

# Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm

**Inputpapier 2: Technik und Betrieb**

im Auftrag der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung und  
des Bundesamts für Umwelt BAFU

**30. März 2009**

# Impressum

## Empfohlene Zitierweise

Autor: Planteam GHS AG  
Titel: Überprüfung der Immissionsgrenzwerte für Lärm  
Untertitel: Inputpapier Technik und Betrieb  
Auftraggeber: Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung und Bundesamt für Umwelt BAFU  
Ort: Sempach-Station  
Jahr: 2009

## Begleitgruppe

Tommaso Meloni (Projektleitung, Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung)  
Beat Marti (Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung)  
Peter Ettler (Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung)  
Jenni Keel (Bundesamt für Umwelt BAFU)

## Projektteam Planteam GHS AG

Reto Höin (Projektleitung Inputpapier Technik und Betrieb)  
Bruno Buchmann

## Projektteam Ecoplan

Heini Sommer (Gesamtprojektleitung)  
Sarah Werner

Der Bericht gibt die Auffassung der Autoren wieder, die nicht notwendigerweise mit derjenigen des Auftraggebers oder der Begleitorgane übereinstimmen muss.

Planteam GHS AG

Lärmschutz und Bauakustik

[www.planteam.ch](http://www.planteam.ch)

Bahnhofstrasse 19a

CH – 6203 Sempach-Station

Tel +41 41 469 40 40

Fax +41 41 469 40 50

[ghs@planteam.ch](mailto:ghs@planteam.ch)

## Vorwort zum Projekt

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung (EKLB) prüfen zurzeit, ob die in den 1970er und 1980er Jahren festgelegten Lärmbelastungsgrenzwerte dem im Umweltschutzgesetz verankerten Grundsatz noch genügen, wonach Immissionen unterhalb dieser Grenzwerte „die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören“.

Dazu wird im Rahmen einer Vorstudie geklärt, wie sich verschiedene Dimensionen des „Lärmumfelds“ (konkret die Dimensionen Technik & Betrieb, Akustik, Lärmwirkung) seit Inkrafttreten der Lärmbelastungsgrenzwerte entwickelt haben und ob sich daraus ein **wissenschaftlich begründeter Handlungsbedarf** zur detaillierten Überprüfung bzw. Neufestlegung der geltenden Lärmbelastungsgrenzwerte ergibt. Die Überprüfung bezieht sich dabei auf die Grundsatzfrage, ob die Immissionsgrenzwerte die im Umweltschutzgesetz geforderte Funktion (siehe oben) erfüllen.

Die Vorstudie wird in sechs einzelnen Teilberichten erarbeitet: einem Grundlagenpapier, vier Inputpapieren, sowie einem Synthesenbericht.

- Das *Grundlagenpapier Geschichte* arbeitet dabei den geschichtlichen Werdegang der heutigen Lärmgrenzwerte auf.
- Darauf aufbauend behandeln vier selbstständige *Inputpapiere* zu den Themen *Akustik, Technik und Betrieb, Recht*, sowie *(medizinisch-psychologische) Lärmwirkung* die Grundsatzfrage aus verschiedenen Blickwinkeln.

Die Erkenntnisse dieser Inputpapiere fliessen letztendlich in einem *Synthesenbericht* zusammen. Dieser zeigt gesamthaft auf, ob aufgrund der Faktenlage ein Handlungsbedarf zur Überprüfung der Lärmbelastungsgrenzwerte gegeben ist oder nicht.

**Bei vorliegendem Bericht** handelt es sich um das **Inputpapier Technik und Betrieb**.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Ausgangslage und Zielsetzung in der Dimension Technik und Betrieb .....</b>	<b>5</b>
1.1 Ausgangslage .....	5
1.2 Zielsetzung .....	5
<b>2 Behandlung der Leitfragen zur Dimension Technik &amp; Betrieb.....</b>	<b>6</b>
2.1 Verkehrsmengen im Bereich Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.1) .....	6
2.1.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	6
2.1.2 Entwicklung der Verkehrsmengen .....	6
2.1.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	8
2.2 Emissionen im Bereich Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.2) .....	9
2.2.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	9
2.2.2 Entwicklung der Emissionen beim Rollmaterial .....	9
2.2.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	12
2.3 Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.3).....	13
2.3.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	13
2.3.2 Tageszeitliche Verteilung des Schienenlärms .....	13
2.3.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	14
2.4 Verkehrsmengen im Bereich Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.4) .....	15
2.4.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	15
2.4.2 Entwicklung der Verkehrsmengen beim Strassenverkehr .....	15
2.4.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	18
2.5 Emissionen im Bereich Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.5) .....	18
2.5.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	18
2.5.2 Entwicklung der Emissionen im Strassenverkehr .....	19
2.5.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	20
2.6 Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.6).....	21
2.6.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	21
2.6.2 Tageszeitliche Verteilung des Strassenverkehrs .....	22
2.6.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	24
2.7 Verkehrsmengen im Bereich Fluglärm (Leitfrage T&B.7) .....	24
2.7.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	24
2.7.2 Entwicklung der Verkehrsmengen .....	25
2.7.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	25
2.8 Emissionen im Bereich Fluglärm (Leitfrage T&B.8) .....	26
2.8.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	26
2.8.2 Entwicklung der Emissionen .....	26
2.8.3 Lärmbelastung Flughafen Zürich .....	28
2.8.4 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	29

---

2.9	Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Fluglärm (Leitfrage T&B.9).....	30
2.9.1	Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage .....	30
2.9.2	Tageszeitliche Verteilung .....	30
2.9.3	Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs .....	31
<b>3</b>	<b>Zusammenstellung Handlungsbedarf.....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>Anhang A: Eisenbahnlärm .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>Anhang B: Strassenverkehrslärm .....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>Anhang C: Fluglärm.....</b>	<b>44</b>

# 1 Ausgangslage und Zielsetzung in der Dimension Technik und Betrieb

## 1.1 Ausgangslage

Ausgangspunkt der zu untersuchenden Lärmarten (Schienenverkehr, Strassenverkehr, Flugverkehr) ist deren Lärmentstehung. Diese wird im Wesentlichen geprägt durch:

- **den Verkehr:**
  - Schienenverkehr:** Fahrlärm und Rangierlärm (Fahrzeugart und –menge)
  - Strassenverkehr:** Motorfahrzeuglärm und Bahnlärm auf Strassen (Fahrzeugart und –menge)
  - Flugverkehr:** Lärm von Flugzeugen (Flugbewegungen)
- **die Emissionen:**
  - Schienenverkehrslärm:** Rad-Schienen-Geräusche und Antriebsgeräusche
  - Strassenverkehrslärm:** Reifen-Fahrbahn-Geräusche und Antriebsgeräusche
  - Fluglärm:** Antriebsgeräusche und Strömungsgeräusche
- **die tageszeitliche und räumliche Verteilung:**

Tageszeitliche Veränderung im Tages-, Wochen oder Jahresverlauf, die räumliche Entwicklung des Schienen- und Strassennetzes und der Flugstrassen sowie die Verteilung des Verkehrs auf die verschiedenen vorhandenen Routen.

Für die Untersuchungen dient deshalb das folgende Raster als Grundlage:

Tabelle 1-1: Untersuchungsraster

	<b>Verkehrsmengen</b>	<b>Emissionen</b>	<b>Tageszeitliche und räumliche Verteilung</b>
<b>Schienenverkehrslärm</b>	<i>Kap. 2.1</i>	<i>Kap. 2.2</i>	<i>Kap. 2.3</i>
<b>Strassenverkehrslärm</b>	<i>Kap. 2.4</i>	<i>Kap. 2.5</i>	<i>Kap. 2.6</i>
<b>Fluglärm</b>	<i>Kap. 2.7</i>	<i>Kap. 2.8</i>	<i>Kap. 2.9</i>

## 1.2 Zielsetzung

Es ist aufzuzeigen wie sich der Verkehr (Schienen-, Strassen- und ziviler Luftverkehr) bezüglich seiner Menge, Emission, sowie räumlicher und tageszeitlicher Verteilung in den letzten 25 Jahren entwickelt hat. Dabei werden, soweit möglich, die Eckjahre 1980 (Entstehung der Belastungsgrenzwerte für den Schienen- und Strassenverkehrslärm) und 2005 (Ist-Zustand) sowie ein Prognosejahr (2015, 2020) dargestellt.

## 2 Behandlung der Leitfragen zur Dimension Technik & Betrieb

### 2.1 Verkehrsmengen im Bereich Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.1)

#### 2.1.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Der Schienenverkehr ist geprägt durch die Vorhersehbarkeit der Lärmereignisse (Fahrplan für Personenzüge) und die dadurch vorgegebene Pausenstruktur (Ruhephasen zwischen den Zugsdurchfahrten). Bei weniger als 79 Zugsfahrten pro Tag oder Nacht werden diese Ruhephasen deshalb mit einer Pegelkorrektur von -5 bis -15 dB(A) belohnt (Anhang 4 LSV). Der Schienenlärmbonus beträgt jedoch in jedem Fall -5 dB(A). Sollte es sich zeigen, dass der Verkehr auf den schon 1980 stark frequentierten Strecken deutlich zugenommen hat, wird der Bereich der bei der Festlegung der IGW berücksichtigten Frequenzen verlassen und es besteht die Vermutung, dass der Bonus von -5 dB(A) die Lärmimmissionen nicht mehr störungsgerecht abbildet. Als stark frequentierte Strecken gelten insbesondere die Gotthardroute sowie Streckenabschnitte in Zentrumsnähe mit mehreren parallel geführten Zuglinien<sup>1</sup>.

Die Leitfrage T&B.1 lautet deshalb: Wie hat sich die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Hauptstrecken, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

#### 2.1.2 Entwicklung der Verkehrsmengen

##### a) Gefahrene Zugskilometer: Personenverkehr / Güterverkehr

Die Entwicklung der Verkehrsleistung des Personen- und Güterverkehrs zeigt folgendes Bild.

**Tabelle 2-1: Personenverkehr Bahn auf dem Schweizer Streckennetz**

	1980	1995	2002	2005	Zunahme jährlich	Zunahme 1980 - 2005
Mio. Zugs-km	98.8	131.9	147.9	163.6	2.0 %	66 %
Mio. Wagen-km	540.0	703.5	652.8		0.9 %	

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Resultat:** Zwischen 1980 und 2005 hat der Eisenbahn-Personenverkehr auf dem Schweizer Streckennetz, ausgedrückt in Zugs-Kilometer, um 66 % zugenommen. Deutlich geringer ist die Zunahme der Wagen-Kilometer. Daraus ist zu schliessen, dass eine durchschnittliche Personen-Zugskomposition im Jahre 2002 über we-

<sup>1</sup> Darstellung der Emissionen siehe Anhang: Grafik 4-1: Lärmbelastung auf dem Schienennetz

niger Wagen verfügte als 1980. Lärmrelevant ist dabei insbesondere die durch die Zunahme der Zugskilometer dokumentierte Zugsdichte.

**Tabelle 2-2: Güterverkehr Bahn auf dem Schweizer Schienennetz**

	1980	1995	2002	2005	Zunahme jährlich	Zunahme 1980 - 2005
Mio. Zugs-km	31.9	29.3	31.2	34.8	0.3 %	9 %
Mio. Wagen-km	789.5	457.1	519.7		-1.9 %	

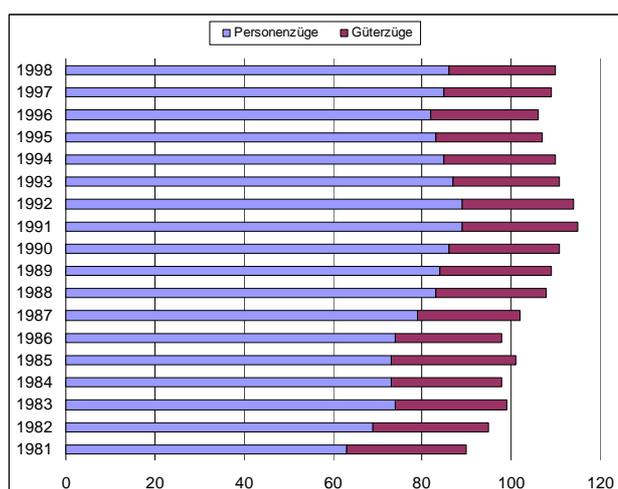
Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

Resultat: Beim Güterverkehr sind die Zugs-Kilometer zwischen 1980 und 2005 nahezu unverändert geblieben. Bei den Wagen-Kilometern ist eine deutliche Abnahme zu verzeichnen. Lärmrelevant ist auch hier die durch die Zugskilometer dokumentierte Zugsdichte.

### b) Zugsdichte

Die Entwicklung der Zugsdichte wird im Überblick nachfolgend dokumentiert anhand der Grafik „Zugsdichte pro Tag (24h) und Linie“ und detailliert für die Strecken Flums-Walenstadt und Steinen-Schwyz.

**Grafik 2-3: Zugsdichte pro Tag (24h) und Linie**



Quelle: SBB

Resultat: Die durchschnittliche Zugsdichte pro Tag (24 h) und Linie hat von 1981 bis 1998 um 22% von 90 auf 110 Züge zugenommen.

Die nachfolgend ausgewertete Strecke Steinen-Schwyz liegt auf der Gotthardroute und gilt als sehr stark frequentiert. Dagegen gehört die Strecke Flums-Walenstadt zu den im Mittelfeld belasteten Zugstrecken.

