



Bern, 16.12.2014

---

# MFM-U: Analysen und Erhebungen zur Umweltbelastung des Alpentransitverkehrs Update, Herbst 2014

---



## Impressum

### Begleitgruppe

Klaus Kammer, BAFU, Abt. Ökonomie und Umweltbeobachtung (Leitung)  
Hugo Amacker, BAFU, Abt. Luftreinhaltung und Chemikalien  
Marco Andretta, Dipartimento del territorio Ticino, Bellinzona  
Susanne Bieri, inNET Monitoring AG, Altdorf  
Peter Inäbni, Amt für Raumplanung, Basel-Landschaft, Liestal  
Niklas Joos, Amt für Umweltschutz Uri, Altdorf  
Walter Krebs, Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Chur  
Hanspeter Lötscher, Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Chur  
Hansruedi Moser, Lufthygieneamt beider Basel, Liestal  
Dominique Schneuwly, BAFU, Abt. Lärm und NIS  
Marco Steiger, Dipartimento del territorio Ticino, Bellinzona  
Urs Zihlmann, Umwelt und Energie, Luzern

### Redaktion und Gestaltung

Markus Nauser, dialog:umwelt GmbH, Bern  
Laurence Rickett, Magma – die Markengestalter, Bern

### Fotos

Titelbild, S.11, S.16: Theodor Stalder, Thema Fotografie GmbH  
S.7: Niklaus Wächter, Reportair

### Download PDF

[www.bafu.admin.ch/mfm-u](http://www.bafu.admin.ch/mfm-u)

(eine gedruckte Fassung ist nicht erhältlich)

Diese Publikation ist auch in italienischer Sprache verfügbar.

## Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>4</b>
<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>1 Luftschadstoffe im Transitkorridor schaden der Gesundheit.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Luft- und Lärmbelastung bis 2020: Szenarien zeigen Perspektiven auf .....</b>	<b>8</b>
2.1 Halbierung der NO <sub>x</sub> - und leichte Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	8
2.2 NO <sub>2</sub> -Belastungsgrenze bleibt teilweise überschritten .....	9
2.3 Lärmschutz greift bei der Schiene, auf der Strasse nur mit Zusatzmassnahmen .....	10
2.4 Fallstudie: Entwicklung des Verkehrslärms in fünf Urner Gemeinden .....	11
<b>3 Sauberere Luft dank Sonntagsfahrverbot für Lastwagen .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Trotz Emissionsabnahme erst geringe Reduktion der NO<sub>2</sub>-Messwerte .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Dem akustischen Fingerabdruck von Fahrzeugen auf der Spur .....</b>	<b>14</b>
<b>6 Seit 2004 kaum veränderter Lärmpegel an der A2 und der A13.....</b>	<b>15</b>
<b>Quellennachweis.....</b>	<b>16</b>

## Vorwort

Analysen über die Entwicklung und die Auswirkungen der Umweltbelastung durch den Transitverkehr auf den Nord-Süd-Achsen sind fester Bestandteil des Projekts «Monitoring Flankierende Massnahmen Umwelt» (MFM-U), das vom Bund in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen Basel-Landschaft, Graubünden, Luzern, Tessin und Uri betrieben wird. Der vorliegende Kurzbericht macht wichtige Ergebnisse neuerer Studien, einschliesslich Perspektiven zur möglichen Luftschadstoff- und Lärm-entwicklung bis zum Jahr 2020, einem breiteren Publikum zugänglich.

Die Befunde verdeutlichen die Bedeutung der Verlagerungspolitik des Bundes für die Verbesserung von Umweltsituation und Lebensbedingungen in den betroffenen Alpentälern. Nachstehend einige Kernaussagen zur Illustration:

- Der grosse Anteil des Strassengüterverkehrs an der Luftschadstoffbelastung ist gut erkennbar. Die durch den Verkehr verursachte Luftbelastung hat nachweislich negative Auswirkungen auf den Gesundheitszustand der in Autobahnnähe lebenden Bevölkerung.
- Das BAFU erwartet aufgrund von Modellrechnungen eine deutliche Abnahme der Luftbelastung mit Stickoxiden in den nächsten Jahren. Grund dafür sind technische Verbesserungen an den Strassenfahrzeugen, insbesondere an den schweren Güterfahrzeugen. Das Verlagerungsziel für den alpenquerenden Güterverkehr unterstützt dabei die Erreichung der NO<sub>2</sub>-Grenzwerte.
- Beim Schienenverkehr zeichnet sich ab, dass die Lärmbelastung bis 2020 dank der Modernisierung des Rollmaterials markant abnimmt. Dies auch unter der Annahme, dass das Verlagerungsziel erreicht wird und deshalb mehr Güterzüge auf den Nord-Süd-Achsen verkehren.
- Innovative Messverfahren erlauben es, den Anteil der verschiedenen Fahrzeugklassen am Verkehrslärm präziser als bisher zu bestimmen. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten bei der Beurteilung von Massnahmen zur Reduzierung des Strassenlärms.

Das BAFU möchte mit der Veröffentlichung dieser Informationen zu einer sachlichen Diskussion über die Umweltauswirkungen des Alpentransitverkehrs beitragen.

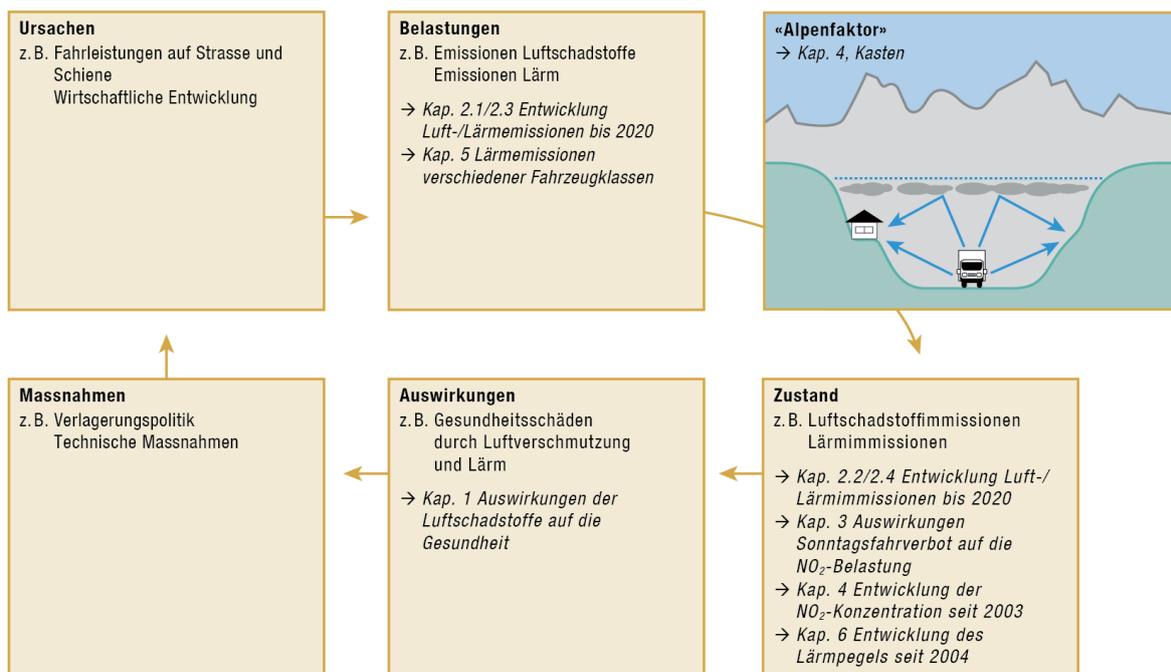
Gérard Poffet  
Vizedirektor Bundesamt für Umwelt (BAFU)

