

Schallgutachten

für
eine B-Plan-Änderung in Arnis
(Umwandlung einer Werft zu einem Wohngebiet)
Teil 1: Schallimmissionen der geplanten Sportbootliegeplätze

Auftraggeber:

D. Steinert Bau GmbH
Hammerstiel 7
24226 Heikendorf

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. G. Tietgen

Langwedel, den 31. März 2014

AZ.: 106/14

DIESES GUTACHTEN UMFASST 17 SEITEN UND 6 BEILAGEN

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Vorgang	5
3	Örtliche Verhältnisse	5
4	Zweck des Gutachtens	6
5	Grundlagen	6
6	Betriebsbeschreibung	7
7	Ermittlung der Schallpegel	7
7.1	Wahl der Immissionsorte	7
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	Berechnung der Beurteilungspegel	15
8.3	Vergleich der berechneten Beurteilungspegel mit dem Immissionsrichtwert der 18. BImSchV	15
9	Schallimmissionen aller Liegeplätze	16
10	Schallimmissionen vor den geplanten Wohnhäusern	16
11	Ergänzende Hinweise	17

Verzeichnis der Beilagen

Beilage Nr. 1	Übersichtslageplan ohne Maßstab
Beilage Nr. 2	Lageplan mit Schallquellen und Immissionsorten M 1:2000
Beilage Nr. 3	Verwendetes Oktavspektrum
Beilagen Nr. 4.1 – 4.7	Auszug aus den Berechnungen der Schallpegel
Beilagen Nr. 5.1 – 5.2	Berechnung der Beurteilungspegel (geplante Liegeplätze)
Beilage Nr. 6	Luftaufnahme

1 Zusammenfassung

Die Untersuchungen im Rahmen dieses Gutachtens ergaben, dass durch den Betrieb der geplanten Liegeplätze der Immissionsrichtwert der 18. BImSchV von nachts 40 dB(A) an allen nächstgelegenen Fenstern von Aufenthaltsräumen in der Nachbarschaft der geplanten Liegeplätze unterschritten wird.

Da gemäß Sportboothafen-Benutzungsverordnung sichergestellt wird, dass bei den geplanten Liegeplätzen Fallen und Leinen angebunden werden, ist zu erwarten, dass einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Gemäß 18. BImSchV sind die Geräuschimmissionen einer Sportanlage auch unter Einrechnung der Geräuschimmissionen anderer Sportanlagen (vorhandene Liegeplätze) zu betrachten.

Die Beurteilungspegel der geplanten Liegeplätze liegen mindestens 10 dB(A) unter den Schallimmissionen der vorhandenen Liegeplätze, so dass sich (in Anlehnung an die TA Lärm*) die Summe aller Schallimmissionen der Liegeplätze nicht relevant erhöhen wird.

Im Übrigen kann davon ausgegangen werden, dass durch gleichzeitiges Auftreten der Schallimmission der vorhandenen Liegeplätze und der geplanten Liegeplätze ein Verdeckungseffekt zu erwarten ist.

Schallschutzmaßnahmen für Wohnhäuser im geplanten Baugebiet werden im Abschnitt 10 näher beschrieben.

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

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.

In diesem Teil 1 wurden Schallimmissionen der Bootsliegeplätze betrachtet, im folgenden Teil 2 Schallimmissionen der Werft Heinrich Eberhardt und im 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.

Nach Auskunft der Stadt Arnis ist für die umliegenden Wohnhäuser von folgender Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit auszugehen.

Tabelle 1: Einstufung der Nachbarschaft nach der Bauleitplanung bzw. Schutzbedürftigkeit

Immissionsort (s. <i>Beilage Nr. 2</i>)	Ausweisung laut		Einstufung der Schutzbedürftigkeit als
	F-Plan	B-Plan	
Imm.-Ort Nr. 1	W	WA	allgemeines Wohngebiet
Imm.-Ort Nr. 2	W	WA	allgemeines Wohngebiet
Imm.-Ort Nr. 3	--*	--**	allgemeines Wohngebiet
Imm.-Ort Nr. 4	--*	--**	allgemeines Wohngebiet
Imm.-Ort Nr. 5	--*	--**	allgemeines Wohngebiet

* kein F-Plan vorhanden

** kein B-Plan vorhanden

Immissionsorte im Bereich des zu ändernden B-Plan-Gebietes wurden nicht ausgewählt, da sich die geplanten Sportbootliegeplätze im Eigentum der dort anzusiedelnden Bewohner befinden und deshalb kein Nachbarschaftsverhältnis besteht.

4 Zweck des Gutachtens

Zweck des Gutachtens ist die Ermittlung der Schallimmissionen der geplanten Sportbootliegeplätze durch ein detailliertes Prognoseverfahren.

Die ermittelten Schallimmissionen sollen nach der 18. BImSchV (Sportanlagenlärmschutzverordnung) beurteilt und mit den Immissionsrichtwerten dieser Vorschrift verglichen werden.

