



Akustik Bureau Dresden GmbH · Julius-Otto-Straße 13 · 01219 Dresden

DER LEUCHTTURM-GASTRO GMBH

Frau Heike Struthoff

Zum Leuchtturm 1

02979 Geierswalde

Ihr Zeichen

VB-Plan Schwimmsteganlage
Geierswalder See

Ihre Nachricht vom

27. September 2024

Unser Zeichen

ABD 44281/24 - ni

Dresden

12. März 2026

Gutachten ABD 44281-01/26

zum

Vorhabenbezogenen Bebauungsplan

„Schwimmsteganlage mit Bootshäusern“

auf dem Geierswalder See


02979 Geierswalde

AKUSTIK

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Anforderungen an den Schallschutz	8
2.1	Grundlagen.....	8
2.2	Immissionsorte.....	8
2.3	Immissionsrichtwerte nach TA Lärm.....	8
2.4	Immissionsrichtwerte nach Freizeitlärmrichtlinie.....	9
3	TA Lärm-Verträglichkeit	10
4	Geräuschemittenten	13
4.1	Gewerbeeinheiten	13
4.2	Bootsverkehr – Steganlage	13
5	Berechnung von Beurteilungspegeln.....	17
6	Maßgebliche Außenlärmpegel	18
7	Außenbauteile – Schallschutznachweis.....	21
7.1	Allgemeines	21
7.2	Außenwände und Dach	22
7.3	Anforderungen an die Fenster.....	23
7.4	Konstruktive Hinweise – Fenster.....	23
8	Vorschlag zur Festsetzung.....	24
9	Qualität der Prognose	26
10	Literaturverzeichnis.....	27

Dresden, 12. März 2026


Dipl.-Ing. Andreas Nicht
fachlich Verantwortlicher

AKUSTIK BUREAU DRESDEN


Dr.-Ing. Andreas Kilian
Bearbeiter

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Firma DER LEUCHTTURM-GASTRO GMBH, Geierswalde, als Vorhabenträgerin, plant am Südost-Ufer des Geierswalder Sees die Errichtung einer Schwimmsteganlage mit Dauer- bzw. Kurzzeitliegeplätzen für Boote sowie auf Pontons am Steg die Errichtung von vier Bootshäusern zur Übernachtung, auf einem Ponton eine Baulichkeit für Verwaltung und Imbiss sowie ebenfalls auf einem Ponton das Betreiben einer Entsorgungsstation (Abfälle, Fäkalien) für Boote sowie einer Dusch-/WC-Örtlichkeit. Die Intention der Vorhabenträgerin besteht darin, mit den Bootshäusern einen Erlebnisbereich für Übernachtungsgäste zu schaffen, die ein zeitlich begrenztes „Wohnen auf dem Wasser wie auf einem kleinen Boot“ erfahren möchten. Dafür werden von den Gästen der Bootsverkehr, Wellenbewegungen sowie Wellengeräusche bewusst in Kauf genommen.

Für dieses Vorhaben wird ein vorhabenbezogener Bebauungsplan erarbeitet. Es soll ein Sonstiges Sondergebiet SO mit der Zweckbestimmung „Schwimmsteganlage“ festgesetzt werden [1]. Das Plangebiet erhält die Gebietseinstufung eines Mischgebietes. Die Bearbeitung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes „Schwimmsteganlage mit Bootshäusern auf dem Geierswalder See“ erfolgt durch das PLANUNGSBÜRO SCHUBERT GMBH & CO. KG, Radeberg.

Da die Schwimmsteganlage mit den Bootshäusern einen Schutzanspruch hat und durch Geräuschemissionen der umliegenden Gewerbeeinrichtungen sowie durch den Bootsverkehr der geplanten Schwimmsteganlage beaufschlagt werden, ist das AKUSTIK BUREAU DRESDEN mit der schalltechnischen Untersuchung beauftragt worden.

Das schalltechnische Gutachten behandelt:

- die Überprüfung auf TA-Lärm-Verträglichkeit;
- die Beschreibung der wesentlichen Geräuschemittenten;
- die Ermittlung des Beurteilungspegels an den Fassaden der Bootshäuser;
- die Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels an den Bootshäusern;
- den Schallschutznachweis für die Außenbauteile der Bootshäuser;
- Vorschläge zur Festsetzung im vorhabenbezogenen Bebauungsplan.

Die schalltechnische Untersuchung erfolgt in Anlehnung an die *DIN 4109-1* [2] sowie die *DIN 4109-2* [3].

Die nachfolgende Abbildung zeigt zunächst den Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bauplanes (Abbildung 1):

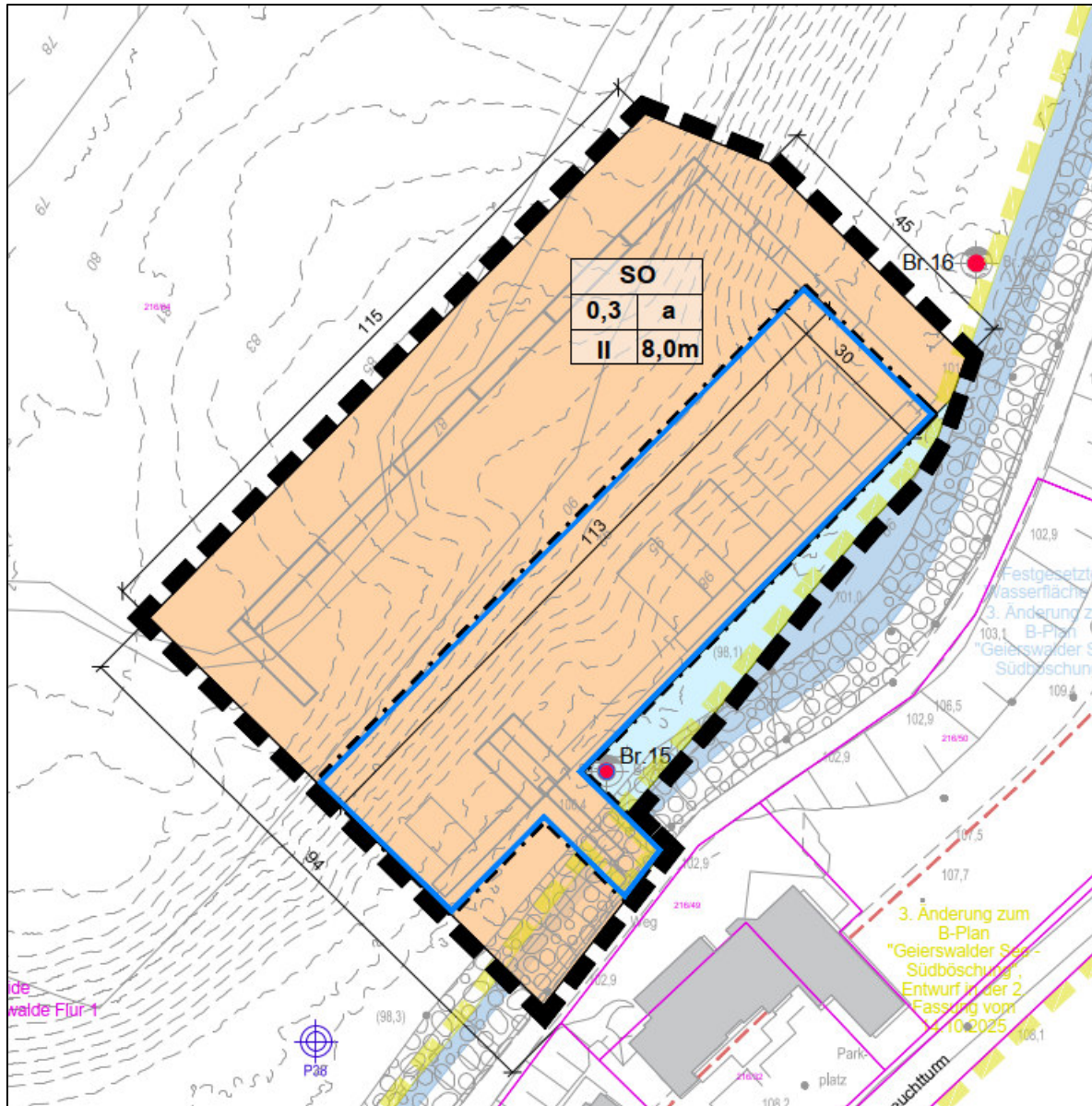


Abbildung 1: Geltungsbereich des VB-Planes „Schwimmsteganlage mit Bootshäusern“ mit Baugrenze (blau) (genordet)
(Quelle: Planungsbüro Schubert [4])

Die große Baufläche soll gewährleisten, dass die Dalben zur Verankerung der Steganlage optimal auf dem Seegrund positioniert werden können [5].

