

Strassenlärmsanierung Stadt Zürich

Akustisches Projekt Vorderberg

Wesentliche Änderung der Strassenanlage (BauNr. 02'284)

- Bericht mit Erleichterungsantrag



Stadt Zürich
Umwelt- und Gesundheitsschutz

Zürich, Mai 2023

Direktor
René Estermann

Inhalt

| | |
|--|-----------|
| Einleitung/Lesehilfe | 4 |
| Zusammenfassung | 5 |
| 1 Ausgangslage | 7 |
| 1.1 Bundesrechtliche und behördenverbindliche Vorgaben | 7 |
| 1.1.1 Umweltschutzgesetz | 7 |
| 1.1.2 Lärmschutz-Verordnung | 7 |
| 1.1.3 Leitfaden Strassenlärmsanierung | 9 |
| 1.2 Lärmsanierungs-Auftrag | 9 |
| 1.2.1 Zuständigkeiten und Verfahrenskoordination | 9 |
| 1.2.2 Frühere Sanierungsprogramme der Stadt Zürich | 10 |
| 1.2.3 Projektbeschreibung Strassenbauprojekt Vorderberg | 10 |
| 1.2.4 Projektperimeter akustisches Projekt Vorderberg | 11 |
| 2 Grundlagen für die Projekterarbeitung | 12 |
| 2.1 Bau- und Zonenordnung (BZO) der Stadt Zürich | 12 |
| 2.2 Emissionskataster (Lärm an der Quelle) | 12 |
| 2.2.1 IST-Zustand 2020: Verkehrsdaten | 13 |
| 2.2.2 Sanierungshorizont 2040: Verkehrsprognose | 14 |
| 2.2.3 Geschwindigkeit | 15 |
| 2.2.4 Fahrbahnsteigung | 16 |
| 2.2.5 Fahrbahnbelag | 16 |
| 2.3 Immissionskataster (Lärm am Empfangsort) | 17 |
| 2.3.1 Immissionsberechnung | 17 |
| 2.3.2 Beurteilung der Lärmbelastung | 19 |
| 3 Sanierungsmassnahmen | 20 |
| 3.1 Massnahmen-Priorisierung | 20 |
| 3.2 Massnahmen gegen die Lärmentstehung | 20 |
| 3.2.1 Verkehrslenkung und -beschränkung | 20 |
| 3.2.2 Geschwindigkeitsreduktionen | 21 |
| 3.2.3 Lärmarme Strassenbeläge | 22 |
| 3.3 Massnahmen gegen die Lärmausbreitung | 24 |
| 3.4 Erleichterungen | 26 |
| 3.5 Schallschutzmassnahmen am Gebäude (Ersatzmassnahmen) | 26 |
| 3.6 Kosten für den Lärmschutz | 27 |

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| Anhang 1 | Erleichterungsantrag Vorderberg | 28 |
| | Vorderberg: Schule Fluntern – Gladbachstrasse Nr. 124 | 28 |
| Anhang 2 | Emissionskataster 2040..... | 32 |
| Anhang 3 | Immissionstabelle | 34 |
| Anhang 4 | Abkürzungsverzeichnis | 36 |

Einleitung/Lesehilfe

Im vorliegenden Bericht wird unter den Kapiteln 1 (Ausgangslage), 2 (Grundlagen) und 3 (Sanierungsmassnahmen) das WARUM (rechtliche Erlasse: Auftrag/Vorgaben), das WIE (Methodik/Vorgehen bei der Projektierung) und das WAS (Resultate/Planungsinhalt) in Bezug auf die Strassenlärmsanierung der Stadt Zürich umfassend erläutert.

Wer sich konkret zur Lärmbelastung oder zu den geplanten Massnahmen bei einer bestimmten Liegenschaft informieren möchte, kann ausschliesslich die Anhänge konsultieren.

- | | |
|----------|--|
| Anhang 1 | Beinhaltet den Erleichterungsantrag des Strassenhalters und gibt Auskunft über eine allfällige Pflicht zum Einbau von Schallschutzfenstern auf Kosten der Stadt. |
| Anhang 2 | Beinhaltet den Emissionskataster zum Sanierungshorizont und gibt Auskunft über die prognostizierten Emissionen und die Grundlagendaten (Verkehrsmenge / Verkehrszusammensetzung / Geschwindigkeit / Fahrbahnparameter), auf welchen das vorliegende Projekt basiert. |
| Anhang 3 | Beinhaltet die Immissionen zum Sanierungshorizont für jede Liegenschaft im Projektperimeter, die von einem Erleichterungsantrag betroffen ist. Die Liegenschaften sind nach alphabetisch geordneten Adressen aufgelistet. |
| Anhang 4 | Beinhaltet das Abkürzungsverzeichnis. |

Zusammenfassung

Strassenbauprojekt Vorderberg (Bau-Nr. 02'284)

Der Bearbeitungsperimeter des Strassenbauprojektes Vorderberg (Bau-Nr. 02'284) umfasst den Bereich Vorderberg zwischen Schule Fluntern und Gladbachstrasse Nr. 124 (im weiteren Bericht «Strassenbauprojekt Vorderberg» genannt).

Im Bereich Vorderberg steht nahezu im gesamten oben genannten Projektperimeter eine Oberbauerneuerung an. Es ist ein Gleisersatz und der hindernisfreie Ausbau der Tram- und Bushaltestellen notwendig. Zudem soll die Veloroute Nr. 144 des Regionalen Richtplans umgesetzt werden. Hierzu wird eine MIV Fahrspur stadteinwärts reduziert. Der Platzbereich wird gestalterisch aufgewertet.

Wesentliche Änderung der Strassenanlage

Strassenbauprojekte, bei denen zu erwarten ist, dass sie zu wahrnehmbar stärkeren Lärmimmissionen führen (Art. 8 Abs. 3 LSV), oder die gewisse andere Kriterien erfüllen (z.B. hohe Kosten oder tiefgreifende Änderung der Bausubstanz), gelten als wesentliche Änderung im Sinne der Lärmschutz-Verordnung (LSV, SR 814.41). Sind bei den anliegenden Liegenschaften die Lärmgrenzwerte überschritten, muss der betroffene Strassenabschnitt gleichzeitig mit dem Strassenbauprojekt lärmsaniert werden (Art. 8 Abs. 2 und 3 LSV und Art. 18 Umweltschutzgesetz [USG, SR 814.01]).

Beim vorliegenden Strassenbauprojekt wird auf einer Länge von rund 200 m im gesamten Strassenquerschnitt der Oberbau erneuert. Dies stellt eine tiefgreifende Änderung der Bausubstanz dar. Das «Strassenbauprojekt Vorderberg» ist deshalb als wesentliche Änderung gemäss Art. 8 Abs. 2 und 3 LSV zu qualifizieren. Da die Lärmgrenzwerte entlang der Strassenabschnitte am Vorderberg überschritten sind, löst das Strassenbauprojekt eine gleichzeitige Lärmsanierung aus.

Im vorliegenden Bericht (Akustisches Projekt Vorderberg) wird diese Lärmsanierung dokumentiert. Es wird begründet, ob und welche Lärmschutzmassnahmen zusammen mit dem Strassenbauprojekt zu realisieren sind. Da es nicht möglich ist, die Lärmgrenzwerte zukünftig überall einzuhalten, werden zudem Sanierungserleichterungen beantragt. Werden sie rechtskräftig, treten sie nach der Realisierung des «Strassenbauprojekts Vorderberg» an die Stelle früherer Sanierungserleichterungen.

Das vorliegende akustische Projekt wurde von der Stadt Zürich (Gesundheits- und Umweltdepartement) ausgearbeitet. Das Projekt setzt die rechtlichen Bestimmungen aus Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) und Lärmschutz-Verordnung (LSV, SR 814.41) zum Schutz der Bevölkerung vor übermässigem Strassenverkehrslärm um. Das Tiefbauamt sieht vor, das Strassenbauprojekt Vorderberg sowie das akustische Projekt Vorderberg im Winter 2023 gemäss §16 Strassengesetz (StrG, LS 722.1) während 30 Tagen öffentlich aufzulegen.

Massnahmen zur Lärmsanierung am Vorderberg

Im Anhang 3 der Lärmschutz-Verordnung (LSV) sind die Belastungsgrenzwerte für Strassenverkehrslärm definiert. Wird eine bestehende ortsfeste Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage durch Sanierungsmassnahmen so weit

begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden (Art. 8 Abs. 2 LSV). Auf Sanierungsmassnahmen kann verzichtet werden, wenn unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten damit verbunden wären oder wenn überwiegende Interessen des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes oder der Verkehrs- und Betriebssicherheit dies erfordern (Art. 14 LSV). In solchen Fällen kann die Vollzugsbehörde dem Strassenhalter zu Gunsten betroffener Strassenabschnitte sogenannte Sanierungserleichterungen (kurz: Erleichterungen) gewähren.

Im Perimeter des vorliegenden akustischen Projekts Vorderberg sind im IST-Zustand im Jahr 2020 die Immissionsgrenzwerte (IGW) bei 5 Liegenschaften überschritten. Insgesamt sind rund 80 Anwohnende von Grenzwertüberschreitungen betroffen. Die Stadt Zürich hat deshalb für die Strassenabschnitte im Projektperimeter Lärmschutzmassnahmen geprüft. Dabei kam sie zu folgenden Schlüssen:

Massnahmen gegen die Lärmentstehung am Vorderberg

Am Vorderberg (Schule Fluntern – Gladbachstrasse Nr. 124) wurden sowohl die Reduktion der Höchstgeschwindigkeit (vgl. Kap. 3.2.2) als auch der Einbau eines lärmarmen Belags (vgl. Kap. 3.2.3) hinsichtlich Lärmschutz als nicht verhältnismässig beurteilt (vgl. Erleichterungsantrag Anhang 1).

Massnahmen gegen die Lärmausbreitung am Vorderberg

Der Strassenraum am Vorderberg wurde vor Ort in Bezug auf die Machbarkeit und Stadtbild-Verträglichkeit von Lärmschutzbauten beurteilt (vgl. Kap. 3.3). Diese Untersuchungen haben ergeben, dass im Projektperimeter der Bau von Lärmschutzwänden nicht verhältnismässig ist (detailliertere Erläuterungen siehe Anhang 1 «Erleichterungsantrag»).

Erleichterungen am Vorderberg

Diese Strassenabschnitte führen auch nach der Umsetzung des Strassenbauprojektes noch zu Überschreitungen der IGW. Es werden daher Sanierungserleichterungen gemäss Art. 14 LSV für diesen Strassenabschnitt beantragt. Der Umfang der verbleibenden IGW-Überschreitungen wurde für jedes betroffene Gebäude einzeln ermittelt und bildet Bestandteil des Erleichterungsantrags (vgl. Anhang 1).

Ersatzmassnahmen im Bereich Vorderberg

Bei 5 Liegenschaften sind im Sanierungshorizont 2040 die IGW überschritten. Die Eigentümer dieser Gebäude sind unter gewissen Voraussetzungen zum Einbau von Schallschutzfenstern auf Kosten der Stadt verpflichtet (vgl. Kap. 3.5).

Kosten Akustisches Projekt Vorderberg

Die Kosten der Sanierungsmassnahmen betragen inklusive 7.7 % Mehrwertsteuer voraussichtlich ca. Fr. 195'000.- (vgl. Kap. 3.6).

1 Ausgangslage

1.1 Bundesrechtliche und behördenverbindliche Vorgaben

Das vorliegende akustische Projekt richtet sich nach den Bestimmungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung.

1.1.1 Umweltschutzgesetz

Das Umweltschutzgesetz soll Menschen und Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützen.

Es gelten folgende Grundsätze:

- *Vorsorgeprinzip*: Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen (Art. 1 Abs. 2 USG). Emissionen sind im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Art. 11 Abs. 2 USG).
- *Verursacherprinzip*: Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür (Art. 2 USG).

Nach Art. 16 Abs. 1 USG müssen Anlagen, die den geltenden Umweltvorschriften, beispielsweise der Lärmschutz-Verordnung, nicht genügen, saniert werden. Dabei sind – soweit technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar – sowohl Massnahmen gegen die Lärmentstehung als auch gegen die Lärmausbreitung zu treffen (vgl. Kap. 3.2 und Kap. 3.3). Ist es auf diese Weise nicht möglich, die vorgeschriebenen Grenzwerte einzuhalten, müssen sogenannte Sanierungserleichterungen beantragt werden (vgl. Kap. 3.4). Dies sind Ausnahmegewilligungen, wonach die vorgeschriebenen Grenzwerte auf einem bestimmten Strassenabschnitt in einem festgelegten Umfang überschritten werden dürfen. Als Ersatzmassnahme sind die von Grenzwert-Überschreitungen betroffenen Häuser mit Schallschutzfenstern auszurüsten – allerdings nur unter gewissen Voraussetzungen (vgl. Kap. 3.5).

