

Schallgutachten

für
eine B-Plan-Änderung in Arnis
(Umwandlung einer Werft zu einem Wohngebiet)
Teil 2: Schallimmissionen der Werft Heinrich Eberhardt

Auftraggeber:

D. Steinert Bau GmbH
Hammerstiel 7
24226 Heikendorf

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. G. Tietgen

Langwedel, den 31. März 2014

AZ.: 107/14

DIESES GUTACHTEN UMFASST 18 SEITEN UND 6 BEILAGEN

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Vorgang	4
3	Örtliche Verhältnisse	5
4	Zweck des Gutachtens	5
5	Grundlagen	5
6	Betriebsbeschreibung	6
7	Ermittlung der Schallpegel	8
7.1	Wahl der Immissionsorte	8
7.2	Verwendete Grundlagen für die Berechnung	8
7.3	Schallemissionen wesentlicher Schallquellen	9
7.4	Ergebnisse der Berechnung	10
8	Beurteilung der Geräusche	11
8.1	Grundlagen der Beurteilung	11
8.2	Ermittlung der Beurteilungspegel	14
8.3	Vergleich der ermittelten Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm	15
8.4	Ergänzende hinweise zu den ermittelten Beurteilungspegeln	15
9	Vorbelastung durch andere Anlagen	16
10	Fremdgeräusche	16
11	Tieffrequente Geräusche	16
12	Anlagenbezogener Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen	17
14	Qualität der Prognose	18

Verzeichnis der Beilagen

Beilage Nr. 1	Übersichtslageplan ohne Maßstab
Beilage Nr. 2.1	Lageplan mit Immissionsorten M 1:2000
Beilage Nr. 2.2	Lageplan mit Schallquellen M 1:500
Beilage Nr. 3	Verwendete Oktavspektren
Beilagen Nr. 4.1 - 4.6	Auszug aus den Berechnungen der Schallpegel
Beilagen Nr. 5.1 - 5.2	Berechnung der Beurteilungspegel
Beilage Nr. 6	Luftaufnahme

1 Zusammenfassung

Die Untersuchungen im Rahmen dieses Gutachtens ergaben, dass beim Betrieb der Werft Heinrich Eberhardt der Immissionsrichtwert der TA Lärm von tagsüber 55 dB(A) an allen nächstgelegenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im geplanten Wohngebiet deutlich unterschritten wird.

Anforderungen an die Maximalpegel werden erfüllt, da kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert tags um weniger als 30 dB(A) überschreiten.

Nachts wird nicht gearbeitet.

Die relativ niedrigen Beurteilungspegel sind darauf zurückzuführen, dass der Werftbetrieb durch die umgebenen bis zu 9 m hohen Gebäude abgeschirmt wird.

Separate Berechnungen ergaben, dass auch bei einem möglichen Abriss der nordöstlich gelegenen Gebäude (Lager, Büro, Sanitärbereich) der Immissionsrichtwert der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschritten wird.

2 Vorgang

Die Firma Steinert Bau GmbH beauftragte uns, ein Schallgutachten für eine B-Plan-Änderung in Arnis zu erstellen.

Es soll eine Werft zu einem Wohngebiet umgewandelt werden.

Das Gutachten besteht aus 3 Teilen.

Im Teil 1 wurden Schallimmissionen der Bootsliegeplätze betrachtet, in diesem Teil 2 Schallimmissionen der Werft Heinrich Eberhardt und im folgenden Teil 3 Schallimmissionen der Werft Mathias Paulsen.

3 Örtliche Verhältnisse

Die örtlichen Verhältnisse sind aus den Lageplänen, *Beilagen Nr. 1 und 2*, sowie der Luftaufnahme, *Beilage Nr. 6*, ersichtlich.

Das geplante Wohngebiet soll als allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden.

4 Zweck des Gutachtens

Zweck des Gutachtens ist die Ermittlung der Schallimmissionen der Werft Heinrich Eberhardt durch ein detailliertes Prognoseverfahren.

Die ermittelten Schallimmissionen sollen nach der TA Lärm¹ (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) vom 26.08.1998 beurteilt und mit den Immissionsrichtwerten dieser Vorschrift verglichen werden.

5 Grundlagen

Grundlagen dieses Gutachtens sind folgende, der Firma Schallschutz Nord GmbH zur Verfügung gestellte Unterlagen:

- a) Übersichtslageplan im Maßstab 1:5000
- b) Katasterplan im Maßstab 1:2000
- c) Betriebsbeschreibung

¹ gemeinsames Ministerialblatt Nr. 26 vom 28.08.1998, S. 501 ff.

6 Betriebsbeschreibung

Der seit 1957 im Besitz der Familie Eberhardt befindliche Betrieb stellt eine genehmigungsbedürftige Anlage gemäß §4 BImSchG [1] dar (Anlage zur Herstellung oder Reparatur von Schiffskörpern oder –sektionen aus Metall mit einer Länge von 20 m oder mehr, Ziffer 3.18, Spalte 1 der 4. BImSchV). Die Firma beschäftigt momentan 5 Mitarbeiter.

Die Schiffswerft dient im Wesentlichen der Reparatur und Lagerung von Sportbooten und kleineren Schiffen. Größere Küstenmotorschiffe werden nicht mehr repariert.

Neubauten oder umfangreichere Instandsetzungen sind aus personellen Gründen sowie unter Berücksichtigung der Anlagenkapazität und des Werftstandortes nicht möglich. Sandstrahlarbeiten, Nieten und größere Umbauten an Schiffen kommen ebenfalls nicht vor. Insgesamt stellt die Fa. H. Eberhardt – nach eigenen Angaben – eher einen Handwerksbetrieb als eine typische Werft im Sinne der BImSchV dar.

Die Arbeitszeit liegt zwischen 7.00 und 18.00 Uhr.