Übersichtsplan der Schwimmsteganlage mit der Grenze des räumlichen Geltungsbereiches des VB-Planes



Abbildung 2: Übersichtsplan der Schwimmsteganlage mit Bootshäusern und Boot-Liegeplätzen (genordet)
(Quelle: CLEMENT Germany GmbH über Planungsbüro Schubert)

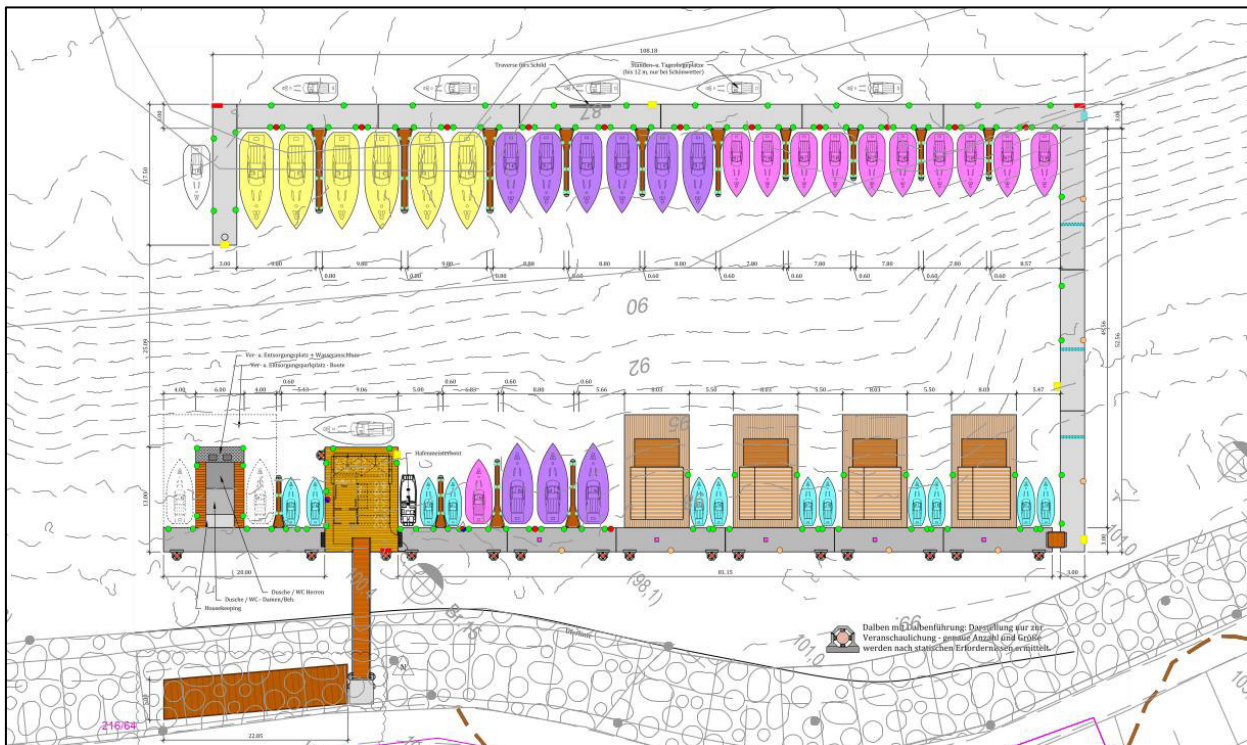


Abbildung 3: Lageplan Steganlage (nicht genordet)
(Quelle: Planungsbüro Schubert)

Gesamtübersichtsplan der näheren Umgebung einschließlich der bereits vorhandenen westlich gelegenen Steganlage des Wassersportvereins Lausitzer Seenland e.V.



Abbildung 4: Gesamtübersichtsplan (genordet)
(Quelle: CLEMENT Germany GmbH [6])

Ansichten der geplanten Bootshäuser vom Ufer bzw. vom See aus betrachtet:

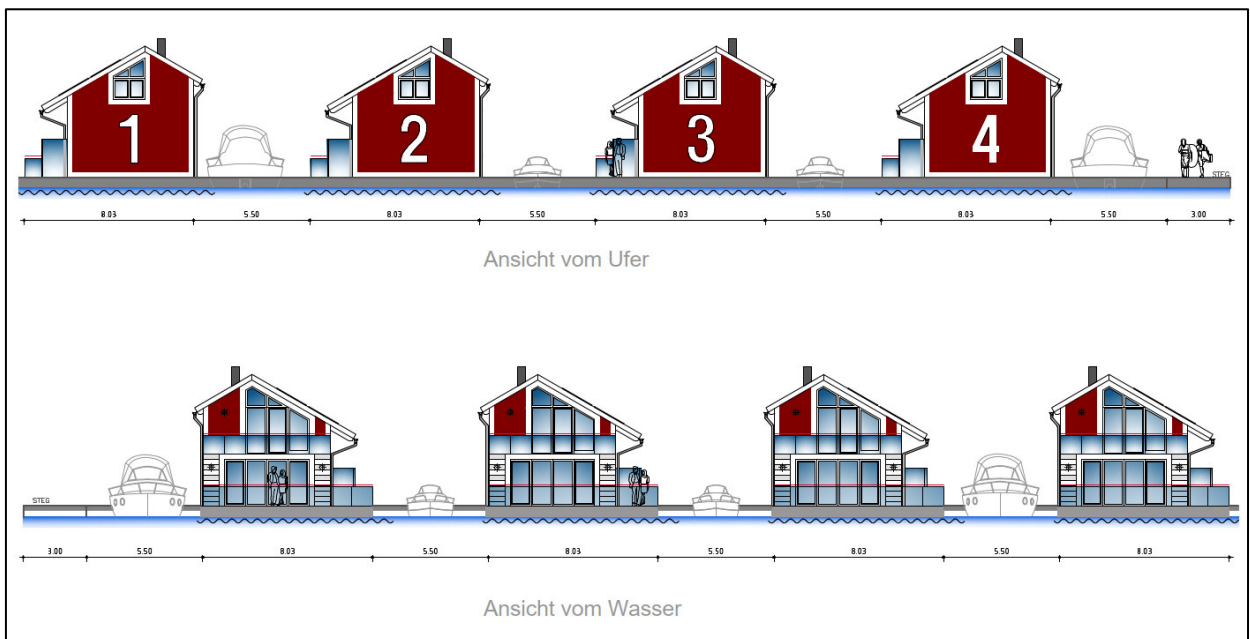


Abbildung 5: Ansichten der Steghäuser uferseitig und seeseitig
(Quelle: GAtAS [7])

Für die Schallausbreitungsrechnungen wurde auf das digitale Berechnungsmodell in der schalltechnischen Untersuchung zur 3. Änderung zum Bebauungsplan „Geierswalder See – Südböschung“ der Gemeinde Elsterheide [8] zugegriffen und dieses hinsichtlich der vorzunehmenden Bearbeitung des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes „Schwimmsteganlage“ angepasst.

