

Monatsbericht August 2022

Fahrbahnlabor

| | |
|-------------------------------|--|
| Auftraggeber: | Schweizerische Eidgenossenschaft; Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Verkehr (BAV), CH-3003 Bern. Das BAFU und das BAV sind Ämter des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) |
| Auftragnehmer | Müller-BBM Rail Technologies GmbH Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5 82152 Planegg www.MuellerBBM-Rail.com |
| Autor/Autorin: | Nathan Isert, Stefan Lutzenberger |
| Begleitung BAFU / BAV: | Franz Kuster, Fredy Fischer Robert Attinger, Christoph Dürig |
| Hinweis: | Dieser Bericht wurde im Auftrag der Bundesämter für Umwelt (BAFU) und Verkehr (BAV) verfasst. Für den Inhalt ist alleine der Auftragnehmer verantwortlich. |
| Version: | V2 |
| Datum | 15.2.2023 |

1. Status Fahrbahnlabor

Bauliche Maßnahmen an der Strecke:

- Keine

Betriebsausfälle:

- Keine

Ausgefallene Sensoren:

- MQ REF: a-ref-3-bl-u-x (bis 12.8.)
- MQ 1_3: a-mq13-3-bl-l-z (bis 12.8.)
- MQ 1_2: a-mq12-5-bl-l-z (bis 12.8.)
- MQ 1_2: a-mq12-5-bl-u-y (bis 12.8.)
- MQ 1_2: v-mq12
- MQ 2_2: v-mq22

Unterhaltsarbeiten und Sensorwechsel (10.-12.8.):

- MQ REF: a-ref-3-bl-u (aufgrund Defekts)
- MQ 1_3: a-mq13-3-bl-l (aufgrund Defekts)
- MQ 1_2: a-mq12-5-bl-l (aufgrund Defekts)
- MQ 1_2: a-mq12-5-bl-u (aufgrund Defekts)
- MQ 1_2: a-mq12-4-rh (aufgrund vermehrter Störungen)
- MQ 2_3: a-mq12-2-rh (aufgrund vermehrter Störungen)
- MQ 2_3: a-mq12-4-rh (aufgrund vermehrter Störungen)

Anpassungen der Datensicherung und -auswertung:

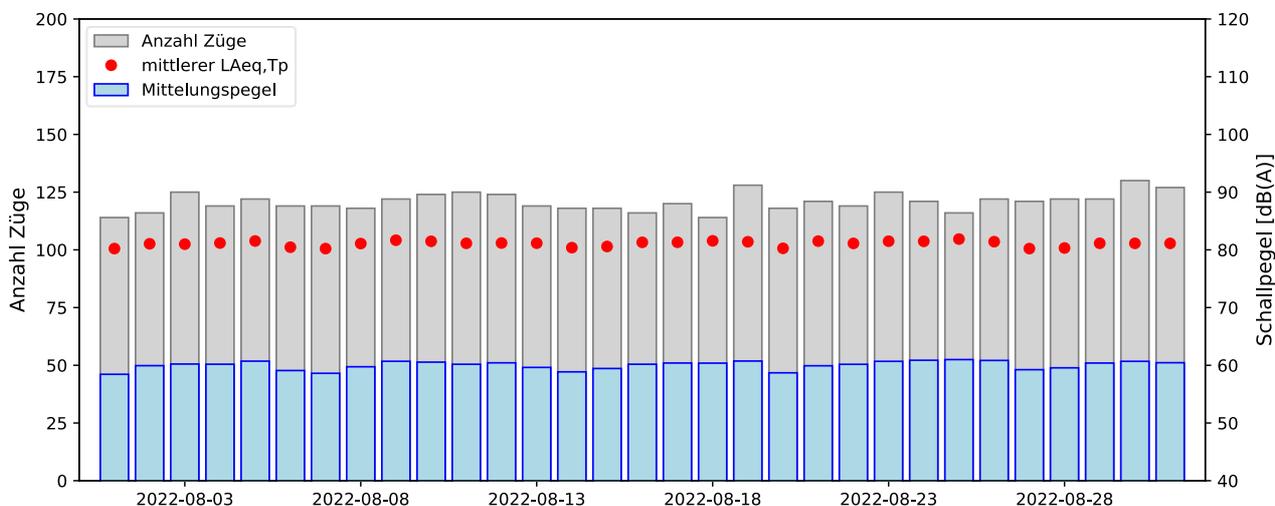
- Einbau eines RFID-Readers und Abspeichern der Fahrzeugkennungen

