

## Nur zur Information

Die Prüfstelle ist „Assoziierter Partner von EISENBAHN-CERT“ und vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannt.

Prüfstelle  
Pionierstraße 10  
D - 32423 Minden

## Untersuchungsbericht

### Prognose und akustische Bewertung von Mikrodruckwellen-Immissionen am Tunnel Albabstieg



Foto: Contact TIEM

Dokument: 09-P-10633-T3-TTZ 112

Datum: 24.11.2009

Fachabteilung: Verbund und Fahrbahntechnik  
Akustik und Erschütterungen  
Völckerstraße 5  
80939 München

Zertifizierter Bereich:  
Technik/Beschaffung



Anwendung eines durch die DQS GmbH  
Deutsche Gesellschaft zur Zertifizierung von Managementsystemen  
zertifizierten Qualitätsmanagementsystems

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Untersuchungsbericht beschriebenen Untersuchungsgegenstände. Dieser Untersuchungsbericht darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Auftraggebers veröffentlicht werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung bedarf zusätzlich der Zustimmung der Fachabteilung.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1 Angaben zum Auftrag	6
2 Beschreibung des Untersuchungssachverhalts	7
2.1 Untersuchungsgegenstand	7
2.1.1 Portal Dornstadt	8
2.1.2 Portal Ulm	9
2.2 Bewertungsverfahren	11
2.2.1 Umfeld der Tunnelportale	12
2.2.2 Bereich der Nachbarschaft	13
2.2.3 Randbedingungen der Nachweisführung	13
2.3 Standardberechnungsverfahren für die MDW-Ausbreitung	14
2.4 Richtcharakteristik bei MDW-Emissionen	15
2.5 Datenbasis	16
3 Untersuchung	16
3.1 Prognose der MDW-Emissionen	16
3.2 Prognose der MDW-Immissionen im Umfeld der Portale	17
3.2.1 Portal Dornstadt	17
3.2.2 Portal Ulm	18
3.3 Prognose der MDW-Immissionen in der Nachbarschaft	19
3.3.1 Portal Dornstadt	19
3.3.2 Portal Ulm	20
3.4 Unsicherheitsbetrachtung	21
4 Ergebnisse	22
4.1 MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale	22
4.1.1 Portal Dornstadt	22
4.1.2 Portal Ulm	23
4.2 MDW-Immissionen im Bereich der Nachbarschaft	23
4.2.1 Portal Dornstadt	24
4.2.2 Portal Ulm	24
4.2.3 Einfluss der MDW-Immissionen auf den Beurteilungspegel nach 16. BImSchV	26
5 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	28
6 Zusammenfassung	29
7 Unterschriften	30

### **Verzeichnis der Abkürzungen**

BEMT	Beherrschung der Mikrodruckwellen-Thematik
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG]
BR	Baureihe
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBO	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
Hz	Hertz

IP	Immissionspunkt
LMR	Lärmmanagement Richtlinie für Schießplätze [LMR]
MDW	Mikrodruckwelle
NBS	Neubaustrecke
Pa	Pascal
PDF	Datei im Portable Document Format
Schall 03	Berechnungsrichtlinie für Schallimmissionen [Schall03]
SSW	Schallschutzwand
TSI HS RST	Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems [TSI]
dB	Dezibel
dB(A)	Dezibel, A-bewertet
dB(C)	Dezibel, C-bewertet
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
i.d.F.	in der Fassung
km	Kilometer, Streckenkilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
lg	dekadischer Logarithmus
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
s	Sekunde
°C	Grad Celsius
%	Prozent (1/100)
$L_{AE}$	A-bewerteter Schallexpositionspegel
$L_{AE,25m}$	A-bewerteter Schallexpositionspegel als Emissionspegel in 25 m Entfernung
$L_{Aeq,MDW(Tag)}$	A-bewerteter Mittelungspegel der MDW am Immissionsort für den Tagzeitraum
$L_{Aeq,MDW(Nacht)}$	A-bewerteter Mittelungspegel der MDW am Immissionsort für den Nachtzeitraum
$L_{CE}$	C-bewerteter Schallexpositionspegel
$L_{CE,25m}$	C-bewerteter Schallexpositionspegel als Emissionspegel in 25 m Entfernung
$L_{pC,peak}$	C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel (Schreibweise nach [LVArbSchV])
$L_{pC,peak,25m}$	C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel als Emissionspegel in 25 m Entfernung
$R$	Abstand vom Tunnelportal
$p(t)$	Druckzeitverlauf, Druckverlauf
$s$	Abstand
$\Delta L$	Pegeldifferenz, Pegeländerung

**Quellenverzeichnis/Literaturverzeichnis**

- [16.BImSchV] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990.
- [BImSchG] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG) vom 14. Mai 1990.
- [BGS04] Anlage 7.3, Blatt 3 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Tunnel Alabstieg - Portalbauwerk mit Mikro-Druckwellen-Ausgleich - Längsschnitt Gleis Stuttgart/Ulm - km 75,817 bis km 75,870. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 20.08.2004.
- [BGS06a] Anlage 7.3, Blatt 1 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Tunnel Alabstieg - Draufsicht Tunnelportal Dornstadt - km 75,825. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 06.11.2006.
- [BGS06b] Anlage 4, Blatt 9 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Lageplan - Gleisplanung - NBS km 81,494 ... 81,768. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 06.11.2006.
- [BGS06c] Anlage 7.3, Blatt 7 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Tunnel Alabstieg - Tunnelportal Ulm/Kreuzungsbauwerk Strecke 4542 u. 4543 - Längsschnitt Gleis Stuttgart/Ulm - km 81,724 ... 81,768. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 06.11.2006.
- [BGS06d] Anlage 7.3, Blatt 8 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Tunnel Alabstieg - Tunnelportal Ulm/Kreuzungsbauwerk Strecke 4542 u. 4543 - Querschnitt - km 81,762. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 06.11.2006.
- [BGS06e] Anlage 4, Blatt 2 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.4 Alabstieg Gemeinde Dornstadt - Stadt Ulm: Lageplan - Gleisplanung - NBS km 75,597 ... 76,197. Aufgestellt von der BGS Ingenieursozietät, Frankfurt am Main. Freigabedatum 06.11.2006.
- [BUNG09] Anlage 8.4.4.3 zum Auftrag 07333.019, Plan Nr. 3. Entwurf. TEH 251 – Nordkopf Ulm Hbf. Trogbauwerke (NBS, Abzw. Friedrichshafen, Rettungsrampe) Längsschnitt 1-1. Verfasst von BUNG Ingenieure AG, Berlin. Prüfdatum 07 / 2009.
- [DB06a] Projektstudie 06-P-4663-TZF13: Beherrschung der Mikrodruckwellen-Thematik (PS BEMT). DB AG, DB Systemtechnik, TZF 13, München, Oktober 2006 (unveröffentlicht).
- [DB06b] Prüfbericht 06-P-3913-TZF12.1-02.3: Mikrodruckwelle 2006, Teil 3 (Vollausrüstung). LS-Messungen am SP und NP des Euerwang- und Irlahüll-Tunnels, NBS Nbg-In (25.-26.04.2006). DB AG, DB Systemtechnik, TZF 12.1, München, Mai 2006 (unveröffentlicht).
- [DB09a] Untersuchungsbericht 09-P-10633-TTZ113-MDWNachweisAero-Alabstieg-V3: Aerodynamische Detailuntersuchung der Maßnahmen zur Beherrschung der Mikrodruckwellen-Thematik am Alabstiegstunnel. DB AG, DB Systemtechnik, TTZ 113, München 2009.
- [DB09b] E-Mail vom 24.11.2009 von Michael Hieke, DB AG, DB Systemtechnik, TTZ 113: Berücksichtigung der MDW-Emissionen von Fernverkehrszügen mit  $v_{\max} = 230\text{km/h}$ .

- [Deg06] Gutachten 06-TZO-922-01: „Beurteilung von Mikrodruckwellen-Ereignissen im Bereich der Tunnel Euerwang und Irlahüll der Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt“, DB Systemtechnik, Sachverständigenorganisation (SVO), nichtöffentliches Gutachten des Gutachters Dr. Degen, München, Mai 2006.
- [Deg08] Degen, K.G., Gerbig, C., Onnich, J.: “Acoustic assessment of micro-pressure waves radiating from tunnel exits of DB high-speed lines”, In: Noise and Vibration Mitigation for Railway Transportation Systems, Notes on numerical fluid mechanics and Multidisciplinary Design, Vol. 99, pp. 48-55, Springer, 2008.
- [EBO] Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung vom 8. Mai 1967 (BGBl. 1967 II S. 1563), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 19. März 2008 (BGBl. I S. 467).
- [Fritz09] Anlage 13.1B Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg, Bereich Wendlingen – Ulm, PFA 2.4: Alabstieg: Schalltechnische Untersuchung zur Ermittlung und Beurteilung von Verkehrslärmimmissionen aus dem Bahnbetrieb auf der Grundlage der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV). Erstellt von Fritz GmbH, Einhausen. September 2009.
- [Google09] Bildmaterial zu dem Bereich Portal Dornstadt. Bereitgestellt über Google Earth Pro 2009. Google Incorporated. Bildaufnahmedatum 2000.
- [ILF06] Anlage 2.1, Blatt 1 der Planfeststellungsunterlagen zum Planfeststellungsabschnitt 2.2 Ulm-Hohenstadt: Gesamtübersichtsplan. Aufgestellt von der Planungsgemeinschaft ILF Beratende Ingenieure und Leonhardt, André und Partner VBI, GmbH. Freigabedatum 07.07.2006.
- [LMR] Richtlinie für das Lärmmanagement auf Schießplätzen (Lärmmanagementrichtlinie-LMR), Bundesministerium der Verteidigung vom 06. August 2007.
- [LVArbSchV] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (LärmVibrationsArbSchV), BGBl. Teil 1 Nr. 8, 2007.
- [Schall03] Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen Schall 03, Information Deutsche Bundesbahn, Bundesbahn-Zentralamt München, Akustik 03, Ausgabe 1990.
- [Tie08] Tielkes, T., Kaltenbach, H.-J., Hieke, M., Deeg, P., Eisenlauer, M.: “Measures to counteract micro-pressure waves radiating from tunnel exits of DB’s new Nürnberg-Ingolstadt high speed line”, In: Noise and Vibration Mitigation for Railway Transportation Systems, Notes on numerical fluid mechanics and Multidisciplinary Design, Vol. 99, pp. 48-55, Springer, 2008.
- [TSI] Entscheidung der Kommission vom 21. Februar 2008 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge“ des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems (TSI Rolling Stock). Erschienen im Amtsblatt der Europäischen Union L84/132, 26. März 2008.
- [UVPG] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 12.02.1990, BGBl. I S. 205.

## 1 Angaben zum Auftrag

### Aufgabenstellung:

Die Aufgabenstellung bezieht sich auf das Angebot 09-P-10633-VTZ113-MDW-Nachweis-UlmWendlingen-v3 vom 10.06.2009. Sie beinhaltet die Prognose und die akustische Bewertung von Mikrodruckwellen (MDW) - Immissionen im Bereich der Tunnelportale des Tunnels Alabstieg und der hierzu nächstgelegenen Wohnbebauung. Die Prognose erfolgt auf Basis der aerodynamischen Prognoserechnungen zur MDW-Emission [DB09a].

### Auftraggeber:

DB ProjektBau GmbH  
I.BV-SW-G(2)  
Räpplenstraße 17  
70191 Stuttgart

### Fachabteilung:

Deutsche Bahn AG  
Vorstandsressort Technik, Systemverbund und Dienstleistungen  
DB Systemtechnik  
Akustik und Erschütterungen (TTZ 112)  
Völckerstrasse 5  
80939 München

### Umfang des Berichtes:

Dieser Bericht besteht aus 30 Seiten.

