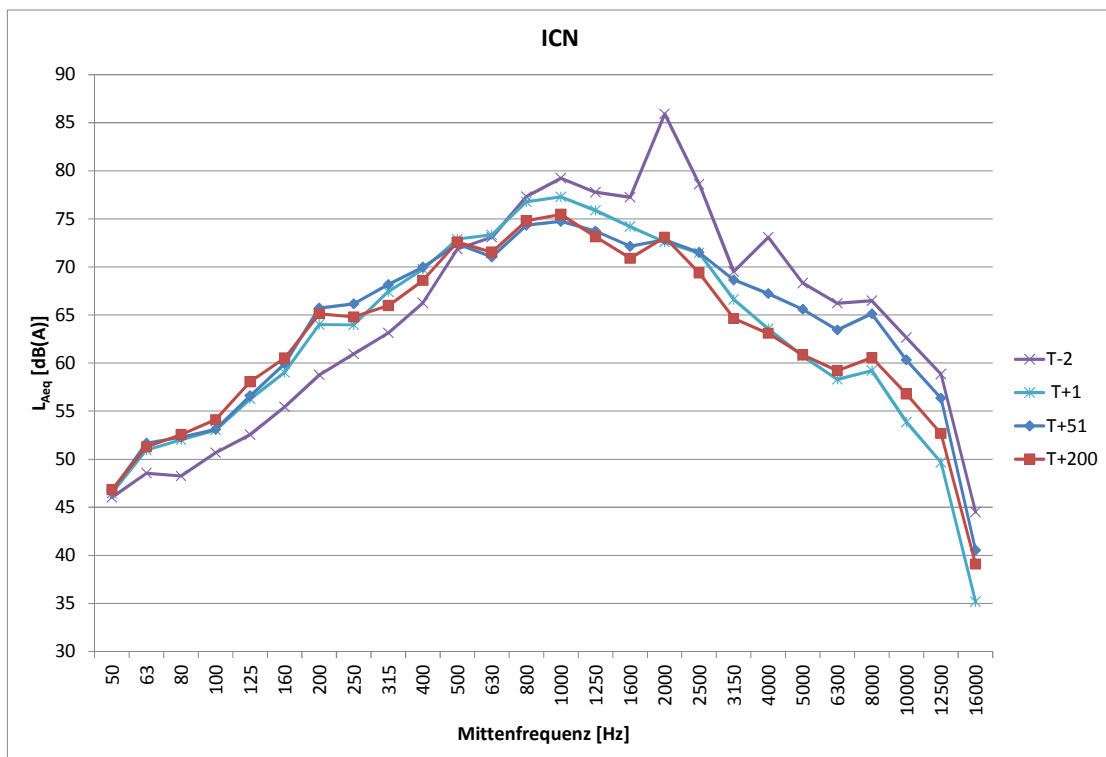


Abbildung 6-1 Gemittelte Terzspektren der ICN Vorbeifahrten an den Tagen T-2, T+1, T+51 und T+200

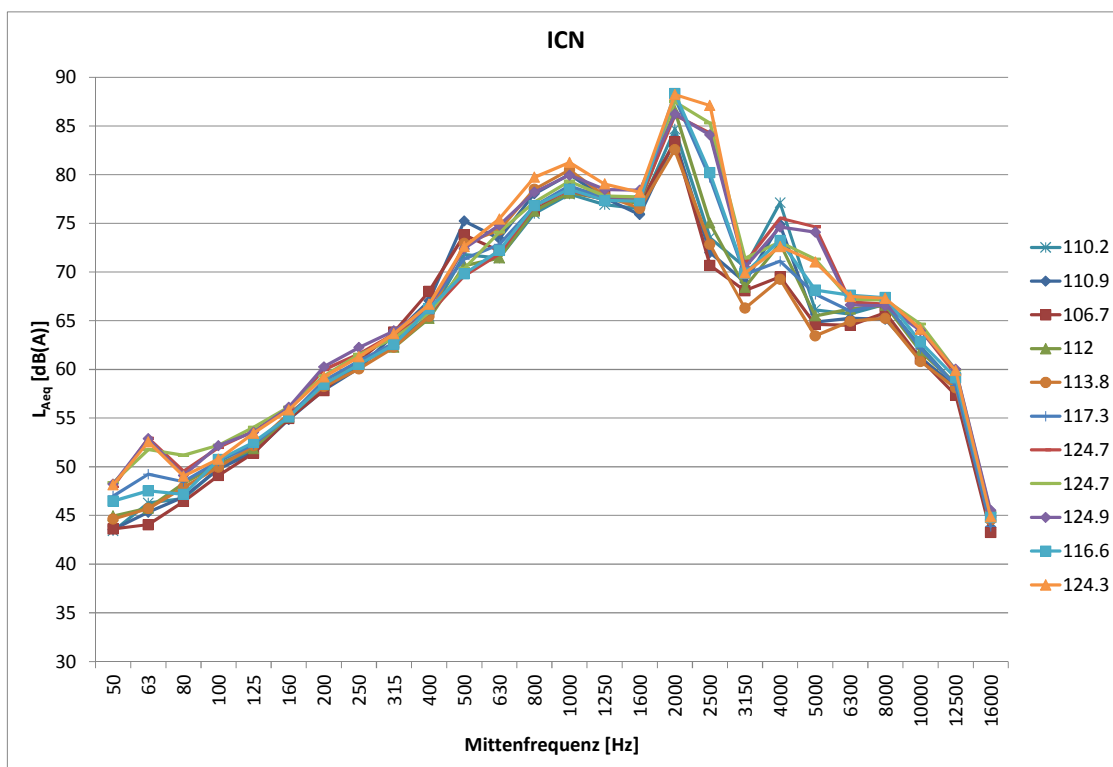


Abbildung 6-2 Einzelne ICN Vorbeifahrten vor der Bearbeitung der Schiene, Tag T-2  
Legende der Geschwindigkeiten in km/h

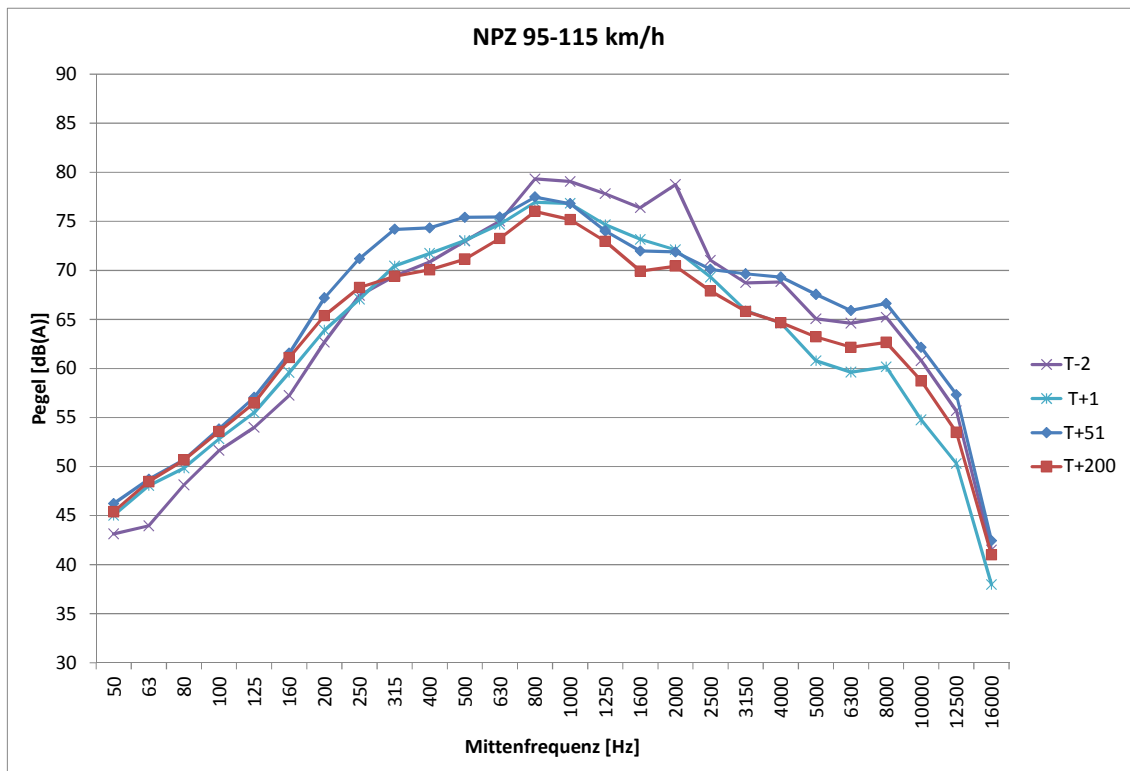


Abbildung 6-3      Gemittelte Terzspektren der NPZ Vorbeifahrten mit 95 - 115 km/h an den Tagen T-2, T+1, T+51 und T+200

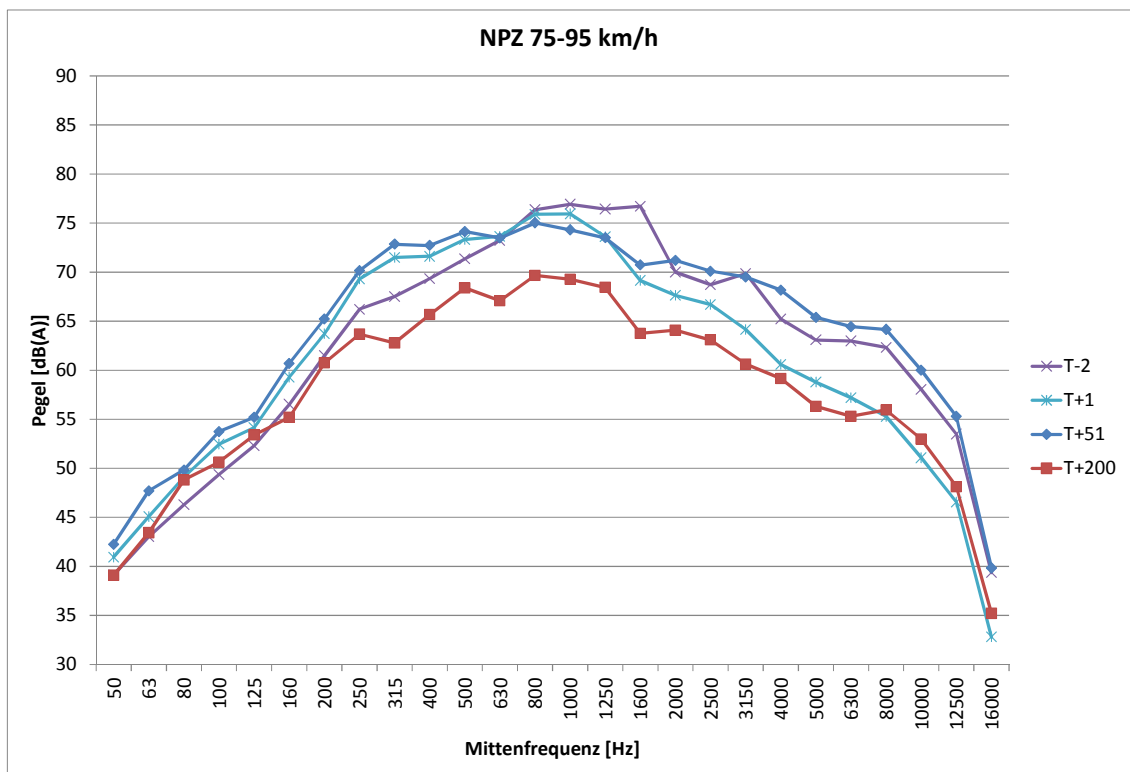


Abbildung 6-4      Gemittelte Terzspektren der NPZ Vorbeifahrten mit 75 - 95 km/h an den Tagen T-2, T+1, T+51 und T+200<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Am Tag T+200 nur 1 Vorbeifahrt mit  $v = 72$  km/h

## 7 Beurteilung

Die Rauheit im langwelligen Bereich bis zu einer Wellenlänge von 5 cm wird durch den Fräsvorgang stark erhöht, dafür gleichzeitig die dominanten Rauheitsspitzen bei 16 und 8 mm entfernt. Diese Spitzen dominierten auch das Vorbeifahrgeräusch vor dem Fräsen, insbesondere beim ICN, siehe Abbildungen 6-1 und 6-2.

Bis zum Tag 10 nach der Bearbeitung verringert sich die Rauheit im gesamten Wellenlängenbereich oder bleibt zumindest konstant. Für Wellenlängen kleiner 1 cm wird die TSI Grenzwertkurve nach 10 Tagen erreicht oder unterschritten. Bei der Messung nach 51 Tagen steigt die Rauheit jedoch für Wellenlängen kürzer 1.3 cm deutlich an.

Generell ist festzustellen, dass nach der Bearbeitung an der Messstelle Lengnau sich die Rauheit innerhalb von 50 Tagen nicht deutlich zurückgebildet hat wie in Thun. Gründe bzw. Mutmassungen dafür sind folgende:

- wesentlich geringeres Verkehrsaufkommen, welches zusätzlich aus Fahrzeugen mit geringen Achslasten besteht (2 ICN und 2 NPZ pro Stunde)
- Im Zeitraum der Messungen fanden an der Strecke Bauarbeiten statt bei denen Erdreich bewegt sowie betoniert wurde (setzen von Fahrleitungsmastfundamenten), was zu verschmutzten Schienen geführt haben könnte.

Überraschenderweise hat sich die Schienenrauheit nach 200 Tagen noch deutlich reduziert: Alle Wellenlängen kürzer gleich 6.3 cm unterschreiten die TSI Grenzwertkurve. Für Wellenlängen länger als 6.3 cm wird die TSI Grenzwertkurve weiterhin überschritten.

