



Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt
Stab



Fachstelle Lärmschutz
Sanierungen

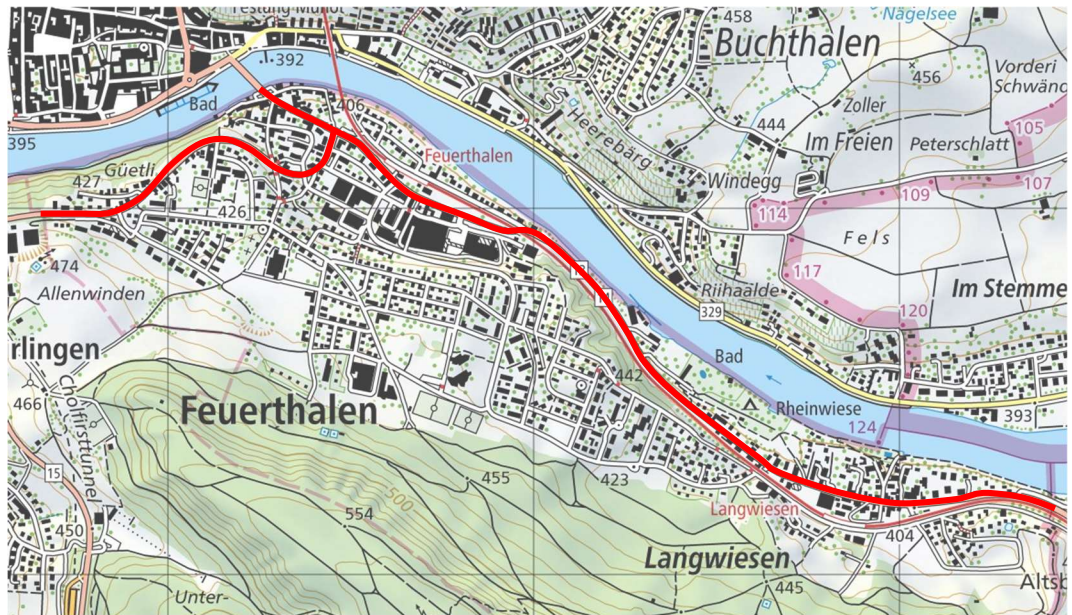
Lärmsanierung Staatsstrassen Akustisches Projekt

Gemeinde: **027 Feuerthalen**

Sanierungsregion: **Weinland Nord, WEL-1**

Strassen: **Zürcherstrasse,
Diessenbachstrasse, Hauptstrasse**

Berichtteil: **Bericht Schallschutzfenster**



Bearbeitungsstufe:
Akustisches Projekt

IBMT Ingenieure AG

Lärm | Akustik | Bauphysik



22. März 2024



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	7
3. Lärmbelastung	8
3.1. Lärmbelastungskataster (LBK) und massgebender Beurteilungszustand	8
3.2. Verkehrsdaten und Emissionen	8
3.3. Lärmermittlung	10
3.4. Lärmbelastung für den Zustand 2043 ohne Massnahmen	13
4. Lärmsanierungsprojekt	14
4.1. Massnahmen an der Quelle	14
4.2. Massnahmen im Ausbreitungsbereich	18
4.3. Erleichterungsanträge	20
4.4. Anspruch auf Schallschutzmassnahmen	21
5. Massnahmen bei betroffenen Gebäuden	22
5.1. Allgemeines	22
5.2. Übersicht betroffene Liegenschaften	23
5.3. Zeitplan für die Durchführung der Massnahmen	24
5.4. Kostenschätzung Schallschutzfenster	24