## Einleitung

Im Rahmen des Projekts «Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt» (MFM-U) werden seit 2003 Luft- und Lärmdaten an sieben Standorten entlang der Alpen transitachsen A2 (Gotthard) und A13 (San Bernardino) erhoben. An drei weiteren Standorten werden die Lärmemissionen entlang der Nord-Süd-Korridore des Schienennetzes (Gotthard sowie Lötschberg–Simplon) erfasst.

Ziel des Projekts ist es, die Entwicklung der Umweltbelastung durch Strasse und Schiene auf den Nord-Süd-Achsen zu dokumentieren und die Wirksamkeit von Massnahmen zu überprüfen. Die letzte umfassende Publikation zum Umweltzustand, der Bericht «Umweltbelastungen des alpenquerenden Güterverkehrs. Resultate des Projekts MFM-U, Stand 2010», ist 2011 erschienen. Der vorliegende Kurzbericht fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen, die seither aus Messungen und Untersuchungen gewonnen wurden.

Die Umweltbelastung durch den Verkehr wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Dabei spielen im Alpenraum die besonderen topografischen und meteorologischen Bedingungen eine wichtige Rolle, indem sie die Luftschadstoff- und Lärmbelastung verstärken («Alpenfaktor»). Die nachstehende Abbildung veranschaulicht die für die Entwicklung der Umweltqualität relevanten Zusammenhänge und verortet – in kursiver Schrift dargestellt – die Themen, die in den nachfolgenden Kapiteln zur Sprache kommen.



## 1 Luftschadstoffe im Transitkorridor schaden der Gesundheit

Die Auswirkungen der Luft- und Lärmbelastung entlang der A2 und der A13 auf die Bevölkerung werden im Rahmen des Projekts MFM-U seit längerem beobachtet. Detaillierte Messungen zeigen den Beitrag des Autobahnverkehrs und der Strassentransporte am Luftschadstoffgehalt im Urner Reusstal. Parallel dazu wurden umfangreiche Abklärungen durchgeführt zu den Fragen, wie der alpenquerende Transitverkehr durch die Bevölkerung wahrgenommen wird und wie Atemwegserkrankungen und lokal gemessene Schadstoffbelastung der Luft (NO<sub>2</sub>, Feinstaub) zusammenhängen.

### Autobahnverkehr belastet die Siedlungsgebiete

Zwischen der Verkehrsdichte auf der A2 und der Belastung durch Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) besteht ein deutlicher Zusammenhang: Je mehr Fahrzeuge verkehren, umso höher sind die NO<sub>2</sub>-Werte. Die Bedeutung des Schwerververkehrs zeigt sich daran, dass der NO<sub>2</sub>-Ausstoss eines Lastwagens um das 8,5-fache höher ist als jener eines Personenwagens.

Am Beispiel der Gemeinde Erstfeld (Kanton Uri) wurde nachgewiesen, dass der Verkehr auf der A2 zwischen 2007 und 2009 für rund 55 % der NO<sub>2</sub>-Immissionen im Siedlungsgebiet verantwortlich war (ohne Berücksichtigung der damaligen temporären NEAT-Baustelle). An die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung trugen je zwischen 15 und 20 % die schweren Güterfahrzeuge im Transitverkehr, die übrigen schweren Güterfahrzeuge sowie der Personenverkehr bei. Der Anteil des regionalen Verkehrs belief sich auf ca. 20 %, während der Anteil der stationären Quellen (Feuerungen, Haushalte, Industrie/ Gewerbe sowie Land- und Forstwirtschaft) am Total der NO<sub>2</sub>-Belastung bei Erstfeld ca. 25 % betrug.

Die Messungen zeigen hohe Werte entlang der Autobahn, sowohl für das vom Verkehr abhängige NO<sub>2</sub>, wie auch für die Russpartikel aus der Dieselerbrennung. Die Schadstoffkonzentrationen nehmen mit zunehmender Entfernung zur A2 deutlich ab und erreichen nach ca. 200 Metern das für den übrigen Talboden typische Hintergrundniveau.

### Atemwegserkrankungen ein Mehrfaches häufiger

Die Auswirkungen der erhöhten Luftschadstoffkonzentration auf Atemwegserkrankungen wurden mittels Befragungen der Bevölkerung und Analysen der Atemluft von Kindern untersucht. Die Ergebnisse sind eindeutig: Über 10 % der Menschen, welche in einem Korridor von 200 Metern Breite neben der Autobahn wohnen, leiden unter Asthma und Bronchitis. Die entsprechenden Symptome treten in Autobahnnähe zwei- bis dreimal häufiger auf als in Gebieten in grösserer Entfernung zur Autobahn.

