



Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt
Stab



Fachstelle Lärmschutz
Sanierungen

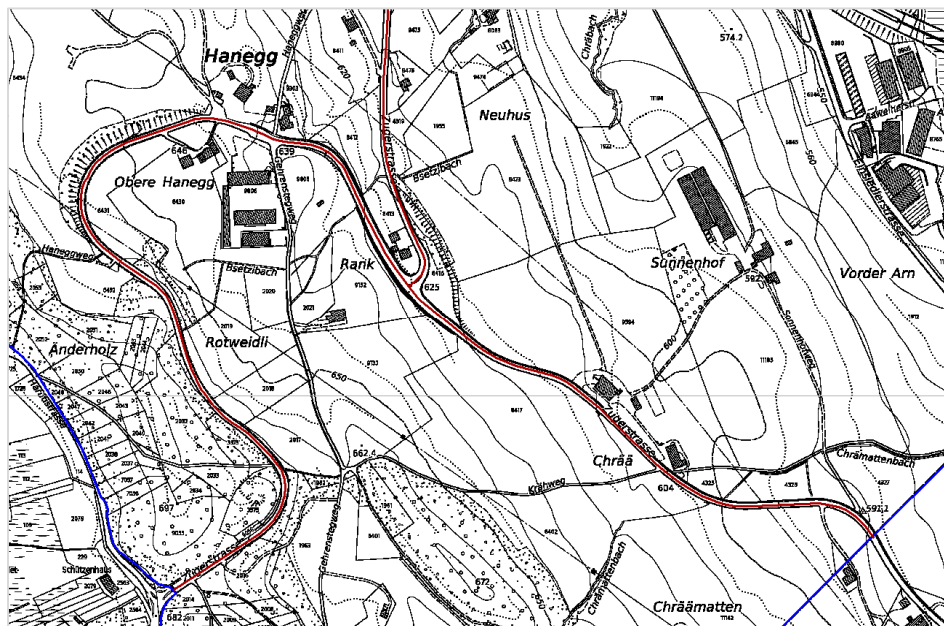
Lärmsanierung Staatsstrassen Akustisches Projekt

Gemeinde: **133 Horgen, ASTRA**

Sanierungsregion: **Seeufer links Nord, SLN-2**

Strassen: **Zugerstrasse**

Berichtteil: **Bericht Schallschutzfenster**



Bearbeitungsstufe:
Akustisches Projekt

Ingenieurbüro Mike Thoms GmbH

Lärmschutz- und Akustikberatungen

Hofstatt 6
3400 Burgdorf
Tel 034 423 59 59

www.ibmt.ch

Lärmschutz
Bauakustik
Raumakustik
Mediation

Verleih von
Lärmschutzelementen

25.03.2019



Inhalt

1. Ausgangslage	3
2. Grundlagen	5
2.1. Rechtliche Grundlagen	5
2.2. Technische Grundlagen	5
2.3. Empfindlichkeitsstufen und Belastungs-grenzwerte	6
2.4. Abgrenzung Untersuchungsperimeter	6
2.5. Sanierungspflicht	7
2.6. Rückerstattung für bestehende Lärmschutzwände und -dämme	8
3. Lärmbelastung	9
3.1. Lärmbelastungskataster (LBK) und massgebender Beurteilungszustand	9
3.2. Verkehrsdaten und Emissionen	9
3.3. Lärmermittlung	11
3.4. Lärmbelastung für den Zustand 2036 ohne Massnahmen	12
4. Lärmsanierungsprojekt	13
4.1. Massnahmen an der Quelle	13
4.2. Massnahmen im Ausbreitungsbereich	14
4.3. Erleichterungsanträge	16
4.4. Anspruch auf Schallschutzmassnahmen	16
5. Massnahmen bei betroffenen Gebäuden	18
5.1. Allgemeines	18
5.2. Übersicht betroffene Liegenschaften	19
5.3. Zeitplan für die Durchführung der Massnahmen	20
5.4. Kostenschätzung Schallschutzfenster	20



1. Ausgangslage

Durch die Gemeinde Horgen führen Staatsstrassen, deren Verkehrsaufkommen bei diversen angrenzenden Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte (IGW) und bei den exponiertesten Gebäuden sogar Überschreitungen der Alarmwerte (AW) verursachen. Gemäss Umweltschutzrecht des Bundes sind Verkehrsanlagen lärmtechnisch zu sanieren, wenn sie gestützt auf Art. 16 des Umweltschutzgesetzes (USG), insbesondere Art. 13 ff der Lärmschutz-Verordnung (LSV), den Vorschriften nicht genügen. Für die Staatsstrassen der Gemeinde Horgen besteht diese Sanierungspflicht, so dass der Kanton Zürich ein Lärmsanierungsprojekt zu erstellen hat.

Gestützt auf den Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 525/2012 des Kantons Zürich und die Ergebnisse, die aus dem Lärmbelastungskataster (GIS-LBK) resultieren, wurde in der Gemeinde Horgen die Abklärung von Lärmschutzwänden (LSW) und Schallschutzfenstern (SSF) entlang den Staatsstrassen eingeleitet. Als weitere Grundlage für das vorliegende Projekt gilt die Vorstudie "Machbarkeit baulicher Lärmschutzmassnahmen" vom 24. August 2010.

