

Lärminderungspotenziale

**von ausgewählten Maßnahmen am Beispiel
der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)**

Bericht Nr. 070-4164-2

im Auftrag der

Straßenbaubehörde Neustrelitz

Augsburg, im Mai 2014

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE AG**

BERATUNG IN SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
MÜNCHEN | AUGSBURG | BAMBERG

**Lärminderungspotenziale von
ausgewählten Maßnahmen, am
Beispiel der Ortsdurchfahrt
Waren (Müritz)**

Bericht-Nr.: 070-4164-2

Datum: 12.05.2014

Auftraggeber: Straßenbauamt Neustrelitz
Frau Renate Schulz
An der Fasanerie 47
17235 Neustrelitz

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure AG
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Eberlestraße 27
D-86157 Augsburg
T + 49 821 455 497 - 0
F + 49 821 455 497 - 29
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Roozbeh Karimi

Dipl.-Ing. Ulrich Möhler

Ralf Bauer

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung	11
2. Örtliche Gegebenheiten.....	12
3. Grundlagen und Vorgehensweise.....	13
3.1 Auswahl der zu berücksichtigenden lärmarmen Asphalte.....	14
3.1.1 SMA LA 0/8 (Lärmtechnisch optimierter Splittmastixasphalt).....	15
3.1.2 SMA LA 0/5 bzw. SMA LA 0/5 S (Lärmtechnisch optimierter Splittmastixasphalt)	15
3.1.3 LOA 5 D (Düsseldorfer Asphalt).....	16
3.1.4 Offenporiger Asphalt (OPA) und 2-schichtiger offenporiger Asphalt (2OPA oder ZWOPA)	16
3.1.5 OPA auf Gussasphalt (OPA MA).....	18
3.1.6 PMA - Gussasphalt mit offenporiger Oberfläche (Porous Mastic Asphalt).....	18
3.1.7 Waschbeton	19
3.1.8 DSK – DSH, Dünnschichtige Beläge im Kalt- bzw. Heißeinbau	19
3.1.9 PERS – PoroElastic Rubber Surface.....	20
3.1.10 Bewertungsmatrix zur Auswahl der 3 zu berücksichtigenden lärmarmen Asphalten.....	20
3.2 Ergebnis der Auswahl	22
4. Emissionen	24
5. Schallimmissionen im Bestand	24
6. Vergleich und Beurteilung der Schallimmissionen der Maßnahmenvarianten mit der Nullvariante (Bestand)	25
6.1 Tempo 30-Regelung für PKW und LKW	26
6.2 Tempo 30-Regelung für LKW	26
6.3 Lärmarme Asphalte – SMA LA und DSH/DSK (-2 dB(A))	26
6.4 Lärmarmen Asphalt – LOA 5D (-3 dB(A))	27
6.5 Innerstädtische Schallschutzwände	29

6.6 Zusammenfassender Vergleich der berechneten Maßnahmenvarianten	32
7. Weitere Maßnahmen	34
7.1 LKW-Fahrverbot	34
7.2 Verkehrslenkung	34
7.3 Verbesserung der Ampelschaltungen	35
7.4 Beseitigung von Ampelanlagen	35
7.5 Abstandvergrößerung durch Querschnittsanpassungen	35
7.6 Schließen von Lücken	35
7.7 Maßnahmenkombination aus Tempo 30 und lärmarmen Asphalte	37
7.8 Übertragbarkeit auf andere Situationen	38
8. Anlagen	40

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtsplan – Bestand (Variante 0)	12
Abbildung 2: Übersichtsplan des Rechengebietes, der Ampelanlagen sowie den geschwindigkeitsregulierenden Beschilderungen entlang der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)	14
Abbildung 3: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme lärmarrer Asphalt: DSH/DSK, Zeitraum Tag.....	28
Abbildung 4: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme lärmarrer Asphalt: DSH/DSK, Zeitraum Nacht.....	29
Abbildung 5: Schallschutzwände in westlicher Bereich der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)	30
Abbildung 6: Schallschutzwände in östlicher Bereich der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)	30
Abbildung 7: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl mit Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand, Zeitraum Tag	32
Abbildung 7: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl mit Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand, Zeitraum Nacht	33
Abbildung 8: Auswirkungen von Lückenschlüssen im westlichen Bereich der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz).....	36

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Verkehrsdaten der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz) im Bestand.....	13
Tabelle 2: Bewertungsmatrix zur Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen am Beispiel der Ortsdurchfahrt Waren unter Berücksichtigung von akustischen und nicht-akustischen Faktoren.....	21
Tabelle 3: Lärmbetroffenheit der Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt in Beurteilungspegelklassen für den Bestand.....	24
Tabelle 4: Lärmbetroffenheit der Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt in Beurteilungspegelklassen für alle berechneten Varianten.....	25
Tabelle 5: Abschätzung ansetzbarer D_{StrO} von lärmarmen Asphalten bei Tempo 30 und 50 km/h in [dB(A)].....	37

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen, Bundes-Immissionsschutzgesetz (BIm-SchG) vom 26. September 2002, zuletzt geändert am 02. Juli 2013
- [2] RLS 90, Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, 1990
- [3] Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes - VlärmSchR97-, Bonn, Juni 1997
- [4] SoundPLAN Version 7.2, EDV Programm zur Schallimmissionsprognose, Braunstein + Berndt GmbH, Update 19.07.2013
- [5] Verkehrsuntersuchung zu den Umgehungsvarianten in der Stadt Waren (Müritz), Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH, 2010
- [6] Digitale Daten der Ortsdurchfahrt sowie der Umgehungsvarianten, Umweltplan-Stralsund, 2013
- [7] Gebäudedatensatz in QSI-Format der Stadt Waren (Müritz), die für die Lärmkartierung verwendet wurde, Stand 2010
- [8] Digitale Flurkarte der Stadt Waren (Müritz), Stand 2013
- [9] Einwohnerdaten der Stadt Waren (Müritz), Stand 2013
- [10] Ampel- und Geschwindigkeitenkarte der Stadt Waren (Müritz), Stand 2013
- [11] Schalltechnische Untersuchung „Lärmbetroffenheitsanalyse: Variantenuntersuchung für die Ortsumgehung in Waren (Müritz)“, Möhler + Partner Ingenieure AG, September 2013
- [12] Schellenberger, Matthias: Lärmindernde Beläge - Eine Chance für die Asphaltbauweise, in: asphalt 4/2006
- [13] Schellenberger, Matthias und Scheuer, Siegfried: Lärmtechnisch optimierte Splittmastixasphalte, in: Straße und Autobahn, 8/2007
- [14] Ehlert, Stefan: Geräuschmindernde Fahrbahnbeläge in Nordrhein-Westfalen, Sonderdruck anlässlich des Deutschen Straßen und Verkehrskongresses 2008 in Düsseldorf vom 08.-10. Oktober 2008
- [15] Raab, Christel und Heine, Thomas: Schalltechnische Untersuchung zu Lärminderungsmaßnahmen an der Bundesstraße B10 / B27 Ortsdurchfahrt Stuttgart-Zuffenhausen - Vorabversion, Stuttgart 20.2.2009
- [16] Radenberg, Martin und Sander, Rolf: „Lärmtechnisch optimiertes Asphaltdeckschichtkonzept für den kommunalen Straßenbau“, in: asphalt 8/2007

- [17] Radenberg, Martin: Hinweise zur Umsetzung lärmoptimierter Asphaltdeckschichten für den kommunalen Straßenbau; Ruhr-Universität-Bochum, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Lehrstuhl für Verkehrswegebau, 29.06.2009
- [18] Bayerisches Landesamt für Umwelt LFU (Hrsg): „Leitfaden für das Aufbringen zweischichtiger offenporiger Asphaltdeckschichten“, März 2009
- [19] Halbe, Kurt: Offenporiger Asphalt auf der A7 – Von der Planung bis zum Einbau, in: asphalt 5/2006
- [20] Rodehack, Gernot und Beckenbauer, Thomas: Lärmarme Fahrbahnoberflächen: Möglichkeiten und Grenzen von offenporigen Asphaltdeckschichten, Deutscher Straßen- und Verkehrskongress 2006, 27.-29. September 2006 in Karlsruhe
- [21] Rodehack, Gernot und Beckenbauer, Thomas: Möglichkeiten und Grenzen von offenporigen Asphaltdeckschichten, in: Straße und Autobahn 4/2007
- [22] Ehlert, Stefan: Innovativer Offenporiger Asphalt in Nordrhein-Westfalen, in: Straße und Autobahn 3/2009
- [23] Bollmann, Katrin Lyhs, Peter und Bilgeri Peter: „Waschbeton – neue Bauweise für Betonfahrbahndecken“, in: Beton Information 2/2007, Seite 32-35
- [24] Deutscher Asphaltverband, asphalt.de – Erhaltung, Abruf 08.06.2009
- [25] Meiarashi, S.: Porous elastic road surfaces as an ultimate highways noise measure, in: Transportation Research Record No. 1880, energy and environmental concerns, Washington D.C., 2004
- [26] Sandberg, Ulf und Kalman, Björn: SIKVIA PROJECT REPORT The Porelastic Road Surface – Results of an Experiment in Stockholm, 2005
- [27] Morgan, P.A.: Innovaieprogramma Geluid voor wegverkeer, Scientific Strategy Document End Report, Centre for Transport and Navigation of Rijkswaterstaat, Report Number DVS-2008-016, März 2008
- [28] Ejsmont, Jerzy A. und Ronowski, Grzegorz: Laboratory Tests of Porelastic Road Surfaces, in Proceedings of the Sixteenth International Congress on Sound and Vibration, Krakow, 5.-9. Juli 2009
- [29] Umweltbundesamt: Lärmindernde Fahrbahnbeläge - Ein Überblick über den Stand der Technik, Dessau-Roßlau, aktualisierte Überarbeitung, März 2014
- [30] Deutscher Asphaltverband, asphalt.de – Baustoffe, Abruf 20.05.2009
- [31] Winkler, Marcus: Neuer lärmarmere Asphalt für den kommunalen Straßenbau, in: Baumagazin 6/2008

- [32] ZTV Asphalt-StB 07, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, FGSV Verlag, Köln, 2008
- [33] Jannicke, Bernd: PMA - Gussasphalt mit offenerporiger Oberfläche, in: asphalt 5/2009
- [34] Schalltechnische Untersuchung „Begleitende lärmtechnische Untersuchung zum Einbau lärmarmen Fahrbahnoberflächen“, Bericht-Nr. 501-3135, Möhler + Partner Ingenieure AG, Mai 2013
- [35] Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr , lärmarme Fahrbahnbeläge, http://www.leiserstrassenverkehr.bayern.de/laermarme_belaege/, 2013
- [36] <http://www.baulinks.de/webplugin/2010/1841.php4>, 2010
- [37] Beckenbauer, Vortrag in: laute Straßen, leise Politik, Gesundheitsladen München, München, 2013
- [38] Lärmbetroffenheitsanalyse, Variantenuntersuchung für die Ortsdurchfahrt Waren (Müritz), Kurzbericht 070-4047, Möhler + Partner Ingenieure AG, Augsburg, 13.09.2013
- [39] Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2011, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011

Zusammenfassung:

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung wurden Lärminderungspotenziale von ausgewählten Maßnahmen, am Beispiel der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz) für die Straßenbauverwaltung des Landes Mecklenburg-Vorpommern erarbeitet. Es wurde auf der Basis der zur Verfügung gestellten Grundlagedaten des Jahres 2013 ein Maßnahmenkonzept zur Lärmreduzierung an der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz), B 192, für ausgewählte Maßnahmen erstellt.

Die schalltechnische Untersuchung wurde aufbauend auf die bereits vorliegenden Modelle (Analyse 2013) unter Beachtung der für die Straßenbauverwaltung zu beachtenden Rahmenbedingungen für die B 192 durchgeführt. Es wurden hierbei die möglichen Minderungspotenziale aufgezeigt. Dabei wurden auch Bauweisen (lärmmilde Asphalte) berücksichtigt, die noch nicht in das Regelwerk der RLS 90 aufgenommen worden sind. Weiterhin wurde aufgezeigt, unter welchen Voraussetzungen die Maßnahmen umgesetzt werden können.

Die Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass durch lärmmilde Asphalte und Geschwindigkeitsreduzierungen Pegelminderungen von bis zu 5 dB(A) möglich sind. Allerdings ist die Wirksamkeit dieser Maßnahmen stark abhängig vom Lkw-Anteil. Im Bereich der Stadt Waren (Müritz) ist die zusätzlich erreichbare Pegelminderung durch lärmmilde Asphalte und Geschwindigkeitsreduzierung geringer: sie liegt tagsüber bei ca. 3 dB(A) und nachts nur bei ca. 1 dB(A) aufgrund der bereits durchgeführten Geschwindigkeitsreduzierung bei Nacht für Lkw auf 30 km/h.

Weitere Lärminderungspotenziale bestehen durch die Errichtung von Lärmschutzwänden oder Lückenschlüssen zwischen Gebäuden. Diese Maßnahmen erfordern eine grundsätzliche Abstimmung mit den Betroffenen und der Stadt Waren (Müritz) insbesondere der Lärmaktionsplanung der Stadt Waren (Müritz).

Die vorliegenden Untersuchungen können nicht direkt auf andere örtliche Gegebenheiten übertragen werden, da die Verkehrsmenge, die Verkehrszusammensetzung, die Geschwindigkeiten, die bestehende Vorbelastung durch Verkehrslärm und die Einwohnerdichte die Ergebnisse unterschiedlich beeinflussen können.

