

Möhler + Partner Ingenieure AG · Prinzstraße 49 · D-86153 Augsburg

DB Netz AG
Projekte Knoten Lindau/Allgäu (I.NP-S-M-L)
Herrn Steven Schäuble
Landsberger Str. 320
80687 München

Ihr Kontakt Martin Crljenkovic · 0821 / 455 497 - 25 · martin.crljenkovic@mopa.de · 24.09.2020

**Untersuchungen zu baubedingten Immissionen bei geplanter
Erneuerung des Einschnitts Kißlegg,
Strecke 4560 Kißlegg-Wangen, km 5,63 bis km 6,6**

Sehr geehrter Herr Schäuble,

vielen Dank für Ihre Beauftragung vom 23.09.2020 zur Durchführung von schall- und erschütterungstechnischen Untersuchungen zu baubedingten Immissionen bei den geplanten Erneuerungen des Einschnitts Kißlegg, Strecke 4560 Kißlegg-Wangen, km 5,63 bis km 6,6.

1. Aufgabenstellung

Auf der mittlerweile elektrifizierten Strecke 4560 Kißlegg - Hergatz soll die Böschung auf der Ostseite im Einschnitt Kißlegg aufgrund der nicht ausreichenden Standsicherheit saniert werden. Aus der Beobachtung des Bauwerks gab es Hinweise darauf, dass sich die Einschnittsböschung in Bezug auf Standsicherheit nahe dem Grenzgleichgewicht befindet. Die Ergebnisse der geführten Standsicherheitsuntersuchungen zeigten ebenfalls, dass die Einschnittsböschung keine ausreichende Standsicherheit nach den aktuell gültigen Richtlinien und Normen aufweist. Demzufolge soll der Einschnitt Kißlegg erneuert und eine neue Tiefenentwässerung am Böschungsfuß errichtet werden.

Der Planungsbereich liegt im Bundesland Baden-Württemberg im Landkreis Ravensburg und befindet sich im Bereich von km 5,630 bis km 6,650 der elektrifizierten Strecke 4560 Kißlegg - Hergatz.

Die Schutzbedürftigkeit ausgewählter Immissionsorte im Umfeld der Baumaßnahme, die Weiler Feld, Kaibach und Arrisried wurde derer von Außenbereichen zugeordnet.

BERATUNG
PLANUNG
MESSUNG
GUTACHTEN

Immissionsschutz
Verkehrslärmschutz
Bau- und Raumakustik
Thermische Bauphysik
Erschütterungsschutz
Psychoakustik
Luftthygiene

Prinzstraße 49
D-86153 Augsburg
T + 49 821 455 497 - 0
F + 49 821 455 497 - 29
www.mopa.de
info@mopa.de

USt.-IDNr.: DE 272461848
Steuer-Nr.: 143/101/22689

Stadtparkasse Augsburg
IBAN: DE05 7205 0000 0810 9903 25
BIC: AUGSDE77XXX

Aktiengesellschaft, Sitz München,
Amtsgericht München, HRB 188105
Vorstand: Rudolf Liegl, Christian Eulitz
Aufsichtsrat: Ulrich Möhler (Vors.),
Wolf-Dieter Ehl, Prof. Dr.-Ing. Hugo Fastl

Messstelle nach §§ 28, 29b BImSchG auf dem
Gebiet der Geräusche und Erschütterungen.
VMPA-Schallschutzprüfstelle für Güterprüfungen
nach DIN 4109. Schallschutz im Hochbau.
Öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige
für Schallschutz im Verkehrs- und Städtebau,
für Schallimmissionsschutz und auf dem Gebiet
der Bauakustik.

Von der DAkkS auf den Gebieten Schallschutz,
Bauakustik, Erschütterungsschutz und Bahnakustik
akkreditierte Prüflaboratorien nach DIN EN ISO/
IEC 17025 für den in der Urkundenanlage
D-PL-19432-01-00 festgelegtem Umfang..

Auf Grundlage einer Bauablaufplanung, Aussagen über den Einsatz und die Art der verwendeten Baumaschinen sowie der Kenntnis der Einsatzzeiten soll eine schall- und erschütterungstechnische Untersuchung zur Prognose der zu erwartenden Bauimmissionen innerhalb der schutzbedürftigen Nutzungen in der Nachbarschaft erstellt werden.

Als Ergebnis der Untersuchungen werden mögliche Betroffenheiten in der Nachbarschaft dargestellt. Ggf. sind etwaige Auflagen für die Ausschreibungsunterlagen des Bauvorhabens und Maßnahmen zum Schutz der Betroffenen vorzuschlagen.

2. Grundlagen

- vorläufiger Bauablaufplan, Maschinen- und Geräteeinsatzplan
- Lagepläne, Digitale Flurkarte,
- Zweiunddreißigste Bundesimmissionsschutzverordnung (32. BImSchV – Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung) 2002
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen – vom 19. August 1970
- DIN ISO 9613-2 E, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, September 1997
- Normenreihe DIN 4150, Erschütterungen im Bauwesen
- DIN 45669, Messung von Schwingungsimmissionen, Teil 2: Messverfahren, Juni 2005

3. Berechnungsvorschrift AVV Baulärm

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschimmissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschimmissionen - vom 19. August 1970 (AVV Baulärm). Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Nach der AVV Baulärm werden folgende Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft festgesetzt:

„...“

c) Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	tagsüber	60 dB(A)
	nachts	45 dB(A)

...

Als Nachtzeit gilt die Zeit von 20 Uhr bis 7 Uhr.“

Die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer innerhalb der Tages- und Nachtzeit wird durch Zeitkorrekturwerte der Wirkpegel gemäß der nachfolgenden Tabelle berücksichtigt:

Zeitkorrekturen nach 6.7.1 AVV Baulärm		
Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit 07:00 bis 20:00 Uhr	Nachtzeit 20:00 Uhr bis 07:00 Uhr	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

Die Bildung der Beurteilungspegel erfolgt bei der Baulärmprognose, indem die Zeitkorrekturwerte vor der Durchführung der Ausbreitungsberechnungen der Schallleistungs-Wirkpegel von den berechneten Schallimmissionen (sog. Wirkpegel) abgezogen werden.

Bei den Schallleistungs-Wirkpegeln für die verschiedenen Bauarbeiten handelt es sich um energetische Mittelungspegel typischer Arbeitszyklen. Diese bestehen bei einer Erdbaumaschine, wie z.B. einem Radlader, aus den einzelnen Arbeitsschritten Materialaufnahme, Heben der Schaufel, Fahren, Abkippen des Materials, Fahren und Senken der Schaufel sowie Leerlaufphasen. Der Wirkpegel ist gemäß AVV Baulärm nach dem Taktmaximalpegelverfahren in 5-Sekundentakten (L_{AFTm5} in dB(A)) zu ermitteln. Dadurch wird die Impulshaltigkeit der Geräusche mitberücksichtigt. Bei Prognoseberechnungen wird dem äquivalenten Dauerschallpegel ein Impulszuschlag aufaddiert.

Nach AVV Baulärm gilt der Immissionsrichtwert als überschritten, wenn der Beurteilungspegel den Richtwert überschreitet oder der Immissionsrichtwert für die Nachtzeit von einem oder mehreren Messwerten (Taktmaximalpegel-Verfahren) um mehr als 20 dB(A) überschritten wird.

Überschreitet der Beurteilungspegel des von Baumaschinen hervorgerufenen Geräusches den Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB(A), sollen nach Nummer 4 der AVV Baulärm Maßnahmen zur Minderung der Geräusche angeordnet werden. Diese Regelung ist grundsätzlich bei der Messung von Baulärmimmissionen gültig. Die 5 dB(A) Regelung kommt hier nicht zur Anwendung. Im Rahmen der Prognose der resultierenden Beurteilungspegel sind Maßnahmen unmittelbar bei prognostizierter Überschreitung der Immissionsrichtwerte vorzuschlagen. Nach Nr. 4.1 der AVV Baulärm kommen als Maßnahmen zur Minderung des Baulärms insbesondere in Betracht:

- a) Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
- b) Maßnahmen an den Baumaschinen
- c) die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
- d) die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren
- e) die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Weiterhin ist bei der Beurteilung zu berücksichtigen, ob Geräusche von Baumaschinen nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und mit welcher Häufigkeit bzw. Regelmäßigkeit erhebliche Lärmbelastungen für die

Nachbarschaft im Rahmen einer Baumaßnahme auftreten. Darüber hinaus ist die Anzahl der Gebäude mit Überschreitungen in der Nachbarschaft als Maß für die Überschreitung ein wesentliches Bewertungskriterium. Die für eine Prognose zu ermittelnden Wirkpegel (entsprechend AVV Baulärm Nr. 6.6) werden durch Schallausbreitungsberechnungen abgebildet. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt nach DIN ISO 9613-2 mit der Software SoundPLAN 8.2.

4. Maschineneinsatz und Schallemissionen

Ausgehend von den Bautätigkeiten der Maßnahme in den einzelnen Phasen wurden die Schallleistungspegel der abgeschätzten, voraussichtlich zum Einsatz kommenden Baumaschinen (bzw. Arbeitsvorgänge) als Schallleistungs-Wirkpegel abgebildet. Dabei enthalten sind emissionsseitige Zuschläge für Impulse, ausgedrückt durch den Taktmaximalpegel (emissionsseitiger Wirkpegel).

Im Rahmen der Prognosegenauigkeit wurde auf eine frequenzselektive Betrachtung verzichtet - als Eingangswerte wurden A-bewertete Schallleistungssummenpegel zugrunde gelegt.

Da zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht genau abgesehen werden kann, welche Geräte, Bauabläufe oder Maschineneinsatzzeiten zur Anwendung kommen, wurden die wirkenden Schallleistungspegel energetisch zu jeweils einer Schallquellengruppe je Bauphase summiert und entsprechend ihrer Abstrahlungscharakteristik als Flächenschallquellen nach DIN ISO 9613-2 modelliert.

Für die betroffene Nachbarschaft ergeben sich aus der jeweils vom Fortschritt der Baumaßnahme abhängigen Entfernung der Tätigkeiten unterschiedliche Geräuschimmissionen. Dies kann an den Immissionsorten im Nahbereich der Baustelle um ca. 5 dB(A) höhere oder niedrigere Beurteilungspegel ergeben.

Im Wesentlichen lassen sich beim hier geplanten Vorhaben 2 unterschiedliche Lastfälle jeweils zusammenfassen. Die Aufteilung lässt sich auch insoweit gut begründen, als dass Arbeiten zur Erstellung von Bohrpfahlwänden bzw. Tiefenentwässerung in vorhandener Einschnittslage zwischen Kißlegg und Wangen stattfinden, während die dazugehörigen BE-Flächen der Maßnahme außerhalb des Einschnitts auf Geländeoberkante situiert sind.

▪ Lastfall 1: Betrieb auf BE-Fläche

Bautätigkeit	Maschinen	L _{WA}	KI	Auslastung [%]	Schallleistungs- Wirkpegel L _{WAF_{tm}} [dB(A)]	Zusammengefasst im Beurteilungszeitraum [dB(A)]
BE-Fläche	Bagger / Radlader	106	4	10	100	106
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Kran	106	2	30	102	

▪ Lastfall 2: Erstellung Bohrpfahlwände

Bautätigkeit	Maschinen	L _{WA}	KI	Auslastung [%]	Schalleistungs- Wirkpegel L _{WAF_{tm}} [dB(A)]	Zusammengefasst im Beurteilungszeitraum [dB(A)]
Stützwand mit Bohrgerät	Bohrgerät	111	8	10	109	111
	LKW - Beladen	106		5	93	
	LKW - Fahren	106		40	102	
	Bagger / Radlader	106	4	10	100	
	Bagger Asphaltabbruch	107	4	5	98	
	Rüttelplatte / Walze	107	4	10	101	
	Betonmischer	101	2	3	87	
	Betonpumpe	107	3	3	94	
	Kran	106	2	30	102	

5. Immissionsorte und Schallimmissionen

Nach AVV Baulärm erfolgt die Beurteilung der von Baustellen ausgehenden Geräusche 0,5 m vor dem am stärksten betroffenen geöffneten Fenster von Gebäuden, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Die Schutzbedürftigkeit ausgewählter Immissionsorte im Bereich der Baumaßnahme wurde als Außenbereiche, AVV Baulärm, Kap. 3.1.1 c) IRW (tags/nachts) = 60/45 dB(A) eingestuft. Sofern keine Bebauungspläne vorhanden waren, wurden die Immissionsorte in Abhängigkeit der tatsächlichen baulichen Nutzung eingestuft.

Ausgehend von den angesetzten Schallquellen wurden die Schallimmissionen mittels Einzelpunktberechnungen nach DIN ISO 9613-2 ermittelt. Die Beurteilungssystematik geht bei der Ermittlung der Schallimmissionen von Baustellen vom Wirkpegel (nach Nr. 6.6 der AVV Baulärm) aus. Demnach wird der Wirkpegel aus dem nach dem Taktmaximalpegel-Verfahren gemessenen, auf ganze Zahlen gerundeten Schallpegel ggf. unter Berücksichtigung eines Lästigkeitszuschlags für deutlich hervortretende Töne (z.B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen) von bis zu 8 dB(A) gebildet (z.B. Abschlagen von Erde an Bohrer). Dieser Lästigkeitszuschlag wurde erforderlichenfalls bei der Bildung der kennzeichnenden Emissionswerte berücksichtigt. Damit wurden die Beurteilungspegel des Baulärms in der Nachbarschaft berechnet.

Die dargestellten Beurteilungspegel stellen den Vollbetrieb, d.h. die höchste betriebliche Auslastung innerhalb der Bauabschnitte und Mitwindsituation ($C_{Met} = 0$), dar. Sollte aufgrund von derzeit noch nicht bekannten oder nicht absehbaren Schwierigkeiten der Baufortschritt verlangsamt werden, kann eine entsprechend längere oder sogar höhere Belastung (verändertes Bauverfahren/veränderter Maschineneinsatz im Vergleich zu den Annahmen) auftreten.

6. Berechnungsergebnisse von Schallimmissionen (Einzelpunktberechnungen)

- Lastfall 1: Betrieb auf BE-Fläche

In folgender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für den Lastfall 1 unter Annahme eines Dreischichtbetriebs, d.h. einer Volllastung ohne Berücksichtigung von Ruhezeiten, dargestellt:

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
Arrisried 3	EG	S	60	45	36	36	–	–
	1.OG	S	60	45	36	36	–	–
	2.OG	S	60	45	36	36	–	–
	EG	O	60	45	22	22	–	–
	1.OG	O	60	45	22	22	–	–
	2.OG	O	60	45	25	25	–	–
	EG	N	60	45	37	37	–	–
	1.OG	N	60	45	37	37	–	–
	2.OG	N	60	45	37	37	–	–
Feld 1	EG	S	60	45	44	44	–	–
	1.OG	S	60	45	45	45	–	–
	2.OG	S	60	45	45	45	–	–
	EG	O	60	45	44	44	–	–
	1.OG	O	60	45	45	45	–	–
	2.OG	O	60	45	45	45	–	–
	EG	N	60	45	34	34	–	–
	1.OG	N	60	45	34	34	–	–
	2.OG	N	60	45	35	35	–	–
	EG	W	60	45	26	26	–	–
	1.OG	W	60	45	27	27	–	–
	2.OG	W	60	45	32	32	–	–
Feld 2	EG	W	60	45	30	30	–	–
	1.OG	W	60	45	30	30	–	–
	2.OG	W	60	45	32	32	–	–
	EG	S	60	45	45	45	–	–
	1.OG	S	60	45	45	45	–	–
	2.OG	S	60	45	46	46	–	0,1
	EG	O	60	45	45	45	–	–
	1.OG	O	60	45	46	46	–	0,2
	2.OG	O	60	45	46	46	–	0,3
	EG	N	60	45	32	32	–	–
	1.OG	N	60	45	35	35	–	–
	2.OG	N	60	45	35	35	–	–

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
Feld 3	EG	W	60	45	43	43	–	–
	1.OG	W	60	45	43	43	–	–
	2.OG	W	60	45	44	44	–	–
	EG	S	60	45	47	47	–	1,3
	1.OG	S	60	45	47	47	–	2
	2.OG	S	60	45	48	48	–	2,2
	EG	O	60	45	37	37	–	–
	1.OG	O	60	45	42	42	–	–
	2.OG	O	60	45	47	47	–	1,6
	EG	N	60	45	28	28	–	–
	1.OG	N	60	45	29	29	–	–
	2.OG	N	60	45	36	36	–	–
Kaibach 1/1	EG	SW	60	45	33	33	–	–
	1.OG	SW	60	45	34	34	–	–
	2.OG	SW	60	45	35	35	–	–
	EG	NW	60	45	38	38	–	–
	1.OG	NW	60	45	38	38	–	–
	2.OG	NW	60	45	38	38	–	–
	EG	NO	60	45	45	45	–	–
	1.OG	NO	60	45	45	45	–	–
	2.OG	NO	60	45	45	45	–	–
	EG	SO	60	45	47	47	–	1,1
	1.OG	SO	60	45	47	47	–	1,2
	2.OG	SO	60	45	46	46	–	0,1
Kaibach 1	EG	NO	60	45	37	37	–	–
	1.OG	NO	60	45	38	38	–	–
	2.OG	NO	60	45	39	39	–	–
	EG	SO	60	45	40	40	–	–
	1.OG	SO	60	45	44	44	–	–
	2.OG	SO	60	45	44	44	–	–
	EG	SW	60	45	30	30	–	–
	1.OG	SW	60	45	30	30	–	–
	2.OG	SW	60	45	33	33	–	–
	EG	NW	60	45	33	33	–	–
	1.OG	NW	60	45	33	33	–	–
	2.OG	NW	60	45	35	35	–	–
Kaibach 2/1	EG	NW	60	45	37	37	–	–
	1.OG	NW	60	45	38	38	–	–
	2.OG	NW	60	45	41	41	–	–

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
	EG	NO	60	45	38	38	–	–
	1.OG	NO	60	45	44	44	–	–
	2.OG	NO	60	45	47	47	–	1,7
	EG	SO	60	45	37	37	–	–
	1.OG	SO	60	45	45	45	–	–
	2.OG	SO	60	45	47	447	–	1,2
	EG	SW	60	45	29	29	–	–
	1.OG	SW	60	45	32	32	–	–
	2.OG	SW	60	45	38	38	–	–
Kaibach 2	EG	SW	60	45	32	32	–	–
	1.OG	SW	60	45	35	35	–	–
	2.OG	SW	60	45	36	36	–	–
	EG	NW	60	45	41	41	–	–
	1.OG	NW	60	45	42	42	–	–
	2.OG	NW	60	45	42	42	–	–
	EG	NO	60	45	46	46	–	0,9
	1.OG	NO	60	45	47	47	–	1,1
	2.OG	NO	60	45	47	47	–	1,3
	EG	SO	60	45	44	44	–	–
	1.OG	SO	60	45	46	46	–	0,1
	2.OG	SO	60	45	46	46	–	0,3
Kaibach 3	EG	W	60	45	32	32	–	–
	1.OG	W	60	45	32	32	–	–
	2.OG	W	60	45	34	34	–	–
	EG	N	60	45	46	46	–	0,6
	1.OG	N	60	45	46	46	–	0,9
	2.OG	N	60	45	47	47	–	1,2
	EG	O	60	45	47	47	–	1,8
	1.OG	O	60	45	47	47	–	2
	2.OG	O	60	45	48	48	–	2,2
	EG	S	60	45	45	45	–	–
	1.OG	S	60	45	45	45	–	–
	2.OG	S	60	45	46	46	–	0,2

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle im Nachtzeitraum rechnerisch um bis zu ca. 3 dB(A) überschritten werden. Im hier vorliegenden Fall werden keine Überschreitungen oberhalb von 60 dB(A) nachts, einer Schwelle potenzieller Gesundheitsgefährdung, erwartet.

▪ Lastfall 2: Erstellung Bohrpfahlwände

In folgender Tabelle sind die Berechnungsergebnisse für den Lastfall 2 unter Annahme eines Dreischichtbetriebs, d.h. einer Volllastung ohne Berücksichtigung von Ruhezeiten, dargestellt:

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
Arrisried 3	EG	S	60	45	39	39	—	—
	1.OG	S	60	45	39	39	—	—
	2.OG	S	60	45	39	39	—	—
	EG	O	60	45	23	23	—	—
	1.OG	O	60	45	23	23	—	—
	2.OG	O	60	45	25	25	—	—
	EG	N	60	45	39	39	—	—
	1.OG	N	60	45	39	39	—	—
	2.OG	N	60	45	39	39	—	—
	EG	S	60	45	49	49	—	3,3
	1.OG	S	60	45	49	49	—	3,7
	2.OG	S	60	45	50	50	—	4,3
Feld 1	EG	O	60	45	49	49	—	3,8
	1.OG	O	60	45	49	49	—	4
	2.OG	O	60	45	50	50	—	4,3
	EG	N	60	45	31	31	—	—
	1.OG	N	60	45	31	31	—	—
	2.OG	N	60	45	34	34	—	—
	EG	W	60	45	31	31	—	—
	1.OG	W	60	45	31	31	—	—
	2.OG	W	60	45	33	33	—	—
	EG	W	60	45	31	31	—	—
	1.OG	W	60	45	31	31	—	—
	2.OG	W	60	45	34	34	—	—
Feld 2	EG	S	60	45	49	49	—	3,4
	1.OG	S	60	45	49	49	—	3,7
	2.OG	S	60	45	49	49	—	4
	EG	O	60	45	49	49	—	3,8
	1.OG	O	60	45	49	49	—	4
	2.OG	O	60	45	50	50	—	4,3
	EG	N	60	45	36	36	—	—
	1.OG	N	60	45	37	37	—	—
	2.OG	N	60	45	35	35	—	—
	EG	W	60	45	42	42	—	—
	1.OG	W	60	45	43	43	—	—
	2.OG	W	60	45	43	43	—	—

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
	2.OG	W	60	45	43	43	–	–
	EG	S	60	45	45	45	–	–
	1.OG	S	60	45	47	47	–	1,2
	2.OG	S	60	45	52	52	–	6,4
	EG	O	60	45	41	41	–	–
	1.OG	O	60	45	43	43	–	–
	2.OG	O	60	45	52	52	–	6,3
	EG	N	60	45	33	33	–	–
	1.OG	N	60	45	33	33	–	–
	2.OG	N	60	45	37	37	–	–
Kaibach 1/1	EG	SW	60	45	30	30	–	–
	1.OG	SW	60	45	30	30	–	–
	2.OG	SW	60	45	34	34	–	–
	EG	NW	60	45	43	43	–	–
	1.OG	NW	60	45	43	43	–	–
	2.OG	NW	60	45	43	43	–	–
	EG	NO	60	45	48	48	–	3
	1.OG	NO	60	45	46	46	–	0,5
	2.OG	NO	60	45	46	46	–	0,8
	EG	SO	60	45	48	48	–	2,4
	1.OG	SO	60	45	44	44	–	–
	2.OG	SO	60	45	45	45	–	–
Kaibach 1	EG	NO	60	45	41	41	–	–
	1.OG	NO	60	45	41	41	–	–
	2.OG	NO	60	45	41	41	–	–
	EG	SO	60	45	37	37	–	–
	1.OG	SO	60	45	38	38	–	–
	2.OG	SO	60	45	44	44	–	–
	EG	SW	60	45	29	29	–	–
	1.OG	SW	60	45	29	29	–	–
	2.OG	SW	60	45	33	33	–	–
	EG	NW	60	45	40	40	–	–
	1.OG	NW	60	45	40	40	–	–
	2.OG	NW	60	45	41	41	–	–
Kaibach 2/1	EG	NW	60	45	40	40	–	–
	1.OG	NW	60	45	41	41	–	–
	2.OG	NW	60	45	42	42	–	–
	EG	NO	60	45	41	41	–	–
	1.OG	NO	60	45	45	45	–	–

Immissionsort	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)	LrT,diff dB	LrN,diff dB
Kaibach 2	2.OG	NO	60	45	51	51	–	5,7
	EG	SO	60	45	38	38	–	–
	1.OG	SO	60	45	45	45	–	–
	2.OG	SO	60	45	51	51	–	5,3
	EG	SW	60	45	34	34	–	–
	1.OG	SW	60	45	35	35	–	–
	2.OG	SW	60	45	37	37	–	–
	EG	SW	60	45	31	31	–	–
	1.OG	SW	60	45	31	31	–	–
	2.OG	SW	60	45	34	34	–	–
	EG	NW	60	45	40	40	–	–
	1.OG	NW	60	45	41	41	–	–
	2.OG	NW	60	45	43	43	–	–
	EG	NO	60	45	48	48	–	2,9
	1.OG	NO	60	45	47	47	–	1,4
	2.OG	NO	60	45	47	47	–	2,1
	EG	SO	60	45	39	39	–	–
	1.OG	SO	60	45	42	42	–	–
Kaibach 3	2.OG	SO	60	45	47	47	–	2
	EG	W	60	45	37	37	–	–
	1.OG	W	60	45	37	37	–	–
	2.OG	W	60	45	38	38	–	–
	EG	N	60	45	42	42	–	–
	1.OG	N	60	45	42	42	–	–
	2.OG	N	60	45	42	42	–	–
	EG	O	60	45	50	50	–	4,7
	1.OG	O	60	45	50	50	–	5
	2.OG	O	60	45	51	51	–	5,4
	EG	S	60	45	47	47	–	1,7
	1.OG	S	60	45	46	46	–	1
	2.OG	S	60	45	47	47	–	1,4

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit des Abstands zur jeweiligen Lärmquelle im Nachtzeitraum rechnerisch um bis zu ca. 7 dB(A) überschritten werden. Im hier vorliegenden Fall werden ebenfalls keine Überschreitungen oberhalb von 60 dB(A) nachts erwartet.

7. Bewertung und Vorschlag von Maßnahmen zum Schutz vor Baulärm

Bei der Bewertung der Schutzmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der beim Baustellenlärm regelmäßig auftretenden Schwankungen der Lärmbelastung die AVV Baulärm unter Nummer 4.1 zunächst nur bestimmt, dass Maßnahmen zur Minderung der Geräusche grundsätzlich erst dann angeordnet werden sollen, wenn die nach Nummer 6 der AVV Baulärm ermittelten Beurteilungspegel die „erheblich belästigenden“ Immissionen (Immissionsrichtwerte) um mehr als 5 dB(A) überschreiten.

Die Grenze zur „erheblichen Belästigung“ soll beim Baulärm aber nicht generell auch gleichzeitig die Grenze der „Zumutbarkeit“ darstellen. Im Speziellen kann eine „Zumutbarkeit“ beim Baustellenbetrieb u. U. auch dann noch gegeben sein, wenn die Immissionsrichtwerte überschritten werden. Die Zumutbarkeitsschwelle ist also im Rahmen der Abwägung über möglicherweise vorzusehende Schutzvorkehrungen festzulegen.

Die AVV Baulärm legt mit den Immissionsrichtwerten zunächst also nur eine Schwelle fest, bis zu der beim Baulärm auf jeden Fall von zumutbaren Belästigungen ausgegangen werden kann. Bei darüberhinausgehenden Belastungen ist dann im Einzelnen über die mögliche und notwendige Umsetzung von tunlichen Schutzvorkehrungen oder über eine ggf. zustehende Entschädigung zu befinden. Da die prognostizierten Schallimmissionen auf Annahmen eines vorläufigen Bauphasenkonzepts sowie eines voraussichtlichen Bauablaufs basieren, dabei jedoch nur beispielhafte bzw. üblicherweise verwendbare Geräte und Bauverfahren herangezogen werden konnten, erscheinen zeitlich und örtlich konkretisierte Maßnahmen zur Minderung des Baulärms erst bei genauerer Kenntnis des Bauablaufs sowie der geplanten einzusetzenden Maschinen sinnvoll.