Aufgrund des Neuen Netzbeschlusses Nationalstrassen (NEB) des Bundes werden per 1. Januar 2020 zusätzliche Strassenabschnitte (NEB-Strecken) in das Nationalstrassennetz aufgenommen. Im Kanton Zürich betrifft dies u.a. die Zugerstrasse im Bereich Kantonsgrenze Zug – Hirzel – Horgen - Wädenswil. Damit der Kanton Zürich als aktueller Strassenhalter die Lärmsanierung entlang dieser Strecke abschliessen kann, müssen die entsprechenden Lärmsanierungsprojekte (LSP) vor dem Eigentumsübergang an das Bundesamt für Strassen (ASTRA) rechtskräftig festgesetzt sein. Aus diesem Grund wird der betreffende NEB-Abschnitt im Perimeter der Gemeinde Horgen (altes Gemeindegebiet vor der Fusion mit Hirzel) aus dem laufenden LSP Staatsstrassen Horgen herausgelöst und vorgängig in einem separaten Projekt behandelt. Das LSP im Gebiet Hirzel wurde bereits 2018 festgesetzt. Der Kanton Zürich vollzieht eine umfangreichere Subventionspraxis bei Schallschutzfenstern als der Bund. Mit dem beschriebenen Vorgehen kann die Gleichbehandlung der Eigentümer von lärmsanierungsbedürftigen Liegenschaften entlang von NEB-Strecken gegenüber solchen entlang von anderen Staatstrassen gesichert werden.

Im vorliegenden Bericht des akustischen Projektes "Schallschutzfenster" wird der Umfang von Schallschutzmassnahmen an Gebäuden mit IGW-Überschreitungen – d.h. die Kosten für Sanierungen und Rückerstattungen von Schallschutzfenstern – ermittelt und dokumentiert. Zudem werden für die Strassenabschnitte entlang dieser Gebäude Erleichterungen nach Art. 14 LSV beantragt.

Ebenfalls im vorliegenden Bericht werden Standorte aufgeführt, für die die Kriterien zur Erstellung einer LSW nicht erfüllt sind.

Abb 1 Auszug aus Beurteilungsplan Machbarkeit von baulichen Massnahmen





2. Grundlagen

2.1. Rechtliche Grundlagen

- § Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Horgen vom 15. September 2011
- § Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG), vom 22. Juni 1979, in Kraft seit 1. Januar 1980
- § Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), vom 7. Oktober 1983, in Kraft seit 1. Januar 1985
- § Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986, in Kraft seit 1. April 1987
- § Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich (PBG), vom 7. September 1975

2.2. Technische Grundlagen

- § BAFU/ASTRA (2006): Umwelt-Vollzug Nr. 0637 "Leitfaden Strassenlärm, Vollzugshilfe für die Sanierung"
- § BUWAL (1995): Mitteilungen zur LSV Nr. 6: „Strassenlärm: Korrekturen zum Strassenlärm-Berechnungsmodell“
- § Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz (2016): Lärmbelastungskataster Sanierungshorizont 2036, LBK_SAN_2016_D.shp, (Gemeinde Horgen - Lärmbelastung Sanierungshorizont 2036, Übersichtsplan 1:5'000)
- § Baudirektion Kt. Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz / Grolimund & Partner AG (2010): Gemeinde Horgen - Vorstudie zur Machbarkeit von baulichen Massnahmen inkl. Stellungnahme Gemeinde Horgen
- § Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz (2018): "Leitfaden: Projekt Schallschutzfenster" und Beilagen (Stand 08.06.2018)
- § Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt (2011): Normalie 725.00.01 für den Vollzug von Schallschutzmassnahmen an Gebäuden entlang von Staatsstrassen (Stand 08.08.2011)
- § Lärmberechnungs-Software SLIP'16, Version 7.0e
- § Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 1169/2008: Finanzierungsmodell für Schallschutzfenster an Staatsstrassen vom 16. Juli 2008
- § Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 525/2012: Lärmschutz, Staatsstrassen Region Seeufer links Nord, vom 23. Mai 2012



2.3. Empfindlichkeitsstufen und Belastungsgrenzwerte

2.3.1. Empfindlichkeitsstufen (Art. 37 Abs. 2, lit. e LSV)

Die Empfindlichkeitsstufen sind im aktuellen Zonenplan bzw. der Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Horgen rechtskräftig dokumentiert.

2.3.2. Belastungsgrenzwerte (Art. 13 bzw. Anhang 3 LSV)

Für die Beurteilung von Strassenverkehrslärm gelten gemäss Anhang 3 LSV die in Tab 1 ausgewiesenen Immissionsgrenzwerte (IGW) bzw. Alarmwerte.

Tab 1 Empfindlichkeitsstufen und Belastungsgrenzwerte

Empfindlichkeitsstufe ES	Nutzung	Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
II	Wohnräume	60	50	70	65
	Betriebsräume	65	-	70	-
III	Wohnräume	65	55	70	65
	Betriebsräume	70	-	70	-
IV	Wohnräume	70	60	75	70
	Betriebsräume	70	-	75	-

Legende:

Lr: Beurteilungspegel Sanierungshorizont (2036)

- : keine Nutzung im Zeitraum Nacht

Für Betriebsräume in Gebieten mit ES II und ES III gelten gemäss Art. 42 LSV um 5 dB(A) erhöhte Immissionsgrenzwerte. Die erhöhten Grenzwerte gelten nicht für Schulen, Anstalten und Heime. Für Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag aufhalten (v.a. Betriebsräume), gelten keine Nacht-Belastungsgrenzwerte (Art. 41 Abs. 3 LSV). Wird auch in der Nacht gearbeitet, so gelten für die Betriebsräume dieselben Grenzwerte wie am Tag.