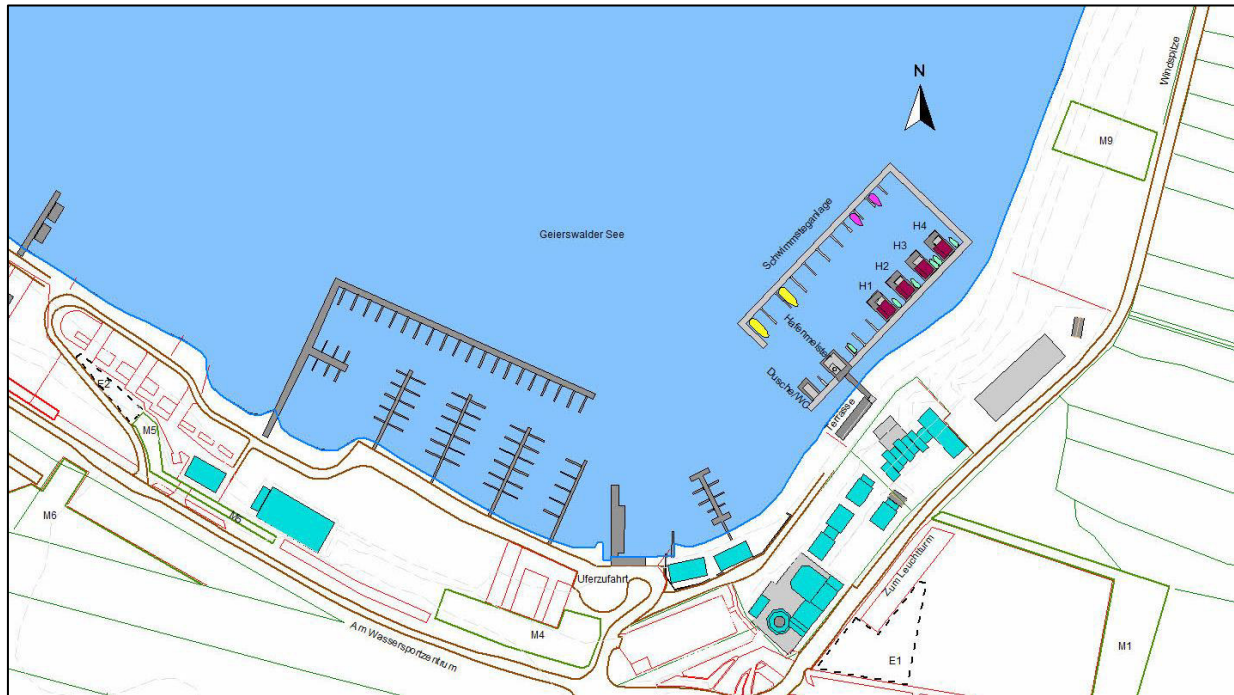


Abbildung 6: Lageplan (Rechenmodell) VB-Plan „Schwimmsteganlage“

2 Anforderungen an den Schallschutz

2.1 Grundlagen

Maßgeblich für die Beurteilung der immissionsrechtlichen Situation ist der Beurteilungspegel L_r , der in Anlehnung an die *DIN 45645-1* [9] zu bilden ist. Dieser ist abhängig von der Schallemission der jeweiligen Lärmquelle (Gewerbebetriebe sowie Bootsverkehr), den Ausbreitungsbedingungen, der Einwirkungsdauer, der Tageszeit des Auftretens sowie vom Vorhandensein besonderer Geräuschmerkmale¹. Die an schutzbedürftigen Bebauungen maximal zulässigen Werte sind in der *TA Lärm* [10] bzw. der Freizeitlärmrichtlinie [11] festgeschrieben und richten sich nach der Gebietseinstufung sowie dem Tageszeitraum².

2.2 Immissionsorte

Da es sich bei den vorliegenden schalltechnischen Untersuchungen speziell um den Schutzanspruch der Bootshäuser handelt, werden Immissionsorte an deren Fassaden platziert.

IO Bootshaus	Bezeichnung	Fassade	Schutzanspruch	Höhe relativ über Wasseroberfläche in m	Höhe NHN in m
IO1 NW	Bootshäuser 1 bis 4	Nordwest	MI	4,7	105,8
IO2 NO		Nordost		4,5	105,6
IO3 SO		Südost		4,9	106,0
IO4 SW		Südwest		2,5	103,6

Tabelle 1: Immissionsorte IO1 bis IO4, Schutzanspruch und Höhe der IO über Gewässeroberfläche
Die Gewässeroberfläche des Geierswalder Sees wird mit 101,1 m NHN angesetzt [8].

In Anlehnung an die *TA Lärm*, Anhang A.1.3 [10], sind die maßgeblichen Immissionsorte 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des zum Aufenthalt von Menschen bestimmten Raumes angeordnet.

2.3 Immissionsrichtwerte nach TA Lärm

Für die Schwimmsteganlage/ Bootshäuser ist von einer „gemischten Baufläche“ auszugehen [8], woraus sich in Anlehnung an die *TA Lärm* [10] der Schutzanspruch eines „Mischgebietes MI“ ableitet.

¹ Für Geräusche, die aufgrund ausgeprägter Einzeltöne oder Informationshaltigkeit bzw. deutlich hervortretender Impulsgeräusche oder kurzfristiger Pegeländerungen zu erhöhten Störwirkungen führen, sind Zuschläge zum Mittelungspegel des Teilzeitraumes von jeweils 3 dB oder 6 dB zu erheben.

² Für den Tagzeitraum (6 bis 22 Uhr) und den Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr) gelten getrennte Werte.

Die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte gemäß *TA Lärm* betragen für den Schutzanspruch MI:

Beurteilungszeitraum	Mittelungszeit	IRW_{MI} in dB(A)
Tag: 6 Uhr bis 22 Uhr	16 Stunden	60
Nacht: 22 Uhr bis 6 Uhr	1 Stunde (ungünstigste Stunde)	45

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel für den Tag- und Nachtzeitraum nach *TA Lärm*

Zusätzlich ist das Spitzenpegel-Kriterium (einmalige, kurzzeitige Ereignisse) einzuhalten. Danach dürfen Pegelspitzen den Immissionsrichtwert am Tag um nicht mehr als 30 dB und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

In „Mischgebieten MI“ ist nach *TA Lärm* kein Zuschlag für Tagzeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Höhe von 6 dB zu berücksichtigen (Ruhezeitzuschlag).

2.4 Immissionsrichtwerte nach Freizeitlärmrichtlinie

In der *Freizeitlärmrichtlinie* [11] betragen die Immissionsrichtwerte „Außen“ für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden für Mischgebiete:

Beurteilungszeitraum	Beurteilungszeit	IRW_{MI} in dB(A)
Tag: 6 Uhr bis 22 Uhr	tags an Werktagen außerhalb der Ruhezeit	60
	tags an Werktagen innerhalb der Ruhezeit und an Sonn- und Feiertagen	55
Nacht: 22 Uhr bis 6 Uhr	nachts	45

Tabelle 3: Immissionsrichtwerte (IRW) für den Beurteilungspegel für den Tag- und Nachtzeitraum (Mischgebiet MI)

Beurteilungszeitraum		Beurteilungszeit	IRW_{MI} in dB(A)	
Tag	an Werktagen	8:00 – 20:00	12 h	60
	an Sonn- und Feiertagen	9:00 – 13:00 15:00 – 20:00	9 h	
Ruhezeit	an Werktagen	6:00 – 8:00	2 h	55
		20:00 – 22:00	2 h	
	an Sonn- und Feiertagen	7:00 – 9:00	2 h	55
		13:00 – 15:00	2 h	
		20:00 – 22:00	2 h	
Nacht	an Werktagen	22:00 – 6:00	1 h*	45
	an Sonn- und Feiertagen	22:00 – 7:00	1 h*	

Tabelle 4: Beurteilungszeiträume nach *Freizeitlärmrichtlinie* [11] (* ungünstigste Nachtstunde)

Einzelne Geräuschspitzen sollen die Immissionsrichtwerte „Außen“ tags um nicht mehr als 30 dB sowie nachts um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

3 TA Lärm-Verträglichkeit

Das Gebiet des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes wird durch Geräuschemissionen gewerblicher Einrichtungen beaufschlagt. Es handelt sich um die südlich gelegene Hotelanlage „Der Leuchtturm-Gastro GmbH“ sowie um den ebenfalls südlich gelegenen Gewerbebetrieb „Grill & Chill“.

Im Zuge eines Baugenehmigungsverfahrens ist im vorliegenden Fall formal zu prüfen, ob dem entsprechend der Gebietskategorie des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes „Schwimmsteganlage mit Bootshäusern“ zu gewährleistenden Schutzanspruch Genüge getan wird. Dazu ist die Höhe der gewerblichen Lärmbelastung an den Fassaden der Bootshäuser, die in Anlehnung an die *TA Lärm* [10] als sogenannte „planerische Vorbelastung“ anzusehen ist, zu quantifizieren und der Beurteilungspegel $L_{r,Vorbelastung}$ an den den Gewerbegebieten nächstgelegenen Immissionsorten mit den entsprechenden Immissionsrichtwerten gemäß Schutzanspruch zu vergleichen und zu bewerten.

Immissionswirksam sind, Bezug nehmend auf die schalltechnische Untersuchung zur 3. Änderung zum Bebauungsplan „Geierswalder See – Südböschung“ [8], die in der folgenden Tabelle 5 aufgeführten Teilflächen mit den ermittelten Emissionskontingenten.

Teilfläche	Gebiet	Art	$L''_{WA,T}$	$L''_{WA,N}$	Fläche m ²
			dB(A) re m ²	dB(A) re m ²	
TF1	SO1-1	Sondergebiet Fremdenverkehr, Versorgung	68	53	4.996
TF2	SO1-2		59	43	3.515
TF3	SO1-3		69	56	2.902
TF17	SO5-7	Sondergebiet Wassersport	68	52	1.198

Tabelle 5: Emissionskontingente der maßgebenden Sondergebiete nach [8]
 L''_{WA} – immissionswirksamer flächenbezogener Schalleistungspegel (L_{EK}) in dB(A) re m²
 T – Tagzeitraum; N – Nachtzeitraum
 Die Höhe der Flächenschallquellen wurde einheitlich mit 2 m über Grund angesetzt [8].
 Flächenmaße gemäß [8]

In der nachfolgenden Tabelle werden die Berechnungsergebnisse der Beurteilungspegel der Vorbelastung an den Immissionsorten der Bootshäuser aufgeführt. Berücksichtigt werden die Häuser 1 und 4. Für die mittleren Häuser 2 und 3 liegen die Beurteilungspegel der jeweiligen Immissionsorte IO1 bis IO4 zwischen denen der Bootshäuser 1 und 4.