Monatliches gespeichertes Datenvolumen:

- 217 GB

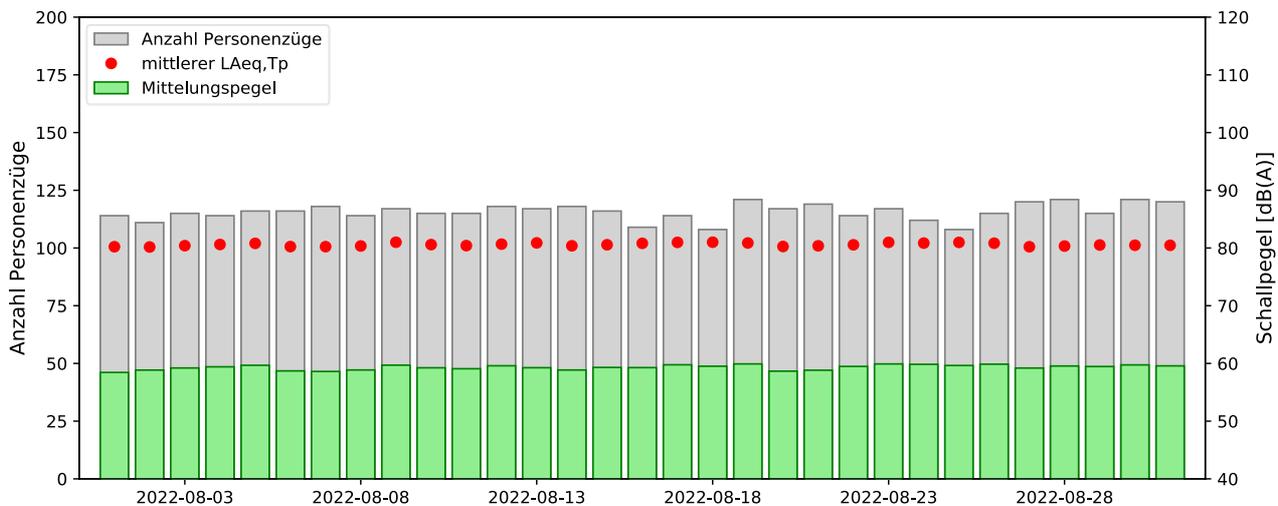
2. Messdaten

Tagesmittelwerte (24h) aller Zugvorbeifahrten am Referenzmessort (REF)



