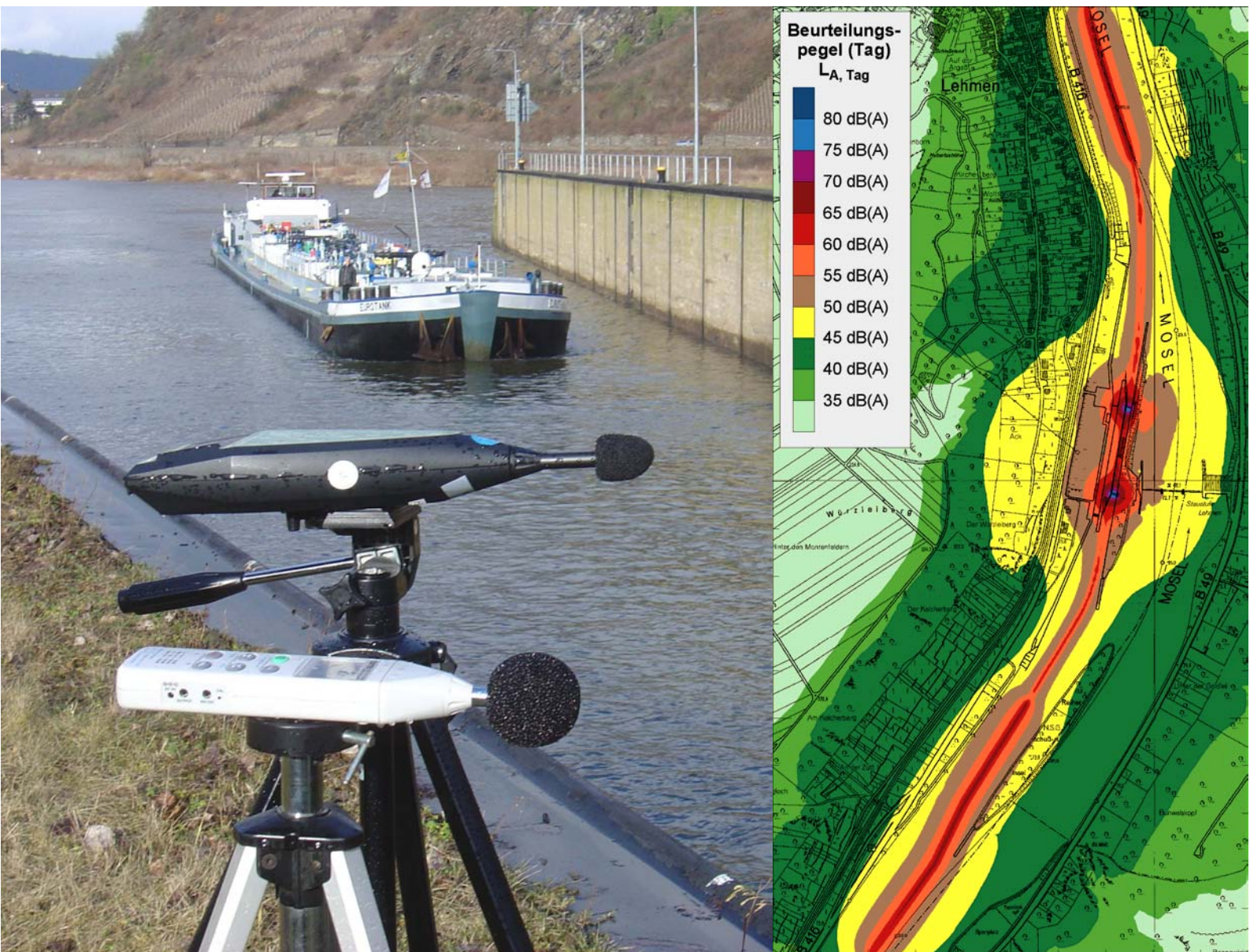




Empfehlungen für die Durchführung schalltechnischer Untersuchungen als Teil der wasserbaulichen Planung





Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung • Postfach 20 01 00, 53170 Bonn

Wasser- und Schifffahrtsdirektionen

Nord 24106 Kiel
Nordwest 26603 Aurich
Mitte 30169 Hannover
West 48147 Münster
Südwest 55127 Mainz
Süd 97082 Würzburg
Ost 39108 Magdeburg

HAUSANSCHRIFT Robert-Schuman-Platz 1, 53175 Bonn
POSTANSCHRIFT Postfach 20 01 00, 53170 Bonn

TEL 0228 300-4235
FAX 0228 300-8074235

BEARBEITET VON Kai Schäfer
EW 23

E-MAIL kai.schaefer@bmvbs.bund.de
ref-EW23@bmvbs.bund.de

INTERNET www.bmvbs.de

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstraße 17
76187 Karlsruhe

Bundesamt für Seeschifffahrt
und Hydrographie
Bernhard-Nocht-Straße 78
20359 Hamburg

nachrichtlich:
Bundesrechnungshof
Berliner Straße 51
60311 Frankfurt/M.

BETREFF **Empfehlung für die Durchführung schalltechnischer Untersuchungen als Teil der wasserbaulichen Planung**

AZ EW 23/14.80.15
DATUM Bonn, 23.06.2006

In Umweltverträglichkeits- und Raumverträglichkeitsstudien sind die schall- bzw. lärmtechnischen Untersuchungen Teil der Verträglichkeitsprüfung für das Schutzgut Mensch. Die in der Bundesanstalt für Gewässerkunde erarbeitete und als Anlage beigefügte Empfehlung soll den als Teil der wasserbaulichen Planung notwendigen schalltechnischen Untersuchungsumfang darstellen und die für diese Untersuchungen nötigen Eingangsdaten benennen.



SEITE 2 VON 2

Ich bitte, die Empfehlung bei ggfs. erforderlichen schall- bzw. lärmtechnischen Untersuchungen zugrunde zu legen.

Zusätzlich benötigte Exemplare können direkt bei der BfG bezogen werden. Die Anleitung steht außerdem im WSV-Intranet unter:

http://intranet.wsv.bvbw.bund.de/fachinformationen/regelwerke/gewaesserk_umwelt/ref_ew23/weitere_infos/index.html

zum Download bereit.

Dieser Erlass wird in die VV-WSV 2201/I Abschn. 2.3 aufgenommen. Im Hinblick auf die Fortschreibung der Empfehlung bitte ich um Ihren Erfahrungsbericht zum 31.12.2008.

Im Auftrag

Behrendt

Anlage: 1

Empfehlungen für die Durchführung schalltechnischer Untersuchungen als Teil der wasserbaulichen Planung

erarbeitet durch:

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Referat M1 „Hydrometrie und gewässerkundliche Begutachtung“

Dipl.-Ing. Dipl.-Phys. Dr.-Ing. Stephan Mai

Postfach 20 02 53

D – 56002 Koblenz

Telefon 0261/1306-0 Fax 0261/1306-5302

Internet-Adresse: <http://www.bafg.de>

E-Mail-Adresse: posteingang@bafg.de

Herausgeber:

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

Telefon: (01888) 300-0

Telefax: (01888) 300-3428 oder 3429

Internet-Adresse: <http://www.bmvbs.de/>

E-Mail-Adresse: poststelle@bmvbs.bund.de

Bonn, Juni 2006

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Inhaltsverzeichnis

1. Zielsetzung und Anwendungsbereich	4
2. Umfang schall- bzw. lärmtechnischer Untersuchung	5
3. IT-gestütztes Berechnungsverfahren	6
3.1 Generelles Vorgehen.....	6
3.2 Betriebsbedingter Lärm.....	12
3.3 Baulärm.....	22
4. Ergänzende Schall- bzw. Lärmmessung	28
Schrifttum.....	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mindestentfernung s_{\min} von einer Lärmquelle mit Schalleistungspegel L_w zur Unterschreitung eines Schallpegels von 60 dB(A).....	6
Tabelle 2:	Zugverkehr.....	15
Tabelle 3:	Technische Zug- und Fahrwegdaten.....	16
Tabelle 4:	Schiffsstatistik (nur Berufsschiffahrt)	16
Tabelle 5:	Entwicklung des Schiffsverkehrs ohne (Prognose-Nullfall) und mit Ausbau (Prognose-Ausbau) in Prozent des Ist-Zustands.....	16
Tabelle 6:	Wasserstraßendaten	17
Tabelle 7:	Orientierungswerte nach DIN 18005 und Immissionsgrenzwert nach 16. BImSchV für den Beurteilungspegel	17
Tabelle 8:	Schalleistungspegel verschiedener schallintensiver Bauverfahren im Wasserbau.....	22
Tabelle 9:	Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in dB(A).....	26
Tabelle 10:	Zeitkorrektur des Beurteilungspegels bei nicht-kontinuierlichem Betrieb von Baumaschinen.....	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Deutsche Grundkarte DGK 5.....	8
Abbildung 2:	Deutsche Bundeswasserstraßenkarte DBWK 2.....	9
Abbildung 3:	Digitales Geländemodell.....	10
Abbildung 4:	Aus dem Digitalen Geländemodell abgeleitete Höhenlinien ($\Delta z = 4$ m)	11
Abbildung 5:	Flächennutzungsplan (links) / Bebauungsplan (rechts)	11
Abbildung 6:	Grundkarte (oben) und digitales Geländemodell (unten) nach geplantem Ausbau (hier: Bau zweiter Schleuse).....	14
Abbildung 7:	Verkehrsmengenkarte	15
Abbildung 8:	Lärmkarte – Schallemission durch die Schifffahrt (Ist- Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht).....	18
Abbildung 9:	Lärmkarte – Schallemission durch Schifffahrt, Straßen- und Schienenverkehr (Ist-Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht) 19	
Abbildung 10:	Veränderung des durch Schiffs-, Straßen- und Schienenverkehr verursachten Schallpegels bei Wasserstraßenausbau (oben: Tag, unten: Nacht).....	20
Abbildung 11:	Lärmkarte – Schallemission durch Schifffahrt (Plan- Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht).....	21
Abbildung 12:	Lärmkarten – Einsatz eines Großloch-Bohrgerätes ($L_{wA} = 108$ dB(A)) im unteren Vorhafen (oben) und am Unterhaupt einer geplanten Schleuse (unten)	24
Abbildung 13:	Lärmkarten – Einsatz eines Großloch-Bohrgerätes ($L_{wA} = 108$ dB(A)) am Oberhaupt einer geplanten Schleuse (oben) und im unteren Vorhafen (unten)	25
Abbildung 14:	Lärmkarte bei gleichzeitigem Einsatz zweier Baumaschinen.....	27
Abbildung 15:	Messung der durch den Schiffsbetrieb verursachten Schallimmission am Ufer einer Wasserstraße	28
Abbildung 16:	Frequenzspektrum des Schallpegels eines Binnenschiffs...	29
Abbildung 17:	Messung mit dem Schiffsbetrieb verbundenen Schallemission eines Schiffshebewerks.....	30
Abbildung 18:	Messung der mit dem Baumaschineneinsatz verbundenen Schallemission - Hydraulikramme (links) und Großloch-Bohrgerät (rechts).....	30

1. Zielsetzung und Anwendungsbereich

Diese Empfehlungen sollen den als Teil der wasserbaulichen Planung notwendigen schalltechnischen Untersuchungsumfang darstellen und die für diese Untersuchungen nötigen Eingangsdaten benennen. Sie soll als Leitfaden für die Behandlung des Themenbereichs „Lärm“ im Rahmen von Umweltverträglichkeits- (UVS) bzw. Raumverträglichkeitsstudien (RVS) dienen. Die in diesem Zusammenhang anzuwendenden Berechnungsverfahren werden benannt. Auf eine ausführliche Beschreibung der Berechnungen wird jedoch bewusst verzichtet und auf vorhandene Erläuterungen, wie die *Anleitung zur Berechnung der Luftschallausbreitung an Bundeswasserstraßen* (BfG, 2003) oder die *Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren beim Wasserbau* (BfG, 2002), verwiesen.