Nach Angaben des Inhabers Peter Eberhardt werden auf dem Werftgelände folgende Maschinen und Geräte betrieben:

Tabelle 1: Maschinen und Geräte auf dem Werftgelände

Anzahl	Bezeichnung	Einwirkzeit
1	Stationärer Kran Typ TC 180	1 Stunde
1	Mobiler Kran Typ MC 400	1 Stunde
1	Hochdruckreiniger	2 Stunden
1	Winkelschleifer	1 Stunde
1	Excenterschleifer	4 Stunden
1	Diesel-Gabelstapler	2,5 Stunden

Außer den beiden Kränen werden die übrigen Maschinen bzw. Geräte im Freigelände und in den Bootshallen eingesetzt.

In den folgenden Berechnungen wird davon ausgegangen, dass alle Maschinen bzw. Geräte im Freigelände zum Einsatz kommen (ungünstigster Fall, in Bezug auf die Schallimmissionen in der Nachbarschaft).

In den vorhandenen Bootshallen erfolgen im wesentlichen die gleichen Arbeiten wie auf dem Freigelände.

Die zusätzlichen – im Freien nur sehr eingeschränkt möglichen – Tätigkeiten (z.B. Konservierung, Einbau komplizierter technischer Anlagen) verursachen kaum Lärm und werden nicht weiter betrachtet.

Ergänzend zu den Bootshallen wird im Erdgeschoß des Hauptgebäudes eine Werkstatt betrieben.

Hier werden überwiegend Metall-Arbeiten wie z.B. Sägen, Schleifen, Drehen, Bohren und Fräsen ausgeführt.

Wegen der beengten Verhältnisse auf den Zufahrtstraßen und dem Werftgelände ist nur ein eingeschränkter Verkehr für Lkw, Lieferwagen und Pkw möglich.

Nach Angaben des Werftinhabers ist täglich mit folgendem Zu- und Abfahrt-Verkehr zu rechnen:

- 1 Lkw,
- 3 Lieferwagen und
- 20 Pkw

Die Arbeitszeit beträgt 8 -10 Stunden in der Zeit von 7.00 bis 18.00 Uhr.

Nachts wird nicht gearbeitet.

7 Ermittlung der Schallpegel

7.1 Wahl der Immissionsorte

Für die Ermittlung der Schallpegel wurden die nächstgelegenen, am meisten betroffenen Fenster von Aufenthaltsräumen im geplanten Wohngebiet ausgewählt.

Die Immissionsorte sind im Lageplan, *Beilage Nr. 2*, durch Punkte gekennzeichnet.

7.2 Verwendete Grundlagen für die Berechnung

Für die Berechnung der Schallpegel wurden folgende technische Regelwerke benutzt:

- a) DIN ISO 9613-2 (Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2) vom Oktober 1999,
- b) VDI-Richtlinie 2714 (Schallausbreitung im Freien) vom Januar 1988,
- c) VDI-Richtlinie 2571 (Schallabstrahlung durch Industriebauten) vom August 1976,
- d) Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage 2007.

7.3 Schallemissionen wesentlicher Schallquellen

Den Berechnungen wurden folgende, durch Messung auf der Werft, sowie an vergleichbaren Anlagen ermittelte Schalleistungs- bzw. Innenpegel zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Zugrunde gelegte Schalleistungspegel (inkl. Impulszuschlag)

Schallquelle	Schalleistungspegel
10 Pkw, An- und Abfahrt	58 dB(A) / 5 m *
1 Lieferwagen, An- und Abfahrt	70 dB(A) / 5 m *
1 Lkw, An- und Abfahrt	63 dB(A) / 5 m *
1 Pkw – Stellplatz / 1 Bewegung pro Stunde	67 dB(A)**
Gabelstapler	99 dB(A)
stationärer Kran TC 180	102 dB(A)
mobiler Kran MC 400	100 dB(A)
Hochdruckreiniger	97 dB(A)
Winkelschleifer	95 dB(A)
Excenterschleifer	92 dB(A)

* längenbezogener Schalleistungspegel für eine Bewegung pro Stunde

** Mittelungspegel, bezogen auf einen Stunde

Tabelle 3: Zugrunde gelegte Innenpegel

Schallquelle	Innenpegel L_{AFTm5}
Metallwerkstatt	85 dB(A)

Die gemessenen Oktavspektren sind diesem Gutachten als *Beilage Nr. 3* beigefügt.

7.4 Ergebnisse der Berechnung

Die Berechnung erfolgte unter Berücksichtigung der Grundlagen des Abschnittes 7.2 und der Schallpegel der Tabellen 2 und 3 mit Hilfe eines Rechenprogrammes (Rechnung in Oktavschritten von 63 Hz bis 8 kHz).

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Berechnete Schallpegel* in dB(A)

Schallquellen	Immissionsorte	
	IO1	IO2
Werkstatt	29	27
10 Pkw, An- und Abfahrt	12	-3
5 Stellplätze	14	11
1 Lieferwagen, An- und Abfahrt	23	11
1 Lkw, An- und Abfahrt	26	14
Be- und Entladen mit Gabelstapler	37	36
Stationärer Kran TC 180	43	47
Moblier Kran MC 400	40	43
Hochdruckreiniger	35	41
Winkelschleifer	34	39
Excenterschleifer	31	36
Rangierarbeiten mit Gabelstapler	37	43
Maximalpegel	49	55

* Mittelungspegel während der Einwirkzeit der Geräusche

8 Beurteilung der Geräusche

8.1 Grundlagen der Beurteilung

Die Beurteilung der Geräusche erfolgt nach der TA Lärm (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) vom 26.08.1998.

Die Lärmeinwirkungen werden anhand eines Beurteilungspegels bewertet. Hierzu werden Geräusche mit stark schwankendem Schallpegel umgerechnet auf den Pegel eines konstanten Geräusches, der in dem Beurteilungszeitraum der Schallenergie des tatsächlichen Geräusches entspricht.

Zur Bestimmung dieser Größe sind in der TA Lärm Mess- und Rechenverfahren beschrieben. Unter anderem sind auch Zuschläge für Ton- und Informationshaltigkeit, Impulshaltigkeit und Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit vorgesehen.