Da eine Einhaltung der Immissionsrichtwerte während der Nacht am schwierigsten ist, soll nur der Beurteilungszeitraum „lauteste Nachtstunde“ betrachtet werden.

5 Grundlagen

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

- a) Auszug aus dem Liegenschaftskataster im Maßstab 1:2000
- b) Auskunft über die Bauleitplanung der Stadt Arnis
- c) Betriebsbeschreibung

6 Betriebsbeschreibung

An der Südostseite des geplanten Baugebietes sollen zwei Bootsstege für Segelboote bis max. 10 m Länge errichtet werden (siehe Lageplan, *Beilage Nr. 2*).

Durch eine Sportboothafen-Benutzungsordnung wird sichergestellt, dass durch das Anbinden von Fallen und Leinen in der Takelage der Segelboote Schlag- und Klappergeräusche durch Wind und Wellenschlag vermieden werden (Stand der Technik zur Lärminderung).

7 Ermittlung der Schallpegel

7.1 Wahl der Immissionsorte

Für die Ermittlung der Schallpegel wurden die nächstgelegenen, am meisten betroffenen Fenster von Aufenthaltsräumen in der Nachbarschaft der geplanten Liegeplätze 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) VDI-Richtlinie 2714 (Schallausbreitung im Freien) vom Januar 1988,
- b) VDI-Richtlinie 2720 Schallschutz durch Abschirmung im Freien vom März 97
- c) Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) vom 18.07.1991 (BGBl. I, S. 1588, 1790), geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 09.02.2006 (BGBl. I, S. 324),
- d) VDI-Richtlinie 3770 (Emissionskennwerte technischer Schallquellen, Sport- und Freizeitanlagen) vom April 2002,
- e) Schalltechnische Stellungnahme: Schallimmissionen eines geplanten Sportboothafens in Laboe bei den umliegenden Wohnhäusern, Bericht Nr. 69693ge01 vom 03.01.2004, Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH,
- f) Markblatt Nr. 10 des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen: Geräuschimmissionsprognose von Sport- und Freizeitanlagen – Berechnungshilfen vom Februar 1998,
- g) DIN 18005, Teil 1: Schallschutz im Städtebau – Grundlagen und Hinweise für die Planung, 07/2002,
- h) Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1: Schallschutz im Städtebau - Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, 05/1987.

7.3 Schallemissionen wesentlicher Schallquellen

An den Bootsliegeplätzen entstehen bei ungünstiger Wetterlage an den Takelagen der Boote, insbesondere der Segelboote, windstärkenabhängige schlagende, klappernde und pfeifende Geräusche.

Nach Auffassung des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) sind die windinduzierten Geräuschimmissionen, die durch die Takelagen der Boote an den Liegeplätzen der geplanten Anlage entstehen, analog zur Vorgehensweise bei der Untersuchung der Schallimmissionen des Sportboothafens in Laboe (siehe 7.2.e) nach der Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) zu ermitteln und zu beurteilen.

Danach kann für Liegeplätze von Segelbooten (Fallen und Leinen angebunden) ein flächenbezogener Schallleistungspegel von $L_w = 57 \text{ dB(A)/m}^2$ zuzüglich eines Impulzzuschlages von 3 dB(A)/m^2 und eines zeitanteiligen Tonzuschlages von 2 dB(A)/m^2 berücksichtigt werden. Die Impuls- und Tonzuschläge gelten bis zu einer Entfernung von 150 m zum Rand der Lagerflächen. Für zusätzliche Geräusche tagsüber wird ein weiterer Zuschlag von 3 dB(A)/m^2 in Ansatz gebracht.

Eigene Schallpegelmessungen an Wasserliegeplätzen für Segelboote am Plöner See sowie Landliegeplätzen auf der Insel Föhr ergaben vergleichbare Ergebnisse.

Bei Liegeplätzen mit nicht angebundnen Fallen und Leinen lagen die gemessenen Schallpegel 10 - 15 dB(A) höher.

7.4 Ergebnisse der Berechnung

Die Berechnung erfolgte unter Berücksichtigung der Grundlagen des Abschnittes 7.2 und der Schallpegel gemäß Abschnitt 7.3 mit Hilfe eines Rechenprogrammes (Rechnung in Oktavschritten von 63 Hz bis 8 kHz).

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle 2 dargestellt. Sie gelten für die lauteste Nachtstunde.

Tabelle 2: Berechnete Schallpegel in dB(A) (lauteste Nachtstunde)

Schallquellen (siehe Beilage Nr. 2)	Teilflächen	Schallpegel an den Immissionsorten in dB(A)					
		IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6
geplante Liegeplätze	X und XI	39	38	35	32	30	25
übrige Liegeplätze	I-IX und XII-XVII	54*	50*	45*	46*	49*	54*
übrige Liegeplätze	I-IX und XII-XVII	48	45	38	40	42	46

* Die dargestellten Schallpegel werden näherungsweise erreicht, wenn bei dem übrigen Liegeplätzen Fallen und Leinen nicht angebunden werden (vorhandener Zustand). Bei der Berechnung des vorhandenen Zustandes wurde ein Impulszuschlag von 10 B(A) nur für die nächstgelegenen Liegeplätze gegeben, da sich beim Taktmaximalpegel – Verfahren, Taktzeit 5 s, nicht alle Pegel energetisch addieren bzw. die nächstgelegenen Schallquellen die entfernteren Schallquellen verdecken.

