



Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt
Stab



Fachstelle Lärmschutz
Sanierungen

Lärmsanierung Staatsstrassen Akustisches Projekt

Gemeinde: **133 Horgen**

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

Strassen: **Zugerstrasse**

Berichtteil: **Bericht Lärmarter Belag mit Lärmschutzwand und 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

02.09.2020

Inhalt

1. Ausgangslage	3
2. Grundlagen	6
2.1. Rechtliche Grundlagen	6
2.2. Technische Grundlagen	6
2.3. Empfindlichkeitsstufen und Belastungs-grenzwerte	7
2.4. Abgrenzung Untersuchungsperimeter	7
2.5. Sanierungspflicht	10
2.6. Rückerstattung für bestehende Lärmschutzwände und -dämme	10
3. Lärmbelastung	12
3.1. Lärmbelastungskataster (LBK) und massgebender Beurteilungszustand	12
3.2. Verkehrsdaten und Emissionen	12
3.3. Lärmermittlung	15
3.4. Lärmbelastungen	16
4. Lärmsanierungsprojekt	19
4.1. Massnahmen an der Quelle	19
4.2. Massnahmen im Ausbreitungsbereich	21
4.3. Erleichterungsanträge	25
4.4. Anspruch auf Schallschutzmassnahmen	26
5. Massnahmen bei betroffenen Gebäuden	27
5.1. Allgemeines	27
5.2. Übersicht betroffene Liegenschaften	28
5.3. Zeitplan für die Durchführung der Massnahmen	29
5.4. Kostenschätzung Schallschutzfenster	29



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. Verkehrsanlagen sind lärmtechnisch zu sanieren, wenn sie den Anforderungen des Umweltschutzgesetzes (USG, s. Art. 16) und der eidgenössischen Lärmschutzverordnung (LSV, insbesondere Art. 13 ff) nicht genügen. Als Eigentümer der Staatsstrassen hat der Kanton Zürich deshalb für die Gemeinde Horgen ein Lärm-sanierungsprojekt zu erstellen und geeignete Massnahmen anzuordnen.

Gestützt auf den Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 525/2012 des Kantons Zürich und die Ergebnisse, die aus dem Lärmbelastungskataster (GIS-LBK) resultieren, wurden in der Gemeinde Horgen die Abklärung von Lärmschutzwänden (LSW) und Schallschutzfenstern (SSF) entlang den Staatsstrassen durchgeführt. Eine weitere Grundlage bildete die Vorstudie "Machbarkeit baulicher Lärmschutzmassnahmen" vom 17.03.2011.

Gegenwärtig ist auf der Zugerstrasse im Perimeter Breitmatt/Waldegg bis Churfirstenstrasse ein Strassenbauprojekt in Erarbeitung. Sanierungspflichtige Anlagen dürfen nur umgebaut werden, wenn sie gleichzeitig saniert werden. Aus diesem Grund wird der betreffende Strassenabschnitt aus dem laufenden LSP Staatsstrassen Horgen herausgelöst und vorgängig in einem separaten Projekt behandelt.

Im Rahmen des Strassenbauprojektes ist die Realisierung von drei neuen Lichtsignalanlagen (LSA) geplant. Umweltrechtlich betrachtet ist die Zugerstrasse eine bestehende ortsfeste Anlage. Wird eine bestehende ortsfeste Anlage geändert, so müssen die Lärmemissionen der neuen oder geänderten Anlageteile nach den Anordnungen der Vollzugsbehörde so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist. Wird die Anlage wesentlich geändert d.h. erzeugt die geänderte Anlage wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen als die bestehende Anlage, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die IGW nicht überschritten werden.

Aktuell wird im Kanton Zürich ein Testprogramm zur Untersuchung für lärmarme Beläge (laB) durchgeführt. Auf der Zugerstrasse soll im Perimeter des aktuellen Strassenbauprojekts teilweise ein semidichter Asphaltbelag SDA 4-12 eingebaut werden.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Lärmuntersuchungen für den gesamten Projektperimeter des geplanten Strassenbauprojektes entlang der Zugerstrasse. Neben den Untersuchungen zu den Strassenabschnitten mit einem laB wurden mögliche LSW Standorte sowie das Anrecht auf eine Kostenrückerstattung von privat erstellten LSW behandelt. Zudem wurden die akustischen Auswirkungen der drei im Rahmen des Strassenbauprojektes neu geplanten LSA ermittelt. (vgl. Kapitel 2.4).

Ebenfalls wurde der Umfang von Schallschutzmassnahmen an Gebäuden mit verbleibenden IGW-Überschreitungen – d.h. die Kosten für Sanierungen und Rückerstattungen von Schallschutzfenstern sowohl für die ordentliche Lärmsanierung als auch für



eine allfällige wesentliche Änderung – ermittelt und dokumentiert. Für die Strassenabschnitte entlang dieser Gebäude werden zudem Erleichterungen beantragt.



