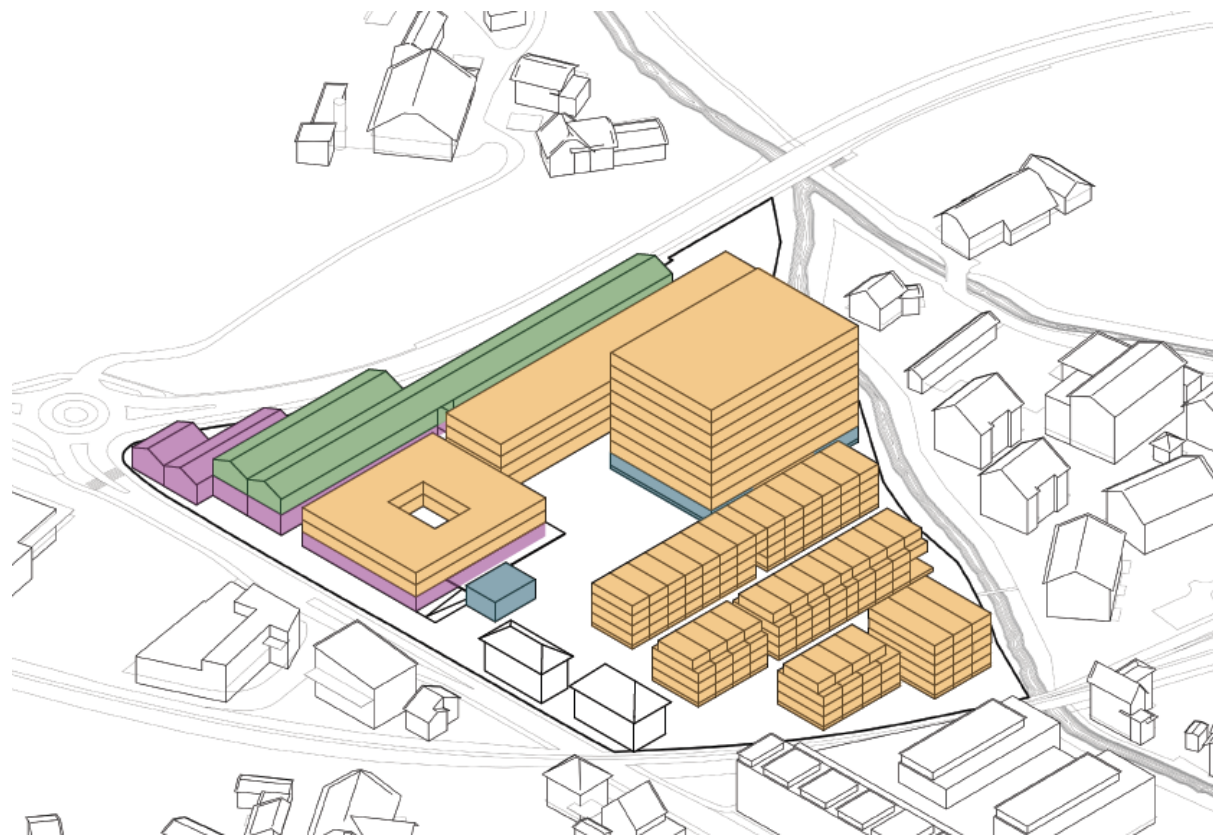


Stadt Willisau

Bebauungsplan Wellisareal



Lärmschutz-Nachweis

5. Juli 2023

Auftraggeber: GKA Immobilien AG Willisau

Auftragnehmer: SINUS AG Sempach Station
Lärmschutz und Bauakustik
Bahnhofstrasse 19a
6203 Sempach Station

Telefon: 041 469 40 40
Internet: www.sinusag.ch

Projektleiter: Thomas Minder, dipl. Ing. FH, dipl. Akustiker SGA

Auftrag-Nr.: 22-270

Version: 22-270_LN_V3.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Auftrag	3
1.2	Grundlagen	3
1.3	Situation	4
1.4	Massgebende Empfindlichkeitsstufe (ES)	5
2	Strassenverkehrslärm	6
2.1	Vorgehen bei der Lärmermittlung	6
2.2	Massgebender Belastungsgrenzwert Lr	6
2.3	Verkehrsdaten und Strassenlärm-Emissionen	7
2.4	Übersicht der Strassenlärmbelastung nachts	8
2.5	Strassenlärmbelastung Orgelfabrik N3 im Erdgeschoss	10
2.6	Strassenlärmbelastung Orgelfabrik N3 im 1. + 2. OG	11
3	Eisenbahnlärm	12
3.1	Vorgehen bei der Lärmermittlung	12
3.2	Massgebender Belastungsgrenzwert Lr	13
3.3	Emissionsdaten Eisenbahn	14
3.4	Übersicht der Eisenbahnlärmbelastung nachts	15
4	Industrie- / Gewerbelärm (Parkierung/Anlieferung)	17
4.1	Lärmrechtliche Anforderungen	17
4.2	Vorgehen bei der Lärmermittlung	17
4.3	Massgebender Belastungsgrenzwert Lr	17
4.4	Emissionsdaten und Pegelkorrekturen	18
4.4.1	Lärmphasen und Abgrenzung	18
4.4.2	Einzellärmquellen und Emissionsdaten	18
4.4.3	Pegelkorrekturen nach Anhang 6 LSV	20
4.5	Lärmschutzmassnahmen	20
4.5.1	Vorsorgliche Massnahmen	20
4.5.2	Erforderliche Massnahmen	20
4.6	Modellierung und Lärmbelastung	21
4.6.1	Modellierung CadnaA	21
4.6.2	Lärmbelastungen und Beurteilung	22

5	Zusammenfassung	25
5.1	Anforderungen	25
5.2	Beurteilung Strassenlärm	26
5.3	Beurteilung Eisenbahnlärm	26
5.4	Beurteilung Industrie- und Gewerbelärm	26

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Ausgangslage	Die GKA Immobilien AG Willisau hat uns beauftragt, im Zusammenhang mit dem Bebauungsplanplan Wellisareal in Willisau, die Einhaltung der einschlägigen Lärmschutz-Bestimmungen von Umweltschutzgesetz (USG) und Lärmschutz-Verordnung (LSV) zu überprüfen und nachzuweisen.
Generelle Anforderungen	<p>Im Zusammenhang mit dem Strassen- und Eisenbahnlärm ist gemäss Schreiben des uwe vom 5. August 2020 die Einhaltung der Planungswerte anzustreben, wobei als oberstes Limit zumindest die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte in Verbindung mit Anhang 3 resp. 4 LSV nachzuweisen ist.</p> <p>Die geplanten Einstellhallen und die Aussenparkplätze zusammen mit den Anlieferungen stellen im lärmrechtlichen Sinn eine neue ortsfeste Anlage dar. Die dadurch verursachten Lärmimmissionen müssen sowohl an den Bauten auf dem eigenen Areal als auch bei den benachbarten Liegenschaften bei Fenstern lärmempfindlicher Räume nach Art. 7 LSV die massgebenden Planungswerte einhalten. Zudem sind im Sinn der Vorsorge technisch und betrieblich mögliche sowie wirtschaftlich tragbare Massnahmen zur Reduktion der Lärmbelastungen zu realisieren.</p>

1.2 Grundlagen

Rechtsgrundlagen	<ul style="list-style-type: none">▪ Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2022)▪ Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. Juli 2021)▪ Planungs- und Baugesetz des Kantons Luzern vom 7. März 1989▪ Stadt Willisau, Zonenplan Siedlung, RRE-Nr. 1001 vom 17.09.2019▪ Stadt Willisau, Bau- und Zonenreglement; RRE-Nr. 1001 vom 17.09.2019
Fachliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none">▪ Strassenlärmkataster 2018 des Kantons Luzern, Download 2. Juni 2023▪ Grunddatensatz der amtlichen Vermessung und Höhenkurven▪ Lärmimmissionen von Parkieranlagen, Norm VSS 40 578, Ausgabe 2019-03▪ Berechnungsmodell CadnaA (Version 2023 MR1 Datakustik GmbH, Gilching DE)
Plangrundlagen	<ul style="list-style-type: none">▪ Richtprojekt Wellisareal, 16.05.2023, Herzog & Demeuron

1.3 Situation

Abbildung 1:
Luftbild 2020
(Quelle: geoportal.lu)

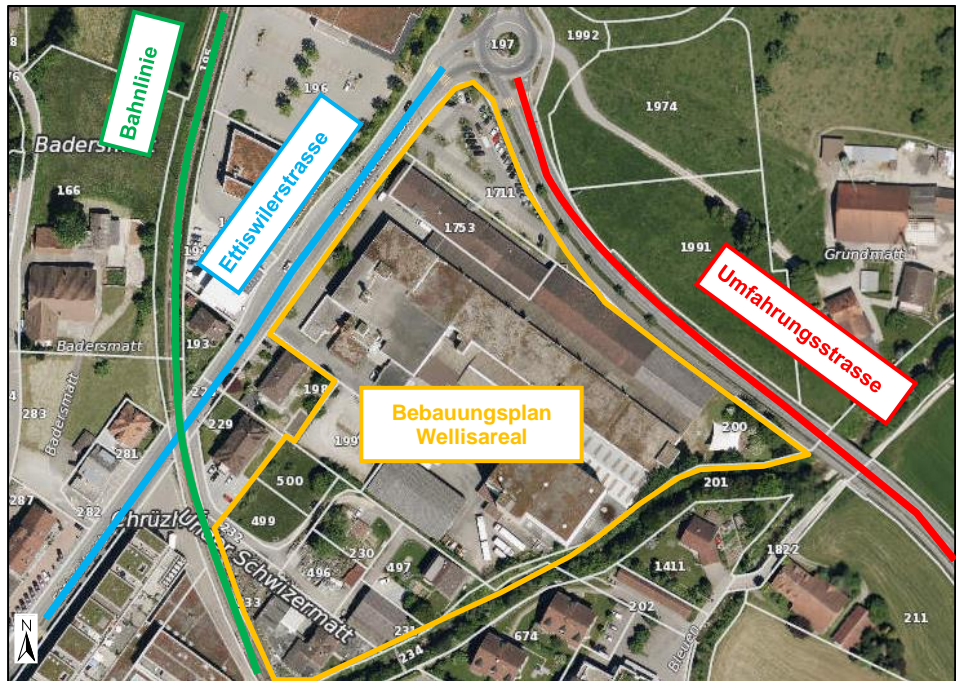


Abbildung 2:
Situation
(Quelle: Herzog & Demeuron)



