

Empa  
Überlandstrasse 129  
CH-8600 Dübendorf  
T +41 58 765 11 11  
F +41 58 765 11 22  
www.empa.ch



Materials Science & Technology

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

## Szenarienberechnungen MFM-U: Akustische Emissionen

Untersuchungsbericht: Empa-Nr. 462'318, int. 511.2576  
Ihr Auftrag vom: 11.12.2012  
Anzahl Seiten inkl. Beilagen: 10

### Inhaltsverzeichnis

- 1 Ausgangslage und Auftrag
- 2 Grundlagen Strasse
- 3 Ergebnisse Strasse
- 4 Grundlagen Bahn
- 5 Ergebnisse Bahn
- 6 Fazit

---

Dübendorf, 3. April 2013

Der Projektleiter:

K. Heutschi

Abteilung Akustik / Lärminderung

Der Abteilungsleiter:

K. Eggenschwiler

## **Impressum**

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Ökonomie und Umweltbeobachtung, CH-3003 Bern. Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: EMPA

Autor/Autorin: Kurt Heutschi

Begleitung BAFU: in diesem Fall keine

Hinweis: Diese Studie/dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

## Zusammenfassung

Im Auftrag des Bafu wurden mit Hilfe von SonRoad und SonRail die strassen- und bahnseitigen akustischen Emissionsveränderungen im Vergleich zu heute für verschiedene Szenarien untersucht. Auf der Strasse unterscheiden sich die verschiedenen Schwerverkehrsszenarien hinsichtlich ihrer Lärmwirkung nur relativ wenig, da der PW-Verkehr den Hauptanteil an die Emission beisteuert. Mit +2 dB(A) ergeben sich die grössten Gesamtlärmunterschiede nachts im Szenario *Nachtfahrverbot aufheben*.

Bahnseitig ist bezogen auf den Referenzzustand *Real-Szenario Verlagerung 2020* mit dem aktuellen Wagenpark im Szenario *Verlagerungsziel erreicht* mit rund 2 dB(A) höheren Gesamtlärmemissionen zu rechnen. Im Umrüsten sämtlicher Güterwagen auf K-Klotz Bremsen liegt bezogen auf den aktuellen Zustand mit immer noch 45% Anteil Grauguss ein bedeutendes Lärmemissionsminderungspotential von rund 6 dB(A).

## 1 Ausgangslage und Auftrag

Mit Vertrag vom 13.7.2012 bzw. ergänzend vom 11.12.2012 beauftragte das Bafu die Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung mit der Berechnung verschiedener akustischer Emissionszenarien, sowohl strassen- als auch bahnseitig an MFM-U und BAV Monitoringstandorten. Die Ergebnisse bilden einen Teil der Untersuchungen zu Umweltszenarien und Verkehrsverlagerung.

## 2 Grundlagen Strasse

Von INFRAS<sup>1</sup> wurden strassenseitig Verkehrszahlen zu folgenden Szenarien zur Verfügung gestellt:

- Real-Szenario Verlagerung
- Verlagerungsziel erreicht
- Zwischenziel erreicht
- Keine Verlagerungspolitik
- Nachtfahrverbot aufheben
- Verlagerungszwang

Dabei sind die Verkehrszahlen im *Real-Szenario Verlagerung* für den Gotthardtunnel, den San Bernardino Tunnel, Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen ausgewiesen, für die weiteren Szenarien werden nur noch Angaben zu den beiden Tunneln gemacht. Als siebtes Szenario wurde eine Geschwindigkeitsbegrenzung für Personenwagen untersucht:

- Real-Szenario Verlagerung, Tempo 100 für Personenwagen

Für die Emissionsmodellierung wurden folgende Annahmen getroffen:

- an den Stationen Camignolo und Reiden wurden die Verkehrszahlen im *Real-Szenario Verlagerung* prozentual identisch hochskaliert wie bei Moleno
- die relative Tag/Nacht Aufteilung bleibt unverändert
- die Schwerverkehrszahlen in den anderen Szenarien ändern an den Monitoringstandorten entsprechend den Differenzen am Gotthard bzw. am San Bernardino
- für das Szenario *Nachtfahrverbot aufheben* macht INFRAS keine Angaben zur Tag/Nacht-Aufteilung. Basierend auf dem *Modell der Umlagerung vom Tag in die Nacht bei Aufhebung NFV (Oekoscience, Basis Erfahrungen in Tirol und Tauern)* wird hier angenommen, dass in der Nacht von 22-6 Uhr in Rothenbrunnen 15% und in Camignolo bzw. Reiden 22% des 24 stündigen Güterschwerverkehrs unterwegs ist.