2. Umfang schall- bzw. lärmtechnischer Untersuchung

In Umweltverträglichkeits- und Raumverträglichkeitsstudien sind die schall- bzw. lärmtechnischen Untersuchungen Teil der Verträglichkeitsprüfung für das Schutzgut Mensch. In diesem Zusammenhang sind die mit oder als Folge von Wasserbaumaßnahmen auftretenden Lärmemissionen auf Basis eines immissionsbezogenen Ansatzes unter Berücksichtigung der Vorbelastungen in Relation zu den schutzgutspezifischen, vorsorgeorientierten Qualitätsstandards (Grenz-, Richt- bzw. Orientierungswert) zu setzen und, z.B. unter Zuhilfenahme des *Bewertungsrahmens für Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen* (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt GmbH, 2004), zu bewerten.

Die schall- bzw. lärmtechnischen Untersuchungen sind für Zeiten des Wasserstraßenbetriebs und des Wasserstraßenausbaus getrennt durchzuführen. Es ist hierbei zunächst ein Screening der Lärmimmissionen unter Verwendung des in Kap. 3 erläuterten IT-gestützten Berechnungsverfahrens durchzuführen. Im Einzelfall, z.B. falls die Schallemission eines Bauverfahrens/ -geräts oder eines Schleusentores nicht mit hinreichender Genauigkeit bekannt ist, können im Anschluss die in Kap. 4 dargestellten ergänzenden Schall- bzw. Lärmmessungen erforderlich sein.

3. IT-gestütztes Berechnungsverfahren

3.1 Generelles Vorgehen

Die IT-gestützte Berechnung der Schallimmission ist mit dem innerhalb der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) frei verfügbaren, im Auftrage der BfG durch die Fa. Wölfel, Höchberg, entwickelten Programmsystem IMMI/ABSAW (Wölfel, 2003a u 2003b) durchzuführen bzw. durchführen zu lassen.

Im Einzelnen sind als Teil der IT-gestützten Berechnung folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

1. Festlegung des Untersuchungsgebiets
2. Erhebung der sowohl für den Arbeitsschritt 3 als auch 4 notwendigen Datengrundlage
3. Schall- bzw. lärmtechnische Untersuchung für Zeiten des Wasserstraßenbetriebs (siehe Kap. 3.2)
4. Schall- bzw. lärmtechnische Untersuchung für Zeiten des Wasserstraßenausbaus (siehe Kap. 3.3)

Zu 1.

Zur Vermeidung von Doppelarbeiten sollte für die schall- bzw. lärmtechnische Untersuchung für Zeiten des Wasserstraßenbetriebs (Arbeitsschritt 3) und für Zeiten des Wasserstraßenausbaus (Arbeitsschritt 4) dieselbe Abgrenzung des Untersuchungsgebiets erfolgen. Die Abgrenzung orientiert sich aufgrund der erheblich höheren Schallemission an der Phase des Wasserstraßenausbaus. Typischerweise wird der Untersuchungsraum auf ein Gebiet von etwa 1 km um die Wasserstraßenbaustelle festgelegt. In Abhängigkeit von der Intensität der Schallemission ist ggf. eine Anpassung des Untersuchungsraums nötig.

Schalleistungspegel L_w in dB(A)	Abstand bis zur Reduzierung des Schallpegels unter			
	60 dB(A) in m	55 dB(A) in m	50 dB(A) in m	45 dB(A) in m
90	13	22	40	71
96	25	45	79	141
102	50	89	158	282
108	100	178	316	562
114	200	355	631	1122
120	398	708	1259	2239
126	794	1413	2512	4467
132	1585	2818	5012	8913
138	3162	5623	10000	17783

Tabelle 1: Mindestentfernung s_{\min} von einer Lärmquelle mit Schalleistungspegel L_w zur Unterschreitung eines Schallpegels von 60 dB(A)

In der Tabelle 1 sind dazu die erforderlichen Mindestentfernungen von einer Lärmquelle in Abhängigkeit vom Schalleistungspegel zusammengestellt.

Zu 2.

Grundlegend für beide, in den Kapiteln 3.2 und 3.3 dargestellten schall- bzw. lärmtechnischen Untersuchungen ist folgendes Datenmaterial:

- **Hintergrundkarte**
Als Hintergrundkarte eignet sich die Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5000 (DGK 5) bzw. die Deutsche Bundeswasserstraßenkarte im Maßstab 1:2000 (DBWK 2). Kartenbeispiele sind in Abbildung 1 bzw. Abbildung 2 gegeben. Die Verwendung der DBWK 2 weist zwar eine höhere Genauigkeit auf, hat jedoch den Nachteil, dass die Darstellung nur die unmittelbare Nachbarschaft der Wasserstraße umfasst. Der DGK 5 ist insofern der Vorzug zu geben.
- **Digitales Geländemodell bzw. digitales Oberflächenmodell**
Als digitales Geländemodell eignet sich das von den Landesvermessungsämtern abgeleitete Digitale Geländemodell 5 (DGM 5), welches eine räumliche Auflösung von 10 m bzw. 12,5 m aufweist. Daneben steht innerhalb der WSV das Digitale Geländemodell des Wasserlaufs (DGM-W) mit einer räumlichen Auflösung von 1 m bis 2 m zur Verfügung. Die Ausdehnung des DGM-W beschränkt sich jedoch auf die unmittelbare Nachbarschaft der Wasserstraße. Für schalltechnische Untersuchungen ist daher i.d.R. eine räumliche Ergänzung des DGM-W nötig. In Abbildung 3 ist beispielhaft eine Kartendarstellung eines digitalen Geländemodells gegeben.
Soll in der lärmtechnischen Untersuchung die Abschattung der Schallausbreitung von Gebäuden direkt (und nicht pauschaliert über die Vorgabe einer Dämpfung) berücksichtigt werden, sind im bebauten Bereich Daten eines digitalen Oberflächenmodells zu ergänzen.
Zur Berücksichtigung der Abschattungen bei der IT-gestützten Berechnung der Schallausbreitung sind aus dem digitalen Geländemodell Höhenlinien als Eingangsparameter der Berechnung abzuleiten. Dies ist z.B. mit dem Programm ArcGis[®] der Fa. ESRI oder dem Programm Surfer[®] der Fa. Golden Software möglich. Die Abbildung 4 zeigt einen aus dem digitalen Geländemodell abgeleiteten Höhenlinienplan.
- **Flächennutzungsplan / Bebauungsplan**
Die im Untersuchungsgebiet einzuhaltenden Orientierungs- und Grenzwerten für den Schallpegel ergeben sich aus der Nutzung. Sofern für Teile des Untersuchungsgebiets Bebauungspläne bestehen, sind die dort entsprechend der Baunutzungsverordnung verzeichneten Nutzungen (WS, WR, WA, WB, MD, MI, MK, GE, GI, SO) anzusetzen. Besteht kein Bebauungsplan, so sind die im Flächennutzungsplan verzeichneten Hauptnutzungen (W, M, G, S) anzusetzen. Die weitere Untergliederung (z.B. in WS, WR, WA und WB) ist auf der Grundlage der tatsächlichen Nutzung vorzunehmen.
- **Vegetation / Wasserflächen**
Je nach Notwendigkeit und angestrebter Genauigkeit sind Waldgebiete in Bezug auf Ausdehnung und mittlerer Kronenhöhe zu erfassen, da die Schallausbreitung in Wäldern mit einer erheblichen Reduzierung des Schallpegels verbunden ist. Ebenso sind ggf. Wasserflächen gesondert zu erfassen, da diese schallhart sind und gegenüber Land eine nur geringe Absorption aufweisen.

