



# Schalltechnisches Gutachten

für einen Motorbootbetrieb  
auf dem Berzdorfer See bei Görlitz

## Projektdaten

### Projektbezeichnung:

Schallimmissionsprognose für den Motorbootbetrieb auf dem Berzdorfer See bei Görlitz

Projektnummer: S0717-1  
Erstellt am: 3.5.2016  
Seitenzahl des Berichtes mit Anhang: 39

### Bauherr/Auftraggeber:



Planungsverband „Berzdorfer See“  
Hugo-Keller-Straße 14  
02826 Görlitz

Ansprechpartner Herr Schaaf  
Tel 03581 67 1533  
Fax 03581 67 2101

### Bearbeitung:



IDU Ingenieurgesellschaft für Daten-  
verarbeitung und Umweltschutz mbH  
Goethestraße 31  
02763 Zittau

Tel (ZI) 03583 540 9499  
Tel (DD) 0351 8838 3531  
Fax 03583 540 9498  
E-Mail info@idu.de

Dr.-Ing. Dietmar Bothmer  
Geschäftsführer

Dipl.-Ing. Bert Schmiechen  
fachlich verantwortlicher Bearbeiter

### Zusammenfassung:

In dieser schalltechnischen Untersuchung wurden die in der Umgebung einwirkenden Schallimmissionen durch die vorgesehene lärmrelevante Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees prognostiziert. Die vorliegende Prognose dient als Hilfestellung für eine weitere Planung der Nutzung des Berzdorfer Sees aus der akustischen bzw. immissionschutzrechtlichen Sichtweise.

Signifikante Schallemitenten des Vorhabens sind die lärmrelevante Nutzung der Wasserfläche durch den allgemeinen Motorbootbetrieb einschließlich einer Fahrgastschiffahrt.

Als schutzbedürftige Bereiche in der Umgebung des Berzdorfer Sees werden nicht nur die derzeit bestehenden Gebiete, wie Wohngebiete und Dauerkleingärten etc. sondern auch zukünftig geplante Gebiete, die schutzbedürftig sind und im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung und Nutzung des Berzdorfer Sees stehen, betrachtet. Als schutzbedürftig gelten dabei auch Gebiete mit einem temporären Aufenthalt von Menschen.

Bei der Betrachtung wurde nicht nur auf einen Beurteilungspegel abgestellt, der die Lärmbelastung über einen definierten Zeitraum beschreibt. Zudem wird ein Momentanpegel ermittelt - bei einer Vorbeifahrt eines Motorbootes in der kürzesten Distanz zwischen Schallquelle und Empfänger.

Generell ist eine lärmrelevante Nutzung auf der Wasserfläche des Berzdorfer Sees möglich. Die Einhaltung von planerischen Zielwerten, Verwendung fanden dabei die Orientierungswerte für die städtebauliche Planung gemäß der DIN 18005 bzw. die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm, können jedoch nur unter bestimmten Bedingungen und Einschränkungen der lärmrelevanten Nutzungen gewährleistet werden. Die Einschränkungen zielen dabei auf

- eine Festlegung von gefahrenen Höchstgeschwindigkeiten in den Tag- und Nachtzeiten und
- eine Begrenzung der befahrbaren Wasserflächen jeweils für die Tag- und Nachtzeiten.

Im Punkt 6 werden detaillierte Vorschläge für die Nutzung zusammengefasst angegeben. Diese dienen der Unterschreitung von bestimmten Richt- und Zielwerten in den entsprechenden schutzbedürftigen Gebieten.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Projektdaten</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1 Sachverhalt und Gegenstand der Untersuchung</b>	<b>4</b>
<b>2 Beurteilungs- und Bewertungsgrundlagen</b>	<b>4</b>
2.1 Gesetze, Vorschriften und Richtlinien	4
2.2 Kartenmaterial und Planungsunterlagen zum Bauvorhaben	5
2.3 Sonstige Beurteilungsgrundlagen	5
2.4 Literatur- und Quellenverzeichnis	5
<b>3 Beschreibung des Untersuchungsraumes</b>	<b>6</b>
3.1 Standortbeschreibung des Berzdorfer Sees	6
3.2 Beschreibung der bestehenden Nutzung im Untersuchungsgebiet	7
3.3 Beschreibung der geplanten Nutzung im Untersuchungsgebiet	7
3.4 Geländestruktur des Untersuchungsgebietes	8
3.5 Motorboote auf dem Berzdorfer See - Anlagen- und Nutzungsbeschreibung	9
3.5.1 Annahmen von Kenngrößen zum Motorbootbetrieb	9
3.5.2 Herleitung von Kenngrößen zum Motorbootbetrieb aus gesetzlichen Grundlagen	10
<b>4 Schallemissionen des Motorbootbetriebs</b>	<b>10</b>
4.1 Grundlegende Gleichungen für die Ermittlung der Schallemissionen	10
4.1.1 Ermittlung eines Schalleistungspegels, Mittelwertbildung, Pegeladdition	10
4.1.2 Bestimmung der Schallemissionen diskontinuierlicher Schallquellen	11
4.2 Entwicklung von Emissionsdaten	11
4.2.1 Motorbootverkehr - Wasserfläche	11
4.2.2 Motorbootverkehr - Hafenbereich/Anlegestellen	15
4.3 Zusammenfassende Darstellung der Emissionen und Nutzungszeiten	15
4.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen	16
<b>5 Schallimmissionen außerhalb von Gebäuden</b>	<b>17</b>
5.1 Ansatz zur Ermittlung der Schallimmissionen und Bewertungsmaßstab	17
5.2 Entwicklung des Maßes an Schutzbedürftigkeit in der Umgebung	17
5.2.1 Richtwert für einen Vergleich mit einem Beurteilungspegel	17
5.2.2 Zielwert für einen Vergleich mit einem Vorbeifahr- bzw. Momentanpegel	18
5.3 maßgebliche schutzbedürftige Bereiche	18
5.4 Berechnung des Schallimmissionspegels	19
5.4.1 Berechnungsgrundlage	19
5.4.2 Einwirkzeiten der untersuchten Schallquellen	20
5.4.3 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit $K_R$	20
5.4.4 Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_I$ bzw. Ton- und Informationshaltigkeit $K_T$	21
5.4.5 Beurteilungspegel und Momentanpegel (Zusatzbelastung)	21
5.4.6 Darstellung der Immissionspegel in Pegelkarten	22
<b>6 Bewertung der Ergebnisse - Vorschläge zur Nutzung</b>	<b>23</b>
6.1 allgemeine Bewertung der Ergebnisse	23
6.2 spezielle Bewertung der Ergebnisse für die umliegenden Plangebiete	23
6.3 Vorschläge zur lärmrelevanten Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees aus akustischer bzw. immissionsschutzrechtlicher Sicht	25
<b>7 Qualität des schalltechnischen Gutachtens</b>	<b>26</b>
<b>Anhang - Abbildungen</b>	<b>27</b>
<b>Anhang - Protokolldateien der Ausbreitungsberechnung</b>	<b>39</b>

## 1 Sachverhalt und Gegenstand der Untersuchung

Der Planungsverband „Berzdorfer See“ plant die weitere Entwicklung des Berzdorfer Sees und des Umfeldes. Auf der Wasserfläche des Berzdorfer Sees soll u.a. auch ein Motorbootbetrieb zugelassen werden.

Im Rahmen dieses Projektvorhabens wird eine schalltechnische Überprüfung seitens des Planungsverbandes gewünscht. Diese Untersuchung dient auch der Feststellung der Fertigstellung (FdF) von Tagebaugewässern. Es sind die Belange des Schallimmissionsschutzes hinsichtlich der Einhaltung bestimmter Immissionsrichtwerte an schutzbedürftigen Bebauungen in der Umgebung zu untersuchen.

Aufgrund der Nähe der durch Motorboote befahrenen Wasserfläche zu den nächstliegenden schutzbedürftigen Bebauungen und Bereichen sind schädliche Umwelteinwirkungen in der Umgebung, insbesondere durch Geräusche, nicht auszuschließen. Die Beurteilung der Lärmbelastung erfolgt nach der Technischen Anleitung Lärm (detaillierte Prognose nach Anhang A.2.3 der TA Lärm). Die Schallquelle (Motorboote) werden der Schallquellenart „Gewerbe“ zugeordnet.

Die Betrachtung bezieht sich auf die zu erwartenden Schallimmissionen durch den Motorbootbetrieb auf den bestehenden aber auch die zukünftig vorgesehenen schutzbedürftigen Bereiche am Rand des Sees.

## 2 Beurteilungs- und Bewertungsgrundlagen

### 2.1 Gesetze, Vorschriften und Richtlinien

Die Grundlage für diese Schallimmissionsprognose bilden nachfolgend aufgeführte Gesetze, Vorschriften und Richtlinien:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung vom 17.5.2013 (letzte Änderung vom 31.8.2015), Gl.-Nr.: 2129-8,
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), Gemeinsames Ministerialblatt der Bundesregierung (GMBI Heft Nr. 25/1998 S. 503), August 1998,
- DIN 1333, Zahlenangaben, Februar 1992,
- DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise, November 1989,
- DIN 18005-1, Schallschutz im Städtebau, Grundlagen und Hinweise für die Planung, Juli 2002,
- DIN 18005 Teil 2, Schallschutz im Städtebau, Lärmkarten - kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen, September 1991,
- DIN 45682, Schallimmissionspläne, September 2002,
- DIN 45691 Geräuschkontingentierung, Dezember 2006,
- DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Allgemeine Berechnungsverfahren, Oktober 1999,
- DIN EN ISO 14509-1: Kleine Wasserfahrzeuge - Von motorgetriebenen Sportbooten abgestrahlter Luftschall - Teil 1: Vorbeifahrtmessungen, Januar 2009,
- DIN EN ISO 14509-3: Kleine Wasserfahrzeuge - Von motorgetriebenen Sportbooten abgestrahlter Luftschall - Teil 3: Beurteilung der Schallemissionen mittels Rechen- und Messverfahren, November 2009,
- VDI - Richtlinie VDI 3770, Emissionskennwerte von Schallquellen, Sport- und Freizeitanlagen, Januar 2012,
- BauGB - Baugesetzbuch vom 23.9.2004 (letzte Änderung vom 20.10.2015), Gl.-Nr.: 213-1,
- BauNVO - Baunutzungsverordnung - Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke vom 23. Januar 1990 (letzte Änderung vom 11.6.2013), Gl.-Nr.: 213-1-2,
- SächsBO - Sächsische Bauordnung vom 28.05.2004 (letzte Änderung vom 14.5.2014), Gl.-Nr.: 2130-5.
- Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit zur Regelung des Schiffsverkehrs auf den Gewässern des Freistaates Sachsen (Sächsische Schifffahrtsverordnung - SächsSchiffVO) vom 12. März 2004 (Letzte Änderung vom 7.8.2014),

- Richtlinie 2013/53/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. November 2013 über Sportboote und Wassermotorräder und zur Aufhebung der Richtlinie 94/25/EG.

## 2.2 Kartenmaterial und Planungsunterlagen zum Bauvorhaben

Für die Bearbeitung des schalltechnischen Gutachtens lagen folgende Unterlagen einschließlich des Kartenmaterials zum Bauvorhaben vor:

- Auszug aus der digitalen Stadtgrundkarte der Stadt Görlitz (Flurstücke, Gebäude),
- digitales Geländemodell DGM 2 für den Untersuchungsraum,
- digitales Reliefmodell DOM2 für den Untersuchungsraum,
- topografische Karten für den Untersuchungsraum,
- Luftbild,
- Struktureller Rahmenplan „Berzdorfer See“ 2010 (Fortschreibung),
- Flächennutzungsplan der Stadt Görlitz, 1990,
- Flächennutzungsplan-Vorentwurf der Gemeinde Hagenwerder, 1998,
- Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Stadt Görlitz (Vorentwurf 2005),
- Auszug aus dem Flächennutzungsplan der Gemeinde Markersdorf, 2006,
- Auszüge verschiedener Bebauungspläne BS01 bis BS12 am Rand des Berzdorfer Sees,
- digitale Daten zu schutzbedürftigen Bereichen entlang des Ufers des Berzdorfer Sees.

## 2.3 Sonstige Beurteilungsgrundlagen

Zur Vervollständigung der Beurteilungsgrundlagen wurden folgende Informationen zusätzlich eingeholt:

- Ortsbesichtigung, Besichtigung der bestehenden schutzbedürftigen Bereiche,
- Auskunft zur möglichen Planung von Nutzungen auf der Wasserfläche und den Uferrandbereichen des Berzdorfer Sees.

## 2.4 Literatur- und Quellenverzeichnis

Folgende Literaturquellen und sonstige fachbezogene Quellen wurden verwendet:

- [1] IDU Ingenieurgesellschaft für Datenverarbeitung und Umweltschutz mbH: Schallimmissionsprognose für den Motorsportbetrieb auf dem Berzdorfer See bei Görlitz, Bericht-Nr. S0362-1, Zittau, 7.4.2008
- [2] Landesumweltamt Brandenburg: Naturschutz in der Bergbaufolgelandschaft, Fachtagung im Juni 2001, Studien und Tagungsberichte, Band 38, Potsdam 2001
- [3] DELTA Acoustics & Vibration Danish Acoustical Institute DK-2800 Lyngby: Datensammlungen
- [4] ICOMIA Marine Engine Committee: Personal Watercraft Sounds Test Report, Jet Ski Village, France, 2003
- [5] Skipper-Magazin: Hefte Ausgabe 01-2007 bis 02-2008, Freizeit + Wassersport Verlag GmbH, Miesbach
- [6] Prof. Steingrube & I.L.N. Greifswald: Nachhaltige Entwicklung des Odermündungsraumes unter besonderer Berücksichtigung maritimer touristischer Nutzungen, Greifswald, Juni 2005
- [7] RWTÜV Fahrzeug GmbH, Institut für Fahrzeugtechnik, Bereich Motoren/Nutzfahrzeuge: Schadstoff- und Lärmemissionen von Motorbooten - Grundlage für die Fortschreibung der EU-Richtlinie 94/25/EG zur Begrenzung der Emissionen von Motorbooten, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Essen, 2005
- [8] Zacharias: Kontingentierung von Motorbooten auf Talsperren und Seen, in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Bd. 5 (2010) Nr. 6, November 2010
- [9] Schemel, Erbguth: Handbuch Sport und Umwelt, 3. Auflage, Aachen, 2000

- [10] SoundPlan GmbH: SoundPLAN Version 7.4, Backnang, 2015, letztes Update vom 17.3.2016
- [11] Deutscher Wetterdienst: Windrichtungsverteilung an der Wetterstation Görlitz im zehnjährigen Mittel (1995-2004), Potsdam, 2005
- [12] Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Landesumweltamt Brandenburg: Der Einfluss turbulenter Temperatur- und Windfluktuationen auf die Standardabweichung des akustischen Beurteilungspegels, Heft Nr. 106, Potsdam, 2007.

### 3 Beschreibung des Untersuchungsraumes

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf die in der unmittelbaren Umgebung befindlichen bestehenden und geplanten (zukünftigen) schutzbedürftigen Bereiche des Berzdorfer Sees, die im Einwirkungsbereich der lärmrelevanten Nutzung des Sees durch Motorboote liegen. In der Abbildung 1 ist die Lage des Untersuchungsraumes dargestellt.

#### 3.1 Standortbeschreibung des Berzdorfer Sees

Der Berzdorfer See befindet sich südlich der Stadt Görlitz. Der Standort umfasst Teile der Stadt Görlitz und der Gemeinden Schönau-Berzdorf sowie Markersdorf. Die Lage des Standgewässers kann durch folgende Koordinaten (UTM, ETRS 89 Zone 33) beschrieben werden:

- Ostwert,
- Nordwert.

Die Wasserfläche des Sees beträgt etwa 960 ha und weist eine maximale Ausdehnung von etwa 3,6 km in West-Ost-Richtung und 4,3 km in Nord-Süd-Richtung auf. Die Uferlänge beträgt 15,3 km. In einer Höhe von 186 m über NN liegt der Wasserspiegel des Sees.

Das Gelände in der weiträumigen Umgebung stellt eine abwechslungsreiche Naturraumeinheit dar. Typisch für das Gebiet ist das Nebeneinander von Bergkuppen bzw. Einzelbergen, Platten und Becken. Das Untersuchungsgebiet umfasst Teile der Decklößplatten bei Görlitz-Reichenbach im Nordwesten, Granithöhen bei Jauernick im Westen, Löß-Hügelland des Eigen im Südwesten und dem Görlitzer Neißetal im Osten. Der jetzige See liegt in der Berzdorfer Senke, einst eine bedeutende Braunkohle-Lagerstätte. Daraus resultiert auch der Geländeverlauf mit einer flachen Landschaft entlang des Neißetals und einer kaum bedeutenden Geländeformation nach Osten und dem gegenüber einem stark gegliederten Gelände im Bereich Jauernick und Kunnerwitz (Richtung Landeskrone) mit Höhen bis zu 400 m über NN. Durch den Tagebau ergaben sich erhebliche Veränderungen des Geländeprofiles durch Abraumhalden und andere anthropogene Einflüsse. Großräumigere Kippenlandschaften entstanden im Südwesten in Richtung Schönau-Berzdorf sowie im Norden in Richtung Weinhübel. Im Rahmen der Rekultivierung des Tagebaus wurden Uferbereiche weiter geformt.

