

Gemeinde Baar

Kantonsstrasse KS 381

Talacher - Moosrank

Lärmbeurteilung

Technischer Bericht

Der Kantonsingenieur:

Plan Nr.: 6931-Lärm
Datum: 28. Feb. 2022
Rev.
Visum: Sä

Auftrag-Nr. 2114
Planformat: A4

Planer: Ingenieurbüro Beat Sägesser, Grabenstrasse 1e, 6340 Baar

Bauherr: Tiefbauamt des Kantons Zug, Aabachstrasse 5, 6301 Zug, Tel. 041 / 728 53 30

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung	2
1. Allgemeines	4
1.1. Ausgangslage und Auftrag	4
1.2. Lärmrechtliche Randbedingungen	4
2. Grundlagen	5
2.1. Unterlagen	5
2.2. Perimeter	5
2.2.1. Abstand ab Strassenachse	5
2.2.2. Abgrenzung zu benachbarten Abschnitten	5
2.3. Grenzwerte und Empfindlichkeitsstufen	6
3. Vorgehen zur Ermittlung der Lärmbelastung	6
3.1. Verkehrsgrundlagen	6
3.1.1. Massgebender Zeithorizont	6
3.1.2. Heutige Verkehrsbelastung (DTV 2021)	6
3.1.3. Zukünftige, massgebende Verkehrsbelastung (DTV 2040)	7
3.1.4. Zeitliche Verteilung	7
3.1.5. Verkehrszusammensetzung (N2-Anteil)	7
3.2. Emissionen	7
3.2.1. Berechnungsmodell	7
3.2.2. Belagskorrektur	8
3.3. Immissionen	8
3.3.1. Berechnungsmodell	8
3.4. Kontrollmessungen Istzustand	9
4. Massgebende Lärmbelastung (Ausgangszustand)	9
5. Massnahmen zur Lärmreduktion	10
5.1. Geplante Massnahmen	10
5.1.1. Geplante Massnahmen an der Quelle	10
5.1.2. Geplante Massnahmen im Ausbreitungsbereich	10
5.2. Geprüfte und verworfene Massnahmen	10
5.2.1. Lärmindernder Strassenbelag SDA4	10
5.2.3. Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h	11
5.2.4. Reduktion der Verkehrsmenge oder -zusammensetzung	11
5.2.5. Massnahmen im Ausbreitungsbereich	11
5.3. Verbleibende Lärmbelastung nach der Sanierung	11
6. Erleichterungen	12
6.1. Sanierungspflicht	12
6.2. Überblick	12
6.3. Begründungen für die Erleichterungen	13
6.4. Umfang des Erleichterungsantrags	14
7. Schallschutzmassnahmen	15
7.1. Allgemeines	15
7.2. Ergebnisse	15
8. Beilagenverzeichnis	16
9. Abkürzungsverzeichnis	16

Zusammenfassung

Ausgangslage und Auftrag

Das Tiefbauamt des Kantons Zug plant einen neuen Kreisel beim Knoten Moosrank und bauliche Anpassungen auf der angrenzenden Kantonsstrasse 381 bis zum Kreisel Talacher. Das Bauvorhaben gilt lärmrechtlich als wesentliche Änderung einer bestehenden, ortsfesten Anlage. Der Auftrag besteht darin, die Lärmbelastung im Abschnitt Talacher bis Moosrank gebäudeweise zu ermitteln und gemäss Lärmschutzverordnung zu beurteilen

Massgebende Lärmbelastung (Ausgangszustand)

Bei der Ermittlung der für die Sanierung massgebenden Lärmbelastung ist die absehbare Verkehrsentwicklung bis 2040 berücksichtigt. In der Berechnung des Ausgangszustandes wird zudem der geplante Umbau des Kreisels Moosrank (Waschbeton) integriert.

Untersucht werden alle Liegenschaften, bei denen die Kantonsstrasse 381 einen massgebenden Einfluss auf die Lärmbelastung hat. Der Perimeter umfasst insgesamt 5 Liegenschaften (5 Gebäude / keine unbebaute Bauparzellen).

Im Ausgangszustand ist der Immissionsgrenzwert (IGW) bei 3 Gebäuden überschritten. Das Ausmass der IGW-Überschreitung beträgt tags maximal 8 dB(A) und nachts maximal 10 dB(A).

Geplante Massnahmen zur Lärmreduktion

Beim Kreisel Moosrank ist ein moderner Splitt-Beton vorgesehen. Die Reduktion der Emissionen gegenüber einem gerillten Betonbelag beträgt -1.2 dB(A).

Zum Schutz des Gebäudes Moosrank 1 ist im Bereich des Kreisels Moosrank ein Lärmschutzdamm von rund 50 m Länge und 1 m Höhe vorgesehen. Die Wirkung beträgt im Obergeschoss rund -2 dB(A) und im Erdgeschoss rund -5 dB(A).

Mit diesen Massnahmen kann der IGW bei Gebäude Moosrank 1 eingehalten werden.

Geprüfte und verworfene Massnahmen zur Lärmreduktion

Ein lärmindernder Belag SDA4 weist zwischen den beiden Kreiseln eine geringere Wirkung auf üblich, weil das Antriebsgeräusch stärker massgebend ist als im Normalfall. Zudem ist wegen der hohen Verkehrsbelastung und der erhöhten mechanischen Beanspruchung im Nahbereich der beiden Kreiseln eine kürzere Lebensdauer zu erwarten als üblich. Der Einbau eines SDA4 wird daher als nicht zweckmässig beurteilt.

Mit einer Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h würde der IGW bei beiden betroffenen Gebäuden weiterhin überschritten bleiben. Vor diesem Hintergrund beurteilt die Baudirektion eine Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit als unverhältnismässig.

Eine Beschränkung der Verkehrsmenge oder der Anzahl lärmigen Fahrzeuge ist verkehrstechnisch nicht machbar.

Weitere Massnahmen im Ausbreitungsbereich würden das Landschaftsbild übermässig beeinträchtigen und/oder die Zufahrt zu den Gebäuden abriegeln.

Verbleibende Lärmbelastung nach der Sanierung

Mit den vorgesehenen Massnahmen kann die übermässige Lärmbelastung bei einem zusätzlichen Gebäude unter den Immissionsgrenzwert (IGW) reduziert werden.

Bei 2 Gebäuden bleibt der IGW überschritten. Das Ausmass der IGW-Überschreitung beträgt tags maximal 8 dB(A) und nachts maximal 10 dB(A).

Erleichterungen

Für beide Gebäude mit verbleibender übermässiger Lärmbelastung wurden bereits im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung bzw. im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar Erleichterungen verfügt. Ein erneuter Erleichterungsantrag erübrigt sich.

Schallschutzmassnahmen

Bei wesentlichen Änderungen von bestehenden Anlagen bildet der Immissionsgrenzwert (IGW) das Kriterium für den Anspruch auf Schallschutzmassnahmen.

Bei beiden Gebäuden mit überschrittenem IGW wurden bereits im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung bzw. im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar Schallschutzmassnahmen realisiert. Damit besteht kein weiterer Anspruch auf Schallschutzmassnahmen.