## 8 Literatur

- [1] Steiner, A., Huber, P., Oravec, M.: Schienenrauheitsmessung – Entwicklung beim Schienenfräsen, PROSE Bericht Nr. 02-00870, 11.03.2014
- [2] EN ISO 3095:2005, Bahnanwendungen – Akustik – Messung der Geräuschemission von spurgebundenen Fahrzeugen (ISO 3095:2005)
- [3] TSI CR Noise, Official Journal of the European Union L 99/1 EN 13.4.2011  
COMMISSION DECISION of 4 April 2011 concerning the technical specification for interoperability relating to the subsystem 'rolling stock — noise' of the trans-European conventional rail system  
(notified under document number C(2011) 658) (2011/229/EU)
- [4] EN 15610:2009 Messung der Schienenrauheit im Hinblick auf die Entstehung von Rollgeräusch
- [5] Harmonise accurate and reliable Methods for the EU Directive on the Assessment and Management Of Environmental Noise, Definition of Track influence: Roughness in Rolling Noise  
Annemarie van Beek, Edwin van Verheijen, AEA Technology Rail BV, 17.07.2003
- [6] Sieglitz, R., Czolbe, C., Huber, P.: Schienenschleifen Arbeitspaket AP HSG, Rollgeräusch und Schienenrauheit nach Schienenkopfbehandlung durch High Speed Grinding, PROSE Bericht Nr. 04-03-00733 Rev. 0.00, 17.05.2013
- [7] Huber, P., Czolbe, C., Sieglitz, R.: Schienenschleifen Arbeitspaket 1, Stand der Technik über Rauheit und Welligkeit der Schiene, Anforderungen an Schienenrauheit, PROSE Bericht Nr. 04-03-00680 Rev. 4.00, 08.07.2013

# Anhang

## A Messprotokolle

Die Laufnummern werden gemäss dem Code XYYY nummeriert:

- X Fahrzeugkonfiguration gemäss Tabelle A-1
- YYY Laufnummer (ungerade: Vorbeifahrt Richtung Lengnau, gerade: Vorbeifahrt Richtung Grenchen Nord)

| Präfix | Konfiguration        |
|--------|----------------------|
| A      | Vorbeifahrtsgeräusch |
| B      | Umgebungsgeräusch    |
| K      | Kalibration          |

Tabelle A-1 Präfixübersicht

| Numerierung | Konfiguration                         |
|-------------|---------------------------------------|
| 0YY         | 2 Tage vor Bearbeitung der Schiene    |
| 1YY         | 1 Tag nach Bearbeitung der Schiene    |
| 2YY         | 51 Tage nach Bearbeitung der Schiene  |
| 3YY         | 200 Tage nach Bearbeitung der Schiene |

Tabelle A-2 Numerierung der Messtage

# Messprotokoll

Thema: Vorbeifahrgeräusch

Datum: 02.05.2014

Fahrzeug: verschiedene

Projektnummer: 14.054.00

| Wetter               |         |         |  |  |
|----------------------|---------|---------|--|--|
| Zeit:                | 13:45   | 18:00   |  |  |
| Wind [km/h]          | 0...1   | 0...1   |  |  |
| Windrichtung         | SE      | S       |  |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 14      | 17      |  |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 60      | 55      |  |  |
| Wetter               | bewölkt | bewölkt |  |  |
| Luftdruck [hPa]      | 964     | 965     |  |  |

| Schallpegelmesser     |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Typ:                  | Gefell WME 965H |
| S/N:                  | 0101            |
|                       |                 |
|                       |                 |
|                       |                 |
| Kalibrator; B&K, Typ: | 4231            |
| Serienr.              | 1821174         |

| Teststrecke                     |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
|                                 | Lengnau - Grenchen Nord |
| bei Streckenkilometer           | 12.3                    |
| Hintergrundscharllpegel [dB(A)] |                         |
| Fahrzeug:                       |                         |
| Seriennummer                    |                         |
| Kilometerstand                  |                         |
| Zugkomposition                  |                         |
| Zugausrichtung                  |                         |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | hbu, sta |
|            |          |
| Sonstige   |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

| Laufnr. | Zeit  | Fahrt-<br>richtung | v_soll<br>[km/h] | file         | L <sub>pAFmax</sub> [dB(A)] |           | Bemerkungen                                   |
|---------|-------|--------------------|------------------|--------------|-----------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
|         |       |                    |                  |              | Position:                   | Position: |                                               |
| K001    |       |                    |                  | 10-39-21 (5) |                             |           | Kalibration P_01 K-Faktor: 1,21499            |
| A002    | 10:56 | L- GN              |                  | 10.56.02.162 |                             |           | ICN                                           |
| A003    | 11:02 | GN- L              |                  | 11.02.29.079 |                             |           | ICN                                           |
|         |       |                    |                  | 11.19.15.121 |                             |           | Umstellen AZ_01 ± 481 m/s^2 nach ± 4816 m/s^2 |
| A004    | 11:19 | L- GN              |                  | 11.19.15.121 |                             |           | BDe 4/4 NPZ                                   |
| A005    |       | GN- L              |                  | 11.40.06.100 |                             |           | BDe 4/4 NPZ Messteam ruhig im Dreiecksbereich |
| A006    |       | L- GN              |                  | 11.55.27.172 |                             |           | ICN                                           |
| A007    |       | GN- L              |                  | 12.02.55.822 |                             |           | ICN                                           |
| A008    |       | L- GN              |                  | 12.19.08.414 |                             |           | BDe 4/4 NPZ                                   |
| A009    |       | GN- L              |                  | 12.39.44.649 |                             |           | NPZ                                           |
| A010    |       | L- GN              |                  | 12.57.26.561 |                             |           | ICN                                           |
| A011    |       | GN- L              |                  | 13.02.22.252 |                             |           | ICN                                           |
| A012    |       | L- GN              |                  | 13.18.95.743 |                             |           | NPZ                                           |
|         |       |                    |                  |              |                             |           | Rasenmähen ein                                |
| A013    |       | GN-L               |                  | 13.39.36.864 |                             |           | NPZ                                           |
| A014    |       | L-GN               |                  | 13.56.00.188 |                             |           | ICN                                           |
| A016    |       | L-GN               |                  | 14.19.04.337 |                             |           | NPZ                                           |
| A017    |       | -                  |                  | 14.20.33.585 |                             |           | Umgebungsgeräusch 1 min                       |
| A019    |       | GN-L               |                  | 14.41.56.346 |                             |           | NPZ                                           |
| A020    |       | L-GN               |                  |              |                             |           | ICN                                           |
| A021    |       | GN-L               |                  |              |                             |           | ICN                                           |
| A022    |       | L-GN               |                  |              |                             |           | NPZ                                           |
| A023    |       | GN-L               |                  |              |                             |           | NPZ                                           |

**Projektnummer:** 14.054.00

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | hbu, sta |
|            |          |
| Sonstige   |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

Messprotokoll.xls / 2014-05-02\_2

# Messprotokoll

Thema: Vorbeifahrgeräusch

Datum: 05.05.2014

Fahrzeug: verschiedene

Projektnummer: 14.054.00

| Wetter               |        |        |  |  |
|----------------------|--------|--------|--|--|
| Zeit:                | 10:30  | 15:00  |  |  |
| Wind [km/h]          | 1      | 0      |  |  |
| Windrichtung         | SE     | -      |  |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 13.5   | 21     |  |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 50     | 44     |  |  |
| Wetter               | sonnig | sonnig |  |  |
| Luftdruck [hPa]      | 970    | 968    |  |  |

| Schallpegelmesser     |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Typ:                  | Gefell WME 965H |
| S/N:                  | 0101            |
|                       |                 |
|                       |                 |
|                       |                 |
| Kalibrator; B&K, Typ: | 4231            |
| Seriennr.             | 1821174         |

| Teststrecke                     |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
|                                 | Lengnau - Grenchen Nord |
| bei Streckenkilometer           | km 12.3                 |
| Hintergrundscharllpegel [dB(A)] | < 45 dB(A)              |
| Fahrzeug:                       |                         |
| Seriennummer                    |                         |
| Kilometerstand                  |                         |
| Zugkomposition                  |                         |
| Zugausrichtung                  |                         |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | hbu, sta |
|            |          |
| Sonstige   | S. Fiano |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

| Laufnr. | Zeit  | Fahrt-<br>richtung | v_soll<br>[km/h] | file          | L <sub>pAFmax</sub> [dB(A)] |           | Bemerkungen                                                |
|---------|-------|--------------------|------------------|---------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|
|         |       |                    |                  |               | Position:                   | Position: |                                                            |
| K101    |       |                    |                  | 09-09-26 (3)  |                             |           | P_01 K= 1.18382 WME 965H                                   |
| K102    |       |                    |                  | 09-14-34 (4)  |                             |           | P_02 K= 0.990495 B&K 2083292, Kanal 1 an 5966, S/N 2097866 |
| A104    |       | L- GN              |                  | 09-53-47 (5)  |                             |           | ICN                                                        |
| A105    |       | GN- L              |                  | 09-58-10 (6)  |                             |           | ICN                                                        |
| A106    |       | L- GN              |                  | 10-03-33 (7)  |                             |           | Regio RBe 4/4                                              |
| A107    |       | GN- L              |                  | 10-24-57 (8)  |                             |           | NPZ                                                        |
| A108    |       | L- GN              |                  | 10-42-15 (9)  |                             |           | ICN                                                        |
| A109    |       | GN- L              |                  | 10-59-16 (10) |                             |           | ICN                                                        |
| A110    |       | L- GN              |                  | 11_03-08 (11) |                             |           | NPZ                                                        |
| A111    |       | GN- L              |                  | 11-19-22 (12) |                             |           | NPZ                                                        |
| A112    | 11:56 | L- GN              |                  | 11-41-08 (13) |                             |           | ICN                                                        |
| A113    | 12:02 | GN- L              |                  | 11-58-18 (14) |                             |           | ICN                                                        |
| A114    | 12:19 | L- GN              |                  | 12-02-49 (15) |                             |           | NPZ                                                        |
| A115    | 12:39 | GN- L              |                  | 12-20-29 (16) |                             |           | NPZ                                                        |
| A116    | 12:56 | L- GN              |                  | 12-40-02 (17) |                             |           | ICN                                                        |
| A117    | 13:02 | GN- L              |                  | 12-58-20 (18) |                             |           | ICN                                                        |
| A118    | 13:21 | L- GN              |                  | 13-03-01 (19) |                             |           | NPZ                                                        |
| A119    | 13:39 | GN- L              |                  | 13-22-32 (20) |                             |           | NPZ (nachhören)                                            |
| A120    | 13:55 | L- GN              |                  | 13-41-50 (21) |                             |           | ICN                                                        |
| A121    | 14:02 | GN- L              |                  | 13-56-23 (22) |                             |           | ICN                                                        |
| A122    | 14:19 | L- GN              |                  | 14-04-03 (23) |                             |           | NPZ                                                        |
| A123    | 14:39 | GN- L              |                  | 14-21-40 (24) |                             |           | NPZ                                                        |
| A124    | 14:48 | L- GN              |                  | 14-41-53 (25) |                             |           | ICN                                                        |

**Projektnummer:** 14.054.00

| Wetter               |        |        |  |  |
|----------------------|--------|--------|--|--|
| Zeit:                | 10:30  | 15:00  |  |  |
| Wind [km/h]          | 1      | 0      |  |  |
| Windrichtung         | SE     | -      |  |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 13.5   | 21     |  |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 50     | 44     |  |  |
| Wetter               | sonnig | sonnig |  |  |
| Luftdruck [hPa]      | 970    | 968    |  |  |

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| <b>Mikrofon</b>              |                 |
| Typ:                         | Gefell WME 965H |
| S/N:                         | 0101            |
|                              |                 |
|                              |                 |
|                              |                 |
| <b>Kalibrator;</b> B&K, Typ: | 4231            |
| Seriennr.                    | 1821174         |

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Teststrecke</b>             | Lengnau - Grenchen Nord |
| bei Streckenkilometer          | km 12.3                 |
| Hintergrundschallpegel [dB(A)] | < 45 dB(A)              |
| <b>Fahrzeug:</b>               |                         |
| Seriennummer                   |                         |
| Kilometerstand                 |                         |
| Zugkomposition                 |                         |
| Zugausrichtung                 |                         |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | hbu, sta |
|            |          |
| Sonstige   | S. Fiano |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

[illegible]

# Messprotokoll

Thema: Vorbeifahrgeräusch

Datum: 24.06.2014

Fahrzeug: verschiedene

Projektnummer: 14.054.00

| Wetter               |         |         |               |  |
|----------------------|---------|---------|---------------|--|
| Zeit:                | 11:00   | 15:30   |               |  |
| Wind [km/h]          | 1       | 3       |               |  |
| Windrichtung         | O       | O       |               |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 20      | 22      |               |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 60      | 43      |               |  |
| Wetter               | bewölkt | bewölkt |               |  |
| Luftdruck [hPa]      | 968     | 966     | Schiene: 37°C |  |

| Mikrofon              |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Typ:                  | Gefell WME 965H |
| S/N:                  | 0101            |
|                       |                 |
|                       |                 |
|                       |                 |
| Kalibrator; B&K, Typ: | 4231            |
| Serienr.              | 1821174         |

| Teststrecke                    |            |
|--------------------------------|------------|
| Lengnau - Grenchen Nord        |            |
| bei Streckenkilometer          | km 12.3    |
| Hintergrundschallpegel [dB(A)] | < 50 dB(A) |
| Fahrzeug:                      |            |
| Seriennummer                   |            |
| Kilometerstand                 |            |
| Zugkomposition                 |            |
| Zugausrichtung                 |            |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | sta, kf  |
|            |          |
| Sonstige   | S. Fiano |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

| Laufnr. | Zeit | Fahrt-<br>richtung | v_soll<br>[km/h] | file          | L <sub>pAFmax</sub> [dB(A)] |           | Bemerkungen          |
|---------|------|--------------------|------------------|---------------|-----------------------------|-----------|----------------------|
|         |      |                    |                  |               | Position:                   | Position: |                      |
| A200    |      | L- GN              |                  | -             |                             |           | NPZ                  |
| K201    |      |                    |                  | 10-29-04 (3)  |                             |           | K-Faktor: 1.20037    |
| A203    |      | GN- L              |                  | 10-37-22 (4)  |                             |           | NPZ                  |
| A204    |      | L- GN              |                  | 10-55-04 (5)  |                             |           | ICN                  |
| B205    |      | -                  |                  | 11-01-03 (6)  |                             |           | Umgebungsgeräusch    |
| A207    |      | GN- L              |                  | 11-02-34 (7)) |                             |           | ICN                  |
| A208    |      | L- GN              |                  | 11-03-10 (8)  |                             |           | NPZ                  |
| A209    |      | GN- L              |                  | 11-31-17 (9)  |                             |           | NPZ, RBDe 560 vorne  |
| A210    |      | L- GN              |                  | 11-42-02 (10) |                             |           | ICN                  |
| A211    |      | GN- L              |                  | 11-55-53 (11) |                             |           | ICN                  |
| A212    |      | L- GN              |                  | 12-03-30 (12) |                             |           | NPZ, RBDe 560 vorne  |
| A213    |      | GN- L              |                  | 12-25-28 (14) |                             |           | NPZ, RBDe 560 hinten |
| A214    |      | L- GN              |                  | 12-40-47 (15) |                             |           | ICN                  |
| A215    |      | GN- L              |                  | 12-56-16 (16) |                             |           | ICN                  |
| A216    |      | L- GN              |                  | 13-02-53 (17) |                             |           | NPZ, RBDe 560 vorne  |
| A217    |      | GN- L              |                  | 13-20-55 (18) |                             |           | NPZ, RBDe 560 hinten |
| A218    |      | L- GN              |                  | 13-41-18 (19) |                             |           | ICN                  |
| A219    |      | GN- L              |                  | 13-56-20 (20) |                             |           | ICN                  |
| A220    |      | L- GN              |                  | 14-04-36 (21) |                             |           | NPZ, RBDe 560 vorne  |
| A221    |      | GN- L              |                  | 14-21-15 (22) |                             |           | NPZ, RBDe 560 hinten |
| A222    |      | L- GN              |                  | 14-40-21 (23) |                             |           | ICN                  |
| A223    |      | GN- L              |                  | 14-57-23 (24) |                             |           | ICN                  |
| A224    |      | L- GN              |                  | (25)          |                             |           | NPZ, RBDe 560 vorne  |