Der See wird im Norden durch Brach- und Kippenlandschaften begrenzt. Als östliche Begrenzung gelten die Eisenbahnstrecke der Deutschen Bahn AG sowie die Bundesstraße 99 (Görlitz-Zittau). Im Südosten schließen sich Bebauungen der Ortslage Hagenwerder (zu Görlitz) an. Tauchritz (zu Görlitz) bildet die südliche Begrenzung des Sees. Südwestlich befinden sich Abraumhalden und Kippenlandschaften im Bereich der Gemeinde Schönau-Berzdorf, die derzeit für Freizeit- und Erholungsfunktionen entwickelt werden bzw. als solche bereits genutzt werden (Wanderwegenetz, Golfplatz, Strand). Jauernick-Buschbach (zu Markersdorf) sowie Klein-Neundorf (zu Görlitz) sowie landwirtschaftliche Nutzflächen und ein Naturschutzgebiet (Rutschung P) schließen sich westlich und nordwestlich dem Ufer an. Auf polnischer Seite sind die Ortslagen Kozlice, Osiek Luzycki sowie Radomierzycze zu nennen, die im Untersuchungsgebiet liegen.

### 3.2 Beschreibung der bestehenden Nutzung im Untersuchungsgebiet

In der Tabelle 1 sind die bestehenden Nutzungen im Untersuchungsgebiet genannt. Dabei werden die Abstände zwischen dem Rand des Nutzungsgebietes und der nächstgelegenen Uferlinie des Berzdorfer Sees aufgezeigt. Es handelt sich um Nutzungen außerhalb des Randbereiches des Berzdorfer Sees.

Tabelle 1: bestehende Nutzungen im Untersuchungsgebiet

Lage/Bezeichnung der Nutzung	Nutzungsart	kürzeste Entfernung zur Uferlinie des Berzdorfer Sees	Bemerkung
Ortslage Weinhübel	Wohnen/Mischbauflächen Dauerkleingärten	- 875 m	liegt außerhalb des UG
Gewerbebereich Paul-Müh-sam-Straße	Gewerbeflächen	720 m	
Ortslage Kozice (PL)	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	610 m	
Ortslage Osiek Luzycki (PL)	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	1480 m	
Ortslage Radomierzyce (PL)	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	1670 m	
Ortslage Hagenwerder	Dauerkleingärten	30 m	
	Gewerbeflächen	215 m	
	Wohnbauflächen	450 m	
	Industrie-/Gewerbeflächen (B-Plan)	520 m	
Ortslage Tauchritz	Wohnbauflächen	85 m	
	Sondernutzungen (Schloss Tauchritz)	70 m	
Ortslage Schönau-Berzdorf	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	-	liegt außerhalb des UG
	Freizeit-/Erholungsflächen (Golfplatz)	300 m	
Ortslage Jauernick-Buschbau	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	400 m	
	Wochenendhaussiedlung	550 m	
	Naturschutzgebiet	angrenzend	
Ortslage Klein-Neundorf	Wohnbauflächen/Mischbauflächen	310 m	

### 3.3 Beschreibung der geplanten Nutzung im Untersuchungsgebiet

In der Tabelle 2 sind die zukünftig geplanten Nutzungen im Untersuchungsgebiet genannt. Dabei werden die Abstände zwischen dem Rand der jeweiligen Nutzungsgebiete und der nächstgelegenen Uferlinie des Berzdorfer Sees aufgezeigt. Es handelt sich um Nutzungen insbesondere im Randbereich des Berzdorfer Sees. Die Planungen werden durch Bebauungspläne untersetzt.

Tabelle 2: zukünftig geplante Nutzungen im Untersuchungsgebiet am Berzdorfer See

Bebauungsplan-Nr.	Bezeichnung	Stand der Planung	Beschreibung der Nutzung
BS 01	Golfplatz Neuberzdorfer Höhe	rechtskräftig	Golfplatz
BS 02	Ferienhaussiedlung Tauchritz	z.Zt. keine weiteren Planungen	Ferienhäuser; Ferienwohnungen
BS 03	ehemalige Tagesanlagen Tagebau Berzdorf	im Verfahren	tourismusnahe Dienstleistungen, Beherbergungsstätten, Ferienhäuser
BS 04	Wassersportzentrum Berzdorfer See	Vorplanungen	tourismusnahe Dienstleistungen/Gewerbe, Beherbergungsstätten, Campingplätze, Ferienhäuser
BS 05	Campingplatz Berzdorfer See	Vorplanungen	Campingplätze, Ferienhäuser, Gastronomie
BS 06	Deutsch-Ossig	Vorplanungen	tourismusnahe Dienstleistungen/Gewerbe, Beherbergungsstätten, Campingplätze, Ferienhäuser
BS 07	Tauchritz, Hafenstraße Ost	Plan aufgehoben	-
BS 08	Feriansiedlung Klein-Neundorf	noch keine konkreten Planungen	Ferienhäuser
BS 09	Blaue Lagune	Abwägungsbeschluss; Genehmigung mit Vorbehalt	tourismusnahe Dienstleistungen/, Beherbergungsstätten, Campingplätze
BS 10	Waldsiedlung Nordstrand	Vorplanungen	Ferienhäuser
BS 11	Insel der Sinne	im Verfahren	Hotel mit Gastronomie

Am Ufer des Berzdorfer Sees sind folgende Strände bereits in Nutzung oder in Planung:

- Blaue Lagune,
- Halbinsel,
- Klein Neundorf,
- Deutsch-Ossig,
- Görlitz (Nordstrand).

Die Abbildung 2 zeigt die Geltungsbereiche der Bebauungspläne am Berzdorfer See und die Strände.

### 3.4 Geländestruktur des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturraum „Östliche Oberlausitz“. Der Naturraum ist abwechslungsreich und durch das Nebeneinander von Berggruppen, Einzelbergen, Platten und Becken gekennzeichnet.

Die Geländetopografie wird im Osten und Südosten des Berzdorfer Sees durch eine flache Struktur geprägt (Talebene der Lausitzer Neiße). Im Norden und Südwesten formen Tagebauhalden das Gelände (anthropogene Landschaftsform). Diese erstrecken sich bis zu einer Höhe von 230 m über NN im Norden und 300 m über NN im Südwesten. In Richtung Westen sind mehrere Bergkuppen existent (Schwarzer Berg mit 393 m über NN und Jauernicker Berge mit 326 m). Nordöstlich des Berzdorfer Sees steigt das Gelände rasch auf eine Ebene zwischen 250 und 280 m über NN an und verbleibt auf diese Höhe.

### 3.5 Motorboote auf dem Berzdorfer See - Anlagen- und Nutzungsbeschreibung

#### 3.5.1 Annahmen von Kenngrößen zum Motorbootbetrieb

Der Planungsverband Berzdorfer See prüft die Möglichkeit verschiedener Nutzungen auf und am Berzdorfer See, u.a. den Motorbootbetrieb. Die Infrastruktur des Sees bietet die Gelegenheit einer solchen Nutzung:

- Hafen Tauchritz mit einer Aufnahmekapazität von 150 Booten - maximal bis zu 250 Boote (Hafenstege mit 20 Fingerstegen),
- zwei Slipanlagen am Hafen Tauchritz mit unterschiedlichen Neigungswinkeln zum slippen unterschiedlicher Bootsgrößen,
- ggf. ist eine Krananlage am Hafen Tauchritz vorgesehen.

Dem Motorbootbetrieb soll parallel neben muskelbetriebenen Booten und Segelbooten sowie Kitsurfen eine Nutzung geboten werden.

Anlegestellen sind am See verteilt (AS Blaue Lagune, Deutsch-Ossig, Fernblick und Neundorfer Weingarten) und dienen ausschließlich dem temporären Anlegen von Booten. Ausschließlich für Segelboote ist im Bereich Blaue Lagune ein Liegeplatz mit einer Kapazität von 40 Booten existent. Im Bereich der Anlegestelle Deutsch-Ossig befindet sich eine weitere Slipanlage, die aber nur in Ausnahmefällen genutzt werden soll.

Sollte ein Motorbootbetrieb auf dem Berzdorfer See zugelassen sein, so ist demnach der Start- und Zielpunkt auf den Hafen Tauchritz beschränkt.

Folgende lärmrelevante Nutzungen durch den Motorbootbetrieb sind auf der Wasserfläche möglich und werden näher betrachtet:

- Motorbootverkehr (insbesondere Sportmotorboote, Angler) - gesamte Wasserfläche außer Badebereiche, naturschutzrelevante Bereiche und Bereiche, die dem Bootsverkehr generell nicht vorbehalten sind,
- Fahrgastschiffahrt - gesamte Wasserfläche, außer Badebereiche, naturschutzrelevante Bereiche und Bereiche, die dem Bootsverkehr generell nicht vorbehalten sind, insbesondere linienförmige Verbindung zwischen allen Anlegestellen und dem Hafen Tauchritz.

Die zukünftige Nutzungskapazität und -intensität ist nicht bekannt. Es können dazu lediglich Annahmen getroffen werden. Motorbootnutzer haben entweder das Boot im Hafen Tauchritz liegen oder sind Taugnutzer (Slippen des Bootes in und aus dem See an dem Tag der Nutzung).

Schallseitig relevant aus der Sicht der Emissionsparameter (Quellstärke, Häufigkeiten bzw. Frequentierungen) ist der eigentliche Motorbootverkehr auf der Wasserfläche inklusive in dem Hafenbereich bzw. an den Anlegestellen.

Auf dem Berzdorfer See ist eine Fahrgastschiffahrt vorgesehen bzw. existent, die die Anlegestellen und Häfen verbindet. Die Fahrgastschiffahrt wird durch ein motorbetriebenes Schiff abgewickelt, aufgrund der gefahrenen Geschwindigkeit des Bootes und der relativ geringen Frequentierung der Verbindungen gilt der Schallemissionsanteil dieser Schiffahrt als vernachlässigbar gering, auch gegenüber dem hier betrachteten Motorbootbetrieb.

Die Slipvorgänge, d.h. die Wasserfahrzeuge mit Hilfe eines Bootstrailers oder Slipwagens zu Wasser lassen oder aus dem Wasser holen, sind geräuschseitig als nicht relevant anzusehen. Die Geräusche entstehen ausschließlich durch das straßengebundene Kraftfahrzeug. Die Fahrbewegungen des Motorbootes von/zur Slipanlage und die damit verbundenen Schallemissionen werden im Rahmen des Motorbootbetriebes auf der Wasserfläche mit abgedeckt. Generell kann die Slipanlage auch nichtmotorbetriebene Boote zu Wasser lassen bzw. aus dem Wasser nehmen.

Auch das Kranen, das Herausheben des Bootes bzw. Einsätzen des Bootes mittels eines Bootskranes ist schallseitig unbedeutend.

Ableitend aus der Hafenkapazität, der Erfahrungen von anderen gleichwertigen Gewässern und der Praxis wird für die weitere Untersuchung von folgenden Eckpunkten ausgegangen:

- Nutzungszeitraum tags (6-22 Uhr) mit ständig 25 Motorbooten unterschiedlicher Leistung und gefahrene Geschwindigkeit von 30 km/h auf der nutzbaren Wasserfläche, darin sind Fahrgastschiffe enthalten,
- Nutzungszeitraum nachts (22-6 Uhr) mit ständig 10 Motorbooten unterschiedlicher Leistung und verminderter Geschwindigkeit (max. 6 km/h) auf der nutzbaren Wasserfläche,
- im Bereich des Hafens und der Anlegestellen wird mit verminderter Geschwindigkeit gefahren (6 km/h),
- An- und Ablegemanöver an den Anlegestellen: tags (6-22 Uhr): 80; ungünstigste Nachtstunde: 2,
- An- und Ablegemanöver am Hafen: tags (6-22 Uhr): 160; ungünstigste Nachtstunde: 10.

### 3.5.2 Herleitung von Kenngrößen zum Motorbootbetrieb aus gesetzlichen Grundlagen

#### örtliche Beschränkungen gemäß SächsSchiffVO

Zulässige Höchstgeschwindigkeiten gegenüber einem Ufer sind in § 7 der SächsSchiffVO geregelt. In den Uferrandzonen (bis 5 m Meter) gelten 7 km/h. Soweit das Gewässer eine Mindestbreite von über 200 m hat (hier der Fall), darf ein Kleinfahrzeug in einer Entfernung ab 100 m zum Ufer 30 km/h (16 kn) schnell sein.

Die Motoren der Boote haben eine unterschiedliche Leistung. Gleichzeitig werden diese mit ganz unterschiedlichen Geschwindigkeiten gefahren. Je höher die Geschwindigkeit umso höher die Schallemission. Um einen vereinfachten Emissionsansatz zu verfolgen, wird der maximalen Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h ausgegangen.

#### zeitliche Beschränkungen gemäß TA-Lärm

In den Nachtstunden (22-6 Uhr) sollte ein Fahren mit Motorbooten auf dem Berzdorfer See ausgeschlossen werden. Ausnahme bilden Boote für Angler, die - entsprechend ihrer meist geringen Motorisierung - in ihrer Geschwindigkeit stark eingeschränkt werden sollten.

## 4 Schallemissionen des Motorbootbetriebs

### 4.1 Grundlegende Gleichungen für die Ermittlung der Schallemissionen

#### 4.1.1 Ermittlung eines Schalleistungspegels, Mittelwertbildung, Pegeladdition

Die Berechnung des Schalleistungspegels einer Quelle aus dem Schalldruckpegel in einem definierten Abstand bei freier Schallausbreitung wird über die Gleichung:

$$\text{mit: } L_W = L_P + 10 \cdot \log(\pi \cdot 2 \cdot s_m^2) \quad [\text{dB}]$$

$L_W$ ...	Schalleistungspegel der Schallquelle
$L_P$ ...	Schalldruckpegel der Schallquelle in einem definierten Abstand $s_m$
$s_m$ ...	Abstand zwischen Schallquelle und Messpunkt des Schalldruckpegels

ermittelt.

Der energetische Mittelwert aus mehreren Pegelwerten errechnet sich über die Gleichung:

$$L_m = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{n} \sum 10^{(0,1 \cdot L_i)} \right] \quad [\text{dB}]$$

mit:

- $L_m$ ... Mittelungspegel (energetischer Mittelwert)
- $L_i$ ... einzelner Pegelwert für die Mittelung
- $n$ ... Anzahl der zu mittelnden einzelnen Pegelwerte.

Die folgende Gleichung zeigt die energetische Addition mehrerer Pegelwerte:

$$L_{\text{res}} = 10 \cdot \log \left[ \sum 10^{(0,1 \cdot L_i)} \right] \quad [\text{dB}]$$

mit:

- $L_{\text{res}}$ ... energetischer Summenwert der zu addierenden Einzelpegel
- $L_i$ ... einzelner Pegelwert für die Summation.

#### 4.1.2 Bestimmung der Schallemissionen diskontinuierlicher Schallquellen

Wird ein zeitbezogener Schalleistungspegel  $L_{WA, \text{zeitbez}}$  über eine Beurteilungszeit  $T$  ermittelt und die Schallquelle mit dem Schalleistungspegel  $L_{WA}$  ist nur über eine bestimmte Zeit  $t$  in der Beurteilungszeit  $T$  wirksam, so ist der zeitbezogene Schalleistungspegel nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$L_{WA, \text{zeitbez}} = 10 \cdot \log \left[ \frac{t}{T} \cdot 10^{(0,1 \cdot L_{WA})} \right].$$

## 4.2 Entwicklung von Emissionsdaten

Die Emissionsdaten stammen ausschließlich von Literatur- und Herstellerangaben [2]-[9] oder sind abgeleitet von bestimmten Richtlinien, Verordnungen sowie anderen Vorgaben.

### 4.2.1 Motorbootverkehr - Wasserfläche

Die Geräusche durch den Motorbootverkehr auf dem Wasser ergeben sich fast ausschließlich durch das Antriebsaggregat, sekundär durch die Geräusche der Wasserverdrängung beim Fahren. Motoren-geräusche steigen mit der Drehzahl an. Ähnlich wie bei Autos, bei denen neben den Antriebsgeräuschen die Reifen/Fahrbahngeräusche einen (bei höheren Geschwindigkeiten überwiegenden) Anteil am Gesamtgeräusch haben, kommen bei Motorbooten die Wasserschlaggeräusche zum Motorgeräusch hinzu. Über deren Höhe, Abhängigkeit von der Geschwindigkeit usw. ist zurzeit nur wenig bekannt. Es wurden in [7] mit einigen Motoren Messfahrten mit unterschiedlichen Betriebszuständen durchgeführt. Bei den Motoren steigen sowohl Pegel als auch die Geschwindigkeit mit dem Logarithmus der Drehzahl an. Aus den Messreihen lässt sich nicht ableiten, dass die Wasserschlaggeräusche überproportional zu den Motorgeräuschen ansteigen und sie bei höheren Geschwindigkeiten wohlmöglich sogar dominieren.

In der DIN 18005 Teil1 (Ausgabe 1987) wurde ein Ansatz für Wasserflächen mit Motorbootverkehr vorgegeben. Der flächenbezogene Schalleistungspegel wurde in Abhängigkeit von der Bootsdichte ermittelt. Jedoch gilt der Ansatz in Hinblick auf die nachfolgende Annahme als zu optimistisch. In der aktuellen Fassung der DIN 18005-1 (Ausgabe 2002) wurde kein Emissionsansatz für den Motorbootverkehr mehr angegeben.

Sportboote mit Innenbordmotoren oder Motoren mit Z-Antrieb ohne integriertes Abgassystem, Wassermotorrad-Motoren und Außenbordmotoren und Motoren mit Z-Antrieb und integriertem Abgassystem sind so zu entwerfen, herzustellen und zu montieren, dass die Geräuschemissionen die folgenden angeführten Grenzwerte nach Punkt C.1 des Anhangs I der Richtlinie 2013/53/EU nicht übersteigen.

