

ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ)

# Schalltechnische Untersuchung Teil 1: Betriebsbedingte Schallimmissionen

## Planfeststellungsabschnitt 6 (Fehmarn inkl. Brückenbereich)

---

LAIRM CONSULT GmbH

---

Arbeitsgemeinschaft FBQ

---

Ersterstellung 12. Dezember 2017  
Überarbeitung 25. Oktober 2019

**Vorhabenträgerin:**



DB Netz AG  
Theodor-Heuss-Allee 7  
60486 Frankfurt / M.

**Regional zuständig:**

DB Netz AG  
Regionalbereich Nord  
Großprojekte I.NG-N-F  
Hammerbrookstraße 44  
20097 Hamburg

Erstellt durch:  
LAIRM CONSULT GmbH



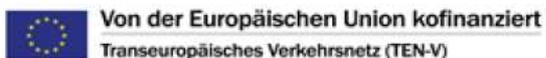
LAIRM CONSULT GmbH  
Haferkamp 6  
22941 Bargteheide

Im Auftrag von:  
Arbeitsgemeinschaft FBQ



c/o  
Trüper Gondesen Partner (TGP)  
An der Untertrave 17  
23568 Lübeck

Ersterstellung 2017-12-12  
Überarbeitung 2019-10-25  
Version 1.0



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Örtliche Gegebenheiten</b>	<b>2</b>
<b>3 Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>3</b>
3.1 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)	3
3.2 Anwendung auf den vorliegenden Fall	5
3.3 Nutzungsgebiete	6
3.4 Nachgeordnete Ermittlungen	7
3.5 Schienenlärmschutzgesetz	7
<b>4 Emissionen Schienenverkehr</b>	<b>8</b>
4.1 Belastungen	8
4.2 Emissionen	8
<b>5 Beurteilungspegel</b>	<b>10</b>
5.1 Allgemeines	10
5.2 Ausbreitungsmodell	10
5.3 Schienenverkehrslärm	10
<b>6 Prüfung von Lärmschutzvarianten (Schienenverkehr)</b>	<b>12</b>
6.1 Schutzfallkonzept	12
6.2 Umfang der Prüfung von aktivem Schallschutz	13
6.3 Abwägung Kosten-Nutzen-Verhältnis	14
6.4 Auswertung Schutzfälle im zweigleisigen Ausbauabschnitt	15
6.4.1 Gesamtabschnitt	15
6.4.2 Teilbereich West 1: Bereich Ostermarkelsdorf	16
6.4.3 Teilbereich West 2: Bereich Landkirchen/Teschendorf	16
6.4.4 Teilbereich West 3: Bereich Ortslagen Strukkamp und Albertsdorf	17
6.4.5 Teilbereich Ost 1: Bereich Bannedorf/Niendorf	18
6.4.6 Teilbereich Ost 2: Bereich Burg	18
6.4.7 Teilbereich Ost 3: Bereich Blieschendorf/Avendorf	19
6.4.8 Ergebnisse unter Berücksichtigung der Kosten	20
6.4.9 Lärmschutzkonzept	21
6.5 Auswertung Schutzfälle der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke	22
6.5.1 Gesamtabschnitt	22
6.5.2 Teilbereich Südwest: Bereich Straße „Strukkamp“ und Campingplatz Strukkamphuk	24
6.5.3 Teilbereich Südost: Bereich Fehmarnsund	24
6.5.4 Teilbereich Süd: Bereich Großenbroderfähre	25
6.5.5 Ergebnisse unter Berücksichtigung der Kosten	25
6.5.6 Lärmschutzkonzept	26
<b>7 Anspruchsermittlung auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“</b>	<b>27</b>
7.1 Allgemeines	27

7.2 Ergebnisse	27
<b>8 Zusammenfassung und Beurteilung</b>	<b>29</b>
<b>9 Quellen</b>	<b>31</b>
<b>10 Anlagenverzeichnis</b>	<b>33</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte nach § 2 Absatz 1 der 16. BImSchV [3]	4
Tabelle 2: Zusammenstellung der hier betrachteten Lärmschutzvarianten	14

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abgrenzung des Lärmschutzbereiches am Ende des Ausbauabschnittes [6]	6
Abbildung 2: Kosten-Nutzen-Verhältnis der untersuchten Varianten (zweigleisiger Ausbauabschnitt)	21
Abbildung 3: Kosten-Nutzen-Verhältnis der untersuchten Varianten (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)	26

## Abkürzungsverzeichnis

16. BImSchV	Verkehrslärmschutzverordnung
AG	Aktiengesellschaft
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BGBl.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BüG	Besonders überwachtes Gleis
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
DB AG	Deutsche Bahn AG
dB(A)	Dezibel (A)
GE	Gewerbegebiet
GG	Gegengleis
$L_{m,E}$	Emissionspegel
$L_r$	Beurteilungspegel
$L_{W,A}$	A-bewerteter Gesamtpegel der längenbezogenen Schalleistung
MD	Dorfgebiet
MI	Mischgebiet
MK	Kerngebiet
N	Nord
NO	Nordost
NW	Nordwest
Nr.	Nummer
O	Ost
OG	Obergeschoss
PFA	Planfeststellungsabschnitt
RG	Richtungsgleis
S	Süd
SE	Schutzeinheit
SO	Südost
SW	Südwest

vgl.	vergleiche
VLärmSchR	Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes
W	West
WA	Allgemeines Wohngebiet
WE	Wohneinheit
WR	Reines Wohngebiet
z. B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

Mit einem Staatsvertrag haben das Königreich Dänemark und die Bundesrepublik Deutschland am 3. September 2008 in Kopenhagen den Bau einer festen Verbindung über den Fehmarnbelt vereinbart. Deutschland hat sich darin verpflichtet, eine leistungsfähige Schienenanbindung bis Puttgarden herzustellen, während Dänemark neben seiner Hinterlandanbindung auch die Finanzierung des Querungsbauwerks übernimmt.

Der vorliegende Planfeststellungsabschnitt 6 (PFA 6) umfasst neben dem zweigleisigen Ausbau auf Fehmarn auch die Elektrifizierung der Fehmarnsundbrücke einschließlich der eingleisigen Anschlussstrecke auf Fehmarn und auf dem Festland sowie eine Erhöhung der zulässigen Streckengeschwindigkeit.

Im Rahmen einer schalltechnischen Untersuchung ist auf der Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV [3]) zu prüfen, ob sich durch den Bau der Schienenanbindung der Festen Fehmarnbeltquerung Anspruchsberechtigungen auf Lärmschutz ergeben und welche Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sind. Der zu untersuchende Prognose-Planfall bezieht sich auf den Prognosehorizont 2030.

Im vorliegenden Fall handelt es sich bei dem geplanten Neubau eines zweiten durchgehenden Gleises entlang der vorhandenen Strecke um eine wesentliche Änderung gemäß §1 Absatz 2 Nummer 1 der 16. BImSchV. Ansprüche auf Lärmschutzmaßnahmen ergeben sich für den Schienenverkehrslärm somit bei Überschreitung der jeweiligen gebietsspezifischen Immissionsgrenzwerte der 16. BImSchV. Ein Vergleich mit dem Prognose-Nullfall (ohne Umsetzung der Schienenanbindung der Festen Fehmarnbeltquerung) ist für die Anspruchsermittlung nicht erforderlich.

Die Elektrifizierung der eingleisigen Anschlussstrecke (inkl. Fehmarnsundbrücke) im PFA 6 stellt einen erheblichen baulichen Eingriff dar, da dies zu einer Erhöhung der Zugzahlen und des Schienenverkehrslärms führt. Aufgrund der hohen Zunahmen (insbesondere im Güterverkehr) liegen die Zunahmen über 3 dB(A), sodass ebenfalls eine wesentliche Änderung vorliegt.

Durch die Untersuchung von Varianten von Schallschutzwänden in Bezug auf Lage und Höhe sowie von Maßnahmen am Gleis (Schienenstegdämpfer, Schienenstegabschirmung, besonders überwachtes Gleis (BüG)) werden Wirkung und Kosten des aktiven Schallschutzes geprüft und eine Vorzugsvariante zum Schallschutz vorgeschlagen.

## 2 Örtliche Gegebenheiten

Der vorliegende PFA 6 umfasst neben dem zweigleisigen Ausbau auf Fehmarn auch den Bereich der Fehmarnsundbrücke einschließlich der eingleisigen Anschlussstrecke auf Fehmarn und auf dem Festland.

Innerhalb des PFA 6 befinden sich folgende Gemeinden, die von möglichen Einwirkungen aus Schienenverkehrslärm betroffen sind:

- Stadt Fehmarn;
- Gemeinde Großenbrode (Ortschaft Großenbroderfähre).

Der Einwirkbereich innerhalb des PFA 6 wurde räumlich in insgesamt neun Teilbereiche unterteilt, um die jeweilige Bebauungssituation im Hinblick auf vorhandene Nutzungen, Abstände zum Gleis etc. besser abbilden zu können.

Im Bereich des Neubaus des zweiten Gleises (Bau-km 174,995 bis Bau-km 184,160) umfasst dies jeweils drei Teilbereiche westlich und östlich der Trasse (West 1 bis West 3 und Ost 1 bis Ost 3, Nummerierung von Nord nach Süd). In diesen Teilbereichen befinden sich die Ortslagen Ostermarkelsdorf (West 1), Landkirchen und Teschendorf (West 2), Albertsdorf und Strukkamp (West 3), Bannesdorf und Niendorf (Ost 1), Burg (Ost 2) sowie Blieschendorf und Avendorf (Ost 3).

Der Bereich der Elektrifizierung der eingleisigen Anschlussstrecke (inkl. Fehmarnsundbrücke) von Bau-km 172,712 bis Bau-km 174,995) umfasst drei weitere Teilbereiche (Südwest und Südost auf Fehmarn sowie Süd auf dem Festland). In diesen Teilbereichen befinden sich der Campingplatz Strukkamphuk (Südwest), die Ortslage Fehmarnsund (Südost) und die Gemeinde Großenbrode (Süd).

In dem hier betrachteten PFA 6 sind folgende Gleistrassen vorhanden (von Nord nach Süd):

- Strecke 1100, Gleis 1 (eingleisig), Bestandsgleise mit Fehmarnsundbrücke, Ende PFA 6 (Anschluss an Planungsabschnitt zum Bau der Festen Fehmarnbeltquerung) bei Bau-km 184,160 bis Anschluss PFA 5.2 (Anfang PFA 6) bei Bau-km 172,712;
- Strecken 1103 (Südkurve) und 1104 (Nordkurve), Anbindungen des Bahnhofs Burg.

Zusammen bilden die drei Strecken 1100, 1103 und 1104 das Gleisdreieck Fehmarn Burg.

In dem hier betrachteten PFA 6 sind folgende Gleistrassen geplant (von Nord nach Süd):

- Strecke 1100, Gleis 2 (Gegengleis, Richtung Lübeck), Ende PFA 6 (Anschluss an Planungsabschnitt zum Bau der Festen Fehmarnbeltquerung) bei Bau-km 184,160 bis Anschluss an eingleisige Bestandsstrecke nördlich Fehmarnsundbrücke bei Bau-km 174,995.

Bei Überholgleisen wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit der freien Strecke angenommen. Dies ist zugunsten der Betroffenen.

Eine Zusammenstellung der Zuweisung der jeweiligen Immissionsrichtwerte und Orientierungswerte sowie die vorliegenden Nutzungen zeigt die Anlage 1. Die örtlichen Gegebenheiten sind den Plänen der Unterlage 15.3 zu entnehmen. Die Unterlage 15.3.1 enthält Übersichtslagepläne, aus denen die Lage der Lagepläne (Detailpläne) der Unterlage 15.3.2 zu entnehmen ist.

## 3 Beurteilungsgrundlagen

### 3.1 Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)

Die Einwirkungen aus Verkehrslärm sind im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens auf Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung (Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – 16. BImSchV [3]) zu ermitteln und zu beurteilen.

Beim Bau oder der wesentlichen Änderung von Verkehrswegen ist nach § 41 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz [1] sicherzustellen, dass durch diese keine schädlichen Umweltauswirkungen infolge von Verkehrsgeräuschen hervorgerufen werden können, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind. Dies gilt nicht, soweit die Kosten der Schutzmaßnahmen zu dem angestrebten Schutzzweck außer Verhältnis stehen (§ 41 Abs. 2 BImSchG).

Nach der - auf der Grundlage des § 43 BImSchG geltenden - 16. BImSchV bestehen im Einzelnen folgende Regelungen:

- § 1 Anwendungsbereich:
  - (1) Die Verordnung gilt für den Bau oder die wesentliche Änderung von öffentlichen Straßen sowie von Schienenwegen der Eisenbahnen und Straßenbahnen (Straßen- und Schienenwege).
  - (2) Die Änderung ist wesentlich, wenn
    1. eine Straße um einen oder mehrere durchgehende Fahrstreifen für den Kraftfahrzeugverkehr oder ein Schienenweg um ein oder mehrere Gleise baulich erweitert wird oder
    2. durch einen erheblichen baulichen Eingriff der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms um mindestens 3 dB(A) oder auf mindestens 70 dB(A) am Tage oder mindestens 60 dB(A) in der Nacht erhöht wird.Eine Änderung ist auch wesentlich, wenn der Beurteilungspegel des von dem zu ändernden Verkehrsweg ausgehenden Verkehrslärms von mindestens 70 dB(A) am Tage oder mindestens 60 dB(A) in der Nacht durch einen erheblichen baulichen Eingriff erhöht wird; dies gilt nicht in Gewerbegebieten.
- § 2 Immissionsgrenzwerte:
  - (1) Zum Schutz der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Verkehrsgeräusche ist bei dem Bau oder der wesentlichen Änderung sicherzustellen, dass der Beurteilungspegel einen der in Tabelle 1 dargestellten Immissionsgrenzwerte nicht überschreitet.
  - (2) Die Art der in Absatz 1 bezeichneten Anlagen und Gebiete ergibt sich aus den Festsetzungen in den Bebauungsplänen. Sonstige in den Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Anlagen und Gebiete sowie Anlagen und Gebiete, für die keine Festsetzungen bestehen, sind nach Tabelle 1 zu beurteilen, bauliche Anlagen im Außenbereich sind nach Nr. 1, 3 und 4 der Tabelle 1 entsprechend der Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.
  - (3) Wird die zu schützende Tätigkeit nur am Tage oder nur in der Nacht ausgeübt, so ist nur der Immissionsgrenzwert für diesen Zeitraum anzuwenden.
- § 3 Berechnung des Beurteilungspegels für Straßen

Der Beurteilungspegel für Straßen ist nach Anlage 1 zu berechnen. Die Berechnung hat getrennt für den Beurteilungszeitraum Tag (6 Uhr bis 22 Uhr) und den Beurteilungszeitraum Nacht (22 Uhr bis 6 Uhr) zu erfolgen.

- § 4 Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege
  - (1) Der Beurteilungspegel für Schienenwege ist nach Anlage 2 zu berechnen. Die Berechnung hat getrennt für den Beurteilungszeitraum Tag (6 Uhr bis 22 Uhr) und den Beurteilungszeitraum Nacht (22 Uhr bis 6 Uhr) zu erfolgen.
  - (2) Bei der Berechnung sind insbesondere folgende Rahmenbedingungen zu beachten:
    1. die Schallpegelkennwerte von Fahrzeugen und Fahrwegen,
    2. die Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg,
    3. die Besonderheiten des Schienenverkehrs durch Auf- oder Abschläge
      - a) für die Lästigkeit von Geräuschen infolge ihres zeitlichen Verlaufs, ihrer Dauer, ihrer Häufigkeit und ihrer Frequenz
      - b) sowie für die Lästigkeit ton- oder impulshaltiger Geräusche.
  - (3) Abweichend von Absatz 1 Satz 1 ist für Abschnitte von Vorhaben, für die bis zum 31. Dezember 2014 das Planfeststellungsverfahren bereits eröffnet und die Auslegung des Plans öffentlich bekannt gemacht worden ist, § 3 in Verbindung mit Anlage 2 in der bis zum 31. Dezember 2014 geltenden Fassung weiter anzuwenden. § 43 Absatz 1 Satz 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bleibt unberührt.

Werden die in § 2 der 16. BImSchV genannten Beurteilungspegel überschritten, sind nach § 42 Abs. 1 BImSchG durch den Vorhabenträger in erster Linie Schutzmaßnahmen an den Verkehrswegen – aktive Lärmschutzmaßnahmen – vorzusehen (Wälle, Wände oder Kombinationen beider sowie alternativ bzw. zusätzlich Maßnahmen am Gleis).

Stehen die Kosten der aktiven Lärmschutzmaßnahmen außer Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck, so können sie unterbleiben. In diesem Fall hat der Eigentümer der betroffenen Anlagen gegen den Träger der Baulast einen Anspruch auf Erstattung seiner Aufwendungen für notwendige erbrachte Lärmschutzmaßnahmen (Anspruchsberechtigung im notwendigen Umfang für passive Schallschutzmaßnahmen) bzw. auf Ausgleich durch Geldentschädigung für Beeinträchtigungen von zum Wohnen im Freien geeigneten und bestimmten Bereichen („Außenwohnbereiche“). Entsprechendes gilt auch, wenn aktiver Lärmschutz zwar vorgesehen wird, Ansprüche aber verbleiben.

Zur Auslegung von BImSchG und 16. BImSchV werden für den Schienenbau entsprechende Hinweise des Umwelt-Leitfadens [6] des Eisenbahn-Bundesamtes herangezogen.

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte nach § 2 Absatz 1 der 16. BImSchV [3]

Nr.	Gebietsnutzung	Immissionsgrenzwerte	
		tags	nachts
		dB(A)	
1	Krankenhäuser, Schulen, Kurheime und Altenheime	57	47
2	reine und allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	59	49
3	Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	64	54
4	Gewerbegebiete	69	59

### 3.2 Anwendung auf den vorliegenden Fall

Im vorliegenden Fall ist im nördlichen Teilabschnitt auf Fehmarn etwa nördlich der Ortslage Strukkamp der Neubau eines zweiten durchgehenden Gleises geplant. Baulich beginnt der Ausbau bei Bau-km 175,500 und endet bei Bau-km 184,160. Zugunsten der Betroffenen wurde der Beginn der baulichen Erweiterung auf Bau-km 174,995 um ca. 500 m nach Süden vorverlegt.

Bei dem **Neubau des zweiten Gleises (zweigleisiger Ausbauabschnitt)** handelt es sich um eine wesentliche Änderung gemäß §1 Absatz 2 Nummer 1 der 16. BImSchV. Dementsprechend sind Lärmschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“ aufgrund der Überschreitung der gebietsspezifischen Immissionsgrenzwerte durch die Emissionen der Ausbau- und Neubauabschnitte zu prüfen. Ein Vergleich zwischen Vorher- und Nachherzustand ist für die Ermittlung der Anspruchsberechtigung nicht erforderlich. Im weiteren Verlauf wird der Vorherzustand als Prognose-Nullfall und der Nachherzustand als Prognose-Planfall bezeichnet. Eine genauere Erläuterung beider Begriffe ist in Kapitel 4.1 zu finden.

Die **Elektrifizierung der eingleisigen Anschlussstrecke (inkl. Fehmarnsundbrücke)** im PFA 6 stellt gemäß Umwelt-Leitfaden [6] einen erheblichen baulichen Eingriff dar, wenn sich hierdurch die Zugzahlen erheblich erhöhen. Dies ist hier der Fall, da aufgrund des zweigleisigen Ausbaus und der Elektrifizierung eine Kapazitätserhöhung stattfindet. Zugunsten der Betroffenen wird im gesamten PFA 6 eine wesentliche Änderung unterstellt.

Ausgehend von den obigen Ausführungen wird die Bebauung im gesamten PFA 6 auf die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nach 16. BImSchV geprüft. Dabei ist für die Prüfung auf Lärmschutzansprüche der Umwelt-Leitfaden [6] des Eisenbahn-Bundesamtes zu beachten:

- **Gemeinsamer Schienenweg:** Entscheidend dabei ist das räumliche Erscheinungsbild der Gleisanlagen im Gelände unter Berücksichtigung der konkreten örtlichen Gegebenheiten. Werden Gleise neu gebaut oder vorhandene Gleise baulich geändert, so sind bei der Prüfung auf Lärmschutzansprüche daher auch die Emissionen unverändert bleibender Bestandsgleise zu berücksichtigen, wenn alle Gleise optisch als Einheit auf einer gemeinsamen Trasse in Erscheinung treten. Dies ist regelmäßig dann der Fall, wenn die neuen oder (baulich) geänderten Gleise parallel zu bereits vorhandenen Gleisen ohne deutlich trennende Merkmale wie z. B. größere Abstandsflächen, trennende Gehölze oder Wasserflächen geführt werden.
- **Baugrubenmodell:** Gemäß Umwelt-Leitfaden [6] des Eisenbahn-Bundesamtes ist es nicht ausreichend, die Beurteilungspegel nur unter Berücksichtigung der vom Bauabschnitt ausgehenden Emissionen zu ermitteln und dabei die Emissionen der übrigen vorhandenen Strecke mit „Null“ anzusetzen. Vielmehr wird hier auf die Regelung verwiesen, für Gebäude innerhalb des Bauabschnittes dementsprechend die Emissionen der angrenzenden baulich nicht geänderten Strecke einzubeziehen. Für Gebäude außerhalb des Bauabschnittes werden ausschließlich die Emissionen aus dem Bauabschnitt einbezogen (vgl. auch Abbildung 1).

Für die Dimensionierung erforderlicher Lärmschutzmaßnahmen sind die Emissionen aus dem Bauabschnitt und der vorhandenen Strecke zu berücksichtigen.

- **Getrennte Berechnung von Straße und Schiene:** Bei der Ermittlung der Verkehrslärmimmissionen ist zu beachten, dass jeder Verkehrsweg für sich getrennt zu betrachten ist. Es kommt nur auf den Verkehrslärm an, der von dem zu bauenden Verkehrsweg ausgeht. Eine tatsächliche Vorbelastung durch einen anderen Verkehrsweg, z. B. Straße mit Schiene, aber auch Straße/alt mit Straße/neu, findet bei der Bestimmung des maßgeblichen Beurteilungspegels keine Berücksichtigung (Auszug aus [6]).

Die Ermittlung möglicher Lärmschutzansprüche geschieht nach Maßgabe der 16. BImSchV für die Immissionsorte der schützenswerten Bebauung in der Nachbarschaft der Baumaßnahme.

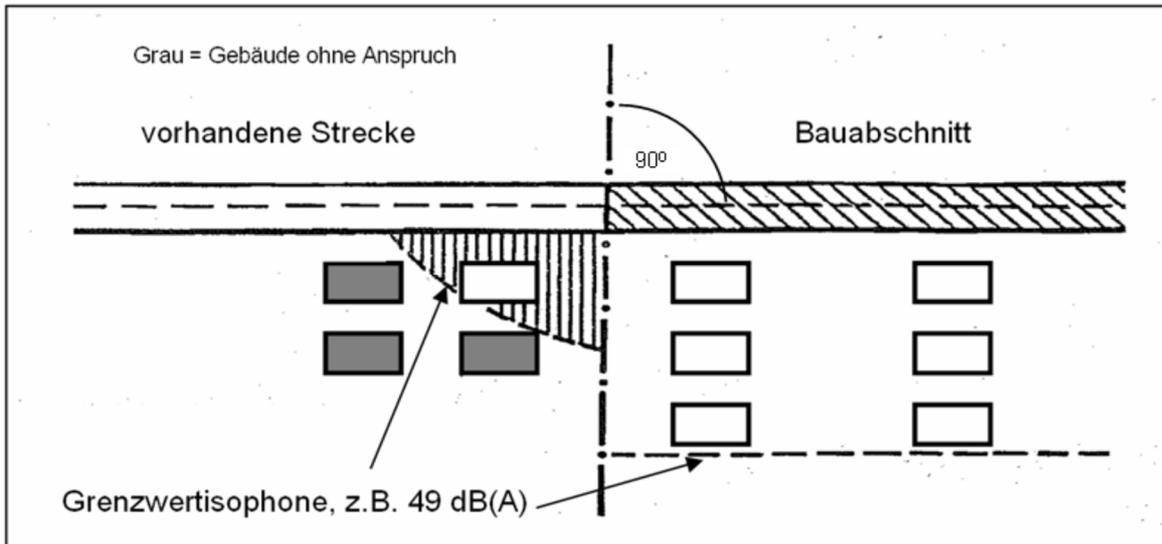


Abbildung 1: Abgrenzung des Lärmschutzbereiches am Ende des Ausbaugebietes [6]

Bezogen auf die Strecke 1100 sind alle Gebäude auf Fehmarn und auf dem Festland (Bau-km 172,712 bis Bau-km 184,160), die zwischen dem südwestlichen und nordöstlichen Ende des PFA 6 liegen, den obigen Aussagen entsprechend als innerhalb des Ausbaugebietes gelegen zu beurteilen. Somit sind für diese Gebäude auch die Emissionen auf den nördlich und südlich angrenzenden Anschlussgleisen außerhalb des Ausbaugebietes (PFA 6) zu berücksichtigen.

Für die Bebauung außerhalb des PFA 6 sind zur Ermittlung der Ansprüche auf Lärmschutz gemäß Umwelt-Leitfaden [6] des Eisenbahnbundesamtes lediglich die Emissionen von den Gleisen innerhalb des PFA 6 zu berücksichtigen. Ergänzend ist anzumerken, dass die Gebäude nördlich des PFA 6 im Planfeststellungsbereich der Festen Fehmarnbeltquerung liegen und Ansprüche auf Lärmschutz in dem dazugehörigen Verfahren sichergestellt werden. Dies gilt auch für die Gebäude südlich des PFA 6, deren Ansprüche im anschließenden Planfeststellungsverfahren des PFA 5.2 geprüft werden.

Weiterhin ist eine geringfügige Verlegung der Gleise der Anschlussstrecken 1103 und 1104 zum Bahnhof Burg geplant. In diesem Fall liegt ein erheblicher baulicher Eingriff an den Bestandsgleisen vor, sodass eine Prüfung auf wesentliche Änderung auf Grundlage der 16. BImSchV zu erfolgen hat. Im Folgenden werden diese Gleise bei der Anspruchsermittlung gemeinsam mit der Strecke 1100 betrachtet. Dieses Vorgehen ist zugunsten der Betroffenen.

Im PFA 6 wird weiterhin eine Abstellanlage mit vier Gleisen im Gleisdreieck Burg errichtet. Hier wird die Abstellung von Zügen des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) und Schienenpersonenfernverkehrs (SPFV) erfolgen. Eine Zugbildung findet nicht statt. Rangiertätigkeiten beschränken sich auf die Abstellung vom Bahnhof Fehmarn-Burg in die Abstellanlage und die Bereitstellung von dieser an den Bahnhof. Die Geräuscheinwirkungen durch den Betrieb der Abstellanlage durch dort abgestellte Züge sind dem Umwelt-Leitfaden [6] des Eisenbahnbundesamtes entsprechend als Anlagenlärm gemäß TA Lärm zu beurteilen. Dabei ist insbesondere der Nachtabschnitt maßgebend. Aufgrund der großen Entfernung zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Gebäuden mit Nachtnutzungen von mehr als 500 m sind relevante Beeinträchtigungen durch den Betrieb der Abstellanlage nicht zu erwarten. Auf eine detaillierte Betrachtung wird daher verzichtet.

### 3.3 Nutzungsgebiete

Zur Festlegung der immissionsschutzrechtlichen Schutzbedürftigkeit wurden die Nutzungen aus den vorliegenden Bebauungsplänen der betreffenden Gemeinden [24] zugrunde gelegt.

Für einige Gebietsarten, insbesondere für die ausgewiesenen Sondergebiete und Flächen für Gemeinbedarf, liegen keine Immissionswerte gemäß 16. BImSchV vor. Hier hat eine Zuordnung der entsprechenden Schutzbedürftigkeit anhand der konkreten vorliegenden Nutzungen zu erfol-

gen. Dies kann bedeuten, dass ein z. B. ein Ferienhausgebiet als Mischgebiet eingestuft werden kann, wenn sich dort Gaststätten, Einzelhandelsgeschäfte etc. befinden. Sind in einem Ferienhausgebiet jedoch ausschließlich Ferienhäuser vorhanden, entspräche die Einstufung einem allgemeinen oder sogar reinen Wohngebiet. Für folgende relevanten Nutzungen liegen unterschiedliche Einstufungen der verschiedenen Regelwerke vor, für die folgende Schutzbedürftigkeiten zugrunde gelegt werden wurden:

- **Kurgebiete:** Für Kurgebiete wird der Schutzanspruch von reinen Wohngebieten (WR) zugrunde gelegt.
- **Wochenendhausgebiete und Ferienhausgebiete:** Hier ist eine Einstufung gemäß den „Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes“ (VLärmSchRL 97 [5]) als Dorf-/Mischgebiet (MI) angegeben; ein orientierender Bezug auf die VLärmSchRL ist sachgerecht, da es sich ebenfalls um Belastungen aus Verkehrslärm handelt. Gemäß DIN 18005/1 [10], Beiblatt 1 [11] ist demgegenüber die Nutzung reinen Wohngebieten vergleichbar. Da hier die Einstufungen zwei Gebietskategorien auseinander liegen, wird im Folgenden für die Immissionsgrenzwerte im Mittel von (allgemeinen) Wohngebieten ausgegangen, sofern die Wohnnutzung überwiegt (s.o.). Eine Differenzierung zwischen allgemeinem und reinem Wohngebiet ist nicht erforderlich, da die Immissionsgrenzwerte gleich sind.
- **Campingplatzgebiete:** Campingplatzgebiete sind auf das gelegentliche Wohnen in der Freizeit ausgerichtet. Dies gilt unabhängig von der Frage, ob Dauercamping auf dem Platz gestattet ist. Aufgrund des nur zeitweiligen Aufenthaltes in einem Wohnwagen oder einem Zelt ist Camping mit einer dauerhaften Wohnnutzung nicht vergleichbar. Campingplätze werden daher im Folgenden mit der Schutzwürdigkeit eines Mischgebietes behandelt [13].