---

<sup>1</sup> INFRAS: UMWELTMONITORING FLANKIERENDE MASSNAHMEN (MFM-U), SZENARIEN FÜR 2020  
Schlussbericht Bern, 22. Mai 2013

### 3 Ergebnisse Strasse

Es wurden die Standorte Camignolo, Reiden und Rothenbrunnen untersucht. Der akustische Referenzzustand 2011 leitete sich aus den Verkehrszahlen 2011 ab. Mit dem Strassenlärmemissionsmodell aus Son-Road wurden daraus die 1m-Freifeldemissionspegel für die geänderten Verkehrsverhältnisse berechnet und als Differenzen zum Zustand 2011 ausgewiesen. Sämtlichen Angaben liegen Jahresmittelungspegel zu Grunde. Hierbei ist zu beachten, dass auch bei kleinen Pegelunterschieden subjektiv wahrnehmbare Veränderungen der akustischen Szenerie als Folge einer geänderten Anzahl Lastwagen auftreten können.

#### 3.1 Güterverkehrsemissionsänderungen

	Camignolo Tag	Camignolo Nacht	Reiden Tag	Reiden- Nacht	Rothenb. Tag	Rothenb. Nacht
Real-Szenario Verlagerung	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
Verlagerungsziel erreicht	-2.1	-2.1	-0.6	-0.6	-1.3	-1.3
Zwischenziel erreicht	-0.7	-0.7	0.0	0.0	-0.4	-0.4
Keine Verlagerungspolitik	2.2	2.2	1.6	1.6	1.7	1.7
Nachtfahrverbot aufheben	0.4	6.6	0.3	4.7	0.4	4.5
Verlagerungszwang	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2
Real-Sz., PW Tempo 100	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5

Tabelle 1: Güterverkehrslärmemissionsveränderungen der Strasse in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf 2011. In Reiden bleibt beim Erreichen des Zwischenziels die Anzahl der schweren Güterfahrzeuge in etwa gleich, da die Abnahme am Gotthard durch die allgemeine Schwerverkehrszunahme kompensiert wird.