Zuschlag 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.

Bei Anlagen, deren Geräusche nicht ton- oder informationshaltig sind, ist $K_T = 0$ dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

Zuschlag 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.

Bei Anlagen, deren Geräusche keine Impulse enthalten, ist $K_I = 0$ dB.

Falls Erfahrungswerte von vergleichbaren Anlagen und Anlagenteilen vorliegen, ist von diesen auszugehen.

Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Für folgende Zeiten ist in Gebieten nach Nr. 6.1 Buchstaben d) bis f) der TA Lärm bei der Ermittlung des Beurteilungspegels die erhöhte Störwirkung von Geräuschen durch einen Zuschlag 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

Der Zuschlag beträgt 6 dB.

Die Immissionsrichtwerte sind gemäß Abschnitt 6.1 der TA Lärm wie folgt festgelegt:

Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

Die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel betragen für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

a) in Industriegebieten 70 dB(A)

b) in Gewerbegebieten

tags 65 dB(A)

nachts 50 dB(A)

c) in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags 60 dB(A)

nachts 45 dB(A)

d) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags 55 dB(A)

nachts 40 dB(A)

e) in reinen Wohngebieten

tags 50 dB(A)

nachts 35 dB(A)

f) in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags 45 dB(A)

nachts 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.

Die Richtwerte für den Beurteilungspegel sind auf einen Bezugszeitraum von 16 Stunden während des Tages und die ungünstigste Stunde während der Nacht bezogen.

Die Nachtzeit beträgt acht Stunden, sie beginnt im Allgemeinen um 22.00 Uhr und endet um 06.00 Uhr. Im Fall abweichender örtlicher Regelungen sind diese zugrunde zu legen.

Zuordnung des Immissionsortes

Die Art der nach a) bis f) bezeichneten Gebiete und Einrichtungen ergeben sich aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen sowie Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

8.2 Ermittlung der Beurteilungspegel

Die Ermittlung der Beurteilungspegel erfolgt nach den Grundlagen des Abschnittes 8.1, den berechneten Schallpegeln und den Einwirkzeiten der Geräusche.

Die Berechnung der Beurteilungspegel geht aus den *Beilagen Nr. 5.1 – 5.2* hervor.

Die Ergebnisse aller Berechnungen zeigt die Tabelle 5.

Tabelle 5: Ergebnisse der Berechnungen der Beurteilungspegel

Immissionsort	Beurteilungspegel	Immissionsrichtwert
Immissionsort Nr. 1	37 dB(A)	55 dB(A)
Immissionsort Nr. 2	41 dB(A)	55 dB(A)

8.3 Vergleich der ermittelten Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm

Die Tabelle 5 zeigt, dass der Immissionsrichtwert der TA Lärm von tagsüber 55 dB(A) an allen nächstgelegenen Fenstern von schutzbedürftigen Räumen im geplanten Wohngebiet deutlich unterschritten wird.

Anforderungen an die Maximalpegel werden erfüllt, da kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert tags um weniger als 30 dB(A) überschreiten.

Nachts wird nicht gearbeitet.

8.4 Ergänzende Hinweise zu den ermittelten Beurteilungspegeln

Die relativ niedrigen Beurteilungspegel sind darauf zurückzuführen, dass der Werftbetrieb durch die umgebenen bis zu 9 m hohen Gebäude abgeschirmt wird.

Separate Berechnungen ergaben, dass auch bei einem möglichen Abriss der nordöstlich gelegenen Gebäude (Lager, Büro, Sanitärbereich) der Immissionsrichtwert der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschritten wird.

9 Vorbelastung durch andere Anlagen

Gemäß Nr. 4.2, Buchstabe c) der TA Lärm ist eine Berücksichtigung der Vorbelastung nur erforderlich, wenn aufgrund konkreter Anhaltspunkte absehbar ist, dass die zu beurteilende Anlage relevant zu einer Überschreitung der zulässigen Immissionsrichtwerte beiträgt und Abhilfemaßnahmen bei den anderen zur Gesamtbelastung beitragenden Anlagen aus tatsächlichen oder rechtlichen Gründen offensichtlich nicht in Betracht kommen.

Der von der Werft Heinrich Eberhardt ausgehende Immissionsbeitrag ist im Hinblick auf den Gesetzeszweck (Bundes-Immissionsschutzgesetz) als nicht relevant anzusehen, da die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung den an den maßgebenden Immissionsorten IO 1 und IO 2 jeweils zulässigen Immissionsrichtwert der TA Lärm um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.

Aus diesen Gründen ist die Vorbelastung im vorliegenden Fall gemäß Nr. 4.2 Buchst. c) i. V. m. Nr. 3.2.1 der TA Lärm für die Immissionsorte IO 1 und IO 2 nicht zu berücksichtigen.

10 Fremdgeräusche

Im Einwirkungsbereich der Anlage ist nur mit geringen Fremdgeräuschen durch Straßenverkehrslärm zu rechnen.

Eine Verdeckung der Anlagengeräusche durch Fremdgeräusche ist nicht zu erwarten.

11 Tieffrequente Geräusche

Die im Zusammenhang mit diesem Gutachten gemessenen Spektren der Betriebsgeräusche ergaben keine Anhaltspunkte für das Vorliegen unzulässiger tieffrequenter Geräusche.

12 Anlagenbezogener Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen

Fahrzeuggeräusche auf dem Betriebsgrundstück sowie bei der Ein- und Ausfahrt, die in Zusammenhang mit dem Betrieb entstehen, sind gemäß Nr. 7.4 TA Lärm der zu beurteilenden Anlage zuzurechnen. Dazu gehören auch Parkgeräusche durch Pkw der Mitarbeiter und Besucher. Diese Geräusche sind zusammen mit den übrigen zu berücksichtigenden Anlagengeräuschen zu erfassen und zu beurteilen.