8 Beurteilung der Geräusche

8.1 Grundlagen der Beurteilung

Die Beurteilung der Geräusche erfolgt nach der 18. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Sportanlagenlärmschutzverordnung) vom 18.07.91.

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 18. BImSchV Mess- und Rechenverfahren beschrieben. Unter anderem sind auch Zuschläge für Impulshaltigkeit bzw. auffällige Pegeländerungen sowie Informationshaltigkeit vorgesehen.

Zuschlag $K_{i,i}$ für Impulshaltigkeit und/oder auffällige Pegeländerungen.

Enthält das zu beurteilende Geräusch während einer Teilzeit T_i der Beurteilungszeit Impulse und/oder auffällige Pegeländerungen, wie z.B. Aufprallgeräusche von Bällen, Geräusche von Startpistolen, Trillerpfeifen oder Signalgebern, ist für die Teilzeit ein Zuschlag $K_{i,i}$ zum Mittelungspegel $LA_{m,i}$ zu berücksichtigen.

Bei Geräuschen durch die menschliche Stimme ist, soweit sie nicht technisch verstärkt sind, kein Zuschlag $K_{i,i}$ anzuwenden.

Treten die Impulse und/oder auffällige Pegeländerungen in der Teilzeit T_i im Mittel höchstens einmal pro Minute auf, sind Sonderregelungen vorgesehen, die hier nicht näher erläutert werden.

Sofern Impulse und/oder auffällige Pegeländerungen in der Teilzeit T_i mehr als einmal pro Minute auftreten, ist der Wirkpegel $L_{AFT,i}$ nach dem Taktmaximalverfahren mit einer Taktzeit von 5 Sekunden zu bestimmen.

Dieser beinhaltet bereits einen Zuschlag $K_{I,i}$ für Impulshaltigkeit und/oder auffällige Pegeländerungen ($L_{Am,i} + K_{I,i} = L_{AFTm,i}$). Bei Anlagen, die Geräuschimmissionen mit Impulsen und/oder auffälligen Pegeländerungen in der Teilzeit T_i mehr als einmal pro Minute hervorrufen und vor Inkrafttreten dieser Verordnung baurechtlich genehmigt oder - soweit eine Baugenehmigung nicht erforderlich war - errichtet waren, ist für die betreffende Teilzeit ein Abschlag von 3 dB zu berücksichtigen.

Zuschlag $K_{T,i}$ für Ton- und Informationshaltigkeit.

Wegen der erhöhten Belästigung beim Mithören unerwünschter Informationen ist je nach Auffälligkeit in den entsprechenden Teilzeiten T_i ein Informationszuschlag $K_{Inf,i}$ von 3 dB oder 6 dB zum Mittelungspegel $L_{Am,i}$ zu addieren. $K_{Inf,i}$ ist in der Regel nur bei Lautsprecherdurchsagen oder bei Musikwiedergaben anzuwenden. Ein Zuschlag von 6 dB ist zu wählen, wenn Lautsprecherdurchsagen gut verständlich oder Musikwiedergaben deutlich hörbar sind.

Heben sich aus dem Geräusch von Sportanlagen Einzeltöne heraus, ist ein Tonzuschlag $K_{Ton,i}$ von 3 dB oder 6 dB zum Mittelungspegel $L_{Am,i}$ für die Teilzeit hinzuzurechnen, in denen die Töne auftreten. Der Zuschlag von 6 dB gilt nur bei besonderer Auffälligkeit der Töne. In der Regel kommen tonhaltige Geräusche bei Sportanlagen nicht vor.

Die hier genannten Zuschläge sind so zusammenzufassen, dass der Gesamtzuschlag auf maximal 6 dB begrenzt bleibt:

$$K_{T,i} = K_{Inf,i} + K_{Ton,i} \leq 6 \text{ dB(A)}$$

Die Immissionsrichtwerte sind gemäß § 2 der 18. BImSchV wie folgt festgelegt:

in Gewerbegebieten

tags außerhalb der Ruhezeiten	65 dB(A)
tags innerhalb der Ruhezeiten	60 dB(A)
nachts	50 dB(A)

in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten

tags außerhalb der Ruhezeiten	60 dB(A)
tags innerhalb der Ruhezeiten	55 dB(A)
nachts	45 dB(A)

in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten

tags außerhalb der Ruhezeiten	55 dB(A)
tags innerhalb der Ruhezeiten	50 dB(A)
nachts	40 dB(A)

in reinen Wohngebieten

tags außerhalb der Ruhezeiten	50 dB(A)
tags innerhalb der Ruhezeiten	45 dB(A)
nachts	35 dB(A)

in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten

tags außerhalb der Ruhezeiten	45 dB(A)
tags innerhalb der Ruhezeiten	45 dB(A)
nachts	35 dB(A)

