

Lärmbelastung in der Schweiz

Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings sonBASE, Stand 2015



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

sonBASE

Lärmdatenbank Schweiz

Lärmbelastung in der Schweiz

Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings sonBASE, Stand 2015

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Andreas Catillaz und Fredy Fischer, Abteilung Lärm und NIS, BAFU

Begleitung

Urs Walker, Hans Bögli, Sophie Hoehn und Chrisoula Stamatiadis, Abteilung Lärm und NIS, BAFU

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2018: Lärmbelastung der Schweiz. Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings sonBASE, Stand 2015. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand, Nr. 1820: 30 S.

Redaktionelle Bearbeitung

Sabine von Fischer, Agentur für Architektur, Zürich

Layout

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Grafiken Seite 17

Hahn + Zimmermann GmbH

Titelbild

Neuenburg

© Gregory Collavini

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-1820-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in französischer und italienischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2018

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5
------------------	----------

Vorwort	6
----------------	----------

Überblick	7
------------------	----------

1 Einleitung	8
1.1 Was ist Lärm?	8
1.2 Wie wirkt Lärm?	9
1.3 Die wichtigsten rechtlichen Grundlagen zum Lärmschutz	10

2 Lagebericht	12
2.1 Belastung durch Strassenverkehrslärm	12
2.2 Belastung durch Eisenbahnlärm	13
2.3 Belastung durch Fluglärm	13
2.4 Räumliche Gliederung der Lärmbelastung	14
2.5 Sensitivitäten	16
2.6 Hinweis zu weiteren Lärmberichten	16

3 Grundlagen	18
3.1 Verkehrsdaten für das Jahr 2015	18
3.2 Übersicht Grundlagendaten	21
3.3 Methode	22
3.4 Vergleich der Grundlagen und Methoden dieser Berechnung mit der letzten Lärmberechnung	23
3.5 Vergleichbarkeit der Lärmberechnungen	26

4 Ausblick	27
4.1 Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung	27

5 Verzeichnisse	29
------------------------	-----------

Abstracts

This report summarises the major findings of the sonBASE noise monitoring system for 2015. To obtain this comprehensive picture of noise pollution in Switzerland, a variety of geodata and the calculated noise data are integrated in a geographic information system. In this way the number of persons, homes and buildings affected by harmful or disturbing noise from road, rail and air traffic is determined.

Despite major efforts to combat noise, many people are still exposed to noise emissions that are above the legal noise pollution limits. The sonBASE noise monitoring system shows that by far the biggest source of noise is road traffic in and around larger urban centres.

Der Bericht fasst die wichtigsten Ergebnisse des Lärmmonitorings sonBASE für das Jahr 2015 zusammen. Für diese flächendeckende Darstellung der Lärmbelastung in der Schweiz werden verschiedene Geobasisdaten mit den berechneten Lärmdaten in ein Geographisches Informationssystem integriert. Ermittelt wurden so die Anzahl der von schädlichem oder lästigem Lärm aus dem Strassen-, Eisenbahn- und Flugverkehr betroffenen Personen, Wohnungen und Gebäude.

Trotz grosser Anstrengungen bei der Bekämpfung des Lärms sind nach wie vor viele Menschen Lärmimmissionen über den gesetzlichen Belastungsgrenzwerten ausgesetzt. Das Lärmmonitoring sonBASE zeigt, dass der weitaus grösste Lärmverursacher der Strassenverkehr in und um grössere Zentren ist.

Le présent rapport récapitule les principaux résultats du monitoring national sonBASE pour l'année 2015. Cette représentation de la pollution sonore sur l'ensemble du territoire suisse a été obtenue en intégrant plusieurs géodonnées de base avec des données de bruit calculées dans un système d'information géographique. Cela a permis de déterminer le nombre des personnes, de logements et de bâtiments exposés à du bruit nuisible ou incommodant issu du trafic routier, ferroviaire et aérien.

En dépit de tous les efforts déployés pour lutter contre le bruit, trop de personnes sont encore exposées à des immissions sonores supérieures aux valeurs limites légales. Le monitoring sonBASE montre que le principal responsable du bruit est le trafic routier dans les grands centres urbains et aux alentours.

Il presente rapporto riassume i risultati più importanti del sistema di monitoraggio del rumore sonBASE per il 2015. Per illustrare in modo capillare l'inquinamento fonico in Svizzera, diversi geodati di base sono stati raggruppati all'interno di un sistema informativo geografico e integrati con i dati sul rumore. In questo modo è stato possibile calcolare il numero di persone, abitazioni ed edifici esposti al rumore nocivo o molesto generato dal traffico stradale, ferroviario e aereo.

Nonostante i notevoli sforzi compiuti nella lotta contro i rumori, vi è tuttora un elevato numero di persone esposte a immissioni foniche superiori ai valori limite fissati dalla legge. Il sistema di monitoraggio sonBASE dimostra che la causa principale del rumore è il traffico stradale all'interno e all'esterno dei principali centri abitati.

Keywords:

noise, road traffic, rail traffic, air traffic, health

Stichwörter:

Lärm, Strassenverkehr, Eisenbahnverkehr, Flugverkehr, Gesundheit

Mots-clés :

bruit, trafic routier, trafic ferroviaire, trafic aérien, santé

Parole chiave:

rumore, traffico stradale, traffico ferroviario, traffico aereo, salute

Vorwort

Lärm wirkt sich deutlich spürbar auf unser Leben aus: Wir alle haben schon erfahren, dass Lärm stört und lästig ist. Andauernde erhöhte Lärmbelastungen machen nachgewiesenermassen krank. Lärm erhöht das Risiko, dass wir an Herz-Kreislaufkrankheiten erkranken. Bluthochdruck bis hin zu Schlaganfällen und Herzinfarkt können die Folge sein. Lärm bewirkt auch erhebliche Wertverluste bei den lärmbelasteten Immobilien. Wohnungen an lärmigen Lagen erzielen in aller Regel tiefere Mieteinnahmen oder Verkaufspreise als an ruhigen. Lärm beeinflusst auch die Siedlungsentwicklung, denn Ruhe ist ein zentrales Kriterium für eine gute Wohn- und Siedlungsqualität. Hohe Lärmbelastungen in Siedlungsgebieten machen diese für Wohnungssuchende unattraktiv und schränken die Handlungsspielräume der Gemeinden insbesondere bei Siedlungsentwicklung nach innen ein.

Mit dem Lärmmonitoring sonBASE hat das BAFU ein europaweit einmaliges Instrument zur Verfügung, um die Lärmbelastung aus dem Verkehr zu quantifizieren und sichtbar zu machen. Die Ergebnisse der Berechnungen für das Jahr 2015 zeigen, dass in der Schweiz am Tag jede siebte Person an einem Ort wohnt, bei dem die Schädlichkeitsschwelle für Lärmbelastungen überschritten ist; nachts ist es jede achte Person. Der weitaus grösste Verursacher dieses Lärms ist der Strassenverkehr. Zum Schutz der lärmbeeinträchtigten Bevölkerung müssen deshalb weitere Massnahmen zur Lärmbegrenzung entwickelt und umgesetzt werden.

Im nationalen Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung hat der Bundesrat Mitte 2017 die Weichen für eine zukunftsgerichtete Lärmbekämpfung gestellt. Er hat dabei erstmals auch betont, dass der Schutz der Ruhe von grossem Gewicht ist, insbesondere um die Entwicklung der Siedlungen nach Innen zu unterstützen. Neben dem Ruheschutz soll die Lärmbelastung verstärkt mit Massnahmen direkt bei den Lärmquellen verringert werden. Diese Massnahmen sind in der Regel am effizientesten und wirken flächendeckend. Letztlich soll die Gesellschaft noch besser über den Stand der Lärmbelastung, die Auswirkungen von Lärm und die Massnahmen zur Lärmbegrenzung informiert werden. Mit dem vorliegenden Bericht über den Stand der Lärmbelastung macht das BAFU einen weiteren Schritt zur Erfüllung dieses Auftrags.

Paul Steffen
Vizedirektor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Überblick

Das Lärmmonitoring sonBASE ermöglicht wissenschaftlich fundierte und flächendeckende Auswertungen zur Lärmbelastung in der Schweiz. Mit den verwendeten Daten wird die Lärmbelastung aus den drei Quellen Strassenverkehr, Eisenbahnverkehr und Flugverkehr berechnet.

Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Verkehrslärmberechnung für das Jahr 2015 zusammengefasst (siehe Abb. 1):

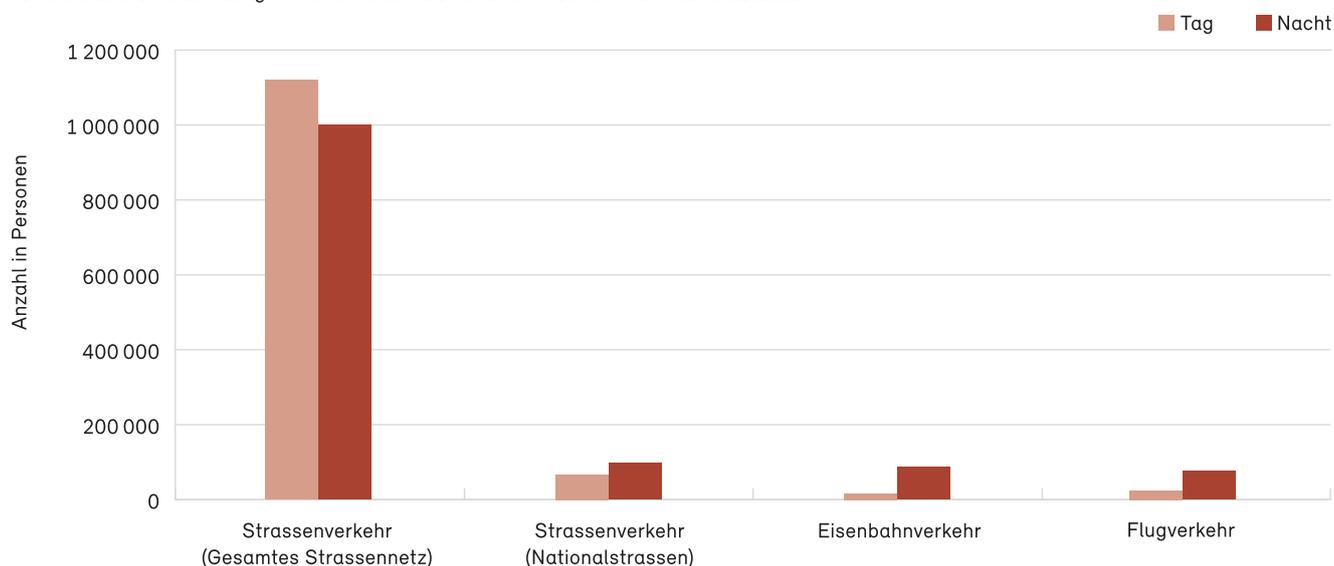
- Am Tag ist jede siebte und in der Nacht jede achte Person an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffen. Bei insgesamt 8,3 Mio. Einwohnern der Schweiz (Stand 2015) sind dies tagsüber ca. 1,1 Mio. und nachts ca. 1,0 Mio. Personen.
- Am Tag sind 67 000 und in der Nacht 97 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Lärm der Nationalstrassen betroffen.
- Am Tag sind 16 000 und in der Nacht 87 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Eisenbahnlärm betroffen.

- Am Tag sind 24 000 und in der Nacht 75 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Fluglärm betroffen.
- Der Verkehrslärm ist in erster Linie ein Umweltproblem der Städte und Agglomerationen. Über 90 % der Personen, die von Verkehrslärm betroffen sind, leben in und um grössere Zentren (siehe Abb. 7).

Abbildung 1

Lärmbelastung durch Verkehr

Von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm betroffene Personen in der Schweiz 2015.



1 Einleitung

Aus gesundheitlicher, volkswirtschaftlicher, räumlicher und sozialer Sicht ist übermässiger Lärm heute eines der bedeutendsten Umweltprobleme in der Schweiz. Lärm ist in unserem Alltag praktisch allgegenwärtig. Wirksame Massnahmen für seine Begrenzung und Bekämpfung umzusetzen, stellt die Gesellschaft vor eine grosse Herausforderung.