Gemäß TA Lärm sollen Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 Metern von dem Betriebsgrundstück in Gebieten nach Nr. 6.1 Buchstaben c) bis f) – d. h. alle Gebiete außer Industrie- und Gewerbegebiete - 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.

Überschlägige Berechnungen ergaben, dass die Geräusche des anlagenbezogenen Verkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen gemäß TA Lärm nicht berücksichtigt werden müssen, da die oben genannten Bedingungen nicht erfüllt sind.

14 Qualität der Prognose

Bei der Ermittlung der Schalleistungspegel durch Messung wurde von mehreren Messungen jeweils der höchste Wert übernommen.

Die Messungen erfolgten im Takt-Maximalpegel-Verfahren. Bei der Ermittlung der Schalleistungspegel durch Literatur- oder Herstellerangaben wurde der obere Emissionskennwert zum Ansatz gebracht.

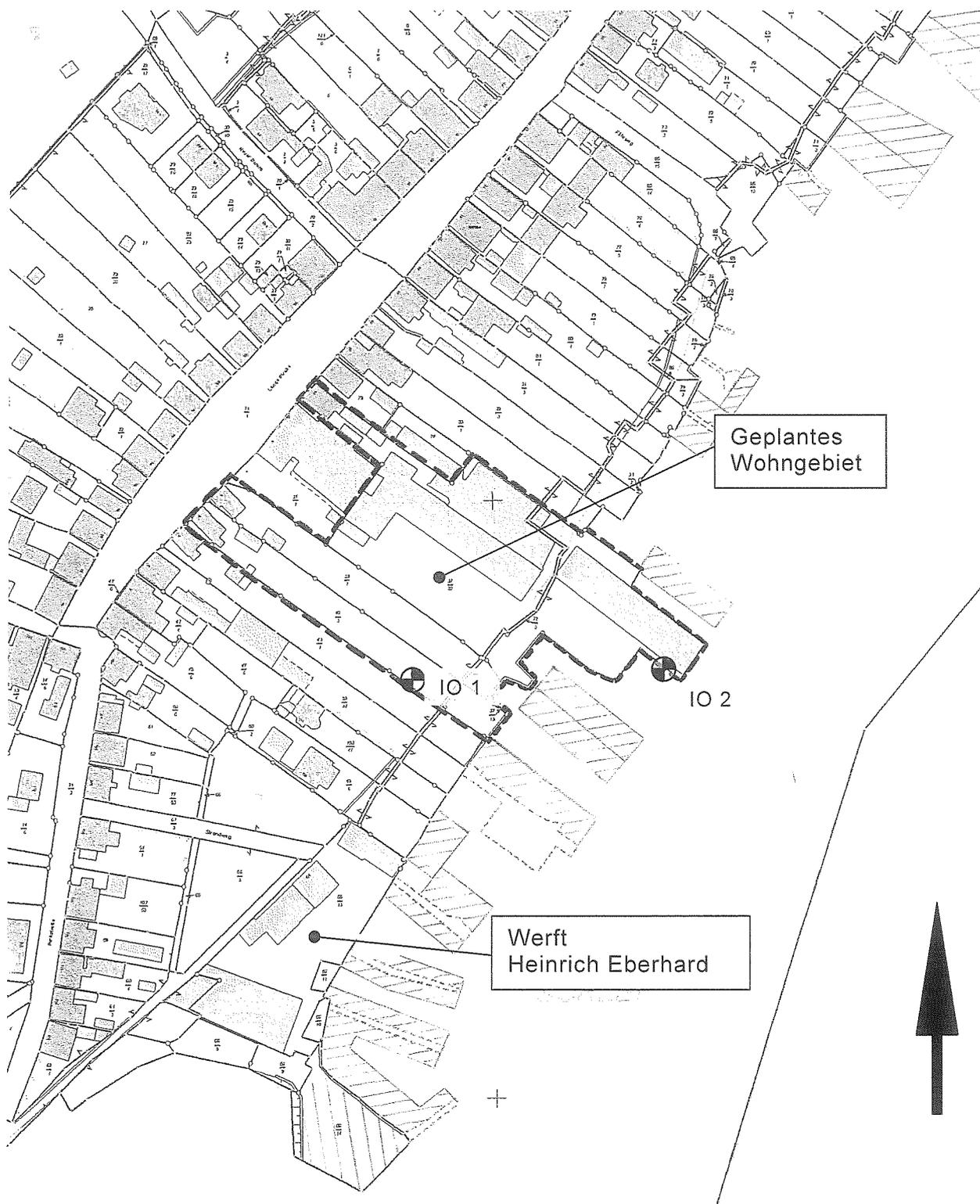
Die berechneten Beurteilungspegel sind deshalb als maximal zu erwartende Geräuschbelastungen an der oberen Grenze des Unsicherheitsbereiches anzusehen.



(Dipl.-Ing. G. Tietgen)