**Projektnummer:** 14.054.00

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | sta, kf  |
|            |          |
| Sonstige   | S. Fiano |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

Messprotokoll.xls / 2014-06-24\_2

# Messprotokoll

Thema: Vorbeifahrgeräusch

Datum: 19.11.2014

Fahrzeug: verschiedene

Projektnummer: 14.054.00

| Wetter               |            |            |         |  |
|----------------------|------------|------------|---------|--|
| Zeit:                | 10:45      | 12:15      | 16:30   |  |
| Wind [km/h]          | 1.1        | 0          | 0       |  |
| Windrichtung         | -          | -          | -       |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 10.5       | 17.5       | 11.5    |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 60         | 49         | 64      |  |
| Wetter               | l. bewölkt | l. bewölkt | bewölkt |  |
| Luftdruck [hPa]      | 971        | 972        | 973     |  |

| Mikrofon                   |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Typ:                       | Gefell WME 965H |
| S/N:                       | 0101            |
|                            |                 |
|                            |                 |
|                            |                 |
| Kalibrator; B&K, Typ: 4231 |                 |
| Seriennr.                  | 2313263         |

| Teststrecke                    |            |
|--------------------------------|------------|
| Lengnau - Grenchen Nord        |            |
| bei Streckenkilometer          | km 12.3    |
| Hintergrundschallpegel [dB(A)] | < 50 dB(A) |
| Fahrzeug:                      |            |
| Seriennummer                   |            |
| Kilometerstand                 |            |
| Zugkomposition                 |            |
| Zugausrichtung                 |            |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | sta, tsd |
|            |          |
| Sonstige   | S. Flück |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

| Laufnr. | Zeit  | Fahrt-<br>richtung | v_soll<br>[km/h] | file | L <sub>pAFmax</sub> [dB(A)] |           | Bemerkungen                     |
|---------|-------|--------------------|------------------|------|-----------------------------|-----------|---------------------------------|
|         |       |                    |                  |      | Position:                   | Position: |                                 |
| K301    | 1035  | -                  | -                | -    |                             |           | Kalibration P_01, 1.20961       |
| A303    | 1039  | GN - L             |                  |      |                             |           | NPZ. 2                          |
| A304    | 10:58 | L - GN             |                  |      |                             |           | ICN 1                           |
| A305    | 11:02 | GN - L             |                  |      |                             |           | ICN 1                           |
| A306    | 11:21 | L - GN             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A307    | 11:42 | GN - L             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A308    | 11:56 | L - GN             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| A309    | 12:03 | GN - L             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| A310    | 12:19 | L - GN             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A311    | 12:40 | GN - L             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A312    | 12:44 | L - GN             |                  |      |                             |           | Güter                           |
| A314    | 12:57 | L - GN             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| B315    | 13:00 | -                  |                  |      |                             |           | Umgebungsgeräusch               |
| A317    | 13:03 | GN - L             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| K318    | 13:06 | -                  |                  |      |                             |           | Kalibration P_01, 1.20644 -> ok |
| A320    | 13:22 | L - GN             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A321    | 13:41 | GN - L             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A322    | 13:57 | L - GN             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| A323    | 14:02 | GN - L             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| A324    | 14:22 | L - GN             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A325    | 14:40 | GN - L             |                  |      |                             |           | NPZ                             |
| A326    | 14:57 | L - GN             |                  |      |                             |           | ICN                             |
| A327    | 15:03 | GN - L             |                  |      |                             |           | ICN                             |

**Projektnummer:** 14.054.00

| Wetter               |            |            |         |  |
|----------------------|------------|------------|---------|--|
| Zeit:                | 10:45      | 12:15      | 16:30   |  |
| Wind [km/h]          | 1.1        | 0          | 0       |  |
| Windrichtung         | -          | -          | -       |  |
| Lufttemperatur [°C]  | 10.5       | 17.5       | 11.5    |  |
| Luftfeuchtigkeit [%] | 60         | 49         | 64      |  |
| Wetter               | I. bewölkt | I. bewölkt | bewölkt |  |
| Luftdruck [hPa]      | 971        | 972        | 973     |  |

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| <b>Mikrofon</b>              |                 |
| Typ:                         | Gefell WME 965H |
| S/N:                         | 0101            |
|                              |                 |
|                              |                 |
|                              |                 |
| <b>Kalibrator;</b> B&K, Typ: | 4231            |
| Seriennr.                    | 2313263         |

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| <b>Teststrecke</b>             | Lengnau - Grenchen Nord |
| bei Streckenkilometer          | km 12.3                 |
| Hintergrundschallpegel [dB(A)] | < 50 dB(A)              |
| <b>Fahrzeug:</b>               |                         |
| Seriennummer                   |                         |
| Kilometerstand                 |                         |
| Zugkomposition                 |                         |
| Zugausrichtung                 |                         |

| Teilnehmer |          |
|------------|----------|
| PROSE      | sta, tsd |
|            |          |
| Sonstige   | S. Flück |
|            |          |
|            |          |
|            |          |
|            |          |

[illegible]

## B Messausrüstung

### B.1 Messgrößen

| Signalname | Beschreibung     | Position                                                  |
|------------|------------------|-----------------------------------------------------------|
| P_01       | Schalldruck      | Südliche Gleisseite, 7.5 m von Gleismitte in 1.2 m ü. SOK |
| LS         | Zeit / Achsgeber | Südliche Schiene, in Linie mit P_01                       |

Tabelle B-1      Gemessene Größen

| Signalname       | Beschreibung                                                                            |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| L <sub>Aeq</sub> | Äquivalenter Dauerschalldruckpegel von P_01, mit Zugsfront / -ende als Intervallgrenzen |

Tabelle B-2      Errechnete Größen

### B.2 Signallaufplan

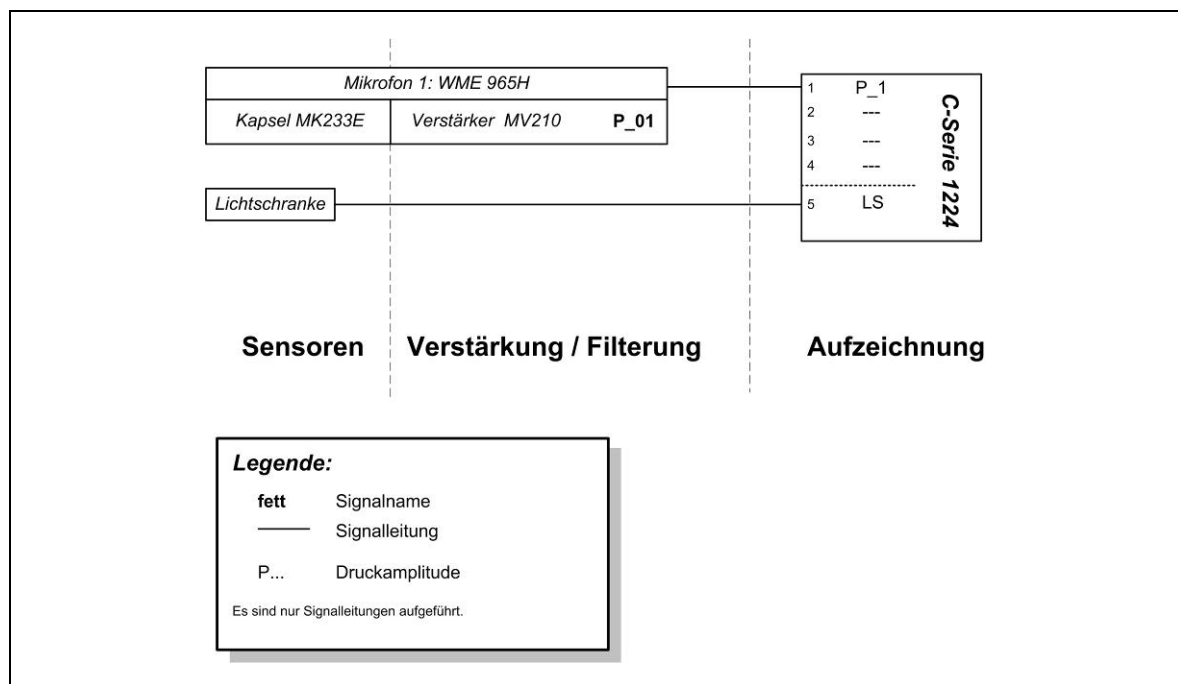


Abbildung B-1      Signallaufplan der Vorbeifahrgeräuschemessung

## B.3 Sensoren

### B.3.1 Vorbeifahrgeräusch

| Signalname | Sensorart    | Typ und Seriennummer            | Letzte Kalibration |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------------|
| P_01       | Messmikrofon | Microtech Gefell WME 965H, 0101 | 21.02.2014         |
| LS         | Lichtschanke | Data-Logic S5-5-A2-30           | <sup>1</sup>       |

Tabelle B-3 Sensorart und Seriennummern

| Messmittel                                            | Typ und Seriennummer               | Letzte Kalibration |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|
| Akustischer Kalibrator                                | Brüel & Kjær Typ 4231, S/N 1821174 | 23.01.2014         |
| Messgerät für Lufttemperatur und relative Luftfeuchte | testo 410-2, S/N 38511098 804      | 24.09.2013         |
| Absolutluftdruck                                      | testo 511, S/N 39102817 710        | 25.06.2009         |

Tabelle B-4 Hilfsmessgeräte und Kalibrator



Abbildung B-2 Mikrofon (Signal P\_01)



Abbildung B-3 Lichtschranke (Signal LS)

<sup>1</sup>Die Lichtschranke liefert ein Digitalsignal und braucht deshalb nicht kalibriert zu werden. Sie wurde vor den Messungen einem Funktionstest unterzogen.

### B.3.2 Schienenrauheit

|                                |                                                                  |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Hersteller:                    | Odegard & Danneskiold-Samsoe                                     |
| Typ:                           | Schienenrauheitsmessgerät TRM05                                  |
| Messbereich:                   | +/- 500 µm                                                       |
| Sensortyp:                     | Wegmessung                                                       |
| Sensorauflösung:               | 0.06 µm                                                          |
| Durchmesser der Sensorspitze:  | 3.0 mm                                                           |
| Wellenlängenbereich:           | 250 – 3 mm                                                       |
| Länge des Messbereich:         | 1230 mm                                                          |
| Kalibrierung:                  | Aufzeichnung einer Korrekturdatei bei Messung auf Kalibrierstein |
| Datum der letzten Kalibration: | 11. Juni 2014                                                    |

Tabelle B-5 Technische Daten des Rauheitsmessgerätes

|             |                              |
|-------------|------------------------------|
| Hersteller: | Johann Fischer Aschaffenburg |
| Typ:        | Messbalken JFA-281-EP        |
| Material    | Granit                       |
| Geradheit   | 1.3 µm                       |

Tabelle B-6 Angaben zum Kalibrierstein

## B.4 Aufzeichnung

| Name     | Hersteller      | Typ             | Seriennummer | Letzte Kalibration |
|----------|-----------------|-----------------|--------------|--------------------|
| CSerie01 | imc Messtechnik | C-Serie CL-1224 | 123651       | 12.02.2014         |

Tabelle B-7      Angaben zum Datenrecorder

| Pfad                                                                                                        | Datum      | Zeit  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| J:\Projekte\MuT\14.054.00 - BAFU kombinierte Geräusch- und Rauheitsmessung\Laermmessung\Messaufbau\C-Serie\ | 04.07.2014 | 15h42 |

Tabelle B-8      Konfigurationsdatei des Datenrecorders

| Kanal | Klemme    | Filter | Samplingzeit | Messbereich | Skalierung | Offset |
|-------|-----------|--------|--------------|-------------|------------|--------|
| P_01  | [01] IN01 | AAF    | 20 $\mu$ s   | $\pm 20$ Pa | 20 Pa / V  | 0 Pa   |
| LS    | [02] IN01 | AAF    | 1 ms         | $\pm 10$ V  | 1 V / V    | 0 V    |