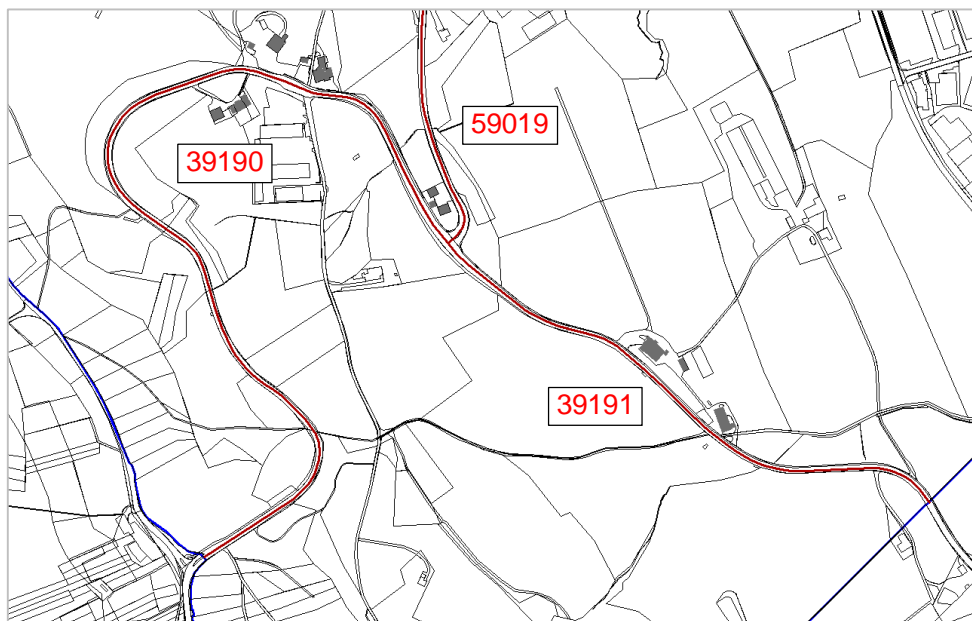
2.4. Abgrenzung Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter umfasst im Bereich der NEB-Strecke in der Gemeinde Horgen (altes Gemeindegebiet vor der Fusion mit Hirzel) diejenigen Staatsstrassen-Abschnitte der Zugerstrasse und Gebäude bei denen die Immissionsgrenzwerte im Sanierungszustand überschritten sind.

Entlang diesem NEB-Abschnitt sind verschiedene Gebäude zusätzlich von relevanten Lärmimmissionen infolge Verkehrs auf dem Teil der Zugerstrasse, welcher nicht im NEB enthalten ist (ID:59019, zwischen Hanegg-Horgen Zentrum, LSP Staatsstrassen Horgen) betroffen (® Doppelbelastungen).

Relevante Lärmimmissionen infolge Verkehrs auf Gemeindestrassen liegen nicht vor.

Abb 2 Untersuchungsperimeter inkl. Bezeichnung NEB-Strecken



2.5. Sanierungspflicht

Der Kanton Zürich als Anlagehalter der Staatsstrassen ist aufgrund der festgestellten IGW-Überschreitungen sanierungspflichtig gegenüber Gebäuden mit lärmempfindlichen Räumen, für welche die Baubewilligung vor dem 1.1.1985 erteilt wurde.

Bei der Beurteilung der Lärmimmissionen sind gemäss LSV jeweils die gesamten Strassenlärmimmissionen, unabhängig vom Anlagehalter zu betrachten (energetische Addition). Pro Fenster mit IGW-Überschreitungen ist derjenige Anlagehalter sanierungspflichtig, dessen Strasse den grössten Anteil der Immissionen beiträgt.



2.6. Rückerstattung für bestehende Lärmschutzwände und -dämme

Damit die Kosten für Lärmschutzbauten, die bereits vor der Lärmsanierung durch die Grundeigentümer oder durch Dritte realisiert und finanziert worden sind, zurückerstattet werden können, müssen einige Voraussetzungen gegeben sein.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden nur längere, zusammenhängende Wände oder Dämme, als bestehende LSW erfasst (keine Einzellösungen, keine Sichtschutzwände, keine Umgebungsgestaltungselemente).

Besteht eine Sanierungspflicht gelten die folgenden Bedingungen des Leitfadens Strassenlärm, Kap. 4.14.:

- § Die Immissionsgrenzwerte werden ohne Lärmschutzbauten im massgebenden Beurteilungszustand überschritten;
- § Die Baubewilligung für die Lärmschutzbauten erfolgte nach dem 1.1.1985;
- § Die Lärmschutzbauten entsprechen den im Sanierungsprojekt vorgesehenen Massnahmen resp. Massnahmenkriterien (Machbarkeit, Verhältnismässigkeit, etc.).
- § Im Untersuchungsperimeter sind keine bestehenden LSW vorhanden, deren Rückerstattung geprüft und beurteilt werden müsste.



3. Lärmbelastung

3.1. Lärmbelastungskataster (LBK) und massgebender Beurteilungszustand

Rechtsgrundlagen für die Lärmsanierung bilden Art. 13 ff. LSV (Sanierung) und Art. 37 LSV (Lärmbelastungskataster). Der Lärmbelastungskataster (LBK) zeigt, wo Sanierungsbedürfnisse bei lärmemittierenden Anlagen bestehen.

Der Lärmbelastungskataster Sanierungshorizont 2036 wurde von der FALS zur Verfügung gestellt.

Der Stand 2016 (Ist-Zustand) gilt als Referenzzustand, ist aber nicht der massgebende Beurteilungszustand. Den Verkehrszahlen ist gemäss Leitfaden Strassenlärm (BAFU/ASTRA, Dezember 2006) ein Zeithorizont von 20 Jahren zu Grunde zu legen. Im vorliegenden Projekt ist 2036 der massgebende Beurteilungszustand (Sanierungszustand) und wurde entsprechend im LBK dargestellt.