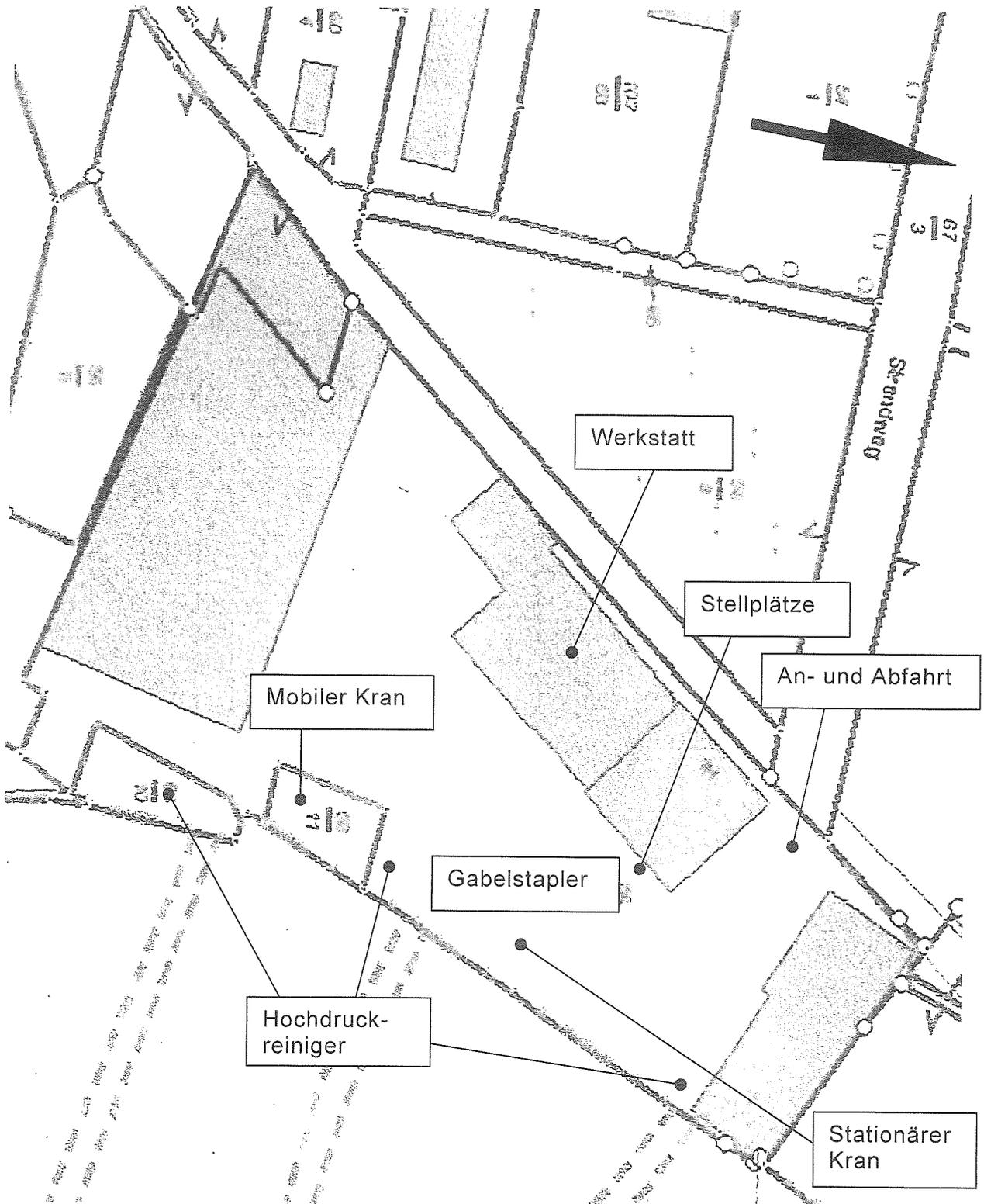
Lageplan mit Immissionsorten

M 1:2000



Lageplan mit Schallquellen

M 1:500



Verwendete Oktavspektren

(relativ, A – bewertet)

Oktav-Datei

Index	Name	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	So11
7	Werkstatt	79.7	84.3	86.0	93.0	98.2	97.8	96.5	88.8	103.1
22	Hochdr. Reiniger	54.9	61.3	62.9	69.7	72.1	69.9	67.2	60.1	76.6
30	Parkplätze	60.4	64.6	65.3	68.1	70.9	68.1	60.3	54.1	75.3
31	PKW Vorbeifahrt	47.1	49.2	52.2	55.4	59.6	58.9	56.4	49.7	64.6
36	Schleifmaschine	56.8	71.5	79.0	86.4	81.7	78.9	78.4	75.6	89.4
61	Lieferw.An-+Abf.	88.7	92.0	97.3	103.6	107.3	101.7	90.4	77.2	110.0
69	Gabelstapler	55.6	64.4	71.2	84.7	79.8	81.7	75.1	66.2	87.7
101	Stationärer Kran	45.1	50.0	49.1	56.9	58.9	53.4	47.1	36.9	62.4
102	Mobiler Kran	47.0	53.1	48.8	50.9	54.4	56.4	53.5	45.9	61.5

Frequenz in Hz

Auszug aus den Berechnungen der Schallpegel

IP 1 1: Werkstatt

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Ort	Bezeichnung	Li	Rw	K	La	S	log S	Lw	Ko	sm'	hq	hsg	hsa	aa	aq	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
1 NW	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.5	1.8	54.1	6.0	94	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.5	3.4	0.0	0.0	0.0	5.2
2 NW	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.5	1.8	54.1	6.0	91	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	3.3	0.0	0.0	0.0	5.6
3 NW	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.5	1.8	54.1	6.0	89	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	49.9	3.3	0.0	0.0	0.0	5.9
4 SO	Tür	85.0	0.0	6	79.0	2.0	3.0	82.0	6.0	88	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.9	3.4	10.0	10.0	0.0	23.9
5 SO	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.0	0.0	52.3	6.0	90	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.1	3.3	10.0	10.0	0.0	-6.0
6 SO	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.0	0.0	52.3	6.0	92	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.3	3.4	10.0	10.0	0.0	-6.3
7 SO	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.0	0.0	52.3	6.0	94	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.5	3.4	10.0	10.0	0.0	-6.6
8 SO	Fenster	85.0	26.7	6	52.3	1.0	0.0	52.3	6.0	97	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	3.4	10.0	10.0	0.0	-6.8
9 SO	Tor	85.0	0.0	6	79.0	6.0	7.8	86.8	6.0	99	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	3.6	10.0	10.0	0.0	27.4

energetische Summe : 29.1 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000
 8.7 11.4 12.7 19.6 24.6 23.8 21.4 10.6

IP 1 2: 10 PKW An+Abfahrt

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsg	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
10 10 PKW	58.0	3.0	69	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	47.7	3.1	0.0	0.0	0.0	9.6
11 10 PKW	58.0	3.0	71	0.5	1.0	1.0	0.5	0.5	62.7	8.1	0.0	0.0	3	20	1.00	48.0	3.1	5.7	2.6	0.0	6.7
12 10 PKW	58.0	3.0	74	0.5	1.2	1.2	4.4	4.4	62.7	12.2	0.0	1.0	3	20	1.00	48.4	3.2	13.5	10.3	0.0	-1.5

energetische Summe : 11.7 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000
 -3.6 -2.1 0.4 3.2 6.9 5.7 1.9 -7.2

