

Sicherheit und Akustik für den Trenninselspitz **SAFETy**

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2016
(VIF2016)

September 2018



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A – 1030 Wien

 Bundesministerium
Verkehr, Innovation
und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG
Nordbahnstraße 50
A – 1020 Wien

 **ÖBB**
INFRA

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A – 1010 Wien

 **ASFiNAG**

Für den Inhalt verantwortlich:

nast consulting ZT GmbH
Lindengasse 38
1070 Wien

 **nast consulting**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Giefinggasse 2
1210 Wien

 **AIT**
AUSTRIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY

Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien

 **FFG**
Forschung wirkt.

Sicherheit und Akustik für den Trennselbspitz SAFETY

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2016)

AutorInnen:

Dipl. Ing. Michael ALEKSA

Dipl. Ing. Marco CONTER

Martin CZUKA, BSc

Dipl. Ing. Daniel ELIAS

Dipl. Ing. Christian MADER

Dipl. Ing. Birgit NADLER

Dipl. Ing. Dr. Friedrich NADLER

Dipl. Ing. Dr. techn. Paul REITER

Dipl. Ing. Carolin SPIESBERGER

Dipl. Ing. Christian STEFAN

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

nast consulting ZT GmbH

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	7
2	STATE OF THE ART	8
2.1	LITERATUR	8
2.2	RICHTLINIEN	12
2.2.1	<i>RVS 05.02.31 – Anforderungen und Aufstellungen von Rückhaltesystemen</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>RVS 02.02.41 – Abkommensunfälle – Empfehlungen zur Vermeidung und Unfallfolgereduktion in Zusammenhang mit ortsfesten Objekten.....</i>	<i>13</i>
2.2.3	<i>Deutsche Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS).....</i>	<i>15</i>
2.3	SCHWEIZER NORMEN.....	16
2.4	BMVIT DIENSTANWEISUNG-LÄRMSCHUTZ	19
2.5	ASFINAG PLANUNGSHANDBUCH LÄRMSCHUTZ.....	19
2.6	AKTUELLE AUSFÜHRUNGEN IM ASFINAG NETZ (BEISPIELE)	20
3	INTERNATIONALE BEFRAGUNG.....	21
4	ERHEBUNGEN	27
4.1	AUSWAHL DER UNTERSUCHUNGSBEREICHE	27
4.1.1	<i>A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz</i>	<i>28</i>
4.1.2	<i>A 2 Süd Autobahn ASt Kottlingbrunn Fahrtrichtung Wien.....</i>	<i>30</i>
4.1.3	<i>A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien</i>	<i>33</i>
4.2	UNFALLUNTERSUCHUNG	35
4.2.1	<i>Anschlussstelle Baden</i>	<i>35</i>
4.2.2	<i>Anschlussstelle Kottlingbrunn</i>	<i>36</i>
4.2.3	<i>Anschlussstelle Böheimkirchen</i>	<i>37</i>
4.2.4	<i>Straßenanlagedaten</i>	<i>37</i>
4.3	ERHEBUNGEN UND MESSUNGEN.....	39
4.3.1	<i>A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz</i>	<i>39</i>
4.3.2	<i>A 2 Süd Autobahn ASt Kottlingbrunn Fahrtrichtung Wien.....</i>	<i>42</i>
4.3.3	<i>A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen</i>	<i>45</i>
4.3.4	<i>Nahfeldmessungen.....</i>	<i>48</i>
5	ERGEBNISSE	53
5.1	RANDELEMENTSIMULATIONEN (BEM)	53
5.2	GENERELLE LÄRMUNTERSUCHUNG.....	68
5.3	VARIANTENVERLEICH LÄRMSCHUTZ	70
5.4	DIFFERENZLÄRMKARTEN	76
5.5	GENERELLE VERKEHRSSICHERHEITUNTERSUCHUNG	85
5.6	LÖSUNGSANSÄTZE FÜR ANSCHLUSSSTELLENSYSTEME	90
5.7	LÄRMTECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DIE UNTERSUCHUNGSBEREICHE	95
5.7.1	<i>ASt Böheimkirchen</i>	<i>95</i>
5.7.2	<i>ASt Baden.....</i>	<i>98</i>
5.7.3	<i>ASt Kottlingbrunn.....</i>	<i>101</i>
5.7.4	<i>Lärmtechnische Ergebnisse der Untersuchungsbereiche.....</i>	<i>103</i>
6	EMPFEHLUNGEN / ANWENDERHANDBUCH	105
6.1	LÄRMSCHUTZ	105
6.1.1	<i>Nahfeld</i>	<i>105</i>
6.1.2	<i>Umgebungsärm</i>	<i>106</i>
6.2	MASSNAHMEN ZUR VERRINGERUNG DER KONFLIKTE UND UNFÄLLE.....	107
6.3	MASSNAHMEN ZUR VERRINGERUNG DER UNFALLFOLGEN	108
6.4	VERBREITUNG DER ERGEBNISSE	108
6.5	ANFORDERUNGEN ZUKÜNFTIGER VERKEHRSMITTEL	109

6.6	EMPFEHLUNGEN FÜR FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEME.....	110
6.7	ANWENDERHANDBUCH.....	113
7	VERZEICHNISSE.....	122
7.1	QUELLENVERZEICHNIS	122
7.2	ABBILDUNGS-/TABELLENVERZEICHNIS	123
8	ANHANG	126