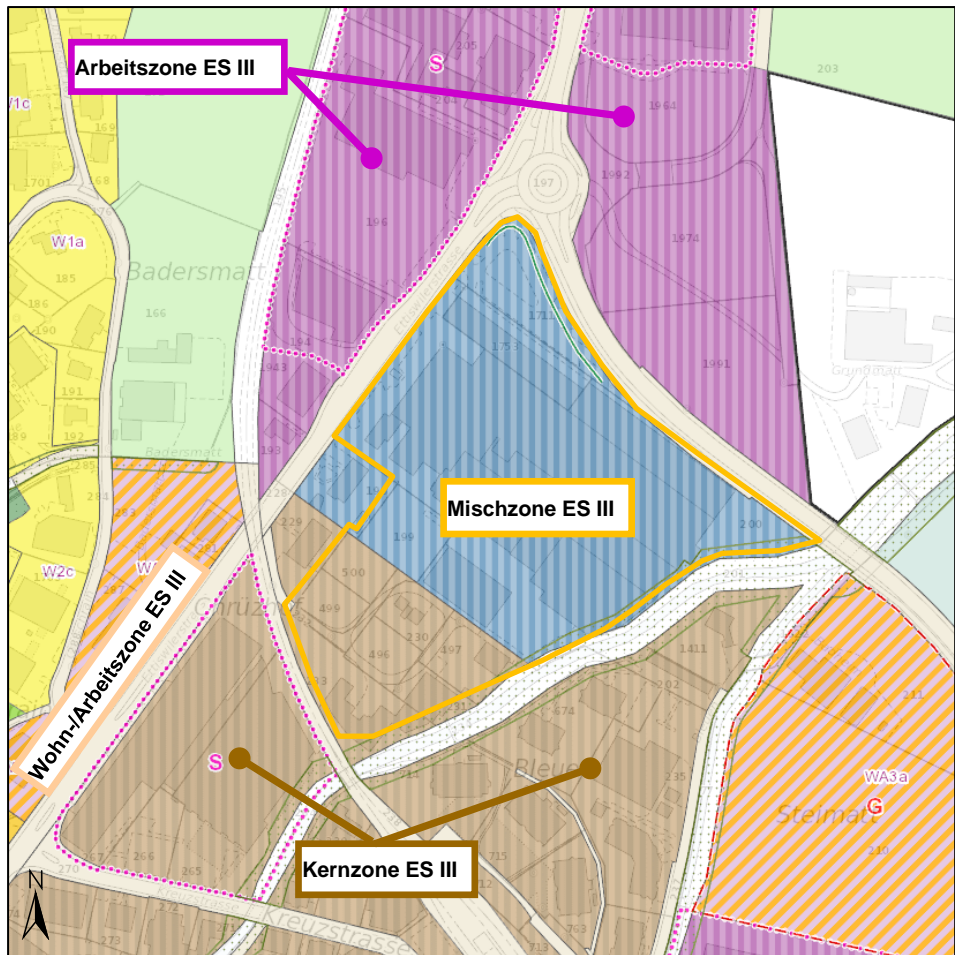
1.4 Massgebende Empfindlichkeitsstufe (ES)

In der rechtsgültigen Zonenplanung der Stadt Willisau sind die Empfindlichkeitsstufen ausgeschieden worden.

Allerdings wird im Zusammenhang mit der Umnutzung des Wellisareals eine Zonenplanänderung erfolgen und das gesamte Gebiet einer Mischzone mit der Lärmempfindlichkeitsstufe ES III zugeordnet werden.

Daher sind aus dem aktuell gültigen Zonenplan nur die Lärmempfindlichkeitsstufen für die Umgebung zu verwenden. Das Gebiet nordwestlich der Ettiswilerstrasse und nordöstlich der Umfahrungsstrasse liegt in der Arbeitszone und es gilt die Lärmempfindlichkeitsstufe ES III. Südlich der Änziwiger und westlich der Bahnlinie liegen Gebiete in der Kernzone resp. Wohn- und Arbeitszone, welche ebenfalls der ES III zugeordnet sind.

Abbildung 3:
Ausschnitt Zonenplan



2 Strassenverkehrslärm

Dieses Kapitel beschreibt die Lärmbelastung durch den Strassenverkehr auf die geplante Überbauung.

2.1 Vorgehen bei der Lärmermittlung

Ermittlungsmethode und Prognoseunsicherheit

Die Lärmimmissionen können gestützt auf Art. 38 LSV anhand von Berechnungen oder Messungen ermittelt werden. Im vorliegenden Fall wurden diese mit dem Lärmberechnungsmodell CadnaA ermittelt. Die berechneten Beurteilungspegel weisen im Sinne einer Standardabweichung erfahrungsgemäss eine Prognoseunsicherheit von ca. ± 1.5 dB(A) auf. Für die Lärmbeurteilung massgebend ist der ausgewiesene Mittelwert.

2.2 Massgebender Belastungsgrenzwert Lr

Das Areal ist zwar heute bereits überbaut, kann jedoch für die zukünftige Wohnnutzung nicht als vollständig erschlossen eingestuft werden.

Daher und nach kantonaler Vollzugspraxis, wonach bei Gestaltungs- und Bebauungsplänen für neue Wohnnutzungen im Sinn der raumplanerischen Planungsgrundsätze aus Art. 3 Abs. 3 Lit. b des Raumplanungsgesetzes möglichst vor schädlichen und lästigen Lärmimmissionen zu schützen sind, gilt es die Einhaltung der **Planungswerte anzustreben**. Als oberste Belastungsgrenze gilt die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte aus Art. 31 LSV, allfällige Zustimmungen gemäss Art. 31 Abs. 2 LSV werden, wenn überhaupt, nur zurückhaltend erteilt.

Tabelle 1:
Belastungsgrenzwerte für Wohnräume (Anhang 3 LSV)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Lr in dB(A)		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Legende:

Lr: Belastungsgrenzwert

Lärmempfindliche Wohnräume sind (Art. 2 LSV)

Räume in Wohnungen, ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitäräume und Abstellräume

Erläuterungen: Für lärmempfindliche Wohnräume gelten obige Belastungsgrenzwerte.

Nicht lärmempfindliche «Küchen ohne Wohnanteil» haben eine begehbare Bodenfläche kleiner 10 m².

Hotelzimmer gelten als Wohnräume. Bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte kann ein Ausnahmegesuch gestellt werden (Auflage: Einbau einer kontrollierten Belüftung). Auf ein Ausnahmegesuch kann verzichtet werden, wenn die Fenster festverglast ausgeführt werden und eine kontrollierte Belüftung eingebaut wird.

Lärmempfindliche Betriebsräume sind (Art. 42 LSV)

Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm.

Erläuterungen: Für lärmempfindliche Betriebs- und Büroräume gelten obige Belastungsgrenzwerte plus 5 dB(A).

2.3 Verkehrsdaten und Strassenlärm-Emissionen

Die Verkehrsdaten stammen aus dem Strassenlärmkataster 2018 des Kantons Luzern (Zugriff 2. Juni 2023). Es wurden die Verkehrszahlen vom Zustand 2028 übernommen und mit einer jährlichen Abnahme von 1.5% auf das Jahr 2023 zurück gerechnet.

Tabelle 2:
Verkehrsdaten 2023

Strasse	DTV [Fz/24h]	Nt [Fz/h]	nt [%]	Nn [Fz/h]	nn [%]	i [%]	v [km/h]
Kantonsstrasse K11-260	20'607	1'183	10.0	213	7.0	1.3	60
Kreisel Grundmatt	10'768	618	10.0	108	7.0	1.4	40
Umfahrungsstrasse K11-250	8'354	485	16.0	76	12.0	0.7	60
Ettiswilerstrasse K40-255	13'088	751	6.5	135	5.0	1.3	60
Ettiswilerstrasse K40-255	13'088	751	6.5	135	5.0	1.3	50
Zubringer Ost Kreisel *	-	58	15.0	9	7.0	0	50

Legende:

DTV: Durchschnittlicher Verkehr in Fahrzeugen pro Tag (24h)

Nt/Nn: stündlicher Verkehr tags/nachts

nt/nn: Lastwagen- und Motorradanteil tags/nachts

i: Strassensteigung

v: Signalisierte Geschwindigkeit

*: Schätzung, da keine Verkehrszahlen vorliegen

Abbildung 4:
Emissionen nach
sonROAD18

Bezeichnung	LwA'						Strasse				Modellkorr.		K1=0
	Tag (dB)	Nacht (dB)	Nt/Nn Tag	Nt/Nn Nacht	nt/nn (%) Tag	nt/nn (%) Nacht	Typ	Belag	v (km/h)	i (%)	Tag (dB)	Nacht (dB)	
K11-260 2028	85.2	77.4	1183.0	213.0	10.0	7.0	HVS_50_60	KB50_0	60	1.3	0.0	0.0	X
Kreisel 2028 Kr3	78.7	70.7	618.0	108.0	10.0	7.0	HVS_50_60	KB50_0	40	1.4	0.0	0.0	X
K11-250 2028	81.8	73.4	485.0	76.0	16.0	12.0	HVS_50_60	KB50_0	60	0.7	0.0	0.0	X
K40-255 2028	82.9	75.2	751.0	135.0	6.5	5.0	HVS_50_60	KB50_0	60	1.3	0.0	0.0	X
K40-253 2028	81.1	73.4	751.0	135.0	6.5	5.0	HVS_50_60	KB50_0	50	1.3	0.0	0.0	X
neue Zubringerstrasse Ost zum Kreisel	70.7	61.7	58.0	9.0	15.0	7.0	VS_50_60	KB50_0	50	0.0	0.0	0.0	X

Im vorliegenden Fall gilt der **Zeitraum nachts** als massgebend, da die Differenz der Emissionen bei den massgebenden Streckenabschnitten kleiner als 10 dB(A) ist.

Massgebender Beurteilungszeitraum

Die Lärmschutz-Verordnung unterscheidet zwischen dem Beurteilungszeitraum Tag (06 – 22 Uhr) und Nacht (22 – 06 Uhr). Bei Räumen, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag aufhalten, gelten für die Nacht keine Belastungsgrenzwerte (Art. 41 Abs. 3 LSV).

Für die Räume mit Gewerbe- und Dienstleistungsnutzung gehen wir davon aus, dass diese nachts in der Regel nicht genutzt werden und keine Grenzwerte gelten.