1.1 Was ist Lärm?

Lärm ist «unerwünschter Hörschall; also Hörschall, der zu Störungen, Belästigungen, Beeinträchtigungen oder Schäden führen kann», so steht es in der DIN-Norm zu Akustik-Begriffen (DIN 1320:2009). Andauernder Lärm erhöht das Risiko für gesundheitliche Schäden und verursacht erhebliche volkswirtschaftliche Kosten.

1.1.1 Wie wird Lärm beschrieben?

In der Schweiz wird der Lärm als Schalldruckpegel in Dezibel (dB) angegeben (Tab. 1). Da das menschliche Ohr bei gleichem Schalldruck tiefe und hohe Töne als weniger laut empfindet als mittelhohe, werden die gemessenen Werte je nach Frequenz des Schalls korrigiert. Die meisten Länder verwenden zur Beschreibung des Lärms das sogenannte A-Frequenzfilter, welches es ermöglicht, das Dezibel als einheitliches Mass für alle Frequenzbereiche zu verwenden. Der Schalldruckpegel wird dann mit dB(A) bezeichnet.

Das Mass Dezibel ist logarithmisch aufgebaut. Deshalb bewirkt eine Verdoppelung durch zwei gleich laute Schallquellen eine Erhöhung des dB(A)-Wertes um 3 dB(A). Eine Erhöhung eines gegebenen dB(A)-Wertes um 10 dB(A) entspricht einer Verdoppelung der empfundenen Lautstärke.

Tabelle 1

Schallpegel verschiedener Quellen in dB(A)

Quelle, Situation, Ort	dB(A)
Gewehrschuss in Mündungsnähe	160
Start eines Düsenflugzeugs	140
Schmerzschwelle	130
Flugzeug (> 100 t), Start, Distanz: 100 m	110
Diskotheek (Innenraum)	95
Vorbeifahrender Güterzug (Grauguss-Sohle, 100 km/h, Distanz 7,5 m)	95 – 100
Lastwagen (50 km/h, Distanz: 7,5 m)	85 – 95
Hupe	85
Personenwagen (50 km/h, Distanz: 7,5 m)	60 – 80
Angeregte Unterhaltung	65
Unterhaltung	60
Personenwagen (Leerlauf, Distanz: 7,5 m)	45 – 55
Ruhige Wohnung (Innenraum)	35 – 45
Blätterrauschen	25 – 30
Hörschwelle	0

1.1.2 Mittelungen und Pegelkorrekturen

Der wahrgenommene Schalldruckpegel von Verkehrslärm verändert sich in der zeitlichen Betrachtung je nach Verkehrsaufkommen und Fahrzeugen. Für die Beurteilung der Störwirkung einer Lärmbelastung wird in der Schweiz ein Mittelwert dieser Schallpegel verwendet, der sogenannte energieäquivalente Dauerschallpegel Leq. Das ist ein Mittelungspegel, der über bestimmte Zeitperioden berechnet wird, z. B. über den ganzen Tag, die ganze Nacht oder über ein Jahr.

In wissenschaftlichen Untersuchungen zeigt sich, dass verschiedene Lärmquellen bei gleichem Mittelungspegel als unterschiedlich stark störend wahrgenommen werden. Um diesen unterschiedlichen Störwirkungen verschiedener Lärmarten Rechnung zu tragen, kommen in der Schweiz Pegel-Korrekturen, sogenannte K-Werte zur Anwendung. Der so korrigierte Mittelungspegel heisst Beurteilungspegel (Lr). Dieser Lr wird in der Schweiz für die Beurteilung der Lärmbelastung verwendet. Der Lr ist massgebend, ob die in der Lärmschutz-Verordnung verankerten Belastungsgrenzwerte eingehalten sind.

1.2 Wie wirkt Lärm?

Lärm hat vielfältige gesundheitliche, volkswirtschaftliche, räumliche und soziale Auswirkungen, deren Auftreten und Intensität grundsätzlich mit steigendem Schallpegel zunehmen (Tab. 2).

Tabelle 2

Die wichtigsten Auswirkungen von Lärm

Gesundheitliche Auswirkungen

- kardiometabolische Erkrankungen, wie Bluthochdruck, koronare Herzkrankheiten, Herzinfarkt, Schlaganfall, Diabetes.
- Verringerung der Schlaftiefe
- Aufwachreaktionen
- Belästigung
- Störung der Kommunikation
- Beeinträchtigung der kognitiven Leistungsfähigkeit

Räumliche und soziale Auswirkungen

- Einschränkung raumplanerischer Handlungsspielräume
- Minderung der Wohn-, Siedlungs- und Landschaftsqualität
- Soziale Entmischung

Volkswirtschaftliche Auswirkung

- Wertverlust von Immobilien
- Lärmschutzkosten
- Gesundheitskosten

1.2.1 Gesundheitliche Auswirkungen

Lärm stört, belästigt und gefährdet die Gesundheit¹. Bei jedem störenden Geräusch gerät der Körper in Alarmbereitschaft. Er schüttet Stresshormone aus, das Herz schlägt schneller, der Blutdruck steigt und die Atemfrequenz nimmt zu. Sehr hohe Schallpegel, wie beispielsweise an Industrie-Arbeitsplätzen, können zu einer dauerhaften Schädigung des Gehörs führen. Im Bereich des Umweltlärms sind die bedeutendsten Lärmwirkungen Belästigungen sowie Schlafstörungen. Auch Beeinträchtigungen der Gesundheit wie z. B. kardiometabolische Erkrankungen (Bluthochdruck, koronare Herzkrankheiten, Herzinfarkt, Schlaganfall) können einer erhöhten Lärmbelastung zugerechnet werden. Umweltepidemiologische Studien der letzten Jahre haben zudem Zusammenhänge zwischen Verkehrslärm und Diabetes oder Depressionen aufgezeigt.

¹ Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert Gesundheit als «einen Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens». Nicht nur objektiv feststellbare körperliche Krankheitssymptome gelten damit als gesundheitliche Beeinträchtigungen, sondern auch das subjektive Wohlbefinden.

Bereits ab einer durchschnittlichen nächtlichen Lärmbelastung von 40–50 Dezibel (dB) kann der Schlaf gestört werden. Aufwachreaktionen sind schon bei Geräusch-Maximalpegeln von 35 dB möglich. Folge davon sind Schlafmangel und damit verbunden verminderte Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit am Folgetag. Besonders davon betroffen sind Kinder, kranke Menschen und Menschen, die regelmässig nachts arbeiten und tagsüber schlafen.

Untersuchungen zur Wirkung von Lärm auf die kognitive Entwicklung von Kindern zeigen, dass Grundschulkinder in stark von Lärm belasteten Gebieten langsamer lesen lernen als Kinder, die in ruhigen Gebieten zur Schule gehen. Dabei ist der Zusammenhang linear: je stärker die Lärmbelastung, desto stärker die Beeinträchtigung der Entwicklung.

Insgesamt gehen in der Schweiz durch verkehrslärmbedingte Gesundheitseffekte rund 47 000 gesunde Lebensjahre verloren. Dabei handelt es sich um sogenannte «disability adjusted life years (DALY)», welche nach einer Methode der WHO berechnet werden. Sie stellen eine Masszahl für die Sterblichkeit und die Beeinträchtigung des normalen beschwerdefreien Lebens durch eine Krankheit dar und quantifizieren so die Folgen des Lärms auf die Gesundheit. Am meisten verkehrslärmbedingten Verluste an Lebensjahren werden auf Schlafstörungen wegen Strassenverkehrslärm zurückgeführt (Ecoplan 2014).

1.2.2 Volkswirtschaftliche Auswirkungen

Lärm verursacht hohe volkswirtschaftliche Kosten, die nicht von den Verursachern getragen werden. Sie werden als externe Kosten bezeichnet. Die externen Lärmkosten des Strassen-, Schienen- und Flugverkehrs belaufen sich auf weit mehr als eine Milliarde CHF pro Jahr und werden vom Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) regelmässig ermittelt und publiziert.

1.2.3 Räumliche und soziale Auswirkungen

Lärm beeinflusst die Siedlungsentwicklung. Eine hohe Lärmbelastung schränkt die raumplanerischen Handlungsspielräume ein, indem beispielsweise die Überbauung von lärmbelasteten Grundstücken nicht oder nur unter Auflagen bewilligt werden kann. Insbesondere die heutigen Anforderungen an eine verdichtete Siedlungs-

entwicklung stellen unter dem Aspekt der Lärmbekämpfung und dem Ruheschutz eine grosse Herausforderung dar. Gleichzeitig ist Ruhe ein wichtiger Bestandteil der Wohn-, Siedlungs- und Landschaftsqualität (ROR und EKLB 2016).

Ein hoher Lärmpegel mindert die Attraktivität von Siedlungsgebieten und wer es sich leisten kann, zieht aus besonders lärmigen Gegenden weg. Das Umziehen aus den lauten Stadtzentren in ruhigere Wohngebiete führt wiederum zu einer Zunahme der Lärmbelastung infolge des gestiegenen Mobilitätsbedürfnisses.

Mit neuen und ansteigenden Verkehrsströmen entstehen zusätzliche Lärmprobleme in vormals ruhigen Gebieten. Akustisch wertvolle Erholungszonen werden zusätzlich tangiert. Zudem beeinträchtigen geräuschintensive Freizeitaktivitäten gerade im ländlichen Raum noch vorhandene akustisch wertvolle Gebiete. Als Folge dieser Entwicklungen wird der Wert des Landschaftsraums für Erholung, Gesundheit und Standortattraktivität gemindert.

1.3 Die wichtigsten rechtlichen Grundlagen zum Lärmschutz

Die Grundsätze für den Schutz der Bevölkerung vor Lärm finden sich im Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983. Dieses verfolgt zwei Ziele: Zum einen soll die Bevölkerung vor schädlichem oder lästigem Lärm geschützt werden. Zum anderen soll Lärm, der schädlich oder lästig werden könnte, im Sinne der Vorsorge frühzeitig begrenzt werden.

Der Bundesrat hat diese Grundsätze in der Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 weiter konkretisiert

1.3.1 Grundsätze der Lärmschutz-Verordnung

Der Bundesrat hat zur Beurteilung der Lärmbelastung von Strassen, Eisenbahnen, Flugplätzen, Industrie, Gewerbe, Schiessanlagen sowie militärischen Schiess- und Übungsplätzen Belastungsgrenzwerte festgelegt:

- Immissionsgrenzwerte: Die Immissionsgrenzwerte für Lärm sind so festgelegt, dass nach dem Stand der

Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören. Sie definieren, ab welcher Belastung der Lärm schädlich oder lästig wird.

- Planungswerte: Die Planungswerte wurden für die Planung neuer Bauzonen und für den Schutz vor neuen lärmigen ortsfesten Anlagen festgelegt. Die Planungswerte sind in der Regel um 5 dB(A) strenger als die Immissionsgrenzwerte.
- Alarmwerte: Die Alarmwerte werden zur Beurteilung der Dringlichkeit von Sanierungen für Lärmimmissionen festgelegt. Sie liegen in der Regel 5–10 dB(A) über den Immissionsgrenzwerten.

Die Belastungsgrenzwerte sind für jeden der oben genannten lärmzeugenden Anlagentypen gesondert festgelegt worden. Weil die Bevölkerung nachts sensibler auf Lärmbelastungen reagiert und deshalb zur Schlafenszeit ein erhöhtes Mass an Ruhe gewährleistet werden soll, sind die Belastungsgrenzwerte während der Nacht tiefer als am Tag. Beim Strassen- und Schienenverkehr gilt die Zeit von 22 Uhr bis 6 Uhr als Nacht. Beim Flugverkehr gilt in Bezug auf Starts und Landungen ein gesetzliches Nachtflugverbot. Für die verbleibenden Stunden von 22 bis 24 Uhr und von 5 bis 6 Uhr gibt es Belastungsgrenzwerte.

Die Belastungsgrenzwerte sind zudem in Abhängigkeit von der raumplanerischen Nutzungsordnung festgelegt. So gelten in reinen Wohnzonen strengere Grenzwerte als etwa in Industriezonen. Die Lärmschutz-Verordnung unterscheidet vier Lärmempfindlichkeitsstufen:

- Empfindlichkeitsstufe I: Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich Erholungszonen.
- Empfindlichkeitsstufe II: Zonen ohne störenden Betrieb, namentlich Wohnzonen sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen.
- Empfindlichkeitsstufe III: Zonen mit mässig störenden Betrieben, namentlich Wohn- und Gewerbe-zonen (Mischzonen) sowie Landwirtschaftszonen.
- Empfindlichkeitsstufe IV: Zonen mit stark störenden Betrieben, namentlich Industriezonen.