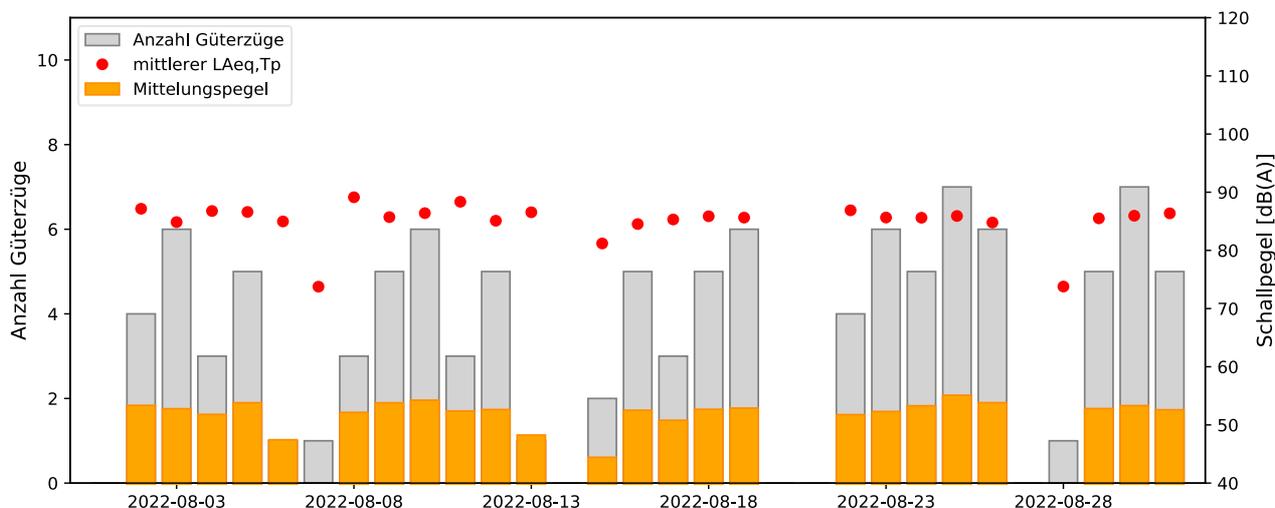
| Datum | Ort | Anzahl Zuege | Anzahl Personenzuege | Anzahl Gueterzuege | Anzahl Dienstzuege | mittlerer LAeq,Tp | Mittelungspegel |
|------------|-----|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| 01.08.2022 | REF | 114 | 114 | 0 | 0 | 80.2 | 58.4 |
| 02.08.2022 | REF | 116 | 111 | 4 | 1 | 81.0 | 59.9 |
| 03.08.2022 | REF | 125 | 115 | 6 | 1 | 81.0 | 60.2 |
| 04.08.2022 | REF | 119 | 114 | 3 | 1 | 81.2 | 60.2 |
| 05.08.2022 | REF | 122 | 116 | 5 | 0 | 81.5 | 60.7 |
| 06.08.2022 | REF | 119 | 117 | 1 | 0 | 80.5 | 59.1 |
| 07.08.2022 | REF | 119 | 118 | 1 | 0 | 80.2 | 58.6 |
| 08.08.2022 | REF | 118 | 114 | 3 | 0 | 81.1 | 59.7 |
| 09.08.2022 | REF | 122 | 117 | 5 | 0 | 81.7 | 60.7 |
| 10.08.2022 | REF | 124 | 115 | 6 | 1 | 81.5 | 60.5 |
| 11.08.2022 | REF | 125 | 115 | 3 | 0 | 81.1 | 60.2 |
| 12.08.2022 | REF | 124 | 118 | 5 | 0 | 81.2 | 60.4 |
| 13.08.2022 | REF | 119 | 117 | 1 | 0 | 81.2 | 59.6 |
| 14.08.2022 | REF | 118 | 118 | 0 | 0 | 80.4 | 58.9 |
| 15.08.2022 | REF | 118 | 116 | 2 | 0 | 80.6 | 59.4 |
| 16.08.2022 | REF | 116 | 109 | 5 | 0 | 81.3 | 60.2 |
| 17.08.2022 | REF | 120 | 115 | 3 | 0 | 81.3 | 60.4 |
| 18.08.2022 | REF | 114 | 108 | 5 | 0 | 81.6 | 60.4 |
| 19.08.2022 | REF | 128 | 121 | 6 | 0 | 81.4 | 60.7 |
| 20.08.2022 | REF | 118 | 117 | 0 | 0 | 80.3 | 58.7 |
| 21.08.2022 | REF | 121 | 119 | 0 | 0 | 81.5 | 59.9 |
| 22.08.2022 | REF | 119 | 114 | 4 | 1 | 81.1 | 60.2 |
| 23.08.2022 | REF | 125 | 117 | 7 | 1 | 81.5 | 60.7 |
| 24.08.2022 | REF | 121 | 112 | 5 | 1 | 81.5 | 60.9 |
| 25.08.2022 | REF | 116 | 108 | 7 | 0 | 81.9 | 61.0 |
| 26.08.2022 | REF | 122 | 115 | 6 | 1 | 81.4 | 60.8 |
| 27.08.2022 | REF | 121 | 120 | 0 | 0 | 80.2 | 59.2 |
| 28.08.2022 | REF | 122 | 121 | 1 | 0 | 80.3 | 59.6 |
| 29.08.2022 | REF | 122 | 115 | 5 | 0 | 81.1 | 60.4 |
| 30.08.2022 | REF | 130 | 121 | 7 | 1 | 81.1 | 60.7 |
| 31.08.2022 | REF | 127 | 120 | 5 | 1 | 81.1 | 60.4 |
| Monat | REF | 3744 | 3587 | 111 | 10 | 81.1 | 60.1 |