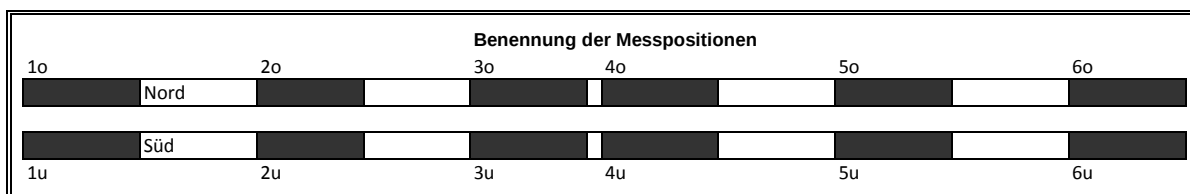
Tabelle B-9      Konfigurationseinstellungen des Datenrecorders

## **C     Detailergebnisse Rauheitsmessung**

Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

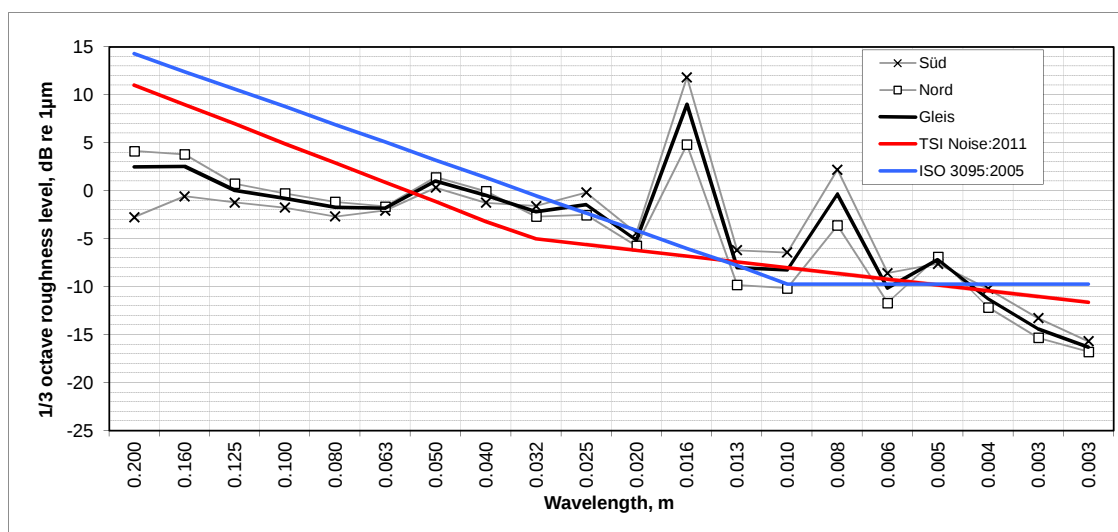
Datum: 02.05.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte       |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|------------------|---------------|----------------|--|
| Wellen-<br>länge                        | Messpositionen |       |       | Wellen-<br>länge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |                  | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 4.4            | 8.8   | 7.5   | 0.2500           | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | -2.7           | 4.1   | 2.5   | 0.2000           | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | -0.6           | 3.8   | 2.5   | 0.1600           | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | -1.2           | 0.7   | 0.1   | 0.1250           | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | -1.8           | -0.3  | -0.8  | 0.1000           | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | -2.7           | -1.2  | -1.7  | 0.0800           | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -2.1           | -1.6  | -1.8  | 0.0630           | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | 0.3            | 1.4   | 1.0   | 0.0500           | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | -1.2           | 0.0   | -0.5  | 0.0400           | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | -1.6           | -2.7  | -2.2  | 0.0315           | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -0.2           | -2.5  | -1.4  | 0.0250           | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -4.4           | -5.7  | -5.1  | 0.0200           | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | 11.9           | 4.8   | 9.0   | 0.0160           | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -6.2           | -9.8  | -8.0  | 0.0125           | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -6.4           | -10.1 | -8.3  | 0.0100           | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | 2.2            | -3.6  | -0.3  | 0.0080           | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -8.6           | -11.7 | -10.2 | 0.0063           | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -7.6           | -6.9  | -7.2  | 0.0050           | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -10.2          | -12.1 | -11.3 | 0.0040           | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -13.3          | -15.3 | -14.4 | 0.0032           | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -15.7          | -16.8 | -16.3 | 0.0025           | -9.7          | -11.6          |  |

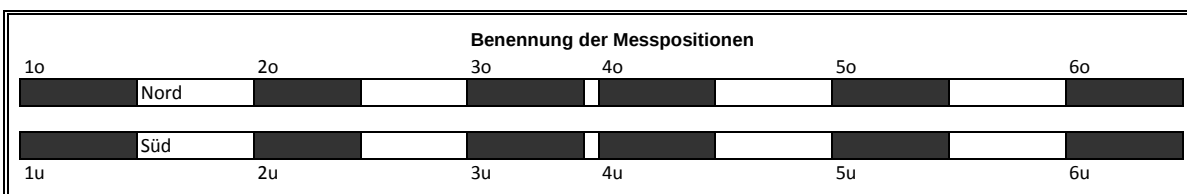
| Einzahlwerte der Rauheit |          |      | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 15.9 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 16.2 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 12.7 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 13.1 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 18.4 | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 18.7 | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |      | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |      | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |



Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

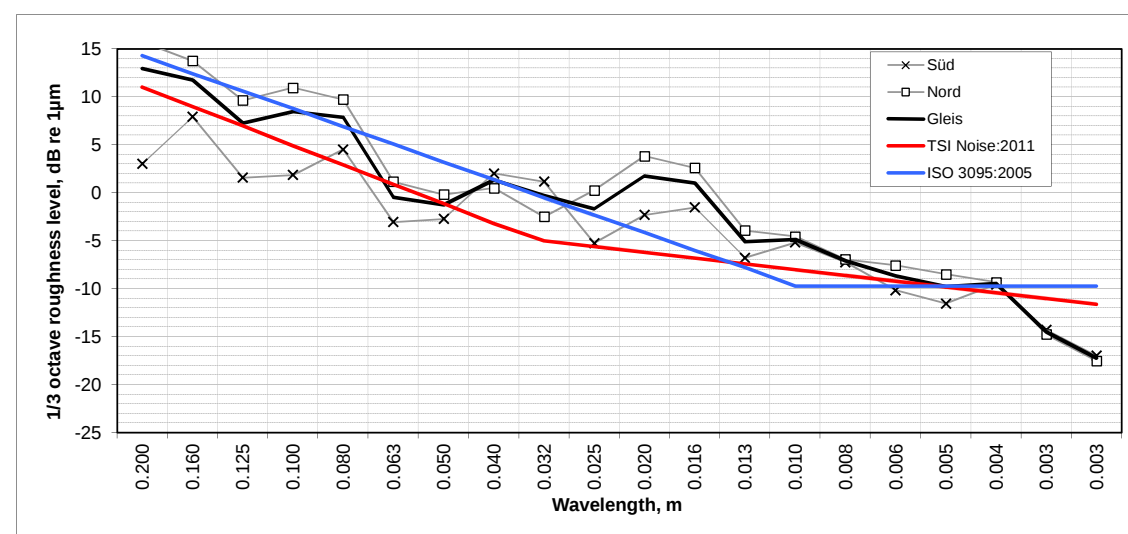
Datum: 05.05.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte       |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|------------------|---------------|----------------|--|
| Wellen-<br>länge                        | Messpositionen |       |       | Wellen-<br>länge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |                  | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 10.3           | 19.8  | 17.2  | 0.2500           | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | 3.0            | 15.7  | 13.0  | 0.2000           | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | 7.9            | 13.8  | 11.8  | 0.1600           | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | 1.6            | 9.6   | 7.3   | 0.1250           | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | 1.9            | 11.0  | 8.5   | 0.1000           | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | 4.5            | 9.7   | 7.9   | 0.0800           | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -3.1           | 1.2   | -0.5  | 0.0630           | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | -2.7           | -0.2  | -1.3  | 0.0500           | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | 2.0            | 0.5   | 1.3   | 0.0400           | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | 1.2            | -2.5  | -0.3  | 0.0315           | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -5.2           | 0.3   | -1.7  | 0.0250           | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -2.3           | 3.8   | 1.8   | 0.0200           | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | -1.5           | 2.6   | 1.0   | 0.0160           | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -6.8           | -3.9  | -5.1  | 0.0125           | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -5.2           | -4.6  | -4.9  | 0.0100           | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | -7.2           | -6.9  | -7.1  | 0.0080           | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -10.2          | -7.6  | -8.7  | 0.0063           | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -11.5          | -8.5  | -9.8  | 0.0050           | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -9.5           | -9.3  | -9.4  | 0.0040           | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -14.3          | -14.7 | -14.5 | 0.0032           | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -17.0          | -17.5 | -17.2 | 0.0025           | -9.7          | -11.6          |  |

| Einzahlwerte der Rauheit |          |      | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 12.5 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 13.2 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 13.8 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 14.4 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 10.8 | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 11.4 | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |      | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |      | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |

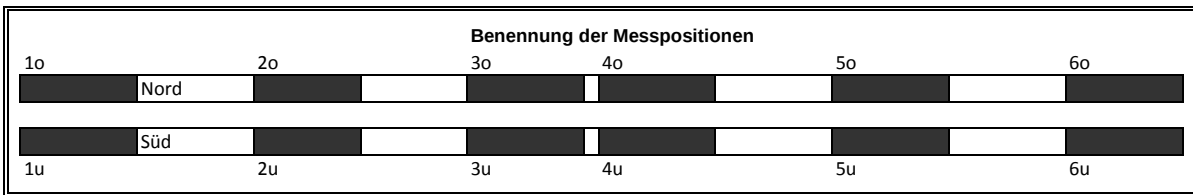


Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

Datum:

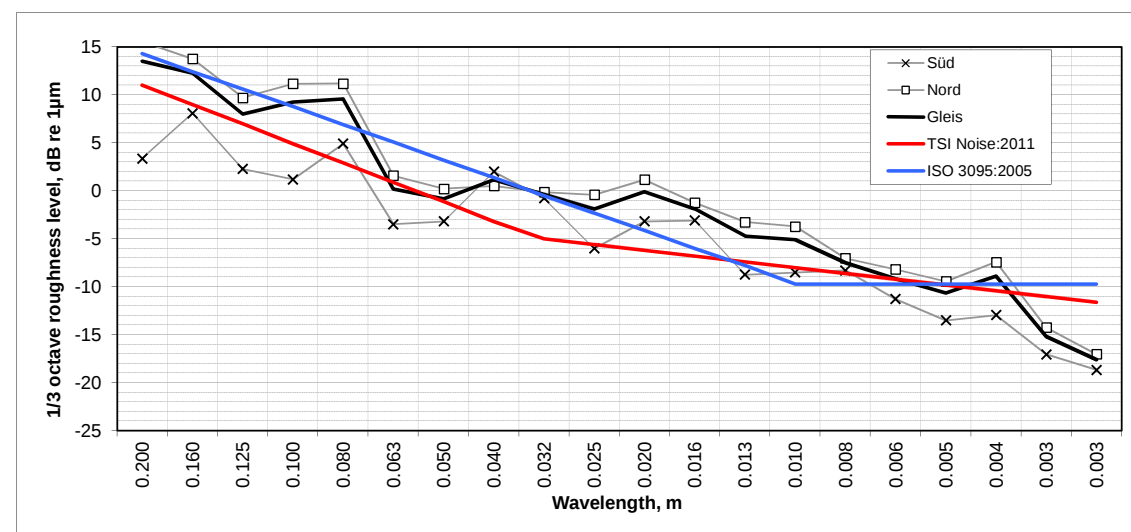
09.05.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte       |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|------------------|---------------|----------------|--|
| Wellen-<br>länge                        | Messpositionen |       |       | Wellen-<br>länge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |                  | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 10.4           | 19.3  | 17.4  | 0.2500           | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | 3.4            | 15.6  | 13.5  | 0.2000           | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | 8.1            | 13.8  | 12.3  | 0.1600           | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | 2.3            | 9.7   | 8.0   | 0.1250           | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | 1.2            | 11.2  | 9.2   | 0.1000           | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | 4.9            | 11.2  | 9.6   | 0.0800           | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -3.5           | 1.6   | 0.2   | 0.0630           | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | -3.2           | 0.2   | -0.9  | 0.0500           | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | 2.0            | 0.5   | 1.2   | 0.0400           | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | -0.8           | -0.1  | -0.4  | 0.0315           | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -6.0           | -0.4  | -1.9  | 0.0250           | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -3.2           | 1.2   | -0.1  | 0.0200           | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | -3.1           | -1.2  | -1.9  | 0.0160           | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -8.7           | -3.3  | -4.7  | 0.0125           | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -8.5           | -3.7  | -5.1  | 0.0100           | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | -8.3           | -7.0  | -7.5  | 0.0080           | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -11.3          | -8.2  | -9.2  | 0.0063           | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -13.5          | -9.4  | -10.6 | 0.0050           | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -12.9          | -7.4  | -8.9  | 0.0040           | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -17.1          | -14.3 | -15.2 | 0.0032           | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -18.7          | -17.0 | -17.6 | 0.0025           | -9.7          | -11.6          |  |

| Einzahlwerte der Rauheit |          |      | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 11.6 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 12.3 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 12.7 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 13.3 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 9.3  | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 10.0 | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |      | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |      | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |

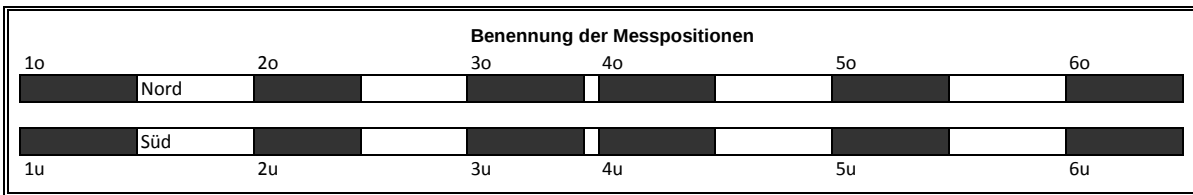


Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

Datum:

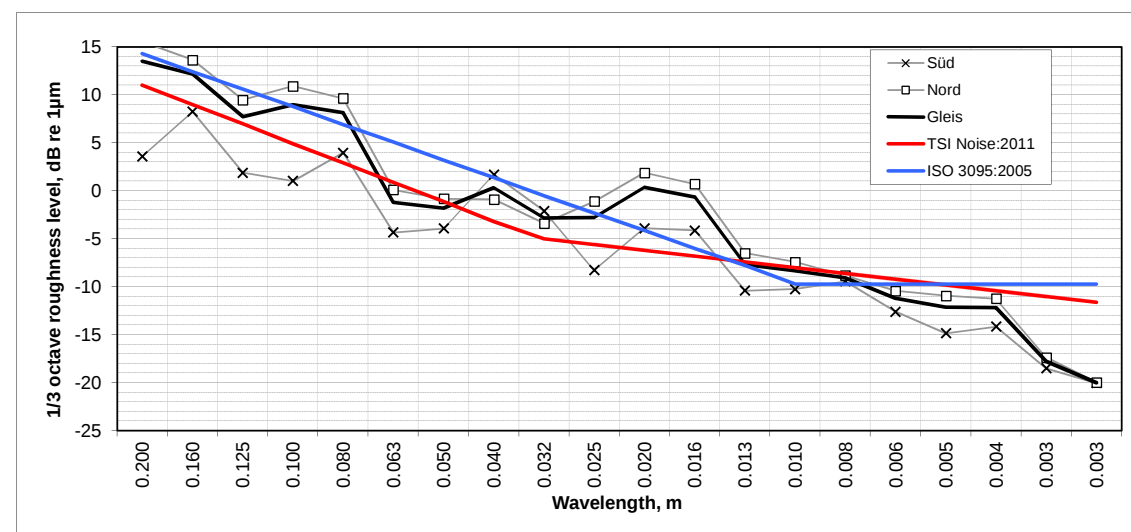
14.05.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte  |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|-------------|---------------|----------------|--|
| Wellenlänge                             | Messpositionen |       |       | Wellenlänge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |             | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 10.0           | 19.7  | 17.8  | 0.2500      | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | 3.6            | 15.6  | 13.5  | 0.2000      | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | 8.2            | 13.6  | 12.2  | 0.1600      | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | 1.9            | 9.5   | 7.7   | 0.1250      | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | 1.0            | 10.9  | 9.0   | 0.1000      | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | 4.0            | 9.6   | 8.1   | 0.0800      | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -4.3           | 0.1   | -1.2  | 0.0630      | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | -3.9           | -0.8  | -1.8  | 0.0500      | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | 1.7            | -0.9  | 0.3   | 0.0400      | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | -2.1           | -3.4  | -2.8  | 0.0315      | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -8.3           | -1.1  | -2.8  | 0.0250      | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -3.9           | 1.9   | 0.4   | 0.0200      | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | -4.1           | 0.7   | -0.7  | 0.0160      | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -10.4          | -6.5  | -7.7  | 0.0125      | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -10.3          | -7.4  | -8.3  | 0.0100      | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | -9.4           | -8.8  | -9.1  | 0.0080      | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -12.6          | -10.4 | -11.2 | 0.0063      | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -14.8          | -10.9 | -12.1 | 0.0050      | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -14.2          | -11.2 | -12.2 | 0.0040      | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -18.5          | -17.4 | -17.8 | 0.0032      | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -20.0          | -20.0 | -20.0 | 0.0025      | -9.7          | -11.6          |  |

| Einzahlwerte der Rauheit |          |      | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 10.8 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 11.5 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 11.9 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 12.7 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 8.2  | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 9.0  | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |      | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |      | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |

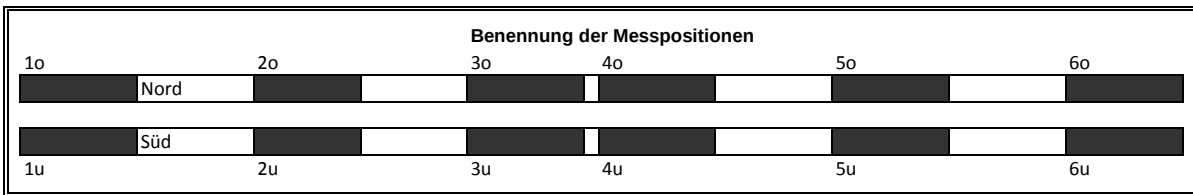


Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

Datum:

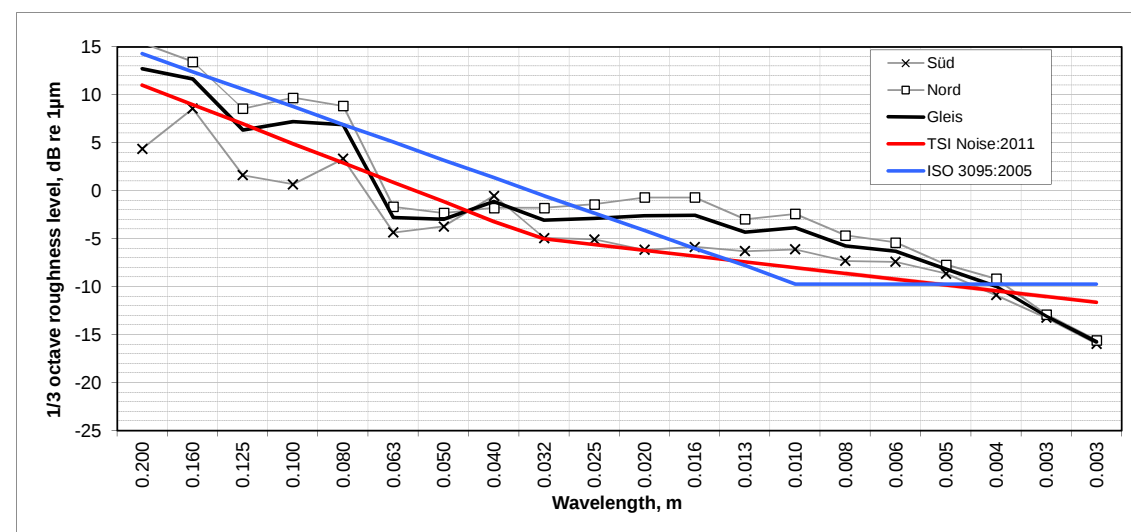
24.06.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte       |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|------------------|---------------|----------------|--|
| Wellen-<br>länge                        | Messpositionen |       |       | Wellen-<br>länge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |                  | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 10.1           | 19.4  | 16.9  | 0.2500           | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | 4.4            | 15.4  | 12.8  | 0.2000           | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | 8.6            | 13.5  | 11.7  | 0.1600           | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | 1.6            | 8.6   | 6.4   | 0.1250           | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | 0.7            | 9.7   | 7.2   | 0.1000           | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | 3.3            | 8.8   | 6.9   | 0.0800           | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -4.3           | -1.7  | -2.8  | 0.0630           | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | -3.7           | -2.3  | -2.9  | 0.0500           | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | -0.5           | -1.8  | -1.1  | 0.0400           | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | -4.9           | -1.8  | -3.1  | 0.0315           | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -5.1           | -1.4  | -2.8  | 0.0250           | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -6.1           | -0.7  | -2.6  | 0.0200           | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | -5.8           | -0.7  | -2.5  | 0.0160           | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -6.3           | -2.9  | -4.3  | 0.0125           | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -6.1           | -2.4  | -3.9  | 0.0100           | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | -7.3           | -4.6  | -5.8  | 0.0080           | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -7.4           | -5.4  | -6.3  | 0.0063           | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -8.6           | -7.7  | -8.1  | 0.0050           | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -10.9          | -9.2  | -9.9  | 0.0040           | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -13.2          | -12.9 | -13.1 | 0.0032           | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -15.9          | -15.6 | -15.7 | 0.0025           | -9.7          | -11.6          |  |

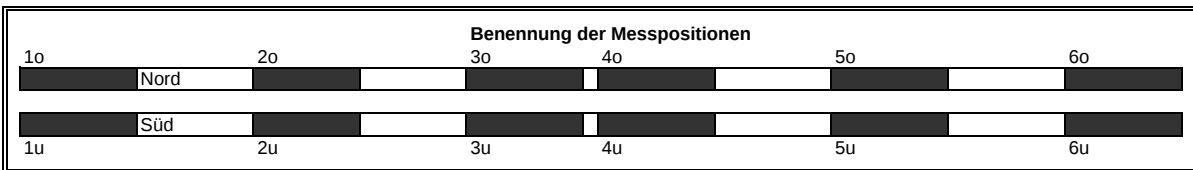
| Einzahlwerte der Rauheit |          |      | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 11.3 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 11.7 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 12.7 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 13.1 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 9.4  | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 9.7  | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |      | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |      | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |



## Zusammenfassung der Auswertungen aus RoughPostRail

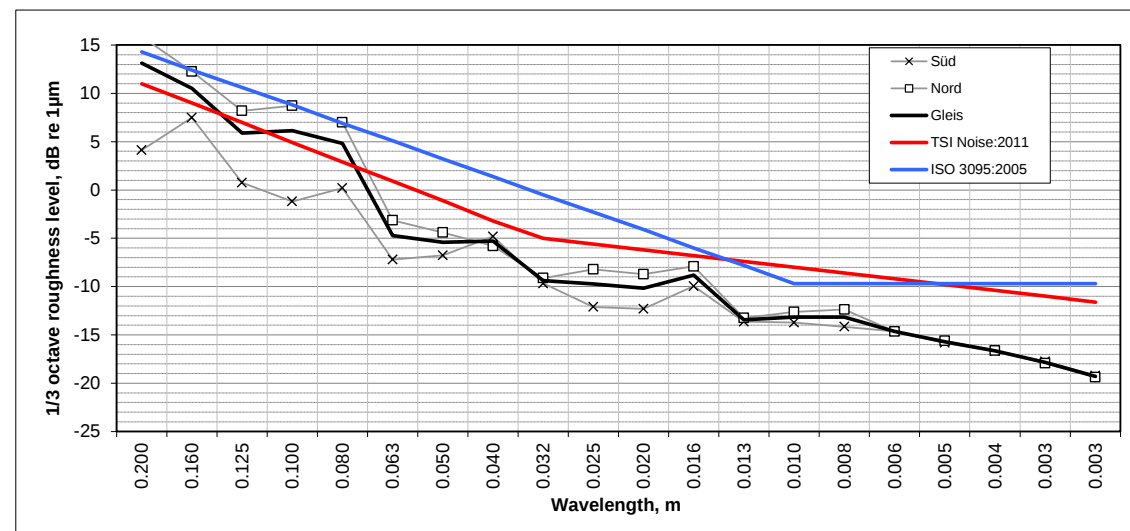
Datum: 19.11.2014

Messstelle: Lengnau - Grenchen Nord



| Energetisches Mittel der Messpositionen |                |       |       | Grenzwerte  |               |                |  |
|-----------------------------------------|----------------|-------|-------|-------------|---------------|----------------|--|
| Wellenlänge                             | Messpositionen |       |       | Wellenlänge | Normen        |                |  |
|                                         | Süd            | Nord  | Gleis |             | ISO 3095:2005 | TSI Noise:2011 |  |
| 0.2500                                  | 10.3           | 19.5  | 17.0  | 0.2500      | 16.1          |                |  |
| 0.2000                                  | 4.1            | 15.9  | 13.1  | 0.2000      | 14.3          | 11.0           |  |
| 0.1600                                  | 7.5            | 12.3  | 10.5  | 0.1600      | 12.4          | 9.0            |  |
| 0.1250                                  | 0.7            | 8.2   | 5.9   | 0.1250      | 10.6          | 7.0            |  |
| 0.1000                                  | -1.2           | 8.7   | 6.1   | 0.1000      | 8.8           | 4.9            |  |
| 0.0800                                  | 0.2            | 7.0   | 4.8   | 0.0800      | 6.9           | 2.9            |  |
| 0.0630                                  | -7.2           | -3.1  | -4.7  | 0.0630      | 5.1           | 0.9            |  |
| 0.0500                                  | -6.8           | -4.4  | -5.4  | 0.0500      | 3.2           | -1.1           |  |
| 0.0400                                  | -4.8           | -5.8  | -5.3  | 0.0400      | 1.4           | -3.2           |  |
| 0.0315                                  | -9.7           | -9.1  | -9.4  | 0.0315      | -0.5          | -5.0           |  |
| 0.0250                                  | -12.1          | -8.2  | -9.7  | 0.0250      | -2.3          | -5.6           |  |
| 0.0200                                  | -12.3          | -8.7  | -10.2 | 0.0200      | -4.1          | -6.2           |  |
| 0.0160                                  | -10.0          | -7.9  | -8.8  | 0.0160      | -6.0          | -6.8           |  |
| 0.0125                                  | -13.6          | -13.3 | -13.4 | 0.0125      | -7.8          | -7.4           |  |
| 0.0100                                  | -13.7          | -12.6 | -13.1 | 0.0100      | -9.7          | -8.0           |  |
| 0.0080                                  | -14.1          | -12.4 | -13.2 | 0.0080      | -9.7          | -8.6           |  |
| 0.0063                                  | -14.7          | -14.6 | -14.6 | 0.0063      | -9.7          | -9.2           |  |
| 0.0050                                  | -15.8          | -15.6 | -15.7 | 0.0050      | -9.7          | -9.8           |  |
| 0.0040                                  | -16.7          | -16.6 | -16.7 | 0.0040      | -9.7          | -10.4          |  |
| 0.0032                                  | -17.8          | -17.9 | -17.8 | 0.0032      | -9.7          | -11.0          |  |
| 0.0025                                  | -19.2          | -19.4 | -19.3 | 0.0025      | -9.7          | -11.6          |  |

| Einzelnwerte der Rauheit |          |     | Typische Werte für v = 120 km/h (aus Projekt HARMONOISE, HAR12TR-020813-AEA10, 17.07.2003) |                                                                         |
|--------------------------|----------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Gleis                    | 80 km/h  | 4.4 | 0 – 4 dB                                                                                   | "smooth rail"                                                           |
|                          | 120 km/h | 5.3 | 5 – 7 dB                                                                                   | "ground rail" (approx. 1 month after grinding)                          |
| Nord                     | 80 km/h  | 5.2 | 7 – 9 dB                                                                                   | average rail roughness (average of 30 Dutch sites [6])                  |
|                          | 120 km/h | 6.4 | 10 – 11 dB                                                                                 | "smooth wheels" (unbraked, disc-braked, or sinter blocks [6]);          |
| Süd                      | 80 km/h  | 3.3 | 12 dB                                                                                      | average rail roughness of the Dutch network in calculation scheme [15]; |
|                          | 120 km/h | 3.9 | 14 – 17 dB                                                                                 | "corrugated rail"                                                       |
|                          |          |     | 18 – 20 dB                                                                                 | "rough wheels" (cast-iron blocks, disc+additional cast iron blocks)     |
|                          |          |     | 25 – 28 dB                                                                                 | "severely corrugated track"                                             |