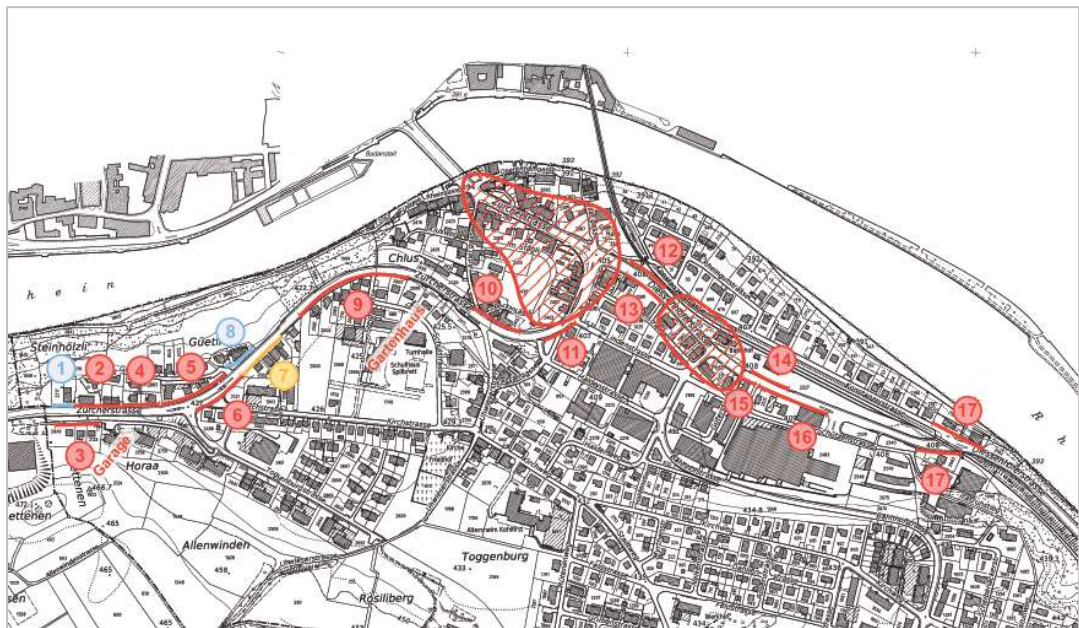
1. Ausgangslage

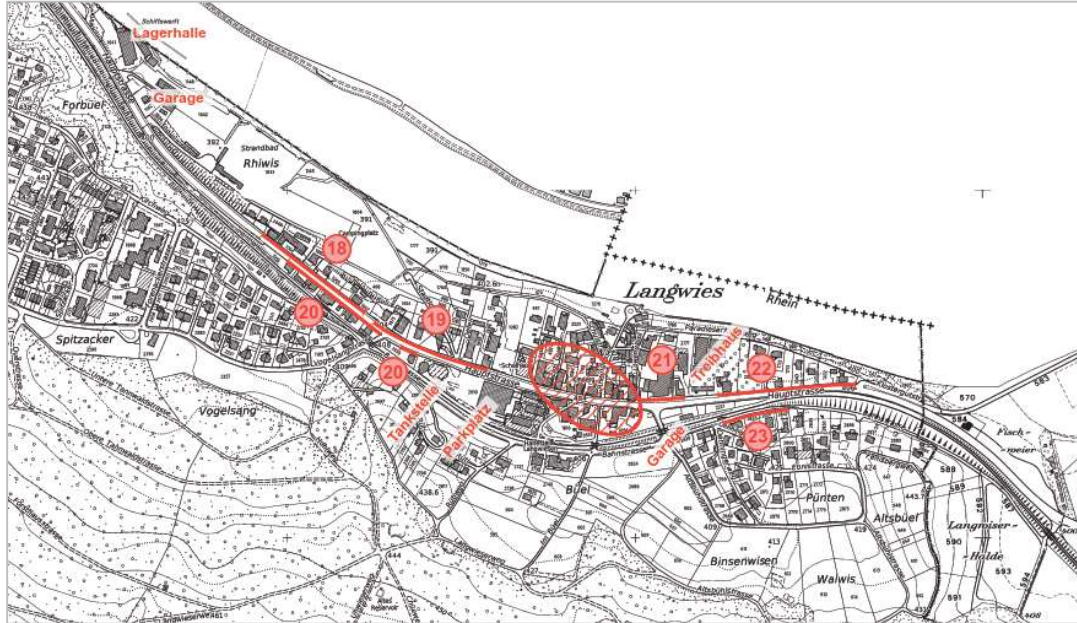
Durch die Gemeinde Feuerthalen führen Staatsstrassen, deren Verkehrsaufkommen bei diversen angrenzenden Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte (IGW) und bei den exponiertesten Gebäuden sogar Überschreitungen der Alarmwerte (AW) verursachen. Gemäss Umweltschutzrecht des Bundes sind Verkehrsanlagen 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 Feuerthalen besteht diese Sanierungspflicht, so dass der Kanton Zürich ein Lärmsanierungsprojekt zu erstellen hat.