Für bauliche Anlagen im unbeplanten Außenbereich ist gemäß 16. BImSchV die Schutzbedürftigkeit der tatsächlichen Nutzung entsprechend den Nummern 1, 3 und 4 zuzuordnen (vgl. Tabelle 1, S. 5); dies schließt die Schutzbedürftigkeit eines Wohngebietes aus.

Der hohe Schutzanspruch für Krankenhäuser, Altenheime und Schulen gilt nur für entsprechend sensible Nutzungen innerhalb des jeweiligen Gebäudes. Sofern keine besonders sensiblen Nutzungen vorhanden sind, z. B. für Wohngebäude in einem als Krankenhaus eingestuftes Gebiet, werden die der jeweiligen Schutzkategorie entsprechenden Nutzungen zugrunde gelegt.

---

### 3.4 Nachgeordnete Ermittlungen

Im Planfeststellungsverfahren werden Erstattungsansprüche für Lärmschutz am Wohngebäude (passiver Schallschutz) lediglich dem Grunde nach festgestellt. Die Höhe des Entschädigungsanspruches wird in einem gesonderten Verfahren ermittelt. Auch unter Berücksichtigung des hier entwickelten Lärmschutzkonzeptes (s. Kapitel 6.4.9, 6.5.6) verbleiben einige Restbetroffenheiten mit Anspruch auf passiven Schallschutz. Diese sind in Unterlage 15.2.3 zu finden.

---

### 3.5 Schienenlärmschutzgesetz

Zum Schutz vor Schienenverkehrslärm insbesondere durch den Schienengüterverkehr wurde das Gesetz zum Verbot des Betriebs lauter Güterwagen (Schienenlärmschutzgesetz – SchlärmschG [12]) erlassen. Dementsprechend ist mit Beginn des Netzfahrplans 2020/2021 am 13. Dezember 2020 das Fahren oder Fahrenlassen von Güterzügen, in die laute Güterwagen eingestellt sind, auf dem deutschen Schienennetz verboten. Dies betrifft im Wesentlichen Güterwaggons mit Graugussklotzbremsen. Auf Grundlage der 16. BImSchV kann bei Güterzügen „damit gerechnet werden, dass bis zum Jahr 2020 80 Prozent und bis zum Jahr 2030 100 Prozent der Güterwagen mit Verbundstoff-Klotzbremsen ausgestattet sind. Dies betrifft Güterwagen gemäß den Zeilen 5 bis 7 sowie 18 bis 20 von Beiblatt 1, Fahrzeug-Kategorie 10.“

## 4 Emissionen Schienenverkehr

### 4.1 Belastungen

Die Zugzahlen und die weiteren für die Schallberechnungen erforderlichen Parameter wurden vom Vorhabenträger zur Verfügung gestellt. Dabei liegen Daten für den Prognosehorizont 2030 vor.

Der Prognose-Nullfall umfasst die Fertigstellung der Festen Fehmarnbeltquerung ohne Ausbau der Strecke 1100 Lübeck-Puttgarden, wobei die plangegebene Vorbelastung durch Güterverkehr zugunsten der Betroffenen nicht berücksichtigt wurde.

Der Prognose-Planfall berücksichtigt neben dem zweigleisigen Ausbau der Strecke 1100 Lübeck-Puttgarden auch die Elektrifizierung der eingleisigen Anschlussstrecke (inkl. Fehmarnsundbrücke) sowie die höheren zulässigen Streckengeschwindigkeiten und Güterverkehre.

Für die Strecke Lübeck-Puttgarden ist im Prognose-Nullfall von Zügen mit Dieseltraktion, im Prognose-Planfall von Elektrotraktion auszugehen.

Eine Zusammenstellung zeigt die Anlage 2.1.

### 4.2 Emissionen

Emissionspegel für Verkehrswege werden für die Lärmvorsorge als äquivalente Dauerschallpegel für den Tagzeitraum (06:00 bis 22:00 Uhr) und den Nachtzeitraum (22:00 bis 06:00 Uhr) ausgewiesen.

Die Berechnung der Emissionspegel erfolgt gemäß Anlage 2 der 16. BImSchV.

Der Emissionspegel ist als längenbezogener Schalleistungspegel  $L_{W,A}$  definiert, der den A-bewerteten Mittelungspegel je Meter zur Beschreibung der Schallemission von einer Linienschallquelle, angegeben für verschiedene Höhenbereiche über einem Strecken- oder Fahrbahnabschnitt mit bestimmten Fahrbahneigenschaften und Fahrflächenzuständen bei Betrieb mit bestimmten Fahrzeugen und Geschwindigkeiten, beschreibt. Dabei werden Quellhöhen von 0 m, 4 m und 5 m über Schienenoberkante unterschieden.

Die obigen Emissionspegel dienen als Ausgangsgröße für die Berechnung des Beurteilungspegels  $L_r$ .

Folgende Faktoren haben Einfluss auf den Emissionspegel:

- Anzahl der Züge;
- Anzahl der Fahrzeugarten je Zug bzw. Länge der Züge;
- zulässige Höchstgeschwindigkeit der Züge bzw. zulässige Streckengeschwindigkeit nach Verzeichnis der örtlich zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (s. Anlage 2.2.2);
- Anteil der Fahrzeuge mit Grauguss-Klotzbremsten (GG), Verbundstoff-Klotzbremsten (VS), Radscheibenbremsen (RSB) oder Wellenscheibenbremsen (WSB);
- Korrekturen für Brücken, in Abhängigkeit von der Bauart;
- Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten (hier auch Bahnübergänge);
- Pegelkorrekturen für die Auffälligkeit von Geräuschen (bspw. Kurvenfahrgeräusche und Gleisbremsgeräusche);
- Pegelkorrekturen für den Fahrflächenzustand wie „besonders überwachtetes Gleis“, Schienenstegdämpfer und Schienenstegabschirmung.

Befindet sich eine Schallschutzwand auf einer Brücke nach Tabelle 9 Zeile 1 bis 3 der Anlage 2 zur 16. BImSchV, sind gemäß Nr. 4.6 der Anlage 2 zur 16. BImSchV Schallminderungsmaßnahmen mit einer Mindestwirksamkeit nach Tabelle 9 Spalte C vorzusehen und in der Berechnung zu berücksichtigen.

Für Brücken der Zeile 1 der Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BImSchV (Brücken mit stählernem Überbau, Gleise direkt aufgelagert) sind die Abschlüsse für Schallminderungsmaßnahmen nach Spalte C anzusetzen, wenn zur Minderung der Schallemission der Brücke hochelastische Schienenbefestigungen mit den für die vorliegenden Bedingungen geringsten zugelassenen Werten für die Stützpunktsteifigkeit verwendet werden.

Die Pegelkorrekturen für Schallminderungsmaßnahmen an Brücken mit Schotterbett (Zeilen 2 und 3 der Tabelle 9 der Anlage 2 zur 16. BImSchV) sind anzusetzen, wenn zur Minderung der Schallemissionen der Brücke Unterschottermatten mit den für die vorliegenden Bedingungen geringsten zugelassenen Werten für den Bettungsmodul verwendet werden.

Nach den in den Jahren 2010 und 2014 durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen lässt sich feststellen, dass die Fehmarnsundbrücke nicht für die Errichtung einer Lärmschutzwand auf dem Bauwerk ausgelegt ist. Auch wird die Errichtung umfangreicher Abfangkonstruktionen ausgeschlossen (s. Anlage 4.1.2). Es ist demnach statisch nicht möglich, eine Lärmschutzwand baulich auf der Fehmarnsundbrücke zu errichten. Für die bestehende Fehmarnsundbrücke wurden somit keine Abschlüsse nach Spalte C angesetzt. Sofern Lärmschutzwände an der bestehenden Fehmarnsundbrücke zum Einsatz kommen sollen, wären diese auf einem neu zu errichtenden Brückenbauwerk zu installieren.

Die Emissionspegel der einzelnen Gleisabschnitte gemäß Anlage 2 zur 16. BImSchV sind in Anlage 2.2 zu dieser Untersuchung zusammengestellt.

## 5 Beurteilungspegel

---

### 5.1 Allgemeines

Nach §§ 3, 4 der 16. BImSchV sind die Beurteilungspegel zu berechnen. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Mittelungspegel (über Vorbeifahrt- und Ruhephasen gemittelte Schallpegel), jeweils für den Tageszeitraum (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und den Nachtzeitraum (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr). Grundlagen für die Berechnungen ist die Anlage 1 zu § 3, 16. BImSchV für den Straßenverkehr bzw. Anlage 2 zu § 4, 16. BImSchV für den Schienenverkehr.

### 5.2 Ausbreitungsmodell

Die Geländetopographie wurde im Modell auf Grundlage des digitalen Geländemodells DGM1 berücksichtigt. Für die Gebäude wurden dreidimensionale Gebäudedaten (LOD1) verwendet. Die Höhen- und Gebäudedaten wurden vom Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt.

Für die Lage der geplanten Gleisachsen liegen Trassierungen vom Vorhabenträger vor, die in das digitale Höhenmodell eingearbeitet wurden. Die Lage der Bestandstrassen wurde ebenfalls digital zur Verfügung gestellt.

Grundlage der Erstellung des digitalen Berechnungsmodells bildet die Deutsche Grundkarte DTK5. Die Geländetopographie wurde im Modell auf Grundlage der digitalen Geländemodelle DGM1 (Auflösung 1 m im Nahbereich der Trassen) und DGM5 (Auflösung 5 m in größeren Abständen) berücksichtigt. Die Gebäudelagen und Gebäudehöhen wurden im Rahmen einer Ortsbesichtigung sowie anhand verfügbarer Luftbilder geprüft. Sofern erforderlich, wurden die Gebäude im digitalen Rechenmodell korrigiert.

Im Ausbreitungsmodell werden dementsprechend berücksichtigt:

- die vorhandene und geplante Geländetopographie;
- die Abschirmwirkung von Gebäuden und Wänden sowie Reflexionen an den Bauwerken;
- Immissionsorthöhen gemäß den vorhandenen Geschossen der vorhandenen Bebauung (in der Regel 2,8 m über Gelände für das Erdgeschoss und jeweils 2,8 m zusätzlich für jedes weitere Geschoss bzw. nach Ortsbesichtigung geschätzt);
- Aufpunkthöhen von 2,0 m für Außenwohnbereiche;
- Berücksichtigung von Wasserflächen als schallhart.

Die Formeln zur Berechnung der Schallausbreitung gemäß 16. BImSchV beinhalten, dass immer eine die Schallausbreitung begünstigende Wetterbedingung vorliegt (leichter Mitwind). Die Berücksichtigung einer Windrichtungsverteilung ist nicht möglich. Die in die Modellrechnung eingehenden örtlichen Gegebenheiten sowie die Lage der Lärmquellen sind in den Übersichts- und Lageplänen der Unterlage 15.3 ersichtlich.

### 5.3 Schienenverkehrslärm

Die schalltechnischen Berechnungen erfolgen nach Anlage 2 der 16. BImSchV.

Die Berechnungen wurden mit der Software CadnaA [17] durchgeführt. Die Berechnung der Beurteilungspegel  $L_r$  erfolgte getrennt für den Tagesabschnitt (06:00 bis 22:00 Uhr) und den Nachtzeitraum (22:00 bis 06:00 Uhr).

Dabei wurden gemäß Anlage 2 der 16. BImSchV Reflexionen an Baukörpern bis zur dritten Ordnung berücksichtigt.

Der in der Vergangenheit gemäß § 3 der 16. BImSchV in Ansatz zu bringende Schienenbonus von 5 dB(A) als Korrektur zur Berücksichtigung der geringeren Störwirkung des Schienenverkehrslärms darf für Planungen seit 2015 nicht mehr in Ansatz gebracht werden. Dementsprechend wird er in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Zunächst wurden die Schallimmissionen im Prognose-Planfall ohne aktiven Lärmschutz berechnet, um die Ausdehnung der von potentiellen Grenzwertüberschreitungen betroffenen Bereiche darzustellen. Anschließend erfolgte die Prüfung einer Vollschutzvariante mit aktivem Schallschutz, in der alle Schutzfälle gelöst werden. In weiteren Varianten wurden dann Optimierungen durchgeführt, insbesondere unter Beachtung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses. Die Ergebnisse sind in Kapitel 6.4 (zweigleisiger Ausbauabschnitt) und Kapitel 6.5 (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke) detailliert erläutert. Eine Zusammenfassung für den gesamten PFA 6 findet sich in Kapitel 8.

## 6 Prüfung von Lärmschutzvarianten (Schienenverkehr)

---

### 6.1 Schutzfallkonzept

Für die detaillierte Abwägung der Lärmschutzvarianten sind für alle schutzbedürftigen Bereiche im gesamten PFA 6 die Betroffenheiten zu ermitteln. Hierzu erfolgte eine Berechnung der Schutzfälle tags und nachts.

Ein Schutzfall ist dann gegeben, wenn eine Schutzeinheit aufgrund einer wesentlichen Änderung oder eines Neubaus von einer Überschreitung der gebietsspezifischen Immissionsgrenzwerte am Tage oder in der Nacht betroffen ist (entspricht einem Anspruch auf Lärmschutzmaßnahmen „dem Grunde nach“). Bei reinen Tagesnutzungen (z. B. Büronutzungen, Schulen, Kitas, Kleingärten) liegt je Schutzeinheit maximal ein Schutzfall vor. Sofern bei Gebäuden mit Tages- und Nachtnutzung (insbesondere Wohnnutzungen) sowohl tags als auch nachts Grenzwertüberschreitungen auftreten, sind zwei Schutzfälle gegeben.

Über die 16. BImSchV hinausgehend wurde ebenfalls geprüft, wie viele Schutzeinheiten von Beurteilungspegeln im gesundheitsgefährdenden Bereich größer oder gleich 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts betroffen sind.

Bei der Ermittlung der Schutzfälle wurden die berechneten Fassadenpegel mit Grenzwertüberschreitungen anteilig auf die im Gebäude enthaltenen Schutzeinheiten umgerechnet. Sofern nur eine Schutzeinheit vorhanden ist, reicht eine Grenzwertüberschreitung an einem einzigen Fassadenpegel, um einen Schutzfall auszulösen.

## 6.2 Umfang der Prüfung von aktivem Schallschutz

Zur Bewertung der Wirksamkeit möglicher Lärmschutzvarianten wurden verschiedene Wandhöhen an den Außenseiten der Trassen geprüft. Im Bereich des zweigleisigen Ausbauabschnitts zeigte sich, dass Wandhöhen von 2 m ausreichen alle Schutzfälle zu lösen. Zur Ermittlung des optimalen Kosten-Nutzen-Verhältnisses wurden auch Lärmschutzwände von bis zu 3 m Höhe berücksichtigt. Im Rahmen der anschließenden Detailprüfung wurden die Längen und Höhen der Lärmschutzwände abschnittsbezogen überprüft und optimiert (s. Kapitel 6.4).

Im Bereich der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. der Fehmarnsundbrücke werden die Beurteilungspegel maßgeblich durch Emissionen der Fehmarnsundbrücke bestimmt, auf welcher die Installation von Lärmschutzwänden aus statischen Gründen nicht möglich ist (s. Anlage 4.1.2). Ohne Einbeziehung der Fehmarnsundbrücke können selbst 6 m hohe Lärmschutzwände zu sehr hohen Kosten nur wenige Schutzfälle lösen. Daher wurden Lärmschutzwände >3 m in diesen Teilbereichen nicht in die Detailprüfung einbezogen, wohl aber in die Abschätzung des Maximalschutzes (s. Kapitel 6.5). Für den Fall von Lärmschutzwänden entlang der Fehmarnsundbrücke sind die Kosten für die zusätzlich erforderlichen Brückenkonstruktionen mit einzurechnen, auf der diese Lärmschutzwände installiert werden können. Dies wird in Kapitel 6.5 ausführlich diskutiert

Bei den Variantenuntersuchungen wurden exemplarische Lagen der Lärmschutzwände berücksichtigt. Im Rahmen der abschließenden Detailplanung wurden in Teilbereichen geringfügige Anpassungen erforderlich, die jedoch zu keinen anderen Aussagen hinsichtlich der Bewertung der Varianten führen.

Für die Prüfung der niedrigen Schallschutzwände wurden keine 0,74 m hohen Wände berücksichtigt, da zum einen die Wirkung mit einer 0,55 m hohen Wand vergleichbar ist, zum anderen sind mögliche Lademaßüberschreitungen im laufenden Betrieb nicht auszuschließen.

Darüber hinaus wurden Maßnahmen am Gleis in die Prüfung einbezogen (Schienenstegdämpfer, Schienenstegabschirmung und die Gleispflegemaßnahme „Besonders überwachtetes Gleis“).

Folgende Randbedingungen wurden beachtet:

- die Höhen der Lärmschutzwände beziehen sich jeweils auf die Schienenoberkante (SO);
- für die Außenwände wurde in der Regel ein Abstand von 3,80 m parallel der Gleismitte der jeweiligen äußeren Gleise angenommen;
- Berücksichtigung der Abschläge für Schallminderungsmaßnahmen auf Brückenabschnitten mit Lärmschutzwänden gemäß Nr. 4.6. der Anlage zur 16. BImSchV;
- sämtliche Lärmschutzwände wurden bahnseitig mit hochabsorbierender Ausführung angenommen (keine Reflexionen gemäß Anlage 2 zur 16. BImSchV);
- ergänzend wurden auch niedrige Schallschutzwände an den jeweiligen äußeren Gleisen (Höhe 0,55 m, Abstand zur jeweils äußeren Gleisachse 1,75 m) geprüft;
- für Schienenstegdämpfer und Schienenstegabschirmung wurde die Wirksamkeit an den jeweiligen Gleisen geprüft, Weichenbereiche wurden ausgenommen;
- für die Maßnahme „besonders überwachtetes Gleis“ (BüG) wurden die Einschränkungen zur Anwendbarkeit beachtet; daher wurde die Maßnahme nur auf Teilabschnitten berücksichtigt (Abschnittslänge zusammenhängend mindestens 300 m, nicht in Bahnhofsbereichen und an Haltepunkten, nicht auf Weichenstraßen und nicht bei Kurvenradien kleiner 500 m);
- es wurden gemäß Schienenlärmschutzgesetz (SchlärmschG) [12] keine lauten Güterwagons verwendet.

Tabelle 2: Zusammenstellung der hier betrachteten Lärmschutzvarianten

Var.	Lärmschutzwände				Schienensteg- abschirmung		Schienensteg- dämpfer		BüG		
	Westseite, durchgehend	Westseite, Teilbereiche	Ostseite, durchgehend	Ostseite, Teilbereiche	alle Gleise durchgehend	alle Gleise, Teilbereiche	alle Gleise durchgehend	alle Gleise, Teilbereiche	alle Gleise durchgehend	alle Gleise, Teilbereiche	Fehmarnsundbrücke
V0											
V10	0,55 m		0,55 m								
V10_1		0,55 m		0,55 m							
V11	2 m		2 m								
V11_1		2 m		2 m							
V11_2		2 m		2 m							
V12	2,5 m		2,5 m								
V12_1		2,5 m		2,5 m							
V1	3 m		3 m								
V1_1		3 m		3 m							
V5									x		x
V5_1										x	x
V8					x						
V8_1						x					
V9							x				
V9_1								x			
Vmax		2 m		2-4 m						x	x
LSK		2 m								x	x

### 6.3 Abwägung Kosten-Nutzen-Verhältnis

Für die geprüften Maßnahmen erfolgte ergänzend eine Abschätzung der Kosten, deren Ergebnisse in Anlage 4.2 (zweigleisiger Ausbauabschnitt) und in Anlage 4.3 (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke) zu finden sind. Aufwendungen für verbleibenden passiven Schallschutz und Entschädigungen für Außenwohnbereiche sind in den Kosten noch nicht enthalten. Die Abwägung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses dient zur Ableitung des Lärmschutzkonzeptes (s. Kapitel 6.4.8, 6.4.9, 6.5.5, 6.5.6).

Die Kostenansätze sind in der Anlage 4.1.1 zusammengestellt. Diese entsprechen dem Kostenkennwertekatalog 2016 [19] der Deutschen Bahn AG und beinhalten neben den Herstellungskosten auch Unterhaltungs- und Ablösekosten (vgl. ABBV [9]).

Die Kostenansätze für die anderen Maßnahmen am Gleis wurden dem Schlussbericht „Innovative Maßnahmen zum Lärm und Erschütterungsschutz am Fahrweg“ [15] entnommen.

## 6.4 Auswertung Schutzfälle im zweigleisigen Ausbauabschnitt

### 6.4.1 Gesamtabschnitt

Für die detaillierte Abwägung der Lärmschutzvarianten sind für alle schutzbedürftigen Bereiche die Betroffenheiten zu ermitteln. Hierzu erfolgte eine Berechnung der Schutzfälle tags und nachts sowohl ohne als auch mit aktivem Lärmschutz. Ergänzend wurde die Anzahl der Schutzfälle von Beurteilungspegeln größer oder gleich 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts bestimmt.

Bei der Ermittlung und Auswertung der Schutzfälle wurde nach Gebäuden mit Tages- und Nacht-nutzungen unterschieden. Die Berücksichtigung von Außenwohnbereichen ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich. Außenwohnbereiche sind durch Terrassen und Balkone an den Gebäuden gegeben. Ansprüche auf Lärmschutz ergeben sich nur bei einer Überschreitung der Beurteilungspegel tags. Im vorliegenden Fall werden an den Gebäuden die jeweiligen Immissionsgrenzwerte tags überall eingehalten (siehe weiter unten im Text und Anlage 3.1). Vielmehr werden die Immissionsgrenzwerte tags an den Gebäudefassaden um etwa 3 dB(A) und mehr unterschritten, sodass in den Außenwohnbereichen keine Überschreitungen der Grenzwerte tags zu erwarten sind, auch nicht bei ggf. auftretenden Reflexionen an der Gebäudefassade.

Die Ergebnisse für die untersuchten Lärmschutzvarianten und die ermittelten Kosten sind in der Anlage 3.1 zusammengestellt. Neben einer Gesamtauswertung für den Bereich des zweigleisigen Ausbauabschnitts sind auch die räumlichen Verteilungen der verbleibenden Schutzfälle und der Schutzfälle mit Beurteilungspegeln von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts und höher dargestellt.

In der Anlage 3.3 findet sich eine Gegenüberstellung der Lärmschutzvarianten mit einem Vergleich der maximalen bzw. mittleren Pegelminderungen. Grundlage der Ermittlung sind die Beurteilungspegel der Gebäude, an denen ein genereller Anspruch auf Lärmschutz sowie eine sichtbare Wirkung der Lärmschutzmaßnahmen vorhanden ist. Diese Betrachtung wird jeweils tags und nachts gemacht. Da im vorliegenden Fall keine Ansprüche tags vorhanden sind, werden Pegelminderungen für den Tagzeitraum nicht angegeben. Am Tage sind jedoch vergleichbare Pegelminderungen wie nachts zu erwarten.

In Anlage 4.2 ist eine detaillierte Aufschlüsselung der Zusammensetzung der Kosten der einzelnen Lärmschutzvarianten zu finden.

Eine flächendeckende Darstellung der Beurteilungspegel tags und nachts für die Variante V0 (ohne Lärmschutzmaßnahmen) findet sich in der Anlage 6.1.

Die Beurteilungspegel an den maßgebenden Gebäuden ohne aktiven Lärmschutz (Variante V0) sowie unter Berücksichtigung der untersuchten Lärmschutzvarianten (inkl. des Lärmschutzkonzeptes) sind in Unterlage 15.2.2.1 (tags) und 15.2.2.2 (nachts) enthalten. Angegeben ist der Beurteilungspegel am lautesten Fassadenpunkt (bezogen auf Variante V0) in jedem geprüften Geschoss.

Ohne Lärmschutzmaßnahmen (Variante V0) sind folgende Ergebnisse festzuhalten:

- Tags werden die jeweiligen Immissionsgrenzwerte überall eingehalten. Dementsprechend treten auch keine Überschreitungen von 70 dB(A) auf.
- Nachts ergeben sich insgesamt 20 Schutzfälle. Beurteilungspegel von 60 dB(A) und mehr werden bei einem Schutzfall erreicht.

Eine Überprüfung der Beurteilungspegel an der Bebauung unmittelbar nördlich des PFA 6 zeigt, dass sich dort bedingt durch die große Entfernung zur Schienenstrecke keine Ansprüche auf Lärmschutz aufgrund von Emissionen aus dem PFA 6 ergeben. Auf eine detaillierte Darstellung wird verzichtet.

Zunächst wurden die aktiven Lärmschutzmaßnahmen im gesamten PFA 6 zugrunde gelegt, um die jeweils möglichen maximalen Minderungen aufzuzeigen („fiktive“ Varianten V1, V5, V8, V9, V10, V11, V12). Diese Varianten dienen nur der Orientierung und wurden in die konkrete Kostenauswertung nicht einbezogen. Anschließend wurden die jeweiligen Maßnahmen auf die erforderlichen Längen abschnittsbezogen eingekürzt (Varianten V1\_1, V5\_1, V8\_1, V9\_1, V10\_1, V11\_1, V12\_1), wobei keine zusätzlichen Schutzfälle auftreten sollen.

Zur Lösung aller Schutzfälle (Vollschutz; Varianten Vmax, V11\_1) wurden Lärmschutzwände in Teilabschnitten mit Höhen von 2 m auf einer Gesamtlänge von ca. 1.300 m platziert. Die Kosten für die Vollschutzvariante betragen insgesamt etwa 2,9 Mio. € bzw. 142.600 € je gelöstem Schutzfall. Wandhöhen von 2,5 m (Variante V12\_1) bzw. 3 m (Variante V1\_1) können bei etwas höheren Kosten ebenfalls alle Schutzfälle lösen.

In Variante V11\_2 (entspricht Variante LSK) wird auf den Schutz eines Einzelgebäudes im Außenbereich (Teilbereich West 3) und von wenigen Gebäuden (Teilbereiche Ost 2, Ost 3) mit einem unverhältnismäßig hohen Kosten-Nutzen-Verhältnis verzichtet. Dadurch kann die Länge der Lärmschutzwände auf etwa 230 m verringert werden. Die Kosten reduzieren sich auf etwa 505.800 € bzw. 46.000 € je gelöstem Schutzfall. Es verbleiben noch neun Schutzfälle ungelöst.

Ergänzend wurde eine niedrige Schallschutzwand von 0,55 m Höhe geprüft (Variante V10\_1). Allerdings verbleiben nach Anwendung der Maßnahme noch acht Schutzfälle ungelöst, was mit Kosten von ca. 11,2 Mio. € bzw. 937.500 € je gelöstem Schutzfall einhergeht. Diese hohen Kosten ergeben sich insbesondere durch die geringere Pegelminderung gegenüber höheren Lärmschutzwänden und den daher erforderlichen Überstandslängen der niedrigen Schallschutzwände.

Durch die Anwendung der Maßnahme BÜG (Variante V5\_1) bleiben drei Schutzfälle ungelöst. Es ergeben sich Kosten von insgesamt ca. 1,3 Mio. € bzw. von etwa 73.900 € je gelöstem Schutzfall.

Durch weitere Maßnahmen am Gleis (Schienenstegabschirmung und Schienenstegdämpfer, Varianten V8\_1 und V9\_1) können ebenfalls fünf Schutzfälle nicht gelöst werden, wobei Kosten je gelöstem Schutzfall von etwa 634.800 € (Schienenstegabschirmung) bzw. etwa 990.500 € (Schienenstegdämpfer) anzusetzen sind. Die hohen Kosten sind hier insbesondere durch die geringeren Pegelminderungen gegenüber einer hohen Lärmschutzwand begründet. Daher müssen deutlich längere Gleisabschnitte mit den Maßnahmen belegt werden. Darüber hinaus sind Weichenbereiche auszunehmen, sodass Emissionen von ungeminderten Teilstrecken durch größere Überstandslängen kompensiert werden müssen.

Die detaillierten Ergebnisse für die jeweiligen Teilbereiche finden sich in den folgenden Abschnitten.

#### **6.4.2 Teilbereich West 1: Bereich Ostermarkelsdorf**

Dieser Teilbereich liegt westlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.3) und grenzt im Nordosten an das nördliche Ausbauende des PFA 6. Der Teilbereich umfasst die Bebauung der Ortslage Ostermarkelsdorf.

Die Bebauung in Ostermarkelsdorf liegt gemäß Flächennutzungsplan in einem Mischgebiet bzw. im unbeplanten Außenbereich (Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes).

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind hier keine Schutzfälle zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 47 dB(A) tags und 45 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht.

Ausgehend von den obigen Ergebnissen ist im Teilbereich West 1 kein aktiver Lärmschutz erforderlich.

#### **6.4.3 Teilbereich West 2: Bereich Landkirchen/Teschendorf**

In diesem Teilbereich westlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan Unterlage 15.3.1.2) liegen die Ortschaften Landkirchen (s. Lageplan der Unterlage 15.3.2.5) und Teschendorf in größerer Entfernung zur Schienenstrecke.

Die zur Schienenstrecke nächstgelegene Bebauung in Landkirchen liegt in einem allgemeinen Wohngebiet. Weiterhin liegen auch Nutzungen als Dorfgebiet und Gewerbegebiet sowie eine Schule vor.

Der Bereich Teschendorf ist als Dorfgebiet ausgewiesen.

Darüber hinaus ist Bebauung im unbeplanten Außenbereich vorhanden (Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes).

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind keine Schutzfälle zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 54 dB(A) tags und 53 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht.

Ausgehend von den obigen Ergebnissen ist im Teilbereich West 2 kein aktiver Lärmschutz erforderlich.

#### **6.4.4 Teilbereich West 3: Bereich Ortslagen Strukkamp und Albertsdorf**

In diesem Teilbereich westlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.1) liegen die Ortsteile Strukkamp (s. Lageplan Unterlage 15.3.2.1) und in größerer Entfernung zur Schienenstrecke Albertsdorf.