Im Rahmen der akustischen Überprüfung wurden folgende Zustände untersucht:

- § Beurteilungszustand 2036 ohne Massnahmen
- § Beurteilungszustand 2036 mit Massnahmen.

3.2. Verkehrsdaten und Emissionen

3.2.1. Emissionswerte

Die Verkehrszahlen und Emissionswerte für den Referenzzustand 2016 wurden bei den Staatsstrassen durch den Lärmbelastungskataster der Fachstelle Lärmschutz vorgegeben.

Für den Sanierungshorizont 2036 (Beurteilungszustand) wurde ein Prognosezuschlag angewendet, der die zukünftig erwartete Verkehrsentwicklung berücksichtigt. Bei den Hauptverkehrsstrassen wurden die Emissionen mit dem Emissionsmodell StL86+ berechnet.

Tab 2 Emissionen der massgebenden Staatsstrassen im Beurteilungszustand 2036

Strasse	Zeit- raum	Lret / Lren	Nt / Nn	Nt2 / Nn2	Vt / Vn	i	BeIT / BeIN
Zugerstrasse Abschnitt 39190	Tag	85	1176	8.1	80	4.8	1
	Nacht	77	215	6.0	80	4.8	1
Zugerstrasse Abschnitt 39191	Tag	83	687	7.8	80	5.4	1
	Nacht	75	138	4.0	80	5.4	1
Zugerstrasse* Abschnitt 59019	Tag	82	439	9.1	72	5.6	2
	Nacht	72	80	3.0	77	5.6	2

*Staatsstrasse Doppelbelastung

Legende:

BeIT/BeIN: Belagszuschlag für Geschwindigkeit Tag bzw. Nacht in dB

i: Strassensteigung in Prozent

Lret/Lren: Emissionspegel auf der Strassenachse in dB(A) am Tag bzw. in der Nacht (inkl. Zuschläge)

Nt: Durchschnittliche Verkehrsmenge am Tag (6 bis 22 Uhr) in Fahrzeugen pro Stunde

Nn: Durchschnittliche Verkehrsmenge in der Nacht (22 bis 6 Uhr) in Fahrzeugen pro Stunde

Nt2/Nn2: Schwerverkehrsanteil am Tag bzw. in der Nacht in Prozent des Nt bzw. Nn

Vt/Vn: Geschwindigkeit am Tag bzw. in der Nacht in km/h

3.2.2. Prognose Sanierungshorizont 2036

Die Abschätzung der Verkehrsentwicklung bis zum Sanierungshorizont (Ist-Zustand + 20 Jahre) basiert auf Verkehrszählungen mit Seitenradar, Verkehrsmodellen mit projektbezogenen lokalen Beurteilungen oder Beurteilungen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfungen von Strassenprojekten.

3.2.3. Belagszuschlag

Alle Emissionsstrecken wurden mit einem Belagszuschlag versehen. Dieser beträgt gemäss Merkblatt „Strassenlärm-Emissionsberechnung“ der FALS vom 28.08.2007 1 dB(A) bei Abschnitten, die eine Geschwindigkeit von weniger als 60 km/h und 2 dB(A) bei Abschnitten, die eine Geschwindigkeit von 60 km/h und mehr aufweisen.

3.2.4. Geschwindigkeit

a. Emissionssegmente "NEB-Strecke"

Das Berechnungsmodell basiert auf den signalisierten Höchstgeschwindigkeiten.

b. Emissionssegmente relevanter Staatsstrassen (LSP Staatsstrassen Horgen, Doppelbelastung)

Wo Messwerte vorliegen, basiert das Berechnungsmodell auf den effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten. Daraus wird ersichtlich, dass die signalisierten Geschwindigkeiten insbesondere nachts und auf übersichtlichen Streckenabschnitten zum Teil deutlich überschritten werden, was zu höheren Emissionen führt. Bei engen oder unübersichtlichen Abschnitten sowie bei kurzen Abständen zwischen Verkehrsknoten liegt die in



der Lärmberechnung verwendete Durchschnittsgeschwindigkeit oft unterhalb der signalisierten Höchstgeschwindigkeit.

3.3. Lärmermittlung

Die Lärmimmissionen wurden als Beurteilungspegel L_r anhand von Berechnungen mit einem dreidimensionalen Geländemodell ermittelt (vgl. Art. 38 LSV).

3.3.1. Massgebende Beurteilungspunkte

Bei lärmempfindlich genutzten Gebäuden innerhalb des Untersuchungsgebietes wurde grundsätzlich der lärmexponierteste Beurteilungspunkt ermittelt und ausgewiesen. Bei gemischt genutzten Gebäuden (Wohnnutzung und lärmempfindliche Betriebsnutzung, z.B. Büros) wurden die Lärmbelastungen je Nutzung separat ausgewiesen. Bei teilweise überbauten Parzellen erfolgte die Ermittlung und Beurteilung ausschliesslich beim überbauten Teil der Parzelle.

3.3.2. Berechnungsmodell

Innerhalb des Untersuchungsgebietes wurde basierend auf den Objektdaten der FALS ein digitales Geländemodell erstellt. In Bereichen mit Grenzwertüberschreitungen wurden die im Modell enthaltenen Quellen, topographischen Elemente, Massnahmen, Gebäude und Empfangspunkte aufgrund von Begehungen und Aufnahmen vor Ort verfeinert und angepasst. Die Lärmberechnungen wurden mit der Lärmberechnungssoftware SLIP'16 (Ausbreitungsdämpfung nach StL-86+) erstellt.

Die Strassen wurden mit einer Quelle bei 2-spurigen Strassen modelliert.

