

Monatsbericht November 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_2: a-mq12-4-rf (aufgrund Defekts) 14.10. – 17.11
- 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_2: a-mq12-4-rf (aufgrund Defekts) 17.11

Anpassungen der Datensicherung und -auswertung:

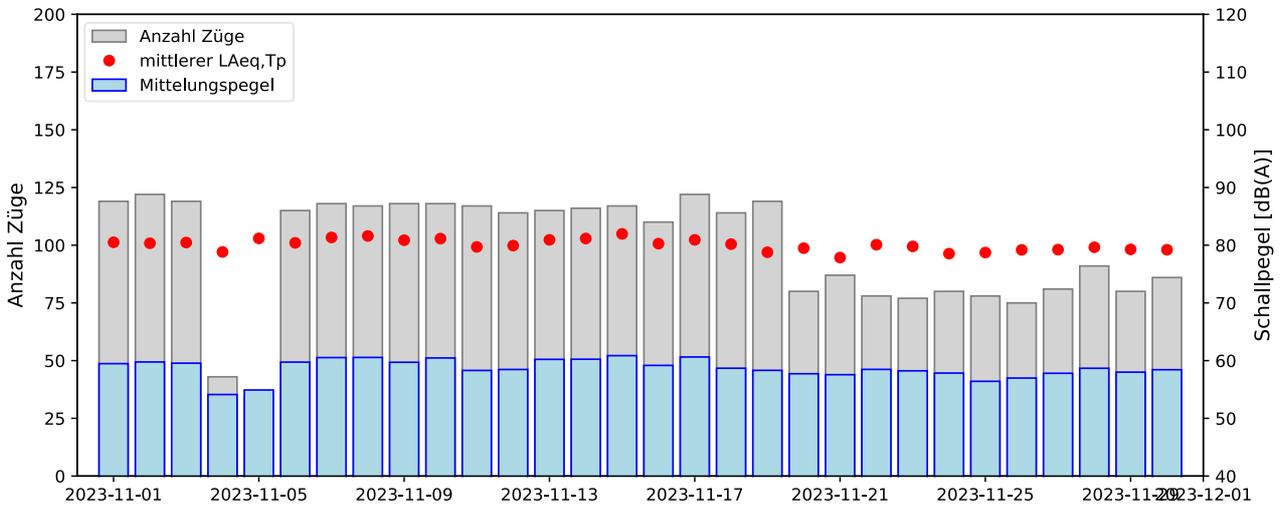
- Keine

Monatliches gespeichertes Datenvolumen:

- 470 GB

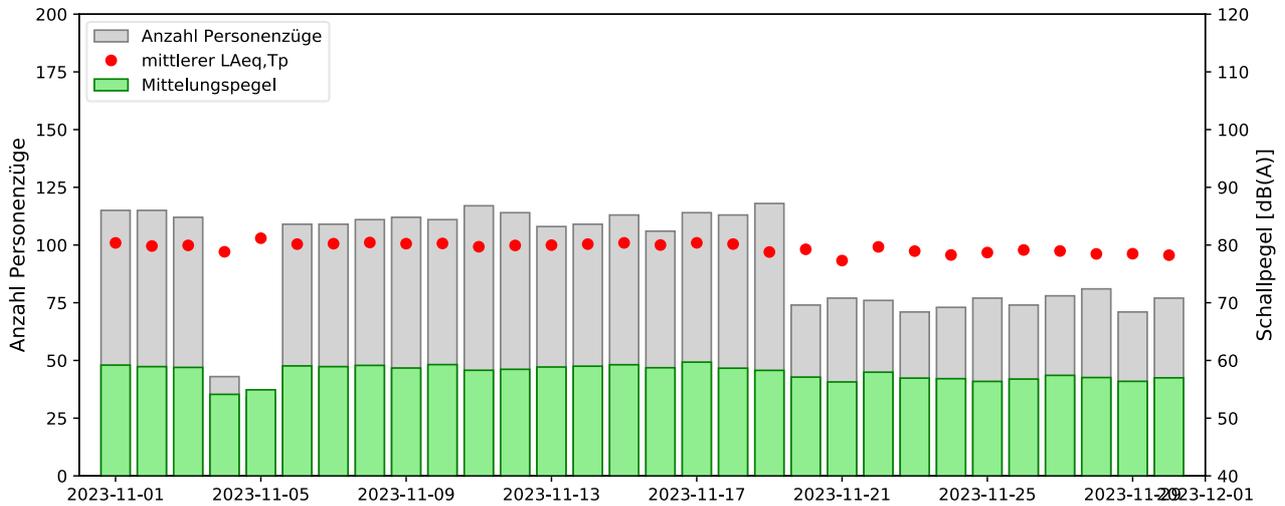
2. Messdaten

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



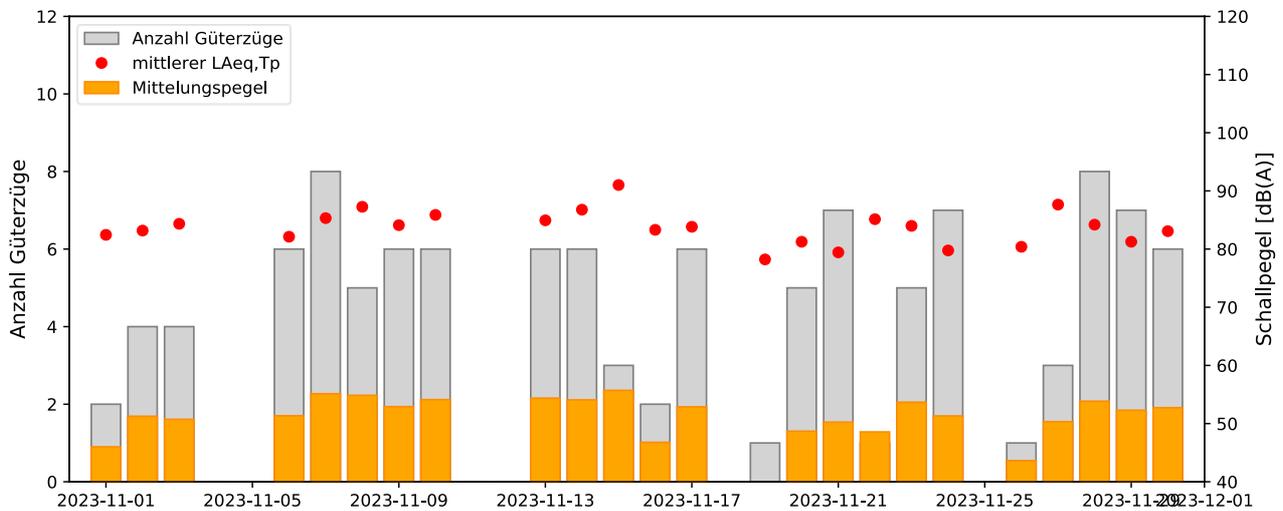
Datum	Ort	Anzahl Züge	Anzahl Personenzüge	Anzahl Güterzüge	Anzahl Dienstzüge	mittlerer LAeq,Tp	Mittelungspegel
01.11.2023	REF	119	115	2	2	80,5	59,5
02.11.2023	REF	122	115	4	3	80,3	59,8
03.11.2023	REF	119	112	4	3	80,5	59,6
04.11.2023	REF	43	43	0	0	78,8	54,1
05.11.2023	REF	34	34	0	0	81,2	54,9
06.11.2023	REF	115	109	6	0	80,4	59,7
07.11.2023	REF	118	109	8	1	81,3	60,5
08.11.2023	REF	117	111	5	1	81,6	60,6
09.11.2023	REF	118	112	6	0	80,9	59,7
10.11.2023	REF	118	111	6	1	81,1	60,5
11.11.2023	REF	117	117	0	0	79,7	58,3
12.11.2023	REF	114	114	0	0	79,9	58,5
13.11.2023	REF	115	108	6	1	80,9	60,2
14.11.2023	REF	116	109	6	1	81,2	60,2
15.11.2023	REF	117	113	3	1	82	60,9
16.11.2023	REF	110	106	2	2	80,3	59,2
17.11.2023	REF	122	114	6	2	80,9	60,6
18.11.2023	REF	114	113	0	1	80,2	58,7
19.11.2023	REF	119	118	1	0	78,8	58,3
20.11.2023	REF	80	74	5	1	79,5	57,7
21.11.2023	REF	87	77	7	3	77,9	57,6
22.11.2023	REF	78	76	1	1	80,1	58,5
23.11.2023	REF	77	71	5	1	79,8	58,2
24.11.2023	REF	80	73	7	0	78,5	57,8
25.11.2023	REF	78	77	0	1	78,7	56,4
26.11.2023	REF	75	74	1	0	79,2	57
27.11.2023	REF	81	78	3	0	79,2	57,8
28.11.2023	REF	91	81	8	2	79,6	58,7
29.11.2023	REF	80	71	7	2	79,3	58
30.11.2023	REF	86	77	6	3	79,2	58,4
Monat	REF	2953	2792	121	40	80,2	58,9