## **D     Detailergebnisse Vorbeifahrgeräuschmessung**

|                    |         | LNR    | V [km/h] | L <sub>pAeq, 80km/h</sub><br>dB(A) | dB(A), tatsächliche Geschwindigkeit |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |
|--------------------|---------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------|---------|-------|---------|----------|-------|-------|---------|-------|--------|----------|--------|
|                    |         |        |          |                                    | 50 Hz                               | 63 Hz | 80 Hz | 100 Hz | 125 Hz | 160 Hz | 200 Hz | 250 Hz | 315 Hz | 400 Hz | 500 Hz | 630 Hz | 800 Hz | 1kHz | 1.25 kHz | 1.6 kHz | 2 kHz | 2.5 kHz | 3.15 kHz | 4 kHz | 5 kHz | 6.3 kHz | 8 kHz | 10 kHz | 12.5 kHz | 16 kHz |
|                    |         |        |          |                                    |                                     |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |
| ICN 105 - 125 km/h | Tag -2  | A002   | 110.2    | 83.8                               | 43.4                                | 46.3  | 46.8  | 49.8   | 51.7   | 55.1   | 58.1   | 60.4   | 62.7   | 65.5   | 71.8   | 71.4   | 76.0   | 78.0 | 76.9     | 76.5    | 84.7  | 73.5    | 70.5     | 77.1  | 66.1  | 65.7    | 66.7  | 62.4   | 58.4     | 44.0   |
|                    |         | A006   | 110.9    | 83.6                               | 43.6                                | 45.3  | 46.9  | 49.8   | 51.5   | 54.9   | 57.9   | 60.1   | 63.5   | 67.1   | 75.2   | 73.4   | 78.0   | 80.0 | 77.6     | 75.9    | 83.6  | 72.0    | 69.0     | 74.9  | 64.9  | 65.3    | 65.2  | 61.2   | 58.2     | 43.8   |
|                    |         | A010   | 106.7    | 83.4                               | 43.6                                | 44.1  | 46.4  | 49.1   | 51.4   | 55.0   | 57.8   | 60.9   | 63.8   | 68.0   | 73.8   | 72.2   | 76.3   | 78.6 | 77.9     | 77.1    | 83.4  | 70.7    | 68.1     | 69.5  | 64.6  | 64.5    | 65.8  | 61.1   | 57.4     | 43.3   |
|                    |         | A014   | 112      | 84.4                               | 45.0                                | 45.8  | 48.3  | 50.3   | 51.9   | 55.1   | 58.4   | 60.7   | 62.3   | 65.2   | 70.7   | 71.5   | 76.3   | 78.1 | 77.5     | 77.1    | 86.6  | 75.0    | 68.4     | 73.0  | 65.5  | 66.2    | 66.6  | 61.8   | 58.5     | 44.8   |
|                    |         | A020   | 113.8    | 82.9                               | 44.6                                | 45.7  | 47.9  | 50.0   | 52.2   | 55.4   | 58.2   | 60.1   | 62.3   | 65.5   | 72.9   | 74.3   | 78.5   | 80.5 | 77.9     | 76.6    | 82.6  | 72.9    | 66.3     | 69.3  | 63.5  | 65.0    | 65.2  | 60.8   | 58.1     | 44.6   |
|                    |         | A026   | 117.3    | 85.0                               | 47.0                                | 49.2  | 48.5  | 50.6   | 52.3   | 55.2   | 58.8   | 60.9   | 62.7   | 66.7   | 71.3   | 72.9   | 76.8   | 78.9 | 77.6     | 77.6    | 87.9  | 79.7    | 69.8     | 71.1  | 67.7  | 66.0    | 66.8  | 62.1   | 58.4     | 43.9   |
|                    |         | A003   | 124.7    | 84.2                               | 48.0                                | 52.9  | 49.6  | 52.0   | 53.7   | 55.9   | 60.0   | 61.6   | 63.6   | 65.7   | 69.6   | 71.9   | 76.8   | 78.4 | 77.4     | 77.4    | 86.1  | 84.3    | 70.9     | 75.5  | 74.6  | 66.9    | 66.7  | 64.0   | 59.5     | 44.9   |
|                    |         | A011   | 124.7    | 85.1                               | 48.4                                | 51.8  | 51.2  | 52.2   | 54.1   | 56.2   | 59.3   | 61.6   | 63.2   | 65.8   | 70.4   | 74.1   | 77.2   | 79.3 | 77.8     | 77.7    | 87.5  | 85.3    | 71.4     | 73.1  | 71.3  | 67.2    | 67.1  | 64.7   | 59.9     | 45.3   |
|                    |         | A021   | 124.9    | 84.6                               | 48.2                                | 52.9  | 49.1  | 52.2   | 53.6   | 56.1   | 60.3   | 62.3   | 64.0   | 66.5   | 72.4   | 74.8   | 78.2   | 80.0 | 78.5     | 78.4    | 86.2  | 84.1    | 70.5     | 74.6  | 74.1  | 66.6    | 66.6  | 64.0   | 60.0     | 45.5   |
|                    |         | A027   | 116.6    | 85.4                               | 46.5                                | 47.5  | 47.2  | 50.7   | 52.5   | 55.1   | 58.5   | 60.5   | 62.5   | 66.3   | 69.8   | 72.2   | 76.8   | 78.5 | 77.4     | 77.3    | 88.3  | 80.2    | 69.9     | 73.2  | 68.2  | 67.6    | 67.4  | 62.8   | 59.1     | 44.8   |
|                    |         | A031   | 124.3    | 86.4                               | 48.2                                | 52.6  | 49.0  | 50.8   | 53.4   | 55.9   | 59.2   | 61.3   | 63.7   | 66.7   | 72.6   | 75.5   | 79.7   | 81.3 | 79.0     | 78.2    | 88.2  | 87.1    | 69.9     | 72.6  | 71.0  | 67.5    | 67.3  | 64.1   | 59.9     | 44.9   |
|                    |         | Mittel |          | 84.4                               | 46.0                                | 48.6  | 48.3  | 50.7   | 52.6   | 55.4   | 58.8   | 60.9   | 63.1   | 66.3   | 71.9   | 73.1   | 77.3   | 79.2 | 77.8     | 77.2    | 85.9  | 78.6    | 69.5     | 73.1  | 68.3  | 66.2    | 66.5  | 62.6   | 58.9     | 44.5   |
|                    | Tag +1  | A104   | 104.5    | 79.3                               | 45.2                                | 48.4  | 50.7  | 52.8   | 54.9   | 58.6   | 62.3   | 62.5   | 68.6   | 69.1   | 71.8   | 73.5   | 74.5   | 76.1 | 75.0     | 71.9    | 69.2  | 66.7    | 63.2     | 60.8  | 57.4  | 55.9    | 57.9  | 51.2   | 47.8     | 33.9   |
|                    |         | A108   | 118.9    | 80.0                               | 49.4                                | 52.4  | 53.1  | 52.4   | 56.5   | 58.6   | 64.2   | 63.7   | 66.2   | 70.3   | 71.9   | 72.6   | 78.5   | 77.5 | 76.8     | 76.6    | 74.8  | 72.3    | 66.2     | 64.0  | 60.8  | 58.5    | 59.6  | 54.4   | 50.3     | 35.4   |
|                    |         | A116   | 107.4    | 79.9                               | 45.6                                | 50.0  | 50.5  | 52.8   | 55.2   | 58.6   | 63.5   | 62.9   | 68.2   | 69.5   | 74.5   | 72.9   | 74.1   | 77.7 | 75.2     | 73.0    | 71.3  | 70.0    | 66.7     | 63.5  | 60.3  | 57.9    | 59.0  | 52.8   | 49.4     | 34.6   |
|                    |         | A120   | 111.5    | 80.4                               | 45.7                                | 50.2  | 51.6  | 52.6   | 55.7   | 58.0   | 63.8   | 62.6   | 67.4   | 69.7   | 74.7   | 72.8   | 75.9   | 79.1 | 75.8     | 74.5    | 73.0  | 71.7    | 68.6     | 64.4  | 61.6  | 59.1    | 59.8  | 54.5   | 50.3     | 35.8   |
|                    |         | A124   | 105.6    | 79.9                               | 44.8                                | 48.6  | 49.7  | 52.2   | 53.5   | 57.6   | 62.4   | 62.8   | 68.4   | 69.1   | 73.7   | 73.8   | 74.3   | 77.1 | 75.3     | 72.1    | 70.6  | 69.7    | 67.1     | 64.9  | 59.6  | 57.5    | 58.0  | 52.1   | 48.1     | 32.6   |
|                    |         | A128   | 114.6    | 79.7                               | 46.2                                | 50.6  | 52.0  | 52.3   | 56.5   | 58.5   | 63.2   | 62.0   | 66.5   | 69.1   | 72.0   | 72.7   | 76.9   | 77.4 | 76.2     | 75.7    | 73.8  | 71.9    | 65.2     | 62.3  | 60.4  | 58.2    | 59.4  | 54.2   | 50.5     | 36.3   |
|                    |         | A105   | 123.9    | 79.1                               | 47.8                                | 52.8  | 53.2  | 53.9   | 58.5   | 61.1   | 65.6   | 66.3   | 67.0   | 70.5   | 72.3   | 73.6   | 78.5   | 76.2 | 76.1     | 74.9    | 73.6  | 72.8    | 67.7     | 65.5  | 63.4  | 59.1    | 59.2  | 54.9   | 50.1     | 36.2   |
|                    |         | A109   | 124.2    | 79.9                               | 47.1                                | 52.7  | 53.7  | 54.3   | 58.0   | 60.8   | 65.3   | 65.5   | 65.6   | 69.9   | 71.6   | 73.7   | 78.8   | 76.7 | 77.5     | 75.1    | 75.5  | 76.9    | 70.1     | 66.2  | 63.3  | 60.6    | 60.7  | 56.4   | 51.2     | 37.5   |
|                    |         | A113   | 125.3    | 79.1                               | 47.5                                | 53.2  | 53.6  | 54.0   | 58.1   | 61.3   | 66.0   | 66.3   | 67.2   | 70.6   | 72.1   | 74.0   | 78.9   | 77.1 | 76.5     | 74.7    | 73.1  | 71.9    | 66.9     | 63.1  | 60.9  | 58.9    | 59.4  | 55.4   | 50.8     | 36.4   |
|                    |         | A121   | 116.2    | 79.4                               | 47.0                                | 52.6  | 54.0  | 53.2   | 57.2   | 59.2   | 65.5   | 66.3   | 68.4   | 70.4   | 73.6   | 73.7   | 77.7   | 76.7 | 75.2     | 73.7    | 72.1  | 70.8    | 63.9     | 61.3  | 58.6  | 57.1    | 58.2  | 52.9   | 48.9     | 34.4   |
|                    |         | A129   | 107.6    | 80.5                               | 44.7                                | 49.0  | 50.1  | 53.0   | 54.9   | 56.9   | 62.5   | 62.8   | 68.2   | 69.1   | 73.8   | 73.6   | 76.5   | 78.5 | 75.1     | 73.9    | 71.6  | 71.5    | 67.2     | 63.1  | 61.6  | 58.4    | 60.1  | 53.6   | 49.1     | 33.9   |
|                    |         | Mittel |          | 79.7                               | 46.4                                | 51.0  | 52.0  | 53.0   | 56.3   | 59.0   | 64.0   | 64.0   | 67.4   | 69.8   | 72.9   | 73.3   | 76.8   | 77.3 | 75.9     | 74.2    | 72.6  | 71.5    | 66.6     | 63.6  | 60.7  | 58.3    | 59.2  | 53.9   | 49.7     | 35.2   |
|                    | Tag +51 | A204   | 113.4    | 77.1                               | 44.6                                | 50.4  | 51.8  | 52.3   | 56.4   | 59.3   | 64.8   | 64.6   | 66.8   | 68.7   | 69.7   | 69.0   | 72.3   | 73.5 | 71.8     | 70.4    | 70.7  | 70.7    | 68.4     | 67.1  | 65.8  | 63.0    | 64.4  | 59.5   | 54.8     | 38.9   |
|                    |         | A214   | 108.2    | 79.4                               | 46.9                                | 49.5  | 50.5  | 52.8   | 54.6   | 59.4   | 64.1   | 64.0   | 68.8   | 69.3   | 72.9   | 71.6   | 74.6   | 76.4 | 74.0     | 72.5    | 73.1  | 69.6    | 67.1     | 67.0  | 63.9  | 62.4    | 64.9  | 59.0   | 55.2     | 39.4   |
|                    |         | A218   | 109.3    | 80.1                               | 46.3                                | 50.2  | 51.5  | 53.7   | 55.4   | 60.2   | 65.4   | 66.7   | 69.5   | 72.1   | 78.5   | 71.3   | 73.5   | 77.4 | 72.7     | 71.5    | 71.9  | 68.0    | 66.5     | 66.4  | 63.7  | 63.0    | 65.2  | 60.0   | 56.5     | 39.9   |
|                    |         | A207   | 118.7    | 78.0                               | 46.7                                | 52.0  | 52.8  | 52.6   | 56.8   | 58.7   | 66.7   | 66.7   | 68.5   | 70.3   | 71.2   | 71.3   | 73.8   | 73.6 | 73.6     | 71.2    | 73.7  | 73.1    | 70.1     | 68.2  | 66.9  | 64.0    | 64.9  | 60.8   | 56.0     | 40.2   |
|                    |         | A215   | 119.1    | 77.6                               | 47.1                                | 51.8  | 53.1  | 52.2   | 56.7   | 58.6   | 66.1   | 66.0   | 67.8   | 69.9   | 71.9   | 70.4   | 73.8   | 73.1 | 73.4     | 73.1    | 72.1  | 71.7    | 69.3     | 67.5  | 66.5  | 64.0    | 65.7  | 60.8   | 57.3     | 40.7   |
|                    |         | A219   | 125.8    | 77.9                               | 48.0                                | 53.6  | 53.1  | 53.9   | 58.3   | 61.5   | 66.8   | 68.0   | 67.9   | 70.2   | 71.5   | 72.1   | 75.4   | 73.7 | 74.8     | 72.0    | 73.5  | 74.0    | 70.8     | 67.5  | 66.8  | 64.4    | 65.5  | 61.6   | 57.9     | 42.3   |
|                    |         | A223   | 124.1    | 78.7                               | 47.1                                | 54.3  | 53.3  | 54.3   | 58.0   | 62.0   | 66.3   | 67.1   | 68.0   | 69.4   | 71.1   | 71.7   | 76.9   | 75.7 | 75.8     | 74.4    | 74.8  | 73.5    | 68.4     | 66.9  | 65.5  | 63.3    | 65.4  | 60.7   | 56.7     | 42.2   |
|                    |         | Mittel |          | 78.4                               | 46.7                                | 51.7  | 52.3  | 53.1   | 56.6   | 59.9   | 65.7   | 66.2   | 68.2   | 70.0   | 72.4   | 71.0   | 74.3   | 74.8 | 73.7     | 72.2    | 72.8  | 71.5    | 68.7     | 67.2  | 65.6  | 63.4    | 65.1  | 60.3   | 56.3     | 40.5   |