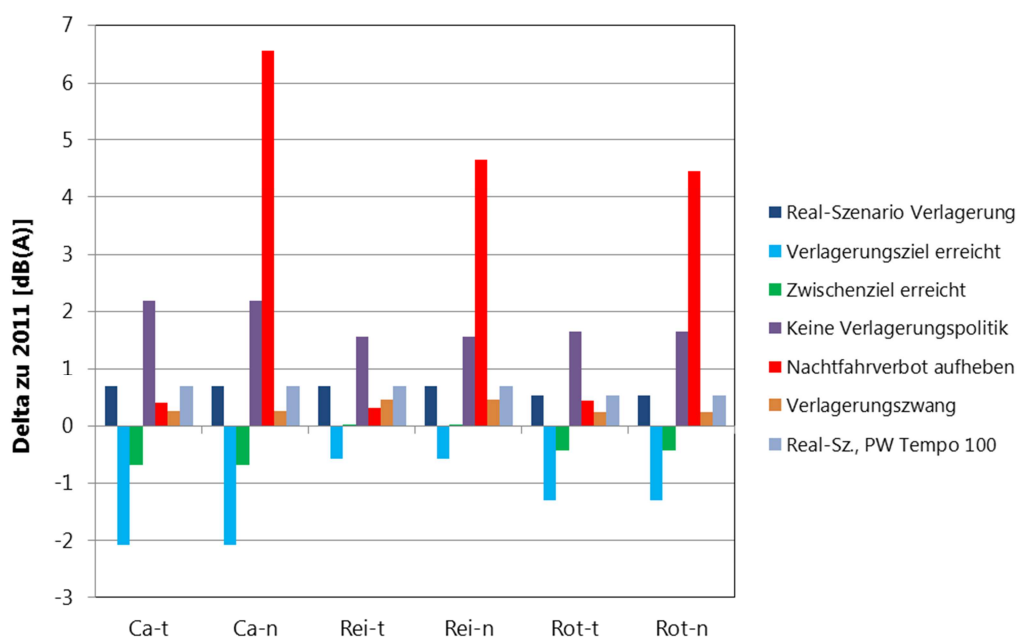


Abbildung 1: Güterverkehrslärmemissionsveränderungen der Strasse in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf 2011.

### 3.2 Gesamtverkehrsemissionsänderungen

	Camignolo Tag	Camignolo Nacht	Reiden Tag	Reiden- Nacht	Rothenb. Tag	Rothenb. Nacht
Real-Szenario Verlagerung	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5
Verlagerungsziel erreicht	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Zwischenziel erreicht	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Keine Verlagerungspolitik	0.8	0.7	0.9	0.9	0.7	0.7
Nachtfahrverbot aufheben	0.5	1.8	0.4	2.4	0.4	1.5
Verlagerungszwang	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
Real-Sz., PW Tempo 100	-0.7	-0.8	-0.4	-0.4	0.3	0.3

Tabelle 2: Gesamtverkehrslärmemissionsveränderungen der Strasse in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf 2011.

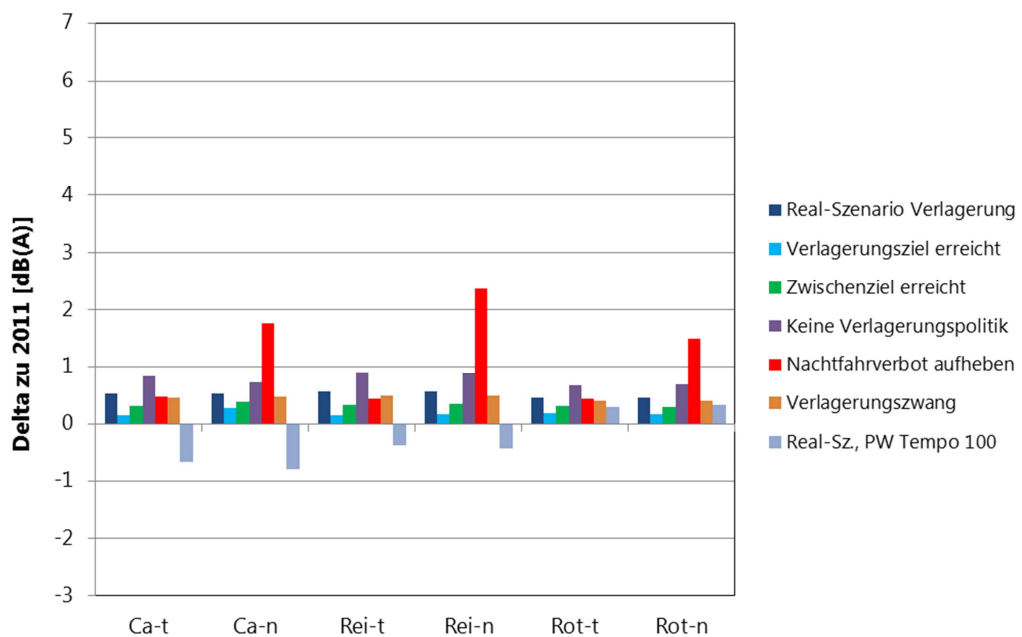


Abbildung 2: Gesamtverkehrslärmemissionsveränderungen der Strasse in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf 2011.