Abbildung 7: Lageplan (Rechenmodell) zur Prüfung der TA Lärm-Verträglichkeit (Vorbelastung)

IO	$IRW_{MI,T}$	$IRW_{MI,N}$	$L_{r,Vorbelastung,T}$	$L_{r,Vorbelastung,N}$
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO1 B-Haus1 NW	60	45	45,3	31,8
IO2 B-Haus1 NO			51,7	38,4
IO3 B-Haus1 SO			56,2	42,1
IO4 B-Haus1 SW			51,9	37,3
IO1 B-Haus4 NW	60	45	46,9	34,1
IO2 B-Haus4 NO			56,3	43,5
IO3 B-Haus4 SO			57,0	43,7
IO4 B-Haus4 SW			48,9	35,6

Tabelle 6: Beurteilungspegel der Vorbelastung an den Immissionsorten IO1 und IO4 der Bootshäuser 1 und 4

Die Berechnung der Beurteilungspegel der Vorbelastung erfolgte unter Berücksichtigung der geometrischen Ausbreitungsbedingungen, der Topografie, der Luftabsorption, des Bodeneffektes sowie Abschirmungen und Reflexionen (Schallabsorptionsgrad $\alpha = 0,21$) nach DIN ISO 9613-2 [12] auf Basis der Emissionskontingente, aufgeführt in Tabelle 5.

Eine Unterschreitung der Immissionsrichtwerte für den Tag- und Nachtzeitraum durch den Beurteilungspegel der planerischen Vorbelastung $L_{r,Vorbelastung}$ ist gegeben und somit eine TA-Lärm-Verträglichkeit gewährleistet.

Nachfolgend werden die Teilschallquellen (Teilflächen) und Teilbeurteilungspegel am kritischen Immissionsort **IO3 Bootshaus 4 SO** (Immissionsort mit dem höchsten Beurteilungspegel) für den Tag- und Nachtzeitraum angegeben:

Teilschallquellen	Teilbeurteilungspegel $L_{r,A,i}$ am IO3 Bootshaus 4 SO in dB(A)	
	Tag	Nacht
TF3 – SO1-3	55,8	43,1
TF2 – SO1-2	48,3	32,4
TF1 – SO1-1	45,8	31,3
TF17 – SO5-7	40,2	25,3
Pegelsumme	57,0	43,7

Tabelle 7: Teilbeurteilungspegel der Vorbelastung am IO3 Bootshaus 4 SO-Fassade

Gewerbebetrieb im Sondergebiet SO5-7

Bezug nehmend auf die Emissionsansätze in der Schallimmissionsprognose des Büros SLG [13] sind die Beurteilungspegel an den IO des nächstgelegenen Bootshauses B-H1 ermittelt worden, die vom Gewerbebetrieb im Sondergebiet SO5-7 während des Regelbetriebes bzw. während des Veranstaltungsbetriebes emittiert werden (Berechnungsergebnisse zur Information).

Regelbetrieb

IO	$IRW_{MI,T}$	$IRW_{MI,N}$	$L_{r,Vorbelastung,T}$	$L_{r,Vorbelastung,N}$
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO1 B-Haus1 NW	60	45	41,5	35,1
IO2 B-Haus1 NO			35,5	29,1
IO3 B-Haus1 SO			42,5	36,0
IO4 B-Haus1 SW			41,3	35,1

Tabelle 8: Beurteilungspegel an den Immissionsorten IO1 und IO4 des Bootshauses 1

Veranstaltungsbetrieb

IO	$IRW_{MI,T}$	$IRW_{MI,N}$	$L_{r,Vorbelastung,T}$	$L_{r,Vorbelastung,N}$
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
IO1 B-Haus1 NW	60	45	46,7	44,7
IO2 B-Haus1 NO			40,7	38,7
IO3 B-Haus1 SO			47,7	45,6
IO4 B-Haus1 SW			46,5	44,7

Tabelle 9: Beurteilungspegel an den Immissionsorten IO1 und IO4 des Bootshauses 1

4 Geräuschemittenten

Bezogen auf die Bootshäuser auf der Schwimmsteganlage mit dem Schutzanspruch MI sind die maßgebenden nächstgelegenen Geräuschemittenten

- die Gewerbeeinheiten „Der Leuchtturm-Gastro GmbH“ sowie „Grill & Chill“
- der Bootsverkehr der Schwimmsteganlage selbst.

4.1 Gewerbeeinheiten

Die Geräuschimmission durch die Gewerbeeinheiten an den Fassaden der Bootshäuser wurde im Gliederungspunkt 3 betrachtet und ist hinsichtlich der Geräuschemittenten identisch – siehe hierzu die aufgeführten Ergebnisse in Tabelle 6.

4.2 Bootsverkehr – Steganlage

Gemäß „Allgemeinverfügung der Landesdirektion Sachsen – Erklärung der Schiffbarkeit für Gewässerstrecken des Geierswalder Sees (2013)“ [14] sowie der „Allgemeinverfügung der Landesdirektion Sachsen zur Feststellung der Fertigstellung (FdF) von weiteren Gewässerstrecken des Geierswalder Sees (2018)“ [15] kann ganzjährig im festgelegten Umfang und Geltungsbereich der See von Jedermann im Rahmen des Schifffahrtsrechts mit Wasserfahrzeugen befahren werden. Die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten gegenüber dem Ufer sind in der Sächsischen Schifffahrtverordnung (SächsSchiffVO) [16] benannt.

Für bestimmte Wassersportarten sind Gebiete festgelegt (betont), das betrifft vorrangig Wasserski/Wakeboarding und Kitesurfen. Diese Gebiete sind nicht ausschließlich der festgelegten Nutzung vorbehalten, sondern dürfen auch von anderen Wasserfahrzeugen durchfahren werden. Der Badebereich (betont) ist für Bootsverkehr jeglicher Art gesperrt. Im geotechnischen Sperrbereich am West- sowie Südufer ist jeglicher Bootsverkehr, gleich welcher Art, untersagt. Näheres siehe in der schalltechnischen Untersuchung zur 3. Änderung zum B-Plan Geierswalder See Elsterheide [8].

Für den Geierswalder See ist derzeit keine Obergrenze für die Anzahl von Booten (Motorboote, Segelboote, Tretboote usw.) festgelegt.

Vorliegend ist der Bootsverkehr der Schwimmsteganlage von Interesse, da die Bootshäuser davon unmittelbar betroffen sind.

Die nachfolgende Abbildung 8 zeigt den technischen Lageplan der Steganlage mit den Bootshäusern und Bootliegeplätzen.

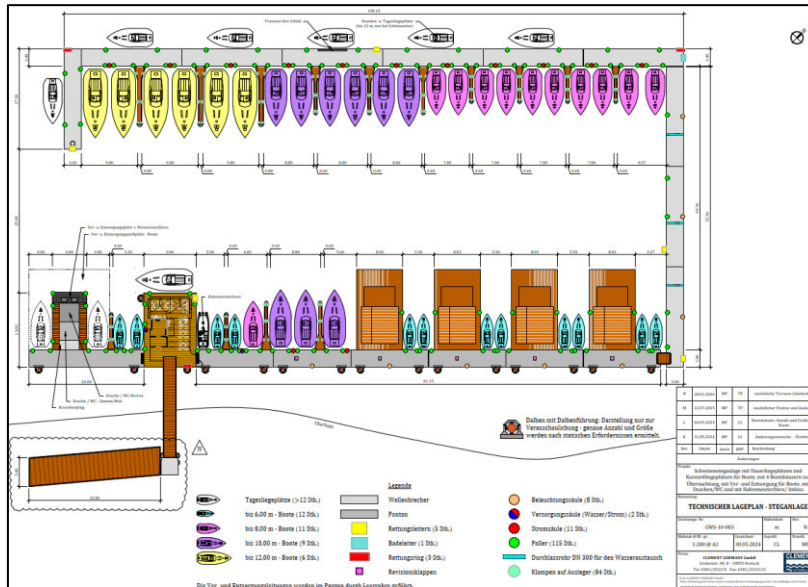


Abbildung 8: Technischer Lageplan – Steganlage (nicht genordet)
(Quelle: CLEMENT Germany GmbH [17])

Grundlegende Anforderungen in Bezug auf Geräuschemissionen von Sportbooten und Wassermotorrädern werden in [18] benannt:

Nennleistung P_N	$L_{pASmax,25m}$	$20 \cdot \log r$ ($r = 25$ m)	$10 \cdot \log 2\pi$	$L_{WA,PNenn}$
kW	dB(A)	dB	dB	dB(A)
$P_N \leq 10$	67	28	8	103
$10 < P_N \leq 40$	72			108
$P_N > 40$	75			111

Tabelle 10: Schallleistungspegel von Sportbooten in Abhängigkeit der Nennleistung P_N in kW
(mit der Entfernung r ergibt sich eine halbkugelförmige Hüllfläche $A_{HK} = 2\pi r^2$)

Die Nennleistung bezieht sich auf die Nenndrehzahl (maximale Drehzahl). Die sich ergebenden Schallleistungspegel nach Tabelle 10 sind für die Schwimmsteganlage nicht anwendbar, die Motorboote bzw. Segelboote mit Hilfsmotor bewegen sich innerhalb der Anlage und auch in der näheren Umgebung außerhalb der Anlage mit Schrittgeschwindigkeit oder sogar weniger. Ein brauchbaren Ansatz für Schallleistungspegel für Motorboote befindet sich in [19]. Hier gibt es eine Klassifizierung nach Geschwindigkeiten:

Motorboote	L_{WA}	$L_{m25} (r = 25 \text{ m})$
	dB(A)	dB(A)
Klasse 1	< 93	< 57
Klasse 2	93 < 96	57 < 60
Klasse 1 – Tempo 30 km/h	99 < 102	63 < 66
Klasse 2 – Tempo 30 km/h	102 < 105	66 < 69

Tabelle 11: Schallleistungspegel in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

Die Pegeldifferenz zwischen L_{WA} und L_{m25} beträgt einheitlich $\Delta L = 36 \text{ dB}$, welche wiederum der halbkugelförmigen Hüllfläche mit dem Radius $r = 25 \text{ m}$ entspricht. Die Pegeldifferenz zwischen der „Klasse Tempo 30 km/h“ und der „Klasse“ beträgt maximal $\Delta L = 9 \text{ dB}$. Hier lässt sich auf eine Geschwindigkeitsabhängigkeit $10 \cdot \log v/v_{(30\text{km/h})}$ schließen – es ergibt sich ein $\Delta L = 9 \text{ dB}$ für eine Geschwindigkeit $v = 3,8 \text{ km/s}$, etwa Schrittgeschwindigkeit.