2.4 Übersicht der Strassenlärmbelastung nachts

Abbildung 5:
Lärmbelastung tags

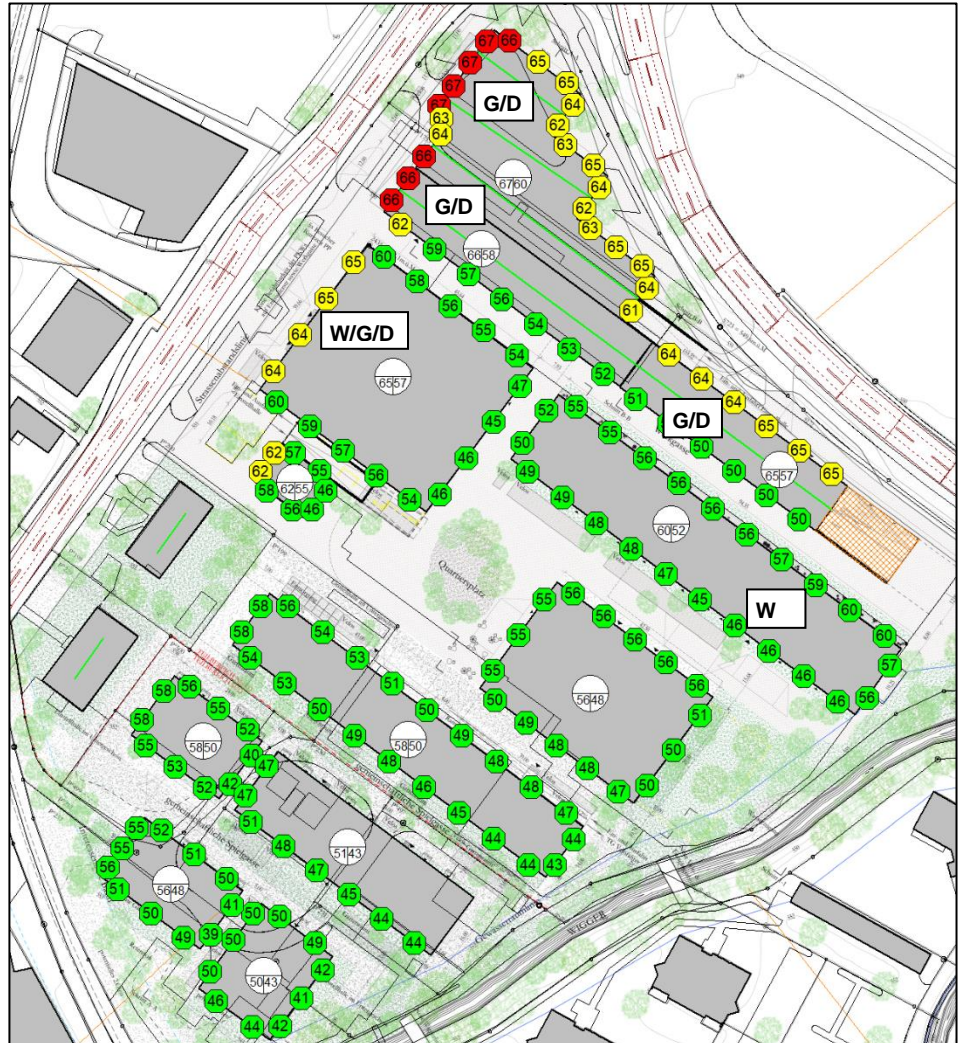
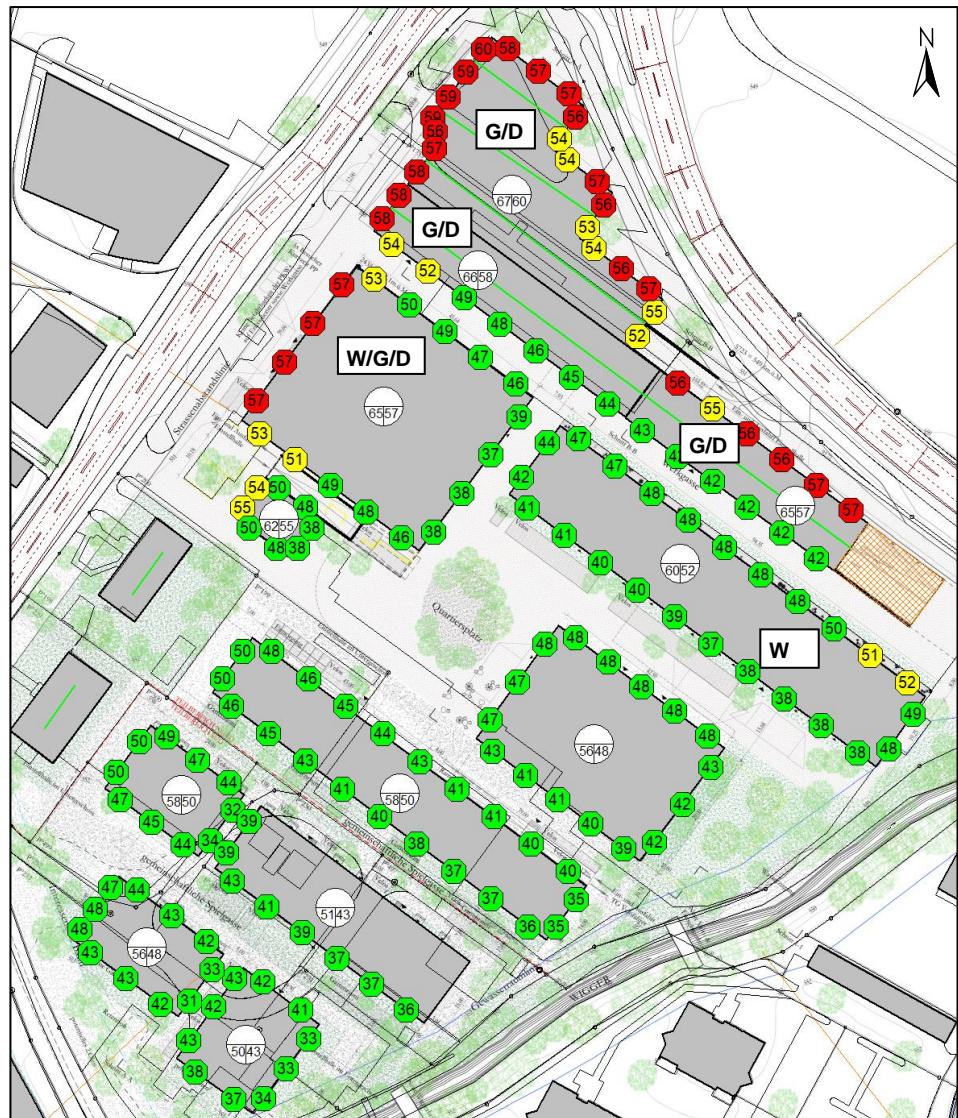


Abbildung 6:
Lärmbelastung nachts



Legende:



Maximale Lärmbelastung des Gebäudes im Tages- und Nachtzeitraum in dB(A)



Maximale Lärmbelastung nachts am entsprechenden Fassadenschnitt in dB(A)

● PW für Wohnen und Gewerbe eingehalten

● PW für Wohnen überschritten; IGW für Wohnen eingehalten; PW für Gewerbe eingehalten

● IGW für Wohnen überschritten; PW für Gewerbe überschritten; IGW für Gewerbe eingehalten (nachts nicht massgebend, da in der Regel keine Nutzung)

Resultat Strassenlärm

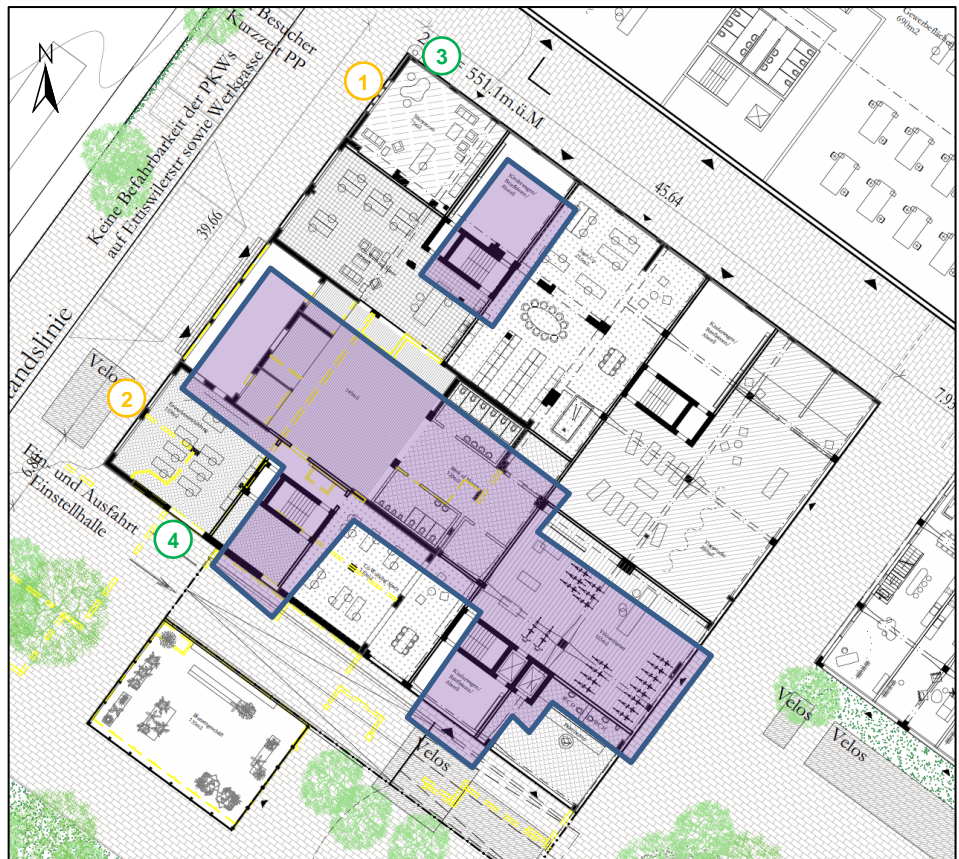
Der anzustrebende Planungswert der Empfindlichkeitsstufe (ES) III für Wohnnutzung von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts kann an fast allen Gebäuden / Fassaden eingehalten werden. Die Immissionsgrenzwerte der ES III für Wohnnutzung von 65 dB(A) tags und 55dB(A) nachts können mit Ausnahme des Gebäudes «Orgelfabrik, N3» überall eingehalten werden.

Für das Gebäude «Orgelfabrik, N3» erfolgt im nächsten Abschnitt eine Detailbeurteilung.

Für die in der Regel nur am Tag genutzten Gebäude mit Gewerbe / Dienstleistung können die anzustrebenden Planungswerte von 65 dB(A) tags mit Ausnahme der Nordwestfassade der «Shedbauten N5» eingehalten werden. Die Immissionsgrenzwerte können jedoch eingehalten werden.
 Für die betroffenen Gewerberäume ist eine Belüftung über die Seitenfassaden mit eingehaltenen Planungswerten möglich. Es wird die Zustimmung bei der zuständigen kantonalen Vollzugsbehörde beantragt.

2.5 Strassenlärmbelastung Orgelfabrik N3 im Erdgeschoss

Abbildung 7:
Lärmbelastung
Erdgeschoss



Legende:

- — : Planungswerte (PW, ES III) eingehalten
- — : Immissionsgrenzwerte (IGW, ES III) eingehalten
- — : Immissionsgrenzwert (IGW, ES III) nicht eingehalten
- : Lärmempfindliche Räume

Tabelle 3:
Lärmbeurteilung
Erdgeschoss

EP	Beurteilungspegel Lr in dB(A)		PW/IGW ES III in dB(A) Betriebsnutzung		Anforderung eingehalten?	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
1	65	(57)	65/70	(55/60)	Ja	(Nein)
2	64	(57)	65/70	(55/60)	Ja	(Nein)
3	60	(53)	65/70	(55/60)	Ja	(Ja)
4	60	(53)	65/70	(55/60)	Ja	(Ja)

Werte in Klammern (): nachts In der Regel keine Nutzung -> keine Beurteilung

**Resultat Strassenlärm
Erdgeschoss**

Die Planungswerte der Empfindlichkeitsstufe (ES) III für Betriebsnutzung von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts, können am Tag überall eingehalten werden. Für die Nacht erfolgt für die Betriebsräume keine Beurteilung (an der Strassenfassade wären die Planungswerte jedoch überschritten, die Immissionsgrenzwerte jedoch eingehalten).