- $PN \leq 10 \text{ kW} \rightarrow L_{pAS_{\text{max}}} = 67 \text{ dB(A)}$ ,
- $10 < PN \leq 40 \text{ kW} \rightarrow L_{pAS_{\text{max}}} = 72 \text{ dB(A)}$ ,
- $PN > 40 \text{ kW} \rightarrow L_{pAS_{\text{max}}} = 75 \text{ dB(A)}$ .

Dabei entspricht  $P_N$  der Nennleistung des Motors in kW bei Nenndrehzahl und  $L_{pASmax}$  dem maximalen Schalldruckpegel in dB. Für zwei- und mehrmotorige Einheiten aller Motortypen kann der Grenzwert um 3 dB erhöht werden.

Über die Messvorschrift der Ermittlung der o.g. Werte, die in der DIN EN ISO 14509 festgelegt sind und über die entsprechenden Betriebsbedingungen, Umweltbedingungen und Messverfahren kann auf einen Schalleistungspegel  $L_{WA}$  des Antriebsmotors bei Höchstgeschwindigkeit zurückgerechnet werden.

Bei einem Ansatz der höchstmöglichen Motorisierung (Nennleistung  $P_N > 40$  kW) ergibt sich bei dem vorgegebenen Messabstand zwischen Fahrzeug und Mikrofonposition von 25 m ein Schalleistungspegel  $L_{WA}$  von 111 dB(A) (Pegel bei der Vorbeifahrt mit Höchstgeschwindigkeit). Zwei- und mehrmotorige Boote werden hier nicht betrachtet.

Die Schalleistung der Motoren ist abhängig von der gefahrenen Geschwindigkeit  $v$ , weniger oder nicht von der Leistung des Motors. Für eine Bestimmung einer Funktion  $L_{WA} = f(v)$  wurden in [5] 15 verschiedene einmotorige Motorboote (Außenborder) unterschiedlichen Typs untersucht. Es handelte sich dabei nicht um Yachten oder größere Boote sondern eher um kleinere Wasserfahrzeuge und motorbetriebene Schlauchboote. Als Leistungsspanne kann ein Bereich von  $P_N = 24$  kW bis 220 kW genannt werden.

Im Diagramm 1 sind die Schalldruckpegel am Führerstand angegeben, die bei den unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten vom Leerlauf (0 km/h) bis zur jeweils möglichen Höchstgeschwindigkeit gemessen wurden. Minimal-, Maximal- sowie der Mittelwert für den Geschwindigkeitsverlauf sind aus dem Diagramm 2 erkennbar. Dabei ist auffällig, dass der Schalldruckpegel insbesondere zwischen 5 und 15 km/h stark ansteigt und dann bis zur Höchstgeschwindigkeit fast linear aber auch flacher anschwellt. Bestimmte Pegeldifferenzen bei ausgewählten Geschwindigkeiten zeigt das Diagramm 3. Aus dem letzten Diagramm mit der Darstellung eines relativen Schalldruckpegelverlaufs in Abhängigkeit der Geschwindigkeit kann der in der Richtlinie 2013/53/EU festgelegte maximale Emissionspegel (gemessen bei 70 km/h) auf niedrigere Geschwindigkeiten umgerechnet werden.

Diagramm 1: Schalldruckpegel am Führerstand von unterschiedlichen Motorbooten

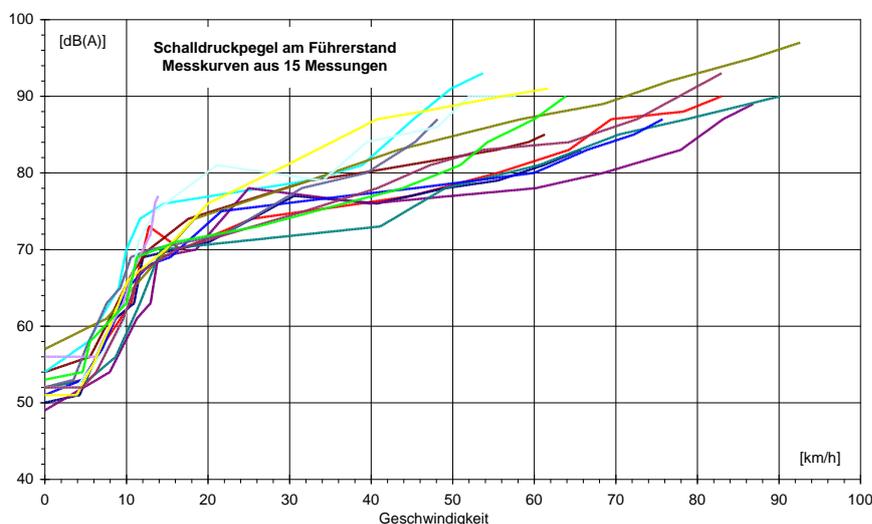


Diagramm 2: Schalldruckpegel am Führerstand von Motorbooten (Pegelbereiche)

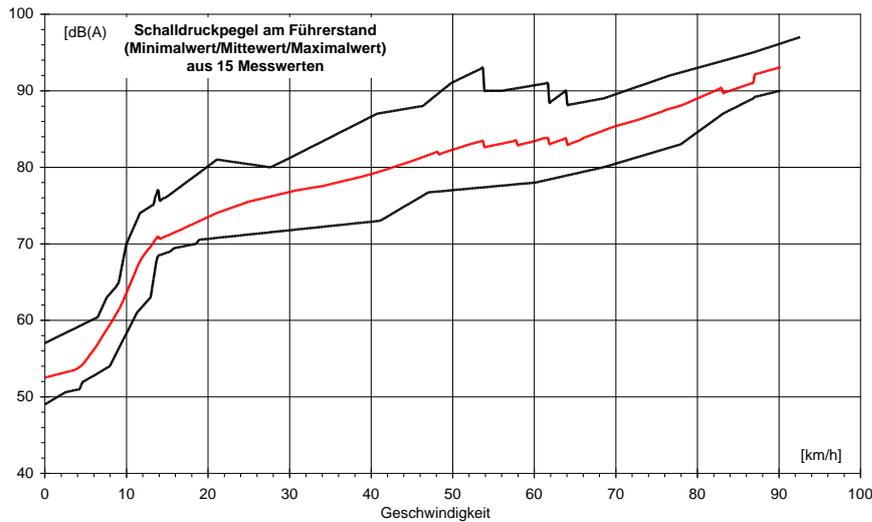
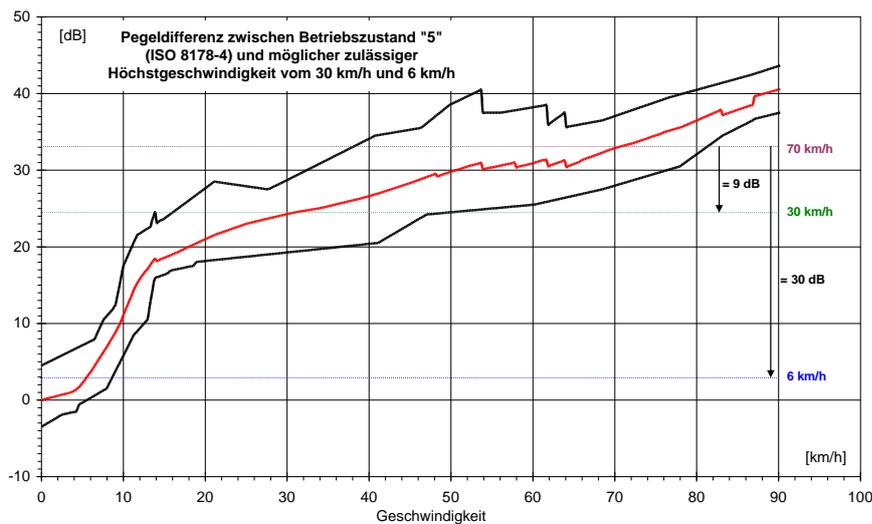


Diagramm 3: Schalldruckpegel am Führerstand von Motorbooten unter Beachtung von unterschiedlich gefahrenen Betriebszuständen (Geschwindigkeiten)



Parallele Angaben des DMYV [7] untersetzen die vorgenannten Pegelabhängigkeiten bei unterschiedlich gefahrenen Fahrgeschwindigkeiten. Zwischen den Fahrgeschwindigkeiten bei 55 km/h und 18 km/h reduziert sich der Emissionspegel um 10 dB(A), was aus dem Diagramm 3 abgelesen werden kann.

Für eine Bestimmung der Gesamtemission des Motorbootbetriebes sollten Bootnutzungsklassen festgelegt werden, da nicht alle auf dem Berzdorfer See fahrenden Boote die gleiche Leistungsstärke und die gleiche Fahrgeschwindigkeit aufweisen. In [8] wurden folgende in der Tabelle 3 aufgezeigten Bootsklassen unterschieden.

Tabelle 3: geeignete Klassifizierung von Motorbooten und deren Emissionsdaten [8]

Klassifizierung Motorboot	$L_{m25}$ [dB(A)]	$L_{WA}$ [dB(A)]
Tempo 30 km/h Klasse 3	69 - < 72	105 - < 108
Tempo 30 km/h Klasse 2	66 - < 69	102 - < 105
Tempo 30 km/h Klasse 1	63 - < 66	99 - < 102
Tempo 6 km/h Klasse 3	60 - < 63	96 - < 99
Tempo 6 km/h Klasse 2	57 - < 60	93 - < 96
Tempo 6 km/h Klasse 1	< 57	< 93

Diese vorgenannten Ansätze werden für die Bestimmung eines Emissionsparameters weiterverarbeitet. Die Tabelle 4 zeigt die Bootsklassen, die zugehörigen Emissionspegel und deren Herleitung sowie die abgeschätzte Bootszahl gleichzeitig fahrender Motorboote auf dem Berzdorfer See. Es wurde angenommen, dass insgesamt 25 Motorboote den Berzdorfer See tagsüber gleichzeitig befahren, nachts sind es maximal zehn Boote.

Tabelle 4: Motorbootklassen auf dem Berzdorfer See (Ansatz) und Emissionsdaten

Klassifizierung Motorboot (EG/85/25)	$L_{WA}$ [dB(A)]	Herleitung	Anzahl der Boote <sup>1)</sup> (6-22 Uhr)	Anzahl der Boote <sup>1)</sup> (6-22 Uhr)
Motorleistungsklasse $P_N > 40$ kW	111	Ansatz EG-Richtlinie	0	0
Motorleistungsklasse $P_N 10 - \leq 40$ kW	108	Ansatz EG-Richtlinie	0	0
Motorleistungsklasse $P_N \leq 10$ kW	103	Ansatz EG-Richtlinie	0	0
Motorleistungsklasse $P_N > 40$ kW (30 km/h)	102	Ansatz EG-Richtlinie - 9 dB nach [5]	5	0
Motorleistungsklasse $P_N 10 - \leq 40$ kW (30 km/h)	99	Ansatz EG-Richtlinie - 9 dB nach [5]	5	0
Motorleistungsklasse $P_N \leq 10$ kW (30 km/h)	94	Ansatz EG-Richtlinie - 9 dB nach [5]	5	0
Motorleistungsklasse $P_N > 40$ kW (6 km/h)	99	Ansatz [8]	3,3	3,3
Motorleistungsklasse $P_N 10 - \leq 40$ kW (6 km/h)	96	Ansatz [8]	3,3	3,3
Motorleistungsklasse $P_N \leq 10$ kW (6 km/h)	93	Ansatz [8]	3,3	3,3
gesamt			25	10

1) Ansatz der Aufteilung der Bootsklassen, die gleichzeitig den Berzdorfer See befahren.

Frequenzspektren von Motorbooten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten wurde in [7] genannt. Für diese Untersuchung wurde ein Frequenzspektrum eines Viertakt-Motorbootes (bei Vollast) herangezogen:

63 Hz: -48 dB(A)    80 Hz: -44 dB(A)  
 100 Hz: -41 dB(A)    125 Hz: -37 dB(A)    160 Hz: -15 dB(A)  
 200 Hz: -27 dB(A)    250 Hz: -22 dB(A)    315 Hz: -18 dB(A)  
 400 Hz: -16 dB(A)    500 Hz: -13 dB(A)    630 Hz: -12 dB(A)  
 800 Hz: -12 dB(A)    1000 Hz: -10 dB(A)    1250 Hz: -9 dB(A)  
 1600 Hz: -10 dB(A)    2000 Hz: -9 dB(A)    2500 Hz: -10 dB(A)  
 3150 Hz: -11 dB(A)    4000 Hz: -13 dB(A)    5000 Hz: -15 dB(A)  
 6300 Hz: -17 dB(A).

Impulshaltige Geräusche durch das Motorbootfahren (z.B. durch Wellenschlag) treten insbesondere nur bei Fahrten mit Höchstgeschwindigkeiten auf und werden bei Motorbooten durch das Motorgeräusch überdeckt (Impulszuschlag  $K_I = 0$ ). Für die Berücksichtigung der tonhaltigen Geräusche (insbesondere bei 160 Hz) wird ein Zuschlag  $K_T$  in Höhe von 3 dB(A) vergeben.

Für die akustische Modellierung der Geräusche des Motorbootverkehrs wird eine Flächenschallquelle in 1 m über der Wasseroberfläche angeordnet.

#### 4.2.2 Motorbootverkehr - Hafengebiete/Anlegestellen

In einer Hafenanlage ergeben sich zahlreiche, einzeln nur schwer zu quantifizierende Geräusche, die mit dem Motorbootbetrieb im Zusammenhang stehen. Diese ergeben sich durch Leerlaufbetrieb von Motorbooten, An- und Ablegemanöver, weniger von Vorgängen, wie Slippen, Kranen usw.

Der Leerlaufbetrieb der Motoren sowie der Slip-/Kranvorgang sind schallseitig unbedeutend. Die An- und Ablegemanöver werden im Rahmen der Betrachtung des Motorbootbetriebs wie folgt berücksichtigt:

- fahrende Motorboote in der mittleren Leistungsklasse mit einer Geschwindigkeit von max. 6 km/h im Bereich eines Hafens bzw. einer Anlegestelle,
- angenommene Frequentierung in den entsprechenden Zeiten tags/nachts gemäß Punkt 3.5.

Die relative Frequenzverteilung der Geräusche ist im Punkt 4.2.1 beschrieben und kann für die An-/Ablegemanöver übertragen werden. Impulshaltige und tonhaltige Geräusche sind während einer langsamen Fahrt nicht zu erwarten.

### 4.3 Zusammenfassende Darstellung der Emissionen und Nutzungszeiten

Folgende in der Tabelle 5 zusammengefasste Nutzungen werden für die schalltechnische Untersuchung des Motorbootbetriebes auf dem Berzdorfer See angesetzt.

Die befahrbare Wasserfläche mittels Motorbooten wird für drei Varianten untersucht:

- Variante 1: Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees unter folgenden Einschränkungen:
  - Einhaltung eines Fahrabstandes zum Ufer von 20 m mit Ausnahme der Hafengebiete und des Ostufers,
  - keine Befahrbarkeit von Badebereichen, naturschutzrelevanten Bereichen und Bereichen, die dem Bootsverkehr generell nicht vorbehalten sind,
  - angenommene Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h,
- Variante 2: Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees unter folgenden Einschränkungen:
  - Einhaltung eines Fahrabstandes zum Ufer von 200 m mit Ausnahme der Hafengebiete und des Ostufers,
  - keine Befahrbarkeit von Badebereichen, naturschutzrelevanten Bereichen und Bereichen, die dem Bootsverkehr generell nicht vorbehalten sind,
  - angenommene Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h,
- Variante 3: Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees unter folgenden Einschränkungen:
  - Einhaltung eines Fahrabstandes zum Ufer von 300 m mit Ausnahme der Hafengebiete und des Ostufers,
  - keine Befahrbarkeit von Badebereichen, naturschutzrelevante Bereiche und Bereichen, die dem Bootsverkehr generell nicht vorbehalten sind,
  - angenommene Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h.