### Verteiler des Untersuchungsberichtes:

5 Exemplare + PDF als Kopie	DB ProjektBau GmbH I.BV-SW-G(2) Räpplenstraße 17 70191 Stuttgart
1 Exemplar + PDF als Kopie	Deutsche Bahn AG Vorstandsressort Technik, Systemverbund und Dienstleistungen DB Systemtechnik Aerodynamik und Klimatechnik (TTZ 113) Völckerstrasse 5 80939 München
2 Exemplare	Deutsche Bahn AG Vorstandsressort Technik, Systemverbund und Dienstleistungen DB Systemtechnik Akustik und Erschütterungen (TTZ 112) Völckerstrasse 5 80939 München

## 2 Beschreibung des Untersuchungssachverhalts

Bei Einfahrt eines Zuges in einen Tunnel wird die Luft im Tunnel komprimiert. Es wird eine Verdichtungswelle erzeugt, deren Signalform von der Fahrgeschwindigkeit und der Geometrie von Zug und Portal abhängt. Die Verdichtungswelle breitet sich mit Schallgeschwindigkeit im Tunnel aus und steilt sich in Abhängigkeit von Tunnelwänden und Oberbau in langen Tunneln auf. Je höher der Druckgradient der Verdichtungswelle (also die Steilheit der Druckänderung) ist, desto stärker variiert die Temperatur und damit die Schallgeschwindigkeit in der Wellenfront und umso stärker steilt sich die Welle auf. Am Ausfahrportal wird die Verdichtungswelle teilweise reflektiert und ein Teil ihrer Energie wird als sogenannte „Mikrodruckwelle“ (MDW) nach außen abgestrahlt. Je nach Ausprägung kann die am Ausfahrportal abgestrahlte MDW wahrgenommen werden. Bei der Ausfahrt eines Zuges aus dem Tunnel wird ebenfalls eine Druckänderung generiert. Diese ist, wie die zugehörige MDW-Emission am gegenüberliegenden Portal, deutlich geringer als die Druckänderung bzw. die resultierende MDW-Emission bei Tunneleinfahrt.

In Deutschland kam es unter realen Betriebsbedingungen erstmals bei der Inbetriebnahme der Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt am Euerwang-Tunnel und Irlahüll-Tunnel zu hörbaren MDW-Emissionen. Um die hieraus resultierenden Immissionen auf ein akzeptables Niveau abzusenken, waren Nachrüstmaßnahmen im Tunnel notwendig [Deg06, Tie08, Deg08]. Da bei den jetzt in Planung und Bau befindlichen Tunneln in der Regel eingleisige Tunnelröhren mit einem Querschnitt von rund 60 m<sup>2</sup> und Fester Fahrbahn realisiert werden, hat sich die Problematik verschärft und es werden schon in der Planung entsprechende bauliche Maßnahmen zur Reduzierung der MDW konzipiert.

Für den Tunnel Alabstieg sind aufgrund der baulichen und betrieblichen Randbedingungen Maßnahmen zur Beherrschung der MDW-Thematik erforderlich. Diese wurden durch DB Systemtechnik, Abteilung Aerodynamik und Klimatechnik (TTZ 113) konzipiert und detailliert aerodynamisch untersucht. Die im Betrieb zu erwartenden MDW-Drucksignale wurden prognostiziert [DB09a]. Diese Drucksignale bilden die Grundlage für die in dieser Untersuchung durchgeführte Prognose und akustische Bewertung der MDW-Immissionen.

### 2.1 Untersuchungsgegenstand

Der aus zwei getrennten, eingleisigen Tunnelröhren bestehende Tunnel Alabstieg befindet sich im Planfeststellungsabschnitt (PFA) 2.4 (Alabstieg) der Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg im Bereich der Neubaustrecke (NBS) Wendlingen - Ulm zwischen Streckenkilometer 75,8 und 81,7 (siehe Abbildung 1). Er führt von der Albhochfläche nach Ulm und hat eine Länge von insgesamt rund 5940 m. Die Tunnelröhren haben je nach zulässiger Geschwindigkeit einen lichten Kreisquerschnitt von 60,5 m<sup>2</sup> bis 49,5 m<sup>2</sup> und sind mit Fester Fahrbahn ohne Absorber ausgestattet. Die beiden Tunnelröhren sind über Verbindungsstollen in regelmäßigen Abständen miteinander verbunden. Diese Verbindungsbauwerke sind mit Schleusentüren verschlossen, so dass kein für die Mikrodruckwelle relevanter Druckausgleich zwischen den Röhren stattfindet.

Das nordwestlich gelegene Tunnelportal wird als „Portal Dornstadt“, das südöstliche Tunnelportal als „Portal Ulm“ bezeichnet.

Die Streckengeschwindigkeit beträgt im Portalbereich Dornstadt 250 km/h und im Portalbereich Ulm 100 km/h. Mikrodruckwellen können sowohl am Portal Dornstadt als auch am Portal Ulm emittiert werden, wobei aufgrund der niedrigeren Einfahrgeschwindigkeit am Portal Ulm am Portal Dornstadt nur schwache MDW emittiert werden.

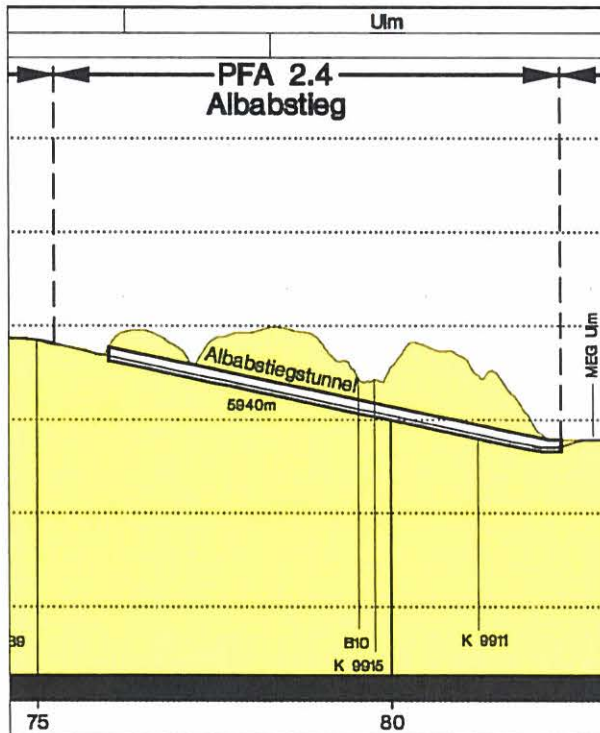


Abbildung 1: Übersichtsplan zum PFA 2.4 Alababstieg (Ausschnitt) [ILF06]

### 2.1.1 Portal Dornstadt

Das Portal Dornstadt liegt rund 400 m südlich der Bundesautobahn A8 im Bereich der Gemeinde Dornstadt. Als Maßnahme zur Reduzierung der MDW-Emissionen am Portal Ulm werden beide Tunnelröhren am Portal Dornstadt mit Portalhauben mit geeignet dimensionierten Entlüftungsöffnungen ausgestattet. Das Portalbauwerk hat eine Länge von 38 m, einen Querschnitt je Tunnelröhre von 90 m<sup>2</sup> und ist vollständig in das Gelände integriert [DB09a]. In der Abbildung 2 ist der Längsschnitt des Portals dargestellt. Die Entlüftungsöffnungen wurden im Rahmen der Maßnahmenplanung jedoch noch verändert. Der Ausschnitt aus dem Lageplan (Abbildung 3) gibt einen Überblick über die örtliche Situation.

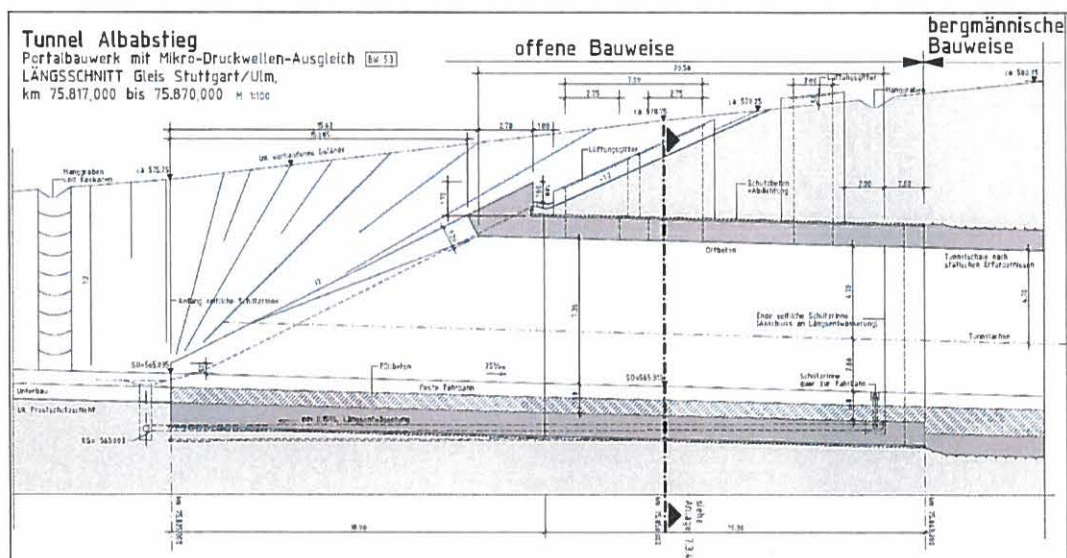


Abbildung 2: Längsschnitt Portal Dornstadt [BGS04]



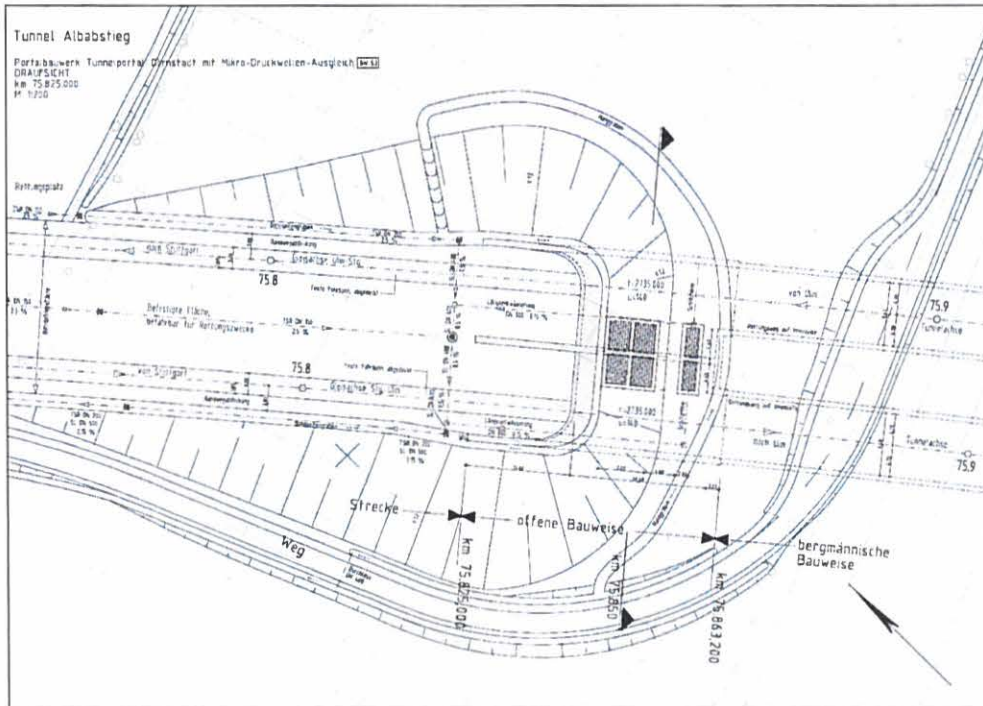


Abbildung 3: Lageplan (Ausschnitt) Portal Dornstadt [BGS06a]

### 2.1.2 Portal Ulm

Das Portal Ulm liegt am Nordkopf des Hauptbahnhofs Ulm. Die Planfeststellungsgrenze zwischen PFA 2.4 und PFA 2.5a1 verläuft am Tunnelportal bei km 81,7+68. Der Lageplan (Abbildung 4) gibt einen Überblick über die örtliche Situation.