1.1.2 Lärmschutz-Verordnung

In der Lärmschutz-Verordnung hat der Bundesrat die Bestimmungen aus dem Umweltschutzgesetz im Bereich Lärm – insbesondere die Höhe der Belastungsgrenzwerte – konkretisiert.

- *Der Immissionsgrenzwert (IGW)* widerspiegelt die Schädlichkeit- und Lästigkeitsgrenze. Ist der IGW überschritten, müssen Sanierungsmassnahmen geprüft und – soweit technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar – umgesetzt werden. Der IGW ist der massgebende Grenzwert für das vorliegende akustische Projekt.
- *Der Alarmwert (AW)* ist ein Kriterium für die Dringlichkeit einer Sanierung. Er liegt deutlich höher als der IGW:
- *Der Planungswert (PW)* dient der Vorsorge. Er gilt für die Errichtung neuer lärm-erzeugender Anlagen und für die Ausscheidung und Erschliessung von Bauzonen. Für das vorliegende Projekt ist er nicht relevant.

Die Belastungsgrenzwerte sind bei Tag und bei Nacht jeweils unterschiedlich hoch und sie sind abgestuft in Abhängigkeit zur Lärmempfindlichkeit des Gebiets (sogenannte Empfindlichkeitsstufe (ES)). Insgesamt gibt es vier Empfindlichkeitsstufen. Die Bau- und Zonenordnung legt für jedes Gebiet parzellenscharf fest, zu welcher Empfindlichkeitsstufe es gehört (vgl. Kap. 2.1).

Im Anhang 3 der LSV sind die Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm definiert (vgl. Tab. 1). Die Belastungsgrenzwerte gelten für lärmempfindliche Räume in Gebäuden sowie in noch nicht überbauten Bauzonen, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen (Art. 41 LSV).

Lärmempfindliche Räume sind gemäss Art. 2 Abs. 6 LSV Räume in Wohnungen (ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitär- und Abstellräume) sowie Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm).

Für Gebiete und Gebäude, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag bzw. in der Nacht aufhalten, gelten für die Nacht bzw. den Tag keine Belastungsgrenzwerte (Art. 41 Abs. 3 LSV). Die Zeitphasen sind hierbei wie folgt definiert:

Tag = 6.00 Uhr – 22.00 Uhr und Nacht = 22.00 Uhr – 6.00 Uhr

| Empfindlichkeitsstufe | Planungswert (PW) [dB(A)] | | Immissionsgrenzwert (IGW) [dB(A)] | | Alarmwert (AW) [dB(A)] | |
|-----------------------|---------------------------|-------|-----------------------------------|-------|------------------------|-------|
| | Tag | Nacht | Tag | Nacht | Tag | Nacht |
| ES I ¹ | 50 | 40 | 55 | 45 | 65 | 60 |
| ES II | 55 | 45 | 60 | 50 | 70 | 65 |
| ES III | 60 | 50 | 65 | 55 | 70 | 65 |
| ES IV | 65 | 55 | 70 | 60 | 75 | 70 |

Tab. 1: Belastungsgrenzwerte für den Strassenverkehrslärm gemäss Anhang 3 LSV

Bei Räumen in Betrieben, die in Gebieten der Empfindlichkeitsstufen I¹, II oder III liegen, gelten um 5 dB(A) höhere Planungswerte und Immissionsgrenzwerte (Art. 42 Abs. 1 LSV).

Gemäss Art. 8 Abs. 2 LSV ist der Inhaber einer ortsfesten Anlage, die wesentlich zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte (IGW) beiträgt, verpflichtet, die Anlage soweit zu sanieren, dass die IGW eingehalten werden. Es ist jedoch möglich, dass dies nicht gelingt, sei es, weil die Ausgangslärmbelastung derart hoch ist, dass die IGW trotz ergriffener Lärmschutzmassnahmen überschritten bleiben, sei es, weil

¹ In der Stadt Zürich gibt es keine ES I

der Umsetzung der Lärmschutzmassnahmen überwiegende Interessen entgegenstehen. Die Lärmschutz-Verordnung nennt hier z. B. Interessen des Ortsbildschutzes, unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten (Art. 14 LSV). Ist aus diesen oder anderen Gründen die Einhaltung der IGW nicht möglich, so werden sogenannte Sanierungserleichterungen gewährt. Damit wird die Überschreitung der IGW auf den betroffenen Strassenabschnitten bis auf weiteres zugelassen. Jedes Mal, wenn die Anlage "wesentlich geändert" wird, ist aber wieder eine Lärmsanierung durchzuführen (Art. 8 Abs. 2 LSV). Das bedeutet, dass erneut zu prüfen ist, ob und welche Lärmschutzmassnahmen möglich sind. Verhältnismässige Massnahmen sind umzusetzen und frühere Sanierungserleichterungen werden gegebenenfalls aufgehoben oder der geänderten Belastungssituation angepasst.

Von einer "wesentlichen Änderung" gemäss Art. 8 Abs. 2 LSV spricht man, wenn eine Anlage umgebaut oder erweitert wird und dieses Projekt

- a) entweder dazu führt, dass die Lärmimmissionen wahrnehmbar zunehmen,
- b) hohe Kosten auslöst oder
- c) die Bausubstanz tiefgreifend erneuert.

1.1.3 Leitfaden Strassenlärmsanierung

Der Auftrag zur Lärmsanierung leitet sich aus den rechtlichen Bestimmungen aus USG und LSV ab. Aufsichtsbehörde ist das Bundesamt für Umwelt (BAFU). Um die Sanierungspraxis schweizweit zu vereinheitlichen und eine Gleichbehandlung der Betroffenen sicherzustellen, haben ASTRA und BAFU in Zusammenarbeit mit mehreren Kantonen einen Leitfaden für die Strassenlärmsanierung erarbeitet. Diese Vollzugshilfe gibt Anforderungen an die Projektierung und Realisierung vor und ist für die Vollzugsbehörden verbindlich. Der "Leitfaden Strassenlärm" von BAFU und ASTRA kann auf folgender Internet-Seite eingesehen werden:

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/publikationen-studien/publikationen/leitfaden-strassenlaerm.html>

1.2 Lärmsanierungs-Auftrag

1.2.1 Zuständigkeiten und Verfahrenskoordination

Die Stadt Zürich ist auf Stadtgebiet für den Bau, Betrieb und den Unterhalt aller kommunalen und überkommunalen Strassen zuständig (§§ 15 Abs 2 und 43 Strassengesetz (StrG, LS 722.1) sowie § 27 der kantonalen Signalisationsverordnung (KSigV, LS 741.2)). Ihr obliegt damit auch die Lärmsanierung dieser Strassen. Für die Lärmsanierung der Nationalstrassen ist das Bundesamt für Strassen (ASTRA) zuständig.

Bauliche Massnahmen sowie Anträge für Sanierungserleichterungen sind im Verfahren nach StrG aufzulegen und festzusetzen (§ 16 f. StrG), Temporeduktionen werden vom Vorsteher oder von der Vorsteherin des Sicherheitsdepartements verfügt (Art. 3 der Städtischen Signalisationsvorschriften, AS 551.320). Gegen sämtliche Massnahmen kann Einsprache beim Stadtrat erhoben werden. Auf überkommunalen Strassen müssen bauliche Massnahmen und Sanierungserleichterungen nach der Festsetzung durch den Stadtrat durch den Regierungsrat des Kantons Zürich genehmigt werden.

Sämtliche Massnahmen im Zusammenhang mit einem Strassenbauprojekt müssen aufeinander abgestimmt und gleichzeitig bewilligt werden (bauliche Massnahmen, Lärmschutzmassnahmen, Sanierungserleichterungen, Verkehrsvorschriften, etc.). Diese Koordinationspflicht ergibt sich aus Art. 25a des Raumplanungsgesetzes (RPG). Sie wurde beim Strassenbauprojekt «Strassenbauprojekt Vorderberg» beachtet.

1.2.2 Frühere Sanierungsprogramme der Stadt Zürich

Angesichts der erhöhten Dringlichkeit zur Lärmsanierung bei Alarmwert-Überschreitungen hat die Stadt Zürich bereits in den Jahren 1987 – 2006 bei lärmempfindlichen Räumen mit Alarmwert-Überschreitungen den Einbau von Schallschutzfenstern (SSF) finanziert.

Danach ging die Stadt Zürich bei der Strassenlärmsanierung kreisweise vor. Im Jahr 2011 wurde der Pilotkreis 2 ausgearbeitet. Von 2014 bis 2018 haben für alle 12 Stadtkreise Lärmsanierungsprojekte öffentlich aufgelegt. Diese Projekte umfassten alle Strassenabschnitte des jeweiligen Stadtkreises, die Überschreitungen der IGW verursachten oder zu solchen Überschreitungen wesentlich beitrugen. Sie beinhalteten die geplanten Massnahmen gegen die Lärmentstehung und die begründeten Erleichterungsanträge pro Strassenabschnitt.

Die Stadt Zürich hat somit bereits in der Vergangenheit Lärmschutzmassnahmen ergriffen und Sanierungserleichterungen beantragt. Dies gilt auch für den Vorderberg, welcher im akustischen Projekt für den Stadtkreis 7 enthalten war. Jene Massnahmen und Sanierungserleichterungen bezogen sich auf den *damaligen* baulichen Zustand. Mit dem vorliegenden Projekt wird eruiert, welche Massnahmen im Rahmen der *jetzt geplanten*, wesentlichen Änderung möglich sind und inwiefern Überschreitungen der Lärmgrenzwerte auch in Zukunft nicht vermieden werden können. In diesem Umfang werden Sanierungserleichterungen beantragt (vgl. Anhang 1). Werden sie rechtskräftig, treten sie nach der Realisierung des Strassenbauprojekts Vorderberg anstelle der bisherigen Massnahmen und Sanierungserleichterungen.

1.2.3 Projektbeschreibung Strassenbauprojekt Vorderberg

Das Strassenbauprojekt Vorderberg (Bau-Nr. 02'284 des Tiefbauamts) beinhaltet die Erneuerung des Oberbaus. Es ist ein Gleisersatz und der hindernisfreie Ausbau der Tram- und Bushaltestellen notwendig. Zudem soll die Veloroute Nr. 144 des Regionalen Richtplans umgesetzt werden. Hierzu wird eine MIV Fahrspur stadteinwärts reduziert. Der Platzbereich wird gestalterisch aufgewertet.

