

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 44 823 47 43
F +41 44 823 47 93
www.empa.ch



Materials Science & Technology

BAFU
Abt. Oekonomie und Umweltbeobachtung
Hr. Klaus Kammer
Postfach
3003 Bern

Untersuchungsbericht Nr. 457'657, int. 511.2511

Auswertung der Lärmmonitoring-Daten 2010

Auftraggeber: BAFU, Abteilung Oekonomie und Umweltbeobachtung

Ihr Auftrag vom: 21. März 2011

Anzahl Seiten: 20

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Auftrag	2
2 Einleitung	2
3 Vorgehen	2
4 Ergebnisse	6
5 Diskussion	18
6 Anhang: Ausbreitungsdämpfungen Rothenbrunnell	20

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Abteilung Akustik / Lärminderung
Dübendorf, 20.4.2011
Sachbearbeiter:

Abteilungsleiter:

Kurt Heutschi

Kurt Eggenschwiler

Anmerkung: Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

Zusammenfassung

In einer zweistufigen Prozedur wurden die MFM-U Strassenlärmmonitoringdaten vom 1.1.2010 bis zum 31.12.2010 aufbereitet. Dabei wurde das ganze Jahr 2010 als Einheit sowie jeder Monat separat ausgewertet. In einem ersten Schritt wurden pro Standort anhand der Verkehrszahlen, Geschwindigkeiten und Messwerte Korrekturen zum Emissionsmodell von SonRoad bestimmt. Im zweiten Schritt wurden schliesslich die totalen durchschnittlichen Freifeldemissionspegel in 1 m Abstand berechnet, unter der Annahme, dass der ganze Verkehr auf eine Spur konzentriert würde. Die Aufschlüsselung in verschiedene Fahrzeugkategorien ergab für das Jahr 2010 tags akustische Energieanteile des Güterschwerverkehrs zwischen 11 und 58 %, nachts zwischen 7 und 49 %. Dabei zeigten Camignolo und Rothenbrunnen die geringsten, Tenniken die grössten Güterschwerverkehrsanteile.

Überdies wurden für den neuen Mikrofonstandort RothenbrunnenII die Ausbreitungsdämpfungen von den vier Fahrspuren zu den Mikrofonen berechnet.

1 Auftrag

Mit Vertrag vom 21.3.2011 beauftragte das BAFU, Abteilung Oekonomie und Umweltbeobachtung die EMPA, Abteilung Akustik / Lärminderung mit der Auswertung und Aufbereitung der MFM-U Lärmmonitoringdaten 2010.

2 Einleitung

Das MFM-U Strassenlärmmonitoring erfolgt an jedem Standort mittels zweier je auf einer Seite der Autobahn installierter Mikrophone. Die Nähe der Messpositionen zu den Fahrspuren führt dazu, dass die Mikrofonpegel sowohl von den Fahrzeugemissionen als auch von der befahrenen Fahrspur abhängen. Dieser Fahrspureinfluss ist unerwünscht, da dadurch systematische Abhängigkeiten z.B. von der Verkehrsstärke auftreten können. So ist zu erwarten, dass nachts bei schwachem Verkehr die meisten Fahrzeuge auf der Normalspur verkehren. Tagsüber bei hohem Verkehrsaufkommen verteilen sich die Fahrzeuge auf die Normal- und Überholspur. Da bei gleicher Emission ein Fahrzeug auf der Überholspur im Vergleich zu einem Fahrzeug auf der Normalspur rund 2 dB tiefere Pegel am Mikrofon erzeugt, liegen nach einer Korrektur für die Verkehrsstärke und die Geschwindigkeit die Pegel tags systematisch tiefer als in der Nacht. Für die Kommunikation der Emissionen an den MFM-U Standorten wäre es vorteilhaft, diesen Fahrspureffekt zu kompensieren. Überdies ist es wünschenswert, die Emissionen getrennt für den Güterschwerverkehr und den übrigen Verkehr auszuweisen.

In der EMPA-Untersuchung 432'309 [1] (bzw. im Anhang dieses Berichts für RothenbrunnenII) wurden für alle MFM-U Monitoringstationen die Ausbreitungsdämpfungen von den einzelnen Fahrspuren zu den Mikrofonen bestimmt. Es ist damit in Kenntnis der Geschwindigkeiten und der Verkehrsdaten pro Fahrspur im Prinzip möglich, aus den Monitoringdaten auf die durchschnittliche Emission der beiden (akustisch motivierten) Fahrzeugkategorien Personen- und Lastwagen zu schliessen [2]. Die Kategorisierung in Personen- und Lastwagen ist durch das Quellenmodell aus SonRoad [3] bedingt. Die Emissionskennwerte können als fundamentale Beschreibungsrößen des Fahrzeugparkes auf dem jeweiligen Belag angesehen werden. In einem zweiten Schritt werden anhand dieser Emissionswerte, der Geschwindigkeiten und der Verkehrszahlen die totalen Emissionen der Strasse berechnet.

3 Vorgehen

Die Grundlage bildeten folgende Daten:

- Verkehrszahlen: Stundenwerte pro Fahrspur und SWISS7 Fahrzeugkategorie (siehe Tabelle 1)
- ASTRA Zählerinformationen: für jedes Einzelereignis mit Geschwindigkeit und Aufschlüsselung nach Fahrzeugkategorie, bzw. stündliche Geschwindigkeitsmittelwerte pro Fahrspur und Fahrzeugkategorie (Camignolo und Moleno)
- Lärmmonitoringdaten: Leq-Halbstundenwerte pro Mikrofon als A-Pegel und in Terzbändern

Überdies wurde auf das akustische Emissionsmodell aus SonRoad [3] sowie auf die akustischen Ausbreitungsdämpfungen von den einzelnen Fahrspuren zu den Mikrofonen [1] zurückgegriffen.

Klassennummer	Fahrzeugkategorie
1	Busse/Cars
2	Motorräder
3	Personenwagen
4	Lieferwagen
5	Lastwagen
6	Lastenzüge
7	Sattelzüge

Tabelle 1: SWISS7 Fahrzeugklassierung.

In einem ersten Auswerteschritt wurden die halbstündigen Akustikdaten zu Stundenwerten zusammengefasst. Dies wurde durch energetische Mittelwertbildung jeweils zweier Halbstundenwerte erreicht.

Der Verkehr wurde in vier Sammelkategorien zusammengefasst:

PW (akustische Personenwagen) umfasst die SWISS7 Kategorien 3 und 4

LW (akustische Lastwagen) ¹ umfasst die SWISS7 Kategorien 1, 2, 5, 6, und 7

Güterschwerverkehr umfasst die SWISS7 Kategorien 5, 6 und 7

übriger Verkehr umfasst die SWISS7 Kategorien 1..4

In einem nächsten Schritt wurden die Stunden mit überwiegend *PW* Verkehr detektiert, wobei folgende Bedingung gestellt wurde: $(\text{Anzahl } PW) > 30 \times (\text{Anzahl } LW)$. Dies sind naturgemäss primär Nacht- und Wochenendstunden.

Anhand der ASTRA Zählerinformationen wurden für jede Stunde die durchschnittlichen Geschwindigkeiten für die Kategorien *PW* und *LW* getrennt nach Normalspur und Überholspur bestimmt. Da die ASTRA Zählerinformation nicht vollständig ist, wurden mittlere Geschwindigkeiten als Funktion der Tagesstunde bestimmt. Für die Stunden ohne ASTRA Zählerinformation wurden die entsprechenden Schätzwerte angenommen.

Basierend auf dem akustischen Emissionsmodell aus SonRoad und in Kenntnis der Ausbreitungsdämpfungen wurden mittels der Verkehrszahlen und Geschwindigkeiten in den Kategorien *PW* und *LW* die zu erwartenden Mikrofonpegel berechnet [1]. Im Vergleich mit den tatsächlich gemessenen Pegeln wurden jene 30% der Werte verworfen, die die grössten Differenzen Messung-Berechnung aufwiesen. Damit wurden aussergewöhnliche Situationen wie Stau oder nasse Fahrbahnen etc. ausgeschlossen.