Die zur Schienenstrecke nächstgelegene Bebauung in Strukkamp liegt gemäß Flächennutzungsplan in einem Mischgebiet sowie im unbeplanten Bereich. Insgesamt liegt eine gemischte Nutzung vor, sodass für alle Gebäude der Schutzanspruch eines Mischgebietes zugrunde zu legen ist.

Der Bereich Albertsdorf ist als Dorfgebiet ausgewiesen.

Im Nahbereich der Trasse ist weiterhin ein Recyclinghof (s. Lageplan Unterlage 15.3.2.4) mit Hausmeisterwohnung vorhanden (Einstufung als Sondergebiet). Hier wird eine Schutzbedürftigkeit einem Mischgebiet vergleichbar zugrunde gelegt.

Darüber hinaus ist Bebauung an der Straße „Albertsdorf 1“ im unbeplanten Außenbereich vorhanden (s. Lageplan Unterlage 15.3.2.4), weshalb die Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes angesetzt wurde.

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird zum Schutz der Wohnbebauung in Strukkamp eine 2 m hohe Lärmschutzwand mit einer Länge von 230 m vorgeschlagen.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind 11 Schutzfälle zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 61 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags nicht erreicht. Allerdings werden an einem Gebäude Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts erreicht. Die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte betragen bis zu etwa 6 dB(A) nachts. Räumlich beschränken sich die Schutzfälle auf den östlichen Rand der Bebauung im Bereich Strukkamp sowie die dichter an der Trasse gelegene Einzelbebauung im Außenbereich.

Mit vier Lärmschutzwänden von 2 m Höhe und etwa 410 m Länge (Variante V11\_1) können alle Schutzfälle in diesem Bereich gelöst werden. Es ergeben sich Kosten von etwa 75.100 € je gelöstem Schutzfall (inkl. eines gelösten Schutzfalles im Teilbereich Ost 3).

Das Lösen des einen Schutzfalles im Teilbereich Ost 3 resultiert aus dem gemäß Anlage 2 zur 16. BImSchV erforderlichen Einsatz von Unterschottermatten auf Brücken, wodurch es ebenfalls zur Pegelminderung im Teilbereich Ost 3 kommt.

Für Lärmschutzwände mit 2,5 Höhe und etwa 366 m Länge (Variante V12\_1) ergeben sich Kosten von etwa 74.800 € je gelöstem Schutzfall (inkl. eines gelösten Schutzfalles im Teilbereich Ost 3).

Bei einer Erhöhung der Lärmschutzwände auf 3 m, verringert sich deren Länge auf etwa 354 m (Variante V1\_1), sodass die Kosten pro Schutzfall etwa 79.900 € (inkl. eines gelösten Schutzfalles im Teilbereich Ost 3) betragen.

Durch den Verzicht des Schutzes eines einzigen Gebäudes im Außenbereich, können die zehn verbleibenden Schutzfälle im Bereich Strukkamp mit einer Lärmschutzwand mit einer Höhe von 2 m und einer Länge von etwa 230 m gelöst werden (Variante V11\_2, entspricht Variante LSK). Die Kosten für diese Lärmschutzwand wurden auf etwa 505.800 € geschätzt, sodass sich die Kosten pro gelöstem Schutzfall auf etwa 46.000 € (inkl. eines gelösten Schutzfalles im Teilbereich Ost 3) reduzieren. Für eine 2,5 m hohe Lärmschutzwand ergeben sich etwa dieselben Gesamtkosten, da diese zur Lösung der Schutzfälle kürzer ausfällt. Eine 3 m hohe und 200 m lange Lärmschutzwand in dem Bereich löst ebenfalls alle Schutzfälle, wäre aber mit Kosten von etwa 544.500 € deutlich teurer als eine 2 m hohe Lärmschutzwand.

Mit einer niedrigen Schallschutzwand (Variante V10\_1) auf einer Länge von etwa 447 m verbleiben sechs Schutzfälle, was mit Kosten von etwa 351.200 € je gelöstem Schutzfall einhergeht. Diese Kosten sind nicht verhältnismäßig.

Die Maßnahme BÜG (Variante V5\_1) auf einer Länge von etwa 2.950 m (Summe über alle Gleise) kann acht Schutzfälle lösen. Es ist mit Kosten von etwa 70.600 € je gelöstem Schutzfall zu rechnen (inkl. gelöster Schutzfälle im Teilbereich Ost 3, für den die Maßnahme BÜG ebenfalls Minderungen bewirkt). Diese Kosten sind nicht verhältnismäßig.

Mit den Maßnahmen Schienenstegabschirmung (Variante V8\_1) und Schienenstegdämpfer (Variante V9\_1) auf einer Länge von etwa 2.020 m bzw. 2.350 m (Summen über alle Gleise) können sechs Schutzfälle gelöst werden. Die Kosten liegen bei etwa 535.800 € (Schienenstegabschirmung) bzw. 982.000 € (Schienenstegdämpfer) je gelöstem Schutzfall (inkl. gelöster Schutzfälle im Teilbereich Ost 3, für den diese Maßnahmen ebenfalls Minderungen bewirken). Diese Kosten sind nicht verhältnismäßig.

#### **6.4.5 Teilbereich Ost 1: Bereich Bannedorf/Niendorf**

Dieser Teilbereich östlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.3) umfasst die Bebauung südlich des nördlichen Ausbauendes des PFA 6. In diesem Bereich liegen die Ortschaften Bannedorf und Niendorf.

Für die maßgebende Bebauung in Bannedorf liegen Einstufungen als Dorfgebiet und allgemeines Wohngebiet vor. Weiterhin liegt auch eine Nutzung als Gewerbegebiet vor. Darüber hinaus ist Bebauung im unbeplanten Außenbereich vorhanden (Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes).

Der Bereich Niendorf umfasst Nutzungen als Dorfgebiet und Wohngebiet.

Ohne baulichen Lärmschutz (V0) sind keine Schutzfälle zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 51 dB(A) tags und 49 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht.

Ausgehend von den obigen Ergebnissen ist im Teilbereich Ost 1 kein aktiver Lärmschutz erforderlich.

#### **6.4.6 Teilbereich Ost 2: Bereich Burg**

In diesem Teilbereich östlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.2) liegt die Ortschaft Burg (s. Lagepläne der Unterlagen 15.3.2.6 und 15.3.2.7).

Die zur Schienenstrecke nächstgelegene Bebauung in Burg ist durch überwiegend gewerbliche bzw. gemischte Nutzungen geprägt. Hier liegen Einstufungen als Gewerbegebiet, Mischgebiete und Sondergebiete vor. Weiter östlich sowie am nördlichen Ortsrand sind dagegen auch Wohngebiete vorhanden. Am südwestlichen Ortsrand nahe der Schienenstrecke ist weiterhin ein Sondergebiet Gesundheit vorhanden, in dem sich ein Krankenhaus befindet.

Darüber hinaus ist Bebauung im unbeplanten Außenbereich vorhanden (Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes).

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird auf aktiven Schallschutz im Teilbereich Ost 2 verzichtet, insbesondere aufgrund der geringen Anzahl von nur vier Schutzfällen, der hohen Kosten von mehr als 64.000 € je gelöstem Schutzfall und da keine Beurteilungspegel in gesundheitsgefährdenden Bereich zu erwarten sind.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind vier Schutzfälle nachts zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 53 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts, am Krankenhaus bis zu 49 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht. Die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte betragen bis zu etwa 2 dB(A). Räumlich beschränken sich die Schutzfälle auf das dicht an der Trasse gelegene Krankenhaus.

Die vier Schutzfälle am Krankenhaus können jeweils mit einer 2 m (Variante V11\_1), 2,5 m (Variante V12\_1) oder 3 m (Variante V1\_1) hohen Lärmschutzwand gelöst werden. Hierfür müssen

die Lärmschutzwände auf einer Länge von ca. 273 m, 234 m bzw. 219 m umgesetzt werden, was mit Kosten von etwa 150.100 €, 143.600 € bzw. 148.300 € je gelöstem Schutzfall einhergeht.

Mit einer niedrigen Schallschutzwand (Variante V10\_1) auf einer Länge von etwa 930 m verbleiben zwei Schutzfälle; die Kosten für die gelösten zwei Schutzfälle liegen bei etwa 1,8 Mio. € je gelöstem Schutzfall.

Die Maßnahme BüG (Variante V5\_1) auf einer Länge von etwa 920 m (Summe über alle Gleise) kann alle Schutzfälle lösen. Die Kosten betragen etwa 64.000 € je gelöstem Schutzfall.

Auch mit den Maßnahmen Schienenstegabschirmung (Variante V8\_1) und Schienenstegdämpfer (Variante V9\_1) auf einer Länge von etwa 1.000 m bzw. 1.340 m (Summen über alle Gleise) können die vier Schutzfälle gelöst werden. Die Kosten liegen bei etwa 598.900 € (Schienenstegabschirmung) bzw. 975.300 € (Schienenstegdämpfer) je gelöstem Schutzfall.

### **6.4.7 Teilbereich Ost 3: Bereich Blieschendorf/Avendorf**

In diesem Teilbereich westlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.1) liegen die Ortschaften Blieschendorf (s. Lageplan der Unterlage 15.3.2.3) und Avendorf (s. Lageplan der Unterlage 15.3.2.2).

Für den Bereich Blieschendorf liegen Einstufungen als Mischgebiet und Dorfgebiet vor.

Die zur Schienenstrecke nächstgelegene Bebauung in Avendorf liegt in Wohngebieten. Weiterhin liegen Nutzungen als Mischgebiet und Dorfgebiet vor.

Darüber hinaus ist Bebauung im unbeplanten Außenbereich vorhanden (Schutzbedürftigkeit eines Misch-/Dorfgebietes).

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird auf aktiven Schallschutz im Teilbereich Ost 3 verzichtet, insbesondere da auch keine Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich auftreten.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind fünf Schutzfälle zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 52 dB(A) tags und 51 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht. Die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte betragen bis zu etwa 2 dB(A) nachts. Räumlich beschränken sich die Schutzfälle auf die Wohngebiete am nördlichen sowie südwestlichen Rand der Ortslage Avendorf.

Die Schutzfälle im Bereich Avendorf können mit einer Lärmschutzwand mit einer Höhe von 2 m (Variante V11\_1) und einer Länge von etwa 610 m gelöst werden. Die Kosten für die Lärmschutzwand wurden zu etwa 1,35 Mio. € geschätzt, sodass je gelöstem Schutzfall etwa 270.000 € zu veranschlagen sind.

Mit einer Lärmschutzwand von 2,5 m Höhe (Variante V12\_1) und einer Länge von etwa 570 m Länge können alle Schutzfälle zu Kosten von etwa 1,39 Mio. € gelöst werden. Die Kosten pro gelöstem Schutzfall liegen bei etwa 278.800 €.

Eine 3 m hohe Lärmschutzwand (Variante V1\_1) benötigt eine Länge von etwa 520 m um alle Schutzfälle zu lösen. Die Gesamtkosten liegen hier bei etwa 1,42 Mio. €, wodurch Kosten je gelöstem Schutzfall von etwa 283.900 € entstehen.

Mit einer niedrigen Schallschutzwand (Variante V10\_1) auf einer Länge von etwa 1.490 m können ebenfalls alle Schutzfälle gelöst werden. Die Kosten liegen bei etwa 1,2 Mio. € je gelöstem Schutzfall.

Auch die Maßnahme BüG (Variante V5\_1) kann alle Schutzfälle lösen. Dafür muss das BüG auf einer Länge von etwa 780 m (Summe über alle Gleise) angewendet werden. Es ergeben sich Kosten von etwa 44.600 € je gelöstem Schutzfall. Allerdings basiert die hier angewendete Abschätzung der Kosten für die Maßnahme BüG auf einem Schienenschleifintervall von 5 Jahren (s. Anlage 4.1.1). Die Vorhabenträgerin ist verpflichtet, die Rauigkeit der Schienen in angemessenen Intervallen (in der Regel jährlich) zu prüfen. Bei entsprechender Belastung der Schienen können die Kosten für das BüG demnach auch um ein Vielfaches höher ausfallen als hier ange-

nommen. In Anbetracht dessen und der geringen Anzahl von nur fünf Schutzfällen sind die Kosten für das BÜG in diesem Fall nicht verhältnismäßig.

Auch mit den Maßnahmen Schienenstegabschirmung (Variante V8\_1) und Schienenstegdämpfer (Variante V9\_1) können alle Schutzfälle gelöst werden. Dafür müssen Schienenstegabschirmung und Schienenstegdämpfer auf einer Länge von etwa 960 m bzw. 1.400 m (Summen über alle Gleise) angewendet werden. Die Kosten liegen bei etwa 460.900 € (Schienenstegabschirmung) bzw. etwa 816.400 € (Schienenstegdämpfer) je gelöstem Schutzfall.

#### **6.4.8 Ergebnisse unter Berücksichtigung der Kosten**

Aufgrund der geringen Anzahl von 20 Schutzfällen und der Beschränkung der Grenzwertüberschreitungen auf den Nachtabschnitt ist abzuwägen, ob aktiver Schallschutz zwingend erforderlich ist. Der Schutz der Nachtruhe kann alternativ durch passiven Schallschutz sichergestellt werden. Aktiver Schallschutz ist demgegenüber dann zu empfehlen, wenn auch Außenwohnbereiche betroffen sind. Im vorliegenden Fall werden die Immissionsgrenzwerte tags auf allen maßgebenden Grundstücken eingehalten, sodass Außenwohnbereiche nicht betroffen sind.

Zur Abwägung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der maßgebenden Lärmschutzvarianten wurden die Kosten je gelöstem Schutzfall gegen die Anzahl der verbleibenden Schutzfälle dargestellt (vgl. Abbildung 2). Die jeweiligen Pegelminderungen als auch die Kosten sind ergänzend in der Anlage 3.3 zusammengestellt.

Sofern im Bereich der schutzbedürftigen Wohnbebauung ein Vollschutz durch aktiven Schallschutz gewährt werden soll (Variante Vmax, entspricht V11\_1), sind Kosten für Lärmschutzwände in Höhe von etwa 2,9 Mio. € erforderlich. Dem entsprechen Kosten von etwa 142.600 € je gelöstem Schutzfall. Diese Kosten liegen oberhalb des üblichen Kosten-Nutzen-Verhältnisses für aktiven Schallschutz.

Räumlich differieren die Kosten je gelöstem Schutzfall für die Lärmschutzwände erheblich, so liegt die Spanne zwischen etwa 46.000 € (Strukkamp, Teilbereich West 3) und 270.000 € (Aven-dorf, Teilbereich Ost 3) je gelöstem Schutzfall. Hier ist somit ein Verzicht auf eine Lärmschutzwand in Teilbereichen abzuwägen.

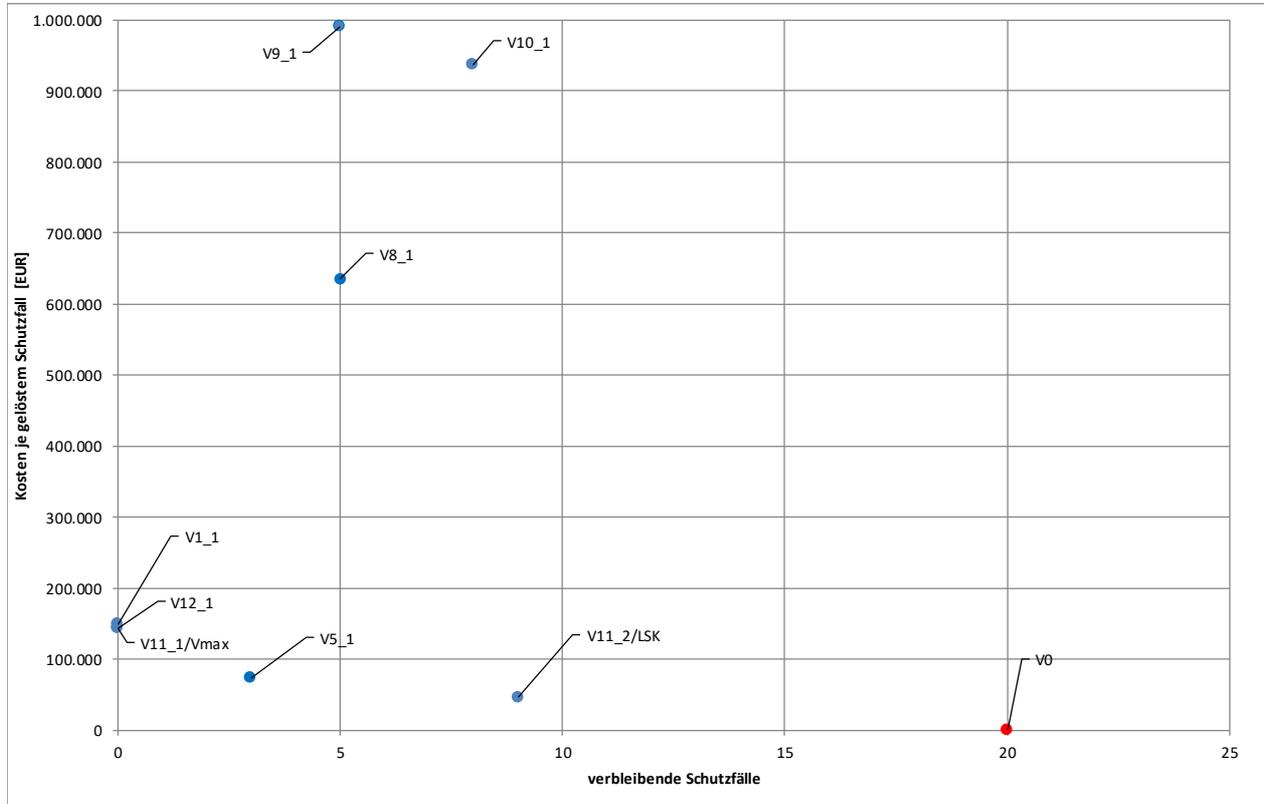
Konkret wird daher für den am höchsten belasteten Bereich aktiver Lärmschutz vorgesehen (Variante LSK, entspricht V11\_2). Im vorliegenden Fall ist dies durch die Bebauung im Bereich Strukkamp gegeben, wo teilweise aufgrund der Nähe zur Bahntrasse Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich von 60 dB(A) nachts vorliegen. Die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte betragen hier bis zu 6 dB(A). Die Kosten für die erforderliche Lärmschutzwand liegen insgesamt bei etwa 505.800 € bzw. bei etwa 46.000 € je gelöstem Schutzfall. Hiermit können zehn Schutzfälle in Strukkamp und ein weiterer Schutzfall in Aven-dorf (Minderung von Reflexionen aus dem Teilbereich West 3) gelöst werden. Dadurch verbleiben im zweigleisigen Aus-bauabschnitt noch neun ungelöste Schutzfälle.

An der weiteren Bebauung in den anderen Bereichen sind überwiegend deutlich geringere Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nachts von etwa 1 bis 2 dB(A) zu erwarten. Es wurden Beurteilungspegel von maximal 53 dB(A) nachts ermittelt. Da diese Bereiche überwiegend recht weit von der Bahnstrecke entfernt liegen und die betroffenen Gebäude teilweise weit auseinander liegen, sind Lärmschutzwände mit erheblichen Längen erforderlich, um die Schutzfälle weitgehend zu lösen. Angesichts der geringen Anzahl von neun verbleibenden Schutzfällen, der überwiegend geringen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nachts und der hohen Kosten für die Lärmschutzwände, wird auf aktiven Lärmschutz verzichtet, zumal Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich von 60 dB(A) und mehr nicht erreicht werden. Der Schutz der Bebauung wird durch passiven Schallschutz sichergestellt.

Alternativ ist ein großer Teil der Schutzfälle auch allein mit der Maßnahme BÜG zu lösen. Im optimierten Fall (Variante V5\_1) sind Kosten von etwa 1,3 Mio. € zu veranschlagen. Die Kosten je gelöstem Schutzfall liegen in diesem Fall bei etwa 73.900 €. Im Bereich Strukkamp verbleiben jedoch noch ungelöste Schutzfälle, sodass die Lösung mit einer Lärmschutzwand wirksamer ausfällt.

Die weiteren alternativen Maßnahmen am Gleis (Schienenstegabschirmung oder Schienenstegdämpfer) sowie niedrige Schallschutzwände können bei sehr hohen Kosten nicht alle Schutzfälle lösen. Auch bei einer längenoptimierten Lösung liegen die Kosten mit deutlich oberhalb von 600.000 € je gelöstem Schutzfall in keinem angemessenem Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Abbildung 2: Kosten-Nutzen-Verhältnis der untersuchten Varianten (zweigleisiger Ausbauabschnitt)



### 6.4.9 Lärmschutzkonzept

Den obigen Ausführungen entsprechend wird das folgende Lärmschutzkonzept (Variante LSK, entspricht V11\_2) vorgeschlagen:

- Lärmschutzwand im Bereich Strukkamp westlich der Schienenstrecke 1100 mit einer Höhe von 2,0 m auf einer Länge von 230 m (Bau-km 175,260 bis Bau-km 175,490) und einem Abstand von 3,8 m zur Gleismitte des nächstliegenden Gleises, gleisseitig hochabsorbierende Ausführung.

Die Planumsbreite von 3,8 m wurde als Regelfall für den Abstand von Lärmschutzwänden zur Gleismitte vom Vorhabenträger festgelegt, somit wird dieser Abstand für die Planung zu Grunde gelegt. Die Gesamtkosten für diese Wand liegen bei etwa 505.800 €.

Unter Berücksichtigung dieser Lärmschutzwand verbleiben etwa neun Schutzfälle.

Eine Bewertung der Wirkung von Lärmschutzwänden auf den Gesamtverkehrslärm ist in der Untersuchung zur Umweltverträglichkeitsprüfung (Unterlage 15.4) zu finden. Es zeigt sich, dass durch die geplante Lärmschutzwand keine relevanten Zunahmen des Straßenverkehrslärms durch Reflexionen an der Wand zu erwarten sind. Dementsprechend kann die Außenseite der Lärmschutzwand reflektierend ausgeführt werden.

## 6.5 Auswertung Schutzfälle der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke

### 6.5.1 Gesamtabschnitt

Die Prüfung gemäß 16. BImSchV im Bereich der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke ergibt, dass im Prognose-Planfall im Vergleich zum Prognose-Nullfall Zunahmen der Beurteilungspegel von mehr als 12 dB(A) tags und 20 dB(A) nachts zu erwarten sind. Diese Werte liegen deutlich über der Erheblichkeitsschwelle von 3 dB(A), sodass eine wesentliche Änderung vorliegt.

Für die detaillierte Abwägung der Lärmschutzvarianten sind für alle schutzbedürftigen Bereiche die Betroffenheiten zu ermitteln. Hierzu erfolgte eine Berechnung der Schutzfälle tags und nachts sowohl ohne als auch mit aktivem Lärmschutz. Ergänzend wurde die Anzahl der Schutzfälle von Beurteilungspegeln größer oder gleich 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts bestimmt.

Bei der Ermittlung und Auswertung der Schutzfälle erfolgte eine Unterscheidung der Gebäude nach Tages- und Nachtnutzungen. Die Berücksichtigung von Außenwohnbereichen ist im vorliegenden Fall nicht erforderlich, da die Immissionsgrenzwerte für den Tagesabschnitt überall eingehalten werden (siehe weiter unten im Text und Anlage 3.2). Vielmehr werden die Immissionsgrenzwerte tags an den Gebäudefassaden um etwa 3 dB(A) und mehr unterschritten.

Die Ergebnisse für die untersuchten Lärmschutzvarianten und die ermittelten Kosten sind in der Anlage 3.2 zusammengestellt. Neben einer Gesamtauswertung für den Bereich der eingleisigen Anschlussstrecke sind auch die räumlichen Verteilungen der verbleibenden Schutzfälle und der Schutzfällen mit Beurteilungspegeln von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts und höher dargestellt.

In der Anlage 3.4 befindet sich eine Gegenüberstellung der Lärmschutzvarianten mit einem Vergleich der maximalen bzw. mittleren Pegelminderungen. Grundlage der Ermittlung sind die Beurteilungspegel der Gebäude, an denen ein genereller Anspruch auf Lärmschutz sowie eine sichtbare Wirkung der Lärmschutzmaßnahmen vorhanden ist. Diese Betrachtung wurde jeweils tags und nachts durchgeführt. Da im vorliegenden Fall keine Ansprüche tags vorhanden sind, werden Pegelminderungen für den Tagzeitraum nicht angegeben. Am Tage sind jedoch vergleichbare Pegelminderungen wie nachts zu erwarten.

In Anlage 4.3 ist eine detaillierte Aufschlüsselung der Zusammensetzung der Kosten der einzelnen Lärmschutzvarianten zu finden.

Eine flächendeckende Darstellung der Beurteilungspegel tags und nachts für die Variante V0 (ohne Lärmschutzmaßnahmen) ist in Anlage 6.1 dargestellt.

Die Beurteilungspegel an den maßgebenden Gebäuden ohne aktiven Lärmschutz (Variante V0) sowie unter Berücksichtigung der untersuchten Lärmschutzvarianten (inkl. des Lärmschutzkonzeptes) sind in der Unterlage 15.2.2.3 (tags) und 15.2.2.4 (nachts) enthalten. Angegeben ist der Beurteilungspegel am lautesten Fassadenpunkt (bezogen auf Variante V0) in jedem geprüften Geschoss.

Ohne Lärmschutzmaßnahmen (Variante V0) sind für den Prognose-Planfall folgende Ergebnisse festzuhalten:

- Tags werden die jeweiligen Immissionsgrenzwerte überall eingehalten. Dementsprechend treten auch keine Überschreitungen von 70 dB(A) auf.
- Nachts ergeben sich insgesamt 110 Schutzfälle mit Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte. Beurteilungspegel von 60 dB(A) werden bei 12 Schutzfällen erreicht.

Eine Überprüfung der Beurteilungspegel an der Bebauung unmittelbar südlich des PFA 6 zeigt, dass sich dort bedingt durch die große Entfernung zur Schienenstrecke keine Ansprüche auf Lärmschutz aufgrund von Emissionen aus dem PFA 6 ergeben. Auf eine detaillierte Darstellung wird verzichtet.

Die Beurteilungspegel werden maßgeblich durch die Emissionen von der Fehmarnsundbrücke bestimmt, da für die bestehende Brücke ein Zuschlag von 12 dB(A) zu vergeben ist. Bauliche Maßnahmen am Gleis, eine Entdröhnung durch den Einbau von Unterschottermatten oder die Installation von Lärmschutzwänden/niedrigen Schallschutzwänden sind für das bestehende Bau-

werk aus statischen Gründen nicht möglich (s. Anlage 4.1.2). Das BüG kann auf der Fehmarnsundbrücke umgesetzt werden.

Für den Vollschutz der schutzbedürftigen Wohnbebauung durch aktive Lärmschutzmaßnahmen ist die Errichtung eines zusätzlichen Brückenbauwerks entlang der bestehenden Fehmarnsundbrücke zur Installation von Lärmschutzwänden auf einer Länge von mindestens ca. 500 m erforderlich. Außerdem muss die Maßnahme BüG im Bereich der bestehenden Fehmarnsundbrücke auf einer Länge von ca. 2.993 m (Summe über alle Gleise) umgesetzt werden. Die Kosten für das zusätzliche Brückenbauwerk belaufen sich auf ca. 22,3 Mio. € (s. Anlage 4.1.2), während die Kosten für die 2,5 m hohe Lärmschutzwand etwa 1,2 Mio. € betragen. Unter der Berücksichtigung der Kosten für die Maßnahme BüG von ca. 0,8 Mio. € ergeben sich für den Vollschutz Gesamtkosten von mindestens ca. 24,3 Mio. € bzw. 220.000 € je gelöstem Schutzfall.

Aufgrund des erheblichen Aufwandes und der damit einhergehenden hohen Kosten wird der Vollschutz hier nicht als eigenständige, maßgebende Variante in der Variantenuntersuchung aufgelistet. Außerdem wird die Errichtung der neuen Brückenbauwerke in der folgenden Variantenuntersuchung nicht weiter berücksichtigt.

Zur Lösung möglichst vieler Schutzfälle ohne den Bau eines zusätzlichen Brückenbauwerks (Maximalschutz, Variante Vmax) ist eine 4 m hohe Lärmschutzwand auf einer Gesamtlänge von ca. 285 m in Kombination mit der Maßnahme BüG auf einer Länge von etwa 2.990 m (Summe über alle Gleise, Wert um Überscheidungen aus den Teilbereichen korrigiert) erforderlich. Es verbleiben noch 18 Schutzfälle nachts. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht. Die verbleibenden Schutzfälle können auch mit höheren Lärmschutzwänden oder der zusätzlichen Verwendung von Schienenstegdämpfern nicht gelöst werden. Die Kosten für diese Maximalschutzvariante betragen insgesamt etwa 1,7 Mio. € bzw. 18.900 € je gelöstem Schutzfall. Im Vergleich zum Vollschutz lassen sich folglich 22,6 Mio. € bzw. 1,3 Mio. € je gelöstem Schutzfall einsparen. Diese Kosten sind zum Lösen von 18 Schutzfällen nicht verhältnismäßig, insbesondere da keine Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich von 60 dB(A) nachts und mehr erreicht werden.

Die Variantenprüfung umfasst weiterhin aktive Lärmschutzmaßnahmen, die im gesamten PFA 6 zugrunde gelegt wurden, um die jeweils möglichen maximalen Minderungen aufzuzeigen („fiktive“ Varianten V1, V5, V8, V9, V10, V11, V12). Diese Varianten dienen nur der Orientierung und blieben für die konkrete Kostenauswertung unberücksichtigt.