Tabelle 5: lärmrelevante Nutzungen auf dem Berzdorfer See

lärmrelevante Nutzung	Lage	Quellen-/Emissionsdaten
Motorbootbetrieb (Variante 1) tagsüber / nachts	gesamte Wasserfläche außer - 20 m Uferrandbereich (außer Ostufer, Hafen und Anlegestellen), - Badebereiche - naturschutzrechtliche Bereiche und nicht befahrbare Bereiche durch Boote am Westufer und Nordwestufer	25 / 10 Boote (Verteilung der Klassen nach Tabelle 4) befahrbare Fläche: 7,61 km <sup>2</sup> 3,3 / 1,3 Boote/km <sup>2</sup> Fahrgeschwindigkeit = 30 km/h L <sub>WA</sub> = 113,9 / 106,7 dB(A) (25 / 10 Boote) L <sub>WA</sub> '' = 43,7 / 37,8 dB(A) K <sub>T</sub> = 3,0 dB(A) Einwirkzeit: täglich 6-22 Uhr / täglich 22-6 Uhr
Motorbootbetrieb (Variante 2) tagsüber	gesamte Wasserfläche außer - 200 m Uferrandbereich (außer Ostufer, Hafen und Anlegestellen), - Badebereiche - naturschutzrechtliche Bereiche und nicht befahrbare Bereiche durch Boote am Westufer und Nordwestufer	25 Boote (Verteilung der Klassen nach Tabelle 4) befahrbare Fläche: 6,67 km <sup>2</sup> 3,7 Boote/km <sup>2</sup> Fahrgeschwindigkeit = 30 km/h L <sub>WA</sub> = 113,9 dB(A) (25 Boote) L <sub>WA</sub> '' = 44,3 dB(A) K <sub>T</sub> = 3,0 dB(A) Einwirkzeit: täglich 6-22 Uhr
Motorbootbetrieb (Variante 3) tagsüber	gesamte Wasserfläche außer - 300 m Uferrandbereich (außer Ostufer, Hafen und Anlegestellen), - Badebereiche - naturschutzrechtliche Bereiche und nicht befahrbare Bereiche durch Boote am Westufer und Nordwestufer	25 Boote (Verteilung der Klassen nach Tabelle 4) befahrbare Fläche: 5,97 km <sup>2</sup> 4,2 Boote/km <sup>2</sup> Fahrgeschwindigkeit = 30 km/h L <sub>WA</sub> = 113,9 dB(A) (25 Boote) L <sub>WA</sub> '' = 44,7 dB(A) K <sub>T</sub> = 3,0 dB(A) Einwirkzeit: täglich 6-22 Uhr
An-/Ablegen am Hafen, Anlegestellen, Slipanlagen, Krananlage tagsüber / nachts	Wasserfläche im Bereich des Hafens Tauchritz und der Anlegestellen Blaue Lagune, Neundorfer Weingarten, Insel der Sinne, Fernblick sowie Deutsch-Ossig	Fahrgeschwindigkeit = 6 km/h (3 kn) L <sub>WA</sub> = 96 dB(A) (1 Boot) An- und Ablegemanöver an den Anlegestellen: tags (6-22 Uhr): 50 / ungünstigste Nachtstunde: 2, An- und Ablegemanöver am Hafen: tags (6-22 Uhr): 100 / ungünstigste Nachtstunde: 10

Für eine Ermittlung eines Vorbeifahrpegels (Momentanpegels) werden folgende Emissionsdaten tagsüber verwendet:

- Fahrbereich Wasserfläche:
  - höchste Leistungsklasse eines Bootes (> 40 kW),
  - gefahrene Geschwindigkeit: 30 km/h,
  - Schalleistungspegel eines Motorbootes: 102 dB(A),
- Fahrbereich Hafen/Anlegestelle:
  - höchste Leistungsklasse eines Bootes (> 40 kW),
  - gefahrene Geschwindigkeit: 6 km/h,
  - Schalleistungspegel eines Motorbootes: 99 dB(A),

In der Nachtzeit werden nur Kleinfahrzeuge eingesetzt (Angler etc.). Daraus resultieren andere Emissionsdaten:

- Fahrbereich Wasserfläche und Hafen/Anlegestelle:
  - höchste Leistungsklasse eines Bootes (> 40 kW),
  - gefahrene Geschwindigkeit: 6 km/h,
  - Schalleistungspegel eines Motorbootes: 99 dB(A).

#### 4.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Kurzzeitige Geräuschspitzen sind beim Motorbootbetrieb nicht zu erwarten.

## 5 Schallimmissionen außerhalb von Gebäuden

### 5.1 Ansatz zur Ermittlung der Schallimmissionen und Bewertungsmaßstab

Die Bewertung der Geräusche durch den Motorbootbetrieb erfolgt nach der TA Lärm.

Die Umgebung wird charakterisiert durch Ortslagen mit Wohn- und Mischbebauungen sowie durch ausgewiesene freizeit- und erholungsspezifische Nutzungen am Rand der Wasserfläche des Berzdorfer Sees. Es kristallisieren sich dabei zwei Arten von Schutzbedarf heraus:

1. Bereiche, die einem ständigen Aufenthalt von Menschen dienen, d.h. die ständig den Schallimmissionen der lärmrelevanten Nutzung ausgesetzt sind. Das sind hauptsächlich Wohngebiete und gemischte Bauflächen sowie Dauerkleingärten,
2. Bereiche, die nur zeitweilig aufgesucht werden, aber die insbesondere der Erholung und der Ruhe dienen sollen. Das sind z.B. die Strandbereiche, Wandergebiete, touristische Bereiche für Übernachtungen und Gastronomie, Campingplätze, Ferienhaussiedlungen.

Für die Bewertung der Schalleinflüsse ergeben sich unterschiedliche Herangehensweisen:

- für die schutzbedürftigen Bereiche mit einem ständigen Aufenthalt von Menschen  
→ Vergleich der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm als planerische Zielwerte ausschließlich mit den Beurteilungspegeln,
- für die schutzbedürftigen Bereiche mit einem zeitweiligen Aufenthalt von Menschen  
→ Vergleich von planerischen Zielwerten mit einem Momentanpegel (Vorbeifahrpegel).

Damit werden die Gebiete mit zeitweisigem Aufenthalt von Menschen im Grunde strikter beurteilt, als die Gebiete mit ständigem Aufenthalt von Menschen. Begründet wird das mit einem hohen Schutz- und Ruhebedürfnis des zeitweiligen Nutzers (Urlauber, Tourist) von Stränden, Übernachtungsmöglichkeiten, Erholungs- und Freizeitflächen und der Gastronomie gerade eben zu dem Zeitpunkt des Aufenthalts. Da sich die Gebiete alle näher zur Wasserfläche und damit der Schallquelle befinden, sind die Gebiete mit ständigem Aufenthalt von Menschen (Ortslagen) weitaus geringer betroffen.

### 5.2 Entwicklung des Maßes an Schutzbedürftigkeit in der Umgebung

#### 5.2.1 Richtwert für einen Vergleich mit einem Beurteilungspegel

Für die Entwicklung des Maßes an Schutzbedürftigkeit in der Umgebung werden die Immissionsrichtwerte der TA Lärm herangezogen. Die Immissionsrichtwerte sind in Tabelle 6 ausgewiesen. Sie sind nach Baugebieten und nach Einwirkungen tags und nachts gegliedert. Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf folgende Zeiten:

- tags 6.00 bis 22.00 Uhr,
- nachts lauteste Stunde innerhalb 22.00 Uhr bis 6.00 Uhr.

Tabelle 6: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm

Gebietseinstufung	Richtwert tags [dB(A)]	Richtwert nachts [dB(A)]
Industriegebiete (GI)	70	70
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Mischgebiete, Dorfgebiete und Kerngebiete (MI/MK)	60	45
allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete (WA/WS)	55	40
reine Wohngebiete (WR)	50	35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten (SOK)	45	35

Für bestimmte Nutzungsbereiche sind in der TA Lärm keine Immissionsrichtwerte direkt benannt. Das Maß des Schutzbedarfes sollte entsprechend eines in der Tabelle 6 genannten Gebietes zugeordnet werden. Hilfestellung bietet die DIN 18005, die für spezielle Nutzungsgebiete Orientierungswerte vorgibt. Das sind für

- Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete: tags 50 dB(A), nachts 35 dB(A),
- Campingplätze: tags 55 dB(A), nachts 40 dB(A).

Die Immissionsrichtwerte gelten während des Tages für eine Beurteilungszeit von 16 Stunden. Maßgebend für die Beurteilung der Nacht ist die volle Nachtstunde mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die zu beurteilende Anlage relevant beiträgt.

Der Vergleich zwischen Richtwert und den Beurteilungspegeln erfolgt insbesondere für die Immissionsorte, wo mit einem ständigen Aufenthalt von Personen zu rechnen ist.

### 5.2.2 Zielwert für einen Vergleich mit einem Vorbeifahr- bzw. Momentanpegel

Eine immissionsschutzrechtliche Bewertung von Strandbereichen und anderen Erholungsbereichen am Berzdorfer See als schutzbedürftige Bereiche sollte nicht ausgeschlossen werden. Strände und Badebereiche dienen insbesondere auch der Erholung und Freizeit. Eine Verlärmung dieser Bereich entspricht einerseits nicht den planerischen Vorstellungen für solche Gebiete, auch der Nutzer weist eine Erwartungshaltung gegenüber Ruhe auf.

Ein Vergleich zwischen einem Richtwert nach TA Lärm und dem Beurteilungspegel ist jedoch für diese Schutzgebiete ungeeignet (Punkt 5.2.1).

Für die Zuweisung eines geeigneten Zielwertes wird von den Angaben der DIN 18005-1 Beiblatt 1 ausgegangen, dass bei Beurteilungspegeln größer 45 dB(A) ein ungestörter Schlaf nicht mehr möglich ist. Da Strände u.a. auch einer solchen Erholung dienen, sollte dieser Wert zumindest als obere Richtgröße angesetzt werden.

Bei einem durch Geräusche der Motorboote erzeugten Anstieg des allgemeinen Grundgeräuschs auf einem mittleren Wert von 40 dB(A) werden die Naturgeräusche, wie Schilf-, Blätterrauschen, Vogelstimmen etc. zum Teil total verdeckt [9]. Daher erscheint diese Pegelgröße zum Vergleich mit einem Vorbeifahrpegel außerdem geeignet.

Ein ermittelter Vorbeifahrpegel bzw. Momentanpegel wird mit den o.g. Werten von 45 dB(A) bzw. 40 dB(A) verglichen.

## 5.3 maßgebliche schutzbedürftige Bereiche

Die betrachteten und in der Tabelle 7 angegebenen maßgeblichen Immissionsorte bzw. schutzbedürftigen Bereiche befinden sich in der unmittelbaren Umgebung des Berzdorfer Sees. Dabei werden die nächstliegenden schutzbedürftigen bestehenden oder aber planerisch möglichen Gebäude mit Räumen gemäß DIN 4109 (Wohn- und Schlafräume und gleichwertig schutzbedürftige Räume) sowie schutzbedürftigen Bereiche betrachtet. Die Untersuchung zielt nicht nur auf die derzeit bestehenden Bereiche. Es werden auch die beabsichtigten schutzbedürftigen Bereiche betrachtet (Entwicklung der Infrastruktur am Berzdorfer See). Dabei ist es unbedeutend, ob die planerischen Instrumente bereits Rechtskraft erlangt haben oder nicht.

Da die Wohngebäude der umliegenden Ortslagen Hagenwerder und Tauchritz weitaus größere Abstände zum See aufweisen als die sich entwickelnden schutzbedürftigen Bereiche am See, werden diese im Rahmen der Beurteilung nicht weiter betrachtet. Der Schutzbedarf am See erscheint hinsichtlich der gewählten Gebietskategorie höher als in den Ortslagen.

Punktuelle Immissionsorte werden in jedem Geltungsbereich der Bebauungspläne wie folgt gesetzt:

- mittig im Plangebiet,
- im Plangebiet am Punkt mit der kürzesten Distanz zur befahrbaren Wasserfläche.

Die Aufpunkte an den Stränden werden mittig im Strandbereich am Ufer des Sees mit der kürzesten Distanz zur befahrbaren Wasserfläche gewählt.

Tabelle 7: Maßgebliche Bereiche für die Beurteilung/Bewertung

Bezeichnung	zugeordnete Gebietseinstufung	Immissionsrichtwert tags/nachts (Vergleich Beurteilungspegel)	Zielwert tags/nachts (Vergleich Momentanpegel)
BS01 mittig	Sportanlage (Golf)	55/-	45
BS01 ungünstig			
BS02 mittig	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS02 ungünstig			
BS03 SO1.4 Ferien	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS03 SO1.5 Ferien			
BS03 SO3 Tourismus	gemischte Nutzung	60/45	45
BS04 Ferienhausgebiet	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS04 Randbebauung Hafen	gemischte Nutzung	60/45	45
BS04 Wohnnutzung	Wohnnutzung	55/40	45
BS05 mittig	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS05 ungünstig			
BS06 SO1 Tourismus	gemischte Nutzung	60/45	45
BS06 SO2 Tourismus			
BS06 SO4 Sport/Freizeit			
BS08 mittig	Campingplatz	55/40	45
BS08 ungünstig			
BS09 Campingplatz	Campingplatz	55/40	45
BS09 SO Rastplatz	Campingplatz	55/40	45
BS09 SO Segelstützpunkt	gemischte Nutzung	60/45	45
BS09 SO Sport/Freizeit	gemischte Nutzung	60/45	45
BS09 SO Strand/Bistro	gemischte Nutzung	60/45	45
BS10 mittig	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS10 ungünstig			
BS11 Bereich Gastro	gemischte Nutzung	60/45	45
BS11 Bereich Hotel			
BS12 Ferienhäuser Plateau 1	Ferienhäuser	50/35	40-45
BS12 Ferienhäuser Plateau 2			
Strand Blaue Lagune	Strand	45/-	40-45
Strand Deutsch-Ossig			
Strand Görlitz			
Strand Halbinsel			
Strand Klein Neundorf			

Bei den betrachteten schutzbedürftigen Bereichen wird der Aufpunkt in einer Höhe von 4 m über Grund festgelegt. Ausnahme bilden die Aufpunkte im Strandbereich. Dort wird eine Höhe des Immissionsortes von 1,6 m über Grund gewählt. In der Abbildung 2 ist die Lage der betrachteten Immissionsorte dargestellt.

## 5.4 Berechnung des Schallimmissionspegels

### 5.4.1 Berechnungsgrundlage

Die Schallimmissionsberechnungen wurden mit dem Schallimmissions-Programm „SoundPLAN“ [10] durchgeführt. Die Ausbreitungsberechnung wird gemäß der TA Lärm nach der Richtlinie DIN ISO 9613-2 vorgenommen. Für die Modellierung werden die Schallquellen und die Ausbreitungsgeometrie definiert.

Der Emissionswert der Schallquellen wird in einem Terz-/Oktavspektrum angegeben. Für die Berechnung des Bodeneffektes ( $A_{gr}$ ) wird daher die entsprechende Bodenstruktur berücksichtigt. Die Ausbreitung des Schalls erfolgt in diesem Fall im Bereich der Emittenten über Wasseroberflächen und der meist strukturierten Randbereiche. Die Wasseroberfläche wird als schallharter Boden modelliert (Bodenfaktor  $G = 0$ ). In der weiteren Umgebung sind überwiegend poröse oder strukturierte Flächen vorhanden ( $G = 1$ ).

Die Dämpfungswirkungen von Abschirmungen (z.B. Gebäude)  $A_{\text{bar}}$  werden gemäß Punkt 7.4 der DIN ISO 9613-2 vorgenommen. Der Effekt der Beugung der Schallwellen über eine Beugungskante ergibt sich aus Gleichung 12 der DIN ISO 9613-2. Eine seitliche Beugung wird gemäß der Gleichung 13 ermittelt. Die betrachteten Fassaden der Immissionsorte sind den Emissionsquellen zugewandt.

Zusätzliche Dämpfungsarten  $A_{\text{misc}}$ , wie z.B. der Dämpfungseffekt des Bewuchses ( $A_{\text{fol}}$ ), sind vorhanden. Rings um den Berzdorfer See sind teilweise zusammenhängende Bewuchsflächen existent. Dieser Bewuchs ist teils noch in einem jungen Stadium und weist daher nur eine sehr geringe Dämpfungswirkung (Dämpfungshöhe) auf. Die Bewuchsflächen wirken aufgrund der Dichte der Bewaldung und der mittleren Höhe von 8-10 m nur leicht dämpfend. Der entsprechende Dämpfungsgrad entsprechend DIN ISO 9613-2 wird hier konservativ nicht angewendet. Die Dämpfungswirkung sonstiger einzelner Bewuchs- und Gehölzflächen ist äußerst gering und wird in der Ausbreitungsberechnung ebenfalls nicht betrachtet.

Die meteorologische Korrektur beschreibt die Dämpfung des Schalls durch meteorologische Einflüsse wie Wind und Temperatur über ein Jahr. Diese zusätzliche Dämpfung wird aber erst in größeren Entfernungen wirksam. Die meteorologische Korrektur findet nur Anwendung, wenn die Entfernung zwischen Quelle und Immissionsort mindestens das Zehnfache der Summe der Quellenhöhe und Immissionsorthöhe beträgt. Für das Untersuchungsgebiet sind keine standortbezogenen meteorologischen Daten hinsichtlich der zu erwartenden Windrichtungen und -geschwindigkeiten vorhanden.  $C_0$  (Faktor, der von den örtlichen Wetterstatistiken abhängt) wird in diesem Fall aus Wetterdaten der Wetterstation Görlitz [11] abgeleitet.

Die Ermittlung des A-bewerteten Mittelungspegels  $L_{AFm}$  erfolgt durch Addition der Schalldruckpegel  $L_{AFm,i}$ , welche an den maßgeblichen Immissionsorten von den einzelnen Schallquellen  $i$  verursacht werden. Als abgestrahlte Schalleistung der Schallquellen wurden die in dem Punkt 4 angegebenen Schallemissionen angesetzt. Die an den Immissionsorten mit zeitweiligem Aufenthalt von Menschen einzuhaltenden Immissionsrichtwerten beziehen sich neben dem Beurteilungspegel auf den Momentanpegel (Vorbeifahrpegel).

Der Beurteilungspegel  $L_r$  resultiert aus dem Mittelungspegel der Geräuschquellen und bestimmten weiteren Zuschlägen (siehe nächstfolgende Punkte) sowie der zeitlichen Einwirkung des Mittelungspegels. Die an den Immissionsorten mit ständigem Aufenthalt von Menschen einzuhaltenden Orientierungswerte beziehen sich ausschließlich auf den Beurteilungspegel.

#### 5.4.2 Einwirkzeiten der untersuchten Schallquellen

Für die Berechnung des Beurteilungspegels werden die Emissionen aller Quellen gemäß des Ansatzes in Tabelle 4 angenommen. Gleichzeitig wird der maximale Schallimmissionspegel (z.B. bei einer Vorbeifahrt eines Motorbootes am nächstliegend möglichen Punkt) bestimmt (Momentanpegel).