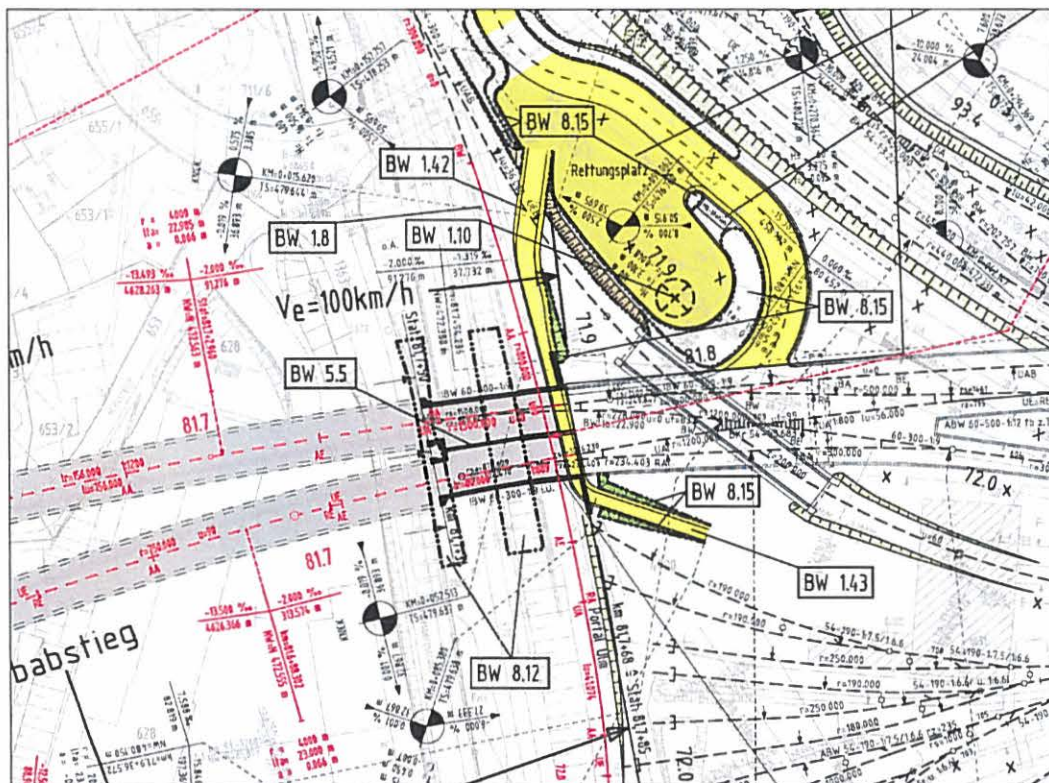


Abbildung 4: Lageplan (Ausschnitt) Portal Ulm [BGS06b]

Das Portal Ulm wird als Steilportal ausgeführt (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Außerhalb des Tunnels verlaufen die Gleise in einem Trog (Abbildung 7). Es sind keine Maßnahmen am Portal Ulm zur Reduzierung der MDW-Emissionen am Portal Dornstadt vorgesehen.

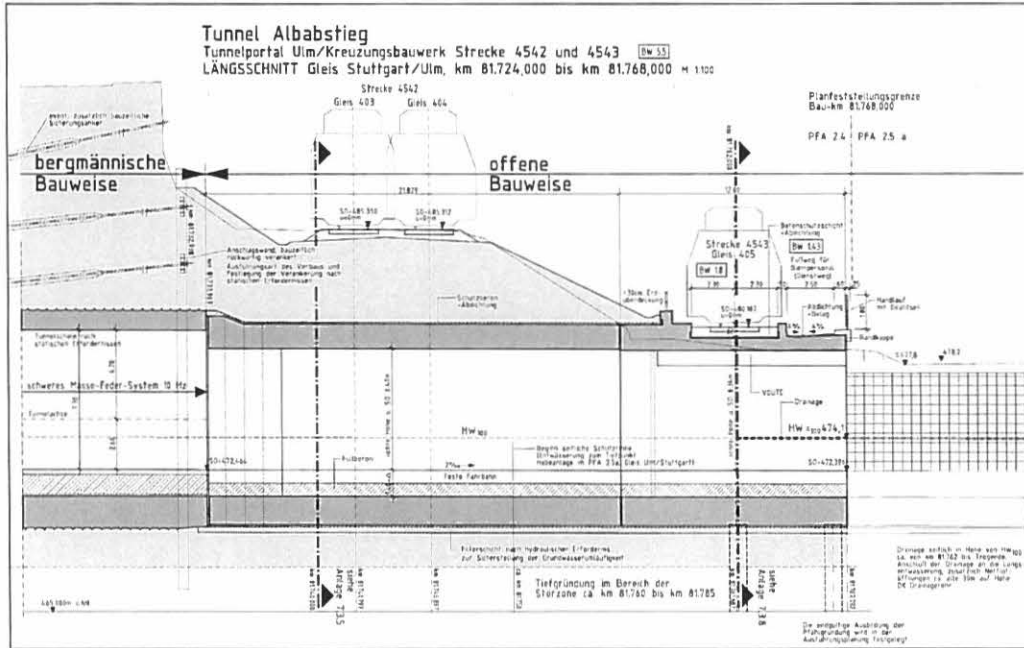


Abbildung 5: Längsschnitt Portal Ulm [BGS06c]

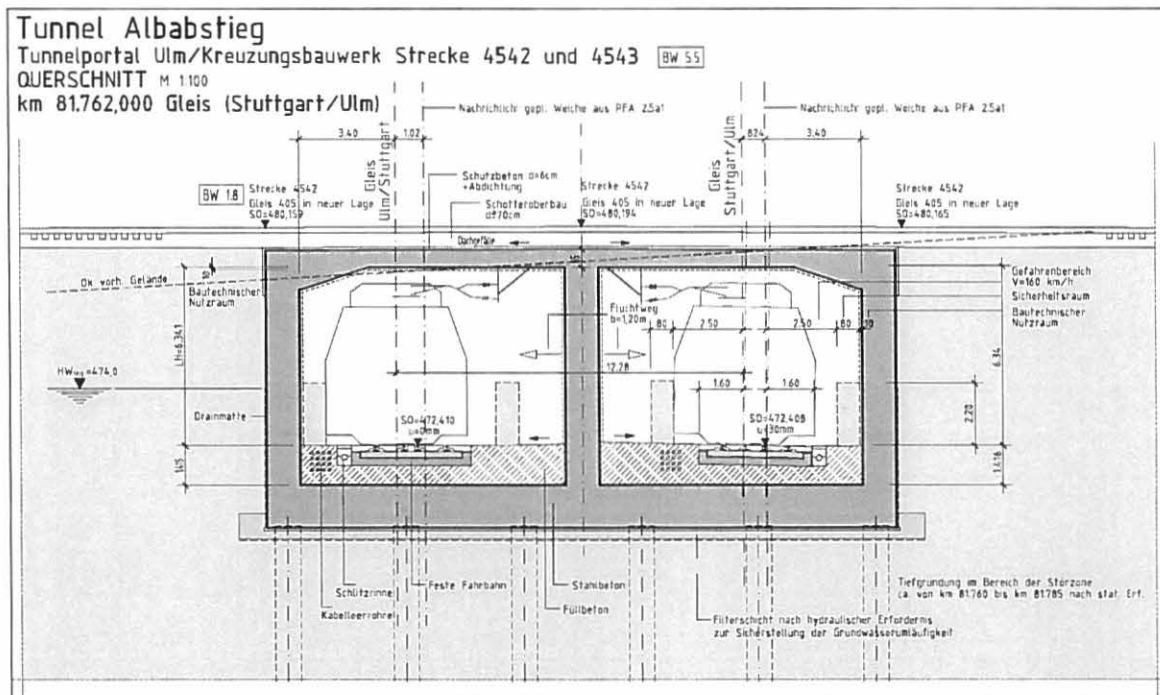


Abbildung 6: Querschnitt Portal Ulm [BGS06d]

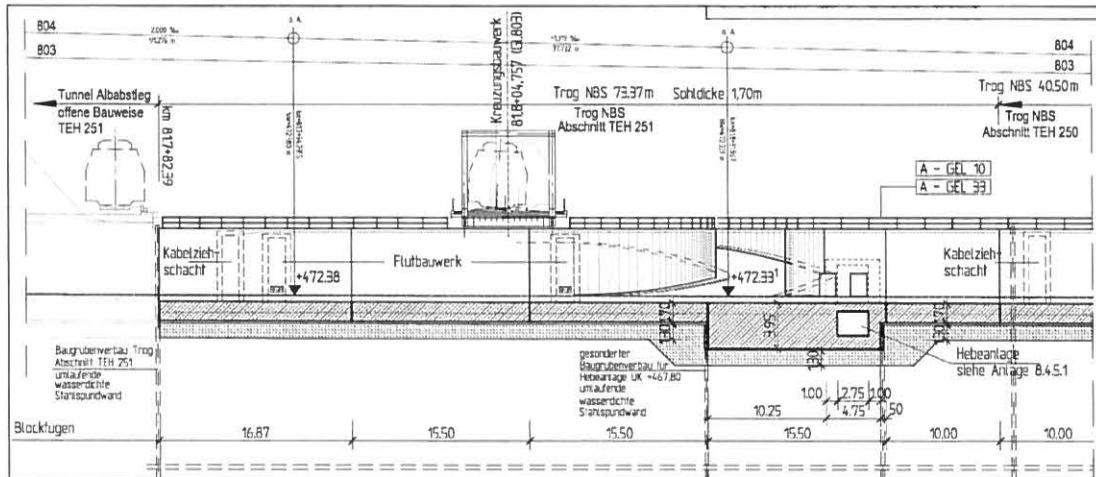


Abbildung 7: Längsschnitt Trogbauwerk Portal Ulm [BUNG09]

## 2.2 Bewertungsverfahren

Im Rahmen des Projektes BEMT (Beherrschung der Mikrodruckwellenthematik, [DB06a]) wurde ein Verfahren entwickelt, das unter Berücksichtigung der physikalischen Besonderheiten der MDW und unter Zugrundelegung der gesetzlichen Anforderungen eine akustische Bewertung der MDW-Immissionen ermöglicht.

Die Limitierung der MDW-Immissionen erfolgt so, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen eingehalten werden, die Auswirkungen von der Allgemeinheit (Anwohner und Behörden) akzeptiert werden und die zu ergreifenden Maßnahmen im Rahmen der wirtschaftlichen Vertretbarkeit (Verhältnismäßigkeit) liegen. Hierzu sind folgende Vorgaben zu erfüllen:

- Die Einhaltung der allgemeinen Aussagen in Bezug auf die Vermeidung von schädlichen Umwelteinwirkungen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG] und dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung [UVPG].
- Die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte nach der Verkehrslärmschutzverordnung [16.BImSchV].
- Die Einhaltung der festgelegten Werte in Bezug auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung gemäß Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [LVArbSchV].
- Die Sicherstellung, dass keine Schäden an baulichen Anlagen (Gebäuden) im Umfeld der Verkehrsanlage auftreten.

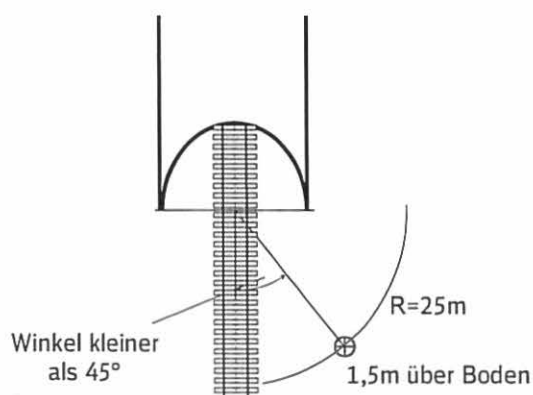
Da die Erfüllung der Schutzziele unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe in unterschiedlichen Immissionsbereichen (Orten) erfordert, wird das so genannte „Duale Richtwertverfahren“ angewendet. Es stützt sich auf zwei Säulen:

1. Umfeld der Tunnelportale: Schutz der Menschen vor möglichen Gesundheitsgefährdungen und Vermeidung der besonderen Auffälligkeit der MDW-Ereignisse.
2. Bereich der Nachbarschaft: Schutz der in der Nachbarschaft wohnenden Menschen und Sicherstellung der Vermeidung von Schäden an baulichen Anlagen.

Für beide Immissionsbereiche - Umfeld der Tunnelportale und Bereich der Nachbarschaft - wurden geeignete Kenngrößen ausgewählt und Richtwerte definiert. Bei Einhaltung beider Richtwerte kann die vollständige Einhaltung der Schutzziele erwartet werden.

### 2.2.1 Umfeld der Tunnelportale

Für das Umfeld der Tunnelportale ist in Gesetzen oder sonstigen Regelungen bislang kein Immissionsort definiert. Für das Bewertungsverfahren wurde ein Immissionsort, hier als „Referenzpunkt“ bezeichnet, festgelegt, der einen Abstand von 25 m zum Fuß des Tunnelportals hat und 1,5 m über dem Boden liegt. In Abbildung 8 ist dargestellt, wo der Referenzpunkt bei einem eingleisigen Tunnel liegt. In der Praxis ist bei der Festlegung des Referenzpunktes auch das Umfeld der Tunnelöffnung zu berücksichtigen: Der Referenzpunkt sollte so liegen, dass eine messtechnische Überprüfung möglich wäre. Durch die Festlegung des Beurteilungsortes in 25 m Entfernung zur Tunnelöffnung wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich der Referenzpunkt einerseits ausreichend nahe am Portal befinden sollte, um den Bereich abzudecken, in dem für Personen die höchste Gesundheitsgefährdung von der MDW ausgehen könnte, und andererseits einen ausreichenden Abstand zur Tunnelöffnung aufweisen sollte, um eine Prognose der MDW und evtl. auch einen messtechnischer Nachweis zu ermöglichen. Der Abstand von 25 m stimmt zudem mit der Festlegung in den Berechnungsvorschriften zum Schienenverkehrslärm für den Emissionspegel überein.



