



**Tiefbauamt**

52-1

Kantonsstrasse Nr. 13-2, Kantonsgrenze/TG (Ostumfahrung)-  
Umfahrung Bazenheid-Bütschwil

RMS-Kilometer km 1.223 – km 2.600

Gemeinde Kirchberg

Bauobjekt **Lärmsanierungsprojekt Kirchberg**  
**Abschnitt 73.1 Stelz**

Plan, Massstab **Technischer Bericht**

Projektverfasser Basler & Hofmann AG Bahnhofstrasse 8 9000 St.Gallen	Genehmigungsvermerke  <b>Entwurf</b>	vom TBA freigegeben		
Plan 02.52-1 Projekt B73.7.073.004 Mn/FGS FinV	Ausfertigung für	Format A4		
Vorstudie <b>Vorprojekt</b>	Entwurf	Gezeichnet	Geprüft	Datum
Bauprojekt	01.11.2023	Gou	AVI	07.11.2023
Genehmigungs-/Auflageprojekt				
Ausschreibung				
Ausführungsprojekt				
Dok. des ausgeführten Werks				





## Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Projektbeschreibung</b>	<b>4</b>
3.1	Rechtliche und technische Grundlagen	4
3.2	Empfindlichkeitsstufen (Art.37 Abs. 2, lit. e LSV)	5
3.3	Belastungsgrenzwerte (Art. 13 bez. Anhang 3 LSV)	6
3.4	Abgrenzung Projektperimeter	6
3.5	Sanierungspflicht	6
<b>4</b>	<b>Lärmermittlung und -belastung</b>	<b>7</b>
4.1	Emissionen und massgebender Sanierungshorizont	7
4.2	Berechnungsmodell	9
4.3	Massgebende Empfangspunkte	9
4.4	Reflexionen und Berechnungsunsicherheiten	9
4.5	Meteoeinflüsse	10
4.6	Lärmbelastungen	10
<b>5</b>	<b>Emissions- und Immissionsbegrenzungen</b>	<b>10</b>
5.1	Verkehrslenkung und -beschränkung	10
5.2	Nachfahrverbote und Lastwagenverbote	11
5.3	Lärmindernde Beläge	11
5.4	Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit	11
5.5	Lärmschutzwände	13
5.6	Wirkung der vorgesehenen Massnahmen	13
5.7	Schallschutzmassnahmen an Gebäuden	14
<b>6</b>	<b>Erleichterungsanträge</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Kostenvoranschlag und Termine</b>	<b>15</b>



## 1 Zusammenfassung

Die Kantonsstrasse Nr. 13-2 führt von der Kantonsgrenze/TG (Ostumfahrung) über die Umfahrung Bazenheid nach Bütschwil. In der politischen Gemeinde Kirchberg verursacht diese Kantonstrasse (Abschnitt km 1.223 bis km 2.600) wesentliche Lärmimmissionen, welche zu Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte gemäss eidgenössischer Lärm-schutz-Verordnung (SR 814.41; abgekürzt LSV) führen.

Beim Abschnitt 73.1 der Kantonsstrasse 13-2 stehen derzeit keine Deckschichtsanierungen an. Weitere Massnahmen an der Quelle und auf dem Ausbreitungsweg sind nicht verhältnismässig, da nur eine Liegenschaft mit überschrittenen Immissionsgrenzwerten vorhanden ist. Für eine Liegenschaft, bei denen die massgebenden Immissionsgrenzwerte auch nach der Sanierung nicht eingehalten werden können, stellt das Tiefbauamt des Kantons St.Gallen Antrag auf Erleichterung nach Art. 14 LSV. Als Ersatzmassnahme wird der Einbau von Schallschutzfenster geprüft. Der Umfang der Schallschutzmassnahmen wird dabei in einem Detailprojekt Schallschutzfenster abgeklärt.

Die Kosten des vorliegenden Lärmsanierungsprojektes belaufen sich auf Fr. 61'900.- (Preisstand August 2023). Gemäss der Programmvereinbarung zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft, vertreten durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Kanton St.Gallen betreffend Programmziele im Bereich Lärm- und Schallschutz übernimmt der Bund einen Anteil von insgesamt Fr. 7'185.-. Der Anteil des Kantons St.Gallen beträgt Fr. 54'715.-. Auf die Standortgemeinde, die Politische Gemeinde Kirchberg, entfallen keine Kosten.

## 2 Ausgangslage

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. Im Bereich der K13-2 (km 1.223 – km 2.600) können an einigen Gebäuden Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte auftreten. Der Kanton ist deshalb verpflichtet, ein Lärmsanierungsprojekt (LSP) zu erstellen. In diesem Projekt werden die Lärmbelastungen in einem Sanierungshorizont festgestellt und Massnahmen geprüft. Können nicht alle Grenzwertüberschreitungen eingehalten werden, so werden je nach Lärmbelastung Ersatzmassnahmen in Erwägung gezogen und Erleichterungen für den Anlagenhalter gesprochen.