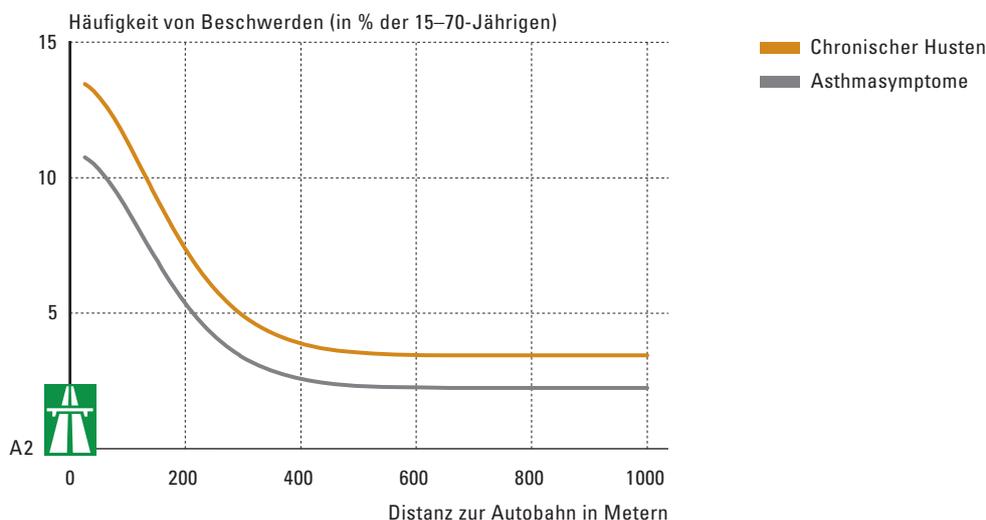


Abb. 1 Einfluss der Autobahn auf Atemwegserkrankungen

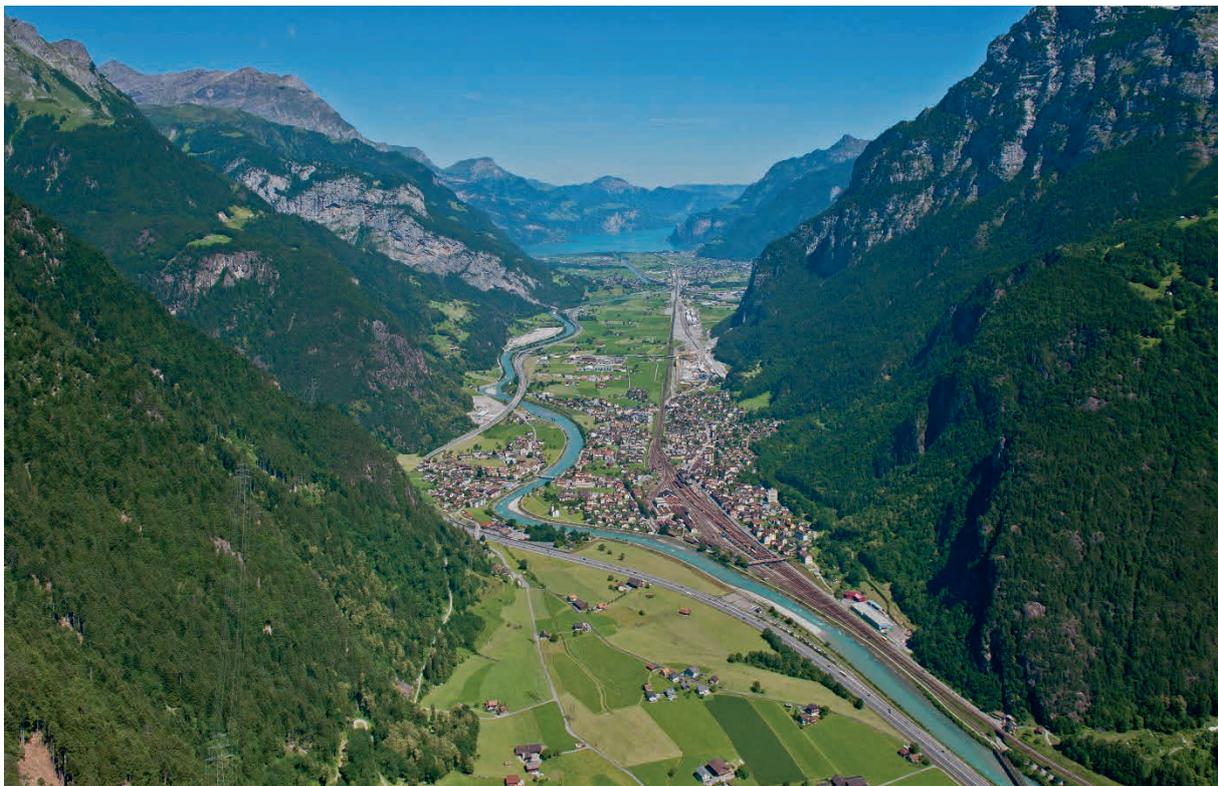
Quelle: Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH)

Aufgrund der Untersuchungen haben Kinder, die zu Hause relativ hohen Feinstaubkonzentrationen aus dem Autobahnverkehr ausgesetzt sind, ein 15–30 % erhöhtes Risiko, an Atemwegssymptomen (insbesondere pfeifende Atmung, Heuschnupfen) zu leiden. Die Grössenordnung der gefundenen Effekte ist vergleichbar mit den Auswirkungen der Belastung durch Passivrauchen.

Kinder mit Asthma reagieren besonders sensibel auf die Luftschadstoffbelastung. Die detaillierte Untersuchung von 13 Kindern aus der Gemeinde Erstfeld hat gezeigt, dass eine erhöhte Belastung durch verkehrsbedingte Schadstoffe innert 24 Stunden zur Zunahme der Entzündungszeichen in den oberen Atemwegen führt.

### **Anwohner von verkehrsreichen Strassen besonders gefährdet**

Der Strassenverkehr trägt wesentlich zur allgemeinen Luftverschmutzung (Hintergrundbelastung) bei. Er ist insbesondere verantwortlich für die hohe Konzentration von Schadstoffen entlang vielbefahrener Verkehrsachsen. Von letzterer sind auch jene Bevölkerungsteile betroffen, die in weniger als 200 Meter Distanz zur Autobahn leben. Die im Urner Reusstal gewonnenen Resultate stimmen überein mit internationalen Studien, die den Zusammenhang zwischen Verkehrsdichte, Distanz der Wohnung zu verkehrsreichen Strassen und der Gesundheit untersuchten.



Urner Reusstal bei Erstfeld (Blick Richtung Norden)

## 2 Luft- und Lärmbelastung bis 2020: Szenarien zeigen Perspektiven auf

Um abzuschätzen, wie sich die Luft- und die Lärmbelastung im Alpenraum (Strecken entlang der A2 zwischen Altdorf und Bellinzona bzw. der A13 zwischen Bonaduz und Bellinzona) durch den Transitverkehr bis 2020 verändern, wurden im Rahmen des Projekts MFM-U verschiedene Modellrechnungen durchgeführt. Dabei wurde untersucht, wie sich absehbare Trends beim Verkehrsaufkommen, Entwicklungen bei der Motorentechnologie sowie Szenarien zur Umsetzung politischer Massnahmen (Verlagerungspolitik des Bundes, Tempobeschränkungen für PWs, Verbot lauter Güterwagen etc.) auf die Umweltbelastung und die Einhaltung der aktuell gültigen Immissionsgrenzwerte auswirken. Im Trendszenario wurde davon ausgegangen, dass ohne zusätzliche Massnahmen die Anzahl der Lastwagenfahrten bis 2020 mit rund 1,46 Millionen pro Jahr 16 % über dem Stand von 2010 zu liegen käme. Auch beim übrigen Verkehr (v.a. PWs, Lieferwagen) wird von einem Anstieg des Verkehrsvolumens um über 12 % ausgegangen.