**Abbildung 8:** Beurteilungsort (Referenzpunkt) im Umfeld eines Tunnelportals

Da die Bewertung der MDW-Immissionen im Nahbereich der Tunnelportale primär dem Schutz der Menschen vor möglichen Gesundheitsschäden dient, wird folgerichtig die in der LärmVibrationsArbSchV verwendete Beurteilungsgröße herangezogen. Die Beurteilungsgröße nach LärmVibrationsArbSchV für die Bewertung einer möglichen Gesundheitsgefährdung durch Einzelschallereignisse ist der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$ . Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass kurzzeitige, sehr hohe Pegelspitzen beim menschlichen Ohr Schädigungen hervorrufen können.

Der Richtwert zum Schutz der Menschen vor einer möglichen Gesundheitsgefährdung und Vermeidung der besonderen Auffälligkeit der MDW-Ereignisse im Portalbereich der Tunnel wurde mit  $L_{pC,peak} = 115$  dB(C) so festgelegt, dass damit

- der in der LärmVibrationsArbSchV vorgegebene untere Auslösewert von 135 dB(C) in der Umgebung der Tunnelportale unterschritten wird und damit eine Gesundheitsgefährdung ausgeschlossen werden kann,
- das Restschallereignis der MDW auch in dem für Dritte zugänglichen Bereich so niedrig gehalten wird, dass keine unzumutbaren Belästigungen und Störungen auftreten,
- das Restschallereignis der MDW unter dem Schallereignis einer Zugvorbeifahrt liegt
- und keine schädlichen Umweltauswirkungen für Menschen, Tiere und sonstige Sachgüter erwartet werden.

### 2.2.2 Bereich der Nachbarschaft

Für den „Schutz der Nachbarschaft“ werden Immissionsorte im Sinne des § 2, Absatz 1, Zeilen 1 mit 3 der 16. BImSchV ausgewählt. Darunter fallen folgende Anlagen und Gebiete:

1. Krankenhäuser, Schulen, Kurheime, Altenheime,
2. reine und allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete,
3. Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete.

Für alle drei Gebietskategorien ist ein Richtwert für den C-bewerteten Schallleistungspegel  $L_{CE}$  von  $L_{CE} = 75$  dB(C) für ein MDW-Ereignis festgelegt. Dieser sollte am nächstgelegenen Immissionsort nicht überschritten werden. Damit ist gewährleistet, dass

- die MDW-Immissionen die aus dem Zugverkehr nach 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel nicht beeinflussen und damit nicht in der schalltechnischen Untersuchung nach 16. BImSchV berücksichtigt werden müssen,
- die in der Lärmmanagementrichtlinie für Schießplätze [LMR] vorgeschriebenen Richtwerte für das Einzelereignis eingehalten werden (die LMR ist zur Anwendung im Bereich des Verkehrslärmschutzes nicht anerkannt und dient nur zur Orientierung),
- das Schallereignis der MDW in den nächstgelegenen Wohngebieten im Bereich der menschlichen Wahrnehmbarkeitsschwelle liegt.

Kleingartenanlagen sowie Gewerbegebiete werden im Rahmen des Bewertungsverfahrens nicht zur zu schützenden Nachbarschaft gezählt. Durch die Festlegungen zur Limitierung der MDW im Umfeld der Tunnelportale (siehe Kapitel 2.2.1) erfahren sie jedoch ebenfalls einen angemessenen Schutz.

### 2.2.3 Randbedingungen der Nachweisführung

Bei dem Nachweis zur Einhaltung der Richtwerte des Dualen Richtwerteverfahrens wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Der Nachweis erfolgt für die maximale Entwurfsgeschwindigkeit, mit der der Tunnel befahren werden kann. Sollte die Entwurfsgeschwindigkeit richtungsbezogen variieren, wird dies entsprechend berücksichtigt. Weitere betriebliche Randbedingungen, die eine kleinere Geschwindigkeit begründen (wie z.B. Langsamfahrstellen, ...) werden nicht berücksichtigt. Ebenso werden keine Testfahrten, die in Einzelfällen mit Geschwindigkeiten bis zu 10 % über der maximalen Entwurfsgeschwindigkeit erfolgen, zugrunde gelegt.
- Der Nachweis bezieht sich auf einen mit dieser Geschwindigkeit verkehrenden, aerodynamisch eher ungünstig geformten Referenzzug, wie er im Gültigkeitsbereich der EBO [EBO] verkehren kann. Die Eigenschaften dieses Referenzzuges werden bei Hochgeschwindigkeitsstrecken durch die TSI HS RST [TSI] bzw. durch gesonderte Anforderungen innerhalb der Regelungen zum Technischen Netzzugang zur Infrastruktur der DB Netz AG definiert.
- Der Nachweis erfolgt für die aus der Solofahrt eines einzelnen Zuges resultierende Einfahrdruckwelle, da diese am gegenüberliegenden Ausfahrportal die größte Emission in die Umgebung hervorruft. Schwächere Emissionen wie diejenigen aus den Reflexionen der Einfahrdruckwelle bzw. aus der Ausfahrdruckwelle werden nicht berücksichtigt. Eventuell im Tunnel vorhandene Restdruckwellen eines vorher im Tunnel verkehrenden Zuges werden ebenso vernachlässigt.
- Der Nachweis erfolgt ohne die Berücksichtigung einer Tunnelgrundströmung.
- Der Nachweis erfolgt für jedes Ausfahrportal gesondert.
- Gegenstand der Betrachtung sind mögliche MDW-Emissionen an allen Portalen sowie an mit der Umgebung verbundenen offenen Luftschächten und sonstigen nicht durch Türen verschlossenen Öffnungen, die mit dem Tunnel korrespondieren.

- Der Nachweis erfolgt unter den folgenden meteorologischen Randbedingungen, auf die sich auch die im Bewertungsverfahren ausgewiesenen Richtwerte beziehen:
 

Luftdruck:	101325 Pa
Luftfeuchte Umgebung:	70 %
Temperatur Umgebung:	10 °C
Temperatur Tunnel:	12 °C
Windgeschwindigkeit Umgebung:	< 3 m/s
Windgeschwindigkeit Tunnel:	0 m/s
- Änderungen des hydrostatischen Drucks im Tunnel und Dichteunterschiede werden nicht berücksichtigt.
- Lokale, d.h. in Relation zur Gesamttunnellänge kleine Querschnittsänderungen im Tunnel durch Nischen, Abzweigungen, Schächte oder Einbauten werden nur berücksichtigt, wenn diese die Wellenaufsteilung im Tunnel beeinflussen.
- Querschnittsänderungen aus Fugen werden nicht einzeln, sondern über eine geeignete Modifikation der Reibungsterme in der Aufsteilungsberechnung berücksichtigt.
- Die öffentlichen Zugangsmöglichkeiten bzw. die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten von Personen im Bereich des Tunnelportals werden nicht explizit berücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass sich in jedem Fall Personen im Bereich des Portals aufhalten können.

### 2.3 Standardberechnungsverfahren für die MDW-Ausbreitung

MDW-Emissionen unterscheiden sich in Bezug auf das Frequenzspektrum, das Abstrahlverhalten von der Quelle (Richtcharakteristik) und die Impulshaltigkeit deutlich von üblichen Verkehrsgeräuschen. Aus diesem Grunde sind auch die Modelle zur Beschreibung des Ausbreitungsverhaltens anderer Geräuscharten nicht einfach übertragbar. Aufgrund der großen abstrahlenden Fläche der Quelle (also bei Tunneln der Portalquerschnitt) ist im Nahfeld des Portals mit anderen Gesetzmäßigkeiten wie im Fernfeld (Abstände  $\gg$  Portaldurchmesser) zu rechnen.

Basierend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen aus dem Projekt BEMT und den Messungen an der NBS Nürnberg-Ingolstadt kann für einfache Verhältnisse die Pegeländerung  $\Delta L$  für zwei Entfernungen  $s_1$  und  $s_2$  zur Quelle nach den nachfolgenden Formeln (1) bis (3) berechnet werden.

Für den Entfernungsbereich von 10 m bis 50 m gilt

$$\Delta L = 13,51 \lg \left( \frac{s_2}{s_1} \right) \text{ dB}, \quad (1)$$

entsprechend einer Pegelabnahme von 4 dB bei Entfernungsverdoppelung.

Für den Entfernungsbereich von 50 m bis 200 m gilt

$$\Delta L = 16,51 \lg \left( \frac{s_2}{s_1} \right) \text{ dB}, \quad (2)$$

entsprechend einer Pegelabnahme von 5 dB bei Entfernungsverdoppelung.

Für den Entfernungsbereich ab 200 m gilt

$$\Delta L = 20 \lg \left( \frac{s_2}{s_1} \right) \text{ dB}, \quad (3)$$

entsprechend einer Pegelabnahme von 6 dB bei Entfernungsverdoppelung.

Für Entfernungen  $< 10$  m ist von einer noch geringeren Pegelabnahme mit dem Abstand auszugehen als durch Formel (1) beschrieben. Sie kann jedoch als „Abschätzung zur sicheren Seite hin“ verwendet werden, wenn die Pegel in unmittelbarer Portalnähe ausgehend von den in größerem Abstand prognostizierten Pegeln abgeschätzt werden sollen.

Bei großen Entfernungen ( $>> 200$  m) können atmosphärische Einflüsse deutlich stärkeren Einfluss nehmen, als dies in dem oben beschriebenen Verfahren berücksichtigt wird. Solange die MDW jedoch im Portalbereich wie in Kapitel 2.2 beschrieben limitiert wird, ist sie in diesen Entfernungen nicht mehr wahrnehmbar und man kann daher auf eine diesbezügliche, detaillierte Modellierung verzichten.

## 2.4 Richtcharakteristik bei MDW-Emissionen

Bei der Abstrahlung der MDW von einer Portalöffnung ist von einer frequenzabhängigen Richtcharakteristik auszugehen. Bei sehr niedrigen Frequenzen nähert sich die Ausbreitung der Kugelcharakteristik, also einer gleichmäßigen Ausbreitung in alle Raumrichtungen, an. Mit steigender Frequenz, d.h. mit kleiner werdenden Wellenlängen, verändert sich die Ausbreitungscharakteristik: die Schallwellen die seitlich zur Fortbewegungsrichtung der Druckwelle (Tunnellängsrichtung) abgestrahlt werden, haben eine niedrigere Intensität als die, die in der ursprünglichen Fortbewegungsrichtung der Druckwelle abgestrahlt werden. Neben der Wellenlänge der MDW ist hierbei auch die Geometrie des Portals und der Umgebung für die sich ausbildende Richtcharakteristik relevant. Bislang lagen keine detaillierten Untersuchungen zur Richtcharakteristik bei der MDW-Ausbreitung vor, deswegen wurde ausgehend von den Untersuchungen an der NBS Nürnberg-Ingolstadt, z.B. [DB06b], im Regelfall ein Standardverfahren für die Ausbreitungsberechnung der MDW angewendet, das eine Richtcharakteristik nicht explizit berücksichtigt. Gleichwohl ist durch die für verschiedene Entfernungsbereiche definierte Ausbreitungsdämpfung eine gewisse Berücksichtigung der Richtcharakteristik enthalten, die für seitliche Ausbreitung die Ausbreitungsdämpfung eher unterschätzt als überschätzt und somit insgesamt eine „sichere“ Prognose erlaubt.

Bei der vorliegenden Untersuchung befindet sich am Portal Ulm die nächstgelegene Wohnbebauung ziemlich genau entgegen der Fortbewegungsrichtung der Druckwelle. Auch die weiteren evtl. relevanten Immissionsorte liegen „hinter“ dem Portal. In diesen Richtungen ist eine deutlich verringerte Abstrahlung der MDW zu erwarten. Aus diesem Grunde sehen wir es als notwendig an, die Richtcharakteristik zumindest ansatzweise zu berücksichtigen, um keine unverhältnismäßig hohen und ungerechtfertigten Anforderungen an die zulässigen MDW-Emissionen und damit die baulichen oder betrieblichen Maßnahmen zu stellen.