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen sollen die Immissionsrichtwerte tags um nicht mehr als 30 dB(A) und nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

1. tags	an Werktagen	06.00 bis 22.00 Uhr
	an Sonn- und Feiertagen	07.00 bis 22.00 Uhr
2. nachts	an Werktagen	00.00 bis 06.00 Uhr
	und	22.00 bis 24.00 Uhr
	an Sonn- und Feiertagen	00.00 bis 07.00 Uhr
	und	22.00 bis 24.00 Uhr
3. Ruhezeit	an Werktagen	06.00 bis 08.00 Uhr
	und	20.00 bis 22.00 Uhr
	an Sonn- und Feiertagen	07.00 bis 09.00 Uhr
		13.00 bis 15.00 Uhr
	und	20.00 bis 22.00 Uhr

Die Ruhezeit von 13.00 bis 15.00 Uhr an Sonn- und Feiertagen ist nur zu berücksichtigen, wenn die Nutzungsdauer der Sportanlage oder der Sportanlagen an Sonn- und Feiertagen in der Zeit von 09.00 bis 20.00 Uhr vier Stunden oder mehr beträgt.

Die Art der bezeichneten Gebiete und Anlagen ergibt sich aus den Festsetzungen der Bebauungspläne. Sonstige in Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Anlagen sowie Gebiete und Anlagen, für die keine Festsetzungen bestehen, sind entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen. Weicht die tatsächliche bauliche Nutzung im Einwirkungsbereich der Anlage erheblich von der im Bebauungsplan festgesetzten baulichen Nutzung ab, ist von der tatsächlichen baulichen Nutzung unter Berücksichtigung der vorgesehenen baulichen Entwicklung des Gebietes auszugehen.

8.2 Berechnung der Beurteilungspegel

Die berechneten Beurteilungspegel der geplanten Segelbootliegeplätze zeigt die folgende Tabelle 3.

Tabelle 3: Ergebnisse der Berechnungen der Beurteilungspegel für die lauteste Nachtstunde

Schallquelle	Beurteilungspegel in dB(A)					
	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6
geplante Liegeplätze	39	38	35	32	30	25

8.3 Vergleich der berechneten Beurteilungspegel mit dem Immissionsrichtwert der 18. BImSchV

Die Tabelle 3 zeigt, dass durch den Betrieb der geplanten Liegeplätze der Immissionsrichtwert der 18. BImSchV von nachts 40 dB(A) an allen nächstgelegenen Aufenthaltsräumen in der Nachbarschaft der geplanten Liegeplätze unterschritten wird.

Da gemäß Sportboothafen – Benutzungsordnung sichergestellt wird, dass Fallen und Leinen angebunden werden, ist zu erwarten, dass einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen den Immissionsrichtwert nachts um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

9 Schallimmissionen aller Liegeplätze

Gemäß 18. BImSchV sind die Geräuschimmissionen einer Sportanlage unter Einrechnung der Geräuschimmissionen anderer Sportanlagen (vorhandene Liegeplätze) zu betrachten (siehe folgende Tabelle 4)

Tabelle 4: Schallimmissionen aller Liegeplätze

Schallquelle	Beurteilungspegel in dB(A)					
	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6
geplante Liegeplätze	39	38	35	32	30	25
vorhandene Liegeplätze	54	50	45	46	49	54

Die Beurteilungspegel der geplanten Liegeplätze liegen mindestens 10 dB(A) unter den Schallimmissionen der vorhandenen Liegeplätze, so dass sich (in Anlehnung an die TA Lärm) die Summe aller Schallimmissionen der Liegeplätze nicht relevant erhöhen wird. Im Übrigen kann davon ausgegangen werden, dass durch gleichzeitiges Auftreten der Schallimmission der vorhandenen Liegeplätze und der geplanten Liegeplätze ein Verdeckungseffekt zu erwarten ist.

10 Schallimmissionen vor den geplanten Wohnhäusern

Berechnungen ergaben, dass bei den im Abschnitt 7.3 zugrunde gelegten Emissionspegeln der Immissionsrichtwert der 18. BImSchV von nachts 40 dB(A) sowohl vor dem vorhandenen als auch den geplanten Wohnhäusern deutlich überschritten wird.

Die im Abschnitt 7.2 e) angegebenen flächenbezogenen Schalleistungspegel wurden bei Windgeschwindigkeiten von ca. 9m/s gemessen.

Dies entspricht einer Windgeschwindigkeit von 32 km/h bzw. 17kt.

Bei diesen Windgeschwindigkeiten wird in der Regel nicht mehr bei geöffneten Fenstern geschlafen.