Alle bestehenden Lärmschutzhindernisse (Lärmschutzwände und -dämme, Mauern, Gebäude, etc.) wurden gestützt auf gültige Ausführungspläne bzw. Aufnahmen im Gelände ins Berechnungsmodell integriert und bei der Lärmermittlung berücksichtigt.

3.3.3. Meteeinflüsse

Die Berechnungen mit dem akustischen Modell StL-86+ basieren auf trockenen Fahrbahnen und Situationen mit leichtem Mitwind. Nasse Fahrbahnen verändern erfahrungsgemäss das Klangbild des Strassenlärms. Die Gesamtlärmbelastung in dB(A) bleibt jedoch in der Regel unverändert. Bei Inversionswetterlagen (wenn die oberen Luftschichten wärmer als die unteren sind) sowie bei ausgeprägten Mitwindsituationen (Wind > 2m/s in Richtung Schallausbreitung) können bei grösseren Ausbreitungsdistanzen markant höhere Lärmbelastungen auftreten.

Im Gegensatz zu Hochleistungsstrassen beschränkte sich die Lärmermittlung bei Hauptverkehrsstrassen auf einen wesentlich schmaleren Korridor entlang den Staatsstrassen. Meteeinflüsse in diesem Bereich sind von untergeordneter Bedeutung und können deshalb vernachlässigt werden.

3.3.4. Reflexionen

Lärmreflexionen können zu markanten Beeinflussungen der Immissionspegel führen. Mit dem Modell StL-86+ wurden Reflexionen erster Ordnung anhand der Spiegelquellentheorie berücksichtigt. In der Regel wurden LSW mit schallabsorbierender Oberflä-



che vorgeschlagen, so dass Reflexionen an diesen Flächen vernachlässigt werden können.

3.3.5. Pegelkorrektur K1

Gemäss Anhang 3 LSV wird bei der Ermittlung des Beurteilungspegels L_r eine Pegelkorrektur K1 berücksichtigt. Diese errechnet sich aufgrund des durchschnittlichen, stündlichen Motorfahrzeugverkehrs und beträgt 0 bis -5 dB(A). Bei mehr als 100 Fahrzeugen pro Stunde beträgt $K1 = 0$ dB(A). Im Lärmbelastungsbereich mehrerer relevanter Emissionsstrecken wird die Pegelkorrektur nicht aufgrund der emissionsseitigen, sondern der immissionsseitigen Geräuschcharakteristik festgelegt.

3.3.6. Prognoseunsicherheit

Die Genauigkeit der Modellrechnungen beträgt bei ungehinderter Schallausbreitung bis ca. 100 m Entfernung zur Strasse ca. ± 1.5 dB(A). Dieser Wert steigt weiter an, wenn die Entfernung zur Quelle zunimmt und wenn Hindernisse die direkte Sichtlinie unterbrechen. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass auch bei den Verkehrsprognosen Unsicherheiten bestehen. Die Lärmimmissionspegel sind jedoch wenig sensitiv bezüglich Veränderung der Verkehrsbelastung (eine Zunahme der Anzahl Fahrzeuge um 30% entspricht etwa einer Zunahme der Immissionen um 1 dB).

3.4. Lärmbelastung für den Zustand 2036 ohne Massnahmen

Die Ergebnisse der Lärmberechnung gehen aus der Gebäudeliste im Anhang 1 hervor. Demnach treten im Untersuchungsperimeter (siehe Kapitel 2.4) an 2 sanierungspflichtigen Gebäuden, Überschreitungen zwischen IGW und AW und an 3 sanierungspflichtigen Gebäuden AW-Überschreitungen auf. Für die Objekte mit vorgesehenen Ersatzmassnahmen (Schallschutzfenster) sind die Belastungen auch in den Anhängen „akP AW-Gebäude“ bzw. „akP IGW-Gebäude“ enthalten.

Tab 3 Anzahl sanierungspflichtige Gebäude mit AW- bzw. IGW-Überschreitungen im Zustand 2036 ohne Massnahmen

Lärmsituation	Zustand 2036 ohne LSM
Anzahl sanierungspflichtige Gebäude > IGW	5
davon \geq AW	3
Anzahl Personen > IGW	22
davon \geq AW	13

Legende:

AW:	Alarmwert
IGW	Immissionsgrenzwert
Lr:	Beurteilungspegel Sanierungshorizont (2036)
LSM:	Lärmschutzmassnahme



4. Lärmsanierungsprojekt

4.1. Massnahmen an der Quelle

In diese Kategorie von Massnahmen gehören verkehrslenkende und/oder -beruhigende Massnahmen, sowie der Einbau von lärmtechnisch vorteilhaften Strassenbelägen.

Wo möglich, wird eine Reduktion der heute signalisierten Geschwindigkeiten in Betracht gezogen (vgl. Abschnitt 4.1.1). Andere verkehrsbeschränkende Massnahmen sind im Untersuchungsperimeter nicht möglich und finden dementsprechend auch keine Berücksichtigung im Lärmsanierungsprojekt.

Lärmarme Beläge werden im Kanton Zürich bis auf weiteres nicht als reguläre Lärmsanierungsmassnahme eingesetzt. Der Grund dafür sind die geringere Stabilität, die verkürzte Lebensdauer und die abnehmende lärmreduzierende Wirkung im Verlauf der Zeit. Bei den hohen Verkehrsbelastungen auf den Staatsstrassen im Kanton Zürich führt dies zu mehr Beeinträchtigungen des Verkehrs (Anzahl Baustellen) und höheren Unterhaltskosten. Angesichts der neueren Entwicklung hat sich das Tiefbauamt jedoch für ein Testprogramm an ausgewählten Standorten entschieden. Im betrachteten Untersuchungsperimeter ist keine Teststrecke vorgesehen.

