

Schalltechnische Untersuchung

Bebauungsplan „Unterm Berg“ in Singen



Auftraggeber:

Stadt Singen
Fachbereich Bauen
Abteilung Stadtplanung
Julius-Bührer-Straße 2
78224 Singen

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Robert Gerstbrein

Bericht-Nr.: ACB-0517-7460/03/rev1

Datum: 25.01.2018

ersetzt Bericht Nr. ACB-0517-7460/03 vom 09.05.2017

Titel: Schalltechnische Untersuchung
Bebauungsplan
„Unterm Berg“ in Singen

Auftraggeber: Stadt Singen
Fachbereich Bauen
Abteilung Stadtplanung
Julius-Bührer-Straße 2
78224 Singen

Auftrag vom: 14.06.2016

Bericht-Nr.: ACB-0517-7460/03/rev1

Umfang: 27 Seiten

Datum: 25.01.2018

Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Robert Gerstbrein

Inhalt

1 Anlass und Aufgabenstellung	4
2 Grundlagen.....	4
3 Situation und örtliche Gegebenheiten.....	4
4 Schalltechnische Untersuchung	6
4.1 Beurteilungsgrundlagen	6
4.1.1 Allgemeines	6
4.1.2 DIN 18005	6
4.1.3 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)	7
4.1.4 Lärmsanierungswerte	8
4.1.5 Baulicher Schallschutz gegenüber Außenlärm	8
4.2 TA Lärm.....	9
4.3 Emissionen	11
4.3.1 Straßenverkehr	11
4.3.2 Gewerbe	12
4.4 Immissionen.....	13
4.4.1 Straßenverkehr	13
4.4.2 Gewerbe	16
4.5 Lärmschutzmaßnahmen.....	19
4.5.1 Allgemeines	19
4.5.2 Aktiver Lärmschutz	20
4.5.3 Grundrissorientierung	21
4.5.4 Passiver Lärmschutz.....	21
4.6 Außenwohnbereiche	23
4.7 Einfluss auf bestehende Bebauung	23
5 Fazit.....	24
5.1 Zusammenfassung	24
5.2 Textvorschläge für den Bebauungsplan.....	24
Quellenverzeichnis	26
Anhang – Rechnerische Ermittlung des passiven Lärmschutzes.....	27

1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Stadt Singen plant die Ausweisung eines neuen Wohnbaugebiets, hierzu soll der Bebauungsplan „Unterm Berg“ aufgestellt werden. Die Wohnbaufläche wird im Wesentlichen vom Verkehrslärm der Buchbergstraße belastet. Die ACCON GmbH ist mit der schalltechnischen Untersuchung beauftrag.

2 Grundlagen

Der schalltechnischen Untersuchung liegen folgende Planunterlagen zugrunde:

- Planunterlagen, Lagepläne, Geodaten etc.
- Verkehrszahlen der Buchbergstraße, Messung vom 03.04.2014
- Verkehrszahlen der Straße Unterm Berg, Messung vom 07.06.2016

3 Situation und örtliche Gegebenheiten

Im Stadtteil Friedingen der Stadt Singen (Hohentwiel) soll ein neues Wohngebiet ausgewiesen werden. Das Gebiet (bestehend aus den Grundstücken mit den Flur-Nummern 2551, 2552, 2553, 2554 und 2555) grenzt im Norden an die Buchbergstraße, im Osten an die Straße Unterm Berg, zum Süden hin befindet sich ein Forstgebiet und im Westen landwirtschaftliche Flächen. Es soll ein allgemeines Wohngebiet mit 8 Wohngebäuden entstehen.

Die Lärmsituation wird maßgeblich von der Buchbergstraße bestimmt. Weitere Lärmquellen sind die Straße Unterm Berg sowie ein Reisebüro mit eigenem Reisebusbetrieb (Unterm Berg 5), das Grundstück des Reisebüros ist zugleich Startpunkt für die angebotenen Busreisen und verfügt über mehrere Stellplätze für die Reisegäste. Die Verkehrsbelastung der Straße Unterm Berg wird maßgeblich durch den Betrieb des Reisebüros bestimmt.

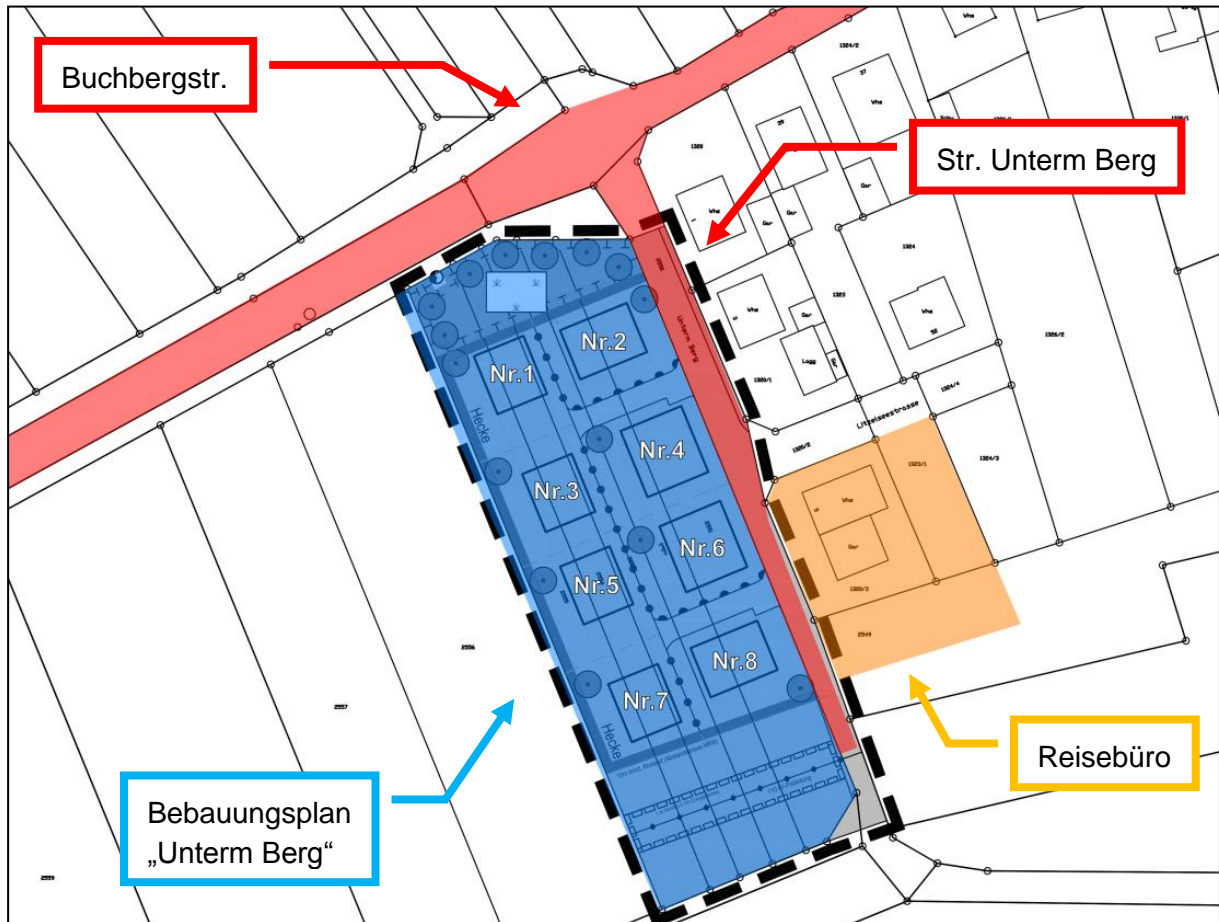


Bild 1: Lageplan

4 Schalltechnische Untersuchung

4.1 Beurteilungsgrundlagen

4.1.1 Allgemeines

Im Rahmen der Bauleitplanung – also der Aufstellung eines Bebauungsplanes – ist für die schalltechnische Beurteilung die DIN 18005-1 [1] heranzuziehen. Die Einhaltung der Orientierungswerte (vgl. Tabelle 1) ist wünschenswert, um die mit der Eigenart des betreffenden Baugebietes verbundenen Erwartung auf angemessenen Schutz vor Lärmbelästigung zu erfüllen.

Allerdings lassen sich diese Orientierungswerte nicht bei jedem Vorhaben mit vertretbarem Aufwand einhalten. Dies ist insbesondere der Fall, wenn Bauflächen im Innenbereich, nahe stark frequentierter Verkehrswege überplant werden sollen. Um trotzdem eine städtebauliche Innenentwicklung zu ermöglichen sind Überschreitungen der Orientierungswerte in Innenbereichen zulässig. Nach Möglichkeit sollten diese Überschreitungen kleiner als die Lärmsanierungswerte (vgl. Tabelle 3) sein, um Interessenskonflikten vorzubeugen. Aus schalltechnischer Sicht müssen zumindest gesunde Wohnverhältnisse sichergestellt werden. Um dies zu gewährleisten gilt es den Schallschutz gegenüber dem Außenlärm entsprechend der DIN 4109 [2] auszulegen.

Sofern Überschreitungen der Orientierungswerte zu erwarten sind, sind Lärminderungsmaßnahmen (z. B. Temporeduzierung, Lärmschutzwand, Grundrissorientierung) zu prüfen. Im Allgemeinen werden die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung [3] (vgl. Tabelle 2) mit als Indikator bei der Entscheidung bzgl. der Umsetzung möglicher Lärminderungsmaßnahmen genutzt. Es gilt die jeweiligen Maßnahmen und die städtebaulichen Belange abzuwägen (z. B. Kostenfaktor, Einfluss auf Ortsbild).

4.1.2 DIN 18005

Für eine schalltechnische Beurteilung im Rahmen der Bauleitplanung ist die DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau, Juli 2002 [1] maßgebend. Für die Beurteilung von Verkehrslärmeinwirkungen auf schutzwürdige Nutzungen innerhalb des Plangeltungsbereiches sind im Rahmen der Bauleitplanung die schalltechnischen Orientierungswerte des Beiblattes 1 der DIN 18005-1 („Schallschutz im Städtebau“) vom Mai 1987 [4] heranzuziehen. Diese Orientierungswerte sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Beim Bau neuer Wohngebiete haben diese Grenzwerte lediglich hinweisenden Charakter.

Tabelle 1: Orientierungswerte nach DIN 18005-1 Beiblatt 1

Nutzungsart	Orientierungswert [dB(A)]	
	tags	nachts
reine Wohngebiete (WR), Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete	50	35 / 40
allgemeine Wohngebiete (WA) , Kleinsiedlungsgebiete (WS) und Campingplatzgebiete	55	40 / 45
Friedhöfe, Kleingartenanlagen und Parkanlagen	55	55
besondere Wohngebiete (WB)	60	40 / 45
Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI)	60	45 / 50
Kerngebiete (MK) und Gewerbegebiete (GE)	65	50 / 55
sonstige Sondergebiete, soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 bis 65	35 bis 65

Anmerkung: Bei zwei angegebenen Nachtwerten soll der niedrigere für Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sowie für Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Betrieben gelten.

Die Einhaltung der in Tabelle 1 aufgeführten Orientierungswerte ist wünschenswert, um die mit der Eigenart des betreffenden Baugebietes verbundene Erwartung auf angemessenen Schutz vor Lärmbelastigungen zu erfüllen. Die Orientierungswerte sollen bereits auf den Rand der jeweiligen Baufläche bezogen werden.

Weiter heißt es in Beiblatt 1 zu DIN 18005-1: „In vorbelasteten Bereichen, insbesondere bei vorhandener Bebauung, bestehenden Verkehrswegen und in Gemengelagen, lassen sich die Orientierungswerte oft nicht einhalten. Wo im Rahmen der Abwägung mit plausibler Begründung von den Orientierungswerten abgewichen werden soll, weil andere Belange überwiegen, sollte möglichst ein Ausgleich durch andere geeignete Maßnahmen (z. B. geeignete Gebäudeanordnung und Grundrissgestaltung, bauliche Schallschutzmaßnahmen - insbesondere für Schlafräume) vorgesehen und planungsrechtlich abgesichert werden.“

4.1.3 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)

Die für den Neubau oder die wesentliche Änderung bestehender Straßen geltenden Immissionsgrenzwerte nach § 2 Absatz 1 der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [3] sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Diese sind im Vergleich zu den Orientierungswerten [4] um 4 dB größer. Bei einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte sind bei Straßenbaumaßnahmen Schallschutzmaßnahmen zu prüfen.

Tabelle 2: Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)

Nr.	Gebietsnutzung	Immissionsgrenzwert [dB(A)]	
		tags	nachts
1	Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime	57	47
2	reine und allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	59	49
3	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	64	54
4	Gewerbegebiete	69	59

4.1.4 Lärmsanierungswerte

In den „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ (VLärmSchR 97 [5]) werden in Abschnitt D Immissionsgrenzwerte für die Lärmsanierung festgelegt; nachfolgend werden diese als Lärmsanierungswerte bezeichnet. Diese Lärmsanierungswerte wurden mit dem Bundeshaushaltsgesetz 2010 um 3 dB(A) reduziert. In Baden-Württemberg sind diese Werte nochmals um 2 dB(A) reduziert für Straßen in der Baulast des Landes (Ausnahme Gewerbegebiete) [6].

Tabelle 3: Lärmsanierungswerte (VLärmSchR 97 / reduzierte Werte)

Nr.	Gebietsnutzung	Lärmsanierungswert [dB(A)]	
		tags	nachts
1	Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime, reine und allgemeine Wohngebiete sowie Kleinsiedlungsgebiete	70 / 65	60 / 55
2	Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	72 / 67	62 / 57
3	Gewerbegebiete	75 / 72	65 / 62

4.1.5 Baulicher Schallschutz gegenüber Außenlärm

Anforderungen an den Schallschutz von Aufenthaltsräumen gegenüber Außenlärm sind in der Norm DIN 4109 [2] festgelegt. Die Kombination aller Außenbauteile (Wand, Fenster sowie Fensterzusatzeinrichtungen) eines Aufenthaltsraumes muss ein bestimmtes resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ erfüllen. Dieses ist abhängig vom vorherrschenden „Maßgeblichen Außenlärmpegel“ und dem daraus resultierenden „Lärmpegelbereich“ (LPB).

Die DIN 4109 [2] in ihrer derzeit gültigen Fassung vom November 1989 ist in Baden-Württemberg baurechtlich eingeführt [7] [8].

4.2 TA Lärm

Zur Beurteilung bestehender Gewerbebetriebe, deren Emissionen auf das Plangebiet einwirken, wird die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm herangezogen.

Zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sowie der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen durch Geräusche dient die 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm [9]) vom 26.08.1998. Sie gilt für genehmigungsbedürftige und nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.

Für die Summe der Geräuscheinwirkungen aus bestehenden Gewerbe- und Industrieanlagen (Vorbelastung) und den Geräuschen geplanter Anlagen gelten die Immissionsrichtwerte (IRW) der folgenden Tabelle. Die IRW beziehen sich auf Immissionsorte außerhalb von Gebäuden.

Tabelle 4: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm, Ziffer 6.1

Gebietsnutzung im Einwirkungsbereich	Immissionsrichtwert [dB(A)]	
	tags	nachts
a) Industriegebiete	70	70
b) Gewerbegebiete	65	50
c) in urbanen Gebieten	63	45
d) Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60	45
e) allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40
f) reine Wohngebiete	50	35
g) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

- tags 06:00 - 22:00 Uhr
- nachts 22:00 - 06:00 Uhr.

Die IRW gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde (z. B. 01:00 - 02:00 Uhr) mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die in Tabelle 4 genannten Werte um nicht mehr als 30 dB(A) tags bzw. 20 dB(A) nachts überschreiten.

Bei der Bestimmung des Beurteilungspegels sind folgende Zuschläge zu berücksichtigen:

- Für nachfolgend aufgeführte Zeiten ist in Gebieten nach Tabelle 4, Buchstaben e bis g ein Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit K_R von 6 dB zu berücksichtigen:
 - an Werktagen

06:00 - 07:00 Uhr
20:00 - 22:00 Uhr
 - an Sonn- und Feiertagen

06:00 - 09:00 Uhr
13:00 - 15:00 Uhr
20:00 - 22:00 Uhr
- Für die Teilzeiten, in denen aus den zu beurteilenden Geräuschemissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist ein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit K_T von (je nach Auffälligkeit) 3 dB oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist $K_T = 0$ dB.
- Für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch Impulse enthält, ist ein Zuschlag für Impulshaltigkeit K_I von (je nach Störwirkung) 3 dB oder 6 dB anzusetzen. Bei Anlagen, deren Geräusche keine Impulse enthalten, ist $K_I = 0$ dB.

Zu den von der Anlage durch Mehrverkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen („**anlagenbezogener Verkehr**“) hervorgerufenen Geräuschemissionen führt die TA Lärm unter Ziffer 7.4 aus:

- Fahrzeuggeräusche auf dem Betriebsgrundstück sowie bei der Ein- und Ausfahrt, die in Zusammenhang mit dem Betrieb der Anlage entstehen, sind der zu beurteilenden Anlage zuzurechnen.
- Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern von dem Betriebsgrundstück in Gebieten nach Tabelle 1 Buchstaben c bis f sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich vermindert werden, soweit
 - sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB(A) erhöhen,
 - keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
 - die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) erstmals oder weitergehend überschritten werden.

4.3 Emissionen

4.3.1 Straßenverkehr

Die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs erfolgt gemäß den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90 [10]. Als Grundlage werden die zur Verfügung gestellten Verkehrszählungen vom 03.04.2014 für die Buchbergstraße herangezogen. Die Buchbergstraße ist Innerorts auf eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h und Außerorts auf 80 km/h begrenzt. Tabelle 5 zeigt die aus den Verkehrszahlen resultierenden Emissionspegel in 25 m Entfernung ($L_{m,E}$).

Tabelle 5: Verkehrszahlen und Schallemission der Buchbergstraße
(DTV: 4.618 Fahrzeuge, Zählung vom 03.04.2014)

Zeitraum	Stündliche Verkehrsstärke M	Lkw-Anteil p	Geschwindigkeit	D _{Stro}	Emission L _{m,E}
Tag	279,10 Kfz	6,4 %	50 km/h	0 dB(A)	59,0 dB(A)
Nacht	19,06 Kfz	20,0 %	50 km/h	0 dB(A)	50,8 dB(A)
Tag	279,10 Kfz	6,4 %	80 km/h	0 dB(A)	62,2 dB(A)
Nacht	19,06 Kfz	20,0 %	80 km/h	0 dB(A)	53,7 dB(A)

Für die Straße Unterm Berg werden Daten der Verkehrszählung 07.06.2016 herangezogen, welche für die Tageszeit genutzt werden. Es wurde ein relativ hohes Verkehrsaufkommen gezählt, welches aufgrund der geringen Wohnnutzung entlang der Straße Unterm Berg nur auf den Betrieb des Reisebüros zurückgeführt werden kann. Die Straße Unterm Berg ist auf 30 km/h begrenzt. Abweichend zur Verkehrszählung wird für die Nachtzeit die ungünstigste Verkehrssituation, welche sich aus dem Betrieb des Reisebüros ergibt angenommen. Hierbei wird von 2 Bus-Bewegungen sowie 50 Pkw-Bewegungen ausgegangen. Tabelle 6 zeigt die Emissionspegel ($L_{m,E}$) der Straße Unterm Berg.

Tabelle 6: Verkehrszahlen und Schallemission der Straße Unterm Berg
(DTV: 142 Fahrzeuge, Zählung vom 07.06.2016)

Zeitraum	Stündliche Verkehrsstärke M	Lkw-Anteil p	Geschwindigkeit	D _{Stro}	Emission L _{m,E}
Tag	8,25 Kfz	14,4 %	30 km/h	0 dB(A)	43,4 dB(A)
Nacht ¹	1,25 Kfz	10,0 %	30 km/h	0 dB(A)	34,1 dB(A)
Nacht ²	6,5 Kfz	4,0 %	30 km/h	0 dB(A)	39,1 dB(A)

¹ Daten aus Verkehrszählung

² Für Berechnung angesetzte Daten

4.3.2 Gewerbe

Bezüglich des Reisebüro-Betriebs wurden von der Stadt Singen folgende Daten übermittelt:

- 300 Fahrten im Jahr (Aufschlag von 10 % enthalten)
- Worst-Case-Szenario Nachtzeit, 2 Fahrten
- Worst-Case-Szenario Ruhezeit, 2 Fahrten
- Ca. 50 Pkw-Stellplätze, für den normalen Verkehr sind ca. 5 Stellplätze ausreichen.
- Beim Worst-Case-Szenario Nachtzeit kann angenommen werden, dass alle Stellplätze besetzt sind.

Das Reisebüro besitzt anhand der vorhandenen Grundstücksnutzung eine Kapazität von 50 Stellplätzen. Die Emissionen aus dem Parkplatzverkehr des Reisebüros werden anhand der Parkplatzlärmstudie [11] abgeschätzt. Der Emissionsansatz ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Schallemission Parkplatz Reisebüro

Schallquelle	Beschreibung	Emission	Quelle
Bewegungen Pkw	Darstellung von typischen Parkbewegungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Parkbewegung pro SP und Stunde: $L_{W_{eq}} = 62,7 \text{ dB(A)}$ ▪ Impulszuschlag mit $K_{I^*} = 7,4 \text{ dB}$ ▪ Anzahl Bewegungen 50 = + 17 dB 	$L_W = 87,1 \text{ dB(A)}$	[11]

Das Geräusch eines abfahrenden Busses wird aus 3 Einzelereignissen zusammengesetzt. Der Emissionsansatz ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Schallemissionen einer Bus-Abfahrt

Schallquelle	Beschreibung	Emission	Quelle
Bus Abfahrt	Zusammensetzung von Ereignissen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anlassen $L_{AF_{max 7,5 m}} = 74,3 \text{ dB}$ und Dauer 2,5 s ▪ Standgeräusch $L_{AF_{max 7,5 m}} = 68,6 \text{ dB}$ und Dauer 4,0 s ▪ Vorbeifahrt $L_{AF_{max 7,5 m}} = 73,9 \text{ dB}$ und Dauer 5,0 s 	$L_{Wr} = 73,3 \text{ dB(A)}$	[11]

Für die Tag- und Nachtzeit werden die in Tabelle 9 angegebenen Bewegungszahlen angenommen. Für die lauteste Nachtstunde werden wie im vorherigen Kapitel 2 Busse und 50 Pkw-Parkbewegungen angesetzt. Für die Tagzeit wird ein Maximal-Ansatz gewählt, mit welchem der zulässige Immissionsrichtwert für ein allgemeines Wohngebiet, am nächstgelegenen Gebäude ausgeschöpft wird.

Tabelle 9: Ansatz Bewegungszahlen Reisebüro

Zeitraum	Beschreibung	Korrekturfaktor Emissionen Tabellen 7 und 8
Tag	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abfahrt von 20 Bussen ▪ 500 Pkw-Parkbewegungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $\Delta L = +13,0$ dB ▪ $\Delta L = +10,0$ dB
Nacht	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abfahrt von 2 Bussen ▪ 50 Pkw-Parkbewegungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $\Delta L = +3,0$ dB ▪ $\Delta L = +0,0$ dB

4.4 Immissionen

Es werden die durch den Straßenverkehrslärm verursachten Schallimmissionen auf das Planungsgebiet und die Gebäude berechnet. Die Berechnung erfolgte mit dem Rechenprogramm CadnaA [12] gemäß RLS-90 [10] und DIN ISO 9613-2 [13].

4.4.1 Straßenverkehr

Die vor den Fenstern der Gebäude auftretenden Beurteilungspegel werden für alle Geschosse für die Tag- und Nachtzeit berechnet und sind in Tabelle 10 dargestellt. Überschreitungen der Orientierungswerte eines allgemeinen Wohngebiets (55 dB(A) tags / 45 dB(A) nachts) werden rot gekennzeichnet. Bild 2 und Bild 3 zeigen Gebäudelärmkarten für die lautesten Stockwerke.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass im Plangebiet Überschreitungen der Orientierungswerte für ein allgemeines Wohngebiet nach DIN 18005-1 Beiblatt 1 [4] zu erwarten sind, die reduzierten Lärmsanierungswerte werden eingehalten.

Im Sinne einer Prognose für eine etwaige Zunahme des Straßenverkehrs kann folgende Aussage getroffen werden:

- Die Emissionen der Buchbergstraße sind als maßgeblich zu erachten, insbesondere da die Überschreitungen der Orientierungswerte in der ersten Bebauungsreihe auf sie zurückzuführen sind.
- Als realistischer Maßstab für eine Prognose auf 20 Jahre kann eine Verkehrszunahme von maximal 25 % angenommen werden, dies ist gleichzusetzen mit einer Zunahme des Emissionspegels von maximal 1 dB(A) (vorausgesetzt der Anteil des Schwerlastverkehrs bleibt in etwa konstant).
- Die Emissionen des Reisebüros sind betriebsabhängig.
- Die ermittelten Beurteilungspegel (vgl. Tabelle 10) sind daher auch im Sinne einer Prognose hinreichend genau.

Tabelle 10: Immissionen aus Verkehrslärm - Beurteilungspegel an den Gebäuden

Gebäude	Geschoss	Verkehrslärm: Beurteilungspegel Tag / Nacht [dB(A)]							
		Nord		Ost		Süd		West	
Nr. 1	EG	57	49	52	45	43	37	54	47
	OG	58	51	54	47	46	39	56	48
Nr. 2	EG	56	48	52	47	47	42	52	45
	OG	57	50	53	47	48	43	54	47
Nr. 3	EG	51	43	46	38	44	36	50	43
	OG	52	44	47	40	45	38	51	44
Nr. 4	EG	49	44	51	46	46	42	47	40
	OG	50	45	51	46	47	42	49	41
Nr. 5	EG	48	41	42	35	41	35	48	41
	OG	49	42	44	37	43	36	49	41
Nr. 6	EG	46	42	50	47	46	42	43	36
	OG	47	43	50	46	46	42	46	38
Nr. 7	EG	46	39	40	34	29	22	46	38
	OG	47	40	43	36	35	28	46	39
Nr. 8	EG	45	41	48	45	37	34	41	34
	OG	47	42	48	44	38	34	44	36



Bild 2: Gebäudelärmkarte (lautestes Stockwerk), Verkehrslärm TAG [dB(A)]



Bild 3: Gebäudelärmkarte (lautestes Stockwerk), Verkehrslärm NACHT [dB(A)]

4.4.2 Gewerbe

Die vor den Fenstern der Gebäude auftretenden Beurteilungspegel werden für alle Geschosse für die Tag- und Nachtzeit berechnet und sind in Tabelle 11 dargestellt. Überschreitungen der Orientierungswerte eines allgemeinen Wohngebiets (55 dB(A) tags / 40 dB(A) nachts) werden rot gekennzeichnet. Bild 4 und Bild 5 zeigen Gebäudelärmkarten für die lautesten Stockwerke.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass im Plangebiet Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [14] bzw. der Orientierungswerte für ein allgemeines Wohngebiet nach DIN 18005-1 Beiblatt 1 [4] zu erwarten sind. Womit sich eine Konfliktsituation ergibt.

Bezüglich der Einhaltung des Immissionsrichtwerts für kurzzeitige Geräuschspitzen nachts in einem WA nach TA Lärm ist darauf hinzuweisen, dass der Mindestabstand der Parkplatzfläche des Reisebüros zu den nächstgelegenen Wohngebäuden des B-Plans kleiner als 28 m ist, womit nach den Angaben der Parkplatzlärmstudie (dort Tabelle 37) [11] Überschreitungen nicht ausgeschlossen werden können.

Tabelle 11: Immissionen aus Gewerbelärm - Beurteilungspegel an den Gebäuden

Gebäude	Geschoss	Gewerbelärm: Beurteilungspegel Tag / Nacht [dB(A)]							
		Nord		Ost		Süd		West	
Nr. 1	EG	20	10	32	22	29	19	20	10
	OG	22	12	33	23	30	20	22	12
Nr. 2	EG	24	14	43	33	41	31	31	21
	OG	26	16	43	33	41	31	31	21
Nr. 3	EG	34	24	35	25	39	29	23	13
	OG	35	25	36	26	39	29	25	15
Nr. 4	EG	34	24	46	36	45	35	37	27
	OG	34	24	46	36	45	35	37	27
Nr. 5	EG	35	25	45	35	44	34	24	14
	OG	35	25	45	35	44	34	26	16
Nr. 6	EG	40	30	50	40	50	40	39	29
	OG	41	31	50	40	50	40	39	29
Nr. 7	EG	41	31	46	36	46	36	26	16
	OG	42	32	47	37	46	36	28	18
Nr. 8	EG	45	33	55	45	52	42	44	34
	OG	45	35	55	45	52	42	45	35



Bild 4: Gebäudelärmkarte (lautestes Stockwerk), Gewerbelärm TAG [dB(A)]

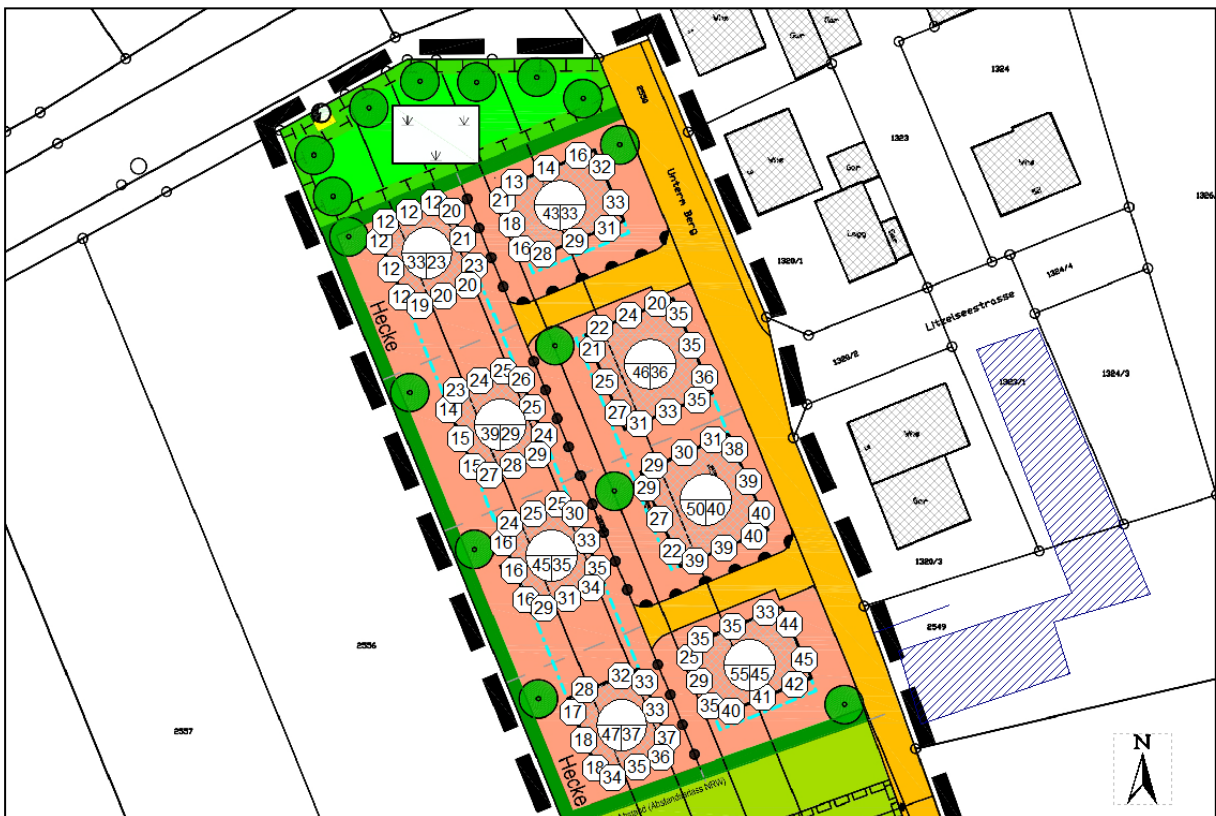


Bild 5: Gebäudelärmkarte (lautestes Stockwerk), Gewerbelärm NACHT [dB(A)]

4.5 Lärmschutzmaßnahmen

Aufgrund der festgestellten Überschreitungen werden in weiteren Berechnungen verschiedene Lärmschutzmaßnahmen untersucht.

4.5.1 Allgemeines

Es können die nachfolgend aufgeführten Lärmschutzmaßnahmen zur Erfüllung gewünschter Zielwerte – z. B. der Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV [3] – umgesetzt werden. Je nach örtlicher Situation können einzelne Maßnahmen sowie eine Kombination mehrerer Maßnahmen angewendet werden.

Die verschiedenen Maßnahmen sind entsprechend nachfolgender Reihenfolge gewichtet und zu prüfen; so sind also aktive Maßnahmen den Passiven vorzuziehen und eine Entscheidung zu Gunsten einer untergeordneten Maßnahme im Abwägungsprozess darzustellen und zu begründen.

- Aktiver Lärmschutz
 - Es wird untersucht ob die gewünschten Zielwerte durch Lärminderungsmaßnahmen auf dem Schall-Ausbreitungsweg erfüllt werden können. Zu diesen Maßnahmen gehören Lärmschutzwände und -wälle.
 - Eine Reduzierung der Schallemission der Quelle, kann bei einer Straße durch den Einsatz einer lärmindernden Asphaltdeckschicht erbracht werden.
 - Durch aktiven Lärmschutz kann eine Minderung der Schallimmissionen im Baugebiet erzielt werden. Hierdurch werden im Vergleich zu den nachfolgenden Maßnahmen insbesondere Gärten, Terrassen und Balkone qualitativ aufgewertet.

- Grundrissorientierung
 - Es wird untersucht ob die gewünschten Zielwerte durch eine angepasste Grundrissorientierung von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen erfüllt werden können.
 - Sofern an einzelnen Gebäudeseiten deutlich geringere Schallimmissionen zu erwarten sind, sollten schutzbedürftige Aufenthaltsräume sowie die Fensterflächen (insbesondere zur Belüftung dienende Fenster) zu diesen Gebäudeseiten hin angeordnet werden.
 - Im Vergleich zum passiven Lärmschutz kann hierdurch immer noch eine – schalltechnisch verträgliche – natürliche Belüftung über Fenster sichergestellt werden. Bei Anordnung an leise Gebäudeseiten werden außerdem Terrassen und Balkone qualitativ aufgewertet.

- Passiver Lärmschutz
 - Als Mindestanforderung zur Sicherstellung von gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse werden Anforderungen an den baulichen Schallschutz formuliert.
 - Der Schallschutz von Aufenthaltsräumen gegenüber Außenlärm ist in der Norm DIN 4109 [2] festgelegt. Außenbauteile (Wand, Fenster sowie Fensterzusatzeinrichtungen) sind dementsprechend auszuführen.
 - Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz von schutzbedürftigen Aufenthaltsräumen sind in der Regel fensterunabhängige Belüftungssysteme vorzusehen.

Hinweise zum baulichen Schallschutz:

- Da die DIN 4109 [2] baurechtlich eingeführt ist, ist die Erfüllung des darin geforderten Schallschutzes unabhängig von der Umsetzung oben genannter Lärmschutzmaßnahmen notwendig.
- Allerdings werden in Aufenthaltsräumen von Wohnungen mit üblichen Raumgeometrien und unter Verwendung von gängigen Baukonstruktionen sowie Außenbauteilen bereits die Anforderungen entsprechend dem Lärmpegelbereich III bzw. Lärmpegelbereich IV bei Büroräumen mit $R'_{w, res} = 35$ dB erfüllt.
- Zu gängigen Außenbauteilen zählen beispielsweise Außenwände in Mauerwerk, übliche 3-fach-verglaste Fenster für den Wärmeschutz sowie wärmgedämmte Pfettendach-Konstruktionen.

4.5.2 Aktiver Lärmschutz

Theoretische Minderungsmaßnahmen für die Buchbergstraße:

- Eine Temporeduzierung von 50 km/h auf 30 km/h würde die Emissionen der Straße um ca. 2,0 dB(A) senken.
- Durch den Einsatz einer lärmindernden Asphaltdeckschicht kann eine Pegelreduktion von bis zu 3,0 dB(A) bei Geschwindigkeiten bis 50 km/h erreicht werden, siehe „Handlungsempfehlung für den Einsatz von lärmindernden Asphaltdeckschichten auf Bundes- und Landesstraßen im Innerortsbereich“ [15] (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur von Baden-Württemberg).
- Eine Lärmschutzwand entlang der Buchbergstraße müsste rechnerisch etwa 4 m hoch sein und in beide Richtungen mit ausreichendem Überstand ausgeführt werden, damit die Orientierungswerte eines WA eingehalten werden können. Wobei sich minimale Überschreitungen am Gebäude Nr. 2 aufgrund des nicht realisierbaren Überstands der Lärmschutzwand nicht ausschließen lassen.
- Ein Abrücken der Bebauung von der Buchbergstraße ist in der vorliegenden Planung bereits mit berücksichtigt. Es wurde der maximale Abstand aufgrund der örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt (Abstand zur Freileitung).

- Eine Lärmschutzwand entlang der Straße Unterm Berg (zum Schutz gegenüber dem Gewerbelärm des Reisebüros) wäre wegen der beiden Zufahrten zur westlichen Bebauungsreihe in Ihrer Wirkung eingeschränkt. Darüber hinaus würde das Ortsbild deutlich beeinflusst werden.

4.5.3 Grundrissorientierung

Wird eine angepasste Grundrissorientierung als Lärminderungsmaßnahme vorgesehen, so sollten schutzbedürftige Aufenthaltsräume (insbesondere Schlafzimmer) und ihre zur Belüftung vorgesehenen Fenster vorzugsweise zur:

- Südseite orientiert werden – zutreffend für Gebäude Nr. 1 und Nr. 2
- Westseite orientiert werden – zutreffend für Gebäude Nr. 4, Nr. 6 und Nr. 8

4.5.4 Passiver Lärmschutz

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an den passiven Lärmschutz – Lärmpegelbereiche (LPB) – ohne zusätzlichen aktiven Lärmschutz ermittelt. Wie in Abschnitt 4.5.1 erwähnt wird im Allgemeinen der Lärmpegelbereich III mit der Schallschutz-Anforderung $R'_{w,res} = 35$ dB von gängigen Baukonstruktionen erfüllt. Informationen zu den Lärmpegelbereichen, ihrer rechnerischen Ermittlung sowie den Schallschutz-Anforderungen ($R'_{w,res}$) können dem Anhang entnommen werden.

Tabelle 12: Lärmpegelbereiche nach DIN 4109 [2]

Gebäude	Lärmpegelbereich (LPB)			
	Nord	Ost	Süd	West
Nr. 1	LPB III	LPB II	LPB I	LPB II
Nr. 2	LPB III	LPB II	LPB I	LPB II
Nr. 3	LPB II	LPB I	LPB I	LPB I
Nr. 4	LPB II	LPB II	LPB I	LPB I
Nr. 5	LPB I	LPB I	LPB I	LPB I
Nr. 6	LPB I	LPB II	LPB I	LPB I
Nr. 7	LPB I	LPB I	LPB I	LPB I
Nr. 8	LPB I	LPB II	LPB II	LPB I



Bild 6: Gebäudelärmkarte, Summe aus Verkehrs- und Gewerbelärm TAG [dB(A)]

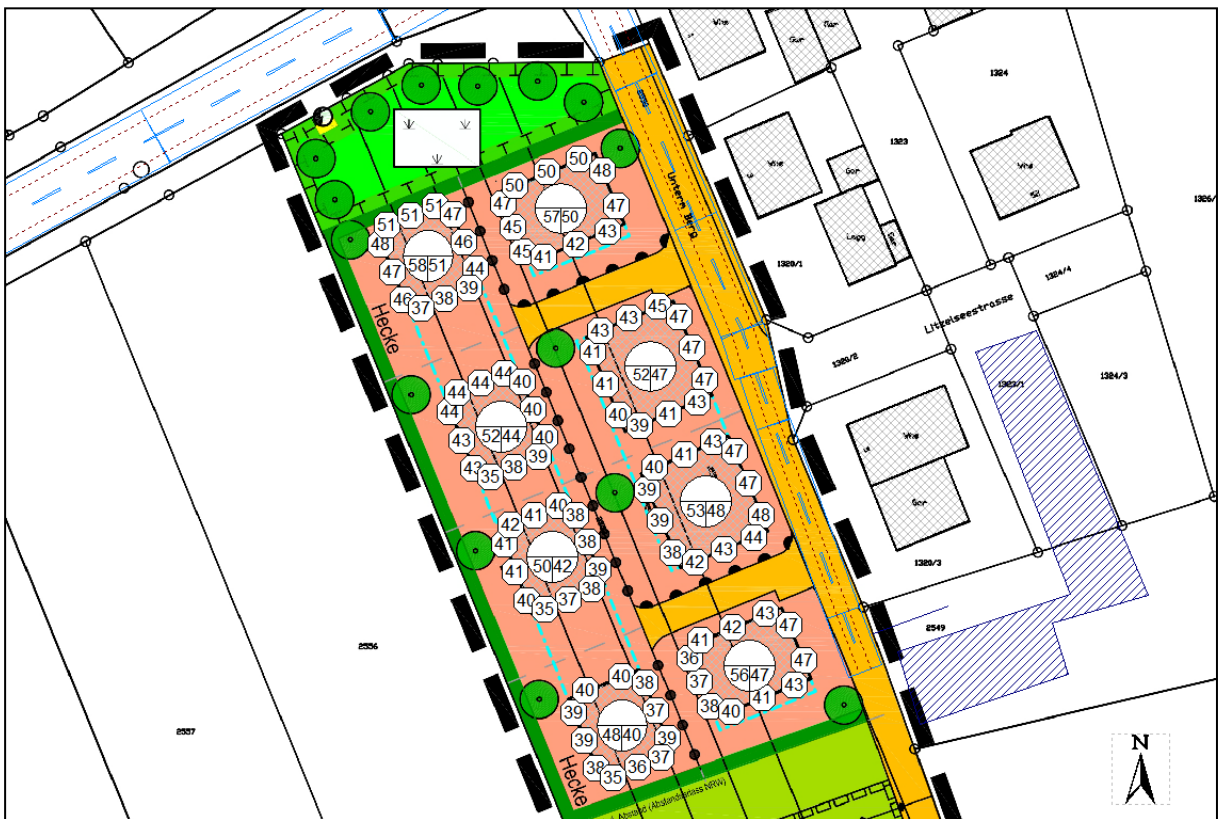


Bild 7: Gebäudelärmkarte, Summe aus Verkehrs- und Gewerbelärm NACHT [dB(A)]

4.6 Außenwohnbereiche

Zur Beurteilung von Außenwohnbereichen (Balkon, Loggia, Terrasse etc.) können die im Abschnitt 4.4 ermittelten Beurteilungspegel herangezogen werden.

Für die Gebäude der ersten Bebauungsreihe an der Buchbergstraße empfiehlt sich deren Außenwohnbereiche nicht in Richtung der Buchbergstraße anzuordnen.

4.7 Einfluss auf bestehende Bebauung

Durch die geplanten Wohngebäude kann sich die Lärmbelastung an der bestehenden Bebauung durch Abschirmung oder Reflexion verändern. Der Einfluss wird anhand von zwei exemplarisch gewählten Bestandsgebäuden untersucht:

- Wohngebäude, Unterm Berg 1, Grundstück Fl.-Nr. 1320
- Wohngebäude, Unterm Berg 3, Grundstück Fl.-Nr. 1320/1

Es werden die Immissionen berechnet und jeweils die größte Pegelzunahme dokumentiert.

Tabelle 13: Einfluss des Bauvorhabens auf die bestehende Bebauung
(jeweils lauteste Gebäudeseite und Stockwerk)

Immissionsort	Beurteilungspegel OHNE Bauvorhaben		Beurteilungspegel MIT Bauvorhaben	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Wohngebäude, Unterm Berg 1, Südseite OG	46 dB(A)	42 dB(A)	48 dB(A)	43 dB(A)
Wohngebäude, Unterm Berg 3, Südseite OG	45 dB(A)	41 dB(A)	46 dB(A)	42 dB(A)

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass im ungünstigsten Fall mit einer Pegelerhöhung von bis zu 2 dB(A) gerechnet werden muss. Obgleich an den ungünstigsten Gebäudeseiten Pegelerhöhungen zu erwarten sind, werden die Orientierungswerte auch weiterhin unterschritten.

5 Fazit

5.1 Zusammenfassung

Im Stadtteil Friedingen der Stadt Singen (Hohentwiel) soll ein neues Wohnbaugebiet ausgewiesen werden. Das Gebiet (bestehend aus den Grundstücken mit den Flur-Nummern 2551, 2552, 2553, 2554 und 2555) grenzt im Norden an die Buchbergstraße, im Osten an die Straße Unterm Berg, zum Süden hin befindet sich ein Forstgebiet und im Westen landwirtschaftliche Flächen. Es soll ein allgemeines Wohngebiet mit 8 Wohngebäuden entstehen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass im Plangebiet die Orientierungswerte für ein allgemeines Wohngebiet nach DIN 18005-1 Beiblatt 1 überschritten werden. Betroffen sind die zwei Gebäude der ersten Bebauungsreihe an der Buchbergstraße (Gebäude Nr. 1 und Nr. 2). Die um 5 dB(A) reduzierten Sanierungswerte der VLärmSchR 97 werden eingehalten.

Durch den angesetzten Betrieb des Reisebüros (ungünstigste Situation nachts) ist mit Überschreitungen des Orientierungswerts nachts für ein allgemeines Wohngebiet nach DIN 18005-1 Beiblatt 1 für Gewerbelärm bzw. des Immissionsrichtwerts nach TA Lärm zu rechnen.

Auch bei Realisierung eines aktiven Lärmschutzes in Form einer Lärmschutzwand oder eines Walles entlang der Buchbergstraße können Überschreitungen am Gebäude Nr. 2 aufgrund eines streifenden Schalleinfalls im Bereich der Straße Unterm Berg nicht ausgeschlossen werden.

Für die Gebäude der ersten Bebauungsreihe ist eine Grundrissorientierung der Schlafräume zur Südseite als Lärminderungsmaßnahme zu empfehlen. Für die übrigen Gebäude an der Straße Unterm Berg ist eine Grundrissorientierung zur Westseite empfehlenswert.

Durch die geplanten Wohngebäude kann sich die Lärmbelastung an der bestehenden Bebauung durch Abschirmung oder Reflexion verändern. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass bei den bestehenden Mehrfamilienhäusern der Grundstücke Fl.-Nr. 1320 und 1320/1 im ungünstigsten Fall mit einer Pegelerhöhung von bis zu 2 dB(A) gerechnet werden muss. Obgleich an den ungünstigsten Gebäudeseiten Pegelerhöhungen zu erwarten sind, werden die Orientierungswerte auch weiterhin deutlich unterschritten.