**Tabelle 2-4: Zugsdichte pro Tag auf der Strecke Flums-Walenstadt**

Kategorie	Zeitraum	1995	2000	2015	Zunahme 2000-2015
Alle Züge	pro Tag (24 h)	112	123	154	25 %
	pro 1h	4.7	5.1	6.4	

Quelle: SBB

**Tabelle 2-5: Zugsdichte pro Tag auf der Strecke Steinen-Schwyz**

Kategorie	Zeitraum	1995	2000	2015	Zunahme 2000-2015
Alle Züge	pro Tag (24 h)	201	238	290	22 %
	pro 1h	8.4	9.9	12.1	

Quelle: SBB

**Resultat:** Während die Zugsdichte pro Tag und Linie, schweizweit von 1981 bis 1998 um 22 % zugenommen hat, wird sie von 2000 bis 2015 in Walenstadt und Steinen nochmals um 25 % resp. 22 % zunehmen.

Neben dieser Zunahme der Züge Total wird in Kapitel 2.3 auch die Entwicklung der Zugskategorien und ihrer Verteilung über den Zeitraum tags und nachts dargestellt.

### 2.1.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Die Verkehrszunahme insbesondere auf den Hauptstrecken (beispielsweise auf der Gotthardroute) ist sowohl gesamthaft wie auch aufgeteilt auf den Personen- und Güterverkehr erheblich. Während die reine Verkehrszunahme im Lärmass Leq vollumfänglich berücksichtigt wird, stellt sich die Frage, ob der generelle Schienenlärmbonus von -5 dB noch haltbar ist. Die aus der starken Zunahme der Verkehrsdichte resultierende Störung, wird zum Beispiel von der betroffenen Bevölkerung an der Gotthardstrecke wahrgenommen und ist in den Einsprachen zur NEAT dokumentiert. Der Bonus von -5 dB(A) wird entlang der Gotthardstrecke als nicht mehr störungsgerecht empfunden. Den diesbezüglichen Handlungsbedarf erachten wir als „Gross“.

**Tabelle 2-6: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.1**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.1	Wie hat sich beim Schienenverkehr die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Hauptstrecken, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Gross

## 2.2 Emissionen im Bereich Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.2)

### 2.2.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Der Lärm von fahrenden Zugkompositionen entsteht primär durch die kraftschlüssige Berührung von Rad und Schiene und wird primär durch die Oberflächenrauigkeit der beiden Berührungsflächen beeinflusst. Er wird durch Rad und Schiene direkt und durch Körperschallübertragung auf den Wagenkasten indirekt als Luftschall abgestrahlt.

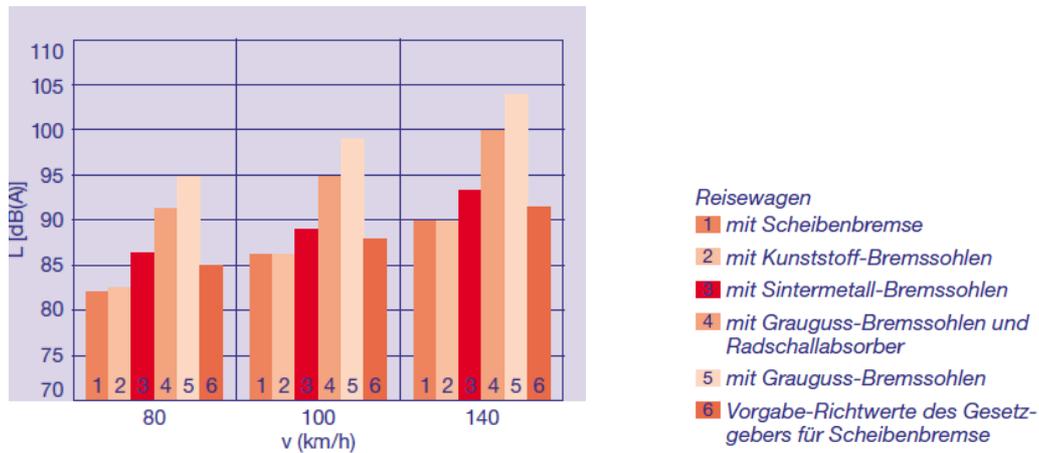
Massgebend für die Lärmerzeugung (Emission) sind der Verkehr (Anzahl Züge tags/nachts; vgl. Leitfrage T&B.1), die Infrastruktur (Geschwindigkeitsvorgaben, Gleisprofil, Unter- und Oberbau) sowie die Qualität des Rollmaterials (Leitfrage T&B.2). Das Rollmaterial wird in die Kategorien "Reisezugswagen", "Güterwagen" und "Triebfahrzeuge" eingeteilt. Innerhalb dieser Kategorien werden folgende Bremssysteme unterschieden: Grauguss-Bremssohlen, Sintermetall- und Kunststoff-Bremssohlen, scheibengebremste Drehgestelle, Radachsen mit Trommelbremsen.

Die Leitfrage T&B.2 lautet: Wie haben sich die Emissionen des Rollmaterials in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

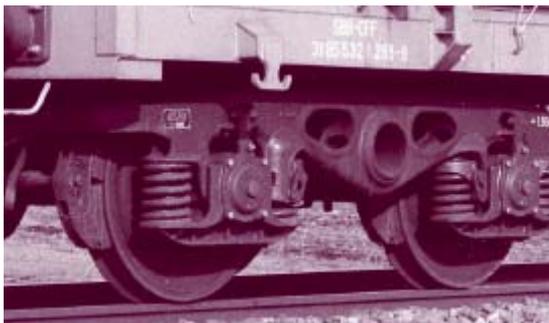
### 2.2.2 Entwicklung der Emissionen beim Rollmaterial

#### a) Massnahmen am Rollmaterial

Die Hauptursache des Bahnlärms liegt beim Antrieb, den Rädern, Drehgestellen und Bremssystemen. Die neusten Reisezug- und Güterwagen sind mit Scheiben- oder Trommelbremsen ausgerüstet. Dadurch lässt sich der Lärmpegel eines vorbeifahrenden Zuges um rund 10 dB senken. Die nachfolgende Grafik 2-7 vergleicht die unterschiedlichen Geräusche verschiedener Bremsbauarten und Belagsmaterialien, gemessen 1,2 Meter über dem Gleis in einer Entfernung von 7,5 Meter.

**Grafik 2-7: Lärmemission bei Reisewagen mit unterschiedlichen Bremssystemen (SBB)****Grafik 2-8: Foto Bremssysteme**

Klotzbremse mit Graugusssohle:



Scheibenbremse:



Quelle: SBB, Kommunikation Grossprojekte „Lärm! Nein danke“

**b) Stand der Rollmaterialsanierung**

Ältere Wagenmodelle sind noch mit Klotzbremsen ausgerüstet. Im Rahmen der Rollmaterialsanierung werden diese Reisezug- und Güterwagen auf neuste Scheiben- oder Trommelbremsen umgerüstet. Die Emissionen unterschiedlicher Bremsbauarten und Belagsmaterialien sind aus der Grafik 2-7 ersichtlich. Der aktuelle Stand der Rollmaterialsanierung ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

**Tabelle 2-9: Stand Rollmaterialsanierung per 31. Dezember 2007**

	Bahn	Anzahl * Wagen	Saniert per 31.12.07	Saniert in %
Reisezugwagen	SBB	1'013	984	97 %
	übrige *	534	242	45 %
<b>Total Reisezugwagen</b>		<b>1'547</b>	<b>1'226</b>	<b>79 %</b>
Güterwagen 2-achsig	SBB Cargo	2'899	984	34 %
	P-Eigentümer *	564	0	
Güterwagen 4-achsig	SBB Cargo	4'211	2'508	60 %
	P-Eigentümer *	3'469	0	
<b>Total Güterwagen</b>		<b>11'666</b>	<b>3'492</b>	<b>30 %</b>

Anzahl\* Wagen      Anzahl der sanierungsbedürftigen Schweizer Wagen  
 übrige\*              übrige Schweizer Reisezugwagen von BLS, RM, RhB und zb  
 P-Eigentümer\*\*      Güterwagen privater Eigentümer

Die Rollmaterialsanierung der Schweizer Reisezug- und Güterwagen wird bis zum Jahr 2015 abgeschlossen sein. Der noch verbleibende Anteil der im Jahr 2015 nicht sanierten ausländischen Wagen wird im Emissionsplan 2015 (Verordnung über die Lärmsanierung der Eisenbahnen, VLE, Anhang 2) wie folgt abgeschätzt:

**Tabelle 2-10: Anteil nicht sanierter ausländischer Wagen per 2015**

	Anteil nicht sanierter ausländischer Wagen
Reisezüge	0 %
Rollende Autobahn (RLS)	40 %
Unbegleiteter Kombiverkehr (UKV)	50 %
Güterzüge mit Quelle und/oder Zielort in der Schweiz	60 %
Güterzüge Transit	90 %

Die Wirkung der umfassenden Rollmaterialsanierung bei den Schweizer Reisezug- und Güterwagen wird erheblich geschmälert durch die verbleibenden ausländischen nicht sanierten Güterzüge.

### c) Einfluss der Rollmaterialsanierung am Beispiel der Strecke Flums-Walenstadt

Auf der SBB-Strecke Flums-Walenstadt verkehrt hauptsächlich schweizerisches Wagenmaterial. Sie eignet sich deshalb gut zur Dokumentation der Wirkung der Rollmaterialsanierung.

**Tabelle 2-11: Entwicklung der Emissionen mit saniertem Rollmaterial: Standort Walenstadt**

Jahr	tags (06:00 - 22:00)			nachts (22:00 - 06:00)		
	Anzahl Züge	Leq,e dB(A)	Länge m	Anzahl Züge	Leq,z dB(A)	Länge m
1995	98	88.2	1'460	14	82.5	1'285
2000	102	87.4	2'206	21	83.3	1'520
2015	130	82.7	2'285	24	79.9	2'287

Resultat: Die Emissionen<sup>2</sup> (Angabe in Leq,e incl. Fahrbahnkorrektur F von 3.0 dBA) des Schienenverkehrs auf der Strecke Flums-Walenstadt, werden von 1995 bis 2015 (Abschluss der Sanierung Eisenbahnen) tags um 5.5 dB(A) und nachts um 2.6 dB(A) abnehmen. Dies obwohl sich die Zahl der Züge tags um 33 % und nachts um 71 % erhöht und die Gesamtlänge der vorbeifahrenden Züge ebenfalls um 57 % (tags) und 78 % (nachts) zunimmt.

Diese deutliche Lärmreduktion bei gleichzeitigem Ausbau der Verkehrsmenge ist das Resultat der Sanierungsmassnahmen am Rollmaterial.

### 2.2.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Die Emissionsveränderungen (Pegelminderungen) beim Rollmaterial sind durchwegs sehr positiv. Das heisst, dass die Gesamtlärmemissionen bei gleich bleibenden Zugsfrequenzen deutlich kleiner werden und sich selbst bei einer deutlichen Zunahme der Verkehrsmenge nicht zwingend erhöhen. Dieser Umstand könnte allenfalls das Verhältnis der drei Lärmarten untereinander beeinflussen. Dieses Verhältnis, das heisst die unterschiedlich wahrgenommene Störung von Strassenverkehrs-, Schienenverkehrs- und Fluglärm wird mit dem Bonus-system der Pegelkorrekturen K1 berücksichtigt. Den Handlungsbedarf bei der Berücksichtigung dieser Emissionsverbesserungen erachten wir als „Mittel“.

**Tabelle 2-12: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.2**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.2	Wie haben sich beim Schienenverkehr die Emissionen des Rollmaterials in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Mittel

<sup>2</sup> Siehe Anhang:

Tabelle 4-2: Emissionskataster 1995 Flums-Walenstadt;

Tabelle 4-3: Emissionskataster 2015 Flums-Walenstadt

Tabelle 4-4: Emissionskataster 1995 Steinen-Schwyz

Tabelle 4-5: Emissionskataster 2015 Steinen-Schwyz

## 2.3 Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Eisenbahnlärm (Leitfrage T&B.3)

### 2.3.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Bei der Entwicklung der tageszeitlichen Verteilung des Schienenlärms geht es primär um die Verteilung auf den Tag- und Nachtbereich. So müssen zum Beispiel auf den stark frequentierten Strecken die (lauten) Güterzüge mehrheitlich auf die Nacht ausweichen. Dadurch erfahren Lärmbetroffene eine Neu- oder Umverteilung der lärmintensiven Phasen und es stellt sich die Frage, ob es weiterhin haltbar ist, den Tag in 16 Tagesstunden und 8 Nachtstunden zu unterteilen, oder ob man Tagesrandstunden allenfalls anders gewichten muss.

Bei der räumlichen Verteilung stellt sich die Frage nach den relevanten Veränderungen im Streckennetz der Bahnen. Diese Veränderungen entstehen einerseits durch Verlagerungen des Verkehrs und andererseits durch den Bau von Neubaustrecken. Soweit diese räumlichen Veränderungen nur die Zahl der lärmbelasteten Personen beeinflussen, sind sie nicht relevant im Bezug auf die Frage nach der Richtigkeit der Immissionsgrenzwerte. Führen die räumlichen Veränderungen jedoch zu wesentlich höheren Belastungen, so werden diese unter der Leitfrage T&B.1 behandelt.