In einer Optimierungsprozedur wurde die quadratische Fehlersumme Messung-Berechnung minimiert, indem an den Emissionstermen von SonRoad eine Korrektur vorgenommen wurde. Dies geschah zuerst nur durch Variation des *PW* Emissionswertes, wobei dafür lediglich die Messperioden mit überwiegend *PW* Verkehr herangezogen wurden. In einem zweiten Umlauf wurde der *LW* Emissionsterm variiert, wobei hier alle Messperioden berücksichtigt wurden. Nach Abschluss dieser Optimierung lagen zwei Korrekturwerte G_{PW} und G_{LW} vor, die die Abweichung der Emissionen in den beiden Kategorien *PW* und *LW* gegenüber SonRoad beschreiben.

In einem letzten Schritt wurden schliesslich im Sinne eines Mittelwertes die entstandenen Emissionen für die ganze Strasse bestimmt. Dazu wurde an jedem MFM-U Standort der Verkehr auf eine Spur konzentriert und der resultierende A-bewertete Leq_{tot} in 1 m Abstand unter Freifeldbedingungen, d.h. ohne Bodeneinfluss ausgewiesen (siehe Gl. 1 bis 4 bzw. [1] und [3]). Diese Berechnung verwendete das Emissionsmodell von

¹Die rechnerische Emissionsmodellierung unterscheidet nur die beiden Fahrzeugkategorien *akustische Personenwagen* und *akustische Lastwagen*. Als *akustische Lastwagen* werden auch die vergleichbare Emissionen erzeugenden Busse und Motorräder gezählt.

SonRoad mit den gefundenen Korrekturwerten G_{PW} und G_{LW} , die Verkehrszahlen und Geschwindigkeiten. Der Leq_{tot} ist für den Gesamtverkehr und für den *Güterschwerverkehr* ausgewiesen und zwar getrennt für den Tag (6-22 Uhr) und die Nacht (22-6 Uhr).

$$Leq_{tot} = 10 \log \left(\sum_{j,k} 10^{0.1(G_j + Leq_{j,k})} \right) \quad (1)$$

mit

G_j Pegelanpassung für die beiden Fahrzeugkategorien ($j = PW$ bzw. LW)

$$Leq_{j,k} = L_{W,A,j,k} - 28.5 - 10 \log(v_{j,k}) - 7.5 + 10 \log(N_{j,k}) \quad (2)$$

mit

$L_{W,A,j,k}$ A-bewerteter Schalleistungspegel eines Fahrzeuges der Kategorie j auf der Spur k
 $v_{j,k}$ Mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit eines Fahrzeuges der Kategorie j auf der Fahrspur k in km/h
 $N_{j,k}$ Stündliche Verkehrsmenge der Kategorie j auf der Fahrspur k

$$L_{W,A,PW,k} = 28.5 + 10 \log \left(10^{0.1(7.3+35 \log(v_{PW,k}))} + 10^{0.1(60.5+10 \log(1+(\frac{v_{PW,k}}{44})^{3.5}))} \right) \quad (3)$$

$$L_{W,A,LKW,k} = 28.5 + 10 \log \left(10^{0.1(16.3+35 \log(v_{LW,k}))} + 10^{0.1(74.7+10 \log(1+(\frac{v_{LW,k}}{56})^{3.5}))} \right) \quad (4)$$

mit

$v_{j,k}$ Fahrzeuggeschwindigkeit der Kategorie j auf der Spur k [km/h]

Die Rechnung für den *Güterschwerverkehr* verwendete die *Güterschwerverkehr*-Verkehrszahlen, jedoch die Quellenleistung und Geschwindigkeiten der *LW*-Kategorie. Der dadurch verursachte Fehler lässt sich als gering abschätzen. Zum einen macht der Fahrzeuganteil der zwar zur *LW*-Klasse, aber nicht zur *Güterschwerverkehr*-Klasse gehört (SWISS7 Kategorien 1 und 2) stationsabhängig typisch weniger als 30% aus. Zum anderen liegt die gemittelte Quellenleistung der SWISS7 Kategorien 1 und 2 in der gleichen Grössenordnung wie die gemittelte Quellenleistung der SWISS7 Kategorien 5 bis 7. Eine leichte Überschätzung des *Güterschwerverkehr*- Leq_{tot} ergibt sich aus dem Umstand, dass die verwendete *LW*-Geschwindigkeit mit den zusätzlichen Kategorien Busse/Cars und Motorräder tendenziell etwas höher liegen dürfte als die effektive *Güterschwerverkehr*-Geschwindigkeit.

Nebst der gemäss LSV vorgegebenen Tag/Nacht-Aufschlüsselung wird zusätzlich der sogenannte day-evening-night-Pegel L_{den} ausgewertet. Dabei wird die Lärmbelastung durch einen einzigen Pegel dargestellt, wobei zur Abbildung der erhöhten Störwirkung in den Abend- und Nachtstunden eine entsprechende Gewichtung vorgenommen wird:

$$L_{den} = 10 \log \left[\frac{d}{24} \cdot 10^{0.1L_d} + \frac{e}{24} \cdot 10^{0.1(L_e+K_e)} + \frac{24-d-e}{24} \cdot 10^{0.1(L_n+K_n)} \right] \quad (5)$$

L_d entspricht dem L_{eq} während den Tagstunden, L_e dem durchschnittlichen Abendpegel und L_n dem durchschnittlichen Nachtpegel. Der Zuschlag K_e entspricht 5 dB, K_n ist 10 dB. Bei der Definition des Abend-zeitintervalls besteht ein gewisser Spielraum. Da in der Schweiz noch keine Einteilung festgelegt wurde, wird hier die Abenddefinition von Deutschland übernommen, obwohl auf Grund der unterschiedlichen Arbeitszeiten abweichende Vorstellungen betreffend den Feierabend bestehen dürften. Es wird angenommen, dass der Tag von 6 bis 18 Uhr ($d = 12$), der Abend von 18 bis 22 Uhr ($e = 4$) und die Nacht von 22 bis 6 Uhr dauert.

Im folgenden Abschnitt *Ergebnisse* werden pro Standort die Emissionskorrekturwerte zu SonRoad, die mittleren Geschwindigkeiten, die durchschnittlichen stündlichen Verkehrsmengen auf allen Fahrspuren sowie die Freifeldemissionspegel als Leq in 1 m Abstand ausgewiesen. Zusätzlich sind die prozentualen Anteile der akustischen Energie der einzelnen Fahrzeugkategorien angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Camignolo

Datengrundlagen:

- Stundenmittelwerte der Geschwindigkeiten von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	1.5	1.7	1.5	1.2	1.3	1.7	1.2	0.7	1.3	1.4	1.8	2.1	2.2
G-LW	-1.2	0.2	0.0	0.0	-0.7	-1.4	-1.4	-1.4	-1.9	-0.9	-0.4	-0.3	0.0
v-PW-Tag	116.5	117.8	117.2	116.2	117.0	116.3	117.3	116.7	115.8	115.7	116.8	115.4	116.1
v-PW-Nacht	116.7	117.4	117.1	117.1	117.6	115.5	116.9	117.5	115.7	116.6	117.8	115.9	115.6
v-LW-Tag	94.1	91.5	91.1	91.8	94.1	95.4	96.2	97.0	98.0	94.9	93.1	91.0	91.0
v-LW-Nacht	97.6	96	94.9	96.1	97.7	98	99	100.6	100.7	97.9	96.6	94.1	93.5
N-LW-Tag	209	166	224	235	224	207	217	234	163	241	229	226	147
N-LW-Nacht	28	20	25	27	30	28	29	35	27	31	30	27	21
N-Tot-Tag	2778	2156	2383	2604	2933	2935	2836	3467	3312	3204	2982	2508	1972
N-Tot-Nacht	606	408	424	469	599	621	616	1066	917	656	571	470	415
L-LW-Tag	82.0	82.2	83.3	83.5	82.8	81.8	82.1	82.4	80.5	83.0	83.1	83.0	81.4
L-LW-Nacht	73.5	73.4	74.1	74.5	74.4	73.4	73.5	74.6	72.9	74.3	74.6	74.1	73.2
L-Rest-Tag	88.8	87.9	88.0	88.1	88.8	89.2	88.7	89.2	89.4	89.3	89.4	88.7	87.8
L-Rest-Nacht	82.3	80.9	80.7	81.0	82.2	82.5	82.1	84.1	83.9	82.6	82.4	81.6	81.2
L-Tot-Tag	89.6	88.9	89.3	89.4	89.8	89.9	89.6	90.0	89.9	90.2	90.3	89.7	88.7
L-Tot-Nacht	82.8	81.6	81.6	81.9	82.9	83.0	82.7	84.6	84.2	83.2	83.1	82.3	81.8
v-PW-Tag6-18	116.2	117.9	117.2	116.1	116.4	116.0	116.7	116.2	115.4	115.3	116.6	115.3	116.1
v-PW-Evening	117.7	117.6	117.2	116.6	119.2	117.4	119.9	118.9	117.5	117.4	117.6	115.7	115.8
v-LW-Tag6-18	93.7	91.3	90.9	91.5	93.6	95.1	95.8	96.4	97.4	94.5	92.8	90.7	90.7
v-LW-Evening	96.3	92.8	92.3	93.1	96.7	97.2	98.7	100.2	101.9	97.4	95.1	92.6	92.7
N-LW-Tag6-18	239	189	254	267	256	237	248	267	189	279	264	261	169
N-LW-Evening	117	98	133	139	129	116	123	132	85	129	124	122	78
N-Tot-Tag6-18	2981	2306	2554	2777	3126	3146	3051	3697	3572	3456	3201	2692	2137
N-Tot-Evening	2169	1706	1869	2090	2355	2297	2202	2755	2532	2446	2325	1955	1475
L-LW-Tag6-18	82.5	82.8	83.8	84.1	83.4	82.4	82.6	83.0	81.1	83.6	83.7	83.6	82.0
L-LW-Evening	79.6	80.0	81.1	81.4	80.6	79.4	79.8	80.2	77.9	80.4	80.6	80.5	78.8
L-Rest-Tag6-18	89.0	88.2	88.3	88.3	89.1	89.5	89.0	89.4	89.6	89.5	89.6	88.9	88.2
L-Rest-Evening	87.9	87.0	87.0	87.3	88.2	88.3	88.0	88.5	88.4	88.4	88.4	87.8	86.6
L-Tot-Tag6-18	89.9	89.3	89.6	89.7	90.1	90.3	89.9	90.3	90.2	90.5	90.6	90.0	89.1
L-Tot-Evening	88.5	87.8	88.0	88.3	88.9	88.8	88.6	89.1	88.8	89.0	89.1	88.5	87.3
L-LW-den	83.3	83.4	84.4	84.7	84.2	83.1	83.3	84.0	82.1	84.2	84.4	84.1	82.8
L-Rest-den	91.1	90.0	90.0	90.2	91.2	91.4	91.1	92.2	92.1	91.5	91.5	90.7	90.0
L-Tot-den	91.8	90.9	91.0	91.3	92.0	92.0	91.7	92.8	92.6	92.2	92.3	91.6	90.8

Tabelle 2: Ergebnisse für das Jahr 2010 in Camignolo. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

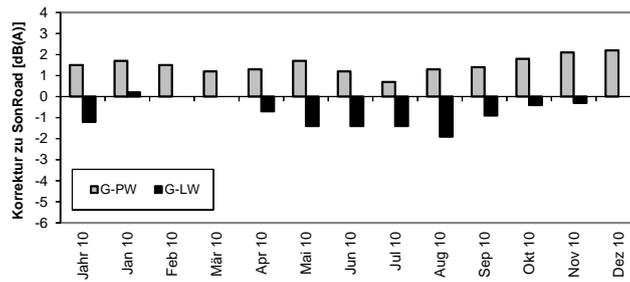


Abbildung 1: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle Camignolo.

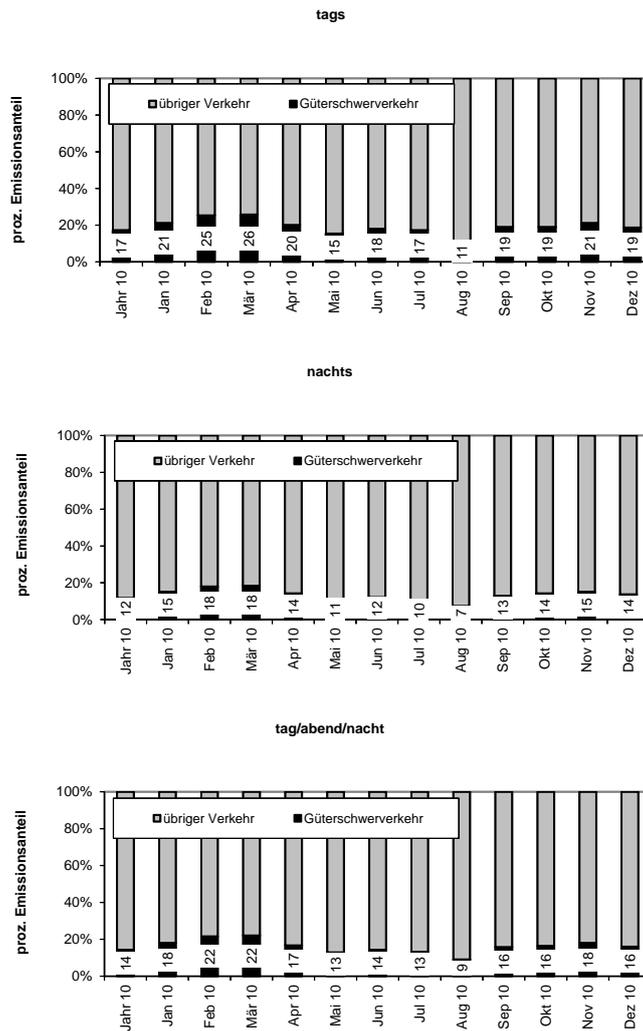


Abbildung 2: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle Camignolo.

4.2 Moleno

Datengrundlagen:

- Stundenmittelwerte der Geschwindigkeiten von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	-0.3	-0.2	-0.5	-0.8	-0.4	-0.4	-1.3	-1.3	-0.4	-1.1	-0.5	1.0	0.0
G-LW	-0.9	-0.7	-0.7	-0.5	-1.3	-1.0	-0.7	-2.2	-2.4	-0.4	-1.0	-1.8	-0.2
v-PW-Tag	121.2	122.4	121.7	122.5	121.9	121.9	122.0	121.0	120.5	121.0	121.9	121.3	116.7
v-PW-Nacht	120.2	120.9	121.3	122.4	121.1	121.1	121.5	120.5	119.0	120.4	122.2	120.2	112.8
v-LW-Tag	95.0	92.2	91.5	92.3	95.6	97.3	97.2	98.0	99.6	95.8	93.9	92.3	91.7
v-LW-Nacht	98.6	97.3	97.0	96.6	99.6	99.5	99.8	101.2	102.2	99.0	97.9	95.6	93.7
N-LW-Tag	165	134	170	194	131	164	166	182	134	191	179	173	137
N-LW-Nacht	23	17	20	25	25	25	22	31	24	25	25	23	19
N-Tot-Tag	1638	1124	1206	1368	1674	1785	1707	2307	2264	1951	1733	1312	1197
N-Tot-Nacht	357	203	206	242	415	382	334	733	629	382	314	236	225
L-LW-Tag	81.3	80.4	81.4	82.3	80.0	81.4	81.7	80.7	79.3	82.6	81.6	80.5	81.0
L-LW-Nacht	73.2	71.8	72.7	73.7	73.2	73.4	73.2	73.3	72.1	74.0	73.3	71.9	72.7
L-Rest-Tag	85.2	83.6	83.5	83.8	85.3	85.7	85.0	86.0	86.6	85.5	85.2	85.1	83.6
L-Rest-Nacht	78.7	76.3	76.2	76.6	79.4	79.1	77.8	80.9	80.9	78.5	78.0	77.8	76.3
L-Tot-Tag	86.7	85.3	85.6	86.1	86.4	87.1	86.7	87.1	87.3	87.3	86.8	86.4	85.5
L-Tot-Nacht	79.8	77.6	77.8	78.4	80.3	80.1	79.1	81.6	81.4	79.8	79.3	78.8	77.9
v-PW-Tag6-18	120.8	122.5	121.5	122.3	121.5	121.2	121.3	120.4	120.1	120.5	121.6	121.3	117.1
v-PW-Evening	122.7	121.9	122.4	123.4	123.7	124.5	125.1	123.8	122.3	123.1	123.1	121.5	115.0
v-LW-Tag6-18	94.7	91.9	91.1	92.1	95.2	97.1	96.9	97.6	99.3	95.6	93.6	92.0	91.5
v-LW-Evening	96.4	93.3	93.0	93.6	98.2	98.5	98.5	99.8	101.5	97.4	95.6	93.8	92.7
N-LW-Tag6-18	186	151	190	215	148	185	188	205	152	216	202	195	156
N-LW-Evening	103	87	112	130	78	102	99	116	83	113	110	108	83
N-Tot-Tag6-18	1771	1212	1303	1466	1794	1937	1859	2485	2448	2116	1872	1414	1310
N-Tot-Evening	1238	864	920	1069	1301	1341	1250	1776	1711	1457	1315	1004	860
L-LW-Tag6-18	81.8	80.9	81.9	82.7	80.5	81.9	82.3	81.1	79.8	83.1	82.1	81.0	81.6
L-LW-Evening	79.4	78.6	79.7	80.7	78.0	79.4	79.6	78.9	77.3	80.4	79.6	78.5	78.9
L-Rest-Tag6-18	85.6	83.8	83.7	84.2	85.5	86.1	85.4	86.2	86.9	85.9	85.4	85.3	84.0
L-Rest-Evening	84.1	82.5	82.5	83.0	84.4	84.7	83.8	85.1	85.5	84.3	84.2	84.0	82.2
L-Tot-Tag6-18	87.1	85.6	85.9	86.5	86.7	87.5	87.1	87.4	87.7	87.7	87.1	86.7	86.0
L-Tot-Evening	85.4	84.0	84.3	85.0	85.3	85.8	85.2	86.0	86.1	85.8	85.5	85.1	83.9
L-LW-den	82.8	81.8	82.8	83.7	82.0	82.9	83.1	82.5	81.1	83.9	83.0	81.8	82.4
L-Rest-den	87.5	85.5	85.4	85.9	87.9	88.0	87.0	89.0	89.2	87.6	87.2	87.0	85.5
L-Tot-den	88.8	87.0	87.3	87.9	88.9	89.2	88.5	89.9	89.9	89.1	88.6	88.2	87.3

Tabelle 3: Ergebnisse für das Jahr 2010 in Moleno. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

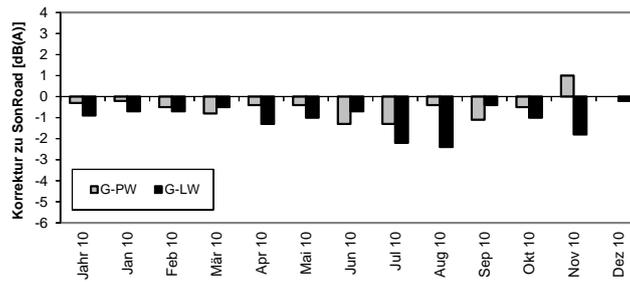


Abbildung 3: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle Moleno.

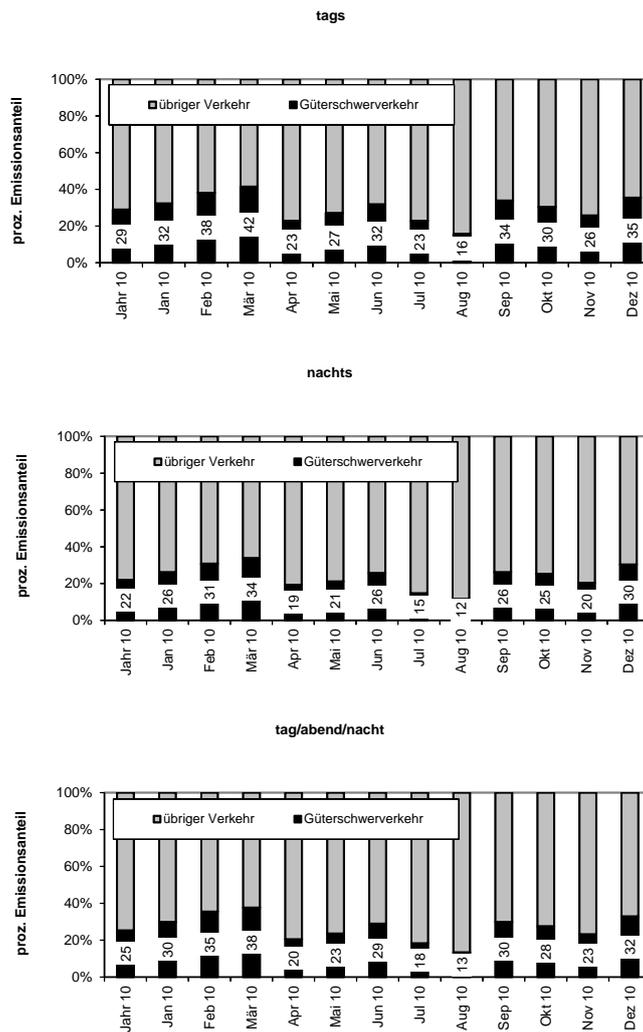


Abbildung 4: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle Moleno.

4.3 Reiden

Datengrundlagen:

- ASTRA Einzelereignisdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31. Für die Monate April und Dezember liegen keine Verkehrsdaten vor.