## 3 Projektbeschreibung

### 3.1 Rechtliche und technische Grundlagen

#### Rechtliche Grundlagen

- Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG), vom 22. Juni 1979, Stand 1. Januar 2019
- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), vom 7. Oktober 1983, Stand 1. Januar 2022
- Strassenverkehrsgesetz (SVG) SR 741.01, Stand 1. Juli 2023
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986, Stand 1. Juli 2021
- Planungs- und Baugesetz (PBG), sGS 731.1, Stand 01 März 2023
- Strassengesetz (StrG) sGS 732.1, Stand 1. Juli 2021



- Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung (EG-USG) sGS 672.1, Stand 1. Oktober 2017
- Verordnung zum Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung sGS 672.11, Stand 1. Oktober 2021
- Zonenplan der Gemeinde Kirchberg vom 09. September 2016
- Normen Lärmschutz: SN 640 570, SN 640 571 (SN EN 1793-1, SN EN 1793-2, SN EN 1793-3, SN EN 1794-1, SN EN 1794-2)
- Normen Sichtweiten (Verkehrssicherheit): SN 640 090b, SN 640 241-2015, SN 640 273a sowie Schleppkurven SN 640 271a
- Leitfaden Strassenlärm, Vollzugshilfe für die Sanierung inkl. Anhängen (BAFU/ASTRA 2006)
- Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen, Optimierung der Interessenabwägung (BAFU/ASTRA 2006)
- Richtlinie TBA «Besondere Bestimmungen für Schallschutzfenster» des Kantons St.Gallen. Stand 28. Oktober 2021

### **Technische Grundlagen**

- Anforderungen an Bauzonen und Baubewilligungen in lärmbelasteten Gebieten, Cercle Bruit Vollzugshilfe 2.0, vom 22. Dezember 2017
- Vollzugshilfe sonROAD18 – Modellempfehlungen (BAFU 2023)
- Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Lärmschutzmassnahmen (WTI), Technisches Merkblatt 21 001 (ASTRA), Ausgabe Januar 2018
- CadnaA Version 2023 Build 197.5346
- Geländemodell sowie amtliche Vermessungsdaten. Geliefert vom Amt für Raumentwicklung und Geoinformation Kanton St.Gallen, Auszug vom 08.11.2022
- Strassenlärm-Berechnungsmodell sonROAD18 vom 20.01.2022

### **3.2 Empfindlichkeitsstufen (Art.37 Abs. 2, lit. e LSV)**

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



### 3.3 Belastungsgrenzwerte (Art. 13 bez. Anhang 3 LSV)

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

Empfindlichkeitsstufe ES	Nutzung	Immissionsgrenzwert Lr in dB(A)		Alarmwert 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	-

Tabelle 1: Beurteilungspegel

Lr: Beurteilungspegel

- keine Nutzung in der 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).

### 3.4 Abgrenzung Projektperimeter

Der Projektperimeter verläuft entlang der Kantonsstrasse 13-2, von km 1.223 bis km 2.600. Dies ist das Gebiet von der Wilerstrasse bis zur Umfahrung Bazenheid. Der Perimeter ist zudem in der Beilage 51-1 als Übersicht dargestellt.

### 3.5 Sanierungspflicht

Der Kanton St.Gallen als Anlagehalter der Staatsstrassen ist aufgrund der festgestellten IGW-Überschreitungen sanierungspflichtig gegenüber Gebäuden und Parzellen, welche vor dem 1.1.1985 erschlossen bzw. bebaut worden sind. Bei der Beurteilung der Lärmimmissionen sind gemäss LSV jeweils die gesamten Strassenlärmimmissionen unabhängig vom Anlagehalter zu betrachten. Pro Fenster mit IGW-Überschreitung ist derjenige Anlagehalter sanierungspflichtig, dessen Strasse den grössten Anteil der Immissionen beiträgt.



Erschliessung Bauzone	Baubewilligung Gebäude	Sanierungspflicht	Berechtigung für	
			LSW	SSM
Erschlossen vor 1.1.1985	Baubewilligung vor 1.1.1985	Ja	Ja	Ja
	Baubewilligung nach 1.1.1985	Ja	Ja	Nein
	Unüberbaut	Ja	Ja	-
Erschlossen nach 1.1.1985	Baubewilligung vor 1.1.1985	Ja	Ja	Ja
	Baubewilligung nach 1.1.1985	Nein	Nein	Nein
	Unüberbaut	Nein	Nein	-
Ausserhalb Bauzone	Baubewilligung vor 1.1.1985	Ja	Ja	Ja
	Baubewilligung nach 1.1.1985	Nein	Nein	Nein
	Unüberbaut	Nein	Nein	-

Tabelle 2: Präzisierung zur Sanierungspflicht (BAFU, Leitfaden Strassenlärm)

LSW: Lärmschutzwände

SSM: Schallschutzmassnahmen an bestehenden Gebäuden nach Art. 15 LSV

## 4 Lärmermittlung und -belastung

### 4.1 Emissionen und massgebender Sanierungshorizont

Die Emissionen ergeben sich aus verschiedenen Grundlagen, wie dem Verkehr, der Verkehrszusammensetzung, der Geschwindigkeit sowie der Strassensteigung. Die aktuellen Verkehrszahlen bilden dabei nicht den massgebenden Sanierungshorizont ab. Den Verkehrszahlen ist gemäss Leitfaden Strassenlärm (BAFU/ASTRA, Dezember 2006) ein Zeithorizont von 20 Jahren zu Grunde zu legen.

#### Verkehrsmenge (DTV) und Anteil lauter Fahrzeuge

Die Verkehrszahlen und der Anteil der lauten Fahrzeuge beruhen auf abgestuften Zahlen des heutigen Verkehrs. Die K13-2 hat auf dem Abschnitt km 1.223 bis km 2.600, in den letzten Jahrzehnten einen Anstieg der Verkehrsbelastung von + 1% pro Jahr erfahren. Diese jährliche Zunahme wurde bis auf den Sanierungshorizont 2042 hochgerechnet.

#### Signalisierte Geschwindigkeiten

Für die Berechnung der Emissionen der K13-2 wurden die mittleren gefahrenen Geschwindigkeiten verwendet. Diese Geschwindigkeiten stammen aus dem Datensatz von TomTom, gerundet auf 5 km/h.