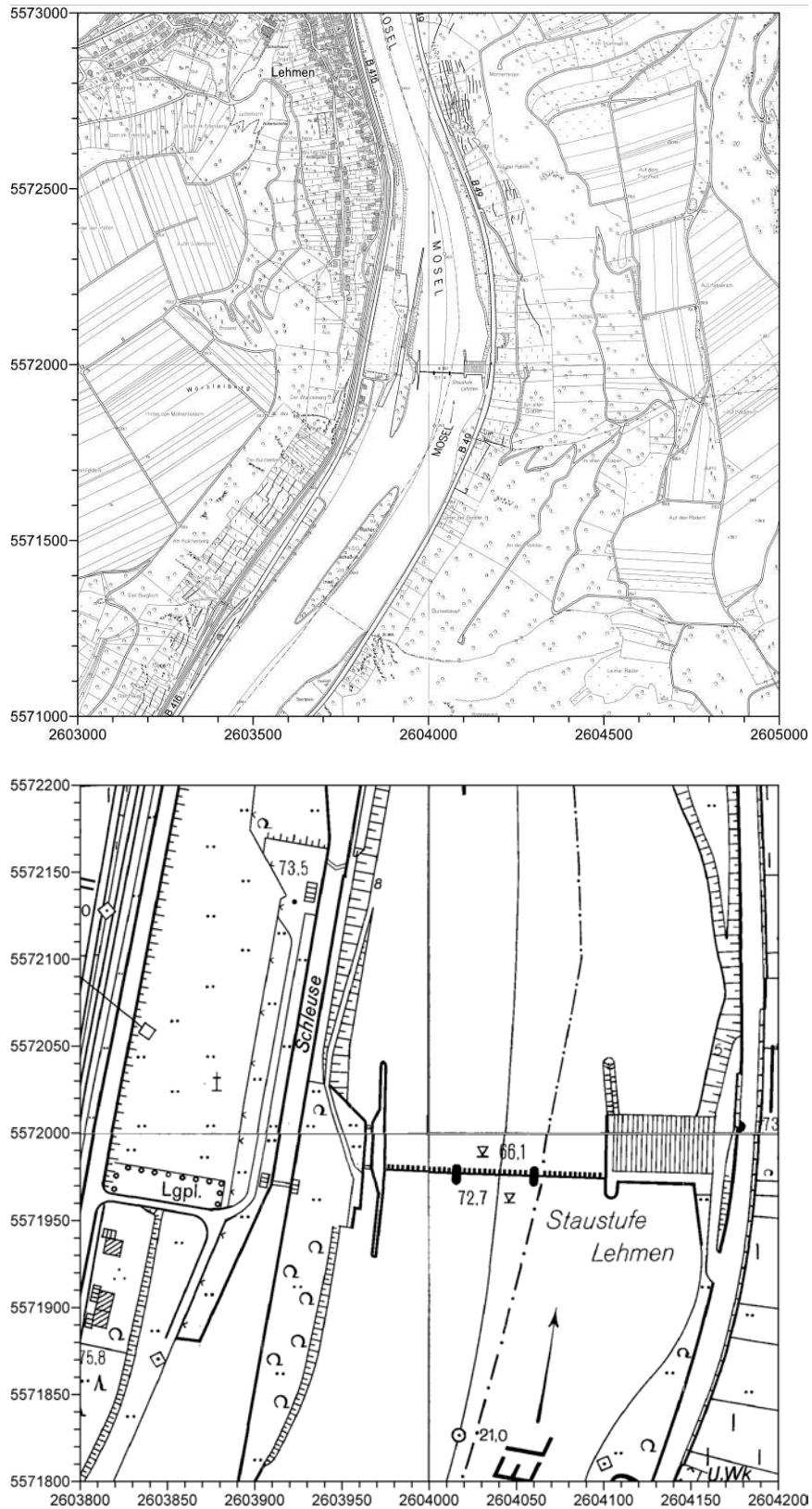


Abbildung 1: Deutsche Grundkarte DGK 5

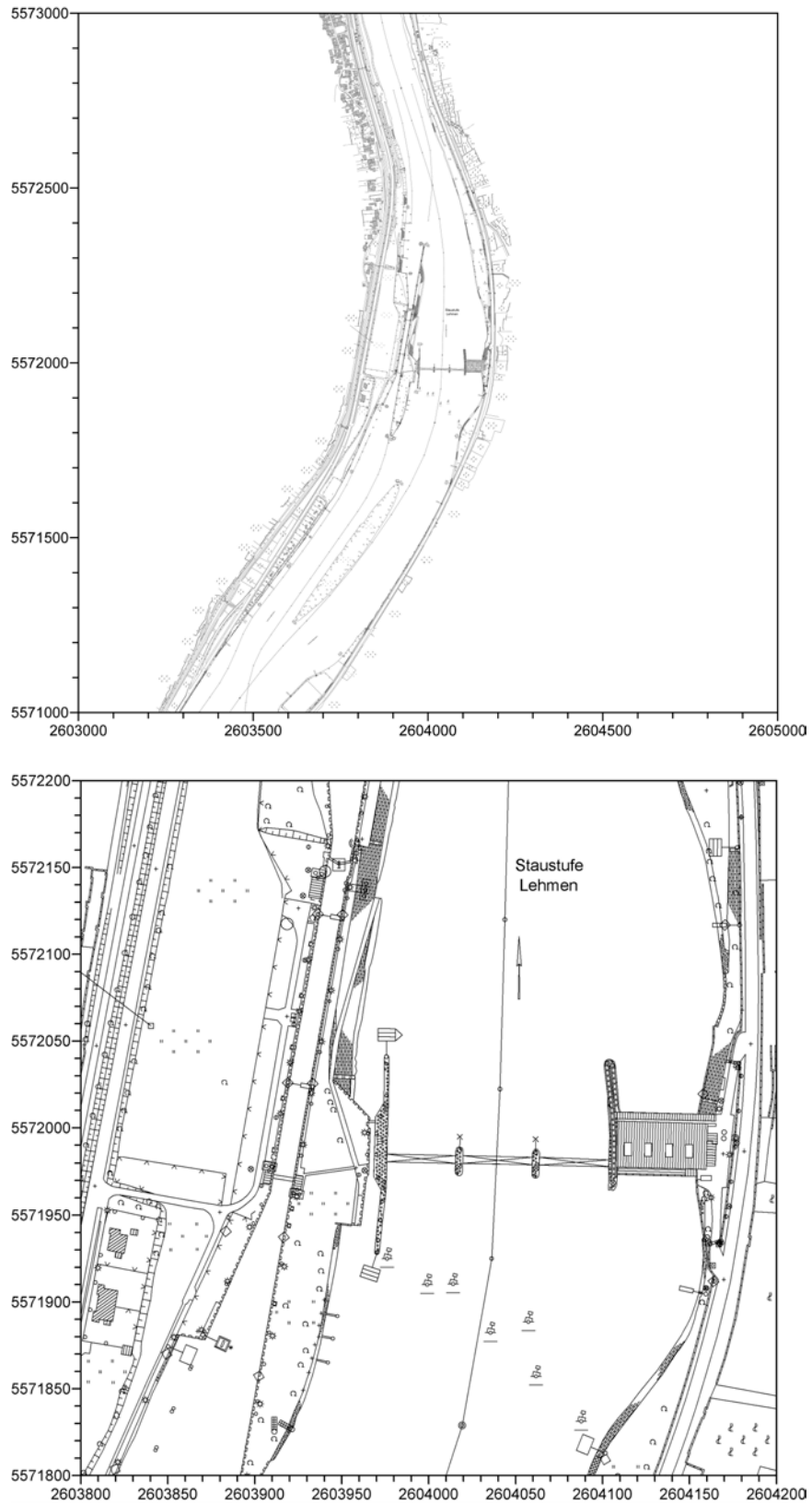


Abbildung 2: Deutsche Bundeswasserstraßenkarte DBWK 2

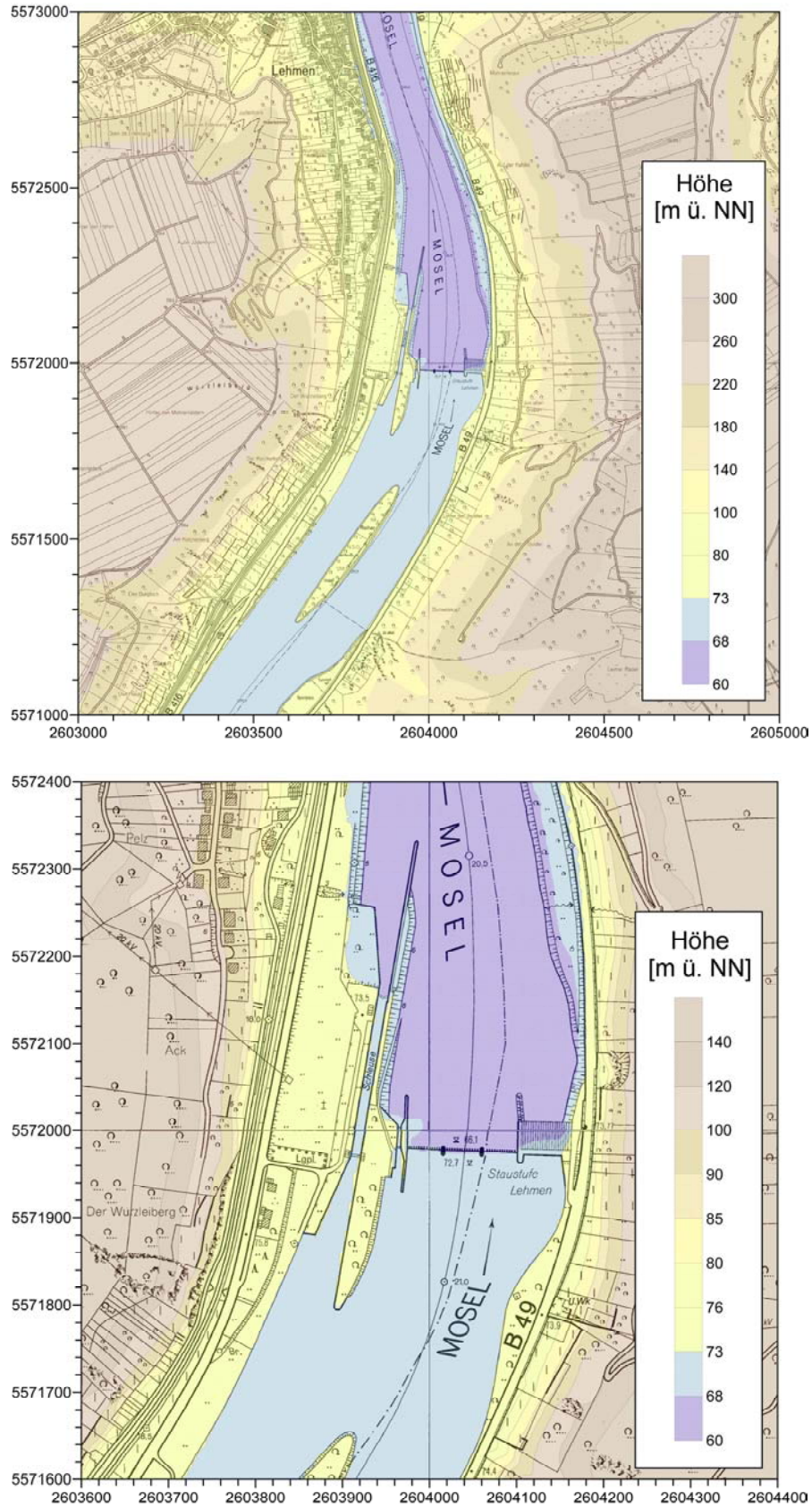


Abbildung 3: Digitales Geländemodell

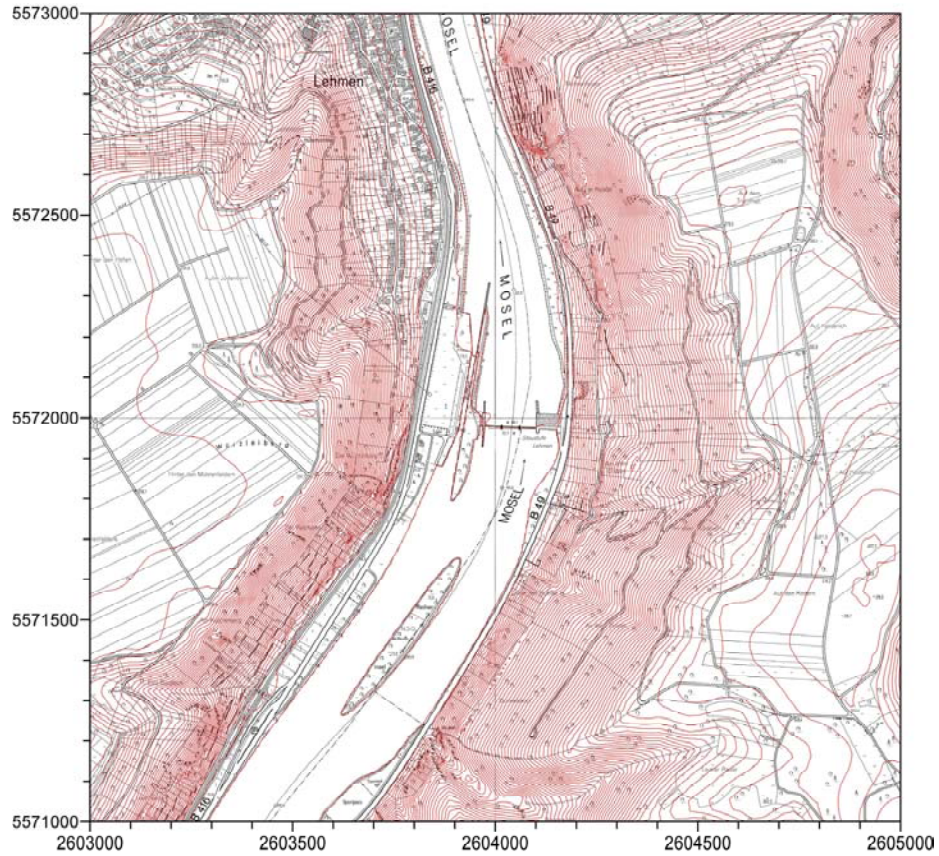


Abbildung 4: Aus dem Digitalen Geländemodell abgeleitete Höhenlinien ($\Delta z = 4 \text{ m}$)

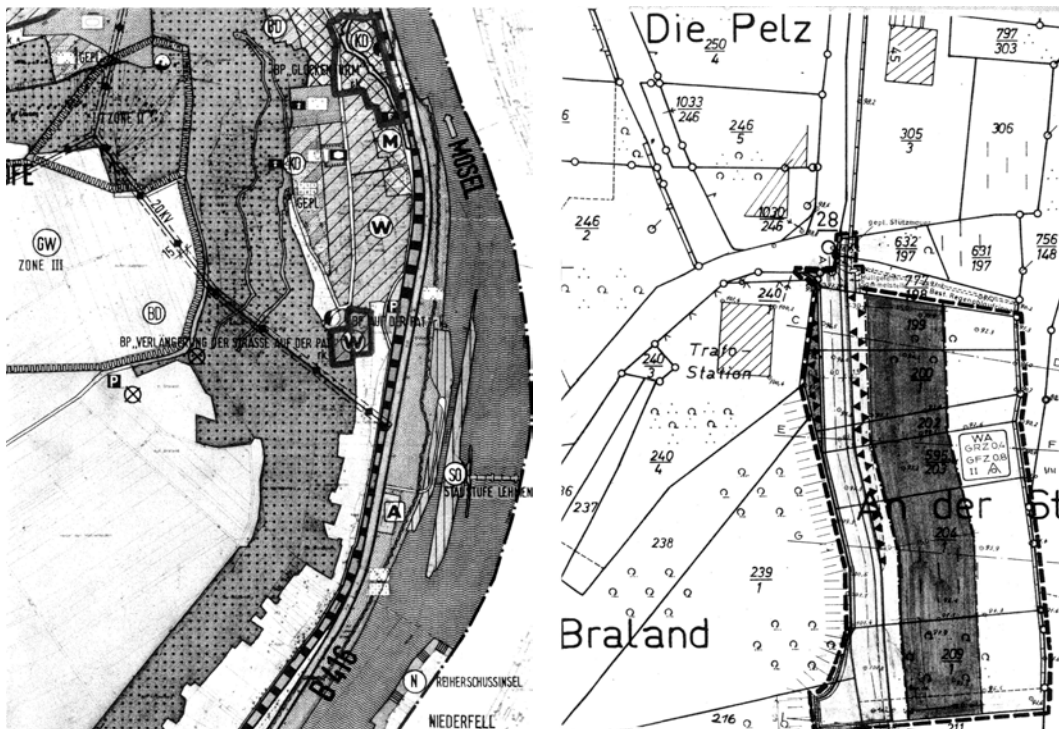


Abbildung 5: Flächennutzungsplan (links) / Bebauungsplan (rechts)