2. Grundlagen

2.1. Rechtliche Grundlagen

- § Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Horgen vom 15. September 2011 (Teilrevisionen am 9.6.2016 und am 7. Juni 2018)
- § 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 (2010-2011): 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)
- § Cercle Bruit Vollzugshilfe 3.21 (2016): Lärmtechnische Ermittlung bei Knoten und Kreiseln
- § 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: Belastungsgrenzwert
- : 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

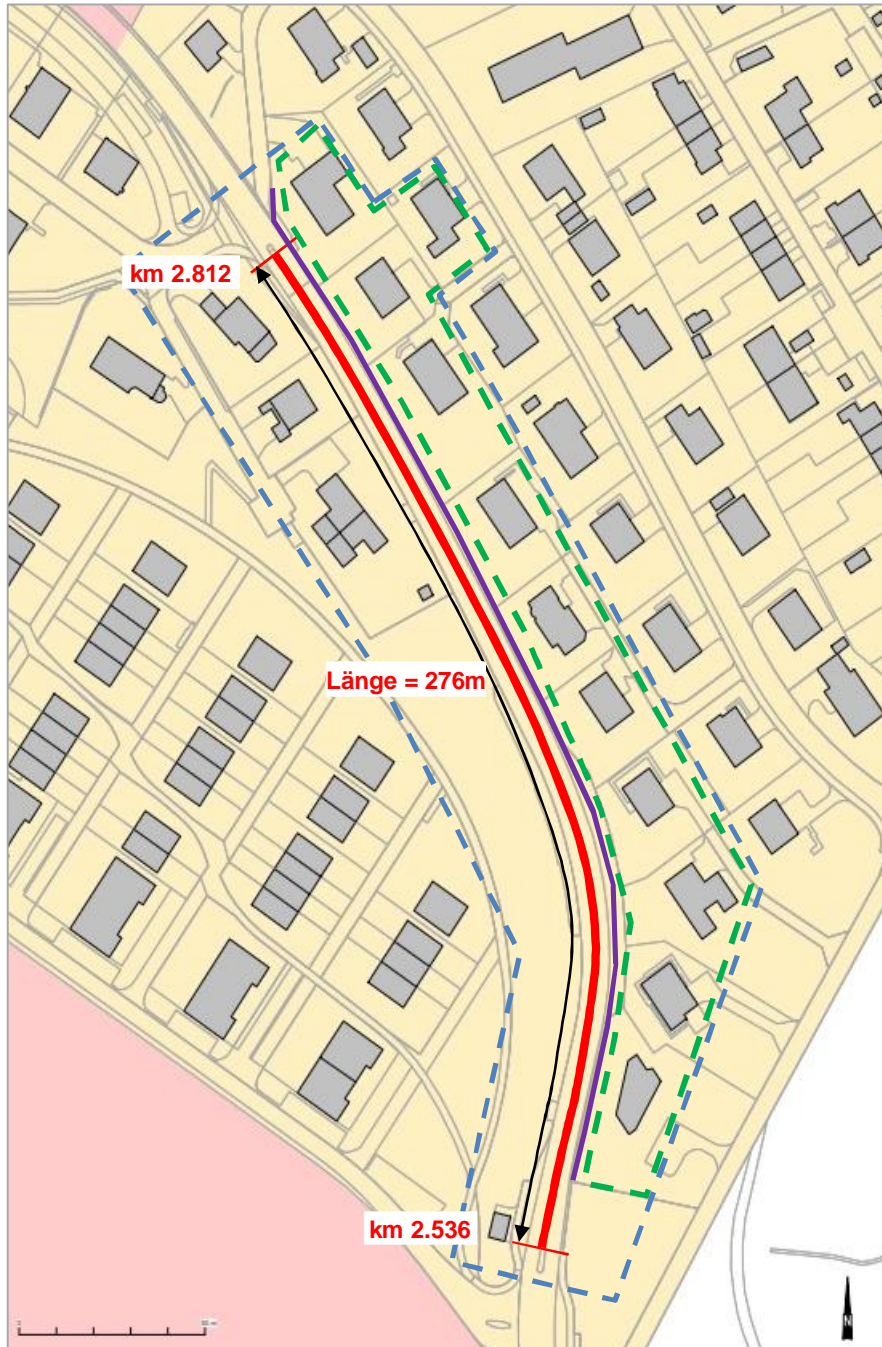
Der Untersuchungsperimeter (s. Abb 2) beinhaltet alle Gebäude im Perimeter im Perimeter Breitmatt/Waldegg bis Churfirstenstrasse. des geplanten Strassenbauprojektes. Detailliertere Untersuchungen umfassen die Liegenschaften, die von dem geplanten lärmarmen Belag (laB) resp. von der geplanten Lärmschutzwand profitieren.

Liegenschaften im Bereich von LSA erhalten gemäss der Vollzugshilfe des Cercle Bruit einen immissionsseitigen, abstandsabhängigen Störpegelzuschlag. Im Rahmen der Untersuchung hinsichtlich einer wesentlichen Änderung der Anlage werden daher für Liegenschaften in einem Radius von 100 m zu den neu geplanten LSA ebenfalls detailliertere Untersuchungen vorgenommen.