#### Strassensteigungen und Emissionssegmente

Die Steigungen der Strassen haben einen Einfluss auf die Lärmbelastungen, weshalb sie im Emissionsmodell berücksichtigt werden. Für die Bestimmung der Steigungen wurde die K13-2 im Perimeter in 30 Meter lange Abschnitte unterteilt und in das 3D-Modell der Lärmberechnung importiert. Mit dessen Hilfe wurden die Steigungen dieser 30m Abschnitte berechnet und schliesslich in Segmente mit ähnlicher Steigung zusammengeführt.

Mit Einbezug der aufgeführten Grundlagen (Geschwindigkeit, laute Fahrzeuge) wurden die Emissionssegmente in Absprache mit der Fachstelle Immissionen bestimmt, siehe Tabelle 2. Die Ermittlung der Emissionen erfolgte nach dem neusten verfügbaren Stand der Technik (Sonroad18).



Abbildung 1: Emissionssegmente der Kantonsstrasse K13-2 im Bereich km 1.233 - km 2.600

Kantonsstrasse Abschnitt	von km	bis km	DTV 2022	DTV 2042	Nt2	Nn2	Veff	i
Nr. 13-2 / 1	1.223	1.820	19'667	23'998	12.7	7.4	65	3.2
Nr. 13-2 / 2	1.820	2.230	19'667	23'998	12.7	7.4	80	2.2
Nr. 13-2 / 3	2.230	2.600	19'667	23'998	12.7	7.4	80	2.7

Tabelle 3: Emissionssegmente und Verkehrszahlen im heutigen Zustand (2022) sowie im Sanierungshorizont (2042)

DTV:	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
i:	Strassensteigung in Prozent
Nt2/Nn2:	Schwerverkehrsanteil am Tag bzw. in der Nacht in Prozent gemäss Lärmschutzverordnung
Veff:	Effektiv gefahrene Geschwindigkeit.

### Belagskorrekturen

Die Fahrbahnen wurden standardmässig mit einem akustisch neutralen Asphaltbelag berechnet (keine Belagskorrektur).





### Untersuchte Zustände

Im Rahmen der akustischen Überprüfung wurden folgende Zustände untersucht:

- IST-Zustand 2022

Dieser Zustand zeigt die heutige Lärmbelastung auf, welche beispielsweise für Bauprojekte benötigt wird.

- Sanierungshorizont 2042 ohne / mit Massnahmen

Für die Lärmsanierung der Staatsstrassen wird von einem zukünftigen Zustand (Heute plus 20 Jahre) ausgegangen, in welchem die zu erwartende Verkehrsentwicklung berücksichtigt ist. Dieser Zustand wird im «Sanierungshorizont ohne Massnahmen» dargestellt. Wenn Überschreitungen der Grenzwerte vorhanden und Massnahmen getroffen werden können, werden diese im «Sanierungshorizont mit Massnahmen» aufgelistet.

## 4.2 Berechnungsmodell

Die Lärmimmissionen wurden als Beurteilungspegel  $L_r$  anhand von Berechnungen mit einem dreidimensionalen Geländemodell ermittelt (vgl. Art. 38 LSV). Basis war das vom Kanton zur Verfügung gestellte Geländemodell. 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 Emissionen wurden mit dem neusten Stand der verfügbaren Technik (SonRoad18) ermittelt. Für die Ausbreitungsberechnung wurde die Lärmberechnungssoftware CadnaA mit dem Ausbreitungsmodell ISO 9613 verwendet.

## 4.3 Massgebende Empfangspunkte

Bei lärmempfindlich genutzten Gebäuden wurde in einem mehrstufigen Verfahren das lärmexponierteste lärmempfindliche Fenster der Liegenschaft als massgebender Berechnungspunkt ermittelt:

- In einem ersten Schritt sind Hausbeurteilungen aller lärmempfindlichen Gebäude im Projektperimeter und somit der lauteste Punkt am Gebäude berechnet worden.
- Die Fassaden von Gebäuden, bei denen die Lärmbelastung im Sanierungshorizont zu Überschreitung des Planungswertes führt, wurden im Rahmen einer Begehung fotografiert. Anhand dieser Fassadenfotos wurden die Empfangspunkte in die Mitte der lärmexponiertesten Fenster verschoben.
- Bei Gebäuden ohne Überschreitung der Planungswerte wurde der lauteste Punkt der Hausbeurteilung beibehalten.

## 4.4 Reflexionen und Berechnungsunsicherheiten

Lärmreflexionen können zu markanten Beeinflussungen der Immissionspegel führen. Mit der Ausbreitungsberechnung nach Sonroad18 werden Reflexionen erster Ordnung anhand der Spiegelquellentheorie berücksichtigt.

Die Genauigkeit der Modellrechnungen beträgt bei ungehinderter Schallausbreitung bis ca. 100 m Entfernung zur Strasse ca.  $\pm 1.5$  dB(A). Dieser Wert steigt weiter an, wenn die Entfernung zur Quelle zunimmt und wenn Hindernisse die direkte Sichtlinie unterbrechen.



## 4.5 Meteeinflüsse

Die Berechnungen mit dem akustischen Modell Sonroad18 basieren auf trockenen Fahrbahnen und Situationen mit leichtem Mitwind. Nasse Fahrbahnen verändern das Klangbild des Strassenlärms.

## 4.6 Lärmbelastungen

Anhand der in den letzten Kapiteln beschriebenen Angaben wurden die Lärmbelastungen im Zustand 2022 und im Sanierungshorizont 2042 Massnahmen berechnet. Die daraus resultierende Anzahl sanierungspflichtiger Gebäude mit Grenzwertüberschreitungen sind in der Tabelle 4 aufgelistet.