Die verbleibende Leitfrage T&B.3 lautet deshalb: Wie hat sich der tageszeitliche Verlauf des Schienenverkehrs in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

### 2.3.2 Tageszeitliche Verteilung des Schienenlärms

Die tageszeitliche Verteilung des Schienenlärms, respektive die Verteilung auf die lärmrechtlich festgelegten Zeiträume tags und nachts, lassen sich gut anhand der mittel und stark belasteten Strecken Walenstadt und Steinen aufzeigen.

**Tabelle 2-13: Entwicklung der Züge tags/nachts: Standort Walenstadt**

Kategorie		tags (06:00 - 22:00)			nachts (22:00 - 06:00)		
		1995	2000	2015	1995	2000	2015
Personenzug	pro 16h / 8h	77	80	111	8	9	15
	pro 1h	4.8	5.0	6.9	1.0	1.1	1.9
Güterzug	pro 16h / 8h	21	22	19	6	12	9
	pro 1h	1.3	1.4	1.2	0.7	1.5	1.2

Quelle: SBB

Tabelle 2-14: Entwicklung der Züge tags/nachts: Standort Steinen

Kategorie		tags (06:00 - 22:00)			nachts (22:00 - 06:00)		
		1995	2000	2015	1995	2000	2015
Personenzug	pro 16h / 8h	92	95	96	13	18	22
	pro 1h	5.8	5.9	6.0	1.6	2.3	2.8
Güterzug	pro 16h / 8h	50	65	105	46	60	67
	pro 1h	3.1	4.1	6.6	5.8	7.5	8.4

Quelle: SBB

**Resultat:** Auf der Gotthardstrecke (Standort Steinen) nimmt die Dichte für Personen- wie auch Güterzüge sowohl tags und auch nachts zum Teil deutlich zu. Zwischen 1995 und 2015 steigt die Dichte der Personenzüge um 3% tags und 75% nachts sowie der Güterzüge tags um 113% und nachts um 45%.

Auf den mittelstark befahrenen Strecken wie z.B. beim Standort Walenstadt nimmt die Zugsdichte für Personenzüge tags und nachts deutlich zu (tags um 44%, nachts um 90%). Bei den Güterzügen findet eine Verlagerung in den Nachtzeitraum statt (tags -2 Züge, nachts +3 Züge).

### 2.3.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Neben der allgemeinen Zunahme der Zugsdichte nimmt die Dichte der (lauten) Güterzüge in der Nacht auf der Gotthardtransitstrecke erheblich zu. Da die Güterzüge in der Nacht auf die Leerzeiten zwischen den Personenzügen angewiesen sind und zudem nicht nach Fahrplan, sondern nach Bedarf, fahren, ist ihr (unerwartetes) Auftreten in der Nacht als besonders störend zu bewerten. Bekannt ist auch, dass sich das Geräusch- resp. Störungsmuster eines lauten Güterzuges deutlich von jenem eines Reisezuges unterscheidet (Güterzüge verfügen in der Regel über verschiedene Wagentypen mit zum Teil stark unterschiedlichen Geräuschpegeln). Bei der Berücksichtigung der erheblichen Zunahme der Güterzüge nachts ist insbesondere auch deren spezielle Wahrnehmung zu beachten. Lange Güterzüge verursachen lange Vorbeifahrzeiten und dies führt zu einem zusätzlichen Schub bei der Aufwachreaktion. Deshalb ist die Berechnung der Pegelkorrektur K1 (gemäss Anhang 4 LSV) besonders kritisch zu hinterfragen. Diese bevorzugt die Züge in der Nacht (wenn ihre Anzahl pro Tag oder Nacht kleiner 79 ist) mit einem Bonus von 3 dB(A)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Berechnungsbeispiel:

- 4 Züge pro Stunde tags = Total 64 Züge;  $K1 = 10 \cdot \log(64/250) = -5.9$
- 4 Züge pro Stunde nachts = Total 32 Züge;  $K1 = 10 \cdot \log(32/250) = -8.9$

Den Handlungsbedarf bei der Berücksichtigung der tageszeitlichen Verteilung der Zugsfahrten erachten wir, im Bezug auf die teils erhebliche Zunahme, insbesondere nachts, und deren Einfluss auf die Pegelkorrektur K1 (Nachtbevorzugung) als „Gross“.

**Tabelle 2-15: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.3**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.3	Wie hat sich der tageszeitliche Verlauf des Schienenverkehrs in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Gross

## 2.4 Verkehrsmengen im Bereich Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.4)

### 2.4.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Der Strassenverkehr wird geprägt durch die Anzahl der zirkulierenden Fahrzeuge und ihrer gefahrenen Kilometer. Zum Zeitpunkt der Festlegung der Immissionsgrenzwerte für den Strassenverkehr ist man von der Annahme ausgegangen, dass alle Strassen gleich zu beurteilen sind. Heute wird von Seiten der Betroffenen eine unterschiedliche, d.h. differenziertere Beurteilung verlangt. Begründet wird dies durch die kontinuierliche, faktisch 24-stündige Belastung der Autobahnen mit einem verhältnismässig hohen Verkehrsanteil im Nachtzeitraum, vor allem auch in der Ferienreisezeit. In letzterer Zeitspanne (Sommer) ist gleichzeitig auch das Bedürfnis sich im Freien aufzuhalten oder die Fenster auch in strassenlärmexponierter Lage offen halten zu können, am Grössten. Entlang solcher Hochleistungsstrassen fehlen die für die übrigen Strassen typischen Ruhephasen. Zudem wird die mit dem LKW-Nachtfahrverbot verbundene, sprunghafte Zunahme des Schwerverkehrs in der letzten Nachtstunde (5 bis 6 Uhr) als besonders störend wahrgenommen.

Die Leitfrage T&B.4 lautet deshalb: Wie hat sich die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Autobahnen, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

### 2.4.2 Entwicklung der Verkehrsmengen beim Strassenverkehr

#### a) Personenverkehr / Güterverkehr

Der private Personenverkehr hat zwischen 1980 und 2005 um 55% zugenommen<sup>4</sup>. Berücksichtigt wurden dabei die zurückgelegten Kilometer aller Fahrzeuge (Personenwagen, Motorräder, Motorfahräder, Cars). Betrachtet man die einzelnen Fahrzeugkategorien, so fallen die

<sup>4</sup> Siehe Anhang: Tabelle 5-1: Personenverkehr Strasse

deutliche Zunahme der Personen-Kilometer bei den Motorrädern (incl. Roller) und die stark rückläufigen Zahlen bei den Motorfahrrädern auf. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei den Fahrzeugbeständen des Personenverkehrs: Der moderaten Zunahme der Personenwagen, Klein- und Autobusse stehen eine starke Zunahme der Motorräder (incl. Roller) und eine starke Abnahme der Motorfahrräder gegenüber. Der öffentliche Personenverkehr (Wagen-Kilometer) hat in derselben Zeitperiode um 83% zugelegt.

Beim Güterverkehr<sup>5</sup> beträgt die Zunahme der Fahrzeug-Kilometer zwischen 1980 und 2005 84% (Fahrzeuge bis 3.5 Tonnen) bzw. 51% (Fahrzeuge ab 3.5 Tonnen). Die überdurchschnittliche Zunahme bei den Fahrzeugen bis 3.5 Tonnen dürfte u.a. auf das seit langem geltende und nach wie vor bestehend bleibende Nachtfahrverbot für LKW sowie die auf Anfang 2001 eingeführte LSVA (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) zurückzuführen sein.

Die Fahrzeugbestände beim Güterverkehr haben sich von 1980 bis 2000 folgendermassen verändert: Lieferwagen +89%, leichte Sattelschlepper +78%, Lastwagen -6%, schwere Sattelschlepper +127%, Traktoren +30%.

**Tabelle 2-16: Entwicklung der Fahrzeugmengen im Personen- und Güterverkehr**

Anzahl Fahrzeuge	1980	2000	Zunahme
Personenwagen	2'246'752	3'545'247	58 %
Kleinbusse, Autobusse und Lieferwagen	127'733	238'234	87 %
Motorräder	137'340	493'781	260 %
Lastwagen und Sattelschlepper	49'403	51'202	4 %

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

<sup>5</sup> siehe Anhang:

- Tabelle 5-2: Güterverkehr Strasse

-

Tabelle 5-5: Personenverkehr Strasse, Anzahl Fahrzeuge

- Tabelle 5-6: Güterverkehr und Landwirtschaft

**Tabelle 2-17: Entwicklung der Fahrzeugkilometer (PV / ÖV)**

in Mio. Fahrzeug- bzw. Wagen-km	1980	2005	Zunahme
Personenverkehr privat	35'184	54'391	55 %
Personenverkehr öffentlich	164	300	83 %
Güterverkehr	3'206	5'427	69 %

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Tabelle 2-18: Entwicklung des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV) nach Strassentyp**

	1990	2005	Jährliche Zunahme
Ganze Schweiz, alle Fahrzeuge	100.0	124.6	1.5%
Autobahnen, alle Fahrzeuge	100.0	145.8	2.5%
Ausserortsstrasse, alle Fahrzeuge	100.0	110.3	0.7%
Innerortsstrasse, alle Fahrzeuge	100.0	103.8	0.2%

Quelle: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Rapp Trans AG

### b) Inverkehrsetzung neuer Motorfahrzeuge<sup>6</sup>

In der Schweiz wurden im Jahre 1980 rund 336'000 neue Motorfahrzeuge in Verkehr gesetzt. Nachdem im Jahre 1989 mit rund 412'000 neuen Fahrzeugen das vorläufige Maximum erreicht wurde, sank die Zahl im Jahre 2004 wieder auf rund 347'000 Fahrzeuge.

### c) Alpenquerender Verkehr

Der alpenquerende Verkehr umfasst die Achsen A2 (Gotthard), A13 (San Bernardino), A9 (Simplon Kulmtunnel und Grand St-Bernard). Die Zunahme des alpenquerenden Gesamtverkehrs (durchschnittlicher täglicher Verkehr, DTV) betrug zwischen 1980 und 2005 62%, die Zunahme des alpenquerenden Güterverkehrs 300% (DTV) bzw. 860% (Tonnen). Ein durchschnittliches Güterfahrzeug hatte somit im Jahre 2005 2.4-mal soviel Gewicht geladen wie 1980.

### d) Verkehrsprognosen

Laut Delphi-Umfrage (Zukunft des Verkehrs in der Schweiz, UVEK) ist mit einer Zunahme des Personenverkehrs um 30%, des Güterverkehrs um 40% zu rechnen (2000 – 2020).

<sup>6</sup> siehe Anhang: Tabelle 5-7: In Verkehr gesetzte neue Fahrzeuge

### 2.4.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Die Zunahme der Fahrzeuge, der gefahrenen Kilometer und der Querschnittsbelastungen (DTV) zeigt, dass insbesondere der Verkehr auf den Autobahnen überproportional zugenommen hat. Nimmt man die Zunahme des DTV auf Autobahnen zwischen 1990 und 2005 von + 46 % und extrapoliert diesen Wert auf das Jahr 1980 zurück, so ergibt dies eine Zunahme über die letzten 25 Jahre von + 76 %. Im Vergleich dazu beträgt die Zunahme über 25 Jahre bei den Ausserortsstrassen + 18 % und bei den Innerortsstrassen + 6 %.

Mit der Zunahme der Verkehrsmenge reduzieren sich bei verkehrsärmeren Strassen die Pausen zwischen den einzelnen Fahrzeugen und bei stark frequentierten Strassen (Autobahnen) wird auch der Nachtzeitraum zu einem permanent verlärmten Zeitraum. Die durch die (starke) Verkehrszunahme verursachten Lärmimmissionen führen zu einer erhöhten Belästigungswirkung, die allein durch die Zunahme des Mittelungspegels  $L_{eq}$  nicht genügend abgebildet wird. Es stellt sich insbesondere die Frage, ob für die sehr stark belasteten Strassen (Autobahnen) nicht eine separate Störungskorrektur eingeführt werden müsste.

Den Handlungsbedarf erachten wir als „Gross“.

**Tabelle 2-19: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.4**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.4	Wie hat sich beim Strassenverkehr die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Autobahnen, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Gross

## 2.5 Emissionen im Bereich Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.5)

### 2.5.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Die Geräusche von benzin- oder dieselbetriebenen Motorfahrzeugen lassen sich in die zwei Klassen "Antriebsgeräusche" und "Rollgeräusche" unterteilen.

- **Antriebsgeräusche**

Diese rühren hauptsächlich vom Motor, dem Getriebe und der Auspuff- resp. Absauganlage her. Die Antriebsgeräusche hängen vom Motortyp und dessen Betriebszustand ab. Bei gegebenem Motor sind die Antriebsgeräusche in erster Linie von der Drehzahl und etwas schwächer von der Motorbelastung abhängig. Dagegen ist es unbedeutend wie schnell sich der Motor auf der Strasse fortbewegt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit hat demnach keinen direkten Einfluss auf das Antriebsgeräusch.

- **Rollgeräusche**

Der Klasse der Rollgeräusche werden die Geräusche, die sich aus dem Abrollvorgang des Reifens auf der Fahrbahn ergeben, die Strömungsgeräusche und allfällige Klappergeräusche zugerechnet, wobei die beiden letzten Geräuschquellen in der Regel eine un-

tergeordnete Rolle spielen. Das Abrollgeräusch ist vom Fahrzeug, dem Fahrbahnbelag und der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig. Die wichtigsten fahrzeugbezogenen Parameter sind das Reifenprofil, die Reifenbreite und das Fahrzeuggewicht. Die wichtigsten Eigenschaften des Fahrbahnbelages sind dessen Porosität und die Rauigkeit der Oberfläche unter Berücksichtigung der räumlichen Anordnung der Strukturen.