Bei Belagserneuerungen auf Staatsstrassen baut das Tiefbauamt heute in der Regel den "lärmneutralen" Belagstyp AC8 ein.

4.1.1. Reduzierte Höchstgeschwindigkeit

Für die sanierungspflichtige Strassenabschnitte mit einer signalisierten Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h wurde die Möglichkeit einer Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme abgeklärt (Reduktion auf 60 km/h).

In einem ersten Schritt wurden die betroffenen Strassen in einzelne Abschnitte mit homogenem Charakter und Erscheinungsbild unterteilt. Im Untersuchungsperimeter ergaben sich dadurch die in 0 dargestellten Abschnitte. Der entsprechende Übersichtsplan befindet sich im Anhang 2.

Tab 4 Abschnitte Untersuchung Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme

Abschnitt	Strasse	Kategorie	von - bis
Zug1	Zugerstrasse	HVS	Hofzufahrt bis Zugerstrasse 310
Zug2	Zugerstrasse	HVS	Zugerstrasse 310 bis Zugerstrasse
Zug3	Zugerstrasse	HVS	Scheune bis Zugerstrasse 302

Legende:

RVS	Regionale Verbindungsstrassen
HVS	Hauptverkehrsstrassen

Es wurde ein Grob beurteilung anhand mehrerer Kriterien vorgenommen. Fiel die Beurteilung positiv aus und ist die Temporeduktion auch aus Sicht der Kantonspolizei durchführbar, so wird diese Massnahme ins vorliegende Lärmsanierungsprojekt integriert. Die Resultate der Untersuchungen sind in Tab 5 zusammengefasst.

Tab 5 Untersuchungsergebnisse einer Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme

Abschnitt	Vsig-Ist	Vsig-Red	Beurteilung	Begründung
Zu1	80 km/h	60 km/h	nicht geeignet	Lage am Siedlungsrand, fehlende Längs- und Quervernetzung
Zug2	80 km/h	60 km/h	nicht geeignet	einseitige halboffenen Bebauungsstruktur, fehlende Längs- und Quervernetzung, Einzelgebäude
Zug3	80 km/h	60 km/h	nicht geeignet	zurückversetzte Bebauungsstruktur ohne Bezug zur Strasse, fehlende Längs- und Quervernetzung, Einzelgebäude

Legende:

- Vsig-Ist Signalisierte Höchstgeschwindigkeit im Ist-Zustand in km/h
 Vsig-Red Untersuchte reduzierte Höchstgeschwindigkeit in km/h

Die Untersuchung hat ergeben, dass die Abschnitte die Voraussetzungen einer Geschwindigkeitsreduktion auf 60 km/h nicht erfüllen. Diese Beurteilung betreffend Temporeduktion wurde im Rahmen des Lärmsanierungs-Projektes vorgenommen und kann nicht auf andere Projekte wie Strassensanierungen, Betriebs- und Gestaltungskonzepte etc. übertragen werden.

4.2. Massnahmen im Ausbreitungsbereich

4.2.1. Machbarkeitsbeurteilung während der Vorstudie

Als Massnahmen im Schallausbreitungsbereich zwischen Quelle und Empfangspunkt kommen grundsätzlich Lärmschutzwände und Lärmschutzdämme in Frage. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie 2010 wurden alle Strassenzüge auf die Möglichkeit von solchen Lärmschutzmassnahmen (LSM) auf dem Ausbreitungsweg untersucht. Unter Miteinbezug der zuständigen Gemeindebehörden wurden viele Abschnitte entlang der Staatsstrassen ausgeschlossen und zwar aufgrund folgender Kriterien:

- § Schutzwürdige Ortsbilder / Heimat- bzw. Denkmalschutzobjekte
- § Ortszentren mit publikumsorientierter Nutzung
- § Erschliessung, Liegenschaftszufahrten
- § Platzverhältnisse
- § Lärmschutzwirkung
- § Verkehrssicherheit
- § Wohnhygiene



Häufig stehen einer Realisierung von LSW bestehende Zufahrten oder Parkplätze (Erschliessung) entgegen. Oft sprechen verkehrssicherheitstechnische Anforderungen (Sichtlinien) gegen LSW oder sie kommen möglicherweise auch wegen der erforderlichen Wandhöhe aus Ortsbild-, gegebenenfalls auch Landschaftsschutzgründen nicht in Frage.

4.2.2. Beurteilung im akustischen Projekt

Für diejenigen Strassenabschnitte, bei denen gemäss Machbarkeitsstudie 2010 Lärmschutzmassnahmen als "möglich" oder "bedingt möglich" eingestuft worden sind, wurde eine vertiefte Beurteilung der in Frage kommenden Massnahmen durchgeführt.

Nebst der Wirksamkeit der Massnahmen in Dezibel ist insbesondere die wirtschaftliche Tragbarkeit wesentlich. Bei Massnahmen mit Gesamtkosten unterhalb von CHF 500'000.- wird der Kosten-Nutzen-Faktor (KNF) bestimmt, welcher die Investitionskosten einer Massnahme in Relation zur erzielten Wirkung bei den lärmbeeinträchtigten Anwohnern wiedergibt. Der KNF einer Massnahme darf nicht mehr als CHF 5'000 pro dB(A) und geschützte Person mit Belastungen über dem IGW betragen.