Gestützt auf den Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 270/2014 des Kantons Zürich und die Ergebnisse, die aus dem Lärmbelastungskataster (GIS-LBK) resultieren, wurde in der Gemeinde Feuerthalen die Abklärung von Schallschutzfenstern (SSF) entlang den Staatsstrassen eingeleitet. Als weitere Grundlage für das vorliegende Projekt gilt die Vorstudie "Machbarkeit baulicher Lärmschutzmassnahmen" vom 1. Dezember 2011.

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.

Abb 1 Auszug aus dem Beurteilungsplan Machbarkeit von baulichen Massnahmen vom 1. Dezember 2011





Legende:
Machbarkeit Lärmschutzwände und -wälle

- Wand / Wall nicht möglich
- Wand / Wall bedingt möglich
- Wand / Wall möglich
- Wand / Wall bestehend
- Ausschlussgebiet



2. Grundlagen

2.1. Rechtliche Grundlagen

- Bau- und Zonenordnung der Gemeinde Feuerthalen vom 23. November 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 (2015): Lärmbelastungskataster Sanierungshorizont 2035, STR_LBK_F.shp, (Gemeinde Feuerthalen - Lärmbelastung Sanierungshorizont 2035, Übersichtsplan 1:5'000)
- Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz / ewp AG (2011): Gemeinde Feuerthalen - Vorstudie zur Machbarkeit von baulichen Massnahmen inkl. Stellungnahme Gemeinde Feuerthalen
- Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt, Fachstelle Lärmschutz (2011): "Leitfaden: Projekt Schallschutzfenster" und Beilagen (Stand 14.07.2022)
- Baudirektion Kanton Zürich, Tiefbauamt (2011): Normalie 725.00.01 für den Vollzug von Schallschutzmassnahmen an Gebäuden entlang von Staatsstrassen (Stand 14. Juli 2022)
- Lärmberechnungs-Software SLIP'20, Vollversion 8e
- Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 1169/2008: Finanzierungsmodell für Schallschutzfenster an Staatsstrassen vom 16. Juli 2008
- Regierungsratsbeschluss (RRB) Nr. 270/2014: Lärmschutz, Staatsstrassen Region Weinland, vom 5. März 2014
- Gutachten Temporeduktion und lärmarter Belag, Zürcherstrasse/Diessenhoferstrasse/Hauptstrasse, Ingenieurbüro Mike Thoms GmbH, 28. Februar 2022
- Anwendungsrichtlinie sonROAD18 im Kanton Zürich (v8.7) Fachstelle Lärmschutz

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 Feuerthalen 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 (2043)

- : 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 diejenigen Staatsstrassen-Abschnitte und Gebäude in der Gemeinde Feuerthalen, bei denen die Immissionsgrenzwerte im Sanierungszustand überschritten sind:

- Zürcherstrasse Route Nr. 13 (HVS - Hauptverkehrsstrasse Kanton) und Nr. 15 (RVS - Regionale Verbindungsstrasse Kanton)
- Diessenhoferstrasse, Hauptstrasse Route Nr. 13 (HVS - Hauptverkehrsstrasse Kanton)



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 Lärmschutzwand (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. Massnahmekriterien (Machbarkeit, Verhältnismässigkeit, etc.).

Die Prüfung und Beurteilung der Rückerstattung von bestehenden Massnahmen erfolgt im Kapitel 4.2.



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.

Die digitalen Grundlagen des Lärmbelastungskatasters wurde von der FALS zur Verfügung gestellt.

Seit dem 1. Juli 2023 gilt das Quellenmodell sonROAD18 zusammen mit dem Ausbreitungsmodell ISO 9613-2 als anerkannter Stand der Technik und ist als Berechnungsverfahren für Strassenlärm zu verwenden. Der Lärmbelastungen für den Sanierungshorizont 2043 wurden mithilfe eines dreidimensionalen Berechnungsmodells von der IBMT Ingenieure AG berechnet.