Ein Fahrzeug stellt hinsichtlich seiner Geräuschentwicklung ein sehr komplexes System dar. Neben den mess- und beschreibbaren Einflussfaktoren kommt dem Verhalten des Fahrzeuglenkers sehr grosse Bedeutung zu. Er wählt aus einer grossen zur Verfügung stehenden Bandbreite den Betriebszustand des Fahrzeugs aus. Die Spanne der vom Fahrer beeinflussbaren Geräuschentwicklung liegt dabei in der Grössenordnung von 5 bis 10 dB(A). Die Beschreibung von Strassen-Verkehrslärm kann deshalb nur statistisch - als Mittelwert von sehr vielen Fahrzeugen - erfolgen.

Aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten kann vereinfachend festgehalten werden, dass innerorts die Antriebsgeräusche und ausserorts die Rollgeräusche überwiegen.

Die Leitfrage T&B.5 lautet: Wie hat sich beim Strassenverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

## 2.5.2 Entwicklung der Emissionen im Strassenverkehr

### a) Tempolimiten

Die signalisierten Tempolimiten auf Schweizer Strassen haben sich wie folgt entwickelt:

**Tabelle 2-20: Tempolimiten**

Jahr	Innerorts	Ausserorts*	Autobahnen*
1959	60 km/h definitiv		
1973		100 km/h provisorisch (vorher keine Beschränkung)	100 km/h vorübergehend (vorher keine Beschränkung)
1974			130 km/h provisorisch
1977		100 km/h definitiv	130 km/h definitiv
1980	50 km/h versuchsweise		
1984	50 km/h definitiv		
1985		80 km/h versuchsweise	120 km/h versuchsweise
1989		80 km/h definitiv (Volksabstimmung)	120 km/h definitiv (Volksabstimmung)
2002	Begegnungszonen (20 km/h) neu und Tempo-30-Zonen vereinfacht		

\* Lastwagen: Limite = 80 km/h / Reisecar: Limite = 100 km/h

**Geschwindigkeitsbegrenzer<sup>7</sup>:** Im Juni 2003 hat der Bundesrat Anpassungen von technischen Fahrzeugvorschriften an strengere Umwelt- und Verkehrssicherheitsstandards vorgenommen und damit die schweizerischen Bestimmungen mit den EU-Vorschriften harmonisiert. Bis dahin waren Geschwindigkeitsbegrenzer nur bei schweren Motorwagen obligatorisch. Neu gilt die Ausrüstungspflicht, in Übereinstimmung mit der Richtlinie Nr. 2002/85/EG, für alle schweren Motorwagen zum Sachtransport mit einem Gesamtgewicht von mehr als 3'500 Kg (Lastwagen, Sattelschlepper usw.) und alle Fahrzeuge zum Personentransport mit mehr als 9 Sitzplätzen (Gesellschaftswagen, Kleinbusse). Diese Anforderung gilt für alle Fahrzeuge, die ab dem 1. Januar 2005 importiert oder in der Schweiz hergestellt werden.

#### **b) Lärmschutzmassnahmen**

An Schweizer Strassen wurden bisher (Stand 2006) folgende Lärmschutzmassnahmen durchgeführt: 187 km Belagsersatz, 15 km Geschwindigkeitsreduktion, 139 km Lärmschutzwände, 2 km Überdeckungen, 65'900 Schallschutzfenster, mit Gesamt-Kosten von Fr. 656 Mio.

Der Stand der Strassenlärmsanierung 2006<sup>8</sup> ergibt folgendes Bild:

- Autobahnen: abgeschlossen 23%, in Projektierung/Ausführung 38%, verbleibend 39%
- Hauptstrassen: abgeschlossen 18%, in Projektierung/Ausführung 23%, verbleibend 59%
- Übrige: abgeschlossen 4%, in Projektierung/Ausführung 47%, verbleibend 49%

#### **2.5.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs**

Von den Emissions-Parametern konnten nur zu den signalisierten Geschwindigkeiten genügend Grundlagen beschafft werden. Weitere diesbezügliche Abklärungen sind notwendig, unter anderem auch im Bereich der Reifeneigenschaften und der Fahrzeuggewichte. Aufgrund der vorhandenen Grundlagen und einer subjektiven Abschätzung der restlichen Emissions-Parameter gehen wir von der Annahme aus, dass die veränderten Emissionen die Störwirkung von Strassenlärm nicht wesentlich beeinflussen. Den Handlungsbedarf erachten wir deshalb als „Klein“.

---

<sup>7</sup> SR 741.41 Verordnung über die technischen Anforderungen an Strassenfahrzeuge

<sup>8</sup> Siehe Anhang:

- Tabelle 5-9: Bisher realisierte Massnahmen

- Tabelle 5-10: Kennzahlen zum Stand der Strassenlärmsanierung 2006

Tabelle 2-21: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&amp;B.5

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.5	Wie hat sich beim Strassenverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Klein

## 2.6 Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Strassenverkehrslärm (Leitfrage T&B.6)

### 2.6.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Bei der Entwicklung der **tageszeitlichen Verteilung** des Strassenverkehrslärms geht es primär um die Verteilung Tag / Nacht. Hier zeichnet sich – je nach Strassenkategorie resp. -funktion – eine deutliche Verlagerung vom Tageszeitraum (6 bis 22 Uhr) in den Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr) ab. Dies ist nicht zuletzt geprägt durch das geänderte Ausgehverhalten, das Ausweichen von potentiellen Stausituationen (Ferienreiseverkehr) sowie das nach wie vor bestehende Nachtfahrverbot für LKW resp. den zunehmenden Anteil von Fahrzeugen unter 3.5 Tonnen. Verkehrszählungen und Lärmmessungen haben ergeben, dass die im Anhang 3 LSV, zur Ermittlung des durchschnittlichen Tages- und Nachtverkehrs, angegebenen Standard-Werte eine zu tiefe Nachtlärmbelastung ergeben. Das BAFU prüft zurzeit diese Faktoren. Resultate sind jedoch noch nicht erhältlich. Der mögliche akustische Fehler zwischen dem effektiven Anteil des Nachtverkehrs und den Standardangaben in der LSV kann ohne weiteres bis 2 oder mehr dB(A) betragen.

Mit einer sorgfältigen Verkehrs- und Emissionsermittlung, aufbauend auf automatischen Verkehrszählungen, Stichprobenverkehrszählungen für die Feststellung der akustisch lauten Fahrzeuge, Lang- und Kurzzeitlärmmessungen, etc., kann die effektive, jahresdurchschnittliche Tages- und Nachtlärmbelastung zuverlässig bestimmt werden. In rein akustischer Hinsicht besteht daher kein unmittelbarer Handlungsbedarf. Es ist aber zu vermuten, dass sich mit den deutlich höheren Lärmbelastungen nachts die Dosis-Wirkungs-Beziehungen in den letzten Jahrzehnten strassentypabhängig geändert haben.

Bei der **räumlichen Verteilung** stellt sich die Frage nach den relevanten Veränderungen im Streckennetz der Strassen. Diese Veränderungen entstehen (analog dem Bahnverkehr) einerseits durch Verlagerungen des Verkehrs und andererseits durch den Bau von neuen Strassen. Soweit diese räumlichen Veränderungen nur die Zahl der lärmbelasteten Personen beeinflussen, sind sie, im Bezug auf die Frage nach der Richtigkeit der Immissionsgrenzwerte, nicht relevant. Führen die räumlichen Veränderungen jedoch zu Belastungen die deutlich über den maximalen Werten von 1980 liegen, so werden diese unter der Leitfrage T&B.4 behandelt.

Die verbleibende Leitfrage T&B.6 lautet deshalb: Wie hat sich der tageszeitliche Verlauf des Strassenverkehrs in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

## 2.6.2 Tageszeitliche Verteilung des Strassenverkehrs

### a) Nachtfahrverbot

Das Nachtfahrverbot gilt während des ganzen Jahres für alle Motorfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3.5 t (Sattelmotorfahrzeuge ab 5 t, Fahrzeuge mit Anhänger ab 3.5 t) und dauert jeweils von 22.00 Uhr bis 05.00 Uhr (Nacht Strassenverkehrslärm 22-06 Uhr, Nacht Industrie und Gewerbelärm 19-07 Uhr). Damit führt das Nachtfahrverbot zu einer Massierung der Lastwagenfahrten in den letzten Nachtstunden und einer entsprechend grossen Störung. Die Lärmschutz-Verordnung verteilt diesen Verkehr jedoch auf den gesamten Nachtzeitraum von 8 respektive 12 Stunden und verhindert deshalb, für diese frühen Morgenstunden, eine störungsgerechte Abbildung der Lärmbelastung.

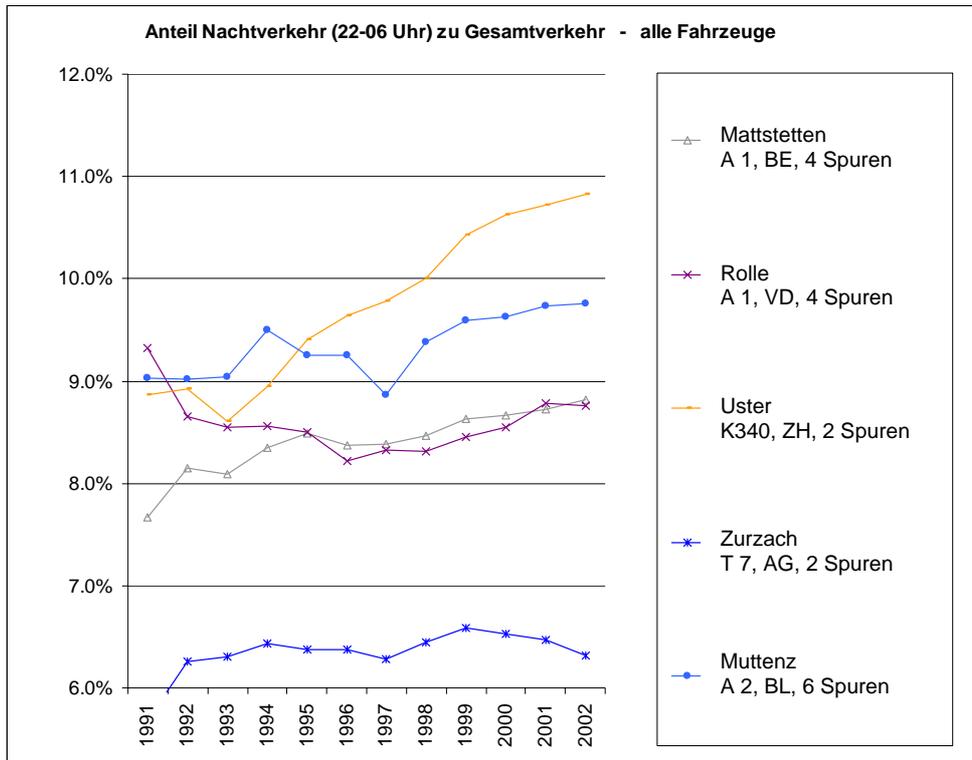
### b) Tageszeitliche Verkehrsverteilung

Den tageszeitlichen Verlauf, das heisst die Verteilung des Verkehrs auf die Bereiche Tag und Nacht, haben wir anhand von fünf repräsentativen Querschnitten beurteilt. Für diese Abschnitte standen uns die Zeitreihen von 1991 bis 2002 zur Verfügung (Quelle: Automatische Strassenverkehrszählungen, Bundesamt für Strassen, ASTRA).