Durch aktive Lärmschutzmaßnahmen ohne Einbeziehung der Fehmarnsundbrücke lassen sich nur geringe Pegelminderungen erzielen (Varianten V1, V8, V9, V10, V11, V12), sodass dadurch auch nur wenige Schutzfälle gelöst werden können. Lediglich die Maßnahme BüG (Variante V5) kann wesentliche Pegelminderungen bewirken, weshalb sich die Detailprüfung der Lärmschutzmaßnahmen hier auf das BüG beschränkt. Somit wurde nur die Maßnahme BüG abschnittsbezogen eingekürzt, wobei keine zusätzlichen Schutzfälle auftreten.

Durch die Anwendung der Maßnahme BüG (Variante V5\_1) bleiben 22 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr sind hingegen nicht zu erwarten. Die Maßnahme BüG muss hierfür auf einer Länge von etwa 2.990 m (Summe über alle Gleise, Wert um Überscheidungen aus den einzelnen Teilbereichen korrigiert) umgesetzt werden. Es ergeben sich Kosten von insgesamt ca. 823.300 € bzw. 9.400 € je gelöstem Schutzfall.

Durch den Verzicht des Schutzes eines einzelnen Gebäudes (Variante LSK), kann die Länge der Maßnahme BüG auf ca. 1.411 m verringert werden. Die zugehörigen Kosten betragen insgesamt etwa 408.600 Mio. € bzw. 4.700 € je gelöstem Schutzfall. Es verbleiben noch 23 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr sind nicht zu erwarten. Die Zusatzkosten im Vergleich zur Variante V5\_1 von mehr als 400.000 € sind für das Lösen eines einzelnen Schutzfalles nicht verhältnismäßig.

Die detaillierten Ergebnisse für die jeweiligen Teilbereiche sind in den nachfolgenden Unterkapiteln genauer beschrieben. Die Beurteilungspegel und die Minderungen für die maßgebenden Gebäude sind in der Unterlage 15.2.2 dargestellt, wobei für jedes geprüfte Gebäude je Geschoss der lauteste Fassadenpunkt ausgewählt wurde (bezogen auf Variante V0). Dabei wurden die Beurteilungspegel tags (Unterlage 15.2.2.3) und nachts (Unterlage 15.2.2.4) getrennt angegeben.

### **6.5.2 Teilbereich Südwest: Bereich Straße „Strukkamp“ und Campingplatz Strukkamphuk**

In diesem Teilbereich westlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan Unterlage 15.3.1.1) liegen einige Einzelgebäude am Südufer von Fehmarn an der Straße „Strukkamp“ (s. Lageplan Unterlage 15.3.2.9) sowie der Campingplatz Strukkamphuk (s. Lageplan Unterlage 15.3.2.8). Für die Einzelgebäude im Außenbereich wird der Schutzanspruch eines Mischgebietes zugrunde gelegt. Für den Campingplatz liegt ein Bebauungsplan vor, welcher das Gebiet als Sondergebiet Camping bzw. Wochenendplätze ausweist. Wie eingangs dargestellt (s. Kapitel 3.3), wird für den Campingplatz daher das Schutzniveau eines Mischgebietes zugrunde gelegt.

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird zum Schutz der Bebauung im Teilbereich Südwest die Maßnahme BüG auf einer Länge von ca. 961 m empfohlen.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind sieben Schutzfälle nachts zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 60 dB(A) tags und 59 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts an keinem Gebäude erreicht.

Zur Lösung aller Schutzfälle (Varianten Vmax, V5\_1, LSK) muss die Maßnahme BüG auf einer Länge von etwa 961 m umgesetzt werden. Die Kosten betragen insgesamt etwa 265.600 € bzw. 3.200 € je gelöstem Schutzfall (inkl. gelöster Schutzfälle in den Teilbereichen Südost und Süd, für die die Maßnahme ebenfalls Minderungen bewirkt).

Zur Einschätzung der Lärmbelastung auf dem Campingplatz wurden exemplarische Immissionspunkte in 2 m Höhe am Rand des Campingplatzes hinzugezogen, da auf dem Campingplatz nur vereinzelte Bebauung vorliegt. So ergeben sich ohne aktive Lärmschutzmaßnahmen am östlichen Rand des Campingplatzes Beurteilungspegel von bis zu 53 dB(A) tags und 52 dB(A) nachts.

Durch die Anwendung der Maßnahme BüG (Varianten Vmax, V5\_1, LSK), welche zum Schutz der Wohnbebauung geplant ist, ergeben sich auf dem gesamten Campingplatzgebiet Beurteilungspegel von maximal 49 dB(A) tags bzw. 48 dB(A) nachts. Die Immissionsgrenzwerte für Mischgebiete und sogar für allgemeine Wohngebiete werden somit eingehalten.

### **6.5.3 Teilbereich Südost: Bereich Fehmarnsund**

In dem Teilbereich Fehmarnsund östlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.1) befindet sich Bebauung in Misch- und Wohngebieten (s. Lagepläne der Unterlagen 15.3.2.10 und 15.3.2.11). Für die Einzelgebäude im Außenbereich wird der Schutzanspruch eines Mischgebietes zugrunde gelegt.

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird zum Schutz der Wohnbebauung im Teilbereich Südost die Maßnahme BüG auf einer Länge von ca. 1.411 m empfohlen.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind 68 Schutzfälle nachts zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 63 dB(A) tags und 61 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags nicht erreicht. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts werden bei etwa 12 Schutzfällen erreicht.

Zur Lösung möglichst vieler Schutzfälle (Variante Vmax) muss die Maßnahme BüG auf einer Länge von etwa 2.990 m (Summe über alle Gleise) in Kombination mit einer 4 m hohen Lärmschutzwand auf einer Länge von ca. 285 m umgesetzt werden. Es verbleiben noch 18 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht. Die Kosten betragen insgesamt etwa 1,7 Mio. € bzw. 18.900 € je gelöstem Schutzfall (inkl. gelöster Schutzfälle in den Teilbereichen Südwest und Süd, für die die Maßnahme ebenfalls Minderungen bewirkt).

Durch die Maßnahme BüG (Varianten V5\_1) auf einer Länge von etwa 2.990 m (Summe über alle Gleise) verbleiben 22 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht. Die Kosten betragen insgesamt etwa 823.300 € bzw. 9.400 € je gelöstem Schutzfall (inkl. gelöster Schutzfälle in den Teilbereichen Südwest und Süd, für die die Maßnahme ebenfalls Minderungen bewirkt). Diese Kosten sind verhältnismäßig. Im Vergleich zur Maximalschutzvariante Vmax lassen sich somit mehr als 900.000 € bzw. 225.000 € je gelöstem Schutzfall einsparen, was zum Lösen von vier Schutzfällen nicht verhältnismäßig ist.

Durch den Verzicht des Schutzes eines weiteren Gebäudes in Fehmarnsund (Variante LSK), kann die Länge der Maßnahme BÜG auf ca. 1.411 m verringert werden. Die zugehörigen Kosten betragen insgesamt etwa 408.600 Mio. € bzw. 4.700 € je gelöstem Schutzfall. Es verbleiben noch 23 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr sind nicht zu erwarten. Im Vergleich zur Variante V5\_1 lassen sich somit mehr als 400.000 € einsparen, was zum Lösen eines weiteren Schutzfalles nicht verhältnismäßig ist.

#### **6.5.4 Teilbereich Süd: Bereich Großenbroderfähre**

Dieser Teilbereich östlich der Schienenstrecke (s. Übersichtsplan der Unterlage 15.3.1.1) umfasst das Gebiet Großenbroderfähre auf dem Festland (s. Lageplan der Unterlage 15.3.2.12). Dort befindet sich Bebauung in Misch- und Ferienhausgebieten.

Ausgehend von den folgenden Ausführungen wird zum Schutz der Bebauung im Teilbereich Süd die Maßnahme BÜG auf einer Länge von ca. 961 m empfohlen.

Ohne baulichen Lärmschutz (Variante V0) sind 35 Schutzfälle nachts zu erwarten. Die Beurteilungspegel betragen bis zu 56 dB(A) tags und 55 dB(A) nachts. Dementsprechend werden Beurteilungspegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts nicht erreicht.

Zur Lösung aller Schutzfälle (Varianten Vmax, V5\_1, LSK) muss die Maßnahme BÜG auf einer Länge von etwa 961 m umgesetzt werden. Die Kosten betragen insgesamt etwa 265.600 € bzw. 3.200 € je gelöstem Schutzfall (inkl. gelöster Schutzfälle in den Teilbereichen Südwest und Südost, für die die Maßnahme ebenfalls Minderungen bewirkt). Diese Kosten sind verhältnismäßig.

#### **6.5.5 Ergebnisse unter Berücksichtigung der Kosten**

Da sich die Immissionsgrenzwertüberschreitungen der 110 Schutzfälle auf den Nachtabschnitt beschränken, ist abzuwägen, ob aktiver Schallschutz zwingend erforderlich ist. Der Schutz der Nachtruhe kann alternativ durch passiven Schallschutz sichergestellt werden. Aktiver Schallschutz ist demgegenüber dann zu empfehlen, wenn auch Außenwohnbereiche betroffen sind. Im vorliegenden Fall werden die Immissionsgrenzwerte tags auf allen maßgebenden Grundstücken eingehalten, sodass Außenwohnbereiche nicht betroffen sind.

Sofern im Bereich der schutzbedürftigen Wohnbebauung ein Vollschutz durch aktive Lärmschutzmaßnahmen gewährt werden soll, sind Kosten von insgesamt mindestens etwa 24,3 Mio. € bzw. ca. 220.000 € je gelöstem Schutzfall erforderlich. Im Vergleich zur Variante Vmax können mit dem Vollschutz nur 18 weitere Schutzfälle gelöst werden, weshalb die zusätzlichen Kosten von 22,6 Mio. € bzw. 1,3 Mio. € je gelöstem Schutzfall nicht verhältnismäßig sind.

Zur Abwägung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der maßgebenden Lärmschutzvarianten wurden die Kosten je gelöstem Schutzfall gegen die Anzahl der verbleibenden Schutzfälle dargestellt (vgl. Abbildung 3). Die Varianten mit durchgehenden Lärmschutzmaßnahmen im gesamten PFA 6 (Varianten V1, V5, V8, V9, V10, V11, V12) sind nicht dargestellt, da es sich hierbei um „fiktive“ Varianten handelt deren Längen nicht erforderlich sind. Die jeweiligen Pegelminderungen und die Kosten sind ergänzend in der Anlage 3.4 zusammengefasst.

Sofern im Bereich der schutzbedürftigen Wohnbebauung ohne die Errichtung neuer Brückenbauwerke ein Maximalschutz durch aktive Lärmschutzmaßnahmen gewährt werden soll (Variante Vmax), sind Kosten von insgesamt etwa 1,7 Mio. € erforderlich, was mit Kosten je gelöstem Schutzfall von etwa 18.900 € einhergeht. Selbst bei der Maximalschutzvariante bleiben noch 18 Schutzfälle ungelöst. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht.

Beim Verzicht auf den Schutz einiger weniger Betroffenen (Variante LSK) können die Kosten auf etwa 408.600 € bzw. 4.700 € je gelöstem Schutzfall verringert werden. Es verbleiben 23 Schutzfälle nachts, fünf mehr als mit der Maximalschutzvariante möglich sind. Die Zusatzkosten von etwa 1,3 Mio. € zum Schutz von nur fünf weiteren Schutzfällen ist nicht verhältnismäßig, insbesondere da Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr nicht erreicht werden. Der Schutz der verbleibenden Schutzfälle wird durch passiven Schallschutz sichergestellt. Im Bereich der Campingplätze westlich und östlich der Schienenstrecke liegen die Beurteilungspegel nachts deutlich unterhalb von 49 dB(A) nachts.

Der Einfluss von weiteren Maßnahmen (Lärmschutzwände, niedrige Schallschutzwände, Schienenstegabschirmung, Schienenstegdämpfer) ohne Einbeziehung der Fehmarnsundbrücke ist sehr gering.

### 6.5.6 Lärmschutzkonzept

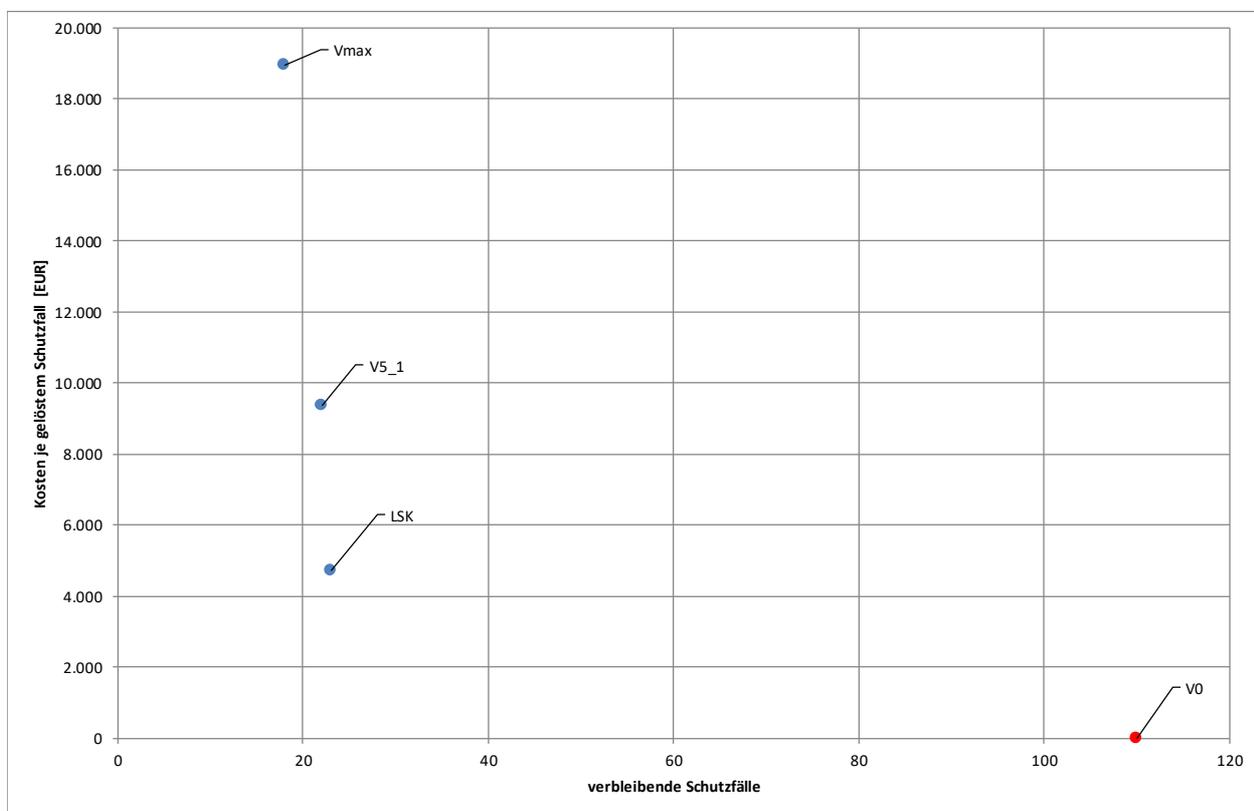
Nach technischer Prüfung der Realisierbarkeit wird ein Lärmschutzkonzept (Variante LSK) vorgeschlagen, welches folgende Lärmschutzmaßnahmen beinhaltet:

- Besonders überwachtes Gleis auf der Schienenstrecke 1100 (eingleisige Anschlussstrecke) auf einer Länge von ca. 1.411 m (Bau-km 173,058 bis Bau-km 174,469);

Die Gesamtkosten für diese Lärmschutzmaßnahme betragen etwa 408.600 €.

Unter Berücksichtigung dieser Lärmschutzmaßnahme verbleiben 23 Schutzfälle.

Abbildung 3: Kosten-Nutzen-Verhältnis der untersuchten Varianten (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)



## 7 Anspruchsermittlung auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“

### 7.1 Allgemeines

Ermittelt wird die Anspruchsberechtigung „dem Grunde nach“ auf:

- die Erstattung der notwendigen Aufwendungen für passive Schallschutzmaßnahmen, falls aktive Lärmschutzmaßnahmen nicht möglich sind, nicht ausreichen oder außer Verhältnis zum angestrebten Schutzzweck stehen,
- Entschädigung für verbleibende Beeinträchtigung der Außenwohnbereiche.

Für die Anspruchsermittlung werden zur sicheren Seite für alle berücksichtigten Immissionsorte schutzbedürftige Nutzungen tags und nachts angenommen, da zur Art der jeweiligen Nutzung in der Regel keine detaillierten Angaben vorlagen. Diese Prüfung ist Gegenstand des Entschädigungsverfahrens nach der 24. BImSchV. Lediglich für Schulen und Kindertagesstätten wird eine ausschließliche Nutzung am Tage angesetzt.

Aus der Ortsbesichtigung und den verfügbaren Luftbildern war für viele Wohngebäude insbesondere für die obersten Geschosse nicht immer ersichtlich, ob eine schutzbedürftige Nutzung vorhanden ist. In den Pegellisten sind diese Geschosse daher in der Regel mit dargestellt.

### 7.2 Ergebnisse

In diesem Abschnitt wird für das geplante Lärmschutzkonzept geprüft, in welchem Umfang noch Ansprüche auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“ verbleiben.

Die Ergebnisse der Anspruchsermittlung „dem Grunde nach“ finden sich in den Pegellisten der Unterlage 15.2.1.1 (Bereich des zweigleisigen Ausbauabschnitts) und der Unterlage 15.2.1.2 (Bereich der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke). Zur weiteren Information erfolgte für die Gebäude sowohl eine Auflistung der Ansprüche ohne aktiven Lärmschutz (Variante V0) als auch eine Auflistung verbleibender Ansprüche unter Berücksichtigung des Lärmschutzkonzeptes (Variante LSK). Eine Liste verbleibender Ansprüche (Restbetroffenheiten) ist in Unterlage 15.2.3 zu finden. Diese listet die Ansprüche aufgrund der Immissionsgrenzwertüberschreitungen durch Schienenverkehrslärm auf und beinhaltet darüberhinausgehende Ansprüche aufgrund von Beurteilungspegeln von 70 dB(A) tags bzw. 60 dB(A) nachts und mehr durch den Gesamtlärm (Schienen- und Straßenlärm). Ergänzende Rasterlärmkarten unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Lärmschutzmaßnahmen sind in der Anlage 6.2 enthalten.

Eine Übersicht der maßgebenden untersuchten Gebäude ist in den Lageplänen der Unterlage 15.3.2 enthalten. In diesen Plänen sind die Lage und Bezeichnung der berechneten Fassadenpunkte dargestellt. Sofern auch unter Berücksichtigung der vorgesehenen aktiven Maßnahmen des Lärmschutzkonzeptes (Variante LSK) noch Ansprüche auf passiven Lärmschutz „dem Grunde nach“ verbleiben, sind diese Fassadenpunkte rot dargestellt. Fassadenpunkte ohne Ansprüche auf Lärmschutzmaßnahmen sind dagegen grün eingefärbt. Weit entfernte Gebäude außerhalb der begrenzenden Grenzwertisophonen für reine und allgemeine Wohngebiete von 49 dB(A) nachts bzw. für Dorf-, Kern- und Mischgebiete von 54 dB(A) nachts wurden in den Detailplänen nicht im Einzelnen dargestellt; diese sind jedoch in den Pegellisten der Unterlage 15.2 enthalten.

Unter der zusätzlichen Berücksichtigung des Straßenverkehrslärms ergeben sich in Struckamp an drei Gebäuden aus dem Gesamtverkehrslärm Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr. Dieses sind durch den Straßenverkehrslärm begründet und verbleiben auch unter Berücksichtigung des vorgeschlagenen Lärmschutzkonzeptes bestehen. Eine Erhöhung der vorgeschlagenen Lärmschutzwand an der Schiene auf bis zu 6 m kann die Beurteilungspegel nicht auf unter 60 dB(A) mindern. Zum Schutz dieser Gebäude wird im Rahmen des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens passiver Schallschutz gewährt (vgl. Unterlage 15.2.3). Details zum Straßenverkehrs- und Gesamtverkehrslärm sind der Unterlage 15.4 zu entnehmen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im vorliegenden Planfeststellungsverfahren unter Berücksichtigung des Lärmschutzkonzeptes im Bereich des zweigleisigen Ausbauabschnitts (Teilbe-

reiche West 1-3, Ost 1-3) an vereinzelt Gebäuden noch Ansprüche auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“ verbleiben. Im Bereich der eingleisigen Anschlussstrecke inkl. der Fehmarnsundbrücke (Teilbereiche Südwest, Südost, Süd) verbleiben ebenfalls Ansprüche auf passiven Lärmschutz. Die jeweiligen Gebäude mit Ansprüchen sind im schalltechnischen Lageplan (Unterlage 15.3.2) dargestellt.

Eine tabellarische Auflistung der Gebäude mit verbleibenden Ansprüchen auf passiven Schallschutz ist in Unterlage 15.2.3 zu finden.

## 8 Zusammenfassung und Beurteilung

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung zum Planfeststellungsverfahren für den PFA 6 wurden die betriebsbedingten Schallimmissionen aus Schienenverkehrslärm nach Inbetriebnahme der Schienenanbindung der Festen Fehmarnbeltquerung ermittelt. Die Berechnung und Beurteilung erfolgen gemäß der 16. BImSchV.

Zum Schutz der von Überschreitungen der Grenzwerte der 16. BImSchV betroffenen Bebauung wurde ein Lärmschutzkonzept mit aktiven Schallschutzmaßnahmen erarbeitet.

Im gesamten PFA 6 ist mit insgesamt **130 Schutzfällen** nachts zu rechnen. Tags werden die Immissionsgrenzwerte auf allen maßgebenden Grundstücken eingehalten, sodass Außenwohnbereiche nicht betroffen sind. Weiterhin sind 13 Fälle mit Beurteilungspegeln von 60 dB(A) nachts und mehr zu erwarten, während mit Beurteilungspegeln von 70 dB(A) tags und mehr nicht zu rechnen ist.

Für den Vollschutz der schutzbedürftigen Wohnbebauung durch aktive Lärmschutzmaßnahmen ist die Errichtung eines zusätzlichen Brückenbauwerks entlang der bestehenden Fehmarnsundbrücke zur Installation von Lärmschutzwänden auf einer Länge von ca. 500 m erforderlich. Weiterhin müssen 2 m hohe Lärmschutzwände auf der Insel Fehmarn auf einer Länge von etwa 1.297 m umgesetzt werden. Hinzukommt die Maßnahme BÜG im Bereich der bestehenden Fehmarnsundbrücke auf einer Länge von ca. 2.993 m (Summe über alle Gleise). Die Kosten für diese aktiven Lärmschutzmaßnahmen belaufen sich auf insgesamt mindestens ca. 27,2 Mio. € bzw. ca. 210.000 € je gelöstem Schutzfall, was in Anbetracht zum erzielten Schutzzweck nicht verhältnismäßig ist.

Zum Lösen möglichst vieler Schutzfälle ohne den Bau eines zusätzlichen Brückenbauwerks sind Lärmschutzwände von 2-4 m Höhe auf einer Gesamtlänge von etwa 1.582 m sowie die Maßnahme BÜG auf einer Länge von ca. 2.993 m (Summe über alle Gleise) erforderlich. Es verbleiben dennoch 18 ungelöste Schutzfälle in der Ortslage Fehmarnsund. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht. Die verbleibenden Schutzfälle werden durch Emissionen von der bestehenden Fehmarnsundbrücke ausgelöst und lassen sich nur durch weitere Lärmschutzmaßnahmen auf der Fehmarnsundbrücke lösen. Dies ist aber aus statischen Gründen nicht durchführbar. Die Kosten für den maximal möglichen Schutz betragen ca. 4,6 Mio. € bzw. 41.000 € je gelöstem Schutzfall. Im Vergleich zum Vollschutz lassen sich somit ca. 22,6 Mio. € einsparen bzw. 1,3 Mio. € je gelöstem Schutzfall, was zum Lösen von 18 Schutzfällen nicht verhältnismäßig ist, insbesondere da Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich von 60 dB(A) und mehr nicht erreicht werden.

Durch den **Verzicht auf den aktiven Schutz für wenige Einzelgebäude (Lärmschutzkonzept) verbleiben 32 Schutzfälle** ungelöst. Dies sind 14 Schutzfälle mehr als mit der Maximalschutzvariante  $V_{max}$  möglich sind. Beurteilungspegel von 60 dB(A) nachts und mehr werden nicht erreicht. Die am höchsten belasteten Bereiche sind durch die Bebauung im Bereich Strukkamp, Fehmarnsund und Großenbroderfähre gegeben. Zum Schutz der Wohnbebauung in Strukkamp ist daher eine Lärmschutzwand westlich der Schienenstrecke auf einer Länge von 230 m mit einer Höhe von 2,0 m vorgesehen. Zum Schutz der Wohnbebauung in Fehmarnsund und Großenbroderfähre wird außerdem die Maßnahme BÜG auf der eingleisigen Anschlussstrecke im Bereich der Fehmarnsundbrücke auf einer Länge von ca. 1.411 m vorgeschlagen. Dabei wird der Campingplatz Strukkamphuk ebenfalls umfangreich geschützt. Auf dem gesamten Platz werden alle gesetzlichen Grenzwerte eingehalten.

Die Kosten für alle vorgeschlagenen aktiven Lärmschutzmaßnahmen betragen ca. 914.400 bzw. 9.300 € je gelöstem Schutzfall. Im Vergleich zur Maximalschutzvariante lassen sich somit ca. 3,7 Mio. € einsparen. Diese Kosten sind hier zum Lösen von nur 14 Schutzfällen nicht verhältnismäßig, insbesondere aufgrund der niedrigen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nachts von höchstens 3 dB(A) und weil Beurteilungspegel im gesundheitsgefährdenden Bereich von 60 dB(A) und mehr nicht erreicht werden.

Im PFA 6 verbleiben somit auch unter Berücksichtigung des Lärmschutzkonzeptes **noch 32 Schutzfälle**, die Anspruch auf passiven Schallschutz „dem Grunde nach“ haben. Der Schutz dieser Betroffenen wird durch ergänzenden passiven Schallschutz an den Gebäuden sicherge-

stellt. Die Abwicklung des passiven Schallschutzes und des Entschädigungsverfahrens erfolgt in einem gesonderten nachgeordneten Verfahren.

Bei einer Gesamtbetrachtung von Straßen- und Schienenverkehrslärm ergeben sich in Strukturauskamp auch unter Berücksichtigung des Lärmschutzkonzeptes an drei Gebäuden Beurteilungsspiegel von 60 dB(A) nachts und mehr. Zum Schutz dieser Gebäude wird im Rahmen des vorliegenden Planfeststellungsverfahrens passiver Schallschutz gewährt.

Für die geplanten Änderungen der Gleislagen der Strecken 1103 und 1104 ist festzustellen, dass sich keine Ansprüche auf Lärmschutz ergeben.