Die Realisierbarkeit der jeweiligen Maßnahmen wird in Bezug auf die akustischen Wirkungen aufgezeigt; die Beurteilung der technischen und verkehrsrechtlichen Durchführbarkeit ist nicht Aufgabe dieses Gutachtens, sondern obliegt der Straßenbauverwaltung und Verkehrsbehörde.

1. Aufgabenstellung

Das Heilbad Waren (Müritz) ist eine Mittelstadt im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte in Mecklenburg-Vorpommern und Sitz des Amtes Seenlandschaft Waren, dem 19 Gemeinden angehören. Die Stadt selbst ist amtsfrei. Waren (Müritz) ist eines der 18 Mittelzentren des Landes. Sie ist der Fläche nach die zweitgrößte Stadt in Mecklenburg-Vorpommern und hat ca. 22.000 Einwohner.

Als Ergebnis der Bürgerbeteiligung in Waren (Müritz) sollen Maßnahmen zur Lärmreduzierung untersucht werden. Auf der Basis der Analysedaten des Jahres 2013 soll ein Maßnahmenkonzept zur Lärmreduzierung an Bundesstraßen am Beispiel der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz), B192, für ausgewählte Maßnahmen erstellt werden.

Im Rahmen der Untersuchung werden lärmarme Straßenoberflächen, Geschwindigkeitseinschränkungen sowie Lärmschutzwände untersucht. Weitere Lärmschutzmaßnahmen werden verbal diskutiert. Bei den Maßnahmen zur Lärmreduzierung wird die Ortsumgehung nicht berücksichtigt.

Die jeweiligen Maßnahmenvorschläge sind zunächst einzeln zu untersuchen. Allerdings sind anhand von sinnvollen Maßnahmenkombinationen zusammengesetzte Varianten zu betrachten, die mehrere Maßnahmen beinhalten. Die Realisierbarkeit der jeweiligen Maßnahmen wird im Bezug auf die akustischen Wirkungen aufgezeigt; die Beurteilung der technischen und verkehrsrechtlichen Durchführbarkeit ist nicht Aufgabe dieses Gutachtens, sondern obliegt der Straßenbauverwaltung und Verkehrsbehörde.

Die Realisierungsmöglichkeiten der Maßnahmen erfolgen unter Beachtung des Bundesfernstraßengesetzes § 1, Abs.1 sowie Abs.4, Punkt 1 bis 3. Das gesamte Maßnahmenkonzept ist auf Bundesstraßen zu begrenzen.

Die schalltechnische Untersuchung ist aufbauend auf die bereits vorliegenden Modelle (Analyse 2013) unter Beachtung der für die Straßenbauverwaltung zu beachtenden Rahmenbedingungen für die B192 durchzuführen. Es sind hierbei die möglichen Minderungspotenziale aufzuzeigen. Dabei sind auch ggf. Bauweisen zu berücksichtigen, die noch nicht in das Regelwerk der RLS 90 aufgenommen wurden. Es sollte, soweit dies möglich ist, auch aufgezeigt werden, unter welchen Voraussetzungen die Maßnahmen umgesetzt werden können (Um-/Ausbau, Sanierung Straßenoberfläche, ggf. Begleitung durch BAST und unter Beachtung der schallbetreffenden rechtlichen Rahmenbedingungen).

Die zu erarbeitende Unterlage soll beispielhaft für andere Ortsdurchfahrten in Mecklenburg-Vorpommern übertragbar sein.

Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure AG durch das Straßenbauamt Neustrelitz am 25.09.2013 beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten

Die Bundesstraße B 192 führt durch die Stadt Waren. In ihr münden die meisten Hauptverkehrsachsen der Stadt Waren. Sie dient dem weiträumigen Verkehr und stellt eine überregionale Verbindungsachse dar.

Der nachfolgenden Abbildung kann die örtliche Situation der Verkehrswege im Bestand entnommen werden:

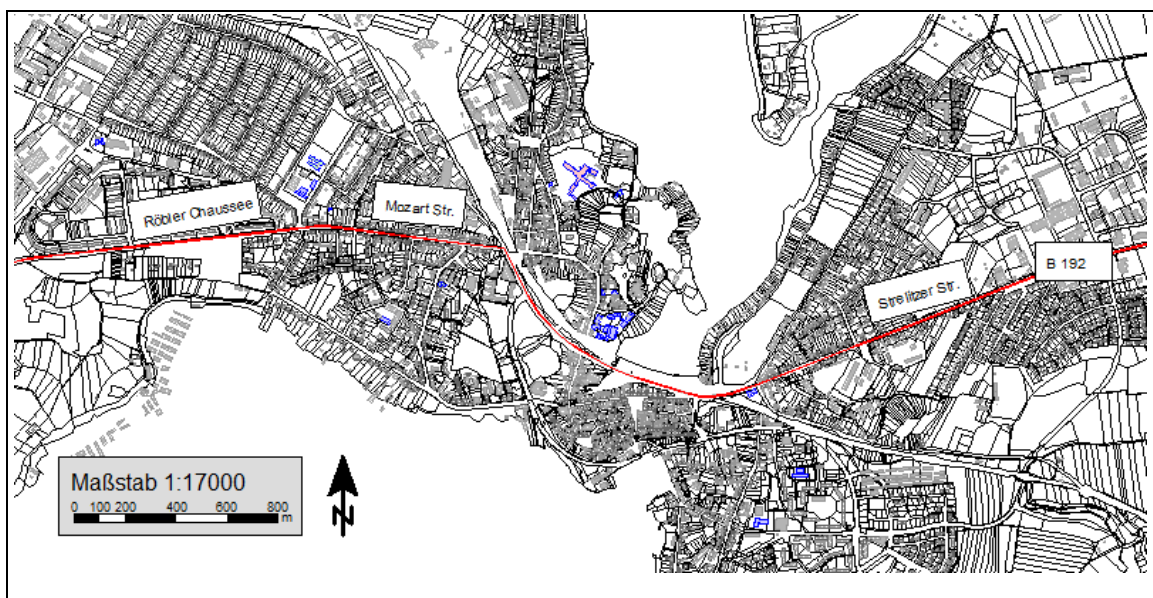


Abbildung 1: Übersichtsplan – Bestand (Variante 0)

Entlang der Ortsdurchfahrt ist bereits im Bestand in dem in der Abbildung 2 gekennzeichneten Bereich während der Nachtzeit eine Geschwindigkeitsbeschränkung von Tempo-30 für LKW vorhanden. Diese Beschilderung weicht von der Ortseingangsbeschilderung in ihrer Lage ab. Die Tempo30-Beschilderung ist jeweils stadteinwärts angebracht.

3. Grundlagen und Vorgehensweise

Als Grundlage für die schalltechnische Untersuchung wurden die digitalen Daten des Büros Umweltplan Stralsund [6] übernommen und nach Anpassung, Korrektur und Ergänzung der fehlenden Bestandteile verwendet. Weiterhin standen die Flurkarte [8], eine Karte mit den Ampel- und Geschwindigkeiten [10] sowie der Gebäudedatensatz [7] vor.

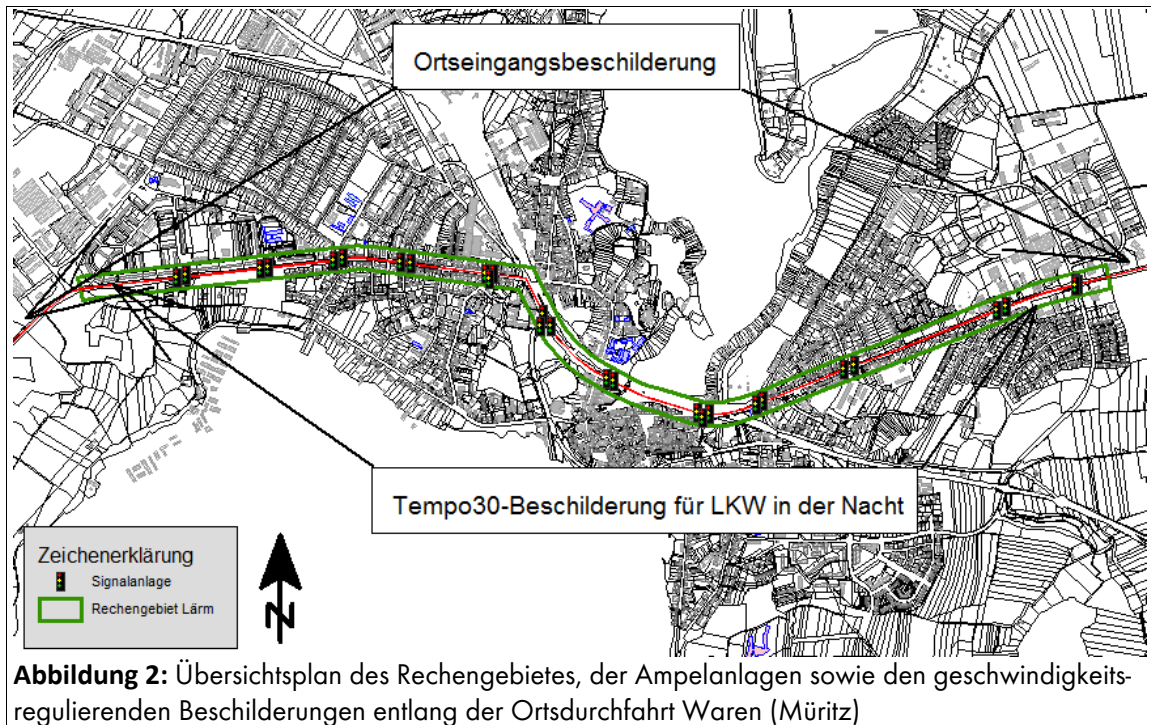
Der vorliegende Gebäudedatensatz [7] wurde bezüglich der Höhen und Lage korrigiert. Weiterhin wurden die Gebäude entlang der Ortsdurchfahrt um die Information Straße und Hausnummer ergänzt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die zugrunde gelegten Verkehrsdaten des Bestandes entlang der Ortsdurchfahrt in Waren (Müritz):

Straße	Abschnittsname	DTV Kfz/24h	vPkw	vPkw	vLkw	vLkw	p	p	LmE	LmE
			Tag km/h	Nacht km/h	Tag km/h	Nacht km/h	Tag %	Nacht %	Tag dB(A)	Nacht dB(A)
B 192 im Nullfall	B 192/Malchow - L 205	12450	70	70	70	70	19,9	19,9	68,7	61,4
B 192 im Nullfall	B 192/Malchow - L 205	12450	50	50	50	50	19,9	19,9	66,7	59,4
B 192 im Nullfall	L 205 - C.-Moltmann-Straße	15450	50	50	50	50	20,0	20,0	67,7	60,3
B 192 im Nullfall	L 205 - C.-Moltmann-Straße	15450	50	50	50	30	20,0	20,0	67,7	58,1
B 192 im Nullfall	C.-Moltmann-Str. - W.-Rathenau	17400	50	50	50	30	18,7	18,7	68,0	58,4
B 192 im Nullfall	W.-Rathenau-Str. - B 108	16530	50	50	50	30	16,8	16,8	67,4	57,9
B 192 im Nullfall	B 108 - Zur Steinmole	20500	50	50	50	30	14,6	14,6	67,9	58,4
B 192 im Nullfall	Zur Steinmole - Mecklenburger	21310	50	50	50	30	13,4	13,4	67,7	58,4
B 192 im Nullfall	Mecklenburger Str. - L 202	18360	50	50	50	30	14,9	14,9	67,4	58,0
B 192 im Nullfall	L 202 - Am Stadtrand	13530	50	50	50	30	15,4	15,4	66,2	56,8
B 192 im Nullfall	Am Stadtrand - Siedlungsweg	13350	50	50	50	30	16,3	16,3	66,4	56,9
B 192 im Nullfall	Siedlungsweg - Raiffeisen-Str.	13310	50	50	50	30	13,1	13,1	65,6	56,3
B 192 im Nullfall	Siedlungsweg - Raiffeisen-Str.	13310	50	50	50	50	13,1	13,1	65,6	58,3
B 192 im Nullfall	Raiffeisen-Str. - B 192/Penzli	9980	50	50	50	50	16,3	16,3	65,1	57,7
B 192 im Nullfall	Raiffeisen-Str. - B 192/Penzli	9980	100	100	80	80	16,3	16,3	68,7	61,3

Tabelle 1: Verkehrsdaten der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz) im Bestand

Neben der Bestandsituation wurden für die im Abschnitt 3.2 ausgewählten Varianten schalltechnische Berechnungen nach RLS-90 in einem 100 m Korridor um die Ortsdurchfahrt durchgeführt. In der nachfolgenden Abbildung ist das Rechengebiet als „grüne Linie“ dargestellt.



Nachfolgend soll anhand von Diagrammen und Tabellen die schalltechnische Wirksamkeit dieser Maßnahmen untersucht und verglichen werden. Alle Berechnungen berücksichtigen ebenfalls die Geschossigkeit der Gebäude.

Die Beurteilung der Betroffenheiten soll anhand von folgenden Randbedingungen durchgeführt werden.