Für die Abschätzung der Richtcharakteristik wurden am 06.11.2009 orientierende Messungen am Nordportal des Tunnels Euerwang durchgeführt. Dieses Portal ist mit dem Portal Ulm sehr gut vergleichbar: Es handelt sich ebenfalls um ein Steilportal und die Strecke verläuft außerhalb des Portals in einem Trog. Bei den Messungen wurde in 25 m und 50 m Entfernung zum Portal, jeweils in Fortbewegungsrichtung der Druckwelle (vor dem Portal) und entgegengesetzt (hinter dem Portal) gemessen. Vor dem Portal wurde oberhalb der Trogrüstung gemessen, hinter dem Portal wurde in rund 10 m Höhe über der Portalöffnung (am 25 m-Messpunkt) und rund 20 m Höhe über der Portalöffnung (am 50 m-Messpunkt) gemessen. Diese geometrischen Bedingungen sind auf die Bedingungen am Portal Ulm gut übertragbar. Die Ergebnisse wurden bei MDW-Emissionspegeln gewonnen ( $L_{CE,25m}$  rund 93 dB(C)), die in derselben Größenordnung liegen, wie die für das Portal Ulm prognostizierten Pegel. Zwischen den C-bewerteten Pegeln 25 m vor dem Portal und 25 m hinter dem Portal wurde eine Differenz von knapp 16 dB bestimmt. Zwischen den jeweils in 50 m Entfernung gemessenen Pegeln lag die Differenz bei rund 17,5 dB. Für die A-bewerteten Schall-expositionspegel konnten aufgrund der niedrigen Pegel und des Hintergrundgeräusches keine Ergebnisse gewonnen werden.

Unter Berücksichtigung von Unsicherheiten, z.B. durch meteorologische Einflüsse oder spektrale Unterschiede, wird, basierend auf den genannten Messergebnissen, eine Richtcharakteristik für

das Portal Ulm abgeschätzt, die für den C-bewerteten Schallleistungspegel hinter dem Portal eine Pegelminderung von 14 dB bedeutet. Für die nahegelegenen Wohnbebauungen am Portal Ulm sowie die nahegelegene Kaserne am Portal Dornstadt kann hierauf basierend eine Richtcharakteristik abgeschätzt werden.

## 2.5 Datenbasis

Bei den aerodynamischen Simulationen zur Emission der MDW [DB09a] wurden dem Stand der Wissenschaft und Forschung entsprechende Prognoseansätze verwendet. Als Ergebnis wurden die Druckzeitverläufe (Drucksignale)  $p(t)$  in 25 m Entfernung zum jeweiligen Tunnelportal bezogen auf das entsprechende Gleis angegeben. Die Signale in 25 m Entfernung zum Portal kennzeichnen die MDW-Emission und sind die Basis der weiteren Immissionsprognosen.

Bei den Simulationen wurden die in Kapitel 2.2.3 genannten Randbedingungen berücksichtigt. Die maximale Einfahrtgeschwindigkeit beträgt am Portal Dornstadt 250 km/h, am Portal Ulm 100 km/h. Es wurden unterschiedliche Zugkopfgeometrien berücksichtigt. Die Zugkopfgeometrien entsprechen denen der BR 401 (ICE 1) bzw. BR 402 (ICE 2) (BR 401 und BR 402 haben die gleiche Kopfgeometrie), der BR 403/406 (ICE 3), der BR 101 (nur bei Einfahrt am Portal Ulm) und einem virtuellen „TSI-Zug“ (nur bei Einfahrt am Portal Dornstadt), der die Randbedingungen der Technischen Spezifikation für die Interoperabilität für Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitverkehrs [TSI] im Sinne der MDW-Emission schlechtestmöglich einhält. Die untersuchten Zugvarianten heißen somit: „ICE 1“, „ICE 3“, „BR 101“ und „TSI-Zug“.

Die Informationen zu den Portalumgebungen wurden den vom Auftraggeber übergebenen Zeichnungen und Plänen entnommen. Die Informationen zu den relevanten Immissionsorten wurden den schalltechnischen Untersuchungen zum PFA 2.4 [Fritz09] sowie den vorliegenden Plänen entnommen.

## 3 Untersuchung

Basierend auf den prognostizierten Drucksignalen in 25 m Entfernung zum jeweiligen Portal werden die relevanten akustischen Kenngrößen der MDW-Emissionen berechnet. Die Unsicherheiten werden abgeschätzt und fließen in die Ergebnisse ein. Ausgehend von den gleisbezogenen MDW-Emissionen, werden, nach Bewertung der jeweiligen Ausbreitungssituation, die relevanten MDW-Immissionen an den Immissionsorten in der Umgebung der Tunnelportale prognostiziert. Die Ausbreitungsdämpfung wird hierbei mit Hilfe eines einfachen Verfahrens (siehe Kapitel 2.3) berechnet. Die Richtcharakteristik der MDW (siehe Kapitel 2.4) wird, sofern dies als sinnvoll erachtet wird, bei der Berechnung der Immissionspegel berücksichtigt.

Die prognostizierten MDW-Immissionen werden in Hinblick auf Gesundheitsgefährdung und Auffälligkeit im Umfeld der Tunnelportale sowie den Schutz der in der Nachbarschaft wohnenden Menschen und der Sicherstellung der Vermeidung von Schäden an baulichen Anlagen bewertet. Hierbei wird das Duale Richtwertverfahren nach Kapitel 2.2 angewendet. Zusätzlich wird der Einfluss der MDW-Immissionen auf den nach 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel ermittelt.

### 3.1 Prognose der MDW-Emissionen

Die MDW-Emissionen wurden als Drucksignale  $p(t)$  in 25 m Abstand zur Öffnung der betreffenden Tunnelröhre prognostiziert [DB09a]. Hierbei wurden Simulationsrechnungen für verschiedene Zugkopfgeometrien und verschiedene Umgebungstemperaturen durchgeführt (vgl. Kapitel 2.5). Für die Prognosen am Portal Dornstadt (Einfahrt am Portal Ulm) wurde ein vereinfachtes Prognoseverfahren angewendet, bei dem die Einfahrdruckwellen aus skalierten 1:1 Messungen der Messgruppe



Aerodynamik TTZ 113.1 am Tunnel Euerwang gewonnen wurden. Für die akustische Bewertung werden die MDW-Emissionen von Zügen der BR 401/BR 402, der BR 403/406 und der BR 101 (Einfahrt am Portal Ulm) bzw. einem virtuellen „TSI-Zug“ (Einfahrt Portal Dornstadt) bei einer Umgebungstemperatur von 10°C herangezogen. Die MDW-Emissionen des auf der NBS mit maximal 230 km/h verkehrenden schnellen Fernverkehrs überschreiten die MDW-Emissionen des TSI-Zuges bei 250 km/h nicht [DB09b]. Dieser schnelle Fernverkehr wird somit durch die Prognosen für den TSI-Zug mit 250 km/h abgedeckt und wird nicht separat untersucht.

Die Drucksignale besitzen eine Abtastfrequenz von über 5,4 kHz. Die Drucksignale werden mit der Signalanalysesoftware FAMOS, Version 6.0 Rev. 5 vom 30. Juli 2008 sowie Microsoft Excel 2000 (9.0.2812) ausgewertet. Hierbei werden die akustischen Kerngrößen:

- C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$
- A-bewerteter Schallleistungspegel  $L_{AE}$
- C-bewerteter Schallleistungspegel  $L_{CE}$

gem. der Definition nach DIN 61672-1 berechnet. Abweichend zur Norm wird jedoch die untere Frequenzgrenze und die Frequenzbewertung (C- und A-Bewertung) bei den Berechnungen bis auf unter 1 Hz nach unten ausgedehnt. Eine zusätzliche Bandbegrenzung, wie sie bei messtechnischer Erfassung erfolgen würde, findet nicht statt.

Die so ermittelten Emissionspegel  $L_{pC,peak,25m}$ ,  $L_{AE,25m}$  und  $L_{CE,25m}$  der MDW in 25 m Entfernung zur Quelle sind die Basis der Berechnung der MDW-Immissionen.

## 3.2 Prognose der MDW-Immissionen im Umfeld der Portale

Ausgehend von den MDW-Emissionen an den Tunnelportalen werden mit Hilfe der Ausbreitungsrechnung nach Kapitel 2.3 die jeweiligen Immissionspegel eines MDW-Ereignisses am Referenzpunkt eines Gleises prognostiziert. Da die bei Einfahrt des Zuges generierte Druckwelle sich nur in der befahrenen Tunnelröhre fortpflanzt, wird auch nur von dieser eine MDW emittiert.

### 3.2.1 Portal Dornstadt

Am Portal Dornstadt werden an beiden Tunnelröhren Portalhauben als Maßnahme zur Minderung der MDW gebaut. Die Gleise verlaufen außerhalb des Portals in einem Geländeeinschnitt in Troglage; die Gleisachsen sind ca. 19 m voneinander entfernt. Die akustischen Abstrahlbedingungen sind für beide Gleise praktisch identisch. Die Referenzpunkte liegen 25 m vom Portalvorbau (vom Schnittpunkt der Geraden zwischen den Fußpunkten des Portals und der Gleisachse) und 5 m von der Gleisachse des jeweiligen Gleises entfernt.

Da die Einschnittslage der Gleise im Portalbereich bei der Prognose der Drucksignale berücksichtigt wurde [DB09a], werden keine Zu- oder Abschläge für Richtwirkungen oder Reflexionen angesetzt. Aufgrund der im Wesentlichen gleichen Bedingungen für beide Röhren sind die prognostizierten MDW-Immissionen an beiden Referenzpunkten gleich.

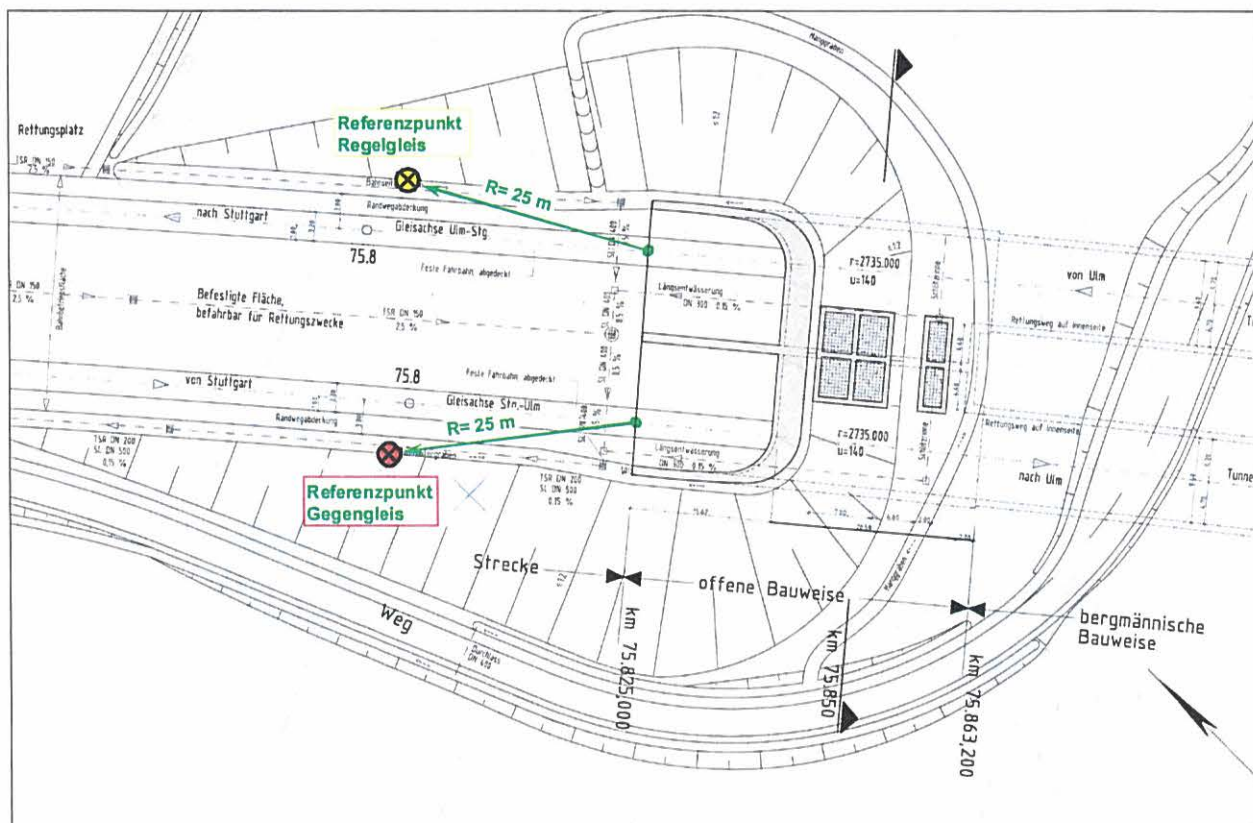


Abbildung 9: Lage der Referenzpunkte am Portal Dornstadt ([BGS06a], ergänzt)

### 3.2.2 Portal Ulm

Am Portal Ulm sind keine Maßnahmen zur Minderung der MDW geplant. Die Gleise verlaufen außerhalb des Portals in einem Trog. Im in offener Bauweise gebauten Tunnelbereich beginnt ein Weichenbereich, der erst außerhalb des Portals endet. Die akustischen Abstrahlbedingungen sind für beide Gleise praktisch identisch. Bei dem Kreuzungsbauwerk, das bei km 81,8 den Trog quert (siehe Abbildung 7), handelt es sich um eine Fachwerkbrücke aus Stahl. Da in 25 m Entfernung zum Portal die Stahlbrücke oberhalb des Gleises Ulm-Wendlingen (Gegengleis) liegt, wird nur ein Referenzpunkt in 25 m vom Portalvorbau (vom Schnittpunkt der Geraden zwischen den Fußpunkten des Portals und der Gleisachse) oberhalb der Trogrüstung auf der Seite des Regelgleises (Gleis Wendlingen-Ulm) festgelegt (Abbildung 10).