1. Allgemeines

1.1. Ausgangslage und Auftrag

Die ordentliche Lärmsanierung für die Kantonsstrasse 381 im Bereich Talacher . Moosrank wurde schon vor mehreren Jahren abgeschlossen. Dabei wurden beim Gebäude Moosrank 2 Schallschutzmassnahmen realisiert. Beim Gebäude Talacher 1 wurden im Zusammenhang mit dem Projekt Tangente Zug Baar (TZB) im Jahr 2016 Schallschutzmassnahmen realisiert.

Aktuell plant das Tiefbauamt den Umbau des Knotens Moosrank zu einem Kreisel und bauliche Anpassungen an der angrenzenden Strecke bis zum Knoten Talacher. Der Auftrag besteht darin, die Lärmbelastung im gesamten Abschnitt Talacher bis Moosrank gebäudeweise neu zu ermitteln und gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) zu beurteilen

In Bereichen mit überschrittenem IGW sind mögliche Massnahmen zur Lärmreduktion aufzuzeigen und hinsichtlich Machbarkeit zu beurteilen. Zusätzlich sind die Kosten für die erforderlichen Schallschutzmassnahmen (Schallschutzfenster, Schalldämmlüfter) zu ermitteln.

1.2. Lärmrechtliche Randbedingungen

Der Umbau des Knotens Moosrank zu einem Kreisel gilt im Sinne der LSV als Änderung einer bestehenden Anlage. Zur Festlegung des weiteren Vorgehens hinsichtlich Lärmschutz ist abzuklären, ob es sich um eine wesentliche Änderung handelt oder nicht.

Als wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten gemäss LSV (Art. 8 Abs. 2) Umbauten, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage danach wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugt. Der Wiederaufbau von Anlagen gilt in jedem Fall als wesentliche Änderung.

Zusätzlich zu diesen lärmrechtlichen Vorgaben geht die schweizerische Rechtsprechung davon aus, dass auch "weitreichende Eingriffe" in die Bausubstanz oder "erhebliche Kosten" ein Indiz für wesentliche Änderungen sein können.

Der geplante Umbau des Knotens Moosrank ist technisch vergleichbar mit einem lokalen Neubau. Damit ist das Kriterium eines "weitreichenden Eingriffs" in die Bausubstanz gemäss der neueren schweizerischen Rechtsprechung erfüllt.

Zusammenfassend ist der geplante Umbau des Knotens Moosrank (Kantonsstrasse S/381) unabhängig vom Ausmass einer allfälligen Lärmdifferenz lärmrechtlich als wesentliche Änderung einer bestehenden, ortsfesten Anlage zu beurteilen.

2. Grundlagen

2.1. Unterlagen

Für das vorliegende Lärmsanierungsprojekt werden die folgenden Grundlagen verwendet:

- Lärmschutzverordnung vom 15. Dezember 1986, aktueller Stand 2021 (LSV)
- Bauordnung und Zonenplan der Gemeinde Baar, mit Empfindlichkeitsstufen
- Gesamtverkehrsmodell Kanton Zug (GVM-ZG): Stand März 2021
- Lärmkataster Kantonsstrassen, Stadt Zug, Amt für Umweltschutz, Ingenieurbüro Sägesser, Baar, Stand 2016
- Strassenlärmmodell StL86+ (mit modifiziertem Parameter A = 43, BAFU 1995)
- Sonroad, Berechnungsmodell für Strassenlärm, Schriftenreihe Umwelt Nr. 366, BAFU, Bern 2004
- SLIP, Software für Lärmimmissionsberechnungen, Version 7.0e, Grolimund und Partner AG, Bern, basierend auf StL86+ (BAFU 1995)
- Leitfaden zum Lärmschutz an Kantonsstrassen, Baudirektion Kanton Zug, Januar 2017
- Lärmtechnische Ermittlung bei Knoten und Kreiseln, Vollzugshilfe 3.2.1, Cercle Bruit, 25. September 2020

2.2. Perimeter

2.2.1. Abstand ab Strassenachse

Die Untersuchung umfasst alle Gebäude im Bereich der baulichen Anpassung, bei denen die Ägeristrasse (Kantonsstrasse 381) eine massgebende Lärmbelastung verursacht.

Aufgrund der Verkehrsbelastung und der Lärm-Empfindlichkeitsstufe ist eine Überschreitung des Immissionsgrenzwertes je nach Abschnitt bis zu einem Abstand von 50 bis 80 m möglich. Der Perimeter umfasst überall mindestens eine Distanz von 80 m. Damit ist gewährleistet, dass sämtliche Liegenschaften mit überschrittenem Immissionsgrenzwert (IGW) erfasst und beurteilt werden. Der Perimeter ist in der Situationsübersicht in der Beilage 1 dargestellt.

2.2.2. Abgrenzung zu benachbarten Abschnitten

Im Südwesten grenzt das Projektgebiet an die bereits abgeschlossenen Lärmsanierungsprojekte der K381 und der Tangente Zug Baar (TZB).

Entlang der K381 in Richtung Nordosten (Nidfuren) ist keine Bebauung vorhanden. Die Gebäude entlang der Kantonsstrasse S (in Richtung Allenwinden) sind aufgrund des Abstandes und des geringen Verkehrsaufkommens lärmtechnisch nicht kritisch. In beiden Fällen besteht gemäss Lärmkataster keine Sanierungspflicht (vgl. Beilage 1).

2.3. Grenzwerte und Empfindlichkeitsstufen

Die Empfindlichkeitsstufen (ES) sind in der Bauordnung und im Zonenplan der Gemeinde Baar festgelegt. In der Beilage 1 sind die Empfindlichkeitsstufen innerhalb des Perimeters dargestellt. Die massgebenden Grenzwerte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Empfindlichkeitsstufe, Nutzung	Immissionsgrenzwert IGW		Alarmwert	
	tags	nachts	tags	nachts
ES III: Wohnen	65 dB(A)	55 dB(A)	70 dB(A)	65 dB(A)

3. Vorgehen zur Ermittlung der Lärmbelastung

3.1. Verkehrsgrundlagen

3.1.1. Massgebender Zeithorizont

Die Verkehrsbelastung auf den Achsen Zug/Baar . Ägeri/Menzingen hat in den vergangenen Jahren zugenommen. Auch in Zukunft sind weitere Verkehrszunahmen zu erwarten. Eine Lärmsanierung mit Berechnungen, welche sich ausschliesslich auf die heutige Verkehrsmenge beziehen, wäre daher schon mittelfristig nicht mehr zutreffend. Ein Strassenabschnitt, welcher aufgrund der heutigen Verkehrsmenge saniert würde, könnte . infolge zwischenzeitlich erhöhter Lärmbelastung . in wenigen Jahren erneut sanierungspflichtig werden.

Um dies zu verhindern, wird bei der Ermittlung der massgebenden Lärmbelastung die Verkehrszunahme bis zum Jahr 2040 berücksichtigt. Dieser Zeithorizont liegt gegenüber den Vorgaben im kantonalen Leitfaden Lärmschutz auf der sicheren Seite.