- a) Einhaltung der Auslöswerte der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen (z.B. 67/57 dB(A) tags/nachts für Wohngebiete)
- b) Einhaltung der Schwellenwerte 70/60 dB(A) tags/nachts: diese entsprechen den Richtwerten der Lärmschutz-Richtlinien-Stv (Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm) für Wohngebiete. Bereiche mit 60 dB(A) für den nächtlichen Mittelungspegel gelten beispielsweise aus Sicht des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg als Bereiche, in denen „vordringlicher Handlungsbedarf“ zum Lärmschutz besteht. Das Umweltbundesamt sieht als kritische Schwelle, ab dem Gesundheitschäden zu erwarten sind, die Mittelungspegel 65/55 dB(A) tags/nachts an.

3.1 Auswahl der zu berücksichtigenden lärmarmen Asphalte

Zunächst wird auf der Grundlage einer Literaturrecherche und eigenen Messungen ein Überblick über die relevanten Asphalte gegeben. Da es auf diesem Feld zwar eine Vielzahl von Veröffentlichungen gibt, diese jedoch bislang ohne ausreichende Überprüfung und Evaluation sind, wird vor allem auf die Untersuchung vom Umweltbundesamt zu den lärmindernden Asphalten zurück gegriffen [29]. Anschließend wird anhand einer Bewertungsmatrix eine Auswahl von drei lärmarmen Asphalten getroffen.

3.1.1 SMA LA 0/8 (Lärmtechnisch optimierter Splittmastixasphalt)

Lärmtechnisch optimierter Splittmastixasphalt 0/8 unterscheidet sich von der Regelbauweise SMA 0/8 durch eine veränderte Sieblinie. Durch einen geringeren Anteil feinen Mischgutes und die Verwendung eines Bindemittels mit hoher Klebkraft wird eine Deckschicht erreicht, die im Vergleich zu herkömmlichen SMA 0/8 einen höheren Hohlraumgehalt (10- 15%) und eine günstigere Makrotextur aufweist [12], [13], [14].

Erfahrungen mit SMA LA 0/8 liegen in Bayern (BAB 93, BAB 3, BAB 73, LH München), Baden-Württemberg (B10 / B 27 Ortsdurchfahrt Stuttgart-Zuffenhausen) und Nordrhein-Westfalen vor [13], [14], [15]. Messungen ergaben anfängliche Rollgeräuschminderungen von ca. 4 dB(A) im Vergleich zum Referenzbelag [13], [14]. Allerdings zeigen sich bei Untersuchungen unseres Büros im Bereich der Landeshauptstadt München, dass nach drei Jahren ein Einbruch der akustischen Wirksamkeit zu verzeichnen ist [34]. Evaluerte Ergebnisse zu den Rollgeräuschpegeln nach längerer Liegedauer liegen bislang nicht vor. Die Kosten für den lärmtechnisch optimierten SMA 0/8 liegen laut [13] leicht über denen für herkömmlichen SMA, jedoch deutlich unter denen von offenporigem Asphalt (OPA). Weitere Details siehe [29].

Dieser Asphalt ist noch nicht im technischen Regelwerk aufgenommen.

Beanspruchungsklassen: alle

Geschwindigkeitsbereiche: -4 dB(A) für > 60 km/h; -2 bis -3 dB(A) für > 50 km/h; jeweils für Pkw

3.1.2 SMA LA 0/5 bzw. SMA LA 0/5 S (Lärmtechnisch optimierter Splittmastixasphalt)

Generell ist ein kleines Größtkorn günstig für die Geräuschenstehung insbesondere bei Pkw-Reifen. Jedoch sind kleine Größtkörner eher ungünstig für die Tragfähigkeit und Haltbarkeit der Straßendecke bei hohen Beanspruchungen [30].

Splittmastixasphalt mit der Körnung 0/5 ist im Allgemeinen, wie oben dargestellt, nicht für hohe Beanspruchungen geeignet. Dementsprechend führt die ZTV Asphalt-StB 07 [32] nur SMA 0/5 N (für normale Beanspruchungen) auf, nicht jedoch SMA 0/5 S. Nach Erfahrungen in Nordrhein-Westfalen (z.B. BAB 43) kann jedoch SMA 0/5 S gut auf hoch, nicht jedoch höchst belasteten Strecken, sowie innerorts und im nachgelagerten Straßennetz eingesetzt werden. Anhand von Messungen mit dem CPX - Anhänger [14] kann das Minderungspotential auf 2 bis 2,5 dB(A) gegenüber SMA 0/8 geschätzt werden. Weitere Details siehe [29].

Dieser Asphalt ist noch nicht im technischen Regelwerk aufgenommen.

Beanspruchungsklassen: I-VI , SV mit Einschränkungen

Geschwindigkeitsbereiche: -2 bis -4 dB(A) für 50 bis 100 km/h; jeweils für Pkw

3.1.3 LOA 5 D (Düsseldorfer Asphalt)

Die lärmoptimierte Asphaltdeckschicht, abgekürzt LOA 5 D, wurde an der Ruhr Universität Bochum unter Professor Radenberg konzipiert; diese ist weder einem Asphaltbeton noch einem Splittmastixasphalt eindeutig zuzuordnen. Die Oberflächentextur der LOA 5 D bewirkt eine deutliche Reduzierung der Reifenrollgeräusche [35].

Im Gegensatz zu dem lärmtechnisch optimierten SMA 0/8 (SMA LA 0/8), der mit einem höheren Hohlraumgehalt nur bedingt den klassischen Splittmastixasphalten zuzurechnen ist, verhält sich der LOA 5 D mit ca. 6 % Hohlraumgehalt eher wie ein klassischer Splittmastixasphalt. Die Einbaudicke liegt bei 2,0 bis 2,5 cm. Seine lärmmindernde Wirkung beruht auf der optimierten Korngrößenverteilung und einem kleinen Größtkorn (5mm), die zu einer lärmtechnisch optimierten Oberfläche verbaut werden. Ziel war es, mit einem geringen Hohlraumgehalt und einem modifizierten Bindemittel eine sehr hohe Stabilität und Widerstandsfähigkeit der Oberflächentextur zu erreichen [16].

In Düsseldorf wurden zwei innerstädtische Versuchsstrecken realisiert. Erste Messungen ergaben Reduktionen des Rollgeräuschpegels gegenüber „typischen Asphaltbelägen (SMA 0/8 S, AB 0/11 und AB0/8)“ um 5,1 dB(A) für Pkw und 1,1 dB(A) für Lkw bei 50 km/h. [16]. Der neu verlegte Asphalt zeichnet sich zudem durch eine hohe Griffigkeit aus [29].

Berichte darüber, wie dauerhaft die Pegelminderung und die Griffigkeit der Fahrbahn ist, liegen noch nicht vor. Da die Lärminderung jedoch auf einer optimierten Oberflächenstruktur beruht und die Deckschicht zudem stark auf Haltbarkeit ausgelegt ist, ist ein schneller und starker Anstieg der Lärmemissionen nicht zu erwarten. Radenberg (2009) [17] stellt fest, dass eine durch die Nutzung bedingte Veränderung der Lärmreduzierung nach ca. 2 Jahren nicht erkennbar sei.

Laut Winkler [31] entstehen für die Kommunen durch den Einbau von LOA 5 D „im Vergleich zu herkömmlichem Asphalt keine wesentlich höheren Kosten“. Hinweise zur Umsetzung von LOA 5D Deckschichten im kommunalen Straßenbau gibt Radenberg (2009) [17]. Weitere Details siehe [29].

LOA 5 D könnte bei weiteren erfolgversprechenden Erfahrungen ebenso wie SMA 0/5 eine gute Option für die Reduktion des Straßenverkehrsgeräusches innerorts sein.

Dieser Asphalt ist noch nicht im technischen Regelwerk aufgenommen.

Geschwindigkeitsbereiche: -3 bis -4 dB(A) bei 50 km/h; -7 bis -8 dB(A) bei 80 km/h; jeweils für Pkw

3.1.4 Offenporiger Asphalt (OPA) und 2-schichtiger offenporiger Asphalt (2OPA oder ZWOPA)

Offenporige Asphalte sind Regelbauweisen nach RLS-90 und ZTV Asphalt-StB 07. Sie stellen hohe Anforderungen an Randbedingungen, Planung und Bauausführung – sie sind eine High-Tech-Bauweise. Deshalb sind, vor allem bei doppelschichtigen offenporigen Asphalten, diverse Besonderheiten zu beachten [18], [19].

Die lärmindernde Wirkung ergibt sich aus einer günstig gewählten Textur und aus dem hohen Hohlraumgehalt der Asphaltdecke.

Bei einem gut abgestimmtem 2-schichtigem offenporigem Asphalt konnten anfängliche Minderungen des Rollgeräuschpegels von 9 dB(A) gegenüber dem Referenzbelag gemessen werden (BAB 9 bei Eching und Garching) [20], [21].

Nachteilig sind: die Anfälligkeit für Kornausbrüche, das Zusetzen der Hohlräume durch Verschmutzung, eine Abdichtung gegen die Binderschicht und eine gesonderte Entwässerung sowie spezielle Anforderungen gegenüber dem Winterdienst.

Der größte Nachteil liegt derzeit in der geringen akustischen und bautechnischen Haltbarkeit von 6 (ARS Nr. 5/ 2002) bzw. 10 Jahren [12], [21]. Bei gut geplanten und ausgeführten (ZW)OPA-Deckschichten können die Anfangsminderungen jedoch so hoch sein, dass die geforderten - 5 dB(A) auch über die bautechnische Lebensdauer von 10 Jahren sichergestellt werden können [21].

2-schichtiger offenporiger Asphalt zeichnet sich dadurch aus, dass neben der oberen Schicht mit einer relativ feinen Körnung (0/8) eine zweite, gröber gekörnte (0/16) (Deckschicht)-Schicht existiert, die ebenfalls akustisch wirksam ist. Durch eine geeignete Wahl der Schichtdicken kann eine hohe Pegelminderung von 8 dB(A) und mehr bei einer akustischen Lebensdauer von 8 Jahren erzielt werden [12].

Weiterhin ist dieser Belag weniger anfällig gegen Verschmutzungen und auch für geringere Geschwindigkeiten (unter 60 km/h) geeignet [12]. Weitere Details siehe [29].

Grundsätzlich ist der Einbau unter folgenden Randbedingungen [35] nicht sinnvoll:

- bei Geschwindigkeiten bis 50 km/h
- bei häufig stehendem Verkehr ("Stop and Go")
- im Bereich von Kreuzungen und/oder Einmündungen
- bei hoher Belastung infolge abbiegendem Schwerverkehr (z.B. Ein- und Ausfahrten zu gewerblichen Anlagen, Abbiegestreifen mit Schwerverkehr)
- bei Versorgungsleitungen im Bereich der Fahrbahn
- in kurvigen Streckenabschnitten oder Kreisverkehren
- in Parkbuchten, Bushaltestellen
- in Strecken mit starkem Bewuchs mit Laub abwerfenden Pflanzen nahe an der Straße (z.B. Alleen)
- bei Verschmutzungsgefahr (z.B. landwirtschaftlichem Verkehr)

Geschwindigkeitsbereiche: -5 dB(A) für PA 8 und > 60 km/h; -4 dB(A) für > 60 km/h für PA 11 (weitere Details zu PA 8 und PA 11 siehe [29]).

3.1.5 OPA auf Gussasphalt (OPA MA)

Da Deckschichten aus offenporigem Asphalt wasserdurchlässig sind, muss die darunter liegende Binderschicht wasserdicht abgeschlossen sein, um sie vor Beschädigungen durch Wassereintritt zu schützen. Normalerweise wird dies durch das Aufspritzen einer wasserdichten Bitumenschicht auf die Binderschicht und anschließendes Aufbringen der Deckschicht erreicht. Besteht – bspw. bei Fahrbahnerneuerungen – eine intakte Gussasphaltschicht, kann die OPA-Deckschicht auch direkt auf den Gussasphalt aufgebracht werden (kurz OPA MA). Dies hat verschiedene Vorteile: Die untersten Gesteinskörner der Deckschicht können nicht in die Sperrschicht einsinken. Dieses Einsinken hätte zur Folge, dass die akustisch wirksame Schichtdicke des OPA verringert und damit das Maximum des Absorptionsspektrums zu höheren Frequenzen hin verschoben würde, was nachteilig für die Geräuschminderung wäre. Zum anderen können Fahrbahnerneuerungen schneller und kostengünstiger durchgeführt werden, da eine „Reserve“ beim Abfräsen der Deckschicht vorhanden ist und ein erneutes Aufbringen der Bitumen-Schicht entfällt. Probleme können allerdings durch die veränderte Schichtdicke der gesamten Fahrbahn entstehen [14], [22]. Erfahrungen mit dieser Bauweise liegen in Nordrhein-Westfalen (BAB 40 Essen-Holsterhausen, BAB 3 Kölner Ring) und Bayern (A9 Bindlacher Berg) vor. Ebenfalls sind die Ausschlusskriterien unter 3.1.4 zu beachten.