### 2.1 Halbierung der NO<sub>x</sub>- und leichte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Der Verkehr ist eine der Hauptquellen für den Luftschadstoffausstoss. Er ist massgeblich für die Emission von Stickoxiden (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) und Feinstaub verantwortlich und ist in der Schweiz die bedeutendste Quelle für das Klimagas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

Die NO<sub>x</sub>-Emissionen des schweren Güterverkehrs auf der A2 und der A13 sind bei in etwa gleich bleibender Anzahl Fahrten dank verbesserter Motorentechnologie seit 2004 deutlich zurückgegangen. Das grosse Reduktionspotenzial bei den Lastwagen und der zunehmende Anteil der dieselbetriebenen PWs haben dazu geführt, dass der übrige Verkehr die Lastwagen als Hauptverursacher der NO<sub>x</sub>-Emissionen abgelöst hat. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen, da ein immer grösserer Anteil der Lastwagenmotoren der sehr schadstoffarmen Euro-VI-Norm entspricht.

Gemäss den Modellrechnungen dürften die NO<sub>x</sub>-Emissionen des Schwerverkehrs im Alpenraum 2020 rund 74 % tiefer liegen als 2009 (Szenario Trend). Bei Erreichen des Verlagerungsziels von maximal 650'000 Lastwagenfahrten im Transitverkehr bis 2020, würde diese Reduktion sogar 87 % betragen. Ohne die bis heute ergriffenen Massnahmen der Verlagerungspolitik des Bundes (z. B. LSVA) wäre 2020 mit rund 2,25 Millionen Lastwagenfahrten im alpenquerenden Güterverkehr zu rechnen. Die Emissionsabnahme würde in diesem Szenario rund 67 % betragen.

Eine andere Entwicklung zeichnet sich bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ab. Die Menge des Kohlendioxids entspricht der Menge des verbrauchten Treibstoffs. Diese variierte bereits in den vergangenen zehn

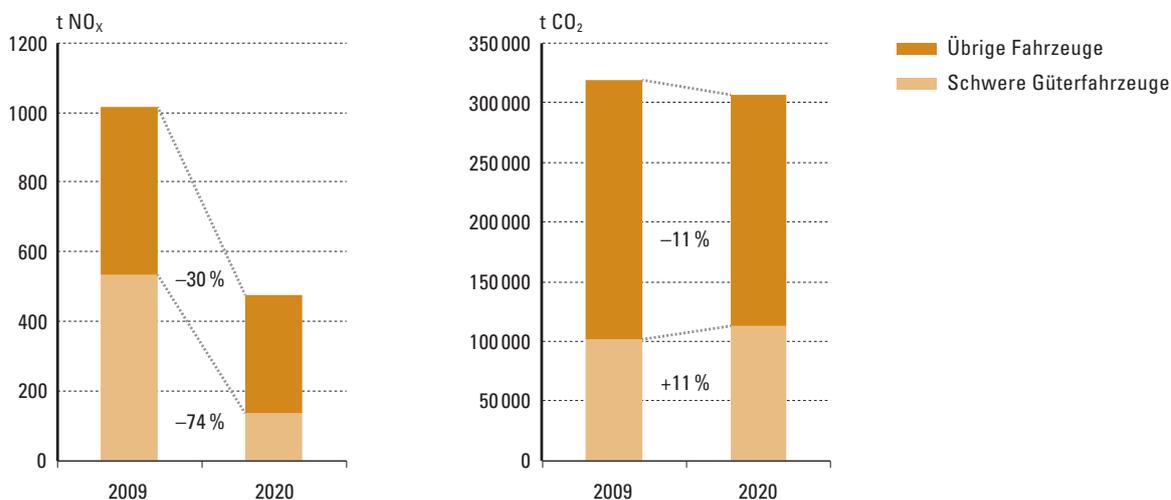


Abb. 2 Entwicklung der NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Alpenraum bis 2020 (Perimeter MFM-U, Szenario Trend)  
 Quelle: Bundesrat (Verlagerungsbericht 2011–2013) / Szenarioberechnungen Infras

Jahren nur wenig. Bei den Lastwagen führt der prognostizierte Trend zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 11 %. Mit der Erreichung des Verlagerungsziels könnten deren Emissionen hingegen halbiert werden. Ohne Verlagerungspolitik würden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Schwerverkehrs um 46 % zunehmen.

Bei den übrigen Fahrzeugen geht die Emissionsmenge tendenziell zurück, da hier – trotz steigenden Fahrleistungen – vor allem bei den PWs mit einer deutlichen Abnahme des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs gerechnet wird. Mit der generellen Absenkung der Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h könnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen des gesamten Verkehrs um zusätzlich 5 % reduziert werden.

Im grenzüberschreitenden Fernverkehr ist die Umweltbilanz des Schienengütertransports hinsichtlich NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Emissionen klar positiv. Die Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene leistet damit einen wertvollen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz.

## 2.2 NO<sub>2</sub>-Belastungsgrenze bleibt teilweise überschritten

Ziel der Luftreinhaltspolitik ist es, schädliche oder lästige Luftverunreinigungen zu vermeiden oder zu vermindern. Der Erfolg bemisst sich u.a. daran, ob die gesetzlich festgelegten Grenzwerte eingehalten werden. Stickoxide zählen zu den Hauptluftschadstoffen. Sie tragen zur Bildung von Ozon und Feinstaub bei und schädigen sowohl die Gesundheit als auch die Vegetation.

Die Modellberechnungen zum Trend der NO<sub>2</sub>-Belastung in den beiden Transitkorridoren zeigen, dass die erwarteten Verbesserungen bei der Fahrzeugtechnologie zu einer Reduktion der Immissionen in der Grössenordnung von rund 20 % führen.

An der A13 (Messstation Rothenbrunnen) wird der Grenzwert bereits heute eingehalten. Demgegenüber kann er an der A2 nördlich der Alpen (Messstation Erstfeld) bis 2020 nur dann erreicht werden, wenn die Fahrzeugemissionen auch im Praxisbetrieb entsprechend den Messungen auf dem Prüfstand abnehmen. Aufgrund bisheriger Erfahrungen kann dies nicht vorausgesetzt werden. Bei Erstfeld besteht darum nur mit zusätzlichen Massnahmen (Erreichung Verlagerungsziel oder Tempo 100 für PW und Lieferwagen) Gewähr, dass die NO<sub>2</sub>-Konzentration 2020 mit Sicherheit unter dem Grenzwert liegt. An der A2 südlich der Alpen (Messstation Moleno) dürften selbst diese zusätzlichen Massnahmen nicht ausreichen, um den Grenzwert einzuhalten.