Abb 2 Situation Zugerstrasse Horgen, Projektperimeter Str.-Nr. 314, km 1.485 – km 2.812
rote Linie: Projektperimeter "Strassenbau-Projekt" (km 1.485 - km 2.812),
lila Linie: Lärmschutzwand projektiert, orange Linie: Lärmschutzwand bestehend
grüne Linie: Abschnitt "lärmarmer Belag" (km 2.536 - km 2.812), blau gestr. Linie: Perimeter "Lichtsig-
nalanlage"



Abb 3 Situation Zugerstrasse Horgen, Abschnitt km 2.536 – km 2.812
blau gestr. Linie: Perimeter "lärmarmer Belag", grün gestr. Linie: Perimeter "Lärmschutzwand"
gelb markierte Fläche: Zone mit ES II; rot markierte Fläche: Zone mit ES III
rote Linie: Abschnitt "lärmarmer Belag" (km 2.536 - km 2.812), lila Linie: Lärmschutzwand





2.5. Sanierungspflicht

Gemäss Art. 18 Abs. 1 Umweltschutzgesetz (USG) dürfen sanierungspflichtige Anlagen nur umgebaut werden, wenn sie gleichzeitig saniert werden.

2.5.1. Ordentliche Sanierung

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.

2.5.2. Sanierungspflicht aufgrund Strassenbauprojekt

Wird eine bereits vor dem 1. Januar 1985 bestehende Anlage geändert, muss geprüft werden, ob eine wesentliche Änderung vorliegt. Als wesentliche Änderungen gelten Umbauten, Erweiterungen und Betriebsänderungen, bei denen durch die Anlage selbst oder den Mehrverkehr wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt werden. Dies ist dann der Fall, wenn die Lärmzunahme ≥ 1 dB(A) beträgt.

Der Anspruch auf Schallschutzfenster (bzw. Rückerstattung von SSF-Kosten) im Rahmen von wesentlichen Änderungen bei Gebäuden mit Baubewilligung nach 1.1.1985 ergibt sich daraus, ob zum Zeitpunkt der Baubewilligung die IGW eingehalten wurden (Art. 20 Abs. 2 USG).

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 akustisches Projekt Lärmschutzwände, Kap. 3.3.2.:

- § Die Baubewilligung der Gebäude hinter der LSW wurde vor dem 1.1.1985 erteilt;
- § Die Baubewilligung für die Lärmschutzbauten erfolgte nach dem 1.1.1985;
- § Die Wand mehr als nur eine Wohneinheit schützt.



Die Prüfung und Beurteilung der Rückerstattung von bestehenden Massnahmen erfolgt im Kapitel 4.2.4.



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. Im Rahmen des "Teilprojektes Belagssanierung und Lärmschutzwand" wurden detailliertere Pegel für die einzelnen Objekte berechnet. Diese waren für die Beurteilung massgebend und wurden im Laufe der Projektbearbeitung in den LBK integriert.

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. Bei Hochleistungsstrassen (Autobahn und Autostrasse) wurde das Emissionsmodell SonRoad für StL86+ angewendet.

Tab 2 Emissionen der massgebenden Staatsstrassen im Beurteilungszustand 2036

Strasse	Zeit- raum	Lret / Lren	Nt / Nn	Nt2 / Nn2	Vt / Vn	i	BelT / BelN
Zugerstrasse Abschnitt 61518	Tag	83	1241	3.3	60	5.0	2
	Nacht	74	187	2.8	60	5.0	2
Zugerstrasse Abschnitt 39196	Tag	81	1241	3.3	51	4.7	1
	Nacht	72	187	2.8	54	4.7	1
Zugerstrasse (Knoten LSA) Abschnitt 39196 (KN1)	Tag	80	1241	3.3	51	4.7	0.6*
	Nacht	72	187	2.8	54	4.7	0.6*
Zugerstrasse (Knoten LSA) Abschnitt 39196 (KN2)	Tag	80	1241	3.3	51	4.7	0.6*
	Nacht	72	187	2.8	54	4.7	0.6*
Zugerstrasse (Knoten LSA) Abschnitt 61517 (KN2)	Tag	80	1114	3.3	51	4.6	0.6*
	Nacht	72	168	2.8	54	4.6	0.6*
Zugerstrasse Abschnitt 61517	Tag	80	1114	3.3	51	4.6	1
	Nacht	72	168	2.8	54	4.6	1
Zugerstrasse (Knoten LSA) Abschnitt 61517 (KN3)	Tag	80	1114	3.3	51	4.6	0.6*
	Nacht	72	168	2.8	54	4.6	0.6*
Zugerstrasse (Knoten LSA) Abschnitt 39197 (KN3)	Tag	79	934	3.3	50	5.3	0.6*
	Nacht	70	137	2.4	50	5.3	0.6*
Zugerstrasse Abschnitt 39197	Tag	79	934	3.3	50	5.3	1
	Nacht	71	137	2.4	50	5.3	1
Zugerstrasse Abschnitt 61516	Tag	79	916	3.3	50	5.3	1
	Nacht	71	135	2.1	50	5.3	1
Zugerstrasse (IaB) Abschnitt 61516	Tag	75	916	3.3	50	5.3	1
	Nacht	67	135	2.1	50	5.3	1
Zugerstrasse (IaB) Abschnitt 39198	Tag	76	916	3.3	50	5.9	1
	Nacht	67	135	2.1	50	5.9	1
Zugerstrasse Abschnitt 39198	Tag	80	916	3.3	50	5.9	1
	Nacht	71	135	2.1	50	5.9	1