3.1.2. Heutige Verkehrsbelastung (DTV 2022)

Die heutige Verkehrsbelastung wird anhand der Daten im kantonalen Verkehrsmodell (GVM-ZG) für das Jahr 2017 ermittelt. Die Hochrechnung auf das Jahr 2022 erfolgt durch Interpolation mit den für 2040 prognostizierten Werten. In der folgenden Tabelle sind die resultierenden Belastungen zusammengestellt (DTV, durchschnittlicher täglicher Verkehr, gerundet auf 100 Fz / Abschnittsnummern vgl. Beilage 1):

Nr.	Strasse	Abschnitt	DTV 2017	DTV 2022
1	Ägeristrasse Zug (K381)	Ortsende Zug - Talacher	10'400	10'700
3	Ägeristrasse Baar (KS L)	Ortsende Baar - Talacher	8'700	9'000
5	Ägeristrasse (K381)	Talacher - Moosrank	16'300	16'800
8	Ägeristrasse (K381)	Moosrank - Nidfuren	14'100	14'500
9	Allenwindenstrasse (KS S)	Moosrank - Allenwinden	2'260	2'330

3.1.3. Zukünftige, massgebende Verkehrsbelastung (DTV 2040)

Die Verkehrsbelastung im Jahr 2040 ist im kantonalen Gesamtverkehrsmodell (GVM-ZG) wie folgt ausgewiesen:

Nr.	Strasse	Abschnitt	DTV 2040
1	Ägeristrasse Zug (K381)	Ortsende Zug - Talacher	9'800
3	Ägeristrasse Baar (KS L)	Ortsende Baar - Talacher	12'200
5	Ägeristrasse (K381)	Talacher - Moosrank	18'900
8	Ägeristrasse (K381)	Moosrank - Nidfuren	15'900
9	Allenwindenstrasse (KS S)	Moosrank - Allenwinden	3'050

3.1.4. Zeitliche Verteilung

Gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) müssen die Lärmbelastungen für die Zeiträume tags (6.00 bis 22.00 Uhr) und nachts (22.00 bis 6.00 Uhr) getrennt ermittelt und beurteilt werden. Dies bedingt eine modellmässige Verteilung der täglichen Verkehrsmenge auf diese beiden Zeiträume.

Die zeitliche Verkehrsverteilung im Bereich Talacher-Moosrank wurde im Zusammenhang mit dem Projekt Tangente Zug/Baar detailliert untersucht. Dabei zeigte sich, dass die zeitliche Verteilung den LSV-Richtwerten von 5.8 % tags und 0.9 % nachts entspricht. Diese Werte werden auch für die vorstehende Lärmbeurteilung übernommen.

3.1.5. Verkehrszusammensetzung (N2-Anteil)

Die Fahrzeugkategorie N2 (lärmige Fahrzeuge) umfasst u.a. Lastwagen, Gesellschaftswagen und Motorräder. Bei diesem Parameter haben die Untersuchungen zum Projekt Tangente Zug/Baar (TZB) gezeigt, dass relevante Abweichungen zu den LSV-Richtwerten von 10 % tags und 5 % nachts. Für die Lärmbeurteilung des Abschnitts Talacher - Moosrank werden die im Zusammenhang mit der TZB erhobenen Werte von 7 % tags und 7 % nachts übernommen.

3.2. Emissionen

3.2.1. Berechnungsmodell

Die Berechnung der Emissionen (Lärmbelastung an der Quelle) erfolgt mit dem Strassenlärmmodell StL86+ (EMPA/BAFU) und mit dem Modell Sonroad. Bei beiden Modellen wird gemäss kantonalem Leitfaden jeweils die signalisierte Höchstgeschwindigkeit als durchschnittlich gefahrene Geschwindigkeit eingesetzt. Einzig im Einflussbereich des Kreisels wird die Berechnungsgeschwindigkeit gemäss Vollzugshilfe des Cercle Bruit (Lärmtechnische Ermittlung bei Knoten und Kreiseln) auf 30 km/h angepasst.

Das Gefälle wird für jeden Strassenabschnitt aus topografischen Daten ermittelt und auf 0.5 Prozent gerundet in der Berechnung berücksichtigt. Für das Modell Sonroad wird der Anteil aufwärts fahrender Fahrzeuge aus den GVM-Daten eingesetzt.

Der Vergleich zeigt . übereinstimmend mit der allgemeinen Erfahrung im Ausserortsbereich . für die meisten Abschnitte im Perimeter leicht höhere Werte für das Modell Sonroad. Für die Immissionsberechnung werden gemäss kantonalem Leitfaden jeweils die höheren Emissionen pro Abschnitt weiter verarbeitet. Die detaillierte Emissionsberechnung ist pro Abschnitt in der Beilage 2 aufgeführt (die Lage der Abschnitte ist in der Beilage 1 dargestellt).

3.2.2. Belagskorrektur

Auf der freien Strecke aller Kantonsstrassen im Perimeter ist im Ausgangszustand ein konventioneller Asphaltbelag (AC) vorhanden. Die Erfahrung zeigt, dass sich die Emissionen bei diesem Belagstyp mit dem eingesetzten Berechnungsmodell zutreffend bestimmen lassen. Die Einführung einer Belagskorrektur erübrigt sich.

Beim Kreisel Talacher ist ein konventioneller Betonbelag (Besenstrich) vorhanden. Mit dieser Ausführung ist bei 50 km/h von einem Zuschlag von rund +4 dB(A) auszugehen. Für die reduzierte Geschwindigkeit im Bereich des Kreisels ist gemäss Vollzugshilfe des Cercle Bruit eine Belagswirkung von 60 %, d.h. eine Korrektur von +2.4 dB(A) zu berücksichtigen.

Beim Kreisel Moosrank ist ein moderner Splitt-Beton vorgesehen, welcher bei 50 km/h einen Korrekturwert von +2 dB(A) aufweist. Mit der reduzierten Geschwindigkeit im Bereich des Kreisels ist gemäss Vollzugshilfe des Cercle Bruit eine Belagswirkung von 60 %, d.h. eine Korrektur von +1.2 dB(A) zu berücksichtigen.

3.3. Immissionen

3.3.1. Berechnungsmodell

Die Berechnung der Immissionen (Lärmbelastung beim Empfänger) erfolgt mit dem Modell SLIP (Software für Lärm-Immissions-Prognosen). Dabei werden die Abstandsdämpfung, die Luftdämpfung und der Bodeneffekt in Sektoren berechnet. Zusätzlich wird die Wirkung zwischenliegender Hindernisse nach Makaewa berücksichtigt. Der Einfluss von Reflexionen wird mit einem Spiegelquellenmodell berechnet.

Die Berechnung erfolgt pro Gebäude für das exponierteste Fenster (Lärmermittlung für die Mitte des offenen Fensters). Bei Fenstern, welche im Einflussbereich mehrerer Strassenabschnitte liegen, wird der Immissionsanteil pro Abschnitt berechnet und die einzelnen Teilpegel energetisch addiert (Mittelungspegel L_{eq}).