Grundsätzlich ergibt sich aus diesen verschiedenen Elementen folgendes Grenzwerte-Schema, hier am Beispiel des Strassenverkehrslärms dargestellt:

Tabelle 3

Beurteilungspegel Lr in dB(A)

Tag = 6 – 22 Uhr; Nacht = 22 – 6 Uhr. ES = Empfindlichkeitsstufe.

Empfindlichkeitsstufe	Planungswert (PW)		Immissionsgrenzwert (IGW)		Alarmwert (AW)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
ES I	50	40	55	45	65	60
ES II	55	45	60	50	70	65
ES III	60	50	65	55	70	65
ES IV	65	55	70	60	75	70

1.3.2 Massnahmen

Bei der Begrenzung des Lärms legt das Lärmschutzrecht die erste Priorität auf das Verhindern oder Vermindern von Lärmemissionen an der Quelle. Lärm mindernd wirken beispielsweise lärmarme Beläge oder Temporeduktionen bei Strassen oder der Einsatz von modernem, leisem Rollmaterial bei den Eisenbahnen. Wenn die Entstehung von Lärm an der Quelle nicht zu verhindern ist, kann er auf dem Ausbreitungsweg bekämpft werden, beispielsweise durch den Bau von Lärmschutzwänden oder wällen. Sind Emissionsbegrenzungen sowohl an der Quelle als auch auf dem Ausbreitungsweg unverhältnismässig oder stehen höhere Interessen entgegen und überschreiten die Lärmimmissionen die Belastungsgrenzwerte immer noch, so kann die zuständige Behörde den Anlagen Ausnahmen, sogenannte Erleichterungen, erteilen. Dies hat bei öffentlichen oder konzessionierten Anlagen, insbesondere also bei Verkehrsanlagen jedoch zur Folge, dass die Anlageninhaber bei den betroffenen Liegenschaften Schallschutzmassnahmen (z.B. Schallschutzfenster) finanzieren müssen.

2 Lagebericht

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS) und einer Akustiksoftware flächendeckend die Lärmbelastung aus den drei Hauptverkehrsquellen Strassenverkehr, Eisenbahn und Flugverkehr berechnet und die Lärmsituation in der Schweiz analysiert. Dargestellt wird nur die Auswertung in Bezug zu den in der Lärmschutz-Verordnung definierten Immissionsgrenzwerten.

2.1 Belastung durch Strassenverkehrslärm

2.1.1 Gesamtes Strassennetz

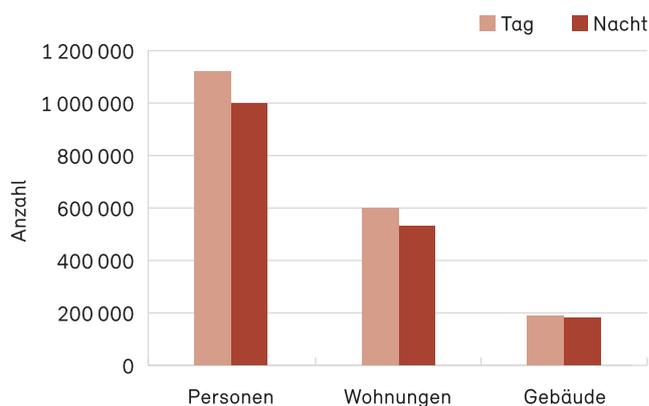
Der Strassenverkehr ist die bedeutendste Lärmquelle in der Schweiz. Er breitet sich wie ein Lärmteppich über grosse Teile der Schweiz aus. Die Auswertung der schweizweiten Berechnung wird nachfolgend nur in Bezug auf die in der Lärmschutz-Verordnung definierten Immissionsgrenzwerte (siehe Abb. 2) gezeigt.

- Am Tag ist jede siebte und in der Nacht jede achte Person an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffen. Bei insgesamt 8,3 Mio. Einwohnern der Schweiz (Stand 2015) sind dies tagsüber ca. 1,1 Mio. und nachts. ca. 1,0 Mio. Personen.²
- 600 000 Wohnungen sind am Tag von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffen, in der Nacht sind es 530 000 Wohnungen – dies bei insgesamt 4,3 Mio. Wohnungen³.
- 190 000 Gebäude sind am Tag von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffen, in der Nacht sind es 170 000 Gebäude – dies bei insgesamt 3,4 Mio. Gebäuden.

Abbildung 2

Belastung durch Strassenverkehrslärm (Gesamtes Strassennetz)

Von schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm betroffene Personen, Wohnungen und Gebäude.



2.1.2 Nationalstrassen

Die Auswertung der Berechnung des Strassenverkehrslärms zeigt für die von den Nationalstrassen allein erzeugte Lärmbelastung folgendes Bild (siehe Abb. 3):

- Am Tag sind 67 000 und in der Nacht sind 97 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm der Nationalstrassen betroffen⁴. Das sind 6% am Tag bzw. 10% in der Nacht der durch Strassenverkehrslärm gesamthaft in der Schweiz betroffenen Personen.
- 33 000 Wohnungen, respektive Wohneinheiten sind am Tag von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm der Nationalstrassen betroffen. In der Nacht sind es 48 000 Wohneinheiten.
- 13 000 Gebäude sind tagsüber Verkehrslärm der Nationalstrassen über den Immissionsgrenzwerten ausgesetzt. In der Nacht sind es 19 000 Gebäude.

² Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) nach Anhang 3 der Lärmschutz-Verordnung (LSV).

³ Mit Wohnungen sind allgemein Wohneinheiten gemeint, was auch Einfamilienhäuser umfasst.

⁴ Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) nach Anhang 3 der Lärmschutz-Verordnung (LSV).

Abbildung 3

Belastung durch Strassenverkehrslärm (Nationalstrassen)

Von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm der Nationalstrassen betroffene Personen, Wohnungen und Gebäude.

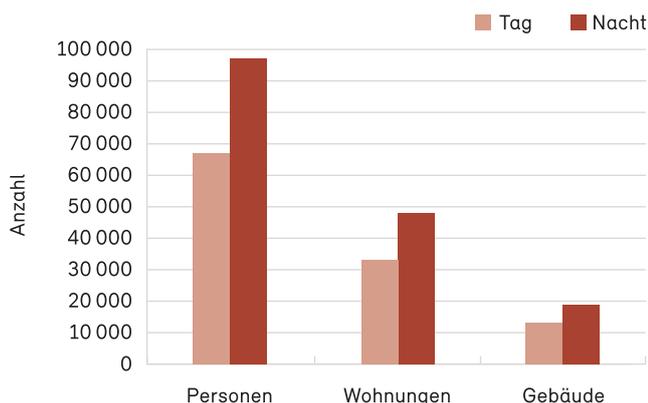
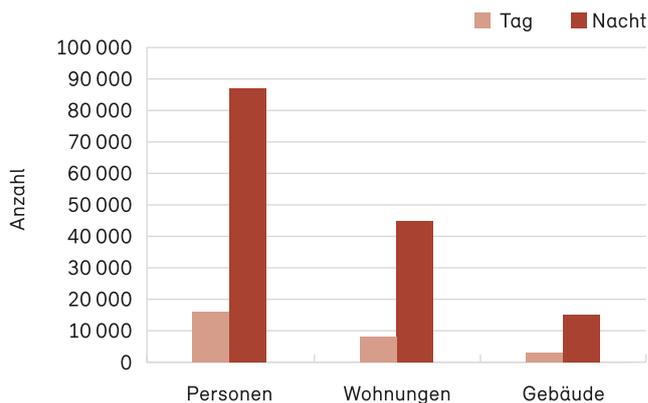


Abbildung 4

Belastung durch Eisenbahnlärm

Von schädlichem oder lästigem Eisenbahnlärm betroffene Personen, Wohnungen und Gebäude.

**2.2 Belastung durch Eisenbahnlärm**

Der Eisenbahnlärm ist vor allem in der Nacht eine problematische Lärmquelle in der Schweiz. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Eisenbahnlärmberechnung für den Tag (6 – 22 Uhr) und die Nacht (22 – 6 Uhr) und in Bezug auf die in der Lärmschutz-Verordnung definierten Immissionsgrenzwerte dargestellt (siehe Abb. 4):

- Am Tag sind 16 000 und in der Nacht sind 87 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Eisenbahnlärm betroffen⁵.
- 8 000 Wohnungen, respektive Wohneinheiten sind am Tag von schädlichem oder lästigem Eisenbahnlärm betroffen. In der Nacht sind es 45 000 Wohneinheiten.
- 3 000 Gebäude sind tagsüber Eisenbahnlärm über den Immissionsgrenzwerten ausgesetzt. In der Nacht sind 15 000 Gebäude von Eisenbahnlärm betroffen.

Die nächtliche Belastung ist in erster Linie auf den relativ lauten Güterverkehr zurückzuführen, der vor allem nachts abgewickelt wird und in zweiter Linie auf die höhere Lärmempfindlichkeit der Bevölkerung in der Nacht, welche in den tieferen Nacht-Grenzwerten berücksichtigt ist.

⁵ Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) nach Anhang 4 der Lärmschutz-Verordnung (LSV).

2.3 Belastung durch Fluglärm

Auch vom Fluglärm sind zahlreiche Menschen in der Schweiz betroffen. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse der Auswertung der zivilen Fluglärmbelastung bei den Landesflughäfen Zürich und Genf in Bezug auf die in der Lärmschutz-Verordnung definierten Immissionsgrenzwerte dargestellt (siehe Abb. 5):

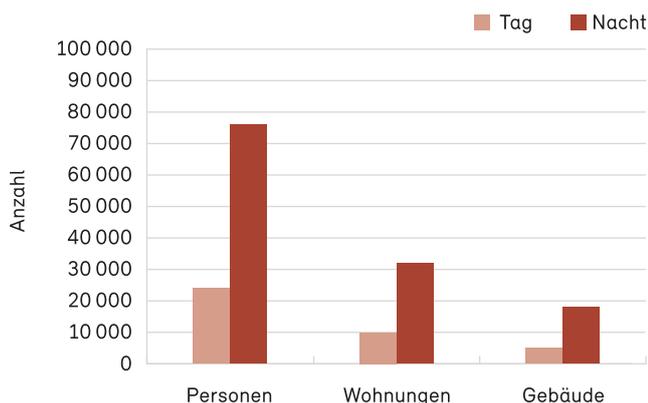
- Am Tag sind 24 000 und in der Nacht sind 75 000 Personen an ihrem Wohnort von schädlichem oder lästigem Fluglärm betroffen⁶.
- 10 000 Wohnungen, respektive Wohneinheiten sind am Tag von schädlichem oder lästigem Fluglärm betroffen. In der Nacht sind es 33 000 Wohneinheiten.
- 5 000 Gebäude sind tagsüber Fluglärm über den Immissionsgrenzwerten ausgesetzt. In der Nacht sind es 18 000 Gebäude.
- Bei den weiteren Flugplätzen und -felder in der Schweiz sind nur vereinzelt Personen von schädlichem oder lästigem Fluglärm betroffen.

Die Betroffenheit ist in der Nacht (22 – 24 Uhr) grösser als am Tag. Dies ist in erster Linie auf das Verkehrsaufkommen in dieser Zeit und auf die höhere Lärmempfindlichkeit der Bevölkerung in der Nacht (tiefere Grenzwerte) zurückzuführen.

⁶ Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) nach Anhang 5 der Lärmschutz-Verordnung (LSV).

Abbildung 5
Belastung durch Fluglärm

Von schädlichem oder lästigem Fluglärm betroffene Personen, Wohnungen und Gebäude.



2.4 Räumliche Gliederung der Lärmbelastung

Gestützt auf die Raumgliederung des Bundesamts für Statistik (BFS) wird zwischen städtischem Kernraum, Einflussgebiet städtischer Kerne und Gebiete ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne unterschieden (Abb. 6).