Legende:

BelT/BelN: Belagszuschlag für die jeweilige Geschwindigkeit Tag bzw. Nacht in dB (*reduzierter Belagszuschlag Knoten ≤25m; Cercle Bruit Vollzugshilfe 3.21 (2016))

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

Bei einzelnen Gebäuden entlang den Kantonsstrassen ist zusätzlich der Verkehr auf den in der folgenden Tabelle aufgeführten Gemeindestrassen lärmrelevant. Die Werte gelten für den Sanierungshorizont 2036 und beziehen sich jeweils auf einen Abschnitt von ca. 100-200 m vor der Einmündung (Einm.) in die Kantonsstrasse.

Strasse	Zeit- raum	Lret / Lren	Nt / Nn	Nt2 / Nn2	Vt / Vn	i	BelT / BelN
Einsiedlerstrasse Einm. in Zugerstr. km 2.169	Tag	77	709	4.0	55	0.0	0
	Nacht	67	90	2.7	56	0.0	0
Waldeggstrasse Einm. in Zugerstr. km 1.955	Tag	73	197	5.1	50	4.0	0
	Nacht	56	19	2.1	50	4.0	0
Einsiedlerstrasse Einm. in Zugerstr. km 1.824	Tag	75	288	10.0	50	3.5	0
	Nacht	59	24	12.0	50	3.5	0

Die Verkehrszahlen auf den Gemeindestrassen basierend auf dem Emissionskataster der Gemeinde Horgen vom 31.10.2016:

Strasse	Ermittlungsmethode
Einsiedlerstrasse Einm. in Zugerstr. km 2.169	Hochrechnung von gezielten Langzeit-Verkehrszählungen (1 Woche) anhand von Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich
Waldeggstrasse Einm. in Zugerstr. km 1.955	Hochrechnung von gezielten Langzeit-Verkehrszählungen (1 Woche) anhand von Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich
Einsiedlerstrasse Einm. in Zugerstr. km 1.824	Hochrechnung von gezielten Langzeit-Verkehrszählungen (1 Woche) anhand von Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich

Die Genauigkeit der genannten Methode zur Bestimmung des Verkehrs auf Gemeindestrassen genügt in der Regel für die Lärmbeurteilung bei Fenstern, die zur Hauptsache von dem Verkehrslärm auf den Kantonsstrassen belastet sind. Für Aussagen zu Fenstern, bei denen die Emissionen von Gemeindestrassen massgebend sind, ist jedoch die Gemeinde zuständig.

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

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 (Ausbreitungsdämpfung nach StL-86+) erstellt.

Die Strassen wurden mit einer Quelle bei 2-spurigen Strassen bzw. mit zwei parallelen Quellen bei 4-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 Oberfläche 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. Lärmbelastungen

3.4.1. 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) der Gemeinde Horgen an 24 sanierungspflichtigen Gebäuden Überschreitungen zwischen IGW und AW und an einem sanierungspflichtigen Gebäude AW-Überschreitungen auf. Für die Objekte mit vorgesehenen Ersatzmassnahmen (Schallschutzfenster) sind die Belastungen im Anhang 1 enthalten.

Fenster, bei denen die Lärmbelastung zur Hauptsache vom Verkehr auf Gemeindestrassen verursacht wird, werden im vorliegenden Sanierungsprojekt nicht behandelt. Ihre Sanierung gehört in den Zuständigkeitsbereich der Gemeinde.

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

Lärmsituation	Zustand 2036 ohne LSM
Anzahl Gebäude \geq AW	1
Anzahl Gebäude mit überschrittenem IGW (IGW < Lr < AW)	24

Legende:

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

3.4.2. Lärmbelastung Untersuchung wesentliche Änderung

Die geplanten Lichtsignalanlagen im Rahmen des Strassenbauprojektes führen bei 5 Gebäuden mit Überschreitungen zw. IGW und AW zu einer wesentlichen Änderung (Lärmzunahme ≥ 1 dB(A)). Die Ergebnisse der Lärmberechnung gehen aus der Übersichtstabelle Tab 4 hervor.

Tab 4 Strassenlärmbelastungen im Untersuchungsperimeter der wesentlichen Änderung aufgrund des Strassenbauprojektes in der Mitte der geöffneten Fenster und an den exponiertesten Beurteilungspunkten der Liegenschaften.