Für eine Linienschallquelle in Anlehnung an die RLS-90 [20] hat Wiehe [21] (zitiert in [22]) einen Berechnungsansatz für die Ermittlung des Emissionspegels $L_{m,E}$ wie folgt abgeleitet:

$$L_{m,E} = L_{WA}(v) - 10 \log(v \cdot r) + 10 \log[\arctan(v \cdot t_E/2r)] - 10 \log(t_E) - 5 \text{ dB}$$

Es bedeuten:

- $L_{WA}(v)$ Schallleistungspegel eines Bootes in dB(A) bei der Geschwindigkeit v in m/s
 v Geschwindigkeit in m/s
 r minimaler Abstand zwischen Fahrweg des Bootes und Nachweisort in m
 t_E Einwirkdauer des Bootsgeräusches in Sekunden

Aus- und Einfahrt – Schwimmsteganlage

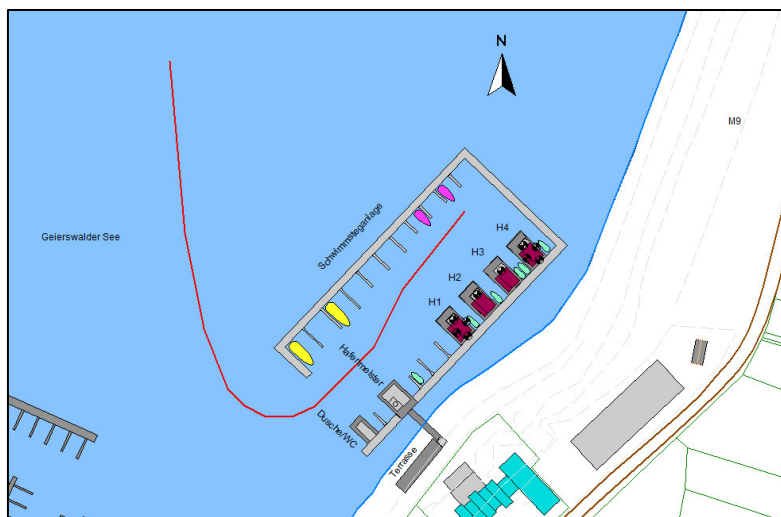


Abbildung 9: Linienschallquelle für die Bootsfahrt nach [20]

Für eine angenommene Geschwindigkeit $v = 2 \text{ km/h} = 0,56 \text{ m/s}$, einem Abstand von der Fahrlinie des Bootes zum Immissionsort IO1 B-Haus1 von $r = 20 \text{ m}$ und einer Einwirkdauer $t_E = 180 \text{ s}$

für eine Fahrstrecke von 100 m bei obiger Geschwindigkeit, die Fahrstrecke entspricht der ungefähren Längsausdehnung der Schwimmsteganlage bis zur Ausfahrt, ergibt sich bei einem Schallleistungspegel für ein Boot von $L_{WA,1} = 87$ dB(A) rechnerisch nach obiger Beziehung ein Emissionspegel von $L_{m,E} = 49,7$ dB(A). In Abhängigkeit von der Anzahl n der Bootsfahrten erhöht sich der Emissionspegel um $10 \cdot \log n$ (dB).

$L_{WA,1}$ Boot (2km/h)	$L_{m,E,n=1}$	Anzahl Boote	$10 \cdot \log n$	$L_{m,E,n}$
dB(A)	dB(A)	n	dB	dB(A)
87	49,7	10	10	59,7
		2 (z.B. Nacht)	3	52,7

Tabelle 12: Emissionspegel in Abhängigkeit von der Anzahl der Boote

Die Bootsfahrt (Abbildung 9) wurde als Linienschallquelle nach *RLS-90* [20] modelliert und ist für die Ermittlung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten der Bootshäuser mit den Emissionspegeln der Tabelle 12 belegt worden.

5 Berechnung von Beurteilungspegeln

Entsprechend den Anforderungen an eine Prognose nach der *TA Lärm* [10] wurden die Berechnungen frequenzunabhängig mit A-bewerteten Gesamtpegeln (Dämpfungswerte für 500 Hz) durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist gemäß Pkt. A.2.3.1 (detaillierte Prognose) der *TA Lärm* zulässig, wenn, wie im vorliegenden Fall, als Emissionsdaten überwiegend nur A-bewertete Schallpegel vorliegen. Den Schallausbreitungsrechnungen liegen die Berechnungsvorschriften der *DIN ISO 9613-2* [12] zugrunde. Dies betrifft u. a. die geometrische Ausbreitungsdämpfung, die Luftabsorption, den Bodeneffekt (alternatives Verfahren) sowie Abschirmungen und Reflexionen (Schallabsorptionsgrad $\alpha = 0,21$). Auf die Berechnung der meteorologischen Korrektur C_{met} wurde zur sicheren Seite hin verzichtet (Mitwind-Situation). Die Berechnungen wurden mit dem Programm *IMMI* [23] an den beschriebenen Nachweisorten (IO) durchgeführt. Die Schallquellen sind entsprechend ihrer Charakteristik als Linien- oder Flächenquellen modelliert worden. Alle existierenden Gebäude bzw. Hindernisse, die in der Schallausbreitungsrichtung liegen, gehen mit deren Beugung und Reflexion in die Berechnung ein. Die Fassaden, vor denen Nachweispunkte (IO) liegen, besitzen für diese keine reflektierende Wirkung.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Schwimmsteganlage (östliche Anlage) mit den Bootshäusern als 3D-Visualisierung aus Richtung Süd.

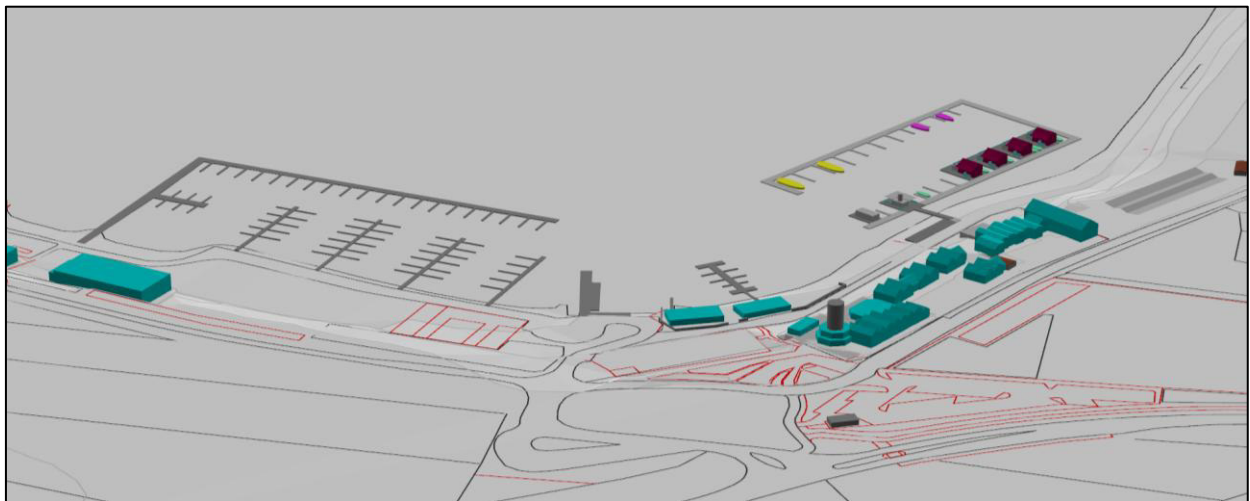


Abbildung 10: 3D-Visualisierung der Steganlage und Umgebungsbebauung aus Richtung Süd (genordet)

6 Maßgebliche Außenlärmpegel

Bauliche Schallschutzmaßnahmen (Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen) leiten sich aus der baurechtlich in Sachsen³ eingeführten *DIN 4109-1:2018 „Schallschutz im Hochbau - Mindestanforderungen“* [2] ab. In der *DIN 4109-2:2018 „Schallschutz im Hochbau – Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“* [3] werden die Festlegungen zur rechnerischen Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels L_a (Pegel für die Bemessung der Schalldämmung zum Schutz gegen Außengeräusche) aufgeführt. Danach sind die Beurteilungspegel L_r für die unterschiedlichen Lärmquellen (hier: Bootsverkehr, Gewerbe) zu bestimmen.

