

Monatsbericht Dezember 2023

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:	Fredy Fischer Franz Kuster, 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 Datengrundlage: Datenbank V3
Datum	15.2.2024

1. Status Fahrbahnlabor

Bauliche Maßnahmen an der Strecke:

- Keine

Betriebsausfälle:

- Keine

Ausgefallene Sensoren:

- MQ 1_1: a-mq11-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 7.10.- 8.12.
- MQ 1_3: a-mq13-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 7.10.- 8.12.
- MQ 2_1: a-mq21-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 7.10.- 8.12.
- MQ 2_2: a-mq22-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 7.10.- 8.12.
- MQ 2_3: a-mq23-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 7.10.-
- REF: a-ref-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 23.10.- 8.12.
- REF: a-ref-4-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 23.10.- 8.12.

Unterhaltsarbeiten und Sensorwechsel:

- MQ 1_1: a-mq11-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.
- MQ 1_3: a-mq13-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.
- MQ 2_1: a-mq21-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.
- MQ 2_2: a-mq22-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.
- REF: a-ref-2-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.
- REF: a-ref-4-rh (vermutlich durch herabhängende Teile eines Zuges) 8.12.

Anpassungen der Datensicherung und -auswertung:

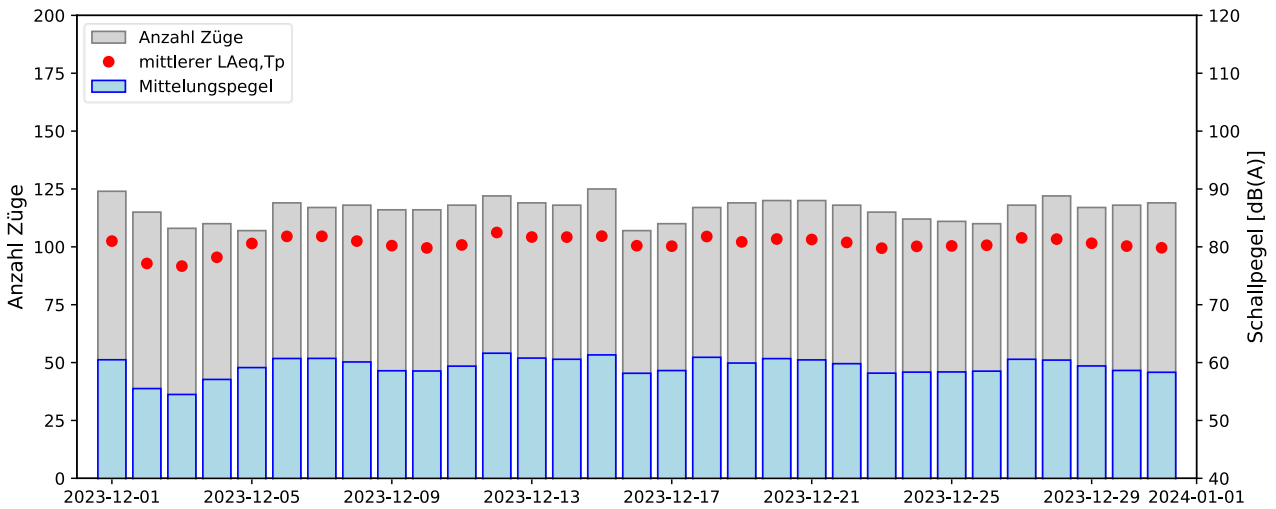
- Die neue Version der Datenbank (V3) wurde fertiggestellt. Diese steht allen Nutzern des Fahrbahnlabor nun zur Verfügung.