Die mögliche, auf Reflexionen beruhende Erhöhung des Immissionspegels am Referenzpunkt wird auf maximal 2 dB abgeschätzt. Da die Troglage der Gleise im Portalbereich bei der Prognose der Drucksignale berücksichtigt wurde [DB09a], werden keine weiteren Zu- oder Abschläge für Richtwirkungen oder Reflexionen angesetzt.

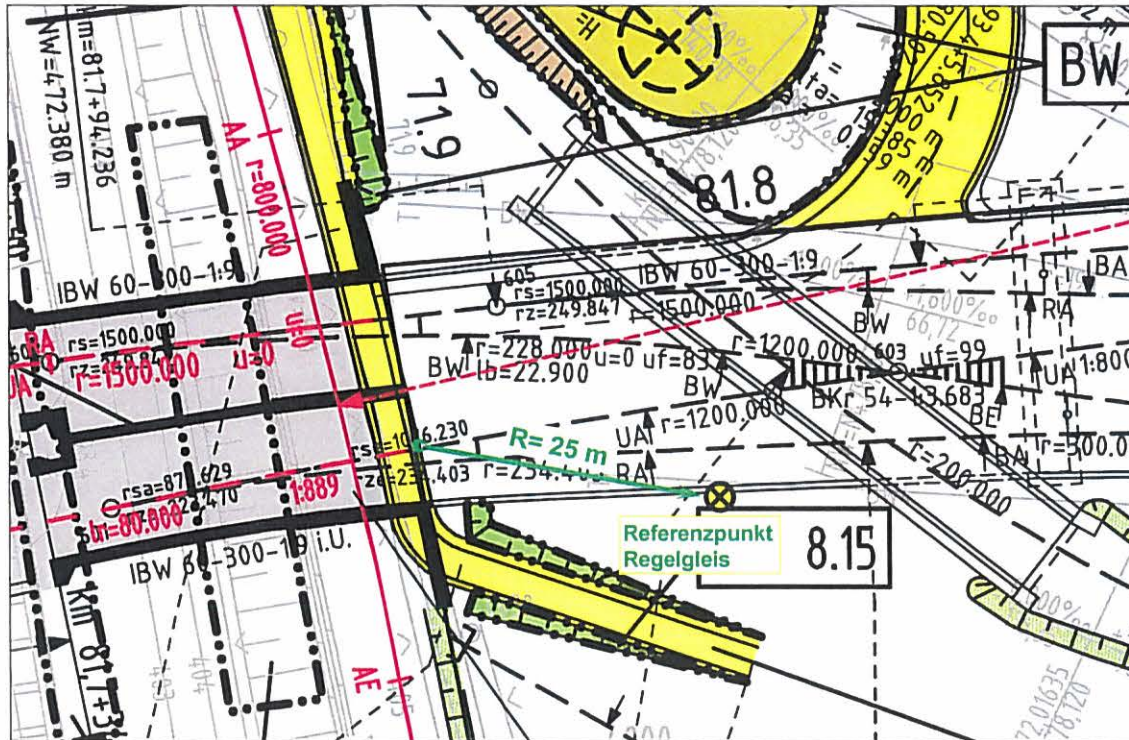


Abbildung 10: Lage der Referenzpunkte am Portal Ulm ([BGS06b], ergänzt)

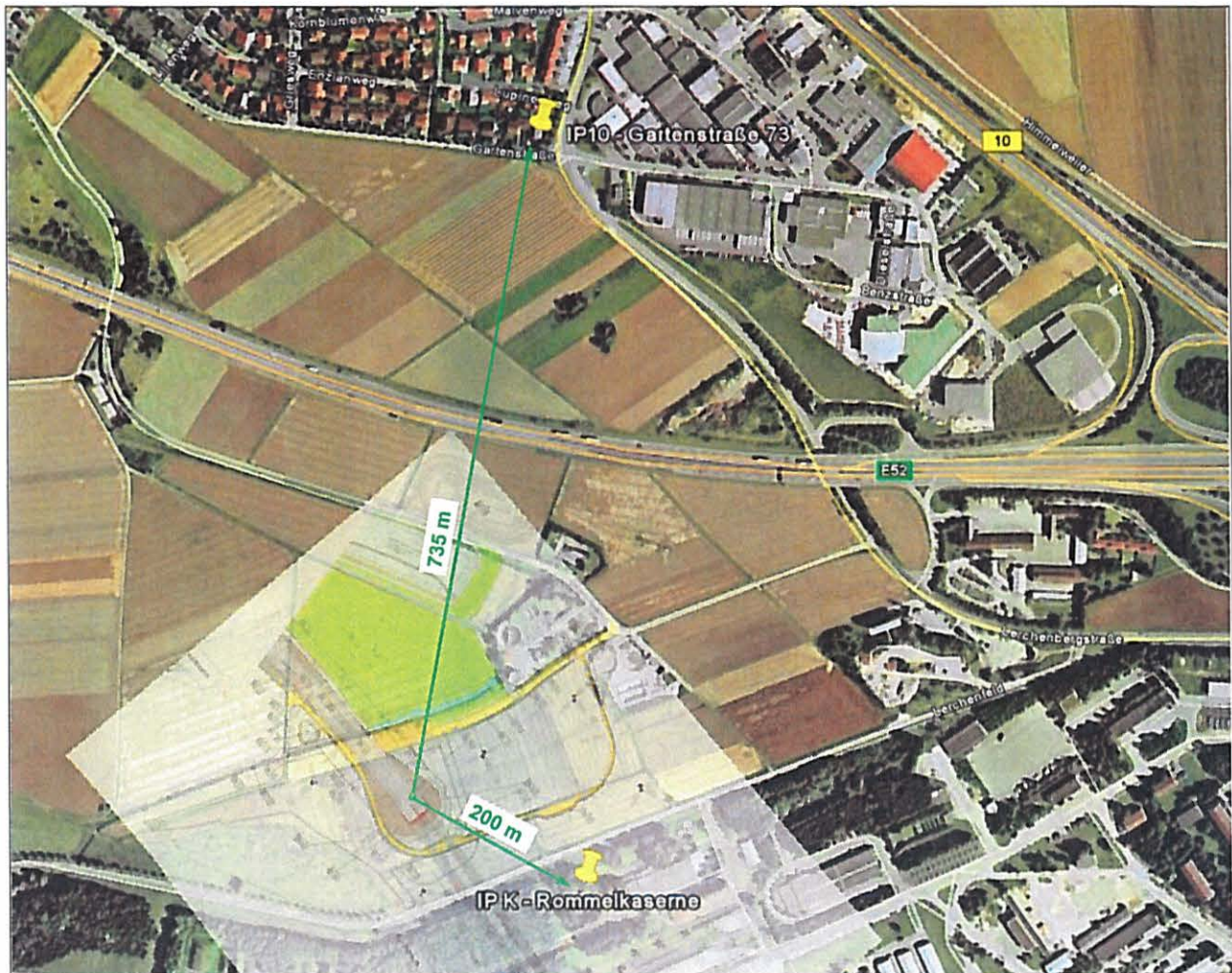
### 3.3 Prognose der MDW-Immissionen in der Nachbarschaft

Ausgehend von den MDW-Emissionen an den Tunnelportalen werden mit Hilfe der Ausbreitungsrechnung nach Kapitel 2.3 und der Werte für die Richtcharakteristik nach Kapitel 2.4 die jeweiligen Immissionspegel eines MDW-Ereignisses an der nächstgelegenen Wohnbebauung prognostiziert. Es wird, unabhängig vom Regelgleis, jeweils die zur Wohnbebauung nächstgelegene Tunnelröhre als Emissionsquelle angenommen. Damit wird die geringste Entfernung und somit die geringste Ausbreitungsdämpfung für die Immissionsberechnung verwendet.

#### 3.3.1 Portal Dornstadt

Die zum Portal Dornstadt nächstgelegene Wohnbebauung liegt nördlich vom Portal in der Gemeinde Dornstadt. Es handelt sich um Wohnbebauung im südöstlichen Bereich der Gemeinde, welcher als allgemeines Wohngebiet klassifiziert ist. In der schalltechnischen Untersuchung zum PFA 2.4 [Fritz09] wurden mehrere Immissionsorte ausgewählt, von denen der IP 10 (Gartenstraße 73) dem Portal mit 735 m Entfernung am nächsten liegt. Südöstlich des Portals liegt die Rommelkaserne, die in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] als Sondergebiet ausgewiesen ist. Das dem Portal nächstgelegene Gebäude wird in dieser Untersuchung zur MDW als Immissionsort IP K definiert. Der IP K liegt 200 m hinter dem Portal.

Die Bundesautobahn A 8 verläuft zwischen der NBS und der Gemeinde Dornstadt. Zwischen Autobahn und Tunnelportal ist eine Geländeaufschüttung vorgesehen. In der Abbildung 11 ist die örtliche Situation dargestellt:



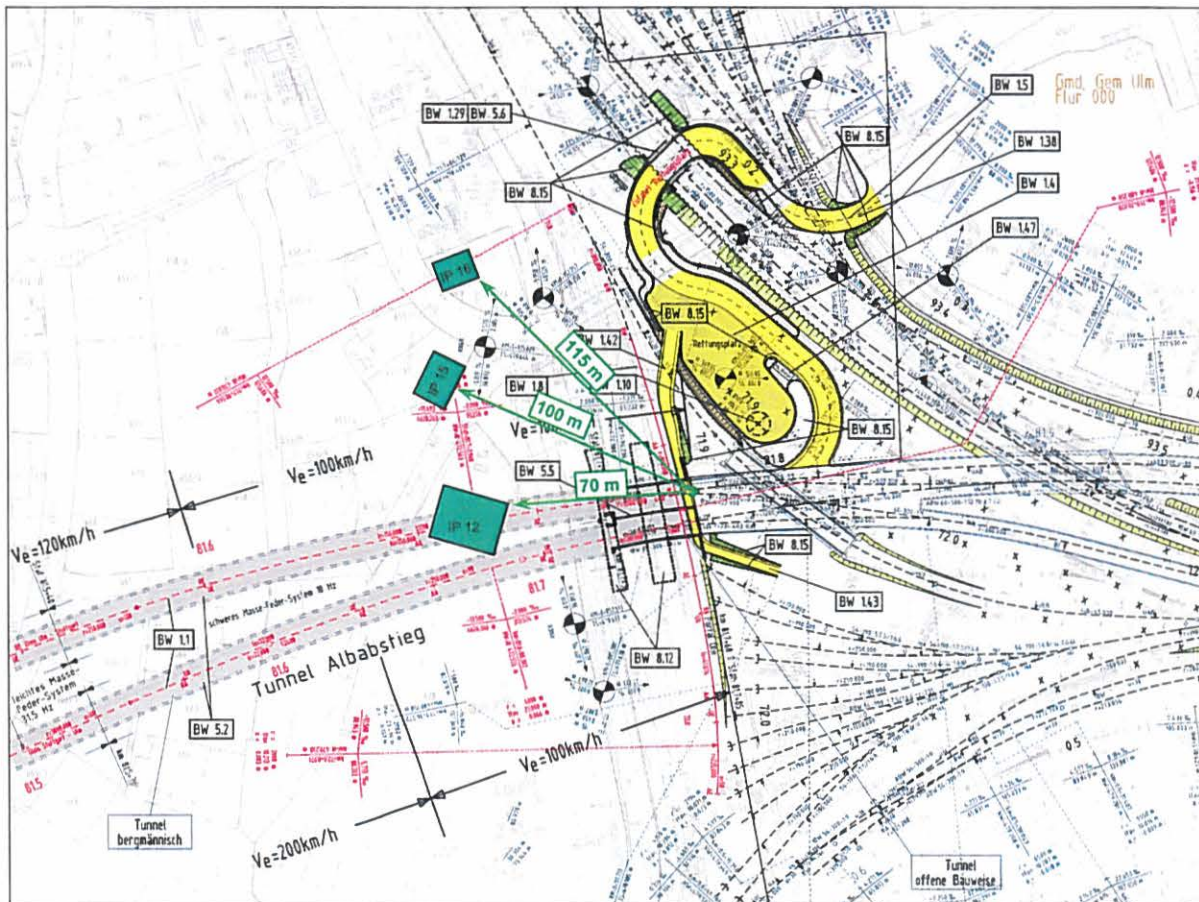
**Abbildung 11:** Nächstegelegene Immissionsorte am Portal Dornstadt ([Google09] und [BGS06e], ergänzt)

Bei der Berechnung der MDW-Immissionspegel werden keine Abschirmungen berücksichtigt. Für die Richtwirkung wird für die bestehende örtliche Situation - basierend auf orientierenden Messungen am Tunnel Euerwang (siehe Kapitel 2.4) - für den C-bewerteten Schallleistungspegel ein Wert von -9 dB für den IP K abgeschätzt. Die Ausbreitungsdämpfung wird mit dem in Kapitel 2.3 beschriebenen Standardverfahren berechnet.