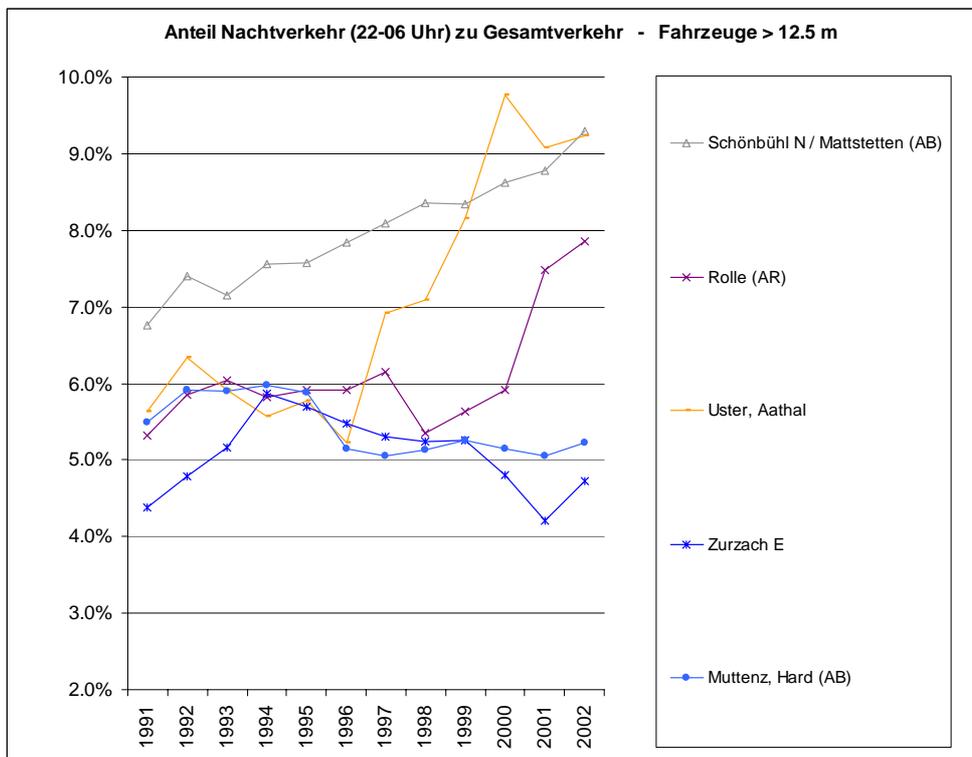
Tabelle 2-22: Verkehrsbelastung ausgewählter Strassenquerschnitte

	1991				2002			
	DTV 24h	06-22 tags	22-06 nachts	22-06 % DTV	DTV 24h	06-22 tags	22-06 nachts	22-06 % DTV
081 Muttenz, Hard (AB)	87'693	79'779	7'914	9.0%	112'662	101'664	10'998	9.8%
023 Mattstetten (AB)	52'088	48'094	3'994	7.7%	71'189	64'911	6'278	8.8%
024 Rolle (AR)	42'610	38'640	3'970	9.3%	56'946	51'957	4'989	8.8%
052 Uster, Aathal	17'694	16'125	1'569	8.9%	27'008	24'084	2'924	10.8%
080 Zurzach E	7'954	7'502	452	5.7%	8'547	8'007	540	6.3%

**Grafik 2-23: Anteil Nachtverkehr (8h) am 24-Stundenverkehr (DTV)**



**Grafik 2-24: Anteil Nachtverkehr zu Gesamtverkehr – nur Fahrzeuge > 12.5 m**



### 2.6.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Der Anteil Nachtverkehr zum Gesamtverkehr (alle Fahrzeuge) hat von 1991 bis 2002 leicht zugenommen. Eine deutlichere Zunahme ist nachts bei den Fahrzeugen > 12.5 m (Lastwagen) zu verzeichnen. Diese starten in der Regel pünktlich morgens um 5 Uhr (Ende Nachtfahrverbot). Die von den Lastwagen während der letzten Nachtstunde (05-06 Uhr) erzeugte Lärmenergie wird jedoch, gemäss Lärmschutz-Verordnung, über den gesamten Nachtzeitraum von 8 Stunden ausgemittelt. Die deutliche Zunahme des Lastwagenverkehrs zwischen 05 und 06 Uhr beeinflusst die Störwirkung des Verkehrs im Zeitraum Nacht erheblich. Zudem ist im innerstädtischen Bereich bei den Rollern, welche ebenfalls zur Kategorie der lauten Fahrzeuge gehören, eine deutliche Zunahme zu vermuten. Aufgrund von personell begleiteten Messungen kann nachts zudem eine aggressivere, schnellere und damit lautere Fahrweise sowie ein akustisch ungünstigerer Fahrzeugmix erkannt werden. Da die lauten Fahrzeuge und die spezifische Fahrweise den Lärmpegel im Zeitraum nachts massgebend beeinflussen (Aufwachreaktionen), leiten wir daraus einen Handlungsbedarf „Mittel“ ab.

**Tabelle 2-25: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.6**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.6	Wie hat sich beim Strassenverkehr die tageszeitliche Verteilung in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Mittel

## 2.7 Verkehrsmengen im Bereich Fluglärm (Leitfrage T&B.7)

### 2.7.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Die Lärmimmissionen im Flugverkehr sind geprägt durch die Anzahl der Flugbewegungen. Massgebend für den Bereich der Immissionsgrenzwerte sind ausschliesslich die Starts und Landungen (Bewegungen) auf den Flughäfen. Die Überflüge können zur Überschreitung der Planungswerte beitragen und führen allenfalls in Gebieten mit neuem Flugverkehr zu Störungen der Bevölkerung (Beispiel: neue Flugrouten über der Ostschweiz).

Die Leitfrage T&B.7 ist deshalb: Wie haben sich die Flugbewegungen im Bereich der Flughäfen in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lauten die Prognosen?

## 2.7.2 Entwicklung der Verkehrsmengen

### a) Flugbewegungen und Passagierzahlen

Tabelle 2-26: Bewegungen im Linien- und Charterverkehr

	1980	2005	Jährliche Zunahme
Basel-Mulhouse	23'911	57'901	3.6 %
Genève	69'508	116'545	2.1 %
Zürich	118'394	229'982	2.7 %
Regionalflugplätze (Bern, Lugano, Sion, St. Gallen)	1'286	14'527	10.2 %

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Resultat:** Zwischen 1980 und 2005 haben die Flugbewegungen auf allen Landesflughäfen stark zugenommen. In Basel-Mulhouse betrug die Zunahme der Bewegungen im Linien- und Charterverkehr 142 %, in Genève 68 % und in Zürich 94 %. Auf den Regionalflogplätzen Bern, Lugano, Sion und St. Gallen haben sich die Flugbewegungen gesamthaft gesehen um den Faktor 11 erhöht.

Bei den Lokal- und Transferpassagierzahlen<sup>9</sup> beträgt die durchschnittliche jährliche Zuwachsrate seit 1980 3.5 % (Genève und Zürich), 5.5 % (Basel-Mulhouse) bzw. 11.7 % (Regionalflogplätze).

### b) Verkehrsprognosen 2000-2020

Laut Delphi-Umfrage (Zukunft des Verkehrs in der Schweiz, UVEK) ist mit einer Zunahme des Personenverkehrs um 60 %, des Güterverkehrs um 50 % zu rechnen (2000 – 2020).

## 2.7.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Aufgrund der noch „jungen“ Immissionsgrenzwerte beim zivilen Fluglärm (Festlegung um 2000) ist ein wesentlicher Teil der Verkehrszunahme ab 1980 bereits berücksichtigt. Zudem dürften die Verkehrsprognosen, aufgrund politischer Entscheide und der wirtschaftlichen Entwicklung, nach unten korrigiert werden. Deshalb erachten wir den Handlungsbedarf als „Klein“.

<sup>9</sup> siehe Anhang: Tabelle 6-1: Lokal- und Transferpassagiere

**Tabelle 2-27: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.7**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.7	Wie haben sich die Flugbewegungen im Bereich der Flughäfen in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lauten die Prognosen?	Klein

## 2.8 Emissionen im Bereich Fluglärm (Leitfrage T&B.8)

### 2.8.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Die Emissionen beim Fluglärm sind stark abhängig von der Schallabstrahlung des jeweiligen Flugzeugtyps, seinem An- und Abflugverhalten und den Emissions-Vorschriften des betreffenden Flughafens. Beim Abstrahlverhalten wurden in jüngster Zeit grosse Fortschritte erzielt. Diese positiven Entwicklungen (Emissionsveränderungen) wurden laufend bei den Neufestlegungen der Betriebsvorschriften der Flughäfen berücksichtigt.

Die Leitfrage T&B.8 lautet: Wie hat sich beim Flugverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?

Die nachfolgende Untersuchung beschränkt sich dabei auf das Fallbeispiel Flughafen Kloten.

### 2.8.2 Entwicklung der Emissionen

#### a) Entwicklung betrieblicher Massnahmen beim Flughafen Zürich

Mit betrieblichen Massnahmen können einerseits die Lärm-Emissionen der Flugzeuge, sowie die Lärm-Immissionen bei den Betroffenen beeinflusst (reduziert) werden.

Die nachfolgende Auflistung dient als Übersicht (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) über die beim Flughafen Zürich realisierten betrieblichen Massnahmen mit Lärmrelevanz.

- 1980 Bau und Inbetriebnahme von Schalldämpfern für Triebwerkprüfläufe zur Reduktion von Betriebslärm
- 1980 Einführung von lärmabhängigen Gebühren für strahlgetriebene Grossflugzeuge als Anreiz für den Einsatz lärmgünstiger Flugzeuge
- 1984 Erhöhung Lärmgebührenansätze
- 1984 Unterzeichnung Verwaltungsvereinbarung BRD/CH zur Anflugregelung über süd-deutschem Gebiet
- 1984 Einführung lärmminderndes Abflugverfahren für Flugzeugtyp Gulfstream II und III

- 1986 Strahlflugzeuge ohne Lärmzeugnis werden in CH nicht mehr zugelassen
- 1987 Eine Vorschrift für die Querneigung bei der ersten Linkskurve nach dem Start auf Piste 16 wird von 15° auf 25° erhöht, um den Radius der geflogenen Kurve zu verkleinern.
- 1988 Einführung lärmabhängige Landegebühr für Kleinaviatik
- 1989 Einführung eines neuen Ostanflugverfahrens für Westwindsituationen (VOR DME RWY28). Damit verändern sich die Anflugwege bei Westwind und führen neu östlich um Winterthur herum.
- 1990 In Zürich sind nur Flugzeuge zugelassen, welche nach den internationalen Normen der ICAO, Anhang 16, Kap. II und III lärmzertifiziert sind.
- 1994 Einführung steiler Ostanflug für einzelne Flugzeugtypen (STOL APP RWY28, 6°-Anflugwinkel)
- 1995 Die gemäss ICAO Anhang 16, Kap. II zertifizierten Flugzeuge dürfen nur noch zwischen 9 Uhr und 19 Uhr starten. Die nach Kap. III zertifizierten Flugzeuge sind lärmgünstiger und dafür gelten keine Beschränkungen.
- 1995 Warteraumes über dem Gebiet des Kantons Schaffhausen wird verändert.
- 1996 Im Zusammenhang mit der Einführung einer vierten Abflugwelle wird die Benützung der Piste 16 als Startpiste verstärkt.
- 1997 Die so genannten Kap II-Flugzeuge dürfen nur noch von Mo-Fr zwischen 09 -19 Uhr starten.
- 2000 Die lärmabhängigen Gebühren werden erhöht.
- 2000 Eine Veränderung der Luftraumstruktur und Flugwege für die Verbesserung der Kapazität im weiteren Umfeld des Flughafens (CILO2000 im März und Mai) führt zu kleineren Veränderungen von Flugwegen vor allem im weiteren Umfeld des Flughafengebietes.
- 2001 Mit der Konzessionserteilung an die Unique für den Betrieb des Flughafens Zürich wird die Nachtflugsperrzeit zwischen 00:30 Uhr und 05:00 Uhr um eine halbe Stunde verlängert und dauert neu bis 05:30 Uhr.
- 2001 Verfügung der zuständigen deutschen Behörde: Zwischen 22 Uhr und 6 Uhr darf nicht mehr von Norden angeflogen werden. Das heisst, die Anflüge erfolgen während dieser Zeit von Osten auf Piste 28.
- 2002 Eine zweite Stufe des Staatsvertrages, die so genannte Wochenendregelung tritt in Kraft. Dies bedeutet, dass am Wochenende zwischen 20 Uhr und 9 Uhr nicht von Norden her gelandet werden kann. Während dieser Zeit wird von Osten gelandet.

- 2003 Als Alternative zum Nord- und Ostanflug wird der Südanflug eingeführt. Damit erfolgen die Anflüge von Osten und von Süden, wenn nicht von Norden her gelandet werden darf. Mit der Einführung des Südanfluges wird auch die Nachtflugsperrzeit nochmals um eine halbe Stunde verlängert und dauert nun bis 06:00 Uhr.
- 2003 Einführung der Südanflüge (VOR/DME RWY34)
- 2005 Die Warteräume über Laufenburg D und Singen werden über schweizerisches Gebiet verlegt und die Flugrouten entsprechend angepasst. Dies ergibt Veränderungen von Flugwegen in einem grösseren Gebiet rund um den Flughafen
- 2006 Einführung eines neuen Ostanflugverfahrens (ILS RWY28)

### b) Lärmklasseneinteilungen Flughafen Zürich

Beim Flughafen Kloten erfolgte die Einführung der lärm-differenzierten Landegebühr am 1.11.1980. Die Höhe der Landegebühr richtet sich nach der Einteilung in die Lärmklasse. Diese Einteilung wird wie folgt vorgenommen:

- Bestimmung des mittleren Maximalpegels für jeden einzelnen Flugzeugtyp an bestimmten Immissionsorten
- Bildung des Mittelwertes aus den Pegeln der einzelnen Flugzeugtypen
- Einteilung der Flugzeugtypen in die Klassen I bis IV gemäss Tabelle 2-28: Lärmklasseneinteilung und Landegebühren Flughafen Zürich

**Tabelle 2-28: Lärmklasseneinteilung und Landegebühren Flughafen Zürich**

Mittelwert				
+4.5 dB(A)	+1.5 dB(A)	-1.5 dB(A)	-4.5 dB(A)	
Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
1'000.-	600.-	400.-	200.-	0.-

Aufgrund der Emissionsverbesserungen an den Flugzeugen sind beim Flughafen Zürich die Flugzeuge der Klassen I und II heute praktisch inexistent.