Bargteheide, 25. Oktober 2019

erstellt durch:



Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt  
Geschäftsführender Gesellschafter  
LAIRM CONSULT GmbH



geprüft durch:



Dr. rer. nat. Tilo Fyterer  
Projektingenieur  
LAIRM CONSULT GmbH

## 9 Quellen

### *Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien*

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432);
- [2] Baunutzungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786);
- [3] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269);
- [4] Vierundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (24. BImSchV, Schallschutzmaßnahmenverordnung) vom 4. Februar 1997 (BGBl. I Nr. 8 vom 12.02.1997 S. 172; ber. BGBl. I Nr. 33 vom 02.06.1997 S. 1253) zuletzt geändert am 23. September 1997 durch Artikel 3 der Magnetschwebbahnverordnung (BGBl. I Nr. 64 vom 25.09.1997 S. 2329);
- [5] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes, VLärmSchR 97 (VkBl 1997, S.434);
- [6] Umwelt-Leitfaden zur eisenbahnrechtlichen Planfeststellung und Plangenehmigung sowie für Magnetschwebbahnen - Stand: Dezember 2012 -, Teil VI: Schutz vor Schallimmissionen aus Schienenverkehr, Eisenbahnbundesamt;
- [7] Schreiben zur Auslegung des Begriffs „erheblicher baulicher Eingriff“, Eisenbahnbundesamt, Referat 23, 23.07.2014;
- [8] BVerwG 9 A 72.07, Urteil des 9. Senats vom 13. Mai 2009;
- [9] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV) vom Juli 2010;
- [10] DIN 18005, Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung, Juli 2002;
- [11] Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, Mai 1987;
- [12] Gesetz zum Verbot des Betriebs lauter Güterwagen (Schienenlärmschutzgesetz - SchlärmschG) vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2804);
- [13] BVerwG, Urteil vom 06.09.2018, 3 A 14/15, Rn. 19 ff;

### *Emissions-/ Immissionsberechnung*

- [14] Deutsche Bundesbahn, Bundesbahn-Zentralamt München, SCHALL 03, Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen, Ausgabe 1990;
- [15] Innovative Maßnahmen zum Lärm und Erschütterungsschutz am Fahrweg, Schlussbericht, DB Netze, 15. Juni 2012;
- [16] ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999;
- [17] DataKustik GmbH, Software, Technische Dokumentation und Ausbildung für den Immissionsschutz, München, Cadna/A® für Windows™, Computerprogramm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen im Freien, Version 2017 (32-Bit), November 2016;

### *Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen*

- [18] Gesetz zu dem Vertrag vom 3. September 2008 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich Dänemark über eine Feste Fehmarnbeltquerung, (BGBl. II Nr. 25 vom 23. Juli 2009, S. 799);
- [19] Kostenkennwertekatalog KKK, Deutsche Bahn AG, Version 2016;
- [20] Kartengrundlage: Digitale Flurkarten (DTK25, Maßstab 1:25.000 und DTK5, Maßstab 1.5.000), Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein;
- [21] Digitales Geländemodell DGM1 (Gitterweite 1 m), DGM5 (Gitterweite 5 m) und dreidimensionale Gebäudedaten (LOD1), Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein;
- [22] Zugzahlen für Prognose-Nullfall und Planfall 1, Bezugsjahr 2030, DB Netze, 27. Oktober 2017;
- [23] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, Oktober 2016;
- [24] Bebauungspläne der Stadt Fehmarn und der Gemeinde Großenbrode, im Internet verfügbar beim Kreis Ostholstein (<http://www.kreis-oh.de>), Stand Ende 2016;

## 10 Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Zusammenstellung der Nutzungen
Anlage 1.1:	Zuordnung der Immissionsgrenzwerte
Anlage 1.2:	Nutzungen aus Bebauungsplänen und Flächennutzungsplänen und Zuweisung der Immissionsgrenzwerte
Anlage 2:	Belastungen und Emissionen Schienenverkehr
Anlage 2.1:	Zugzahlen und Eingangsdaten
Anlage 2.2:	Emissionspegel gemäß Anlage 2 zur 16. BImSchV
Anlage 2.2.1	Prognose-Nullfall
Anlage 2.2.2	Prognose-Planfall
Anlage 3	Ermittlung Lärmschutzkonzept
Anlage 3.1	Auswertung der Betroffenheiten (zweigleisiger Ausbauabschnitt)
Anlage 3.2	Auswertung der Betroffenheiten (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)
Anlage 3.3	Übersicht und Pegelminderungen der maßgeblichen Varianten (zweigleisiger Ausbauabschnitt)
Anlage 3.4	Übersicht und Pegelminderungen der maßgeblichen Varianten (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)
Anlage 4	Kostenschätzung
Anlage 4.1	Kostenansätze
Anlage 4.1.1	Kostenschlüssel
Anlage 4.1.2	Kostenansätze neues Brückenwerk nahe der Fehmarnsundbrücke
Anlage 4.2	Kosten der Lärmschutzvarianten ohne passiven Schallschutz (zweigleisiger Ausbauabschnitt)
Anlage 4.3	Kosten der Lärmschutzvarianten ohne passiven Schallschutz (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)
Anlage 5	Detaillierte Lage der Lärmschutzmaßnahmen für das vorgeschlagene Lärmschutzkonzept
Anlage 6	Rasterlärmkarten, Beurteilungspegel aus Schienenverkehrslärm
Anlage 6.1	Ohne Lärmschutz (Variante V0)
Anlage 6.1.1	Beurteilungspegel tags (Variante V0)
Anlage 6.1.1.1	Beurteilungspegel tags (Variante V0), Bereich Süd
Anlage 6.1.1.2	Beurteilungspegel tags (Variante V0), Bereich Mitte
Anlage 6.1.1.3	Beurteilungspegel tags (Variante V0), Bereich Nord
Anlage 6.1.2	Beurteilungspegel nachts (Variante V0)
Anlage 6.1.2.1	Beurteilungspegel nachts (Variante V0), Bereich Süd
Anlage 6.1.2.2	Beurteilungspegel nachts (Variante V0), Bereich Mitte
Anlage 6.1.2.3	Beurteilungspegel nachts (Variante V0), Bereich Nord
Anlage 6.2	Mit Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzkonzept, Variante LSK)
Anlage 6.2.1	Beurteilungspegel tags (Lärmschutzkonzept), Bereich Süd
Anlage 6.2.2	Beurteilungspegel nachts (Lärmschutzkonzept), Bereich Süd
Anlage 7	Konformitätserklärung CadnaA Version 2017

## Anlage 1 Zusammenstellung der Nutzungen

### Anlage 1.1 Immissionsgrenzwerte nach Nutzung

Nutzung		Zu- ordnung	Immissions-	
			tags	nachts
<b>Nutzungen gemäß 16. BImSchV</b>				
KH	Krankenhaus, Altenheim, Kurheim	KH	57	47
GS	Schule	GS	57	—
WR	Reines Wohngebiet	WR	59	49
WA	Allgemeines Wohngebiet	WA	59	49
WA	Wohngebiet	W	59	49
WS	Kleinsiedlungsgebiet	WS	59	49
MI	Mischgebiet	MI	64	54
MD	Dorfgebiet	MD	64	54
MK	Kerngebiet	MK	64	54
GE	Gewerbegebiet	GE	69	59
NV	keine Schutzbedürftigkeit	NV	—	—
<b>Nutzungen, nicht in 16. BImSchV enthalten</b>				
KU	Kurgebiet	WR	59	49
WB	Besonderes Wohngebiet	WA	59	49
GI	Industriegebiet	GE	69	59
BN	Besonderer Nutzungszweck (nicht störender Gewerbebetrieb)	GE	69	59
<b>Nutzungen, nicht in 16. BImSchV enthalten: Sondergebiete</b>				
SO	Sondergebiet			
SO01	Sondergebiet (Alten- und Pflegeheim)	KH	57	47
SO02	Sondergebiet (Baumarkt)	GE	69	59
SO03	Sondergebiet (Berufsschule)	GS	57	—
SO04	Sondergebiet (Betriebswohnungen)	MI	64	54
SO05	Sondergebiet (Biogasanlage, Betriebsleiterwohnung)	GE	69	59
SO06	Sondergebiet (Biomassezentrum)	GE	69	59
SO07	Sondergebiet (Bund)	MI	64	54
SO08	Sondergebiet (Bund, Sportboothafen)	MI	64	54
SO09	Sondergebiet (Café, Restaurant)	GE	69	59
SO10	Sondergebiet (Camping)	MI	64	54
SO11	Sondergebiet (Einkaufszentrum, Kino)	GE	69	59
SO12	Sondergebiet (Gesundheit, Bildung und Fremdenbeherbergung)	MI	64	54
SO13	Sondergebiet (Einzelhandel)	MI	64	54
SO14	Sondergebiet (Ferien)	WA	59	49
SO15	Sondergebiet (Ferienhäuser)	WA	59	49
SO16	Sondergebiet (Ferienwohnungen)	MD	64	54
SO17	Sondergebiet (Freizeitpark)	NV	—	—
SO18	Sondergebiet (Fremdenverkehr)	WA	59	49
SO19	Sondergebiet (großflächiger Einzelhandel)	GE	69	59
SO20	Sondergebiet (Grünflächen, Dauerkleingärten)	MI	64	54
SO21	Sondergebiet (Hafen)	GE	69	59
SO22	Sondergebiet (Handel)	MI	64	54
SO23	Sondergebiet (Holstein-Therme)	GE	69	59
SO24	Sondergebiet (Hotel, Restaurant)	MI	64	54
SO25	Sondergebiet (Kindergarten, Jugendfreizeitheim)	WA	59	49
SO26	Sondergebiet (Klinik)	KH	57	47
SO27	Sondergebiet (Krankenhaus)	KH	57	47
SO28	Sondergebiet (Kreisjugendheim)	WA	59	49
SO29	Sondergebiet (Kurgebiet)	WR	59	49
SO30	Sondergebiet (Kurgebiet, Ferienwohnungen)	WR	59	49
SO31	Sondergebiet (Landeskrankenhaus)	KH	57	47
SO32	Sondergebiet (Museum)	GE	69	59
SO33	Sondergebiet (Nahversorgungszentrum)	GE	69	59

Nutzung		Zu- ordnung	Immissions- grenzwert in dB(A)	
			tags	nachts
SO34	Sondergebiet (nicht störender Gewerbebetrieb)	GE	69	59
SO35	Sondergebiet (Rehabilitation, Wohnen)	WR	59	49
SO36	Sondergebiet (Reitanlage)	NV	—	—
SO37	Sondergebiet (Restaurant)	GE	69	59
SO38	Sondergebiet (Schützenhaus)	NV	—	—
SO39	Sondergebiet (Seniorenheim)	KH	57	47
SO40	Sondergebiet (SO-Biogas, Betriebsleiterwohnung)	GE	69	59
SO41	Sondergebiet (Sport)	NV	—	—
SO42	Sondergebiet (Sport und Freizeit)	NV	—	—
SO43	Sondergebiet (Sport- und Freizeitzentrum)	NV	—	—
SO44	Sondergebiet (strandbezogene Dienstleistungen)	MI	64	54
SO45	Sondergebiet (Straßenmeisterei)	GE	69	59
SO46	Sondergebiet (Tankstelle)	GE	69	59
SO47	Sondergebiet (Tennis)	NV	—	—
SO48	Sondergebiet (Tennis und Ferien)	NV	—	—
SO49	Sondergebiet (Verbrauchermarkt)	GE	69	59
SO50	Sondergebiet (Verwaltung)	MI	64	54
SO51	Sondergebiet (Wochenendhausgebiet)	WA	59	49
SO52	Sondergebiet (Gesundheit)	MI	64	54
SO53	Sondergebiet (Meereskunde, Wohnungen für Personal erlaubt)	GE	69	59
SO54	Sondergebiet (Recyclinghof, Betriebsleiterwohnungen)	MI	64	54
SO55	Sondergebiet (Werft)	GE	69	59
SO56	Sondergebiet (Ferienwohnungen+Landwirtschaft)	MD	64	54
SO57	Sondergebiet (Sportboothafen)	MI	64	54
SO58	Sondergebiet (Sportboothafen, Ferienhäuser)	WA	59	49
SO59	Sondergebiet (Zukunftspark)	MI	64	54
<b>Nutzungen, nicht in 16. BImSchV enthalten: Flächen für Gemeinbedarf</b>				
GM	Fläche für Gemeinbedarf			
GM01	Fläche für Gemeinbedarf (Amtsgericht)	MI	64	54
GM02	Fläche für Gemeinbedarf (Bauhof)	GE	69	59
GM03	Fläche für Gemeinbedarf (Berufsschule)	GS	57	—
GM04	Fläche für Gemeinbedarf (BHKW)	NV	—	—
GM05	Fläche für Gemeinbedarf (Brandungsbad)	NV	—	—
GM06	Fläche für Gemeinbedarf (Feuerwehr)	GE	69	59
GM07	Fläche für Gemeinbedarf (Finanzamt)	MI	64	54
GM08	Fläche für Gemeinbedarf (Försterei)	MI	64	54
GM09	Fläche für Gemeinbedarf (Gemeinde)	MI	64	54
GM10	Fläche für Gemeinbedarf (Kindergarten)	GS	57	—
GM11	Fläche für Gemeinbedarf (Kindergarten, Kirche)	GS	57	—
GM12	Fläche für Gemeinbedarf (Kirche)	MI	64	54
GM13	Fläche für Gemeinbedarf (Kirche, Rathaus, Verwaltung)	MI	64	54
GM14	Fläche für Gemeinbedarf (Kreisberufsschule)	GS	57	—
GM15	Fläche für Gemeinbedarf (Kultur)	GE	69	59
GM16	Fläche für Gemeinbedarf (Museum)	GE	69	59
GM17	Fläche für Gemeinbedarf (öffentliche Verwaltung)	MI	64	54
GM18	Fläche für Gemeinbedarf (Polizei)	MI	64	54
GM19	Fläche für Gemeinbedarf (Post)	GE	69	59
GM20	Fläche für Gemeinbedarf (Post, Schlesweg)	GE	69	59
GM21	Fläche für Gemeinbedarf (Schule)	GS	57	—
GM22	Fläche für Gemeinbedarf (Schule, Ausbildungsstätte)	GS	57	—
GM23a	Fläche für Gemeinbedarf (Schule)	GS	57	—

Nutzung		Zu- ordnung	Immissions- grenzwert in dB(A)	
			tags	nachts
GM23b	Fläche für Gemeinbedarf (Gemeinde, Feuerwehr)	MI	64	54
GM24	Fläche für Gemeinbedarf (Schulungs-, Ausbildungsheim)	GS	57	—
GM25	Fläche für Gemeinbedarf (Sozialen Zwecken dienende Einrichtung)	MI	64	54
GM26	Fläche für Gemeinbedarf (Sport)	NV	—	—
GM27	Fläche für Gemeinbedarf (Friedhof)	MI	64	54

## Anlage 1.2 Nutzungen aus Bebauungsplänen und Flächennutzungsplänen und Zuweisung der Immissionsgrenzwerte

Ort	Bez.	Plan	Nutzung	Zuordnung	Immissionsgrenzwert in dB(A)		
					tags	nachts	
Avendorf	ng001	F-Pl. 15. Änd. TB2 Aufst	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Avendorf	ng002	F-Pl. 15. Änd. TB2 Aufst	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Avendorf	ng003	F-Pl. 15. Änd. TB2 Aufst	Wohngebiet	W	W	59	49
Avendorf	ng004	F-Pl.	Wohngebiet	W	WA	59	49
Avendorf	ng005	F-Pl.	Wohngebiet	W	WA	59	49
Avendorf	ng006	F-Pl.	Wohngebiet	W	WA	59	49
Avendorf	ng007	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng008	Außenbereich TGP	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng009	B-Pl. 17	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Bannedorf	ng010	B-Pl. 17	Wohngebiet	W	W	59	49
Bannedorf	ng011	B-Pl. 4	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng012	B-Pl. 4	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng013	B-Pl. 4	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng014	B-Pl. 5	Reines Wohngebiet	WR	WR	59	49
Bannedorf	ng015	B-Pl. 6	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Bannedorf	ng016	B-Pl. 6	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Bannedorf	ng017	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng018	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng019	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng020	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng021	F-Pl.	Fläche für Gemeinbedarf (Kirche)	GM12	MI	64	54
Bannedorf	ng022	F-Pl.	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Bannedorf	ng023	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng024	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng025	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng026	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng027	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng028	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng029	F-Pl.	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Bannedorf	ng030	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng031	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng032	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng033	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng034	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng035	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Bannedorf	ng036	F-Pl.	Wohngebiet	W	W	59	49
Bannedorf	ng037	F-Pl.	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Blieschendorf	ng038	B-Pl. 131 FE S.-beschl	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Blieschendorf	ng039	B-Pl. 131 FE S.-beschl	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Blieschendorf	ng040	F-Pl. 27.Änd	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng041	Außenbereich TGP	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng042	B-Pl. 29	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng043	B-Pl. 29	Reines Wohngebiet	WR	WR	59	49
Burg	ng044	B-Pl. 31 2.Änd	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng045	B-Pl. 31 2.Änd	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Burg	ng046	B-Pl. 31 2.Änd	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Burg	ng047	B-Pl. 31 2.Änd	Sondergebiet (Einzelhandel)	SO13	MI	64	54
Burg	ng048	B-Pl. 60 1.Änd. Aufstellung	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng049	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Burg	ng050	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Burg	ng051	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Burg	ng052	F-Pl. 65.Änd	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng053	F-Pl. 65.Änd	Wohngebiet	W	W	59	49
Burg	ng054	F-Pl. 65.Änd	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Burg	ng055	F-Pl. 65.Änd abgeleitet	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng056	F-Pl. 65.Änd abgeleitet	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng057	F-Pl. 65.Änd abgeleitet	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng058	F-Pl. 65.Änd abgeleitet	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng059	F-Pl. 65.Änd abgeleitet	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Burg	ng060	TGP	Gewerbegebiet	GE	MI	64	54
Burg	ng061	TGP	Gewerbegebiet	GE	W	59	49
Burg	ng062	TGP	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Fehmarnsund	ng063	B-Pl. 10	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Fehmarnsund	ng064	B-Pl. 10	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Fehmarnsund	ng065	B-Pl. 10	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Fehmarnsund	ng066	B-Pl. 10	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Fehmarnsund	ng067	B-Pl. 10	Sondergebiet (Ferienwohnungen)	SO16	MD	64	54
Fehmarnsund	ng068	B-Pl. 10	Sondergebiet (Ferienwohnungen)	SO16	MD	64	54
Fehmarnsund	ng069	B-Pl. 10	Sondergebiet (Werft)	SO55	MI	64	54
Fehmarnsund	ng070	B-Pl. 10	Sondergebiet (Hotel, Restaurant)	SO24	MI	64	54
Fehmarnsund	ng071	B-Pl. 10	Sondergebiet (Werft)	SO55	MI	64	54

Ort	Bez.	Plan	Nutzung		Zuordnung	Immissionsgrenzwert in dB(A)	
						tags	nachts
Landkirchen	ng072	B-Pl. 1	Schule	GS	GS	57	—
Landkirchen	ng073	B-Pl. 1	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng074	B-Pl. 1	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng075	B-Pl. 1	Reines Wohngebiet	WR	WR	59	49
Landkirchen	ng076	B-Pl. 10 OT F-sund Entw	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng077	B-Pl. 12.1	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng078	B-Pl. 12.1	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng079	B-Pl. 12.1	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng080	F-Pl.	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Landkirchen	ng081	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Landkirchen	ng082	F-Pl.	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Landkirchen	ng083	F-Pl.	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Landkirchen	ng084	TGP	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Landkirchen	ng085	TGP	Wohngebiet	W	W	59	49
Marienleuchte	ng086	B-Pl. 2	Reines Wohngebiet	WR	WR	59	49
Marienleuchte	ng087	B-Pl. 75 OT Leuchtturm	keine Einstufung	NV	NV	—	—
Marienleuchte	ng088	B-Pl. 75 OT Leuchtturm	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Marienleuchte	ng089	B-Pl. 75 OT Leuchtturm	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Marienleuchte	ng090	F-Pl. 56.Änd	Wohngebiet	W	W	59	49
Marienleuchte	ng091	Kaserne	Sondergebiet (Bund)	SO07	MI	64	54
Mummendorf	ng092	B-Pl. 127	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Niendorf	ng093	B-Pl. 121	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Niendorf	ng094	B-Pl. 7	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Niendorf	ng095	B-Pl. 8	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Puttgarden	ng096	Außenbereich TGP	Sondergebiet (Hotel, Restaurant)	SO24	MI	64	54
Puttgarden	ng097	B-Pl. 3	Dorfgebiet	MD	MD	64	54
Puttgarden	ng098	TGP	Sondergebiet (Hotel, Restaurant)	SO24	MI	64	54
Puttgarden	ng099	TGP	Allgemeines Wohngebiet	WA	WA	59	49
Stadt Fehmarn	ng100	B-Pl. 53	Sondergebiet (Camping)	SO10	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng101	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng102	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng103	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng104	B-Pl. 60	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng105	B-Pl. 60	Mischgebiet	MI	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng106	B-Pl. 60	Mischgebiet	MI	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng107	B-Pl. 60	Sondergebiet (Einzelhandel)	SO13	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng108	B-Pl. 60 (Whg für Personal)	Sondergebiet (Meereskunde, Whg.)	SO53	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng109	B-Pl. 60	Sondergebiet (Einzelhandel)	SO13	MK	64	54
Stadt Fehmarn	ng110	B-Pl. 61 3.Änd	Sondergebiet (Handel)	SO22	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng111	B-Pl. 87 (Betriebsl.whg)	Sondergebiet (Recyclinghof, Whg.)	SO54	MI	64	54
Stadt Fehmarn	ng112	B-Pl. 88	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng113	B-Pl. 88	Gewerbegebiet	GE	GE	69	59
Stadt Fehmarn	ng114	B-Pl. 89	Sondergebiet (Gesundheit)	SO52	KH	57	47
Stadt Fehmarn	ng115	VEP 1	Sondergebiet (Zukunftspark)	SO59	MI	64	54
Strukkamphuk	ng116	B-Pl. 110	Sondergebiet (Camping)	SO10	MI	64	54
Großenbrode	ng117	F-Pl. T2	Sondergebiet (Sportboothafen)	SO57	MI	64	54
Großenbrode	ng118	F-Pl. T2	Sondergebiet (Wochenendhausgebiet)	SO51	WA	59	49

## Anlage 2 Belastungen und Emissionen Schienenverkehr

### Anlage 2.1 Zugzahlen und Eingangsdaten

#### Strecke 1100

##### Prognose 0-Fall

##### Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
RV-V	4	0	120	8_A4	1	9-Z5	5						
RV-VT	16	4	120	6_A6	1								
IC-V	4	0	120	8_A4	1	9-Z5	8						
IC-VT	14	0	120	6_A8	2								
	38	4	<b>Summe beider Richtungen</b>										

##### Planfall 1

##### Verkehrsdaten nach Schall03 gültig ab 01/2015

##### Verkehrsprognose 2030, Stand Ende 2017

Strecke 1100 Abschnitte Scharb.-Haffkrug ab Abzw. 1023, Sierksdorf, Altenkrempe, Schashagen, Beschendorf, Lensahn, Damlos, Oldenburg (Ho.), Göhl, Heringsdorf (Ho.), Neukirchen (Ho.), Großenbrode, Burg (Fmn.) West

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
GZ-E	38	17	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	30	10-Z18	7				
GZ-E	10	5	120	7-Z5_A4	1	10-Z5	30	10-Z18	7				
RV-ET	16	4	160	5-Z5_A12	2								
IC-E	3	1	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
IC-E	24	0	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
	91	27	<b>Summe beider Richtungen</b>										

##### Planfall 1

##### Verkehrsdaten nach Schall03 gültig ab 01/2015

##### Verkehrsprognose 2030, Stand Ende 2017

Strecke 1100 Abschnitt Burg (Fmn.) West - Puttgarden

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
GZ-E	37	18	100	7-Z5_A4	1	10-Z5	30	10-Z18	7				
GZ-E	10	5	120	7-Z5_A4	1	10-Z5	30	10-Z18	7				
RV-ET	16	4	160	5-Z5_A12	2								
IC-E	24	0	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
	87	27	<b>Summe beider Richtungen</b>										

## Strecke 1103

### Prognose-0-Fall

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
RV-V	4	0	120	8_A4	1	9-Z5	5						
RV-VT	16	4	120	6_A6	1								
	20	4	<b>Summe beider Richtungen</b>										

### Verkehrsdaten nach Schall03 gültig ab 01/2015

#### Planfall 1

#### Verkehrsprognose 2030, Stand Ende 2017

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
RV-ET	16	4	160	5-Z5_A12	2								
IC-E	3	1	200	7-Z5_A4	1	9-Z5	8						
	19	5	<b>Summe beider Richtungen</b>										

## Strecke 1104

### Prognose-0-Fall

Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
RV-VT	16	4	120	6_A6	1								
	16	4	<b>Summe beider Richtungen</b>										

### Verkehrsdaten nach Schall03 gültig ab 01/2015

#### Planfall 1

#### Verkehrsprognose 2030, Stand Ende 2017

Zugart-	Anzahl Züge		v_max km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
	Tag	Nacht		Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
RV-ET	16	4	160	5-Z5_A12	2								
	16	4	<b>Summe beider Richtungen</b>										

Anlage 2.2 Emissionspegel gemäß Anlage 2 zur 16. BImSchV  
Anlage 2.2.1 Prognose-Nullfall

SP		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ZE	Bezeichnung (ID)	Kilometrierung		Länge	Zu-, Aufschläge			v_max	Emissions- pegel Lw'		Emissionspegel Lw' mit Einzelmaßnahmen am Gleis							
					Brücke	Fahr- bahn	Kurve				Schienensteg- dämpfer		Schienensteg- abschirmung		BüG		Unterschotter- matten	
		von	bis		K_Br	C1	K_L		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts
		m			dB				km/h	dB(A)		dB(A)						
<b>Gleis 1100, FBQ nördlich, Richtungsgleis</b>																		
1	P01100RG58001	184.160	187.189	3.029	-	-	-	200	75,8	64,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1100, FBQ nördlich, Gegengleis</b>																		
2	P01100GG58001	184.160	187.190	3.030	-	-	-	200	75,8	64,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 6, Eingleisige Anschlussstrecke</b>																		
3	P01100EG44001	181.278	184.160	2.882	-	-	-	160	78,8	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-
4	P01100EG44002	180.401	181.278	877	-	-	-	160	76,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	P01100EG44003	175.419	180.401	4.982	-	-	-	160	78,8	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-
6	P01100EG44004	175.389	175.419	30	x	-	-	160	81,7	70,6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	P01100EG44005	174.020	175.389	1.369	-	-	-	160	78,8	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-
8	P01100EG44006	173.059	174.020	961	12	-	-	160	90,5	79,5	-	-	-	-	-	-	-	-
9	P01100EG44007	172.714	173.059	345	-	-	-	160	78,8	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 5.2, Eingleisige Anschlussstrecke</b>																		
10	P01100EG44004	172.083	172.706	623	-	-	-	160	78,8	67,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1103, PFA 6, Ausfädelung Burg Süd (eingleisig)</b>																		
11	P11103EG12001	180.401	-	165	-	-	-	80	72,1	65,6	-	-	-	-	-	-	-	-
12	P11103EG12002	180.401	-	354	-	-	x	80	74,9	68,3	-	-	-	-	-	-	-	-
13	P11103EG12003	180.401	-	160	-	-	-	80	72,1	65,6	-	-	-	-	-	-	-	-
14	P11103EG22001	180.401	-	608	-	-	-	80	73,7	68,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1104, PFA 6, Ausfädelung Burg Nord (eingleisig)</b>																		
15	P11104EG11001	181.278	-	246	-	-	-	60	67,4	64,4	-	-	-	-	-	-	-	-
16	P11104EG11002	181.278	-	324	-	-	x	60	70,1	67,1	-	-	-	-	-	-	-	-
17	P11104EG11003	181.278	-	161	-	-	-	60	67,4	64,4	-	-	-	-	-	-	-	-

**Anlage 2.2.2 Prognose-Planfall**

SP		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ZE	Bezeichnung (ID)	Kilometrierung		Länge	Zu-, Aufschläge			v_max <sup>1)</sup>	Emissions- pegel Lw'		Emissionspegel Lw' mit Einzelmaßnahmen am Gleis							
					Brücke	Fahr- bahn	Kurve				Schienensteg- dämpfer		Schienensteg- abschirmung		BüG		Unterschotter- matten	
		von	bis	K_Br	C1	K_L	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts		
		m		dB			km/h	dB(A)		dB(A)								
<b>Gleis 1100, FBQ nördlich, Richtungsgleis</b>																		
1	P11100RG58001	184.160	187.189	3.029	-	-	-	200	86,9	85,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1100, FBQ nördlich, Gegengleis</b>																		
2	P11100GG58001	184.160	187.190	3.030	-	-	-	200	86,7	85,6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 6, Richtungsgleis</b>																		
3	P11100RG58002	181.120	184.160	3.040	-	-	-	200	86,9	85,2	84,5	82,8	84,0	82,3	83,1	81,4	-	-
4	P11100RG58002a	179.997	181.120	1.123	-	-	-	200	86,7	85,0	84,3	82,6	83,8	82,2	82,9	81,2	-	-
5	P11100RG48003	175.917	179.997	4.080	-	-	-	200	87,0	85,4	84,7	83,0	84,2	82,6	83,3	81,6	-	-
6	P11100RG43004	175.455	175.917	462	-	-	-	100	85,8	84,9	83,4	82,5	83,0	82,1	82,0	81,2	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 6, Gegengleis</b>																		
7	P11100GG58002	181.120	184.160	3.040	-	-	-	200	86,7	85,6	84,4	83,2	83,9	82,8	83,0	81,8	-	-
8	P11100GG58002a	179.997	181.120	1.123	-	-	-	200	86,7	85,1	84,3	82,7	83,8	82,3	82,9	81,3	-	-
9	P11100GG48003	175.917	179.997	4.080	-	-	-	200	86,9	85,3	84,6	82,9	84,1	82,4	83,2	81,5	-	-
10	P11100GG46004	175.455	175.917	462	-	-	-	160	86,6	85,3	84,2	82,9	83,7	82,4	82,8	81,5	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 6, Anschluss an einleisige Strecke</b>																		
11	P11100EG46001	175.420	175.455	35	-	-	-	160	89,6	88,3	87,2	85,9	86,8	85,5	85,8	84,5	-	-
12	P11100EG46001a	175.390	175.420	30	x	-	-	160	92,5	91,2	90,2	88,8	89,6	88,4	88,7	87,4	89,6	88,3
13	P11100EG46001b	174.995	175.390	395	-	-	-	160	89,6	88,3	87,2	85,9	86,8	85,5	85,8	84,5	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 6, Einleisige Anschlussstrecke</b>																		
14	P11100EG46002	174.018	174.995	977	-	-	-	160	89,6	88,3	87,2	85,9	86,8	85,5	85,8	84,5	-	-
15	P11100EG46003	173.057	174.018	961	12	-	-	160	101,5	100,2	101,5	100,2	101,5	100,2	97,6	96,3	-	-
16	P11100EG46004	172.712	173.057	345	-	-	-	160	89,6	88,3	87,2	85,9	86,8	85,5	85,8	84,5	-	-
<b>Gleis 1100, PFA 5.2, Einleisige Anschlussstrecke</b>																		
17	P11100EG46005	172.085	172.712	627	-	-	-	160	89,6	88,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gleis 1103, PFA 6, Ausfädelung Burg Süd</b>																		
18	P11103EG12001	179.997	-	563	-	-	-	80	73,7	71,1	71,5	68,9	70,8	68,3	70,0	67,4	-	-
19	P11103EG12002	179.997	-	347	-	-	x	80	76,6	74,0	74,2	71,6	73,6	71,0	72,7	70,1	-	-
20	P11103EG12003	179.997	-	202	-	-	-	80	73,7	71,1	71,5	68,9	70,8	68,3	70,0	67,4	-	-
21	P11103EG22001	179.997	-	562	-	-	-	80	76,0	73,3	73,8	71,0	73,1	70,4	72,3	69,6	-	-
<b>Gleis 1104, PFA 6, Ausfädelung Burg Nord</b>																		
22	P11104EG11001	181.120	-	175	-	-	-	60	71,0	68,0	68,9	65,8	68,3	65,3	67,6	64,5	-	-
23	P11104EG11002	181.120	-	318	-	-	x	60	73,8	70,8	71,5	68,5	70,9	67,9	70,1	67,1	-	-
24	P11104EG11003	181.120	-	203	-	-	-	60	71,0	68,0	68,9	65,8	68,3	65,3	67,6	64,5	-	-

<sup>1)</sup> Die Streckengeschwindigkeit v\_max auf der Fehmarnsundbrücke (Zeile 15) wurde im vorliegenden Gutachten noch mit 160 km/h berücksichtigt. Aktuell wurde die Geschwindigkeit auf 140 km/h begrenzt. Da die Emissionen durch den Güterverkehr mit Geschwindigkeiten von 100 km/h und 120 km/h bestimmt werden, ist dieser Unterschied nicht relevant. Die Unterschiede der Emissionspegel gegenüber 140 km/h betragen 0,2 dB(A) tags und 0,1 dB(A) nachts.