L<sub>pAeq,80km/h</sub> und Terzpegelauswertung des A-gewichteten Schalldrucksignals der ICN Vorbeifahrten

|                    |          | LNR    | V [km/h] | L <sub>pAeq, 80km/h</sub><br>dB(A) | dB(A), tatsächliche Geschwindigkeit |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |
|--------------------|----------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------|---------|-------|---------|----------|-------|-------|---------|-------|--------|----------|--------|
|                    |          |        |          |                                    | 50 Hz                               | 63 Hz | 80 Hz | 100 Hz | 125 Hz | 160 Hz | 200 Hz | 250 Hz | 315 Hz | 400 Hz | 500 Hz | 630 Hz | 800 Hz | 1kHz | 1.25 kHz | 1.6 kHz | 2 kHz | 2.5 kHz | 3.15 kHz | 4 kHz | 5 kHz | 6.3 kHz | 8 kHz | 10 kHz | 12.5 kHz | 16 kHz |
| ICN 105 - 125 km/h | Tag +200 | A304   | 106.8    | 77.7                               | 46.5                                | 50.0  | 50.6  | 54.9   | 57.4   | 60.4   | 64.6   | 64.0   | 66.3   | 68.2   | 72.5   | 70.3   | 72.7   | 74.5 | 71.4     | 69.6    | 71.7  | 67.8    | 64.1     | 62.1  | 60.1  | 58.6    | 59.8  | 55.4   | 51.4     | 37.4   |
|                    |          | A308   | 111.7    | 79.3                               | 47.4                                | 50.4  | 50.5  | 53.3   | 57.3   | 59.7   | 64.3   | 63.0   | 65.5   | 69.7   | 78.6   | 70.3   | 73.7   | 77.3 | 72.9     | 71.1    | 72.3  | 66.1    | 62.2     | 61.3  | 58.6  | 57.6    | 59.5  | 55.0   | 51.0     | 38.0   |
|                    |          | A314   | 112.4    | 77.6                               | 46.5                                | 50.6  | 51.4  | 53.7   | 57.1   | 59.3   | 64.5   | 62.7   | 65.0   | 68.6   | 71.1   | 70.3   | 74.0   | 75.5 | 72.1     | 70.8    | 72.2  | 68.6    | 65.6     | 64.5  | 61.3  | 59.2    | 60.1  | 55.8   | 51.7     | 38.7   |
|                    |          | A328   | 112.1    | 77.4                               | 46.8                                | 50.9  | 52.5  | 55.2   | 58.6   | 60.4   | 65.1   | 64.4   | 65.8   | 67.8   | 71.7   | 71.0   | 73.8   | 74.7 | 72.1     | 70.1    | 72.2  | 68.3    | 64.2     | 61.5  | 59.4  | 58.5    | 60.3  | 61.0   | 56.2     | 41.7   |
|                    |          | A305   | 123.8    | 78.5                               | 47.7                                | 51.7  | 53.9  | 55.1   | 59.4   | 61.9   | 66.1   | 67.2   | 67.7   | 69.6   | 72.5   | 73.8   | 77.7   | 76.4 | 74.4     | 71.8    | 74.4  | 71.8    | 64.2     | 63.6  | 62.3  | 59.6    | 61.2  | 56.6   | 52.4     | 39.0   |
|                    |          | A309   | 120.0    | 77.5                               | 46.3                                | 52.1  | 53.5  | 53.6   | 57.8   | 60.7   | 64.8   | 65.3   | 65.1   | 68.3   | 71.3   | 72.6   | 74.2   | 73.8 | 73.2     | 71.0    | 75.2  | 71.3    | 66.7     | 65.5  | 64.0  | 61.6    | 61.5  | 58.0   | 53.7     | 39.4   |
|                    |          | A317   | 124.6    | 77.5                               | 47.2                                | 53.0  | 55.1  | 54.6   | 58.8   | 61.8   | 65.9   | 66.2   | 66.9   | 68.6   | 71.5   | 72.3   | 75.5   | 74.7 | 74.2     | 70.6    | 74.7  | 73.2    | 65.8     | 62.9  | 61.3  | 59.8    | 60.7  | 56.6   | 52.6     | 39.7   |
|                    |          | A323   | 123.8    | 77.1                               | 47.3                                | 52.1  | 53.9  | 54.2   | 58.3   | 61.9   | 65.3   | 65.9   | 65.1   | 68.6   | 70.8   | 70.9   | 75.6   | 74.7 | 74.9     | 71.8    | 72.7  | 70.2    | 64.1     | 62.7  | 61.0  | 59.8    | 62.0  | 57.5   | 53.7     | 40.0   |
|                    |          | A327   | 111.4    | 77.9                               | 45.9                                | 50.3  | 51.6  | 53.5   | 57.6   | 59.1   | 65.2   | 63.8   | 65.2   | 68.0   | 71.1   | 70.6   | 74.0   | 75.6 | 72.1     | 70.5    | 73.1  | 68.8    | 66.2     | 64.9  | 61.0  | 59.0    | 60.1  | 56.1   | 52.1     | 38.1   |
|                    |          | A329   | 113.4    | 79.3                               | 46.7                                | 51.9  | 52.6  | 53.2   | 58.1   | 60.0   | 65.6   | 65.7   | 67.2   | 68.6   | 74.6   | 73.3   | 76.9   | 77.6 | 74.1     | 71.7    | 72.4  | 67.6    | 63.3     | 61.9  | 59.4  | 58.4    | 60.5  | 55.9   | 52.0     | 38.8   |
|                    |          | Mittel |          | 78.0                               | 46.8                                | 51.3  | 52.6  | 54.1   | 58.0   | 60.5   | 65.1   | 64.8   | 66.0   | 68.6   | 72.6   | 71.5   | 74.8   | 75.5 | 73.1     | 70.9    | 73.1  | 69.4    | 64.6     | 63.1  | 60.8  | 59.2    | 60.6  | 56.8   | 52.7     | 39.1   |

L<sub>pAeq,80km/h</sub> und Terzpegelauswertung des A-gewichteten Schalldrucksignals der ICN Vorbeifahrten

|                   |          | LNR    | V [km/h] | L <sub>pAeq, 80kmh</sub><br>dB(A) | dB(A), tatsächliche Geschwindigkeit |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |  |  |
|-------------------|----------|--------|----------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------|---------|-------|---------|----------|-------|-------|---------|-------|--------|----------|--------|--|--|
|                   |          |        |          |                                   |                                     |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |  |  |
|                   |          |        |          |                                   | 50 Hz                               | 63 Hz | 80 Hz | 100 Hz | 125 Hz | 160 Hz | 200 Hz | 250 Hz | 315 Hz | 400 Hz | 500 Hz | 630 Hz | 800 Hz | 1kHz | 1.25 kHz | 1.6 kHz | 2 kHz | 2.5 kHz | 3.15 kHz | 4 kHz | 5 kHz | 6.3 kHz | 8 kHz | 10 kHz | 12.5 kHz | 16 kHz |  |  |
| NPZ 95 - 115 km/h | Tag -2   | A008   | 110.4    | 82.1                              | 45.8                                | 45.7  | 49.1  | 52.9   | 54.8   | 57.0   | 60.6   | 64.8   | 67.6   | 69.1   | 72.3   | 74.1   | 78.1   | 78.9 | 77.3     | 75.4    | 80.5  | 70.6    | 67.6     | 69.7  | 64.8  | 64.2    | 65.9  | 61.8   | 57.1     | 43.3   |  |  |
|                   |          | A012   | 95.8     | 84.2                              | 40.5                                | 43.2  | 47.8  | 50.5   | 53.7   | 56.2   | 63.5   | 69.8   | 71.2   | 71.9   | 73.2   | 75.8   | 79.7   | 77.7 | 77.7     | 78.4    | 75.6  | 72.0    | 70.8     | 68.4  | 64.2  | 64.1    | 64.3  | 60.0   | 54.6     | 40.4   |  |  |
|                   |          | A016   | 110.1    | 83.9                              | 45.1                                | 45.5  | 50.5  | 52.6   | 54.4   | 58.1   | 66.4   | 71.9   | 71.9   | 72.5   | 74.2   | 76.6   | 80.8   | 80.4 | 78.2     | 76.3    | 81.6  | 72.4    | 68.1     | 69.5  | 65.8  | 65.3    | 66.2  | 62.0   | 56.6     | 42.3   |  |  |
|                   |          | A022   | 99.8     | 82.6                              | 40.7                                | 43.1  | 46.1  | 49.9   | 52.0   | 54.7   | 59.1   | 64.5   | 65.9   | 69.2   | 71.7   | 73.2   | 78.0   | 78.0 | 77.7     | 77.0    | 76.4  | 70.3    | 68.9     | 68.2  | 65.3  | 65.0    | 64.5  | 60.0   | 54.9     | 41.0   |  |  |
|                   |          | A028   | 105.9    | 83.4                              | 43.6                                | 42.4  | 47.2  | 52.3   | 55.2   | 60.3   | 63.7   | 66.2   | 70.6   | 71.7   | 73.6   | 75.4   | 80.0   | 80.4 | 78.2     | 74.8    | 79.7  | 69.9    | 68.3     | 68.4  | 65.3  | 64.5    | 65.3  | 60.2   | 55.3     | 40.4   |  |  |
|                   |          | Mittel |          | 83.3                              | 43.1                                | 44.0  | 48.1  | 51.6   | 54.0   | 57.3   | 62.7   | 67.4   | 69.4   | 70.9   | 73.0   | 75.0   | 79.3   | 79.1 | 77.8     | 76.4    | 78.8  | 71.0    | 68.7     | 68.8  | 65.1  | 64.6    | 65.2  | 60.8   | 55.7     | 41.5   |  |  |
|                   | Tag +1   | A106   | 100.3    | 84.2                              | 45.4                                | 47.6  | 49.3  | 53.5   | 55.0   | 59.0   | 65.1   | 70.7   | 73.8   | 76.0   | 77.7   | 77.8   | 80.9   | 79.7 | 76.6     | 74.3    | 72.4  | 69.5    | 67.0     | 65.4  | 61.7  | 61.0    | 60.4  | 55.9   | 50.8     | 39.5   |  |  |
|                   |          | A110   | 105.3    | 79.1                              | 44.8                                | 48.0  | 49.5  | 52.6   | 55.5   | 59.1   | 63.5   | 65.2   | 68.6   | 70.2   | 71.1   | 73.3   | 74.9   | 75.4 | 74.1     | 71.9    | 70.7  | 67.2    | 64.6     | 63.5  | 60.3  | 59.0    | 60.6  | 54.0   | 49.4     | 36.4   |  |  |
|                   |          | A118   | 109.1    | 80.7                              | 46.2                                | 47.9  | 50.3  | 52.9   | 56.0   | 60.0   | 64.8   | 68.0   | 72.0   | 73.2   | 74.6   | 76.2   | 78.1   | 76.9 | 74.5     | 72.2    | 71.7  | 68.3    | 64.9     | 65.0  | 60.6  | 59.2    | 60.9  | 54.6   | 50.1     | 38.2   |  |  |
|                   |          | A122   | 97.7     | 80.0                              | 43.1                                | 47.2  | 49.2  | 52.7   | 53.4   | 59.0   | 61.2   | 65.0   | 69.3   | 68.8   | 70.1   | 73.0   | 73.6   | 75.3 | 73.5     | 73.3    | 70.4  | 72.4    | 64.8     | 62.8  | 59.3  | 58.9    | 58.8  | 53.7   | 51.0     | 37.8   |  |  |
|                   |          | A107   | 117      | 80.5                              | 46.6                                | 49.5  | 51.4  | 52.6   | 56.8   | 59.9   | 64.9   | 67.0   | 68.5   | 72.0   | 71.9   | 73.3   | 78.9   | 77.1 | 75.2     | 75.0    | 77.4  | 73.0    | 70.6     | 68.8  | 63.3  | 61.5    | 60.8  | 56.9   | 51.5     | 40.4   |  |  |
|                   |          | A119   | 106.8    | 79.5                              | 45.5                                | 48.2  | 50.0  | 52.9   | 56.0   | 60.0   | 64.1   | 64.9   | 68.9   | 70.1   | 71.9   | 73.7   | 75.4   | 76.2 | 74.2     | 73.4    | 71.5  | 67.9    | 65.5     | 64.1  | 61.0  | 59.3    | 60.5  | 54.6   | 50.2     | 36.9   |  |  |
|                   |          | A127   | 104.2    | 80.9                              | 43.5                                | 48.0  | 49.2  | 52.6   | 55.8   | 60.1   | 63.9   | 68.7   | 71.9   | 72.0   | 74.1   | 75.7   | 76.9   | 77.2 | 74.6     | 72.1    | 70.7  | 66.9    | 63.8     | 62.8  | 59.5  | 58.5    | 59.3  | 53.7   | 49.2     | 36.8   |  |  |
|                   |          | Mittel |          | 80.8                              | 45.0                                | 48.1  | 49.8  | 52.8   | 55.5   | 59.6   | 63.9   | 67.1   | 70.4   | 71.7   | 73.0   | 74.7   | 77.0   | 76.8 | 74.7     | 73.2    | 72.1  | 69.3    | 65.9     | 64.6  | 60.8  | 59.6    | 60.2  | 54.8   | 50.3     | 38.0   |  |  |
|                   | Tag +51  | A200   | 109.3    | 83.0                              | 47.4                                | 48.8  | 50.9  | 53.8   | 57.4   | 60.8   | 65.9   | 69.7   | 74.8   | 76.3   | 78.7   | 78.0   | 80.2   | 78.8 | 76.3     | 73.2    | 72.6  | 71.8    | 69.5     | 68.6  | 67.1  | 65.6    | 66.0  | 61.8   | 57.0     | 42.9   |  |  |
|                   |          | A208   | 108.9    | 82.3                              | 48.2                                | 50.0  | 52.1  | 54.3   | 58.2   | 62.1   | 68.7   | 73.5   | 76.1   | 76.4   | 76.6   | 75.9   | 78.8   | 77.9 | 73.9     | 72.5    | 72.6  | 70.8    | 69.8     | 70.0  | 68.5  | 66.6    | 67.5  | 63.1   | 58.1     | 45.0   |  |  |
|                   |          | A216   | 103      | 79.4                              | 43.9                                | 48.2  | 50.7  | 53.6   | 55.2   | 60.8   | 64.9   | 67.5   | 71.3   | 70.6   | 72.3   | 72.2   | 73.0   | 73.6 | 71.8     | 69.8    | 70.7  | 69.2    | 70.0     | 70.1  | 67.9  | 66.3    | 67.0  | 62.1   | 57.4     | 41.6   |  |  |
|                   |          | A220   | 108.5    | 82.6                              | 46.6                                | 48.3  | 50.2  | 54.2   | 57.2   | 62.1   | 69.0   | 73.8   | 76.3   | 76.8   | 76.5   | 79.1   | 78.2   | 74.1 | 72.4     | 72.1    | 69.9  | 69.2    | 69.2     | 67.8  | 65.8  | 67.1    | 62.3  | 57.8   | 42.7     |        |  |  |
|                   |          | A209   | 99.4     | 81.5                              | 45.0                                | 48.4  | 49.4  | 53.4   | 57.3   | 62.1   | 67.5   | 71.6   | 72.6   | 71.5   | 72.8   | 74.6   | 76.4   | 75.7 | 74.0     | 72.2    | 71.3  | 68.9    | 69.7     | 68.9  | 66.6  | 65.2    | 65.5  | 61.5   | 56.2     | 40.0   |  |  |
|                   |          | Mittel |          | 81.7                              | 46.2                                | 48.7  | 50.7  | 53.8   | 57.1   | 61.6   | 67.2   | 71.2   | 74.2   | 74.3   | 75.4   | 75.4   | 77.5   | 76.8 | 74.0     | 72.0    | 71.9  | 70.1    | 69.6     | 69.3  | 67.6  | 65.9    | 66.6  | 62.1   | 57.3     | 42.4   |  |  |
|                   | Tag +200 | A306   | 106.4    | 80.2                              | 45.5                                | 48.2  | 51.2  | 53.5   | 56.9   | 61.5   | 67.0   | 71.5   | 71.7   | 71.7   | 72.8   | 74.8   | 77.3   | 75.9 | 73.3     | 69.7    | 70.2  | 67.9    | 65.6     | 64.7  | 63.4  | 62.0    | 62.1  | 58.4   | 52.8     | 40.6   |  |  |
|                   |          | A310   | 112.7    | 77.8                              | 47.3                                | 49.6  | 52.1  | 54.6   | 57.9   | 61.1   | 66.7   | 66.2   | 68.1   | 69.2   | 69.9   | 71.4   | 75.3   | 74.8 | 72.6     | 70.1    | 72.1  | 68.5    | 66.0     | 64.4  | 63.4  | 62.2    | 62.9  | 58.8   | 53.7     | 42.3   |  |  |
|                   |          | A324   | 110.5    | 81.1                              | 46.2                                | 48.5  | 50.7  | 53.2   | 57.0   | 61.7   | 66.6   | 71.0   | 71.8   | 72.9   | 74.1   | 76.3   | 78.7   | 77.4 | 75.2     | 71.9    | 71.9  | 70.3    | 68.1     | 67.6  | 66.1  | 65.0    | 65.2  | 61.6   | 56.1     | 42.6   |  |  |
|                   |          | A325   | 96.5     | 77.5                              | 42.6                                | 47.6  | 48.6  | 52.9   | 54.2   | 60.2   | 61.3   | 64.3   | 66.0   | 66.4   | 67.7   | 70.6   | 72.8   | 72.6 | 70.8     | 68.0    | 67.5  | 65.0    | 63.6     | 62.0  | 60.1  | 59.6    | 60.5  | 56.3   | 51.4     | 38.6   |  |  |
|                   |          | Mittel |          | 79.1                              | 45.4                                | 48.5  | 50.7  | 53.6   | 56.5   | 61.1   | 65.4   | 68.3   | 69.4   | 70.1   | 71.1   | 73.3   | 76.0   | 75.2 | 73.0     | 69.9    | 70.4  | 67.9    | 65.8     | 64.7  | 63.2  | 62.2    | 62.7  | 58.7   | 53.5     | 41.0   |  |  |