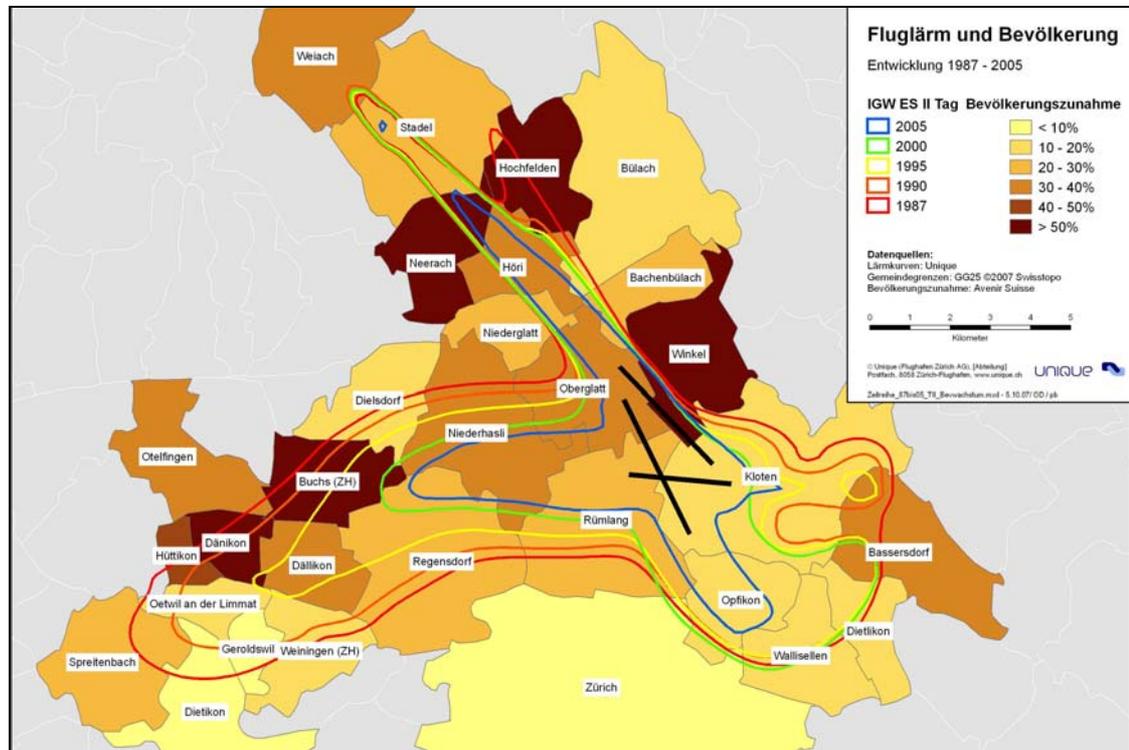
Bei der letzten Lärmklasseneinteilung im Jahr 2000 mussten, dank dem Wegfallen der lauten Flugzeuge, verschiedene Flugzeugtypen zwei bis drei Klassen tiefer (schlechter) eingestuft werden. Beispiel: Airbus A-300 von Klasse V in Klasse III.

### 2.8.3 Lärmbelastung Flughafen Zürich

Die nachfolgende Grafik zeigt das Gebiet um den Flughafen Zürich, welches über dem Immissionsgrenzwert (IGW) der Empfindlichkeitsstufe II Tag von 60 dB(A) belastet ist. Die ein-

zelen Linien zeigen die Lärmisophonen für einzelne Jahre zwischen 1987 und 2005. Zudem ist die Bevölkerungszunahme pro Gemeinde im selben Zeitraum dargestellt.

**Grafik 2-29: Fluglärm und Bevölkerung 1987 - 2005, Flughafen Zürich**



Quelle: Unique (Flughafen Zürich AG)

Es fällt auf, dass das über dem IGW belastete Gebiet seit 1987 klar reduziert werden konnte, dies trotz einer deutlichen Steigerung der Flugbewegungen. Ausschlaggebend dazu sind vor allem die grossen technischen Fortschritte bei der Konstruktion von lärmarmen Triebwerken. Gemäss Aussagen Unique hat die Lärmbelastung zwischen 1980 und 2005 um rund 10 dB(A) abgenommen. Von einer weiteren Reduktion der betroffenen Flächen in den nächsten Jahren kann nicht ausgegangen werden.

Aus der Grafik ist weiter die starke Bevölkerungszunahme in den fluglärmexponierten Gemeinden ablesbar.

#### 2.8.4 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Dank dem technischen Fortschritt (insbesondere in der Antriebstechnik) und den weit reichenden Betriebsvorschriften konnte beim Flughafen Zürich der Fluglärm spürbar reduziert werden. Aufgrund dieser Fakten erachten wir den diesbezüglichen Handlungsbedarf als „Klein“.

**Tabelle 2-30: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.8**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
T&B.8	Wie hat sich beim Flugverkehr die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	Klein

## 2.9 Tageszeitliche und räumliche Verteilung von Fluglärm (Leitfrage T&B.9)

### 2.9.1 Ausgangslage und Beschreibung der Leitfrage

Die tageszeitliche Verteilung der Flugbewegungen ist für die Störung durch den Fluglärm von hoher Relevanz. Dabei ist besonders der Nachtzeitraum von Bedeutung.

Bei der räumlichen Verteilung stellt sich die Frage nach den relevanten Veränderungen im System der Flugplätze und der entsprechenden Flugrouten. Bezüglich der lärmrelevanten Flugplätze ist mittelfristig nicht mit einem Neubau zu rechnen. Bezüglich der Flugrouten sind Veränderungen, im Hinblick auf neu An- und Abflugregelungen sehr wohl möglich. Soweit diese räumlichen Veränderungen nur die Zahl der lärmbelasteten Personen beeinflussen, sind sie, im Bezug auf die Frage nach der Richtigkeit der Immissionsgrenzwerte, nicht relevant.

Die Leitfrage T&B.9 lautet deshalb: Wie hat sich in den letzten 25 Jahren die tageszeitliche Entwicklung der Flughäfen verhalten (Untersuchung am Beispiel Flughafen Kloten)?

### 2.9.2 Tageszeitliche Verteilung

Bezüglich der tageszeitlichen Verteilung der Flugbewegungen beschränken wir uns ebenfalls auf die Daten des Flughafens Zürich<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Siehe Anhang:

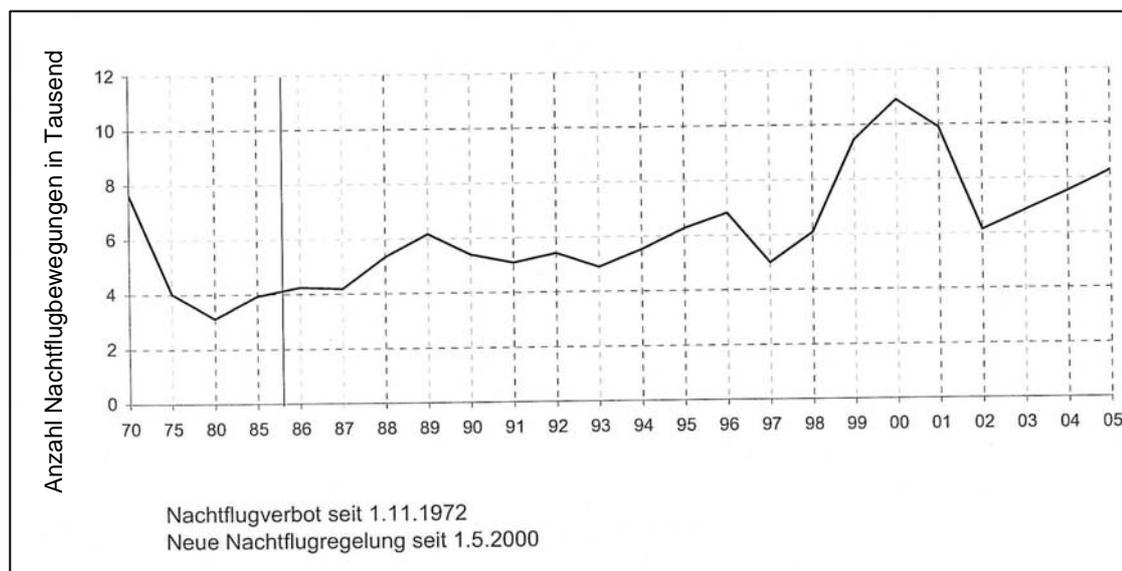
Tabelle 6-2: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich nach Stunden 1980

Tabelle 6-3: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich nach Stunden 1996 – 2005

**Tabelle 2-31: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich 1970 – 2005**

	1980	2005	Zunahme
Flugbewegungen total (Grossflugzeuge, Instrument Flight Rules IFR): während 24 h	141'980	254'760	79 %
Flugbewegungen nachts: 22-23 Uhr	2'505	7'175	186 %
23-24 Uhr	293	979	234 %
00-01 Uhr	22	78	255 %
01-05 Uhr	45	32	- 29 %
Flugbewegungen nachts: 05-06 Uhr	258	5	- 98 %
Total Flugbewegungen nachts 22-06 Uhr	3'123	8'269	165 %

Quelle: Unique (Flughafen Zürich AG)

**Grafik 2-32: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich 1970 – 2005**

Quelle: Unique (Flughafen Zürich AG)

### 2.9.3 Fazit: Beurteilung des Handlungsbedarfs

Die Zahl der Flugbewegungen beim Flughafen Zürich hat in den ersten zwei Nachtstunden von 22 bis 24 Uhr deutlich zugenommen. Zudem ist aufgrund der hohen Pegel im Start- und Landebereich während der Randstunden des Tageszeitraums mit erheblichen Störungen zu rechnen. In der Randstunde am Abend (zwischen 21 und 22 Uhr) hat zum Beispiel der Verkehr zwischen 1996 und 2005 um 41 % zugenommen. Diese erhebliche Zunahme wird, gemäss Lärmschutz-Verordnung, auf den gesamten Tageszeitraum von 16 Stunden ausgemittelt.

telt und damit in ihrer Störwirkung unterschätzt. Aufgrund dieser Überlegungen erachten wir den Handlungsbedarf als „Mittel“.

**Tabelle 2-33: Bewertung des Handlungsbedarfs in der Leitfrage T&B.9**

<b>Bezeichnung</b>	<b>Leitfrage</b>	<b>Handlungsbedarf</b>
T&B.9	Wie hat sich in den letzten 25 Jahren die tageszeitliche Entwicklung der Flughäfen verhalten?	Mittel

### 3 Zusammenstellung Handlungsbedarf

In der nachfolgenden Übersicht werden die Leitfragen sowie der daraus abgeleitete Handlungsbedarf, gemäss den Ausführungen in Kapitel 2, dargestellt.

**Tabelle 3-1: Zusammenstellung Leitfragen und Handlungsbedarf**

Bezeichnung	Leitfrage	Handlungsbedarf
<b>T&amp;B.1</b>	Wie hat sich beim <b>Schieneverkehr</b> die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Hauptstrecken, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Gross</b>
<b>T&amp;B.2</b>	Wie haben sich beim <b>Schieneverkehr</b> die Emissionen des Rollmaterials in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Mittel</b>
<b>T&amp;B.3</b>	Wie hat sich der tageszeitliche Verlauf des <b>Schieneverkehrs</b> in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Gross</b>
<b>T&amp;B.4</b>	Wie hat sich beim <b>Strassenverkehr</b> die Verkehrsmenge, insbesondere auf den Autobahnen, in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Gross</b>
<b>T&amp;B.5</b>	Wie hat sich beim <b>Strassenverkehr</b> die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Klein</b>
<b>T&amp;B.6</b>	Wie hat sich beim <b>Strassenverkehr</b> die tageszeitliche Verteilung in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Mittel</b>
<b>T&amp;B.7</b>	Wie haben sich die <b>Flugbewegungen</b> im Bereich der Flughäfen in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lauten die Prognosen?	<b>Klein</b>
<b>T&amp;B.8</b>	Wie hat sich beim <b>Flugverkehr</b> die Emission in den letzten 25 Jahren entwickelt und wie lautet die Prognose?	<b>Klein</b>
<b>T&amp;B.9</b>	Wie hat sich beim <b>Flugverkehr</b> in den letzten 25 Jahren die tageszeitliche Entwicklung verhalten und wie lautet die Prognose?	<b>Mittel</b>

**Relevanz der drei Lärmarten:**

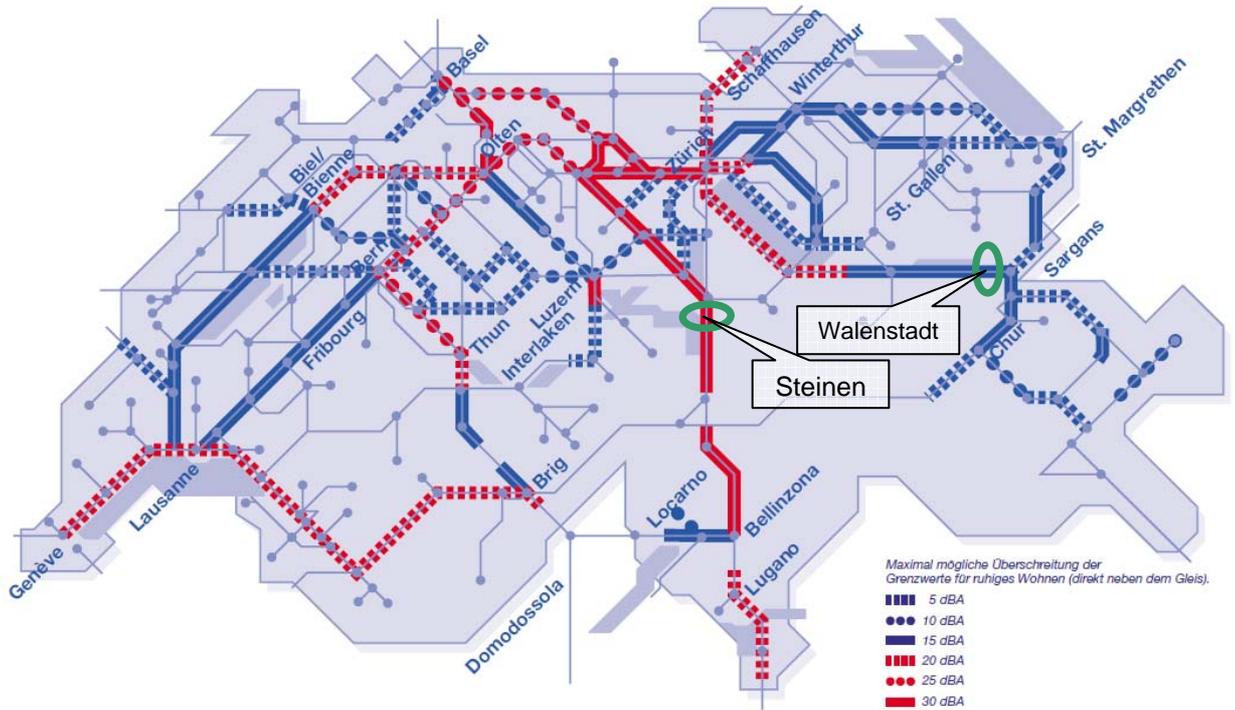
Die abschliessende Beurteilung des Handlungsbedarfes muss auch die Relationen zwischen den Lärmbelastungen der drei Lärmarten berücksichtigen. Dazu gibt nachfolgende Tabelle eine erste Übersicht.