Bei der Bestimmung des Beurteilungspegels in der Tagzeit wird von einer Einwirkzeit aller Schallquellen von 6-22 Uhr ausgegangen. Nachts ergibt sich zwar die Möglichkeit des Befahrens mit Motorbooten in jeder Nachtstunde. Jedoch wird praktisch eine nächtliche Bootsfahrt eher selten sein (Angler).

#### 5.4.3 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit $K_R$

Die schutzbedürftigen Bebauungen/Bereiche in der Umgebung werden teilweise einer hohen Schutzkategorie (Gebietskategorie wie Wohngebiete) zugeordnet. Für Gebiete, die wie ein allgemeines oder reines Wohngebiet eingestuft werden, ist gemäß der TA Lärm der Zuschlag  $K_R$  in der Höhe von 6 dB(A) für folgende Tageszeiten zu berücksichtigen:

- werktags von 6.00 Uhr bis 7.00 Uhr und von 20.00 Uhr bis 22.00 Uhr,
- sonn- und feiertags von 6.00 Uhr bis 9.00 Uhr, 13.00 Uhr bis 15.00 Uhr und von 20.00 Uhr bis 22.00 Uhr.

In mischgebietstypischen Bereichen ist der Ruhezeitzuschlag nicht anzuwenden.

#### 5.4.4 Zuschlag für Impulshaltigkeit $K_I$ bzw. Ton- und Informationshaltigkeit $K_T$

Bei der Bestimmung der Emissionen soll bei impulshaltigen Geräuschen der mittlere Taktmaximalpegel im 5-Sekunden-Takt zur Anwendung gebracht werden oder es ist ein Zuschlag  $K_I$  für die Impulshaltigkeiten des Geräusches zu vergeben. Bei den im Punkt 4 genannten Emissionsdaten sind die Impulshaltigkeiten der prognostizierten Geräusche wertemäßig gesondert aufgeführt. Durch das Fahren mit Motorbooten ergeben sich tonale Geräusche, die durch einen Tonzuschlag in Höhe von 3 dB(A) Berücksichtigung finden.

Es werden keine informationshaltigen Geräusche erwartet.

#### 5.4.5 Beurteilungspegel und Momentanpegel (Zusatzbelastung)

Für die Berechnung des Beurteilungspegels und des Momentanpegels bei einer lärmrelevanten Nutzung des Berzdorfer Sees werden drei Varianten untersucht. Die Beschreibung der Varianten ist aus der Tabelle 5 ersichtlich.

Die Ergebnisse der Berechnung sind für die einzelnen maßgeblichen Immissionsorte in der Tabelle 8 zusammengestellt.

Neben dem Beurteilungspegel wird in der Tabelle 8 der Maximalpegel ausgewiesen, der sich durch eine Vorbeifahrt eines Motorbootes auf der kürzesten Distanz zwischen befahrbarer Wasserfläche und Immissionsortbereich ergibt (Bezeichnung als Momentanpegel während einer Vorbeifahrt). Zu beachten ist, dass der Momentanpegel möglicherweise geringer ausfallen kann, als der genannte Beurteilungspegel, da hier nur der Schallpegelanteil des Motorbootes betrachtet wird.

Tabelle 8: Beurteilungspegel und Momentanpegel für die einzelnen Immissionsortbereiche

Bezeichnung	RW <sub>tags</sub> [dB(A)]	L <sub>r,tags</sub> [dB(A)]			RW <sub>nachts</sub> [dB(A)]	L <sub>r,nachts</sub> [dB(A)]	ZW <sub>tags/nachts</sub> Vorbeifahrt	L <sub>mo,tags</sub> [dB(A)]			L <sub>mo,nachts</sub> [dB(A)]
		V1	V2	V3				V1	V2	V3	
BS01 mittig	55	27	27	26	-	21	45	23	22	20	20
BS01 ungünstig	55	34	33	32	-	28	45	36	33	31	33
BS02 mittig	50	39	38	37	35	29	40-45	35	33	31	32
BS02 ungünstig	50	37	37	36	35	28	40-45	36	33	31	33
BS03 SO1.4 Ferien	50	44	42	41	35	34	40-45	45	40	38	42
BS03 SO1.5 Ferien	50	43	41	40	35	34	40-45	42	39	38	39
BS03 SO3 Tourismus	60	35	34	33	45	29	45	37	35	33	34
BS04 Ferienhausgebiet	50	46	44	43	35	35	40-45	44	44	44	44
BS04 Randbebauung Hafen	60	46	44	40	45	36	45	59	59	59	59
BS04 Wohnnutzung	55	42	41	41	40	32	45	41	40	40	38
BS05 mittig	50	44	42	41	35	34	40-45	44	42	41	42
BS05 ungünstig	50	47	46	44	35	37	40-45	56	56	57	56
BS06 SO1 Tourismus	60	44	43	43	45	38	45	49	46	46	46
BS06 SO2 Tourismus	60	46	45	45	45	40	45	58	53	53	55
BS06 SO4 Sport/Freizeit	60	46	47	47	45	40	45	61	62	62	58
BS08 mittig	55	36	36	36	40	27	45	32	30	28	29
BS08 ungünstig	55	46	45	44	40	37	45	49	47	48	48
BS09 Campingplatz	55	40	37	36	40	31	45	44	37	34	42
BS09 SO Rastplatz	55	41	38	36	40	32	45	47	39	34	44
BS09 SO Segelstützpunkt	60	43	40	39	45	37	45	54	52	52	52
BS09 SO Sport/Freizeit	60	36	34	33	45	30	45	41	36	32	38
BS09 SO Strand/Bistro	60	37	35	34	45	31	45	43	37	33	40
BS10 mittig	50	44	42	41	35	35	40-45	46	41	39	43
BS10 ungünstig	50	47	44	43	35	37	40-45	53	45	42	50
BS11 Bereich Gastro	60	45	43	43	45	39	45	61	61	61	57
BS11 Bereich Hotel	60	44	42	42	45	38	45	61	61	61	56
BS12 Ferienhäuser Plateau 1	50	45	42	41	35	36	40-45	51	42	38	48
BS12 Ferienhäuser Plateau 2	50	42	40	39	35	32	40-45	43	39	36	40

Fortsetzung Tabelle 8:

Bezeichnung	RW <sub>tags</sub> [dB(A)]	L <sub>r, tags</sub> [dB(A)]			RW <sub>nachts</sub> [dB(A)]	L <sub>r, nachts</sub> [dB(A)]	ZW <sub>tags/nachts</sub> Vorbeifahrt	L <sub>mo, tags</sub> [dB(A)]			L <sub>mo, nachts</sub> [dB(A)]
		V1	V2	V3				V1	V2	V3	
Strand Blaue Lagune	45	42	37	35	-	32	40-45	54	40	35	51
Strand Deutsch-Ossig	45	46	44	42	-	36	40-45	50	45	39	47
Strand Görlitz	45	47	45	43	-	38	40-45	53	45	45	50
Strand Halbinsel	45	46	44	43	-	37	40-45	53	45	45	50
Strand Klein Neundorf	45	46	45	44	-	37	40-45	51	45	42	48

L<sub>r</sub>... Beurteilungspegel

L<sub>mo</sub>... Momentanpegel

RW... Richtwert für den Vergleich mit dem Beurteilungspegel

ZW... Zielwert für den Vergleich mit dem Momentanpegel (Vorbeifahrpegel)

rot hinterlegt: Pegel überschreitet entsprechend gewählten Richtwert/Zielwert

Im Anhang werden für die einzelnen Varianten 1-3 die einzelnen Schallpegelanteile der Schallquellen an den Immissionsorten aufgezeigt.

#### 5.4.6 Darstellung der Immissionspegel in Pegelkarten

Schallimmissionspläne stellen die Verteilung der Geräuschimmissionen in einem Untersuchungsgebiet dar. Es werden die Schallimmissionen der lärmrelevanten Nutzung auf der Wasseroberfläche des Berzdorfer Sees flächenhaft in Pegelkarten dargestellt.

Die Pegelkarten stellen verschiedene Pegelgrößen während der Nutzungszeit dar. Die dargestellten Pegelklassierungen in 5 dB(A)-Abstufungen werden in den Farbskalen nach DIN 18005 Teil 2 vorgenommen. Die Schallimmissionen werden in einer Höhe von 4 m über der Geländeoberkante berechnet. Das äquidistante Raster der Berechnungspunkte beträgt 1,6 m x 1,6 m. Die Wahl der Höhe des Rasterpunktes wird von der Höhe des Hörenden über der Geländeoberkante abgeleitet. In den Wohnbereichen sind teilweise aufgrund der Stockwerkszahl die Immissionspunkte höher über der Geländeoberkante festzusetzen. Jedoch ergibt sich aufgrund der ausreichend großen Entfernung nur marginale Pegelunterschiede (< 1 dB(A)).

Folgende Rasterlärmkarten werden dargestellt:

- Abbildung 3: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel L<sub>r</sub>, tagsüber (Variante 1),
- Abbildung 4: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel L<sub>mo</sub>, tagsüber (Variante 1),
- Abbildung 5: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel L<sub>r</sub>, tagsüber (Variante 2),
- Abbildung 6: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel L<sub>mo</sub>, tagsüber (Variante 2),
- Abbildung 7: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel L<sub>r</sub>, tagsüber (Variante 3),
- Abbildung 8: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel L<sub>mo</sub>, tagsüber (Variante 3),
- Abbildung 9: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel L<sub>r</sub>, nachts,
- Abbildung 10: grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel L<sub>mo</sub>, nachts.

## 6 Bewertung der Ergebnisse - Vorschläge zur Nutzung

### 6.1 allgemeine Bewertung der Ergebnisse

Aus den grafischen Darstellungen der Variantenberechnungen ist zu erkennen, dass durch die lärmrelevante Nutzung der Wasserfläche - unabhängig des Berechnungsansatzes - die Wohngebiete der umliegenden Ortschaften in keiner Weise so betroffen sind, dass schädliche Umwelteinwirkungen der menschlichen Gesundheit durch die Nutzungsgeräusche auftreten.

Durch den Motorsportbetrieb auf der Wasserfläche ergeben sich an den zukünftig schutzbedürftigen Randbereichen des Berzdorfer Sees mögliche Konflikte bezüglich der Einhaltung der entwickelten Richt- und Zielwerte. Beim Fahren der Motorboote auf der gesamten Wasserfläche sind insbesondere an den Strandbereichen, Bereichen von nahegelegenen Ferienwohnungen, Campingplätzen und weiteren touristischen Gebieten (Hotels/Gastro) Schallimmissionspegel zu erwarten, die der dortigen Nutzung zunächst entgegen sprechen [1].

Durch die vorangestellte generelle Festlegung einer gefahrenen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h und durch die Festlegung von bestimmten Fahrbereichen auf dem See kann der Konfliktsituation entgegengewirkt werden, sodass einerseits in den planungsrechtlich unteretzten Schutzgebieten die Richtwerte eingehalten werden können und andererseits auch temporäre Störungen (durch eine Vorbeifahrt) keine Überschreitungen eines festgelegten Zielwertes 45 dB(A) erwartet wird. Bei einer Einschränkung bestimmter Fahrbereiche (Nutzung der Wasserfläche 200 m vom Ufer bestimmter Schutzgebiete entfernt (hier: Strand) ist der Zielwert von 45 dB(A) erreichbar. Noch größere Abstände zum Ufer wirken sich nicht mehr wesentlich auf eine weitere Pegelminderung aus.

### 6.2 spezielle Bewertung der Ergebnisse für die umliegenden Plangebiete

Nachfolgend werden in der Tabelle 9 die einzelnen Auswirkungen auf die Planungsgebiete um den Berzdorfer See näher erläutert.

Tabelle 9: Beschreibung der Auswirkungen auf die Plangebiete um den Berzdorfer See

Plangebiet / Teilgebiet	Auswirkungen auf das Gebiet
BS01	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS02	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS03	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten. Im Rahmen der Variantenuntersuchungen ist ersichtlich, dass die Schallauswirkung bei Reduktion der Fahrbereiche auf dem Berzdorfer See eine geringe Verringerung des Beurteilungspegels und eine wesentliche Verringerung des Momentanpegels erzielt werden kann.
BS04 - Ferienhausgebiet	Es sind Schalleinträge insbesondere durch die Motorbootsfahrten im Bereich des Hafens auf das Plangebiet unvermeidlich. Die Richtwerte für ein Ferienhausgebiet können aber in bestimmten Bereichen des Plangebietes sicher eingehalten werden. Bei einer detaillierten Planung sollten die lärmarmen Bereiche für Ferienhäuser usw. vorgehalten werden.
BS04 - Randbebauung Hafen	Die hafennahen Bereiche können nur als gemischte Nutzung entwickelt werden. Dabei sind Beherbergungsstätten in solchen Nutzungsformen sicherlich zulässig. Es ist aber anzumerken, dass dort eine entsprechende Verlärmung durch die Bootsfahrten aber auch durch den Hafenbetrieb selbst (unabhängig der Bootsart) zu erwarten ist.
BS04 - Wohnnutzung	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS05	Es sind Schalleinträge insbesondere durch die Motorbootsfahrten im Bereich der Anlegestelle Fernblick auf das Plangebiet unvermeidlich. Die Richtwerte für ein Ferienhausgebiet können aber in bestimmten Bereichen des Plangebietes sicher eingehalten werden. Bei einer detaillierten Planung sollten die lärmarmen Bereiche für Ferienhäuser usw. vorgehalten werden. Im Bereich der Anlegestelle sollte eher eine Mischnutzung mit einem geringen Schutzbedarf gegenüber Geräuschen entwickelt werden.

Fortsetzung Tabelle 9:

Plangebiet / Teilgebiet	Auswirkungen auf das Gebiet
BS06 SO1 Tourismus BS06 SO2 Tourismus BS06 SO4 Sport/Freizeit	Das Plangebiet wird als weniger schutzbedürftig eingeschätzt. Durch die Nähe der Bundesstraße 99 und der Bahnstrecke Zittau-Görlitz ergibt sich eine Vorbelastung durch Fremdgeräusche anderer Schallquellegruppen. Damit ist die Erwartungshaltung des Nutzers gegenüber Ruhe dort von vornherein geringer. Die Richtwerte eines Mischgebietes werden sicher eingehalten. Auf eine Einhaltung der Zielgröße bei einer Vorbeifahrt eines Motorbootes sollte in dem Plangebiet verzichtet werden. In unmittelbarer Nähe von Teilen des Plangebietes ist die Anlegestelle Deutsch-Ossig gelegen, die wesentlich zum Schalleintrag auf das Plangebiet wirkt. Insbesondere in diesem Bereich sollte in der weiteren Planung auf eine hohe Schutzbedürftigkeit verzichtet werden.
BS08	Es sind Schalleinträge insbesondere durch die Motorbootsfahrten im Bereich der Anlegestelle Neundorfer Weingarten auf das Plangebiet unvermeidlich. Die Richtwerte von 55 dB(A) tags und 40 dB(A) nachts können aber in dem größten Teil des Plangebietes sicher eingehalten werden. Da derzeit noch keine konkreten Planungen vorliegen, ist eine weitere Bewertung nicht möglich. Aufgrund der Größe des Plangebietes lassen sich aber entsprechende Nutzungen nach ihrer Schutzbedürftigkeit später gut ordnen.
BS09 Campingplatz	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS09 SO Rastplatz	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS09 SO Segelstützpunkt	Der Schutzbedarf des Teilbereiches Segelstützpunkt kann als gering eingeschätzt werden. Auf bestimmte Zielgrößen beim Vergleich des Momentanpegels sollte verzichtet werden. In unmittelbarer Nähe ist die Anlegestelle Blaue Lagune gelegen, die wesentlich zum Schalleintrag wirkt. Diese Anlegestelle wird in Verbindung mit dem Segelstützpunkt genutzt.
BS09 SO Sport/Freizeit	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS09 SO Strand/Bistro	Es sind keine relevanten Auswirkungen zu erwarten.
BS10	Bisher liegen noch keine konkreten Planungen vor. Die Richtwerte für ein Ferienhausgebiet können in bestimmten Bereichen des Plangebietes sicher eingehalten werden. Bei einer detaillierten Planung sollten die lärmarmen Bereiche für Ferienhäuser usw. vorgehalten werden. Im südwestlichen Bereich (Nähe zur Anlegestelle Fernblick) sollte eher eine Mischnutzung mit einem geringen Schutzbedarf gegenüber Geräuschen entwickelt werden.
BS11 Bereich Gastro	Es sind keine relevanten Auswirkungen beim Vergleich zwischen dem Beurteilungspegel und dem Richtwert zu erwarten, soweit der allgemeine Fahrbereich auf der Wasserfläche zum Ufer eingeschränkt wird. Aufgrund der unmittelbaren Uferbebauung (Insel der Sinne) und der Planung eines Anlegestegs an die Bebauung ist die Zielgröße von 45 dB(A) bei einer Vorbeifahrt oder beim An-/Ablegen nicht einhaltbar. Die Bootsfahrten nachts verursachen ebenfalls diesen Nutzungskonflikt.
BS11 Bereich Hotel	Es sind keine relevanten Auswirkungen beim Vergleich zwischen dem Beurteilungspegel und dem Richtwert zu erwarten, soweit der allgemeine Fahrbereich auf der Wasserfläche zum Ufer eingeschränkt wird. Aufgrund der unmittelbaren Uferbebauung (Insel der Sinne) und der Planung eines Anlegestegs an die Bebauung ist die Zielgröße von 45 dB(A) bei einer Vorbeifahrt oder beim An-/Ablegen nicht einhaltbar. Die Bootsfahrten nachts verursachen ebenfalls diesen Nutzungskonflikt.
BS12	Es sind tagsüber keine relevanten Auswirkungen zu erwarten, soweit der Fahrbereich zum Ufer eingeschränkt wird. Im Rahmen der Variantenuntersuchungen ist ersichtlich, dass die Schallauswirkung bei Reduktion der Fahrbereiche auf dem Berzdorfer See eine geringe Verringerung des Beurteilungspegels und eine wesentliche Verringerung des Momentanpegels erzielt werden kann. Nachts ergeben sich geringfügige Überschreitungen an zum See nächstgelegenen Plateau 1. Dort werden die Richtwerte leicht überschritten. Es sollte der Fahrbereich für Motorboote nachts im Bereich der Blauen Lagune eingeschränkt werden (Einschränkung wie tagsüber).