Geschwindigkeitsbereiche: > 60 km/h

3.1.6 PMA - Gussasphalt mit offenporiger Oberfläche (Porous Mastic Asphalt)

Eine sehr neue Bauweise stellt Gussasphalt mit einer offenporigen Oberfläche dar, die in [33] beschrieben wird. Die Namensgebung PMA (Porous Mastix Asphalt) lehnt sich an die englische Bezeichnung für offenporige Asphalte (Porous Asphalt) an. Ausgehend von der traditionellen Herstellung von Gussasphalt wurde ein Konzept entwickelt und verfeinert, das ein Mischgut mit höherem Anteil an grober Gesteinskörnung vorsieht (> 70 M.-% im Vergleich zu traditionellem Gussasphalt mit < 50 M.-%). In ersten Versuchen konnte in einem einzigen Arbeitsgang eine Deckschicht hergestellt werden, die aus drei Schichten besteht: Eine untere, ‚klassische‘ Gussasphaltschicht, eine dem Splittmastixasphalt ähnliche Schicht und eine Schicht mit hohem Hohlraumgehalt, der einem OPA ähnelt. Dadurch, dass diese Schichten nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind, sondern ineinander übergehen, können Scherkräfte besser abgetragen werden. Ein aufwändiger Schutz von Binder- und Tragschicht vor Nässe ist nicht notwendig, da die Deckschicht wasserundurchlässig ist. Die Entwickler erhoffen sich aus diesen Gründen eine hohe akustische und bautechnische Haltbarkeit.

Die akustische Wirkung bei diesem Asphalt ergibt sich aus einer günstigen Oberflächentextur und einem hohen Hohlraumgehalt. Dies wird durch einen hohen Anteil an einem kleinen Größtkorn (5

mm oder 8 mm – PMA-5 oder PMA-8) bei einem gussasphalttypischen Mörtel und einer gussasphaltähnlichen Bauweise erreicht. Im Frühjahr 2009 wurde auf einem kurzen Teilstück der A44 und im Rampenbereich des Autobahnkreuzes Neersen (A44 / A52) PMA-5-Deckschichten eingebaut. Erste CPX-Messungen bei 80 und 100 km/h auf dem noch nicht ganz eingefahrenen Asphalt, deuten auf eine gute dauerhafte Lärminderung hin. Die Entwickler schätzen die dauerhafte Pegelminderung auf 4-5 dB(A). Langzeiterfahrungen liegen auf Grund der kurzen Liegedauer nicht vor. Weitere Details siehe [29].

Geschwindigkeitsbereiche: -4 dB(A) für 80 km/h; jeweils bei Pkw

3.1.7 Waschbeton

Die Waschbetonbauweise wird in Deutschland erst seit kurzem verwendet. Sie ist seit 2006 Regelbauweise nach RLS-90 und wird dort mit DStrO = -2 dB(A) berechnet. Waschbetonoberflächen versprechen sehr hohe Liegezeiten von 30 Jahren und mehr und können bei sorgfältiger Bauausführung eine gute Lärminderung erzielen [14], [23]. Bislang existieren in Deutschland allerdings keine Langzeiterfahrungen, da die entsprechenden Fahrbahndecken sich erst im Bau befinden (bspw. Brandenburg BAB 10 Autobahndreieck Nuthetal, BAB 11 und B12) oder nur sehr kurze Liegedauern aufweisen (Rheinland-Pfalz). Weitere Details siehe [29].

Geschwindigkeitsbereiche: -2 dB(A) für > 60 km/h; jeweils bei Pkw

3.1.8 DSK – DSH, Dünnschichtige Beläge im Kalt- bzw. Heißeinbau

Dünnschichtbeläge werden im Rahmen der Erhaltung von Verkehrsflächen in allen Bauklassen eingesetzt. Aufgrund der geringen Schichtdicke finden feinkörnige – und damit i.A. lärmarme - Mischgute Verwendung (Bspw. SMA 0/5 und Asphaltbeton 0/5 im Heißeinbau [asphalt.de – Erhaltung]). Die Mischgutzusammensetzung kann noch hinsichtlich der Geräuschentwicklung optimiert werden, z.B. durch geeignete Kornform (siehe auch LOA 5 D). Messungen der Dünnschicht-Standardbeläge in Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt haben gegenüber dem Referenzbelag eine lärmindernde Wirkung gezeigt. Durch diese werden Lärminderungen von bis zu 5 dB(A) erzielt [34]. Weitere Details siehe [29].

DSK: Geschwindigkeitsbereiche: -1 dB(A) für 40 bis 50 km/h; jeweils bei Pkw

DSH: Geschwindigkeitsbereiche: -4 dB(A) für 40 bis 50 km/h; jeweils bei Pkw; geringe Wirkung bei LKW

3.1.9 PERS – PoroElastic Rubber Surface

PERS-Straßendecken sind bislang nur im Ausland getestet und eingesetzt worden. Für Autobahnen wird von einer Lärminderung von mindestens 10 dB(A) ausgegangen [25]. PERS-Straßenbeläge werden aus Gummi (z.B. aus Alt-Reifen) hergestellt und enthalten für gewöhnlich kein Steinmaterial. Das Material ist mit einem Hohlraumgehalt von 33-38% sehr porös und zudem elastisch [29].

In Europa wurden vier Teststrecken realisiert – davon drei in Holland [27] und eine innerorts in Schweden.

In Schweden [26] ergaben sowohl die Messung des Rollwiderstands als auch die Griffigkeitsmessung gute, mit herkömmlichen Straßenbelägen vergleichbare Werte von 9-12 dB. Zu ähnlich positiven Ergebnissen kommt [28] bei Laborversuchen mit PERS-Belägen: Bei 80 km/h sind die PERS-Beläge im Vergleich zum wenig rauen und leisen ISO Referenzbelag im Schnitt 5,7 dB leiser, wobei bei Sommerreifen eine größere Reduktion (6,5 dB) erreicht wurde als bei Winterreifen (4,7 dB). Im Vergleich zu einem rauen Standardbelag wurde eine durchschnittliche Reduktion um 7 dB (Sommer 9,2 dB und Winter 6,4 dB) erreicht, wobei die größte Reduktion bei 11,7 dB lag vgl. [29].

Bislang traten Probleme mit der baulichen Haltbarkeit auf: Der in Stockholm unter dem PERS verlegte Asphalt löste sich von der darunter liegenden Binderschicht. Es wird vermutet, dass die Gründe in einem nicht abgestimmten Fahrbahnunterbau liegen [26] [29].

Die Stadt Köln modifizierte den Düsseldorfer Asphalt (LOA 5D) mit Gummi (LOA 5D GM) es zeigte sich, dass die Wirksamkeit des LOA 5D um durchschnittlich 2 dB(A) gesteigert werden konnte. Da hierzu keine näheren Untersuchungsergebnisse sowie weitere Testquerschnitte vorliegen, wird darauf nicht näher eingegangen [36].

3.1.10 Bewertungsmatrix zur Auswahl der 3 zu berücksichtigenden lärmarmen Asphalten

Neben akustischen Faktoren sind ebenfalls weitere Faktoren für die Auswahl von lärmarmen Asphalten von Belang.

Zu diesen Faktoren gehören grundsätzlich auch Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie weitere Herstellungsvoraussetzungen sowie bauliche Randbedingungen wie z.B. Standfestigkeit, die sich erschwerend bzw. erleichternd auswirken. Über Herstellungs- und Instandsetzungskosten liegen keine belastbaren Daten für die oben angegebenen Asphalte vor; auch für die Herstellungsvoraussetzungen und bauliche Randbedingungen sind keine ausreichenden Erfahrungen vorhanden, sodass diese Faktoren nur grob abgeschätzt werden können.

Da es für die aufgeführten Asphaltarten meist keine ausreichend evaluierte Datenbasis gibt, sind diese Ergebnisse vorbehaltlich aktueller und künftiger Ergebnisse zu beurteilen.

So deuten manche Untersuchungen [37] an, dass beispielsweise Streckenabschnitte mit offenporigen Asphalten, die nicht gereinigt worden sind, tatsächlich kaum eine Verschlechterung der Pegel-

minderung aufweisen würden, während die akustische Wirksamkeit von Streckenabschnitten mit regelmäßigen Oberflächenreinigungen entgegen der Erwartungen sich z.T. stark vermindert habe.

Nach der Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2011 kann für das Jahr 2011 abgeleitet werden, dass für den offenporigen Asphalt mit Kosten von ca. 20 €/m² zu rechnen ist [39].

In der nachfolgenden Bewertungsmatrix gehen die akustischen und nicht-akustischen Faktoren ein.

- Bei der akustischen Wirksamkeit entspricht die vergebene Punktezahl der zu erwartenden mittleren Pegelminderung bei einer Regelgeschwindigkeit von 50 km/h nach unserer gutachterlichen Abschätzung.
- In der Spalte Kosten können 1 bis 3 Punkte vergeben werden. Dabei werden Fahrbahnbeläge, die mit niedrigen Kosten verbunden sind, mit bis zu 3 Punkten bewertet, während kostenintensivere Beläge maximal mit einem Punkt bewertet werden.
- Je komplexer und ungünstiger die baulichen Voraussetzungen und Randbedingungen umso geringer die Punktevergabe der letzten Kategorie (Herstellung, Standfestigkeit etc.)

Weiterhin ist zu beachten, dass die folgende Tabelle speziell auf die Randbedingungen einer innerstädtischen Ortsdurchfahrt abgestimmt ist.

Tabelle 2: Bewertungsmatrix zur Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen am Beispiel der Ortsdurchfahrt Waren unter Berücksichtigung von akustischen und nicht-akustischen Faktoren				
	Wirksamkeit bei 50 km/h dB(A) = Punkt	Kosten 1 bis 3 (hoch bis niedrig)	Herstellung, Standfestigkeit, etc.	Summe / Sonstiges
SMA LA (0/8, 0/5)	2	3	2	7 / -
LOA 5 D	3	3	2	8 / -
2OPA	5	1	1	7 / Hohe Kosten, aufwendig in der Unterhaltung und Einbau!
OPA auf Gussasphalt	3	3	1	7 / Bislang hauptsächlich bei Geschwindigkeiten über 60 km/h eingesetzt! Unter 60 km/h z.T. begleitet vom „Lkw-Singen“!
PMA	2	2	3	7 / Bislang nur bei Geschwindigkeiten über 80 km/h eingesetzt!
Waschbeton	1-2	1	1	3-4 / Innerstädtischer Einsatz frag-

Tabelle 2: Bewertungsmatrix zur Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen am Beispiel der Ortsdurchfahrt Waren unter Berücksichtigung von akustischen und nicht-akustischen Faktoren

	Wirksamkeit bei 50 km/h dB(A) = Punkt	Kosten 1 bis 3 (hoch bis niedrig)	Herstellung, Standfestigkeit, etc.	Summe / Sonstiges
				lich! Aufwendig in der Unterhaltung und Einbau!
DSH/DSK	2	3	3	8 / -
PERS	3	1	1	2-5 / Bislang nur im Ausland auf Autobahnen / außerorts eingesetzt.

3.2 Ergebnis der Auswahl

Gemäß der obigen Bewertungsmatrix eignen sich grundsätzlich die folgenden Fahrbahnbeläge grundsätzlich am besten (in absteigende Reihenfolge):

- LOA 5D
- DSH/DSK
- 2OPA
- SMA LA/PMA/OPA

Allerdings sind aufgrund der innerstädtischen Lage 2OPA/OPA sowie PMA auszuschließen. Denn diese offenporigen Asphalte sind nicht nur sehr aufwendig im Einbau, sondern verlieren deutlich an Wirksamkeit bei nachträglichen Straßenbauarbeiten und eignen sich nicht für den innerorts Einsatz und niedrigen Geschwindigkeiten (< 60 km/h). Da die innerstädtische Strecke entlang der betrachteten Ortsdurchfahrt in Waren einerseits u.a. durch Kanaldeckel viele ungünstige Randbedingungen aufweist und andererseits voraussichtlich nicht planbare Straßenbauarbeiten (Kanalarbeiten, Erweiterung und Reparaturen der Versorgungsleitungen etc.) benötigen wird, können solche Fahrbahnbeläge ebenfalls ausgeschlossen werden.

Die Berechnungen berücksichtigen deshalb die folgenden Varianten:

- Lärmarmer Asphalt: „lärmarmer Splittmastixasphalt“ → SMA LA (mit $D_{\text{StrO}} = -2 \text{ dB(A)}$)
- Lärmarmer Asphalt: „Düsseldorfer Asphalt“ → LOA 5D (mit $D_{\text{StrO}} = -3 \text{ dB(A)}$)
- Lärmarmer Asphalt: „dünn-schichtige Beläge im Heiß- bzw. Kalteinbau“ → DSH/DSK (mit $D_{\text{StrO}} = -2 \text{ dB(A)}$)

- Tempo 30 PKW+LKW
- Tempo 30 LKW
- Lärmschutzwände (innerstädtisch)

Weitere Maßnahmen werden verbal abgehandelt. Hierzu gehören die folgenden Maßnahmen:

- LKW-Fahrverbot
- Verkehrslenkung
- Verbesserung der Ampelschaltung (Grüne Welle)
- Beseitigung von Ampelanlagen
- Abstandsvergrößerung durch Querschnittsanpassung
- Lückenschluss zwischen Gebäuden
- Kombination von Tempo-30-Regelung mit den drei lärmarmen Asphalten

4. Emissionen

Der Abbildung 2 kann die Lage der Ortsdurchfahrt entnommen werden. Die detaillierten Emissionsdaten aller Varianten kann den Anlagen 4.1 bis 4.6 entnommen werden.