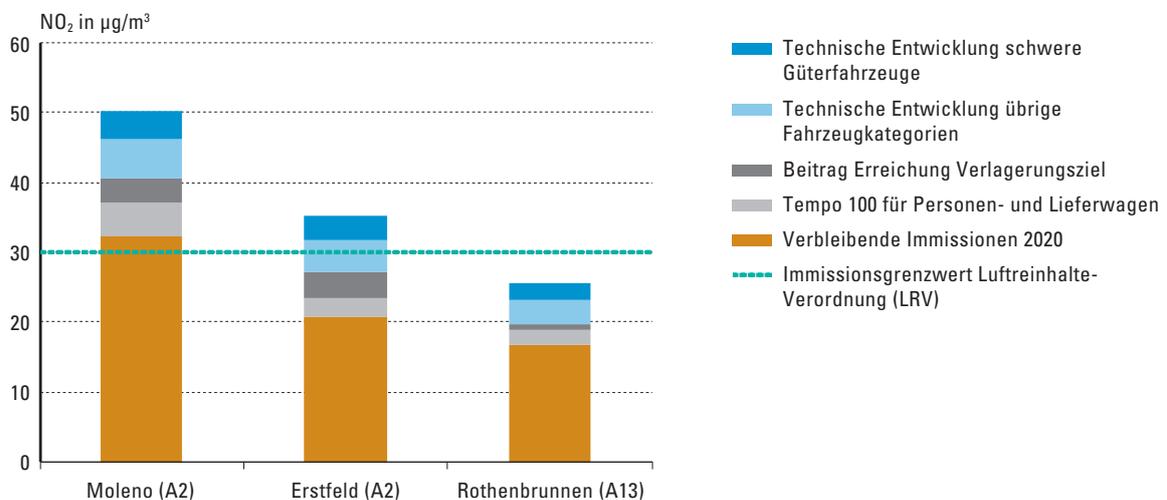


Abb. 3 Reduktionsbeiträge und verbleibende NO<sub>2</sub>-Immissionen im Jahr 2020 (Ausgangswerte = Stand 2011)  
 Quelle: Bundesrat (Verlagerungsbericht 2011–2013) / Szenarioberechnungen Oekoscience

### 2.3 Lärmschutz greift bei der Schiene, auf der Strasse nur mit Zusatzmassnahmen

Der alpenquerende Transitverkehr ist eine bedeutende Lärmquelle. Steht tagsüber die Autobahn im Vordergrund, so ist es nachts der Schienenverkehr, der zu einer übermässigen Lärmbelastung führt.

Die Verlagerungspolitik des Bundes hat einen beschränkten Einfluss auf das Lärmniveau in den Strassentransitkorridoren. Dies weil der zukünftige Lärmpegel in erster Linie vom erwarteten, kontinuierlichen Anstieg der PW-Fahrten geprägt wird. Lastwagen und insbesondere Sattelzüge sind zwar deutlich lauter als PWs (siehe Kap. 5), zahlenmässig fallen sie aber im Vergleich zum Personenverkehr weniger ins Gewicht.

Modellrechnungen zur Lärmentwicklung gegenüber dem Referenzzustand 2011 machen deutlich, dass auf der Autobahn – unabhängig vom Szenario – mit einer kaum wahrnehmbaren Zunahme des Lärmpegels um weniger als ein Dezibel (dBA) zu rechnen ist. Einen im Vergleich dazu etwas grösseren, lärmindernden Effekt hätte die generelle Reduktion der Höchstgeschwindigkeit auf der Autobahn für Personen- und Lieferwagen auf 100 km/h.

Der Lärm zusätzlicher Güterzüge wird bis 2020 bei Weitem aufgefangen durch die Lärmreduktion infolge der Änderung des Bundesgesetzes über die Lärmsanierung der Eisenbahnen vom 1.3.2014. Wenn 2020 keine Güterwagen mit lärmigen Graugussbremsen mehr verkehren, sinkt der Lärmpegel deutlich. Allerdings würde die höhere Anzahl Güterzüge bei Erreichen des Verlagerungsziels auf der Strasse die auf der Schiene erzielte Lärmverminderung etwa zur Hälfte zunichtemachen.

Unabhängig vom Zustand der Güterwagen wird mit der Betriebsaufnahme der NEAT im Jahr 2016 im Abschnitt zwischen dem Nord- und dem Südportal des neuen Basistunnels (südlich von Erstfeld bis nördlich von Biasca) die Lärmbelastung durch die Eisenbahn markant abnehmen.

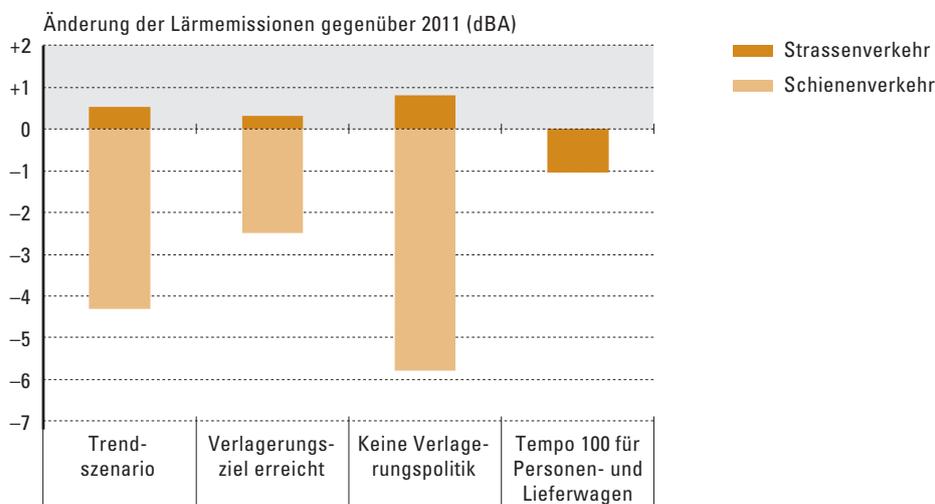


Abb. 4 Szenarien zur Veränderung des Lärmpegels an Strasse und Schiene bis 2020 (Referenz = 2011)  
Quelle: Bundesamt für Umweltschutz / Szenarioberechnungen EMPA

## 2.4 Fallstudie: Entwicklung des Verkehrslärms in fünf Urner Gemeinden

Anhand von Szenariobetrachtungen für die Urner Gemeinden Altdorf, Attinghausen, Seedorf, Schattorf und Erstfeld wurde untersucht, wie sich die Betroffenheit der Bevölkerung durch den Autobahn- bzw. Eisenbahnlärm bis 2020 verändert. Besonders kritisch bezüglich der Überschreitung des Lärmgrenzwerts sind sowohl für den Strassen- wie auch für den Schienenverkehr die Nachtstunden zwischen 22 Uhr und 6 Uhr.

Die Analysen zeigen, dass mit den geplanten Belagserneuerungen bis 2020 nur noch ein sehr kleiner Teil der Bevölkerung durch übermässigen Autobahnlärm betroffen sein wird. Dies trotz einer Zunahme des Verkehrsaufkommens um 12 % im Personen- und 16 % im Güterverkehr gegenüber dem Stand 2010. Im Trendszenario wird der Anteil der über den Grenzwerten belasteten Personen 2020 nachts 2 % und tagsüber weniger als 1 % betragen.