5.2 Textvorschläge für den Bebauungsplan

Begründung:

Relevante verkehrsbedingte Einwirkungen auf das Plangebiet sind durch die Buchbergstraße zu erwarten. Auf dieser sind derzeit 4.618 Fahrzeuge pro Tag zu verzeichnen. Dabei ergeben sich im Plangebiet Überschreitungen der schalltechnischen Orientierungswerte des Beiblattes 1 der DIN 18005-1 (1987-05). Betroffen sind die zwei Gebäude der ersten Bebauungsreihe an der Buchbergstraße (Gebäude Nr. 1 und Nr. 2).

Aktive Schallschutzmaßnahmen, die gegenüber passiven grundsätzlich vorzugswürdig sind, wurden im Zusammenhang mit der Planung geprüft. Aufgrund der alleinigen Überschreitungen der Orientierungswerte an den zwei Gebäuden der ersten Bebauungsreihe an der Buchbergstraße wird kein aktiver Lärmschutz in Form eines Walls oder einer Wand verwirklicht.

Im Bebauungsplan werden deswegen ausschließlich passive Schallschutzmaßnahmen in Form von Lärmpegelbereichen nach DIN 4109 (1989-11) festgesetzt. Zusätzlich sollten Schlafräume, die sich im Lärmpegelbereich III befinden, mit schallgedämmten Lüftungseinrichtungen ausgestattet werden. Aufgrund der Ausrichtung der geplanten Gebäude und der damit verbundenen Grundrissgestaltung ist es aber nicht möglich, alle schutzwürdigen Räume auf der lärmabgewandten Seite einzurichten.

Festsetzungen

- (1) Entsprechend den Eintragungen im zeichnerischen Teil des Bebauungsplanes werden die Lärmpegelbereiche III nach DIN 4109 (1989-11) festgesetzt.
- (2) Aus den Lärmpegelbereichen ergeben sich Anforderungen an die Luftschalldämmung der Außenbauteile. Die Kombination aller Außenbauteile (Wand, Fenster sowie Fensterzusatzeinrichtungen) des zu betrachtenden Raums muss ein bestimmtes resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ erfüllen, welches nach DIN 4109 zu ermitteln ist.
- (3) Der Nachweis ist im Rahmen des bauordnungsrechtlichen Verfahrens zu erbringen.
- (4) Zum Schlafen nutzbare Räume sind mit schallgedämmten Lüftungseinrichtungen auszustatten, sofern deren einzige natürliche Belüftungsmöglichkeiten über Fassaden erfolgen können, die im zeichnerischen Teil mit Lärmpegelbereich III gekennzeichnet sind.
- (5) Von den genannten Festsetzungen (1) bis (3) kann abgewichen werden, wenn im Rahmen eines Einzelnachweises ermittelt wird, dass aus der tatsächlichen Lärmbelastung geringere Anforderungen an den passiven Lärmschutz resultieren.

Greifenberg, den 25.01.2018
ACCON GmbH



Dipl.-Ing. (FH) Robert Gerstbrein

Quellenverzeichnis

- [1] DIN 18005-1, Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung, 2002-07.
- [2] DIN 4109/A1, Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise, 1989-11/2001-01.
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV), 2014-12-18.
- [4] DIN 18005-1 Beiblatt 1, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, 1987-05.
- [5] Bundesministerium für Verkehr, VLärmSchR 97, Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, 1997.
- [6] Ministerium für Verkehr und Infrastruktur (BW), Regelungen zum Verkehrslärmschutz an Straßen - Absenkung der Aulösewerte für die Lärmsanierung an Landesstraßen, 22.01.2016.
- [7] Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO), 05.03.2010.
- [8] Liste der technischen Baubestimmungen (LTB), Architektenkammer Baden-Württemberg, 01.01.2015.
- [9] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, vom 26. August 1998, Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAz AT 08.06.2017 B5).
- [10] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90, 1990.
- [11] Parkplatzlärmstudie - 6. Überarbeitete Auflage, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2007-08.
- [12] CadnaA, Version 2018, DataKustik GmbH, 2017.
- [13] DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2, Allgemeines Berechnungsverfahren, 1999-10.
- [14] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, TA Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, 1998-08.
- [15] Ministerium für Verkehr und Infrastruktur (BW), Handlungsempfehlung für den Einsatz von lärmindernden Asphaltdeckschichten auf Bundes- und Landesstraßen im Innerortsbereich (Aktenzeichen 2-3945.40/90), 17.07.2015.

Anhang – Rechnerische Ermittlung des passiven Lärmschutzes

Der „Maßgebliche Außenlärmpegel“ nach DIN 4109 [2] errechnet sich aus den Beurteilungspegeln tags (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) nach folgender Rechenvorschrift:

$$\text{Maßgeblicher Außenlärmpegel} = \text{Beurteilungspegel tags} + 3 \text{ dB(A)}$$

Die Kombination aller Außenbauteile (Wand, Fenster sowie Fensterzusatzeinrichtungen) eines Aufenthaltsraumes muss ein bestimmtes resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ erfüllen. Dieses ist abhängig vom vorherrschenden „Maßgeblichen Außenlärmpegel“ und dem daraus resultierenden „Lärmpegelbereich“ (LPB). Anlage 1 zeigt die Zusammenhänge.

Die so ermittelten erforderlichen Schalldämm-Maße sind anschließend anhand der tatsächlichen Raumgeometrien zu korrigieren. Der Korrekturfaktor ist abhängig vom Verhältnis der gesamten Außenfläche eines Raumes zu seiner Grundfläche, er kann der Anlage 2 entnommen werden.

Anlage 1: Lärmpegelbereiche und Anforderungen an die Luftschalldämmung nach DIN 4109 [2]

Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel	erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils	
		Aufenthaltsräume in Wohnungen	Büroräume
I	bis 55 dB(A)	30 dB	-
II	56 dB(A) bis 60 dB(A)	30 dB	30 dB
III	61 dB(A) bis 65 dB(A)	35 dB	30 dB
IV	66 dB(A) bis 70 dB(A)	40 dB	35 dB
V	71 dB(A) bis 75 dB(A)	45 dB	40 dB
VI	76 dB(A) bis 80 dB(A)	50 dB	45 dB
VII	größer 80 dB(A)	in Abhängigkeit des Außenlärms zu bestimmen	50 dB

Anlage 2: Korrekturwerte für das erf. $R'_{w,res}$ nach Anlage 1

$\frac{S_{(W+F)}}{S_G}$	2,5	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4
Korrektur	+5 dB	+4 dB	+3 dB	+2 dB	+1 dB	0 dB	-1 dB	-2 dB	-3 dB
$S_{(W+F)}$	Gesamtfläche des Außenbauteils eines Aufenthaltsraumes in m ²								
S_G	Grundfläche eines Aufenthaltsraumes in m ²								