Der Stand 2023 (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 2043 der massgebende Beurteilungszustand (Sanierungszustand) und wurde entsprechend im LBK dargestellt.

Im Rahmen der akustischen Überprüfung wurden folgende Zustände untersucht:

- Beurteilungszustand 2043 ohne und mit Massnahmen

3.2. Verkehrsdaten und Emissionen

3.2.1. Emissionswerte

Die Verkehrszahlen und Emissionswerte für den Referenzzustand 2023 wurden bei den Staatsstrassen durch den Lärmbelastungskataster der Fachstelle Lärmschutz vorgegeben.

Für den Sanierungshorizont 2043 (Beurteilungszustand) wurde ein Prognosezuschlag angewendet, der die zukünftig erwartete Verkehrsentwicklung berücksichtigt. Bei den Hauptverkehrsstrassen wurden die Emissionen nach dem neuesten Stand der Technik mit dem Emissionsmodell sonROAD18 berechnet.

Für die Berechnung der Emissionen von Staatsstrassen sind in einem Lärmberechnungsprogramm die Parameter segmentweise gemäss LBK einzugeben (Strassentyp, Verkehrsmengen, Steigung, Geschwindigkeit und Belagskorrektur).

Tab 2 Emissionen der massgebenden Staatsstrassen im Beurteilungszustand 2043 ohne Massnahmen

Strasse bzw. Abschnitt [R1/R2]	Zeit- raum	Lret / Lren	Nt / Nn	Nt2 / Nn2	Vt / Vn	i	KB T/N	N-Verteilung [Swi10Knv23]
Zürcherstrasse FALS Nr.: 19354-/19355+	Tag	73.2	253.8	5.9	50	+/-4.8	0	VS,50-60 km/h
	Nacht	64.0	32.0	5.0	50	+/-4.8	0	
Zürcherstrasse FALS Nr.: 17330-/17331+	Tag	72.5	215.7	5.9	50	+/-3.0	0	VS,50-60 km/h
	Nacht	63.3	27.1	5.0	50	+/-3.0	0	
Zürcherstrasse FALS Nr.: 18741-/18742+	Tag	72.3	215.7	4.0	50	+/-2.2	0	VS,50-60 km/h
	Nacht	63.1	27.1	3.0	50	+/-2.2	0	
Zürcherstrasse FALS Nr.: 20554.1+/20555.1-	Tag	76.5	564.5	4.0	50	+/-0.0	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	68.0	81.3	3.0	50	+/-0.0	0	
Zürcherstrasse FALS Nr.: 20554.2+/20555.2-	Tag	76.5	564.5	4.0	50	+/-5.3	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	68.0	81.3	3.0	50	+/-5.3	0	
Zürcherstrasse FALS Nr.: 20554.3+/20555.3-	Tag	76.5	564.5	4.0	50	+/-5.1	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	68.0	81.3	3.0	50	+/-5.1	0	
Diessenhoferstrasse FALS Nr.: 11563.1+/11564.1-	Tag	75.0	384.5	5.4	50	+/-1.6	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.9	49.9	4.0	50	+/-1.6	0	
Diessenhoferstrasse FALS Nr.: 11563.2+/11564.2-	Tag	75.0	384.5	5.4	50	+/-1.1	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.9	49.9	4.0	50	+/-1.1	0	
Diessenhoferstrasse FALS Nr.: 16629-/16630+	Tag	74.8	369.1	5.4	50	+/-1.9	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.8	48.0	4.0	50	+/-1.9	0	
Hauptstrasse FALS Nr.: 15466.1-/15467.1+	Tag	74.9	376.5	5.4	50	+/-2.9	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.9	49.3	4.0	50	+/-2.9	0	
Hauptstrasse FALS Nr.: 15466.2-/15467.2+	Tag	74.9	376.5	5.4	50	+/-2.5	0	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.9	49.3	4.0	50	+/-2.5	0	
Hauptstrasse FALS Nr.: 16185+/16186-	Tag	78.3	377.1	5.4	80	+/-0.8	0	HVS,80 km/h
	Nacht	69.3	49.3	4.0	80	+/-0.8	0	
Hauptstrasse FALS Nr.: 18065+/18066-	Tag	75.6	376.5	5.4	80	+/-0.3	-3	HVS,80 km/h
	Nacht	66.5	49.3	4.0	80	+/-0.3	-3	
Hauptstrasse FALS Nr.: 10987.1+/10988.1-	Tag	72.8	369.1	5.4	50	+/-0.2	-3	HVS,50-60 km/h
	Nacht	63.7	48.0	4.0	50	+/-0.2	-3	
Hauptstrasse FALS Nr.: 10987.2+/10988.2-	Tag	74.2	369.1	5.4	50	+/-0.5	-1	HVS,50-60 km/h
	Nacht	65.1	48.0	4.0	50	+/-0.5	-1	
Hauptstrasse FALS Nr.: 11025-/11026+	Tag	78.1	361.1	5.4	80	+/-1.2	0	HVS,80 km/h
	Nacht	69.1	46.9	4.0	80	+/-1.2	0	