3.2 Betriebsbedingter Lärm

Infolge des Ausbaus von Wasserstraßen ist ggf. mit einer beschleunigten Zunahme des Verkehrsaufkommens zu rechnen. Es ist daher eine Analyse des durch den Schiffsverkehr verursachten Lärms unter Berücksichtigung des Lärms anderer Verkehrsträger (speziell Straße und Schiene) durchzuführen. Die Untersuchung sollte folgende Zustände vergleichend gegeneinander stellen und mit den in DIN 18005 T1, Beibl. 1 (NABau und FANAK) gegebenen Orientierungswerten für den Beurteilungspegel bewerten:

- I. Ist-Zustand (Lärm bei heutiger Wasserstraßennutzung für den derzeitigen Ausbauzustand)
- II. Prognose-Nullfall (Lärm bei zukünftiger Wasserstraßennutzung für den derzeitigen Ausbauzustand)
- III. Prognose-Ausbau (Lärm bei zukünftiger Wasserstraßennutzung für den geplanten Ausbauzustand)

Für jeden Zustand sind folgende Teiluntersuchungen durchzuführen:

1. Nur aus Schiffsverkehr resultierende Lärmemission/ -immission
(Bei signifikantem Anteil der Sportschiffahrt sind in Ergänzung Beruf- und Sportschiffahrt getrennt zu behandeln.)
2. Aus Schiffs-, Straßen- und Schienenverkehr resultierende Lärmemission/ -immission

Aufgrund der Festlegungen in der DIN 18005 T1, Beibl. 1 (NABau und FANAK) ist für jeden Zustand folgende tageszeitliche Unterscheidung erforderlich:

- a) Tagzeit (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr)
- b) Nachtzeit (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr)

Neben dem in Kap. 3.1 erhobenen Datenmaterial ist folgendes Datenmaterial nötig:

- Lage und Ausbau der Verkehrswege
Die Lage der Verkehrswege ergibt sich mit hinreichender Genauigkeit aus der Deutschen Grundkarte (siehe Abbildung 1) bzw. der Deutschen Bundeswasserstraßenkarte (siehe Abbildung 2). Für die Wasserstraße sind zudem die sich mit dem Ausbau ergebenden Änderungen zu erfassen. Die Abbildung 6 stellt diese Veränderungen am beispielhaft für einen Ausbau der in Abbildung 3 (unten) dargestellten Schleuse dar.
- Straßenverkehrsstatistik, Ausbauzustand
In den schall- bzw. lärmtechnischen Gutachten ist i.d.R. eine Berücksichtigung des Verkehrs auf übergeordneten Straßen, d.h. Autobahnen, Bundes- und Landstraßen, ausreichend (Ggf. sind auch Kreisstraßen einzubeziehen). Für diese sind bei den Landesstraßenverwaltungen Verkehrsmengenkarten verfügbar, welche In-

formationen zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke sowie zum Güterverkehrs- und Schwerlastverkehrsanteil enthalten. Die Abbildung 7 zeigt beispielhaft eine Verkehrsmengenkarte. Neben der Verkehrsmenge ist zudem der Ausbauzustand der Straßen sowie die zulässige Höchstgeschwindigkeit für PKW und LKW zu erheben. Zur Charakterisierung des Ausbauzustands sind die Parameter „Fahrbahnbelag (geriffelter/nicht geriffelter Gussasphalt, Beton, ebenes/unebenes Pflaster)“ sowie „Querschnittsgestaltung (RQ 7,5, RQ 9, ..., RQ 37,5)“ zu erheben.

- **Schienenverkehrsstatistik**
Die Berücksichtigung der Lärmemissionen des Schienenverkehrs erfordert für die verschiedenen Bahnstrecken eine Erhebung der verkehrenden Züge (Zugart, -länge, Anteil schiebgebremster Fahrzeuge, maximale Fahrgeschwindigkeit) sowie der Fahrwegeigenschaften (Gleisbett, zulässige Fahrgeschwindigkeit). Diese Zug- und Fahrwegdaten sind bei der DB Netz AG verfügbar. Tabelle 2 und Tabelle 3 zeigt beispielhaft eine Zusammenstellung der erforderlichen Daten.
- **Schiffsverkehrsstatistik**
Die im Bereich der Ausbaumaßnahme stündlich verkehrenden Schiffe sind in Abhängigkeit von Schiffstyp/ -größe und Fahrtrichtung vorzugeben (Tabelle 4). Als Datengrundlage für die Ableitung der Schiffsverkehrsstatistik des Ist-Zustands eignen sich die bei der WSV geführten Schleusungslisten. Für den Prognose-Nullfall und den Ausbauzustand ist eine Schätzung des Verkehrs vorzunehmen. Diese kann sich z.B. auf die in der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Maßnahme gegebenen Zahlen stützen oder auf einer Extrapolation der derzeitigen Entwicklung der Verkehrsmenge (z.B. für den nächsten 10 Jahre) beruhen (Tabelle 5). Weiterhin ist die auf der Wasserstraße zulässige Fahrgeschwindigkeit und der Gewässertyp vorzugeben (Tabelle 6).

Das Verkehrsaufkommen für einzelne Verkehrsträger wird in dem Programmsystem IMMI/ABSAW unter Berücksichtigung des Ausbaus der Verkehrswege entsprechend der Regelungen RLS-90 (für Straßenverkehr), Schall 03 (für Schienenverkehr) und ABSAW (für Schiffsverkehr) in zugehörige Schallemissionspegel umgesetzt. Die Verortung der Schallquellen erfolgt über die Lage der Verkehrswege. Aus den Schallemissionspegeln ist schließlich ebenfalls unter Verwendung der Software IMMI/ABSAW die Schallimmission im Untersuchungsgebiet zu berechnen. Bei dieser Berechnung wird die Lärmabschattung durch Unterschiede in der Geländehöhe und die Lärmdämpfung durch Vegetation (vgl. Kap. 3.1) berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Berechnungen mit dem Programm IMMI/ABSAW ist als Lärmkarte für Tag- und Nachtzeit beispielhaft für den Ist-Zustand in Abbildung 8 bzw. Abbildung 9 dargestellt. Zur Vereinfachung der Lesbarkeit der Lärmkarten sollte die Farbskala den Vorgaben der DIN 18005 T2 entsprechen. Die Bedeutung der zukünftigen Entwicklung des Schiffsverkehrs ergibt sich durch Vergleich der Lärmkarten des Prognose-Nullfalls bzw. Prognose-Ausbaufalls mit dem Ist-Zustand. Die Veränderung des Schallpegels, d.h. die Differenz der Pegel des Prognose-Ausbaufalls und des Ist-Zustands, sind exemplarisch in Abbildung 10 wiedergegeben.

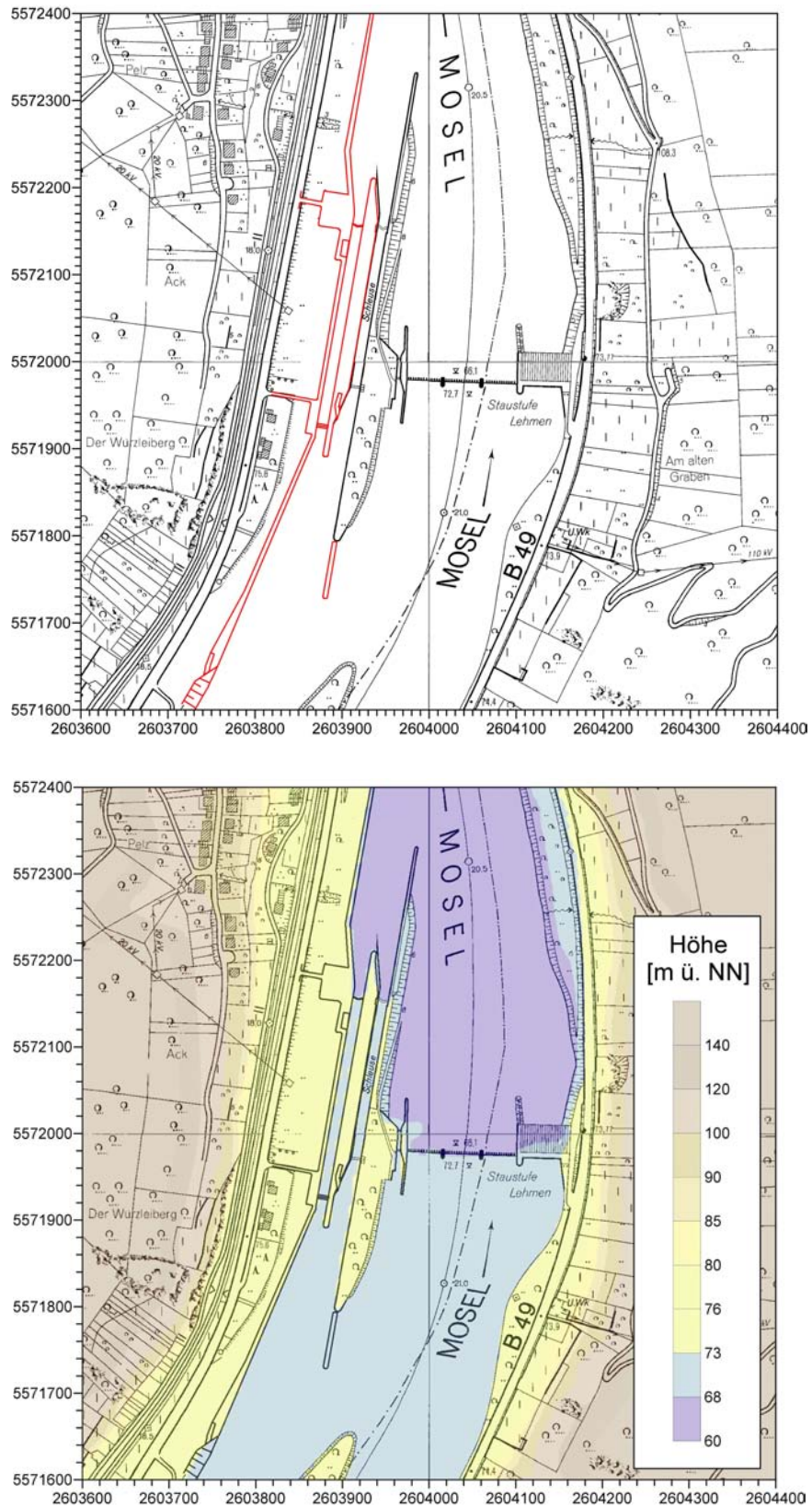


Abbildung 6: Grundkarte (oben) und digitales Geländemodell (unten) nach geplantem Ausbau (hier: Bau zweiter Schleuse)