Im Bereich Vorderberg sind die Belastungsgrenzwerte der Lärmschutz-Verordnung teilweise überschritten. Das Bauprojekt führt zu keinen wahrnehmbar stärkeren Lärmimmissionen. Die Kostenschätzung für das Bauprojekt ist in der derzeitigen Projektierungsphase noch mit einer Unsicherheit von $\pm 20\%$ behaftet. Ungeachtet der Baukosten ist von einer wesentlichen Änderung auszugehen, da auf dem gesamten Strassenquerschnitt der Oberbau erneuert wird. Fundations-, Trag-, Binder- und Deckschicht (siehe Abb. 1) werden vollständig ersetzt, damit hat die Eingriffstiefe

des Bauprojekts einen Umfang, der einer wesentlichen Änderung der Strassenanlage im Sinne von Art. 18 USG in Verbindung mit Art. 8 LSV Abs. 2 entspricht. Somit muss die Lärmsanierung dieses Strassenabschnitts gleichzeitig mit dem Strassenbauprojekt erfolgen. Sie wird mit dem vorliegenden Bericht (Akustisches Projekt Vorderberg) dokumentiert.

| | |
|---|---|
|  | 1) Deckschicht: griffige, verschleissfeste Gesteinskörnungen Funktion: Optimierung der Haltbarkeit bei hohen mechanischen und klimatischen Belastungen |
| | 2) Binderschicht: abgestufte Körnung / Bitumen Funktion: Schubkräfte und Erschütterungen von der Strassenoberfläche schnell und effektiv in die unteren Schichten ableiten, um die Deckschicht vor Überlastung und Verformungen zu schützen. |
| | 3) Tragschicht: grobkörnige Gesteinsmischung Funktion: gleichmässige Verteilung der Lasten, Erhöhung der Tragfähigkeit der Fahrbahn |
| | 4) Fundamentsschicht: ungebundene Kiese, Sande, Schotter Funktion: Ableiten von eindringendem Wasser, Frostschutz |

Abb. 1: Aufbau eines Standard-Strassenoberbaus

1.2.4 Projektperimeter akustisches Projekt Vorderberg

Für die folgenden Strassenabschnitte wird im vorliegenden akustischen Projekt die Umsetzung von Massnahmen gegen die Lärmentstehung (vgl. Kap. 3.2) und Massnahmen gegen die Lärmausbreitung (vgl. Kap. 3.3) geprüft und es werden allenfalls Erleichterungen beantragt (vgl. Anhang 1).

| Strasse | Abschnitt | Strassen-Klassierung |
|------------------------|--------------------------------|----------------------|
| Bergstrasse | Vorderberg - Zürichbergstrasse | überkommunal |
| Gladbachstrasse | Gladbachstr. 124 - Vorderberg | überkommunal |
| Gloriastrasse | Schule Fluntern - Bergstrasse | überkommunal |
| Kraftstrasse | Gladbachstrasse - Kraftstr. 15 | überkommunal |
| Vorderberg | Bergstrasse - Gladbachstrasse | überkommunal |

Tab. 2: Strassenabschnitte, an welchen im Sanierungshorizont 2040 ohne Massnahmen Überschreitungen der Belastungsgrenzwerte der LSV auftreten

Das vorliegende akustische Projekt Vorderberg beinhaltet sämtliche Gebäude innerhalb des Projektperimeters, welche nach der Realisierung des Strassenbauprojekts im Beurteilungszustand (Jahr 2040) IGW-Überschreitungen aufweisen.

2 Grundlagen für die Projekterarbeitung

2.1 Bau- und Zonenordnung (BZO) der Stadt Zürich

Die für die Lärmsanierung relevanten IGW sind je nach Lärmempfindlichkeit der Bauzone unterschiedlich streng. Im Rahmen der Nutzungsplanung ordnet die Gemeinde die Bauzonen gemäss ihrer Lärmempfindlichkeit unterschiedlichen Empfindlichkeitsstufen (ES) zu (Art. 43 und Art. 44 LSV). Die Stadt Zürich hat die ES-Zuordnung in der Bau- und Zonenordnung festgelegt. BZO und Zonenplan können auf folgender Internet-Seite eingesehen werden:

www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik_u_recht/amtliche_sammlung/inhaltsverzeichnis/7/700/100.html

2.2 Emissionskataster (Lärm an der Quelle)

Art. 37 LSV verpflichtet die Vollzugsbehörde, einen Lärmbelastungskataster zu führen, welcher die Strassenlärm-Immissionen bei jedem Gebäude ausweist. Als Grundlage für diesen Immissionskataster² dient der Emissionskataster. Dieser beinhaltet die Strassendaten und Verkehrsgrundlagen (Steigung, Belag, Anzahl Fahrzeuge, Geschwindigkeit, etc.) sowie die Emissionen für jeden einzelnen Strassenabschnitt.

Die Emissionen des Strassenverkehrs setzen sich zusammen aus dem Motorengeräusch, dem Rollgeräusch und dem Windgeräusch der Fahrzeuge und hängen im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Verkehrsmenge und Verkehrszusammensetzung
- Geschwindigkeit
- Fahrbahnsteigung
- Fahrbahnbelag

Aus obigen Parametern lassen sich mit Hilfe des von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) entwickelten Berechnungsmodells für Strassenverkehrslärm "sonROAD18" die Beurteilungs-Emissionspegel $L_{r,e(t)}$ bzw. $L_{r,e(n)}$ für den Tages- bzw. Nachtzeitraum auf einem bestimmten Strassenabschnitt ermitteln. Aufgrund dieser Emissionen können in der Folge die Immissionen berechnet werden (vgl. Kap. 2.3.1). Bei der Emissions- wie auch der Immissionsberechnung werden die Vorgaben der BAFU-Anwendungshilfe "2021 Umwelt-Wissen: Strassenlärm-Berechnungsmodell sonROAD18" berücksichtigt.

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/laerm/publikationen-studien/publikationen/strassenlaerm-berechnungsmodell_sonroad18.html

Nebst den heutigen Emissionen ("IST-Zustand"), sind auch die Emissionen in 20 Jahren abzuschätzen. Dies hat unter Berücksichtigung der absehbaren Verkehrsentwicklung innerhalb der nächsten 20 Jahre zu geschehen. Man spricht in diesem Zusammenhang vom sogenannten "Sanierungshorizont".

→ Im Anhang 2 sind die Emissionen für den Sanierungshorizont 2040 mit allfälligen projektierten Massnahmen ersichtlich.

² Bei den Emissionen handelt es sich um den Lärm direkt an der Strasse, bei den Immissionen um den Lärm, der an den anliegenden Gebäuden eintrifft. Die Immissionen nehmen mit zunehmender Distanz der Gebäude zur Strasse ab.

2.2.1 IST-Zustand 2020: Verkehrsdaten

Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Auf dem übergeordneten Strassennetz (DTV > 5000) werden die Verkehrsdaten aus dem Gesamtverkehrsmodell des Kantons Zürich (GVM-ZH) mittels Daten der Dauerzählstellen der Dienstabteilung Verkehr der Stadt Zürich (DAV) kalibriert. Für das untergeordnete Strassennetz (DTV < 5000) organisiert der Fachbereich Lärmschutz und NIS des Umwelt- und Gesundheitsschutzes der Stadt Zürich (UGZ) Handzählungen vor Ort, welche auf die stündliche Verkehrsmenge im Jahresdurchschnitt hochgerechnet werden.

Basierend auf Ganglinien werden die Verkehrsmengen für den Tageszeitraum (6 Uhr bis 22 Uhr) bzw. Nachtzeitraum (22 Uhr bis 6 Uhr) separat ausgewiesen. Das Emissionsmodell sonROAD18 ist für die Integration von nach SWISS 10-Fahrzeugkategorien aufgeteilten Verkehrsdaten ausgelegt (vgl. Tab. 3). Die in unterschiedlichem Detaillierungsgrad erhobene Verkehrszusammensetzung nach Fahrzeugtyp aus GVM-ZH, Dauerzählstellen und Handzählungen wird mittels eines Konverters (Verteilschlüssel) in die SWISS 10-Fahrzeugkategorien aufgeteilt.

| SWISS-10 Kategorie | Beschreibung |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Busse |
| 2 | Motorräder |
| 3 | Personenwagen |
| 4 | Personenwagen mit Anhänger |
| 5 | Lieferwagen bis 3.5t |
| 6 | Lieferwagen bis 3.5t mit Anhänger |
| 7 | Lieferwagen bis 3.5t mit Auflieger |
| 8 | Lastwagen |
| 9 | Lastenzüge |
| 10 | Sattelzüge |

Tab. 3: SWISS-10-Kategorien gemäss sonROAD18

Öffentlicher Verkehr (ÖV)

Der Tram- und Busverkehr der VBZ wird bei den Zählungen nicht berücksichtigt, sondern aus den aktuellen Fahrplänen erhoben.

Die unterschiedlichen akustischen Eigenschaften der verschiedenen Bustypen des öffentlichen Verkehrs werden berücksichtigt. Es können 11 unterschiedliche Buskategorien unterschieden werden (Diesel-Standardbus, Doppelgelenktrolley, Elektro-Midibus, etc).

Die Tramlinien werden als separate Lärmquelle behandelt. Bei der Berechnung der Tramemissionen werden die unterschiedlichen akustischen Eigenschaften der Wagentypen (Tram 2000, Cobra, Flexity, etc.) berücksichtigt. Ein allfälliges Grüntrasse wird bei der Lärmausbreitungsrechnung aufgrund der unterschiedlichen Bodenabsorption von gewachsenem Boden gegenüber Hartbelag berücksichtigt.

Tramlinien, die innerhalb des Strassenquerschnitts verlaufen, werden nach Anhang 3 LSV beurteilt und tragen somit zum Strassenverkehrslärm bei. Fährt das Tram hingegen auf einem separaten Trasse neben der Strasse, so werden seine Immissionen als Eisenbahnlärm nach Anhang 4 LSV beurteilt und finden bei der Strassenlärmsanierung keine Berücksichtigung. Diese Unterscheidung schreibt die Lärmschutz-Verordnung so vor.

2.2.2 Sanierungshorizont 2040: Verkehrsprognose

Mit der Festlegung eines Sanierungshorizontes wird sichergestellt, dass die Lärmsanierung nachhaltig ist (siehe Leitfaden Strassenlärm von BAFU und ASTRA, Seite 16). Der Sanierungshorizont ist daher der für die Beurteilung der Sanierungspflicht und die Dimensionierung der Massnahmen massgebende Zeitpunkt. Dabei sind folgende Aspekte zu beachten:

- Massnahmen oder Sanierungserleichterungen sollen so dimensioniert werden, dass das Lärmproblem langfristig gelöst ist. Bei der Ausarbeitung eines Sanierungsprojektes ist deshalb die absehbare Entwicklung der Emissionen zu berücksichtigen.
- Die Entwicklung der Emissionen soll für eine Planungsperiode von mindestens 15 Jahren ab dem Zeitpunkt der Realisierung ermittelt werden. Da vom Planungsstart bis zum Realisierungszeitpunkt häufig ca. 5 Jahre vergehen, wird eine Reserve von 5 Jahren eingeplant. Der Sanierungshorizont beträgt somit 20 Jahre.
- Die zukünftige Entwicklung der Lärmemissionen und Lärmimmissionen ist nach bestem Wissen und gestützt auf Siedlungs- und Verkehrsprognosen festzulegen.

Gemäss Prognose des Bundes³ wird der Strassenverkehr in den nächsten Jahrzehnten weiter wachsen, allerdings mit geringeren Raten im Vergleich zu den letzten

³ Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040, Synthesebericht, Amt für Raumentwicklung (ARE), August 2016

20 Jahren. Der weiter wachsenden Bevölkerung und Wirtschaft stehen insbesondere in den Ballungszentren Sättigungstendenzen im Motorisierungsgrad und eine Verschiebung des Modalsplits zu Gunsten des öffentlichen Verkehrs gegenüber.

In der Stadt Zürich ist der motorisierte Verkehr in den letzten 10 Jahren nicht mehr gewachsen. Wichtige städtische Strategien zur Mobilität, zum Klimaschutz oder zur Veloförderung zielen zudem darauf ab, den motorisierten Individualverkehr (MIV) einzudämmen. Vorliegend wird daher generell von stagnierenden Verkehrsmengen ausgegangen. Das heisst dem Verkehr des Sanierungshorizonts 2040 wird der Verkehr des IST-Zustands 2020 zugrunde gelegt.

2.2.3 Geschwindigkeit

Die Emissionen nehmen mit der Geschwindigkeit zu, wobei die Emissionszunahme bei Geschwindigkeitserhöhung im tieferen Geschwindigkeitsbereich grösser ist als im hohen Geschwindigkeitsbereich. Die folgenden zwei Diagramme aus dem Bericht der EMPA "sonROAD18 Berechnungsmodell für Strassenlärm - Kurzfassung" vom 9. Juli 2018 zeigen exemplarisch für die beiden Fahrzeugkategorien Personenwagen (cat 3, links) und Lastwagen (cat 8, rechts) den Schalleistungspegel in Abhängigkeit zur Geschwindigkeit für das Antriebs-, Roll- und Gesamtgeräusch.