Legende:

R1 / R2 Richtung 1 / Richtung 2

+ / - + = positive Strassensteigung / - = negative Strassensteigung

Lret/Lren: Emissionspegel der Strasse in dB(A) tags bzw. nachts; Schalldruckpegel in einem Meter Abstand von der Strassenachse; dieser Wert beinhaltet Reflektionen auf dem Belag.

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:	Anteil besonders lärmiger Fahrzeuge am Tag bzw. in der Nacht in Prozent des Nt bzw. Nn
Vt/Vn:	Signalisierte Geschwindigkeit am Tag bzw. in der Nacht in km/h
i:	Strassensteigung in Prozent; die Steigungskorrektur wird in der Berechnungssoftware automatisch berücksichtigt
KB T/N:	Belagskennwert in sonROAD18 am Tag bzw. in der Nacht in dB(A)
N-Verteilung	Die ausgewählte N-Verteilung wird verwendet, um Aspekte des Fahrzeugmixes und der Tag-/Nachtaufteilung zu bestimmen, die nicht explizit angegeben sind. Diese Funktionalität enthält den SWISS10-Konverter Swi10Knv23.

3.2.2. Prognose Sanierungshorizont 2043

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. Fahrzeugkategorien

Die Verkehrszahlen nach Swiss10 werden mit dem Swiss10-Konverter mit der Eingabe der stündlichen Verkehrsmenge und des Anteils lärmintensiver Fahrzeuge je Tag und Nacht berechnet. Der motorisierte öffentliche Verkehr ist im Anteil lärmintensiver Fahrzeugen und somit auch im Swiss10-Konverter integriert.

3.2.4. Belagszuschläge

Alle Emissionsstrecken wurden mit einem Belagszuschlag versehen. Dieser beträgt gemäss „Anwendungsrichtlinie sonROAD18 im Kanton Zürich (v8.7)“ der FALS vom 28.09.2023.

Tab 3 Belagszuschläge „Anwendungsrichtlinie sonROAD18 im Kanton Zürich (v8.7)“

Belag	Belagskennwert in sonROAD18
Normalfall, alte Beläge und AC 8 normal	KB 0 dB(A)
SDA 8-12 und AC 8 lärmarm	KB -1 dB(A)
SDA 4-12/16 lärmarm	KB -3 dB(A)

3.2.5. Geschwindigkeit

Es wird generell die signalisierte Geschwindigkeit verwendet.

3.3. Lärmermittlung

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

Die Beurteilungspegel sind mit einer Nachkomastelle ausgewiesen. (Cercle Bruit, Vollzugshilfe 1.10 "Runden und Darstellen von Lärmermittlungsergebnissen" 2022)



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 erfolgten 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'20, Version 8e (Strassenlärm-Emissionsmodell nach sonROAD18 in Kombination mit dem Ausbreitungsmodell ISO 9613-2) erstellt.

Die Strassen wurden bei 2-spurigen Strassen mit zwei parallelen Quellen 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. Meteoeflüsse

Die Berechnungen mit dem akustischen Modell sonROAD18 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 Ausbreitungsabständen markant höhere Lärmbelastungen auftreten.