L<sub>pAeq</sub> und Terzpegelwertung des A-gewichteten Schalldrucksignals der NPZ Vorbeifahrten

|                |            | LNR    | V [km/h] | L <sub>pAeq, 80km/h</sub><br>dB(A) | dB(A), tatsächliche Geschwindigkeit |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |
|----------------|------------|--------|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------|---------|-------|---------|----------|-------|-------|---------|-------|--------|----------|--------|
|                |            |        |          |                                    | 50 Hz                               | 63 Hz | 80 Hz | 100 Hz | 125 Hz | 160 Hz | 200 Hz | 250 Hz | 315 Hz | 400 Hz | 500 Hz | 630 Hz | 800 Hz | 1kHz | 1.25 kHz | 1.6 kHz | 2 kHz | 2.5 kHz | 3.15 kHz | 4 kHz | 5 kHz | 6.3 kHz | 8 kHz | 10 kHz | 12.5 kHz | 16 kHz |
|                |            |        |          |                                    |                                     |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |          |         |       |         |          |       |       |         |       |        |          |        |
| NPZ 75-95 km/h | Tag -2     | A004   | 84.3     | 83.9                               | 37.8                                | 42.6  | 47.2  | 50.9   | 54.1   | 58.9   | 64.9   | 68.8   | 69.3   | 70.1   | 72.7   | 73.6   | 76.7   | 77.4 | 74.3     | 76.9    | 73.3  | 68.0    | 68.0     | 65.0  | 64.2  | 64.1    | 63.0  | 57.4   | 52.6     | 39.0   |
|                |            | A005   | 92.2     | 82.3                               | 38.6                                | 42.8  | 45.2  | 47.7   | 50.4   | 53.7   | 59.7   | 64.9   | 66.0   | 68.6   | 70.4   | 72.0   | 76.2   | 76.5 | 76.3     | 77.4    | 69.0  | 67.2    | 72.1     | 65.4  | 62.3  | 62.3    | 62.5  | 58.4   | 54.2     | 39.5   |
|                |            | A009   | 78.1     | 84.2                               | 39.7                                | 43.8  | 48.0  | 51.4   | 54.3   | 59.4   | 62.1   | 67.4   | 68.5   | 69.3   | 71.1   | 74.8   | 75.1   | 76.5 | 77.4     | 73.7    | 66.2  | 70.8    | 67.8     | 64.4  | 62.7  | 62.1    | 61.4  | 57.9   | 52.9     | 39.4   |
|                |            | A019   | 94.1     | 83.1                               | 40.5                                | 43.1  | 44.8  | 47.6   | 50.4   | 54.2   | 59.2   | 63.8   | 66.2   | 69.3   | 71.2   | 72.6   | 77.5   | 77.3 | 77.8     | 79.0    | 71.5  | 69.0    | 71.5     | 66.1  | 63.1  | 63.4    | 62.4  | 58.4   | 54.3     | 39.6   |
|                |            | Mittel |          | 83.4                               | 39.1                                | 43.0  | 46.3  | 49.4   | 52.3   | 56.5   | 61.5   | 66.2   | 67.5   | 69.3   | 71.4   | 73.2   | 76.4   | 76.9 | 76.4     | 76.7    | 70.0  | 68.7    | 69.9     | 65.2  | 63.1  | 63.0    | 62.3  | 58.0   | 53.5     | 39.4   |
|                | Tag +1     | A114   | 93.3     | 82.5                               | 42.6                                | 48.1  | 49.9  | 54.1   | 55.0   | 61.1   | 64.2   | 68.9   | 72.6   | 71.8   | 73.6   | 74.8   | 77.2   | 76.8 | 76.9     | 71.5    | 70.1  | 68.3    | 66.5     | 61.9  | 59.5  | 58.4    | 56.9  | 52.3   | 48.0     | 36.6   |
|                |            | A126   | 84       | 81.8                               | 39.7                                | 44.4  | 48.5  | 52.0   | 53.9   | 59.2   | 62.9   | 68.7   | 69.3   | 70.5   | 72.4   | 72.9   | 75.6   | 75.1 | 73.1     | 69.2    | 67.0  | 66.0    | 63.4     | 59.6  | 57.6  | 57.3    | 54.7  | 50.3   | 46.4     | 30.9   |
|                |            | A115   | 75.2     | 83.6                               | 40.5                                | 42.7  | 49.0  | 51.3   | 53.6   | 57.6   | 64.1   | 70.3   | 72.6   | 72.5   | 74.0   | 73.3   | 74.9   | 76.0 | 70.9     | 66.7    | 65.8  | 65.7    | 62.6     | 60.3  | 59.3  | 55.9    | 54.3  | 50.7   | 45.3     | 30.9   |
|                |            | Mittel |          | 82.6                               | 41.0                                | 45.1  | 49.1  | 52.5   | 54.2   | 59.3   | 63.7   | 69.3   | 71.5   | 71.6   | 73.3   | 73.6   | 75.9   | 75.9 | 73.6     | 69.2    | 67.6  | 66.7    | 64.2     | 60.6  | 58.8  | 57.2    | 55.3  | 51.1   | 46.6     | 32.8   |
|                | Tag +51    | A212   | 93.9     | 82.5                               | 43.9                                | 48.9  | 52.6  | 54.9   | 57.0   | 62.9   | 66.2   | 70.4   | 72.9   | 71.6   | 73.2   | 73.8   | 75.4   | 74.3 | 73.8     | 72.4    | 76.0  | 74.0    | 70.2     | 69.3  | 66.7  | 65.6    | 65.1  | 61.2   | 55.8     | 40.6   |
|                |            | A224   | 89.9     | 81.6                               | 42.4                                | 48.1  | 49.5  | 54.4   | 55.6   | 60.4   | 66.5   | 70.5   | 71.9   | 71.2   | 73.6   | 73.0   | 74.1   | 73.8 | 73.1     | 70.5    | 69.1  | 68.2    | 69.4     | 68.2  | 65.5  | 64.8    | 64.3  | 60.4   | 55.3     | 39.5   |
|                |            | A213   | 92.3     | 82.2                               | 40.5                                | 46.1  | 47.5  | 51.9   | 53.0   | 58.8   | 63.0   | 69.5   | 73.8   | 75.4   | 75.6   | 73.7   | 75.5   | 74.8 | 73.6     | 69.4    | 68.5  | 68.1    | 69.0     | 66.9  | 64.0  | 62.9    | 63.1  | 58.5   | 54.7     | 39.5   |
|                |            | Mittel |          | 82.1                               | 42.3                                | 47.7  | 49.8  | 53.8   | 55.2   | 60.7   | 65.2   | 70.2   | 72.9   | 72.7   | 74.1   | 73.5   | 75.0   | 74.3 | 73.5     | 70.7    | 71.2  | 70.1    | 69.5     | 68.2  | 65.4  | 64.4    | 64.2  | 60.0   | 55.3     | 39.9   |
|                | (Tag +200) | (A311) | 72.1     | 78.8                               | 39.1                                | 43.4  | 48.8  | 50.6   | 53.4   | 55.2   | 60.8   | 63.7   | 62.8   | 65.7   | 68.4   | 67.1   | 69.7   | 69.3 | 68.4     | 63.8    | 64.1  | 63.1    | 60.6     | 59.2  | 56.3  | 55.3    | 56.0  | 53.0   | 48.1     | 35.2   |

L<sub>pAeq</sub> und Terzpegelauswertung des A-gewichteten Schalldrucksignals der NPZ Vorbeifahrten

## E Bilder Schienenkopfoberfläche

### Messung 1: 2 Tage vor der Bearbeitung



Abbildung E-1      *links: Südliche Schiene, rechts: Nördliche Schiene*

### Messung 4: 10 Tage nach der Bearbeitung



Abbildung E-2      *links: Südliche Schiene, rechts: Nördliche Schiene*

### Messung 5: 51 Tage nach der Bearbeitung



Abbildung E-3      *links: Südliche Schiene, rechts: Nördliche Schiene*

### Messung 6: 200 Tage nach der Bearbeitung



Abbildung E-4      *links: Südliche Schiene, rechts: Nördliche Schiene*