Der maßgebliche Außenlärmpegel L_a nach *DIN 4109-2:2018* [3] ergibt sich

- für den Tag aus den zugehörigen Beurteilungspegeln (6 Uhr bis 22 Uhr);
- für die Nacht aus den zugehörigen Beurteilungspegeln (22 Uhr bis 6 Uhr) plus Zuschlag zur Berücksichtigung der erhöhten Störwirkung (größeres Schutzbedürfnis in der Nacht).

Maßgeblich ist die Lärmbelastung derjenigen Tageszeit, die die höhere Anforderung ergibt.

Für Verkehr (hier: Bootsverkehr) gilt: Beträgt die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag minus Nacht weniger als 10 dB, so ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel zum Schutz des Nachtschlafes aus einem 3 dB erhöhten Beurteilungspegel für die Nacht und einem Zuschlag von 10 dB.

Für Gewerbeanlagen gilt: Im Regelfall wird als maßgeblicher Außenlärmpegel der nach der *TA Lärm* [10] im Bebauungsplan für die jeweilige Gebietskategorie angegebene Immissionsrichtwert eingesetzt (hier: IRW_{MI}), wobei zu dem Immissionsrichtwert 3 dB zu addieren sind.

Rührt die Geräuschbelastung von mehreren (gleich- oder verschiedenartigen) Quellen her, so wird der resultierende Außenlärmpegel anhand der logarithmischen Pegeladdition ermittelt. Der Gesamtpegel L_a ergibt sich dabei aus den Teilbeurteilungspegeln für den Tag- bzw. den Nachtzeitraum gemäß:

$$\text{Tag:} \quad L_{a,T} = 10 \log (10^{0,1 \cdot L_{\text{Verkehr,T}}} + 10^{0,1 \cdot L_{\text{LEK,SO,T}}} + 10^{0,1 \cdot L_{\text{Gewerbe,T}}}) + 3 \text{ dB}$$

$$\text{Nacht:} \quad L_{a,N} = 10 \log (10^{0,1 \cdot L_{\text{Verkehr,N}}} + 10^{0,1 \cdot L_{\text{LEK,SO,N}}} + 10^{0,1 \cdot L_{\text{Gewerbe,N}}}) + 13 \text{ dB.}$$

Nachfolgend werden in den Tabellen (Tabelle 13 bis Tabelle 15) die berechneten maßgebliche Außenlärmpegel unter Berücksichtigung der im Gliederungspunkt 4 benannten Geräuschemitteln aufgeführt.

³ *Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Inneren zur Einführung Technischer Baubestimmungen (VwV TB) vom 6. Januar 2021*

Maßgeblicher Außenlärmpegel Tag an den Fassaden der Bootshäuser

IO Bootshäuser	SO (L_{EK}) Tag	Boot Tag	Gewerbe Tag	$\Sigma L_{r,A,T}$ Tag	$\Sigma L_{r,A,T}$ + 3 dB Tag	$L_{a,Tag}$ gerundet	LPB Tag
	$L_{r,A,Tag}$	$L_{r,A,Tag}$	$IRW_{MI,Tag}$	$L_{r,A,ges,Tag}$	$L_{a,Tag}$		
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		
IO1 BH1 NW	45,3	60,7	60,0	63,4	66,4	66	IV
IO2 BH1 NO	51,7	56,7	60,0	62,1	65,1	65	III
IO3 BH1 SO	56,2	45,7	60,0	61,6	64,6	65	III
IO4 BH1 SW	51,9	57,0	60,0	62,2	65,2	65	III
IO1 BH2 NW	45,9	59,8	60,0	63,0	66,0	66	IV
IO1 BH3 NW	46,1	58,4	60,0	62,4	65,4	65	III
IO1 BH4 NW	46,9	56,4	60,0	61,7	64,7	65	III
IO2 BH4 NO	56,3	41,4	60,0	61,6	64,6	65	III
IO3 BH4 SO	57,0	43,1	60,0	61,8	64,8	65	III
IO4 BH4 SW	48,9	53,3	60,0	61,1	64,1	64	III

Tabelle 13: **Maßgeblicher Außenlärmpegel Tag an den Fassaden der Bootshäuser****Maßgeblicher Außenlärmpegel Nacht an den Fassaden der Bootshäuser**

IO Bootshäuser	SO (L_{EK}) Nacht	Boot Nacht	Gewerbe Nacht	$\Sigma L_{r,A,T}$ Nacht	$\Sigma L_{r,A,T}$ + 13 dB Nacht	$L_{a,Nacht}$ gerundet	LPB Nacht
	$L_{r,A,Nacht}$	$L_{r,A,Nacht}$	$IRW_{MI,Nacht}$	$L_{r,A,ges,Nacht}$	$L_{a,Nacht}$		
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		
IO1 BH1 NW	31,8	53,7	45,0	54,3	67,3	67	IV
IO2 BH1 NO	38,4	49,7	45,0	51,2	64,2	64	III
IO3 BH1 SO	42,1	38,7	45,0	47,4	60,4	60	II
IO4 BH1 SW	37,3	50,0	45,0	51,4	64,4	64	III
IO1 BH2 NW	33,0	52,8	45,0	53,5	66,5	67	IV
IO1 BH3 NW	33,2	51,5	45,0	52,4	65,4	65	III
IO1 BH4 NW	34,1	49,4	45,0	50,8	63,8	64	III
IO2 BH4 NO	43,5	34,4	45,0	47,6	60,6	61	III
IO3 BH4 SO	43,7	36,1	45,0	47,7	60,7	61	III
IO4 BH4 SW	35,6	46,3	45,0	48,9	61,9	62	III

Tabelle 14: **Maßgeblicher Außenlärmpegel Nacht an den Fassaden der Bootshäuser**

Wie im Gliederungspunkt 7 „Außenbauteile“ gezeigt wird, ist aufgrund der Bauweise der Bootshäuser und den damit verbundenen Bauschalldämm-Maßen ein Außenlärmpegel von bis zu $L_a = 67$ dB(A) bautechnisch nicht vertretbar und umzusetzen. Das erforderliche Schalldämm-Maß für die Fenster würde das Schalldämm-Maß gemäß dem geplanten Wand-/Dachaufbau übertreffen. Daher ist zu empfehlen, den Bootsverkehr im Nachtzeitraum (22 Uhr bis 6 Uhr) zu unterbinden. Mit dieser Maßnahme sind „händelbare“ maßgebliche Außenlärmpegel im Nachtzeitraum zu verzeichnen (siehe die folgende Tabelle) und damit ein angemessenes Schalldämm-Maß für die Fenster realisierbar.

Maßgeblicher Außenlärmpegel Nacht an den Fassaden der Bootshäuser

Ohne Bootsverkehr im Zeitraum 22 Uhr bis 6 Uhr

IO Bootshäuser	SO (L_{EK}) Nacht	Boot Nacht	Gewerbe Nacht	$\Sigma L_{r,A,T}$ Nacht	$\Sigma L_{r,A,T}$ + 13 dB Nacht	$L_{a,Nacht}$ gerundet	LPB Nacht
	$L_{r,A,Nacht}$	$L_{r,A,Nacht}$	$IRW_{MI,Nacht}$	$L_{r,A,ges,Nacht}$	$L_{a,Nacht}$		
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
IO1 BH1 NW	31,8	0,0	45,0	45,2	58,2	58	II
IO2 BH1 NO	38,4	0,0	45,0	45,9	58,9	59	II
IO3 BH1 SO	42,1	0,0	45,0	46,8	59,8	60	II
IO4 BH1 SW	37,3	0,0	45,0	45,7	58,7	59	II
IO1 BH2 NW	33,0	0,0	45,0	45,3	58,3	58	II
IO1 BH3 NW	33,2	0,0	45,0	45,3	58,3	58	II
IO1 BH4 NW	34,1	0,0	45,0	45,3	58,3	58	II
IO2 BH4 NO	43,5	0,0	45,0	47,3	60,3	60	II
IO3 BH4 SO	43,7	0,0	45,0	47,4	60,4	60	II
IO4 BH4 SW	35,6	0,0	45,0	45,5	58,5	58	II

Tabelle 15: **Maßgeblicher Außenlärmpegel Nacht** an den Fassaden der Bootshäuser

Die Lärmpegelbereiche LPB (5 dB-Staffelung) tragen informativen Charakter. Der maßgebliche Außenlärm ist pegelgenau zu bestimmen.