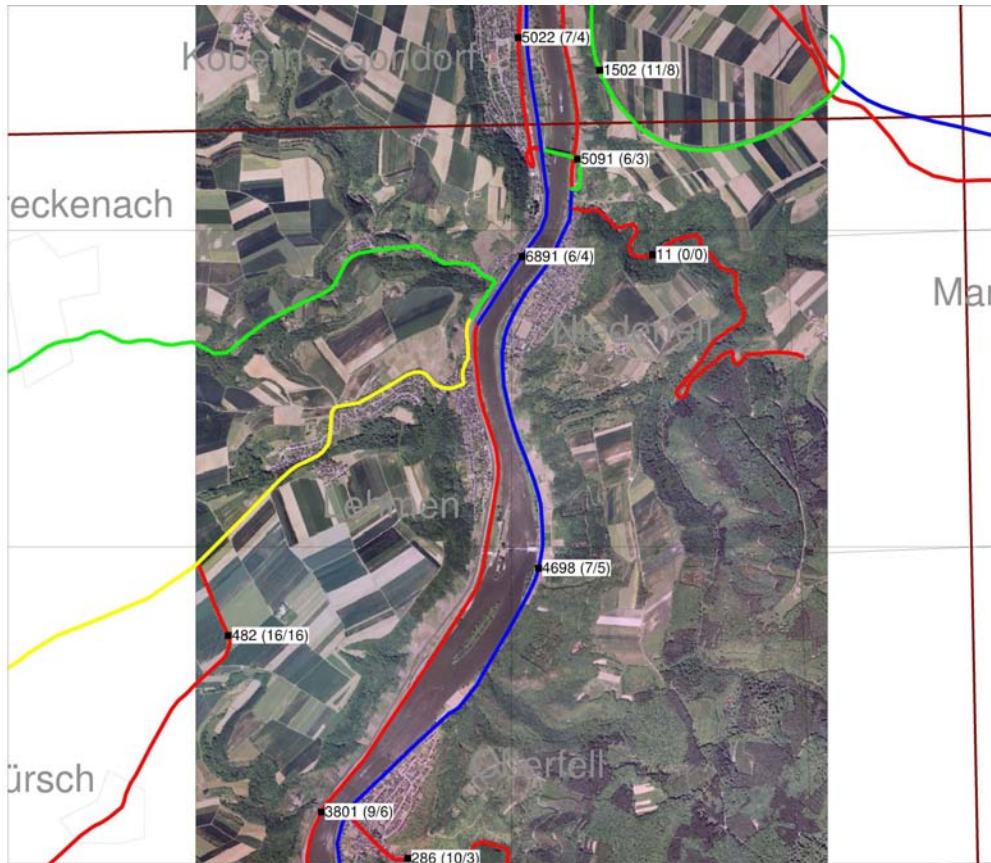


Abbildung 7: Verkehrsmengenkarte

Zuggattung	Anzahl 06:00–22:00 Uhr	Anzahl 22:00–06:00 Uhr	Anzahl 00:00–24:00 Uhr
Reisezüge			
EC/IC	12	0	12
AE, D-Zug	-	1	1
RegionalExpress (RE)	21	4	25
RegionalBahn (RB)	40	4	44
Leerreisezug	1	-	1
Summe Reisezüge	74	9	83
Güterzüge			
InterRegioCargozug	6	4	10
KomplettCargoZug (KC)	26*(21)	16*(11)	42*(32)
Ganzzüge Erz	8	2	10
RegionalCargozug	1	1	2
Triebfahrzeugfahrt	5	1	6
Summe Güterzüge	46*(41)	24*(19)	70*(60)
Summe gesamt	120*(115)	33*(28)	153*(143)

* = wegen der derzeitigen Serienbaustelle Moselstrecke werden werktäglich 10 Güterzüge umgeleitet

Tabelle 2: Zugverkehr

Zuggattung	Länge (m)	Bremsart	V _{max.} km/h	V _{zul.} km/h	Fahrweg
Reisezüge					
Eurocity, Intercity	350 – 400	100% Scheibenbremsen	160 – 200	100	Betonschwellen
AutoReisezug, Schnellzug	350 – 400	60% Scheibenbremsen	160	100	Betonschwellen
Regionalexpress	140	50% Scheibenbremsen	140	100	Betonschwellen
RegionalBahn, Leerreisezug	110	40% Scheibenbremsen	120	100	Betonschwellen
Güterzüge					
InterRegioCargo-zug	500 – 700	100% Klotzbremsen	90	100	Betonschwellen
KomplettCargoZug (KC)	500 – 700	100% Klotzbremsen	90	100	Betonschwellen
Ganzzüge Erz, 5130 t	630	100% Klotzbremsen	80	100	Betonschwellen
RegionalCargozug	350	100% Klotzbremsen	90	100	Betonschwellen
Triebfahrzeugfahrt	20	100% Klotzbremsen	90	100	Betonschwellen

Tabelle 3: Technische Zug- und Fahrwegdaten

Schiffstyp	Bergfahrer		Talfahrer		Anteil mit offenem Maschinenraum
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
Frachtschiff (>800 TT)	0,90 h ⁻¹	0,47 h ⁻¹	0,62 h ⁻¹	0,23 h ⁻¹	25 %
Frachtschiff (<800 TT)	0,03 h ⁻¹	0,02 h ⁻¹	0,29 h ⁻¹	0,11 h ⁻¹	25 %
Fahrgastschiff	0,19 h ⁻¹	-	0,15 h ⁻¹	0,02 h ⁻¹	-
Sport- und Freizeitboote	-	-	-	-	-

Tabelle 4: Schiffsstatistik (nur Berufsschiffahrt)

Schiffstyp	Bergfahrer		Talfahrer	
	Prognose-Null	Ausbau	Prognose-Null	Ausbau
Frachtschiff (>800 TT)	105	110	108	116
Frachtschiff (<800 TT)	28	28	21	21
Fahrgastschiff	105	110	108	116
Sport- und Freizeitboote	-	-	-	-

Tabelle 5: Entwicklung des Schiffsverkehrs ohne (Prognose-Nullfall) und mit Ausbau (Prognose-Ausbau) in Prozent des Ist-Zustands

Schiffstyp	Zul. Geschwindigkeit	Fließgeschwindigkeit
Frachtschiff (>800 TT)	12 km/h	0,7 m/s
Frachtschiff (<800 TT)	12 km/h	0,7 m/s
Fahrgastschiff	12 km/h	0,7 m/s
Sport- und Freizeitboote	12 km/h	0,7 m/s

Tabelle 6: Wasserstraßendaten

Nutzung		DIN 18005Bl.1	16.BImSchV
GE / MK	Tag	65	69
	Nacht	55 bzw. 50*	59
MD / MI	Tag	60	64
	Nacht	50 bzw. 45*	54
WA / WS	Tag	55	59
	Nacht	45 bzw. 40*	49
WR	Tag	50	59
	Nacht	40 bzw. 35*	49

Tabelle 7: Orientierungswerte nach DIN 18005 und Immissionsgrenzwert nach 16. BImSchV für den Beurteilungspegel

Im allgemeinen werden Veränderungen des Schallpegels von weniger als 1 dB(A) als nicht wahrnehmbar eingestuft (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2003). Dies bedeutet, dass insbesondere in Gebieten mit hoher Lärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr keine Verschärfung der Lärmproblematik durch den Wasserstraßenausbau eintritt.

Tritt eine Erhöhung des Schallpegels von mehr als 1 dB(A), so ist zu prüfen, ob der Schallpegel dennoch unter den anzuwendenden Orientierungswerten der DIN 18005 T1 Bl. 1 bzw. unter den Immissionsgrenzwerten der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) liegt. Bei Bezugnahme auf die Verkehrslärmschutzverordnung ist zu beachten, dass diese nur im Analogieschluss angewendet werden kann, da §1 der Verordnung den Anwendungsbereich auf öffentliche Straßen und Schienenwege beschränkt. Die Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Orientierungswerte bzw. Immissionsgrenzwerte.

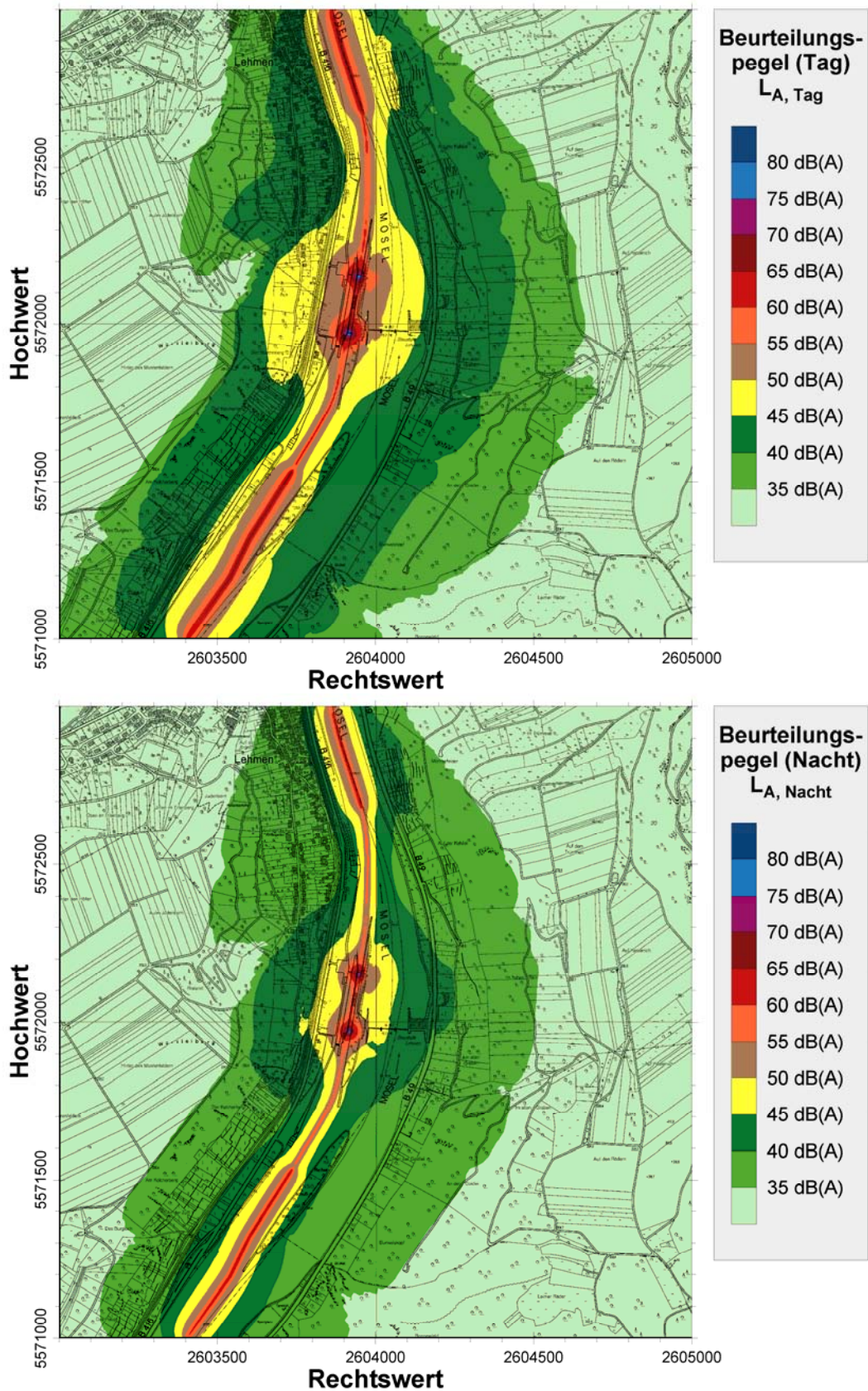


Abbildung 8: Lärmkarte – Schallemission durch die Schifffahrt (Ist-Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht)