Die Pegelkorrektur K1 berücksichtigt gemäss LSV die kleinere Störwirkung bei geringem Verkehrsaufkommen. Wo mehrere Lärmquellen auf ein Fenster einwirken, werden die entsprechenden Verkehrsmengen addiert und die Pegelkorrektur K1 bezogen auf totale Anzahl Fahrzeuge bestimmt.

Im Einflussbereich von Knoten kann die subjektiv empfundene Lärmbelastung von den Berechnungen abweichen. Die zusätzliche Störwirkung S wird gemäss Vollzugshilfe des Cercle Bruit (Lärmtechnische Ermittlung bei Knoten und Kreiseln) berechnet.

Aus der Summe von Mittelungspegel (L_{eq}), Pegelkorrektur (K1) und Störwirkung (S) wird der sogenannte "Beurteilungspegel" (L_r) berechnet. Dieser Wert ist gemäss Lärmschutzverordnung (LSV) für den Vergleich mit den Grenzwerten massgebend.

Die Genauigkeit der Lärmermittlung beträgt für die typischen Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet rund ± 1 dB(A) im Sinne einer Standardabweichung.

3.4. Kontrollmessungen Istzustand

Die Erfahrungen bei allen, bisher bearbeiteten Lärmsanierungsprojekten im Kanton Zug zeigen jeweils eine gute bis sehr gute Übereinstimmung zwischen den Berechnungen und den Kontrollmessungen.

Messungen haben zudem den Nachteil, dass nur die aktuelle Situation und nicht die lärmrechtlich massgebenden Verhältnisse im Jahr 2040 erfasst werden können. Vor diesem Hintergrund kann auf die Durchführung von weiteren Messungen an der Kantonsstrasse 381 verzichtet werden. Die Beurteilung stützt sich vollumfänglich auf die Berechnungen, dieses Vorgehen entspricht der Lärmschutzverordnung (LSV Art. 38 Abs. 1).

4. Massgebende Lärmbelastung (Ausgangszustand)

Die massgebende Lärmbelastung (Prognose für 2040) wird für sämtliche Liegenschaften im Perimeter mit dem im Kapitel 3 beschriebenen Vorgehen ermittelt. Der Perimeter umfasst 5 Liegenschaften (5 Gebäude / keine unbebaute Bauparzellen). Die Ergebnisse sind in der Beilage 3 grafisch dargestellt und in der Beilage 4 tabellarisch aufgeführt.

Zur Beurteilung von Sanierungspflicht und Schallschutzmassnahmen ist bei wesentlichen Änderungen der Immissionsgrenzwert (IGW) massgebend. Die Ergebnisse der Beurteilung (gemäss aktuellen Leitfaden ohne Toleranzen) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bezeichnung, Lärmbelastung	Anzahl Gebäude	Anzahl Parzellen ¹⁾
ohne lärmempfindliche Nutzung (blau markiert) ²⁾	2	0
IGW eingehalten (grün markiert)	0	0
IGW überschritten (rot markiert)	3	0
Total im Perimeter	5	0

1) unbebaute Parzellen in Bauzonen

2) untergeordnete Nebenbauten auf der gleichen Parzelle sind nicht ausgezählt

Im Ausgangszustand ist der Immissionsgrenzwert (IGW) bei 3 Gebäuden überschritten. Bei zwei dieser Gebäude sind bereits Schallschutzmassnahmen vorhanden.

Das Ausmass der IGW-Überschreitung beträgt tags maximal 8 dB(A) und nachts maximal 10 dB(A).

5. Massnahmen zur Lärmreduktion

5.1. Geplante Massnahmen

5.1.1. Geplante Massnahmen an der Quelle

Beim Kreisel Moosrank ist ein moderner Splitt-Beton vorgesehen, welcher aufgrund der Lage (Kreisel) mit einer Belagskorrektur von +1.2 dB(A) zu berechnen ist. Damit ist die Lärmbelastung zwar etwas höher als mit einem konventionellen Asphalt, aber tiefer als mit einem konventionellen, gerillten Beton (Korrektur +2.4 dB(A)). Die Wirkung gegenüber einem gerillten Beton kann emissionsseitig mit -1.2 dB(A) beziffert werden. Die Emissionen sind in der Beilage 5 aufgeführt.

5.1.2. Geplante Massnahmen im Ausbreitungsbereich

Zum Schutz des Gebäudes Moosrank 1 ist im Bereich des Kreisels Moosrank ein Lärmschutzdamm von rund 50 m Länge und 1 m Höhe vorgesehen. Die Wirkung beträgt im Obergeschoss rund -2 dB(A) und im Erdgeschoss rund -5 dB(A). Mit dieser Massnahme ist der IGW auch im exponierteren Obergeschoss eingehalten. Zudem ist dieser Damm bzgl. Verkehrssicherheit positiv, weil damit auf eine Leitschranke (mit erhöhtem Risiko bei Unfällen mit Motorrädern) verzichtet werden kann.

5.2. Geprüfte und verworfene Massnahmen

Vorbemerkung: Mit den geplanten Massnahmen bleibt der IGW bei den zwei Gebäuden Moosrank 2 und Talacher 1 überschritten. Beim Gebäude Moosrank 2 wurden bereits im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung und beim Gebäude Talacher 1 im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar Erleichterungen verfügt und Schallschutzmassnahmen realisiert.

5.2.1. Lärmindernder Strassenbelag SDA4

Mit einem lärmindernden Belag SDA4 könnte die Lärmbelastung auf der freien Strecke reduziert werden. Die Langzeitwirkung beträgt gemäss bisherigen Erfahrungen in Nachbarkantonen und Angaben des BAFU üblicherweise -3 dB(A). Im vorliegenden Fall dürfte die Wirkung eher geringer sein, weil das Antriebsgeräusch zwischen den Kreiseln stärker massgebend ist. Beim Gebäude Talacher 1 ist die Wirkung ohnehin deutlich geringer, weil die Immissionen primär durch den Verkehr auf dem Kreisel bestimmt werden. Bei den zwei exponiertesten Gebäuden bleibt der IGW auch mit SDA4 überschritten.

Zudem ist aufgrund der hohen Verkehrsbelastung (DTV 18'900 im Jahr 2040) und der erhöhten mechanischen Beanspruchung im Nahbereich der beiden Kreisel Moosrank und Talacher eine kürzere Lebensdauer des lärmindernden Belags zu erwarten als in Standard-situationen. Zusammenfassend wird ein Belag SDA4 für die Lärmsanierung Talacher - Moosrank als nicht zweckmässig beurteilt.

5.2.3. Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h

Mit einer Reduktion der Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h im Projektperimeter könnte die Lärmbelastung gemäss Modellberechnung um rund 2 dB(A) reduziert werden. Wie schon beim Belag SDA4 ist die Wirkung beim Gebäude Talacher 1 geringer, weil die Immissionen dort primär durch den Verkehr auf dem Kreisel bestimmt werden. Gemäss detaillierter Berechnung bleibt der IGW bei beiden übermässig belasteten Gebäuden überschritten.