Die Schallemissionen des Straßenverkehrs werden nach RLS-90 [2] berechnet. Die resultierenden Schallemissionspegel L_{mE} der relevantesten Straßenabschnitte sind in den Anlagen 4.1 bis 4.6 aufgeführt. Die Emissionspegel sind Mittelungspegel in 25 m Abstand von der Mitte der jeweiligen Fahrbahn in einer Höhe von 3,5 m.

5. Schallimmissionen im Bestand

Ausgehend von den Schallemissionen aus Abschnitt 4 erfolgte die Berechnung der Schallimmissionen an den Gebäuden entlang der Ortsdurchfahrt in einem 100 m breiten Korridor als Gebäudelärmkarten. Aus Gebäudelärmkarten in den Anlagen 2 können hohe Lärmbelastungen durch den Straßenverkehr der Ortsdurchfahrt (B192) sowohl tags als auch nachts abgeleitet werden. Fassaden, an denen die Auslösewerte der Lärmsanierung an Bundesfernstraßen überschritten werden, sind in den Gebäudelärmkarten gekennzeichnet. Der jeweilige Beurteilungspegel kann der Gebäudelärmkarte direkt entnommen werden. Die Anlagen 3 stellen für alle berechneten Immissionsorte tabellarisch die Beurteilungspegel sowie die Differenzen zu den genannten Auslösewerte dar. Dabei werden an den straßenzugewandten Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt Beurteilungspegel von bis zu 77/66 dB(A) tags/nachts (Strelitzer Straße 100a) erzielt. Die höchsten Überschreitungen der Auslösewerte betragen tags/nachts bis zu 9 dB(A) (Strelitzer Straße 100a).

Variante (Anzahl Fassaden)	LrT [dB(A)]								
	<40	40-45:	45-50:	50-55:	55-60:	60-65:	65-70:	70-75:	>75
Bestand	1	31	169	303	184	268	428	172	44

Variante (Anzahl Fassaden)	LrN [dB(A)]								
	<35	35-40:	40-45:	45-50:	50-55:	55-60:	60-65:	65-70:	>70:
Bestand	34	193	286	179	286	414	199	9	0

Tabelle 3: Lärmbetroffenheit der Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt in Beurteilungspegelklassen für den Bestand

Gemäß der obigen Tabelle werden an 216/208 Fassaden tags/nachts entlang der Ortsdurchfahrt die Beurteilungspegel von 70/60 dB(A) tags/nachts sowie die Auslösewerte der Lärmsanierung an 429/407 Fassaden tags/nachts überschritten.

6. Vergleich und Beurteilung der Schallimmissionen der Maßnahmenvarianten mit der Nullvariante (Bestand)

Nachfolgend soll anhand von Diagrammen und Tabellen die schalltechnische Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen, wie im Kapitel 3 dargestellt, untersucht und verglichen werden. Die Diagramme und detaillierten Tabellen sind in Anlage 1 zusammengestellt.

Tabelle 4 zeigt die Lärmbetroffenheiten der Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt in Beurteilungspegelklassen in Abhängigkeit von der jeweiligen Variante.

Variante (Anzahl Fassaden)	LrT [dB(A)]								
	<40	40-45:	45-50:	50-55:	55-60:	60-65:	65-70:	70-75:	>75
Bestand	1	31	169	303	184	268	428	172	44
Tempo 30 PKW + LKW	12	77	268	242	212	388	293	108	0
Tempo 30 LKW	11	64	247	260	197	375	315	131	0
Lärmschutzwände	6	33	207	340	228	251	358	137	40
DSH	14	84	280	323	223	386	282	99	0
LOA 5D	10	62	243	264	193	373	316	138	1
SMA LA	10	62	243	264	193	373	316	138	1

Variante (Anzahl Fassaden)	LrN [dB(A)]								
	<35	35-40:	40-45:	45-50:	50-55:	55-60:	60-65:	65-70:	>70:
Bestand	34	193	286	179	286	414	199	9	0
Tempo 30 PKW + LKW	47	214	275	175	324	392	171	2	0
Tempo 30 LKW	35	192	286	179	289	412	198	9	0
Lärmschutzwände	44	220	323	229	276	338	164	6	0
DSH	112	303	201	219	415	280	70	0	0
LOA 5D	79	273	229	202	386	285	146	0	0
SMA LA	79	273	229	202	386	285	146	0	0

Tabelle 4: Lärmbetroffenheit der Fassaden entlang der Ortsdurchfahrt in Beurteilungspegelklassen für alle berechneten Varianten

In den nachfolgenden Unterkapiteln sollen die Ergebnisse der einzelnen Maßnahmen zunächst einzeln mit der Bestandssituation verglichen werden.

6.1 Tempo 30-Regelung für PKW und LKW

Durch die Maßnahme kann eine hohe Reduzierung der Lärmbelastung erzielt werden: Die Zahl der Fassaden, die von Beurteilungspegel von mehr als 70/60 dB(A) tags/nachts betroffen sind, sinkt von 216/208 auf 108/173 tags/nachts. Dies bedeutet eine Verringerung um 50%/17% tags/nachts. Die Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsanierung sinken um 47%/14% tags/nachts auf 229/350 tags/nachts.

Während der Tagzeit liegt die Pegelreduzierung bei etwa 2,7 dB(A), während der Nachtzeit ist die Entlastung mit etwa 0,4 dB(A) geringer, da zum Teil bereits eine nächtliche Tempo30-Regelung für LKWs vorhanden ist.

6.2 Tempo 30-Regelung für LKW

Durch diese Maßnahme kann eine starke Entlastung der Fassaden erzielt werden, wenngleich diese geringer ausfällt als die generelle Tempo30-Regelung für PKW und LKW. Der hohe LKW-Anteil von 15-20% am DTV wirkt sich dennoch bei einer Tempo30-Regelung für LKW stark aus. Die Zahl der Fassaden, die von Beurteilungspegel von mehr als 70/60 dB(A) tags/nachts betroffen sind, sinkt auf 131/207 tags/nachts. Dies bedeutet eine Verringerung um 39%/0% tags/nachts. Die Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsanierung sinken um 37%/2% tags/nachts auf 272/397 tags/nachts.

Tagsüber beträgt die Pegelminderung etwa 2,1 dB(A). Während der Nachtzeit ist kaum eine weitere Entlastung feststellbar, da entlang des, in der Abbildung 2 dargestellten, Abschnitts bereits eine nächtliche Tempo30-Regelung für LKWs vorhanden ist. Die zwei prozentigen Abnahmen bei den Auslösewerten der Lärmsanierung erklären sich durch die räumliche Diskrepanz der Ortseingangsbeschilderung zu der bestehenden Tempo30-Regelung für LKW in der Nacht; diese Reduzierungen in den beiden Teilbereichen beträgt jeweils etwa 0,4 dB(A).

6.3 Lärmarme Asphalte – SMA LA und DSH/DSK (-2 dB(A))

Beide Maßnahmen werden mit einer Pegelreduzierung von 2 dB(A) berücksichtigt. Während bei beiden Asphalten von etwa gleicher akustischer Wirksamkeit auszugehen ist, erzielt DSH/DSK durch einer leicht besseren nicht-akustischen Bewertung, siehe Kapitel 3.1.10, in der Bewertungsmatrix eine höhere Punktbewertung.

Durch die Maßnahmen kann eine starke akustische Entlastung der Fassaden erzielt werden, wenngleich diese ebenfalls geringer ausfällt als die generelle Tempo30-Regelung für PKW und LKW. Ihre Wirkung ist jedoch nicht auf den Tageszeitraum beschränkt. Grundsätzlich sollte beachtet wer-

den, dass bei allen lärmarmen Asphalten die langfristige Haltbarkeit noch nicht empirisch belegt ist. Durch den hier angenommenen Pegelminderungsansatz von 2 dB(A), ist dennoch nicht sicher, ob und in welcher Höhe nach 10 Jahren die Pegelminderung betragen wird.

Die Zahl der Fassaden, die von Beurteilungspegeln von mehr als 70/60 dB(A) tags/nachts betroffen sind, sinkt auf 139/146 tags/nachts. Dies bedeutet eine Verringerung um 36%/30% tags/nachts. Die Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsanierung sinken um 34%/32% tags/nachts auf 282/278 tags/nachts.

6.4 Lärmarmes Asphalt - LOA 5D (-3 dB(A))

Die Maßnahme wird mit einer Pegelreduzierung von 3 dB(A) berücksichtigt.

Durch die Maßnahme kann die stärkste Entlastung der Fassaden im Vergleich zu allen anderen Varianten erzielt werden. Grundsätzlich sollte jedoch beachtet werden, dass bei allen lärmarmen Asphalten die langfristige Haltbarkeit noch nicht empirisch belegt ist. Durch den hier angenommenen Pegelminderungsansatz von 3 dB(A), ist dennoch nicht sicher, ob und in welcher Höhe nach 10 Jahren die Pegelminderung betragen wird.

Die Zahl der Fassaden, die von Beurteilungspegel von mehr als 70/60 dB(A) tags/nachts betroffen sind, sinkt auf 99/70 tags/nachts. Dies bedeutet eine Verringerung um 54%/66% tags/nachts. Die Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsanierung sinken auf 209/208 tags/nachts. Dies bedeutet eine prozentuale Verringerung um 51%/49% tags/nachts.

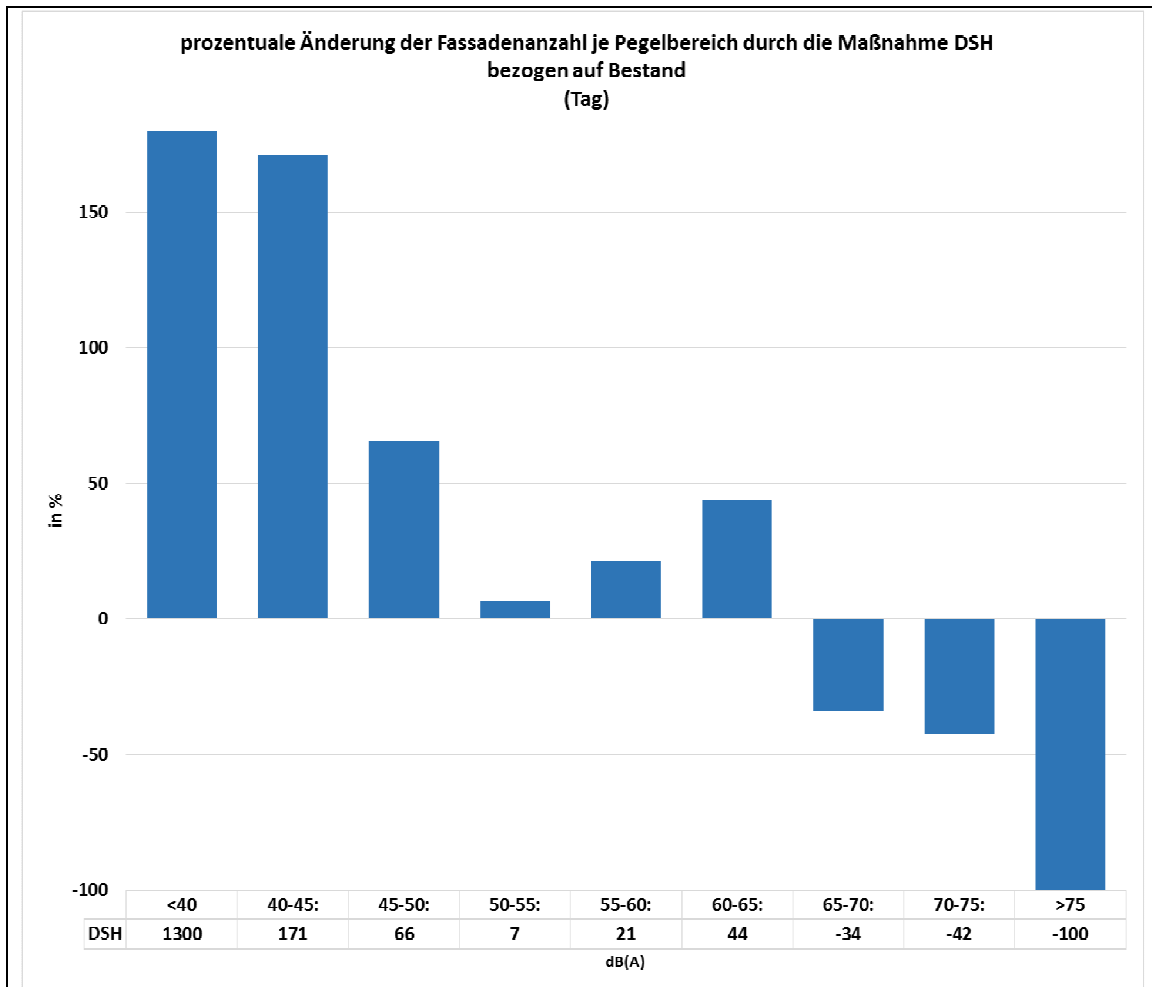
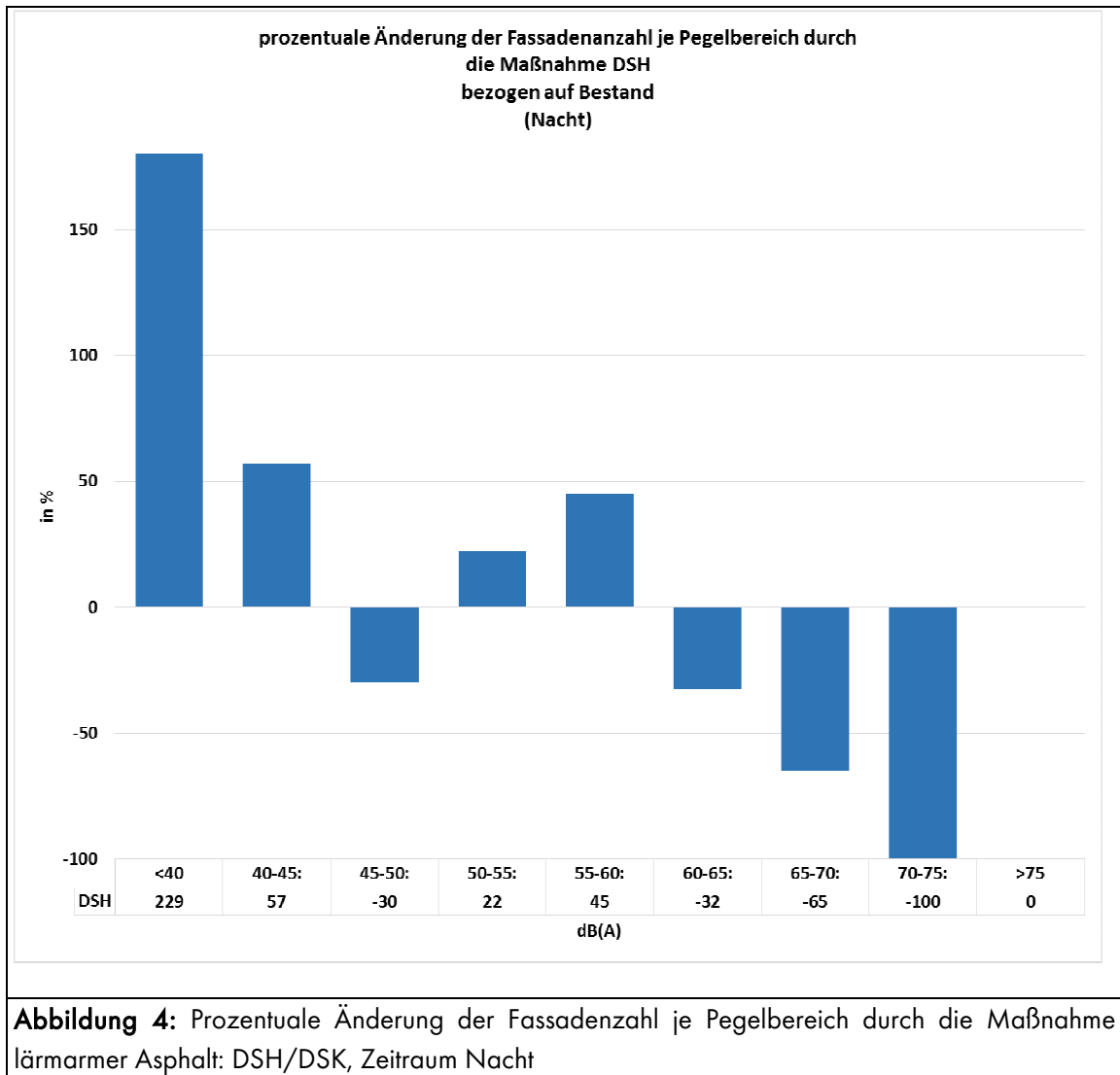