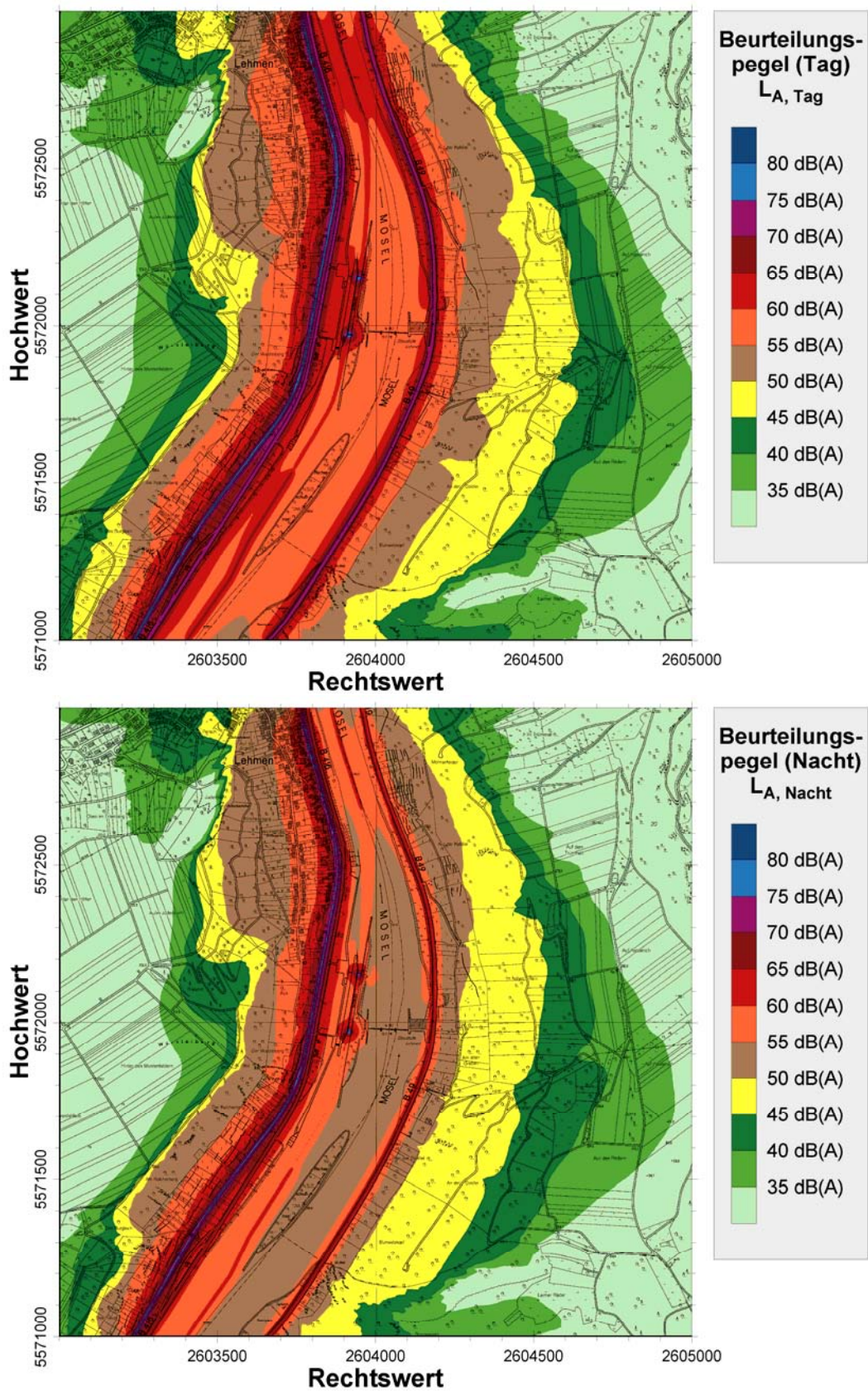


Abbildung 9: Lärmkarte – Schallemission durch Schifffahrt, Straßen- und Schienenverkehr (Ist-Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht)

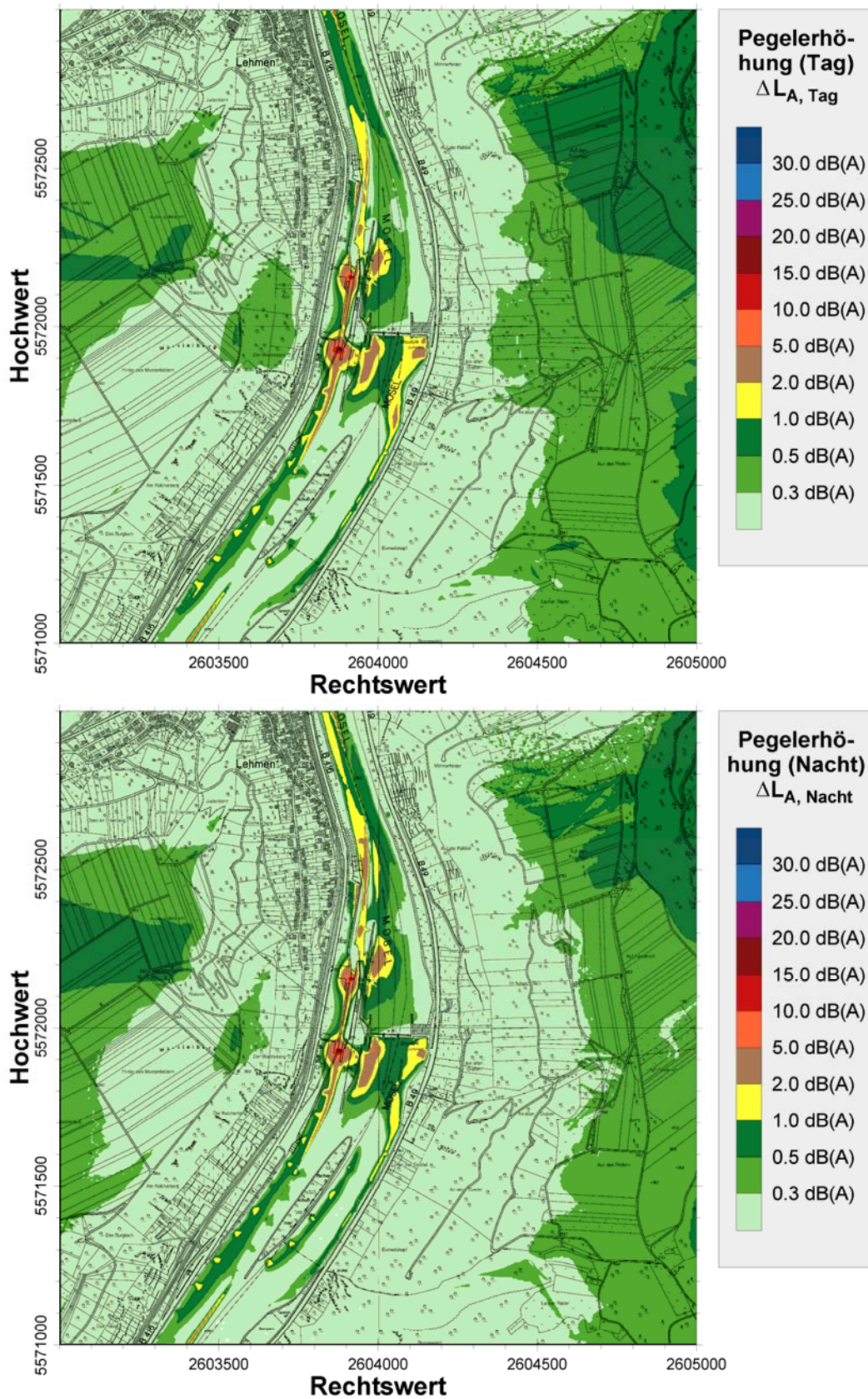


Abbildung 10: Veränderung des durch Schiffs-, Straßen- und Schienenverkehr verursachten Schallpegels bei Wasserstraßenausbau (oben: Tag, unten: Nacht)

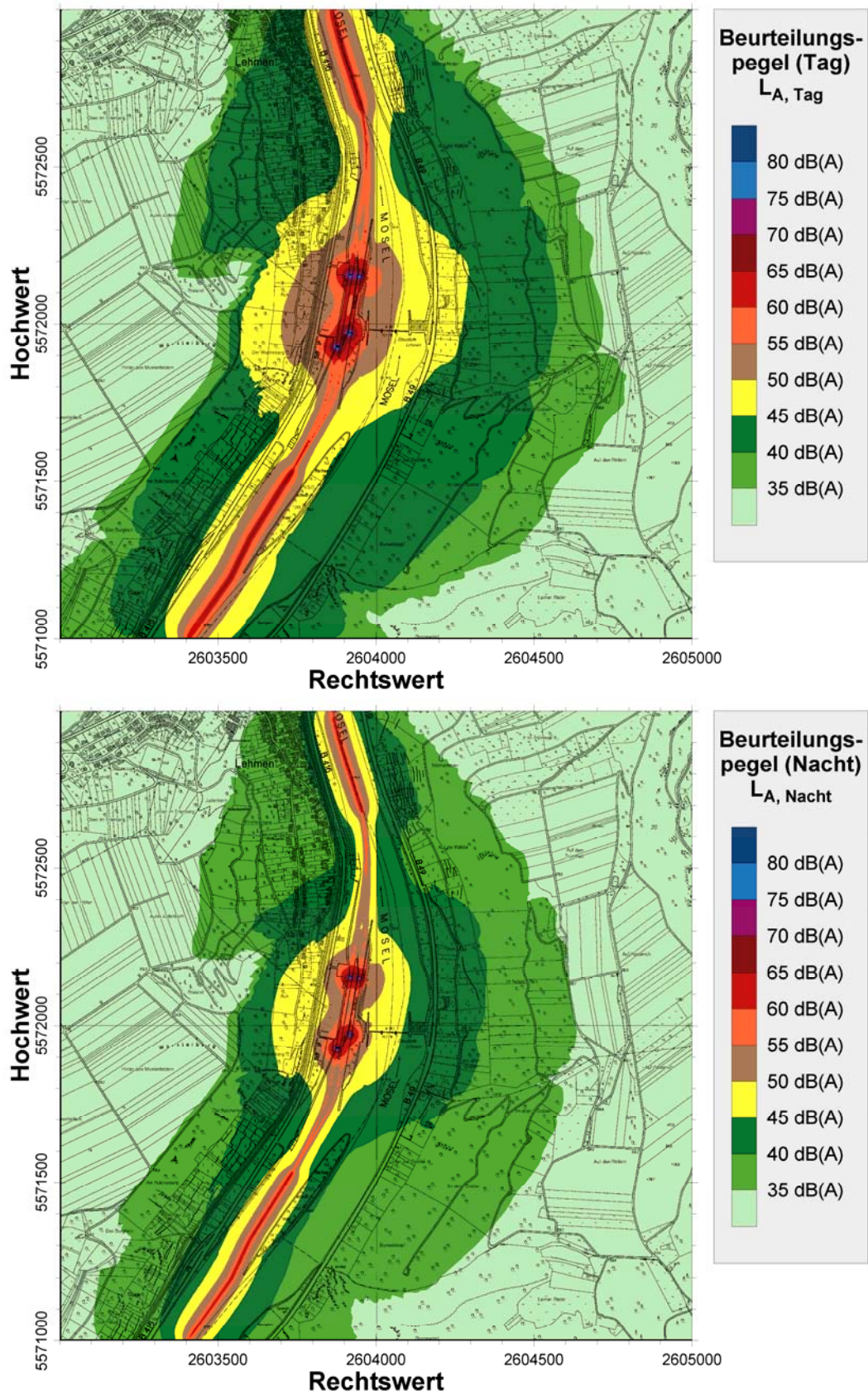


Abbildung 11: Lärmkarte – Schallemission durch Schifffahrt (Plan-Zustand) (oben: Tag, unten: Nacht)

Auch wenn sich aus Abbildung 10 keine Erhöhung des Schallpegels im bewohnten Bereich von mehr als 1 dB(A) ergibt, ist aus Gründen der Vollständigkeit die sich aus dem Schiffsverkehr ergebende Lärmkarte für den Planzustand in Abbildung 11 gegeben. Auf eine Darstellung der sich aus Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehr ergebenden Lärmkarte für den Planzustand, welche für die Beurteilung maßgeblich wäre, wird hier verzichtet, da diese im Bereich bewohnter Gebiete der Darstellung in Abbildung 9 entspricht.

3.3 Baulärm

Die Beurteilung der während der Bauphase zu erwartenden Schallimmissionen erfolgt auf der Grundlage der *Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm* (AVV Baulärm, o.V. 1970). Diese erfordert zunächst eine Erhebung der in den einzelnen Bauphasen eingesetzten Bauverfahren und -geräte sowie ihrer Einsatzorte. Den einzelnen Baugeräten sind ihre Schalleistungspegel zuzuordnen. Diese Zuordnung kann einerseits auf der Grundlage vorliegender Studien, wie den *Hinweisen für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren beim Wasserbau* (BfG, 2002) oder dem *Technischen Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen* (HLfU, 1998), und andererseits durch die in Kapitel 4 dargestellten ergänzenden Messung der Schalleistung erfolgen. Eine Zusammenstellung der die größten Schallemissionen verursachenden Bauverfahren ist in Tabelle 8 auf der Grundlage der *Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren beim Wasserbau* gegeben.

Gerät	Schalleistungspegel
	L_{wA} in dB(A)
Dieseleramme (versch. Typen)	124 – 144
Hydraulikramme mit Lärmschutzmantel (versch. Typen)	98 - 142
Vibrationsramme (versch. Typen)	99 - 133
Hydraulikpresse (versch. Typen)	85 - 101
Ankerbohrer (versch. Typen)	108 - 111
Großloch-Bohrgerät	100 - 115
Hopperbagger	108
Eimerkettenbagger (versch. Typen)	107 - 117
Tieföffelbagger (versch. Typen)	110 - 114

Tabelle 8: Schalleistungspegel verschiedener schallintensiver Bauverfahren im Wasserbau

Weiterer nicht durch Bauarbeiten bzw. Baumaschinen auf der Baustelle bedingter Lärm, wie z.B. Verkehrslärm, ist bei der Beurteilung des Baulärms gemäß den Regelungen der AVV Baulärm nicht zu berücksichtigen.