### 6.3 Vorschläge zur lärmrelevanten Nutzung der Wasserfläche des Berzdorfer Sees aus akustischer bzw. immissionsschutzrechtlicher Sicht

Aus der Untersuchung ergeben sich bestimmte Vorschläge für eine Nutzung des Berzdorfer Sees. Diese Vorschläge betrachten einerseits die nur lärmerzeugenden Nutzungen und andererseits werden andere Einflüsse und Nutzungskonflikte mit z.B. nicht lärmrelevanten Nutzungen auf dem Wasser und zu Land nicht betrachtet.

Aus akustischer/immissionsschutzrechtlicher Sicht werden nachstehende Vorschläge/Nutzungsmöglichkeiten genannt:

- Einsatz von Motorbooten, die den Geräuschemissionswerten der RL 2013/53/EU genüge tun (durch Zertifikat etc.) ohne weitere Einschränkung der Motorleistung und des Bootstyps,
- allgemeine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h (16 kn),
- Geschwindigkeitsbeschränkung im Bereich des Hafens und der Anlegestellen auf 6 km/h (3 kn),
- Beschränkung der Anzahl der Motorboote, die gleichzeitig die gekennzeichnete Wasserfläche des Berzdorfer Sees befahren (25 Boote),
- Einschränkung von befahrbaren Wasserflächen (Kennzeichnung siehe Abbildung 11),
- motorisierter Bootsverkehr für Angler eingeschränkt außerhalb der o.g. Grenzen möglich (Motorisierung max. 40 kW, Geschwindigkeit bei 6 km/h (3 kn)),
- zeitliche Beschränkung des Motorbootverkehrs von 6-22 Uhr,
- Boote für Sicherstellung (z.B. Rettungsboote) uneingeschränkt einsetzbar,
- motorisierte Begleitboote bei Segelregatten in o.g. Rahmen möglich (18 km/h, 10 kn),
- seltene Motorbootnutzungen (z.B. stärker lärmrelevante Nutzungen) sollten Einzelfallentscheidungen unterliegen (z.B. Wettkämpfe, bestimmte Veranstaltungen am Berzdorfer See).

Wassermotorräder sollten auf dem Berzdorfer See ausgeschlossen werden. Einerseits werden solche Fahrzeuge immer mit einer hohen Geschwindigkeit gefahren, was gemäß der Untersuchung zu hohen Schallimmissionspegeln in der Umgebung führt. Andererseits wird eine relativ große Wasserfläche z.B. für einen Rundkurs benötigt (etwa 50 ha). Es ergibt sich keine Fläche auf dem See, wo sich keine Nutzungskonflikte mit der schutzbedürftigen bestehenden und geplanten Umgebung durch die Nutzung mit Wassermotorrädern ergeben.

## 7 Qualität des schalltechnischen Gutachtens

Nach Punkt A.2.6 der TA Lärm ist auf die Qualität des schalltechnischen Gutachtens einzugehen.

Die Prognoseunsicherheit ergibt sich aus den Eingangsparametern, hauptsächlich durch die Prognose der Emissionsdaten. Die Emissionsdaten sind von Literaturangaben abgeleitet. Herstellerangaben zu Schallemissionen konnten zum Teil hinreichend genau recherchiert werden. Hier wurden meist pessimistische Annahmen getroffen.

Die größte Unsicherheit der Prognose ergibt sich aus der angenommenen Fahrzeugdichte auf dem Gewässer sowie der eigentlichen Verteilung der Boote. Neben der Ermittlung des Beurteilungspegels wurden ein Momentanpegel bei einer Vorbeifahrt eines Bootes auf kürzester Distanz zwischen befahrbarer Wasserfläche und schutzbedürftigen Bereich ausgewiesen.

Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

### a) Luftabsorption für Frequenzbänder/500 Hz-Mittenpegel

Die Schallprognose nach DIN ISO 9613-2 erlaubt unterschiedliche Berechnungsverfahren bezüglich der Luftabsorption. Die Luftabsorption kann für die einzelnen Frequenzbänder eines breitbandigen Geräusches ermittelt werden oder sie kann für den 500-Hz-Mittenpegel berechnet werden. Die Berechnung für Frequenzbänder liefert exaktere Berechnungsergebnisse. Für die hier verwendeten Emissionsdaten lagen überwiegend Angaben der Frequenzverteilung vor.

### b) Verwendung des alternativen Verfahrens zur Bodendämpfung

Die DIN ISO 9613-2 erlaubt zwei verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Bodendämpfung, das Standardverfahren und das alternative Verfahren, wobei letztgenanntes als konservative Annahme zu werten ist. Bei den Emissionsquellen mit einem bekannten Frequenzverlauf wurde auf das Standardverfahren zurückgegriffen.

### c) Berechnung des Faktors $c_0$ für die meteorologische Korrektur

Für den Faktor  $c_0$  zur Ermittlung des meteorologischen Korrekturfaktors  $c_{\text{met}}$  werden Windrichtungsverteilungen und -geschwindigkeiten einer Ausbreitungsklassenstatistik für den Bereich Görlitz [11] verwendet. Insgesamt ergibt sich dadurch eine präzisere Berechnung der Beurteilungspegel als mit vorgegebenen Standardwerten für  $c_0$  nach DIN ISO 9613-2.

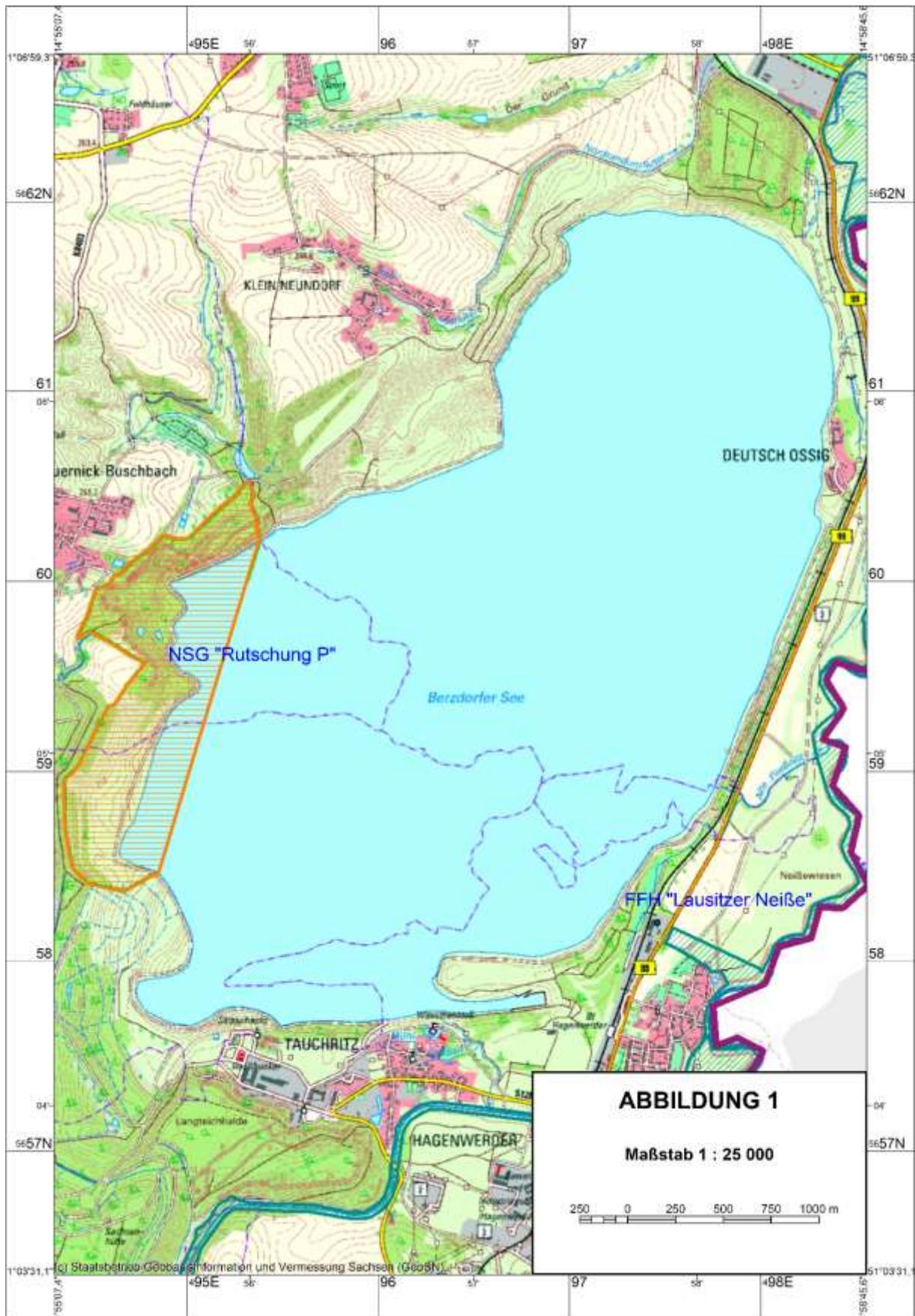
### d) Einfluss turbulenter Temperatur- und Windfluktuationen [12]:

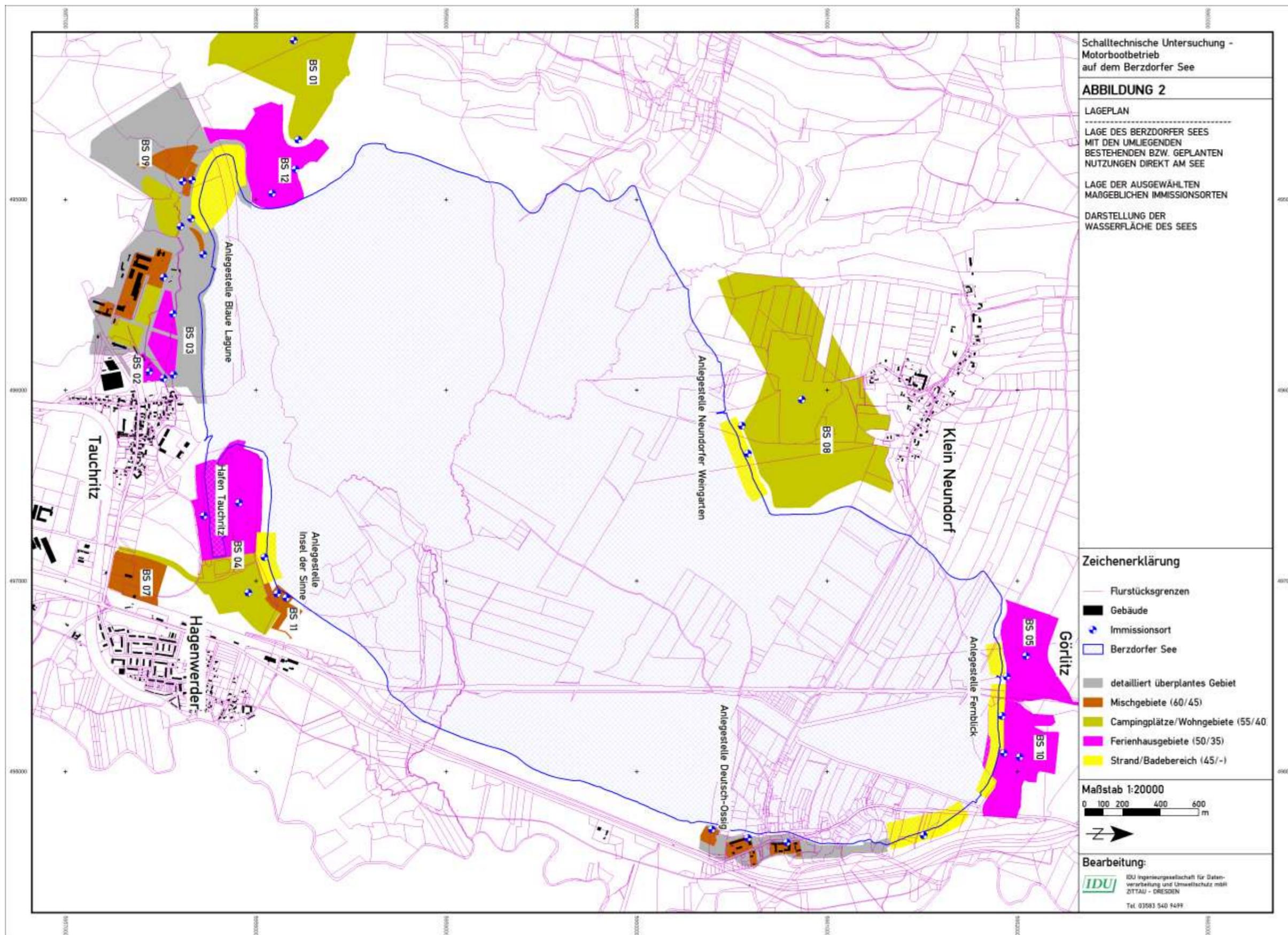
Bestimmte meteorologische kleinräumige Verhältnisse über der Wasserfläche begünstigen die Schallausbreitung. Neben einer schallharten Wasseroberfläche bei Windstille sind auch die Temperaturschichtungen über der Wasseroberfläche (abhängig auch von der Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft) für die Schallausbreitung verantwortlich. Wiederum ergeben sich höhere Schalldämpfungen bei relativ hohem Wellengang, d.h. strukturierter Wasseroberfläche.

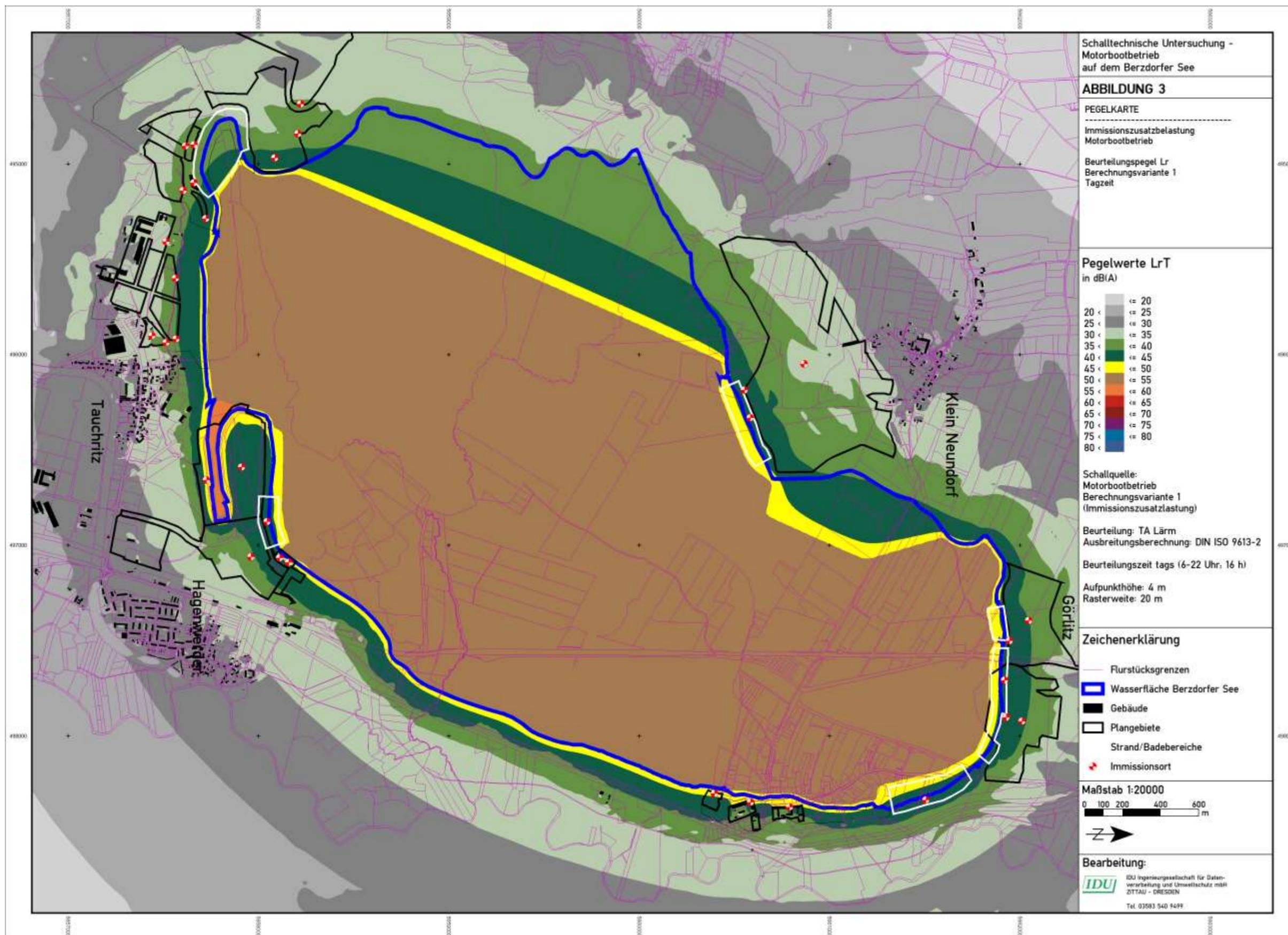
Die Prognoseunsicherheit der ausgewiesenen Immissionspegel wird im Rahmen dieser Untersuchung mit +/- 3 dB(A) abgeschätzt.