Der Verkehrslärm ist in erster Linie ein Umweltproblem des städtischen Kernraums. Von den rund 1,1 Mio. Personen am Tag, die von übermässigem Strassenverkehrslärm betroffen sind, befinden sich 81 % im städtischen Kernraum, 11 % im Einflussgebiet städtischer Kerne und 8 % ausserhalb Einfluss städtischer Kerne. Ein ähnliches Bild ergibt sich für den Eisenbahn- und den Fluglärm (Abb. 7).

Abbildung 6
Raum mit städtischem Charakter der Schweiz (2012)

Raumgliederung des BFS in städtische Kernräume, Einflussgebiete städtischer Kerne und Gebiete ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne.

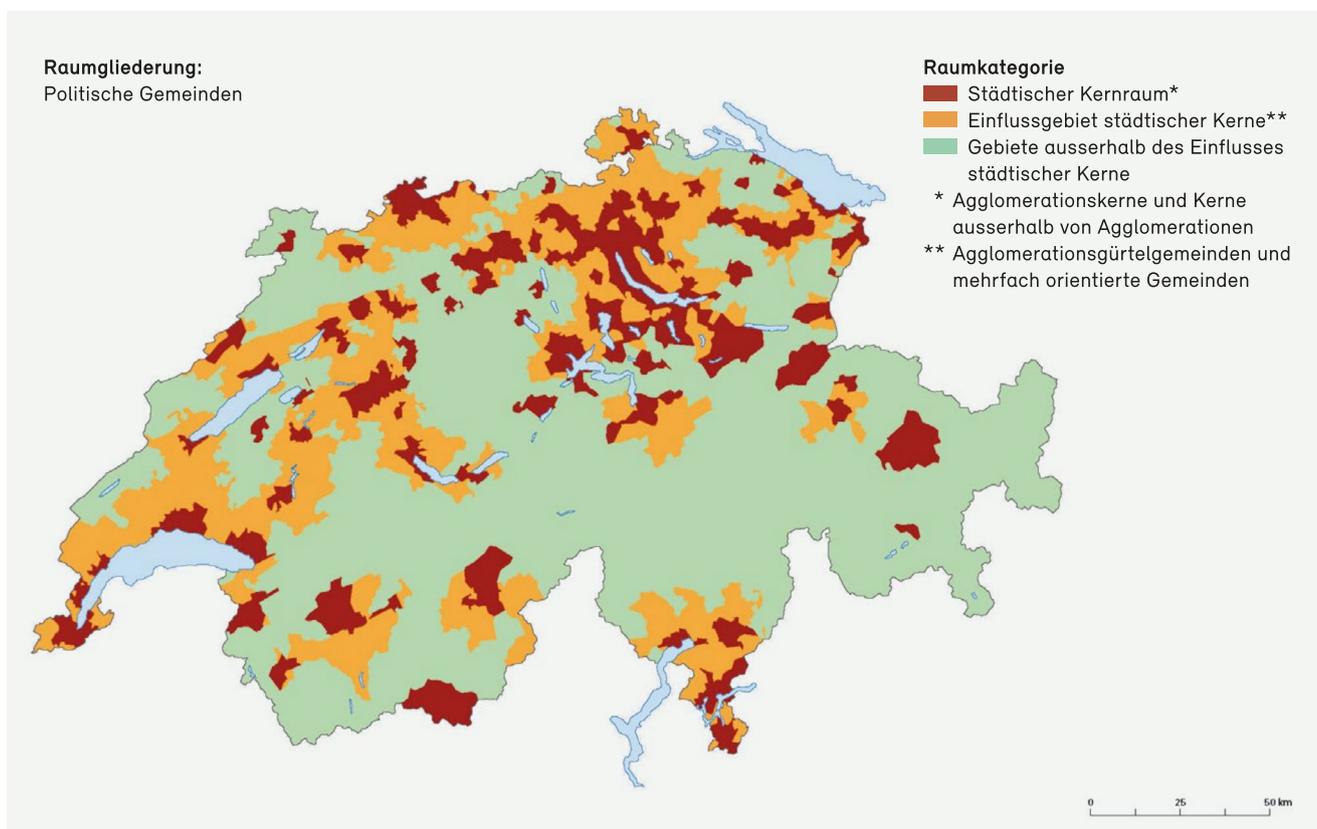
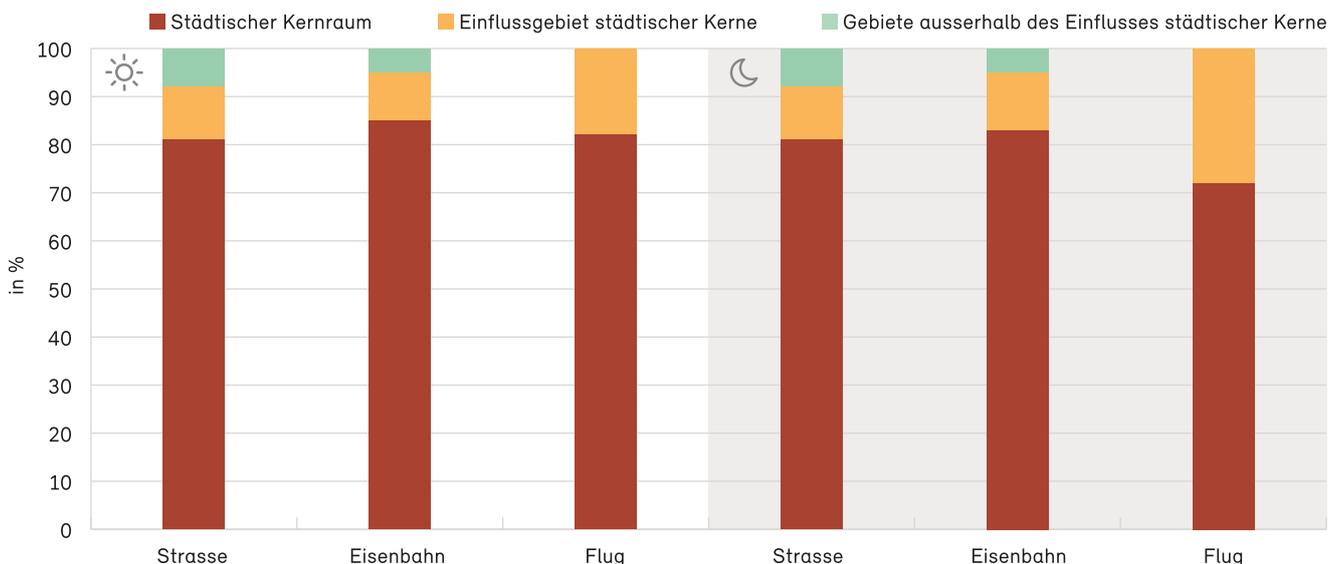


Abbildung 7

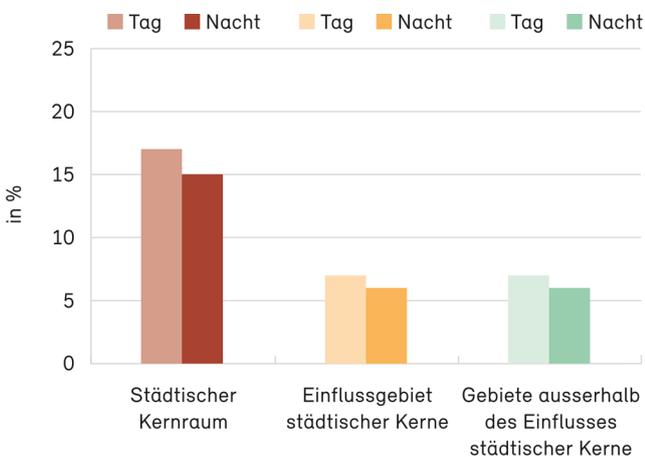
Verteilung der von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm am Wohnort betroffenen Personen nach Raumgliederung des BFS



Von den 5.2 Mio. Personen, die im städtischen Kernraum wohnen, ist am Tag jede 6. Person (resp. 17 % der Personen) von Strassenverkehrslärm belastet. Im Einflussgebiet und ausserhalb des Einflusses städtischer Kerne ist jeweils jede 15. Person (7 %) von Strassenverkehrslärm belastet (Abb. 8).

Abbildung 8

Anteil der Personen mit schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm am Wohnort nach Raumgliederung des BFS



2.5 Sensitivitäten

Für die Abschätzung, welchen Effekt Lärmzunahmen oder -abnahmen auf die Belastung der Bevölkerung haben können, ist es notwendig zu wissen, wie viele Betroffene mit welchen Lärmpegeln belastet werden. In der folgenden Auswertung wird die Anzahl Personen in Bezug zur Über- oder Unterschreitung der Immissionsgrenzwerte dargestellt. Die Darstellung zeigt die Anzahl Personen in 1 dB Schritten. Daraus geht beispielsweise hervor, dass rund 210 000 Personen mit Lärm belastet sind, die bis 1 dB über dem Immissionsgrenzwert liegen. Gleichzeitig zeigt sich, dass rund 220 000 Personen Belastungen ausgesetzt sind, die nur sehr geringfügig (bis 1 dB) unter dem Immissionsgrenzwert liegen (siehe Abb. 9a).

Mit Hilfe dieser Auswertung lassen sich die Folgen einer flächenhaften Verminderung oder Zunahme des Verkehrslärms in der Schweiz auf die Anzahl Personen, bei denen die Immissionsgrenzwerte neu unter- oder überschritten würden, abschätzen. Die Auswertung zeigt, dass auch kleine Veränderungen in der Lärmbelastung grosse Auswirkungen auf die Anzahl betroffener Personen haben (Abb. 9b). Bei einer flächenhaften Reduktion des Strassenverkehrslärms um 3 dB würden ca. 50 % der betroffenen Personen (ca. 570 000) unter den Grenzwert sinken (Abb. 9b, Szenario 1). Bei einer flächenhaften Zunahme des Lärms um 3 dB würde die Anzahl Personen, die schädlichem oder lästigem Lärm ausgesetzt sind, um ca. 60 % zunehmen (von 1,1 auf 1,8 Mio. Personen; Abb. 9b, Szenario 2).

2.6 Hinweis zu weiteren Lärmberichten

Nebst dem vorliegenden Bericht existieren weitere Berichte zum Thema Lärmbelastung, wie z. B.:

- Nationalstrassen Teilprogramm Lärmschutz. Zwischenbilanz Juni 2017 (ASTRA 2017).
- Netzzustandsbericht zur Lärmbelastung für den Horizont 2015 (SBB 2017).
- Eisenbahnausbauprogramme, Bahninfrastrukturfonds (BIF), Standbericht 2017, Kap. 4.2 Ziele der Lärmsanierung (BAV 2018).
- Nachweis der Lärmbelastung im Betriebsjahr 2015 (Flughafen Zürich 2017).

Die Ergebnisse über die Lärmbelastung der verschiedenen Berichte weichen voneinander ab. Diese Abweichungen sind auf unterschiedliche Grundlagedaten, Berechnungs-, Auswertungsmethoden und Zeithorizonte zurückzuführen.