Für die aus schalltechnischer Sicht wesentlichen (d.h. i.d.R. die lautesten) Baugeräte sind für die verschiedenen Einsatzorte mit dem Programmsystem IMMI/ABSAW Untersuchungen der Schallausbreitung durchzuführen und die berechneten Schallimmissionen als Lärmkarten darzustellen. Bei der Berechnung sollten zunächst die in Tabelle 8 für den Dauerbetrieb gegebenen Schallleistungspegel Verwendung finden.

Beispielhaft sind in Abbildung 12 und Abbildung 13 Lärmkarten für verschiedene Einsatzorte eines Großloch-Bohrgerätes (mit einem Schallleistungspegel von 108 dB(A) bei Dauereinsatz) zur Erstellung einer Bohrpfahlwand bei Erweiterung einer Schleuse um eine zweite Schleusenkammer dargestellt.

Bei der Anwendung des Programmsystems IMMI/ABSAW wird entsprechenden der Vorgabe der AVV Baulärm für ungehinderte Schallausbreitung von einer Verminderung des Schallpegels um 6 dB(A) je Verdoppelung der Entfernung ausgegangen. Die auch in der AVV Baulärm für Gelände mit reflektierendem Boden oder in bebauten Gebieten genannte Schallpegelabnahme von nur 5 dB(A) sollte nicht verwendet werden, da im Programm IMMI/ABSAW die Möglichkeit besteht, reflektierende Flächen direkt einzugeben, so dass eine pauschale Berücksichtigung nicht erforderlich ist.

Die in den Lärmkarten dargestellten Schallimmissionspegel bei kontinuierlichem Baumaschineneinsatz sind im Bereich bebauter Gebiete den in Tabelle 9 gegebenen Immissionsrichtwerten der AVV Baulärm gegenüberzustellen. Im Gegensatz zu der in Kapitel 3.2 für die Beurteilung des betriebbedingten Lärms gegebenen Festlegung der Tag- und Nachtzeit ist für die Beurteilung der baubedingten Lärmemissionen nach AVV Baulärm folgende Unterscheidung zu beachten:

- a) Tagzeit (7:00 Uhr bis 20:00 Uhr)
- b) Nachtzeit (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr)

Überschreitet der Schallimmissionspegel den Beurteilungspegel um mehr als 5 dB(A), so sind Maßnahmen zur Reduzierung des Schallimmissionspegels erforderlich. Speziell während der Nachtzeit liegt aufgrund der um 15 dB(A) geringeren Immissionsrichtwert in der Regel eine Überschreitung von mehr als 5 dB(A) vor.

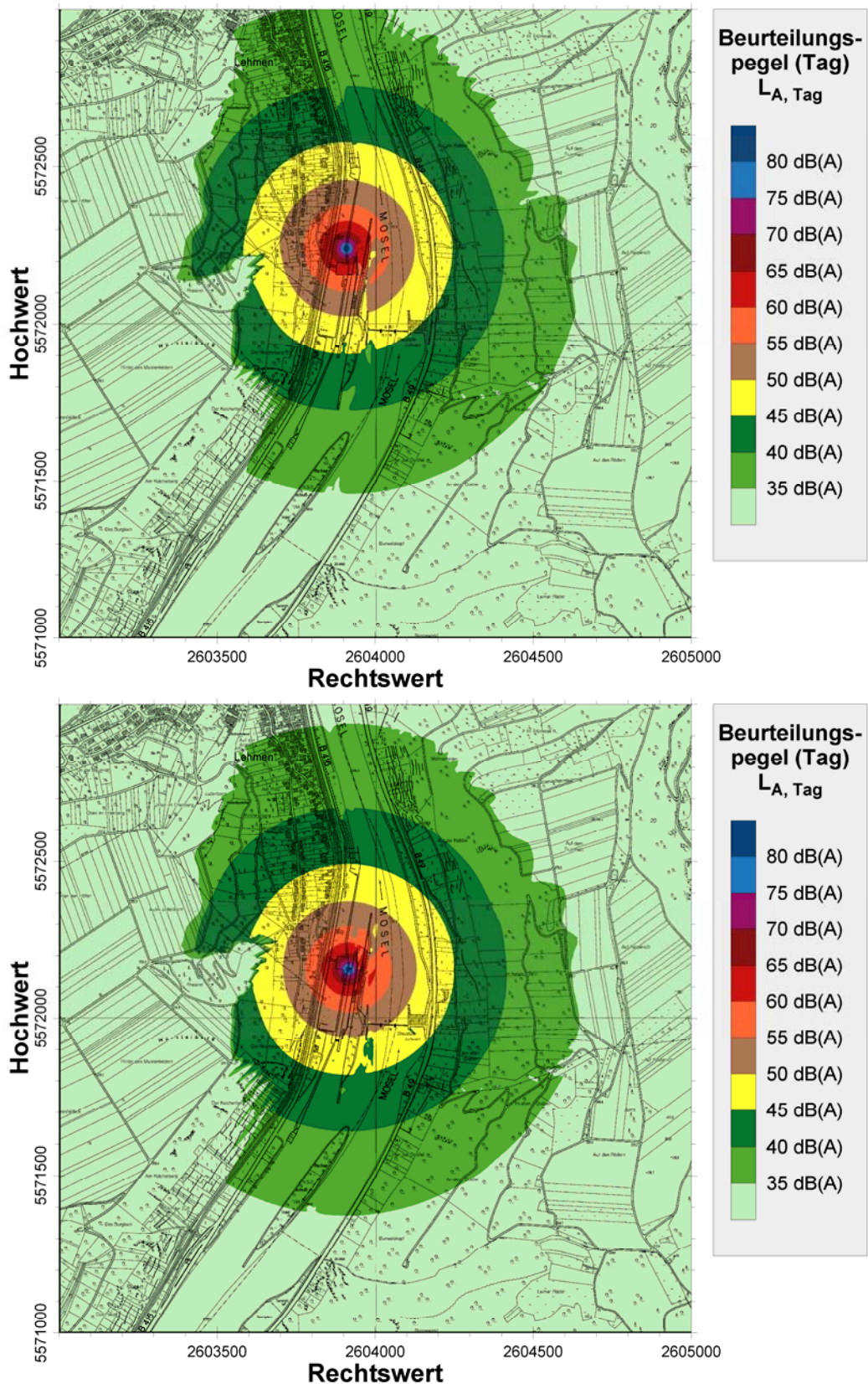


Abbildung 12: Lärmkarten – Einsatz eines Großloch-Bohrgerätes ($L_{wA} = 108 \text{ dB(A)}$) im unteren Vorhafen (oben) und am Unterhaupt einer geplanten Schleuse (unten)

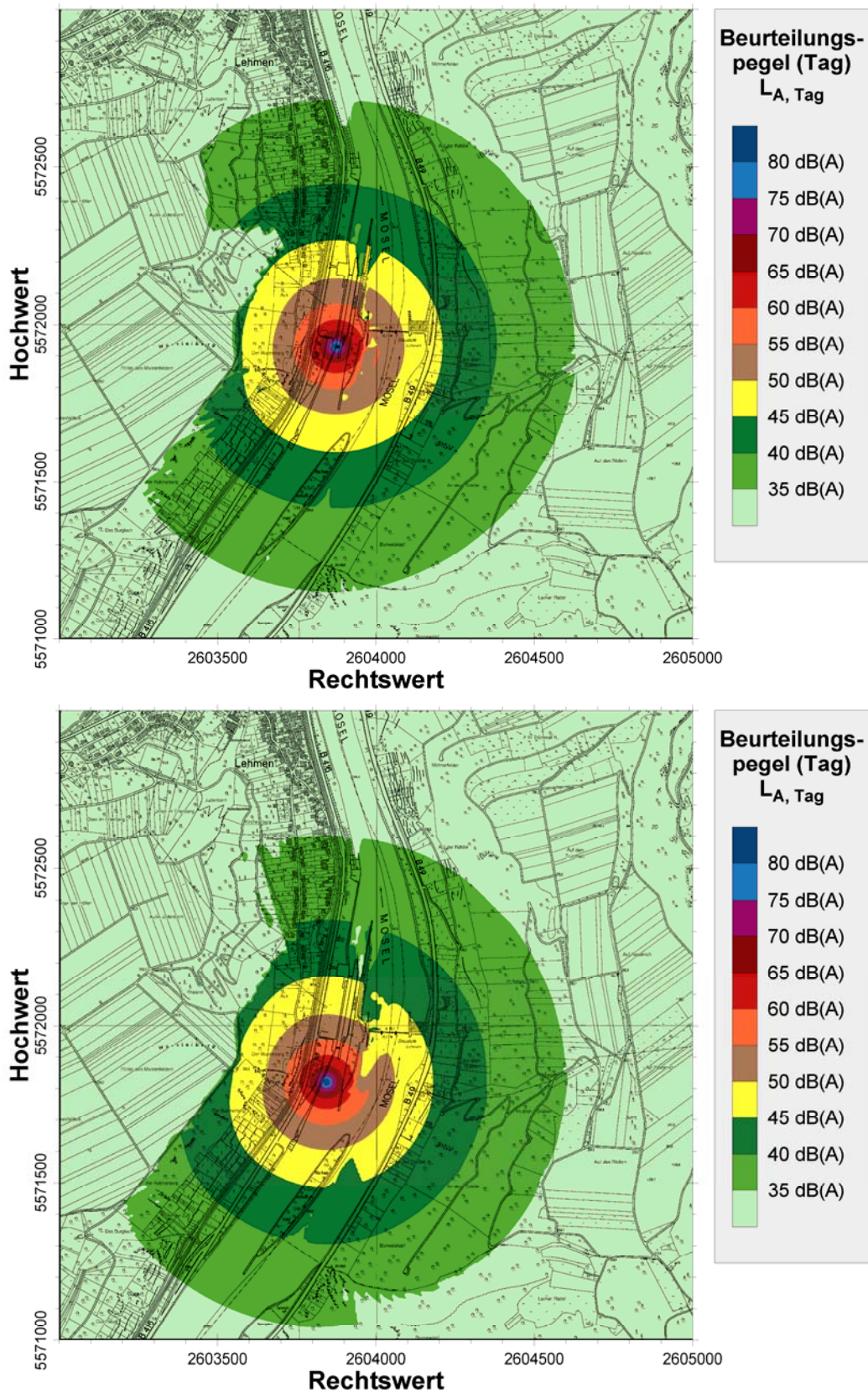


Abbildung 13: Lärmkarten – Einsatz eines Großloch-Bohrgerätes ($L_{wA} = 108 \text{ dB(A)}$) am Oberhaupt einer geplanten Schleuse (oben) und im oberen Vorhafen (unten)

Für das in Abbildung 12 und Abbildung 13 gegebene Beispiel wäre dementsprechend nur eine kontinuierliche Arbeit am südlichsten der vier untersuchten Standorte auch während der Nacht zulässig, während tagsüber der alleinige Einsatz eines Großloch-Bohrgerätes im Siedlungsbereich zu keiner Überschreitung des Immissionsrichtwertes um mehr als 5 dB(A) führt. Während der Nachtzeit sollte daher, insbesondere im Binnenbereich, auf Arbeiten möglichst verzichtet werden.

Nutzung nach AVV Baulärm	Nutzung nach BauNVO		Immissions- richtwert
Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind	GE / MK	Tag	65 dB(A)
		Nacht	50 dB(A)
Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen	MD / MI	Tag	60 dB(A)
		Nacht	45 dB(A)
Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	WA / WS	Tag	55 dB(A)
		Nacht	40 dB(A)
Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind	WR	Tag	50 dB(A)
		Nacht	35 dB(A)

Tabelle 9: Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm in dB(A)

Ist eine Reduzierung des Schallimmissionspegels erforderlich, so kann diese durch die Verwendung geräuschärmerer Bauverfahren bzw. -geräte oder durch eine Beschränkung der täglichen Einsatzzeit des für die Überschreitung des Immissionsrichtwertes ursächlichen Baugerätes erreicht werden. Bei Beschränkung der Einsatzzeit sind nach AVV Baulärm die in Tabelle 10 zusammengestellten Abminderungen der in den Lärmkarten gegebenen Immissionspegel zulässig.