IP 1 3: 5 Stellplätze

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsg	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
37 1 Stellplatz	67.0	3.0	77	0.5	1.3	1.3	5.0	5.0	62.7	15.0	0.0	1.0	3	20	1.00	48.7	3.3	12.1	8.8	0.0	8.9
38 1 Stellplatz	67.0	3.0	79	0.5	1.4	1.4	4.3	4.3	62.7	16.6	0.0	0.7	3	20	1.00	48.9	3.3	11.2	7.9	0.0	9.5
39 1 Stellplatz	67.0	3.0	80	0.5	9.0	9.0	7.3	3.8	58.8	23.0	0.0	1.6	3	20	1.00	49.1	3.4	14.4	11.0	0.0	6.2
40 1 Stellplatz	67.0	3.0	82	0.5	2.8	9.0	2.0	3.7	58.5	6.6	18.0	1.6	3	20	2.81	49.2	3.4	16.1	12.7	0.0	4.3
41 1 Stellplatz	67.0	3.0	83	0.5	3.1	9.0	2.6	3.4	58.3	8.1	18.2	1.6	3	20	2.81	49.4	3.4	16.1	12.7	0.0	4.1

energetische Summe : 14.2 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000
 6.6 8.2 6.1 6.2 6.6 2.5 -6.5 -15.1

B-Plan-Änderung in Arnis
Teil 2: Schallimmissionen der Werft Heinrich Eberhardt

AZ.: 107/14

IP 1 4: 1 Lieferwagen An+Abfahrt

Aufpunkt-Hoehe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
13 1 Lieferwagen	70.0	3.0	66	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	47.3	3.0	0.0	0.0	0.0	22.4
14 1 Lieferwagen	70.0	3.0	67	0.5	0.8	0.8	2.3	2.3	62.7	5.0	0.0	0.6	3	20	1.00	47.5	3.0	12.8	9.8	0.0	12.4
15 1 Lieferwagen	70.0	3.0	69	0.5	0.9	0.9	6.3	6.3	62.7	9.0	0.0	2.9	3	20	1.00	47.7	3.1	16.2	13.1	0.0	8.7
16 1 Lieferwagen	70.0	3.0	71	0.5	9.0	9.0	7.9	4.4	61.7	12.9	0.0	3.2	3	20	1.00	48.1	3.2	15.9	12.7	0.0	8.8
energetische Summe : 23.1				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				4.4	6.7	11.2	16.9	20.3	14.3	2.2	-13.1										

IP 1 5: 1 LKW An+Abfahrt

Aufpunkt-Hoehe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
13 1 Lieferwagen	70.0	3.0	66	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	47.3	3.0	0.0	0.0	0.0	22.4
14 1 Lieferwagen	70.0	3.0	67	0.5	0.8	0.8	2.3	2.3	62.7	5.0	0.0	0.6	3	20	1.00	47.5	3.0	12.8	9.8	0.0	12.4
15 1 Lieferwagen	70.0	3.0	69	0.5	0.9	0.9	6.3	6.3	62.7	9.0	0.0	2.9	3	20	1.00	47.7	3.1	16.2	13.1	0.0	8.7
16 1 Lieferwagen	70.0	3.0	71	0.5	9.0	9.0	7.9	4.4	61.7	12.9	0.0	3.2	3	20	1.00	48.1	3.2	15.9	12.7	0.0	8.8
Zuschlag/Abschlag : 3.0				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 26.1				7.4	9.7	14.2	19.9	23.3	17.3	5.2	-10.1										

IP 1 6: Be-Entl. mit Gabelstapler

Aufpunkt-Hoehe : 5.0

17 Gabelstapler	99.0	3.0	73	0.5	9.0	9.0	7.9	4.5	63.2	12.8	0.0	3.2	3	20	1.00	48.2	3.2	15.9	12.7	0.0	37.3
18 Gabelstapler	99.0	3.0	74	0.5	9.0	9.0	7.7	4.2	61.7	14.9	0.0	2.7	3	20	1.00	48.4	3.2	15.6	12.4	0.0	37.4
energetisches Mittel : 37.4				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				23.3	27.5	31.4	34.7	34.3	32.8	30.3	23.4										

IP 1 7: Hafenkran TC 180

Aufpunkt-Hoehe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
19 Hafenkran	102.0	3.0	90	2.5	9.0	9.0	5.7	3.4	60.8	29.9	0.0	0.8	3	20	1.00	50.1	3.1	12.0	8.9	0.0	42.6
energetische Summe : 42.6				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				32.8	35.6	32.2	37.3	36.6	29.2	21.4	8.4										

IP 1 8: Mobilkran MC 400

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
20 Autokran	100.0	3.0	107	2.5	9.0	9.0	5.4	3.3	59.3	47.8	0.0	0.5	3	20	1.00	51.5	3.4	10.5	7.1	0.0	40.2
energetische Summe : 40.2				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				32.6	36.7	30.1	29.6	30.2	28.9	22.4	11.5										

IP 1 9: HD Reiniger

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
21 HD-Reiniger	97.0	3.0	125	1.5	9.0	9.0	5.7	3.2	59.5	65.6	0.0	0.5	3	20	1.00	52.9	3.8	11.9	8.1	0.0	34.4
22 HD-Reiniger	97.0	3.0	100	1.5	9.0	9.0	6.1	3.4	60.1	41.0	0.0	0.8	3	20	1.00	51.0	3.5	13.9	10.3	0.0	34.5
23 HD-Reiniger	97.0	3.0	75	1.5	9.0	9.0	7.0	4.2	64.0	13.5	0.0	2.3	3	20	1.00	48.5	3.0	15.3	12.3	0.0	35.7
energetisches Mittel : 34.9				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				26.7	30.8	29.8	34.0	34.2	30.3	25.8	16.1										