Abbildung 9a

Anzahl Personen über und unter dem Immissionsgrenzwert in 1 dB Schritten am Beispiel Strassenverkehrslärm (Tag)

über IGW (in 1 dB Schritten)

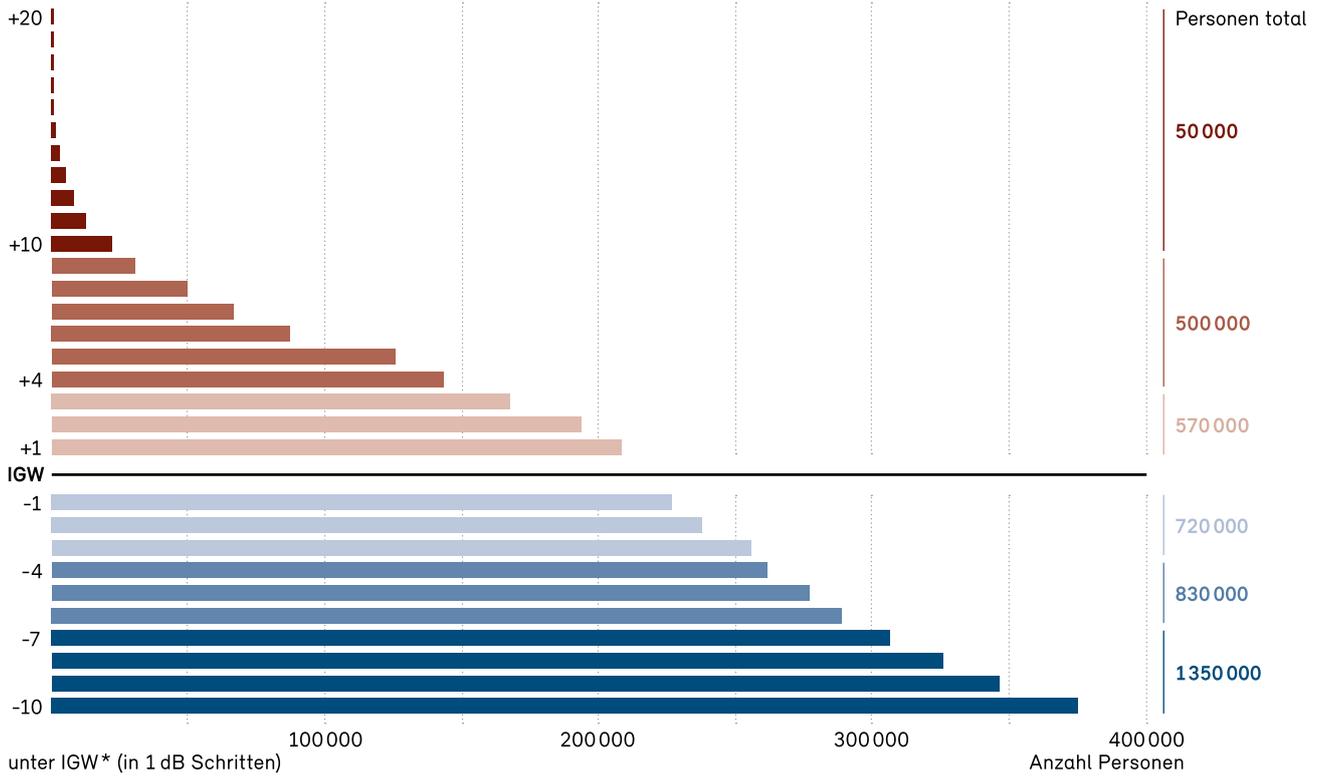
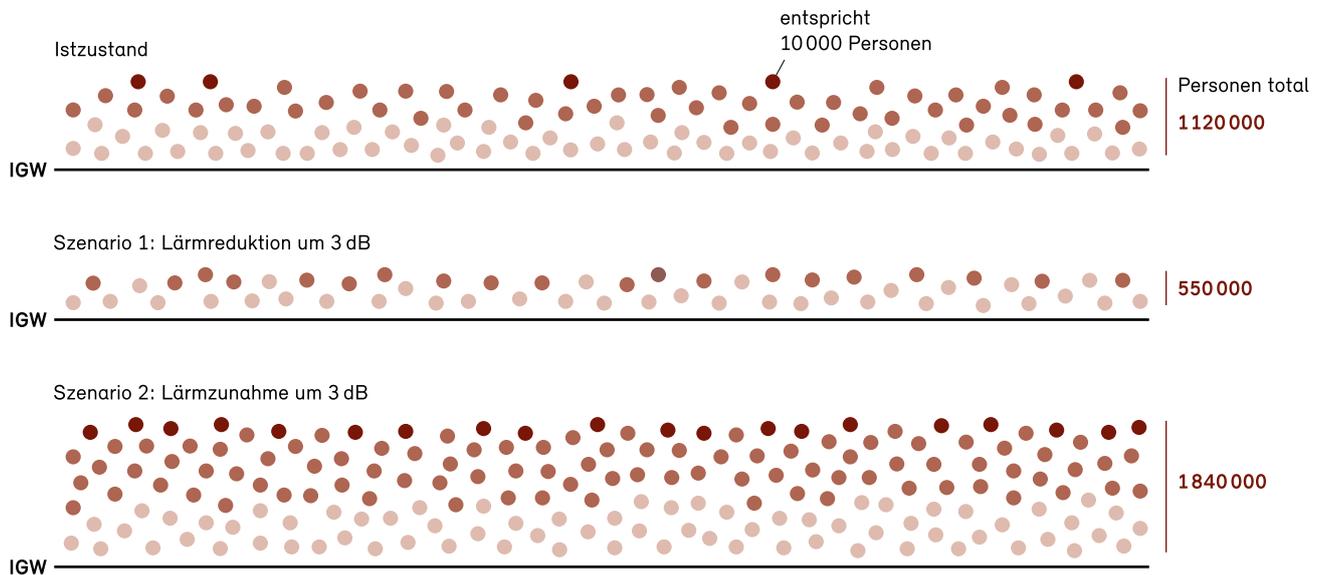


Abbildung 9b

Auswirkung Lärmreduktion und -zunahme um 3 dB



*4.3 Mio. Personen, die ebenfalls unter dem Grenzwert liegen, sind nicht dargestellt

3 Grundlagen

Die vorliegende Verkehrslärberechnung basiert auf dem tatsächlichen Verkehr auf den Strassen, den Eisenbahnen und den Landesflughäfen im Jahr 2015. Dies ermöglicht eine einheitliche und vergleichbare Ermittlung und Auswertung der Anzahl Personen von schädlich oder lästigem Lärm in der Schweiz über alle drei Verkehrsarten.

3.1 Verkehrsdaten für das Jahr 2015

3.1.1 Verkehrsdaten Strassenverkehr 2015

Das gesamte Strassennetz der Schweiz, das in diese Berechnung einbezogen wurde, umfasst ca. 68 000 km. Die Verkehrsdaten für den Strassenverkehr wurden mit dem Senozon-Mobilitätsmodell für das Jahr 2015 ermittelt⁷ (Abb. 10). Die so ermittelten Verkehrsdaten wurden auf der Grundlage von ca. 1900 nationalen und kanton-

⁷ Das Mobilitätsmodell basiert auf dem agentenbasierten Modell MATSim (Multi-Agent Transport Simulation) zur Simulation der Mobilitätsentscheide von Individuen und den daraus resultierenden Verkehrsbelastungen auf Infrastrukturen. Siehe www.matsim.org (zuletzt abgerufen am 6.6.2018).

nalen Zählstellen mit stundenfeinen Zählwerten kalibriert (Senozon AG 2017).

3.1.2 Auswertung Nationalstrassen

Das Nationalstrassennetz, auf dem eine zusätzliche, eigene Auswertung erfolgte, beinhaltet ca. 3900 km. Für diese Auswertung wurden nur Strassen berücksichtigt, die 2015 im Eigentum des Bundes waren. Darunter fallen die meisten Autobahnen, sofern diese nicht den Kantonen gehören, sowie einige weitere Hochleistungsstrassen (Abb. 11). Autobahnen wurden richtungstrennt berücksichtigt⁸.

3.1.3 Verkehrsdaten Eisenbahn 2015

Die Lärmberechnung basiert auf den tatsächlichen Emissionen für das Jahr 2015. Diese wurden für das Netz der SBB, BLS, SOB, zb und RhB auf der Grundlage der Verkehrsdaten errechnet und im Emissionskataster 2015 festgehalten (Abb. 12).

⁸ 100 m Strassenlänge richtungstrennt, ergeben eine Streckenlänge von 200 m.

Abbildung 10

Verkehrsdaten für das Jahr 2015

Es werden die Strassenabschnitte mit einem durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) von mehr als 500 Fahrzeugen dargestellt (violett).

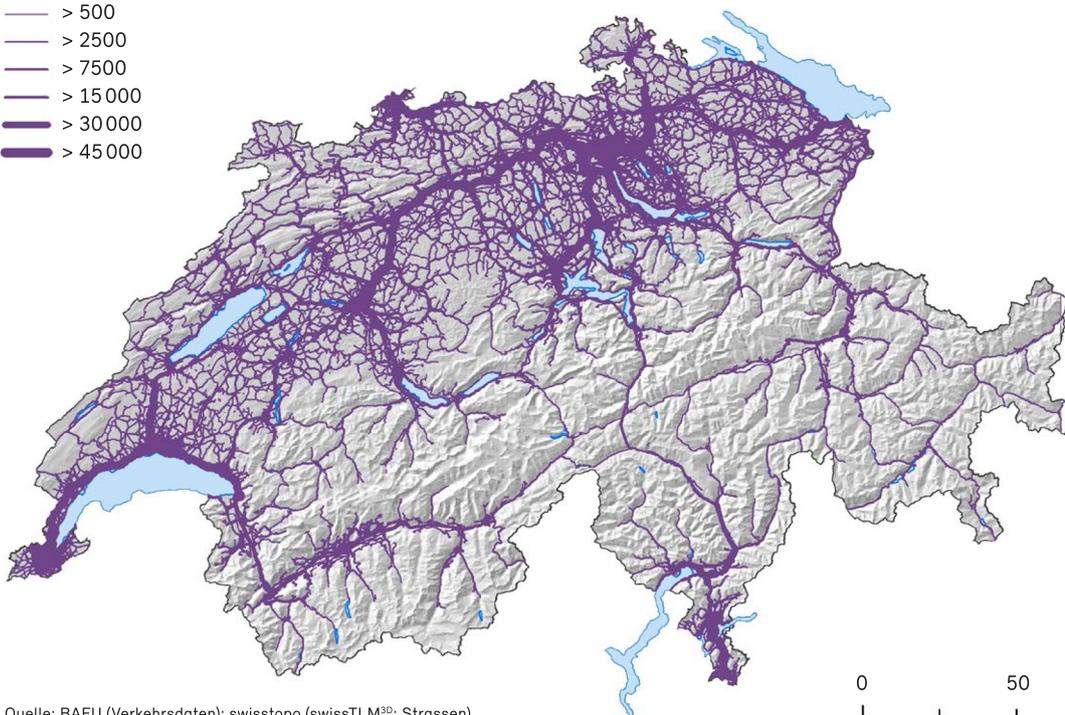
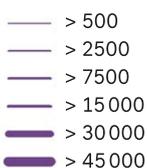
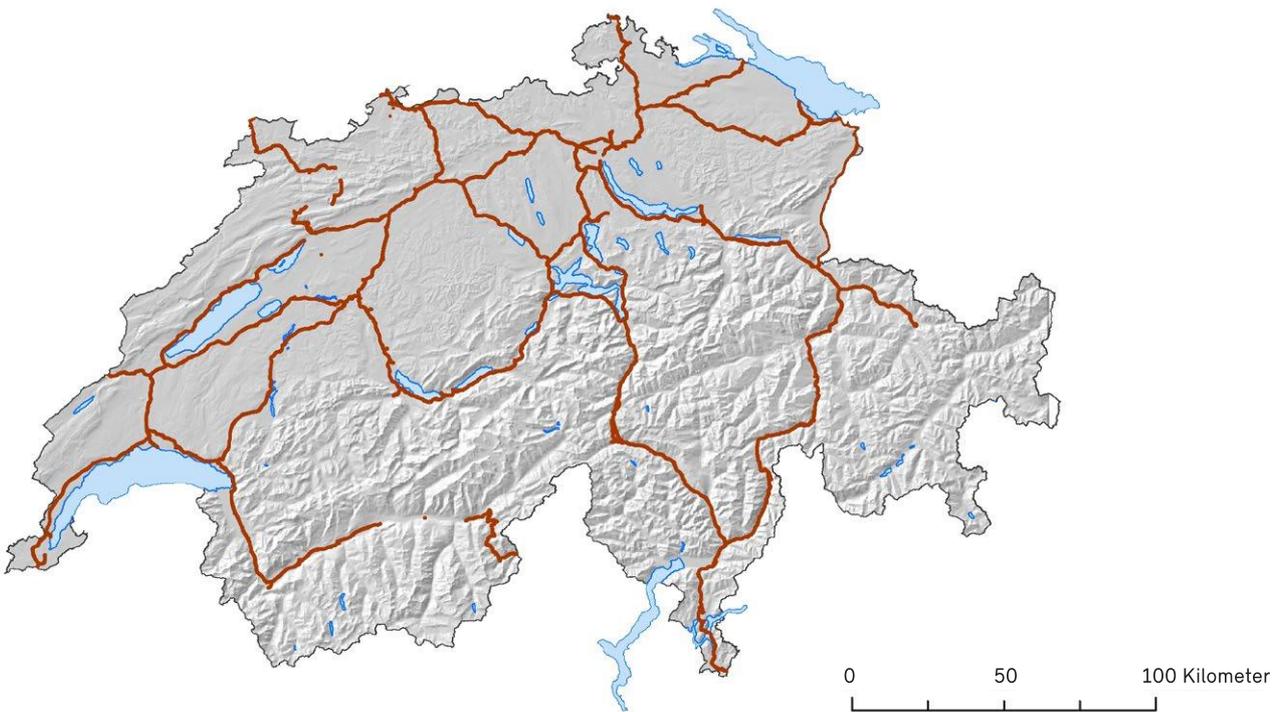