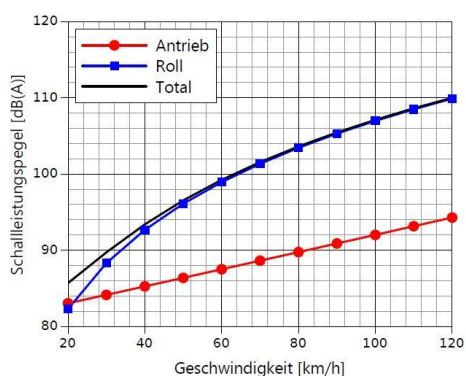


Abb. 2: Geschwindigkeitsabhängigkeiten der Antriebs- und Rollgeräusch-Komponente sowie Total der A-bewerteten Schalleistung für die SWISS10 Kategorie 3 (Personenwagen)

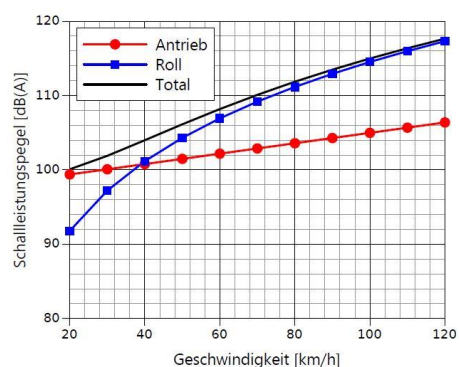


Abb. 3: Geschwindigkeitsabhängigkeiten der Antriebs- und Rollgeräusch-Komponente sowie Total der A-bewerteten Schalleistung für die SWISS10 Kategorie 8 (Lastwagen)

Das Rollgeräusch dominiert bei leichten Fahrzeugen für Geschwindigkeiten oberhalb von 20 bis 30 km/h, bei schweren Fahrzeugen oberhalb von 40 bis 50 km/h und bei Motorrädern oberhalb von 60 km/h.

Die Emissionsermittlung in der Stadt Zürich basiert in der Regel auf der signalisierten Höchstgeschwindigkeit. Vorliegend – am Vorderberg - handelt es sich aber um einen Strassenabschnitt, wo die Höchstgeschwindigkeit kaum ausgefahren werden kann. Im IST-Zustand wird daher mit den mittleren Geschwindigkeiten aus der Verkehrserhebung der DAV gerechnet, welche am Tag und in der Nacht bei 30 km/h liegen.

2.2.4 Fahrbahnsteigung

Das Antriebsgeräusch ist abhängig von der Fahrbahnsteigung. Positive Steigungen (Bergauf-Spur) erhöhen das Antriebsgeräusch, negative Steigungen (Bergab-Spur) vermindern das Antriebsgeräusch.

2.2.5 Fahrbahnbelag

Die Oberflächentextur, die Rauheit und Hohlräume des Strassenbelags haben einen Einfluss auf das Rollgeräusch. Basierend auf den Angaben des vom Tiefbauamt der Stadt Zürich geführten Belagskatasters wird dem bestehenden Belag im IST-Zustand der gemäss Anhang 1b des Leitfadens Strassenlärm von ASTRA und BAFU vorgeschriebene akustische Belagskennwert (sog. KB-Wert) zugeordnet. Mittels des KB-Werts und der nach sonROAD18 festgelegten zugehörigen spektralen Standard-Belagskorrektur kann die akustische Belagsgüte berücksichtigt werden. Sind im Belagskataster des Tiefbauamts keine Angaben für den spezifischen Strassenabschnitt enthalten, wird standardmässig ein KB-Wert von 1 verwendet. Damit wird für nicht genau bekannte, in der Regel ältere Beläge eine konservative akustische Belagsgüte angenommen.

Beim konventionellen Belag, den die Stadt Zürich heutzutage verbaut, handelt es sich in der Regel um einen Belag des Typs AC-8. Für diesen Belagstyp ist gemäss Anhang 1b des Leitfadens Strassenlärm von ASTRA und BAFU ein KB-Wert von 0 zu berücksichtigen. Im Sanierungshorizont ohne Massnahmen wird standardmässig von diesem Belag ausgegangen.

Bei Belägen mit negativen KB-Werten handelt es sich um lärmarme Beläge (LAB). Der zurzeit wirksamste, für den Innerortsbereich geeignete, lärmarme Belag ist der SDA-4 Belag (semidichter Asphalt mit maximaler Korngrösse 4 mm). Dieser Belagstyp hat einen KB-Wert von -3. Die effektive akustische Wirkung dieses Belags hängt u.a. insbesondere davon ab, wie laut der bestehende Belag war, aber auch von anderen Faktoren, wie der Verkehrszusammensetzung. In der Regel liegt die langfristige Lärminderung (Belagsendwert) bei 2-3 dB bei Tempo 50. Kurz nach Einbau kann die Lärminderung wesentlich höher sein. Insbesondere wegen Verstopfung der Poren nimmt sie jedoch rasch ab. Der SDA-4 wird allerdings bei hohen Scherkräften – wie sie bei Längsparkierungen, U-Turns und dergleichen auftreten – schnell schadhaft. In solchen Fällen werden widerstandsfähigere LAB-Typen eingesetzt, wie der AC-8 Belag mit lärmindernder Wirkung, für welcher ein geringerer KB-Wert von -1 zu berücksichtigen ist.

2.3 Immissionskataster (Lärm am Empfangsort)

Gemäss Art. 37 Abs. 2 LSV hat der Lärmbelastungskataster Folgendes anzugeben:

- a) die ermittelte Lärmbelastung;
- b) die angewendeten Berechnungsverfahren;
- c) die Eingabedaten für die Lärmberechnung;
- d) die in der Nutzungsplanung festgelegte Nutzung der lärmbelasteten Gebiete;
- e) die geltenden Empfindlichkeitsstufen;
- f) die Anlagen und ihre Eigentümer;
- g) die Anzahl Personen, die von über den massgebenden Belastungsgrenzwerten liegenden Lärmimmissionen betroffen ist.

2.3.1 Immissionsberechnung

Ausgehend von den Emissionen auf den Strassenachsen werden die Immissionen an den Gebäudefassaden mit CadnaA (Computer Aided Noise Abatement) – einer von ASTRA und BAFU anerkannten Software der Firma DataKustik GmbH zur Berechnung der Lärmausbreitung – ermittelt. Die Ausbreitungsberechnung erfolgt nach ISO 9613-2 unter Berücksichtigung der Vorgaben der BAFU-Anwendungshilfe "2021 Umwelt-Wissen: Strassenlärm-Berechnungsmodell sonROAD18".

CadnaA berechnet die Lärmausbreitung in einem akustischen 3D-Modell, das auf dem digitalen Terrainmodell der amtlichen Vermessung (DTM-AV) und dem 3D-Stadtmodell der Stadt Zürich basiert. Das DTM-AV bildet die Topographie der Erdoberfläche ohne Bewuchs und Bebauung ab und hat eine Punktedichte von einem Punkt pro 4 m². Die mittlere Höhengenaugigkeit beträgt ± 0.3 m. Die Daten zur Bodenbedeckung aus der amtlichen Vermessung dienen als Grundlage für die Berücksichtigung der Bodenabsorption.

Die Gebäudegrundrisse liefert die Amtliche Vermessung der Stadt Zürich. Die Gebäudehöhe wird aus der Detaillierungsstufe 1 des 3D-Stadtmodells der Stadt Zürich abgeleitet, indem der Mittelwert von Trauf- und Firsthöhe eines Gebäudes verwendet wird oder Schrägdächer als Flachdächer mit konstanter Höhe modelliert werden → "Klötzchenmodell" (vgl. Abb. 4). Es werden Reflexionen erster Ordnung berücksichtigt.

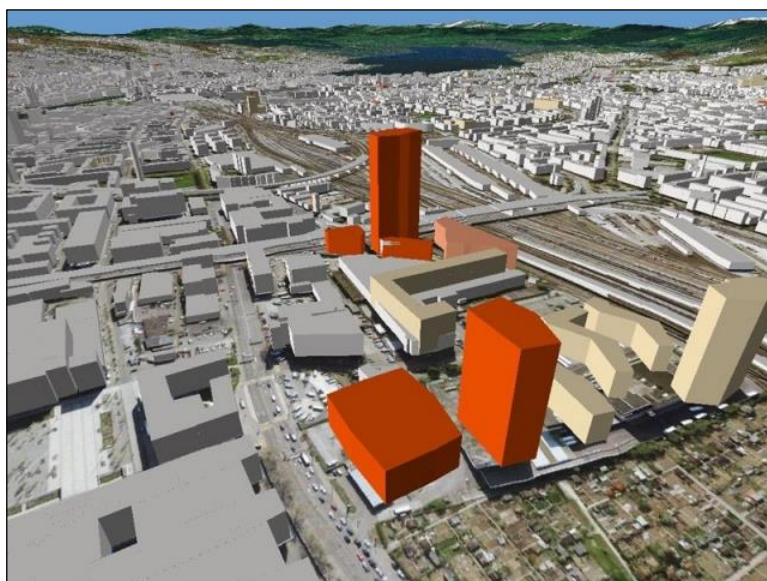


Abb. 4: Klötzchenmodell des 3D-Stadtmodells der Stadt Zürich

Folgende Hindernisse werden bei der Berechnung der Immissionen nicht berücksichtigt, weil sie im akustischen 3D-Modell nicht enthalten sind:

- Fassadenanbauten (Erker, Balkone)
- Kleinbauten, die nicht in den AV-Daten enthalten sind (z.B. Telefonkabinen, Unterstände bei Haltestellen, etc.)

Die Immissionsberechnung liefert als Resultat die (Lärm-)Beurteilungspegel L_r an allen Fassaden und auf allen Etagen sämtlicher Gebäude der Stadt Zürich für den Tages- bzw. für den Nachtzeitraum. Die Örtlichkeiten, für welche diese Beurteilungspegel berechnet werden, werden Empfangspunkte (EP) genannt. Die Verteilung der EP über die Fassadenflächen wird aus Abb. 5 und Abb. 6 deutlich:

horizontal

Für jede Fassade (Verbindung zwischen zwei Stützpunkten des Gebäudegrundrisses) wird mindestens ein EP in der Mitte der Fassade erstellt. Ist die Fassade länger als 10 m, werden über die Fassade verteilt mehrere EP erstellt.

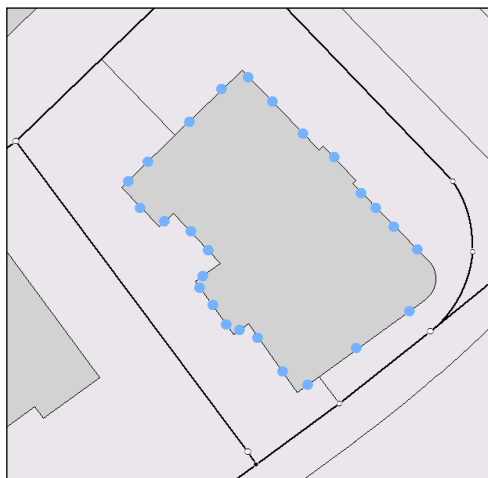


Abb. 5: Horizontale EP-Verteilung

vertikal

Der EP für das Parterre wird 2.5 m über Boden erstellt. Für alle weiteren Etagen wird der EP in einem vertikalen Abstand von 2.8 m zur vorhergehenden Etage gesetzt (1. Etage 5.3 m über Boden, 2. Etage 8.1 m über Boden, etc.).

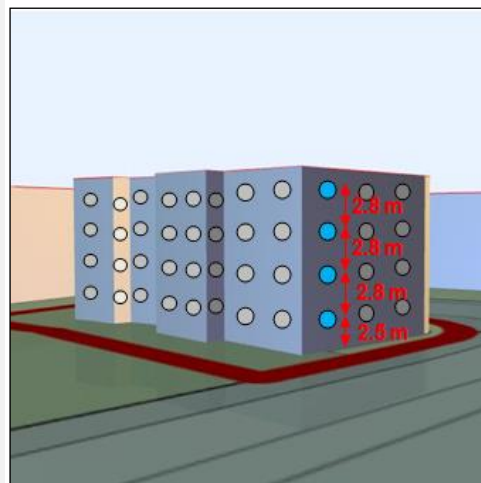


Abb. 6: Vertikale EP-Verteilung

Die Beurteilungspegel für den Tages- und Nachtzeitraum $L_r(t)$ und $L_r(n)$ werden auf zwei Dezimalstellen genau berechnet. Für die Beurteilung der Lärmbelastung werden die Immissionswerte mathematisch auf Zehntel-Dezibel gerundet.

2.3.2 Beurteilung der Lärmbelastung

Zur Beurteilung, ob an einem Gebäude die Grenzwerte gemäss LSV eingehalten sind, wird der lauteste Empfangspunkt zur Tages- sowie zur Nachtzeit betrachtet (Beurteilungspegel $L_r(t)$ bzw. $L_r(n)$) (vgl. Abb. 7).