IP 1 10: Winkelschleifer

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
24 Schleifmaschine	95.0	3.0	124	1.5	9.0	9.0	5.7	3.2	58.7	65.5	0.0	0.5	3	20	1.00	52.8	3.8	10.7	6.9	0.0	33.8
25 Schleifmaschine	95.0	3.0	112	1.5	6.0	6.0	3.5	2.9	59.9	31.3	20.9	0.3	3	20	2.85	52.0	3.7	11.7	8.0	0.0	33.8
26 Schleifmaschine	95.0	3.0	112	1.5	9.0	9.0	6.5	3.6	76.8	31.3	4.8	1.0	3	20	1.80	52.0	3.7	13.4	9.8	0.0	32.0
27 Schleifmaschine	95.0	3.0	94	1.5	9.0	9.0	6.2	3.4	58.9	35.5	0.0	0.9	3	20	1.00	50.4	3.4	13.0	9.6	0.0	34.1
28 Schleifmaschine	95.0	3.0	80	1.5	9.0	9.0	6.7	3.8	62.1	19.7	0.0	1.5	3	20	1.00	49.1	3.1	14.4	11.3	0.0	34.1
energetisches Mittel : 33.6				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				16.4	28.9	33.7	38.2	30.8	25.8	23.4	17.5										

IP 1 11: Excenterschleifer

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
24 Schleifmaschine	95.0	3.0	124	1.5	9.0	9.0	5.7	3.2	58.7	65.5	0.0	0.5	3	20	1.00	52.8	3.8	10.7	6.9	0.0	33.8
25 Schleifmaschine	95.0	3.0	112	1.5	6.0	6.0	3.5	2.9	59.9	31.3	20.9	0.3	3	20	2.85	52.0	3.7	11.7	8.0	0.0	33.8
26 Schleifmaschine	95.0	3.0	112	1.5	9.0	9.0	6.5	3.6	76.8	31.3	4.8	1.0	3	20	1.80	52.0	3.7	13.4	9.8	0.0	32.0
27 Schleifmaschine	95.0	3.0	94	1.5	9.0	9.0	6.2	3.4	58.9	35.5	0.0	0.9	3	20	1.00	50.4	3.4	13.0	9.6	0.0	34.1
28 Schleifmaschine	95.0	3.0	80	1.5	9.0	9.0	6.7	3.8	62.1	19.7	0.0	1.5	3	20	1.00	49.1	3.1	14.4	11.3	0.0	34.1

Zuschlag/Abschlag : -3.0
energetisches Mittel : 30.6

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
13.4	25.9	30.7	35.2	27.8	22.8	20.4	14.5

IP 1 12: Rangierarb. mit Gabelst.

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
29 Gabelstapler	99.0	3.0	105	0.5	6.0	9.0	4.4	3.1	58.1	26.6	20.8	0.8	3	20	2.85	51.4	3.8	15.9	12.2	0.0	33.9
30 Gabelstapler	99.0	3.0	101	0.5	5.6	9.0	4.0	3.4	58.5	26.4	17.3	0.9	3	20	2.79	51.1	3.7	16.2	12.5	0.0	34.0
31 Gabelstapler	99.0	3.0	98	0.5	9.0	9.0	6.7	3.5	58.9	40.4	0.0	0.9	3	20	1.00	50.8	3.7	14.0	10.4	0.0	36.4
32 Gabelstapler	99.0	3.0	95	0.5	9.0	9.0	6.8	3.5	59.4	36.6	0.0	1.0	3	20	1.00	50.5	3.6	14.4	10.8	0.0	36.3
33 Gabelstapler	99.0	3.0	91	0.5	1.9	1.9	6.6	6.6	62.7	29.8	0.0	1.1	3	20	1.00	50.2	3.6	12.9	9.3	0.0	38.3
34 Gabelstapler	99.0	3.0	88	0.5	9.0	9.0	7.1	3.7	60.6	28.3	0.0	1.3	3	20	1.00	49.8	3.5	13.9	10.4	0.0	37.6
35 Gabelstapler	99.0	3.0	84	0.5	9.0	9.0	7.2	3.8	61.0	25.0	0.0	1.5	3	20	1.00	49.5	3.5	14.4	10.9	0.0	37.5
36 Gabelstapler	99.0	3.0	81	0.5	9.0	9.0	7.4	3.9	61.1	21.5	0.0	1.8	3	20	1.00	49.1	3.4	14.8	11.5	0.0	37.4

energetisches Mittel : 36.7

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
30.1	34.5	38.5	41.0	38.6	35.9	33.2	25.8

IP 1 13: Maximalpegel

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hq	hhq	hha	hsq	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
29 Gabelstapler	99.0	3.0	105	0.5	6.0	9.0	4.4	3.1	58.1	26.6	20.8	0.8	3	20	2.85	51.4	3.8	15.9	12.2	0.0	33.9
30 Gabelstapler	99.0	3.0	101	0.5	5.6	9.0	4.0	3.4	58.5	26.4	17.3	0.9	3	20	2.79	51.1	3.7	16.2	12.5	0.0	34.0
31 Gabelstapler	99.0	3.0	98	0.5	9.0	9.0	6.7	3.5	58.9	40.4	0.0	0.9	3	20	1.00	50.8	3.7	14.0	10.4	0.0	36.4
32 Gabelstapler	99.0	3.0	95	0.5	9.0	9.0	6.8	3.5	59.4	36.6	0.0	1.0	3	20	1.00	50.5	3.6	14.4	10.8	0.0	36.3
33 Gabelstapler	99.0	3.0	91	0.5	1.9	1.9	6.6	6.6	62.7	29.8	0.0	1.1	3	20	1.00	50.2	3.6	12.9	9.3	0.0	38.3
34 Gabelstapler	99.0	3.0	88	0.5	9.0	9.0	7.1	3.7	60.6	28.3	0.0	1.3	3	20	1.00	49.8	3.5	13.9	10.4	0.0	37.6
35 Gabelstapler	99.0	3.0	84	0.5	9.0	9.0	7.2	3.8	61.0	25.0	0.0	1.5	3	20	1.00	49.5	3.5	14.4	10.9	0.0	37.5
36 Gabelstapler	99.0	3.0	81	0.5	9.0	9.0	7.4	3.9	61.1	21.5	0.0	1.8	3	20	1.00	49.1	3.4	14.8	11.5	0.0	37.4