Wir schlagen deshalb vor, für Außenbauteile von Schlaf- und Kinderzimmern Schallschutzmaßnahmen entsprechend dem Lärmpegelbereich III der DIN 4109 vom Nov. 1989 vorzusehen (z.B. Fenster der Schallschutzklasse 3).

Zur Sicherung einer ausreichenden Frischluftzufuhr wird außerdem empfohlen, Schlafräume und Kinderzimmer mit schallgedämmten Lüftungseinrichtungen auszustatten.

Bei den schallgedämmten Lüftungseinrichtungen muss die Luftzufuhr einstellbar sein, da sonst Pfeifgeräusche innerhalb des Hauses entstehen können.

11 Ergänzende Hinweise

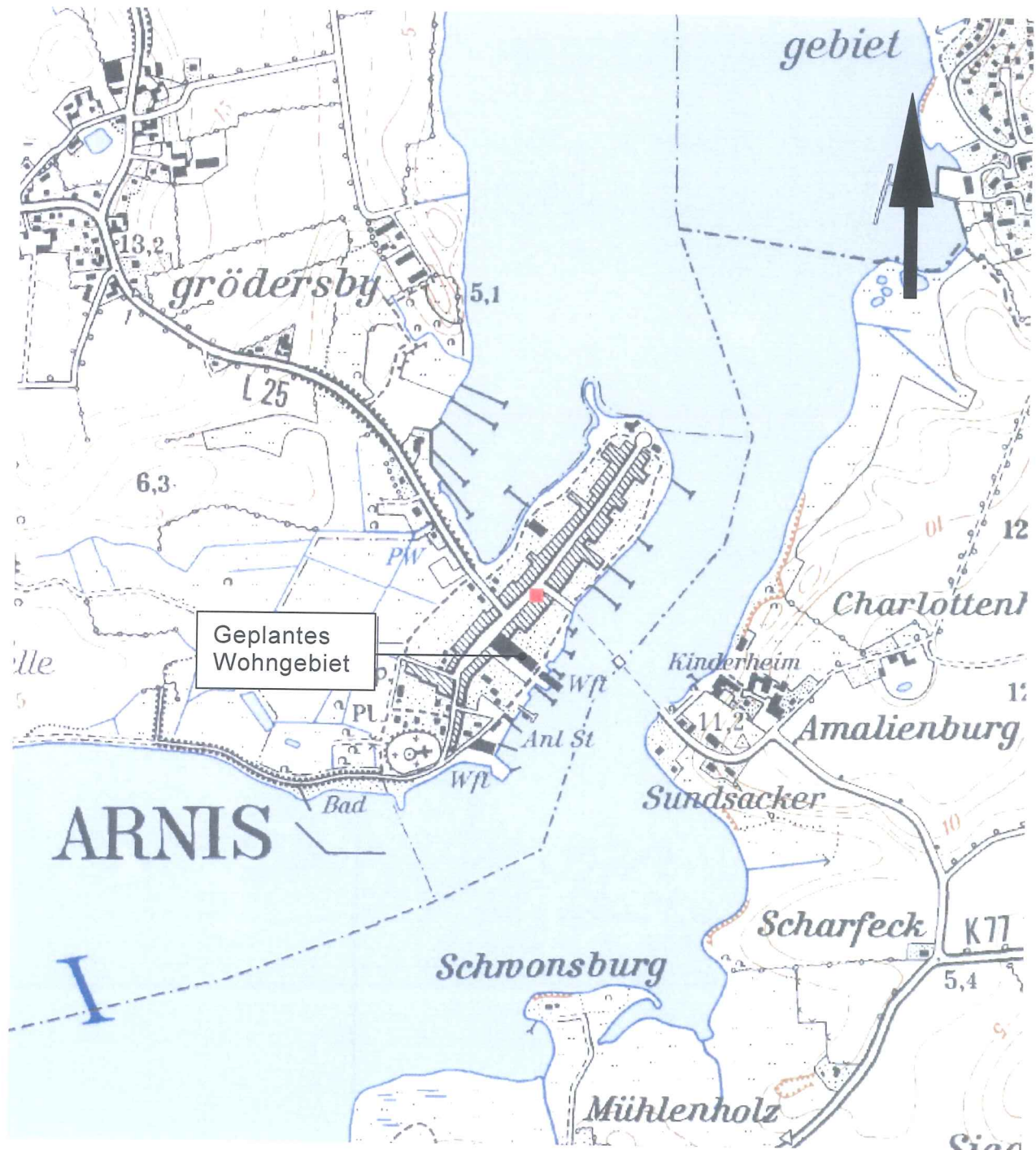
Die Berechnungen zeigen, dass durch Festbinden von Fallen und Leinen an der Takelage von Sportbooten die Schallimmissionen von Sportboothäfen erheblich gemindert werden können.

Da durch diese Maßnahmen fast keine Kosten entstehen, empfehlen wir deshalb der Stadt Arnis, eine Liegeplatz-Ordnung zu erlassen, die das Festbinden von Fallen und Leinen in der Takelage von Sportbooten (insbesondere von Segelbooten) zur Pflicht macht.