Falls die Projektkosten den Schwellenwert von CHF 500'000.- überschreiten, wird der Index der Wirtschaftlichen Tragbarkeit, der so genannte WTI bestimmt (vgl. Excel-Tool gemäss Leitfaden Strassenlärm). Das WTI-Modell basiert darauf, dass eine bauliche Lärmschutzmassnahme einerseits in Bezug auf die Einhaltung der Grenzwerte (Effektivität) und andererseits in Bezug auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis (Effizienz) beurteilt wird. Der aus Effektivität und Effizienz errechnete WTI wird in einem Diagramm dargestellt.

In Anlehnung an den Leitfaden Strassenlärm (Kap. 4.8, S.33) sind für die Dimensionierung und Beurteilung von Schallhindernissen die folgenden Kriterien relevant:

- § minimale akustische Wirkung von 5 dB(A)
- § Schutzziel-Erreichung (100% = Senkung der Lärmimmissionen unter den IGW für alle Betroffenen)
- § Akzeptanz
- § Kostenwirksamkeit: Kosten-Nutzen-Faktor (CHF/dB(A)*Pers.) oder WTI (SRU-301/UV-0609)
- § Vermeidung von Konflikten mit der Verkehrssicherheit (Sichtzonen)
- § technische Machbarkeit
- § Vermeidung von Konflikten mit der Erschliessung
- § Beurteilung der Auswirkungen auf Ortsbild, Heimat- und Denkmalschutz
- § Beurteilung des Landschaftseingriffes
- § Auswirkungen auf die Ökologie, Natur
- § Auswirkungen auf die Wohnqualität der Anwohner, Wohnhygiene.

Verschiedene Kriterien wurden zum Teil schon im Rahmen der Machbarkeitsstudie geprüft (Verkehrssicherheit, technische Machbarkeit, Erschliessung, Ortsbild, Wohnqualität). Die akustische Wirkung, die Schutzziel-Erreichung sowie die Kostenwirk-



samkeit wurden auf der Basis der akustischen Erhebungen und Berechnungen im Rahmen des vorliegenden Projekts bewertet. Die abschliessende Gesamtbeurteilung wurde situationsbezogen anhand der massgebenden Kriterien sowie unter Einbezug der beteiligten Instanzen (Eigentümer, Gemeinde- und Kantonsbehörden) vorgenommen.

4.2.3. Untersuchte und geplante Lärmschutzmassnahmen (Wände und Dämme)

Unter Berücksichtigung der oben erläuterten Vorgehensweise ergibt die Überprüfung der in der Machbarkeitsstudie bezeichneten Abschnitte die folgenden Resultate:

Abschnitt 3: Rank, Hanegg (neue LSW)

Die Liegenschaft Zugerstrasse 260 ist durch ihre Lage im Kreuzungsbereich ausserordentlich exponiert. Mit Gemeinderatsbeschluss vom 7. Februar 2011 beantragt die Gemeinde Horgen auf bauliche Massnahmen im Abschnitt 3 zu verzichten. Der Wandstandort wurde daher nicht weiter untersucht.

4.3. Erleichterungsanträge

Da im Untersuchungsbereich die sanierungspflichtigen Gebäude nicht mit Massnahmen an der Quelle oder auf dem Ausbreitungsweg geschützt werden können, müssen für die Strassenabschnitte entlang der sanierungspflichtigen Gebäude mit vorliegendem Bericht Sanierungserleichterungen im Sinne von Art. 14 LSV für den Anlagehalter beantragt werden (siehe Beilage 1: Erleichterungsanträge).

Wenn ein Gebäude IGW-Überschreitungen aufweist, welche durch Strassen von unterschiedlichen Anlagehaltern verursacht werden, so hat jeder Halter selber für Erleichterungen von seiner Sanierungspflicht zu sorgen. Ein Anlagehalter hat Erleichterungen zu beantragen, sobald seine Strasse bei mindestens einem lärmempfindlichen Fenster mit IGW-Überschreitungen der Hauptlärmverursacher ist.

Gemäss Art. 14 LSV kann die Vollzugsbehörde bei Sanierungen Erleichterungen gewähren, falls unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten entstehen oder wenn überwiegende Interessen (Orts- und Landschaftsbild, Denkmalpflege, Platz- und Erschliessungsverhältnisse) der Sanierung entgegenstehen.

4.4. Anspruch auf Schallschutzmassnahmen

Können bei öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen wegen gewährten Erleichterungen die Alarmwerte (AW) nicht eingehalten werden, so verpflichtet die Vollzugsbehörde die Eigentümer der lärmbelasteten bestehenden Gebäude, die Fenster lärmempfindlicher Räume zu dämmen (Art. 15 LSV – Pflichtteil). Bei lärmempfind-



lichen Räumen mit erreichtem AW ist also der Strasseneigentümer verpflichtet, die Kosten der Schallschutzmassnahmen vollständig zu übernehmen (Pflichteinbau).

Bei Räumen mit einer Lärmbelastung zwischen IGW und AW werden Beiträge an die Schallschutzfenster ausgerichtet (Beitragsteil). Mit Beschluss Nr. 1169 vom 16. Juli 2008 hat der Regierungsrat das Finanzierungsmodell für Schallschutzfenster an Staatsstrassen festgelegt (Beitragsteil). Danach wird für Schallschutzfenster bei Gebäuden mit Belastungen grösser IGW und kleiner gleich AW-5 ein Beitrag von Fr. 300.- gewährt. Bei einer Belastung grösser AW-5 und kleiner AW wird ein Beitrag von Fr. 550.- ausgerichtet. Für Fenster mit einer Fläche über 2.5 m² wird der Beitrag verdoppelt; für Fensterflächen kleiner als 0.5 m² halbiert.