	Zustand heute (2022)		Sanierungshorizont 2042 ohne Massnahmen	
	> IGW	davon ≥AW	> IGW	davon ≥ AW
Gebäude	1	1	1	1
Parzellen	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabelle 4: Anzahl sanierungspflichtiger Gebäude für den Zustand heute 2023 und 2042 ohne Massnahmen

### Legende:

AW = Alarmwert erreicht oder überschritten

IGW = Beurteilungspegel grösser Immissionsgrenzwert, kleiner Alarmwert

Anzahl untersuchter Gebäude im Projektperimeter: 13

## 5 Emissions- und Immissionsbegrenzungen

Die K13-2 führt im Sanierungshorizont 2042 bei einem Gebäude zu Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte. Um diese Überschreitungen zu reduzieren, wurden Massnahmen an der Quelle geprüft um die Emissionswerte der Strasse verringern. Darunter fallen die Senkung der signalisierten Geschwindigkeit sowie verkehrslenkende und verkehrsreduzierende Massnahmen wie Umfahrungen, Einbahnstrassen, Nacht- oder Lastwagenfahrverbote und der Einbau lärmreduzierender Beläge.

### 5.1 Verkehrslenkung und -beschränkung

Verkehrslenkende oder -beschränkende Massnahmen (z.B. Fahrverbote, Einbahn-Regimes, etc.) sind grundsätzlich tauglich, um den Lärm an einer bestimmten Stelle zu reduzieren, führen jedoch in der Regel andernorts zu Verschlechterungen der Verkehrs- und Lärmsituation.

Die Strassen-Netz hierarchie teilt die Strassen gemäss ihrer Funktion in bestimmte Typen ein. Der Hauptverkehr wird hierbei auf bestimmten Achsen kanalisiert (in erster Linie auf den Autobahnen, in zweiter Linie auf den Kantonsstrassen), um die Nebenstrassen zu entlasten. Die Kantonsstrasse K 13-2 hat eine überregionale Bedeutung und die verkehrsplanerische Aufgabe zu «verbinden».



Um bestehende Strassenklassierungen ändern zu können, braucht es eine übergeordnete räumliche Abstimmung im Rahmen des Richtplanprozesses. Im kantonalen Strassenbauprogramm 2024-2028 sind keine Massnahmen an der K13-2 in der Gemeinde Kirchberg vorgesehen.

Anhand dieser Ausführungen wurden keine übergeordneten Massnahmen zur Änderung der Verkehrslenkung oder zur Beschränkung des Verkehrs auf den Kantonsstrassen berücksichtigt.

## 5.2 Nachtfahrverbote und Lastwagenverbote

Beide Massnahmen sind im vorliegenden Fall nicht möglich. Die K13-1 dient als primäre Verbindungsstrasse für diverse Gewerbegebiete im Einzugsbereich der Kantonsstrasse. Diese Betriebe, darunter auch Grossverteiler welche vom Nachtfahrverbot ausgenommen sind, sind auf LKW-Transporte angewiesen.

## 5.3 Lärmindernde Beläge

Lärmindernde Beläge sind eine effiziente Möglichkeit, um Lärmbelastungen auf grösseren Abschnitten zu senken. Diesem Vorteil stehen einige Nachteile gegenüber, die die möglichen Einsatzbereiche einschränken:

- Die akustische Lebensdauer ist gegenüber derjenigen von konventionellen Belägen reduziert, was die Kosten erhöht.
- Lärmindernde Beläge weisen eine geringere Stabilität auf, was bei engen Kurvenradien oder hohen Steigungen zu einer erhöhten Belagsabnutzung führt
- Lärmindernde Beläge kühlen schneller ab, was schneller zu Vereisungen führt. Des Weiteren reagieren sie empfindlich auf mechanische Belastungen wie Schneeketten. In höheren Lagen können lärmindernde Beläge deshalb nicht eingesetzt werden

Auf der K13-2 ist in den nächsten 5 Jahren kein Belagsersatz vorgesehen. Es sind zwar Immissionsgrenzwertüberschreitungen vorhanden, jedoch werden die zum jetzigen Zeitpunkt technisch noch einwandfreien Beläge rein aus Lärmschutzgründen nicht ersetzt. Bei einem Ersatz müssten die vollen Kosten für den Belagsersatz berücksichtigt werden. In solchen Fällen ist diese Massnahme wirtschaftlich nicht tragbar und entsprechend unverhältnismässig im Sinne des Umweltschutzgesetzes (USG).

## 5.4 Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit

In der Verkehrsregelverordnung sind unter Artikel 4a die Grundregeln zur Handhabung der allgemeinen Höchstgeschwindigkeit bestimmt. Ausserhalb von Ortschaften gilt 80 km/h (ausgenommen auf Autostrassen und Autobahnen). Die allgemeine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h gilt im dicht bebauten Gebiet. Der Beginn der allgemeinen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h kann dort angezeigt werden, wo mindestens auf einer der beiden Strassenseiten die dichte Überbauung beginnt.

Das Strassenverkehrsgesetz (SVG, SR 741.01) und die Signalisationsverordnung (SSV, SR 741.21) regeln die zulässigen Geschwindigkeiten auf allen Strassen und definieren Gründe für eine mögliche Herabsetzung. Eine Herabsetzung darf jedoch nur angeordnet



werden, wenn sie notwendig, zweck- und verhältnismässig ist und das in einem Gutachten begründet wird. Die rechtlichen Belange diesbezüglich sind in Art. 108 SSV umschrieben.

Kantonsstrassen besitzen eine überregionale Erschliessungs- resp. Verbindungsfunktion. Um dieser Voraussetzung gerecht zu werden, wird eine Kantonsstrasse immer eine grosse Verkehrsnachfrage erfahren und es wird eine entsprechende Kapazität zur Verfügung gestellt werden müssen.