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	0.4	0.9	0.6	0.5		0.3	0.2	0.0	-0.1	0.3	0.3	0.2	
G-LW	-0.6	0.0	-0.2	-0.9		-0.5	-0.8	-1.1	-0.6	-0.8	-0.3	-0.1	
v-PW-Tag	117.8	116.9	117.3	118.3		118.9	118.3	117.9	118.0	117.5	117.3	116.8	
v-PW-Nacht	118.6	117.2	119.9	120.8		121.2	118.8	117.8	116.9	118.9	118.4	117.4	
v-LW-Tag	95.4	97.1	97.2	101.0		100.3	93.4	93.6	94.3	92.8	93.1	92.2	
v-LW-Nacht	96.9	99.3	98.9	104.0		102.6	94.0	95.1	94.9	93.4	94.2	93.6	
N-LW-Tag	314	259	308	340		299	338	325	278	340	332	333	
N-LW-Nacht	64	52	61	65		61	66	71	64	68	69	67	
N-Tot-Tag	2707	2151	2309	2568		2731	2837	3035	3085	2963	2772	2572	
N-Tot-Nacht	605	420	426	482		603	611	910	860	626	557	504	
L-LW-Tag	84.7	84.7	85.3	85.4		85.1	84.4	84.0	83.9	84.4	84.9	85.1	
L-LW-Nacht	77.9	78.0	78.4	78.6		78.4	77.4	77.5	77.5	77.5	78.2	78.3	
L-Rest-Tag	87.6	86.8	86.8	87.4		87.7	87.7	87.8	87.8	87.9	87.5	86.9	
L-Rest-Nacht	81.1	79.8	79.9	80.2		81.3	81.0	82.6	82.2	81.1	80.6	79.9	
L-Tot-Tag	89.4	88.9	89.1	89.5		89.6	89.4	89.3	89.3	89.5	89.4	89.1	
L-Tot-Nacht	82.8	82.0	82.2	82.5		83.1	82.6	83.8	83.5	82.7	82.6	82.2	
v-PW-Tag6-18	117.3	116.7	117.0	117.7		118.2	117.8	117.2	117.5	117.2	116.9	116.6	
v-PW-Evening	119.6	117.4	118.5	120.5		121.6	120.7	120.4	119.8	118.8	119.0	117.7	
v-LW-Tag6-18	94.9	96.5	96.6	100.3		99.5	92.8	93.0	93.6	92.3	92.7	91.9	
v-LW-Evening	99.9	101.7	102.1	106.4		106.1	97.6	98.1	99.1	96.7	96.5	94.3	
N-LW-Tag6-18	375	309	369	403		355	404	388	330	406	397	402	
N-LW-Evening	130	104	127	147		131	137	137	117	141	136	124	
N-Tot-Tag6-18	2933	2352	2539	2790		2941	3083	3271	3293	3190	2999	2840	
N-Tot-Evening	2023	1540	1620	1892		2098	2099	2332	2446	2285	2087	1769	
L-LW-Tag6-18	85.4	85.4	86.0	86.1		85.8	85.2	84.7	84.6	85.2	85.7	85.9	
L-LW-Evening	81.3	81.3	82.0	82.4		82.1	80.9	80.6	80.5	81.0	81.3	81.0	
L-Rest-Tag6-18	87.8	87.2	87.1	87.6		87.9	88.0	88.0	88.1	88.1	87.7	87.2	
L-Rest-Evening	86.7	85.6	85.6	86.3		87.0	86.8	87.0	87.3	87.0	86.7	85.6	
L-Tot-Tag6-18	89.8	89.4	89.6	89.9		90.0	89.8	89.7	89.7	89.9	89.8	89.6	
L-Tot-Evening	87.8	87.0	87.2	87.8		88.2	87.8	87.9	88.1	88.0	87.8	86.9	
L-LW-den	86.5	86.6	87.1	87.3		87.0	86.2	86.0	85.9	86.2	86.8	86.9	
L-Rest-den	89.9	88.9	88.9	89.4		90.1	89.9	90.8	90.7	90.1	89.7	88.9	
L-Tot-den	91.6	90.9	91.1	91.5		91.8	91.5	92.0	91.9	91.6	91.5	91.0	

Tabelle 4: Ergebnisse für das Jahr 2010 in Reiden. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

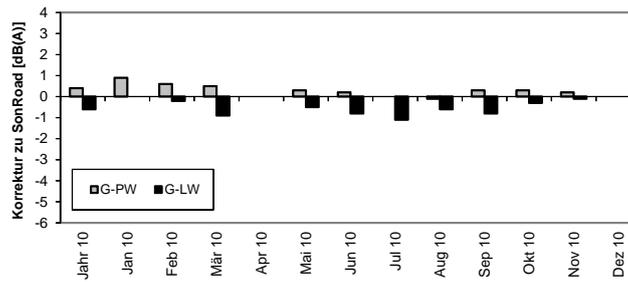


Abbildung 5: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle Reiden.

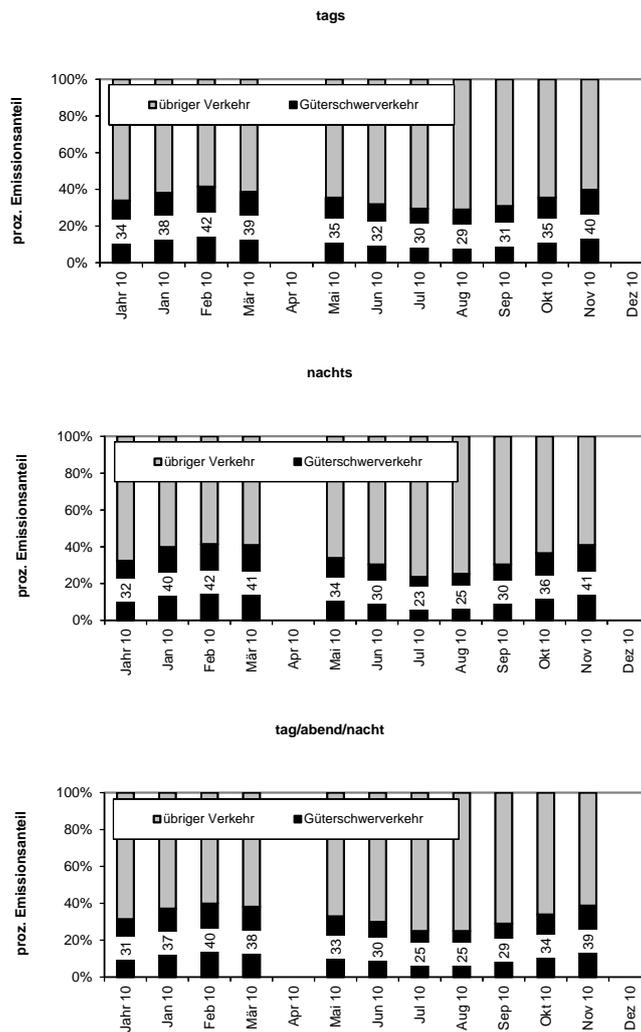


Abbildung 6: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle Reiden.

4.4 Rothenbrunnen

Datengrundlagen:

- ASTRA Einzelereignisdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31. Für die Monate April und Dezember liegen keine Verkehrsdaten vor.

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	1.2	1.6	1.4	1.1		1.3	0.7	1.2	0.9	1.6	1.3	1.1	
G-LW	-1.7	-0.2	-0.8	-0.8		-1.2	-1.2	-3.6	-1.9	-2.0	-0.2	0.0	
v-PW-Tag	103.6	105.6	105.9	105.9		105.9	102.7	103.0	102.3	101.9	102.5	101.9	
v-PW-Nacht	103.4	105.5	106.8	107.2		105.5	102.1	102.4	101.7	102.1	102.9	102.0	
v-LW-Tag	93.6	97.2	97.3	97.0		99.3	92.2	92.8	93.2	91.6	90.2	88.4	
v-LW-Nacht	94.8	94.8	96.3	98.4		98.5	93.2	94.6	94.1	93.2	93.1	92.6	
N-LW-Tag	50	31	40	47		48	58	59	50	60	57	51	
N-LW-Nacht	6	4	6	6		6	8	8	7	8	7	5	
N-Tot-Tag	959	722	820	847		964	998	1228	1288	1098	963	710	
N-Tot-Nacht	140	88	99	102		153	153	233	217	158	112	92	
L-LW-Tag	75.4	75.4	75.9	76.6		76.4	76.2	73.9	74.9	75.5	77.0	76.6	
L-LW-Nacht	66.5	66.4	67.2	67.7		67.1	67.8	65.2	66.3	67.0	67.9	67.1	
L-Rest-Tag	82.8	82.0	82.4	82.3		83.3	82.6	83.7	83.8	83.6	82.8	81.1	
L-Rest-Nacht	74.5	73.2	73.5	73.5		75.2	74.3	76.4	75.8	75.2	73.6	72.5	
L-Tot-Tag	83.5	82.9	83.3	83.3		84.1	83.5	84.1	84.3	84.2	83.8	82.4	
L-Tot-Nacht	75.1	74.0	74.4	74.5		75.8	75.2	76.7	76.3	75.8	74.6	73.6	
v-PW-Tag6-18	103.5	105.6	105.9	105.8		105.5	102.4	102.7	102.2	101.9	102.5	101.9	
v-PW-Evening	104.2	105.7	105.8	106.4		107.3	103.8	103.9	103.0	101.9	102.9	101.8	
v-LW-Tag6-18	93.3	96.9	97.1	96.7		98.8	91.9	92.3	92.8	91.6	90.0	88.2	
v-LW-Evening	95.5	99.3	98.7	99.1		102.1	94.4	95.3	95.4	92.2	91.5	89.6	
N-LW-Tag6-18	58	37	46	55		57	68	68	56	70	66	60	
N-LW-Evening	25	15	20	23		24	29	31	28	31	27	26	
N-Tot-Tag6-18	1040	798	904	926		1039	1080	1321	1362	1181	1048	780	
N-Tot-Evening	714	494	570	611		740	753	953	1044	843	695	503	
L-LW-Tag6-18	76.0	76.0	76.5	77.2		77.0	76.8	74.5	75.4	76.2	77.6	77.2	
L-LW-Evening	72.6	72.5	73.1	73.7		73.6	73.4	71.3	72.6	72.7	73.9	73.7	
L-Rest-Tag6-18	83.1	82.5	82.8	82.6		83.5	83.0	83.9	83.9	83.8	83.1	81.4	
L-Rest-Evening	81.6	80.5	80.8	81.0		82.2	81.5	82.7	82.9	82.5	81.4	79.6	
L-Tot-Tag6-18	83.9	83.4	83.7	83.7		84.4	83.9	84.4	84.5	84.5	84.2	82.8	
L-Tot-Evening	82.1	81.1	81.5	81.7		82.8	82.1	83.0	83.3	82.9	82.1	80.6	
L-LW-den	76.5	76.4	77.0	77.7		77.3	77.4	75.1	76.1	76.8	77.9	77.5	
L-Rest-den	84.3	83.4	83.7	83.6		84.9	84.2	85.6	85.5	85.1	84.0	82.5	
L-Tot-den	85.0	84.2	84.5	84.6		85.6	85.0	86.0	86.0	85.7	85.0	83.7	