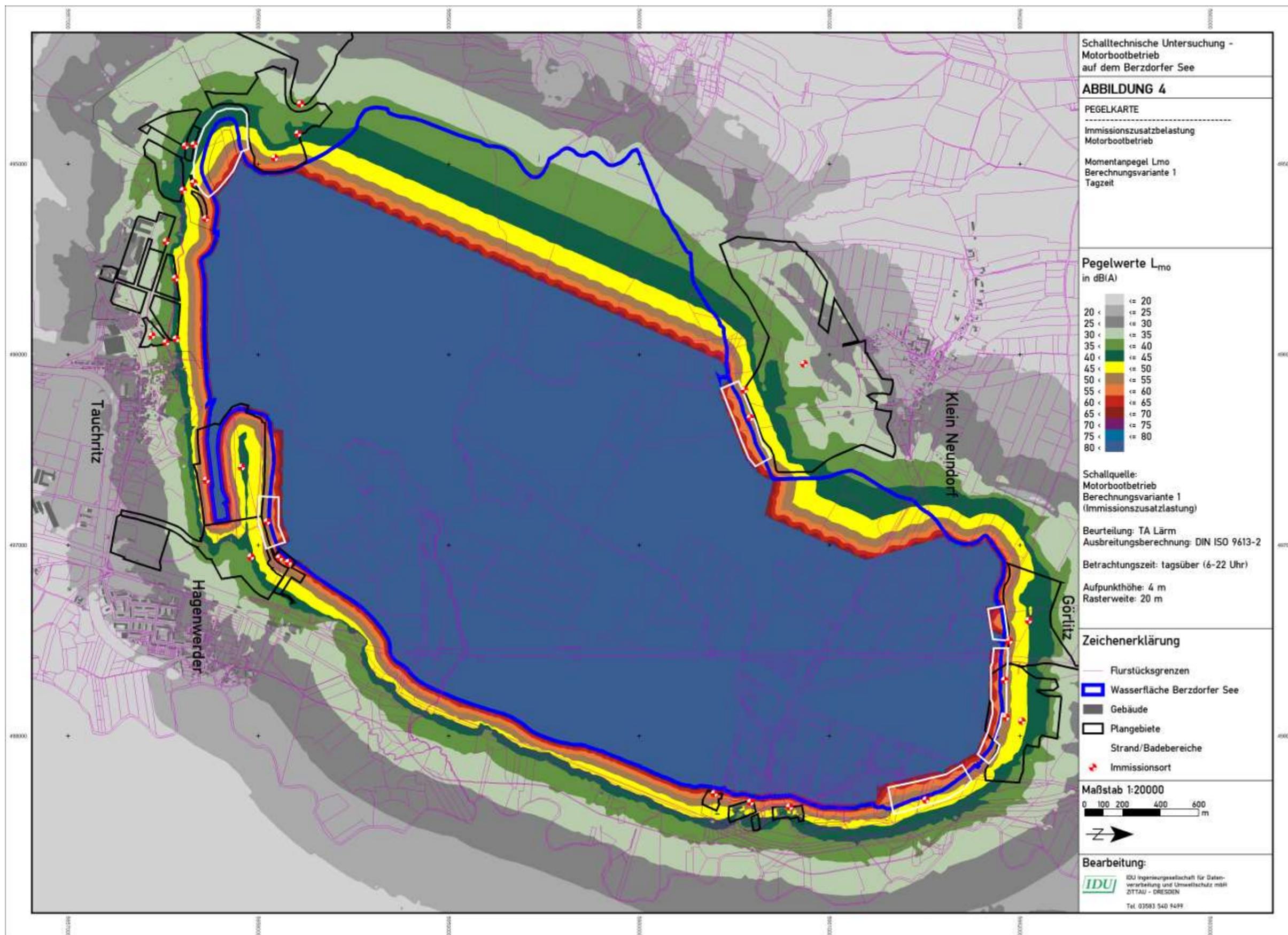
## Anhang - Abbildungen

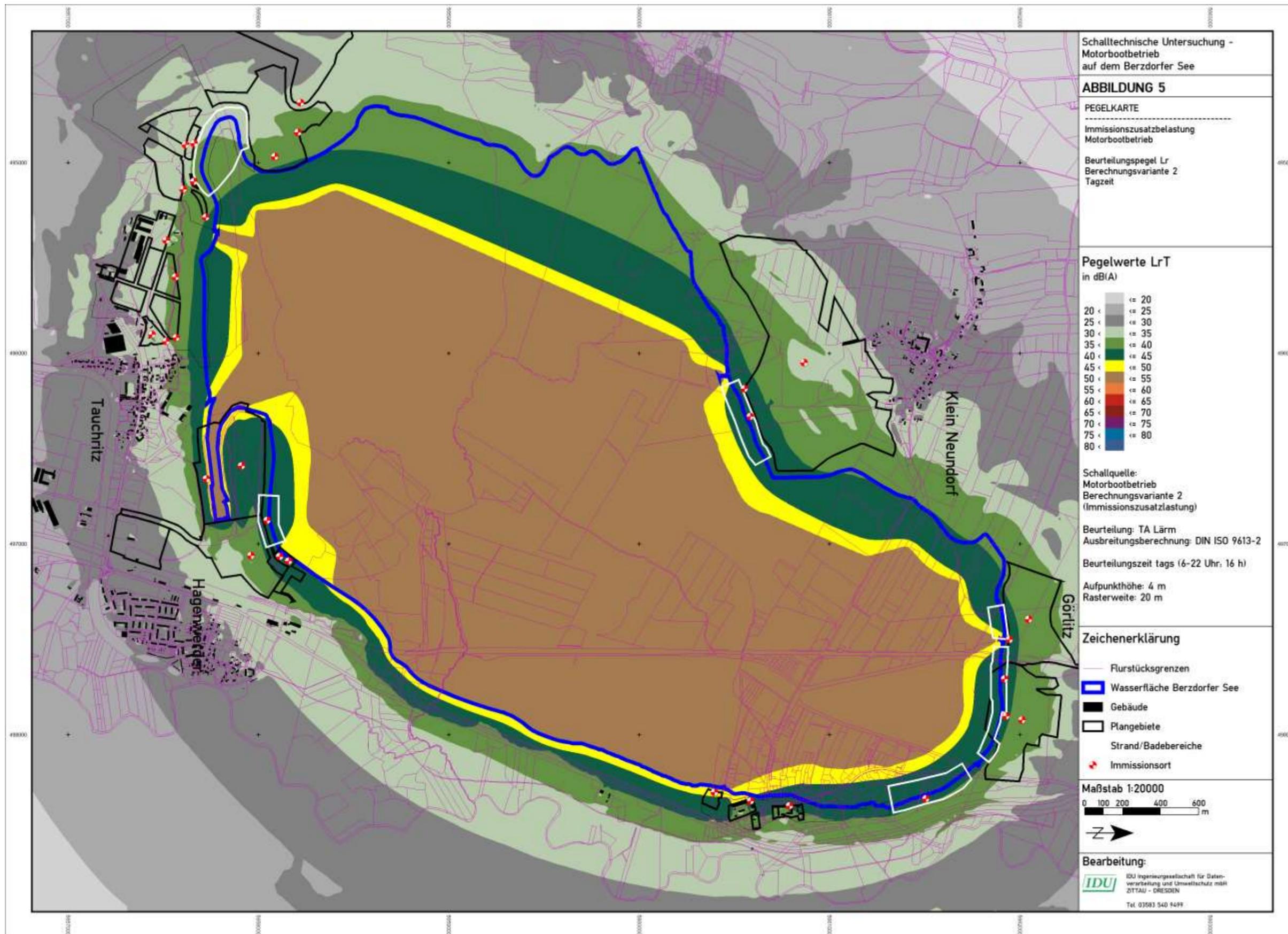
Abbildung 1	LAGEPLAN Darstellung des Untersuchungsgebietes mit Lage der Schutzgebiete (NSG und FFH)	Seite 28
Abbildung 2	LAGE- UND EMISSIONSQUELLENPLAN Darstellung der um den Berzdorfer See liegenden Plangebiete Lage der ausgewählten maßgeblichen Immissionsorten in den Plangebieten und in Strandbereichen Darstellung der maximal möglichen Befahrbarkeit des Sees durch Boote (alle Bootstypen)	Seite 29
Abbildung 3	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel $L_r$ , tagsüber (Variante 1)	Seite 30
Abbildung 4	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel $L_{mo}$ , tagsüber (Variante 1)	Seite 31
Abbildung 5	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel $L_r$ , tagsüber (Variante 2)	Seite 32
Abbildung 6	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel $L_{mo}$ , tagsüber (Variante 2),	Seite 33
Abbildung 7	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel $L_r$ , tagsüber (Variante 3)	Seite 34
Abbildung 8	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel $L_{mo}$ , tagsüber (Variante 3)	Seite 35
Abbildung 9	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Beurteilungspegel $L_r$ , nachts	Seite 36
Abbildung 10	PEGELKARTE grafische Darstellung der Lärmsituation durch die lärmrelevante Nutzung auf dem Berzdorfer Sees - Momentanpegel $L_{mo}$ , nachts	Seite 37
Abbildung 11	LAGEPLAN -LÄRMMINDERUNGSMASSNAHMEN Darstellung der für den Schallimmissionsschutz dienlichen Befahrbarkeitsgrenzen des Berzdorfer Sees für Motorboote tagsüber	Seite 38