Gemäss dem Kantonsratsbeschluss über das 18. Strassenbauprogramm für die Jahre 2024 bis 2028 erfolgen Lärmsanierungen an Staatsstrassen und Gemeindestrassen erster Klasse (verkehrsorientierte Strassen) durch raumplanerische Massnahmen sowie den Einbau lärmarter Beläge. Auf Tempo-30-Zonen ist zu verzichten. Sind sie als einzige Möglichkeit aus Sicherheitsgründen ausnahmsweise erforderlich, so darf die Leistungsfähigkeit der Strasse dadurch nicht beschränkt werden. Eine ausnahmsweise erforderliche Beschränkung der Leistungsfähigkeit einzelner Abschnitte ist im umliegenden Strassennetz mindestens auszugleichen.

#### **Kantonsstrasse K13-2, Liegenschaft Cholberg 633**

Im Bereich der Liegenschaft Anzenwil 259 ist eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h ausserorts signalisiert. Das Gebäude weist hierbei eine Überschreitung von 6 dB(A) am Tag und 9 dB(A) in der Nacht auf. Aufgrund der Überschreitung der Immissionsgrenzwerte ist die Notwendigkeit für Massnahmen wie eine Temporeduktion gegeben.

Anhand der Geschwindigkeiten von TomTom-Daten wurde von einer gefahrenen Geschwindigkeit von 80 km/h ausgegangen, was der signalisierten Geschwindigkeit entspricht. Bei einer Temporeduktion auf Tempo 70/60/50 würde dies eine Reduktion von rund 1.4 – 4.5 dB(A) ergeben. Diese Reduktion würde nicht ausreichen, um die Lärmbelastung unter die Immissionsgrenzwerte zu senken. Eine Temporeduktion auf 70/60/50 km/h ist zweckmässig, da sie die Lärmbelastung wahrnehmbar zu senken vermag.

In Bezug auf die Verhältnismässigkeit müssen der Strassencharakter und die Kontinuität der Signalisierung berücksichtigt werden. Da es sich um einen Strassenabschnitt mit klarem Ausserortscharakter handelt und nur ein Einfamilienhaus betroffen ist, wäre die Akzeptanz einer Senkung der Höchstgeschwindigkeit kaum gegeben. Die negativen Auswirkungen (mangelnde Akzeptanz) führen zu einer negativen Beurteilung der Verhältnismässigkeit der Massnahme.

#### **Fazit zur Verringerung der signalisierten Höchstgeschwindigkeit**

Im Perimeter der K13-2 ist die von Grenzwertüberschreitungen betroffene Liegenschaft ein alleinstehendes Einfamilienhaus und sie befindet sich im Perimeter mit einer signalisierten Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h. Anhand der obigen Erläuterungen ist eine Verringerung der signalisierten Geschwindigkeit als zweckmässig, aber als nicht verhältnismässig zu beurteilen. Eine Temporeduktion wird in dieser Lärmsanierung deshalb nicht weiter vertieft.

## 5.5 Lärmschutzwände

Als Massnahmen im Schallausbreitungsbereich zwischen Quelle und Empfangspunkt kommen grundsätzlich Lärmschutzwände und Lärmschutzdämme in Frage.

Folgende Kriterien sind für die Realisierung von Lärmschutzwänden relevant:

- Schutz von mehr als einer Wohneinheit. Einfamilienhäuser entfallen deshalb.
- Die Erschliessung der Liegenschaft muss weiterhin sichergestellt sein.
- Bei Einmündungen müssen die Sichtweiten eingehalten werden.
- Die Gebäude müssen mindestens 4 m von der Strasse entfernt sein, um die Wohnhygiene nicht übermässig zu beeinträchtigen.
- Die Wirkung der Wand muss mindestens 5 dB(A) bei mindestens einem Geschoss betragen.
- Die Prüfung der wirtschaftlichen Tragbarkeit (WTI) muss einen genügenden Wert aufweisen.

Im Perimeter der K13-2 ist die von Grenzwertüberschreitungen betroffene Liegenschaft ein alleinstehendes Einfamilienhaus. Lärmschutzwände für einzelne Liegenschaften wie Einfamilienhäuser erfüllen die Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit nicht, weshalb auf eine vertiefte Prüfung verzichtet wurde.

## 5.6 Wirkung der vorgesehenen Massnahmen

Aus den in Kapitel 5 aufgeführten Gründen können auf dem Abschnitt km 1.223 – km 2.600 der K13-2 keine Massnahmen an der Quelle und auf dem Ausbreitungsweg getroffen werden. Die Anzahl der Gebäude mit überschrittenen Immissionsgrenzwerten bleibt deshalb gleich, siehe Tabelle 5.

	Sanierungshorizont 2042 vor Sanierung		Sanierungshorizont 2042 nach Sanierung	
	> IGW	davon ≥AW	> IGW	davon ≥ AW
Gebäude	1	1	1	1
Parzellen	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabelle 5: Anzahl sanierungspflichtiger Objekte im Sanierungshorizont 2042 vor und nach der Sanierung

### Legende:

AW = Alarmwert erreicht oder überschritten

IGW = Beurteilungspegel grösser Immissionsgrenzwert, kleiner Alarmwert

Anzahl untersuchter Gebäude im Projektperimeter: 13

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.

Sind die IGW überschritten, so prüft der Kanton St.Gallen den freiwilligen Einbau von Schallschutzfenstern. Werden sogar die Alarmwerte erreicht, dann ist der Kanton verpflichtet Schallschutzfenster einzubauen.



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, Verkehrs- und Betriebssicherheit) der Sanierung entgegenstehen.

Für die Objekte in Tabelle 4 beantragt der Strasseneigentümer Erleichterungen im Sinne von Art. 14 LSV. Details hierzu können auch aus Beilage 56-1 entnommen werden

## 5.7 Schallschutzmassnahmen an Gebäuden

Können bei öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen aufgrund gewährter 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 der Strasseneigentümer verpflichtet, die Kosten der Schallschutzmassnahmen vollständig zu übernehmen (Art. 16 LSV - Pflichteinbau).