Im Gegensatz zu Hochleistungsstrassen beschränkt sich die Lärmermittlung bei Hauptverkehrsstrassen auf einen wesentlich schmaleren Korridor entlang den Staatsstrassen. Meteoeflüsse 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 sonROAD18 wurden Reflexionen erster Ordnung anhand der Spiegelquellentheorie berücksichtigt. In der Regel werden LSW mit schallabsorbierender Oberfläche vorgeschlagen, so dass Reflexionen an diesen Flächen vernachlässigt werden können.

3.3.5. Bodenfaktor G

Der Bodenfaktor G wird bei Katastern und bestehenden Gebäuden aus der Ebene Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung generiert. Manuelle Korrekturen sind zulässig. Die Zuordnung der Bodenbedeckungskategorien der amtlichen Vermessung zum Bodenfaktor G richtet sich nach der Tabelle 3 der „Anwendungsrichtlinie sonROAD18 im Kanton Zürich (v8.7)“.



3.3.6. Pegelkorrektur K1

Gemäss Anhang 3 LSV wird bei der Ermittlung des Beurteilungspegels L_r eine Pegelkorrektur K_1 berücksichtigt. Diese errechnet sich aufgrund des durchschnittlichen, stündlichen Motorfahrzeugverkehrs und beträgt 0 bis -5 dB(A). Bei mehr als 100 Fahrzeugen pro Stunde beträgt die Pegelkorrektur $K_1 = 0$ dB(A). Die Pegelkorrektur K_1 wurde für jeden Strassenquerschnitt separat ermittelt und immissionsseitig bei den relevanten Liegenschaften im Immissionsbereich des jeweiligen Strassenabschnitts resp. Querschnitts bei der Bildung des Beurteilungspegels berücksichtigt.

3.3.7. 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 2043 ohne Massnahmen

Die Ergebnisse der Lärmberechnung gehen aus der Gebäudeliste im Anhang 1 hervor. Demnach treten im Untersuchungsperimeter (siehe Kapitel 2.4) der Gemeinde Feuerthalen an 67 sanierungspflichtigen Gebäuden Überschreitungen zwischen IGW und AW und an einem sanierungspflichtigem Gebäude AW-Überschreitungen auf. Für die Objekte mit vorgesehenen Ersatzmassnahmen (Schallschutzfenster) sind die Belastungen auch in dem Anhang «akP IGW-Gebäude» enthalten.

Tab 4 Anzahl sanierungspflichtige Gebäude mit AW- bzw. IGW-Überschreitungen im Zustand 2043 ohne Massnahmen

Lärmsituation	Zustand 2043 ohne LSM
Anzahl sanierungspflichtige Gebäude > IGW	67
davon \geq AW	1
Anzahl Personen > IGW	216
davon \geq AW	2

Legende:

- AW: Alarmwert
- IGW: Immissionsgrenzwert
- Lr: Beurteilungspegel Sanierungshorizont (2043)
- 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 4.1.2). Andere verkehrsbeschränkende Massnahmen sind im Untersuchungssperimeter nicht möglich und finden dementsprechend auch keine Berücksichtigung im Lärmsanierungsprojekt.

In Rahmen des Lärmgutachtens "Temporeduktion und lärmarmen Belag" (28.02.2022, Ingenieurbüro Mike Thoms GmbH) wurde der Umfang von Massnahmen an der Quelle ermittelt und dokumentiert. Gemäss diesem Gutachten ist für die Zürcher-, Diessenhofer- und Hauptstrasse der Einbau von lärmarmen Belägen bei der nächsten Belagssanierung sowie auch die Einführung einer Temporeduktion notwendig und zweckmässig.

4.1.1. Lärmarmen Belag

Aus lärmtechnischer Sicht stellen lärmarme Beläge als Massnahme an der Quelle 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. Im Untersuchungssperimeter des Lärmgutachtens ist die Umsetzung folgender Sanierungsbeläge vorgesehen:

- AC 8 H lärmarmen Belag:
Route Nr. 13; Abschnitt km. 0.000 - 0.326 (Abschnitt Zü1)
Route Nr. 15; Abschnitt km. 73.090 - 73.190 (Abschnitt Zü1)
- SDA 4-12 lärmarmen Belag:
Route Nr. 13; Abschnitt km. 0.326 bis 0.920 (Abschnitt Di1)

Abb. 2 Perimeter lärmarmen Belag: Perimeter "AC 8H" und "SDA 4" der zukünftig realisierten Massnahme.