Abbildung 11

Verwendete Nationalstrassen

Strassenabschnitte im Eigentum des Bundes (braune Linien)

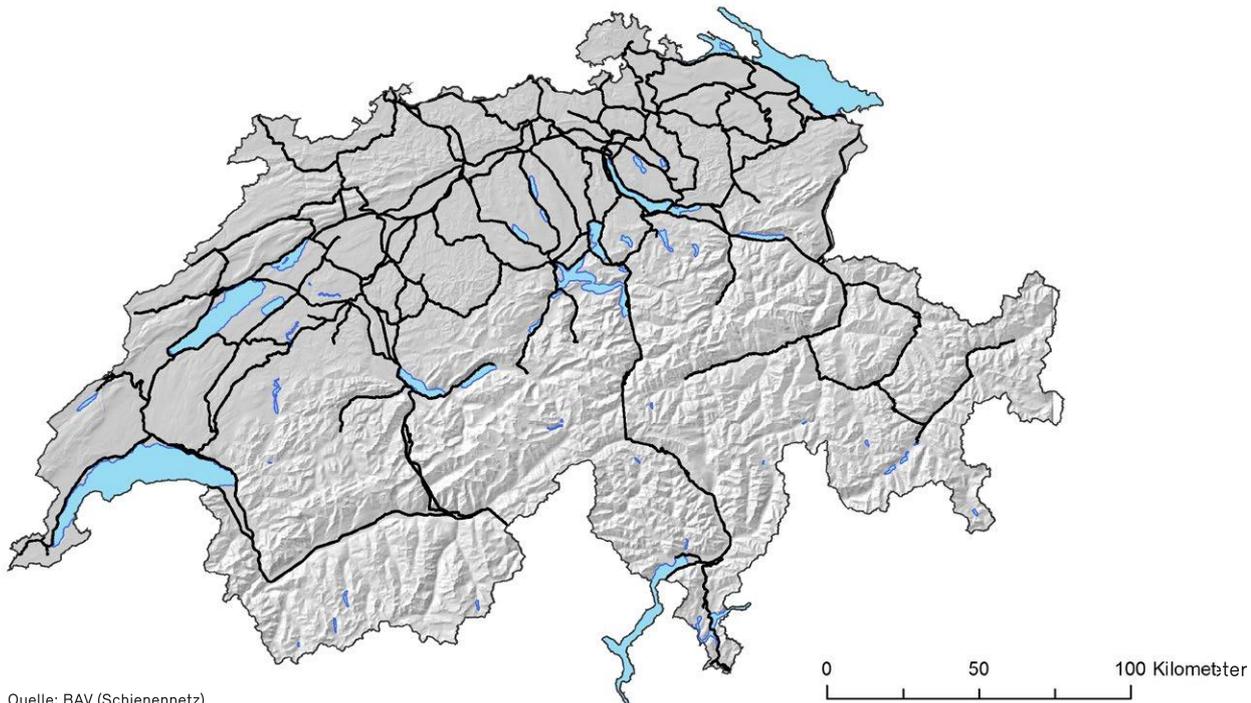


Quelle: swisstopo (swissTLM^{3D}; Strassen)

Abbildung 12

Verwendete Eisenbahnlinien

Eisenbahnabschnitte des Emissionskatasters 2015 (schwarze Linien)



Quelle: BAV (Schienennetz)

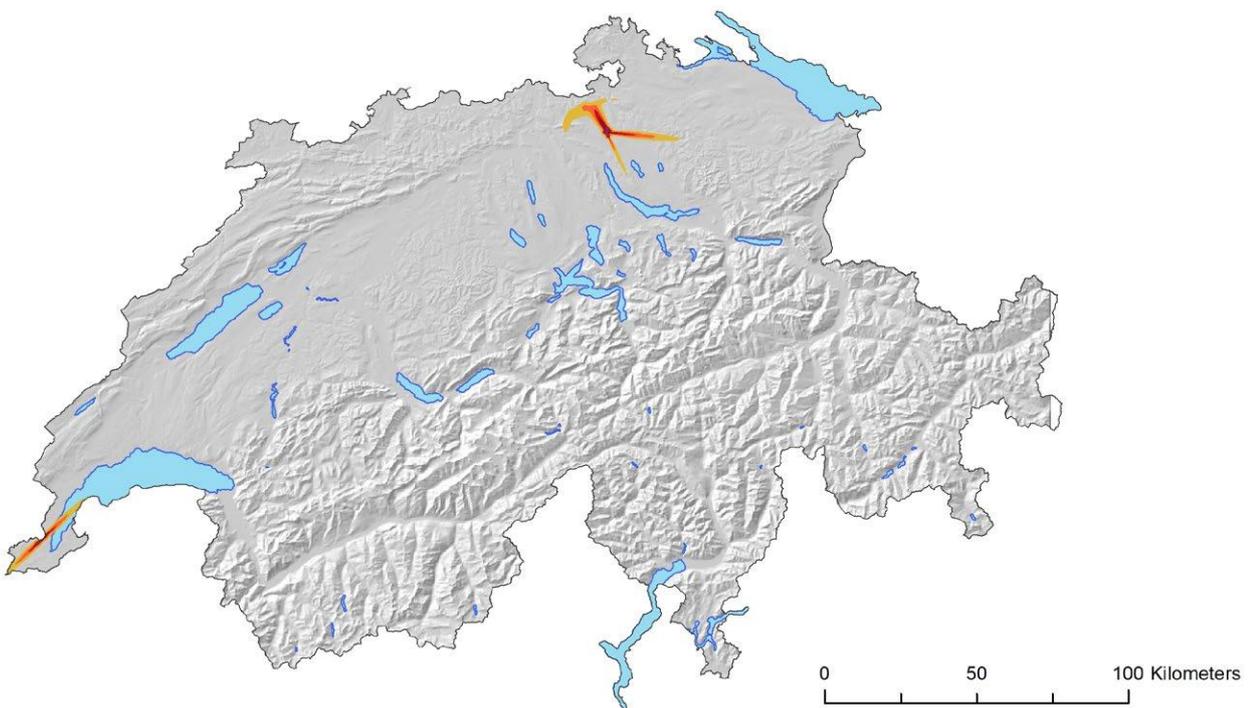
3.1.4 Flugverkehr Zürich und Genf 2015

Die Lärmberechnungen für diesen Bericht basieren auf dem tatsächlichen Verkehrsaufkommen auf den Landesflughäfen Zürich und Genf im Jahr 2015 (Abb. 13). Die Lärmberechnung wurde von der Empa durchgeführt. Der Flughafen Basel gilt zwar auch als Landesflughafen, der grösste Teil der Lärmbelastung dieses Flughafens betrifft indessen nicht die Schweiz.

Abbildung 13

Verwendete Fluglärmbelastung

Die orange-roten Flächen repräsentieren die Lärmbelastung der Flughäfen Zürich und Genf in der 1. Nachstunde.



Quelle: Flughafen Zürich und Genf (Lärmbelastung)

3.2 Übersicht Grundlagendaten

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die verwendeten Grundlagendaten für die Berechnung und Auswertung der Lärmbelastung:

Tabelle 5
Übersicht über Verwendung und Erhebungszeitraum der Grundlagendaten

Bezeichnung des Datensatzes	Verwendung des Datensatzes	Bemerkungen	Jahr	Quelle
swissALTI^{3D} Geländemodell	Ausbreitungsrechnung und Modellierung der Schallquellen	Erhebungszeitraum (2009 – 2015)	2017	swisstopo
DOM Oberflächenmodell	Modellierung der Schallquellen	Erhebungszeitraum (2000 – 2008)	2008	swisstopo
VHM Höhenmodell der Vegetation	Ermittlung der Gebäudehöhen	Erhebungszeitraum (2007 – 2012)	2017	WSL / swisstopo
Bauzonen (harmonisiert)	Zuweisung der Lärmempfindlichkeitsstufen (ES)		2012	KKGEO/ Kantone
swissBUILDINGS^{3D} 2.0	Grundriss der Gebäude inkl. Höhen und Dachgeometrie.	Nicht komplett digital vorhanden.	2017	swisstopo
swissTLM^{3D} 1.5 Bauten: Gebäude	Grundriss der Gebäude ohne Höhen.	Ergänzungen zu swissBUILDINGS ^{3D} .	2017	swisstopo
STATPOP Statistik der Bevölkerung und der Haushalte	Gebäudegenaue Bevölkerungsstatistik für Auswertung der Anzahl belasteten Personen	Ständige Bevölkerung am 31.12.2015.	2015	BFS
GWS Gebäude- und Wohnungsstatistik	Statistik für Auswertung der Anzahl belastete Wohnungen	Gebäude- und Wohnungsstatistik am 31.12.2015	2015	BFS
Strassenverkehrsdaten	Berechnung der Lärmemissionen und -immissionen.	Referenzjahr 2015	2017	BAFU
swissTLM^{3D} 1.5 Strassen und Wege: Strassen	Strassengeometrie, Tunnel- und Brückeninformation		2017	swisstopo
Lärmschutzwände Strassenverkehr ASTRA, Kantone	Ausbreitungsberechnung	Nicht komplett digital vorhanden.	2010	ASTRA
EK 2015 Version 2.0 Emissionskataster 2015	Berechnung Lärmimmissionen, Eisenbahngeometrie	Emissionen basierend auf Verkehrsdaten (Referenzjahr 2015)	2016	BAV/SBB
Lärmschutzwände Eisenbahnen	Ausbreitungsberechnung	Komplett digital vorhanden.	2017	SBB
Schienennetz	Eisenbahngeometrie	Geobasisdatensatz 98.1	2015	BAV
swissTLM^{3D} 1.5 Öffentlicher Verkehr: Eisenbahn	Höheninformation Eisenbahnlinie, Anzahl Fahrspuren, Tunnel- und Brückeninformation		2016	swisstopo
Fluglärmraster 2015 Flughafen Genf/Zürich	Auswertung der Anzahl von Fluglärm belastete Personen	Referenzjahr 2015	2017	Landesflughäfen Zürich und Genf

3.3 Methode

3.3.1 Berechnung

Die flächendeckende Berechnung des Strassenverkehrs- und Eisenbahnlärms erfordert mehrere Arbeitsschritte. Verschiedene Geobasisdaten bilden die Grundlage zur Ermittlung des Lärms. Die Methode ist in der Publikation sonBASE – die GIS-Lärmdatenbank beschrieben (BAFU 2009b).

Das Resultat der Lärmberechnung für den Strassen- und den Eisenbahnverkehr sind Beurteilungspegel. Diese sind einerseits in einer sogenannten Rasterkarte (10 × 10 m) und andererseits an Fassadenpunkten getrennt für den Tag (6 – 22 Uhr) und die Nacht (22 – 6 Uhr) abgelegt. Für den Flugverkehr wurden die Berechnungen für den Tag (6 – 22 Uhr) und die 1. und 2. Nachtstunde (22 – 24 Uhr) von der Empa übernommen.

Die Rasterkarte zeigt den berechneten dB-Wert pro Pixel vier Meter über Boden. Sie ermöglicht eine generalisierte, flächendeckende Aussage über die Lärmbelastung in der Schweiz (siehe Abb. 14).