7 Außenbauteile – Schallschutznachweis

7.1 Allgemeines

Nach *DIN 4109-1* [2] ergibt sich das erforderliche Gesamtschalldämm-Maß $R'_{w,erf}$ der Fassaden aus dem „maßgeblichen Außenlärmpegel“ L_a nach Tabelle 15 und dem Korrekturwert für „Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten“ $K_{Raumart} = 30$ dB. Dabei gilt in jedem Fall ein Mindestwert von $R'_{w,erf} \geq 30$ dB.

$$R'_{w,erf} = L_a - K_{Raumart}$$

Diese pauschale Anforderung ist raumspezifisch, entsprechend dem Flächenverhältnis der gesamten Außenfläche eines Raumes S_S zu dessen Grundfläche S_G , zu korrigieren (K_{AL} siehe Gleichung (33) in *DIN 4109-2* [3]). Das erforderliche Gesamtschalldämmmaß $R'_{w,erf}$ der Fassaden lässt sich dann anhand der Gleichung (32) der *DIN 4109-2* [3] unter Berücksichtigung einer Prognoseunsicherheit sowie des Korrekturwertes K_{AL} ermitteln. Anhand der Schalldämm-Maße für die Wand und das Dach des Bootshauses sowie deren Flächenanteilen wird letztlich das erforderliche Schalldämm-Maß der Fenster berechnet, siehe hierzu Tabelle 18.

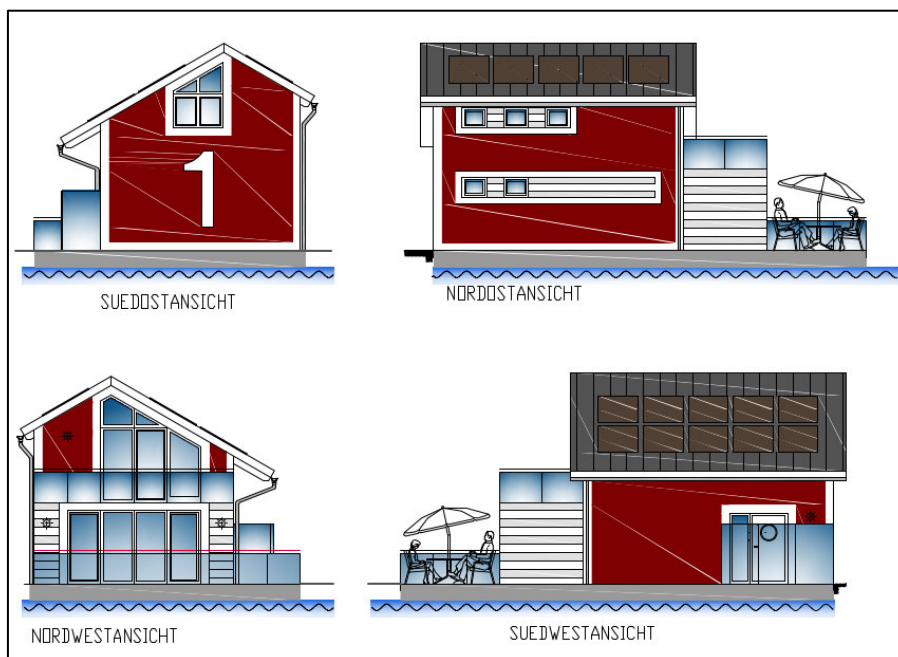


Abbildung 11: Ansichten eines Bootshauses auf dem Schwimmsteg
(Quelle: GAtAS [7] 21.09.2023)

7.2 Außenwände und Dach

Der Wand- und Dachaufbau der Bootshäuser orientiert sich an den Materialangaben der ZHM Zimmerei & Holzbau Mietsch [24].

Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

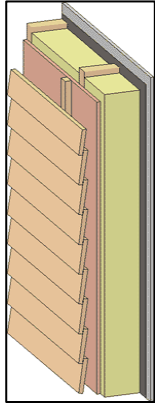
Material	Abmessung in cm	
Fermacell Powerpanel H20	1,25	
Dreischichtplatte – Fichte	1,9	
Kantholz KVH – Fichte	16,0 x 6,0	
Zwischendämmung STEICO flex	16,0 x 6,0	
Abdeckung STEICO universal dry	3,5	
Lattung (Hinterlüftung)	2,4	
HPL-Fassadenplatte	0,6	
Wanddicke	25,65	
Flächenmasse	51 kg/m ²	
Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,Wand}$	40 dB	

Tabelle 16: *Aufbau Außenwand (Tabelle)*
(schalltechnisch ähnlicher Aufbau – Bild in Anlehnung Außenwand awrhho05a-09; dataholz.eu [25])

Dachkonstruktion (von innen nach außen) – Außensicht BAUDER Trapezblech

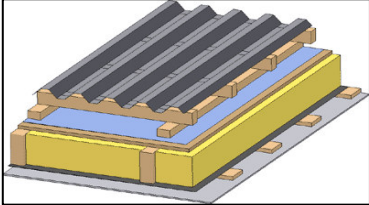
Material	Abmessung in cm	
Balkenlage – Fichte	16,0 x 8,0	
Dreischichtplatte – Fichte	1,9	
Dämmung Firestone RESISTA AK-RF	16,0	
Lattung – Fichte	3,0 dick	
Querlattung – Fichte	4,0 dick	
Außen Trapezblech	6,0	
Wanddicke	46,9 / 30,9	
Flächenmasse	31 kg/m ²	
Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,Wand}$	42 dB	

Tabelle 17: *Aufbau Dach (Tabelle)*
(schalltechnisch ähnlicher Aufbau – Bild in Anlehnung Flachdach fdrhbi05a-00; dataholz.eu [26])

7.3 Anforderungen an die Fenster

Die Berechnung der Anforderungen an die Mindestschalldämmung der Fenster erfolgt für den Aufenthaltsraum sowie den Schlafraum (hinsichtlich der Außenwandfläche, der Raumabmessung und der Fensterfläche) nach Tabelle 18. Die Abmessungen für die Raumgrundfläche S_G , die außenluftberührende Fläche S_s (Wandfläche und Fensterfläche) wurden anhand der Bootshaus-Ansichten (Abbildung 11) abgeschätzt.

Bootshaus 1	Ansicht NW (Abbildung 11)	
	IO1 Aufenthalt	IO1 Schlafen
maßgeblicher Außenlärmpegel L_a in dB(A)	63	63
erf. Schalldämmung $R'_{w,erf}$ in dB	30	30
Raumgrundfläche S_G in m ²	29,3	31,5
Außenluftberührte Fläche S_s in m ²	42,8	34,5 Wand / 31,5 Dach
Raumkorrektur K_{AL} in dB	2,6	4,2
Prognoseunsicherheit u_{Prog} in dB	+2	+2
erf. Gesamt-Schalldämmung $R'_{w,res}$ in dB	37,6	39,2
Wandfläche S_w in m ²	36,8	27,2 Wand / 31,5 Dach
Schalldämmung Wand $R'_{w,Wand}$ in dB	40	40 Wand / 42 Dach
Fensterfläche S_F in m ²	6,0	7,3
erf. Schalldämmung der Fenster $R_{w,F}$ in dB	33	34

Tabelle 18: Ermittlung der erforderlichen Schalldämmung der Fenster am Beispiel Bootshaus 1 (Bootshäuser 2 bis 4 analog, da baugleich)

7.4 Konstruktive Hinweise – Fenster

Die Eignung kann durch Prüfzeugnis⁴, ggf. Umrechnung für konkret abweichende Konstruktionen mit den Korrekturwerten nach *DIN 4109-35* [27], oder entsprechend dem Glasaufbau nach Tabelle 1 der *DIN 4109-35* nachgewiesen werden.

Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierglas (z. B. Zweischeibenverglasung ≥ 4 / SZR⁵ ≥ 16 / 4 in mm) erreichen nach *DIN 4109-35* typischerweise Schalldämmmaße von $R_{w,F} \approx 34$ dB und erfüllen somit die Anforderung.

⁴ Die Erstellung eines Prüfzeugnisses wäre entsprechend dem Nutzungszweck der Bootshäuser als Erlebnishäuser aus gutachterlicher Sicht nicht angemessen.

⁵ SZR – Scheibenzwischenraum

8 Vorschlag zur Festsetzung

Es ist davon auszugehen, dass eine Nutzung der Bootshäuser auf der Schwimmsteganlage saisonal erfolgen wird (März bis Oktober). Weiterhin ist voranzusetzen, dass die Nutzer der Bootshäuser mit den Gegebenheiten eines für den Bootsverkehr freigegebenen Sees für u.a. Motorboote unterschiedlicher Bootsklassen, Wasserski-Arealen, „Spaß“-Fahrten mit Kommunikationsgeräuschen und Ähnlichem vertraut sind und diese Gegebenheiten akzeptieren. Die Anforderung an die Luftschalldämmung der Außenbauteile der Bootshäuser orientiert sich daher an der Geräuschmissionssituation im Nachtzeitraum, da tags die Bootshaus-Nutzer bei schönem Wetter selbst „auf dem oder am Wasser“ sind, sich nicht überwiegend in den Bootshäusern aufhalten werden und bei schlechtem Wetter der Bootsverkehr auf dem See und damit die Geräuschmission sehr eingeschränkt sein werden.