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



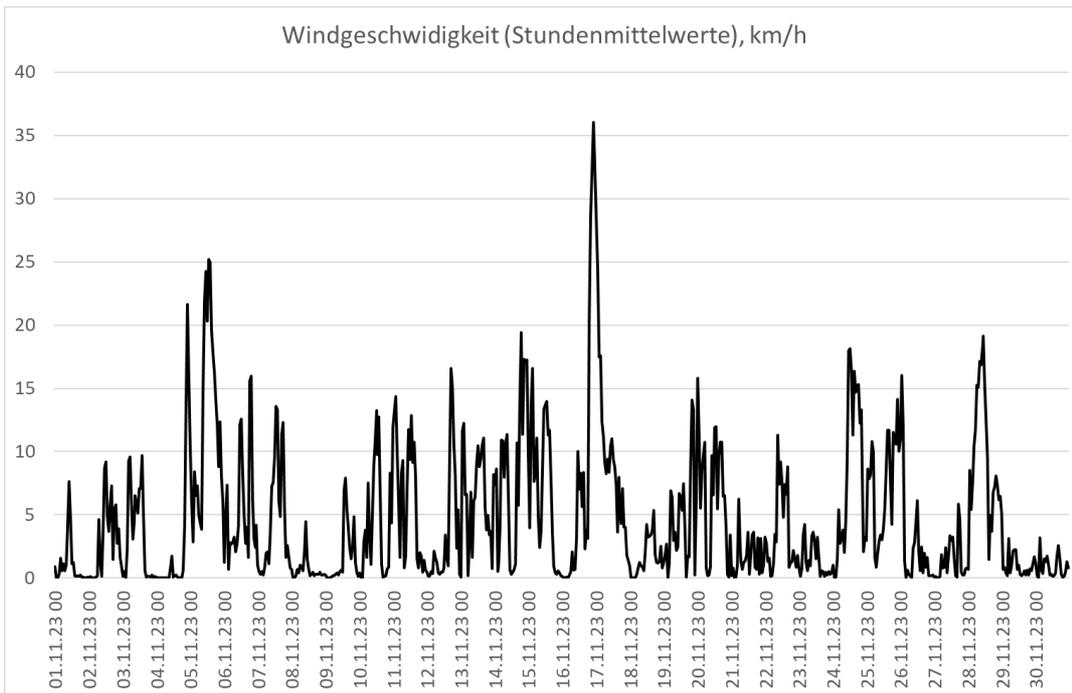
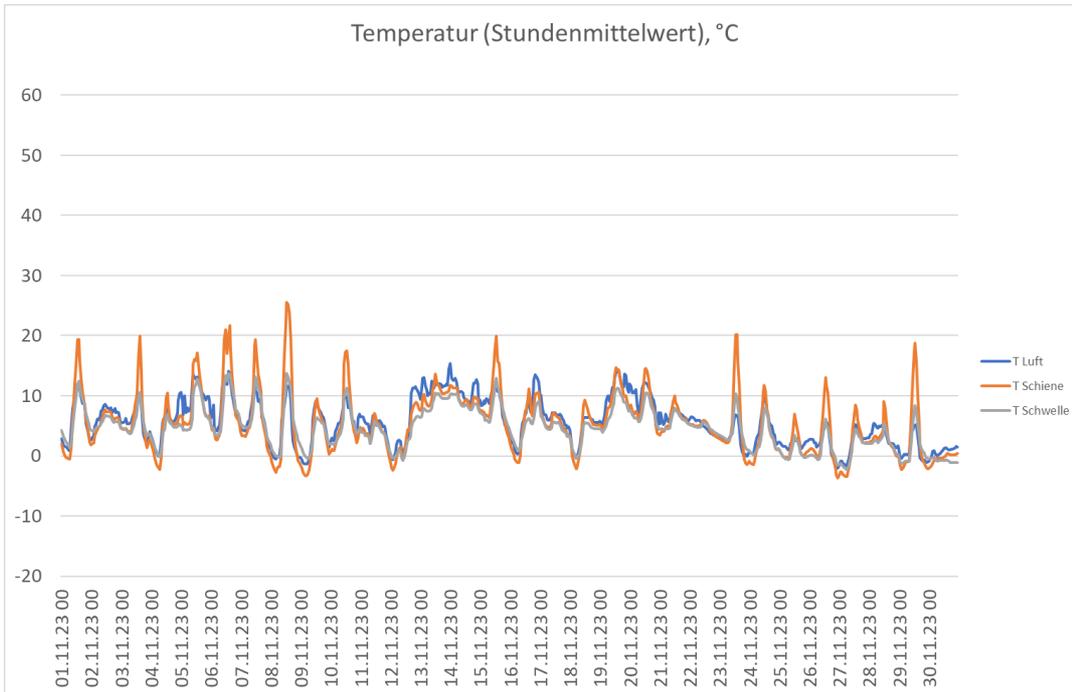
Datum	Ort	Anzahl Personenzüge	mittlere Geschwindigkeit	mittlere Länge	mittlere Achszahl	mittlerer LAeqTp	Mittelungspegel
01.11.2023	REF	115	111,4	162	23,5	80,4	59,2
02.11.2023	REF	115	110,7	164,6	23,8	79,8	58,9
03.11.2023	REF	112	113	169,1	24,3	79,9	58,8
04.11.2023	REF	43	89,3	144,2	20	78,8	54,1
05.11.2023	REF	34	89,5	131,3	17,9	81,2	54,9
06.11.2023	REF	109	110,9	168	24,1	80,2	59,1
07.11.2023	REF	109	111,5	164,9	23,9	80,2	58,9
08.11.2023	REF	111	109,6	160,2	23,2	80,4	59,1
09.11.2023	REF	112	111	149,5	21,5	80,2	58,7
10.11.2023	REF	111	111	174,6	25,1	80,3	59,3
11.11.2023	REF	117	111,3	147,6	21,1	79,7	58,3
12.11.2023	REF	114	111,7	149,3	21,5	79,9	58,5
13.11.2023	REF	108	111	171,8	24,9	80	58,9
14.11.2023	REF	109	110,1	163,4	23,7	80,2	59
15.11.2023	REF	113	111,6	164,3	23,8	80,4	59,3
16.11.2023	REF	106	110,7	165,6	24,1	80	58,7
17.11.2023	REF	114	106,4	172,7	24,8	80,4	59,7
18.11.2023	REF	113	111,9	150,6	21,5	80,2	58,7
19.11.2023	REF	118	104,8	150,3	21,4	78,8	58,3
20.11.2023	REF	74	98,6	173,4	26,7	79,3	57,1
21.11.2023	REF	77	86,1	170,7	26,2	77,3	56,3
22.11.2023	REF	76	95,6	169,3	26,4	79,7	58
23.11.2023	REF	71	96,2	176,4	27,3	78,9	56,9
24.11.2023	REF	73	88	168,5	25,9	78,3	56,8
25.11.2023	REF	77	98	151,3	23	78,7	56,4
26.11.2023	REF	74	98,5	163,6	24,9	79,1	56,8
27.11.2023	REF	78	93,1	171	26,4	79	57,4
28.11.2023	REF	81	95,5	171,1	26,4	78,5	57
29.11.2023	REF	71	95	174,4	26,7	78,5	56,4
30.11.2023	REF	77	90,1	170,5	26	78,2	57
Monat	REF	2812	105,1	163,1	24	79,6	58,1