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur
7 Uhr bis 20 Uhr	20 Uhr bis 7 Uhr	
bis 2,5 h	bis 2 h	-10 dB(A)
über 2,5 h bis 8 h	über 2 h bis 6 h	-5 dB(A)
über 8 h	über 6 h	0 dB(A)

Tabelle 10: Zeitkorrektur des Beurteilungspegels bei nicht-kontinuierlichem Betrieb von Baumaschinen

Neben der schalltechnischen Beurteilung einzelner Baumaschinen ist auch die Schallimmission mehrerer gleichzeitig eingesetzter Baumaschinen zu beurteilen. Dies kann durch energetische Summation der in den Lärmkarten für die verschiedenen Baumaschinen gegebenen Schallimmissionspegel geschehen, d.h.

$$L_{A,ges}(x,y) = 10 \cdot \lg \left(\sum_i 10^{0,1 \cdot L_{A,i}(x,y)} \right)$$

In Abbildung 14 ist beispielhaft eine Lärmkarte für den gleichzeitigen Einsatz zweier Baumaschinen mit einem Schalleistungspegel von jeweils 108 dB(A) – eine als Punktschallquelle und eine als Flächenschallquelle wirkend – dargestellt. Auch der Summenpegel aller gleichzeitig eingesetzten Baumaschinen darf den Immissionsrichtwert nicht um mehr als 5 dB(A) übersteigen.

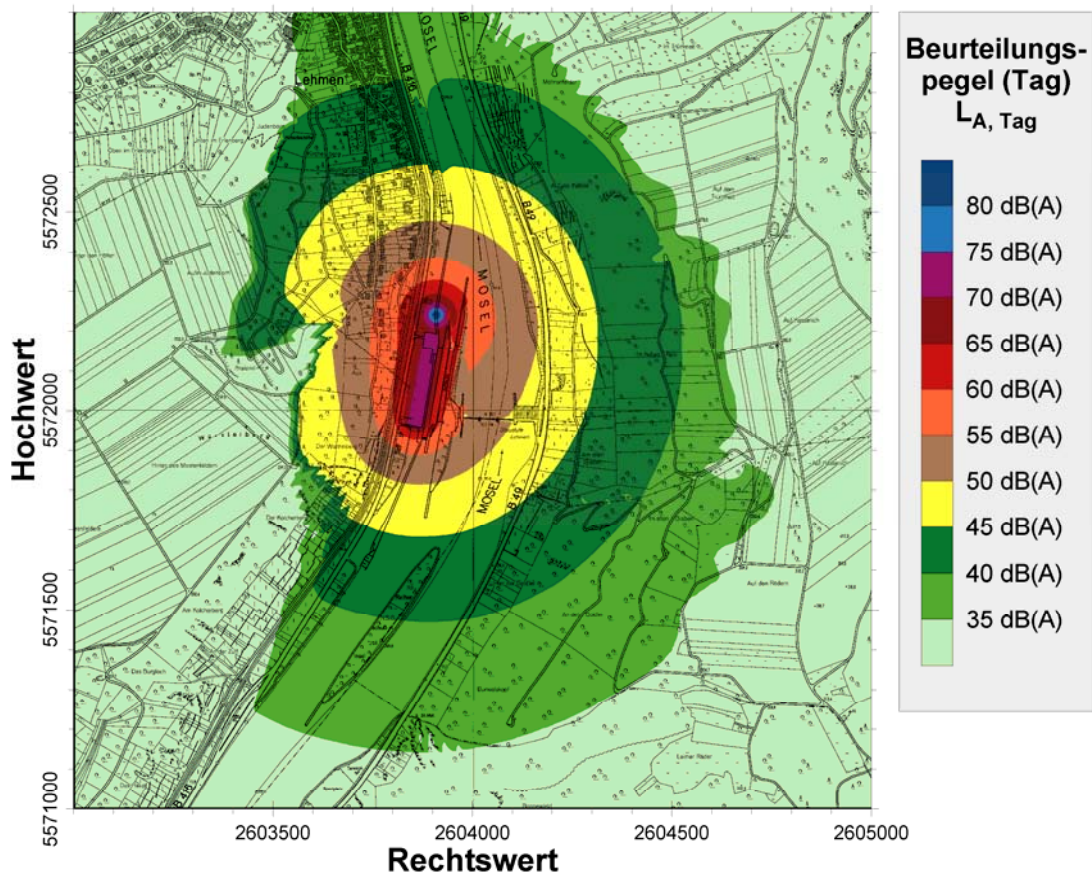


Abbildung 14: Lärmkarte bei gleichzeitigem Einsatz zweier Baumaschinen

4. Ergänzende Schall- bzw. Lärmmessung

Zur Absicherung der IT-unterstützten Berechnung der Schallimmissionen infolge betriebs- bzw. baubedingten Lärms können ergänzende Schall- und Lärmmessungen vorgenommen werden. In diesem Zusammenhang sind Messungen am Immissionsort und am Emissionsort zu unterscheiden. Für sämtliche Messungen im Rahmen von Planfeststellungsverfahren sind Schallpegelmesser der Klasse 1 mit gültiger Eichung einzusetzen.

Die Messung am Immissionsort, welche beispielhaft in Abbildung 15 dargestellt ist, ermöglicht eine Überprüfung der Ergebnisse der IT-gestützten Berechnung des A-bewerteten Schallpegel. Neben dem A-bewerteten Schallpegel sollte bei der Messung jedoch (als über die IT-gestützte Berechnung hinausgehende Information) auch stets das unbewertete Terzspektrum, welches am Beispiel eines Binnenschiffs in Abbildung 16 gegeben ist, aufgezeichnet werden, da auf der Grundlage des Terzspektrums eine Prüfung auf Vorliegen tieffrequenter Geräuschemission im Sinne der DIN 45680 (NALS, 1997) möglich ist.



Abbildung 15: Messung der durch den Schiffsbetrieb verursachten Schallimmission am Ufer einer Wasserstraße

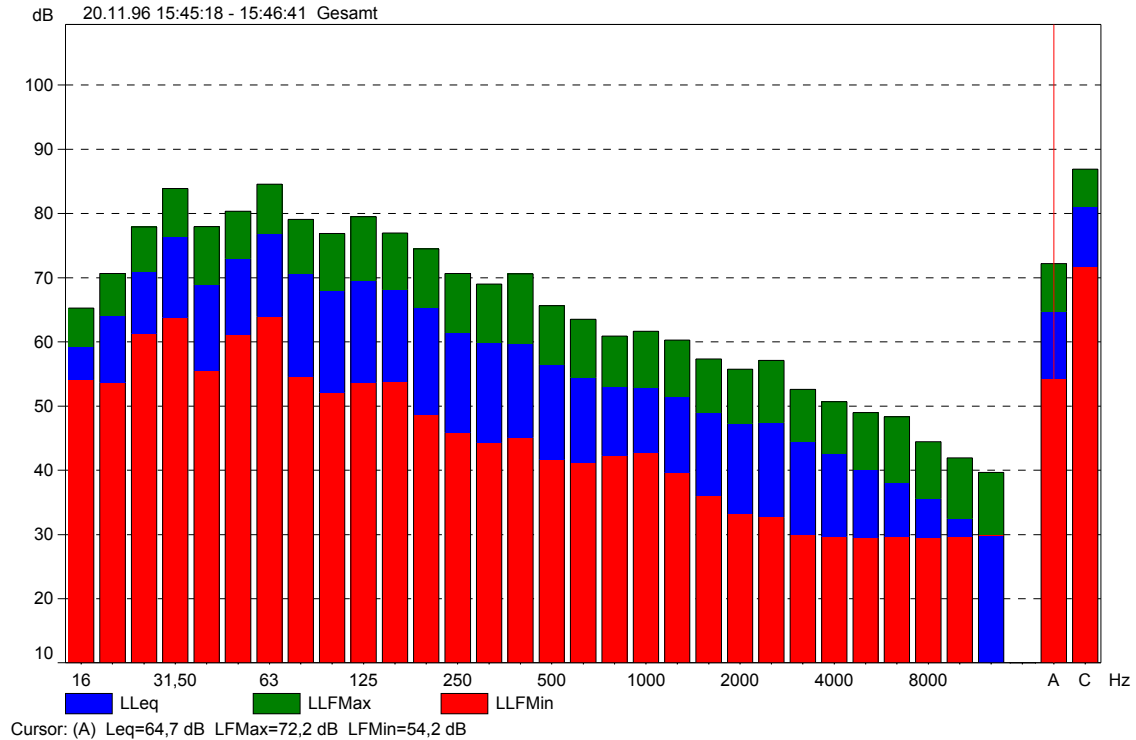


Abbildung 16: Frequenzspektrum des Schallpegels eines Binnenschiffs

Die Messung am Emissionsort, welche beispielhaft in Abbildung 17 und Abbildung 18 dargestellt ist, dient der Absicherung der bei der IT-gestützten Berechnung auf der Grundlage der *Anleitung zur Berechnung der Luftschallausbreitung an Bundeswasserstraßen* bzw. der *Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte im Rahmen von Planfeststellungsverfahren im Wasserbau* gewählten Schallleistungspegel.

Im Rahmen der Ermittlung der durch den Schiffbetrieb bedingten Emissionen/Immissionen ist insbesondere eine überprüfende Messung der durch den Betrieb von Schleusen und Schiffshebewerken verursachten Schallemissionen zu empfehlen. Als Teil der Ermittlung der während der Bauphase zu erwartenden Schallemissionen/-immissionen ist aufgrund der großen Streuung der in Tabelle 8 gegebenen Schallleistungspegel eine überprüfende Messung der Schallemission des später auch zum Einsatz kommenden Baugerätes ratsam.



Abbildung 17: Messung mit dem Schiffsbetrieb verbundenen Schallemission eines Schiffshebewerks



Abbildung 18: Messung der mit dem Baumaschineneinsatz verbundenen Schallemission - Hydraulikkranne (links) und Großloch-Bohrgerät (rechts)

Schrifttum

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:** Lärmbekämpfung (schwedisches Original „Bullerbekämpfning – Principer och tillämpning“ von S. Ingemansson und H. Elvhammar), Forschungsanwendung Fa 8, 202 S., Dresden, 2003
- Bundesanstalt für Gewässerkunde:** ABSAW – Anleitung zur Berechnung der Luftschallausbreitung an Bundeswasserstraßen, Bericht BfG-1250, 53 S., Koblenz, 2003
- Bundesanstalt für Gewässerkunde:** Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmsensitive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren beim Wasserbau, Bericht, 44 S., Koblenz, 2002
- Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU):** Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Technischer Bericht, 12 S. + 98 S.(Anlagen), Wiesbaden, 1998
- Normenausschuß Bauwesen (NABau), Normenausschuß Akustik und Schwingungstechnik (FANAK):** Schallschutz im Städtebau, Beiblatt 1 zu DIN 18005 Teil 1, Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth, Mai 1987.
- Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS):** Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, DIN 45680, Hrsg. DIM Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth, März 1997.
- Planungsgruppe Ökologie + Umwelt GmbH:** Bewertungsrahmen für Umweltverträglichkeitsuntersuchungen an Bundeswasserstraßen, Studie im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, 27 S., Hannover, 2004
- o.V.:** Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm, Beilage zum BAnz. Nr. 160, 19.08.1970.
- Wölfel Meßsysteme Software GmbH & Co.:** Entwicklung einer Software zur Ermittlung der Lärmimmission von Binnenschiffen auf der Basis der Anleitung ABSAW – Dokumentation zu Elementbibliothek ABSAW, Projektbericht Z080/01, 701 S., Höchberg, 2003a
- Wölfel Meßsysteme Software GmbH & Co.:** Lärmprognose mit IMMI – Das Werkzeug für den Immissionsschutz, Referenzhandbuch, 465 S., Höchberg, 2003b