## 4 Grundlagen Bahn

Von INFRAS<sup>2</sup> wurden bahnseitig Verkehrszahlenänderungen am Gotthard zu folgenden Szenarien zur Verfügung gestellt:

- Verlagerungsziel erreicht
- Zwischenziel erreicht
- Nachtfahrverbot aufheben
- Verlagerungszwang
- Keine Verlagerungspolitik

Szenario	Veränderung in Zügen pro 24 h
Verlagerungsziel erreicht	112.9
Zwischenziel erreicht	72.6
Aufhebung Nachtfahrverbot	-32.7
Sektorales Fahrverbot für bahnaffine Güter (SFV)	16.4
Keine Verlagerungspolitik	-47.4

Tabelle 3: Güterzugsszahlenveränderungen für die verschiedenen Szenarien.

Ausgangslage bildete das *Real-Szenario Verlagerung 2020*, (identisch dem Szenario BAU 2020 von LCC) mit 194 Güterzügen und 110 Personenzügen pro 24 h. Für den Standort Steinen standen die BAV Monitoringdaten ab 2003 sowie eine Untersuchung von R. Attinger (BAV) zum Anteil lärmsanierter Güterwagen vom Mai 2011 zur Verfügung. Dieser Untersuchung zufolge liegt heute der Anteil an K-Sohlen gebremsten Güterwagen bei rund 55 %. Für die Szenarienrechnungen wurde generell von diesem Wert ausgegangen. Zusätzlich wurde die Emission für jedes Szenario auch mit GG-Verbot, d.h. 100% Umrüstung auf K-Sohlen gebremsten Güterwagen bestimmt.

Für die Emissionsmodellierung wurden folgende Annahmen getroffen:

- die Zugszahlenveränderungen teilen sich gemäss heutigem Split auf Tag und Nacht auf

## 5 Ergebnisse Bahn

Auf Grund der zur Verfügung stehenden Szenarienangaben wurde nur der Standort Steinen untersucht.

---

<sup>2</sup> INFRAS: UMWELTMONITORING FLANKIERENDE MASSNAHMEN (MFM-U), SZENARIEN FÜR 2020  
Entwurf Schlussbericht Bern, 12. Oktober 2012

## 5.1 Güterverkehrsemissionsänderungen

	Tag	Nacht
Verlagerungsziel erreicht, heutiger Fahrzeugpark	2.0	2.0
Zwischenziel erreicht, heutiger Fahrzeugpark	1.4	1.4
Aufhebung Nachtfahrverbot, heutiger Fahrzeugpark	-0.8	-0.8
Szenario Verlagerungszwang, heutiger Fahrzeugpark	0.3	0.4
Keine Verlagerungspolitik, heutiger Fahrzeugpark	-1.2	-1.2
Verlagerungsziel erreicht, Verbot GG	-4.4	-4.4
Zwischenziel erreicht, Verbot GG	-5.0	-5.0
Aufhebung Nachtfahrverbot, Verbot GG	-7.2	-7.2
Szenario Verlagerungszwang, Verbot GG	-6.1	-6.1
Keine Verlagerungspolitik, Verbot GG	-7.6	-7.6
Real-Szenario Verlagerung 2020, Verbot GG	-6.4	-6.4

Tabelle 4: Güterverkehrslärmemissionsveränderungen der Bahn in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf das Real-Szenario Verlagerung 2020.