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



Datum	Ort	Anzahl Güterzüge	mittlere Geschwindigkeit	mittlere Länge	mittlere Achszahl	mittlerer LAeqTp	Mittelungspegel
01.11.2023	REF	2	77,5	187,3	27	82,4	46
02.11.2023	REF	4	70,7	264,6	65	83,2	51,3
03.11.2023	REF	4	91	213,7	52	84,3	50,7
04.11.2023	REF	0					0
05.11.2023	REF	0					0
06.11.2023	REF	6	75,8	228,7	47,3	82,1	51,4
07.11.2023	REF	8	82,9	225,9	51,8	85,3	55,1
08.11.2023	REF	5	82,5	220,5	49,2	87,3	54,9
09.11.2023	REF	6	87,2	244,1	52,3	84,1	52,9
10.11.2023	REF	6	86,4	220,8	50,7	85,9	54,1
11.11.2023	REF	0					0
12.11.2023	REF	0					0
13.11.2023	REF	6	74,4	239,9	59	84,9	54,4
14.11.2023	REF	6	88,1	188,5	42	86,8	54,1
15.11.2023	REF	3	93,7	218,6	45,3	91	55,7
16.11.2023	REF	2	62	172,6	44	83,3	46,8
17.11.2023	REF	6	77,2	238,3	55,7	83,8	52,9
18.11.2023	REF	0					0
19.11.2023	REF	1	33,9	62,9	12	78,2	37,3
20.11.2023	REF	5	62,3	137,7	27,6	81,3	48,7
21.11.2023	REF	7	52,6	177,1	47,7	79,4	50,2
22.11.2023	REF	1	83	432,7	104	85,1	48,6
23.11.2023	REF	5	70,4	299,4	69,3	84	53,7
24.11.2023	REF	7	53,6	217,2	54,3	79,8	51,3
25.11.2023	REF	0					0
26.11.2023	REF	1	47,4	208,7	54	80,4	43,6
27.11.2023	REF	3	97	141	38	87,6	50,3
28.11.2023	REF	8	72,1	176,5	39,7	84,2	53,8
29.11.2023	REF	7	65	258,4	57,4	81,3	52,3
30.11.2023	REF	6	76,3	258,9	62	83,1	52,7
Monat	REF	115	74,4	219,6	50,6	84,1	51,3

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