## Anlage 3 Ermittlung Lärmschutzkonzept

### Anlage 3.1 Auswertung der Betroffenheiten (zweigleisiger Ausbaub Abschnitt)

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ze	Lärmschutzvariante	Anzahl Schutzfälle				Anzahl gelöster Schutzfälle mit Überschreitung Immissionsgrenzwerte			Anzahl gelöster Schutzfälle mit Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		Kosten aktiver Lärmschutz		
		Überschreitung Immissionsgrenzwerte		Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		tags	nachts	Summe	tags	nachts	gesamt	je gelöstem Schutzfall	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	Summe	tags	nachts	EUR	EUR	
<b>Zweigleisiger Ausbaub Abschnitt (Teilbereiche West 1-3 und Ost 1-3)</b>													
1	V0	ohne LS	0	20	0	1	—	—	—	—	—	—	—
2	V1	LSW (3 m)	0	0	0	0	0	20	20	0	1	—	—
3	V1_1	LSW (3 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	20	20	0	1	2.971.773	148.589
4	V5	BüG	0	3	0	0	0	17	17	0	1	—	—
5	V5_1	BüG, Teilabschnitte	0	3	0	0	0	17	17	0	1	1.256.000	73.882
6	V8	SSA	0	5	0	0	0	15	15	0	1	—	—
7	V8_1	SSA, Teilabschnitte	0	5	0	0	0	15	15	0	1	9.522.434	634.829
8	V9	SSD	0	5	0	0	0	15	15	0	1	—	—
9	V9_1	SSD, Teilabschnitte	0	5	0	0	0	15	15	0	1	14.856.960	990.464
10	V10	nSSW (0,55 m)	0	8	0	0	0	12	12	0	1	—	—
11	V10_1	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	0	8	0	0	0	12	12	0	1	11.249.792	937.483
12	V11	LSW (2 m)	0	0	0	0	0	20	20	0	1	—	—
13	V11_1	LSW (2 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	20	20	0	1	2.852.103	142.605
14	V11_2	LSW (2 m), Teilabschnitte	0	9	0	0	0	11	11	0	1	505.770	45.979
15	V12	LSW (2,5 m)	0	0	0	0	0	20	20	0	1	—	—
16	V12_1	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	20	20	0	1	2.866.272	143.314
17	Vmax	LSW (2 m), entspricht V11_1	0	0	0	0	0	20	20	0	1	2.852.103	142.605
18	LSK	LSW (2 m), entspricht V11_2	0	9	0	0	0	11	11	0	1	505.770	45.979
<b>Teilbereich West 1</b>													
19	V0_W1	ohne LS	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<b>Teilbereich West 2</b>													
20	V0_W2	ohne LS	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<b>Teilbereich West 3</b>													
21	V0_W3	ohne LS	0	11	0	1	—	—	—	—	—	—	—
22	V1_1_W3	LSW (3 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	11	11	0	1	958.986	79.916
23	V5_1_W3	BüG, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	0	3	0	0	0	8	8	0	1	777.040	70.640
24	V8_1_W3	SSA, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	0	5	0	0	0	6	6	0	1	4.822.182	535.798
25	V9_1_W3	SSD, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	0	5	0	0	0	6	6	0	1	6.873.680	981.954
26	V10_1_W3	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	0	6	0	0	0	5	5	0	1	1.755.816	351.163
27	V11_1_W3	LSW (2 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	11	11	0	1	901.590	75.133
28	V11_2_W3	LSW (2 m), Teilabschnitte angepasst	0	1	0	0	0	10	10	0	1	505.770	45.979
29	V12_1_W3	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	11	11	0	1	898.164	74.847
30	Vmax_W3	LSW (2 m), entspricht V11_1_W3	0	0	0	0	0	11	11	0	1	901.590	81.963
31	LSK_W3	LSW (2 m), entspricht V11_2_W3	0	1	0	0	0	10	10	0	1	505.770	45.979

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ze	Lärmschutzvariante	Anzahl Schutzfälle				Anzahl gelöster Schutzfälle mit Überschreitung Immissionsgrenzwerte			Anzahl gelöster Schutzfälle mit Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		Kosten aktiver Lärmschutz		
		Überschreitung Immissionsgrenzwerte		Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		tags	nachts	Summe	tags	nachts	gesamt	je gelöstem Schutzfall	
		tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	Summe	tags	nachts	EUR	EUR	
<b>Teilbereich Ost 1</b>													
32	V0_O1	ohne LS	0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—
<b>Teilbereich Ost 2</b>													
33	V0_O2	ohne LS	0	4	0	0	—	—	—	—	—	—	—
34	V1_1_O2	LSW (3 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	593.271	148.318
35	V5_1_O2	BüG, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	255.800	63.950
36	V8_1_O2	SSA, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	2.395.551	598.888
37	V9_1_O2	SSD, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	3.901.120	975.280
38	V10_1_O2	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	0	2	0	0	0	2	2	0	0	3.645.184	1.822.592
39	V11_1_O2	LSW (2 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	600.327	150.082
40	V11_2_O2	kein aktiver LS	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	—
41	V12_1_O2	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	4	4	0	0	574.236	143.559
42	Vmax_O2	LSW (2 m), entspricht V11_1_O2	0	0	0	0	0	4	4	0	0	600.327	150.082
43	LSK_O2	kein aktiver LS, entspricht V11_2_O2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	—
<b>Teilbereich Ost 3</b>													
44	V0_O3	ohne LS	0	5	0	0	—	—	—	—	—	—	—
45	V1_1_O3	LSW (3 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	1.419.516	283.903
46	V5_1_O3	BüG, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	223.160	44.632
47	V8_1_O3	SSA, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	2.304.702	460.940
48	V9_1_O3	SSD, Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	4.082.160	816.432
49	V10_1_O3	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	5.848.792	1.169.758
50	V11_1_O3	LSW (2 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	1.350.186	270.037
51	V11_2_O3	kein aktiver LS	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	—
52	V12_1_O3	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	0	0	0	0	0	5	5	0	0	1.393.872	278.774
53	Vmax_O3	LSW (2 m), entspricht V11_1_O3	0	0	0	0	0	5	5	0	0	1.350.186	270.037
54	LSK_O3	kein aktiver LS, entspricht V11_2_O3	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	—

- BüG** Besonders überwachtes Gleis
- LS** Lärmschutz
- LSW** Lärmschutzwand
- nSSW** niedrige Schallschutzwand
- SSA** Schienenstegabschirmung
- SSD** Schienenstegdämpfer

**Anlage 3.2** **Auswertung der Betroffenheiten (eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)**

Sp	1		2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
Ze	Lärmschutzvariante		Anzahl verbleibender Schutzfälle				Anzahl gelöster Schutzfälle mit Überschreitung Immissionsgrenzwerte			Anzahl gelöster Schutzfälle mit Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		Kosten aktiver Lärmschutz				
			Überschreitung Immissionsgrenzwerte		Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts						gesamt	je gelöstem Schutzfall				
			tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	Summe	tags	nachts	EUR	EUR			
<b>Eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke (Teilbereiche Südwest, Südost und Süd)</b>																
1	V0	ohne LS	0	110	0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	V1	LSW (3 m, ohne FSB)	0	104	0	10	0	6	6	0	2	—	—	—	—	—
3	V5	BüG (inkl. FSB)	0	22	0	0	0	88	88	0	12	—	—	—	—	—
4	V5_1	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Summe (Überscheidung korrigiert)	0	22	0	0	0	88	88	0	12	823.320	—	—	—	9.356
5	V8	SSA (ohne FSB)	0	108	0	11	0	2	2	0	1	—	—	—	—	—
6	V9	SSD (ohne FSB)	0	108	0	11	0	2	2	0	1	—	—	—	—	—
7	V10	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	0	108	0	11	0	2	2	0	1	—	—	—	—	—
8	V11	LSW (2 m, ohne FSB)	0	104	0	10	0	6	6	0	2	—	—	—	—	—
9	V12	LSW (2,5 m, ohne FSB)	0	104	0	10	0	6	6	0	2	—	—	—	—	—
10	Vmax	LSW (4 m, ohne FSB), BüG (inkl. FSB), Summe (Überscheidung korrigiert)	0	18	0	0	0	92	92	0	12	1.743.015	—	—	—	18.946
11	LSK	BüG (inkl. FSB), Summe (Überscheidung korrigiert)	0	23	0	0	0	87	87	0	12	408.640	—	—	—	4.697
<b>Teilbereich Südwest</b>																
12	V0_SW	ohne LS	0	7	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	V1_SW	LSW (3 m, ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
14	V5_1_SW	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südost und Süd	0	0	0	0	0	7	7	0	0	265.640	—	—	—	3.240
15	V8_SW	SSA (ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
16	V9_SW	SSD (ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
17	V10_SW	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
18	V11_SW	LSW (2 m, ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
19	V12_SW	LSW (2,5 m, ohne FSB)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—
20	Vmax_SW	BüG (inkl. FSB)	0	0	0	0	0	7	7	0	0	265.640	—	—	—	3.240
21	LSK_SW	BüG (inkl. FSB)	0	0	0	0	0	7	7	0	0	265.640	—	—	—	3.240
<b>Teilbereich Südost</b>																
22	V0_SO	ohne LS	0	68	0	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	V1_SO	LSW (3 m, ohne FSB)	0	64	0	10	0	4	4	0	2	—	—	—	—	—
24	V5_1_SO	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südwest und Süd	0	22	0	0	0	46	46	0	12	823.320	—	—	—	9.356
25	V8_SO	SSA (ohne FSB)	0	67	0	11	0	1	1	0	1	—	—	—	—	—
26	V9_SO	SSD (ohne FSB)	0	67	0	11	0	1	1	0	1	—	—	—	—	—
27	V10_SO	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	0	67	0	11	0	1	1	0	1	—	—	—	—	—
28	V11_SO	LSW (2 m, ohne FSB)	0	64	0	10	0	4	4	0	2	—	—	—	—	—
29	V12_SO	LSW (2,5 m, ohne FSB)	0	64	0	10	0	4	4	0	2	—	—	—	—	—
30	Vmax_SO	LSW (4 m, ohne FSB), BüG (inkl. FSB)	0	18	0	0	0	50	50	0	12	1.743.015	—	—	—	18.946
31	LSK_SO	BüG (inkl. FSB)	0	23	0	0	0	45	45	0	12	408.640	—	—	—	4.697

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ze	Lärmschutzvariante		Anzahl verbleibender Schutzfälle				Anzahl gelöster Schutzfälle mit Überschreitung Immissionsgrenzwerte			Anzahl gelöster Schutzfälle mit Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		Kosten aktiver Lärmschutz	
			Überschreitung Immissionsgrenzwerte		Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts							gesamt	je gelöstem Schutzfall
			tags	nachts	tags	nachts	tags	nachts	Summe	tags	nachts	EUR	EUR
<b>Teilbereich Süd</b>													
32	V0_S	ohne LS	0	35	0	0	—	—	—	—	—	—	—
33	V1_S	LSW (3 m, ohne FSB)	0	33	0	0	0	2	2	0	0	—	—
34	V5_1_S	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südwest und Südost	0	0	0	0	0	35	35	0	0	265.640	3.240
35	V8_S	SSA (ohne FSB)	0	34	0	0	0	1	1	0	0	—	—
36	V9_S	SSD (ohne FSB)	0	34	0	0	0	1	1	0	0	—	—
37	V10_S	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	0	34	0	0	0	1	1	0	0	—	—
38	V11_S	LSW (2 m, ohne FSB)	0	33	0	0	0	2	2	0	0	—	—
39	V12_S	LSW (2,5 m, ohne FSB)	0	33	0	0	0	2	2	0	0	—	—
40	Vmax_S	BüG (inkl. FSB)	0	0	0	0	0	35	35	0	0	265.640	3.240
41	LSK_S	BüG (inkl. FSB)	0	0	0	0	0	35	35	0	0	265.640	3.240

- BüG**      Besonders überwachtes Gleis
- FSB**      Fehmarnsundbrücke
- LS**        Lärmschutz
- LSW**      Lärmschutzwand
- nSSW**    niedrige Schallschutzwand
- SSA**      Schienenstegabschirmung
- SSD**      Schienenstegdämpfer

### Anlage 3.3 Übersicht und Pegelminderungen der maßgeblichen Varianten (zweigleisiger Ausbauschritt)

Variante	Lärmschutz Maßnahme	Kosten aktiver Lärmschutz					Kosten (aktiv) je gelöstem Schutzfall [EUR]	gelöste Schutzfälle			verbleibende Schutzfälle			Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		maximale Pegelminderung		mittlere Pegelminderung	
		Gesamt [EUR]	LSW [EUR]	BüG [EUR]	SSA [EUR]	SSD [EUR]		[Anzahl]		[Anzahl]		[Anzahl]		tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)		
								tags	nachts	Gesamt	tags	nachts	Gesamt					tags	nachts
V0	ohne LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	20	20	0	1	—	—	—	—
Vmax	Vollschutz, LSW (2 m)	2.852.103	2.852.103	—	—	—	142.605	0	20	20	0	0	0	0	0	—	-6,8	—	-3,9
LSK	LSW (2 m)	505.770	505.770	—	—	—	45.979	0	11	11	0	9	9	0	0	—	-6,8	—	-3,9
V1_1	LSW (3 m)	2.971.773	2.971.773	—	—	—	148.589	0	20	20	0	0	0	0	0	—	-6,6	—	-3,6
V5_1	BüG	1.256.000	—	1.256.000	—	—	73.882	0	17	17	0	3	3	0	0	—	-3,6	—	-3,1
V8_1	SSA	9.522.434	—	—	9.522.434	—	634.829	0	15	15	0	5	5	0	0	—	-3,0	—	-2,7
V9_1	SSD	14.856.960	—	—	—	14.856.960	990.464	0	15	15	0	5	5	0	0	—	-2,6	—	-2,4
V10_1	nSSW (0,55 m)	11.249.792	11.249.792	—	—	—	937.483	0	12	12	0	8	8	0	0	—	-3,8	—	-2,3
V11_1	LSW (2 m)	2.852.103	2.852.103	—	—	—	142.605	0	20	20	0	0	0	0	0	—	-6,8	—	-3,9
V11_2	LSW (2 m)	505.770	505.770	—	—	—	45.979	0	11	11	0	9	9	0	0	—	-6,8	—	-3,9
V12_1	LSW (2,5 m)	2.866.272	2.866.272	—	—	—	143.314	0	20	20	0	0	0	0	0	—	-6,5	—	-3,7

- BüG** Besonders überwachtes Gleis
- LS** Lärmschutz
- LSW** Lärmschutzwand
- nSSW** niedrige Schallschutzwand
- SSA** Schienenstegabschirmung
- SSD** Schienenstegdämpfer

**Anlage 3.4 Übersicht und Pegelminderungen der maßgeblichen Varianten  
(eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)**

Variante	Lärmschutz Maßnahme	Kosten aktiver Lärmschutz					Kosten (aktiv) je gelöstem Schutzfall [EUR]	gelöste Schutzfälle			verbleibende Schutzfälle			Beurteilungspegel größer gleich 70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts		maximale Pegelminderung		mittlere Pegelminderung	
		Gesamt [EUR]	LSW [EUR]	BüG [EUR]	SSA [EUR]	SSD [EUR]		[Anzahl]			[Anzahl]			[Anzahl]		tags dB(A)	nachts dB(A)	tags dB(A)	nachts dB(A)
								tags	nachts	Gesamt	tags	nachts	Gesamt	tags	nachts				
V0	ohne LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	110	110	0	12	—	—	—	—
Vmax	Maximalschutz, LSW (2 m, ohne FSB), BüG (inkl. FSB)	1.743.015	919.695	823.320	—	—	18.946	0	92	92	0	18	18	0	0	—	-6,3	—	-4,1
LSK	BüG (inkl. FSB)	408.640	—	408.640	—	—	4.697	0	87	87	0	23	23	0	0	—	-3,9	—	-3,6
V1	LSW (3 m, ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	6	6	0	104	104	0	10	—	-7,8	—	-0,6
V5_1	BüG (inkl. FSB)	823.320	—	823.320	—	—	9.356	0	88	88	0	22	22	0	0	—	-4,0	—	-3,8
V8	SSA (ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	2	2	0	108	108	0	11	—	-2,6	—	-0,3
V9	SSD (ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	2	2	0	108	108	0	11	—	-2,3	—	-0,3
V10	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	2	2	0	108	108	0	11	—	-3,1	—	-0,3
V11	LSW (2 m, ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	6	6	0	104	104	0	10	—	-7,2	—	-0,6
V12	LSW (2,5 m, ohne FSB)	—	—	—	—	—	—	0	6	6	0	104	104	0	10	—	-7,6	—	-0,6

- BüG** Besonders überwachtes Gleis
- FSB** Fehmarnsundbrücke
- LS** Lärmschutz
- LSW** Lärmschutzwand
- nSSW** niedrige Schallschutzwand
- SSA** Schienenstegabschirmung
- SSD** Schienenstegdämpfer

## Anlage 4 Kostenschätzung

### Anlage 4.1 Kostenansätze

#### Anlage 4.1.1 Kostenschlüssel

Bezugszeitraum	40 Jahre
----------------	----------

##### Kostenschlüssel

Lärmschutzwände	Herstellung	Ablöse	Summe	Jahre	pro Jahr	pro Bezugszeitraum
Höhe 2,0 m, je lfd. m	1.380,00 €	818,80 €	2.199,00 €	40	54,98 €	2.199,00 €
Höhe 2,5 m, je lfd. m	1.540,00 €	913,74 €	2.454,00 €	40	61,35 €	2.454,00 €
Höhe 3,0 m, je lfd. m	1.700,00 €	1.008,67 €	2.709,00 €	40	67,73 €	2.709,00 €
Höhe 4,0 m, je lfd. m	2.025,00 €	1.201,50 €	3.227,00 €	40	80,68 €	3.227,00 €

Niedrige Schallschutzwände	Herstellung	Ablöse	Summe	Jahre	pro Jahr	pro Bezugszeitraum
Höhe 55 cm, nicht kippar, je lfd. m	1.226,50 €	1.228,17 €	2.455,00 €	25	98,20 €	3.928,00 €

Maßnahme	Herstellung	Ablöse	Summe	Jahre	pro Jahr	pro Bezugszeitraum
Schienenstegdämpfer, je Gleis, je lfd. m	226,20 €	722,56 €	949,00 €	13	73,00 €	2.920,00 €
Schienenstegabschirmung, je Gleis, je lfd. m	163,70 €	612,95 €	777,00 €	13	59,77 €	2.390,77 €

Besonders überwachtes Gleis (BüG)	Summe	Überwachung pro Jahr	Jahre	pro Jahr	pro Bezugszeitraum
1.000 m je Schicht (Schleifleistung) / Gleis / m	25,00 €	1,00 €	5	6,00 €	240,00 €
Abnahme BüG (einmalige Kosten je Abschnitt)	35.000,00 €	0,00 €	40	875,00 €	35.000,00 €

## **Anlage 4.1.2 Kostenansätze neues Brückenbauwerk nahe der Fehmarnsundbrücke**

### **1. Schallschutzmaßnahmen auf der Fehmarnsundbrücke**

#### **a) Untersuchungen des Bestandsbauwerkes im Jahr 2010**

Bei der bestehenden Fehmarnsundbrücke handelt es sich um ein Bauwerk aus dem Jahr 1963. Es wurde seinerzeit nach der gültigen Brückenklasse 60 für den Straßenverkehr und dem Lastenzug S (1950) für den Eisenbahnverkehr ausgelegt.

Die Brückenklasse 60 galt für Autobahnen und auch für Sonderfahrten überschwerer Fahrzeuge. Der Lastenzug S stellte das allgemeine Lastbild dar, welches die Beanspruchung einer Eisenbahnbrücke unter damals aktuellen Schienenfahrzeugen zutreffend beschrieb.

Im ersten Schritt musste untersucht werden, ob die Bausubstanz der bestehenden Fehmarnsundbrücke technisch geeignet ist, bei den heutigen Verkehren (Anzahl und Typ/Gewicht der Fahrzeuge) weitere Bauwerke (Schallschutzwände) aufzunehmen.

Hierfür konnten die Ergebnisse der im Jahr 2010 durchgeführten Untersuchungen verwendet werden. Durchgeführt wurden Dehnungsmessungen der Fehmarnsundbrücke unter Verkehrslasten (Straße, Bahn) sowie bei Temperaturgang am Netzbogen und am 5-feldrigen Nebentragwerk. Die Ergebnisse der Messungen wurden bei der Untersuchung von Auswirkungen hinsichtlich der Änderungen von Verkehren zugrunde gelegt. Sie wurden auch bei der Ermittlung der möglichen Änderung in der Belastung zugrunde gelegt.

Bereits bei reiner Aufnahme von Verkehrslasten wurden Torsionsbeanspruchungen im Bereich des Bodenblechs des Bahnkastens festgestellt. Bei weiteren Messungen unter Parallelfahrten des Lokzuges mit Schwerlasttransporten wurde ermittelt, dass beide Hohlkästen im Bodenblechbereich als torsionsweich einzustufen sind. Das bedeutet, dass durch die einwirkenden Kräfte leichter eine schraubenförmige Verdrehung entlang der Längsachse der Brücke entstehen kann. Dabei entstehen entgegengesetzte Verdrehungen, die zu ernsthaften Schäden an der Bausubstanz führen. Brückensperrungen oder schlimmstenfalls sogar das Versagen des Bauwerks können die Folge sein, wenn diese Ergebnisse nicht entsprechend berücksichtigt werden.

Aufbauend auf der Dehnungsmessung wurde im Jahr 2014 eine statische Nachrechnung nach DB Richtlinie 805 auf Basis der aktuellen Verkehre durchgeführt. Da das Bauwerk 1963 straßenseitig für deutlich weniger Verkehr ausgelegt wurde, musste für den Straßenverkehr ein aktuelles Lastmodell (LM1 nach DIN-FB 101) angesetzt werden, das Einzellasten und Flächenlasten zur Abdeckung der meisten LKW- und PKW-Lasten abbildet.

Für die Seite der Eisenbahn wurde das Lastbild UIC71 angesetzt.

Es ist festzuhalten, dass der Ansatz des Lastmodells LM1 auf der Straßenseite eine erhebliche Erhöhung der Belastung gegenüber der ursprünglichen Bemessung für BK 60 darstellt, während die Bahnlasten dagegen annähernd gleichgeblieben sind.

Weil die statischen Nachweise unter dem heute bereits stattfindenden bestehenden Verkehr aus Straße und Eisenbahn nicht erfüllt wurden, wurden im Zuge einer Einstufungsberechnung die Straßenlasten rechnerisch soweit reduziert, dass der Eisenbahnverkehr mit der minimal erforderlichen Streckenklasse C3 (21,0 t Radsatzlast/7,2 t/m Meterlast) überführt werden konnte. Als Folge dessen wurde durch die zuständige Straßenbaubehörde die Geschwindigkeit auf der Brücke auf 50 km/h reduziert, damit geringere Schwingungen durch den fließenden Verkehr eingebracht werden und die Sicherheit des Brückenbauwerks weiterhin gewährleistet werden kann.

#### **b) Errichtung zusätzlicher Bauwerke auf der Fehmarnsundbrücke**

Die Fehmarnsundbrücke ist nach der DB-Richtlinie 807 der Windzone 4 zugeordnet. Diese Zuordnung entspricht der bauordnungsrechtlich allgemein gültigen Einstufung der Insel Fehmarn in die Windzone 4.

Die Einstufung in die Windzone 4 hat zur Folge, dass als Referenzwert für zu erwartende Windgeschwindigkeiten der höchste Wert von 30 m/s angesetzt werden muss. Aufgrund der exponierten Lage des Brückenbauwerks ist der Wert zu faktorisieren, was zu rechnerisch sehr hohen Windgeschwindigkeiten auf dem Brückenbauwerk führt. Diese Annahme lässt sich empirisch bestätigen. Regelmäßig werden derart exponierte Brücken wie die Fehmarnsundbrücke oder auch die Strelasundbrücke während eines Sturms oder Orkans für den Straßenverkehr gesperrt.

Mit der Errichtung einer Schallschutzwand auf der Fehmarnsundbrücke würde der Querschnitt der Brücke deutlich erhöht werden. Seitenwinde hätten dadurch eine vergrößerte Angriffsfläche und würden größere Kräfte (Windlasten) in das Bauwerk einbringen. Die Windlasten werden dabei so in das Bauwerk eingeleitet, dass Torsionskräfte entstehen, wodurch das Bauwerk um seine eigene Längsachse verdreht wird.

Ausgehend von der torsionsweichen Einstufung der Hohlkästen, also der schnelleren Verdrehung des Bauwerks durch entsprechende Kräfte, muss angenommen werden, dass die zusätzlichen Windlasten Torsionserscheinungen im Bauwerk hervorrufen. Bei torsionsweichen Bauwerken kann es unter Umständen zudem zu sogenannten Torsionsschwingungen kommen, bei denen ein Bauwerk aufgeschaukelt wird, was zu Brückensperrungen bis hin zu einem eventuellen Versagen des Bauwerks führen kann.

Die Errichtung einer umfangreichen Abfangkonstruktion zur Aufnahme etwaiger Torsionskräfte aus den Windlasten wird aufgrund der in Abschnitt b) benannten hohen Auslastung des Bauwerks ausgeschlossen.

### **c) Zwischenergebnis**

Nach den in den Jahren 2010 und 2014 durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen lässt sich feststellen, dass die Fehmarnsundbrücke nicht für die Errichtung einer Lärmschutzwand auf dem Bauwerk ausgelegt ist. Auch wird die Errichtung umfangreicher Abfangkonstruktionen ausgeschlossen. Es ist demnach statisch nicht möglich, eine Lärmschutzwand baulich auf der Fehmarnsundbrücke zu errichten.

## **2) Schallschutzwände auf „Brücke vor der Brücke“**

Zur wirksamen Reduzierung der Immissionsbelastung ist technisch vor dem Bestandsbauwerk ein gesondertes Brückenbauwerk inklusive einer Lärmschutzwand denkbar. Hierbei sind hinsichtlich der Abmessungen des Bauwerkes vergleichbare Bauwerksabmessungen zu wählen, da ansonsten die Schifffahrt beeinträchtigt würde.

Die Kosten für ein solches Brückenbauwerk werden überschlägig ermittelt. Es wurden dabei die folgenden Parameter angesetzt:

- Länge: bahnseitig ca. 500 m
- Breite: min. 3 m (LSW + beidseitiger Randweg mit Geländer zwecks Inspektion) <sup>1</sup>
- Stützweiten: ca. 100 m und 250 m
- Höhe Unterkante Konstruktion: bis zu 30 m (auf Höhe Schifffahrtsöffnung)
- Wiederlager an der Böschung des Bahndammes zur Fehmarnsundbrücke und im Fehmarnsund (Wasser)

Für das fiktive Bauwerk wird eine Stahlkonstruktion (Fachwerk) vorgesehen. Die Kalkulation erfolgt auf Basis der oben stehenden Parameter nach dem Kostenkennwertekatalog der DB AG. Beim Kostenkennwertekatalog handelt es sich um konzerninternes Regelwerk der DB AG, wel-

---

<sup>1</sup> Aus statischen Gesichtspunkten ist jedoch davon auszugehen, dass ein Bauwerk mit einer Breite von 3 m für die großen Stützweiten mit einer Lärmschutzwand nicht umsetzbar ist. Es ist davon auszugehen, dass bei realistischer Planung das Bauwerk breiter ausfallen wird.

ches konzernweit eine einheitliche Kostenermittlung in verschiedenen Planungsphasen sicherstellt. Die dort hinterlegten Kostenansätze basieren auf Marktpreisen aus den Bauprojekten des DB Konzerns.

Gemäß des Kostenkennwertekatalogs werden folgende Kosten angesetzt:

Basispreis mit Flachgründung [Ansatz 25-60m Stützweite]	1.026.000 € (pauschal)
Bohrpfahlgründung [Ansatz 20m]	64.640 € (pauschal)
Bohrpfahlgründung	52.330 €/Stk
Überbau [Ansatz 25-60m Stützweite]	5.560 €/m <sup>2</sup>
Faktor für schwierige Verhältnisse (Brücke)	2,00
Lärmschutzwand (Ansatz Höhe 3m, Aluminiumwand)	1700 €/m
Faktor für schwierige Verhältnisse (LSW)	1,00
<b>Planungskosten: 18% der Baukosten</b>	
<b>Risikozuschlag: 5% der Baukosten</b>	

Für das bahnseitige Bauwerk ergibt sich eine Summe von 22.308.449 Euro ohne LSW.