Die effektiv erzielbare Lärmreduktion wäre zudem auch auf der freien Strecke kleiner als die Modellberechnung suggeriert, weil der Verkehr im Ausgangszustand nicht die modellmässig hinterlegte Geschwindigkeit von 80 km/h erreicht (die Berechnungen erfolgen gemäss Leitfaden jeweils mit der signalisierten Geschwindigkeit und liegen für den Ausgangszustand zu hoch). Vor diesem Hintergrund beurteilt die Baudirektion eine Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h als unverhältnismässig.

5.2.4. Reduktion der Verkehrsmenge oder -zusammensetzung

Die Kantonsstrasse 381 stellt im Abschnitt zwischen Talacher und Moosrank die einzige Verbindung zwischen Zug/Baar und dem Ägerital dar. Alternative Routen stehen nicht zur Verfügung oder sind mit grossen Umwegen verbunden. Eine Beschränkung der Verkehrsmenge oder der Anzahl lärmigen Fahrzeuge (Kategorie N2 gemäss Lärmschutzverordnung, u.a. Lastwagen, Gesellschaftswagen, Motorräder) ist daher verkehrstechnisch nicht machbar.

5.2.5. Massnahmen im Ausbreitungsbereich

Für beide Gebäude mit verbleibender IGW-Überschreitung wurden bereits im Rahmen der früheren Lärmsanierungen Massnahmen im Ausbreitungsbereich geprüft und als nicht sinnvoll machbar bzw. als unverhältnismässig beurteilt. Die detaillierte Beurteilung ist im Kap. 6 (als Begründung für die Erleichterungen) aufgeführt.

5.3. Verbleibende Lärmbelastung nach der Sanierung

Die verbleibende Lärmbelastung nach der Sanierung wird analog zum Ausgangszustand für sämtliche Liegenschaften im Perimeter ermittelt. Die Ergebnisse sind in der Beilage 6 grafisch dargestellt und in der Beilage 7 tabellarisch aufgeführt.

Zur Beurteilung von Sanierungspflicht und Schallschutzmassnahmen ist bei wesentlichen Änderungen der Immissionsgrenzwert (IGW) massgebend. Die Ergebnisse der Beurteilung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bezeichnung, Lärmbelastung	Anzahl Gebäude	Anzahl Parzellen ¹⁾
ohne lärmempfindliche Nutzung (blau markiert) ²⁾	2	0
IGW eingehalten (grün markiert)	1	0
IGW überschritten (rot markiert)	2	0
Total im Perimeter	5	0

1) unbebaute Parzellen in Bauzonen

2) Nebenbauten auf Parzellen mit lärmempfindlicher Nutzung sind nicht ausgewiesen

Mit den geplanten Massnahmen kann die Lärmbelastung zusätzlich bei einem Gebäude unter den Immissionsgrenzwert (IGW) gesenkt werden.

Der IGW bleibt bei 2 Gebäuden überschritten. Das Ausmass der IGW-Überschreitung beträgt weiterhin beträgt tags maximal 8 dB(A) und nachts maximal 10 dB(A).

6. Erleichterungen

6.1. Sanierungspflicht

Für bestehende Strassen, die wesentlich zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte gemäss Anhang 3 LSV beitragen, besteht eine Sanierungspflicht nach Art. 13 LSV. Verursacht die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten, oder stehen der Sanierung überwiegende Interessen entgegen, so gewährt die Vollzugsbehörde gemäss Art. 17 USG und Art. 14 LSV Erleichterungen. Führen die gewährten Erleichterungen dazu, dass bei wesentlichen Änderungen von öffentlichen oder konzessionierten ortsfesten Anlagen die Immissionsgrenzwerte nicht eingehalten werden, so sind die Eigentümer der lärmbelasteten bestehenden Gebäude nach Art. 20 USG und Art. 15 LSV verpflichtet Schallschutzmassnahmen am Gebäude zu treffen (Schallschutzfenster oder andere schalldämmend wirkende bauliche Massnahmen). Die Sanierungspflicht ist abhängig vom Zeitpunkt der Erschliessung des Grundstücks und dem Datum der Baubewilligung eines Gebäudes. Es gelten folgende Kriterien (gem. Leitfaden Strassenlärm, UV-0637, BAFU und ASTRA vom Dezember 2006):

Erschliessung Bauzone	Baubewilligung Gebäude	Sanierungs- pflicht	Berechtigung für	
			Lärmschutz- wände	Schallschutz- massnahmen 1)
Erschlossen vor 1.1.1985	Baubewilligung vor 1.1.85	ja	ja	ja
	Baubewilligung nach 1.1.85	ja	ja	nein
	unbebaut	ja	ja	-
Erschlossen nach 1.1.1985	Baubewilligung vor 1.1.85	ja	ja	ja
	Baubewilligung nach 1.1.85	nein	nein	nein
	unbebaut	nein	nein	-
ausserhalb der Bauzone	Baubewilligung vor 1.1.85	ja	ja	ja
	Baubewilligung nach 1.1.85	nein	nein	nein
	unbebaut	nein	nein	-

1) Schallschutzmassnahmen an bestehenden Gebäuden nach Art. 15 LSV

6.2. Überblick

Im Projektperimeter der baulichen Sanierung der Kantonsstrasse 381 im Abschnitt Talacher bis Moosrank können die Immissionsgrenzwerte bei 2 Gebäuden nicht eingehalten werden. Die Erleichterungen werden wie folgt begründet:

6.3. Begründungen für die Erleichterungen

Lage / Beschreibung:	Kantonsstrasse 381 Abschnitt Talacher bis Moosrank (beidseitig vereinzelt bebaut)		
Empfindlichkeitsstufe:	ES III 2 Gebäude (vgl. Beilage 1 und 6)		
Immissionsgrenzwert (IGW):	ES III	tags 65 dB(A)	nachts 55 dB(A)
Alarmwert	ES III	tags 70 dB(A)	nachts 65 dB(A)
Lärmbeurteilung:	2 Gebäude mit überschrittenem IGW, maximale IGW-Überschreitung 8 dB(A) tags und 10 dB(A) nachts.		
Betroffene Liegenschaften:	- Moosrank 2 und Talacher 1 (detaillierte Lärmbelastung s. Beilage 7)		
Lärmschutzmassnahmen an der Quelle:	Splitt-Beton beim Kreisel Moosrank, keine weiteren Massnahmen machbar, vgl. Kap. 5.2		
Lärmschutzmassnahmen im Ausbreitungsbereich:	Lärmschutzdamm im Bereich Kreisel Moosrank. Keine weiteren Massnahmen machbar aus folgenden Gründen:		
<p>Moosrank 2:</p> <p>Das Gebäude steht in Hochlage. Zum Schutz der Fenster in den oberen Geschossen wären Wandhöhen von über 4 m erforderlich, welche das Landschaftsbild übermässig beeinträchtigen würden.</p> <p>Zudem würden derartige Konstruktionen die Besonnung und die Belichtung stark reduzieren (transparente Konstruktionen sind wegen Reflexionen auf die Gegenseite nicht zweckmässig).</p>			

Begründung für die Erleichterungen**Fortsetzung****Talacher 1**

Das Gebäude weist 3 Geschosse auf. Zum Schutz der Fenster im obersten Geschoss wären Wandhöhen von mindestens 3 m erforderlich.