Beim Schienenverkehr reduziert sich im Trendszenario der Anteil der Personen, die von Lärmbelastungen über dem Grenzwert betroffen sind, nachts von 11 % auf 8–9 % und tagsüber von 2 % auf unter 1 %. Diese Lärmreduktion kann erzielt werden, da ab 2020 alle Güterwagen mit neuen Bremsystemen ausgerüstet sein müssen. Auch im Szenario mit Erreichen des Verlagerungsziels weisen die Modellrechnungen für die untersuchten Gemeinden eine Abnahme der von übermässigem Bahnlärm Betroffenen aus.

Bei einer Aufhebung des Nachtfahrverbots für den Schwerverkehr wäre zwar mit weniger Bahnlärm zu rechnen, dieser Effekt würde jedoch durch mehr Lastwagenfahrten auf der Autobahn wettgemacht – aus Sicht des Lärmschutzes ein Nullsummenspiel.



Die Modernisierung von Güterwagen trägt viel zum Lärmschutz bei.

### 3 Sauberere Luft dank Sonntagsfahrverbot für Lastwagen

Der Anteil des Lastwagenverkehrs am Gesamtverkehr auf der A2 variiert im Wochenverlauf stark. Zählungen bei Erstfeld im Urner Reusstal haben ergeben, dass der Anteil der schweren Güterfahrzeuge an Werktagen relativ hoch ist. Gegen das Wochenende nimmt er im Vergleich zu den Personenwagen massiv ab, und am Sonntag verkehren infolge des Nacht- und Sonntagsfahrverbots für den Schwerverkehr nur noch die wenigen Lastwagen, die über eine Ausnahmegewilligung verfügen. Über die ganze Woche betrachtet entfielen 2012 etwa 13 % aller Fahrten auf den Schwerverkehr.

Die Bedeutung der Lastwagen für die Luftbelastung zeigt sich an der Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Messwerte in Erstfeld. Deren Verlauf stimmt gut mit dem Verkehrsaufkommen schwerer Güterfahrzeuge überein. Die höchsten Schadstoffbelastungen treten zwischen Montag und Freitag auf. Der Anteil des Schwerverkehrs an der NO<sub>2</sub>-Belastung entlang der A2 liegt dann bei etwa 40 %. An Wochenenden nimmt er stark ab, während der Beitrag der übrigen Fahrzeuge tendenziell ansteigt. Andere Emissionsquellen (Feuerungen, Haushalte, Industrie/Gewerbe sowie Land- und Forstwirtschaft) tragen durchschnittlich rund 20 % zur Gesamtbelastung mit Stickoxiden bei.

An den Wochenenden liegen die NO<sub>2</sub>-Belastungen tiefer, obwohl das Gesamtverkehrsaufkommen zwischen Freitag und Sonntag am grössten ist. Das Sonntagsfahrverbot bringt folglich nicht nur eine Lärmreduktion, es verbessert auch die Luftqualität.

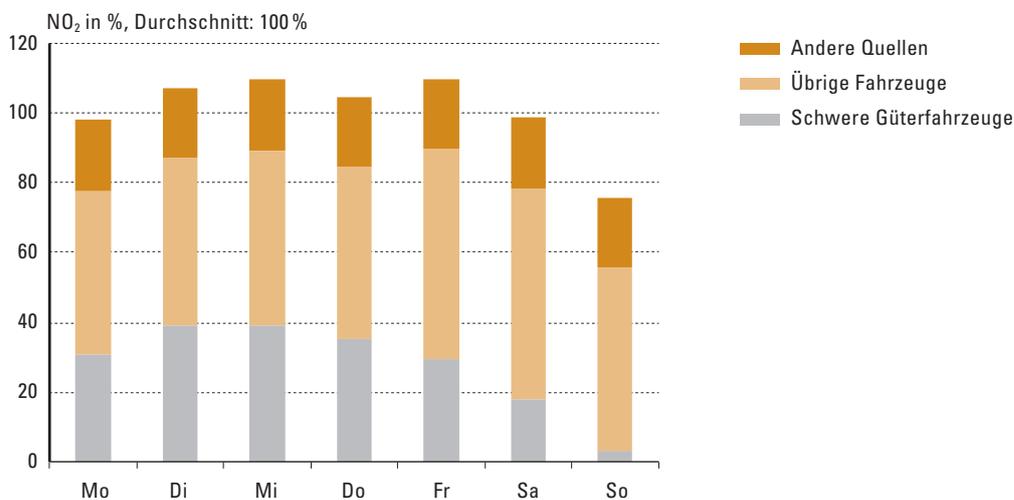


Abb. 5 Verursacher der NO<sub>2</sub>-Belastung nach Wochentag (Erstfeld, 2012)  
Quelle: Oekoscience

#### 4 Trotz Emissionsabnahme erst geringe Reduktion der NO<sub>2</sub>-Messwerte

Insgesamt sechs Messstationen erfassen seit 2003 die Luftschadstoffkonzentration entlang der A2 und der A13. An der verkehrsreicheren A2 werden die NO<sub>2</sub>-Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) generell überschritten. An der weniger stark befahrenen A13 (Messstation Rothenbrunnen GR) liegen die Messwerte unterhalb des Grenzwerts. Dies ist in Übereinstimmung mit der allgemeinen Belastungssituation in der Schweiz: Die Stickstoffdioxid-Immissionen sind in den Städten mit hohem Verkehrsaufkommen und entlang von Hauptverkehrsachsen nach wie vor zu hoch. Der Jahresmittel-Grenzwert wird dort teilweise deutlich überschritten.

Zwar nehmen die Stickoxid-Emissionen der Fahrzeuge aufgrund technischer Fortschritte ab (siehe auch Kap. 2.1). Bislang hat sich dies aber noch nicht in gleichem Masse auf die Höhe der NO<sub>2</sub>-Immissionen ausgewirkt. Gründe dafür sind einerseits komplexe chemische Umwandlungsprozesse zwischen NO und anderen Molekülen wie z. B. Ozon, andererseits hat mit dem steigenden Anteil der Dieselfahrzeuge der direkte NO<sub>2</sub>-Ausstoss zugenommen. Der NO<sub>x</sub>-Ausstoss muss weiter gesenkt werden, bis sich dies auch spürbar beim NO<sub>2</sub> niederschlägt und die Immissionsgrenzwerte für NO<sub>2</sub> eingehalten werden.

Die Höhe der NO<sub>2</sub>-Belastung ist nicht nur vom Verkehrsvolumen abhängig. Obwohl die weitaus höchsten Fahrzeugfrequenzen entlang der Transitkorridore ausserhalb des Alpenraums, in der Nähe von Basel (Hardwald BL) registriert werden, sind die gemessenen NO<sub>2</sub>-Werte dort nur unwesentlich höher als an Messstationen im Alpenraum (z. B. Moleno TI). Hier kommt der «Alpenfaktor» ins Spiel, d.h. der Einfluss der topografischen und meteorologischen Besonderheiten von Alpentälern auf die Schadstoffausbreitung (siehe Kasten unten). Trotz deutlich geringerer Fahrzeugfrequenzen bewegt sich z. B. die NO<sub>2</sub>-Konzentration entlang der Anfahrtsstrecken nördlich und südlich des Gotthards in vergleichbarer Höhe wie im Flachland.