**Anlage 4.2** **Kosten der Lärmschutzvarianten ohne passiven Schallschutz**  
**(zweigleisiger Ausbaubereich)**

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ze	Lärmschutzvariante		Lärmschutzwand				Maßnahmen am Gleis					Summe
			Außenwand: Nord-/Westwand		Außenwand: Süd-/Ostwand		Richtungsgleis		Gegengleis		Abnahme BüG	
			Länge	Kosten	Länge	Kosten	Länge	Kosten	Länge	Kosten	Kosten	Kosten
			[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[EUR]	[EUR]
<b>Zweigleisiger Ausbaubereich (Teilbereiche West 1-3 und Ost 1-3)</b>												
1	V0	ohne LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	V1	LSW (3 m)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
3	V1_1	LSW (3 m), Teilabschnitte	354	958.986	743	2.012.787	—	—	—	—	—	2.971.773
4	V5	BüG	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
5	V5_1	BüG, Teilabschnitte	—	—	—	—	3.044	730.560	1.606	385.440	140.000	1.256.000
6	V8	SSA	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
7	V8_1	SSA, Teilabschnitte	—	—	—	—	2.246	5.369.668	1.737	4.152.766	—	9.522.434
8	V9	SSD	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
9	V9_1	SSD, Teilabschnitte	—	—	—	—	2.973	8.681.160	2.115	6.175.800	—	14.856.960
10	V10	nSSW (0,55 m)	9.165	—	9.226	—	—	—	—	—	—	—
11	V10_1	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	447	1.755.816	2.417	9.493.976	—	—	—	—	—	11.249.792
12	V11	LSW (2 m)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
13	V11_1	LSW (2 m), Teilabschnitte	410	901.590	887	1.950.513	—	—	—	—	—	2.852.103
14	V11_2	LSW (2 m), Teilabschnitte	230	505.770	—	—	—	—	—	—	—	505.770
15	V12	LSW (2,5 m)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
16	V12_1	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	366	898.164	802	1.968.108	—	—	—	—	—	2.866.272
17	Vmax	LSW (2 m), entspricht V11_1	410	901.590	887	1.950.513	—	—	—	—	—	2.852.103
18	LSK	LSW (2 m), entspricht V11_2	230	505.770	0	0	—	—	—	—	—	505.770
<b>Teilbereich West 3</b>												
19	V1_1_W3	LSW (3 m), Teilabschnitte	354	958.986	—	—	—	—	—	—	—	958.986
20	V5_1_W3	BüG, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	—	—	—	—	2.192	526.080	754	180.960	70.000	777.040
21	V8_1_W3	SSA, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	—	—	—	—	1.263	3.019.542	754	1.802.640	—	4.822.182
22	V9_1_W3	SSD, Teilabschnitte, Kosten inkl. Ost 3	—	—	—	—	1.606	4.689.520	748	2.184.160	—	6.873.680
23	V10_1_W3	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	447	1.755.816	—	—	—	—	—	—	—	1.755.816
24	V11_1_W3	LSW (2 m), Teilabschnitte	410	901.590	—	—	—	—	—	—	—	901.590
25	V11_2_W3	LSW (2 m), Teilabschnitte angepasst	230	505.770	—	—	—	—	—	—	—	505.770
26	V12_1_W3	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	366	898.164	—	—	—	—	—	—	—	898.164
27	Vmax_W3	LSW (2 m), entspricht V11_1_W3	410	901.590	—	—	—	—	—	—	—	901.590
28	LSK_W3	LSW (2 m), entspricht V11_2_W3	230	505.770	—	—	—	—	—	—	—	505.770

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ze	Lärmschutzvariante	Lärmschutzwand				Maßnahmen am Gleis						Summe
		Außenwand: Nord-/Westwand		Außenwand: Süd-/Ostwand		Richtungsgleis		Gegengleis		Abnahme BüG	Kosten	
		Länge [m]	Kosten [EUR]	Länge [m]	Kosten [EUR]	Länge [m]	Kosten [EUR]	Länge [m]	Kosten [EUR]	Kosten [EUR]		
<b>Teilbereich Ost 2</b>												
29	V1_1_O2	LSW (3 m), Teilabschnitte	—	—	219	593.271	—	—	—	—	—	593.271
30	V5_1_O2	BüG, Teilabschnitte	—	—	—	—	460	110.400	460	110.400	35.000	255.800
31	V8_1_O2	SSA, Teilabschnitte	—	—	—	—	501	1.197.775	501	1.197.775	—	2.395.551
32	V9_1_O2	SSD, Teilabschnitte	—	—	—	—	668	1.950.560	668	1.950.560	—	3.901.120
33	V10_1_O2	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	—	—	928	3.645.184	—	—	—	—	—	3.645.184
34	V11_1_O2	LSW (2 m), Teilabschnitte	—	—	273	600.327	—	—	—	—	—	600.327
35	V11_2_O2	kein aktiver LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
36	V12_1_O2	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	—	—	234	574.236	—	—	—	—	—	574.236
37	Vmax_O2	LSW (2 m), entspricht V11_1_O2	—	—	273	600.327	—	—	—	—	—	600.327
38	LSK_O2	kein aktiver LS, entspricht V11_2_O2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
<b>Teilbereich Ost 3</b>												
39	V1_1_O3	LSW (3 m), Teilabschnitte	—	—	524	1.419.516	—	—	—	—	—	1.419.516
40	V5_1_O3	BüG, Teilabschnitte	—	—	—	—	392	94.080	392	94.080	35.000	223.160
41	V8_1_O3	SSA, Teilabschnitte	—	—	—	—	482	1.152.351	482	1.152.351	—	2.304.702
42	V9_1_O3	SSD, Teilabschnitte	—	—	—	—	699	2.041.080	699	2.041.080	—	4.082.160
43	V10_1_O3	nSSW (0,55 m), Teilabschnitte	—	—	1.489	5.848.792	—	—	—	—	—	5.848.792
44	V11_1_O3	LSW (2 m), Teilabschnitte	—	—	614	1.350.186	—	—	—	—	—	1.350.186
45	V11_2_O3	kein aktiver LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
46	V12_1_O3	LSW (2,5 m), Teilabschnitte	—	—	568	1.393.872	—	—	—	—	—	1.393.872
47	Vmax_O3	LSW (2 m), entspricht V11_1_O3	—	—	614	1.350.186	—	—	—	—	—	1.350.186
48	LSK_O3	kein aktiver LS, entspricht V11_2_O3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0

- BüG** Besonders überwachtetes Gleis
- LS** Lärmschutz
- LSW** Lärmschutzwand
- nSSW** niedrige Schallschutzwand
- SSA** Schienenstegabschirmung
- SSD** Schienenstegdämpfer

**Anlage 4.3 Kosten der Lärmschutzvarianten ohne passiven Schallschutz  
(eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke)**

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ze	Lärmschutzvariante		Lärmschutzwand				Maßnahmen am Gleis					Summe
			Außenwand: Nord-/Westwand		Außenwand: Süd-/Ostwand		Richtungsgleis		Gegengleis		Abnahme BüG	
			Länge	Kosten	Länge	Kosten	Länge	Kosten	Länge	Kosten	Kosten	Kosten
			[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[m]	[EUR]	[EUR]	[EUR]
<b>Eingleisige Anschlussstrecke inkl. Fehmarnsundbrücke (Teilbereiche Südwest, Südost und Süd)</b>												
1	V0	ohne LS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	V1	LSW (3 m, ohne FSB)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
3	V5	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
4	V5_1	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Summe (Überscheidung korrigiert)	—	—	—	—	2.843	682.320	150	36.000	105.000	823.320
5	V8	SSA (ohne FSB)	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
6	V9	SSD (ohne FSB)	—	—	—	—	8.255	—	7.796	—	—	—
7	V10	nSSW (0,55 m, ohne FSB)	9.165	—	9.226	—	—	—	—	—	—	—
8	V11	LSW (2 m, ohne FSB)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
9	V12	LSW (2,5 m, ohne FSB)	9.165	—	9.227	—	—	—	—	—	—	—
10	Vmax	LSW (4 m, ohne FSB), BüG (inkl. FSB), Summe (Überscheidung korrigiert)	0	0	285	919.695	2.843	682.320	150	36.000	105.000	1.743.015
11	LSK	BüG (inkl. FSB), Summe (Überscheidung korrigiert)	—	—	—	—	1.411	338.640	0	0	70.000	408.640
<b>Teilbereich Südwest</b>												
12	V5_1_SW	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südost und Süd	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640
13	Vmax_SW	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640
14	LSK_SW	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640
<b>Teilbereich Südost</b>												
15	V5_1_SO	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südwest und Süd	—	—	—	—	2.843	682.320	150	36.000	105.000	823.320
16	Vmax_SO	LSW (4 m, ohne FSB), BüG (inkl. FSB)	—	—	285	919.695	2.843	682.320	150	36.000	105.000	1.743.015
17	LSK_SO	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	1.411	338.640	0	0	70.000	408.640
<b>Teilbereich Süd</b>												
18	V5_1_S	BüG (inkl. FSB), Teilabschnitte, Kosten inkl. Südwest und Südost	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640
19	Vmax_S	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640
20	LSK_S	BüG (inkl. FSB)	—	—	—	—	961	230.640	0	0	35.000	265.640

- BüG** Besonders überwacht Gleis
- FSB** Fehmarnsundbrücke
- LS** Lärmschutz
- LSW** Lärmschutzwand
- nSSW** niedrige Schallschutzwand
- SSA** Schienenstegabschirmung
- SSD** Schienenstegdämpfer

## Anlage 5 Detaillierte Lage der Lärmschutzmaßnahmen für das vorgeschlagene Lärmschutzkonzept

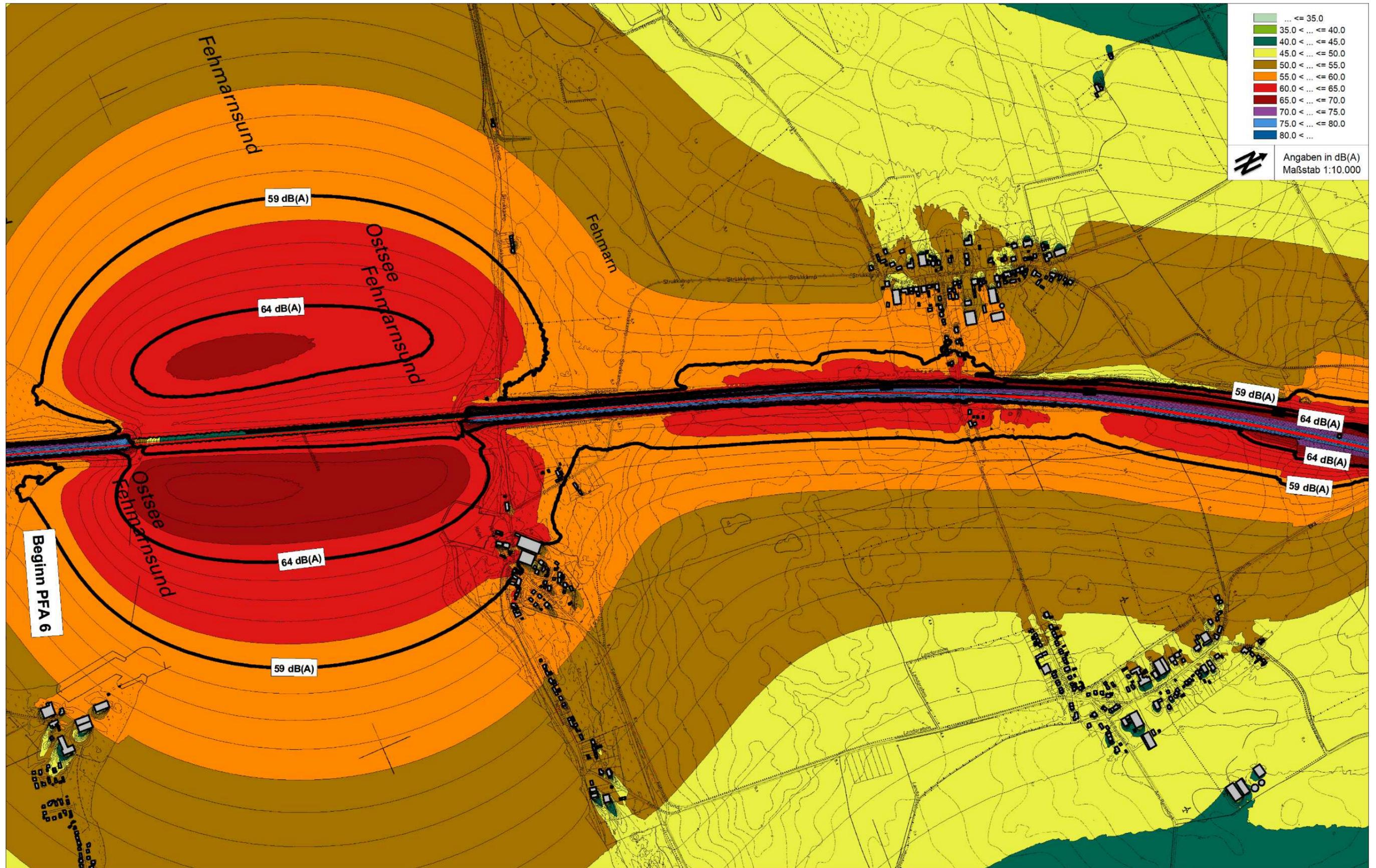
lfd. Nr.	Lärmschutzmaßnahme (Variante Lärmschutzkonzept)	Bereich	Länge	Höhe	Kosten Abnahme BüG	Kosten
			[m]	[m]	[EUR]	[EUR]
<b>Lärmschutzwände</b>						
<b>Strecke 1100, Kilometrierung Richtungsgleis</b>						
1	Nord-/Westseite (bahnlinks), Teilbereich West 3, LSW L 01 - Strukkamp	Bau-km 175,260 – 175,490	230	2	-	505.770 €
<b>Unterschottermatten</b>						
2	EÜ Strukkamp, eingleisige Anschlussstrecke	Bau-km 175,400	-	-	-	-
<b>Strecke 1100, Kilometrierung Richtungsgleis (eingleisige Anschlussstrecke)</b>						
3	Eingleisige Anschlussstrecke (inkl. Fehmarnsundbrücke), Teilbereiche Südwest, Südost, Süd	Bau-km 173,058 - 174,469	1.411	-	70.000	408.640 €
<b>Summe</b>						<b>914.410 €</b>

## **Anlage 6 Rasterlärmkarten, Beurteilungspegel aus Schienenverkehrslärm**

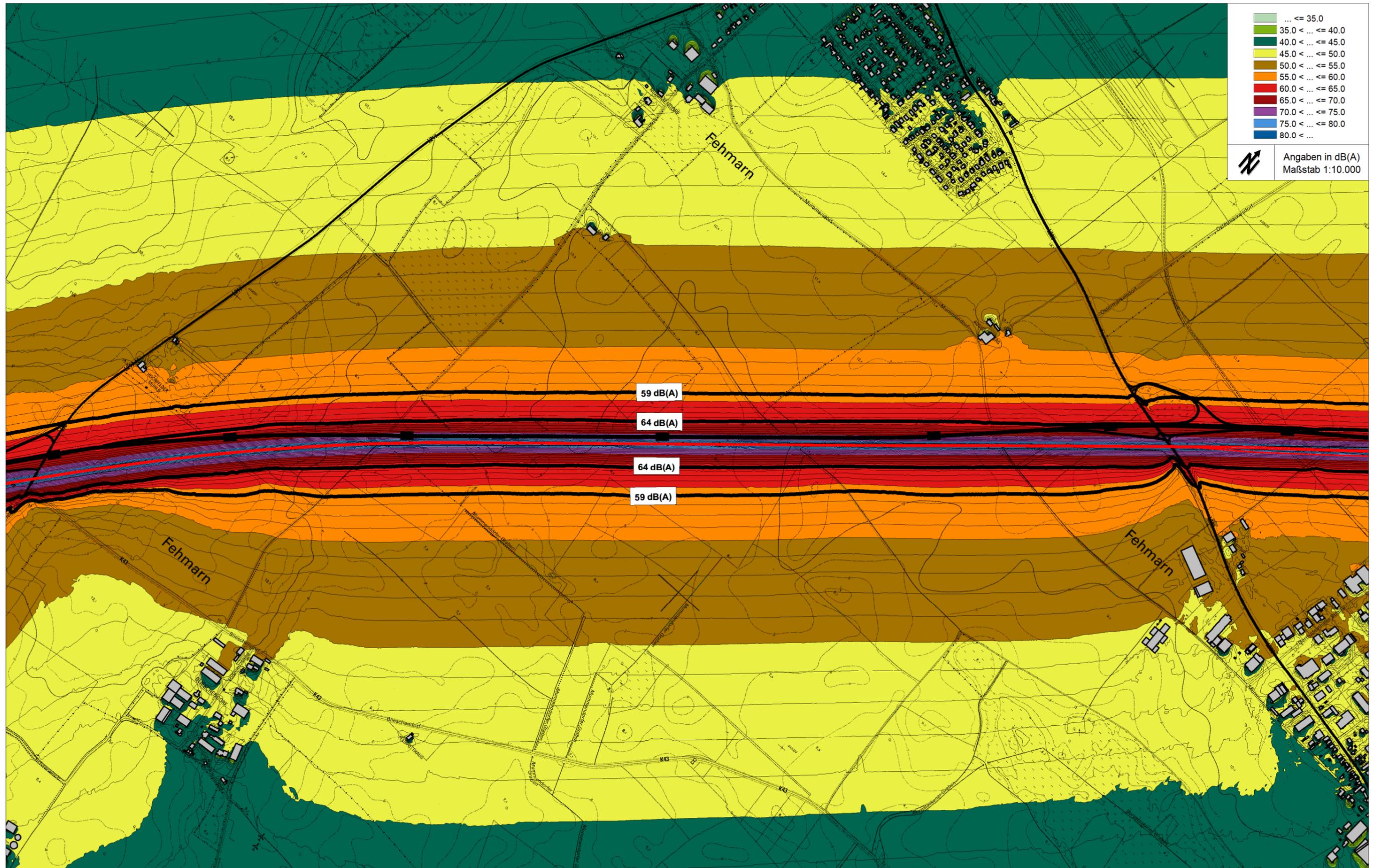
**Anlage 6.1 Ohne Lärmschutz (Variante V0)**

**Anlage 6.1.1 Beurteilungspegel tags (ohne Lärmschutz, Variante V0)**

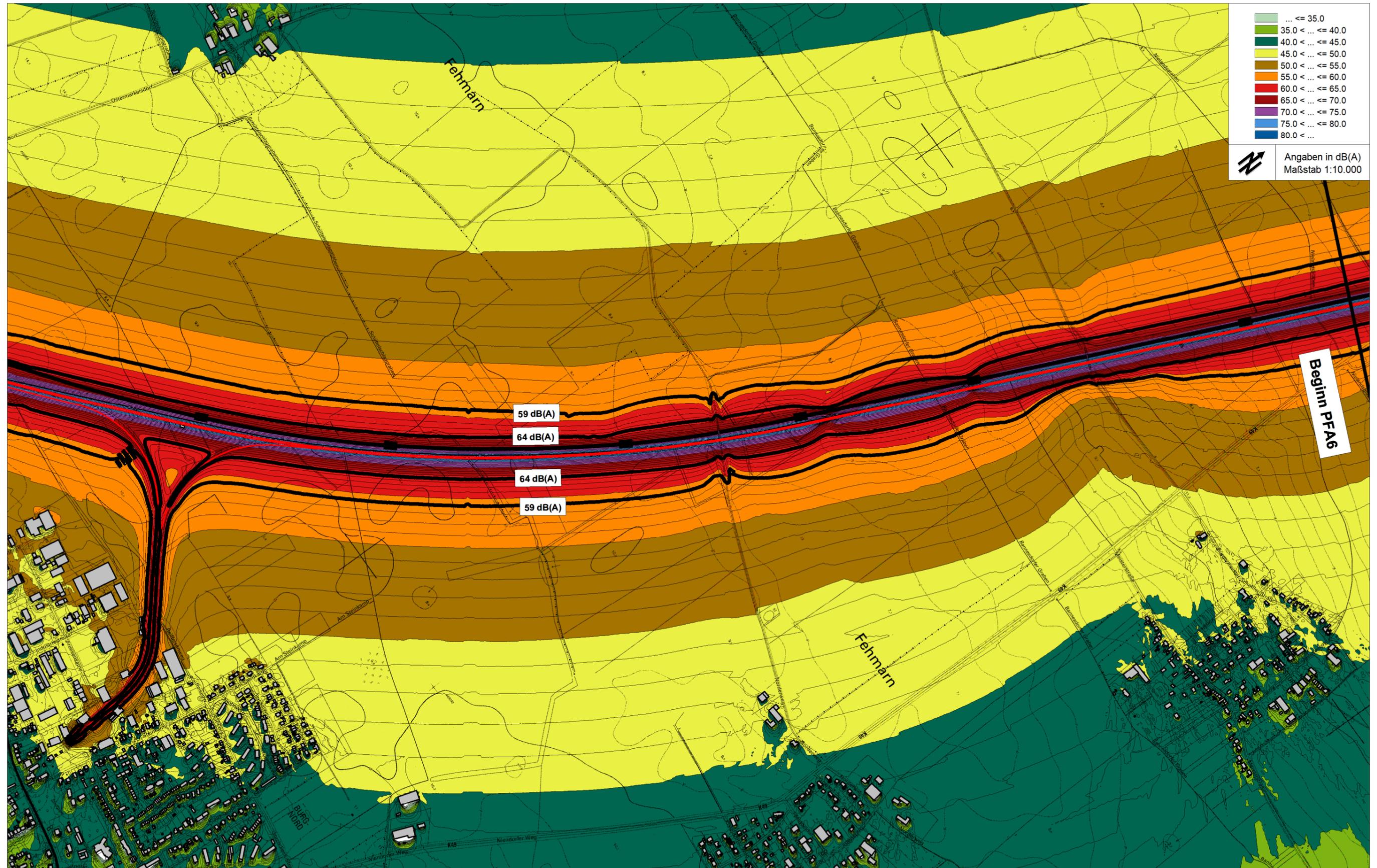
Anlage 6.1.1.1 Beurteilungspegel tags (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Süd



Anlage 6.1.1.2 Beurteilungspegel tags (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Mitte

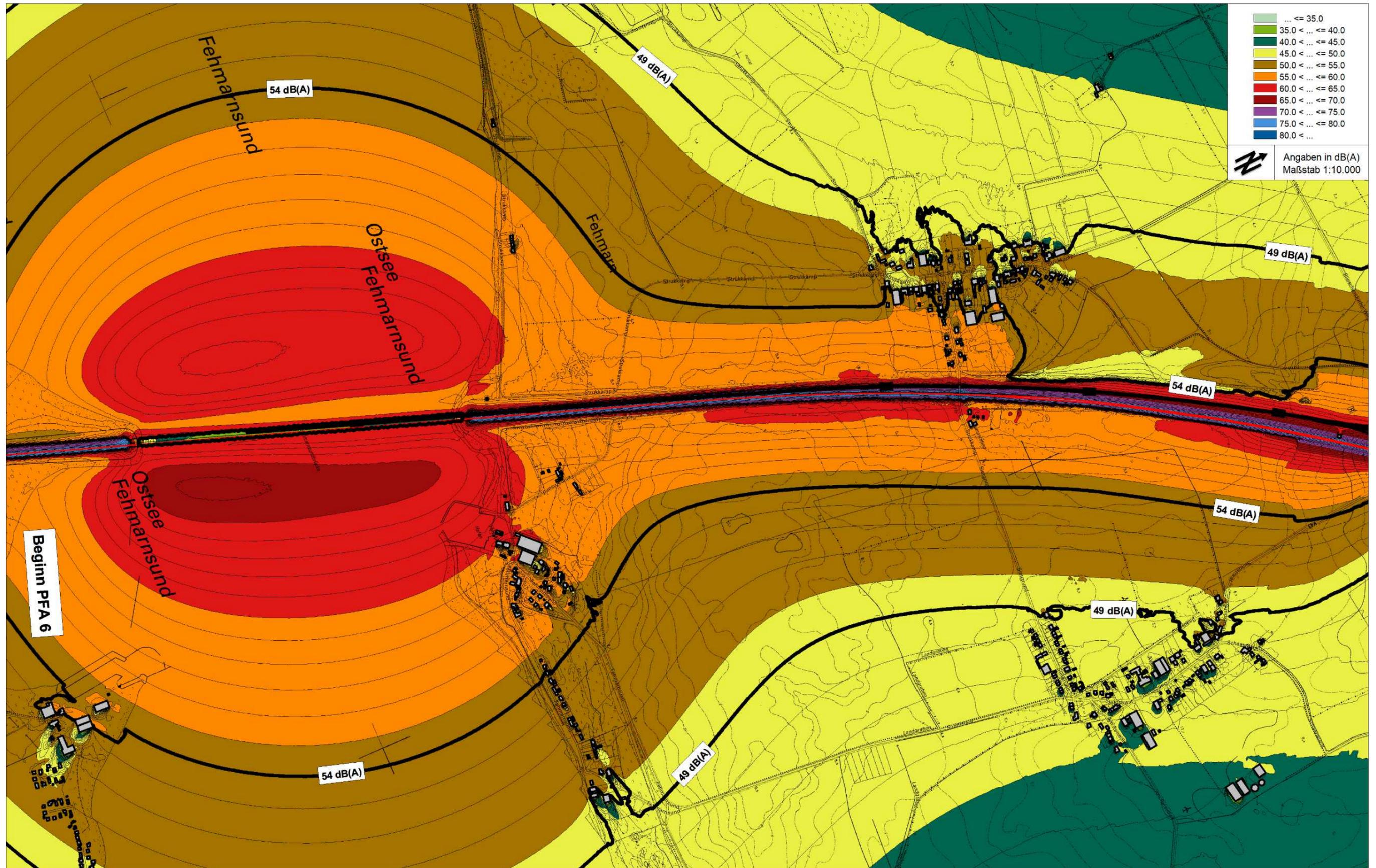


Anlage 6.1.1.3 Beurteilungspegel tags (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Nord

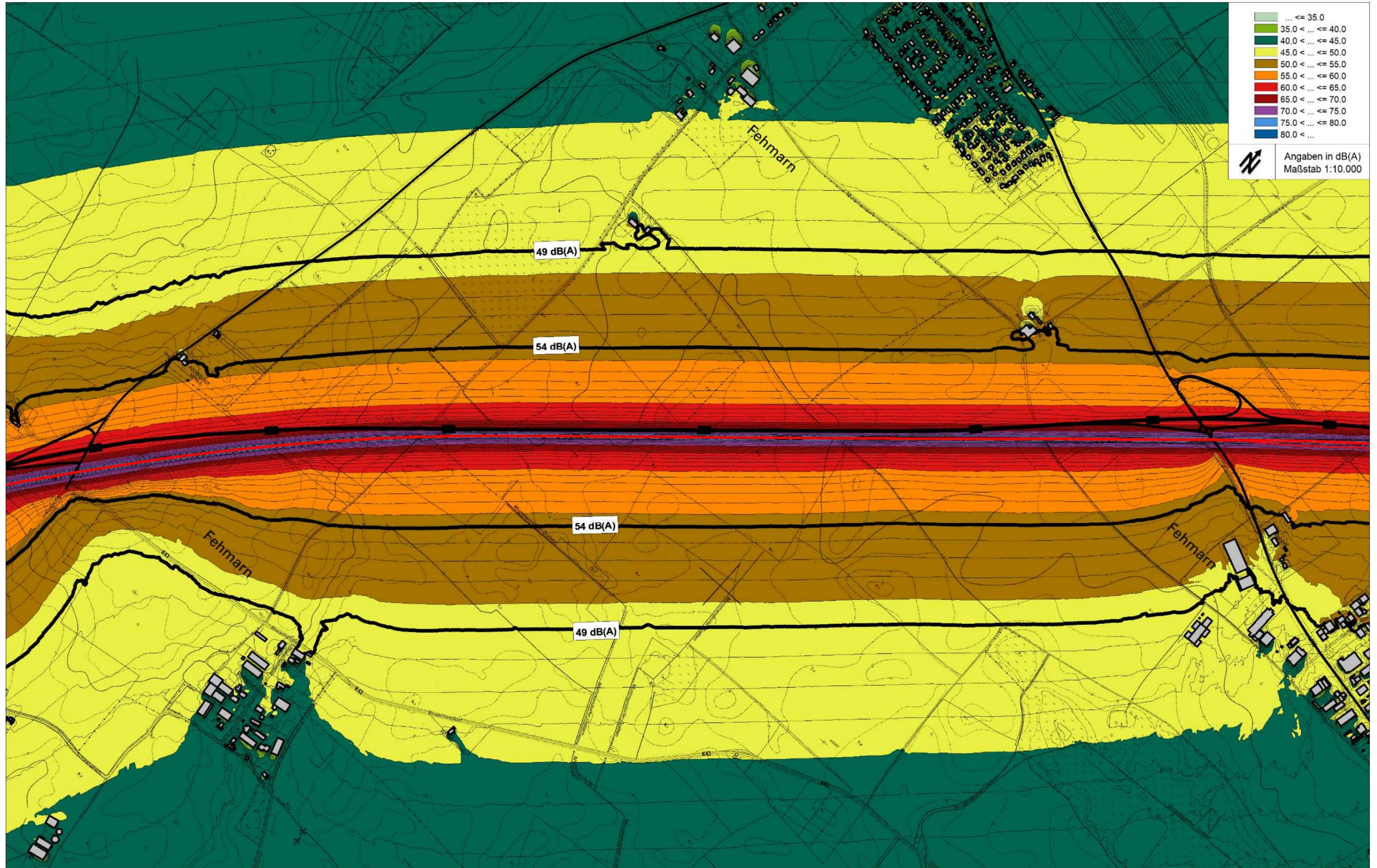


**Anlage 6.1.2 Beurteilungspegel nachts (ohne Lärmschutz, Variante V0)**

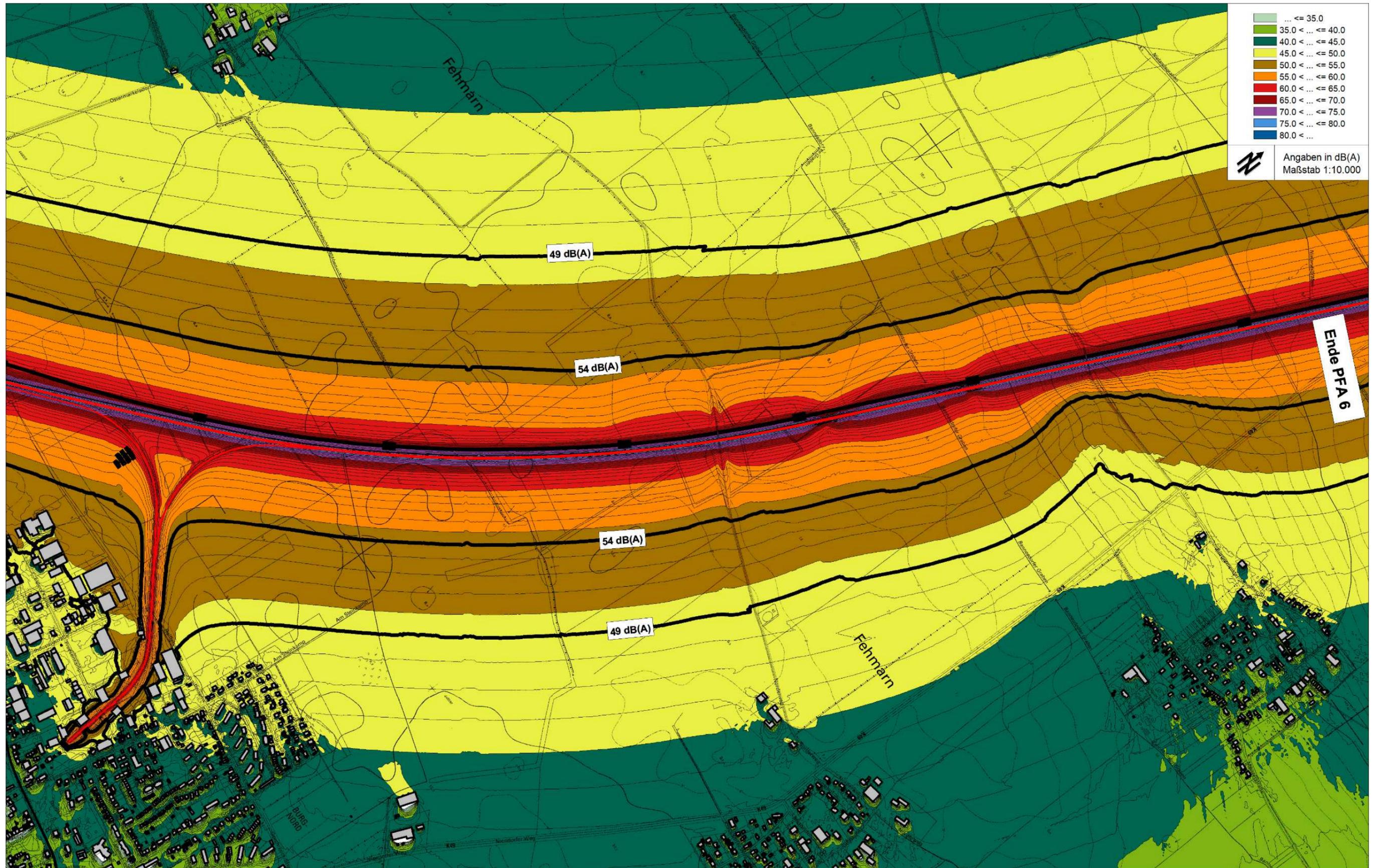
Anlage 6.1.2.1 Beurteilungspegel nachts (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Süd