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung sind im Erdgeschoss für die dort vorgesehenen Betriebsräume erfüllt.

2.6 Strassenlärmbelastung Orgelfabrik N3 im 1. + 2. OG

**Abbildung 8:
Lärmbelastung
1. + 2. Obergeschoss**

**Legende:**







	:	akustisch geschlossene Brüstung, h = 1.0m
	:	absorbierend verkleidete Untersicht
	:	Planungswerte (PW, ES III) eingehalten
	:	Immissionsgrenzwerte (IGW, ES III) eingehalten
	:	Immissionsgrenzwert (IGW, ES III) nicht eingehalten
	:	Lärmempfindliche Räume

Tabelle 4:
Lärmbeurteilung
1. + 2. Obergeschoss

EP	Beurteilungspegel Lr in dB(A)		PW/IGW ES III in dB(A) Wohnnutzung		Anforderung eingehalten?	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag PW/IGW	Nacht PW/IGW
1	65	57	60/65	50/55	Nein/Ja	Nein/Nein
2	63	57	60/65	50/55	Nein/Ja	Nein/Nein
3	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
4	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
5	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
6	58	50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
7	60	53	60/65	50/55	Ja/Ja	Nein/Ja
8	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
9	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
10	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
11	59	50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja
12	<60	<50	60/65	50/55	Ja/Ja	Ja/Ja

Resultat Strassenlärm
1. + 2. Obergeschoss

Die Planungswerte der Empfindlichkeitsstufe (ES) III für Wohnnutzung von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts, können am Tag an der Strassenfassade und einem kleinen Teil der Südwestfassade nicht eingehalten werden. Die Immissionsgrenzwerte von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts können ausser an der Strassenfassade im Zeitraum Nacht überall eingehalten werden. Alle von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Räume verfügen jedoch über Zweitfenster welche zum Lüften geeignet sind und bei welchen die Planungswerte eingehalten werden können.

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung können unter der Voraussetzung der Zustimmung durch die kantonale Vollzugsbehörde erfüllt werden.

3 Eisenbahnlärm

Dieses Kapitel beschreibt die Lärmbelastung durch die Eisenbahnlinie auf die geplante Überbauung.

3.1 Vorgehen bei der Lärmermittlung

Die Lärmimmissionen können gestützt auf Art. 38 LSV anhand von Berechnungen oder Messungen ermittelt werden. Im vorliegenden Fall wurden diese mit dem Lärmberechnungsmodell CadnaA ermittelt. Die berechneten Beurteilungspegel weisen im Sinne einer Standardabweichung erfahrungsgemäss eine Prognoseunsicherheit von ca. ± 1.5 dB(A) auf. Für die Lärmbeurteilung massgebend ist der ausgewiesene Mittelwert.

3.2 Massgebender Belastungsgrenzwert Lr

Das Areal ist zwar heute bereits überbaut, kann jedoch für die zukünftige Wohnnutzung nicht als vollständig erschlossen eingestuft werden.

Daher und nach kantonaler Vollzugspraxis, wonach bei Gestaltungs- und Bebauungsplänen für neue Wohnnutzungen im Sinn der raumplanerischen Planungsgrundsätze aus Art. 3 Abs. 3 Lit. b des Raumplanungsgesetzes möglichst vor schädlichen und lästigen Lärmimmissionen zu schützen sind, gilt es die Einhaltung der Planungswerte anzustreben. Als oberste Belastungsgrenze gilt die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte aus Art. 31 LSV, allfällige Zustimmungen gemäss Art. 31 Abs. 2 LSV werden, wenn überhaupt, nur zurückhaltend erteilt.

Tabelle 5:
Belastungsgrenzwerte für Wohnräume (Anhang 3 LSV)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert		Immissionsgrenzwert		Alarmwert	
	Lr in dB(A)		Lr in dB(A)		Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Legende:

Lr: Belastungsgrenzwert

Lärmempfindliche Wohnräume sind (Art. 2 LSV)

Räume in Wohnungen, ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitäräume und Abstellräume

Erläuterungen: Für lärmempfindliche Wohnräume gelten obige Belastungsgrenzwerte.

Nicht lärmempfindliche «Küchen ohne Wohnanteil» haben eine begehbbare Bodenfläche kleiner 10 m².

Hotelzimmer gelten als Wohnräume. Bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte kann ein Ausnahmegesuch gestellt werden (Auflage: Einbau einer kontrollierten Belüftung). Auf ein Ausnahmegesuch kann verzichtet werden, wenn die Fenster festverglast ausgeführt werden und eine kontrollierte Belüftung eingebaut wird.

Lärmempfindliche Betriebsräume sind (Art. 42 LSV)

Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm.

Erläuterungen: Für lärmempfindliche Betriebs- und Büroräume gelten obige Belastungsgrenzwerte plus 5 dB(A).

3.3 Emissionsdaten Eisenbahn

Die massgebenden Emissionsdaten (festgelegte Emissionen) der DfA-Linie 445 sind dem Emissionsplan 2015 der SBB (map.geo.admin.ch) entnommen und in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 6:
Emissionsdaten

Zeitraum	Festgelegte Beurteilungsemissionspegel L _{r,e} [dBA]	
	445; km 14.0 – 14.535	445; km 14.535 – 14.665
tags	67.9	66.0
nachts	55.0	55.0

Legende:

L_{r,e}: festgelegter Emissionspegel gemäss Lärmsanierung (Emissionsplan 2015)

**Zukünftiger Ausbau
Bahnlinie**

Da vorgesehen ist, die Bahnlinie in Zukunft auf zwei Spuren auszubauen und mit einer Taktverdichtung mehr Züge verkehren zu lassen, wird für die folgenden Berechnungen bereits dieser mögliche zukünftige Zustand berücksichtigt. Da aktuell keine detaillierten Angaben zu den zukünftigen Emissionen vorliegen, wird im Sinn einer Worst Case Betrachtung von **einer Verdoppelung obiger Emissionen ausgegangen (+3 dB sowohl am Tag als auch in der Nacht)**.

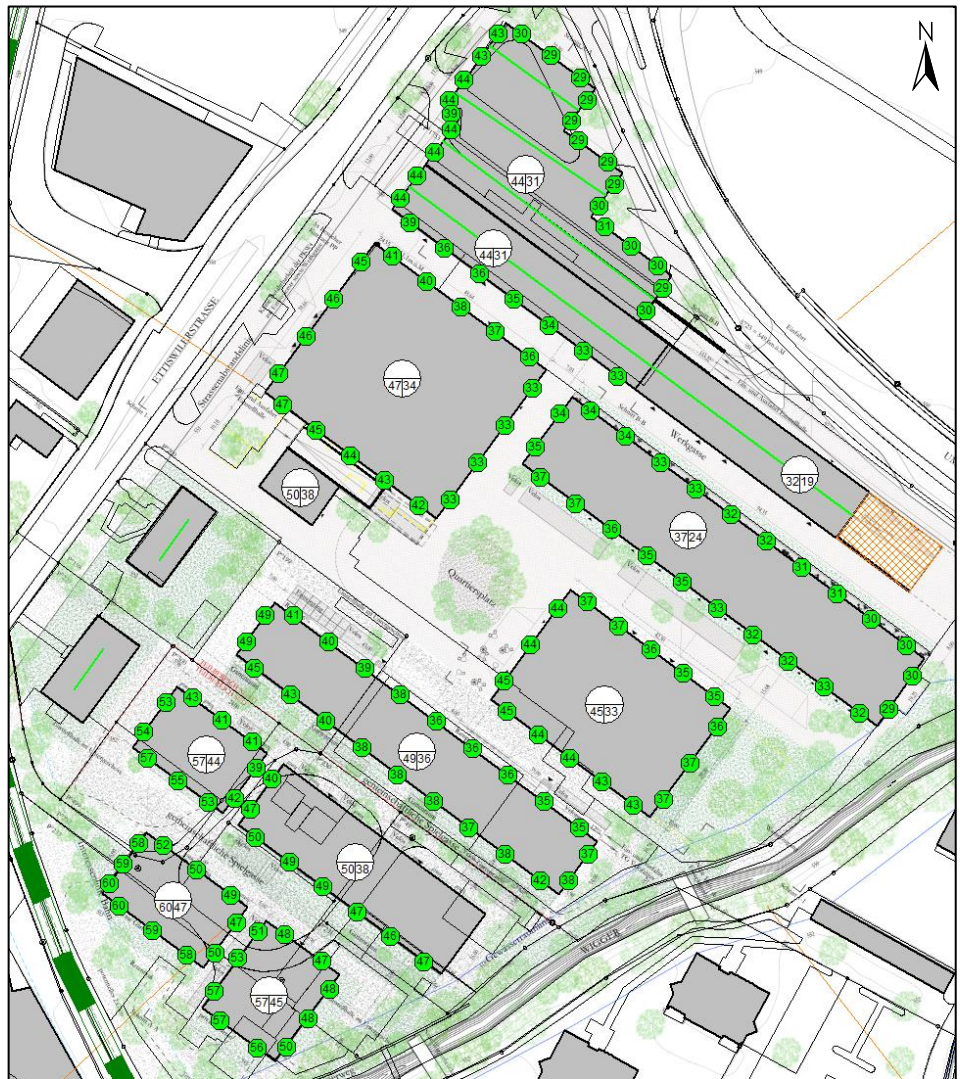
Massgebender Beurteilungszeitraum

Die Lärmschutz-Verordnung unterscheidet zwischen dem Beurteilungszeitraum Tag (06 – 22 Uhr) und Nacht (22 – 06 Uhr). Bei Räumen, in denen sich Personen in der Regel nur am Tag aufhalten, gelten für die Nacht keine Belastungsgrenzwerte (Art. 41 Abs. 3 LSV).

Im vorliegenden Fall gilt der **Zeitraum tags** massgebend, da die Differenz der Emissionen grösser als 10 dB(A) ist.