Monatliches gespeichertes Datenvolumen:

- 532 GB

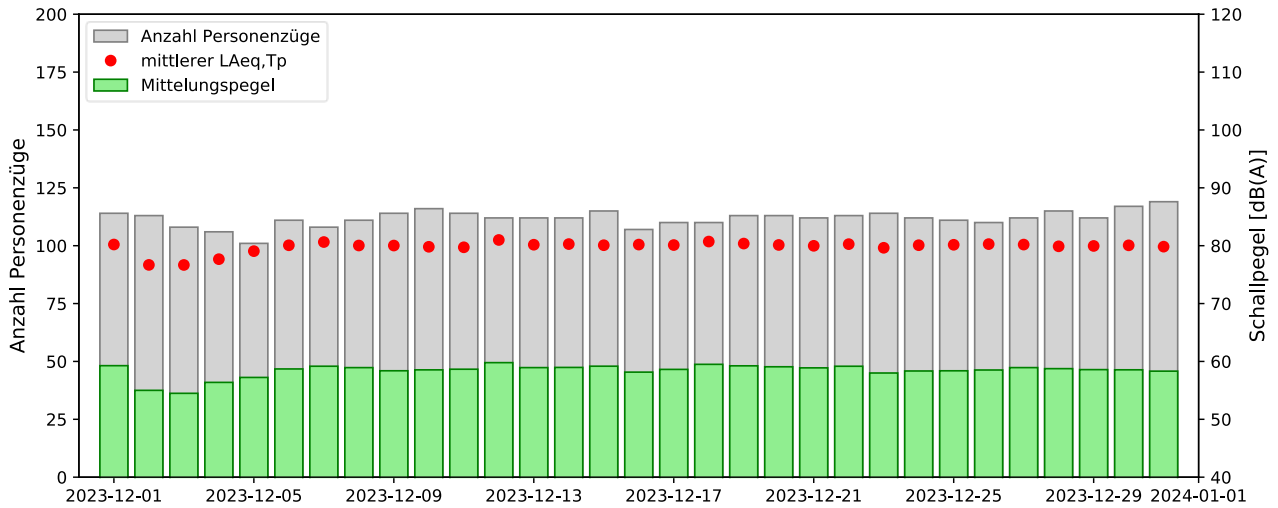
2. Messdaten

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



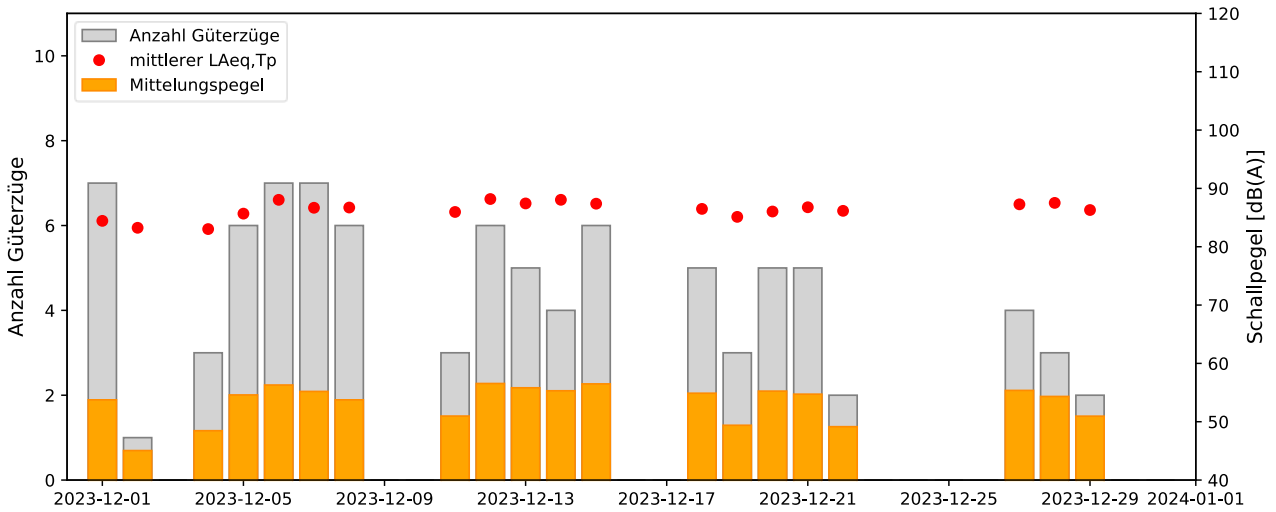
Datum	Ort	Anzahl Züge	Anzahl Personenzüge	Anzahl Güterzüge	Anzahl Dienstzüge	mittlerer LAeq,Tp	Mittelungspegel
01.12.2023	REF	124	114	7	3	81	60,5
02.12.2023	REF	115	113	1	1	77,1	55,5
03.12.2023	REF	108	108	0	0	76,7	54,5
04.12.2023	REF	110	106	3	1	78,2	57,1
05.12.2023	REF	107	101	6	0	80,6	59,1
06.12.2023	REF	119	111	7	1	81,8	60,7
07.12.2023	REF	117	108	7	2	81,8	60,7
08.12.2023	REF	118	111	6	1	81	60,1
09.12.2023	REF	116	114	0	2	80,2	58,6
10.12.2023	REF	116	116	0	0	79,8	58,5
11.12.2023	REF	118	114	3	1	80,3	59,4
12.12.2023	REF	122	112	6	4	82,5	61,6
13.12.2023	REF	119	112	5	2	81,7	60,8
14.12.2023	REF	118	112	4	2	81,7	60,6
15.12.2023	REF	125	115	6	4	81,8	61,3
16.12.2023	REF	107	107	0	0	80,2	58,2
17.12.2023	REF	110	110	0	0	80,1	58,6
18.12.2023	REF	117	110	5	2	81,8	60,9
19.12.2023	REF	119	113	3	3	80,9	59,9
20.12.2023	REF	120	113	5	2	81,3	60,7
21.12.2023	REF	120	112	5	3	81,3	60,5
22.12.2023	REF	118	113	2	3	80,8	59,8
23.12.2023	REF	115	114	0	1	79,8	58,2
24.12.2023	REF	112	112	0	0	80,1	58,4
25.12.2023	REF	111	111	0	0	80,2	58,4
26.12.2023	REF	110	110	0	0	80,3	58,5
27.12.2023	REF	118	112	4	2	81,5	60,6
28.12.2023	REF	122	115	3	4	81,3	60,4
29.12.2023	REF	117	112	2	3	80,6	59,4
30.12.2023	REF	118	117	0	1	80,1	58,6
31.12.2023	REF	119	119	0	0	79,8	58,3
Monat	REF	3605	3467	90	48	80,8	59,6