Anlage 6.1.2.2 Beurteilungspegel nachts (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Mitte

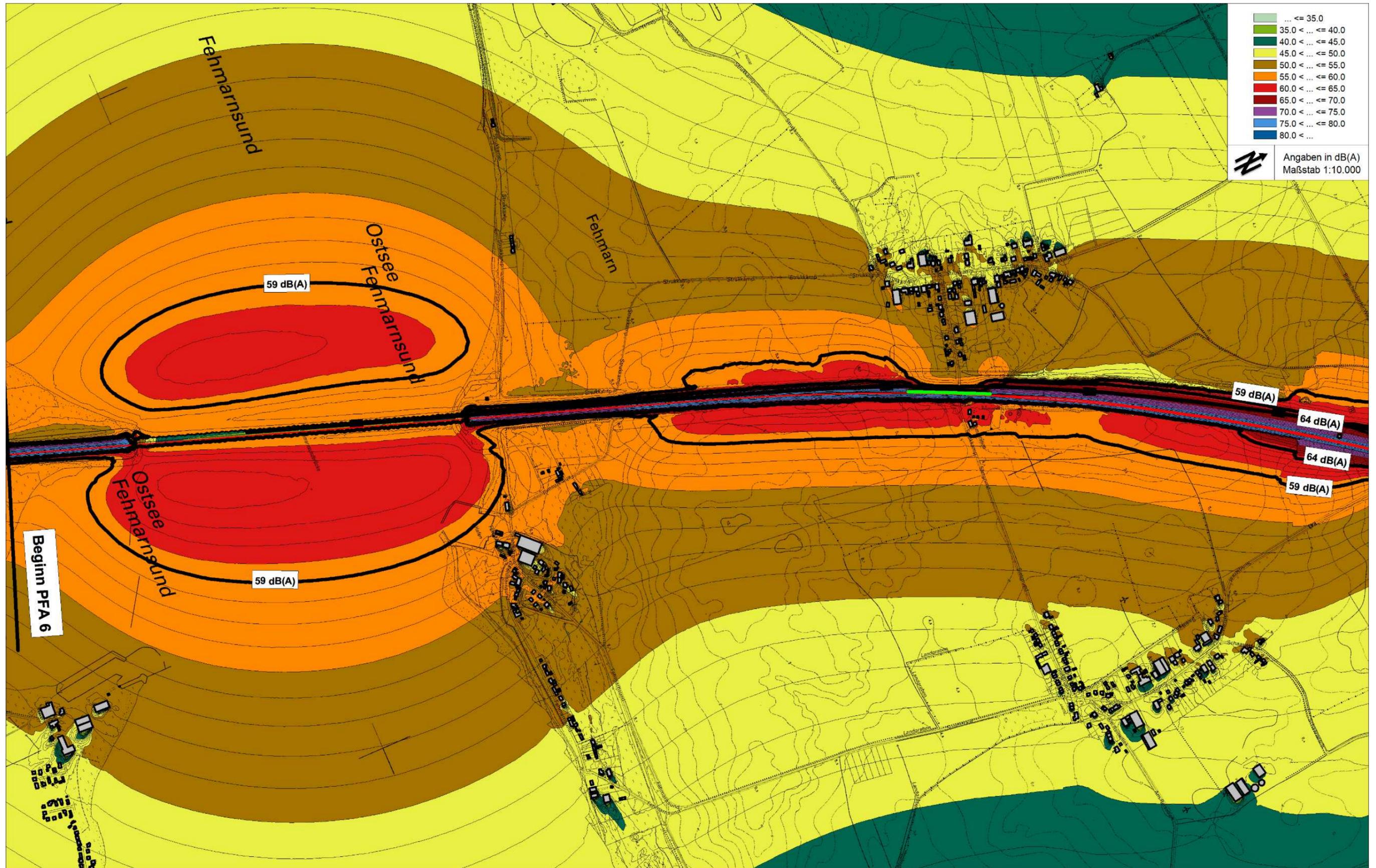


Anlage 6.1.2.3 Beurteilungspegel nachts (ohne Lärmschutz, Variante V0), Bereich Nord

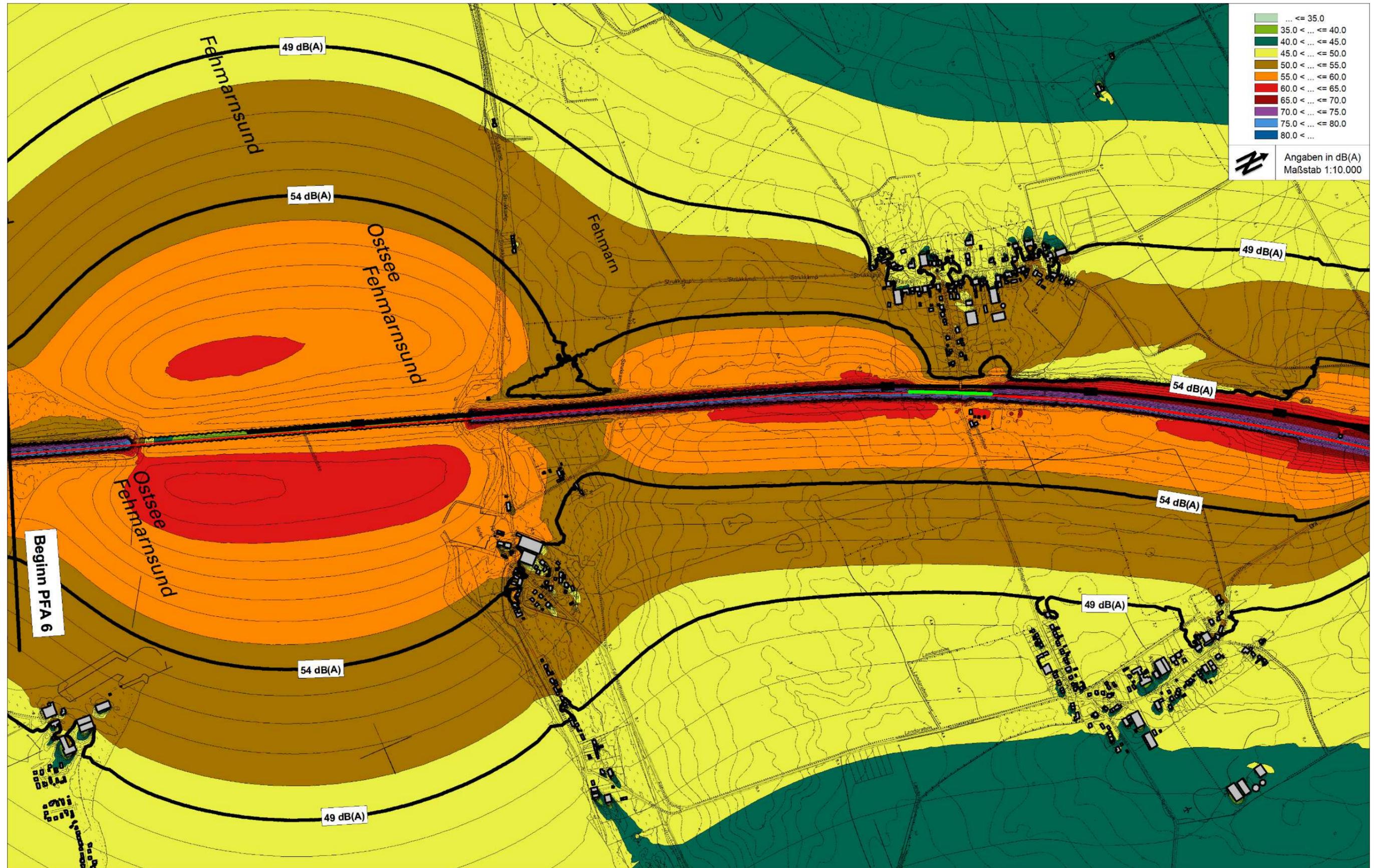


**Anlage 6.2 Mit Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzkonzept, Variante LSK)**

Anlage 6.2.1 Beurteilungspegel tags (Lärmschutzkonzept, Variante LSK), Bereich Süd



Anlage 6.2.2 Beurteilungspegel nachts (Lärmschutzkonzept, Variante LSK), Bereich Süd



## Anlage 7 Konformitätserklärung CadnaA Version 2017



DataKustik GmbH · Dornierstr. 4 · 82205 Gilching · Deutschland

**DataKustik GmbH**  
Dornierstr. 4  
82205 Gilching · Deutschland  
Telefon +49 8105 77467 0  
info@datakustik.de  
www.datakustik.de

**Konformitätserklärung nach DIN 45687:2006**  
**Anhang B für CadnaA Version 2017**  
**Betrifft: ISO 9613-2:1999-10 / RLS-90:1990**

Gilching, 05.12.2016

Dr. rer. nat. Wolfgang Probst  
Geschäftsführer

Geschäftsführer: Fabian Probst · Dr. Wolfgang Probst · Bernd Huber | Handelsregister: Amtsgericht München · HRB 227024 | USt-IdNr.: DE129322703  
Bankverbindung: Sparkasse Landsberg-Dießen · Kontonummer 8145401 · BLZ 70052060 · IBAN DE29700520600008145401 · BIC BYLADEM1LLD

## **Anhang B** (normativ)

### **Formblätter zur Beschreibung der rechentechnischen Nachbildung von Regelwerken**

#### **B.1 Konformitätserklärung**

Als Hersteller des Software-Produkts CadnaA erklären wir durch Ankreuzen auf den folgenden QSI-Formblättern dessen Konformität mit den genannten Regelwerken. Einschränkungen sind erläutert.

Der Hersteller versichert, dass alle auf ein Regelwerk bezogenen Testaufgaben mit einer auf dieses Regelwerk bezogenen Referenzeinstellung des Programms innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig gelöst werden.



Gilching, 05.12.2016 / Dr. rer. nat. Wolfgang Probst

#### **B.2 QSI-Formblatt zur Richtlinie VDI 2714:1988-01**

Entfällt, da VDI 2714:198-01 zurückgezogen wurde.

### B.3 QSI-Formblatt zu DIN ISO 9613-2:1999-10

Für jede Abfrage ist in einer der drei Antwortspalten das Zutreffende anzukreuzen.

**Tabelle B.3—QSI-Formblatt zu DIN ISO 9613-2:1999-10**

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
Mit			
A-Schallpegeln (Bezug 500 Hz),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schallpegeln in Oktavbändern von 63 Hz bis 8 kHz;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit			
Punktquellen,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linienquellen horizontal,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linienquellen vertikal <sup>1)</sup> ,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Linienquellen beliebig orientiert,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flächenquellen horizontal,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flächenquellen vertikal,	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flächenquellen beliebig orientiert;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit automatischer Unterteilung von Linien oder Flächen unter Berücksichtigung			
des Abstands zum Immissionsort,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gleicher Ausbreitungsbedingungen von allen Teilen zum Immissionsort;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spiegelquellen, um die Reflexion von Schall an Wänden und Decken (aber nicht am Boden) zu beschreiben			
die nach Bild 8 konstruierbar sind,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
und an Oberflächen mit Abmaßen und Orientierungen nach Gl.(19) auftreten,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
erster Ordnung,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
höherer Ordnung vollständig bis $n = 20$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Richtwirkungsmaß für Punktquellen			
abhängig von einem Winkel,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
abhängig von zwei Winkeln;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
mit wählbarer Bezugsrichtung für jede Quelle;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Berücksichtigung eines eingebaren Raumwinkelmaßes;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nach Gl.(4) für die mittlere Mitwindwetterlage, mit			
Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung nach Gl.(7),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dämpfung aufgrund von Luftabsorption nach Gl.(8) und Tabelle 2,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts in Oktavbändern nach Gl.(9) und Tabelle 3,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts für A-Schalldruckpegel nach Gl.(10) unter Berücksichtigung einer Bodenreflexion nach Gl.(11),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dämpfung aufgrund von Abschirmung			
nach Gl.(12) bei Beugung über die Oberkante des Schirms,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nach Gl.(13) bei Beugung um eine senkrechte Kante herum,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<sup>a</sup> Zutreffendes ankreuzen, ggf. mit Kennzahl bezeichnen und auf Anlage erläutern.			

Tabelle B.3 (fortgesetzt)

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
wobei der Sonderfall zur Anwendung von Gleichung (13) für großflächige Industrieanlagen bei der Ermittlung des Langzeitmittelungspegels entsprechend Anmerkung 15 berücksichtigt wird,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Berechnung des Abschirmmaßes auf jedem relevanten Ausbreitungsweg,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter Einschluss von Bodenreflexionen mit $C_2 = 20$ ,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
bei getrennter Berücksichtigung von Bodenreflexionen mit $C_2 = 40$ , <sup>2)</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter Berücksichtigung einer Abstandskomponente parallel zur Schirmkante nach Gl.(16),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
bei Doppelbeugung mit $C_3$ nach Gl.(14),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
und $z$ nach Gl.(17),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter Berücksichtigung eines Korrekturfaktors für meteorologische Einflüsse nach Gl.(18),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter Beachtung eines auf alle Beugungskanten eines Objekts oder mehrerer Objekte zusammen bezogenen Höchstwerts von 20 dB für Einfachbeugung und 25 dB für Doppelbeugung,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehrfachbeugung wird näherungsweise unter Berücksichtigung der beiden wirksamsten Schirmkanten gerechnet,	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mehrfachbeugung wird unter Berücksichtigung aller wirksamen Schirmkanten gerechnet, <sup>3)</sup>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Abzug einer meteorologischen Korrektur nach Gl.(21) und (22) zur Bestimmung des Langzeitmittelungspegels aus dem äquivalenten Dauerschalldruckpegel bei Mitwind.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>a</sup> Zutreffendes ankreuzen, ggf. mit Kennzahl bezeichnen und auf Anlage erläutern.

#### B.4 QSI-Formblatt zu Schall 03:1990

Entfällt. Wurde ersetzt durch QSI-Formblatt DIN45687:2015-04.1 / Schall03 (2014)

#### B.5 QSI-Formblatt zur RLS-90:1990

Für jede Abfrage ist in einer der drei Antwortspalten das Zutreffende anzukreuzen.

**Tabelle B.5—QSI-Formblatt zur RLS-90:1990**

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
der Beurteilungspegel von Straßenverkehrsgeräuschen			
getrennt für Tag und Nacht,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter Berücksichtigung mehrerer Quellen und Spiegelquellen nach Gl.(1),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit einem Zuschlag für lichtzeichengeregelte Kreuzungen und Einmündungen nach Gl.(2), Tabelle 2 und Bild 9,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von zwei rechtwinkligen Straßen,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von zwei oder mehr Straßen unter beliebigen Winkeln,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unter ausschließlicher Berücksichtigung der nächstgelegenen Kreuzungen und Einmündungen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Referenzeinstellung nach dem Verfahren „langer, gerader Fahrstreifen“ kann gerechnet werden			
mit einem Mittelungspegel nach Gl.(5),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit einem Emissionspegel nach Gl.(6),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zutreffendes ankreuzen, ggf. mit Kennzahl bezeichnen und auf Anlage erläutern.			

Tabelle B.5 (fortgesetzt)

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
mit einem 25-m-Mittelungspegel nach Gl.(7),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Berücksichtigung			
einer Geschwindigkeitskorrektur nach Gl.(8),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Straßenoberfläche nach Tabelle 4,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Steigungen und Gefälle nach Gl.(9),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Abstand und Luftabsorption nach Gl.(10),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Boden- und Meteorologiedämpfung nach Gl.(11), sofern keine Abschirmung auftritt,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
topografischer und baulicher Gegebenheiten nach Gl.(11),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Mehrfachreflexionen zwischen parallelen Reflektoren mit einem Lückenanteil von weniger als 30% durch Gl.(13a),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Mehrfachreflexionen zwischen absorbierend bekleideten, parallelen Lärmschutzwänden oder Stützmauern durch Gl.(13b),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Schallschirmen konstanter Höhe parallel zu einem "langen, geraden" Fahrstreifen, der nach beiden Seiten mindestens eine "Überstandslänge" nach Gl.(17) aufweist, durch ein Abschirmmaß nach Gl.(14) bis (16),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Überstandslängen an mehrstreifigen Fahrbahnen nach Gl.(18).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In der Referenzeinstellung zum Teilstückverfahren kann gerechnet werden			
mit Teilstücken für annähernd gleiche Emissions- und Ausbreitungsbedingungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit maximaler Länge des halben Abstands von der Teilstückmitte zum Immissionsort,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit dem Mittelungspegel aller Teilstücke nach Gl.(19),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit dem Mittelungspegel einzelner Teilstücke nach Gl.(20),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit einem Emissionspegel nach Gl.(6) bis (9);	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Berücksichtigung			
von Abstand und Luftabsorption nach Gl.(21),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Boden- und Meteorologiedämpfung nach Gl.(22), sofern keine Abschirmung auftritt,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
topografischer und baulicher Gegebenheiten nach Gl.(23),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Mehrfachreflexionen zwischen parallelen Reflektoren mit einem Lückenanteil von weniger als 30% durch Gl.(24a),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Mehrfachreflexionen zwischen absorbierend bekleideten, parallelen Lärmschutzwänden oder Stützmauern durch Gl.(24b),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
von Abschirmung durch Gl.(25) bis (27);	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
für Parkplätze mit			
Zerlegung der Fläche in Einzelschallquellen nach Abschnitt 4.5,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beurteilungspegel der Gesamtfläche nach Gl.(29),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beurteilungspegel von Einzelschallquellen nach Gl.(30),	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emissionspegel nach Gl.(31) samt Tabelle 5 und 6,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<sup>a</sup> Zutreffendes ankreuzen, ggf. mit Kennzahl bezeichnen und auf Anlage erläutern.			

Tabelle B.5 (fortgesetzt)

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
Berücksichtigung topografischer und baulicher Gegebenheiten nach Gl.(32);	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berücksichtigung von			
Einfachreflexionen nach Abschnitt 4.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Spiegelungen nach Bild 20,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
und Bild 21,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Absorptionsberücksichtigung nach Tabelle 7;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Darstellung der Ergebnisse			
in einem Formblatt nach Beispiel Bild 22, <sup>4)</sup>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Lageplan der Lärmschutzmaßnahmen nach Bild 23,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit unterschiedlicher Kennzeichnung von Lärmschutzwänden und -wällen,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Angaben von Längen und Höhen,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Kennzeichnung der abgeschirmten Gebiete als Wohngebiete, Mischgebiete usw.,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Kenntlichmachen von Gebäudeseiten und Stockwerken, an denen der Immissionsgrenzwert überschritten wird,	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit Angabe der berechneten Beurteilungspegel an den untersuchten Gebäuden (Tag- und Nachtwerte).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<sup>a</sup> Zutreffendes ankreuzen, ggf. mit Kennzahl bezeichnen und auf Anlage erläutern.			

### B.6 QSI-Formblatt zu VDI 2720 Blatt 1:1997-03

Entfällt, da VDI 2714 als Quellbezug zurückgezogen wurde.

# Dokumentation zur Qualitätssicherung von Software zur Geräuschimmissionsberechnung nach DIN 45687

3. Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687

Fassung 2015-04.1

**Auszug**

Dokument-Typ: Dokumentation  
Dokument-Untertyp:  
Dokumentstufe:  
Dokumentsprache: D

## Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687:2015-04.1

### Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>3</b>
<b>4 QSI-Formblätter</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
<b>4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)</b> .....	<b>3</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>6</b>

## Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687:2015-04.1

### Vorwort

Diese Dokumentation wurde vom Beirats-Sonderausschuss Qualitätsanforderung und Prüfbedingungen schalltechnischer Software für den Immissionsschutz (NA 001 BR-02 SO) (früher NALS Bei-SoA QS) erstellt. Diese Dokumentation wird in Ergänzung zu DIN 45687 veröffentlicht.

Die Anwender dieser Dokumentation zur Norm DIN 45687 – Hersteller und Benutzer von EDV-Programmen für die Geräuschimmission im Freien – sind hiermit aufgerufen, die Festlegungen anhand von praktischen Problemstellungen zu prüfen und Erfahrungen, eventuelle Ergänzungen und/oder Spezifikationen zu senden an: NALS im DIN und VDI, 10772 Berlin, [nals@din.de](mailto:nals@din.de).

### 1 Anwendungsbereich

Diese Dokumentation gilt für Software-Erzeugnisse (Programme), mit denen Berechnungen zur Schallausbreitung im Freien vorgenommen werden können. Dem Anwender dieser Dokumentation ist die Vervielfältigung der Tabellen im Abschnitt 4 gestattet.

### 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 45687:2006-05, *Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in DIN 45687 angegebenen Begriffe.

### 4 QSI-Formblätter

#### 4.1 Allgemeines

Die Festlegung für den Umgang mit den nachfolgenden Formblättern ist in DIN 45687 festgelegt.

...

#### 4.4 QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

#### Konformitätserklärung; Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687 in der Fassung 2015-04.1 (Stand 17. April 2015)

ANMERKUNG 1 Dieser Auszug aus der Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687 wurde vom Obmann des dafür zuständigen NA 001 BR-02 SO, Dr. Hirsch, geprüft und bestätigt.

ANMERKUNG 2 Dieses QSI-Formblatt ersetzt das QSI-Formblatt zu Schall 03 in DIN 45687:2006-05, Tabelle B.3.

Als Hersteller des Software-Produktes CadnaA Version 2017 erklären wir durch Ankreuzen auf dem folgenden QSI-Formblatt dessen Konformität mit dem vorstehend genannten Regelwerk. Einschränkungen sind erläutert.

Der Hersteller versichert, dass alle auf das Regelwerk bezogenen Testaufgaben aus den Erläuterungen des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vom 17. April 2015 [2] mit einer auf dieses Regelwerk bezogenen Referenzeinstellung des Programms innerhalb der zulässigen Toleranzgrenzen richtig gelöst werden.

**Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687:2015-04.1**

Außerdem versichert er, dass die verwendete Software die Anforderungen der ISO/TR 17534-3:2015 "Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1" [3] erfüllt.



Gilching, 05.12.2016 Dr. Wolfgang Probst

QSI-Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015)

Das Programm ermöglicht in der Referenzeinstellung

**Tabelle 1 — QSI- Formblatt zur Schall 03 (Fassung 01. Januar 2015) [1]**

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für eine Fahrzeugeinheit nach Gl. 1 und Beiblatt 1 und 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Straßenbahnen für mehrere Fahrzeugeinheiten nach Gl. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für punkt-, linien- und flächenförmige Quellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3, Gl. 4 bzw. Gl. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Bildung von Teilstücken so, dass bei Halbierung aller Teilstücke bzw. Teilflächen der Immissionsanteil nach Gl. 29 für alle Beiträge am jeweiligen Immissionsort sich um weniger als 0,1 dB verändert.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Schalleistungspegels für Teilstücke $k_S$ bzw. Teilflächen $k_F$ nach Gl. 6 bzw. Gl. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Richtwirkungsmaß nach Kap. 3.5.1 und Gl. 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
das Raumwinkelmaß nach Kap. 3.5.2 und Gl. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und der Anzahl der Achsen von Eisenbahnen nach Tab. 3 sowie nach Beiblatt 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 und Gl. 2 unter Berücksichtigung der Verkehrsdaten für Eisenbahnen nach Tab. 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe nach Tab. 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit von Eisenbahnen nach Tab. 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Eisenbahnen nach Tab. 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Schallminderungstechniken am Gleis nach Tab. 8;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken nach Tab. 9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Punktschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 3 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Linienschallquellen in Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 4 unter Berücksichtigung der Schallquellen nach Tab. 10 und Beiblatt 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel für Eisenbahnen und Rangier- und Umschlagbahnhöfe nach Gl. 1, Gl. 3 und Gl. 4 unter Berücksichtigung der Auffälligkeiten von Geräuschen nach Tab. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687:2015-04.1**

In der Referenzeinstellung zur Anwendung des Programms kann gerechnet werden	ja <sup>a</sup>	eingeschränkt <sup>a</sup>	nein <sup>a</sup>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Fahrzeugarten und Anzahl der Achsen von Straßenbahnen nach Tab. 12 und sowie nach Beiblatt 2;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Schallquellenhöhe von Straßenbahnen nach Tab. 13;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für Straßenbahnen nach Tab. 14;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Fahrbahnarten von Straßenbahnen nach Tab. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
der Schalleistungspegel nach Gl. 1 unter Berücksichtigung der Pegelkorrekturen für Brücken bei Straßenbahnen nach Tab. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch geometrische Ausbreitung nach Gl. 11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Luftabsorption nach Gl. 12	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodenabsorption über Boden nach Gl. 14 und Gl. 15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Reflexion über Wasser nach Gl. 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Bodeneinfluss nach Gl. 13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Hindernissen nach den Vorgaben der Gl. 17 und Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch seitliche Beugung nach Gl. 18 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=20$ für flächenhafte Bahnanlagen nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Dämpfung durch Beugung über ein Hindernis nach Gl. 19 und Gl. 21 mit $C_2=40$ für Bahnstrecken nach Bild 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch Hindernisse durch Berechnung von $z$ entsprechend Gl. 26 in Verbindung mit Bild 7 <sup>a</sup> .	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelkorrektur für reflektierende Schallschutzwände nach Gl. 20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Abschirmung durch niedrige Schallschutzwände nach Kap. 6.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Pegelerhöhung durch Reflexionen nach Kap. 6.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflektoren nach der Bedingung gemäß Gl. 27	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung des Absorptionsverlustes an Wänden nach Tab. 18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung von Reflexionen bis einschließlich der 3. Ordnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung der Schallimmission an einem Immissionsort nach Gl. 29 und Gl. 30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels für die Beurteilungszeiträume Tag und Nacht nach Gl. 31 und Gl. 32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Eisenbahnen nach Gl. 33 und Gl. 34	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Gl. 35 und Gl. 36	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berechnung des Beurteilungspegels von Straßenbahnen nach Gl. 37 und Gl. 38	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
die Berücksichtigung der Regelung nach §43 Absatz 1, Satz 2 und 3 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 02.Juli 2013	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>a</sup> Zutreffendes ankreuzen, ggfs. mit Kennzahl bezeichnen und auf Beiblatt erläutern.

## Auszug: Dokumentation-QSI-Formblätter-DIN\_45687:2015-04.1

### Literaturhinweise

- [1] Anlage 2 der 16. BImSchV in der Fassung vom 1. Januar 2015, Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)<sup>1)</sup>
- [2] Erläuterungen zur Anlage 2 der Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03); Teil 1: Erläuterungsbericht, Stand 19. Dezember 2014 und Teil 2: Testaufgaben, Stand 17. April 2015<sup>2)</sup>
- [3] ISO/TR 17534-3:2015, Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1, ISO, Geneva

---

1) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; [http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav#\\_bgbl\\_%2F%2F%5B%40attr\\_id%3D%27bgbl114s2269.pdf%27%5D\\_1419325978127](http://www.bgbl.de/banzxaver/bgbl/start.xav#_bgbl_%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl114s2269.pdf%27%5D_1419325978127)

2) zu beziehen: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Referat LA 18, Invalidenstraße 44, 10115 Berlin; <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Schiene/verkehrslaermschutzvo-schall-03-testaufgaben.pdf?blob=publicationFile>