Abbildung 3: Prozentuale Änderung der Fassadenanzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme lärmarrer Asphalt: DSH/DSK, Zeitraum Tag



6.5 Innerstädtische Schallschutzwände

Der Einsatz von innerstädtischen Schallschutzwänden ist stets äußerst umstritten und in vielen Fällen nach genauerer Untersuchung nicht realisierbar.

Bei der Maßnahmenvariante mit den innerstädtischen Schallschutzwänden wurden in Bereichen, in denen zunächst Schallschutzwände möglich erscheinen, diese berücksichtigt. Je nach Abstand zum Immissionsort und Gebäudehöhen im Umfeld der Schallschutzwände wurden Schallschutzwandhöhen zwischen 2m und 3m gewählt. Es wurde jedoch keine konkrete Festlegung der Schallschutzmaßnahmen getroffen, da hierzu neben städtebaulichen Belangen auch grundrechtliche, verkehrsrechtliche und privatrechtliche Belange zu berücksichtigen sind.

Für die beispielhafte Auswahl der Schallschutzwände wurde nach den folgenden Kriterien vorgegangen:

- Lage der bewohnten Gebäude zur Straße

- Nicht-Vorhanden sein von Zufahrten und Zufahrtsstraßen, soweit erkennbar (in einigen Fällen gibt es zwar Zufahrten, es erscheint jedoch, dass eine rückwärtige Erschließung ebenfalls möglich sein könnte)
- Intensität der Betroffenheit der bewohnten Gebäude
- Vorhanden sein von schutzbedürftigen Außenbereichen der Wohngebäude

Nach unserer Einschätzung bieten sich Lärmschutzwände im Bereich der B192 Röbler Chaussee, der Mozartstraße und der Strelitzerstraße an. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Lage der Schallschutzwände, die in die Berechnungen eingegangen sind:

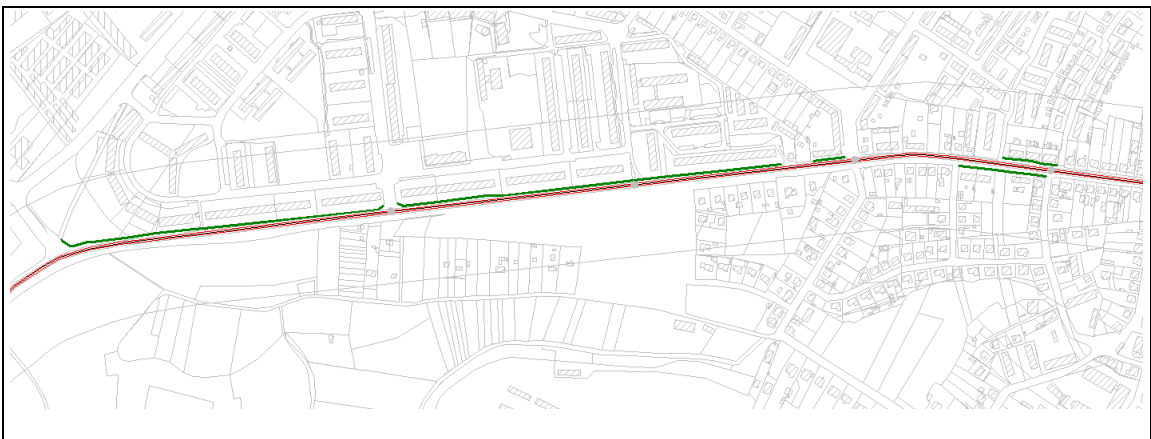


Abbildung 5: Schallschutzwände in westlicher Bereich der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)

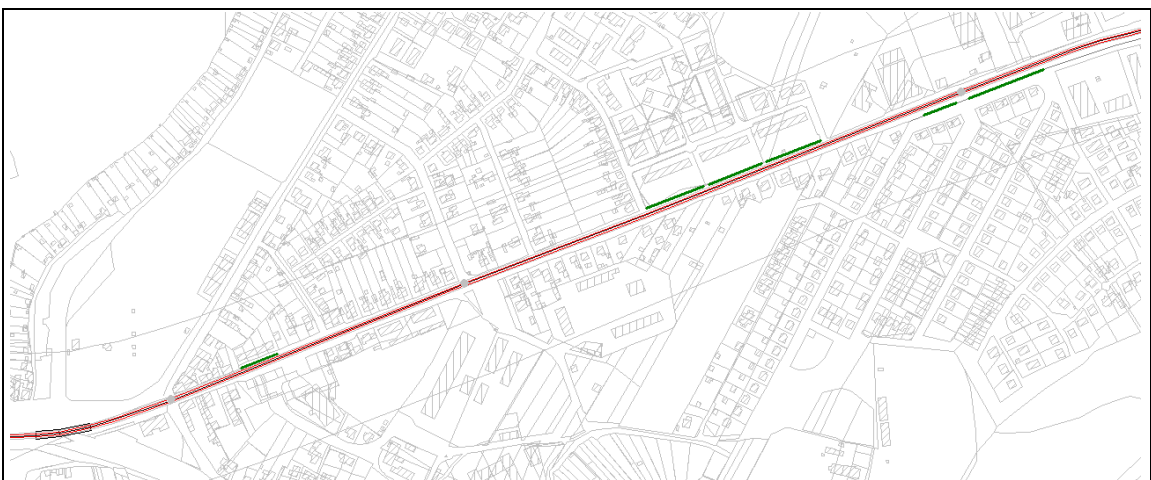


Abbildung 6: Schallschutzwände in östlicher Bereich der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz)

Durch die Maßnahme kann im Vergleich zu den anderen berechneten Maßnahmen eine geringere Entlastung der Fassaden erzielt werden. Die Zahl der Fassaden, die von Beurteilungspegel von mehr als 70/60 dB(A) tags/nachts betroffen sind, sinkt auf 177/170 tags/nachts. Dies bedeutet eine Verringerung um 18%/18% tags/nachts. Die Überschreitungen der Auslösewerte der Lärmsa-

nierung sinken auf 355/325 tags/nachts. Dies bedeutet eine prozentuale Verringerung um 17%/20% tags/nachts.

Insgesamt ist die Errichtung von Schallschutzwänden in innerstädtischen Bereichen einerseits aus ortsplannerischer Sicht oft schwierig; andererseits kann dadurch eine Beruhigung von Freiraumflächen und damit eine Erhöhung der Aufenthaltsqualität im Freien erreicht werden. Die hierzu erforderliche Abwägung muss in enger Abstimmung mit den Betroffenen und der Stadt Waren (Müritz) getroffen werden; die Prüfung der Realisierbarkeit und eine detaillierte Dimensionierung dieser möglichen Schallschutzwände ist in weiteren Planungsschritten erforderlich. Hierzu sind auch die Vorschläge aus der Lärmaktionsplanung der Stadt Waren (Müritz) zu berücksichtigen.

6.6 Zusammenfassender Vergleich der berechneten Maßnahmenvarianten

Mit Hilfe der in Anlage 5 zusammengestellten Diagramme wird ein Vergleich der verschiedenen berechneten Maßnahmen mit dem Bestandsfall ermöglicht.

In folgenden Diagrammen ist beispielhaft die Änderung der betroffenen Fassaden von Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts dargestellt:

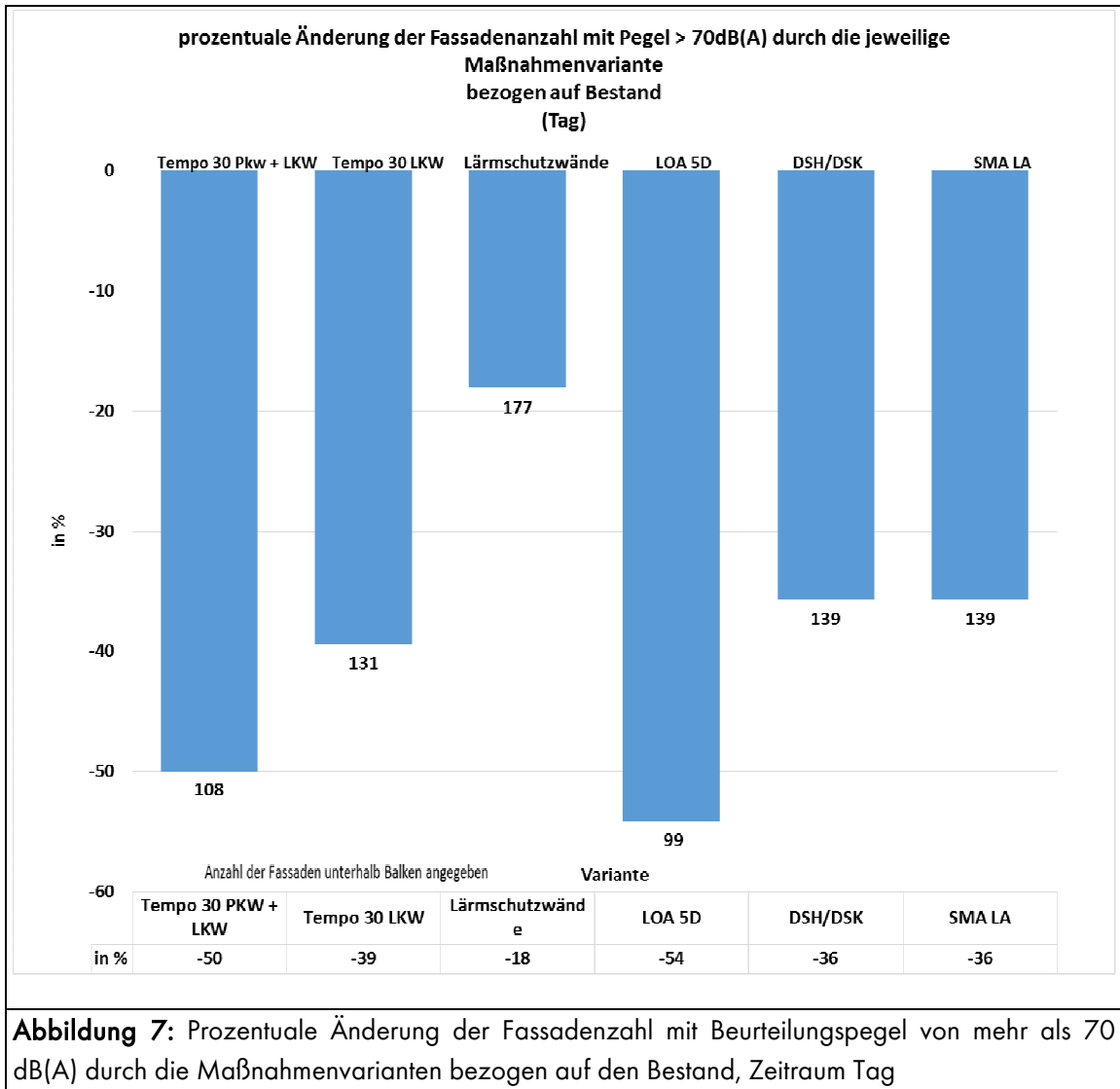


Abbildung 7: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl mit Beurteilungspegel von mehr als 70 dB(A) durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand, Zeitraum Tag