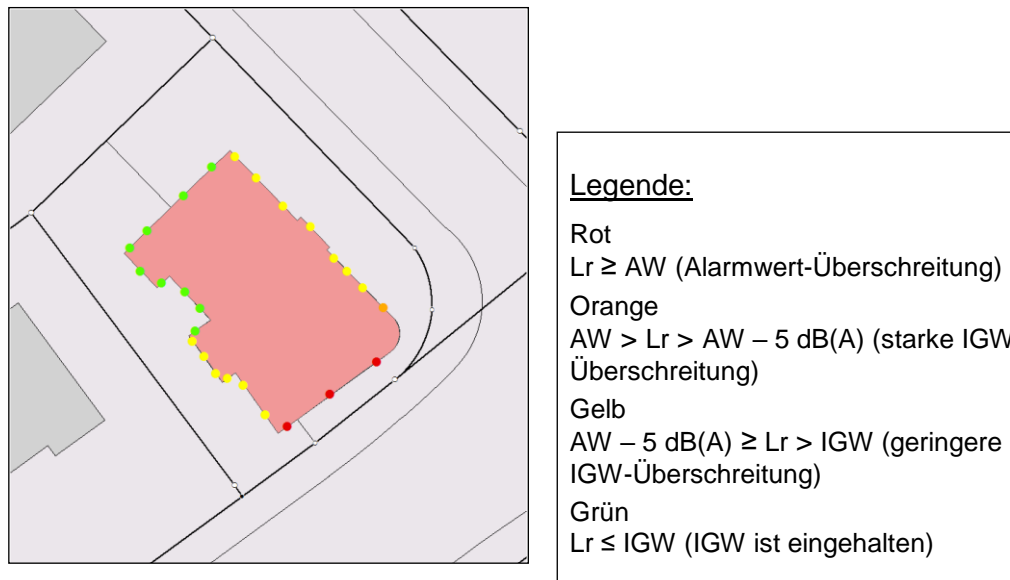


Abb. 7: Lärmbewertung eines Gebäudes und seiner EP (Punkte in der Abbildung).

Neben den Beurteilungspegeln $L_r(t)$ und $L_r(n)$ und den Empfindlichkeitsstufen (vgl. Kap. 2.1), sind für die rechtliche Beurteilung der Lärmbelastung auch die Nutzungsart und die Nutzungszeit der Gebäude relevant (vgl. Kap. 1.1.2).

Die Angaben zur Nutzung und zum Baujahr der Gebäude basieren auf der Gebäude-Statistik des Statistischen Amtes der Stadt Zürich, ebenso wie Angaben zur Anzahl Bewohner. Die Angaben zu den Arbeitsplätzen basieren auf Daten des Eidgenössischen Amtes für Statistik. Im Rahmen der Erarbeitung von Lärmsanierungsprojekten werden fehlende oder unvollständige Angaben ergänzt.

Die Beurteilung, ob die IGW überschritten sind, erfolgt pro Gebäude. Daher werden nur bei rein betrieblicher Nutzung eines Gebäudes um 5 dB(A) höhere IGW angenommen (vgl. Kap. 1.1.2). Bei Gebäuden mit Mischnutzung (teils Wohnen, teils Betrieb) basiert die Beurteilung der Lärmbelastung auf den strengeren Grenzwerten für die Wohnnutzung.

→ Im Anhang 3 sind die maximalen Beurteilungspegel pro Gebäude ersichtlich.

Ein Modell kann die Realität naturgemäss nicht vollkommen abbilden. Der Modellfehler beträgt gemäss Bericht der EMPA "sonROAD18 Berechnungsmodell für Strassenlärm" Kap. 13.1 im Sinne einer Standardabweichung 1.5 dB(A). Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Fehler in den Modelleingabedaten ist mit Ungenauigkeiten in der Grössenordnung von $\pm 2 \text{ dB(A)}$ zu rechnen.

Eine Reduktion der oben erwähnten Unsicherheiten anhand von Messungen an sämtlichen Strassenabschnitten ist für jedes einzelne Gebäude innerhalb des Projektperimeters nicht machbar. Zudem sind auch Messungen mit ähnlichen Ungenauigkeiten behaftet, gerade im städtischen Umfeld, wo immer auch andere Lärmquellen (Baustellenlärm, Lärm von Veranstaltungen etc.) die Messung beeinflussen. Art. 38 Abs. 1 LSV hält fest, dass bei der Ermittlung der Lärmimmissionen Berechnungen und Messungen gleichgestellt sind.

3 Sanierungsmassnahmen

3.1 Massnahmen-Priorisierung

Gemäss Art. 13 Abs. 3 LSV sind Massnahmen, welche die Lärmentstehung verhindern oder verringern gegenüber Massnahmen, die lediglich die Lärmausbreitung verhindern oder verringern, vorzuziehen.

Falls die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten verursachen würde oder überwiegende Interessen namentlich des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes sowie der Verkehrs- und Betriebssicherheit der Sanierung entgegenstehen, können Erleichterungen gewährt werden (Art. 14 Abs. 1 LSV). Bleiben in solchen Fällen die Immissionsgrenzwerte auch nach der wesentlichen Änderung der Strassenanlage überschritten, so müssen – als Ersatzmassnahme – grundsätzlich die Fenster lärmempfindlicher Räume gegen Schall gedämmt werden.

Die folgende Prioritätensetzung ist somit gesetzlich vorgegeben:

1. *Massnahmen gegen die Lärmentstehung* (“*Massnahmen an der Quelle*“): z. B: Verkehrsbeschränkung, Geschwindigkeitsreduktion, lärmarme Strassenbeläge
2. *Massnahmen gegen die Lärmausbreitung* (“*Massnahmen gegen die Lärmausbreitung*“): z. B: Lärmschutzwände, Erdwälle, akustische Verkleidungen
3. *Ersatzmassnahmen* → Massnahmen am lärmbeeinträchtigten Gebäude: z.B. Schallschutzfenster, Schalldämmlüfter, andere bauliche Schallschutzmassnahmen

3.2 Massnahmen gegen die Lärmentstehung

In erster Priorität sind Massnahmen gegen die Lärmentstehung (Massnahmen an der Quelle), d.h. Verkehrsbeschränkungen bzw. Verkehrslenkungen, Temporeduktionen oder der Einbau lärmarmer Beläge zu prüfen.

3.2.1 Verkehrslenkung und -beschränkung

Verkehrslenkungs- und beschränkungs-Massnahmen bedeuten einen Eingriff in die Strassennetzhierarchie, welche die Strassen gemäss ihrer Funktion in bestimmte Typen einteilt. Der Hauptverkehr wird hierbei auf bestimmten Achsen kanalisiert, um die Nebenstrassen zu entlasten.

Die Netzhierarchie basiert auf den Vorgaben des kantonalen, regionalen und kommunalen Verkehrsrichtplans. Es werden die folgenden Strassentypen unterschieden:

- Im kantonalen Richtplan sind Hochleistungsstrassen (HLS) und Hauptverkehrsstrassen (HVS) festgelegt,
- im regionalen Richtplan sind Verbindungsstrassen festgelegt,
- im kommunalen Verkehrsrichtplan sind Sammel- und Erschliessungsstrassen festgelegt.

Aus dieser Typisierung leiten sich die Anforderungen an Gestaltung und Betrieb des Strassenabschnitts ab.

Für Änderungen in der Strassenklassierung bedarf es einer übergeordneten räumlichen Abstimmung. Diese ist im Rahmen des Richtplanprozesses erfolgt. Verkehrslenkende oder –beschränkende Massnahmen (z.B. Fahrverbote, Einbahn-Regimes, etc.) sind zwar grundsätzlich tauglich, um den Lärm an einer bestimmten Stelle zu reduzieren, führen aber in der Regel andernorts zu Verschlechterungen der Verkehrs- und Lärmsituation.

Im Zusammenhang mit dem Strassenbauprojekt Vorderberg sind keine Massnahmen zur Verkehrslenkung- oder -beschränkung vorgesehen.

3.2.2 Geschwindigkeitsreduktionen

Gemäss Art. 32 Abs. 2 Strassenverkehrsgesetz (SVG) beschränkt der Bundesrat die Geschwindigkeit der Motorfahrzeuge auf allen Strassen. Dieser Verpflichtung ist er in Art. 4a der Verkehrsregelverordnung (VRV) nachgekommen. Mittels eines Gutachtens, das die Notwendig-, Zweck- und Verhältnismässigkeit einer Tempoanpassung aufzeigt, kann die zuständige Behörde für bestimmte Strassenabschnitte die vom Bundesrat festgesetzte Höchstgeschwindigkeit ändern (Art. 32 Abs. 3 SVG). Gründe für eine Herabsetzung der allgemeinen Höchstgeschwindigkeit sind gemäss Art. 108 SSV:

- Behebung einer schwer oder nicht rechtzeitig erkennbaren Gefahr
- Strassenbenützer, die eines besonderen Schutzes bedürfen (z.B. Schüler)
- Verbesserung des Verkehrsflusses
- **Verminderung übermässiger Umweltbelastungen**

Dabei ist der Grundsatz der Verhältnismässigkeit zu wahren. Dies bedeutet,

- dass die Temporeduktion zur Erzielung des angestrebten Zwecks (Behebung der Gefahr, Verminderung der Umweltbelastung, etc.) geeignet sein muss,
- dass hierfür kein anderes, besseres Mittel zur Verfügung steht und
- dass der Temporeduktion kein überwiegendes Interesse entgegensteht, indem allfällige negative Auswirkungen den erzielbaren Nutzen überwiegen.

Zusätzlich zur *Streckensignalisation* der Höchstgeschwindigkeiten hat die Schweiz im Jahr 1989 auch eine *Zonensignalisation* eingeführt (Art. 2a SSV).

In den letzten 25 Jahren wurden in der Stadt Zürich aus Gründen der Wohnqualität und der Verkehrssicherheit zahlreiche Tempo-30-Zonen, Begegnungszonen, Fahrverbotszonen sowie Fussgängerzonen eingerichtet.

Seit 2013 sind im Rahmen von Lärmsanierungsprojekten weitere Strassenabschnitte in Tempo-30-Zonen integriert oder als Tempo-30-Strecken signalisiert worden.

Mit Stadtratsbeschluss vom 1. Dezember 2021 (StRB Nr. 1217/2021) «Gesamtkonzept Strassenlärmsanierung dritte Etappe» wurde ein Gesamtkonzept für die Lärmsanierung des städtischen Strassennetzes durch Geschwindigkeitsreduktion verabschiedet. Der darin enthaltene strassenscharfe Geschwindigkeitsplan sieht eine

weitgehende Einführung von Tempo 30 vor. Die vorgesehenen Geschwindigkeitsreduktionen sind im Rahmen von Einzelfallprüfungen nach obenstehenden gesetzlichen Vorgaben zu beurteilen.

Am Vorderberg ist aufgrund der Geschwindigkeiten im IST-Zustand – gemäss den Messungen der DAV betragen sie im Mittel sowohl am Tag als auch nachts rund 30 km/h – mit keiner Reduktion des Emissionspegels durch die Einführung von Tempo 30 zu rechnen (vgl. folgende Tabelle).

| Tempo-Reduktion | Zeitraum | Sanierungs- horizont 2040 ohne Massnahmen: v_{\max} [km/h] | Sanierungs- horizont 2040 ohne Massnahmen: v_{mittel} [km/h] Messungen DAV | Sanierungs- horizont 2040 mit Massnahmen: v_{\max} [km/h] | Emissions- reduktion [dB(A)]* |
|-----------------------------|--------------------|--|---|---|-------------------------------------|
| Tempo 50 auf Tempo 30 | Tag (6 – 22 Uhr) | 50 | 30 | 30 | 0 |
| | Nacht (22 – 6 Uhr) | 50 | 30 | 30 | 0 |

Tab. 4: Akustische Wirkung einer Geschwindigkeitsreduktion von 50 km/h auf 30 km/h im Sanierungshorizont 2040 am Vorderberg

3.2.3 Lärmarme Strassenbeläge

Gemäss Stadtratsbeschluss Nr. 334/2022 vom 13. April 2022 wird bei Strassenabschnitten, bei denen nach Umsetzung des Geschwindigkeitsplans aus dem «Gesamtkonzept Strassenlärmsanierung dritte Etappe» (STRB Nr. 1217/2021 vgl. Kap. 3.2.2) die Immissionsgrenzwerte weiterhin überschritten sind, im Rahmen von ordentlichen Strassenbauprojekten ein lärmarmes Belag (LAB) eingebaut. Die Stadt setzt dabei auf den Einbau der zurzeit wirksamsten SDA-4 Beläge (semidichte Asphalte mit maximaler Korngrösse 4 mm) mit KB-Wert -3⁴. An Stellen, bei denen die einzelfallweise Prüfung ergibt, dass der Einbau des SDA-4 Belags nicht möglich ist, weicht die Stadt auf spezielle AC-8 Beläge mit lärmindernder Wirkung aus, für welche ein KB-Wert von -1⁴ eingesetzt wird.