Um einen Anspruch auf Ersatzmassnahmen am Gebäude zu haben, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Grundsätzlich muss, in Anlehnung an Art. 20 USG, der Alarmwert erreicht sein. Abweichend davon prüft der Kanton St.Gallen für Räume bei überschrittenen IGW und den nicht verpflichtenden Einbau von Schallschutzfenstern.
- Schallschutzfenster (SSF) werden nur bei Gebäuden eingebaut, deren Baubewilligung vor dem 1.1.1985 (Inkrafttreten des Umweltschutzgesetzes) erteilt wurde. Bei Gebäuden mit Baubewilligung nach dem 1.1.1985 sind die Eigentümer selbst zuständig für den ausreichenden Schutz gegen Aussenlärm.

Im Rahmen des Lärmsanierungsprojektes wurde die Anzahl einzubauender Schallschutzfenster anhand Fotos abgeschätzt, ohne die Lärmempfindlichkeit der betroffenen Räume oder den Zustand der vorhandenen Fenster im Einzelnen abzuklären. Es wird von ca. 21 Schallschutzfenstern bei einem Gebäude ausgegangen. Details zu Schallschutzfenstern können dem Anhang «Besondere Bestimmungen für Schallschutzfenster» entnommen werden.

## 6 Erleichterungsanträge

Die Vollzugsbehörde, die für die Projektgenehmigung zuständig ist, gewährt nach Art. 14 LSV Erleichterungen, wenn die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten verursacht oder überwiegende Interessen, namentlich des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes sowie der Verkehrs- und Betriebssicherheit der Sanierung entgegenstehen.

Für das folgende Objekt in Tabelle 6 beantragt der Strasseneigentümer Erleichterungen im Sinne von Art. 14 LSV. Orts- und gebäudespezifische Begründungen hierzu sind in der Beilage 56-1 beschrieben.



Adresse	Ass.-Nr	Parzelle	Zone	ES	LreT	LreN	Personen
Cholberg 633	633	1524	BauG L	III	71	64	3

Tabelle 5: Liste der Gebäude, die Erleichterungen bedingen

Ass.-Nr = Assekuranznummer

ES = Empfindlichkeitsstufen nach Art. 43 LSV

BauG L = Landwirtschaftszone

BauG GL = Gewerbe Industrie Zone

LreT/LreN = Immissionspegel in dB(A) am Tag bzw. in der Nacht

Personen = Personen pro Gebäude mit standardmässig 3 Personen per Wohneinheit

## 7 Kostenvoranschlag und Termine

Die Kosten dieses Projekts betragen voraussichtlich 61'900 Franken.

Gemäss der Programmvereinbarung zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft, vertreten durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Kanton St.Gallen betreffend der Programmziele im Bereich Lärm- und Schallschutz übernimmt der Bund demnach einen Anteil von ca. CHF 7'185 Franken.

Die öffentliche Planaufgabe ist für Winter 2023 vorgesehen. Anschliessend erfolgt die Erarbeitung des Detailprojekts für die Schallschutzmassnahmen (Fenster).

Basler&Hofmann AG St.Gallen

Boris Gouskov  
Projektleiter

St.Gallen, 1. November 2023

Beilage:

- Belastungstabelle
- Richtlinie TBA R 2011.01 «Besondere Bestimmungen für Schallschutzfenster»

BFS-Gemeindenummer: 3392

Objekte, Empfangspunkt							Grenzwerte				Max.Bel.		mas		Korr. Immi.		Lärmbelastungen Ist-Zustand 2022						Lärmbelastungen 2042 vor Sanierung						Lärmbelastungen 2042 nach Sanierung								Neue Max.Bel. dB(A)		Freiwilliger Einbau SSF		SSF	
Objekt-Nr.	Adresse	Grundstück Nr.	Versicherungs Nr.	Erschliessung vor 1.1.1985	Baubewilligung vor 1.1.1985	Nutzung / ES	IGW dB(A)		AW dB(A)		dB(A)		dB(A)		dB(A)		Lr dB(A)		>IGW dB(A)		≥AW dB(A)		Lr dB(A)		>IGW dB(A)		≥AW dB(A)		>MaxBel dB(A)		>PW	>IGW	Vorh. Max. Bel. eingehalten	Vorh. Max. Bel. Erneuern	Bemerkungen	Erleichterung beantragen	T N		T N	Freiwilliger Einbau SSF	Pflicht-Einbau SSF	
							T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N							T	N				T
1524,633	Cholberg 633	1524	633	ja	ja	III	65	55	70	65			65	55			70	63	5	8	0		71	64	6	9	1				ja	ja	-	-		ja	71	64			X	
2139,3803	Ringstrasse 17	2139	3803	ja	nein	III B	70		70				70	0			43	36					44	37						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1850,3675	Ringstrasse 19	1850	3675	ja	nein	III B	70		70				70	0			60	53					61	54						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1736,3418	Ringstrasse 27	1736	3418	ja	ja	III B	70		70				70	0			46	39					47	40						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1736,3418	Ringstrasse 29	1736	3418	ja	ja	III B	70		70				70	0			46	39					47	40						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1888,3606	Ringstrasse 30	1888	3606	ja	nein	III B	70		70				70	0			46	39					47	40						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1735,3419	Ringstrasse 31	1735	3419	ja	ja	III B	70		70				70	0			57	50					58	51						ja	nein	-	-		nein	-	-					
2015,630	Stelz 630	2015	630	ja	ja	III B	70		70				70	0			48	41					49	41						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1709,3624	Stelzstrasse 4	1709	3624	ja	ja	III B	70		70				70	0			45	37					46	38						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1505,4450	Wilerstrasse 204	1505	4450	ja	nein	III B	70		70				70	0			66	59					67	60						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1509,3604	Wilerstrasse 207	1509	3604	ja	ja	III B	70		70				70	0			70	62			0		70	63	0		0			ja	nein	-	-		nein	-	-					
1492,3321	Wilerstrasse 214	1492	3321	ja	ja	III B	70		70				70	0			62	55					63	56						ja	nein	-	-		nein	-	-					
1830,	Parzelle 1830	1830		ja	nein	III B	70		70				70	0			67	60					68	61						ja	nein	-	-		nein	-	-					