##### Alpenfaktor

Die Lärm- und Luftbelastung wird in den Alpentälern durch die Topografie und die besonderen meteorologischen Bedingungen verstärkt. Die steilen Bergflanken begrenzen die Ausbreitung von Luftschadstoffen und Schallwellen. Je nach meteorologischer Situation wird dieser Geländeeffekt intensiviert durch eine sogenannte bodennahe Inversionslage, wenn im Winter kalte Luft am Talboden liegt und sich darüber wärmere Luftmassen schichten. Die vertikale Ausbreitung wird eingeschränkt und die Schadstoffe konzentrieren sich auf engerem Raum. Mehrere Studien haben gezeigt, dass eine bestimmte Emissionsmenge an Stickoxiden in einem Alpental eine etwa dreimal so hohe Immission bewirkt wie über flachem Land (Alpenfaktor = 3).

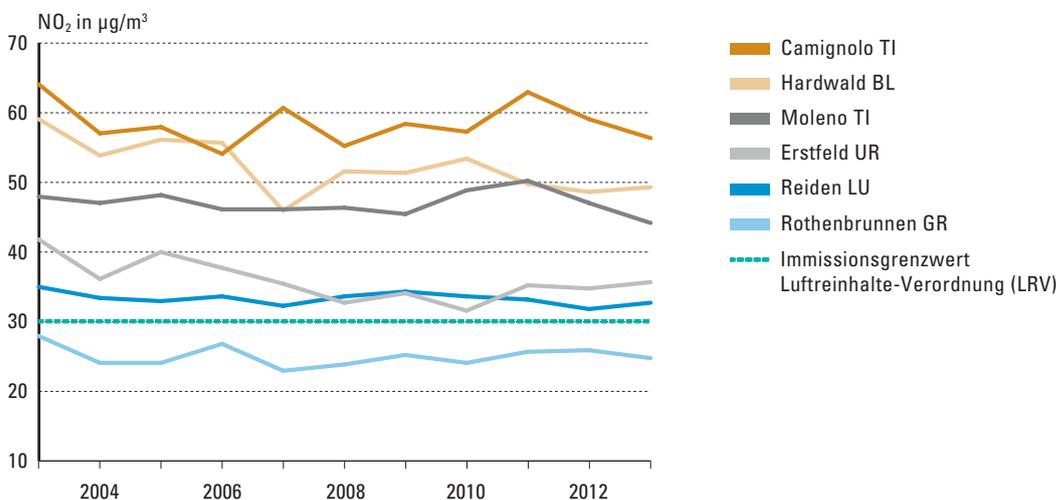


Abb. 6 Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Konzentration 2003–2013 (Jahresmittelwerte)  
Quelle: Bundesamt für Umwelt (MFM-U)

## 5 Dem akustischen Fingerabdruck von Fahrzeugen auf der Spur

Seit 2004 werden an den Transitachsen kontinuierliche Lärmmessungen durchgeführt und daraus halbstündliche Mittelwerte abgeleitet. Seit 2010 kommt ein zusätzliches, völlig neuartiges Messverfahren zur Anwendung: An vier MFM-U-Messstandorten werden Lärmdaten automatisch alle 9 Tage während 24 Stunden erfasst. Dabei wird der Lärmpegel im Abstand von Zehntelsekunden gemessen. Diese hohe Auflösung ermöglicht es, den akustischen «Fingerabdruck» einzelner Durchfahrten zu ermitteln und die verschiedenen Fahrzeugklassen aus Sicht des Lärmschutzes genauer als bisher zu charakterisieren. Nur dank automatisierten Auswertungsverfahren sind die dabei entstehenden, grossen Datenmengen zu bewältigen.

Erste, provisorische Ergebnisse der Messstation Camignolo an der A2 im Tessin liegen seit Kurzem vor. Sie beruhen auf der Auswertung von Daten von 9'585 Personenwagen, 1'236 Lieferwagen, 246 Sattelzügen, 156 Motorrädern, 154 Lastwagen sowie 106 Bussen. In der Abbildung unten ist die Verteilung der Lärmemissionen innerhalb dieser sechs Fahrzeugklassen dargestellt. Die Kurven zeigen für jede Fahrzeugklasse die statistische Verteilung des Lärmpegels der einzelnen Durchfahrten. 2015 werden die definitiven Resultate publiziert. Bis dann dürften qualitativ hochwertige Daten für gegen 100'000 Durchfahrten vorliegen.

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass das Lärmniveau von Bussen und Motorrädern deutlich über demjenigen von Personenwagen liegt. Akustisch entsprechen diese Fahrzeuge den Lastwagen. Sie sind im Durchschnitt drei Dezibel lauter als PWs, was vergleichbar ist mit einer Verdoppelung der Lärmquelle (z. B. zwei statt ein PW). Der Lärmpegel von Lieferwagen liegt dazwischen. Bemerkenswert sind auch die Unterschiede innerhalb des schweren Güterverkehrs: Ein typischer Sattelzug (Zugfahrzeug mit Auflieger) verursacht rund drei Dezibel mehr Lärm als ein Lastwagen.

Ebenfalls klar erkennbar ist, dass die Streubreite des Fahrzeuglärms bei Personen- und Lieferwagen kleiner ist als bei den anderen Fahrzeugklassen. Sie hängt einerseits mit der Anzahl der Messwerte sowie den unterschiedlichen Geschwindigkeiten, mit denen die Fahrzeuge die Messstelle passieren, zusammen. Sie ist andererseits aber auch ein Hinweis darauf, dass die Lärmemissionen innerhalb gewisser Klassen von Fahrzeug zu Fahrzeug stark variieren können. Solche Informationen geben wichtige Hinweise auf das Potenzial von Lärmbekämpfungsmassnahmen.