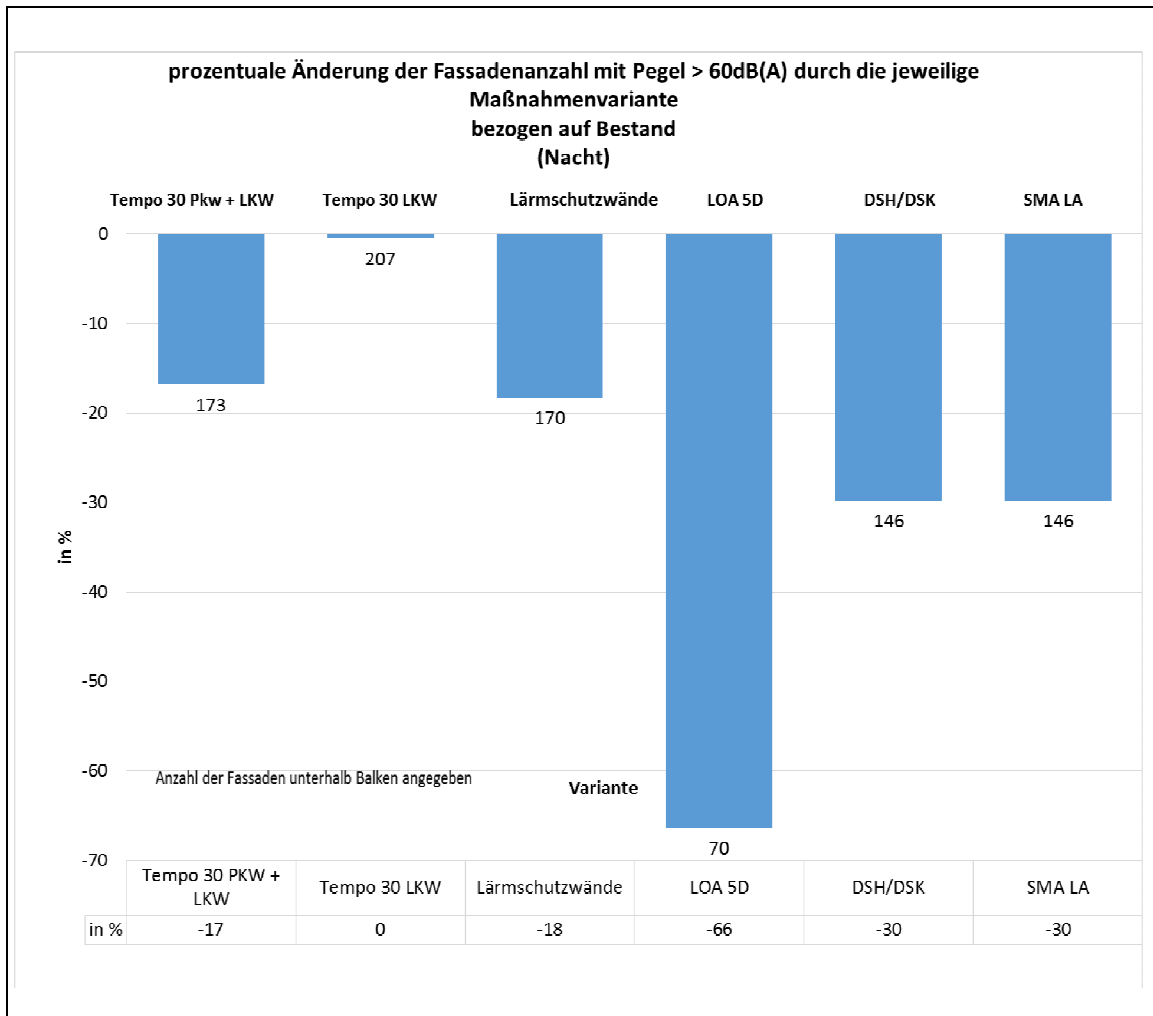


Abbildung 8: Prozentuale Änderung der Fassadenanzahl mit Beurteilungspegel von mehr als 60 dB(A) durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand, Zeitraum Nacht

Die Diagramme verdeutlichen, dass der Einsatz des lärmarmen Asphalts, DSH/DSK, die stärkste Entlastung tags und nachts mit sich bringt. Für eine abschließende Bewertung sollten jedoch auch alle weiteren Aspekte wie Kosten, Haltbarkeit etc. berücksichtigt werden.

7. Weitere Maßnahmen

Wie in Kapitel 3 dargestellt, werden ebenfalls weitere Varianten in dieser Untersuchung diskutiert.

7.1 LKW-Fahrverbot

Im vorliegenden Fall liegt der Lkw-Anteil innerhalb der Ortsdurchfahrt Waren (Müritz) mit ca. 15-20% sehr hoch. Ein LKW-Fahrverbot, sofern verkehrsrechtlich überhaupt möglich, kann eine starke Lärminderung bewirken. Die nachfolgende überschlägige Betrachtung soll deren Wirksamkeit abschätzen:

Es ist zu beachten, dass Lkw-Fahrverbote den LKW-Anteil nicht auf 0% reduzieren können, da durch „Anliegerfahrten“ sowie Busse und andere öffentliche Schwerverkehrsfahrzeuge stetes ein gewisser Anteil übrig bleibt. Dieser Anteil ist tagsüber höher, als in der Nacht. Es wird von einem Rest-Lkw-Anteil von 5% tagsüber und 1% in der Nacht ausgegangen.

- a) Lkw-Anteil von ca. 15% Tag/Nacht: Bei Reduzierung auf 5%/1% Tag/Nacht kann eine Lärminderung von bis zu 3/4 dB(A) tags/nachts erzielt werden.
- b) Lkw-Anteil von ca. 20% Tag/Nacht: Bei Reduzierung auf 5%/1% Tag/Nacht kann eine Lärminderung von bis zu 4/5 dB(A) tags/nachts erzielt werden.

Durch die vorliegende Netzstruktur wird nach Angaben der zuständigen Straßenbaubehörde die Funktionalität der Ortsdurchfahrt im Sinne von § 1, Absatz 1 Bundesfernstraßengesetz durch diese Maßnahme eingeschränkt, da die Straßen im umgebenden Verkehrsnetz nicht geeignet sind, den LKW-Verkehr der B-192 aufzunehmen. Unter diesen Bedingungen kann diese Maßnahme in Waren ausgeschlossen werden.

7.2 Verkehrslenkung

Im Rahmen einer gesonderten schalltechnischen Betroffenheitsanalyse [38] wurden die schalltechnischen Auswirkungen von mehreren Umgehungsvarianten für die Ortsdurchfahrt in Waren untersucht. Diese Untersuchung kam zu dem Ergebnis, dass sich entlang der B-192 zwar Pegelreduzierungen von bis zu 5 dB(A) erzielen lassen, jedoch auch mit einer Erhöhung der Betroffenenzahlen in bisher ruhigen Bereichen zu rechnen ist. Somit gab es bezogen auf die Ortsdurchfahrt zwar eine Entlastung der unmittelbar von der Ortsdurchfahrt Betroffenen, aber auch eine deutliche Zusatzbelastung bei wenigen Betroffenen mit derzeit geringer Lärmbelastung entlang der Ortsumgehungsvarianten.

Inwieweit Verkehrslenkungsmaßnahmen auf der übergeordneten Verkehrsnetzstruktur zu einer Reduzierung des Schwerverkehrsanteils führen kann, kann hier nicht näher beurteilt werden, da die notwendigen Grundlagen hierfür fehlen. Gleiches gilt für eine stärkere, überregionale Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene.

7.3 Verbesserung der Ampelschaltungen

Die RLS-90 berücksichtigt in einem Abstand von bis zu 40 m die erhöhte Störwirkung von Ampelanlagen mit einem Zuschlag von 3 dB(A), in 40 bis 70 m Abstand mit 2 dB(A) und von 70 bis 100 m noch mit 1 dB(A). Wäre davon auszugehen, dass durch eine Abstimmung der Ampelschaltungen („Grüne Welle“) die Anzahl der Stop-and-goes reduziert werden könnte, wäre im Bereich der Kreuzungen von einer Reduzierung der Lästigkeit, die einer Pegelminderung von 1-2 dB(A) entspricht, auszugehen.

Nach Prüfung der derzeitig bereits aufeinander abgestimmten Ampelanlagen kann festgestellt werden, dass der akustische Wirkungsgrad dieser Maßnahme sehr gering sein dürfte. Denn die meisten Ampelanlagen sind bereits aufeinander abgestimmt.

7.4 Beseitigung von Ampelanlagen

Durch den Wegfall einer Ampelanlage können im Umkreis von bis zu 100 m zur Ampelanlage Pegelminderungen von bis zu 3 dB(A) erzielt werden. Eine Konkretisierung der Wirksamkeit ist stark von der Lage der Immissionsorte zur Ampelanlage abhängig. Ampelanlagen im Umfeld von Wohngebäuden können somit eine deutliche Reduzierung der Betroffenheiten erzielen, während Ampelanlagen mit Abständen von mehr als 100 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung in der Regel nach RLS-90 keine schalltechnischen Auswirkungen zur Folge haben.

Der akustische Wirkungsgrad dieser Maßnahme wird als sehr gering eingeschätzt (s.o.).

7.5 Abstandvergrößerung durch Querschnittsanpassungen

Grundsätzlich gilt, dass die Beurteilungspegel am Immissionsort mit zunehmendem Abstand zur Straße kleiner werden. Innerstädtische Verkehrswege bieten jedoch oft einerseits durch ihren rechtlichen Charakter (z.B. Bundesstraßen) und andererseits durch die Abstände und Geometrie vor Ort nicht die Möglichkeit einer Querschnittsanpassung. Durch Verengung von Fahrspuren durch Grünbereiche, Radwege, Fußwege oder Ähnlichen können abstandsbedingte Pegelminderungen von ca. 1 dB(A) erzielt werden.

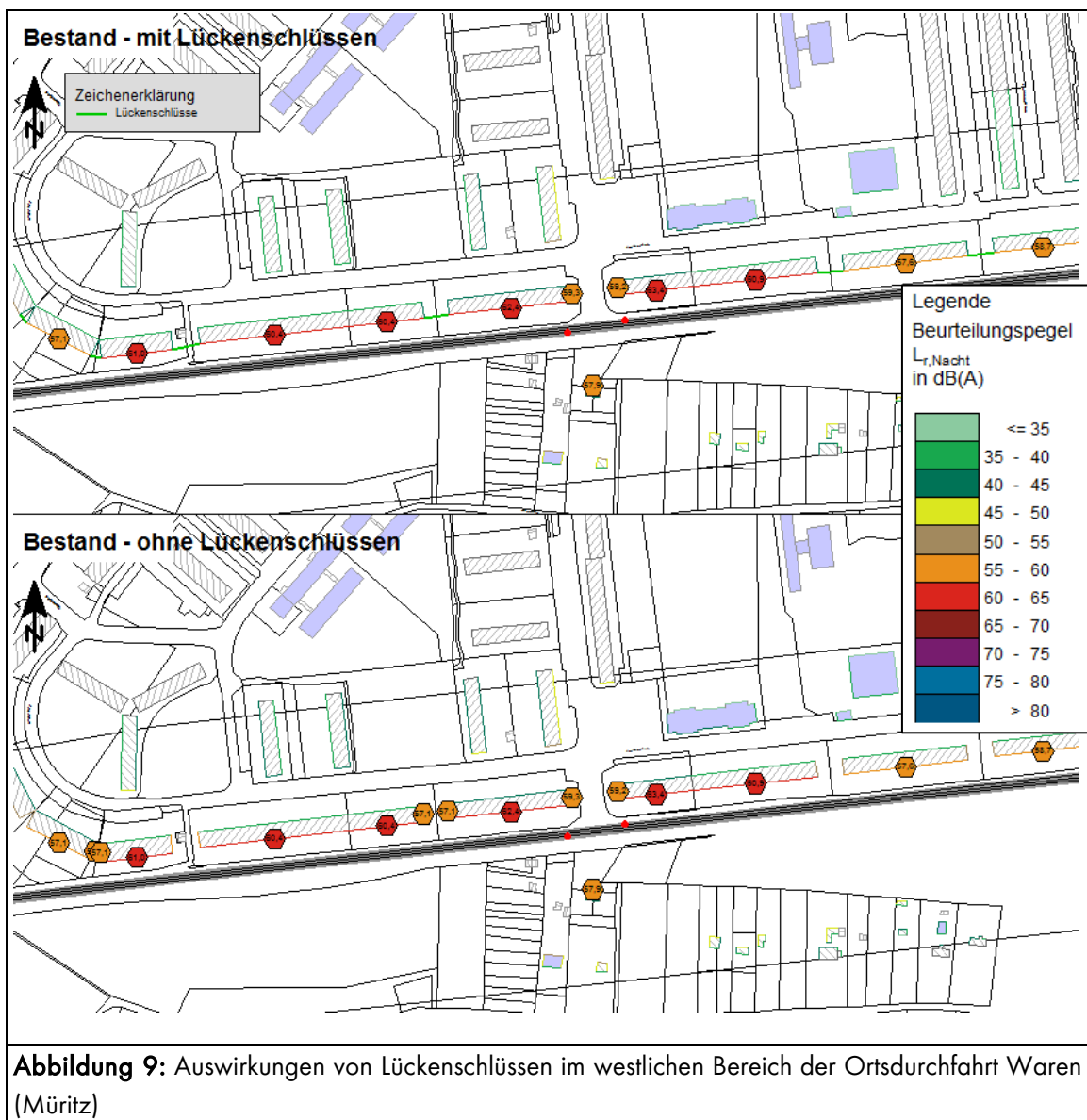
Bei der Ortsdurchfahrt Waren handelt es sich um eine Bundesstraße. Nach Angaben der zuständigen Straßenbaubehörde ist sie bereits ortsgerecht ausgeführt und erfüllt alle notwendigen technischen Parameter für eine solche Straße. Von daher ist unter den bestehenden Umständen ebenfalls diese Maßnahme ausgeschlossen.