Es ist bei einem lärmarmen Belag zurzeit von einer verkürzten Lebensdauer um den Faktor zwei bis drei auszugehen, bis der Belag ersetzt werden muss. Ob dies wegen mechanischer Schäden oder wegen nicht mehr genügender Lärminderung der Fall ist, variiert. Beim Ersteinbau eines lärmarmen Belags sind die Kosten ähnlich hoch wie bei einem herkömmlichen Belag. Wegen der verkürzten akustischen und mechanischen Lebensdauer muss mit langfristigen Mehrkosten gegenüber einem herkömmlichen Asphalt von Fr. 4.– pro Quadratmeter und Jahr gerechnet werden.

⁴ Leitfaden Strassenlärm – Vollzugshilfe für die Sanierung, Anhang 1b (Version 2022)

Im vorliegenden akustischen Projekt werden pro Zeithorizont gemäss obigen Ausführungen und den Erläuterungen in Kapitel 2.2.5 folgende Beläge mit den entsprechenden KB-Werten berücksichtigt (siehe auch Anhang 1 «Erleichterungsantrag»):

| Zeithorizont | KB-Wert | Beschreibung |
|---|----------------|--|
| IST-Zustand (2020) | 1 | Defaultwert (keine spezifische Angabe im Belagskataster) |
| Sanierungshorizont (2040) ohne Massnahmen | 0 | konventioneller AC-8 Belag |
| Sanierungshorizont (2040) mit Massnahmen | 0 | konventioneller AC-8 Belag (kein LAB-Einbau vorgesehen) |

Tab. 5: KB-Werte der in der Stadt Zürich zum Einsatz kommenden Strassenbeläge für die unterschiedlichen Zeithorizonte

* Je nach akustischer Belagsgüte des bestehenden gegenüber dem neuen Belag kann es vorkommen, dass die Emissionen im Sanierungshorizont tiefer liegen, als im heutigen Zustand, auch wenn kein lärmärmer Belag eingebaut wird.

3.3 Massnahmen gegen die Lärmausbreitung

In zweiter Priorität sind Massnahmen gegen die Lärmausbreitung – d.h. das Abschirmen der Lärmquelle mittels Lärmschutzwänden, Erdwällen oder anderen Bauteilen bzw. das Verhindern von Schallreflexionen durch die Verkleidung von Stützmauern oder Tunnelportalen, etc. mit absorbierenden Materialien – zu prüfen.

Eine Lärmschutzbaute mit optimaler Wirkung hat folgende Eigenschaften:

- *Standort*: möglichst nahe an der Lärmquelle
- *Bauliche Masse*: so hoch und lang, dass alle Etagen und die ganze Fassade der Gebäude abgeschirmt werden
- *Materialisierung*: hochabsorbierend, das heisst u.a. möglichst keine Bauteile aus Glas

Hieraus ergeben sich Konflikte mit den folgenden – im innerstädtischen Bereich sehr wichtigen – Interessen:

- *Platzverhältnisse*: Die Dichte von Bauten und Anlagen innerhalb der Stadt ist hoch. Häufig besteht nicht genügend Raum zwischen Strasse und Gebäude, um eine Lärmschutzwand (LSW) erstellen zu können. Dies gilt noch viel mehr für die Errichtung von Erdwällen; ein Wall mit einer Kronenhöhe von 2 m hat eine Basis von mindestens 6 m Breite.
- *Erschliessung*: Die zu schützenden Gebäude sind häufig von der lärmigen Strasse her erschlossen. Eine Lärmschutzbaute würde Garageneinfahrten oder die Fusswege vom Trottoir zu den Hauseingängen kappen. Es müssten daher unattraktive und kostspielige Zugangsschleusen in die Wand integriert werden.
- *Verkehrssicherheit*: Lärmschutzbauten können die Übersichtlichkeit des Strassenraums einschränken (v.a. im Kurvenbereich) und zu schnellerem Fahren verleiten.
- *Sicherheit im öffentlichen Raum*: Gewisse Sichtbeziehungen werden durch die Lärmschutzbaute unterbrochen. Es entstehen Räume, die von der Strasse oder von anderen Grundstücken her nicht mehr einsehbar sind, was die soziale Kontrolle verschlechtert und das Sicherheitsempfinden von Anwohnenden und Passanten beeinträchtigt.
- *Ortsbild*: Das Gebot, das Stadtbild unter Berücksichtigung der vielen unter Schutz stehenden historischen Bauten möglichst intakt zu halten, stellt beim Bau einer LSW sehr hohe Anforderungen an die Gestaltung und an die Einpassung in den städtebaulichen Kontext.
- *Quartiererhaltung*: Die Trennwirkung von LSW und die Tatsache, dass solche Wände häufig versprayed werden, kann den Charakter eines Quartiers abwerten und einer Ghettoisierung Vorschub leisten. Beim Bau einer LSW muss häufig die Bepflanzung (Baumalleen, Hecken oder Vorgärten) entlang eines Strassenzugs teilweise beseitigt werden, was den Quartier-Charakter ebenfalls beeinträchtigen kann.
- *Wohnhygiene*: Der Schattenwurf von LSW beeinträchtigt die Attraktivität von Gärten und Sitzplätzen. Zu nahe an der Gebäudefassade platziert, kann die Wand die Belichtung in den Wohnräumen in unzulässigem Masse schmälern.
- *Kleintiere*: Der Lebensraum von Reptilien- und Amphibienarten – ein Grossteil davon geschützt (rote Liste) – ist auf dem Stadtgebiet schon weitgehend verschwunden. Die Vernetzung der verbleibenden Biotope ist für das Weiterbestehen solcher Populationen existenziell. Falls der Bau einer LSW solche Vernetzungskorridore zerschneidet, müssen im Sockel der Wand Kleintierdurchlässe eingebaut werden.

- *Akzeptanz:* Das BAFU kommt im Bericht "Akzeptanz von baulichen Lärmschutzmassnahmen" aus dem Jahr 2000 zum Schluss, dass eine signifikante Zustimmung der Anwohnerschaft zu baulichen Lärmschutzmassnahmen erst ab einer lärmreduzierenden Wirkung von mindestens 5 Dezibel gegeben ist. Problematisch ist hierbei die Tatsache, dass durch den Bau einer LSW häufig nur das Erdgeschoss oder evtl. noch das erste Obergeschoss eines Gebäudes geschützt werden kann, die oberen Etagen können von der Massnahme auf dem Ausbreitungsweg jedoch meistens nicht profitieren. Zudem schmälern Mehrfachreflexionen im engen städtischen Raum die Wirkung der Lärmschutzmassnahme oft erheblich.

In Abwägung der verschiedenen Interessen sowie unter Anwendung der Ausführungen zur Verhältnismässigkeit in Art. 7 LSV wurden folgende Kriterien ausgearbeitet, die für die Realisierung von Massnahmen gegen die Lärmausbreitung erfüllt sein müssen:

- *Technische Machbarkeit:* Die Platzverhältnisse sind genügend. Die Massnahme hat keine negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit. Die Erschliessung wird durch die Lärmschutzbaute nicht beeinträchtigt oder kann durch relativ einfache bauliche Anpassungen (wie die Integration von Türen oder Toren in die LSW) gewährleistet werden.
- *Stadtbildverträglichkeit:* Falls unter Schutz stehende Gebäude tangiert werden, darf deren Erscheinungsbild nicht in unzulässigem Masse beeinträchtigt werden. Die maximale Höhe einer Lärmschutzbaute wird in der Regel auf 3.5 m limitiert. Der Bau von LSW ist auf eine Strassenseite zu begrenzen (keine Einengung / Kanalisierung des Strassenraums).
- *Wohnhygiene:* Generell sollte der Abstand zwischen Lärmschutzbaute und Hausfassade mindestens 3 m betragen.
- *Wirkung:* Grundsätzlich kommen Massnahmen gegen die Lärmausbreitung nur zum Einsatz, wenn die IGW überschritten sind und die Immissionen durch die Baute an mindestens einem Empfängerpunkt um 5 dB(A) oder mehr reduziert werden können.
- *Wirtschaftliche Tragbarkeit:* Die Kosten einer Massnahme auf dem Ausbreitungsweg müssen zum Nutzen der Massnahme – d.h. der Anzahl Personen, die durch die Lärmschutzbaute eine Lärminderung erfahren – in einem bestimmten Verhältnis stehen. Das Ziel möglichst viele Personen vor übermässigem Lärm zu schützen, muss also unter Einsatz von vertretbaren finanziellen Mitteln erreicht werden können. Der Kosten-Nutzen-Faktor (KNF) bzw. der Wirtschaftlichkeits- und Tragbarkeits-Index (WTI) sind Grössen, welche diese Verhältnismässigkeit beschreiben. Um das Kriterium der Verhältnismässigkeit zu erfüllen, darf der KNF 5'000 CHF pro 1 dB(A) Lärmreduktion pro Person nicht überschreiten bzw. muss der WTI ≥ 1 sein (siehe Leitfaden Strassenlärm von BAFU und ASTRA Seiten 20 - 22).

3.4 Erleichterungen

Können Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte (IGW) nicht verhindert werden – z. B. weil Massnahmen zu unverhältnismässigen Betriebseinschränkungen oder Kosten führen oder das Ortsbild zu stark beeinträchtigen würden –, müssen für den fraglichen Strassenabschnitt Sanierungserleichterungen beantragt werden (Art. 14 LSV). Bei gewährten Erleichterungen wird der Anlagenhalter von der Einhaltung der massgebenden Belastungsgrenzwerte dispensiert und den betroffenen Anwohnenden wird die Duldung der übermässigen Immissionen bis auf weiteres auferlegt. Im Gegenzug muss der Anlagenhalter unter gewissen Voraussetzungen für Schallschutzmassnahmen an den betroffenen Gebäuden aufkommen (vgl. Kap. 3.5).

Die Liegenschaften im Bereich Vorderberg (Schule Fluntern bis Gladbachstrasse Nr. 124), welche auch nach Umsetzung des Bauprojekts IGW-Überschreitungen aufweisen sind im Anhang 1 «Erleichterungsantrag» aufgelistet.

3.5 Schallschutzmassnahmen am Gebäude (Ersatzmassnahmen)

Werden für die lärm erzeugende Strasse Sanierungserleichterungen erteilt, sind die von der IGW-Überschreitung betroffenen Liegenschaftseigentümerinnen und –eigentümer grundsätzlich verpflichtet, die Fenster lärmempfindlicher Räume (wie Schlafzimmer, Wohnzimmer, Büros) gegen Schall zu dämmen (Art. 20 USG und Art. 10 Abs. 1 LSV). Die Stadt übernimmt die Kosten für Schallschutzfenster (SSF) inkl. zugehöriger Bauteile wie Rolllädenkästen gemäss Schallschutzfenster-Reglement (AS 713.200). In Ausnahmefällen werden auch die Kosten für Schalldämmlüfter übernommen. Die Anforderungen an die Schalldämmung (Bau-Schalldämm-Mass $R'w$) der SSF richtet sich nach Anhang 1 der LSV.

Im Zusammenhang mit dem Einbau von Schallschutzfenstern ist das Datum 1. Januar 1985 (Inkrafttreten des USG) zu beachten. Wurde die Baubewilligung für das betreffende Gebäude vor diesem Datum erstellt, besteht im Falle von Sanierungserleichterungen grundsätzlich eine Pflicht, die Fenster lärmempfindlicher Räume auf Kosten der Stadt gegen Schall zu dämmen. Ab dem 1. Januar 1985 war der Bauherr verpflichtet, bei der Erstellung eines Gebäudes dem Lärmschutz gebührend Rechnung zu tragen (Art. 21 USG). Deshalb besteht in diesem Fall weder eine Pflicht noch ein Anspruch auf den Einbau von Schallschutzfenstern.