Gebäudeinformationen			ES	SH ohne LSA		SH mit LSA		Pegel- zunahme dB(A)
FALS_ID	Objektadresse	Nutz- ung		Lr		Lr		
				mit Massn. dB(A) Tag	Nacht	mit Massn. dB(A) Tag	Nacht	
66680	Allmendweg 4	W	III	63	55	64	56	0.4
66733	Allmendweg 10	W	III	63	55	64	56	0.4
66721	Allmendweg 11	W	III	56	49	56	49	0.0
66713	Allmendweg 12	W	III	59	52	60	52	0.4
66740	Allmendweg 13	W	III	58	51	59	51	0.4
173261	Allmendweg 14	W	III	66	58	67	59	0.8
173260	Allmendweg 16	W	III	63	56	65	57	1.2
173513	Allmendweg 18	W	III	65	57	66	58	1.2
66461	Einsiedlerstrasse 291b	W:NLE	II	58	50	58	50	0.0
66478	Einsiedlerstrasse 291c	W:NLE	II	61	53	62	53	0.4
153864	Einsiedlerstrasse 291d	W:NLE	II	60	52	61	53	0.4
127397	Einsiedlerstrasse 300	W	III	68	60	69	62	1.2
66948	Einsiedlerstrasse 301	W	III	64	57	65	58	0.8
		B:NLE	III	70		71		1.2
127396	Einsiedlerstrasse 302	W	III	63	55	64	56	0.8
133000059	Einsiedlerstrasse 303	W	III	64	57	64	58	0.8
127395	Einsiedlerstrasse 304	W	III	62	52	62	53	0.4
133000058	Einsiedlerstrasse 305	W	III	63	56	64	57	0.8



FALS_ID	Gebäudeinformationen			ES	SH ohne LSA		SH mit LSA		Pegel- zunahme dB(A)
	Objektadresse	Nutz- ung	Lr mit Massn. dB(A)		Lr mit Massn. dB(A)				
					Tag	Nacht	Tag	Nacht	
133000057	Einsiedlerstrasse 307	W	III	62	55	63	56	0.8	
133000005	Einsiedlerstrasse 309	W	III	65	57	66	58	1.2	
127475	Einsiedlerstrasse 320	W	III	69	61	69	61	0.4	
127474	Einsiedlerstrasse 322	W	III	65	57	65	57	0.0	
127473	Einsiedlerstrasse 324	W	III	64	56	64	56	0.4	
127472	Einsiedlerstrasse 326	W	III	62	54	62	54	0.4	
127471	Einsiedlerstrasse 328	W	III	62	54	62	54	0.4	
127470	Einsiedlerstrasse 330	W	III	61	54	61	54	0.4	
127469	Einsiedlerstrasse 332	W	III	69	61	70	62	0.8	
127468	Einsiedlerstrasse 334	W	III	65	57	65	58	0.8	
127467	Einsiedlerstrasse 336	W	III	64	56	64	57	0.8	
127466	Einsiedlerstrasse 338	W	III	63	55	64	56	0.8	
127465	Einsiedlerstrasse 340	W	III	62	55	63	56	0.8	
66521	Im Schnegg 1	B	III	61		62		0.4	
189329	Im Schnegg 1a	B	III	67		68		1.2	
173520	Im Schnegg 5	W	II	62	53	62	54	0.4	
173256	Im Schnegg 7	W	II	62	55	63	55	0.4	
173254	Im Schnegg 9	W	II	58	50	58	50	0.4	
173255	Im Schnegg 11	W	II	58	50	58	50	0.4	
173252	Im Schnegg 13	W	II	57	50	58	51	0.4	
66893	Kalkofenstrasse 15	W	II	58	51	59	52	0.8	
66796	Kalkofenstrasse 17	W	II	58	51	59	52	0.4	
66856	Kalkofenstrasse 19	W	II	64	56	65	57	1.2	
133000056	Kalkofenstrasse 21	W	III	58	51	58	52	0.4	
66736	Kalkofenstrasse 23	W	III	57	50	58	51	0.4	
66599	Kalkofenstrasse 25	W	II	62	55	62	56	0.4	
66712	Waldeggstrasse 4	B	III	64		65		0.4	
67045	Waldeggstrasse 5	W	II	61	52	61	53	0.4	
67018	Waldeggstrasse 5b	W:NLE	II	62	54	63	54	0.8	
67077	Waldeggstrasse 5c	W:NLE	II	68	60	70	61	1.2	
66865	Waldeggstrasse 6, 8	B	III	68		69		1.2	
66377	Zugerstrasse 162	W:NLE	III	62	53	62	53	0.0	
66709	Zugerstrasse 185	W	III	71	63	72	64	0.4	

Legende:

- W: Lärmempfindliche Wohnräume
B: Lärmempfindliche Betriebsräume
NLE: Lärmunempfindliche Gebäude / Nutzung
Lr: Beurteilungspegel Sanierungshorizont (2036)
1.2 Pegelzunahme ≥ 1 dB(A) führt zur wesentlichen Änderung



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.

Andere verkehrsbeschränkende Massnahmen sind im Untersuchungsperimeter nicht möglich und finden dementsprechend auch keine Berücksichtigung im Lärmsanierungsprojekt.

4.1.1. Lärmarmes Belag

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 im Kanton Zürich führt dies zu erhöhten Beeinträchtigungen des Verkehrs (Anzahl Baustellen) und höheren Unterhaltskosten.