Für einen wirksamen Schutz sind durchgehende, relativ lange Wände erforderlich, welche die Zufahrt zur Liegenschaft abriegeln würden.

**Schallschutzmassnahmen**

Der massgebende Immissionsgrenzwert ist bei 2 Gebäuden überschritten.

Bei beiden Gebäuden wurden im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung bzw. im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar bereits Schallschutzmassnahmen realisiert (vgl. Kap. 7.2).

6.4. Umfang des Erleichterungsantrags

Im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung bzw. im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar wurden für beide Liegenschaften bereits Erleichterungen verfügt.

Bei beiden Gebäuden wurden die verfügbaren Schallschutzmassnahmen im Rahmen der jeweiligen Lärmsanierung realisiert (vgl. Kap. 7.2).

Zusammenfassend ist für die beiden Gebäude Moosrank 2 und Talacher 1 keine neue Verfügung bezüglich Erleichterungen im Sinne von Art. 14 LSV erforderlich.

7. Schallschutzmassnahmen

7.1. Allgemeines

Liegenschaften, bei denen der Immissionsgrenzwert nach Änderung einer Anlage überschritten bleibt, müssen gemäss LSV Art. 10 mit Massnahmen am Gebäude gegen Lärm geschützt werden. Insbesondere ist für die betroffenen Fenster zu lärmempfindlichen Räumen ein ausreichendes Schalldämmmass (in der Regel $R'w+C_{tr} \geq 32$ dB) erforderlich.

- Wenn die vorhandenen Fenster diese Anforderung nicht erfüllen, müssen sie saniert werden. Die Kosten für die Sanierung trägt der Kanton als Strasseneigentümer.
- Der Gebäudeeigentümer kann gemäss LSV Art. 10, Abs. 2 andere bauliche Schallschutzmassnahmen am Gebäude treffen, wenn diese den Lärm im Innern der Räume im gleichen Mass verringern. An den Kosten beteiligt sich der Kanton im Ausmass der Kosten einer Sanierung mit Schallschutzfenstern.
- Falls der Gebäudeeigentümer bereits in eigener Regie Schallschutzfenster eingebaut hat, werden die Kosten durch den Kanton rückerstattet. Die Voraussetzungen für die Rückerstattung sind im Leitfaden zum Lärmschutz an Kantonsstrassen geregelt (u.a. Einbau nach dem 1. Januar 1985, an einem vor diesem Datum bewilligten Gebäude).
- Zusätzlich kann bei Schlafräumen ohne Fenster mit Lärmbelastung unter dem Immissionsgrenzwert auf Wunsch des Gebäudeeigentümers ein Schalldämmlüfter eingebaut werden.

7.2. Ergebnisse

Im Projektperimeter der baulichen Sanierung der Kantonsstrasse 381 im Abschnitt Talacher bis Moosrank können die Immissionsgrenzwerte bei 2 Gebäuden nicht eingehalten werden. Bei beiden Gebäuden wurden im Rahmen der ordentlichen Lärmsanierung bzw. im Zusammenhang mit dem Bau der Tangente Zug/Baar bei allen strassenseitigen Fassaden Schallschutzmassnahmen realisiert.

Im Rahmen der anstehenden baulichen Sanierung der Kantonsstrasse 381 besteht kein Anspruch auf weitere Schallschutzmassnahmen.

8. Beilagenverzeichnis

Empfindlichkeitsstufen, Verkehr und Geschwindigkeit	Beilage 1
Berechnung der Emissionen: Ausgangszustand 2040	Beilage 2
Lärmbelastung Ausgangszustand 2040: Situationsübersicht	Beilage 3
Lärmbelastung Ausgangszustand 2040: Tabelle	Beilage 4
Berechnung der Emissionen: 2040, nach Sanierung	Beilage 5
Lärmbelastung nach Sanierung 2040: Situationsübersicht	Beilage 6
Lärmbelastung nach Sanierung 2040: Tabelle	Beilage 7

9. Abkürzungsverzeichnis

AfU	Amt für Umwelt des Kantons Zug
AW	Alarmwert
BAFU	Bundesamt für Umweltschutz (vormals BUWAL)
dB(A)	Dezibel (mit dem Frequenzfilter A bewertet, d.h. dem menschlichen Hörempfinden nachgebildet)
C_{tr}	Spektrums-Anpassungswert für Verkehrslärm
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr (Jahresdurchschnitt, Fz/24h)
ES	Empfindlichkeitsstufe
Fz	Fahrzeug
IGW	Immissionsgrenzwert
K1	Pegelkorrektur gemäss Lärmschutzverordnung Anhang 3, Ziffer 35
LBK	Lärmbelastungskataster (kantonales Amt für Umweltschutz)
L_{eq}	Energieäquivalenter Dauerschallpegel (durchschnittliche Lärmbelastung)
L_r	Beurteilungspegel: Massgebende Lärmbelastung
$L_{r,e}$	Emissions-Beurteilungspegel (Dauerschallpegel plus Pegelkorrektur) in einem Meter ab Strassenachse
LSV	Lärmschutzverordnung
LSW	Lärmschutzwand
LW	Lastwagen
Mfz	Motorfahrzeug
N1	Fahrzeugkategorie: "normale" Fahrzeuge (u.a. Personenwagen)
N2	Fahrzeugkategorie: lärmige Fahrzeuge (u.a. Lastwagen, Busse, Motorräder)
$R'w$	Schalldämmmass (bewertet, am Bau)
SSF	Schallschutzfenster gemäss Anhang 1 LSV
TBA	Tiefbauamt des Kanton Zug
USG	Umweltschutzgesetz