Sobald die vorliegenden Sanierungserleichterungen rechtskräftig werden, wird ein separates Verfahren zum Einbau von Schallschutzfenstern ausgelöst. Hierfür wird bei jedem Gebäude mit gewährten Erleichterungen die Beurteilung der Lärmbelastung für sämtliche Fassaden und Etagen fensterscharf durchgeführt und ein allfälliger Anspruch des Liegenschaftseigentümers auf eine Kostenübernahme für den Einbau von Schallschutzfenstern ermittelt. Die Stadtverwaltung wird die betroffenen Liegenschaftseigentümer zum gegebenen Zeitpunkt über das weitere Vorgehen informieren. Sie wird dabei bereits erfolgte Schallschutzfenster-Einbauprogramme berücksichtigen.

3.6 Kosten für den Lärmschutz

Die Projektkosten für die Lärmsanierung setzen sich zusammen aus:

- Projektierungskosten im Zusammenhang mit dem akustischen Projekt
- Kosten für den Einbau von Schallschutzfenstern

Der Einbau eines LAB ist nicht wesentlich teurer als ein konventioneller Belag ebenso sind keine wesentlichen Mehrkosten für Signalisierung bzw. Markierung für Tempo 30 gegenüber Tempo 50 zu erwarten.

Für das vorliegende akustische Projekt muss mit folgenden Kosten gerechnet werden (vgl. Tab. 6).

| Überkommunale Strassen | | | |
|--|----------|-----------|------------------|
| <u>Projektierung:</u> | | | 5'000.- |
| <u>Kosten für den Einbau von SSF:</u> | | | |
| Lr ≥ AW (evtl. bereits eingebaut und abgerechnet): | 0 Stk. | 0.- | |
| AW – 5 dB(A) < Lr < AW: | 10 Stk. | 16'000.- | |
| IGW ≤ Lr ≤ AW – 5 dB(A): | 100 Stk. | 160'000.- | |
| Gesamt für SSF | | 176'000.- | |
| Gesamt für SSF (ohne bereits abgerechnete AW) | | 176'000.- | inkl. 7.7% MWSt. |
| Projektkosten überkommunale Strassen | | | 181'000.- |
| | | | 195'000.- |

| | | |
|----------------------------|------------------|------------------|
| <u>Projektkosten total</u> | <u>181'000.-</u> | <u>195'000.-</u> |
|----------------------------|------------------|------------------|

Tab. 6: Kostenschätzung (Projektierungskosten + Einbau von SSF)

Ansätze:

Anzahl SSF → 3 Fenster pro Anwohner ü. IGW, 1 Fenster pro Arbeitsplatz ü. IGW * 0.7 (Fassadenfaktor)
(Rundung auf 10 Stk.)

Kosten → 1500.- + 100.- (Planungsaufwand)
(Rundung auf 1'000 CHF)

Anhang 1 Erleichterungsantrag Vorderberg

Vorderberg: Schule Fluntern – Gladbachstrasse Nr. 124

Lärmsanierungspflicht: Im IST-Zustand 2020 führen die Strassenabschnitte im Bereich Vorderberg im Abschnitt Schule Fluntern bis Gladbachstrasse Nr. 124 zu übermässigen Lärmbelastungen. Bei mehreren Liegenschaften sind die Immissionsgrenzwerte (IGW) überschritten. Hiervon sind ca. 80 Anwohnende betroffen.

Mit dem anstehenden Strassenbauprojekt werden die Strassenabschnitte im Bereich Vorderberg zwischen Schule Fluntern und Gladbachstrasse Nr. 124 tiefgreifend erneuert. Gemäss Art. 8 Abs. 2 der Lärmschutz-Verordnung (LSV) muss deshalb gleichzeitig eine Lärmsanierung durchgeführt werden. Das bedeutet, dass der Lärm begrenzt wird, soweit dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar und verhältnismässig ist. Bleiben die IGW dennoch überschritten, ist hierfür eine Sanierungserleichterung (Ausnahmebewilligung) einzuholen. Für die Erteilung von Sanierungserleichterungen ist – gleich wie für die baulichen Massnahmen des Strassenbauprojekts – der Stadtrat zuständig.

Situation heute:

Emissionsseitige Angaben

| | |
|-----------------------------|---|
| Strassenklassierung | <i>überkommunal</i> |
| Strassenfunktion | <i>Regionale Verbindungsstrasse</i> |
| Strassenbild | <i>Quartierzentrum Vorderberg: Breite Strassenquerschnitt ca. 10 m – 15 m, der Bereich umfasst die von der Strasse abgetrennte Tramhaltestelle "Kirche Fluntern"</i> |
| Verkehrsbelastung | <i>Mittlere bis hohe Belastung (vgl. Anhang 2: gering: < 100 Fz/Std., mittel: 100 < Fz/Std. < 400, hoch: 400 < Fz/Std. < 1000, sehr hoch: > 1000 Fz/Std.)</i> |
| Fahrbahnbelag | <i>keine Angaben im Belagskataster zu Typ und Alter → Default-KB-Wert von +1 (vgl. Kap. 2.2.5)</i> |
| Steigung | <i>Die Strasse steigt in Richtung Zoo an.</i> |
| Öffentlicher Verkehr | <i>In diesem Bereich verkehren die Tramlinien 5 und 6 sowie die Buslinie 33 (Trolley).</i> |

Immissionsseitige Angaben

| | |
|---|--|
| Rechts der Strasse (bergauf) | |
| Zonenbestimmungen | <i>Kernzone und Zone W4 mit Wohnanteil 75%</i> |
| Empfindlichkeitsstufe | <i>In der Kernzone gilt ES III, in der Zone W4 gilt ES II.</i> |
| Gebäudehöhe, Nutzung, Verdichtungsgebiet | <i>Betrieblich genutzte Gebäude (z. B. Wirtschaft zum Vorderberg) sowie zwei 4- bzw. 5-stöckige Wohnhäuser mit lärmunempfindlicher Parterre-Nutzung (Garagen).</i> |
| Lage | <i>Die Gebäudegrundflächen liegen auf Strassenniveau und nahe an der Grundstücksgrenze bzw. am Strassenrand oder Trottoir.</i> |
| Erschliessung | <i>Die Erschliessung erfolgt von den Hauptstrassen (Gloria-, Gladbachstr./Vorderberg) her.</i> |
| Links der Strasse (bergab) | |
| Zonenbestimmungen | <i>Zone W4 mit Wohnanteil 75% bzw. 0% sowie Zone Oe4F (Schule Fluntern)</i> |
| Empfindlichkeitsstufe | <i>In der Zone W4 mit 0% Wohnanteil gilt ES III, ansonsten gilt ES II.</i> |
| Gebäudehöhe, Nutzung, Verdichtungsgebiet | <i>Es handelt sich um 3-stöckige Wohnhäuser, betrieblich genutzte Gebäude sowie um ein Schulhaus.</i> |
| Lage | <i>Die Gebäudegrundflächen liegen auf Strassenniveau und nahe an der Grundstücksgrenze bzw. am Strassenrand oder Trottoir.</i> |
| Erschliessung | <i>Die Erschliessung erfolgt von den Hauptstrassen (Gladbach-/Berg-/Zürichbergstr.) her.</i> |

Tab. 7: Emissions- und immissionsseitige Situationsbeschreibung

Prüfung von Massnahmen gegen die Lärmentstehung ("Massnahmen an der Quelle")

Tempo 30:

Die signalisierte Geschwindigkeit beträgt auf den Strassenabschnitten im Bereich des Vorderbergs 50 km/h. Im Rahmen der Planung des Strassenbauprojekts wurde geprüft, ob zur Verminderung des Strassenverkehrslärms die Höchstgeschwindigkeit zu senken ist. Messungen der DAV haben gezeigt, dass die mittleren Geschwindigkeiten auf diesen Strassenabschnitten bereits im IST-Zustand – bei signalisiertem Tempo 50 – rund 30 km/h betragen. Auch das Tram fährt in diesem Bereich mit 30 km/h oder noch geringeren Geschwindigkeiten. Mit der Einführung von Tempo 30 kann somit keine Lärmreduktion erzielt werden, weshalb diese Massnahme aus Lärmschutzgründen als nicht verhältnismässig beurteilt wird. Eine Prüfung der Verhältnismässigkeit von Tempo 30 am Vorderberg ist jedoch auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit oder im Zusammenhang mit der Lärmsanierung von Gloriastrasse und/oder Kraftstrasse (Arrondierung) angezeigt.

Lärmarme Strassenbeläge:

Gestützt auf Stadtratsbeschluss Nr. 334/2022 vom 13. April 2022, ist im Bereich Vorderberg der Einbau eines lärmarmen Belags zu prüfen. Auf den Einbau eines LAB wird aus folgenden Gründen verzichtet:

- zu kurzer und inhomogener Bereich
- Busverkehr bergab mit Kurve (--> hohe Scherkräfte)
- Knoten mit hoher Beanspruchung und Gefälle

Prüfung von Massnahmen gegen die Lärmausbreitung

Die technische Machbarkeit von Massnahmen gegen die Lärmausbreitung wurde untersucht (vgl. Kap. 3.3).

Aus folgenden Gründen wird im Bereich Vorderberg auf den Bau von Lärmschutzwänden verzichtet:

Beidseits der Strasse:

- Der Bau von Lärmschutzwänden ist aufgrund der Platzverhältnisse oder der Erschliessungssituation (Hauseingänge, Vorplätze, Garageneinfahrten) mit verhältnismässigem Aufwand technisch nicht machbar.

Zukünftige Lärmbelastung (Art. 37a Abs. 1 LSV) und Antrag um Sanierungserleichterungen:

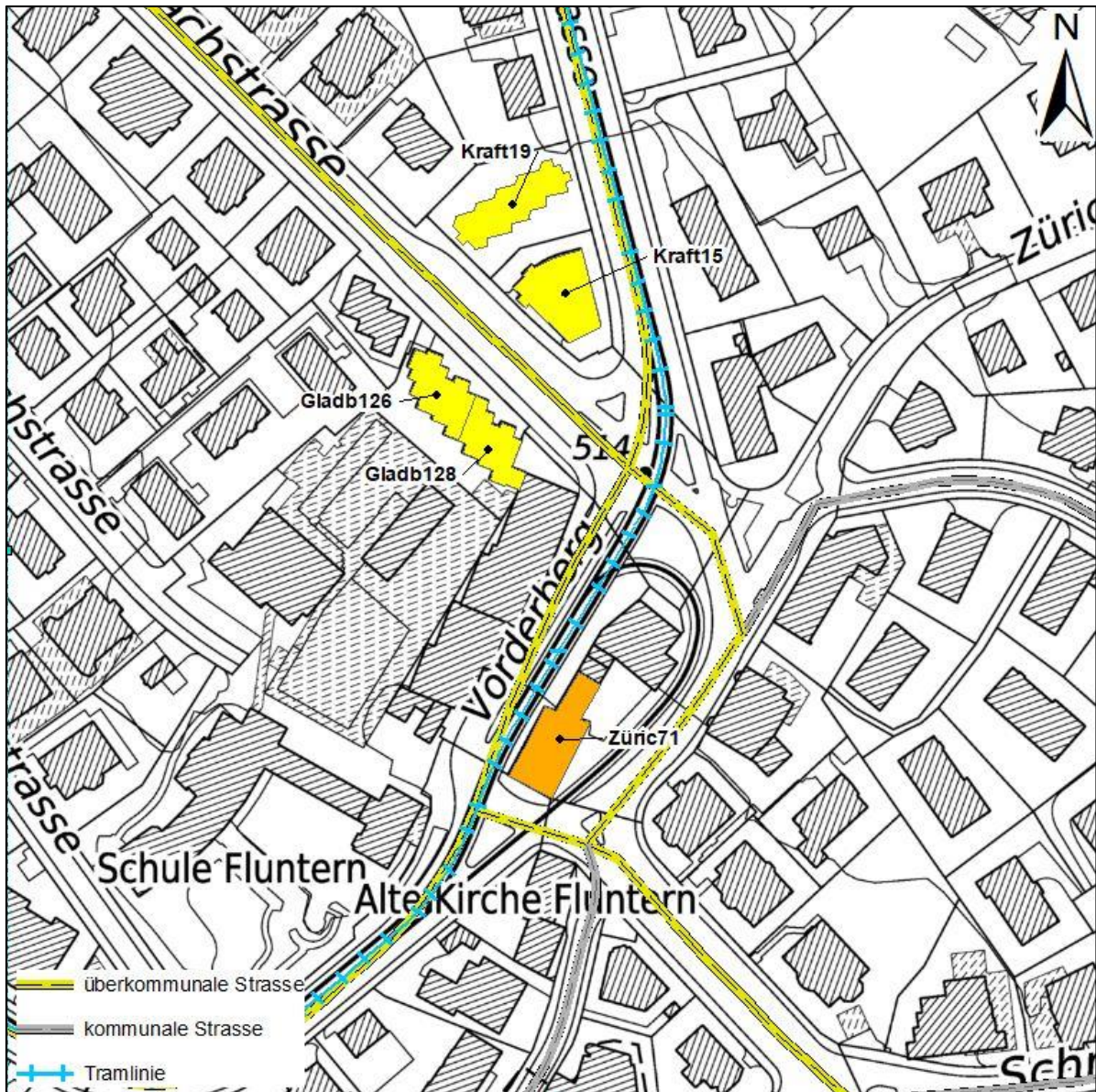


Abb. 8: Gebäude mit Überschreitungen der Belastungsgrenzwerte der LSV auf dem Strassenabschnitt Vorderberg (Bereich zwischen Schule Fluntern bis Gladbachstrasse Nr. 124)