5. Massnahmen bei betroffenen Gebäuden

5.1. Allgemeines

5.1.1. Anspruchsberechtigte Räume

Die Ermittlung anspruchsberechtigter Räume bzw. Fenster richtet sich nach dem Leitfaden „Projekt Schallschutzfenster“.

5.1.2. Ermittlung Fensterbeiträge

Grundsätzlich werden die Fensterbeiträge aufgrund des vertikalen Maximums an der jeweiligen Fassade bestimmt. In speziellen Situationen (Hanglagen, spezielle Gebäudegrundrisse, etc.) wird die Belastung detailliert für jedes Fenster ermittelt.

5.1.3. Erhebung für AW-Gebäude

Für Gebäude mit erreichtem bzw. überschrittenem AW erhebt das Projektierungsbüro vor Ort sämtliche relevanten Daten und ermittelt die gesamten Fenstersanierungskosten.

5.1.4. Erhebung IGW-Gebäude

Der Eigentümer übermittelt dem Projektierungsbüro sämtliche notwendigen Unterlagen zur Bestimmung der Fensterbeiträge.

5.1.5. Kostenrückerstattung

Wurden bei bestehenden, anspruchsberechtigten Gebäuden auf freiwilliger Basis bereits schalltechnisch genügende Fensterkonstruktionen ($R'_{w+Ctr} \geq 32$ dB, inkl. - 2 dB Toleranz) eingebaut, so besteht gemäss Leitfaden „Projekt Schallschutzfenster“ unter bestimmten Voraussetzungen ein Anspruch auf eine volle oder anteilmässige Rückerstattung.

5.1.6. Alternativmassnahmen

Die Gebäudeeigentümer können mit Zustimmung der Vollzugsbehörde am Gebäude andere bauliche Schallschutzmassnahmen treffen, wenn diese den Lärm im Innern der Räume im gleichen Mass verringern.

5.1.7. Ausnahmen

Schallschutzmassnahmen müssen nicht getroffen werden, wenn:

- § keine Sanierungspflicht für den Anlagenbetreiber besteht,
- § keine wahrnehmbare Verringerung des Lärms im Gebäude erwartet werden kann (Wirkung ≤ 1 dB(A)),
- § überwiegende Interessen des Ortsbildschutzes oder der Denkmalpflege entgegenstehen,



- § das Gebäude voraussichtlich innerhalb von drei Jahren nach Zustellung der Verfügung über die zu treffenden Schallschutzmassnahmen abgebrochen wird,
- § die betroffenen Räume innerhalb dieser Frist einer lärmunempfindlichen Nutzung zugeführt werden.

5.2. Übersicht betroffene Liegenschaften

Die Erhebungen im Rahmen des akustischen Projektes „Schallschutzfenster“ haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

Tab 6 Betroffene Liegenschaften im Untersuchungsperimeter

Kategorie	Anzahl
Gebäude mit AW-Überschreitung und Anspruch auf SSF	3
Gebäude mit IGW-Überschreitung und Anspruch auf SSF-Beiträge	0
Gebäude mit AW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF	0
Gebäude mit IGW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF-Beiträge	2
Gebäude, die Erleichterungen bedingen	5
Gebäude ohne IGW-Überschreitung	9

Legende:

AW: Alarmwert
IGW: Immissionsgrenzwert
SSF: Schallschutzfenster

Die Aussagen in Tab 6 beziehen sich nur auf Fenster, bei denen die Staatsstrassen Hauptverursacher für die Grenzwertüberschreitungen sind. Für Aussagen über Fenster, bei denen der Verkehr auf Gemeindestrassen ausschlaggebend ist, ist die Gemeinde zuständig.

Adressen, Beurteilungspegel und Begründungen zur Aufteilung auf die einzelnen Kategorien sind der Gebäudeliste im Anhang 1 zu entnehmen.



5.3. Zeitplan für die Durchführung der Massnahmen

Nach der öffentlichen Auflage, der Einsprachenbehandlung und der anschliessenden Projektfestsetzung durch die Baudirektion wird bei Gebäuden mit erreichtem oder überschrittenem AW mit der Realisierung der Schallschutzmassnahmen begonnen.

Bei Gebäuden mit Belastungen zwischen Immissionsgrenzwert und Alarmwert hat die Eigentümerschaft ab dem Datum der Projektfestsetzung ein Jahr Zeit, Schallschutzfenster einzubauen und die Belege dem zuständigen Projektierungsbüro zur Ermittlung der freiwilligen Beiträge einzureichen.

5.4. Kostenschätzung Schallschutzfenster

Die objektspezifischen Kostenermittlungen können den jeweiligen Objektblättern in der Beilage 2 entnommen werden. Gemäss Kostenschätzung ist für das vorliegende Schallschutzfensterprojekt mit folgenden Aufwendungen zu rechnen:

Tab 7 Kostenschätzung Schallschutzfenster

SSF Bericht	Anzahl Gebäude [Stk.]	Kosten Pflicht-Anteil [Fr.]	Kosten freiwilliger Anteil [Fr.]	Kosten Total [Fr.]
AW Gebäude	3	133'857	1'650	135'507
IGW Gebäude	0	0	0	0
Gesamtkosten Schallschutzfenster				135'507

Legende:

AW-Gebäude: Gebäude mit Überschreitungen der Alarmwerte

IGW-Gebäude: Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte, nicht aber der Alarmwerte

Burgdorf, 25. März 2019

Mike Thoms

Diplom Bauingenieur SIA/SVU, Universität Stuttgart
dipl. Akustiker SGA / Mediator UMCH

Zoltán Takács

Ingenieurwissenschaftler
Universität Debrecen (Ungarn)



Anhang 1: Gebäudelist

Anhang 2: Abschnittseinteilung Temporeduktion