7.6 Schließen von Lücken

Durch das Schließen von Lücken kann zwar keine Pegelminderung der ersten Fassaden erzielt werden, die oftmals die Grundlage von rechtlich bindenden Untersuchungen darstellen, jedoch reale Lärmreduzierungen an Fassaden am gleichen Gebäude sowie im rückwärtigen Bereich der Bebauung erzeugen, sodass die Anwohner oftmals durch Anordnung der Schlaf- und Kinderzimmer in Richtung der ruhigen Fassaden entlastet wären.

Allerdings lassen sich solche Lückenschlüsse nicht überall verwirklichen und sind auch nicht überall sinnvoll. Sie stellen punktuelle Begleitmaßnahmen dar. In Waren könnten im westlichen Bereich der Ortsdurchfahrt, westlich von Friedrich-Engels-Platz an mehreren Stellen solche Lückenschlüsse realisiert werden. Die Realisierbarkeit ist in jedem einzelnen Fall zu prüfen, da zu klären ist, ob nicht behebbare Probleme aufgrund von u.a. Erschließung, Versorgung oder auch Feuerwehrzufahrten entstehen.

Um die Wirksamkeit besser abschätzen zu können, wurden für den oben genannten Bereich der Ortsdurchfahrt in Waren Proberechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend kurz dargestellt werden sollen:



Die Abbildung zeigt, dass durch die Lückenschlüsse die Überschreitungen der Lärmsanierungswerte (z.B. 67/57 dB(A) tags/nachts für Wohngebiete) an den seitlichen Fassaden nicht mehr auftreten.

Weiterhin sinken die Beurteilungspegel der rückwärtigen Bebauung um ca. 5 dB(A). Von dieser Maßnahme können jedoch nicht die vordersten Fassaden profitieren.

Unter Beachtung der Auslösewerte wäre diese Maßnahme nicht mehr relevant, da die rückwärtigen Fassaden zwar z.T. hohe Beurteilungspegel im Bestand aufweisen, diese jedoch die Auslösewerte der Lärmsanierung nicht überschreiten. Diese Maßnahme sollte im Rahmen der Bauleitplanung der Stadt Waren (Müritz) Beachtung finden.

7.7 Maßnahmenkombination aus Tempo 30 und lärmarmen Asphalte

Wie im Kapitel 3 dargestellt wurde, fehlt für eine abschließende Bewertung der akustischen Wirksamkeit von den meisten lärmarmen Asphalten innerorts die ausreichende Datengrundlage. Jedoch kann unser Büro auch auf eigene Messungen von lärmarmen Asphalten an sieben verschiedenen Querschnitten der Landeshauptstadt München im Rahmen des Konjunkturpaktes II zurückgreifen [34]. Die Messungen betreffen SMA LA und DSH Fahrbahnbeläge [34].

Die folgende Tabelle differenziert für die untersuchten drei lärmarmen Asphalte die ansetzbaren D_{StrO} in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit sowohl getrennt für PKW und LKW als auch zusammengefasst.

Die dargestellten Werte für den D_{StrO} stellen Annahmen dar, die aus unseren Messergebnissen bzw. bisherigen gutachterlichen Erfahrungen abgeleitet wurden. Gerade zu einer differenzierten Betrachtung der akustischen Wirksamkeit von lärmarmen Asphalten bei Geschwindigkeiten unter 30 km/h gibt es bislang so gut wie keine systematischen Untersuchungen.

Weiterhin ist zu beachten, dass die Werte nicht die maximal mögliche akustische Wirksamkeit zeigen, sondern die geschätzte Wirksamkeit nach ca. 3-4 Jahren.

Tabelle 5: Abschätzung ansetzbarer D_{StrO} von lärmarmen Asphalten bei Tempo 30 und 50 km/h in [dB(A)]						
	PKW		LKW		PKW + LKW (LKW Anteil 20%)	
	50 km/h	30 km/h	50 km/h	30 km/h	50 km/h	30 km/h
SMA LA	3	2	1	0-1	2	0,5-1
LOA 5 D	4	2-3	1	0-1	3	0,5-1
DSH/DSK	1-4	1-2	0-1	0	2	0,5

Bei den Überlegungen wurden ebenfalls die aus der Sicht der Ortsdurchfahrt Waren ungünstigsten Bedingungen bzgl. des LKW-Anteils ausgegangen. Der LKW-Anteil variiert entlang der Ortsdurchfahrt zwischen 14 und 20%. Die obere Tabelle berücksichtigt einen LKW-Anteil von 20%. Dabei reduziert sich die Wirksamkeit der lärmarmen Asphalte bei Geschwindigkeiten unter 50 km/h, da vor allem bei LKW das Motorengeräusch den Pegel dominiert.

Um den Zusammenhang zwischen dem LKW-Anteil, Tempo30 und dem D_{StrO} deutlich zu machen, soll die nachfolgende Beispielrechnung anhand dem lärmarmen Asphalt LOA 5D mit den obigen Annahmen für drei unterschiedliche LKW-Anteile herangezogen werden. Es ist zu beachten, dass dies eine reine Beispielrechnung darstellt, um die Spannweite der möglichen Wirksamkeit zu verdeutlichen. Die auf eine Kommastelle genauen Werte sind von daher nicht grundsätzlich übertragbar, da die ihnen zugrunde liegenden Annahmen nicht ausreichend empirisch belegt sind:

- Bei 20% LKW-Anteil $\rightarrow D_{\text{StrO}} = 0,3 \text{ dB(A)}$
- Bei 15% LKW-Anteil $\rightarrow D_{\text{StrO}} = 1,2 \text{ dB(A)}$
- Bei 10% LKW-Anteil $\rightarrow D_{\text{StrO}} = 1,6 \text{ dB(A)}$

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass grundsätzlich eine Kombination von lärmarmen Asphalten sinnvoll und akustisch wirksam ist, sofern der LKW-Anteil nicht zu hoch ist. Für Waren bedeutet dies, dass parallel zu einer solchen Maßnahmenkombination auch der LKW-Anteil durch verkehrliche Lenkungsmaßnahmen reduziert werden müsste, um eine additive Wirksamkeit dieser Maßnahmen zu ermöglichen.

Durch eine Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h für alle Fahrzeugarten ergibt sich eine Pegelminderung von 2,6 dB(A). Überlagert man die Pegelminderung aus der Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h mit der Pegelminderung aus dem lärmarmen Asphalt ergibt sich abhängig vom Lkw-Anteil von 20%/15%/10% eine Gesamtpegelminderung von jeweils 2,9/3,8/4,2 dB(A) gegenüber einer Geschwindigkeit von $v = 50 \text{ km/h}$. Bezogen auf die Stadt Waren (Müritz) mit einem Lkw-Anteil von ca. 20% und bereits durchgeführter Tempo-Begrenzung von Lkws auf 30 km/h in der Nacht ergibt sich tagsüber eine Pegelminderung von 2,9 dB(A) und nachts von 0,7 dB(A) (0,3 dB(A) aus D_{StrO} und 0,4 dB(A) aus Geschwindigkeitsreduzierung von Pkw von 50 auf 30 km/h (siehe Kapitel 6.1).

7.8 Übertragbarkeit auf andere Situationen

Die vorliegenden Untersuchungen können nicht direkt auf andere örtliche Gegebenheiten übertragen werden, da die Verkehrsmenge, die Verkehrszusammensetzung, die Geschwindigkeiten, die bestehende Vorbelastung durch Verkehrslärm und die Einwohnerdichte die Ergebnisse unterschiedlich beeinflussen können. Es ist daher erforderlich in jedem Einzelfall, die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen zu überprüfen. Dabei können die o.A. Ansätze verwendet werden; wir weisen jedoch darauf hin, dass insbesondere in der Forschung lärmarmen Fahrbahnbeläge eine

starke innovative Entwicklung im Gange ist, sodass eine ständige Aktualisierung der Daten erforderlich ist.

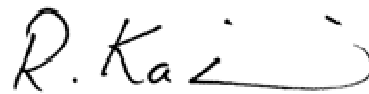
Dieses Gutachten umfasst 41 Seiten und 5 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung des Auftraggebers und der Möhler + Partner Ingenieure AG gestattet.

Augsburg, den 12. Mai 2014

Möhler + Partner
Ingenieure AG



Dipl.-Ing. Ulrich Möhler



i. V. Dipl.-Ing. Roozbeh Karimi

8. Anlagen

Anmerkung zu Anlage 2: Die Lichtsignalanlagen werden als rote Punkte dargestellt!

Anlage 1.1:	Übersichtspläne
Anlage 1.2:	Übersichtspläne – Ausschnittsbereiche für die Gebäudelärmkarte
Anlage 1.3.1 – 1.3.2:	Übersichtspläne – Gebäudebezeichnungen
Anlage 2.1.1 – 2.2.2:	Gebäudelärmkarten – Nullfall 2013 – Tag und Nacht
Anlage 2.3.1 – 2.4.2:	Gebäudelärmkarten – Tempo-30 Pkw + Lkw – Tag und Nacht
Anlage 2.5.1 – 2.5.2:	Gebäudelärmkarten – Tempo-30 Lkw – Tag
Anlage 2.6.1 – 2.7.2:	Gebäudelärmkarten – Lärmschutzwände – Tag und Nacht
Anlage 2.8.1 – 2.9.2:	Gebäudelärmkarten – SMA LA – Tag und Nacht
Anlage 2.10.1 – 2.11.2:	Gebäudelärmkarten – LOA 5D – Tag und Nacht
Anlage 2.12.1 – 2.13.2:	Gebäudelärmkarten – DSH/DSK – Tag und Nacht
Anlage 3.1:	Punktberechnungstabelle - Tempo-30 Pkw + Lkw
Anlage 3.2:	Punktberechnungstabelle - Tempo-30 Lkw
Anlage 3.3:	Punktberechnungstabelle – lärmarter Asphalt - SMA LA
Anlage 3.4:	Punktberechnungstabelle – lärmarter Asphalt - LOA 5D
Anlage 3.5:	Punktberechnungstabelle – lärmarter Asphalt - DSH/DSK
Anlage 3.6:	Punktberechnungstabelle – innerstädtische Schallschutzwände
Anlage 4.1:	Emissionsdaten der Straße – Bestand
Anlage 4.2:	Emissionsdaten der Straße – Bestands DTV mit Tempo 30-Regelung für Pkw und Lkw
Anlage 4.3:	Emissionsdaten der Straße – Bestands DTV mit Tempo 30-Regelung für Lkw
Anlage 4.4:	Emissionsdaten der Straße – Bestands DTV mit lärmarter Asphalt – SMA LA

- Anlage 4.5: Emissionsdaten der Straße - Bestands DTV mit lärmarter Asphalt - LOA 5D
- Anlage 4.6: Emissionsdaten der Straße - Bestands DTV mit lärmarter Asphalt - DSH/DSK
- Anlage 5.1 - 5.2: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme Tempo30-Regelung für LKW und PKW - Tag und Nacht
- Anlage 5.3 - 5.4: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme Tempo30-Regelung für LKW - Tag und Nacht
- Anlage 5.5 - 5.6: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme lärmarter Asphalt: SMA LA (identisch mit DSH/DSK) - Tag und Nacht
- Anlage 5.7 - 5.8: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme lärmarter Asphalt: LOA 5D - Tag und Nacht
- Anlage 5.9 - 5.10: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl je Pegelbereich durch die Maßnahme innerstädtische Schallschutzwände - Tag und Nacht
- Anlage 5.11 - 5.12: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl mit Beurteilungspegel von mehr als 70 / 60 dB(A) durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand - Tag und Nacht
- Anlage 5.13 - 5.14: Prozentuale Änderung der Fassadenzahl mit Überschreitung der Auslösewerte der Lärmsanierung durch die Maßnahmenvarianten bezogen auf den Bestand - Tag und Nacht