Aus lärmtechnischer Sicht stellen lärmarme Beläge als Massnahme an der Quelle jedoch eine effiziente Lösung dar. Sie reduzieren den Lärm am Ort der Entstehung und führen im Gegensatz zu Lärmschutzwänden nicht zu einer Beeinträchtigung des Ortsbildes. Ihre Wirkung ist flächendeckend in allen Geschossen sowie im Aussenraum spürbar. Angesichts von verbesserten Belagstypen hat sich das Tiefbauamt deshalb für ein Testprogramm an ausgewählten Standorten entschieden. Im Untersuchungsperimeter soll auf dem folgenden Abschnitt ein lärmarmes SDA 4-12 -Belag realisiert werden:

Tab 5 Abschnitte Untersuchung lärmarmes Belag als Lärmsanierungsmassnahme

Strasse	von / bis	Wirkung	Beurteilung / Vorgehen
Zugerstrasse	2.536 - 2.812	2-4 dB	geeignet / Integration in akustisches Projekt

Eine eingehende Prüfung anhand von technischen, akustischen, gestalterischen und wirtschaftlichen Kriterien hat ergeben, dass sich für den bezeichneten Abschnitt der Zugerstrasse ein lärmarmes Belag ergänzt mit einer Lärmschutzwand besser eignet, als nur eine Lärmschutzwand ohne lärmarmes Belag. Im Vergleich zu einer Lärmschutzwand ohne lärmarmes Belag profitieren deutlich mehr Personen von einer Lärmreduktion: beidseits der Strasse und in allen Geschossen, was zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit führt.

Detaillierte Angaben sind der Beilage 2 zu entnehmen.



4.1.2. Reduzierte Höchstgeschwindigkeit

Für sanierungspflichtige Strassen mit einer signalisierten Höchstgeschwindigkeit von 50 bzw. 60 km/h wurde die Möglichkeit einer Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme abgeklärt (Reduktion auf 50 km/h bzw. auf 30 km/h). Eine Reduktion der Geschwindigkeit unter 50 km/h ist auf Staatsstrassen in der Regel nicht zulässig.

In einem ersten Schritt wurden die betroffenen Strassen in einzelne Abschnitte mit homogenem Charakter und Erscheinungsbild unterteilt. Im Untersuchungsperimeter ergaben sich dadurch die in Tab. 6 dargestellten Abschnitte.

Tab 6 Abschnitte Untersuchung Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme

Strasse	Kategorie	von - bis	v sign
Zugerstrasse	HVS	Breitmatt / Waldegg - "Geschwindigkeitswechsel"	60 km / h
Zugerstrasse	HVS	"Geschwindigkeitswechsel" - Waldeggstrasse	50 km / h
Zugerstrasse	HVS	Waldeggstrasse – Im Schnegg	50 km / h
Zugerstrasse	HVS	Reithystrasse - Churfirstenstrasse	50 km / h

Legende:

HVS Hauptverkehrsstrasse
v sign Signalisierte Geschwindigkeit

Breitmatt/Waldegg – "Geschwindigkeitswechsel":

Der betreffende Strassenabschnitt liegt im Ausserortsbereich. Die allgemeine Höchstgeschwindigkeit beträgt nach Verkehrsregelverordnung Art. 4a ausserhalb von Ortschaften 80 km/h (ausgenommen Autostrassen und Autobahnen). Im Abschnitt beträgt die signalisierte Geschwindigkeit bereits 60 km/h. Eine weitere Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit wurde daher nicht weiter untersucht.

"Geschwindigkeitswechsel" – Waldeggstrasse:

Der betreffenden Abschnitt (Innerortsbereich) eignet sich nur bedingt für eine Geschwindigkeitsreduktion. Durch die Nutzung des Supermarktes kommt es zu Publikumsverkehr. Aufgrund der offenen Bebauungsstruktur ohne Bezug zur Strasse wurde eine Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit nicht weiter untersucht.

Waldeggstrasse – Im Schnegg:

Der betreffende Strassenabschnitt liegt im Innerortsbereich. Aus verkehrstechnischer Sicht eignet sich der Abschnitt nicht für Tempo 30. Im Strassenbauprojekt ist jedoch darauf zu achten, dass die Projektierungsgeschwindigkeit bei 50 km/h liegt.

Reithystrasse – Churfirstenstrasse:

Der betreffenden Abschnitt (Innerortsbereich) eignet sich aufgrund der zurückversetzten Bebauungsstruktur ohne Bezug zur Strasse nicht für eine Geschwindigkeitsreduktion.

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 2011 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 2011 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 Kostenwirksamkeit 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 6: Zugerstrasse (neue LSW)

Im Abschnitt 6 wurde eine Lärmschutzwand zum Schutz von fünf Mehrfamilienhäusern untersucht.

In den Obergeschossen auf dem Dach des Einkaufszentrums befinden sich die zu schützenden Wohnungen. Gemäss der Stellungnahme der Gemeinde vom 7. Februar 2011 ist im Strassenabstand keine Lärmschutzwand oder ein Wall realisierbar, da zwischen der Hausfassade und dem Strassenrand resp. Hinterkante Gehweg nicht ausreichend Platz für eine Lärmschutzausrichtung vorhanden ist. Neulich wurde das Einkaufszentrum im Erdgeschoss inkl. Fassade und Brüstung komplett saniert und erweitert wobei eine Lärmschutzvorrichtung auf dem Dach vorgesehen wurde.

Abschnitt 8: Zugerstrasse (Ergänzung-/ neue LSW)

Im Abschnitt 8 wurde die beidseitige Erweiterung einer bestehenden Lärmschutzwand zum Schutz von fünf Mehrfamilienhäusern und von einem Einfamilienhaus mit Gewerbe im EG untersucht.