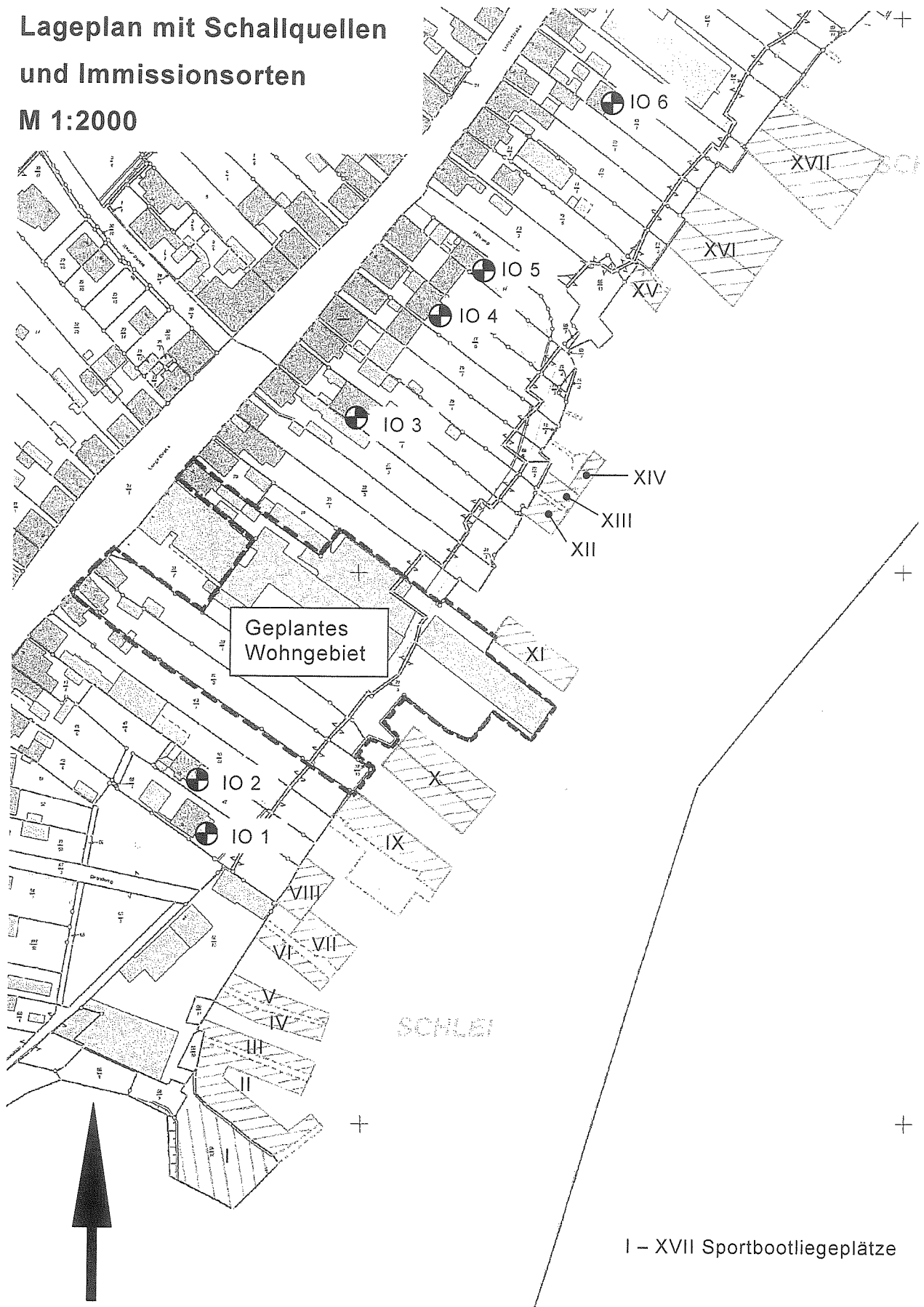


(Dipl.-Ing. G. Tietgen)