Der Einbau eines lärmarmen Belags in den untersuchten Strassenabschnitten wurde als eine notwendige, zweckmässige und verhältnismässige Massnahme befunden. Die Wirkung der Beläge, welche nach heutigem Planungsstand 2026 eingebaut werden, kann für die Lärmbelastung berücksichtigt werden. Beläge welche in mehr als 5 Jahren eingebaut werden, können nicht berücksichtigt werden.



4.1.2. Reduzierte Höchstgeschwindigkeit

Für sanierungspflichtige Strassen mit einer signalisierten Höchstgeschwindigkeit von 80 bzw. 60 km/h wurde die Möglichkeit einer Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme abgeklärt (Reduktion auf 60 km/h bzw. auf 50 km/h). Eine Reduktion der Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h wurde auf der Staatsstrasse innerorts beurteilt.

Die betroffenen Strassen wurden in einzelne Abschnitte mit homogenem Charakter und Erscheinungsbild unterteilt. Bei der Untersuchung wurden das Lärmgutachten und das Verkehrsgutachten miteinbezogen. In der Gemeinde Feuerthalen ergaben sich dadurch die in Tab 5 dargestellten zur Realisierung vorgesehenen Teilabschnitte. Der entsprechende Übersichtsplan befindet sich in Abb 3.

Tab 5 Abschnitte Untersuchung Temporeduktion als Lärmsanierungsmassnahme, Untersuchungsabschnitte gem. Lärmgutachten "Temporeduktion und lärmarmen Belag" (28.02.2022, 28.02.2022, Ingenieurbüro Mike Thoms GmbH)

Strasse bzw. Abschnitt	Zeit- raum	Vt Ist / Vn Ist* (km/h)	Vt Red / Vn Red (km/h)	Red t / Red n dB(A)		Beurteilung
				Lre	Lmax	
Zürcherstrasse – Zü1.1 FALS Nr.: 38787	Tag	43	30	-3.0	-4.1	geeignet
	Nacht	47	30	-3.4	-4.9	
Zürcherstrasse – Zü1.2 FALS Nr.: 38787	Tag	43	30	-3.0	-4.1	geeignet
	Nacht	47	30	-3.4	-4.9	

* Im Lärmgutachten "Temporeduktion und lärmarmen Belag" (28.02.2022, Ingenieurbüro Mike Thoms GmbH) wurden für die Wirkungsermittlung die effektiv gefahrenen Geschwindigkeiten berücksichtigt.

Legende:

Vt Ist / Vn Ist: mittlere gefahrene Geschw. im Ist-Zustand am Tag bzw. in der Nacht in km/h

Vt Red / Vn Red: mittlere gefahrene Geschw. nach Signalisationsänderung am Tag bzw. in der Nacht in km/h

Bei der anschliessenden kantonsinternen Interessenabwägung wurde in dem Strassenperimeter Zü1 [1.1 und 1.2] (Route Nr. 13, von km. 0.000 bis 0.180) eine Temporeduktion von 50 auf 30 km/h als "geeignet" beurteilt und als notwendige, zweckmässige und verhältnismässige Massnahme befunden. Die Umsetzung erfolgt nach heutigem Planungsstand im Jahr 2026, zeitgleich mit der Fertigstellung des Strassenbauprojekts. Daher kann die Wirkung für die Lärmbelastung im Sanierungshorizont oder für SSF-Beiträge berücksichtigt werden.

Die Beurteilung betreffend Temporeduktion wurde im Rahmen des vorliegenden 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 alle Abschnitte entlang der Staatsstrassen - ausser Abschnitt 7, Zürcherstrasse 83-89 - als ungeeignet für eine LSW befunden und 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 Fr. 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 Fr. 5'000 pro dB(A) und geschützte Person mit Belastungen über dem IGW betragen.