### 3.3.2 Portal Ulm

Die zum Portal Ulm nächstegelegene Wohnbebauung liegt nördlich vom Portal oberhalb der Tunnelröhre in Hanglage des Michelsberges. Wird für den Verlauf des Regelgleises ein Winkel von 0° festgelegt, dann liegt die nächstegelegene Wohnbebauung bei ca. 180° und ist 70 m vom Portal entfernt. Sie wird in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] mit IP 13 bezeichnet und liegt in einem Mischgebiet. Alle anderen Immissionsorte liegen weiter vom Emissionsort entfernt. Da sich aufgrund der Richtwirkung (vgl. Kapitel 2.4) jedoch auch ein etwas weiter entfernter Immissionsort als der relevante Immissionsort ergeben kann, werden auch für die Immissionsorte IP 15 (Mühlsteige 2) und IP 16 (Michelsbergstraße 4) die Immissionspegel prognostiziert. IP 15 ist 100 m vom Emissionsort entfernt und IP 16 ist 115 m vom Emissionsort entfernt.

In der Abbildung 12 ist die örtliche Situation dargestellt:



**Abbildung 12:** Nächstgelegene Immissionsorte am Portal Ulm (BGS06b], ergänzt)

Bei der Berechnung der MDW-Immissionspegel werden keine Reflexionen und keine Abschirmungen berücksichtigt. Für die Richtwirkung wird für die bestehende örtliche Situation - basierend auf orientierenden Messungen am Tunnel Euerwang (siehe Kapitel 2.4) - für den C-bewerteten Schallexpositionspegel ein Wert von -14 dB für den IP 13, ein Wert von -9 dB für den IP 15 und ein Wert von -6 dB für den IP 16 abgeschätzt. Die Ausbreitungsdämpfung wird mit dem in Kapitel 2.3 beschriebenen Standardverfahren berechnet.

### 3.4 Unsicherheitsbetrachtung

Wie alle Prognosen unterliegen auch die vorliegenden Prognosen einer Unsicherheit. Um diese angemessen zu berücksichtigen und dem Schutzbedürfnis der Nachbarschaft und der Allgemeinheit Rechnung zu tragen, sind folgende Maßnahmen durchgeführt worden:

- Die Prognosen der Druckverläufe  $p(t)$  wurden nach dem jetzigen Stand der Technik durchgeführt. Simulationsergebnisse bei Variation verschiedener Eingangsparameter sind mit Messergebnissen und Modellmessungen abgeglichen worden.
- Um Imperfektionen der vorhandenen Simulationsverfahren, wie z.B. die Glättung des Drucksignals und damit ggf. Eliminierung höherfrequenter Anteile im Signal, und bisher nicht berechenbare Einflussparameter zu berücksichtigen, sind basierend auf Feldmessungen und Variationen der simulierten Signale Unsicherheitszuschläge von +6 dB für die A-bewerteten Pegel und +2 dB für die C-bewerteten Pegel festgelegt worden.
- Gemessene Luftschallpegel sind tendenziell niedriger als Pegel, die aus Druckverläufen  $p(t)$  berechnet werden, da die Messtechnik durch die untere Grenzfrequenz bei ganz nied-

rigen Frequenzanteilen (< 3Hz) eingeschränkt ist. Um hier bei den Berechnungen keine Unsicherheiten zu Lasten von Betroffenen entstehen zu lassen, sind die Berechnungen ohne Bandbegrenzung im unteren Frequenzbereich durchgeführt worden. Hieraus resultiert, dass der rechnerisch ermittelte Wert (bei gleichem Signal) immer gleich oder größer einem messtechnisch ermittelten Wert ist.

- Die prognostizierten Pegel zur Kennzeichnung der MDW-Emission („25m Pegel“) werden auf eine Nachkommastelle gerundet. Die prognostizierten Pegel am Immissionsort werden auf ganze Dezibelwerte aufgerundet.

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Prognose und Bewertung werden für das Umfeld der Tunnelportale und für die Nachbarschaft (nächstgelegene Wohnbebauung) getrennt dargestellt. Der Einfluss der MDW-Immissionen auf die nach 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel wird ebenfalls dargestellt.

### 4.1 MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale

Die prognostizierten Pegel zur Beurteilung der MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale (Nahbereich) werden getrennt für beide Portale angegeben und in Hinblick auf Gesundheitsgefährdung und Auffälligkeit bewertet. Die Emissionspegel  $L_{pC,peak,25m}$  der MDW in 25 m Entfernung zur Quelle sind, als Basis der Berechnung der MDW-Immissionen, ebenfalls angegeben.

#### 4.1.1 Portal Dornstadt

In der Tabelle 1 sind die jeweils in einem Abstand von 25 m zu den Portalen prognostizierten C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak,25m}$  für ICE1/ICE2, ICE 3 und BR 101 zur Quantifizierung der MDW-Emissionen am Portal Dornstadt angegeben. Sie werden für die Einfahrt eines Zuges am Portal Ulm in Richtung Wendlingen gemäß Kapitel 3 prognostiziert. Aufgrund der im Wesentlichen baugleichen Ausführung der Tunnelröhren und der Portale gilt die Prognose sowohl für Fahrten auf dem Regelgleis als auch für Fahrten auf dem Gegengleis.

Als Kenngröße für die MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale sind die C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  am Referenzpunkt angegeben. Diese Werte gelten ebenso für Fahrten sowohl auf dem Regelgleis als auch auf dem Gegengleis.

**Tabelle 1:** Prognostizierte MDW-Emissionen und MDW-Immissionen im Bereich des Portals Dornstadt bei Einfahrt am Portal Ulm

	Albabstieg - Portal Dornstadt		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
$L_{pC,peak,25m}$ in dB(C)	78,1	81,9	82,0
MDW-Immissionen am Referenzpunkt			
Richtwirkung	0 dB		
Abschirmung	0 dB		
Entfernung Portal - Referenzpunkt	25 m		
$L_{pC,peak}$ in dB(C) am Referenzpunkt	79	82	82

Für die Bewertung der MDW-Immissionen im Portalbereich werden die prognostizierten C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  an den Referenzpunkten mit dem Richtwert von  $L_{pC,peak} = 115 \text{ dB(C)}$  nach Kapitel 2.2 verglichen:

Die Prognosewerte der MDW-Immissionen am Portal Dornstadt liegen für alle betrachteten Zugtypen deutlich unterhalb des Richtwertes.

#### 4.1.2 Portal Ulm

In der Tabelle 2 sind die jeweils in einem Abstand von 25 m zu den Portalen prognostizierten C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak,25m}$  für ICE1/ICE2, ICE 3 und „TSI-Züge“ zur Quantifizierung der MDW-Emissionen am Portal Ulm angegeben. Sie werden für die Einfahrt eines Zuges am Portal Dornstadt in Richtung Ulm gemäß Kapitel 3 prognostiziert. Aufgrund der baugleichen Ausführung der Tunnelröhren und der Portale gilt die Prognose sowohl für Fahrten auf dem Regelgleis als auch für Fahrten auf dem Gegengleis.

Als Kenngröße für die MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale sind die C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  am Referenzpunkt des Regelgleises angegeben. Für das Gegengleis wurde wegen dem Kreuzungsbauwerk kein Referenzpunkt definiert.

**Tabelle 2:** Prognostizierte MDW-Emissionen und MDW-Immissionen im Bereich des Portals Ulm bei Einfahrt am Portal Dornstadt

	Albabstieg - Portal Ulm		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
$L_{pC,peak,25m}$ in dB(C)	101,2	99,6	107,5
	MDW-Immissionen am Referenzpunkt Regelgleis		
Richtwirkung	0 dB		
Zuschlag Reflexionen	2 dB		
Entfernung Portal - Referenzpunkt	25 m		
$L_{pC,peak}$ in dB(C) am Referenzpunkt	104	102	110

Für die Bewertung der MDW-Immissionen im Portalbereich werden die prognostizierten C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel  $L_{pC,peak}$  am Referenzpunkt mit dem Richtwert von  $L_{pC,peak} = 115 \text{ dB(C)}$  nach Kapitel 2.2 verglichen:

Die Prognosewerte der MDW-Immissionen am Portal Ulm liegen für alle betrachteten Zugtypen unterhalb des Richtwertes.

#### 4.2 MDW-Immissionen im Bereich der Nachbarschaft

Die prognostizierten Pegel zur Beurteilung der MDW-Immissionen im Bereich der Nachbarschaft werden getrennt für die Portale angegeben und nach dem in Kapitel 2.2 beschriebenen Bewertungsverfahren bewertet. Die als Berechnungsbasis notwendigen Schallleistungspegel  $L_{CE,25m}$  und  $L_{AE,25m}$  sind ebenfalls angegeben. Der A-bewertete Schallleistungspegel wird nicht nach Kapitel 2.2 bewertet, sondern dient einer gesonderten Betrachtung zum Einfluss der MDW-Immissionen auf die nach 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel in Kapitel 4.2.3.

#### 4.2.1 Portal Dornstadt

In der Tabelle 3 sind die MDW-Emissionen am Portal Dornstadt und die für die nächstgelegenen Immissionsorte in der Nachbarschaft des Portals prognostizierten Immissionspegel der MDW bei Einfahrt eines Zuges am Portal Ulm mit den maßgeblichen Angaben zur Berechnung angegeben.

Aufgrund des für dieses Portal angewendeten vereinfachten Prognoseverfahrens sind die Ergebnisse mit einer etwas höheren Unsicherheit behaftet, als bei den sonstigen Prognosen. Da die berechneten Emissions- und Immissionspegel jedoch so gering sind, wird dies als unschädlich erachtet und auf die Anwendung des detaillierteren Prognoseverfahrens verzichtet (siehe auch [DB09a]).

Für die Berechnung des Immissionspegels ist das Portal der Oströhre als Emissionsquelle ausgewählt worden, da hier die Entfernung zwischen Quelle und Immissionsort am geringsten ist; zudem handelt es sich um das Portal des Regelgleises Richtung Wendlingen.

**Tabelle 3:** Prognostizierte MDW-Emissionen am Portal Dornstadt und MDW-Immissionen in der Nachbarschaft des Portals bei Einfahrt am Portal Ulm

	Albabstieg - Portal Dornstadt		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
$L_{CE,25m}$ in dB(C)	68,3	70,8	71,2
MDW-Immissionen in der Nachbarschaft			
Immissionsort *	IP 10 (Gartenstraße 73)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	735 m		
Richtwirkung	0 dB		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
Resultierender $L_{CE}$ in dB(C) am Immissionsort	43	46	46
Immissionsort	IP K (Rommelkaserne)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	200 m		
Richtwirkung	-9 dB(C)		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
Resultierender $L_{CE}$ in dB(C) am Immissionsort	46	48	49

\* Bezeichnung des Immissionsortes gem. der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09]

Für die Bewertung der MDW-Immissionen in der Nachbarschaft werden die prognostizierten C-bewerteten Schallleistungspegel  $L_{CE}$  mit dem Richtwert von  $L_{CE} = 75$  dB(C) nach Kapitel 2.2 verglichen:

Die Prognosewerte der resultierenden MDW-Immissionen in der Nachbarschaft des Portals Dornstadt liegen für alle betrachteten Zugtypen deutlich unterhalb des Richtwertes.

#### 4.2.2 Portal Ulm

In der Tabelle 4 sind die MDW-Emissionen am Portal Ulm und die für die drei nächstgelegenen Immissionsorte (IP 13, IP 15 und IP 16) in der Nachbarschaft des Portals prognostizierten Immis-



sionspegel der MDW bei Einfahrt eines Zuges am Portal Dornstadt mit den maßgeblichen Angaben zur Berechnung angegeben.

Für die Berechnung des Immissionspegels ist das Portal der Oströhre (Portal des Gegengleises) als Emissionsquelle ausgewählt worden, da hier die Entfernung zwischen Quelle und Immissionsorten am geringsten ist.