3.4 Übersicht der Eisenbahnlärmbelastung nachts

Abbildung 9:
Lärmbelastung tags



Legende:



Maximale Lärmbelastung des Gebäudes im Tages- und Nachtzeitraum in dB(A)



Maximale Lärmbelastung nachts am entsprechenden Fassadenschnitt in dB(A)

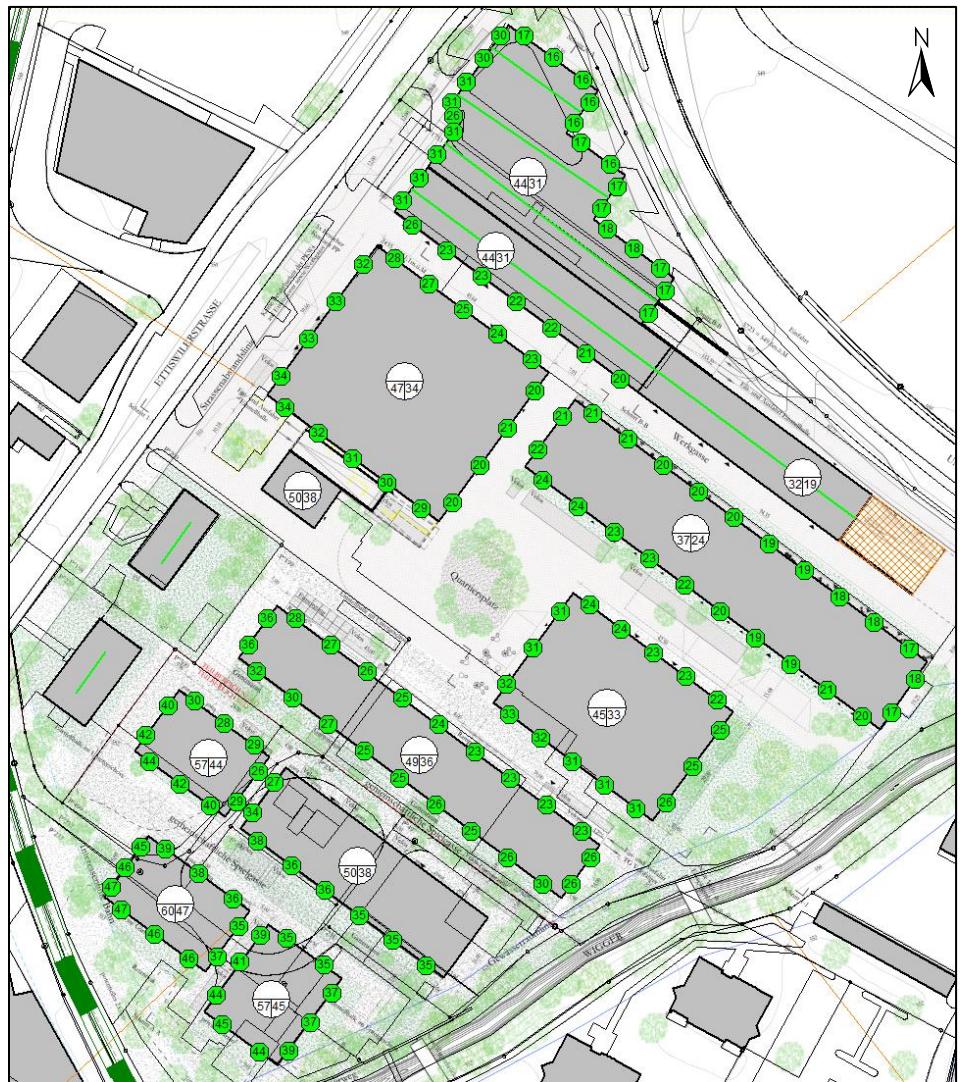


PW für Wohnen und Gewerbe eingehalten



PW für Wohnen überschritten

Abbildung 10:
Lärmbelastung nachts



Legende:



Maximale Lärmbelastung des Gebäudes im Tages- und Nachtzeitraum in dB(A)

60

Maximale Lärmbelastung nachts am entsprechenden Fassadenschnitt in dB(A)

● PW für Wohnen und Gewerbe eingehalten

● PW für Wohnen überschritten

Resultat Strassenlärm

Der anzustrebende Planungswert der Empfindlichkeitsstufe (ES) III für Wohnnutzung von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts kann selbst mit der pessimistischen Annahme bezüglich des zukünftigen Verkehrs (Verdoppelung) überall eingehalten werden.

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung können erfüllt werden.

4 Industrie- / Gewerbelärm (Parkierung/Anlieferung)

In diesem Kapitel wird der Industrie- und Gewerbelärm sowohl bei den eigenen lärmempfindlich genutzten Räumen als auch bei den Nachbarliegenschaften ermittelt und beurteilt.

4.1 Lärmrechtliche Anforderungen

Vorsorgeprinzip, Einhaltung der Planungswerte

Die geplante Überbauung (Parkierungsanlagen / Anlieferung / Entsorgung) auf dem Areal ist eine neue ortsfeste Anlage im Sinne der Lärmschutz-Verordnung, für welche die Anforderungen nach Art. 7 LSV gelten: Die Lärmemissionen müssen im Rahmen der technischen und betrieblichen Möglichkeit sowie der wirtschaftlichen Tragbarkeit begrenzt werden (Vorsorgeprinzip). Zudem dürfen die von der Anlage allein erzeugten Lärmimmissionen die Planungswerte nicht überschreiten.

4.2 Vorgehen bei der Lärmermittlung

Ermittlungsmethode und Prognoseunsicherheit

Die Lärmimmissionen können gestützt auf Art. 38 LSV anhand von Berechnungen oder Messungen ermittelt werden. Im vorliegenden Fall wurden diese mit dem Lärmberechnungsmodell CadnaA ermittelt. Die berechneten Beurteilungspegel weisen im Sinne einer Standardabweichung erfahrungsgemäss eine Prognoseunsicherheit von ca. ± 2.0 dB(A) auf. Für die Lärmbeurteilung massgebend ist der ausgewiesene Mittelwert.

Beurteilungszeiträume

Die Lärmschutz-Verordnung (Anhang 6) unterscheidet zwischen dem Beurteilungszeitraum Tag (07 – 19 Uhr) und Nacht (19 – 07 Uhr). Im vorliegenden Fall erfolgt die Lärmermittlung insbesondere für den massgebenden Nachtzeitraum.

4.3 Massgebender Belastungsgrenzwert Lr

Es gelten die Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm gemäss Anhang 6 LSV. Da es sich um eine neue Anlage handelt, kommt bei der Beurteilung der Lärmimmissionen Art. 25 USG sowie Art. 7 LSV (Einhaltung der Planungswerte) zur Anwendung.

Tabelle 7:
Belastungsgrenzwerte für Wohnräume (Anhang 6 LSV)

Empfindlichkeitsstufe (Art. 43)	Planungswert Lr in dB(A)		Immissionsgrenzwert Lr in dB(A)		Alarmwert Lr in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Legende:

Lr: Belastungsgrenzwert

Belastungsgrenzwerte für Betriebsräume

Die Belastungsgrenzwerte gelten für lärmempfindliche Räume in Wohnungen. Für Betriebsräume in Zonen mit der ES I, II oder III gelten um 5 dB(A) höhere Belastungsgrenzwerte (Art. 42 LSV).

4.4 Emissionsdaten und Pegelkorrekturen

4.4.1 Lärmphasen und Abgrenzung

Definition Lärmphasen LSV

Lärmphasen sind Zeitabschnitte, in denen am Immissionsort ein nach Schallpegelhöhe sowie Ton- und Impulsgehalt einheitlicher Lärm einwirkt (Anhang 6, Ziff. 31 Abs. 3 LSV).

Räumliche Abgrenzung

Die Lärmermittlung nach Anhang 6 LSV (Industrie- und Gewerbelärm) beschränkt sich auf Aktivitäten innerhalb des Betriebsareals. Die Zu- und Wegfahrten auf dem öffentlichen Strassennetz werden nach Anhang 3 LSV (Strassenverkehrslärm) beurteilt und sind nicht Bestandteil des vorliegenden Gutachtens.

4.4.2 Einzellärmquellen und Emissionsdaten

Emissionsdaten

Die Emissionsdaten für die Parkierungsanlage stützen sich auf die VSS 40 578 (Lärmimmissionen von Parkierungsanlagen) sowie auf Erfahrungswerte von ähnlichen Anlagen.

Parkplätze

Gemäss Projekt werden in den Untergeschossen total 399 Stellplätze für Autos und 19 Stellplätze für Motorräder realisiert. Diese werden über zwei Rampen – eine zur Ettiswilerstrasse (West) und eine zur Umfahrungsstrasse (Ost) – erschlossen. Die exakte Aufteilung der Fahrten auf die beiden Rampen ist nicht bekannt. Daher wird eine Verteilung von 2/3 zur Ettiswilerstrasse und 1/3 zur Umfahrungsstrasse angenommen. Dazu kommen noch 5 oberirdische Besucherparkplätze an der Ettiswilerstrasse.

Ein Parkierungsvorgang besteht aus einer Zufahrt (Parkbewegung) und einer Wegfahrt (Parkbewegung) einschliesslich Rangieren, Türeenschlagen usw. Ein kompletter Parkvorgang mit Anfahrt und Abfahrt entspricht zwei Parkbewegungen. Die Aufteilung der Parkierungsvorgänge in Parkbewegungen haben wir basierend auf Erfahrungswerten und Schätzungen gemäss nachfolgender Tabelle vorgenommen.

Lärminderungsmaßnahmen

Bei den Tiefgarageneinfahrten wurden – auch im Sinn der Vorsorge gem. Art. 11 USG – absorbierende Verkleidungen der Seitenwände und Decken im Bereich der Rampen berücksichtigt (auf mindestens 10 m Länge).

Die Tiefgaragen-Einfahrtsrampe zur Ettiswilerstrasse hin wird aus Lärmschutzgründen bis zur Nordwestfassade des Nebengebäudes (Heizzentrale N6) mit einer geschlossenen Einhausung versehen. Wände und Decke der Einhausung sind – auch im Sinn der Vorsorge gem. Art. 11 USG – schallabsorbierend zu verkleiden (auf mindestens 10 m Länge).

**Tabelle 8:
Parkbewegungen**

Nutzungen	Parkierungsvorgänge pro Parkplatz Tag [24h]	Bewegungen pro Parkplatz	
		Tag [07-19]	Nacht [19-07]
Einstellhallen (Mischnutzung Wohnen, Gewerbe)	2	3	1
oberirdische Besucher-Park- plätze	6.5	12	1

Emissionen Parkierung

Die detaillierten Emissionsberechnungen für die Einstellhalleneinfahrten und die offenen Parkplätze sind im Anhang dokumentiert.

**Warenumsschlag
Werkgasse**

Im Bereich der Werkgasse – zwischen den Shedbauten (N5) und der Orgelfabrik (N3) resp. Fabrik (N1) wird ein gewisser Warenumsschlag für die Gewerbenutzungen in den Shedbauten erfolgen. Da aktuell keine entsprechenden Angaben zur Verfügung stehen (zukünftige Nutzer noch unbekannt), haben wir folgende Annahmen getroffen:

- 4 Lieferwagen pro Tag; Umschlagsdauer pro Lieferwagen ca. 10 Minuten
- 1 Lieferwagen pro Nacht; Umschlagsdauer pro Lieferwagen ca. 10 Minuten

**Warenumsschlag
Logistik N5**

Am Südostende des Shedbaus N5 ist zudem ein Logistikbereich vorgesehen, bei welchem auch die Möglichkeit der Anlieferung mit Sattelzügen bis 40t besteht. Auch für diesen Bereich sind aktuell keine Daten über die Anzahl der Anlieferungen verfügbar. Es wird mit folgenden Annahmen gerechnet:

- 2 LKW pro Tag; Umschlagsdauer pro LKW ca. 20 Minuten
- 4 Lieferwagen pro Tag; Umschlagsdauer pro Lieferwagen ca. 10 Minuten
- 1 Lieferwagen pro Nacht; Umschlagsdauer pro Lieferwagen ca. 10 Minuten

Die entsprechenden detaillierten Emissionsberechnungen sind im Anhang dokumentiert.