Tagesmittelwerte (24h) aller Personenzüge am Referenzmessort (REF)



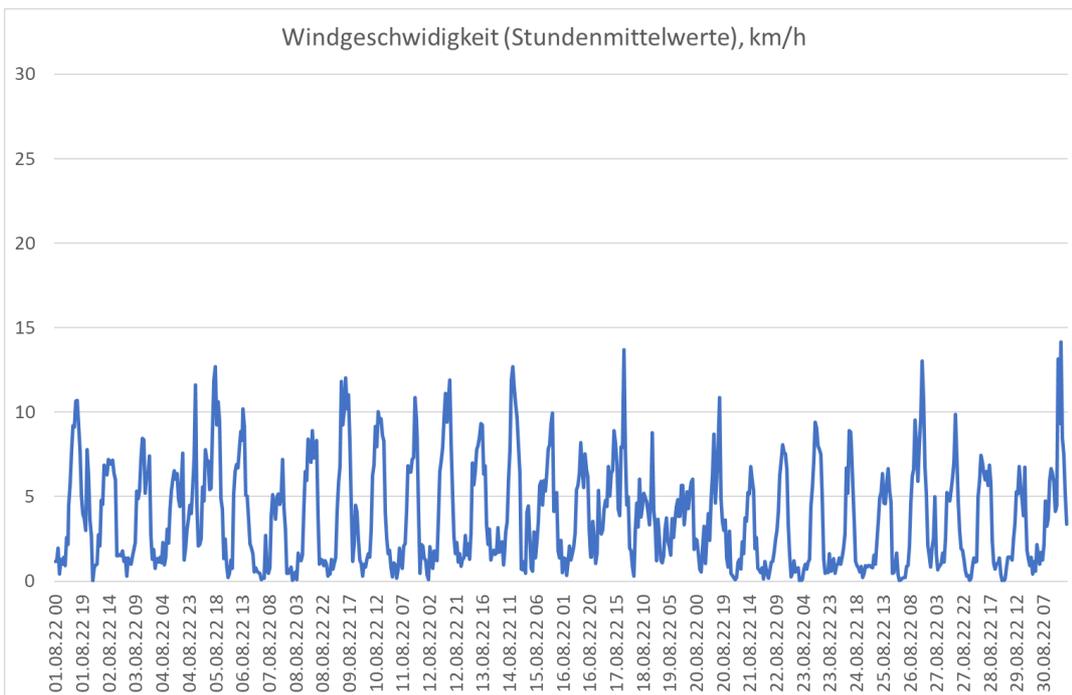
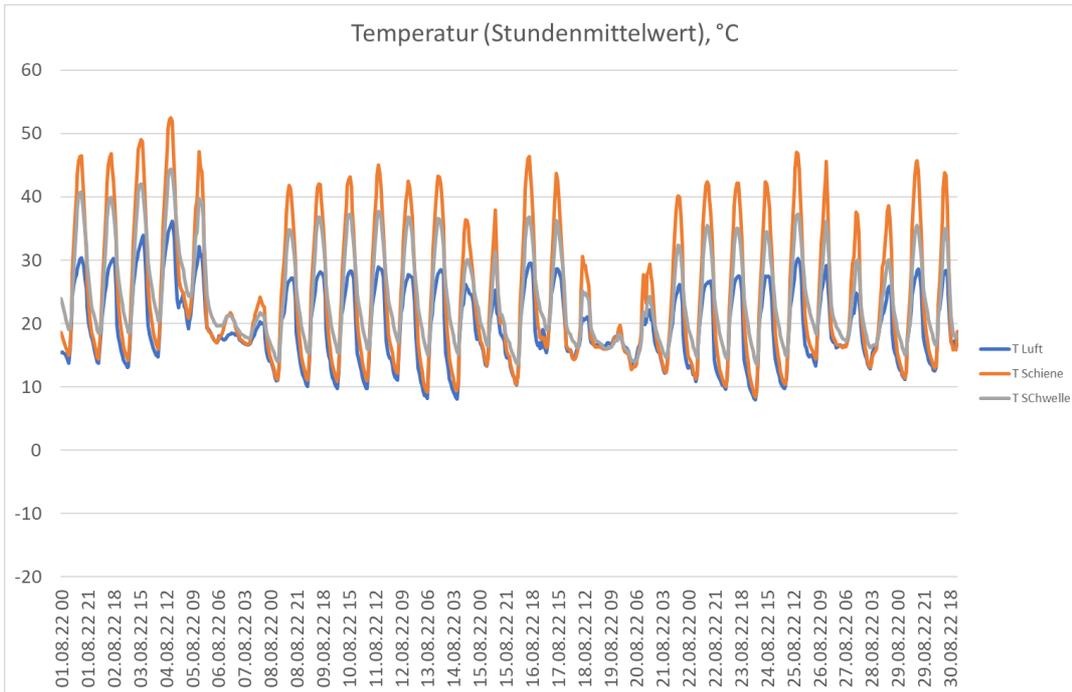
| Datum | Ort | Anzahl Personenzuege | mittlere Geschwindigkeit | mittlere Laenge | mittlere Achszahl | mittlerer LAeqTp | Mittelungspegel |
|------------|-----|----------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 01.08.2022 | REF | 114 | 111 | 138 | 20 | 80.2 | 58.4 |
| 02.08.2022 | REF | 111 | 111 | 158 | 23 | 80.2 | 58.8 |
| 03.08.2022 | REF | 115 | 112 | 160 | 24 | 80.4 | 59.2 |
| 04.08.2022 | REF | 114 | 112 | 159 | 23 | 80.6 | 59.4 |
| 05.08.2022 | REF | 116 | 112 | 161 | 24 | 80.8 | 59.7 |
| 06.08.2022 | REF | 117 | 112 | 143 | 21 | 80.2 | 58.7 |
| 07.08.2022 | REF | 118 | 111 | 137 | 20 | 80.2 | 58.6 |
| 08.08.2022 | REF | 114 | 113 | 150 | 22 | 80.3 | 58.9 |
| 09.08.2022 | REF | 117 | 112 | 153 | 22 | 81.0 | 59.7 |
| 10.08.2022 | REF | 115 | 114 | 157 | 23 | 80.6 | 59.2 |
| 11.08.2022 | REF | 115 | 113 | 153 | 22 | 80.4 | 59.1 |
| 12.08.2022 | REF | 118 | 113 | 160 | 23 | 80.7 | 59.6 |
| 13.08.2022 | REF | 117 | 114 | 146 | 21 | 80.9 | 59.3 |
| 14.08.2022 | REF | 118 | 112 | 141 | 21 | 80.4 | 58.9 |
| 15.08.2022 | REF | 116 | 112 | 155 | 23 | 80.6 | 59.3 |
| 16.08.2022 | REF | 109 | 112 | 154 | 23 | 80.8 | 59.3 |
| 17.08.2022 | REF | 115 | 113 | 164 | 24 | 81.0 | 59.8 |
| 18.08.2022 | REF | 108 | 112 | 160 | 23 | 81.0 | 59.5 |
| 19.08.2022 | REF | 121 | 111 | 159 | 23 | 80.9 | 59.9 |
| 20.08.2022 | REF | 117 | 114 | 140 | 20 | 80.3 | 58.7 |
| 21.08.2022 | REF | 119 | 113 | 140 | 21 | 80.4 | 58.8 |
| 22.08.2022 | REF | 114 | 112 | 163 | 24 | 80.6 | 59.5 |
| 23.08.2022 | REF | 117 | 113 | 162 | 24 | 81.0 | 59.9 |
| 24.08.2022 | REF | 112 | 110 | 164 | 24 | 80.8 | 59.9 |
| 25.08.2022 | REF | 108 | 113 | 166 | 24 | 81.0 | 59.6 |
| 26.08.2022 | REF | 115 | 114 | 170 | 25 | 80.8 | 59.9 |
| 27.08.2022 | REF | 120 | 113 | 159 | 23 | 80.2 | 59.2 |
| 28.08.2022 | REF | 121 | 113 | 157 | 23 | 80.3 | 59.6 |
| 29.08.2022 | REF | 115 | 112 | 162 | 24 | 80.5 | 59.5 |
| 30.08.2022 | REF | 121 | 109 | 160 | 23 | 80.5 | 59.7 |
| 31.08.2022 | REF | 120 | 111 | 158 | 23 | 80.5 | 59.6 |
| Monat | REF | 3587 | 112.2 | 155.0 | 22.8 | 80.6 | 59.3 |

Tagesmittelwerte (24h) aller Güterzüge am Referenzmessort (REF)



| Datum | Ort | Anzahl Gueterzuege | mittlere Geschwindigkeit | mittlere Laenge | mittlere Achszahl | mittlerer LAeqTp | Mittelungspegel |
|------------|-----|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|
| 01.08.2022 | REF | 0 | | | | | |
| 02.08.2022 | REF | 4 | 90 | 194 | 38 | 87.2 | 53.4 |
| 03.08.2022 | REF | 6 | 86 | 187 | 41 | 84.9 | 52.8 |
| 04.08.2022 | REF | 3 | 97 | 231 | 45 | 86.8 | 51.8 |
| 05.08.2022 | REF | 5 | 96 | 216 | 48 | 86.6 | 53.8 |
| 06.08.2022 | REF | 1 | 95 | 365 | 88 | 85.0 | 47.4 |
| 07.08.2022 | REF | 1 | 79 | 52 | 8 | 73.8 | 28.3 |
| 08.08.2022 | REF | 3 | 105 | 153 | 22 | 89.1 | 52.2 |
| 09.08.2022 | REF | 5 | 85 | 215 | 48 | 85.7 | 53.8 |
| 10.08.2022 | REF | 6 | 95 | 209 | 42 | 86.4 | 54.3 |
| 11.08.2022 | REF | 3 | 92 | 165 | 25 | 88.4 | 52.4 |
| 12.08.2022 | REF | 5 | 86 | 203 | 46 | 85.1 | 52.6 |
| 13.08.2022 | REF | 1 | 100 | 352 | 84 | 86.6 | 48.3 |
| 14.08.2022 | REF | 0 | | | | | |
| 15.08.2022 | REF | 2 | 76 | 170 | 25 | 81.2 | 44.4 |
| 16.08.2022 | REF | 5 | 83 | 232 | 48 | 84.5 | 52.5 |
| 17.08.2022 | REF | 3 | 78 | 203 | 43 | 85.3 | 50.8 |
| 18.08.2022 | REF | 5 | 85 | 170 | 39 | 85.9 | 52.7 |
| 19.08.2022 | REF | 6 | 82 | 160 | 32 | 85.6 | 52.9 |
| 20.08.2022 | REF | 0 | | | | | |
| 21.08.2022 | REF | 0 | | | | | |
| 22.08.2022 | REF | 4 | 75 | 143 | 23 | 86.9 | 51.8 |
| 23.08.2022 | REF | 7 | 79 | 151 | 33 | 85.7 | 52.3 |
| 24.08.2022 | REF | 5 | 83 | 226 | 52 | 85.6 | 53.3 |
| 25.08.2022 | REF | 7 | 85 | 227 | 51 | 85.9 | 55.1 |
| 26.08.2022 | REF | 6 | 78 | 227 | 50 | 84.8 | 53.8 |
| 27.08.2022 | REF | 0 | | | | | |
| 28.08.2022 | REF | 1 | 80 | 52 | 8 | 73.8 | 28.4 |
| 29.08.2022 | REF | 5 | 82 | 213 | 42 | 85.5 | 52.8 |
| 30.08.2022 | REF | 7 | 94 | 162 | 32 | 86.0 | 53.3 |
| 31.08.2022 | REF | 5 | 91 | 174 | 30 | 86.4 | 52.6 |
| Monat | REF | 111 | 86.6 | 193.9 | 40.2 | 85.9 | 51.5 |