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



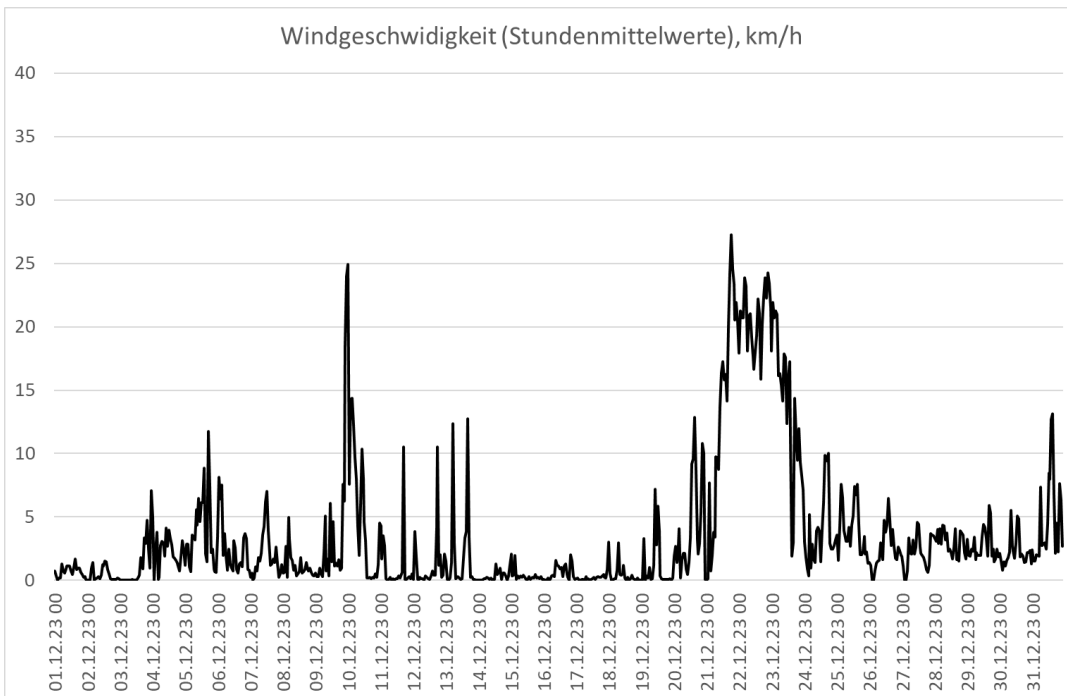
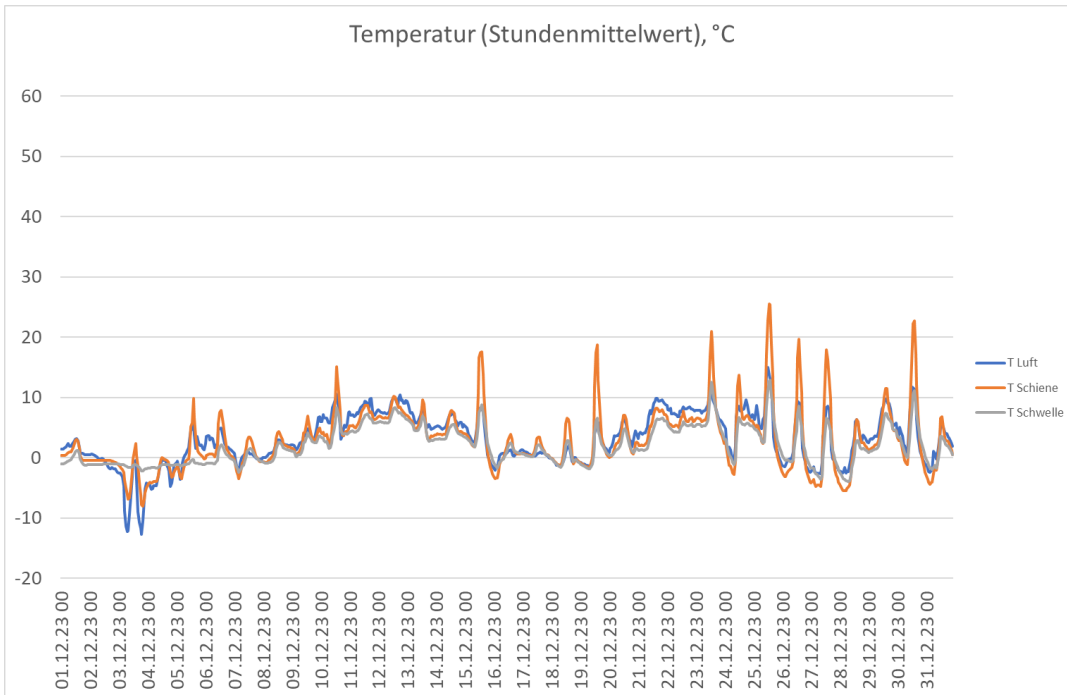
Datum	Ort	Anzahl Personenzüge	mittlere Geschwindigkeit	mittlere Länge	mittlere Achszahl	mittlerer LAeqTp	Mittelungspegel
01.12.2023	REF	114	109,6	171,2	24,6	80,2	59,3
02.12.2023	REF	113	112,7	145,6	21	76,7	55
03.12.2023	REF	108	110,4	131,7	19,8	76,7	54,5
04.12.2023	REF	106	109,8	168,6	24,6	77,7	56,4
05.12.2023	REF	101	111,7	159,5	23,2	79,1	57,2
06.12.2023	REF	111	112,7	161,8	23,7	80,1	58,7
07.12.2023	REF	108	112,5	163,2	23,6	80,6	59,2
08.12.2023	REF	111	113,2	172	24,7	80	58,9
09.12.2023	REF	114	111,7	143,7	20,5	80	58,4
10.12.2023	REF	116	111,5	156,1	22,7	79,8	58,5
11.12.2023	REF	114	110,5	165	24,4	79,7	58,7
12.12.2023	REF	112	110,2	166,2	24,6	81	59,8
13.12.2023	REF	112	110,8	164,8	24,3	80,2	58,9