Berechnung der Emissionen: Ausgangszustand 2040

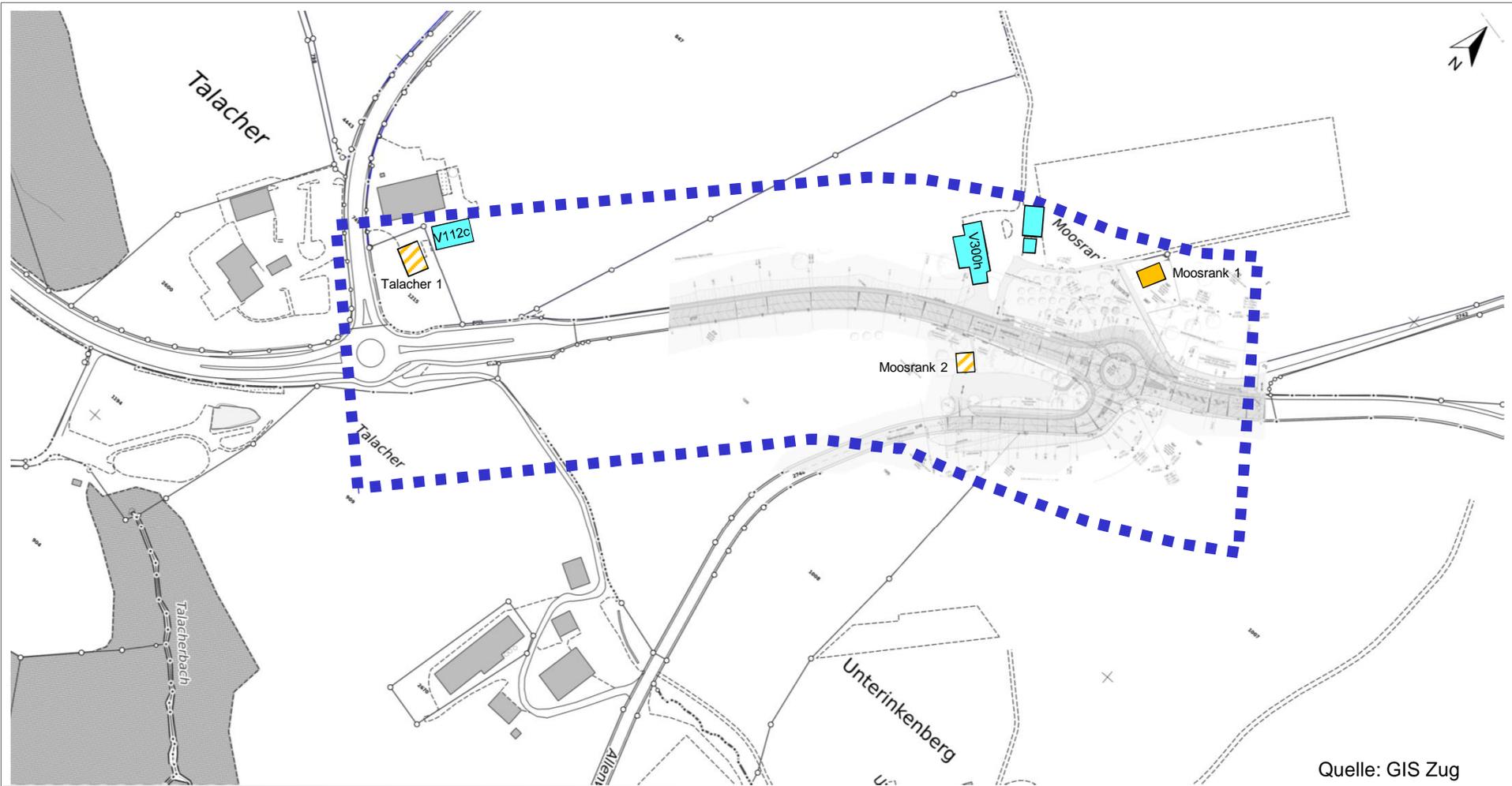
(Quellenwerte in 1 m Abstand von Strassenachse)

Zeitraum tags

Nr.	Strasse	Abschnitt		Geschwindigkeit km/h	DTV 2040 Fz/d	Anteil auf- wärts	alpha tags	mass- geb. Ver- kehr Fz/h	N2- Anteil tags	Ge- fälle	Emissionen Leq, 1 m		Differenz (Sonroad minus Stl86+) dB(A)	Belags- korrek- tur dB(A)	Emissionen total dB(A)
		von	bis								Stl 86+ dB(A)	Sonroad dB(A)			
1	Ägeristrasse	Zug	Kreiselzufahrt	80	900	49%	5.80%	568	7.0%	5.0%	80.8	81.6	0.8	0.0	81.6
3	Ägeristrasse	Baar	Kreiselzufahrt	80	1200	51%	5.80%	708	7.0%	2.0%	80.8	81.9	1.2	0.0	81.9
5	Ägeristrasse	Talacher	Moosrank	80	1800	50%	5.80%	1096	7.0%	5.0%	83.7	84.5	0.8	0.0	84.5
7	Kreisel Talacher	Kreiselfahrbahn		30	1000	50%	5.80%	592	7.0%	2.0%	74.8	75.1	0.3	2.4	77.5
8	Ägeristrasse	Moosrank	Nidfuren	80	1500	50%	5.80%	922	7.0%	5.0%	82.9	83.7	0.8	0.0	83.7
9	Kantonsstrasse S	Moosrank	Allenwinden	80	3050	50%	5.80%	177	10.0%	2.5%	75.4	76.6	1.2	0.0	76.6
13	Kreisel Moosrank	Kreiselfahrbahn		30	900	50%	5.80%	551	7.0%	2.5%	74.5	75.0	0.5	1.2	76.2

Zeitraum nachts

Nr.	Strasse	Abschnitt		Geschwindigkeit km/h	DTV Fz/d	Anteil auf- wärts	alpha nachts	mass- geb. Ver- kehr Fz/h	N2- Anteil nachts	Ge- fälle	Emissionen Leq, 1 m		Differenz (Sonroad minus dB(A)	Belags- korrek- tur dB(A)	Emissionen total dB(A)
		von	bis								Stl 86+ dB(A)	Sonroad dB(A)			
1	Ägeristrasse	Zug	Kreiselzufahrt	80	900	49%	0.90%	88	7.0%	5.0%	72.7	73.5	0.8	0.0	73.5
3	Ägeristrasse	Baar	Kreiselzufahrt	80	1200	51%	0.90%	110	7.0%	2.0%	72.7	73.8	1.2	0.0	73.8
5	Ägeristrasse	Talacher	Moosrank	80	1800	50%	0.90%	170	7.0%	5.0%	75.6	76.4	0.8	0.0	76.4
7	Kreisel Talacher	Kreiselfahrbahn		30	1000	50%	0.90%	92	7.0%	2.0%	66.7	67.0	0.3	2.4	69.4
8	Ägeristrasse	Moosrank	Nidfuren	80	1500	50%	0.90%	143	7.0%	5.0%	74.8	75.7	0.8	0.0	75.7
9	Kantonsstrasse S	Moosrank	Allenwinden	80	3050	50%	0.90%	27	5.0%	2.5%	66.1	67.4	1.3	0.0	67.4
13	Kreisel Moosrank	Kreiselfahrbahn		30	900	50%	0.90%	85	7.0%	2.5%	66.4	66.9	0.5	1.2	68.1



Quelle: GIS Zug

Situationsübersicht Lärmbelastung 2040, mit Kreisel Moosrank:

Masstab ca. 1 : 3000 (A4)

Legende:		Immissionsgrenzwert (IGW) eingehalten		keine lärmempfindliche Nutzung
		Immissionsgrenzwert (IGW) überschritten		Perimeter (Lärmbeurteilung)
		Immissionsgrenzwert (IGW) überschritten (Schallschutzmassnahmen vorhanden)		