3. Wetterdaten



Anhang: Messgrößen

Vorbeifahrtexpositionspegel TEL

A-bewerteter Schallpegel einer einzelnen Zugvorbeifahrt als energetischer Mittelwert über die Schallereignisdauer T normiert auf die Vorbeifahrtzeit T_p .

$$TEL = 10 \log \left(\frac{1}{T_p} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \quad (1)$$

Mit

$p_A(t)$ = A-bewerteter Schalldruck, [Pa]

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (Bezugsschalldruck), [Pa]

$T_p = T_2 - T_1$ = geometrische Vorbeifahrtzeit des Zuges der zum Zeitpunkt T_1 auf Höhe des Messquerschnitts einfährt und zum Zeitpunkt T_2 diesen wieder verlässt, [s]

T = Zeitintervall, das startet, wenn der geglättete Schalldruckpegel (A-bewerteter Schalldruckpegel geglättet als Funktion über die Zeit beispielsweise mit der Zeitgewichtung F („fast“) oder als Mittelwert über eine Zeitdauer, z.B. 100 ms) zum letzten mal 10 dB unterhalb des Schalldruckpegels liegt der vorherrscht wenn der Zug in den Messquerschnitt einfährt und endet, wenn der geglättete Schalldruckpegel das erste Mal wieder 10 dB unter den Wert fällt der vorherrscht wenn der Zug gerade den Messquerschnitt verlässt. [s]

A-bewerteter äquivalenter Dauerschalldruckpegel der Vorbeifahrt $L_{Aeq,Tp}$

Der A-bewertete äquivalente Dauerschalldruckpegel $L_{Aeq,Tp}$ entspricht dem, über die Messdauer T_p (Vorbeifahrtzeit) energetisch gemittelten A-bewerteten Schalldruckpegel nachfolgender Gleichung:

$$L_{Aeq,Tp} = 10 \log \left(\frac{1}{T_p} \int_{T_1}^{T_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \quad (2)$$

mit

$p_A(t)$ = A-bewerteter Schalldruck, [Pa]

$p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (Bezugsschalldruck), [Pa]

$T_p = T_2 - T_1$ = geometrische Vorbeifahrtzeit des Zuges, [s]

Schallexpositionspegel *SEL*

Der Schallexpositionspegel *SEL* bezieht die akustische Schallenergie auf eine Sekunde. Er wird für die Berechnung des Mittelungspegel verwendet und hat die nachstehende Beziehung mit dem Vorbeifahrtexpositionspegel *TEL*:

$$SEL = TEL - 10 \log (T_0 / T_p) \quad (3)$$

mit

$$T_0 = 1 \text{ [s]}$$

$$T_p = T_2 - T_1 = \text{geometrische Vorbeifahrtzeit des Zuges, [s]}$$

Mittelungspegel

A-bewerteter Schalldruckpegel gemittelt über die Messung einer gegebenen Zeit. Berechnung aus Summe aller Zugfahrten in einer Periode pro Zugkategorie, pro Messstelle nach:

$$\text{Mittelungspegel} = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum 10^{\frac{SEL}{10}} \right) - A1 \quad (4)$$

mit

$$A1 = 10 \cdot \log_{10}(n \cdot 24 \cdot 3600) \text{ für 24 Stundenperiode}$$

SEL (siehe Gleichung 3) aus den Rohdaten

n = Anzahl der Tage im Betrachtungszeitraum

Mittlerer Vorbeifahrtpegel $L_{Aeq, Tp}$

Gemittelter (energetisch) Schallpegel aus den A-bewerteten äquivalenten Schalldruckpegeln der einzelnen Zugvorbeifahrten im Betrachtungszeitraum (Tag/Monat/Jahr)

Berechnung pro Periode, pro Zugkategorie, pro Tag bzw. pro Monat, pro Jahr, pro Messstelle:

$$\text{mittlerer } L_{Aeq, Tp} = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum T_p \cdot 10^{\frac{L_{Aeq, Tp}}{10}} \right) + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{\sum T_p} \right) \quad (5)$$

mit

$$T_p = \text{geometrische Vorbeifahrtzeit des Zuges, [s]}$$

$L_{Aeq, Tp}$ (siehe Gleichung 2) berechnet aus Rohdaten