14.12.2023	REF	112	111,6	161,2	23,6	80,3	59
15.12.2023	REF	115	110,9	171,6	25,1	80,1	59,2
16.12.2023	REF	107	110,3	141	20,4	80,2	58,2
17.12.2023	REF	110	109,2	146,3	21,2	80,1	58,6
18.12.2023	REF	110	111,1	168,5	25	80,7	59,5
19.12.2023	REF	113	110,7	166,6	24,6	80,4	59,2
20.12.2023	REF	113	110,4	169,7	24,9	80,1	59,1
21.12.2023	REF	112	112	169	24,9	80	58,9
22.12.2023	REF	113	112,3	169,4	24,8	80,3	59,2
23.12.2023	REF	114	112,3	143,1	20,7	79,6	58
24.12.2023	REF	112	111	144	20,9	80,1	58,4
25.12.2023	REF	111	111,9	144,5	21	80,2	58,4
26.12.2023	REF	110	112	143,4	20,7	80,3	58,5
27.12.2023	REF	112	109	158,1	23,2	80,2	58,9
28.12.2023	REF	115	110,6	159,3	23,4	79,9	58,8
29.12.2023	REF	112	111,6	159,8	23,4	80	58,6
30.12.2023	REF	117	110,9	142,6	20,7	80,1	58,6
31.12.2023	REF	119	111	138,9	20,1	79,8	58,3
Monat	REF	3467	111,2	157	22,9	79,9	58,5