Tabelle 5: Ergebnisse für das Jahr 2010 in Rothenbrunnen. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

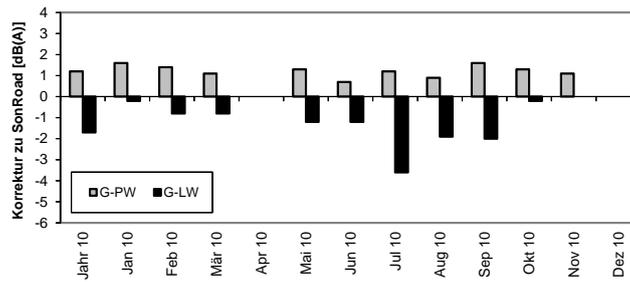


Abbildung 7: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle Rothenbrunnen.

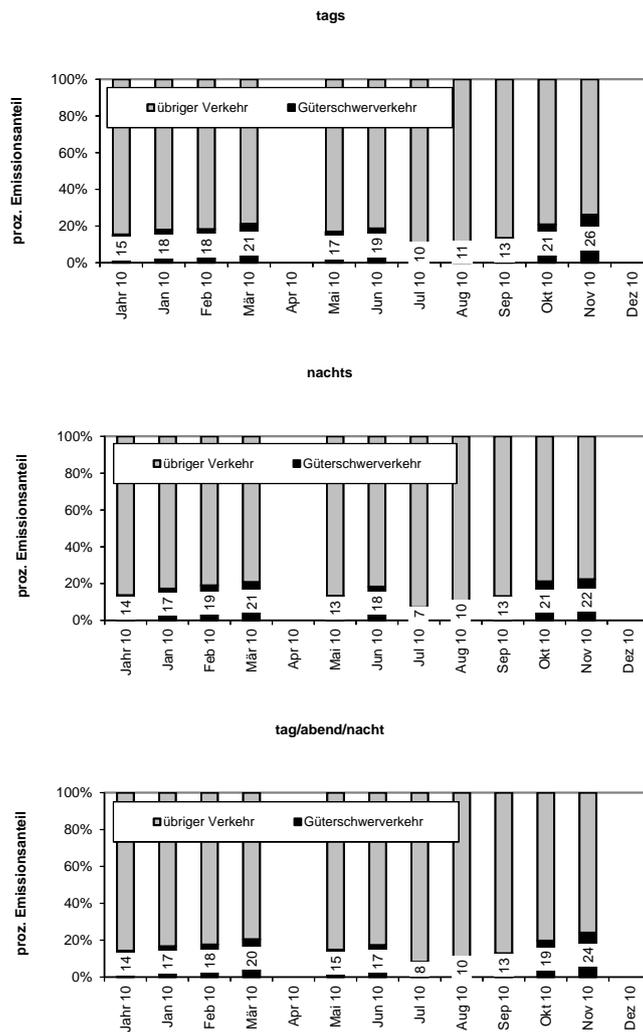


Abbildung 8: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle Rothenbrunnen.

4.5 RothenbrunnenII

Datengrundlagen:

- ASTRA Einzelereignisdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-11-01 bis 2010-11-30

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	2.5											2.5	
G-LW	0.8											0.8	
v-PW-Tag	101.9											101.9	
v-PW-Nacht	101.7											101.7	
v-LW-Tag	88.0											88.0	
v-LW-Nacht	92.9											92.9	
N-LW-Tag	46											46	
N-LW-Nacht	5											5	
N-Tot-Tag	673											673	
N-Tot-Nacht	93											93	
L-LW-Tag	76.9											76.9	
L-LW-Nacht	67.9											67.9	
L-Rest-Tag	82.2											82.2	
L-Rest-Nacht	73.8											73.8	
L-Tot-Tag	83.3											83.3	
L-Tot-Nacht	74.8											74.8	
v-PW-Tag6-18	102.0											102.0	
v-PW-Evening	101.8											101.8	
v-LW-Tag6-18	87.8											87.8	
v-LW-Evening	89.5											89.5	
N-LW-Tag6-18	54											54	
N-LW-Evening	24											24	
N-Tot-Tag6-18	737											737	
N-Tot-Evening	482											482	
L-LW-Tag6-18	77.5											77.5	
L-LW-Evening	74.1											74.1	
L-Rest-Tag6-18	82.5											82.5	
L-Rest-Evening	80.7											80.7	
L-Tot-Tag6-18	83.7											83.7	
L-Tot-Evening	81.6											81.6	
L-LW-den	77.9											77.9	
L-Rest-den	83.7											83.7	
L-Tot-den	84.7											84.7	

Tabelle 6: Ergebnisse für das Jahr 2010 in RothenbrunnenII. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

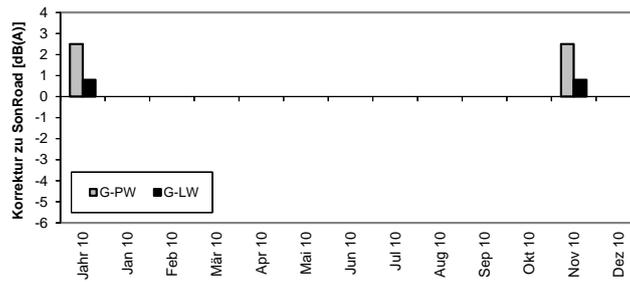


Abbildung 9: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle RothenbrunnenII.