Entsorgung

Die Entsorgung erfolgt mit einem LKW pro Woche via den Quartierplatz. Dabei erfolgt die Zufahrt ab der Ettiswilerstrasse via Werkgasse – Quartierplatz und die Wegfahrt entlang der Heizzentrale (N6) zurück zur Ettiswilerstrasse.

Die Entleerung der aktuell 13 vorgesehenen Unterflurcontainer dauert ca. 35 Minuten (verteilt auf 7 Tage durchschnittlich 5 Minuten). Als Emission wird von $L_{WA} = 95 \text{ dB(A)}$ ausgegangen.

4.4.3 Pegelkorrekturen nach Anhang 6 LSV

Für die Berechnung des Beurteilungspegels werden Korrekturen für die Lärmart (K1), den Tongehalt (K2) und den Impulsgehalt (K3) zugeschlagen.

Lärmart K1

Die Zuschläge für die Lärmart sind gemäss Anhang 6 LSV klar vorgegeben (Ziff. 33 Abs. 1).

Tongehalt K2 und Impulsgehalt K3

Die Zuschläge K2 bzw. K3 betragen 0 dB (nicht hörbar), 2 dB (schwach hörbar), 4 dB (deutlich hörbar) oder 6 dB (stark hörbar). Diese Zuschläge beinhalten immer eine subjektive Komponente und basieren auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Anlagen.

Tabelle 9:
Pegelkorrekturen

Lärmphasen	K1 tags	K1 nachts	K2	K3
Ein- / Ausfahrtsöffnungen Tiefgaragen	0 dB(A)	5 dB(A)	2 dB(A)	0 dB(A)
Fahrten auf dem Areal	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)	0 dB(A)
oberirdische Parkplätze	0 dB(A)	5 dB(A)	0 dB(A)	4 dB(A)
Warenumschlag	5 dB(A)	5 dB(A)	0 dB(A)	4 dB(A)
Entsorgung	5 dB(A)	5 dB(A)	0 dB(A)	2 dB(A)

Legende:

K1: Störungszuschlag für die Lärmart in dB(A)

K2: Störungszuschlag für den Tongehalt in dB(A)

K3: Störungszuschlag für den Impulsgehalt in dB(A)

4.5 Lärmschutzmassnahmen

4.5.1 Vorsorgliche Massnahmen

Vorsorgliche Lärmschutzmassnahmen

Im Sinn der Vorsorge gemäss Art. 11 USG und Art. 7 LSV sind folgende Massnahmen zu prüfen und wenn möglich umzusetzen:

- Absorbierende Verkleidung der Decken und Wände im Bereich der Tiefgarageneinfahrten auf einer Länge von mindestens 10 m ab Einfahrtsöffnung.
- Absorbierende Verkleidung der Seitenwände bei den offenen Tiefgaragen-Rampen.
- Einbau von lärmarmen Regenrinnen (Abdeckgitter verschraubt zur Verhinderung von Klappergeräuschen).

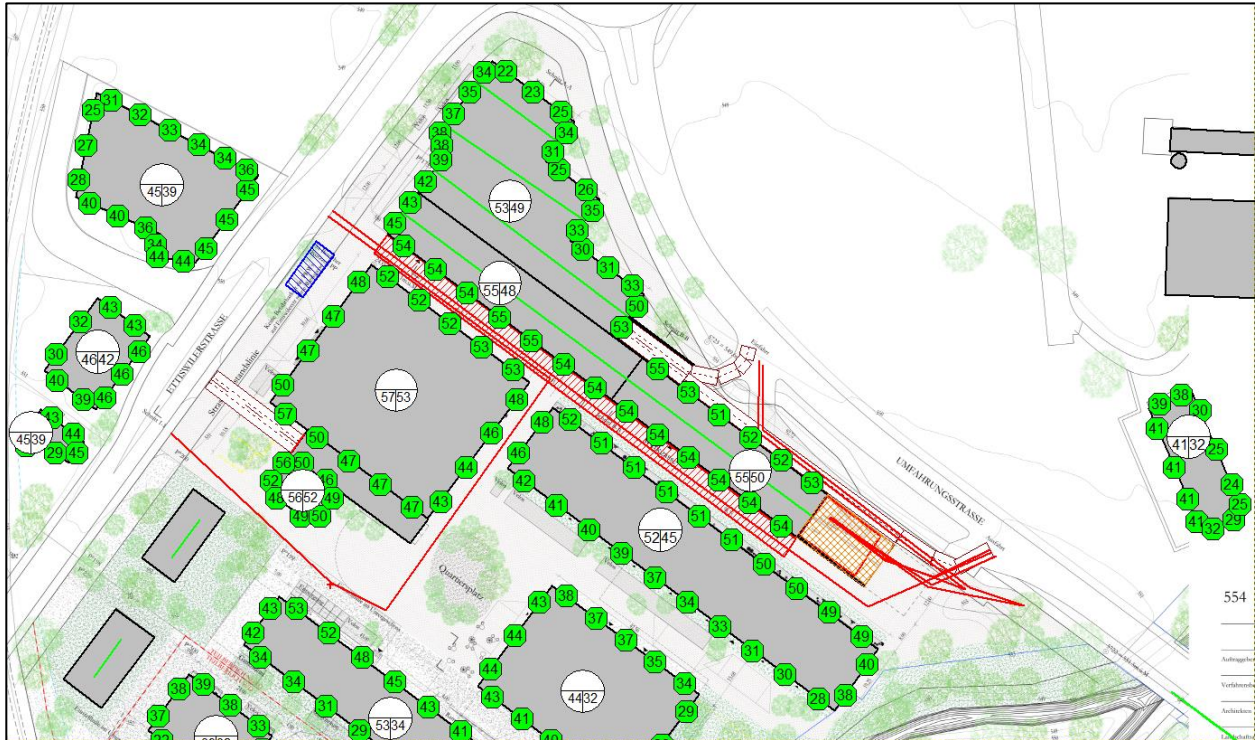
4.5.2 Erforderliche Massnahmen

Erforderliche Massnahmen

Bei der Logistik am südöstlichen Ende des Shedbaus N5 ist zwingend eine Wand bis zum Dach erforderlich um die dort entstehenden Lärmemissionen bei Warenumschlag soweit reduzieren zu können, dass die Planungswerte überall eingehalten werden können (siehe auch Abbildung 11).

4.6.2 Lärmbelastungen und Beurteilung

Abbildung 12:
Beurteilungspegel Tag



Legende:

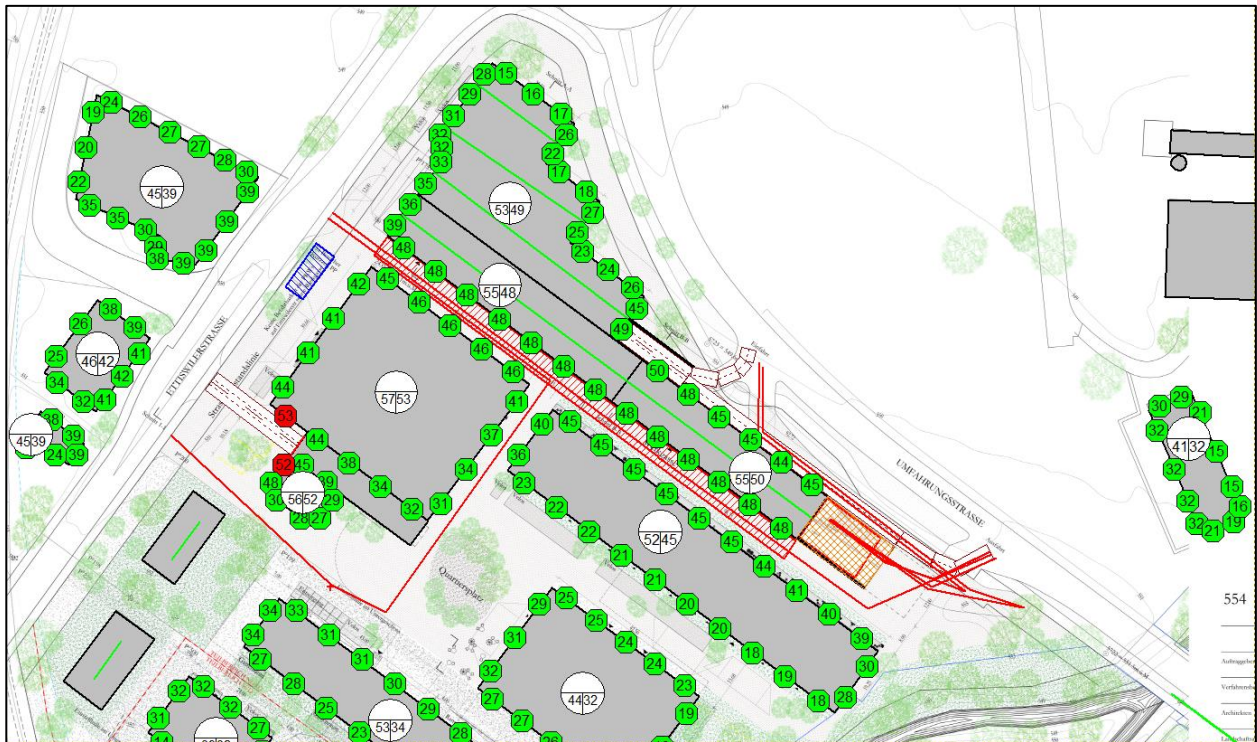


Maximale Lärmbelastung des Gebäudes im Tages- und Nachtzeitraum in dB(A)



Maximale Lärmbelastung tags am entsprechenden Fassadenschnitt in dB(A)
(massgebender Belastungsgrenzwert bei den orangenen Symbolen überschritten)

Abbildung 13:
Beurteilungspegel Nacht



Legende:



Maximale Lärmbelastung des Gebäudes im Tages- und Nachtzeitraum in dB(A)



Maximale Lärmbelastung nachts am entsprechenden Fassadenschnitt in dB(A)
(massgebender Belastungsgrenzwert bei den orangenen Symbolen überschritten)

Abbildung 14:
Beurteilungspegel Nacht
3D-Ansicht

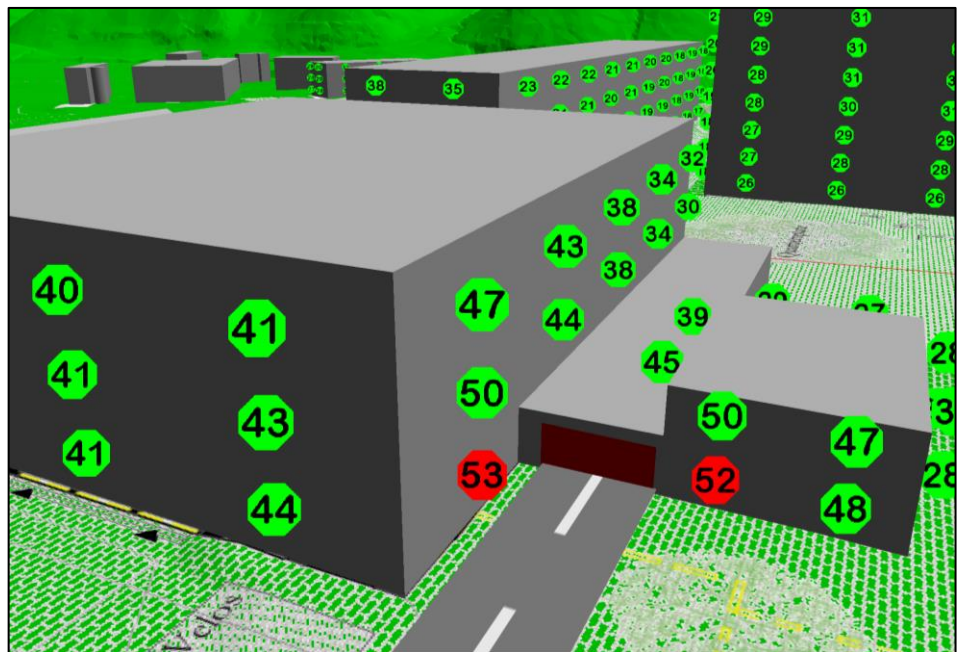


Abbildung 15:
Grundriss EG

Resultat Parkierungslärm An den eigenen Gebäu- den

Die massgebenden Planungswerte der Empfindlichkeitsstufe (ES) III von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts für Wohnräume / Schulräume werden nur bei der Einfahrt in die Einstellhalle überschritten. Die Planungswerte für Betriebsnutzung von 65 dB(A) tags und (falls regelmässige Nachtnutzung vorhanden) 55 dB(A) nachts können eingehalten werden.

Dort wo Fenster lärmempfindlicher Räume liegen, können diese gut eingehalten werden.

Somit können die Planungswerte der ES III bei allen massgebenden Ermittlungspunkten eingehalten werden.

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung sind erfüllt.

5 Zusammenfassung

5.1 Anforderungen

Die GKA Immobilien AG Willisau hat uns beauftragt, im Zusammenhang mit dem Bebauungsplanplan Wellisareal in Willisau, die Einhaltung der einschlägigen Lärmschutz-Bestimmungen von Umweltschutzgesetz (USG) und Lärmschutz-Verordnung (LSV) zu überprüfen und nachzuweisen.

Generelle Anforderungen

Im Zusammenhang mit dem Strassen- und Eisenbahnlärm ist gemäss Schreiben des uwe vom 5. August 2020 die Einhaltung der Planungswerte anzustreben, wobei als oberstes Limit zumindest die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte in Verbindung mit Anhang 3 resp. 4 LSV nachzuweisen ist.

Die geplanten Einstellhallen und die Aussenparkplätze zusammen mit den Anlieferungen stellen im lärmrechtlichen Sinn eine neue ortsfeste Anlage dar. Die dadurch verursachten Lärmimmissionen müssen sowohl an den Bauten auf dem eigenen Areal als auch bei den benachbarten Liegenschaften bei Fenstern lärmempfindlicher Räume nach Art. 7 LSV die massgebenden Planungswerte einhalten. Zudem sind im Sinn der Vorsorge technisch und betrieblich mögliche sowie wirtschaftlich tragbare Massnahmen zur Reduktion der Lärmbelastungen zu realisieren.

Massgebende Empfindlichkeitsstufe (ES)

In der rechtsgültigen Zonenplanung der Willisau sind die Empfindlichkeitsstufen ausgedehnt worden.

Allerdings wird im Zusammenhang mit der Umnutzung des Wellisareals eine Zonenplanänderung erfolgen und das gesamte Gebiet einer Mischzone mit der Lärmempfindlichkeitsstufe ES III zugeordnet werden.

Daher sind aus dem aktuell gültigen Zonenplan nur die Lärmempfindlichkeitsstufen für die Umgebung zu verwenden. Das Gebiet nordwestlich der Ettiswilerstrasser und nordöstlich der Umfahrungsstrasse liegt in der Arbeitszone und es gilt die Lärmempfindlichkeitsstufe ES III. Südlich der Änziwigger und westlich der Bahnlinie liegen Gebiete in der Kernzone, welche ebenfalls der ES III zugeordnet ist.

Anforderungen Lärmschutz (USG und LSV)

Strassenlärm / Eisenbahnlärm

Das Areal ist zwar heute bereits überbaut, kann jedoch für die zukünftige Wohnnutzung nicht als vollständig erschlossen eingestuft werden.

Daher und nach kantonaler Vollzugspraxis, wonach bei Gestaltungs- und Bebauungsplänen für neue Wohnnutzungen im Sinn der raumplanerischen Planungsgrundsätzen aus Art. 3 Abs. 3 Lit. B des Raumplanungsgesetzes möglichst vor schädlichen und lästigen Lärmimmissionen zu schützen sind, gilt es die Einhaltung der Planungswerte anzustreben. Als oberste Belastungsgrenze gilt die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte aus Art. 31 LSV, allfällige Zustimmungen gemäss Art. 31 Abs. 2 LSV werden, wenn überhaupt, nur zurückhaltend erteilt.

Industrie- und Gewerbelärm:

Da es sich bei der Überbauung (Parkieranlagen, Anlieferung) um eine neue ortsfeste Anlage handelt, kommt bei der Beurteilung der Industrie- und Gewerbelärmimmissionen Art. 25 USG sowie Art. 7 LSV (Einhaltung der Planungswerte) zur Anwendung. Es gelten die Belastungsgrenzwerte gemäss Anhang 6 LSV.

5.2 Beurteilung Strassenlärm

Strassenlärm

Die Lärmermittlungen haben ergeben, dass der die anzustrebenden Planungswerte beim überwiegenden Teil der Fenster von Wohnnutzungen eingehalten werden kann. Der Immissionsgrenzwert der ES III von 65 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts wird lediglich bei der Orgelfabrik (N3) an der Strassenfassade überschritten. Die entsprechenden Räume verfügen über Zweitfenster, bei welchen die Planungswerte eingehalten werden können.

Für die Betriebsnutzungen (in der Regel nachts keine Nutzung und daher keine Beurteilung) werden die anzustrebenden Planungswerte an der Nordwestfassade des Shedbaus überschritten. Die Immissionsgrenzwerte sind jedoch eingehalten.

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung sind – unter der Voraussetzung der Zustimmung durch die kantonale Vollzugsbehörde- erfüllt.

5.3 Beurteilung Eisenbahnlärm

Strassenlärm

Die Lärmermittlungen haben ergeben, dass der die anzustrebenden Planungswerte der ES III von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts für Wohnnutzung überall eingehalten werden können. Somit sind auch die um 5 dB höheren Planungswerte für Betriebsnutzungen eingehalten.

Die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung sind erfüllt.


5.4 Beurteilung Industrie- und Gewerbelärm

Industrie- und Gewerbelärm

Die Lärmermittlungen haben ergeben, dass der Planungswert der ES III von 60 dB(A) tags und 50 dB(A) nachts für Wohnnutzung resp. von 65 dB(A) tags für Betriebsnutzungen mit den berücksichtigten Massnahmen bei allen massgebenden Ermittlungspunkten eingehalten werden kann.

Somit sind die Anforderungen von Umweltschutzgesetz und Lärmschutz-Verordnung erfüllt.

Sempach Station, 5. Juli 2023



Thomas Minder
Dipl. Ing. FH, dipl. Akustiker SGA

Anhang: Emissionsberechnungen
Lärmquellenverzeichnis CadnaA

Anhang

Emissionsberechnungen Parkierung

Tiefgarage zur Ettiswilstrasse	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl Parkplätze Tiefgarage	N	Stk.	278	278
Anzahl Bewegungen pro Stunde und Parkplatz	M _P	Fz/(P*h)	0.33	0.08
Fahrzeubewegungen je Stunde	M	Fz/h	92.7	23.2
Fläche Einfahrtsöffnung	F	m ²	15.0	15.0
Reduktion Auskleidung (Länge: 5m = -4 dB / 10 m = -6 dB)	da	dB	-6.0	-6.0
Berechnung Schalleistungspegel der Flächenquelle	L _{w,gR}	dB(A)	75.4	69.4
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	5.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	2.0	2.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	0.0	0.0

Tiefgarage zur Umfahrungsstrasse	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl Parkplätze Tiefgarage	N	Stk.	140	140
Anzahl Bewegungen pro Stunde und Parkplatz	M _P	Fz/(P*h)	0.33	0.08
Fahrzeubewegungen je Stunde	M	Fz/h	46.7	11.7
Fläche Einfahrtsöffnung	F	m ²	15.0	15.0
Reduktion Auskleidung (Länge: 5m = -4 dB / 10 m = -6 dB)	da	dB	-6.0	-6.0
Berechnung Schalleistungspegel der Flächenquelle	L _{w,gR}	dB(A)	72.5	66.4
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	5.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	2.0	2.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	0.0	0.0

oberirdische Parkplätze	Abk.	Einheit	Tag	Nacht
Anzahl oberirdische Parkplätze	N	-	5	5
Anzahl Parkierungsvorgänge pro Stunde und Parkfeld	B	-	0.50	0.04
Parkierungsvorgänge je Stunde	B _{total}	-	2.5	0.2
Schalleistungspegel pro Parkierungsvorgang und pro Stunde	L _{w,PV}	dB(A)	67.0	67.0
Pegelkorrektur für Parksuchverkehr	K _P	dB	0.5	0.5
Pegelkorrektur für die Art der Anlage	K1	dB	0.0	5.0
Pegelkorrektur für den Tongehalt	K2	dB	0.0	0.0
Pegelkorrektur für den Impulsgehalt	K3	dB	4.0	4.0
Berechnung des Emissionspegels L* _{m,E} in 25 m Abstand von der Parkplatzmitte	L* _{m,E}	dB(A)	39.5	33.7

Emissionsberechnungen Verkehr auf dem Betriebsareal

Verkehr auf Betriebsareal tags	$L_{WA,1h}$	t_o	n	l	$L_{WA,r}$	$L_{WA,r}$
Logistik N5	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	2.0	88	55.2	74.7
LKW Rangieren	67	720	2.0	40	59.2	75.2
LKW Wegfahrt	63	720	2.0	30	55.2	70.0
Lieferwagen Zufahrt	57	720	4.0	88	52.2	71.7
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	4.0	30	52.2	67.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	25		0.0
PW Wegfahrt	51	720	0.0	25		0.0
Total						79.7

Verkehr auf Betriebsareal nachts	$L_{WA,1h}$	t_o	n	l	$L_{WA,r}$	$L_{WA,r}$
Logistik N5	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	0.0	88		
LKW Rangieren	67	720	0.0	40		
LKW Wegfahrt	63	720	0.0	30		
Lieferwagen Zufahrt	57	720	1.0	88	46.2	65.7
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	1.0	30	46.2	61.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	25		
PW Wegfahrt	51	720	0.0	25		
Total						66.9

Verkehr auf Betriebsareal tags	$L_{WA,1h}$	t_o	n	l	$L_{WA,r}$	$L_{WA,r}$
Werkgasse	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	0.0	95		0.0
LKW Rangieren	67	720	0.0	0		0.0
LKW Wegfahrt	63	720	0.0	95		0.0
Lieferwagen Zufahrt	57	720	4.0	95	52.2	72.0
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	4.0	95	52.2	72.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	25		0.0
PW Wegfahrt	51	720	0.0	25		0.0
Total						75.0

Verkehr auf Betriebsareal nachts	$L_{WA,1h}$	t_o	n	l	$L_{WA,r}$	$L_{WA,r}$
Werkgasse	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	0.0	95		0.0
LKW Rangieren	67	720	0.0	0		0.0
LKW Wegfahrt	63	720	0.0	95		0.0
Lieferwagen Zufahrt	57	720	1.0	95	46.2	66.0
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	1.0	95	46.2	66.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	25		
PW Wegfahrt	51	720	0.0	25		
Total						69.0

Verkehr auf Betriebsareal tags	$L_{WA,1h}$	t_0	n	l	$L_{WA'}$	L_{WA}
Entsorgung	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	1.0	140	52.2	73.7
LKW Rangieren	67	720	0.0	0		0.0
LKW Wegfahrt	63	720	1.0	55	52.2	69.6
Lieferwagen Zufahrt	57	720	0.0	0		0.0
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	0.0	0		0.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	0		0.0
PW Wegfahrt	51	720	0.0	0		0.0
Total						75.1

Verkehr auf Betriebsareal nachts	$L_{WA,1h}$	t_0	n	l	$L_{WA'}$	L_{WA}
Entsorgung	dB(A)	Min.		m	dB(A)	dB(A)
LKW Zufahrt	63	720	0.0	140		0.0
LKW Rangieren	67	720	0.0	0		0.0
LKW Wegfahrt	63	720	0.0	55		0.0
Lieferwagen Zufahrt	57	720	0.0	0		0.0
Lieferwagen Wegfahrt	57	720	0.0	0		0.0
PW Zufahrt	51	720	0.0	0		0.0
PW Wegfahrt	51	720	0.0	0		0.0
Total						7.0

$L_{WA,1h}$ zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für 1 Fahrzeug pro Stunde auf einer Strecke von 1 m

t_0 Bezugszeit

n Anzahl Fahrzeuge in der Bezugszeit t_0

l Länge des Streckenabschnittes

$L_{WA'}$ auf die Bezugszeit bezogener Schalleistungspegel auf einer Strecke von 1 m

L_{WA} auf die Bezugszeit bezogener Schalleistungspegel der gesamten Strecke

Emissionsberechnungen Güterumschlag / Betriebsgeräusche

Güterumschlag tags	L _w	t ₀	n	t _E	t _i	K4	L _{w,t}
Logistik N5	dB(A)	Min.		Sek.	Min.	dB(A)	dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	8.0	0.5	0.07	-40.3	67.7
Motorleerlauf	94	720	2.0	60	2.00	-25.6	68.4
Türenschiagen LKW	100	720	4.0	0.5	0.03	-43.3	56.7
Motoranlassen LKW	100	720	2.0	2	0.07	-40.3	59.7
Be-/Entladung LKW	85	720	2.0	1'200.0	40.00	-12.6	72.4
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	4.0	600	40.00	-12.6	72.4
Total							76.9

Güterumschlag nachts	L _w	t ₀	n	t _E	t _i	K4	L _{w,t}
Logistik N5	dB(A)	Min.		Sek.	Min.	dB(A)	dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motorleerlauf	94	720	0.0	60	0.00		0.0
Türenschiagen LKW	100	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motoranlassen LKW	100	720	0.0	2	0.00		0.0
Be-/Entladung LKW	85	720	0.0	1'200.0	0.00		0.0
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	1.0	600	10.00	-18.6	66.4
Total							66.4

Güterumschlag tags	L _w	t ₀	n	t _E	t _i	K4	L _{w,t}
Werkgasse	dB(A)	Min.		Sek.	Min.	dB(A)	dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motorleerlauf	94	720	0.0	60	0.00		0.0
Türenschiagen LKW	100	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motoranlassen LKW	100	720	0.0	2	0.00		0.0
Be-/Entladung LKW	85	720	0.0	1'200.0	0.00		0.0
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	4.0	600	40.00	-12.6	72.4
Total							72.4

Güterumschlag nachts	L _w	t ₀	n	t _E	t _i	K4	L _{w,t}
Werkgasse	dB(A)	Min.		Sek.	Min.	dB(A)	dB(A)
Betriebsbremse LKW	108	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motorleerlauf	94	720	0.0	60	0.00		0.0
Türenschiagen LKW	100	720	0.0	0.5	0.00		0.0
Motoranlassen LKW	100	720	0.0	2	0.00		0.0
Be-/Entladung LKW	85	720	0.0	1'200.0	0.00		0.0
Be-/Entladung Lieferwagen	85	720	1.0	600	10.00	-18.6	66.4
Total							66.4

L_w Schalleistungspegel, Mittelwert während der Lärmphase
t₀ Bezugszeit
n Anzahl Geräuschereignisse
t_E Einwirkzeit des Einzelgeräusches
t_i durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase
K4 Pegelabschlag infolge der Einwirkzeit
L_{w,t} Zeitbezogener Schalleistungspegel
Total Energetische Addition der einzelnen Teilpegel

Lärmquellenverzeichnis CadnaA Industrie-/Gewerbelärm

Punktquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe
	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht	(dB)	(Hz)		(m)
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(m²)		(min)	(min)	(min)			(keine)	
Entsorgung Leerung Container	102.0	95.0	102.0	Lw	95		7.0	0.0	7.0				5.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)	2.00

Linienquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw'			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Bew. Punktquellen		
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht	(dB)	(Hz)		Tag	Abend	Nacht
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(m²)		(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)		Tag	Abend	Nacht	(km/h)
Zufahrt N5 Logistik LKW Tag	74.7	74.7	74.7	55.2	55.2	55.2	Lw	74.7		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Rangieren N5 Logistik LKW Tag	75.2	75.2	75.2	58.2	58.2	58.2	Lw	75.2		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Wegfahrt N5 Logistik LKW Tag	70.0	70.0	70.0	53.7	53.7	53.7	Lw	70		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Zufahrt N5 Logistik Lieferwagen Tag	71.7	71.7	71.7	51.2	51.2	51.2	Lw	71.7		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Wegfahrt N5 Logistik Lieferwagen Tag	67.0	67.0	67.0	50.5	50.5	50.5	Lw	67		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Zufahrt N5 Logistik Lieferwagen Nacht	65.7	65.7	65.7	45.2	45.2	45.2	Lw	65.7		0.0	0.0	0.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				
Wegfahrt N5 Logistik Lieferwagen Nacht	61.0	61.0	61.0	44.5	44.5	44.5	Lw	61		0.0	0.0	0.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				
Zufahrt Werkgasse Tag	72.0	72.0	72.0	52.2	52.2	52.2	Lw	72		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Wegfahrt Werkgasse Tag	72.0	72.0	72.0	52.4	52.4	52.4	Lw	72		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Zufahrt Werkgasse Nacht	66.0	66.0	66.0	46.2	46.2	46.2	Lw	66		0.0	0.0	0.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				
Wegfahrt Werkgasse Nacht	66.0	66.0	66.0	46.4	46.4	46.4	Lw	66		0.0	0.0	0.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				
LKW-Fahrten Entsorgung Tag	75.1	75.1	75.1	52.2	52.2	52.2	Lw	75.1		0.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				

Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw'			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Bew. Punktquellen		
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht	(dB)	(Hz)		Tag	Abend	Nacht
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(m²)		(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)		Tag	Abend	Nacht	
Warenumschlag Werkgasse Tag	81.4	72.4	72.4	53.5	44.5	44.5	Lw	72.4		9.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Warenumschlag Werkgasse Nacht	66.4	66.4	75.4	38.5	38.5	47.5	Lw	66.4		0.0	0.0	9.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				
Warenumschlag Logistik N5 Tag	85.9	76.9	76.9	63.5	54.5	54.5	Lw	76.9		9.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	0.0	500	(keine)				
Warenumschlag Logistik N5 Nacht	66.4	66.4	75.4	44.0	44.0	53.0	Lw	66.4		0.0	0.0	9.0			0.00	0.00	720.00	0.0	500	(keine)				

vertikale Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw'			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung		Dämpfung	Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	
	Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche		Tag	Ruhe	Nacht	(dB)	(Hz)		
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))		(m²)		(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)			
TG-Einfahrt Ettiswilstrasse Tag	77.4	75.4	75.4	66.4	64.4	64.4	Lw	75.4		2.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	3.0	500		Tiefgaragenöffnung	SN 640 578
TG-Einfahrt Ettiswilstrasse Nacht	69.4	69.4	76.4	58.4	58.4	65.4	Lw	69.4		0.0	0.0	7.0			0.00	0.00	720.00	3.0	500		Tiefgaragenöffnung	SN 640 578
TG-Einfahrt Umfahrung Tag	74.6	72.6	72.6	63.5	61.5	61.5	Lw	72.6		2.0	0.0	0.0			720.00	0.00	0.00	3.0	500		Tiefgaragenöffnung	SN 640 578
TG-Einfahrt Umfahrung Nacht	66.4	66.4	73.4	55.3	55.3	62.3	Lw	66.4		0.0	0.0	7.0			0.00	0.00	720.00	3.0	500		Tiefgaragenöffnung	SN 640 578

Parkplätze

Bezeichnung	Typ	Lwa			Zähdaten				Zuschlag Art		Zuschlag FahrB		Berechnung nach	Einwirkzeit		
		Tag	Ruhe	Nacht	Bezugsgr. B0	Anzahl B	Stellpl/BezGr f	Beweg/h/BezGr. N	Kpa	Parkplatzart	Kstro	Fahrbahnoberfl		Tag	Ruhe	Nacht
		(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))				Tag	Ruhe	Nacht	(dB)	(dB)		(min)	(min)	(min)
5 Kurzzeit-PP	ind	75.7	36.2	69.9			1.00					0.0	SN 640578			

Strassen

Bezeichnung	LwA'				Strasse				Modellkorr.		K1=0		
	Tag	Nacht	Nt / Nn	nt / nn (%)	Typ	Belag	v	i	Tag	Nacht			
	(dB)	(dB)	Tag	Nacht	Tag	Nacht	(km/h)	(%)	(dB)	(dB)			
TG-Rampe Umfahrungstrasse	66.0	60.0	46.7	11.7	5.0	5.0	TG_E	KB50_0	30	10.0	0.0	0.0	X
TG-Zufahrt Umfahrungstrasse	59.6	53.6	23.4	5.9	5.0	5.0	TG_E1	KB50_0	30	0.0	0.0	0.0	X
TG-Wegfahrt Umfahrungstrasse	59.6	53.6	23.4	5.9	5.0	5.0	TG_E1	KB50_0	30	0.0	0.0	0.0	X
TG-Zufahrt Ettiswilstrasse	68.6	62.6	92.7	23.2	5.0	5.0	TG_E	KB50_0	30	0.0	0.0	0.0	X