Folgende technische und organisatorische Maßnahmen sind im Zuge der Ausschreibung daher ausreichend zu berücksichtigen:

- Verwendung von geräuscharmen Baumaschinen und Bauverfahren

Im Rahmen der Ausschreibung ist darauf hinzuweisen, dass von den beauftragten Bauunternehmen ausschließlich Bauverfahren und Baugeräte eingesetzt werden, die hinsichtlich ihrer Schall- und Erschütterungsemissionen dem Stand der Technik entsprechen (siehe z.B. 32. BImSchV). Ebenfalls ist darauf hinzuweisen, dass die Baustellen so geplant, eingerichtet und betrieben werden, dass Geräusche weitestgehend verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

Von der Ausführungsfirma ist eine Abstimmung zur Größe und Funktion der jeweiligen Geräte auf die zu leistenden Arbeiten in den Angebotsunterlagen darzulegen.

- Idealerweise Begrenzung von Bauarbeiten an einer Einwirkstelle auf höchstens 6 h im Nachtzeitraum (z.B. in nächtlicher Sperrpause)

Zur Minderung des Beurteilungspegels sollte die lärmintensive nächtliche Arbeitszeit auf 6 h begrenzt werden. Alternativ kommt auch eine Aufteilung der Arbeiten auf 2 Abschnitte pro Nacht in Frage, z.B. 6 h im Abschnitt Nord, 5 h im Abschnitt Süd, so dass sich die Schallquellen pro Nachthälfte hinreichend weit vom nächstgelegenen Immissionsort entfernen.

Weiterhin sind nachfolgende von Bauzeiten und Bauphasen unabhängige Maßnahmen ausreichend zu berücksichtigen:

- Die tatsächliche Nutzung der Gebäude mit potenziellen Überschreitungen sollte vorweg abgeklärt werden

- Umfassende Information der Anwohner über Art und Umfang der Bautätigkeiten
- Benennung einer Ansprechstelle, an die sich die Anwohner/Mitarbeiter mit Überschreitungen wenden können

In den diskutierten und vorgeschlagenen Maßnahmen steckt somit umfangreiches Potenzial zur Minderung der baubedingten Schallimmissionen, sodass bei deren Berücksichtigung etwaige Belästigungen nicht mehr auftreten.

8. Bewertung zu Immissionen durch baubedingte Erschütterungen

Es existieren zurzeit keine gesetzlichen Regelungen zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen bzw. auf bauliche Anlagen. In einschlägigen Sachverständigenäußerungen werden jedoch Beurteilungsmaßstäbe zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Erschütterungen beschrieben. Die Bewertung der Erheblichkeit von Belästigungen bzw. Nachteilen durch Erschütterungseinwirkungen im Sinne des BImSchG ist daher anhand von Regelwerken sachverständiger Organisationen oder von einzelfallbezogenen Gutachten vorzunehmen, wobei die Normenreihen der DIN 4150 „Erschütterungen im Bauwesen“ als antizipierte Sachverständigengutachten zur Konkretisierung des Begriffs der schädlichen Umwelteinwirkung herangezogen, aber nicht schematisch angewandt werden können.

Die Beurteilung von Erschütterungsimmissionen auf Menschen in Gebäuden erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2. Bei der Einhaltung der entsprechenden Anhaltswerte ist in der Regel zu erwarten, dass erhebliche Belästigungen von Menschen in Gebäuden vermieden werden.

Die Beurteilung von Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude erfolgt nach der DIN 4150-3. Dabei nennt die Norm Anhaltswerte, bei deren Einhaltung keine Gebäudeschäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes zu erwarten sind.

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen selten auftretenden kurzzeitigen bzw. häufigen Einwirkungen. Entsprechend Punkt 6.5.1 der DIN 4150-2 sind bis zu drei Ereignisse je Tag als selten einzustufen. Aufgrund der Erregerquellen beim Baubetrieb ist im vorliegenden Fall grundsätzlich von häufigen Einwirkungen auszugehen.

Bei der Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen in Gebäuden durch Baumaßnahmen sind tags (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) die durch den Baustellenbetrieb verursachten Erschütterungen nach den nachfolgend dargestellten Anhaltswerten der Tabelle 2 in der DIN 4150-2 gebietsunabhängig zu bewerten.

Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen tags durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 2									
Dauer	D ≤ 1Tag			6 Tage < D ≤ 26Tage			26 Tage < D ≤ 78Tage		
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anhaltswerte	A _U	A _O *)	A _r	A _U	A _O *)	A _r	A _U	A _O *)	A _r
Stufe 1	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe 2	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe 3	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6
*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A _O =6									

Die jeweiligen Stufen beschreiben den Grad einer potenziellen Belästigung und stellen die Basis für Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen dar.

Unter der Dauer D der Erschütterungseinwirkung in der Tabelle 2 der DIN 4150-2 ist die Anzahl von Tagen zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten. Tage mit Erschütterungseinwirkungen, die unter diesen Anhaltswerten (siehe Tab. 2) liegen, sind nicht mitzuzählen.

Baubedingte Erschütterungen nachts (22:00 bis 06:00 Uhr) werden anhand der nachfolgend dargestellten Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 beurteilt:

Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen nachts durch Baumaßnahmen außer Sprengungen nach DIN 4150-2, Tabelle 1				
Zeile	Einwirkungsort	Nachts		
		A _u	A _o	A _r
3	Misch-, Kerngebiete	0,15	0,3	0,07

Das Beurteilungsverfahren unterscheidet zwischen kurzzeitigen Erschütterungen und Dauererschütterungen. Dabei werden als Dauererschütterungen jene Einwirkungen bezeichnet, bei denen die Definition von kurzzeitigen Erschütterungen nicht zutrifft. Erschütterungen gelten als kurzzeitig, wenn sie für jedes Ereignis höchstens wenige Sekunden andauern und keine Materialermüdungen oder Resonanzerscheinungen in den betroffenen Strukturen erzeugen. Werden beispielsweise Abrissarbeiten unter Meißeleinsatz durchgeführt oder Flächen verdichtet, etc., ist vom Belastungsfall durch Dauererschütterungen auszugehen.

Bei der Beurteilung nach der DIN 4150-3 werden folglich die messtechnisch erfassten maximalen Schwinggeschwindigkeiten v_{\max} mit den jeweiligen Anhaltswerten für Dauererschütterungen verglichen.

Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen			
Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i	
		oberste Gebäudedecke, horizontal [mm/s]	vertikale Deckenschwingungen [mm/s]
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10 ^a

Werden die Anhaltswerte eingehalten oder unterschritten, ist davon auszugehen, dass Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes von Bauwerken nicht eintreten.

Die Höhe der Erschütterungsemissionen sowie deren Weiterleitung im Erdreich hängen zudem stark von den spezifischen geotechnischen Untergrundverhältnissen ab. Entsprechend der Geologischen Übersichtskarte von Baden-Württemberg besteht der Untergrund aus Würm-Moränensediment. Hinsichtlich der Weiterleitung von Bauerschütterungen werden die Untergrundverhältnisse typischer Moränensedimente als kritisch angesehen, v.a. wenn ein hoher Verdichtungsgrad des Kies-Sand-Gemisches besteht. Dies gilt insbesondere für die Weiterleitung von Frequenzen oberhalb von 20 Hz. In der Regel befinden sich harmonische Schwingungsanregungen durch Baumaschinen oberhalb dieser Anregungsfrequenz.

Aufgrund der geplanten Bautätigkeiten unter Berücksichtigung der Untergrundverhältnisse ergibt sich für die baubedingten Erschütterungen gegenwärtig folgende Bewertung:

- Verdichtungsarbeiten (Einsatz von einer Rüttelwalzen auf BE-Flächen)

Beim Einsatz von Rüttelwalzen zur Verdichtung von Sand und Schotter im Bereich von BE-Flächen handelt es sich um eine Baumaßnahme mit einem vergleichsweise hohen Anteil von erschütterungsintensivem Baugerät. Überschreitungen durch Erschütterungsimmissionen im Tagzeitraum bis zu einem Abstand von ca. 20 m und im Nachtzeitraum von ca. 50 m sind daher nicht unmittelbar auszuschließen.

Infolge der geplanten Bautätigkeiten (Erstellung Bohrpfahlwand, einschl. Verdichtung an BE-Flächen) ist zur Minderung von baubedingten Erschütterungsimmissionen für nächstliegende Gebäude jedoch geometrisch bedingt kein spezielles Schutzmaßnahmenkonzept erforderlich, da sich alle nächstgelegenen Anwesen in Abständen von mindestens 150 m zur Baumaßnahme und damit außerhalb potenzieller Betroffenheitskorridore befinden.

Bei Einhaltung der Vorgaben zum Schutz vor Erschütterungsimmissionen bei Durchführung von Verdichtungsarbeiten kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen zum Schutz vor Erschütterungsimmissionen beim Einsatz eines Großbohrgeräts ebenfalls eingehalten werden.

Mit freundlichen Grüßen
Möhler + Partner Ingenieure AG



i.V. M.Sc. Martin Crljenkovic



i.V. B.Sc. Laurenz Laugwitz