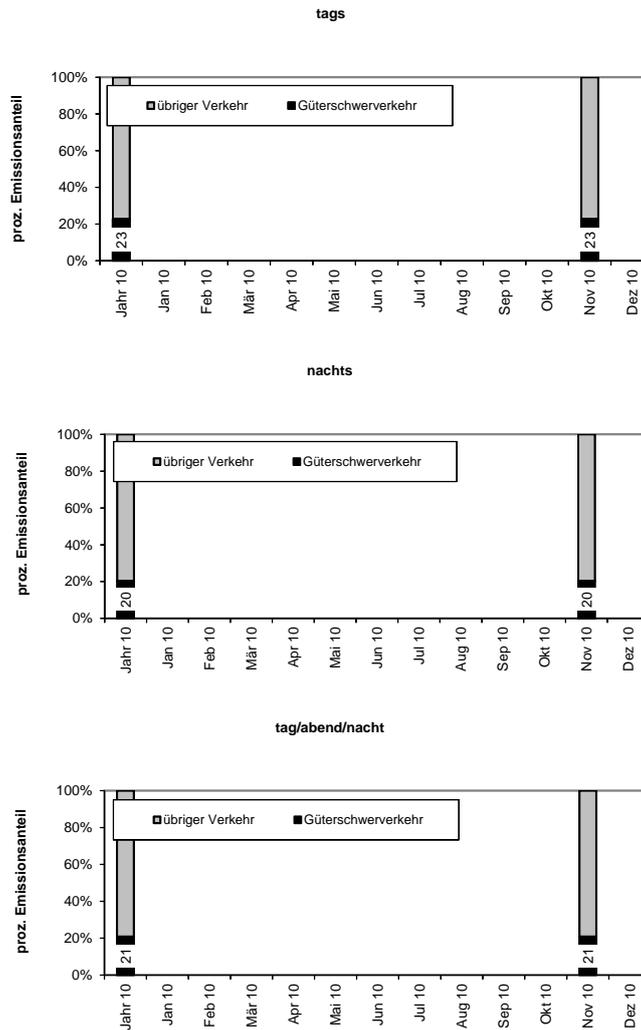


Abbildung 10: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle RothenbrunnenII.

4.6 Tenniken

Datengrundlagen:

- ASTRA Einzelereignisdaten (Zähler Eptingen) von 2010-01-01 bis 2010-12-31
- Verkehrs- und Lärmdaten von 2010-01-01 bis 2010-12-31. Für die Monate April und Dezember liegen keine Verkehrsdaten vor, für den Monat September fehlen die Lärmdaten.

	Jahr	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
G-PW	-0.1	0.3	0.1	0.3		0.6	0.3	-2.6	-2.6		-2.9	-3.0	
G-LW	-2.2	-1.1	-1.0	-2.2		-1.7	-3.4	-1.7	-1.0		-3.8	-2.5	
v-PW-Tag	105.1	105.4	103.2	105.1		103.0	101.1	106.0	104.4		108.8	108.3	
v-PW-Nacht	110.1	104.5	105.7	108.4		104.0	108.4	115.4	110.7		114.9	114.2	
v-LW-Tag	99.1	94.8	92.0	93.8		94.6	101.4	104.9	103.3		104.5	103.4	
v-LW-Nacht	103.6	98.5	98.0	99.7		98.0	106.6	109.8	110.2		108.4	105.1	
N-LW-Tag	341	291	350	377		323	354	339	309		350	361	
N-LW-Nacht	51	44	51	55		49	52	55	53		50	50	
N-Tot-Tag	2798	2405	2571	2749		2826	2887	3203	3418		2914	2575	
N-Tot-Nacht	567	417	438	479		593	587	878	870		545	470	
L-LW-Tag	84.0	84.0	84.6	83.9		83.7	83.2	85.1	85.3		83.0	84.3	
L-LW-Nacht	76.4	76.5	77.1	76.3		76.2	75.5	77.6	78.5		75.2	76.3	
L-Rest-Tag	86.0	85.6	85.3	86.0		86.5	86.1	84.7	85.1		83.7	83.0	
L-Rest-Nacht	79.7	78.3	78.4	79.1		80.0	80.0	80.0	79.8		77.3	76.5	
L-Tot-Tag	88.1	87.9	88.0	88.1		88.3	87.9	87.9	88.2		86.4	86.7	
L-Tot-Nacht	81.4	80.5	80.8	80.9		81.5	81.3	82.0	82.2		79.4	79.4	
v-PW-Tag6-18	104.5	105.2	102.9	104.6		102.9	99.9	104.8	104.1		108.2	107.7	
v-PW-Evening	107.4	106.1	104.6	107.1		103.7	105.7	110.4	105.3		110.8	110.3	
v-LW-Tag6-18	98.6	94.6	91.7	93.6		94.6	100.7	104.1	103.2		103.9	102.5	
v-LW-Evening	102.8	96.9	94.9	95.5		95.0	106.2	110.4	104.3		108.8	111.4	
N-LW-Tag6-18	409	349	419	450		385	427	407	372		418	435	
N-LW-Evening	141	117	145	159		138	147	144	124		147	139	
N-Tot-Tag6-18	3018	2619	2806	2985		3023	3130	3446	3652		3095	2794	
N-Tot-Evening	2148	1765	1874	2047		2233	2198	2508	2733		2373	1921	
L-LW-Tag6-18	84.7	84.7	85.3	84.6		84.5	84.0	85.8	86.1		83.8	85.0	
L-LW-Evening	80.6	80.3	81.1	80.3		80.1	79.9	82.0	81.5		79.7	81.1	
L-Rest-Tag6-18	86.2	86.0	85.7	86.2		86.6	86.1	84.7	85.2		83.8	83.2	
L-Rest-Evening	85.2	84.6	84.4	85.2		85.8	85.6	84.3	84.3		83.3	82.2	
L-Tot-Tag6-18	88.5	88.4	88.5	88.5		88.7	88.2	88.3	88.7		86.8	87.2	
L-Tot-Evening	86.5	86.0	86.1	86.4		86.8	86.6	86.3	86.1		84.9	84.7	
L-LW-den	85.5	85.5	86.1	85.4		85.2	84.7	86.7	87.1		84.5	85.7	
L-Rest-den	88.4	87.6	87.5	88.1		88.8	88.6	88.0	88.0		86.2	85.3	
L-Tot-den	90.2	89.7	89.9	90.0		90.4	90.1	90.4	90.6		88.4	88.5	

Tabelle 7: Ergebnisse für das Jahr 2010 in Tenniken. G-PW, G-LW: PW und LW Emissions-Korrekturen zu SonRoad in dB(A); v-PW und v-LW: PW und LW Geschwindigkeiten in km/h; N-LW: durchschnittlicher stündlicher Güterschwerverkehr, N-Tot: durchschnittlicher stündlicher Verkehr gesamt; L-LW, L-Rest, L-tot: Freifeldemission Güterschwerverkehr, übriger Verkehr und Gesamtverkehr (Leq in 1 m) in dB(A), Tag: 6-22, Nacht: 22-6, Tag6-18: 6-18, Evening: 18-22, Lden: Day-Evening-Night-Pegel.

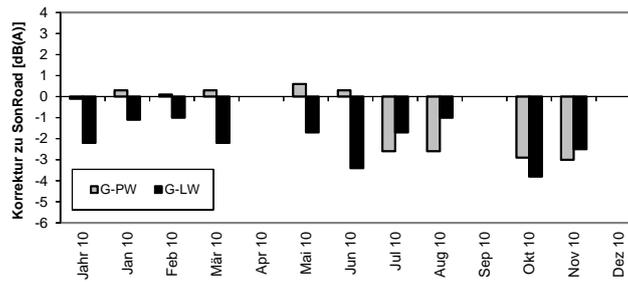


Abbildung 11: Emissions-Korrekturen G gegenüber SonRoad (Standardbelag) für PW und LW an der Messstelle Tenniken.