**Richtlinie TBA  
Besondere Bestimmungen für Schallschutzfenster**

**R 2011.01**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. John'.

Marcel John  
Kantonsingenieur

Erarbeitet durch:  
Mobilität und Planung, Fachstelle Immissionen

Genehmigt: 28. Oktober 2021 (KoKo 08/2021)

Version 4 (Januar 2023), ersetzt die Version 3 (Oktober 2021)



## Änderungsverzeichnis

<b>Version</b>	<b>Änderung / Anpassung / Bemerkung</b>
1	2016-05 - Einführung Änderungsverzeichnis / Anpassung Layout - Schreibfehler korrigiert - Richtlinienversion in der Bestätigung (Pkt. 2) angepasst
2	2018-05 - Norm SIA 358 Geländer und Brüstungen - SIGAB-Richtlinie 002 - Gebäudeprogramm entfernt
3	2021-10 - Grenzwert Wärmedämmung angepasst - verschiedene redaktionelle Anpassungen
4	2023-01 - Aktualisierung Quellen – keine Relevanz für Richtlinie



## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Normen und Vorschriften</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Administratives</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Offerten und Angaben im Leistungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
3.1	Allgemeine Bedingungen	4
3.2	Angaben des Offertstellers	5
<b>4</b>	<b>Technische Voraussetzungen</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Bauausführung</b>	<b>7</b>
	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>8</b>



## 1 Normen und Vorschriften

Ausser den gesetzlichen Vorschriften sind folgende Normen und Vorschriften einzuhalten:

- Norm SIA 118 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten [1]
- Norm SIA 181 Schallschutz im Hochbau [2]
- Norm SIA 331 Fenster [3]
- übrige Normen, Messvorschriften und Richtlinien der Fachverbände.

## 2 Administratives

- Die Offerten sind dem Eigentümer, resp. dem Bauleiter in 2-facher Ausführung abzugeben.
- Als Zahlungsfrist der Rechnungen gelten 45 Tage. Es werden in der Regel keine Abschlagszahlungen/Teilrechnungen sondern nur Gesamtschlussabrechnungen akzeptiert.
- Rabatte und Skonti gelten für sämtliche Akkord- und Regierarbeiten bei Bezahlung innert 45 Tagen.

Die Einhaltung und Kenntnisnahme dieser Besonderen Bestimmungen ist in der Offerte ausdrücklich schriftlich zu bestätigen. Auf der Offerte ist die Einhaltung der Bestimmungen mit folgendem Wortlaut zu bestätigen:

**Wir bestätigen die Einhaltung der Besonderen Bestimmungen für Schallschutzfenster des Tiefbauamtes des Kantons St.Gallen vom Oktober 2021.**

## 3 Offerten und Angaben im Leistungsverzeichnis

### 3.1 Allgemeine Bedingungen

- Die Schallschutzfenster können in den Ausführungen Holz und Kunststoff angeboten werden. Bei Holz/Metall- Konstruktionen sind die Mehrkosten zu Holz- oder Kunststoff-Fenstern vom Eigentümer der Liegenschaft zu übernehmen. Die Bestandesgarantie wird jedoch gewahrt.
- Es sind sämtliche Arbeiten inklusive Wiederinstandstellung allfällig beschädigter Leibungen usw. zu offerieren.
- Bauliche Massnahmen, die für das Erreichen des geforderten Schalldämmwertes notwendig sind (zum Beispiel Auskleiden von Rollladenkästen), sind in der Offerte gesondert aufzuführen. Der Fensterbauer ist zuständig und verantwortlich für die schalltechnisch einwandfreie Ausführung (inkl. Schreinerarbeiten, Flickarbeiten im Anschlussbereich, Auskleiden Rollladenkästen, Rahmenverbreiterungen).
- Kann der geforderte Schalldämmwert nicht eingehalten werden (zum Beispiel wegen einer schlechten Fassade), ist der Offertsteller verpflichtet, dies dem Kanton zu melden.
- Falls bei neueren, bestehenden Fenstern einer Liegenschaft mit sinnvollen Massnahmen die Bau-Schalldämm-Masse erhöht werden können (zum Beispiel



zusätzliche Dichtungen usw.), sind diese vom Offertsteller ebenfalls in der Offerte anzugeben.

- Grundsätzlich sind Neubaurahmen zu verwenden. Altbau- und Wechselrahmen sind nur in begründeten Fällen zugelassen.
- Schallschutzfenster in Kunststoff sind mit Stahleinlagen in den Hauptprofilen zu offerieren.