**Tabelle 4:** Prognostizierte MDW-Emissionen am Portal Ulm und MDW-Immissionen in der Nachbarschaft (nächstgelegene Wohnbebauung) des Portals bei Einfahrt am Portal Dornstadt

	Albabstieg - Portal Ulm		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
$L_{CE,25m}$ in dB(C)	85,5	84,1	90,8
MDW-Immissionen in der Nachbarschaft			
Immissionsort *	IP 13 (Mühlsteige 1)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	70 m		
Richtwirkung	-14 dB(C)		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
Resultierender $L_{CE}$ in dB(C) am Immissionsort	65	64	71
Immissionsort *	IP 15 (Mühlsteige 2)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	100 m		
Richtwirkung	-9 dB(C)		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
Resultierender $L_{CE}$ in dB(C) am Immissionsort	68	67	73
Immissionsort *	IP 16 (Michelsbergstraße 4)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	115 m		
Richtwirkung	-6 dB(C)		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
Resultierender $L_{CE}$ in dB(C) am Immissionsort	70	69	75

\* Bezeichnung des Immissionsortes gem. der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09]

Für die Bewertung der MDW-Immissionen in der Nachbarschaft werden die prognostizierten C-bewerteten Schallexpositionspegel  $L_{CE}$  mit dem Richtwert von  $L_{CE} = 75$  dB(C) nach Kapitel 2.2 verglichen:

Die Prognosewerte der resultierenden MDW-Immissionen in der Nachbarschaft des Portals Ulm halten für alle betrachteten Zugtypen den Richtwert ein.

#### 4.2.3 Einfluss der MDW-Immissionen auf den Beurteilungspegel nach 16. BImSchV

Um zu prüfen, ob die aus der MDW resultierenden Immissionen einen Einfluss auf die nach 16. BImSchV berechneten Beurteilungspegel haben, werden die A-bewerteten Schallexpositionspegel  $L_{AE}$  der MDW an den Immissionsorten prognostiziert und mit den der Planung zugrunde liegenden Zugzahlen die A-bewerteten Mittelungspegel der MDW am Immissionsort für den Tag- bzw. Nachtzeitraum errechnet. Sofern der Beitrag der MDW um 20 dB niedriger ist als der nach 16. BImSchV berechnete Beurteilungspegel am Immissionsort in der Nachbarschaft, wird dieser nicht beeinflusst (bei der energetischen Addition zweier Pegel die sich um 20 dB unterscheiden, ist der Summenpegel um 0,0432 dB, gerundet 0,0 dB, höher als der höhere der beiden Pegel, somit ergibt sich bei der Berechnung eines Beurteilungspegels keine Erhöhung).

Da bei der Berechnung der Mittelungspegel auch die MDW-Emissionen berücksichtigt werden müssen, die aus der Tunnelausfahrt eines Zuges am anderen Tunnelportal resultieren, erfolgt hierzu folgende Abschätzung: Aus den Untersuchungen zur MDW an den Tunneln Euerwang und Irlahüll ist bekannt, dass die MDW-Emission bei Ausfahrt des Zuges aus dem Tunnel am gegenüberliegenden Portal deutlich geringer ist als bei Zugeinfahrt. Die Differenz betrug für den C-bewerteten Schallexpositionspegel im Mittel rund 8 dB [DB06b]. Für den A-bewerteten Schallexpositionspegel ist die Differenz voraussichtlich größer - sie konnte aufgrund der Hintergrundgeräusche bisher jedoch nicht ermittelt werden. Aus diesem Grunde werden 8 dB Differenz zwischen dem A-bewerteten Schallexpositionspegel der MDW bei Zugeinfahrt und dem A-bewerteten Schallexpositionspegel der MDW bei Zugausfahrt als konservative Abschätzung angenommen.

Bei der Berechnung der A-bewerteten MDW-Immissionspegel werden im Rahmen dieser Betrachtung keine Abschirmungen berücksichtigt. Die Richtcharakteristik wird wie bei der Berechnung der C-bewerteten Immissionspegel berücksichtigt. Die Ausbreitungsdämpfung wird mit dem in Kapitel 2.3 beschriebenen Standardverfahren berechnet. Durch die Anwendung dieses Verfahrens und die Vernachlässigung der Abschirmung ist gewährleistet, dass es sich hier um eine Abschätzung zur „sicheren Seite“ handelt.

Am Portal Dornstadt werden alle MDW-Emissionen berücksichtigt, die von Zügen, die mit 100 km/h am Portal Ulm in den Tunnel einfahren generiert werden. In der Tabelle 5 sind die MDW-Emissionen am Portal Dornstadt und die für den nächstgelegenen in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] ausgewiesenen Immissionsort in der Nachbarschaft des Portals prognostizierten A-bewerteten Immissionspegel der MDW bei Einfahrt eines Zuges am Portal Ulm mit den maßgeblichen Angaben zur Berechnung angegeben. Der Immissionsort IP K wird hier nicht betrachtet. Für die Berechnung des Immissionspegels ist das Portal der Oströhre als Emissionsquelle ausgewählt worden, da hier die Entfernung zwischen Quelle und Immissionsort am geringsten ist.

**Tabelle 5:** Prognostizierte MDW-Emissionen am Portal Dornstadt und MDW-Immissionen in der Nachbarschaft (nächstgelegene Wohnbebauung) des Portals bei Einfahrt am Portal Ulm

	Albabstieg - Portal Dornstadt		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
$L_{AE,25m}$ in dB(A)	40,9	43,5	43,2
MDW-Immissionen in der Nachbarschaft			
Immissionsort *	IP 10 (Gartenstraße 73)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	735 m		
Richtwirkung	0 dB		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	BR 101
Resultierender $L_{AE}$ in dB(A) am Immissionsort	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>18</b>

\* Bezeichnung des Immissionsortes gem. der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09]

Zur Berechnung des A-bewerteten Mittelungspegels wird für alle Zugfahrten der maximale  $L_{AE}$  am Immissionsort aus obiger Tabelle für alle Zugarten herangezogen. Mit der in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] angegebenen Streckenauslastung der NBS von 103 Zugfahrten im Tagzeitraum (06:00 - 22:00 Uhr) und 51 Zugfahrten im Nachtzeitraum (22:00 - 06:00 Uhr) mit Geschwindigkeiten von 100 km/h (alle Zugarten) für beide Gleise und unter Berücksichtigung, dass bei der Hälfte der Fahrten der  $L_{AE}$  der MDW am Immissionsort um 8 dB niedriger als der Tabellenwert liegt, ergeben sich folgende A-bewertete Mittelungspegel der MDW am Immissionsort IP 10 für den Tag- bzw. Nachtzeitraum:

$$L_{Aeq,MDW}(Tag) = \left[ 10 \cdot \lg(52 \cdot 10^{0,1 \cdot 19} + 51 \cdot 10^{0,1 \cdot 11}) - 10 \cdot \lg\left(16h \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot \frac{1}{s}\right) \right] \text{dB(A)} = -10,8 \text{dB(A)}$$

$$L_{Aeq,MDW}(Nacht) = \left[ 10 \cdot \lg(26 \cdot 10^{0,1 \cdot 19} + 25 \cdot 10^{0,1 \cdot 11}) - 10 \cdot \lg\left(8h \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot \frac{1}{s}\right) \right] \text{dB(A)} = -10,8 \text{dB(A)}$$

Die oben berechneten A-bewerteten Mittelungspegel der MDW liegen deutlich mehr als 20 dB unter den in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] prognostizierten Beurteilungspegeln am Immissionsort IP 10 von 47 dB(A) tags und 47 dB(A) nachts. Die Beurteilungspegel nach 16. BImSchV werden somit nicht durch die Anteile der MDW beeinflusst.

Am Portal Ulm fließen nur die MDW-Emissionen der am Portal Dornstadt mit 250 km/h und 230 km/h verkehrenden Züge (vertakteter HGV, ergänzender Fernverkehr und HGV-Verstärker gem. [Fritz09]) in die Betrachtung ein. Züge die mit niedrigerer Geschwindigkeit verkehren (Schnellgüterzüge gem. [Fritz09]), werden als vernachlässigbar eingestuft. Für die Züge mit der Tunneleinfahrtsgeschwindigkeit von 230 km/h oder 250 km/h werden die MDW-Emissionen eines TSI-Zuges mit 250 km/h (entspricht dem „ungünstigsten“ HGV-Zug, vgl. Kapitel 2.5) herangezogen. In der Tabelle 6 sind die MDW-Emissionen am Portal Ulm und die für den relevanten Immissionsort in der Nachbarschaft des Portals (IP 16) prognostizierten A-bewerteten Immissionspegel der MDW bei Einfahrt eines Zuges am Portal Dornstadt mit den maßgeblichen Angaben zur Berechnung angegeben. Für die Berechnung des Immissionspegels ist das Portal der Oströhre als Emissionsquelle ausgewählt worden, da hier die Entfernung zwischen Quelle und Immissionsort am geringsten ist.

**Tabelle 6:** Prognostizierte MDW-Emissionen am Portal Ulm und MDW-Immissionen in der Nachbarschaft (relevanter Immissionsort IP 16) des Portals bei Einfahrt am Portal Dornstadt

	Albabstieg - Portal Ulm		
	MDW-Emissionen Weströhre / Oströhre		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
$L_{AE,25m}$ in dB(A)	47,1	46,2	51,9
	MDW-Immissionen in der Nachbarschaft		
Immissionsort *	IP 16 (Michelsbergstraße 4)		
Ausbreitung	Standard		
Entfernung Portal - Immissionsort	115 m		
Richtwirkung	-6 dB(C)		
Abschirmung	0 dB		
	ICE 1	ICE 3	TSI-Zug
Resultierender $L_{AE}$ in dB(A) am Immissionsort	32	31	36

\* Bezeichnung des Immissionsortes gem. der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09]

Mit der in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz06] angegebenen Streckenauslastung der NBS von 103 Zugfahrten im Tagzeitraum (06:00 - 22:00 Uhr) und 11 Zugfahrten im Nachtzeitraum (22:00 - 06:00 Uhr) mit Geschwindigkeiten von 230 km/h bzw. 250 km/h (vertakteter HGV, ergänzender Fernverkehr und HGV-Verstärker) für beide Gleise und unter Berücksichtigung, dass bei der Hälfte der Fahrten der  $L_{AE}$  der MDW am Immissionsort um 8 dB niedriger als der Tabellenwert liegt, ergeben sich folgende A-bewertete Mittelungspegel der MDW am Immissionsort IP 16 für den Tag- bzw. Nachtzeitraum:

$$L_{Aeq,MDW(Tag)} = \left[ 10 \cdot \lg(52 \cdot 10^{0,1 \cdot 36} + 51 \cdot 10^{0,1 \cdot 28}) - 10 \cdot \lg\left(16h \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot \frac{1}{s}\right) \right] \text{dB(A)} = 6,2 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,MDW(Nacht)} = \left[ 10 \cdot \lg(6 \cdot 10^{0,1 \cdot 36} + 5 \cdot 10^{0,1 \cdot 28}) - 10 \cdot \lg\left(8h \cdot 3600 \frac{s}{h} \cdot \frac{1}{s}\right) \right] \text{dB(A)} = -0,3 \text{ dB(A)}$$

Die oben berechneten A-bewerteten Mittelungspegel der MDW liegen deutlich mehr als 20 dB unter den in der schalltechnischen Untersuchung [Fritz09] prognostizierten Beurteilungspegeln am Immissionsort IP 16 von 41 dB(A) tags und 45 dB(A) nachts. Die Beurteilungspegel nach 16. BImSchV werden somit nicht durch die Anteile der MDW beeinflusst.

Es kann somit festgehalten werden, dass in der Nachbarschaft der Portale Dornstadt und Ulm bei allen betrachteten Zugtypen keine Erhöhung der nach 16. BImSchV prognostizierten Beurteilungspegel durch die MDW-Immissionen erfolgt.

## 5 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Alle prognostizierten MDW-Immissionen im Umfeld der Tunnelportale halten den im Dualen Richtwertverfahren definierten Richtwert von 115 dB(C) für den C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel ein.

Die prognostizierten MDW-Immissionen in der Nachbarschaft (nächstgelegene Wohnbebauung) der Tunnelportale halten den Richtwert von 75 dB(C) für den C-bewerteten Schall exposurespegel ebenfalls bei allen untersuchten Varianten ein. Die MDW-Immissionen erhöhen zudem die nach 16. BImSchV prognostizierten Beurteilungspegel in der Nachbarschaft der Portale Dornstadt und Ulm nicht.

## 7 Unterschriften

geprüft:



Dr. Karl Georg Degen  
Leiter TTZ 112

erstellt:



Christian Gerbig  
TTZ 112

freigegeben:

gez. Frevert  
Prüfstelle