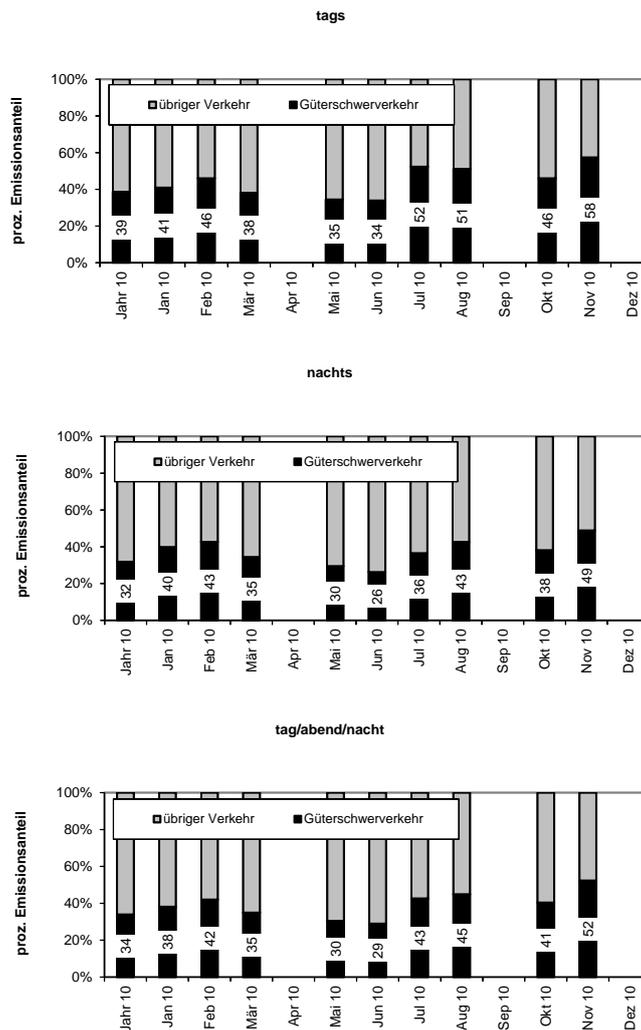


Abbildung 12: Prozentualer Emissionsanteil des Güterschwerverkehrs an der gesamten Energie, tags (oben), nachts (mitte) bzw. tag/abend/nacht (unten) an der Messstelle Tenniken.

5 Diskussion

Die Diskussion bezieht sich im Wesentlichen auf die Korrekturwerte G . Diese Pegelkorrekturen beschreiben die Anpassung des Emissionsmodells aus SonRoad für beste Übereinstimmung Messung-Berechnung. G bildet mögliche Änderungen des Fahrzeugparks (aufgeschlüsselt in die beiden Kategorien PW und LW) und die Belagskorrektur gegenüber dem SonRoad zu Grunde gelegten Schwarzbelag ab.

- Für das Jahr 2010 ergeben sich Güterschwerverkehrsenergieanteile tags zwischen 11 und 58 %, nachts liegen die Werte zwischen 7 und 49 %. Camignolo und Rothenbrunnen zeigen die geringsten, Tenniken die höchsten Schwerverkehrsanteile.
- Die übers Jahr 2010 gemittelten Korrekturen G gegenüber dem Emissionsmodell SonRoad liegen an den Stationen Camignolo und Reiden für PW zwischen 0.4 und 1.5 dB(A), für LW zwischen -0.6 und -1.2 dB(A). In Rothenbrunnen wurden für PW 1.2 dB(A) höhere Pegel registriert, währenddem die Pegel für LW 1.7 dB(A) unter SonRoad liegen. Diese deutlich tiefer liegenden Pegel für LW wurden bereits in früheren Auswertungen beobachtet und dürften aus Unsicherheiten der nicht im gleichen Querschnitt erfolgenden Akustikmessung und der Verkehrszählung resultieren. An der Station RothenbrunnenII ergeben sich für den ersten Messmonat November Korrekturen von 2.5 dB für PW und 0.8 dB für LW . An den Stationen Moleno und Tenniken (lärmarme Beläge) sind die Korrekturen -0.1. . .-0.3 dB(A) für PW bzw. -2.2. . .-0.9 dB(A) für LW .
- Gegenüber dem Vorjahr haben sich die jahresdurchschnittlichen G -Werte an den Stationen Camignolo, Moleno, Reiden und Rothenbrunnen um weniger als 0.3 dB verändert. In Tenniken hat sich dagegen der mittlere G Wert von -2.8 dB (2009) auf -1.2 dB (2010) erhöht. Offenbar hat die lärmreduzierende Wirkung des Belags deutlich abgenommen, so dass dieser jetzt nur noch gut 1 dB leiser als der Standardbelag ist.
- An der Station Tenniken sind die über das Jahr auftretenden monatlichen Streuungen der Korrekturen G deutlich grösser als an den übrigen Messstellen. Die Ursache dafür liegt im Umstand begründet, dass die Verkehrszählung und die Geschwindigkeitsmessung nicht im gleichen Querschnitt wie die akustische Messung erfolgt.

Literatur

- [1] EMPA Untersuchungsbericht 432309, int. 511.2206, MFM-U: Ermittlung der akustischen Ausbreitungsdämpfungen, 2004.
- [2] K. Heutschi, Schätzung der mittleren akustischen Leistungen von Personen- und Lastwagen anhand von quellennahen Strassenlärmimmissionsmessungen, Tagung Fortschritte der Akustik DAGA 2005.
- [3] K. Heutschi, SonRoad: New Swiss Road Traffic Noise Model, Acta Acustica united with Acustica, vol. 90, p. 548-554, 2004.
- [4] U. Sandberg, J. A. Ejsmont, Tyre/Road Noise Reference Book, Informex, 2002.
- [5] EMPA Untersuchungsbericht 446412, int. 511.2366, Abschätzung der Unsicherheit der Freifeldemissionspegel im Lärmmonitoring MFM-U, 2007.

6 Anhang: Ausbreitungsdämpfungen RothenbrunnenII

6.1 Situation

Die Autobahn im Abschnitt Rothenbrunnen verfügt über zwei Fahrspuren in jede Richtung, allerdings ohne Pannestreifen (Abbildung 13).



Abbildung 13: Autobahnabschnitt in Rothenbrunnen.

Die Mikrofone sind beidseitig der Autobahn je 6.5 m von der Mitte der Normalspur entfernt und 3.2 m über der Fahrbahnoberfläche aufgebaut. Die Koordinaten sind:

Mikrophon	Fahrtrichtung	Koordinaten
1	Süden	751'705/180'525
2	Norden	751'730/180'550

Der im Empa Bericht Nr. 432'309 (MFM-U: Ermittlung der akustischen Ausbreitungsdämpfungen, 2004) beschriebenen Methodik folgend, ergeben sich für RothenbrunnenII die in Tabelle 8 gezeigten Ausbreitungsdämpfungen bezogen auf einen Referenzabstand von 1 m. Dabei bezeichnet *NSM* die Ausbreitung von der Normalspur zum Mikrophon, *USM* ist die Ausbreitung von der Überholspur zum Mikrophon, *FUSM* die Ausbreitung von der fernen Überholspur zum Mikrophon und *FNSM* die Ausbreitung von der fernen Normalspur zum Mikrophon.

	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
NSM	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.7	-2.8	-2.8	-2.9	-3.1	-3.4	-3.8	-4.5	-5.5	-6.9	-8.0	-7.3
USM	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.1	-4.1	-4.2	-4.2	-4.3	-4.5	-4.7	-5.0	-5.6	-6.4	-7.7	-9.1
FUSM	-9.0	-9.0	-9.0	-9.0	-9.1	-9.1	-9.3	-9.6	-10.1	-10.5	-9.7	-8.7	-8.6	-9.2	-10.1	-10.5
FNSM	-8.7	-8.7	-8.7	-8.7	-8.8	-8.8	-8.9	-9.1	-9.4	-9.6	-9.2	-8.4	-8.3	-8.8	-9.3	-9.3
	800	1k	1k25	1k6	2k	2k5	3k15	4k	5k	6k3	8k	10k	12k5	16k	20k	A
NSM	-5.4	-4.7	-6.3	-5.9	-5.6	-5.6	-5.9	-5.7	-5.7	-5.6	-5.7	-5.7	-5.5	-5.5	-5.5	-5.7
USM	-9.4	-7.7	-6.2	-6.8	-8.2	-6.6	-7.7	-7.1	-7.1	-7.2	-7.0	-7.1	-7.0	-7.0	-7.0	-7.1
FUSM	-11.4	-12.4	-11.7	-10.1	-10.8	-12.5	-11.6	-11.8	-11.5	-11.7	-11.7	-11.7	-11.5	-11.5	-11.5	-10.9
FNSM	-10.2	-12.0	-10.7	-8.7	-8.6	-8.8	-10.5	-9.1	-9.8	-9.2	-9.4	-9.5	-9.3	-9.3	-9.3	-9.5

Tabelle 8: Ausbreitungsdämpfungen in dB pro Terzband für die Station RothenbrunnenII.