**Tabelle 3-2: Lärmbelastete Personen: Schienen-, Strassen- und Fluglärm**

Lärmart	tags		nachts	
	Anzahl Personen mit Lr > 60 dB(A)	In % der Gesamtbevölkerung	Anzahl Personen mit Lr > 50 dB(A)	In % der Gesamtbevölkerung
Strassenverkehrslärm	1'680'000	23.0	950'000	13.0 %
Eisenbahnlärm	110'000	1.4	200'000	2.7 %
Fluglärm	65'000	0.9	95'000	1.3 %

## 4 Anhang A: Eisenbahnlärm

Grafik 4-1: Lärmbelastung auf dem Schienennetz



Quelle: SBB, Kommunikation Grossprojekte „Lärm! Nein danke“

Tabelle 4-2: Emissionskataster 1995 Flums-Walenstadt

Horizont:		EK 1995.V01		Flums-Walenstadt von 9'730-12'817					
		Kategorie	Veff Km/h	tags (6-22)			nachts (22-6)		
				Züge	Leq,z	Länge	Züge	Leq,z	Länge
Güterzug gem.	BLZ	D	84	6.0	64.4	62	1.0	59.6	62
Personenzug	EC/IC		126	15.0	73.0	358	1.0	63.6	359
Güterzug	FG		84	10.1	75.1	419	4.2	74.3	419
	IR								
Güterzug	NAG		84	2.9	64.1	116	0.7	61.0	116
Güterzug	NG		84	2.1	64.6	176	0.0	0.0	0
Personenzug	R		126	31.0	79.8	123	4.0	73.9	123
Personenzug	SZ		126	31.0	82.5	206	3.0	75.3	206
	TGZ								
	UKV								
Summe der Teilemission				85.2			79.5		
Korrekturwert Fahrbahn		F		3.0			3.0		
korr. Gesamtemission		Leq,e		88.2			82.5		
<b>Anzahl Züge / Länge</b>				<b>98.1</b>		<b>1'460</b>	<b>13.9</b>		<b>1'285</b>
Korrekturwert K1		K1		-4.1	-5.0		-12.6	-12.6	
<b>Beurteilungspegel</b>		Lr,e		<b>83.2</b>			<b>70.0</b>		

Quelle: SBB

Tabelle 4-3: Emissionskataster 2015 Flums-Walenstadt

Horizont:		EPLAN.V05B		Flums-Walenstadt von 9'730-12'817					
		Kategorie	Veff Km/h	tags (6-22)			nachts (22-6)		
				Züge	Leq,z	Länge	Züge	Leq,z	Länge
Güterzug	BLZ	D	84	0.7	51.7	124	0.0	0.0	0
Güterzug	D		84	1.4	54.1	66	0.7	54.0	66
Personenzug	EC/IC		126	78.0	76.7	268	12.0	71.1	240
Güterzug	FG		84	4.3	68.9	357	2.1	68.4	321
	IR								
Güterzug	NAG		84	1.4	56.5	116	1.4	59.5	116
Güterzug	NG		84	2.8	64.0	177	0.7	64.2	366
Personenzug	R		126	33.0	70.4	71	3.0	63.1	72
	SZ								
Güterzug	TGZ		84	5.7	71.6	369	2.9	71.6	369
Güterzug	UKV		84	2.9	69.6	737	1.4	69.6	737
Summe der Teilemission				79.7			76.9		
Korrekturwert Fahrbahn		F		3.0			3.0		
korr. Gesamtemission		Leq,e		82.7			79.9		
<b>Anzahl Züge</b>				<b>130.3</b>		<b>2'285</b>	<b>24.3</b>		<b>2'287</b>
Korrekturwert K1		K1		-2.8	-5.0		-10.1	-10.1	
<b>Beurteilungspegel</b>		Lr,e		<b>77.7</b>			<b>69.8</b>		

Quelle: SBB

Tabelle 4-4: Emissionskataster 1995 Steinen-Schwyz

Horizont:		EK 1995.V01		Steinen-Schwyz von 14'204-15'925				
	Kategorie	Veff Km/h	tags (6-22)			nachts (22-6)		
			Züge	Leq,z	Länge	Züge	Leq,z	Länge
Güter gemischt	BLZ	78	3.0	60.7	62	4.0	65.0	62
Personenzug	EC/IC	108	25.0	73.8	357	2.0	66.5	357
Güterzug	FG	78	40.5	80.6	419	35.7	83.1	419
	HQG							
Güterzug	NAG	78	1.4	60.5	116	5.0	69.0	116
	NEIKO							
Güterzug	NG	78	5.0	67.8	176	1.4	65.4	176
Personenzug	R	108	33.0	78.3	123	6.0	74.0	123
	RA							
Personenzug	SZ	108	34.0	81.2	206	5.0	75.9	206
	TGZ							
	UKV							
Summe der Teilemission			85.4			84.6		
Korrekturwert Fahrbahn		F	3.0			3.0		
korr. Gesamtemission		Leq,e	88.4			87.6		
<b>Anzahl Züge / Länge</b>			<b>141.9</b>		<b>1'459</b>	<b>59.1</b>		<b>1'459</b>
Korrekturwert K1		K1	<b>-2.5</b>	<b>-5.0</b>		<b>-6.3</b>	<b>-6.3</b>	
<b>Beurteilungspegel</b>		<b>Lr,e</b>	<b>83.4</b>			<b>81.3</b>		

Quelle: SBB

Tabelle 4-5: Emissionskataster 2015 Steinen-Schwyz

Horizont:		EPLAN.V05B		Steinen-Schwyz von 14'204-15'925				
	Kategorie	Veff Km/h	tags (6-22)			nachts (22-6)		
			Züge	Leq,z	Länge	Züge	Leq,z	Länge
Güterzug	BLZ	78	1.4	55.6	177	0.0	0.0	0
Güterzug	D	78	2.9	56.5	66	3.6	60.5	66
Personenzug	EC/IC	108	32.0	69.8	230	14.0	70.6	319
Güterzug	FG	78	0.7	60.7	369	0.7	63.7	369
Güterzug	HQG	96	11.4	66.6	437	8.6	68.4	437
Güterzug	NAG	78	2.1	57.8	116	4.3	63.8	116
Personenzug	NEIKO	108	48.0	71.9	251	6.0	65.0	204
Güterzug	NG	78	5.7	68.8	296	2.1	67.1	268
	R							
Güterzug	RA	78	10.7	73.4	662	9.3	75.8	656
Personenzug	SZ	108	16.0	69.0	189	2.0	62.9	189
Güterzug	TGZ	78	11.4	76.1	604	8.6	77.9	606
Güterzug	UKV	78	58.6	82.7	783	30.0	82.7	761
Summe der Teilemission			84.7			85.1		
Korrekturwert Fahrbahn		F	3.0			3.0		
korr. Gesamtemission		Leq,e	87.7			88.1		
<b>Anzahl Züge</b>			<b>201.0</b>		<b>4'180</b>	<b>89.1</b>		<b>3'991</b>
Korrekturwert K1		K1	<b>-0.9</b>	<b>-5.0</b>		<b>-4.5</b>	<b>-5.0</b>	
<b>Beurteilungspegel</b>		<b>Lr,e</b>	<b>82.7</b>			<b>83.1</b>		

Quelle: SBB

## 5 Anhang B: Strassenverkehrslärm

**Tabelle 5-1: Personenverkehr Strasse**

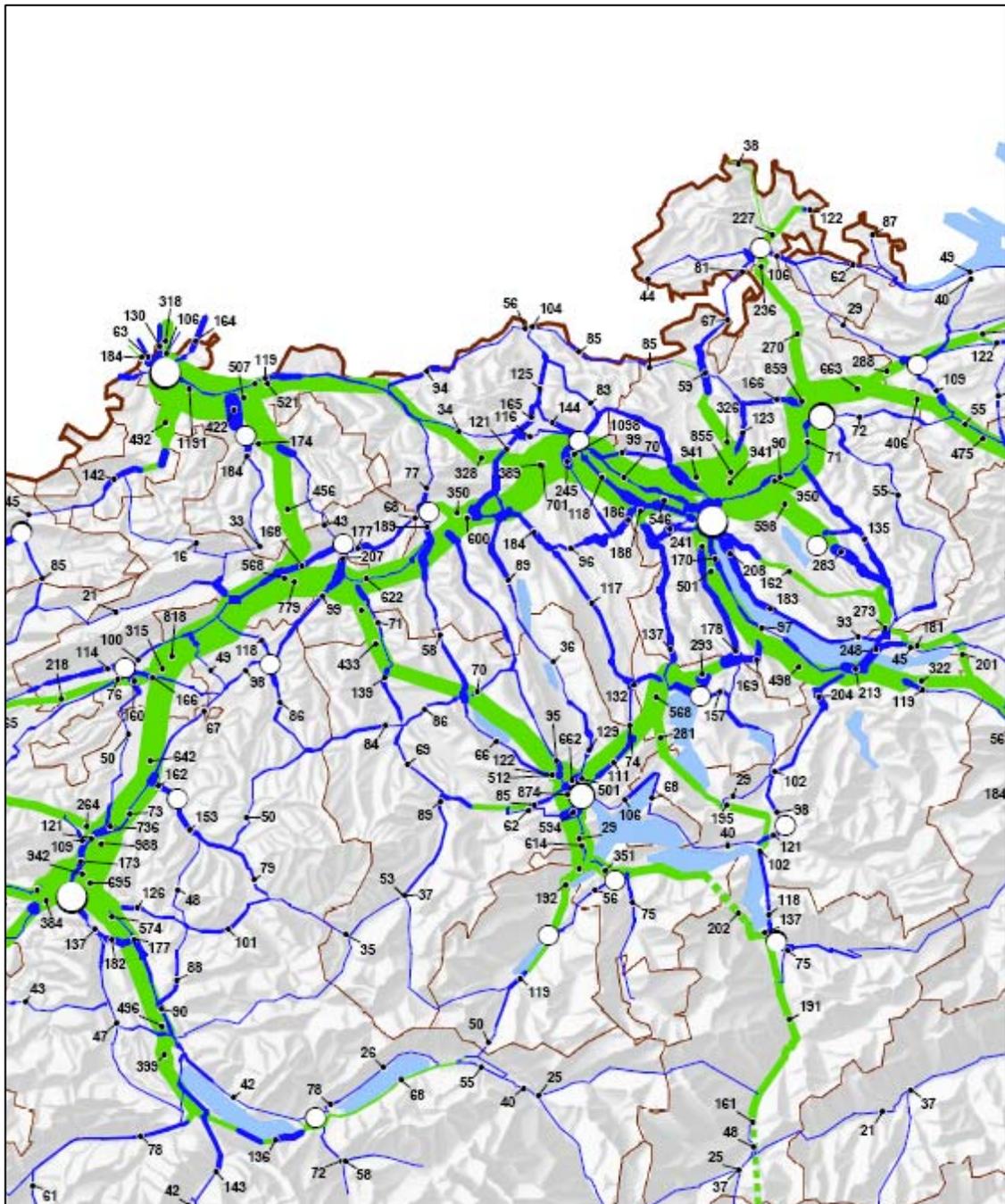
	1980	1984	1995	1999	2005	Jährliche Zunahme
Mio. Fahrzeug-km (PV, alle Fahrzeuge)	35'184	39'284	46'492	50'204	54'391	1.8%
Mio. Personen-km (PV, Personenwagen)	61'817	67'190	75'235	78'124		1.2%
Mio. Personen-km (PV, Motorräder)	1'001	1'200	1'552	1'890		3.4%
Mio. Personen-km (PV, Motorfahräder)	2'350	1'840	400	318		-10.0%
Mio. Personen-km (PV, Cars)	1'873	2'081	2'322	2'238		0.9%
Mio. Wagen-km (ÖV)	164	203	265	270	300	2.4%
Mio. Personen-km (ÖV)	3'551.1	3'747.9	4'701.9			1.9%
Mofa-Verkehrsleistung pro Person [km]		219			22	-10.4%
Motorrad-Verkehrsleistung pro Person [km]		109			233	3.7%
Auto-Verkehrsleistung pro Person [km]		7'008			9'324	1.4%
Bus/Tram/Postauto-Verkehrsleistung pro Person [km]		474			604	1.2%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Tabelle 5-2: Güterverkehr Strasse**

in Mio. Fahrzeug-km	1980	2005	Jährliche Zunahme
Leichte Fahrzeuge bis 3.5 t	1'796	3'300	2.5%
Schwere Fahrzeuge ab 3.5 t	1'410	2'127	1.7%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Grafik 5-3: Strassenverkehrszählung 2005 Durchschnittlicher Tagesverkehr (Ausschnitt)**