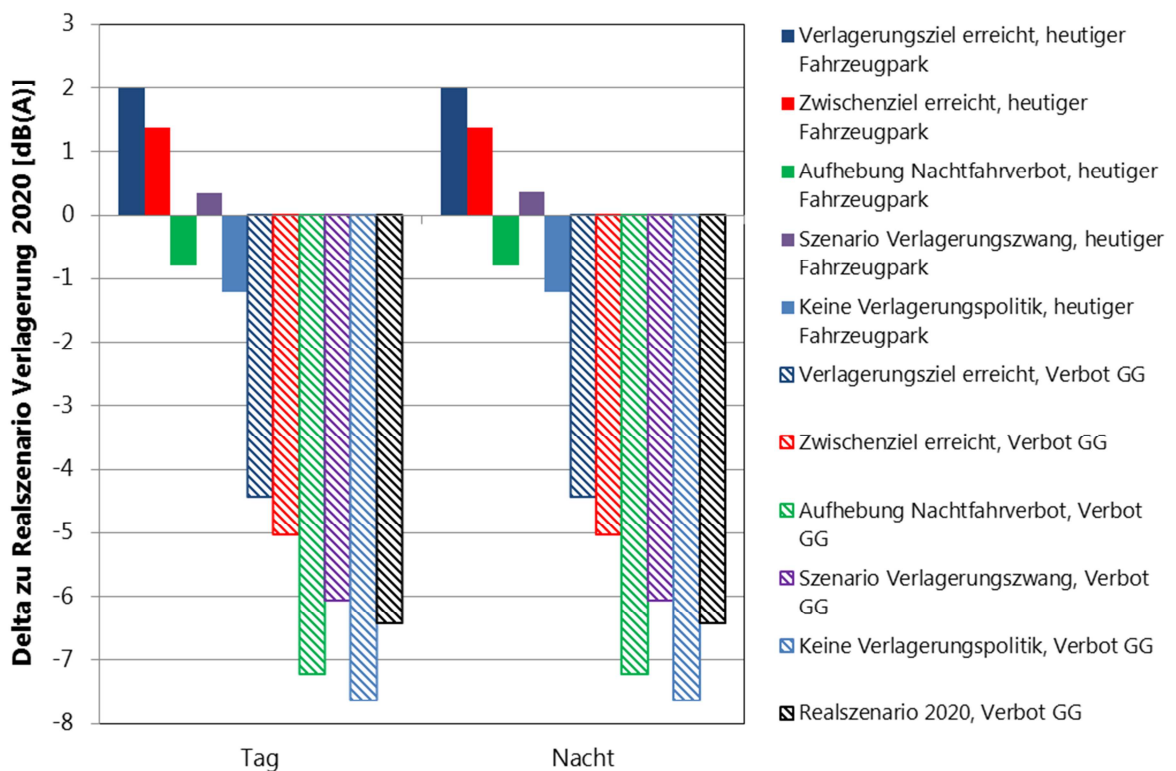


Abbildung 3: Güterverkehrslärmemissionsveränderungen der Bahn in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf das Real-Szenario Verlagerung 2020.



## 5.2 Gesamtverkehrsemissionsänderungen

	Tag	Nacht
Verlagerungsziel erreicht, heutiger Fahrzeugpark	1.9	2.0
Zwischenziel erreicht, heutiger Fahrzeugpark	1.3	1.4
Aufhebung Nachtfahrverbot, heutiger Fahrzeugpark	-0.7	-0.8
Szenario Verlagerungszwang, heutiger Fahrzeugpark	0.3	0.3
Keine Verlagerungspolitik, heutiger Fahrzeugpark	-1.1	-1.2
Verlagerungsziel erreicht, Verbot GG	-3.8	-4.3
Zwischenziel erreicht, Verbot GG	-4.3	-4.9
Aufhebung Nachtfahrverbot, Verbot GG	-5.9	-6.9
Szenario Verlagerungszwang, Verbot GG	-5.1	-5.8
Keine Verlagerungspolitik, Verbot GG	-6.1	-7.3
Real-Szenario Verlagerung 2020, Verbot GG	-5.3	-6.1

Tabelle 5: Gesamtverkehrslärmemissionsveränderungen der Bahn in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf das Real-Szenario Verlagerung 2020.