Abbildung 14

Kartenausschnitt von Bern als Rasterkarte der Flächenimmissionen (links) und die Gebäudeimmissionen (rechts), am Beispiel von Strassenverkehrslärm am Tag



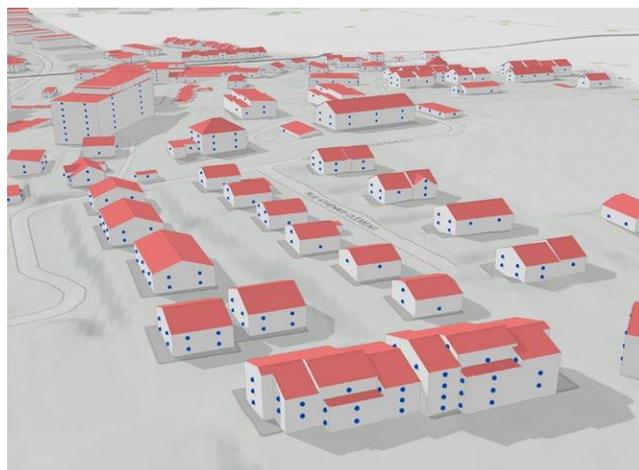
Quelle: BAFU, Lärmraster (links); swisstopo, swissTLM^{3D}: Strassen und Gebäude (rechts)

3.3.2 Beurteilung

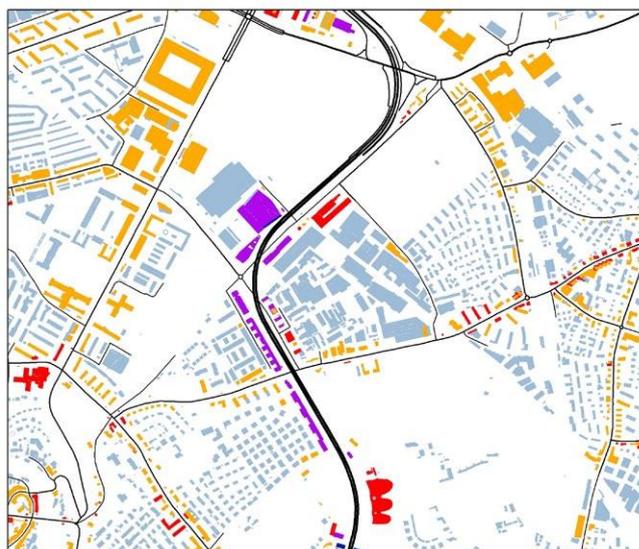
Für die detaillierte Berechnung werden entlang jedes Gebäudes sogenannte Fassadenpunkte verteilt (Abb. 15). Insgesamt wurden über alle Gebäude in der Schweiz ca. 40 Mio. Fassadenpunkte erstellt. Als für die weitere Beurteilung massgebende Lärmbelastung am Gebäude wird der Fassadenpunkt mit dem höchsten Immissionswert pro Gebäude verwendet.

Abbildung 15

Darstellung der Fassadenpunkte, für welche der Beurteilungspegel berechnet wurde (blaue Punkte)



Quelle: swisstopo, swissBUILDINGS^{3D}



Damit die Lärmbelastung beurteilt werden kann, muss jedem Gebäude eine Empfindlichkeitsstufe zugeordnet werden (vgl. 1.3.1). Die Empfindlichkeitsstufen werden aus dem Datensatz «Bauzonen (harmonisiert)» aufgrund der Nutzung abgeleitet (Tab. 6).

Tabelle 6
Bauzonentypus und zugeordnete Empfindlichkeitsstufe

Bauzonentyp	Empfindlichkeitsstufe (ES)
Arbeitszonen	ES IV
eingeschränkte Bauzonen	ES II
Mischzonen	ES III
Tourismus- und Freizeitzone	ES II
Verkehrszonen innerhalb der Bauzonen	ES III
weitere Bauzonen	ES III
Wohnzonen	ES II
Zentrumszonen	ES III
Zonen für öffentliche Nutzungen	ES II

Von den bewohnten Gebäuden liegen 10 % ausserhalb der Bauzonen, dadurch ist keine Lärmempfindlichkeitsstufe für diese Gebäude festgelegt. Für die aktuelle Lärmberechnung wird diesen Gebäuden als Standardwert die ES III zugewiesen. Zum einen handelt es sich bei diesen Gebäuden in vielen Fällen nicht ausschliesslich um Wohnnutzungen. Zum andern liegen diese Gebäude meist in der Landwirtschaftszone, welchen nach Art. 43 der Lärmschutz-Verordnung (LSV) die ES III zugeordnet wird.

Zur statistischen Auswertung der Lärmbelastung werden den Gebäuden zusätzlich Bevölkerungs-, Betriebs- und Wohnungsdaten des Jahres 2015 zugeordnet. Mit dem höchsten Immissionswert, der Empfindlichkeitsstufe und den Statistikdaten pro Gebäude, lässt sich die Anzahl Personen, Wohnungen und Gebäude in der Schweiz ermitteln, die von schädlichem oder lästigem Verkehrslärm betroffen sind.

3.4 Vergleich der Grundlagen und Methoden dieser Berechnung mit der letzten Lärmberechnung

3.4.1 Genauere Gebäudedaten

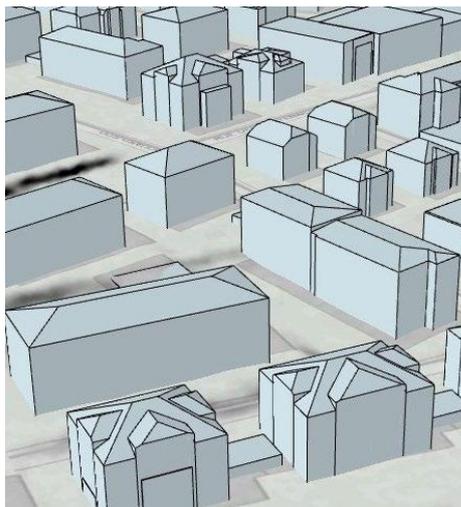
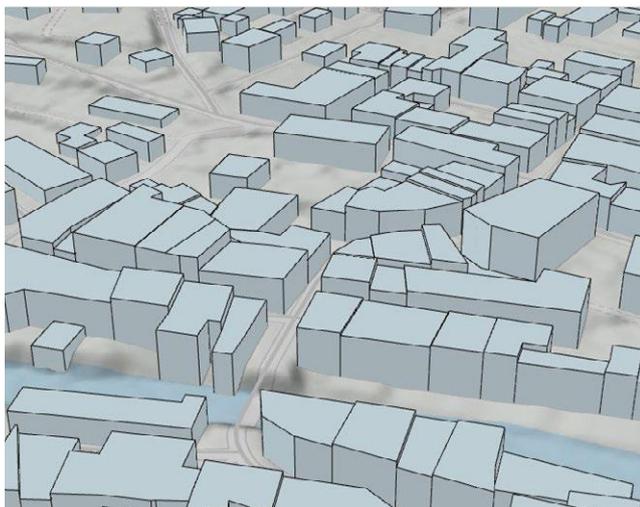
Für die aktuelle Berechnung wurde der Datensatz swissBUILDINGS^{3D} 2.0 aus dem Jahr 2017 verwendet. Dieser Datensatz war zum Zeitpunkt der Berechnung für den schweizerischen Gebäudebestand noch nicht vollständig erfasst. Aus diesem Grund wurden die fehlenden Gebäude aus dem Datensatz swissTLM^{3D} ergänzt. Bei den swissBUILDINGS^{3D} 2.0 ist die Höheninformation der Gebäude bereits vorhanden. Bei den Gebäuden aus dem swissTLM^{3D} wurde die Höhendifferenz zwischen dem Digitalen Geländemodell (swissALTI^{3D}) und dem Digitalen Vegetationshöhenmodell (DSM) gebildet und als Gebäudehöhe verwendet (Abb. 16).

Die Grundfläche und die Lage der Gebäude sind in beiden neuen Datensätzen genauer abgebildet als bei den Gebäuden aus den vorhergehenden Lärmberechnungen (VECTOR25). Die Abbildung 17 zeigt den Unterschied zwischen dem alten und dem neu verwendeten Gebäudedatensatz.

Abbildung 16

Verwendete Gebäudedatensätze

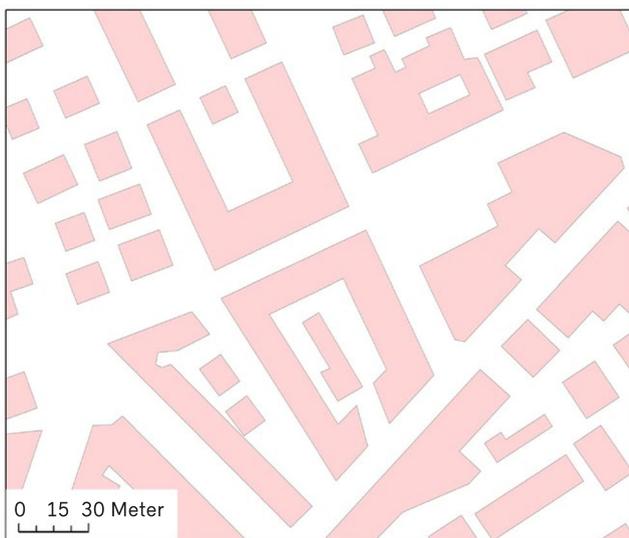
Links die swissTLM-Gebäude (Klötzchen mit ermittelter Höhe) und rechts die swissBUILDINGS^{3D}-Gebäude (Höheninformation und Dachform integriert).



Quelle: swisstopo (swisTLM^{3D}) / Quelle: swisstopo (swissBUILDINGS^{3D})

Abbildung 17

Vergleich der Datensätze zu den Gebäudeflächen in den Lärmberechnungen 2012 (VECTOR25, in Rot) und 2015 (swissBUILDINGS^{3D}, in Grün)



Quelle: swisstopo (VECTOR25) / swisstopo (swissBUILDINGS^{3D}).

Der Datensatz swissBUILDINGS^{3D} zeichnet sich gegenüber dem Datensatz VECTOR25 durch eine feinmaschigere Aufgliederung der einzelnen Gebäude und einer höheren Lagegenauigkeit aus (Abb. 18).

Beim Datensatz swissBUILDINGS^{3D} können die Personen aus der Bevölkerungsstatistik den einzelnen Gebäuden detaillierter zugewiesen werden, während beim Datensatz VECTOR25 die Personen auf die aggregierten Gebäudeblöcke aufsummiert werden mussten (Abb. 19).

Rund 1.3% von 8,3 Mio. Personen können bei der neuen Berechnung nicht einem Gebäude zugewiesen werden. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass es Personen gibt, die in einer Gemeinde zwar offiziell gemeldet sind, aber keinen amtlichen Wohnsitz haben. Diese Personen werden auf die bewohnten Gebäude verteilt. Damit wird gewährleistet, dass der Auswertung der Lärmbelastung die ganze Schweizer Bevölkerung von 8,3 Mio. zugrunde liegt.

Abbildung 18
Vergleich der Lagegenauigkeit der Gebäudedatensätze VECTOR25 (rot) und swissBUILDINGS^{3D} (grün)



Quelle: swisstopo (VECTOR25; swissBUILDINGS^{3D})

3.4.2 Optimierung Geländeinformation

Für die Lärmberechnung ist auch die Art der Schallausbreitung wichtig, der z. B. durch Hindernisse und Bodenbeschaffenheit beeinflusst ist. Dazu wird das digitale Terrainmodell swissALTI^{3D} aufbereitet. Um die Rechenzeiten der Berechnung in einem vertretbaren Rahmen zu halten, werden die Menge der Höhenpunkte im Höhenmodell minimiert. In der Nähe von verkehrsintensiven Strassen, Bahnabschnitten und Bauzonen (Siedlungsgebiet) werden die Höhepunkte exakt berechnet resp. beibehalten, während mit zunehmender Distanz zu diesen Faktoren Höhepunkte sukzessive reduziert werden. Damit wird erreicht, dass in für die Lärmberechnung relevanten Gebieten (Siedlungen) der Lärm über ein detailliertes Gelände (viele Höhenpunkte) und in den siedlungsfernen Gebieten (z. B. Gebirge, Landschaft) nur noch über ein grobes Gelände (wenige Höhenpunkte) berechnet wird.