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



Datum	Ort	Anzahl Güterzüge	mittlere Geschwindigkeit	mittlere Länge	mittlere Achszahl	mittlerer LAeqTp	Mittelungspegel
01.12.2023	REF	7	83,6	230,8	47,7	84,4	53,8
02.12.2023	REF	1	84,5	308,5	84	83,2	45,1
03.12.2023	REF	0					0
04.12.2023	REF	3	79,2	219,6	50	83	48,5
05.12.2023	REF	6	81,3	245	62,7	85,7	54,6
06.12.2023	REF	7	86	195,8	48,9	88	56,3
07.12.2023	REF	7	85,6	195,9	39,1	86,7	55,2
08.12.2023	REF	6	94,2	181,2	31	86,7	53,7
09.12.2023	REF	0					0
10.12.2023	REF	0					0
11.12.2023	REF	3	81,7	212,4	43,3	86	51
12.12.2023	REF	6	81,1	222,2	54,8	88,2	56,6
13.12.2023	REF	5	85	269,7	63,6	87,4	55,8
14.12.2023	REF	4	82,8	248,4	57	88	55,3
15.12.2023	REF	6	79,9	247,5	55	87,4	56,5
16.12.2023	REF	0					0
17.12.2023	REF	0					0
18.12.2023	REF	5	79,4	253,2	60,4	86,5	54,9
19.12.2023	REF	3	82,5	170,7	37,3	85,1	49,4
20.12.2023	REF	5	76,4	297,4	81,6	86	55,2
21.12.2023	REF	5	81,7	213,1	50,4	86,8	54,7
22.12.2023	REF	2	83,1	194,2	34	86,2	49,1
23.12.2023	REF	0					0
24.12.2023	REF	0					0
25.12.2023	REF	0					0
26.12.2023	REF	0					0
27.12.2023	REF	4	85,4	311,3	72	87,3	55,4
28.12.2023	REF	3	84,8	318,6	68,7	87,5	54,3
29.12.2023	REF	2	83,2	284,5	59	86,3	51
30.12.2023	REF	0					0
31.12.2023	REF	0					0
Monat	REF	90	83,2	235,2	53,7	86,7	52,3

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