Quelle: Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Hinweis: Die Zahlen in der Karte bedeuten Hunderter (Beispiel 12 = 1'200)

**Tabelle 5-4: Verkehrsmengenindizes DTV Agglomerationen**

	1990	2005	Jährliche Zunahme
Grossstädte (Kernzonen Zürich, Basel, Bern, Genf und Lausanne), alle Fahrzeuge	100.0	113.3	0.8%
Agglomerationen (Agglomerationsgürtel der 5 Grossstädte, übrige Agglomerationen und Einzelstädte), alle Fahrzeuge	100.0	128.1	1.7%
Übriges Gebiet (ländlicher Raum), alle Fahrzeuge	100.0	122.7	1.4%

Quelle: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Rapp Trans AG

**Tabelle 5-5: Personenverkehr Strasse, Anzahl Fahrzeuge**

	1980	1996	2000	2005	Jährliche Zunahme
Personenwagen	2'246'752	3'268'073	3'545'247	3'861'442	2.2%
Klein-, Autobusse	7'734	9698	10'918	11'914	1.7%
Motorräder	137'340	381'984	493'781	591'865	6.0%
Motorfahrräder	671'473	317'066	208'240	178'399	-5.2%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Tabelle 5-6: Güterverkehr und Landwirtschaft**

Anzahl Fahrzeuge	1980	1999	2000	Jährliche Zunahme
Lieferwagen	119'999		227'316	3.2%
Leichte Sattelschlepper	1'161		2'061	2.9%
Lastwagen	45'535		43'009	-0.3%
Schwere Sattelschlepper	2'707		6'132	4.2%
Traktoren	95'229	123'146		1.4%

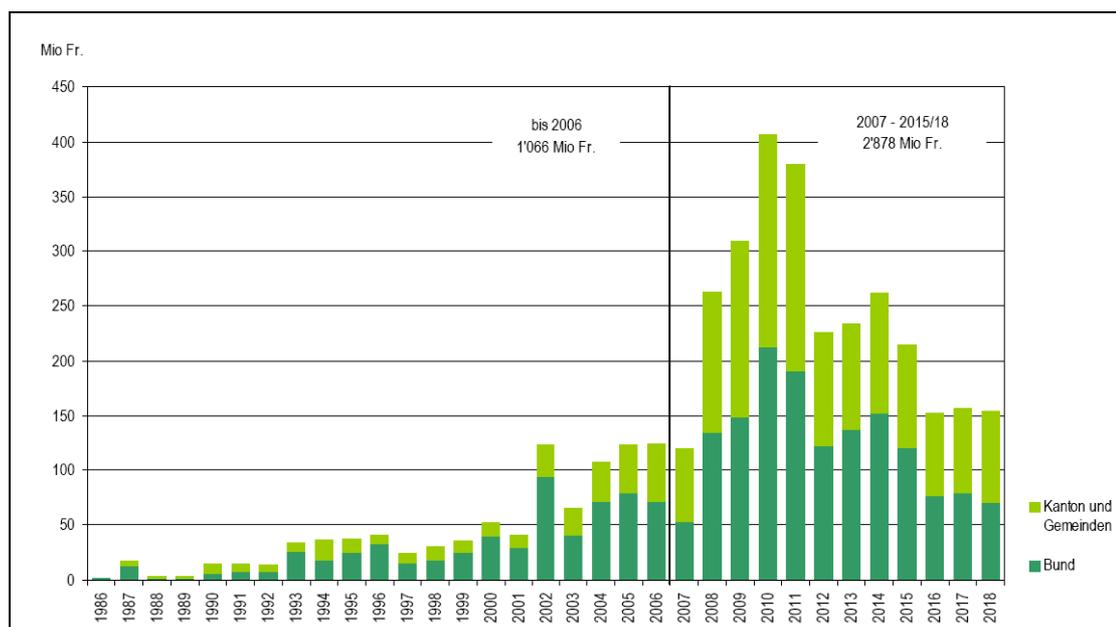
Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

Tabelle 5-7: In Verkehr gesetzte neue Fahrzeuge

	1980	1989	1999	2004	Jährliche Zunahme
Motorfahrzeuge total	335'546	412'498	394'453	346'676	0.1%
Personenwagen	280'452	338'969	314'691	267'476	-0.2%
Personentransportfahrzeuge		2'444	2'286	2'770	0.8%
Sachtransportfahrzeuge		26'111	23'309	22'495	-1.0%
Landwirtschaftsfahrzeuge		6'701	3'502	3'335	-4.5%
Industriefahrzeuge		3'768	2'330	2'729	-2.1%
Motorräder	25'134	34'505	48'335	47'871	2.7%
Anhänger		15'690	15'676	17'630	0.8%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

Grafik 5-8: Kosten der Strassenlärmsanierung 1986 bis 2018



Quelle: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

**Tabelle 5-9: Bisher realisierte Massnahmen**

*Realisierte Massnahmen an der Quelle (Belagsersatz, Geschwindigkeitsreduktion), im Ausbreitungsbereich (Lärmschutzwand, Überdeckung) sowie gebäudeseitige Massnahmen (Schallschutzfenster).*

Massnahmen	Umfang	Massnahmen-Kosten (in Fr.)	Anteil an den gesamten Massnahmen-Kosten	Anteil am Total der Personen mit Nutzen *
Belagsersatz (Mehrkosten)	187 km	5.7 Mio.	1 %	12 %
Geschwindigkeitsreduktion	15 km	0.1 Mio.	0.01 %	1 %
Lärmschutzwand	139 km	321.2 Mio.	49 %	36 %
Überdeckung	2 km	237.4 Mio.	36 %	8 %
Schallschutzfenster	65'900	91.9 Mio.	14 %	43 %
andere Massnahmen		4.4 Mio.		keine Angaben

\*Personen mit Nutzen: Abschätzung aufgrund jener abgeschlossener Projekte, bei denen sowohl Angaben zu den Massnahmekosten und Anzahl Gebäuden mit Nutzen vorhanden sind.

Quelle: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

**Tabelle 5-10: Kennzahlen zum Stand der Strassenlärmsanierung 2006**

Status	abgeschlossen	in Ausführung in Projektierung	verbleibend	Total
Anzahl Projekte	599	767	2'831	4'197
<b>Kosten [Fr.]</b>				
Gesamtkosten	844 Mio.	1439 Mio.	1662 Mio.	3945 Mio.
Anteil Bund	585 Mio.	906 Mio.	721 Mio.	2212 Mio.
Anteil Kantone + Gemeinden	260 Mio.	532 Mio.	941 Mio.	1733 Mio.
<b>Kosten nach Strassentyp</b>				
Nationalstrassen	611 Mio.	896 Mio.	460 Mio.	1967 Mio.
Hauptstrassen	33 Mio.	126 Mio.	195 Mio.	354 Mio.
Übrige Strassen	200 Mio.	417 Mio.	1007 Mio.	1624 Mio.
<b>Länge [km]</b>				
Nationalstrassen	210 km	339 km	348 km	897 km
Hauptstrassen	145 km	185 km	479 km	809 km
Übrige Strassen	226 km	2791 km	2849 km	5866 km
<b>Kosten der Massnahmen (soweit bekannt)</b>				
Belag (Mehrkosten)	5.7 Mio.	21.4 Mio.	6.5 Mio.	33.7 Mio.
Geschwindigkeitsreduktion / verkehrsberuhigende Massnahmen	0.1 Mio.	1.4 Mio.	0 Mio.	1.5 Mio.
Lärmschutzwände/-dämme	321.2 Mio.	302.1 Mio.	79.6 Mio.	702.9 Mio.
Überdeckung/Galerien etc.	237.4 Mio.	147.0 Mio.	0.0 Mio.	384.4 Mio.
Massnahmen am Gebäude - Pflichteinbau	74.5 Mio.	150.1 Mio.	17.2 Mio.	241.7 Mio.
Massnahmen am Gebäude –Einbau (unter AW)	17.4 Mio.	83.0 Mio.	15.2 Mio.	115.5 Mio.
Andere Massnahmen	4.4 Mio.	3.1 Mio.	6.9 Mio.	14.4 Mio.
<b>Nutzen</b>				
Anzahl Gebäude mit Massnahmen*	ca. 20'000	ca. 50'000	ca. 40'000	ca. 110'000
Anzahl Personen mit Massnahmen*	ca. 169'000	ca. 307'000	ca. 336'000	ca. 812'000
* Hochrechnung				

Quelle: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

## 6 Anhang C: Fluglärm

**Tabelle 6-1: Lokal- und Transferpassagiere**

	1980	2005	Jährliche Zunahme
Basel-Mulhouse	852'409	3'261'762	5.5%
Genève	3'952'730	9'360'621	3.5%
Zürich	7'627'650	17'877'978	3.5%
Regionalflugplätze (Bern, Lugano, Sion, St. Gallen)	22'386	359'674	11.7%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

**Tabelle 6-2: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich nach Stunden 1980**

Stunde	Landungen	Abflüge	Bewegungen	Anteil in %
22 – 23	785	1'720	2'505	80.2%
23 – 24	111	182	293	9.4%
00 – 01	14	8	22	0.7%
01 – 02	7	6	13	0.4%
02 – 03	8	2	10	0.3%
03 – 04	8	3	11	0.4%
04 – 05	6	5	11	0.4%
05 – 06	251	7	258	8.2%
Total	1'190	1'933	3'123	100.0%

Quelle: Unique (Flughafen Zürich AG)

Tabelle 6-3: Nachtflugbewegungen Flughafen Zürich nach Stunden 1996 – 2005

Nachtflüge nach Stunden											
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
21 <sup>00</sup> - 22 <sup>00</sup>	9'959	10'711	12'411	16'203	16'261	14'816	14'486	15'035	14'251	14'058	Rand- stunde
21 <sup>00</sup> - 21 <sup>30</sup>	4'729	5'537	6'927	8'739	8'323	7'736	7'698	8'611	8'271	6'959	
21 <sup>30</sup> - 22 <sup>00</sup>	5'230	5'174	5'484	7'464	7'938	7'080	6'788	6'424	5'980	7'099	
22 <sup>00</sup> - 23 <sup>00</sup>	4'512	3'186	3'783	6'476	8'284	7'532	4'887	5'077	6'652	7'175	
22 <sup>00</sup> - 22 <sup>30</sup>	2'627	2'068	2'337	4'401	5'527	4'927	3'252	2'884	3'467	3'684	
22 <sup>30</sup> - 23 <sup>00</sup>	1'885	1'118	1'446	2'075	2'757	2'605	1'635	2'193	3'185	3'491	
23 <sup>00</sup> - 24 <sup>00</sup>	1'492	953	1'001	1'674	1'521	1'370	954	981	781	979	
23 <sup>00</sup> - 23 <sup>30</sup>	1'256	822	792	1'197	1'056	1'098	806	802	638	791	
23 <sup>30</sup> - 24 <sup>00</sup>	236	131	209	477	465	272	148	179	143	188	
00 <sup>00</sup> - 01 <sup>00</sup>	80	51	74	169	124	121	50	62	60	78	
00 <sup>00</sup> - 00 <sup>30</sup>	67	43	64	144	100	100	40	50	54	68	
00 <sup>30</sup> - 01 <sup>00</sup>	13	8	10	25	24	21	10	12	6	10	
01 <sup>00</sup> - 02 <sup>00</sup>	13	17	17	17	18	23	20	15	11	7	
02 <sup>00</sup> - 03 <sup>00</sup>	8	10	10	12	18	10	14	18	11	9	
03 <sup>00</sup> - 04 <sup>00</sup>	6	8	12	6	15	4	11	3	3	12	
04 <sup>00</sup> - 05 <sup>00</sup>	7	8	7	2	5	5	7	12	6	4	
05 <sup>00</sup> - 06 <sup>00</sup>	704	751	1'174	1'087	923	817	185	656	6	5	
05 <sup>00</sup> - 05 <sup>30</sup>	117	104	220	268	169	75	7	4	2	4	
05 <sup>30</sup> - 06 <sup>00</sup>	587	647	954	819	754	742	178	652	4	1	
Total (22-06 Uhr)	6'822	4'984	6'078	9'443	10'908	9'882	6'128	6'824	7'530	8'269	

Quelle: Unique (Flughafen Zürich AG)

Tabelle 6-4: Luftfahrzeuge des gewerbsmässigen Verkehrs

	1980	1998	Jährliche Zunahme
Mit Strahltriebwerken	77	124	2.7%
Mit Propellerturbinen	30	92	6.4%
Mit Kolbenmotoren	266	327	1.2%
Helikopter	67	172	5.4%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)

Tabelle 6-5: Luftfahrzeuge des privaten Verkehrs

	1980	1998	Jährliche Zunahme
Mit Strahltriebwerken	35	69	3.8%
Mit Propellerturbinen	39	60	2.4%
Mit Kolbenmotoren	1'124	1'319	0.9%
Helikopter	36	69	3.7%
Motorsegelflugzeuge	40	228	10.2%

Quelle: Bundesamt für Statistik (BFS)