Die Baubewilligungen für die Liegenschaften hinter der geplanten LSW wurden teilweise vor 1.1.1985 erteilt. Eine Erhöhung der bestehenden Lärmschutzwand von 2.65m ist nicht möglich. Der Restaurantbetrieb im Erdgeschoss der Liegenschaft Zugerstrasse 185 ist von der lärmverursachenden Strasse her erschlossen. Bei Realisierung einer nördlichen Lärmschutzwandweiterung wird die Zugänglichkeit und Erreichbarkeit dieses Betriebes übermässig beeinträchtigt. Auf Grund der schlechten wirtschaftlichen Tragbarkeit wird die südliche Erweiterung der bestehenden LSW auch nicht zur Ausführung empfohlen. Berechnungsgrundlagen gem. "Leitfaden: Projekt Schallschutzfenster" vom Dezember 2014 können aus der Tab. 7 entnommen werden.

Tab 7 Wirkung- und Wirtschaftlichkeitsprüfung der geplanten Lärmschutzwandweiterung im Abschnitt 8

FALS-ID	Parzelle	Objektadresse	EP	Stockwerk	Wirkung LSW dB(A)	Anzahl Personen über IGW	Dezibel * Personen
1339371	161	Allmendweg 18	1	4.0G	1	0	0
			1	3.0G	2	0	0
			1	2.0G	3	0	0
			1	1.0G	4	0	0
			1	EG	5	0	0
1339372	161	Allmendweg 16	1	4.0G	1	0	0
			1	3.0G	1	0	0
			1	2.0G	2	0	0
			1	1.0G	2	0	0
			1	EG	3	0	0
1339373	161	Allmendweg 14	1	4.0G	0	0	0
			1	3.0G	1	0	0
			1	2.0G	1	0	0
			1	1.0G	2	0	0
			1	EG	1	0	0
66733	163	Allmendweg 10	1	2.0G	0	0	0
			1	1.0G	0	0	0
			1	EG	1	0	0
66796	513	Kalkofenstrasse 17	1	4.0G	5	0	0
			1	3.0G	6	0	0

FALS-ID	Parzelle	Objektadresse	EP	Stockwerk	Wirkung LSW dB(A)	Anzahl Personen über IGW	Dezibel * Personen
			1	2.0G	7	0	0
			1	1.0G	7	0	0
66856	513	Kalkofenstrasse 19	1	4.0G	3	1.875	5.625
			1	3.0G	5	1.875	9.375
			1	2.0G	6	0	0
			1	1.0G	7	0	0
			2	4.0G	4	1.875	7.5
			2	3.0G	5	0	0
			2	2.0G	6	0	0
			2	1.0G	7	0	0
			3	4.0G	4	0	0
			3	3.0G	5	0	0
			3	2.0G	5	0	0
			3	1.0G	7	0	0
			4	4.0G	3	0	0
			4	3.0G	4	0	0
			4	2.0G	5	0	0
			4	1.0G	6	0	0
66893	165	Kalkofenstrasse 15	1	4.0G	5	0	0
			1	3.0G	6	0	0
			1	2.0G	8	0	0
			1	1.0G	8	0	0
Total Dezibel * Personen						22.5	
Investitionskosten LSW						Fr. 200'000.00	
KNF (CHF/dB*Pers)						Fr. 8'888.89	
Maximaler KNF (CHF/dB*Pers)						Fr. 5'000.00	
Wirtschaftlich tragbar						Nein	

Abschnitt 11: Zugerstrasse (neue LSW)

Im Abschnitt 11 wurde eine Lärmschutzwand zum Schutz mehrerer Ein- und Zweifamilienhäuser untersucht. Die Belastungen im Erdgeschoss sowie im 1. Obergeschoss können durch die Lärmschutzwand in Kombination mit der geplanten Belagssanierung des Strassenbauprojektes unter den IGW gesenkt werden. Die Gesamtbeurteilung ist positiv. Es wird folgende Massnahme zur Realisierung vorgeschlagen.

§ Lärmschutzwand Zugerstrasse, Ecke Zelgenweg bis Bergwerkstrasse 74
 (L: 277m, H: 1.2m)

Detaillierte Angaben dazu sind dem akustischen Projekt Belagssanierung und Lärmschutzwand (Beilage 2) zu entnehmen.


4.2.4. Prüfung der Rückerstattung von bestehenden Lärmschutzwänden

Die Beurteilung der Rückerstattungspflicht erfolgt nach den in Kapitel 2.6 definierten Kriterien. In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengefasst.

Tab 8 Prüfung der Rückerstattungspflicht von bestehenden Lärmschutzmassnahmen

Abschnitt (gemäss Vorstudie)	5	8
Bezeichnung Standort	Zugerstr. – Einsiedlerstr. 300-330	Zugerstr. - Allmendweg 14-18
Kriterien		
Baubewilligung Gebäude	2001	1994
IGW-Überschreitung im Jahr 2036	Ja	Ja
Baubewilligung LSW nach 1.1.1985	Ja	Ja
Akustische Wirkung	-	-
Wirtschaftlichkeit	-	-
Bemerkungen		
Rückerstattungspflicht	Nein	Nein

Legende:

BBV:	Baubewilligungsverfahren
LSV:	Lärmschutzverordnung
LSW:	Lärmschutzwand
	Ausschlussgrund für Rückerstattungspflicht

Keine der untersuchten bestehenden Lärmschutzmassnahmen ist somit rückerstattungspflichtig.