Berechnung der Emissionen: 2040, mit Sanierungsmassnahmen

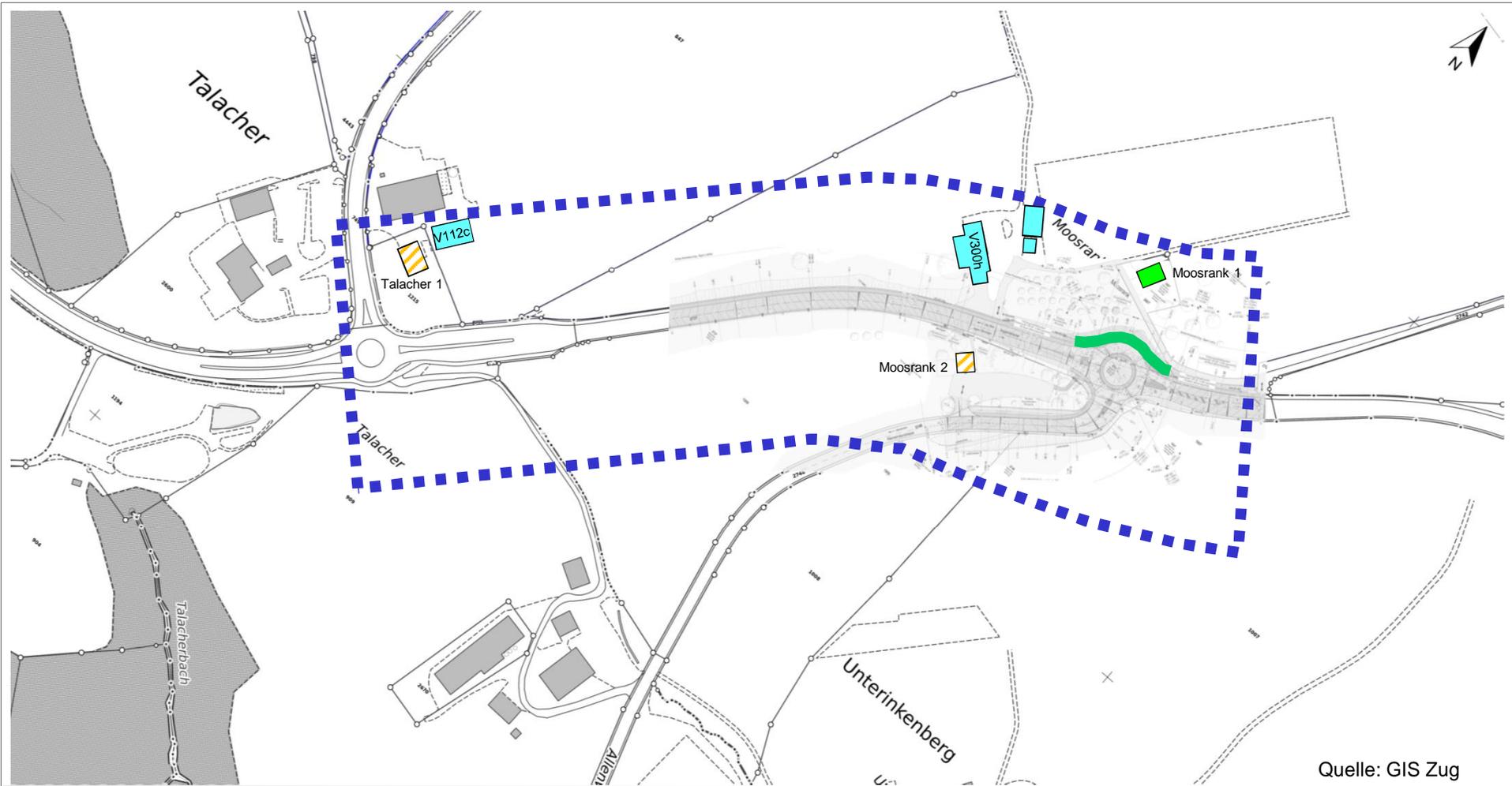
(Quellenwerte in 1 m Abstand von Strassenachse)

Zeitraum tags

Nr.	Strasse	Abschnitt		Geschwindigkeit km/h	DTV 2040 Fz/d	Anteil auf- wärts	alpha tags	mass- geb. Ver- kehr Fz/h	N2- Anteil tags	Ge- fälle	Emissionen Leq, 1 m		Differenz (Sonroad minus Stl86+) dB(A)	Belags- korrek- tur dB(A)	Emissionen total dB(A)
		von	bis								Stl 86+ dB(A)	Sonroad dB(A)			
1	Ägeristrasse	Zug	Kreiselzufahrt	80	900	49%	5.80%	568	7.0%	5.0%	80.8	81.6	0.8	0.0	81.6
3	Ägeristrasse	Baar	Kreiselzufahrt	80	1200	51%	5.80%	708	7.0%	2.0%	80.8	81.9	1.2	0.0	81.9
5	Ägeristrasse	Talacher	Moosrank	80	1800	50%	5.80%	1096	7.0%	5.0%	83.7	84.5	0.8	0.0	84.5
7	Kreisel Talacher	Kreiselfahrbahn		30	1000	50%	5.80%	592	7.0%	2.0%	74.8	75.1	0.3	2.4	77.5
8	Ägeristrasse	Moosrank	Nidfuren	80	1500	50%	5.80%	922	7.0%	5.0%	82.9	83.7	0.8	0.0	83.7
9	Kantonsstrasse S	Moosrank	Allenwinden	80	3050	50%	5.80%	177	10.0%	2.5%	75.4	76.6	1.2	0.0	76.6
13	Kreisel Moosrank	Kreiselfahrbahn		30	900	50%	5.80%	551	7.0%	2.5%	74.5	75.0	0.5	1.2	76.2

Zeitraum nachts

Nr.	Strasse	Abschnitt		Geschwindigkeit km/h	DTV Fz/d	Anteil auf- wärts	alpha nachts	mass- geb. Ver- kehr Fz/h	N2- Anteil nachts	Ge- fälle	Emissionen Leq, 1 m		Differenz (Sonroad minus dB(A)	Belags- korrek- tur dB(A)	Emissionen total dB(A)
		von	bis								Stl 86+ dB(A)	Sonroad dB(A)			
1	Ägeristrasse	Zug	Kreiselzufahrt	80	900	49%	0.90%	88	7.0%	5.0%	72.7	73.5	0.8	0.0	73.5
3	Ägeristrasse	Baar	Kreiselzufahrt	80	1200	51%	0.90%	110	7.0%	2.0%	72.7	73.8	1.2	0.0	73.8
5	Ägeristrasse	Talacher	Moosrank	80	1800	50%	0.90%	170	7.0%	5.0%	75.6	76.4	0.8	0.0	76.4
7	Kreisel Talacher	Kreiselfahrbahn		30	1000	50%	0.90%	92	7.0%	2.0%	66.7	67.0	0.3	2.4	69.4
8	Ägeristrasse	Moosrank	Nidfuren	80	1500	50%	0.90%	143	7.0%	5.0%	74.8	75.7	0.8	0.0	75.7
9	Kantonsstrasse S	Moosrank	Allenwinden	80	3050	50%	0.90%	27	5.0%	2.5%	66.1	67.4	1.3	0.0	67.4
13	Kreisel Moosrank	Kreiselfahrbahn		30	900	50%	0.90%	85	7.0%	2.5%	66.4	66.9	0.5	1.2	68.1



Situationsübersicht Lärmbelastung 2040, mit Sanierungsmassnahmen:

Massstab ca. 1 : 3000 (A4)

Legende:		Immissionsgrenzwert (IGW) eingehalten		keine lärmempfindliche Nutzung
		Immissionsgrenzwert (IGW) überschritten		Perimeter (Lärmbeurteilung)
		Immissionsgrenzwert (IGW) überschritten (Schallschutzmassnahmen vorhanden)		Lärmschutzwall