Abbildung 19
Vergleich der Gebäudedatensätze VECTOR25 (rot) und swissTLM^{3D} (grün) am Bsp. eines Ausschnitts der Stadt Zürich
Anzahl Personen pro Gebäude (VECTOR25: rote Zahlen; swissBUILDINGS^{3D}: grüne Zahlen)

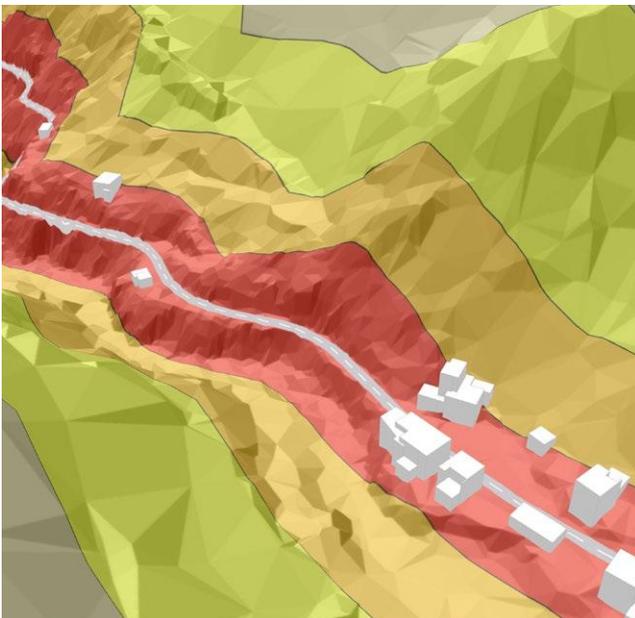


Quelle: swisstopo (VECTOR25; swissTLM^{3D}: Gebäude); BFS (STATPOP)

Am hier gezeigten Beispiel (Abb. 20) ist gut zu erkennen, wie das Höhenmodell in der Nähe der Strasse (roter Bereich) feinmaschig aufgebaut ist (kleine Dreiecke). Je weiter von der Strasse und der Siedlung entfernt (oranger, gelber Bereich), werden immer grössere Dreiecke gebildet und das Höhenmodell wird grobmaschiger.

Abbildung 20

Darstellung des digitalen Höhenmodells als TIN
(Triangulated Irregular Network)



Quelle: swisstopo (swissALTI^{3D}; swissTLM^{3D}; Gebäude)

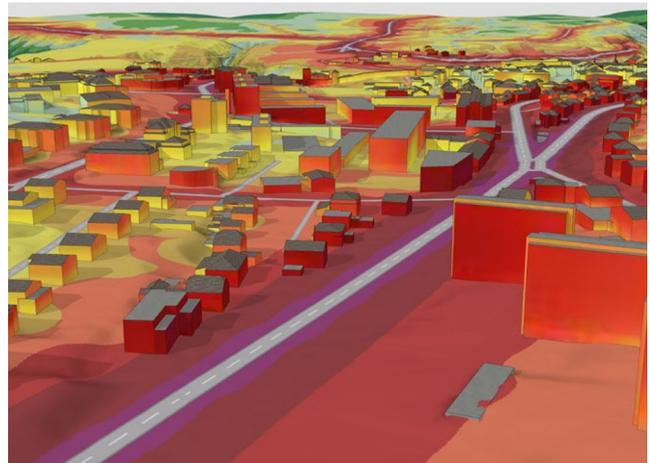
3.5 Vergleichbarkeit der Lärmberechnungen

Die bisherigen veröffentlichten Publikationen in der Reihe Umwelt-Zustand mit den bisherigen Auswertungen lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Grundlagedaten und der aktualisierten Berechnungs- und Auswertungsmethode nicht direkt mit der aktuellen Lärmberechnung vergleichen (BAFU 2009a und 2014). Ein direkter Vergleich der vorgängigen mit den aktuellen Werten ist somit nicht aussagekräftig.

Die bisherigen Lärmberechnungen sind als Meilenstein in der landesweiten Modellierung der Lärmbelastung zu verstehen. Daraus konnten wichtige Erkenntnisse für die vorliegende Lärmberechnung gewonnen werden. Die aktuelle Lärmberechnung stellt eine Verbesserung und Verfeinerung der Aussagen zum Zustand der Verkehrslärmbelastung in der Schweiz dar (Abb. 21).

Abbildung 21

Visualisierung der Lärmbelastung am Beispiel der Stadt Fribourg
Lärmbelastung am Beispiel Strassenverkehrslärm am Tag. Hohe (violett) bis tiefe (grün) Lärmbelastung.



Quelle: BAFU (Lärmbelastung); swisstopo (swissTLM^{3D}; Strassen, swissBUILDINGS^{3D})

4 Ausblick

Um die Bevölkerung und ihre natürliche Umwelt vor schädlichem oder lästigem Lärm zu schützen, hat der Bund gestützt auf Artikel 74 der Bundesverfassung (SR 101) vor über dreissig Jahren das Umweltschutzgesetz (USG; SR 814.01) und die Lärmschutz-Verordnung (LSV; SR 814.41) erlassen. Die in der Zwischenzeit ergriffenen Massnahmen zur Lärmbegrenzung haben eine gewisse Wirkung erzielt, setzen allerdings insgesamt zu wenig bei der Lärmvermeidung an der Quelle an. Der Bundesrat sieht weiterhin grossen Handlungsbedarf in der Lärmbekämpfung und im Ruheschutz.

4.1 Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung

4.1.1 Ziel

Der Bundesrat hat am 28. Juni 2017 den Nationalen Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung gutgeheissen. Darin wird aufgezeigt, dass das bisherige Vorgehen der Lärmbekämpfung teilweise Erfolge, aber auch Defizite aufweist. Die erkannten Defizite sollen behoben und die Massnahmen auf die Bewältigung der absehbaren Herausforderungen ausgerichtet werden. Die Bevölkerung soll längerfristig so vor Lärm geschützt werden, dass ihre Gesundheit gewährleistet wird (Bundesrat 2017).

4.1.2 Handlungsbedarf

Trotz grosser Anstrengungen bei der Bekämpfung des Lärms sind wie dieser Bericht zeigt, nach wie vor sehr viele Menschen Lärmmissionen über den gesetzlichen Belastungsgrenzwerten ausgesetzt. Mit den aktuellen Massnahmen kann der vollständige Schutz der Bevölkerung nicht erreicht werden. Darüber hinaus wird sich die Lärmproblematik zukünftig vor allem aufgrund des Bevölkerungs- und Mobilitätswachstums und des knappen Siedlungsraums weiter verschärfen.

4.1.3 Zukünftige Massnahmen

Die Bevölkerung soll in Zukunft wirksamer vor schädlichem oder lästigem Lärm geschützt werden, indem die Erzeugung von Lärm verstärkt bei der Entstehung an den Quellen so weit wie möglich vermieden sowie die

akustische Qualität insbesondere in Siedlungsgebieten erhalten und gefördert wird. Zudem werden die Kenntnisse über den Stand der Lärmbelastung und über die wissenschaftlichen Grundlagen sowie über die Wirkung von Massnahmen weiter verbessert. Daraus ergeben sich drei strategische Schwerpunkte:

1. Reduktion der Lärmemissionen an der Quelle
2. Förderung von Ruhe und Erholung in der Siedlungsentwicklung
3. Monitoring der Lärmbelastung und Information der Öffentlichkeit

Mit diesen drei strategischen Schwerpunkten will der Bundesrat die Bevölkerung in Zukunft wirksamer vor schädlichem oder lästigem Lärm schützen. Das Hauptmerkmal des Massnahmenplans liegt auf der vermehrten Bekämpfung von Lärm an der Quelle. Beim Strassenlärm will der Bund beispielsweise die Weiterentwicklung von lärmarmen Strassenbelägen initiieren und unterstützen. Zudem soll die Förderung von leisen Fahrzeugen geprüft werden. Beim Eisenbahnverkehr setzt der Bund weiterhin auf die Entwicklung von lärmarmen Infrastruktur und die Förderung von leiseren Güterwagen, beim Flugverkehr im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit auf die Senkung der Lärmemissionen von Flugzeugen.

Der zweite Schwerpunkt des Massnahmenplans gilt der Förderung von Ruhe- und Erholungsräumen in der Siedlungsentwicklung. Der Bund prüft die bessere Koordination von raumplanerischen Vorgaben und Anforderungen aus dem Lärmschutz. Zudem sollen Rahmenbedingungen entwickelt werden, um bei der Gestaltung von urbanen Lebensräumen künftig auch akustische Kriterien miteinzubeziehen.

Als dritten Schwerpunkt sieht der Bund die Modernisierung des Monitorings und gezielte Information vor, um das Verständnis für die Lärmproblematik in der Öffentlichkeit zu stärken.

Der Nationale Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung umfasst zahlreiche bereits laufende und weiterzuführende Massnahmen sowie die Prüfung von

neuen Massnahmen. Der Bundesrat hat die zuständigen Bundesstellen beauftragt, die vorgeschlagenen Massnahmen weiter zu konkretisieren und spätestens 2025 darüber Bericht zu erstatten (Bundesrat 2017).

5 Verzeichnisse

Literatur

BAFU 2009a: Lärmbelastung in der Schweiz. Ergebnisse des nationalen Lärmmonitorings sonBASE. Umwelt-Zustand Nr. 0907. Bundesamt für Umwelt, Bern: 62 S.

BAFU 2009b: sonBASE – die GIS-Lärmdatenbank der Schweiz. Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0908 Bundesamt für Umwelt, Bern: 61 S.

BAFU 2014: Lärmbelastung durch Strassenverkehr in der Schweiz. Zweite nationale Lärmberechnung, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1406: 32 S.

Bundesrat 2017: Nationaler Massnahmenplan zur Verringerung der Lärmbelastung Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 15.3840 Barazzone vom 14. September 2015. Vom Bundesrat an seiner Sitzung vom 28. Juni 2017 gutgeheissen, Bern: 39 S.

BFS 2014: Raum mit städtischem Charakter der Schweiz 2012. Eine neue Definition der Agglomerationen und weiteren städtischen Raumkategorien Bundesamt für Statistik, Neuchâtel: 8 S.

DIN 1320:2009: Deutsches Institut für Normung: Akustik – Begriffe, Berlin/Wien/Zürich: 63 S.

Ecoplan 2014: Auswirkungen des Verkehrslärms auf die Gesundheit, Berechnung von DALY für die Schweiz, Bern und Altdorf: 26 S.

ROR und EKL B 2016: Rat für Raumordnung ROR und Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung EKL B: Lärmbekämpfung und Raumplanung, Grundlagen – Positionen – Stossrichtungen (Positionspapier), Bern: 68 S.

Senozon AG 2017: Verkehrsdaten für die sonBASE. Strassenverkehrslärm-berechnung 2018. Zürich, 32 S.

Weitere Lärmberichte

SBB 2017: Netzzustandsbericht zur Lärmbelastung

BAV 2018: Eisenbahnausbauprogramme, Bahninfrastrukturfonds (BIF), Standbericht 2017, Kap. 4.2 Ziele der Lärmsanierung

ASTRA 2017: Nationalstrassen Teilprogramm Lärmschutz. Zwischenbilanz Juni 2017

Abkürzungen

ASTRA

Bundesamt für Strassen

AW

Alarmwert

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BAV

Bundesamt für Verkehr

BFS

Bundesamt für Statistik

BIF

Bahninfrastrukturfonds

DALY

disability adjusted life years

dB

Dezibel

dB(A)

Dezibel mit A-Frequenzfilter

DOM

Digitales Oberflächenmodell

DTV

durchschnittlicher Tagesverkehr

EK

Emissionskataster

ES

Empfindlichkeitsstufe

GIS

Geografisches Informationssystem

GWS

Gebäude- und Wohnungsstatistik

IGW

Immissionsgrenzwert

KKGEO

Konferenz der Kantonalen Geoinformationsstellen

Leq

energieäquivalenten Dauerschallpegel

Lr

Beurteilungspegel

LSV

Lärmschutz-Verordnung

PW

Planungswert

RhB

Rhätische Bahn

SBB

Schweizerische Bundesbahnen

SOB

Südostbahn

STATPOP

Statistik der Bevölkerung und der Haushalte

swisstopo

Bundesamt für Landestopografie

USG

Umweltschutzgesetz

VHM

Höhenmodell der Vegetation

WHO

Weltgesundheitsorganisation

zb

Zentralbahn