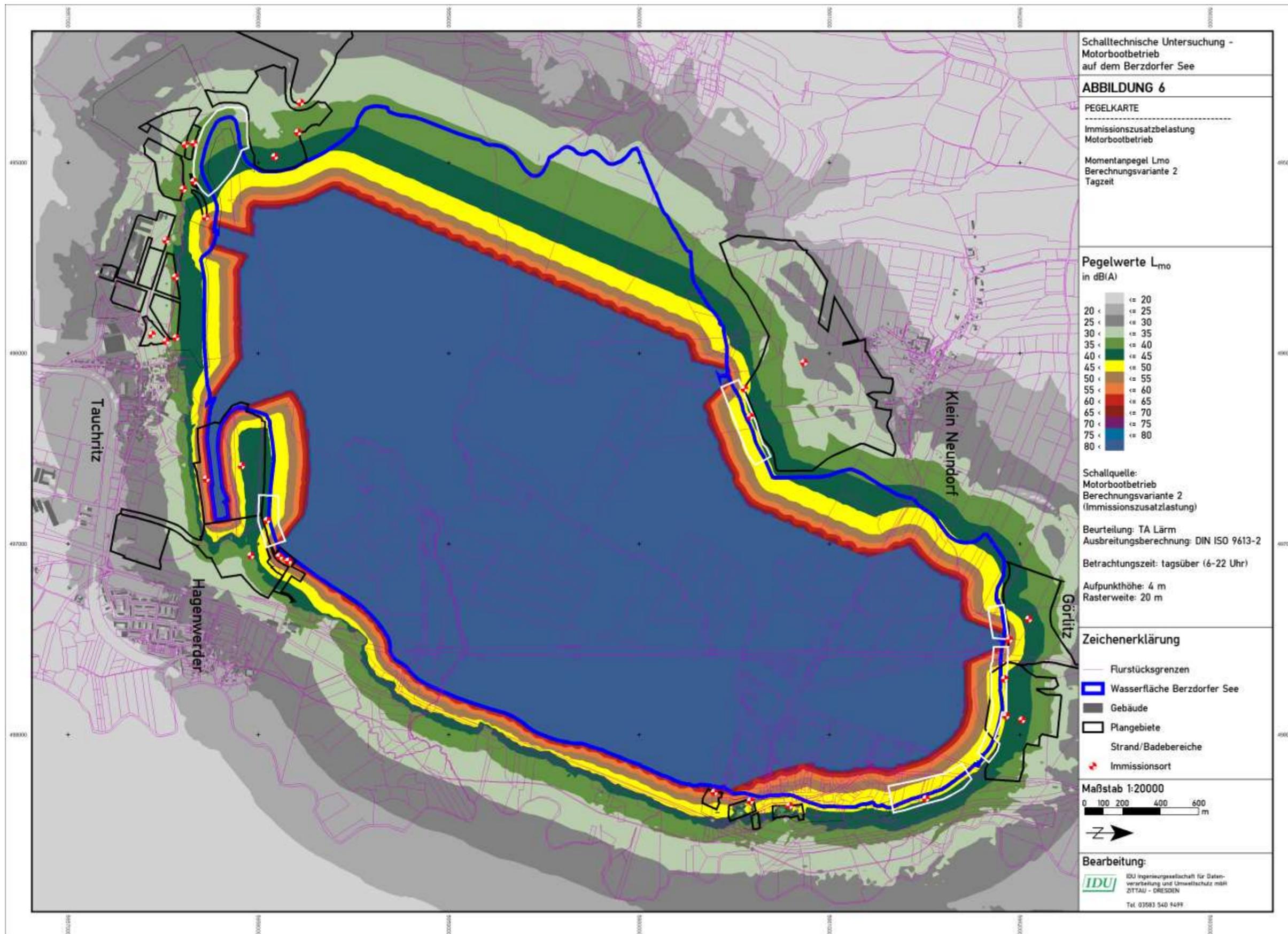


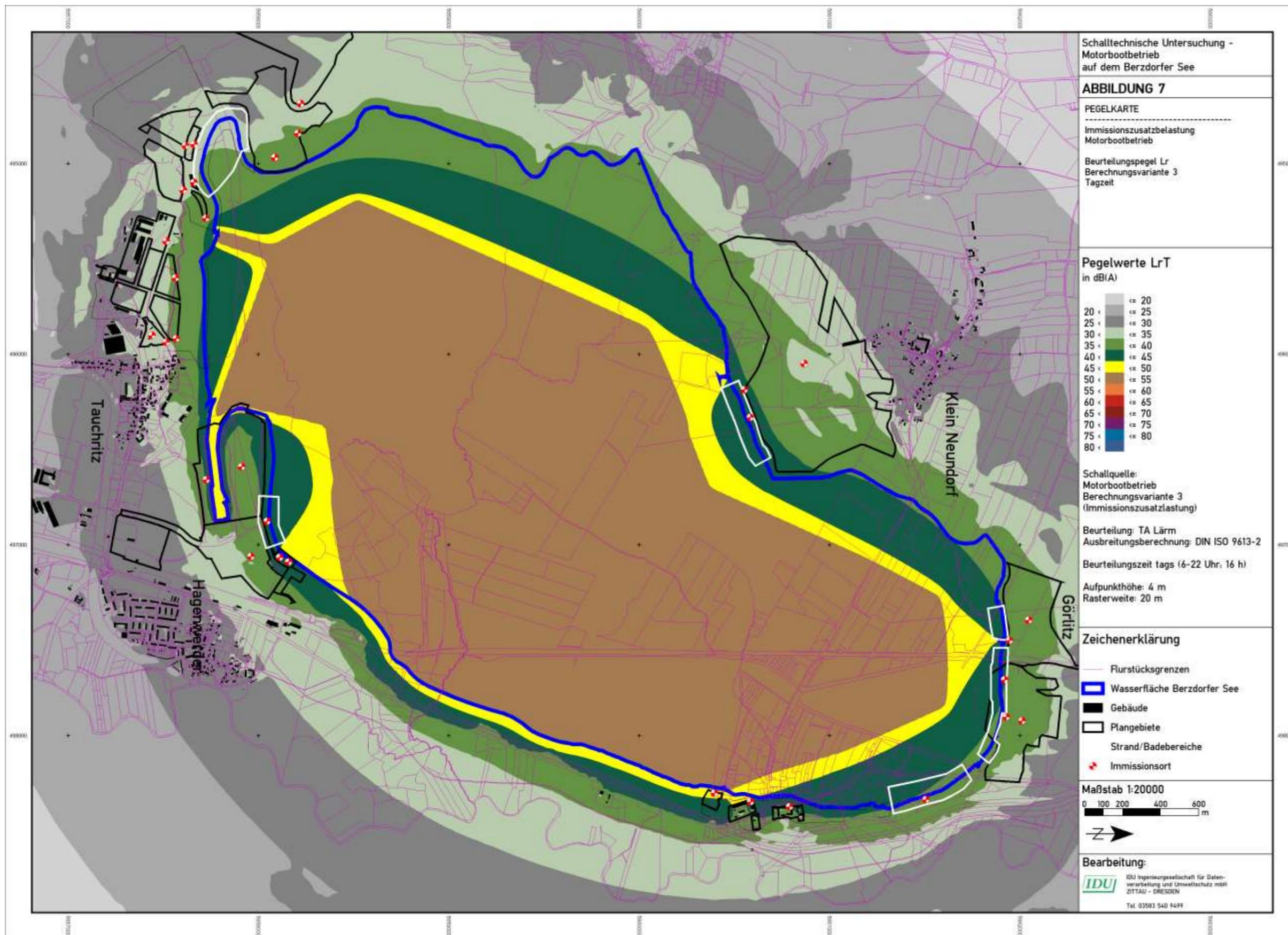


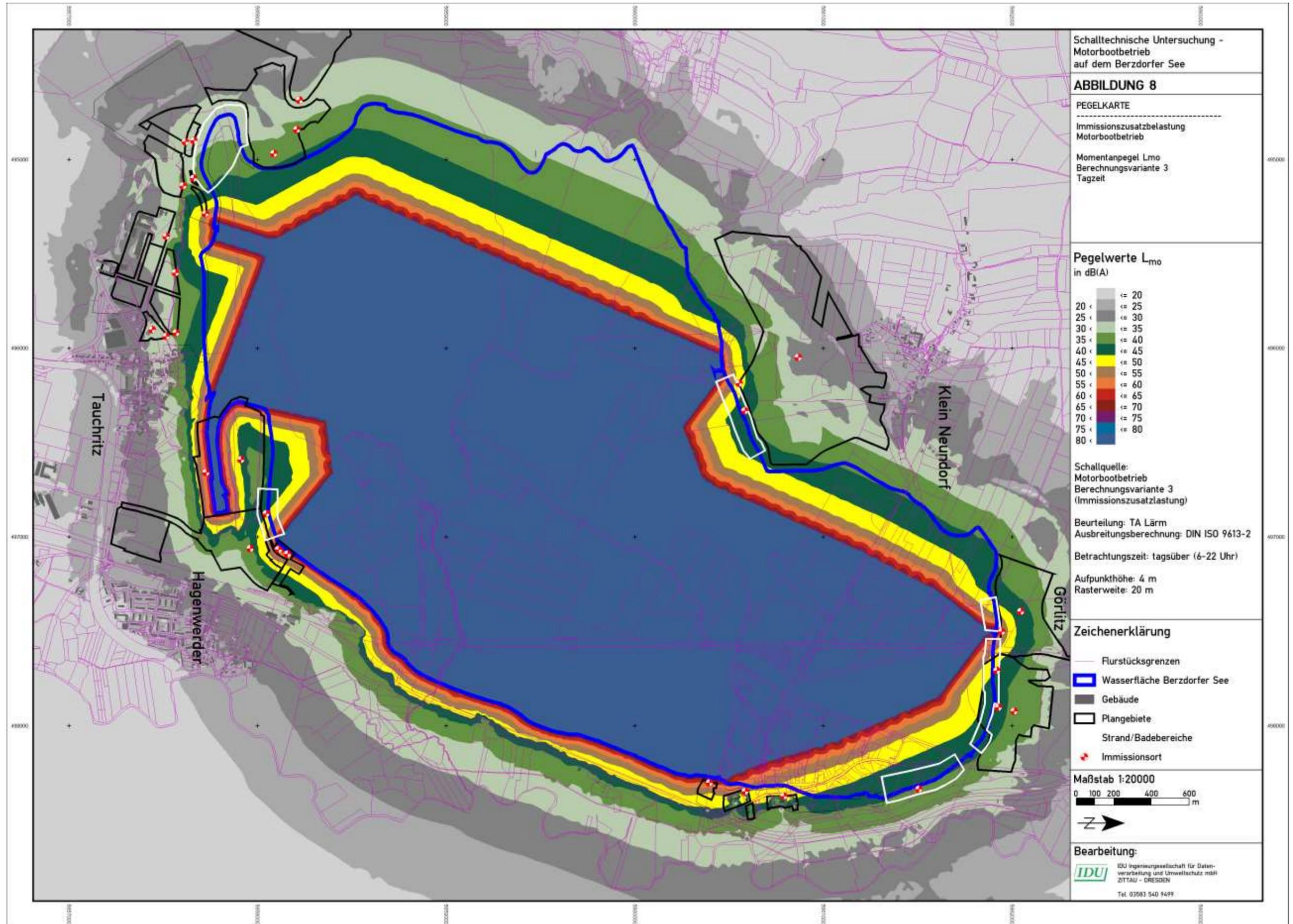


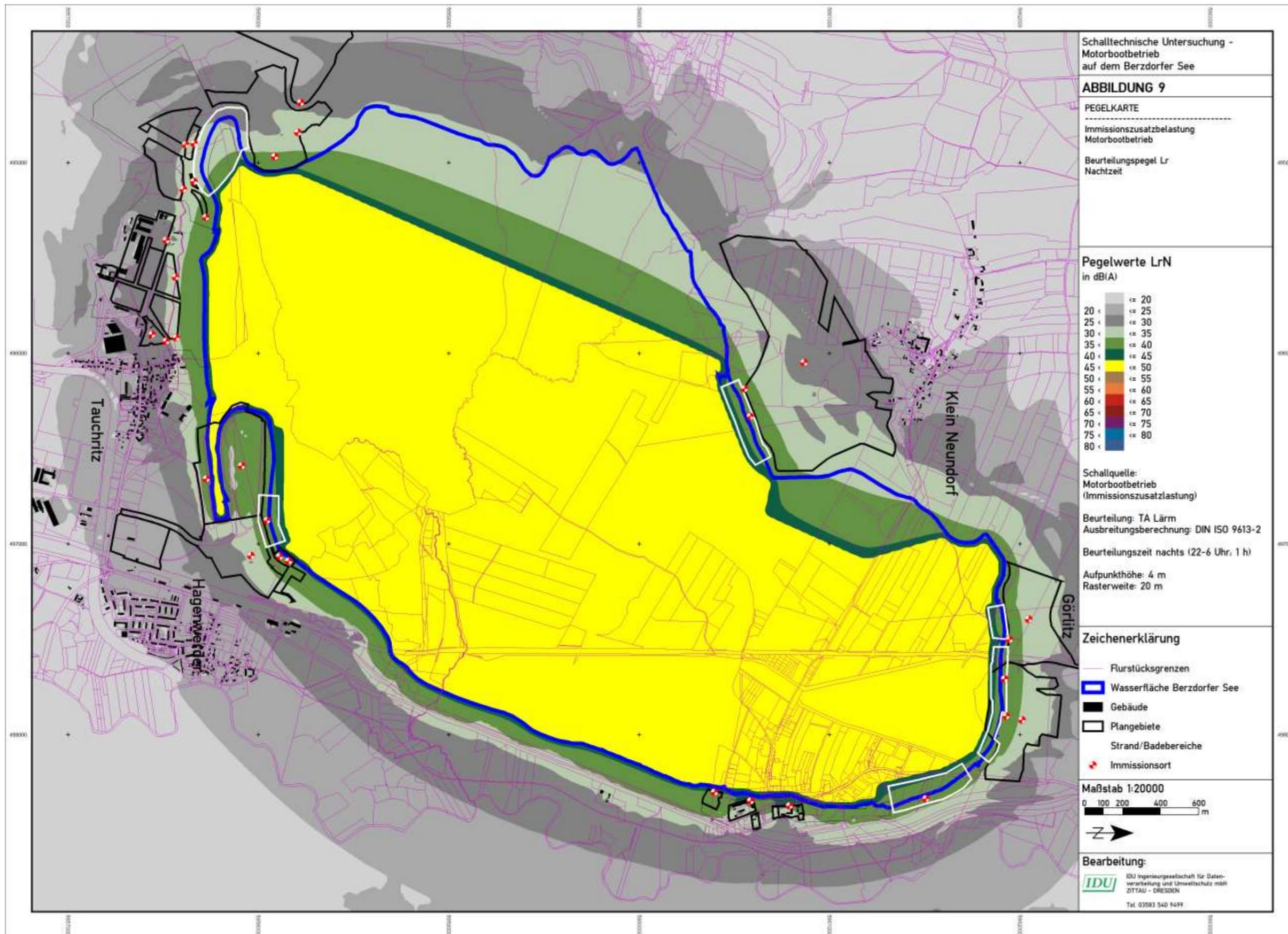


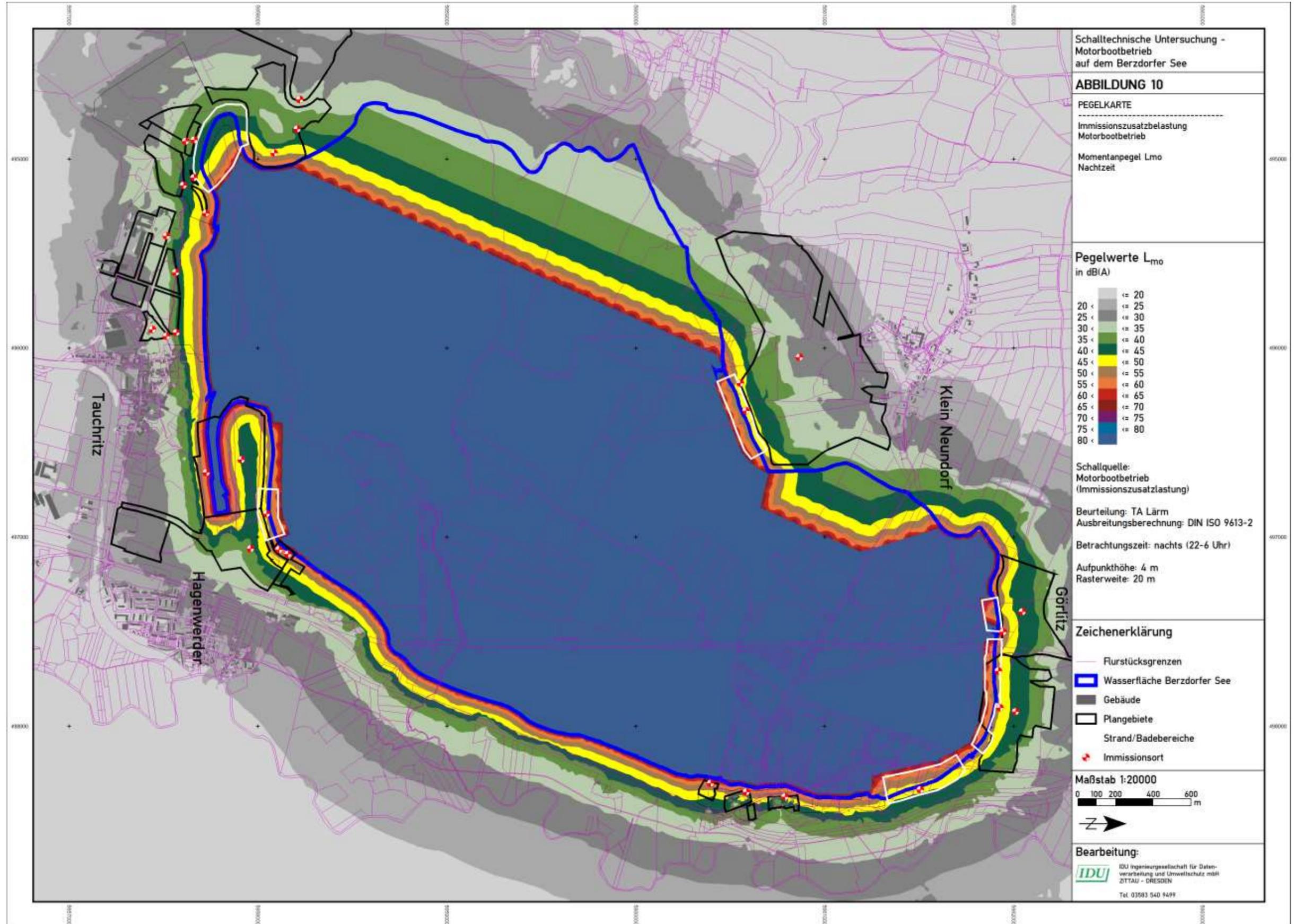


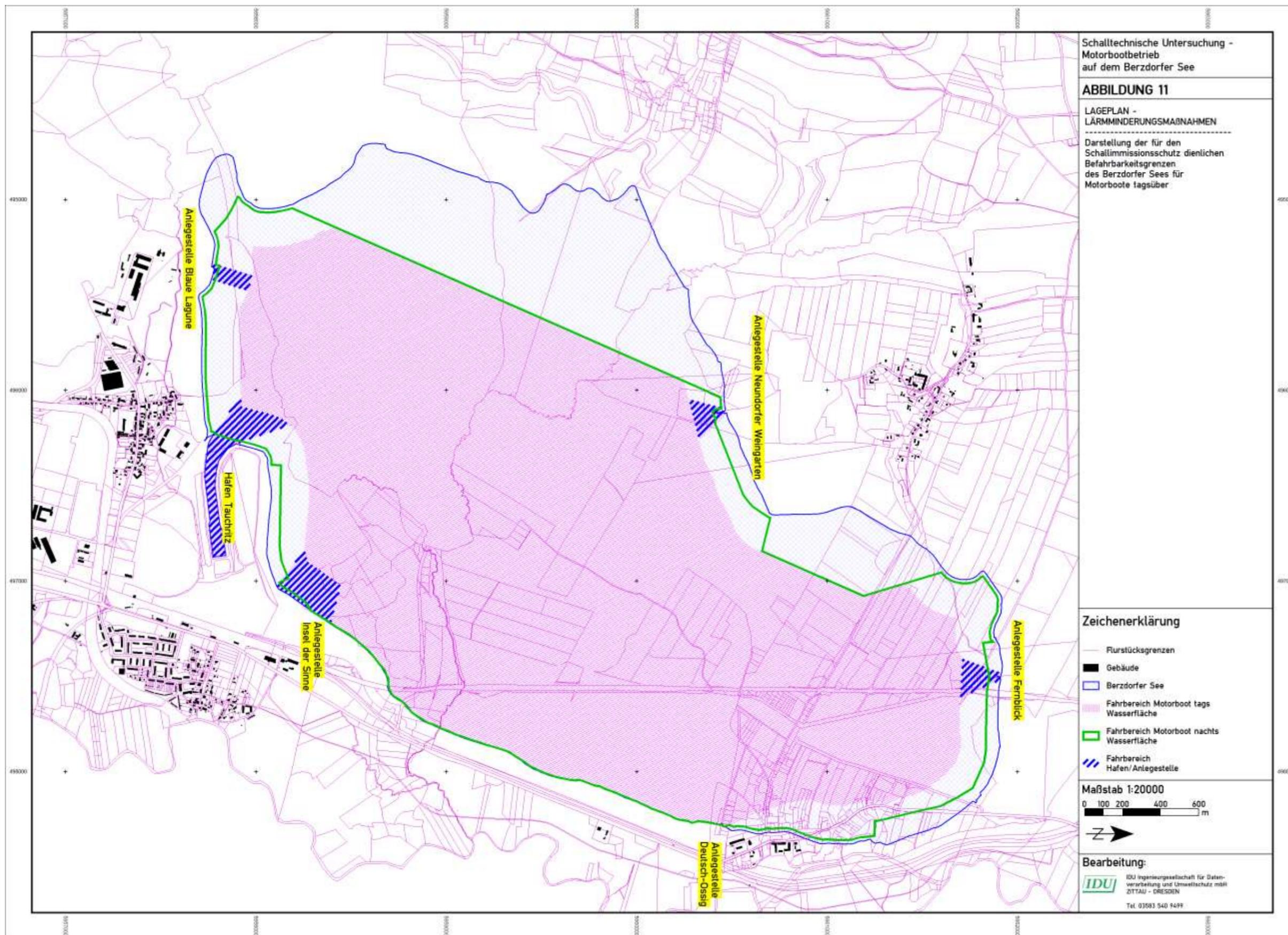












# Anhang - Protokolldateien

## Protokolldateien der Ausbreitungsberechnung

Emissionsdatenbank - Ausbreitungsparameter	Darstellung der geometrischen Daten und Emissionsparameter, frequenzselektive Emissionsdaten aller Schallquellen (Variante 1 bis 3 tagsüber und nachts)	Seite 40-43
Ergebnisliste	Beurteilungspegel und Momentanpegel an allen Immissionsorte und Schallpegelanteile (Variante 1 bis 3 tagsüber und nachts)	Seite 44-51
Ergebnisliste	Emissionsdaten, Ausbreitungsparameter und Schallpegelanteile der Schallquellen an den Immissionsorten (Variante 3 tagsüber und nachts)	Seite 52-63

### LEGENDE:

X...	Lagekoordinate der Schallquelle (Rechtswert)
Y...	Lagekoordinate der Schallquelle (Hochwert)
Z...	Lagekoordinate der Schallquelle (Höhe über NN)
N...	Norden
S...	Süden
W...	Westen
O...	Osten
l oder S...	Längenmaß oder Flächenmaß der Schallquelle
Li...	Innenraumpegel
R'w...	bewertetes Schalldämm-Maß
TG...	Tagesgangbezeichnung
Lw...	Schalleistungspegel
L'w...	linien-/flächenbezogener Schalleistungspegel
Kl...	Impulzzuschlag/Zuschlag für Rangiertätigkeiten
KT...	Tonzuschlag
KO-Wand...	Zuschlag für gerichtete Abstrahlung durch Wände
RW...	Immissionsrichtwert
RW,max...	Immissionsrichtwert für kurzzeitige Geräuschspitzen
Lr...	Beurteilungspegel tags
Lr,max...	Spitzenpegel tags
Adiv...	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Agnd...	Dämpfung aufgrund Bodeneffekte
Abar...	Dämpfung aufgrund Abschirmung
Aatm...	Dämpfung aufgrund Luftabsorption
dLrefl...	Pegelerhöhung aufgrund von Schallreflexionen
Cmet...	Meteorologische Korrektur
ADI...	Richtwirkungskorrektur
Ls...	unbewerteter Schalldruckpegel
dLw...	Korrektur aufgrund der Betriebszeit der Schallquelle oder Angabe des Emissionswertes
ZR...	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit
Lr...	Pegel für den Zeitbereich / Schallpegelanteil
LEK,i - dLi...	Immissionskontingent
Index T...	Beurteilungszeit tags
Index N...	Beurteilungszeit nachts