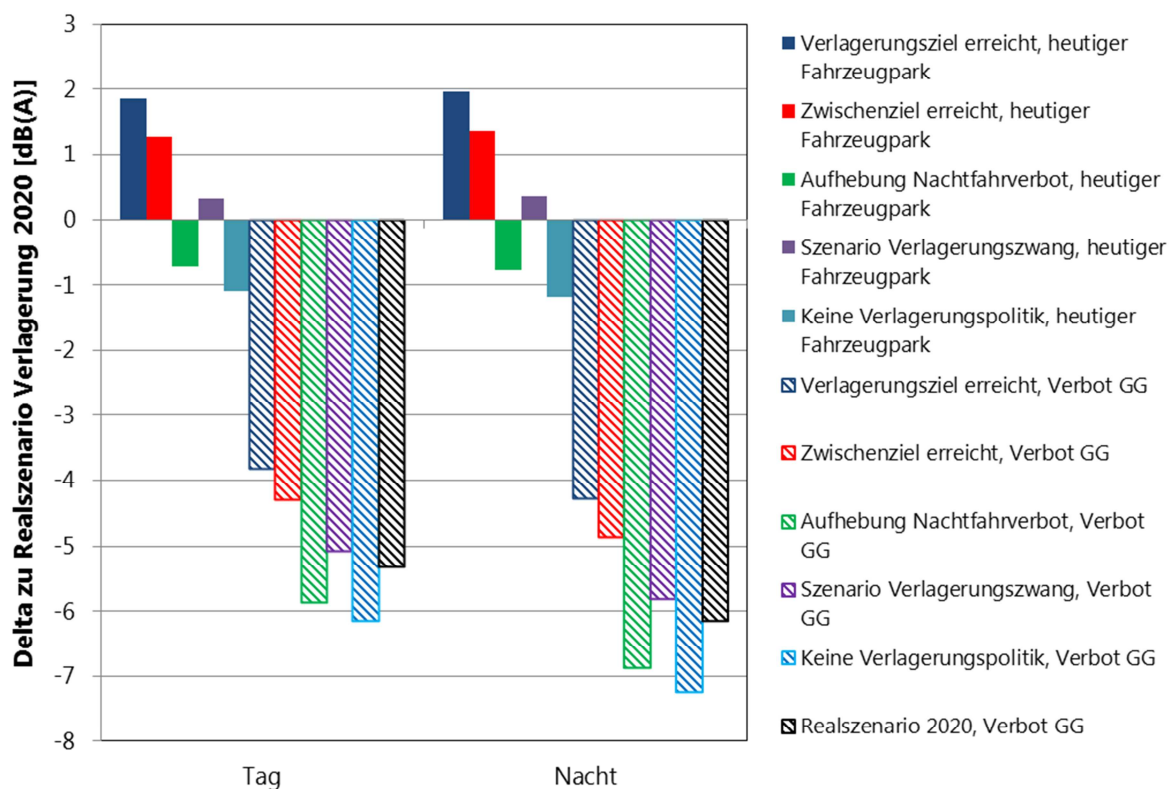


Abbildung 4: Gesamtverkehrslärmemissionsveränderungen der Bahn in dB(A) für die verschiedenen Szenarien bezogen auf das Real-Szenario Verlagerung 2020.

## 6 Fazit

Hinsichtlich der akustischen Emission des gesamten Strassenverkehrs ergeben sich in den verschiedenen Szenarien nur relativ geringe Veränderungen bzgl. des Referenzzustandes 2011. Die grössten Unterschiede von rund +2 dB(A) nachts ergeben sich im Szenario *Nachtfahrverbot aufheben*. Wenn nur die Emissionen des Strassengüterverkehrs betrachtet werden, sind die Unterschiede bedeutend grösser. Im Szenario *Verlagerungsziel erreicht* reduzieren sich diese sowohl tags als auch nachts um 1 bis 2 dB(A), im Szenario *Nachtfahrverbot aufheben* nehmen sie nachts um 5 bis 7 dB(A) zu. Strassenseitig lässt sich das generelle Lärmreduktionspotential von leiseren Reifen auf 2 dB(A), von lärmarmen Belägen ebenfalls auf 2 dB(A) und die kombinierte Wirkung auf rund 3 dB(A) abschätzen.

Bahnseitig ist bezogen auf den Referenzzustand *Real-Szenario Verlagerung 2020* mit dem aktuellen Wagenpark im Szenario *Verlagerungsziel erreicht* mit rund 2 dB(A) höheren Gesamtlärmemissionen zu rechnen. Wenn dagegen sämtliche Güterwagen auf K-Klotz Bremsen umgerüstet werden, reduziert sich selbst im Szenario *Verlagerungsziel erreicht* die Gesamtlärmemission um 4 dB(A). Wenn nur die Emission des Eisenbahngüterverkehrs betrachtet wird, reduzieren sich die Emissionen mit einem GG-Verbot je nach Szenario um 4 bis 7 dB(A). Im best-case mit Einführung von Schienenabsorbern ist generell von rund 2 dB(A) tieferen Emissionen auszugehen.