### 3.2 Angaben des Offertstellers

Folgende Angaben müssen im Leistungsverzeichnis enthalten, beigelegt oder aus Detailskizzen ersichtlich sein:

- Prüfzeugnisse der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) oder gleichwertiger Anstalten, die das Bau-Schalldämm-Mass belegen, mit Angaben von  $R_w$  (bewertetes Schalldämm-Mass),  $C$  und  $C_{tr}$  (Spektrum-Anpassungswerte);
- Angaben über die Art der Blendrahmenbefestigung;
- Angaben über die Art und Umfang der Bauanschlüsse;
- Gesamt- und Detailmasse der Bauteile, Teilung, Öffnungsart der Flügel;
- Material für Rahmen und Flügel;
- Vorgesehene Oberflächenbehandlung inkl. Farbton für farbige Behandlung;
- Korrosionsschutz von Unterkonstruktionen;
- Glasart, Verglasungssystem;
- Preise inkl. Fertiganstrich bei Holzfenstern;
- Angaben über Regieansätze.



## 4 Technische Voraussetzungen

Bei den offerierten Schallschutzfenstern sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- **Schalldämmung:**  
Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass mit am Bau gemessenem Spektrum-Anpassungswert  $R'w + (C \text{ oder } C_{tr})$  der Fenster und zugehöriger Bauteile wie Rollladenkästen usw. muss in Abhängigkeit des massgebenden Beurteilungspegels  $L_r$  mindestens folgenden Wert aufweisen:

$L_r$ Tag dB(A)	$L_r$ Nacht dB(A)	$R'w + (C \text{ oder } C_{tr})$ dB
$\leq 75$	$\leq 70$	32
$> 75$	$> 70$	38

wobei  $35 \text{ dB} \leq R'w \leq 41 \text{ dB}$  sein muss (gemäss LSV [4], Anhang 1).

Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass  $R'w$  ist mindestens 2 dB tiefer als das im Labor gemessene bewertete Schalldämm-Mass  $R_w$  des reinen Fensters.

Für einen grossen Fensterflächenanteil (in Bezug auf die raumseitige Fassadenfläche) gelten erhöhte Anforderungen an  $R'w + (C \text{ oder } C_{tr})$ :

- Fensterflächenanteil 50 – 70 %: Tabellenwerte + 2dB
- Fensterflächenanteil 70 – 100 %: Tabellenwerte + 4dB

- **Wärmedämmung:**  
Für den flächenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  des gesamten Fensters gelten folgende Werte:

- Grenzwert:  $U_w \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Zielwert:  $U_w \leq 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

(Flächenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten gemäss SIA 380/1 [5])

- **Fensterdichtungen:**  
Es braucht mindestens zwei umlaufende Dichtungen, Ecken der Dichtungen sind geschlossen (zum Beispiel vulkanisiert), die Dichtungen altersbeständig und austauschbar.
- **Übergänge von Rahmen zu Baukörper:**  
Beim Einbau der Fenster darf **kein** Montageschaum verwendet werden. Die Fugen sind ausschliesslich mit weichen Materialien auszustopfen (z.B. Seidenzöpfe). Innen und aussen ist je eine ringsum laufende Dichtstoffuge auszuführen.
- **Sicherheitsanforderungen an Glasbauteile:**  
Verglasungen mit Glas unterhalb von 1.0 m ab begehbarer Fläche sind gemäss SIGAB-Richtlinie 002 [6] mit einem Sicherheitsglas (ESG/VSG) zu versehen.



## 5 Allgemeines

- Erscheinungsbild:  
Mit dem Ersatz der bestehenden Fenster durch Schallschutzfenster darf das Erscheinungsbild der Liegenschaft nicht verändert werden. Zusatzwünsche sind vom Offertsteller separat aufzuführen. Die Kosten sind vom Liegenschaftseigentümer zu übernehmen.
- Denkmalpflege:  
Vorgaben aus der Denkmalpflege (Kulturobjekte, Ortsbildschutzgebiete usw.) sind zu berücksichtigen.
- Lüften:  
Schallschutzfenster sind wesentlich fugendichter als die bisherigen Fenster. Daher gewinnt das richtige Lüften der Wohnungen an Bedeutung. Der ausführende Fensterbauer hat den Eigentümer mit Hinweisen oder Merkblättern in geeigneter Form darauf aufmerksam zu machen.
- Absturzsicherungen:  
Die Norm SIA 358 „Geländer und Brüstungen“ [7] schreibt Massnahmen gegen den Absturz von Personen in Hochbauten und deren Zugängen vor. Diese Anforderungen sind bei sämtlichen Fenstern einzuhalten. Hierfür ist der Gebäudeeigentümer verantwortlich und hat auch die entsprechenden Kosten zu übernehmen. Für die Anwendung der SIA 358 wird die Fachbroschüre „Geländer und Brüstungen“ vom bfu [8] empfohlen.

## 6 Bauausführung

Sollten beim Einbau der Schallschutzfenster Probleme auftreten, die im Angebot finanziell nicht vorgesehen waren, ist vor der Weiterführung der Arbeiten unverzüglich die Abteilung Mobilität und Planung, Fachstelle Immissionen (Telefon 058 229 14 28) zu orientieren.

Kontakt

Bau- und Umweltdepartement

**Tiefbauamt**

Mobilität und Planung, Fachstelle Immissionen

Lämmli brunnenstrasse 54

9001 St.Gallen



## Quellenverzeichnis

- [1] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverband, SIA 118 Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten, Zürich, 2013.
- [2] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 181 Schallschutz im Hochbau, Zürich, 2012.
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 331 Fenster und Fenstertüren, Zürich, 2012.
- [4] Schweizerischer Bundesrat, Lärmschutz-Verordnung (SR 814.41; abgekürzt LSV).
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 380/1 Thermische Energie im Hochbau, Zürich, 2016.
- [6] Schweizerisches Institut für Glas am Bau, SIGAB-Richtlinie 002, Schlieren: SIGAB, 2017.
- [7] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, SIA 358 Geländer und Brüstungen, Zürich, 2010.
- [8] bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung, [www.bfu.ch](http://www.bfu.ch), Fachbroschüre Geländer und Brüstungen, Bern, 2020.