Die an den Fassaden der Bootshäuser berechneten maßgebliche Außenlärmpegel repräsentieren daher den Maximalwert für den Nachtzeitraum. In Anlehnung an die Norm *DIN 4109 Teil 1: 2018* [2] beträgt die Anforderung an das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,erf}$ des Außenbauteils von „Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten“ zum einen mindestens 30 dB und zum anderen für die Raumart (Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten) $K_{Raumart} = 30$ dB, siehe folgende Gleichung: $R'_{w,erf} = L_a - K_{Raumart}$.

Vorschlag für die Textfassung:

- Anforderung an die Außenbauteile

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräuschmissionen müssen die Außenbauteile der Bootshäuser ein gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,erf}$ ausweisen, das nach dem maßgeblichen Außenlärmpegel L_a im Nachtzeitraum (22 Uhr bis 6 Uhr) und der Raumart $K_{Raumart}$ zu bemessen ist [2]. Für die vorliegende Raumart „Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten“ beträgt $K_{Raumart} = 30$ dB. Mindestens einzuhalten ist für „Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten“ ein gesamtes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,ges} = 30$ dB.

- Maßgeblicher Außenlärmpegel

Unter Zugrundelegung der Mindestforderung ergibt sich ein maßgeblicher Außenlärmpegel L_a von 60 dB(A) an den Fassaden der Bootshäuser im Nachtzeitraum. Wird die Imponderabilität externer Lärmemittenten berücksichtigt, ist eine Prognoseunsicherheit in Höhe von +3 dB gerechtfertigt. Der maßgebliche Außenlärmpegel L_a an den Fassaden der Bootshäuser wird mit

63 dB(A) festgesetzt. Von einer Festsetzung eines maßgeblichen Außenlärmpegels im Tagzeitraum wird aufgrund der geplanten Nutzung der Bootshäuser (Erlebnishaus) abgesehen.

- Bootsanleger

Der Bootsanlegerverkehr an der Schwimmsteganlage ist aufgrund des Schutzbedürfnisses in der Nacht (22 Uhr bis 6 Uhr) nur im Tagzeitraum zulässig.

9 Qualität der Prognose

Die Qualität der aufgezeigten Ergebnisse ist abhängig von der Genauigkeit der Emissionsdaten der einzelnen Schallquellen, wie Schalleistungspegel und Einwirkdauer sowie gegebenenfalls einer Richtwirkung der Quellen.

Die Emissionsdaten der Sondergebiete SO1-1 bis SO1-3 (Der Leuchtturm-Gastro GmbH) und SO5-7 (Grill & Chill) basieren auf den Angaben und Berechnungsergebnissen in [8].

Die Emissionsdaten für den Bootsverkehr sind anhand zugänglicher Quellen eruiert worden.

Um eine hohe Genauigkeit der Prognose zu gewährleisten, werden, aufbauend auf eigene Erfahrungen und auch eigene Messungen, Quelldaten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und erforderlichenfalls den konkreten Bedingungen angepasst. Eine hohe Genauigkeit wird bei der Erstellung des zur Durchführung der Schallausbreitungsrechnung erforderlichen dreidimensionalen Rechenmodells unter Verwendung des Berechnungsprogrammes *IMMI* [23] nach dem Stand der Technik (*DIN ISO 9613-2* [12]) gewährleistet.

Durch eine permanente Modellkontrolle ist gewährleistet, dass Fehler bei der Modellierung weitestgehend auszuschließen sind. Insgesamt ist zu konstatieren, dass die ermittelten Beurteilungspegel eher einer Obergrenze der tatsächlich zu erwartenden Geräuschemission an den Nachweisorten entsprechen.

Die *DIN ISO 9613-2* [12] nennt für Abstände bis 100 m zwischen Quelle und Immissionsort und eine mittlere Höhe von Quelle und Empfänger bis 5 m für breitbandige Quellen und freie Schallausbreitung eine geschätzte Genauigkeit des Berechnungsverfahrens von ± 3 dB.

10 Literaturverzeichnis

- [1] *Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Schwimmsteganlage mit Bootshäusern auf dem Geierswalder See" Teil B: Textliche Festsetzungen*, Planungsbüro Schubert GmbH & Co. KG, Radeberg, Vorentwurf i.d.F. vom 25.02.2026.
- [2] *DIN 4109-1 (2018): Schallschutz im Hochbau – Teil 1; Mindestanforderungen*, Januar 2018.
- [3] *DIN 4109-2 (2018): Schallschutz im Hochbau – Teil 2; Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen*, Januar 2018.
- [4] *Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Schwimmsteganlage mit Bootshäusern auf dem Geierswalder See" Planzeichnung Teil A*, Planungsbüro Schubert GmbH & Co. KG, Radeberg, Vorabzug/Arbeitsstand 25.02.2026.
- [5] *Vorhabenbezogener Bebauungsplan "Schwimmsteganlage mit Bootshäusern", Teil C-1: Begründung*, Planungsbüro Schubert GmbH & Co. KG, Radeberg, Vorentwurf i.d.F. vom 25.02.2026.
- [6] *Steganlage Geierswalder See - VB-Plan – Gesamtübersichtsplan Revision L*, CLEMENT Germany GmbH, Rostock, 28.01.2026.
- [7] *Ansichten Steghaus; Projekt Erweiterung der Ferienanlage "Der Leuchtturm" am Geierswalder See*, GAtAS Gesellschaft für Planungsleistungen der Architektur, technischen Ausstattung, Außenanlagen und Statik mbH, Hoyerswerda, 21.09.2023.
- [8] *Schalltechnische Untersuchung ABD 43876-01/25 Rev. 01 zur 3.Änderung zum Bebauungsplan "Geierswalder See - Südböschung" der Gemeinde Elsterheide*, Akustik Bureau Dresden Ingenieurgesellschaft mbH, 10.10.2025.
- [9] *DIN 45645-1 (1996): Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen*, Juli 1996.
- [10] *Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm*, Juni 2017.
- [11] *Freizeitlärm-Richtlinie*, LAI Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 2015.

- [12] *DIN ISO 9613-2: Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren*, Oktober 1999.
- [13] *Schallimmissionsprognose zur Erweiterung des Unternehmens "Grill & Chill" am Standort "Am Wassersportzentrum 2" auf der Teilfläche "SO 5" im B-Plan-Gebiet "Geierswalder See - Südböschung" der Gemeinde Elsterheide; Gutachten-Nr. 2146-23-AA-24-PB001*, SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH, Hartmannsdorf, 23.01.2024.
- [14] *Allgemeinverfügung der Landesdirektion Sachsen (2013): Erklärung der Schiffbarkeit für Gewässerstrecken des Geierswalder Sees (Tagebausee Koschen)*, 15. Mai 2013.
- [15] *Allgemeinverfügung FdF des GwS (2018): Allgemeinverfügung zur Feststellung der Fertigstellung (FdF) von weiteren Gewässerstrecken des Geierswalder Sees*, Landesdirektion Sachsen, Abt. Umweltschutz, Dresden, 24. April 2018.
- [16] *SächsSchiffVO: Sächsische Schifffahrtsverordnung - Verordnung zur Regelung des Schiffverkehrs auf Gewässern im Freistaat Sachsen*, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Dresden, 12. März 2004, letzte Änderung 13. Juni 2023.
- [17] *Technischer Lageplan – Steganlage Geierswalder See (GWS-10-003)*, CLEMENT Germany GmbH, Rostock, 30.05.2024.
- [18] *Richtlinie 2013/53/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 20.11.2023 über Sportboote und Wassermotorräder*.
- [19] *Zacharias, F.-Ch.: Kontingentierung von Motorbooten auf Talsperren und Seen*, Ztschr. Lärmbekämpfung Bd. 5 (2010) Nr. 6, November, S. 235 - 238.
- [20] *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen RLS-90*, 1990.
- [21] *Wiehe, J.: Prognose für die zu erwartenden Schallimmissionen aus Boot- und Schiffverkehr auf dem Restsee Spreetal Norost und Verbindungskanälen*, 02.12.2001.
- [22] *Lärmimmissionsprognose Geierswalder See - Südböschung, Wohnhafen Scado, Servicegelände Projekt-Nr. 43903935*, URS Deutschland GmbH und eurofins-AUA GmbH, Hoyerswerda bzw. Vetschau, 14.12.2009.

- [23] *Rechenprogramm IMMI - Version 2025*, Wölfel Engineering GmbH & Co. KG, Höchberg bei Würzburg.
- [24] *Bootshaus Materialangaben*, ZHM Zimmerei & Holzbau Mietsch, Wittichenau, 27.09.2023.
- [25] *Datenblatt Außenwand - awrhho05a-09*, dataholz.eu (Holzforschung Austria), 02.08.2023.
- [26] *Datenblatt Dach (Flachdach - fdrhbi05a-00)*, dataholz.eu (Holzforschung Austria), 02.08.2023.
- [27] *DIN 4901-35 (2016): Schallschutz im Hochbau - Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden*, Juli 2016.