LEGENDE:

- Immissionsgrenzwert < Beurteilungspegel ($L_r \leq \text{Alarmwert} - 5 \text{ dB(A)}$)
- Alarmwert - 5 dB(A) < Beurteilungspegel (L_r) < Alarmwert
- Beurteilungspegel (L_r) \geq Alarmwert

Im Bereich Vorderberg, Abschnitt Schule Fluntern bis Gladbachstrasse Nr. 124, bleiben die Immissionsgrenzwerte auch zukünftig bei 5 Gebäuden überschritten. Die Strassenabschnitte im Bereich Vorderberg benötigen deshalb Sanierungserleichterungen gemäss Art. 14 LSV. Bewilligt werden sollen die Lärmbelastungen gemäss nachfolgender Tabelle.

| Vorderberg Schule Fluntern – Gladbachstr. 124 | | | | | | |
|--|----------------------|-----------|-----|---------|-----------------|-------------|
| ID | Adresse | Parz. Nr. | ES | Nutzung | Lr 2040 [dB(A)] | |
| | | | | | Tg | Na |
| Gladb126 | Gladbachstrasse 126 | FL01446 | II | W/B | 60.8 | 51.5 |
| Gladb128 | Gladbachstrasse 128 | FL01446 | II | W | 60.6 | 51.2 |
| Kraft15 | Kraftstrasse 15 | FL01199 | II | W | 61.7 | 52.4 |
| Kraft19 | Kraftstrasse 19 | FL01719 | II | W | 61.7 | 52.4 |
| Züric71 | Zürichbergstrasse 71 | FL00031 | III | W/B | 65.5 | 57.3 |

Tab. 8: Gebäude, an denen im Sanierungshorizont 2040 ohne Massnahmen gegen die Lärmentstehung Überschreitungen der Belastungsgrenzwerte der LSV auftreten

LEGENDE:

ES = Empfindlichkeitsstufe

Lr = Beurteilungspegel (Immission) im Sanierungshorizont 2040 / **fett** → **IGW ist überschritten (vgl. Anhang 3)**

W=Wohnen, W/B=Mischnutzung, B=betriebliche Nutzung (vgl. Kap. 2.3.2)

Tg/Na (Tag = 06 – 22 Uhr / Nacht = 22 – 06 Uhr)

Anhang 2 Emissionskataster 2040

Legende:

N = Anzahl Fahrzeuge / Std.

N2-Anteil = Anteil Schwerverkehr

Lre = Emissionen Motorfahrzeuge inkl. ÖV-Bus

Tg/Na (Tag = 06 – 22 Uhr / Nacht = 22 – 06 Uhr)

Emissionskataster 2040 ohne Massnahmen (SHoM) und mit Massnahmen (SHmM) an der Quelle (alphabetisch nach Strassenname)

| Strasse | Abschnitt | N [Fz/h] | | N2-Anteil [%] | | Geschwindigkeit [km/h] | | Steigung [%] | Einbahn | KB-Wert | Lre SHoM [dB(A)] | | Lre SHmM [dB(A)] | | * Wirkung Massnahme [dB(A)] | |
|--------------------------------|---|-------------|------|------------------|------|---------------------------|----|-------------------|---------|---------|---------------------|------|---------------------|------|-----------------------------------|-----|
| | | Tg | Na | Tg | Na | Tg | Na | | | | Tg | Na | Tg | Na | Tg | Na |
| Bergstrasse | Vorderberg - Zürichbergstrasse | 312.5 | 49.1 | 10.3 | 13.4 | 30 | 30 | 2.5 | Ja | 0 | 70.4 | 59.2 | 70.4 | 59.2 | 0.0 | 0.0 |
| Gladbachstrasse | Mommsenstrasse - Gladbachstr. 124 | 563.7 | 85.9 | 7.5 | 8.0 | 50 | 50 | 2.5 | Nein | 1 | 77.5 | 68.4 | 77.5 | 68.4 | 0.0 | 0.0 |
| Gladbachstrasse | Gladbachstr. 124 - Vorderberg | 563.7 | 85.9 | 7.5 | 8.0 | 30 | 30 | 2.5 | Nein | 0 | 72.6 | 63.3 | 72.6 | 63.3 | 0.0 | 0.0 |
| Gloriastrasse | Kantstrasse - Schule Fluntern | 227.3 | 34.4 | 5.9 | 5.9 | 50 | 50 | 6.5 | Nein | 1 | 73.5 | 60.4 | 73.5 | 60.4 | 0.0 | 0.0 |
| Gloriastrasse | Schule Fluntern - Bergstrasse | 227.3 | 34.4 | 5.9 | 5.9 | 30 | 30 | 6.5 | Nein | 0 | 68.8 | 55.5 | 68.8 | 55.5 | 0.0 | 0.0 |
| Kraftstrasse | Zürichbergstrasse - Gladbachstrasse | 408.2 | 61.2 | 5.9 | 4.9 | 30 | 30 | 4.4 | Ja | 0 | 71.3 | 60.2 | 71.3 | 60.2 | 0.0 | 0.0 |
| Kraftstrasse | Gladbachstrasse - Kraftstr. 15 | 265.6 | 41.7 | 9.2 | 12.3 | 30 | 30 | 7.1 | Nein | 1 | 70.6 | 58.7 | 70.6 | 58.7 | 0.0 | 0.0 |
| Kraftstrasse | Kraftstr. 15 - Mommsenstrasse | 265.6 | 41.7 | 9.2 | 12.3 | 50 | 50 | 7.1 | Nein | 1 | 74.8 | 63.1 | 74.8 | 63.1 | 0.0 | 0.0 |
| Vorderberg | Bergstrasse - Gladbachstrasse | 312.5 | 49.1 | 10.3 | 13.4 | 30 | 30 | 6.9 | Ja | 0 | 70.7 | 59.6 | 70.7 | 59.6 | 0.0 | 0.0 |
| Tramlinie 5 und Tramlinie 6 | Kantstrasse - Vorderberg Wendescheife | 32.2 | 9.3 | - | - | 30 | 30 | 3.9 bis 6.9 | - | - | 68.0 | 62.7 | 68.0 | 62.7 | 0.0 | 0.0 |
| Tramlinie 6 | Vorderberg Wendescheife - Mommsenstrasse | 16.0 | 4.5 | - | - | 30 | 30 | 6.3 bis 7.4 | - | - | 59.6 | 54.0 | 59.6 | 54.0 | 0.0 | 0.0 |

* Sind keine Massnahmen vorgesehen, weil sie als unverhältnismässig beurteilt werden, so entsprechen die Lärmwerte im Sanierungszustand OHNE Massnahmen jenen im Sanierungszustand MIT Massnahmen und es kann keine Wirkung erzielt werden

Anhang 3 Immissionstabelle





Legende:

ID = Identifikationsschlüssel (Kürzel aus Strassenname und Hausnummer)

ES = Empfindlichkeitsstufe gemäss Zonenplan der Stadt Zürich

Nutzung: W=Wohnen, W/B=Mischnutzung, B=betriebliche Nutzung

Lr = maximaler Beurteilungspegel am Gebäude

| | |
|---|--|
|  | <u>$L_r \leq IGW$</u> |
|  | <u>$IGW < L_r \leq AW - 5 \text{ dB(A)}$</u> |
|  | <u>$AW - 5 \text{ dB(A)} < L_r < AW$</u> |
|  | <u>$L_r \geq AW$</u> |

Immissionstabelle IST-Zustand sowie Sanierungshorizont mit und ohne Massnahmen an der Quelle (alphabetisch nach Adresse)

| Adresse | ID | Parz-Nr. | ES | Nutzung | Baujahr | * Lr IST-Zustand 2020 [dB(A)] | | Lr Sanierungshorizont 2040 OHNE Massnahmen an der Quelle [dB(A)] | | ** Lr Sanierungshorizont 2040 MIT Massnahmen an der Quelle [dB(A)] | |
|----------------------|----------|----------|-----|---------|---------|-------------------------------------|------|--|------|--|------|
| | | | | | | T | N | T | N | T | N |
| Gladbachstrasse 126 | Gladb126 | FL01446 | II | W/B | 1972 | 61.3 | 52 | 60.8 | 51.5 | 60.8 | 51.5 |
| Gladbachstrasse 128 | Gladb128 | FL01446 | II | W | 1972 | 61.1 | 51.7 | 60.6 | 51.2 | 60.6 | 51.2 |
| Kraftstrasse 15 | Kraft15 | FL01199 | II | W | 1933 | 62.2 | 52.9 | 61.7 | 52.4 | 61.7 | 52.4 |
| Kraftstrasse 19 | Kraft19 | FL01719 | II | W | 2021 | 62.2 | 52.9 | 61.7 | 52.4 | 61.7 | 52.4 |
| Zürichbergstrasse 71 | Züric71 | FL00031 | III | W/B | 1600 | 65.6 | 57.4 | 65.5 | 57.3 | 65.5 | 57.3 |

* Bei Abschnitten, wo der Belag erneuert wird, liegen die Lärmwerte im IST-Zustand aufgrund des höheren Belagswertes KB über jenen im Sanierungshorizont OHNE Massnahmen

** Sind keine Massnahmen vorgesehen, weil sie als unverhältnismässig beurteilt werden, so entsprechen die Lärmwerte im Sanierungszustand OHNE Massnahmen jenen im Sanierungszustand MIT Massnahmen

Anhang 4 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|---|
| AfS | Amt für Städtebau Stadt Zürich |
| AHB | Amt für Hochbauten Stadt Zürich |
| AKP | Akustisches Projekt |
| ASTRA | Bundesamt für Strassen |
| AV | Amtliche Vermessung |
| AW | Alarmwert |
| BAFU | Bundesamt für Umwelt |
| BZO | Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich (kommunal) |
| DAV | Dienstabteilung Verkehr Stadt Zürich |
| dB(A) | Dezibel |
| DTM | Digitales Terrainmodell |
| DTV | Durchschnittlicher täglicher Verkehr |
| EMPA | Eidgenössische Materialprüfungsanstalt |
| EO | Empfangsort |
| EP | Empfangspunkt |
| ES | Empfindlichkeitsstufe |
| FALS | Fachstelle Lärmschutz Kanton Zürich |
| GSZ | Grün Stadt Zürich |
| IGW | Immissionsgrenzwert |
| KNF | Kosten-Nutzen-Faktor |
| Lr | Beurteilungspegel (Immission) |
| Lr,e | Beurteilungspegel (Emission) |
| LSA | Lichtsignalanlage |
| LSV | Lärmschutz-Verordnung (eidgenössisch) |
| LSW | Lärmschutzwand |
| MIV | Motorisierter Individual-Verkehr |
| ÖV | Öffentlicher Verkehr |
| PW | Planungswert |
| SSF | Schallschutzfenster |
| SSV | Signalisationsverordnung (eidgenössisch) |
| StrG | Strassengesetz (kantonal) |
| SVG | Strassenverkehrsgesetz (eidgenössisch) |
| TAZ | Tiefbauamt Stadt Zürich |
| UGZ | Umwelt- und Gesundheitsschutz Stadt Zürich |
| USG | Umweltschutzgesetz (eidgenössisch) |
| VBZ | Verkehrsbetriebe Zürich |
| WTI | Index der wirtschaftlichen Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit |