

Geräuschimmissionsprognose nach TA Lärm

vRP
von Rekowski und Partner mbB
Ingenieurbüro für Bauphysik
Sommergasse 3
69469 Weinheim
Tel. 06201 - 5958-0
Fax 06201 - 5958-57
mail@rekowski.de
www.rekowski.de

Berichtsnummer E 23176SG1

Datenbank-Nr. 58/2023

Projekt Grundschule Tairnbach
Wärmezentrale

E 23176SG1

14.11.2023

st

Bauherr + Auftraggeber Gemeinde Mühlhausen
Bürgermeisteramt
Postfach 2166
69240 Mühlhausen



VMPA-SAG-176-97-BW

Planung Rohwareimstudio
Martin Wieczorek Architekt:innen PartmbB
Gallmayerstr. 8
81669 München

Akkreditiertes Prüflaboratori-
um nach
DIN EN ISO/IEC 17025 und
vom Ministerium für Umwelt
Baden-Württemberg nach
§ 29b BImSchG bekannt gege-
bene Messstelle zur Ermittlung
von Geräuschen

Verfasser Oliver Schmitt

Partner:

Dipl.-Ing. Gerhard Schüßler *
Dipl.-Ing. (FH) Günter Görner *
Dipl.-Ing. Evangelos Robies *

stellv. Messstellenleiter Dipl.-Ing. Gerhard Schüßler

ö.b.u.v. Sachverständige:

Dipl.-Ing. Klaus Janke
Dipl.-Ing. (FH) Roman Schymik

Gesamtseitenzahl 21 inkl. Anhänge

Sitz der Gesellschaft:
Weinheim

Partnerschaftsregister:
Mannheim, PR 430007

* Partner im Sinne des Partner-
schaftsgesellschaftsgesetzes

Inhaltsverzeichnis

- 1 Aufgabenstellung
- 2 Projektbeschreibung
- 3 Beurteilungsgrundlagen
- 4 Beurteilungsverfahren
 - 4.1 Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden
 - 4.2 Immissionsrichtwerte innerhalb von Gebäuden
 - 4.3 Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse
 - 4.4 Beurteilungszeiten
 - 4.5 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit
 - 4.6 Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit K_T
 - 4.7 Zuschläge für Impulshaltigkeit K_I
 - 4.8 Ausnahmeregelung für Notsituationen
 - 4.9 Maßgebliche Immissionsorte
 - 4.10 Gemengelage
 - 4.11 Ausschließliche Nicht-Wohnnutzung
 - 4.12 Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen auf öffentlichen Straßen
- 5 Projektspezifische Randbedingungen
 - 5.1 Gebietseinstufung und Immissionsrichtwerte
 - 5.2 Vorbelastung
 - 5.3 Gemengelage
 - 5.4 Nutzungszeiten
- 6 Geräuschemissionen
 - 6.1 Wärmepumpen
- 7 Berechnungsergebnisse
 - 7.1 Beurteilungspegel tags (6.00 - 22.00 Uhr) und nachts (22.00 - 6.00 Uhr)
- 8 Beurteilung der Berechnungsergebnisse
- 9 Qualität der Prognose
- 10 Hinweise

Anhänge

A Normen und Richtlinien, Arbeitsunterlagen

B Berechnungsprogramm

C Planunterlagen

1 Lageplan

2.1 Beurteilungspegel tags

2.2 Beurteilungspegel nachts

1 Aufgabenstellung

Die Gemeinde Mühlhausen plant den Neubau einer Grundschule in Tairnbach mit anschließender Wärmezentrale. Der bestimmungsgemäße Betrieb des Projekts (Anlage im Sinne der TA Lärm) verursacht planmäßig Geräuschemissionen aufgrund

- der Schallabstrahlung der Wärmepumpen.

Die hieraus entstehenden Geräuscheinwirkungen sind an den maßgeblichen Immissionsorten in der Nachbarschaft zu prognostizieren und mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm zu vergleichen. Es handelt sich hierbei um die Prüfung nach der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, veröffentlicht am 09.06.2017) für eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage.

2 Projektbeschreibung

Beim Bauvorhaben handelt sich um den Neubau einer zweigeschossigen Grundschule in Tairnbach. Südwestlich der Grundschule sollen an der Grundstücksgrenze zwei Wärmepumpen zur Versorgung der Grundschule aufgestellt werden.

Zur Minderung der Geräuschemissionen werden die beiden Wärmepumpen in einer geschlossenen Technikzentrale aufgestellt.

Nördlich des Bauvorhabens befinden sich zwei neue Baugrundstücke, welche die nächstgelegenen Immissionsorte darstellen. Umliegend um das Bauvorhaben ist weiter Wohnbebauung vorhanden. Westlich an die geplante Wärmezentrale grenzt die Feuerwehr mit ihrer Fahrzeughalle an.

In südöstlicher Richtung befindet sich ein Schützenhaus und der Sportplatz der Gemeinde Tairnbach.

3 Beurteilungsgrundlagen

Als Beurteilungsgrundlage werden verwendet:

- 1 Die in Anlage B genannten Normen, Regelwerke und Fachveröffentlichungen.
- 2 Die in Anlage D genannten Planunterlagen.
- 3 Folgende projektspezifische Unterlagen

/1/ Google Earth Luftbild

/2/ Mail mit Angaben zu den Wärmepumpen von
MBP Ingenieure, Malze Biebl Passin in Mühlhausen

vom 25.09.2023

- | | | |
|-----|---|----------------|
| /3/ | Mail mit Anagben zur Einhausung der Wärmepumpen von von MBP Ingenieure, Malze Biebl Passin in Mühlhausen | vom 27.10.2023 |
| /4/ | Mail mit Angaben zu den Zu- und Abluftöffnungen an den Wärmepumpen von MBP Ingenieure, Malze Biebl Passin in Mühlhausen | vom 30.10.2023 |
| /5/ | Plan mit Grundriss, Ansichten und Schnitt der Energiezentrale von ROHWAREIMSTUDIO Martin Wieczorek Architekt:innen PartmbB, München | vom 06.11.2023 |
| /6/ | Bebauungsplan "Dorfplatz" der Gemeinde Mühlhausen Ortsteil Tairnbach | vom 03.08.1995 |

4 Beurteilungsverfahren

Beim genannten Projekt handelt es sich entsprechend dem zweiten Teil, zweiter Abschnitt des Bundes-Immissionsschutzgesetzes¹ (BImSchG) um eine **nicht genehmigungsbedürftige Anlage**. Der Betreiber der Anlage ist gemäß § 22 Nr.1 BImSchG verpflichtet, die Anlage so zu errichten und betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und nach dem Stand der Technik unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Regelungen hierzu sind in der TA Lärm² enthalten. Die immissionsschutztechnische Prüfung erfolgt hierbei nach der vereinfachten Regelfallprüfung durch eine **detaillierte Prognose**.

Bei der Geräuschimmissionsprognose sind alle Schallemissionen, die der Anlage zuzurechnen sind, einschließlich Transport- und Verkehrsvorgängen, zu berücksichtigen. Allgemeine Umgebungsgeräusche, die z. B. durch angrenzende öffentliche Straßen verursacht werden, werden nicht in die Bewertung mit einbezogen. Insofern sind die ermittelten Beurteilungspegel nicht unmittelbar mit messtechnisch ermittelbaren Schalldruckpegeln vergleichbar.

Als Berechnungsergebnis wird der Beurteilungspegel L_r anhand diskreter Immissionspunkte ermittelt. Der Beurteilungspegel ist ein Maß für den an einem Immissionsort ankommenden Schalldruckpegel inkl. einer zeitlichen Bewertung und Berücksichtigung von Zuschlägen, sofern erforderlich.

4.1 Immissionsrichtwerte außerhalb von Gebäuden

Die Immissionsrichtwerte von Immissionsorten außerhalb von Gebäuden werden in Abhängigkeit von der Gebietsart nach TA Lärm Abs. 6.1 zu entnehmen.

¹ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 8.4.2019 I 432

² Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BANz AT 08.06.2017 B5)

Gebietsart	Immissionsrichtwerte	
	tags	nachts
Industriegebiete (GI)	70 dB(A)	
Gewerbegebiete (GE)	65 dB(A)	50 dB(A)
urbane Gebiete	63 dB(A)	45 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebieten (MK, MI)	60 dB(A)	45 dB(A)
allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete (WA)	55 dB(A)	40 dB(A)
reine Wohngebiete (WR)	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

4.2 Immissionsrichtwerte innerhalb von Gebäuden

Innerhalb von Gebäuden oder bei Körperschallübertragung gelten als Immissionsrichtwerte für betriebsfremde schutzbedürftige Räume nach DIN 4109³, Ausgabe November 1989 folgende Werte:

Gebietsart	Immissionsrichtwerte	
	tags	nachts
alle Gebiete	35 dB(A)	25 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 10 dB(A) überschreiten. Die Einhaltung der Immissionsrichtwerte innerhalb von Gebäuden ist im Rahmen der bauakustischen Beratungen und Nachweise sicherzustellen.

4.3 Immissionsrichtwerte für seltene Ereignisse

Seltene Ereignisse sind planmäßig auftretende Besonderheiten, die in seltenen Fällen oder über eine begrenzte Zeitdauer, aber an nicht mehr als zehn Tagen oder Nächten eines Kalenderjahres und nicht an mehr als an jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden, auftreten. Bei Einhaltung des Standes der Technik zur Lärminderung kann folgende Überschreitung der Immissionsrichtwerte seitens der zuständigen Behörde genehmigt werden:

Gebietsart	Immissionsrichtwerte	
	tags	nachts
alle Gebiete	70 dB(A)	55 dB(A)

³ DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise (Hinweis: Diese Norm ist mittlerweile zurückgezogen und durch die DIN 4109-1:2018 ersetzt. Aufgrund des statischen Verweises der TA Lärm gilt hier jedoch die Ausgabe 1989)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen diese Werte in Gewerbegebieten um nicht mehr 25 dB(A) am Tag und 15 dB(A) in der Nacht, in allen sonstigen Gebieten um 20 dB(A) am Tag und 10 dB(A) in der Nacht überschreiten.

4.4 Beurteilungszeiten

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgeblich für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt. Sie beziehen sich auf folgende Zeiten:

Gebietsart	Beurteilungszeit	
	tags	nachts
alle Gebiete	06.00 – 22.00 Uhr	22.00 – 6.00 Uhr
(lauteste Nachtstunde)		

4.5 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Bei allgemeinen und reinen Wohngebieten sowie Kur- und Krankenhausgebieten ist bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag von 6 dB zu berücksichtigen.

Gebietsart	Zeiten mit Zuschlägen		
Werktage	06.00 – 07.00 Uhr	-	20.00 – 22.00 Uhr
Sonn- und Feiertage	06.00 – 09.00 Uhr	13.00 – 15.00 Uhr	20.00 – 22.00 Uhr

4.6 Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit K_T

Für die Teilzeiten, in denen in den zu beurteilenden Geräuschimmissionen ein oder mehrere Töne hervortreten oder in denen das Geräusch informationshaltig ist, ist für den Zuschlag K_T je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen.

Tonhaltige Geräusche weisen hervortretende Schallenergieanteile bei diskreten Frequenzen auf. Bei Sprache tritt dies i. d. R. nur bei elektroakustischer Verstärkung auf. Wenn innerhalb eines gleichmäßig monotonen Geräuschs technischer Anlagen zusätzliche Einzeltöne hörbar sind ist ebenfalls von einer Tonhaltigkeit auszugehen.

Geräusche sind informationshaltig, wenn sie deutlich erkennbar Gesang, Musik oder Sprache enthalten. Dies trifft z. B. für kommunizierende Personen im Außenbereich zu.

4.7 Zuschläge für Impulshaltigkeit K_I

Für die Teilzeiten, in denen das zu beurteilende Geräusch Impulse enthält, ist für den Zuschlag K_I je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen. Eine Ausnahme bilden Gartenlokale oder andere Freisitzflächen, bei denen die Impulshaltigkeit nach VDI 3770:2019-09 wie folgt angesetzt wird:

$$K_1 = 9,5 \text{ dB} - 4,5 \cdot \lg(n) \text{ dB}$$

mit

n Anzahl der zur Immission wesentlich beitragenden Personen

4.8 Ausnahmeregelung für Notsituationen

Bei außerplanmäßigen Notsituationen zur Abwehr von Gefahren dürfen die Immissionsrichtwerte überschritten werden (TA Lärm Abs. 7.1). Hierzu zählt z. B. der Betrieb von Netzersatzanlagen bei Stromausfall. Die Geräuschemissionen einer monatlichen planmäßigen Wartung hingegen sind der Anlage zuzurechnen und bei der Beurteilung entsprechend zu berücksichtigen.

4.9 Maßgebliche Immissionsorte

Maßgebliche Immissionsorte liegen

- bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb und vor der Mitte des geöffneten Fensters oder
- bei unbebauten Flächen an dem am stärksten betroffenen Rand der Fläche, an dem schutzbedürftige Räume erstellt werden dürfen, oder
- innerhalb von Gebäuden im nächstgelegenen betriebsfremden schutzbedürftigen Raum.

Die Schutzbedürftigkeit von Räumen ist in DIN 4109 definiert.

Die Immissionsprognose ermittelt die Zusatzbelastung, die an den maßgeblichen Immissionsorten durch den Betrieb der Anlage entsteht. Sofern keine weiteren Anlagen die Lärmbelastung erhöhen entspricht die von uns ermittelte Zusatzbelastung der Gesamtbelastung und kann direkt mit den Immissionsrichtwerten verglichen werden.

Liegt bereits eine Vorbelastung durch fremde Anlagen bei, müssen die Immissionsrichtwerte kontingiert werden, das bedeutet, dass die neue Anlage nur einen Anteil der Immissionsrichtwerte ausschöpfen darf.

4.10 Gemengelage

Wenn gewerblich oder industriell genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionsrichtwerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinander grenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der gegenseitigen Pflicht zur Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionsrichtwerte für Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden.

4.11 Ausschließliche Nicht-Wohnnutzung

Liegt bei maßgeblichen Immissionsorten eine ausschließliche und dauerhaft sichergestellte Nicht-Wohnnutzung vor, werden für den Nachtzeitraum die selben Immissionsrichtwerte wie für den Tagzeitraum zugrunde gelegt, da für diese Nutzungsart von keinem erhöhten Schutzbedürfnis in der Nacht auszugehen ist.

4.12 Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen auf öffentlichen Straßen

Während Fahrzeuggeräusche innerhalb von Anlagengrundstücken sowie bei der Grundstücksein- und Ausfahrt der zu beurteilenden Anlage zuzurechnen und zu beurteilen sind, sollen Verkehrsgeräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern von dem Betriebsgrundstück durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich vermindert werden, sofern:

- sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB erhöhen,
- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16.BImSchV) erstmals oder weitergehend überschritten werden.

5 Projektspezifische Randbedingungen

5.1 Gebietseinstufung und Immissionsrichtwerte

Gemäß dem Bebauungsplan "Dorfplatz" der Gemeinde Mühlhausen Ortsteil Tairnbach vom 03.08.1995 befinden sich mit Ausnahme des Immissionsort IO 8 sämtliche maßgeblichen Immissionsorte in einem Dorf-, Mischgebiet. Der Immissionsort IO 8 ist gemäß dem Bebauungsplan als allgemeines Wohngebiet einzustufen.

Bei folgenden Immissionsorten (IO) werden die höchsten Beurteilungspegel erwartet; sie können als maßgebliche Immissionsorte nach TA Lärm angesehen werden.

Immissionsorte		Gebietseinstufung	Immissionsrichtwerte	
			Tag	Nacht
IO 1	nördlich geplante Wohnbebauung	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 2	nördlich geplante Wohnbebauung	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 3	Sternweilerstr. 29	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 4	Sternweilerstr. 25a	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 5	Schützenstr. 2	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 6	Eschelbacher Str. 15	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 7	Eschelbacher Str. 7	MI	60 dB(A)	45 dB(A)
IO 8	Eschelbacher Str. 17	WA	55 dB(A)	40 dB(A)

An den gekennzeichneten maßgeblichen Immissionsorten (IO) werden alle vorhandenen Geschosse geprüft und der jeweils höchste Beurteilungspegel in den Ergebnistabellen ausgewiesen.

5.2 Vorbelastung

Eine Überprüfung der Vorbelastung nach TA Lärm liegt uns zum jetzigen Zeitpunkt nicht vor, so dass wir entsprechend Abs. 3.2.1 der TA Lärm die Beurteilungspegel mit 6 dB Differenz zu den Immissionsrichtwerten auslegen. Die hier zu beurteilende Anlage trägt damit im Sinne der TA Lärm nicht relevant zur Erhöhung etwaig vorhandener Lärmimmissionen bei.

5.3 Gemengelage

Die Gemengelage wird bei den Berechnungen nicht berücksichtigt.

5.4 Nutzungszeiten

Die Nutzung ist planmäßig für den Tag- und Nachtzeitraum vorgesehen.

6 Geräuschemissionen

6.1 Wärmepumpen

Bei den beiden Wärmepumpen handelt es sich um Wärmepumpen in Kompaktbauweise (Integralgerät) ohne Kanalanschluss (Außenaufstellung). Hierbei befinden sich der Kompressor sowie der Verdampfer mit Ventilator im Außenbereich der Anlage.

Zur Beurteilung der Geräuschemissionen ist es erforderlich, das Frequenzspektrum des Geräuschs im Hinblick auf seine Tonhaltigkeit zu beachten. Ursachen für tonhaltige Geräusche sind unter anderem der Kompressor sowie die Ventilatorschaufeln. Aufgrund der Schaufelfrequenz sowie der Kompressordrehzahl kann es im tieffrequenzen Spektrum zu einzelnen erhöhten Schalldruckpegeln kommen. Aus Erfahrung treten deutlich hervortretende Einzeltöne im Frequenzbereich von 32 bis 125 Hz auf. Da die Tonhaltigkeit abhängig von der Einbausituation und weiteren Randbedingungen ist, wird in den Berechnungen im Rahmen der Prognose gemäß Abs. A.2.5.2 der TA Lärm ein Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit berücksichtigt.

– 2 x Wärmepumpe Modell:	$L_{WA} = 83 \text{ dB(A) tags}$
Titan SKY Hi HP RO SLN 5.1 / EC der Fa. Swegon	$L_{WA} = 83 \text{ dB(A) nachts}$
– Betriebszeiten	tags 16 Stunden, nachts 8 Stunden
– Zuschlag Messtoleranz	+ 3 dB
– Ton- und Informationshaltigkeit K_T	$K_T = 6 \text{ dB}$
– Impulshaltigkeit	$K_I = 0 \text{ dB}$

Um die in den Wintermonaten notwendigen **Abtauvorgänge** einzuleiten, wird die Anlage vom Heiz- in den Kühlbetrieb umgeschaltet. Dabei wird der Wärmekreislauf umgekehrt und der Ventilator ausgeschaltet. Aufgrund des abgeschalteten Ventilators entfallen die aeroakustischen Geräusche. Somit ist die Abtauphase aus gerätetechnischer Sicht wesentlich geräuscharmer als die Betriebszeiten mit Ventilatorbetrieb. Dieser Sachverhalt wurde im Fachbeitrag "Ermittlung der Geräuschemission und

Möglichkeiten zur Lärminderung bei Luft-Wärme-Pumpen" durch das Bundesumweltministerium allgemeingültig untersucht und bestätigt.

Um die Geräuschemissionen einer Wärmepumpe zu verringern, besteht ggf. die Möglichkeit einer **Teilkapselung** oder Vollkapselung des Kompressors. Bei der Ausführung muss darauf geachtet werden, mögliche tonhaltige tieffrequente Geräusche aufgrund der Resonanzfrequenz der Einhausung zu minimieren.

Die beiden Wärmepumpe sollen in eine geschlossenen Einhausung aufgestellt werden welche an der West- und Ostseite eine Zuluftöffnung und im Dach der Einhausung eine Abluftöffnung aufweist. Diese Zu- und Abluftöffnungen müssen durch ein schallgedämmtes Wetterschutzgitter verschlossen werden. Die Innenseite der Technikzentrale ist vollflächig hochschallabsorbierend mit $\alpha = 0,7$ zu bekleiden.

Die Technikzentrale wird mit folgenden Parametern in den Berechnungen berücksichtigt:

- Innenpegel der Technikzentrale bei Betrieb beider Wärmepumpen $L_1 = 72,0 \text{ dB(A)}$

Für die Außenbauteile wurden folgende Konstruktionen sowie die zugehörigen Schalldämm-Maße festgelegt:

- Außenwand: massive Außenwand
bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 54 \text{ dB}$
- Dach: massive Dachkonstruktion
bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 54 \text{ dB}$
- Zu- und Abluftöffnungen: Schallgedämmte Wetterschutzgitter
bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 15 \text{ dB}$

7 Berechnungsergebnisse

In den folgenden Tabellen werden die Beurteilungspegel L_r für den Tag und die lauteste Nachtstunde im Vergleich mit den Immissionsrichtwerten angegeben.

7.1 Beurteilungspegel tags (6.00 - 22.00 Uhr) und nachts (22.00 - 6.00 Uhr)

Immissionsorte		Tagzeitraum			Nachtzeitraum		
		IRW dB(A)	L_r dB(A)	Δ dB	IRW dB(A)	L_r dB(A)	Δ dB
IO 1	nördlich geplante Wohnbebauung	60	39	-21	45	39	-6
IO 2	nördlich geplante Wohnbebauung	60	35	-25	45	35	-10
IO 3	Sternweilerstr. 29	60	28	-32	45	28	-17
IO 4	Sternweilerstr. 25a	60	28	-32	45	28	-17
IO 5	Schützenstr. 2	60	19	-41	45	19	-26
IO 6	Eschelbacher Str. 15	60	34	-26	45	34	-11
IO 7	Eschelbacher Str. 7	60	28	-32	45	28	-17
IO 8	Eschelbacher Str. 17	55	16	-39	40	15	-25

8 Beurteilung der Berechnungsergebnisse

Die durch den Betrieb der Anlage verursachte Zusatzbelastung führt unter Berücksichtigung der Vorbelastung zu einer veränderten Gesamtbelastung. Diese überschreitet nicht die vorgegebenen Immissionsrichtwerte.

Die Immissionsrichtwerte werden an sämtlichen maßgeblichen Immissionsorten um mindestens 6 dB unterschritten.

9 Qualität der Prognose

Zur Einschätzung der Ergebnisse von Geräuschimmissionsprognosen sind entsprechend TA Lärm Angaben zur Qualität der Prognose zu machen (TA Lärm A.2.6). Hierzu liegen umfangreiche mathematische Modelle zur Ermittlung von quantitativen Abweichungen vor. Bereits im Jahre 2001 hat Piorr⁴ mathematische Betrachtungen zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels

⁴ Piorr, D.: Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschimmissionswerten mittels Prognose. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (2001) Nr. 5 - September, S 172-175

Prognose in der Zeitschrift für Lärmbekämpfung veröffentlicht. Die Gesamtunsicherheit der rechnerischen Immissionsprognose lässt sich demnach wie folgt berechnen:

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{progn}^2} \quad \text{mit} \quad \sigma_t = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Darin bedeuten:

- σ_{ges} **Standardabweichung der Prognose** unter Berücksichtigung der Mess- und Prognoseunsicherheit, sowie der mögliche Serienstreuung
- σ_t **Gesamtstandardabweichung**; gemäß ISO 4871 häufig zwischen 1,3 dB und 3,5 dB (Messverfahren nach Klasse 1 oder 2)
- σ_{progn} **Standardabweichung aufgrund der Qualität des Prognoseverfahrens**; Bezüglich der Schallausbreitungsberechnung gibt die DIN ISO 9613-2 in Tabelle 5 geschätzte Abweichungen für unter nahezu freier Schallausbreitung ohne den Einfluss von Reflexionen und Abschirmungen berechneten Immissionspegel an. Dies ist allerdings kein Maß für die Standardabweichung σ_{progn} im Sinne der o. g. Formel, sondern gibt einen Schätzwert der tatsächlichen Schwankungen der Immissionspegel an. Daraus ergeben sich folgende Standardabweichungen:
 ± 1 dB entspricht $\sigma_{progn} = 0,5$ dB
 ± 3 dB entspricht $\sigma_{progn} = 1,5$ dB
- σ_R **Vergleichsstandardabweichung**; Standardabweichung der Messergebnisse, die bei Einhaltung der im Messverfahren festgelegten Messbedingungen bei Wiederholungsmessungen an derselben Maschine bei exakt gleichen Rahmenbedingungen jedoch bei Messungen in verschiedenen Labors und durch verschiedene Personen auftritt. Nach TA Lärm sollten möglichst Messverfahren der Genauigkeitsklasse 2 verwendet werden (σ_R wird im Prüfbericht durch das Messinstitut angegeben oder 1,5 dB, wenn keine Angabe im Prüfbericht oder keine normgerechte Messung vorgenommen wurde).
- σ_P **Produktstandardabweichung**; Streuung der Messwerte die bei Wiederholungsmessungen an Maschinen gleicher Bauart und gleicher Serie aufgrund der innerhalb der Serie zulässigen Fertigungstoleranzen auftritt. Wenn Messungen von verschiedenen Messinstituten erfolgten, kann die Standardabweichung nach DIN 45635 Teil 1 folgendermaßen berechnet werden:

Wenn nur eine Messung zugrunde liegt, beträgt $\sigma_P = 1,2$ dB für eine Unsicherheit von 2 dB.

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n L_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n L_i \right)^2 \right]}$$

Mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% wird vom prognostizierten Immissionspegel folgender Wert eingehalten:

$$L_0 = L_m + z \cdot \sigma_{ges}$$

mit:

- L_0 obere Vertrauensgrenze (90%)
 L_m prognostizierter Wert (Beurteilungspegel)
 z Standardnormalvariable ($z = 1,28$ für Überschreitungen der obere Vertrauensgrenze von höchstens 10% aller Prognosen)

σ_{ges} Standardabweichung der Prognose

Grundvoraussetzung für die Anwendung mathematischer ist die genaue Kenntnis der jeweiligen Emissionsdaten und Unsicherheiten. Diese sind jedoch in der Regel oft nicht gegeben.

- Die Schalleistung jeder einzelnen Schallquelle ist mit einer Unsicherheit behaftet, die durch eine Standardabweichung definiert ist. Herstellerangaben weisen oftmals "auf der sicheren Seite" liegende Daten aus, die ggf. noch um die Angabe der Messunsicherheit ergänzt werden. Weitergehende Angaben fehlen. Fachveröffentlichungen wie Parkplatzlärmstudien weisen ebenfalls Emissionsdaten aus, die auf der sicheren Seite liegen und die tatsächlichen Emissionen oftmals überschätzen.
- Die Dauern der einzelnen Emissionen sind oftmals nicht exakt vorhersehbar, so dass auch hier "auf der sicheren Seite" liegende Annahmen getroffen werden müssen.
- Bei ortsveränderlichen Quellen müssen Annahmen zum Bewegungsprofil und Verweildauern getroffen werden.
- Abstrahl- bzw. Richtcharakteristiken sind - mit Ausnahme von Beschallungsanlagen - nicht bekannt. Unsicherheiten sind hier nicht quantifizierbar, so dass nur eine auf der sicheren Seite liegende Abschätzung möglich ist.
- Die Minderung des Pegels auf dem Schallausbreitungsweg wird nach DIN ISO 9613-2 [14] berechnet, welche wiederum eine Unsicherheit aufweist. Darüber hinaus können bei Teilaspekten wie Beugungen um Kanten und Reflexionen Unsicherheiten mathematisch nicht bewertet werden.
- Letztendlich verursacht jede einzelne Schallquelle einen Pegel am Immissionsort, dessen Unsicherheit sowohl von der Unsicherheit der Emission als auch von der der Schallausbreitung abhängt. Werden beide als voneinander unabhängig betrachtet ließe sich die Gesamtstandardabweichung einer Quelle am Immissionsort bestimmen. Aufgrund der vorstehend genannten Punkte wären diese Unsicherheiten wieder mit Unsicherheiten behaftet.

Die Qualität von Geräuschimmissionsprognosen lässt sich somit schwerlich anhand quantitativer mathematischer Modelle beschreiben. Um eine zur Beurteilung ausreichende Sicherheit zu erhalten werden statt dessen die Eingangsdaten mit ausreichenden Sicherheiten versehen, so dass auch bei knapper Einhaltung der Immissionsrichtwerte sichere Entscheidungen getroffen werden können. Im einzelnen werden folgende Sicherheiten berücksichtigt:

- | | |
|--|---|
| – Schalleistungspegel von gebäudetechnischen Geräten | Zuschlag der Messtoleranz auf die Schalleistungspegel |
| – Dauern von Lärmemissionen | verlängerte Teilzeiten |
| – Schalldämm-Maße von Bauteilen bei der Schallabstrahlung aus Innenräumen | Minderung R'_w |
| – Ermittlung der Innenpegel von Räumen | Annahme Diffusfeld |
| – Parkplatzlärmstudie | Emissionsdaten liegen auf der sicheren Seite, Vollausslastung |
| – Lärmemissionen von Anlieferungen | Emissionsdaten liegen auf der sicheren Seite |
| – VDI 3770 "Emissionskennwerte von Schallquellen - Sport- und Freizeitanlagen" | Emissionsdaten liegen auf der sicheren Seite |

Die im Rechenverfahren berücksichtigten Witterungsbedingungen, wie Mitwindausbreitung auf jedem Schallausbreitungsweg und gut entwickelte Bodeninversion, sind als schallausbreitungsgünstig zu bezeichnen. Unter Zugrundelegung sämtlicher an einem Immissionsort auftretenden Windrichtungen verringert sich der Tag-Geräuschpegel am Immissionsort durch die Umrechnung (C_{met}) vom Mitwindmittelungspegel zum Langzeitmittelungspegel geringfügig. Bei anderen Windrichtungen bzw. Temperaturschichtungen können auch niedrigere Immissionspegel auftreten. Im Sinne eines Langzeitmittelungspegels liegen die Berechnungsergebnisse somit zugunsten der Betroffenen auf der sicheren Seite.

Die Berechnungsansätze der Emissionen wurden auf der Basis von Betreiberangaben und nach anerkannten Regelwerken ermittelt und geben den planmäßigen Anlagenbetrieb bei hoher Auslastung oder Vollauslastung wieder. Die jeweiligen Ansätze der Sicherheiten sind unter dem Abschnitt Emissionen dargelegt.

Weinheim, 14.11.2023

Gerhard Schüßler
(Stell. Messstellenleiter)

Oliver Schmitt
(Mitglied der Messstelle)

Anhang A Normen und Richtlinien, Arbeitsunterlagen

Folgende Normen und Richtlinien finden Anwendung:

Bezeichnung		Datum
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BimSchG) vom 25. März 1974, Fassung vom 14. Mai 1990, geändert am 20.04.1998	1998
TA-Lärm	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm vom 09.06.2017)	2017
	Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, BMU	7072017
DIN ISO 9613-2	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien	1999
DIN 18005 Teil 1	Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung	2002
VDI 2720	Schallschutz durch Abschirmung im Freien	1997
RLS-90	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen	1990
PLS`07	Parkplatzlärmstudie; Empfehlung zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage	2007
VDI 2714	Schallausbreitung im Freien <i>(Die VDI-2714 wurde im Oktober 2006 ersatzlos zurückgezogen. Die darin enthaltenen physikalischen Zusammenhänge zwischen dem Innenpegel und der Schallabstrahlung der Außenbauteile sind jedoch weiterhin anwendbar.)</i>	1988
VDI 2571	Schallabstrahlung von Industriebauten <i>(Die VDI-2571 wurde im Oktober 2006 ersatzlos zurückgezogen. Die darin enthaltenen physikalischen Zusammenhänge zwischen dem Innenpegel und der Schallabstrahlung der Außenbauteile sind jedoch weiterhin anwendbar.)</i>	1976
TB`05	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgelände von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten der Hessischen Landesanstalt für Umwelt	2005
DIN 45691	Geräuschkontingentierung	2006
VDI 3770	Emissionskennwerte für Schallquellen, Sport- und Freizeitanlagen	2012

Anhang B Berechnungsprogramm

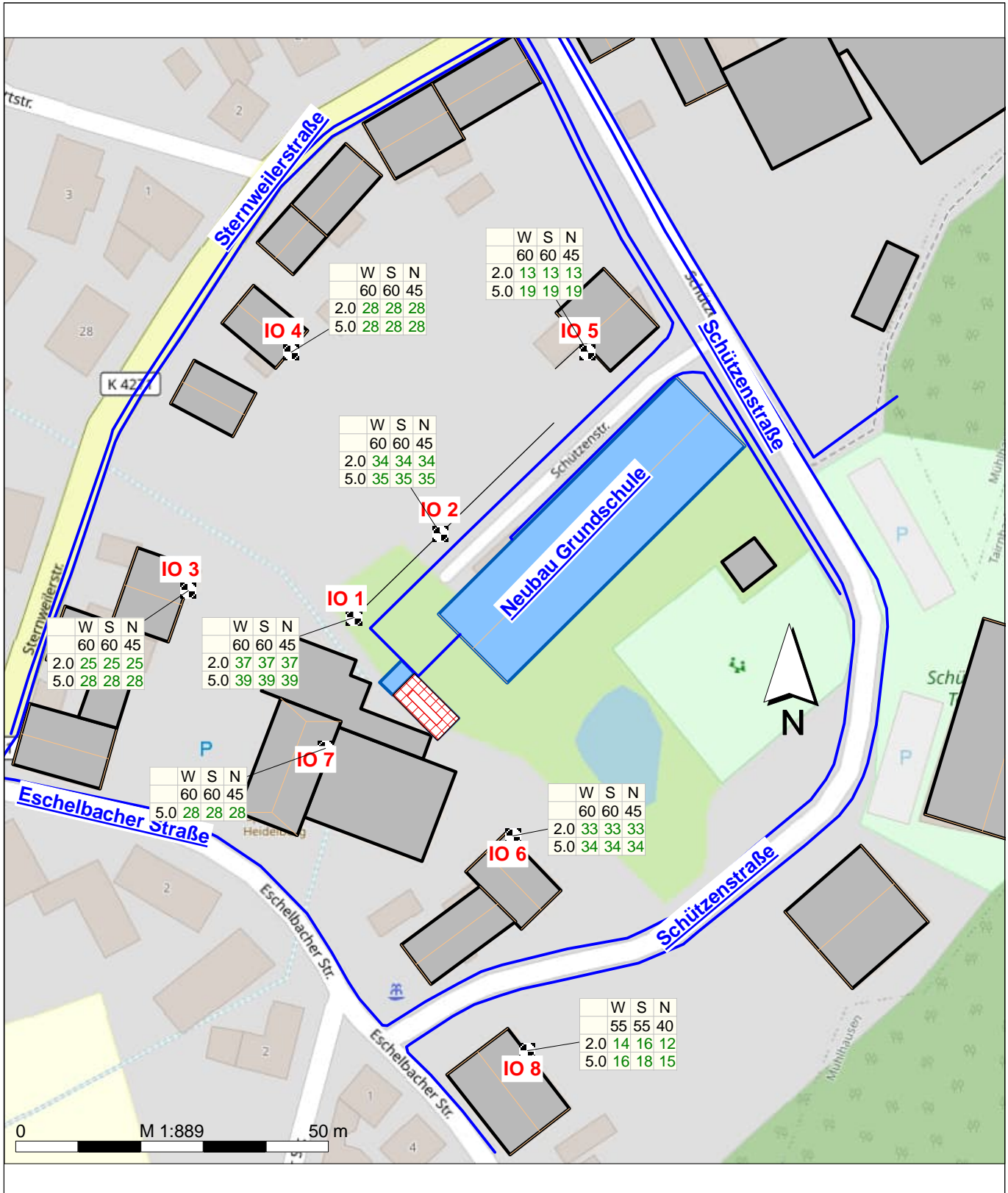
Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm "IMMI" der Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG. Zur Durchführung der Schallausbreitungsberechnungen wird ein dreidimensionales, softwareunterstütztes Modell erstellt. Der Geländeverlauf sowie die Nachbarbebauung ist hinsichtlich ihrer reflektierenden und abschirmenden Wirkung berücksichtigt. Die schalltechnischen Ausbreitungsberechnungen erfolgen im Wesentlichen nach den Vorschriften der DIN ISO 9613-2 für die in der Anlagen angegebenen Immissionsorte unter Berücksichtigung der Schutzbedürftigkeit der betrachteten Räume. Das Schallausbreitungsmodell berücksichtigt bei der Berechnung der Schalldruckpegel am Immissionsort schallausbreitungsgünstige Witterungsbedingungen wie Mitwindausbreitung und leichte Bodeninversion.

Als Berechnungsergebnis wird der Beurteilungspegel L_r anhand diskreter Immissionspunkte ermittelt. Zur visuellen Verdeutlichung der Gesamtsituation werden zusätzliche Immissionskarten in einem definierten Rastermaß erstellt.

Anhang C Planunterlagen

Stand: Entwurf, Vorabzug zum Baugesuch

Planbezeichnung	Maßstab	Datum
Grundriss Erdgeschoss und 1. Obergeschoss	1 : 200	17.10.2023
Grundriss, Schnitt, Ansichten Energiezentrale	1 : 200	17.10.2023
Lageplanskizze, Übersichtsplan Dorfplatz und Schulhof	1 : 200	17.10.2023
Ansichten	1 : 200	17.10.2023



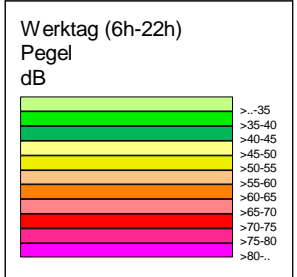
vRP
von Rekowski + Partner mbB
Ingenieurbüro für Bauphysik

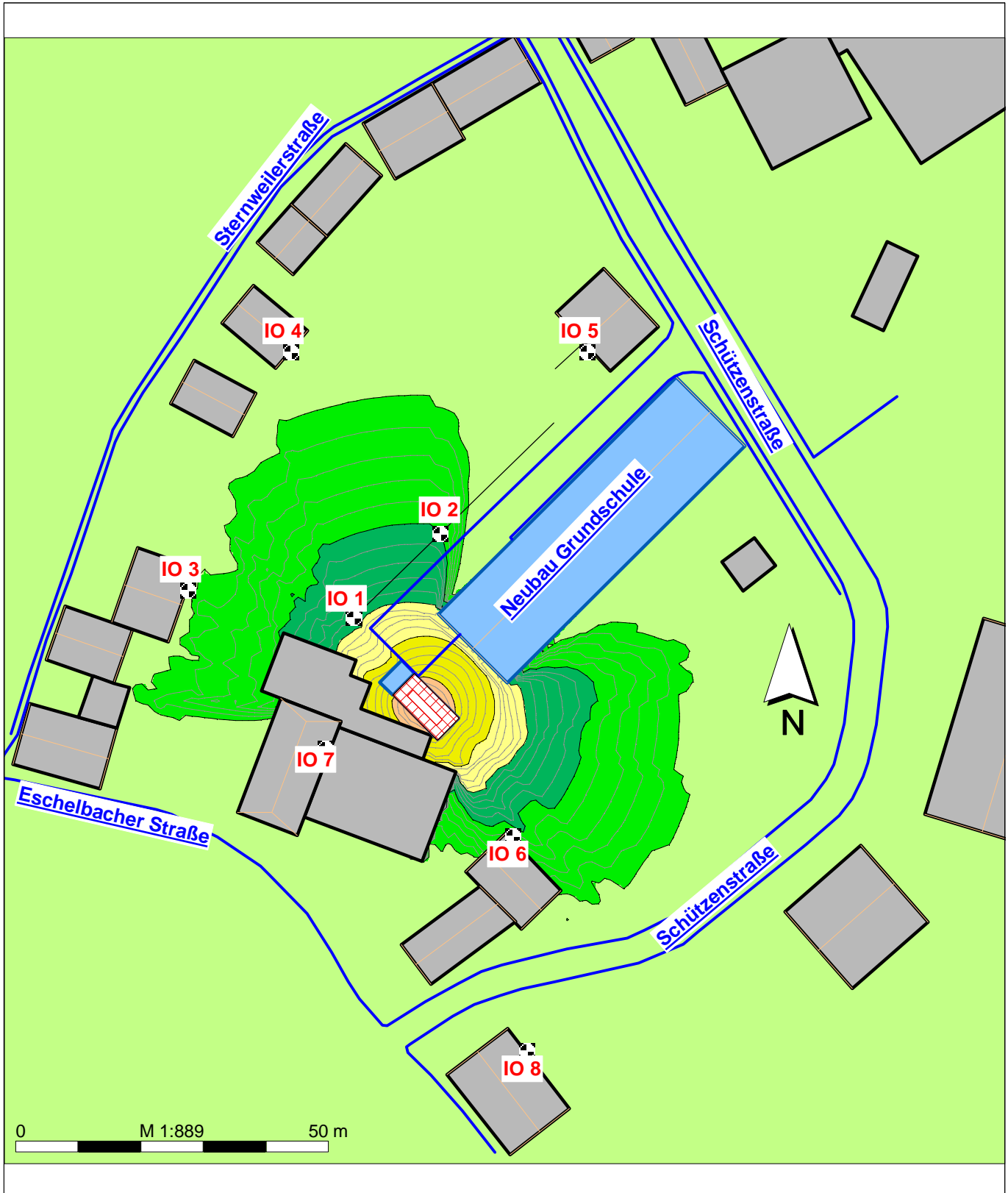
Sommergasse 3
D - 69469 Weinheim
Tel. 06201 / 5958 - 0
Fax. 06201 / 595857
mail@rekowski.de
www.rekowski.de