Übersichtslageplan ohne Maßstab

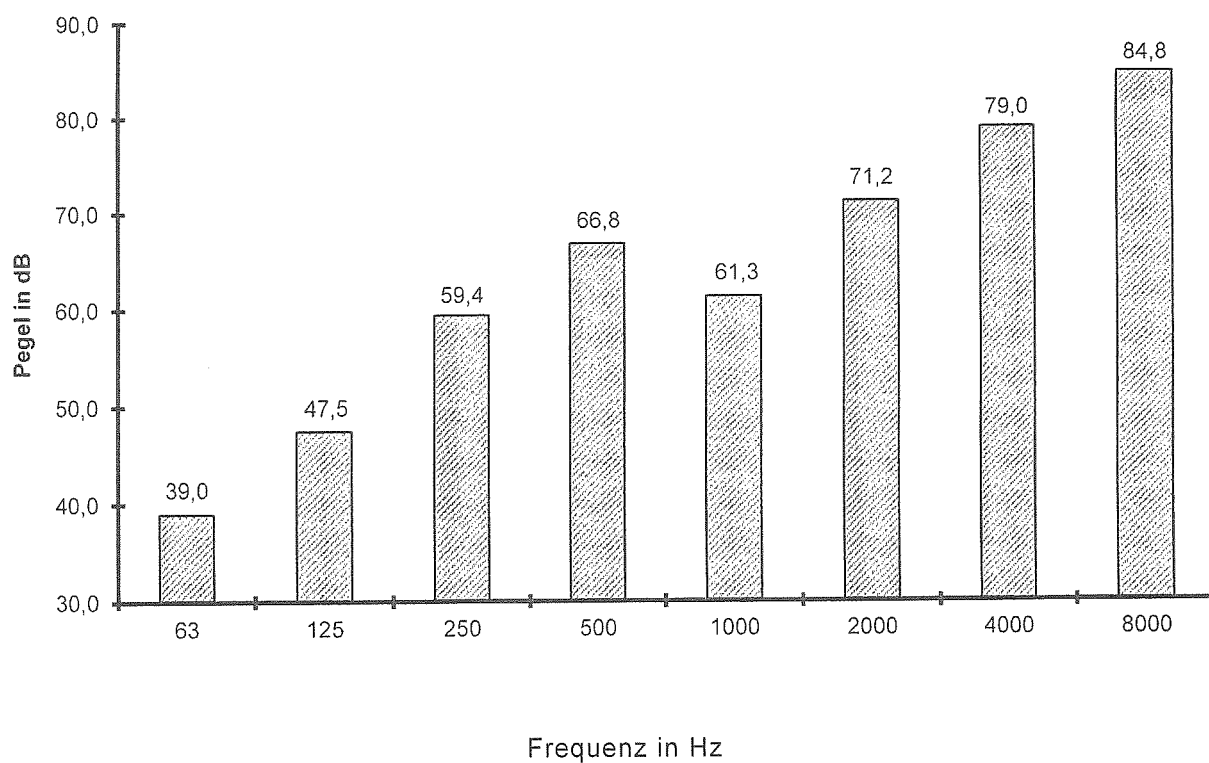


**Lageplan mit Schallquellen
und Immissionsorten**
M 1:2000



Verwendetes Oktavspektrum

(relativ, A – bewertet)



Auszug aus den Berechnungen der Schallpegel

	Name	S (qm)	Lw"	LwA
1	Teilfläche	890.9	62.0	91.5
2	Teilfläche	732.0	62.0	90.6
3	Teilfläche	224.1	62.0	85.5
4	Teilfläche	189.8	62.0	84.8
5	Teilfläche	198.5	62.0	85.0
6	Teilfläche	141.7	62.0	83.5
7	Teilfläche	252.1	62.0	86.0
8	Teilfläche	214.7	62.0	85.3
9	Teilfläche	497.2	62.0	89.0
10	Teilfläche	721.3	62.0	90.6
11	Teilfläche	347.0	62.0	87.4
12	Teilfläche	107.6	62.0	82.3
13	Teilfläche	119.4	62.0	82.8
14	Teilfläche	71.9	62.0	80.6
15	Teilfläche	103.5	62.0	82.1
16	Teilfläche	836.0	62.0	91.2
17	Teilfläche	1065.6	62.0	92.3

IO 2 1: Teilfläche I
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		
1 Teilfläche	91.5	3.0	135	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	53.6	3.4	0.0	0.0	0.0	32.2		
energetische Summe :	32.2				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				-9.5	-1.1	10.8	18.0	12.3	21.6	27.7	29.3

IO 2 2: Teilfläche II
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		
2 Teilfläche	90.6	3.0	115	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	52.2	3.1	0.0	0.0	0.0	33.8		
energetische Summe :	33.8				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				-8.7	-0.3	11.6	18.9	13.2	22.6	28.9	31.2

IO 2 3: Teilfläche II
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		
3 Teilfläche	85.5	3.0	99	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	50.9	2.8	0.0	0.0	0.0	30.8		
energetische Summe :	30.8				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				-12.2	-3.8	8.1	15.4	9.7	19.2	25.7	28.4

IO 2 4: Teilfläche IV
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		
4 Teilfläche	84.8	3.0	91	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	50.2	2.6	0.0	0.0	0.0	31.3		
energetische Summe :	31.3				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				-12.0	-3.6	8.3	15.6	9.9	19.5	26.1	29.1

IO 2 5: Teilfläche V
 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
5 Teilfläche	85.0	3.0	85	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	49.6	2.4	0.0	0.0	0.0	32.5
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 32.5				-11.1	-2.6	9.3	16.6	10.9	20.5	27.2	30.3										