Falls die Projektkosten den Schwellenwert von Fr. 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 (Fr./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 7, Zürcherstrasse 83-89:

Die Lärmbelastungen wurden in der Gemeinde Feuerthalen mit dem Strassenlärm-Emissionsmodell nach sonROAD18 in Kombination mit dem Ausbreitungsmodell ISO 9613-2 neu bestimmt. Die Berechnungen haben ergeben, dass die Beurteilungspegel in dem Abschnitt 7 im Sanierungshorizont ausschliesslich bei der Liegenschaft Zürcherstrasse 89 über dem Immissionsgrenzwert liegen. Für ein einzelnes Gebäude wäre eine Lärmschutzwand technisch realisierbar. Die daraus resultierenden Kosten sind aber im Vergleich mit der erzielten Schutzwirkung unverhältnismässig.

In der Gemeinde Feuerthalen können daher entlang der Staatsstrassen keine neuen baulichen Lärmschutzmassnahmen realisiert werden.




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 6 Prüfung der Rückerstattungspflicht von bestehenden Lärmschutzmassnahmen

Abschnitt (gemäss Vorstudie)	1	8	-
Bezeichnung Standort	Zürcherstrasse 116	Zürcherstrasse 90	-
Kriterien			
Baubewilligung Gebäude	2005	2007	-
IGW-Überschreitung im Jahr 2043	Ja	Ja	-
Baubewilligung LSW/W nach 1.1.1985	Ja	Ja	-
Akustische Wirkung	schlecht, nur Sicht- schutz aus Holz	schlecht, nur Sicht- schutz aus Holz	-
Wirtschaftlichkeit	ungenügend (LSW schützt nur eine Wohneinheit)	-	-
Bemerkungen	-	-	-
Rückerstattungspflicht	Nein	Nein	-

Legende:

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

Gegenüber keiner der untersuchten bestehenden Lärmschutzmassnahmen besteht somit eine Rückerstattungspflichtig.

4.3. Erleichterungsanträge

Da in der Gemeinde Feuerthalen die sanierungspflichtigen Gebäude nicht ausreichend unter die IGW 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 selbst 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 lärmempfindlichen 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 ($R'_w + C_{tr} \geq 32$ dB, inkl. - 2 dB Toleranz) eingebaut, so besteht gemäss Leitfaden „Projekt Schallschutzfenster“ unter bestimmten Voraussetzungen ein Anspruch auf eine volle oder anteilmässige Rückerstattung.

5.1.6. 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 7 Betroffene Liegenschaften im Untersuchungsperimeter

Kategorie	Anzahl
Gebäude mit AW-Überschreitung und Anspruch auf SSF	0
Gebäude mit IGW-Überschreitung und Anspruch auf SSF-Beiträge	18
Gebäude mit AW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF	1
Gebäude mit IGW-Überschreitung ohne Anspruch auf SSF-Beiträge	68
Gebäude, die Erleichterungen bedingen	62
Gebäude ohne IGW-Überschreitung	69

Legende:

AW:	Alarmwert
IGW:	Immissionsgrenzwert
SSF:	Schallschutzfenster

Die Aussagen in Tab 7 beziehen sich nur auf Fenster, bei denen die Staatsstrassen Hauptverursacher für die Grenzwertüberschreitungen sind.

Adressen, Beurteilungspegel und Begründungen zur Aufteilung auf die einzelnen Kategorien sind der Gebäudeliste in 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 den Beilagen 2 und 3 entnommen werden. Gemäss Kostenschätzung ist für das vorliegende Schallschutzfensterprojekt mit folgenden Aufwendungen zu rechnen:

Tab 8 Kostenschätzung Schallschutzfenster

SSF-Bericht	Anzahl Gebäude [Stk.]	Kosten Pflicht-Anteil [Fr.]	Kosten freiwilliger Anteil [Fr.]	Kosten Total [Fr.]
AW-Gebäude	0	0	0	0
IGW-Gebäude	18	0	78'375	78'375
Gesamtkosten Schallschutzfenster				78'375

Legende:

AW-Gebäude: Gebäude mit Überschreitungen der Alarmwerte

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

Burgdorf, 22. März 2024

Mike Thoms

Zoltan Takacs

Dipl. Bauingenieur SIA, Universität Stuttgart / dipl. Akustiker SGA
Gutachter SIA / Inhaber und Geschäftsleitung

Ingenieurwissenschaftler
Universität Debrecen (Ungarn)

Anhang 1: Gebäudeliste