Projekt Nummer: E 23176

Projekt:
Wärmepumpen
Grundschule Tairnbach

Bauherr:
Gemeinde Mühlhausen
Bürgermeisteramt
Postfach 2166
69240 Mühlhausen





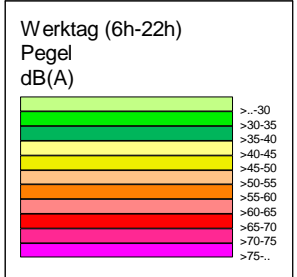
vRP
 von Rekowski + Partner mbB
 Ingenieurbüro für Bauphysik

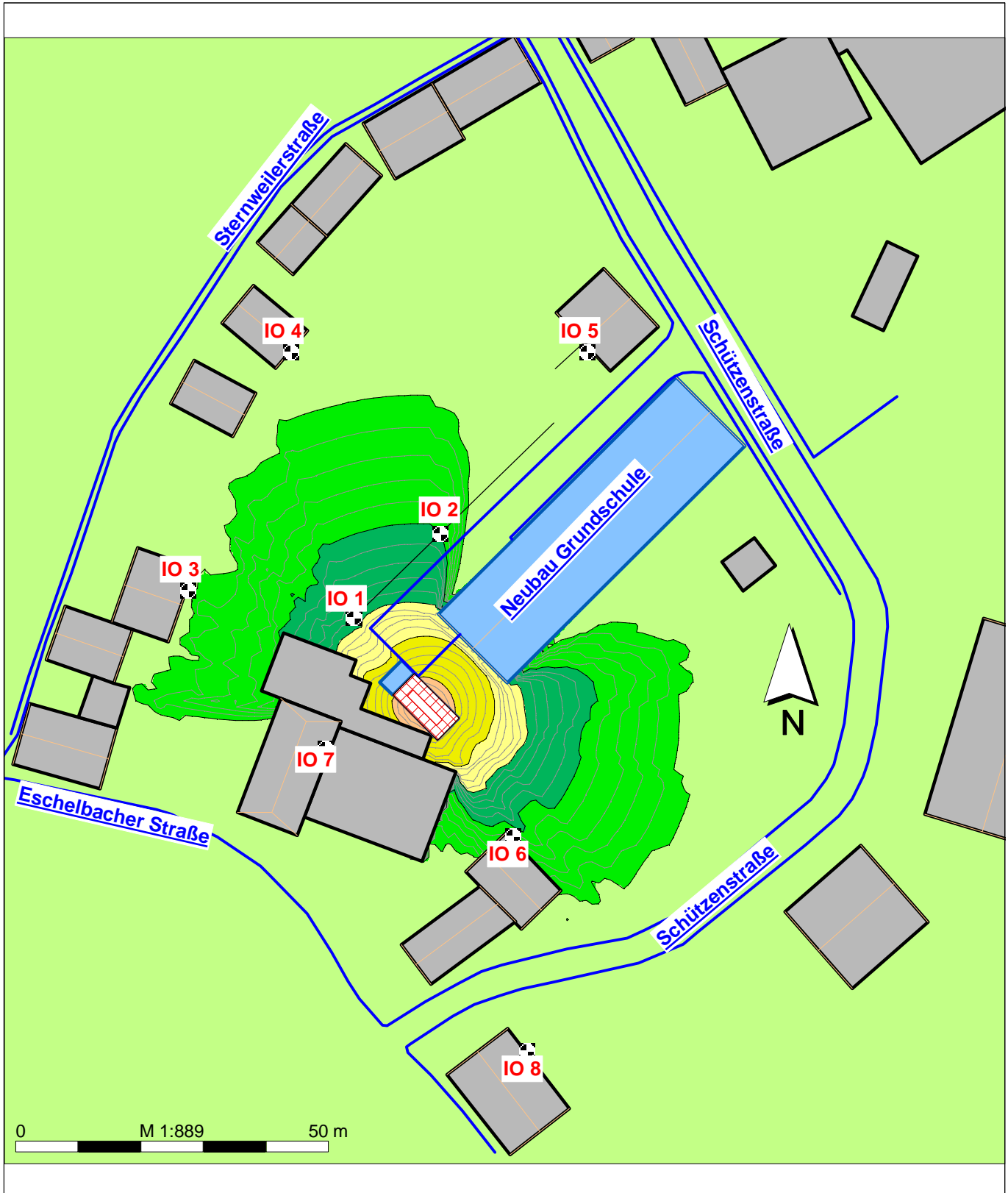
Sommergasse 3
 D - 69469 Weinheim
 Tel. 06201 / 5958 - 0
 Fax. 06201 / 595857
 mail@rekowski.de
 www.rekowski.de

Projekt Nummer: E 23176

Projekt:
 Wärmepumpen
 Grundschule Tairnbach

Bauherr:
 Gemeinde Mühlhausen
 Bürgermeisteramt
 Postfach 2166
 69240 Mühlhausen





vRP
 von Rekowski + Partner mbB
 Ingenieurbüro für Bauphysik

Sommergasse 3
 D - 69469 Weinheim
 Tel. 06201 / 5958 - 0
 Fax. 06201 / 595857
 mail@rekowski.de
 www.rekowski.de

Projekt Nummer: E 23176

Projekt:
 Wärmepumpen
 Grundschule Tairnbach

Bauherr:
 Gemeinde Mühlhausen
 Bürgermeisteramt
 Postfach 2166
 69240 Mühlhausen