4.3. Erleichterungsanträge

Da im Untersuchungsperimeter die sanierungspflichtigen Gebäude nicht oder nur teilweise 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 Er-



leichterungen 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.

Können bei wesentlich geänderten öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden, gewährt die Vollzugsbehörde gestützt auf Art. 25 USG Erleichterungen für die betroffenen Liegenschaften sofern ein überwiegendes öffentliches Interesse an der Anlage besteht. Für Liegenschaften, welche nach dem 1.1.1985 eine Bau- bzw. Umbaubewilligung erhalten haben, werden keine Erleichterungsanträge gestellt, wenn bereits zum Zeitpunkt der Bau- / Umbaubewilligung eine Grenzwert-Überschreitung vorlag.

4.4. Anspruch auf Schallschutzmassnahmen

4.4.1. Ordentliche Sanierung

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 - Pflichteinbau). Bei lärmempfindlichen Räumen mit erreichtem AW ist also der Strasseneigentümer verpflichtet, die Kosten der Schallschutzmassnahmen vollständig zu übernehmen (Art. 16 LSV - Pflichtteil).

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.

4.4.2. Wesentlichen Änderung

Wenn eine wesentliche Änderung der Anlage vorliegt, haben lärmempfindlich genutzte Gebäude mit einer IGW-Überschreitung Anspruch auf Schallschutzfenster. Für Liegenschaften, welche nach dem 1.1.85 baubewilligt wurden, trifft dieser Sachverhalt nur dann zu, wenn zum Zeitpunkt der Bewilligung nachweislich die Immissionsgrenzwerte eingehalten wurden. Wenn zum Zeitpunkt der Baubewilligung bereits Grenzwertüberschreitungen vorlagen, waren die Eigentümer dieser Liegenschaften damals verpflichtet - in Anlehnung an Art. 31 und 32 LSV - dafür zu sorgen, dass die verschärften Anforderungen an den Schallschutz erfüllt werden. Somit besteht kein Anspruch auf eine Finanzierung des Einbaus von Schallschutzfenstern.



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 Gebäudedgrundrisse, 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 im Rahmen der ordentlichen Sanierung

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

5.1.5. Erhebung IGW-Gebäude im Rahmen der wesentlichen Änderung

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

5.1.6. Kostenrückerstattung

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

5.1.7. 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.

5.1.8. 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 9 Betroffene Liegenschaften im Untersuchungsperimeter (ordentliche Lärmsanierung / wesentliche Änderung)

Kategorie	Ordentliche Lärmsanierung	Wesentliche Änderung
	Anzahl	Anzahl
Gebäude mit AW-Überschreitung und Anspruch auf SSF	1	0
Gebäude mit IGW-Überschreitung und Anspruch auf SSF	11	6
Gebäude mit AW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF	3	4
Gebäude mit IGW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF	29	24
Gebäude, die Erleichterungen bedingen	25	6
Gebäude ohne IGW-Überschreitung	22	17
Total untersuchte Gebäude	64	50

Legende:

AW:	Alarmwert
IGW:	Immissionsgrenzwert
SSF:	Schallschutzfenster

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 sowie bei Gebäuden mit Vorliegen einer wesentlichen Änderung 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 Kosten können der Gebäudeliste im Anhang 1 entnommen werden. Gemäss Kostenschätzung ist mit den folgenden Kosten zu rechnen.

Tab 10 Kostenschätzung Schallschutzfenster, Anteil Staatsstrassen

SSF Bericht	Anzahl Gebäude [Stk.]	Kosten Pflicht-Anteil [Fr.]	Kosten freiwilliger Anteil [Fr.]	Kosten Total [Fr.]
IGW Gebäude wesentliche Änderung	6	813'246	0	813'246
AW Gebäude LSP	1	6'741	1'200	7'941
IGW Gebäude LSP	8	0	93'950*	93'950
Gesamtkosten Schallschutzfenster				915'137

Legende:

IGW-Gebäude Wesentliche Änderung: Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte aufgrund der wesentlichen Änderung

IGW-Gebäude LSP: Gebäude mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte, nicht aber der Alarmwerte im Rahmen der ordentlichen Sanierung

*: Da keine Doppelsubventionierung stattfindet, werden nur noch die Fenster subventioniert, welche keine Sanierung aufgrund der wesentlichen Änderung erfahren haben.

Die Kosten für Schallschutzfenster, welche durch die wesentliche Änderung entstehen, gehen zulasten des Strassenbauprojektes. Die Sanierungskosten der Staatsstrasse gehen zulasten des Lärmsanierungsprojektes Staatsstrassen.



Burgdorf, 2. September 2020

Mike Thoms

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

Zoltán Takács

Ingenieurwissenschaftler
Universität Debrecen (Ungarn)

Anhang 1:

Gebäudeliste