Zuschlag/Abschlag : 11.0
Maximalpegel : 49.3
energetische Summe : 56.7

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
41.1	45.5	49.5	52.0	49.6	46.9	44.2	36.8

Bedeutung und Einheit der verwendeten Formelzeichen

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
Lw	Schalleistungspegel	dB
Ko	Raumwinkelmaß	dB
sm'	Abstand Schallquelle – Aufpunkt am Immissionsort	m
hq	Höhe der Schallquelle über Grund	m
hhq	Schirmhöhe über Grund bei Mehrfachbeugung auf der Seite der Schallquelle	m
hha	Schirmhöhe über Grund bei Mehrfachbeugung auf der Seite des Aufpunktes am Immissionsort	m
hsq	wirksame Schirmhöhe bei Mehrfachbeugung auf der Seite der Schallquelle	m
hsa	wirksame Schirmhöhe bei Mehrfachbeugung auf der Seite des Aufpunktes am Immissionsort	m
aa	Abstand zwischen Aufpunkt am Immissionsort und betrachteter Schirmkante	m
aq	Abstand zwischen Schallquelle und betrachteter Schirmkante	m
e	Abstand zwischen den Schnittpunkten beider Beugungskanten eines dicken Schirms oder von zwei parallelen, dünnen Schirmen mit dem Schallstrahl	m
z	Schirmwert	m
C1	Größe zur Kennzeichnung der Schirmwirkung in der Sichtlinie über die Schirmkante	-
C2	Proportionalitätsfaktor des Schirmwertes z	-
C3	Faktor zur Berücksichtigung von Mehrfachbeugung	-
ds	Abstandsmaß	dB
db	Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß ohne Schirm	dB
Lz	Abschirmmaß eines Schallschirmes	dB
De	Einfügungsdämpfungsmaß der Schirmkante	dB
Dr	Schallpegelerhöhung durch Mehrfachreflexion	dB
Ls	Gesamtschalldruckpegel am Aufpunkt	dB

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
L_i	Mittlerer Innenpegel	dB
R_w	Schalldämm-Maß des Bauteils	dB
L_a	Mittlerer Außenpegel	dB
K	Korrekturfaktor ($K = L_i - L_a$)	dB
S	Fläche des Bauteils	m ²

Berechnung des Beurteilungspegels für den Immissionsort Nr. 1

Uhrzeit	Geräuschquelle	Schallpegel am Immissionsort in dB(A)	Einwirkdauer t		10*log t/16h in dB(A)	Zuschlag für Einzelöne in dB(A)	Immissions- anteil für einen 16h-Tag in dB(A)
			pro Vorgang	gesamt			
07:00 - 18:00 Uhr	Werkstatt	29,1	-	10 h	-2,0	3	30,0
	20 Pkw, An- und Abfahrt	11,7	-	2 h	-9,0	0	2,6
	5 Stellplätze	14,2	-	8 h	-3,0	0	11,0
	3 Lieferwagen, An- und Abfahrt	23,1	-	3 h	-7,3	0	15,9
	1 Lkw, An- und Abfahrt	26,1	-	1 h	-12,0	0	14,1
	Be- Entladen mit Gabelstapler	37,4	-	30 min	-15,1	0	22,3
	Stationärer Kran TC 180	42,6	-	1 h	-12,0	0	30,5
	Mobiler Kran MC 400	40,2	-	1 h	-12,0	0	28,2
	Hochdruckreiniger	34,9	-	2 h	-9,0	0	25,9
	Winkelschleifer	33,6	-	1 h	-12,0	3	24,6
	Excenterschleifer	30,6	-	4 h	-6,0	3	27,6
	Rangierarbeiten mit Gabelstapler	36,7	-	2 h	-9,0	0	27,6
	energetische Summe Beurteilungspegel IO 1						

Berechnung des Beurteilungspegels für den Immissionsort Nr. 2

Uhrzeit	Geräuschquelle	Schallpegel am Immissionsort in dB(A)	Einwirkdauer t		10*log t/16h in dB(A)	Zuschlag für Einzelöne in dB(A)	Immissions- anteil für einen 16h-Tag in dB(A)	
			pro Vorgang	gesamt				
07:00 - 18:00 Uhr	Werkstatt	27,1	-	10 h	-2,0	3	28,1	
	20 Pkw, An- und Abfahrt	-2,5	-	2 h	-9,0	0	-11,5	
	5 Stellplätze	11,4	-	8 h	-3,0	0	8,4	
	3 Lieferwagen, An- und Abfahrt	10,6	-	3 h	-7,3	0	3,4	
	1 Lkw, An- und Abfahrt	13,6	-	1 h	-12,0	0	1,6	
	Be- Entladen mit Gabelstapler	35,5	-	30 min	-15,1	0	20,4	
	Stationärer Kran TC 180	46,9	-	1 h	-12,0	0	34,9	
	Mobiler Kran MC 400	43,3	-	1 h	-12,0	0	31,2	
	Hochdruckreiniger	41,2	-	2 h	-9,0	0	32,1	
	Winkelschleifer	38,6	-	1 h	-12,0	3	29,6	
	Excenterschleifer	35,6	-	4 h	-6,0	3	32,6	
	Rangierarbeiten mit Gabelstapler	42,8	-	2 h	-9,0	0	33,8	
	energetische Summe Beurteilungspegel IO 2							40,8 41 dB(A)

Luftaufnahme