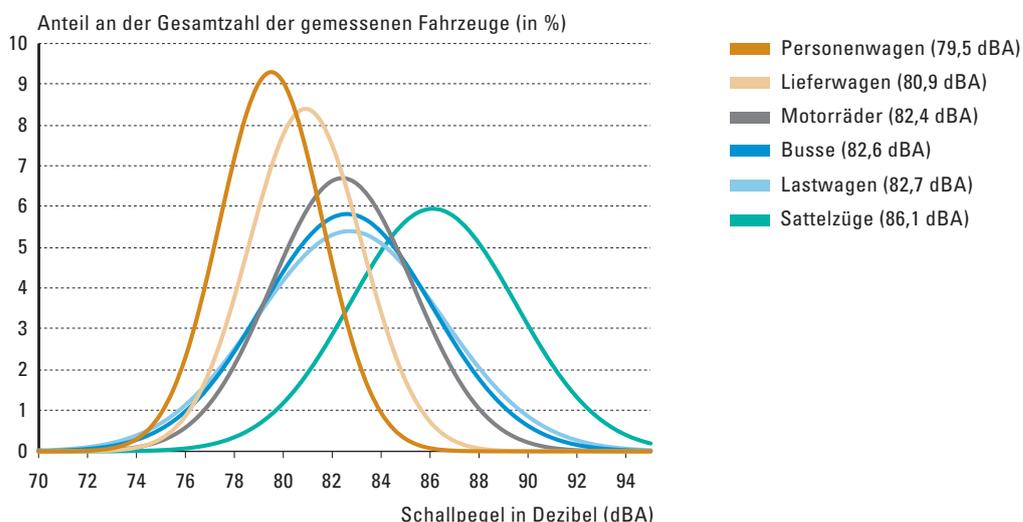


Abb. 7 Verteilung der Lärmemissionen verschiedener Fahrzeugklassen nach SWISS 10 (Mittelwerte in Klammern)  
Quelle: IFEC

## 6 Seit 2004 kaum veränderter Lärmpegel an der A2 und der A13

Die Lärmemissionen werden an mehreren Stationen entlang der Autobahnen A2 und A13 gemessen. Verschiedene Fahrzeugklassen haben unterschiedliche Emissionseigenschaften (siehe Kap. 5). Ein schweres Güterfahrzeug verursacht deutlich mehr Lärm als ein Personenwagen. Der Anteil des Schwerverkehrs am Gesamtlärm ist darum grösser als sein Anteil am Verkehrsaufkommen. Weitere lärmwirksame Einflussfaktoren sind die vor Ort gefahrenen Geschwindigkeiten, der Reifentyp sowie die Beschaffenheit des Strassenbelags.

Der Gesamtlärm und die Lärmbelastung durch schwere Güterfahrzeuge werden seit 2004 separat bestimmt. Beim Gesamtverkehr ist keine signifikante Veränderung des Lärmpegels erkennbar. Die durch den Schwerverkehr verursachte Lärmbelastung verläuft an der A2 weitgehend parallel zu derjenigen des Gesamtverkehrs, wie unten am Beispiel von Reiden gezeigt. An der A13 (Messstation Rothenbrunnen) lässt sich hingegen beim schweren Güterverkehr seit 2004 ein leicht steigender Trend des Lärmpegels feststellen. Dieser kann gut mit der Zunahme der Güterfahrzeuge, vor allem der besonders lauten Sattelzüge, auf dieser Strecke erklärt werden.

Während für PWs und schwere Güterfahrzeuge seit 1992 regelmässig etwa alle vier Jahre eine Verschärfung der EURO-Abgasnormen stattfindet, wurden die Lärm-Emissionsgrenzwerte für Fahrzeuge in der EU seit 1995 nicht mehr geändert. Somit bestand für Fahrzeughersteller auch kein Anlass, den Lärmemissionen besondere Beachtung zu schenken. Weil europaweit immer mehr Personen von übermässigem Verkehrslärm betroffen sind, erarbeitete die EU-Kommission eine Vorlage, welche im Frühjahr 2014 durch das EU-Parlament verabschiedet wurde. Damit kommt ein neues Prüfverfahren für Lärmmessungen bei der Fahrzeugzulassung zur Anwendung und die Lärmgrenzwerte für die verschiedenen Fahrzeugkategorien werden bis 2025 in zwei Schritten gesenkt. Dies dürfte sich auch auf die Entwicklung des Strassenlärmpegels in der Schweiz positiv auswirken.

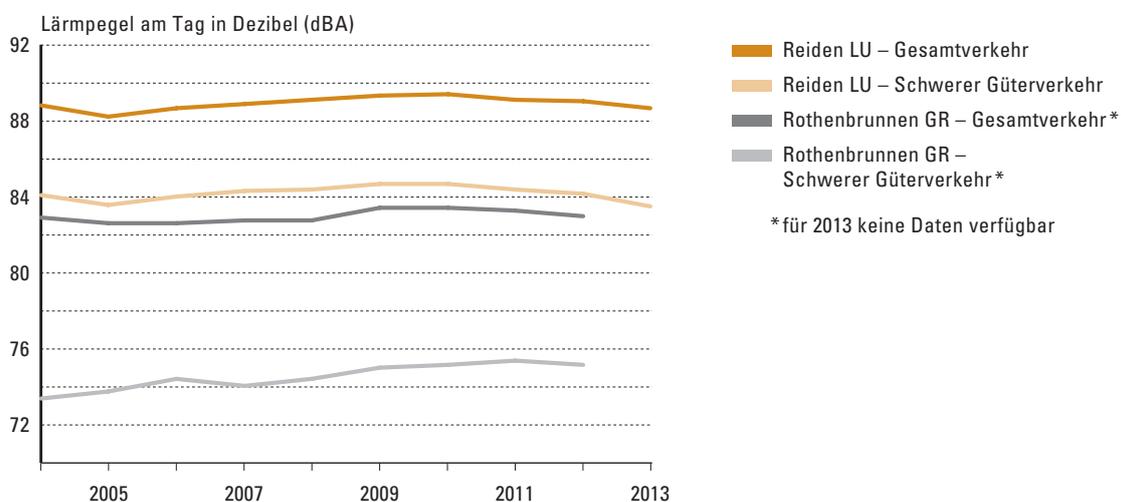


Abb. 8 Entwicklung des Lärmpegels an den Transitachsen seit 2004  
Quelle: Bundesamt für Umwelt (MFM-U)

## Quellennachweis

Dieser Kurzbericht beruht auf den Luftschadstoff- und Lärmmessungen im Rahmen des Projekts MFM-U sowie auf verschiedenen Expertenberichten, die einzelne Aspekte zur Entwicklung der Umweltbelastung durch den Verkehr auf der Gotthard- und der San-Bernardino-Achse vertieft analysiert haben.

Sämtliche Expertenberichte sind auf der Webseite des Projekts MFM-U verfügbar:

<http://www.bafu.admin.ch/verkehr/12672/12772/index.html?lang=de>.

Weitere Grundlagen (Verlagerungsbericht 2011–2013 des Bundesrats, 2. Semesterbericht 2013 zur Mengenentwicklung im alpenquerenden Güterverkehr) stehen unter der Adresse

<http://www.bav.admin.ch/verlagerung/index.html?lang=de> zur Verfügung.

Umfangreiche Informationen zur Umweltbelastung durch den Verkehr auf den Nord-Süd-Achsen sind im Internet verfügbar unter der Adresse [www.bafu.admin.ch/mfm-u](http://www.bafu.admin.ch/mfm-u).