IO 2 6: Teilfläche VI
 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
6 Teilfläche	83.5	3.0	72	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	48.1	1.9	0.0	0.0	0.0	33.5
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 33.5				-10.6	-2.1	9.8	17.1	11.5	21.1	27.9	31.5										

IO 2 7: Teilfläche VII
 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
7 Teilfläche	86.0	3.0	74	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	48.4	2.0	0.0	0.0	0.0	35.5
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 35.5				-8.4	-0.0	11.9	19.2	13.6	23.2	30.0	33.5										

IO 2 8: Teilfläche VIII
 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
8 Teilfläche	85.3	2.9	56	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	45.9	0.8	0.0	0.0	0.0	39.3
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 39.3				-5.4	3.0	14.9	22.2	16.6	26.3	33.4	37.5										

IO 2 9: Teilfläche IX
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	
9 Teilfläche	89.0	3.0	73	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	48.3	1.9	0.0	0.0	0.0	38.8	
energetische Summe : 38.8					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
					-5.3	3.2	15.1	22.4	16.7	26.4	33.2	36.7										

IO 2 10: Teilfläche X
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	
10 Teilfläche	90.6	3.0	86	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	49.7	2.4	0.0	0.0	0.0	38.0	
energetische Summe : 38.0					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
					-5.5	2.9	14.8	22.1	16.4	26.0	32.7	35.8										

IO 2 11: Teilfläche XI
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	
11 Teilfläche	87.4	3.0	132	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	53.4	3.3	0.0	0.0	0.0	28.5	
energetische Summe : 28.5					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
					-13.4	-5.0	6.9	14.2	8.4	17.8	23.9	25.6										

IO 2 12: Teilfläche XII
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	
12 Teilfläche	82.3	3.0	159	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	55.0	3.6	0.0	0.0	0.0	20.6	
energetische Summe : 20.6					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
					-20.4	-12.0	-0.1	7.1	1.3	10.6	16.3	17.2										

IO 2 13: Teilfläche XIII

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
13 Teilfläche	82.8	3.0	167	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	55.5	3.7	0.0	0.0	0.0	20.2
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 20.2				-20.4	-12.1	-0.2	7.1	1.2	10.5	16.1	16.7										

IO 2 14: Teilfläche XIV

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
14 Teilfläche	80.6	3.0	181	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	56.1	3.8	0.0	0.0	0.0	16.9
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 16.9				-23.4	-15.0	-3.1	4.1	-1.8	7.4	12.8	13.0										

IO 2 15: Teilfläche XV

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
15 Teilfläche	82.1	3.0	244	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	58.7	4.1	0.0	0.0	0.0	13.8
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 13.8				-24.7	-16.4	-4.5	2.6	-3.3	5.6	10.2	8.4										

IO 2 16: Teilfläche XVI

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
16 Teilfläche	91.2	3.0	273	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	59.7	4.1	0.0	0.0	0.0	21.0
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
energetische Summe : 21.0				-16.7	-8.4	3.5	10.6	4.5	13.3	17.6	14.9										

IO 2 17: Teilfläche XVII

Aufpunkt-Höhe : 5.0

Bezeichnung	Lw	Ko	sm'	hg	hhg	hha	hsg	hsa	aa	aq	e	z	C1	C2	C3	ds	db	Lz	De	Dr	Ls
17 Teilfläche	92.3	3.0	318	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	20	1.00	61.0	4.2	0.0	0.0	0.0	19.7
energetische Summe : 19.7				53	125	250	500	1000	2000	4000	8000										
				-17.0	-8.8	3.1	10.1	4.0	12.6	16.3	12.2										

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

Berechnung der Beurteilungspegel

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege
IO 1 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	38.4	01.00.00	0.0	0.0	0	38.4
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	28.0	01.00.00	0.0	0.0	0	28.0
energetische Summe : 38.8								

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege
IO 2 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	38.0	01.00.00	0.0	0.0	0	38.0
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	28.5	01.00.00	0.0	0.0	0	28.5
energetische Summe : 38.4								

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege
IO 3 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	31.6	01.00.00	0.0	0.0	0	31.6
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	31.6	01.00.00	0.0	0.0	0	31.6
energetische Summe : 34.6								

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege

IO 4 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	28.2	01.00.00	0.0	0.0	0	28.2
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	29.3	01.00.00	0.0	0.0	0	29.3

energetische Summe : 31.8

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege

IO 5 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	26.7	01.00.00	0.0	0.0	0	26.7
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	27.9	01.00.00	0.0	0.0	0	27.9

energetische Summe : 30.3

Projekt : Bootsliegeplätze Arnis

Beurteilung : Neue Stege

IO 6 Gesamtdauer : 01.00.00

von - bis	Name	M	ls	t/ges.	logT	ZR	ZE	Imm.
1 22.00-23.00	Teilfläche X	10	21.7	01.00.00	0.0	0.0	0	21.7
2 22.00-23.00	Teilfläche XI	11	22.2	01.00.00	0.0	0.0	0	22.2

energetische Summe : 25.0

Luftaufnahme