Abkürzungsverzeichnis

AIT	Austrian Institute of Technology
ASt	Anschlussstelle
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
FRS	Fahrzeugrückhaltesystem
FSV	Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene - Verkehr
LSW	Lärmschutzwand
RVS	Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen
RPS	Richtlinie für passiven Schutz an Straßen
UPS	Unfall mit Personenschaden

1 EINLEITUNG

Der Trennselspitz ist aus Sicht der Verkehrssicherheit bei Auf- und Abfahrten im Autobahnen- und Schnellstraßennetz ein neuralgischer Punkt. Die Ausgestaltung des seitlichen Straßenraumes in diesem Bereich (d.h. bei Auf- und Abfahrten von Anschlussstellen und Nebenanlagen wie Parkplätzen, Rastplätzen sowie Betriebsein- und -ausfahrten) ist aufgrund der beengten Platzverhältnisse problematisch. Durch die Anordnung von Lärmschutzwänden entlang der Hauptfahrbahn und in den Rampenbereichen ist für FahrzeuglenkerInnen ein zusätzliches Konfliktpotential durch Sichteinschränkungen gegeben. Sicherheitsbereiche bei Objekten im Bereich der Trennselspitze können vielfach nicht eingehalten werden.

Die vorliegende Untersuchung wird im Rahmen des Forschungsförderungsprogramms „Mobilität der Zukunft: Verkehrsinfrastrukturforschung“ durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), ÖBB und ASFINAG im Rahmen der Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF2016) finanziert und behandelt die sicherheits- und lärmtechnische optimierte Ausstattung des Trennselspitzes.

Im Rahmen der Untersuchung wird eine Literaturanalyse sowie Befragung internationaler ExpertInnen hinsichtlich der Sicherheitsauswirkungen und Lärmschutzeinrichtungen bei Ein- und Ausfahrten durchgeführt. Es erfolgt eine Zusammenstellung der bestehenden Richtlinien bezüglich Absicherungen der Ein- und Ausfahrten und Anordnung von Lärmschutzwänden. In Abstimmung mit der ASFINAG werden drei Anschlussstellen für Detail- und Lärmuntersuchungen ausgewählt. Es werden Lösungskonzepte und Maßnahmenvorschläge für unterschiedliche Anschlussstellentypen und verschiedenen Randbedingungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit ausgearbeitet. Auf Basis der Lärmmessungen und Lärmmodellberechnungen werden Empfehlungen und Vorschläge für die Anordnung von Lärmschutzwänden und die Ausgestaltung des Trennselspitzes erstellt.

2 STATE OF THE ART

2.1 LITERATUR

Im Forschungsprojekt „Sichere Leitung“ wurden im Jahr 2013 vom Kuratorium für Verkehrssicherheit und der Technischen Universität Graz Fahrzeugrückhaltesysteme am Netz der ASFINAG untersucht. Es wurde im Projekt einerseits die aktuelle Literatur bezüglich Durchbrüchen bei Leiteinrichtungen gescreent sowie geltende Richtlinien und Normen sowie Systemgrundlagen analysiert. Andererseits wurde in zwei verschiedenen methodischen Ansätzen das empirische Unfallgeschehen bei Rückhaltesystemen auf dem ASFINAG Netz untersucht.

Auf die spezifische Situation Trenninselspitz wird im Endbericht nicht eigens eingegangen, es lassen sich jedoch einige Erkenntnisse auf die gegenständliche Problematik übertragen.

Vor Aufstellung von passiven Schutzeinrichtungen ist zu prüfen, ob es nicht sicherer ist, eine bauliche Umgestaltung einer potenziellen Gefahrenstelle durchzuführen. Ferner sollte beachtet werden, dass die Verkehrssicherheit eventuell durch die generelle Beseitigung oder Entschärfung eines gefährlichen Hindernisses neben der Fahrbahn erhöht werden kann.

Der Trenninselspitz stellt im hochrangigen Straßennetz eine spezielle Situation dar, da dieser den unmittelbaren Ausfahrtsbereich von Autobahnabfahrten, Parkplätzeinfahrten und Betriebsausfahrten begrenzt. Der Trenninselspitz wird jedoch oftmals zum Positionieren von Wegweisern und Verkehrszeichen benötigt/verwendet, bietet jedoch auf der anderen Seite für abkommende Fahrzeuge eine hinreichend große Fläche, um das Fahrzeug zurück auf die Fahrbahn zu steuern bzw. es zum Stillstand zu bringen.

Grundsätzlich werden abweisende, passive Schutzeinrichtungen wie z.B. Stahlleitschienen oder Betonschutzwände zur Trennung von Richtungsfahrbahnen in Mittelstreifen und zur Absturzsicherung auf Brücken bzw. neben Böschungen eingesetzt. Demgegenüber werden Anpralldämpfer als Schutz vor Hindernissen und in Baustellenbereichen eingesetzt.

Entsprechend der RVS 05.02.31 sind Fahrzeugrückhaltesysteme nur dort anzuordnen, wenn durch das Abkommen der Fahrzeuge von der Fahrbahn nachteiligere Folgen für die Fahrzeuge und deren Insassen sowie für andere Personen oder schützenswerte Objekte zu erwarten sind, als durch das Anfahren an die Fahrzeugrückhaltesysteme. Es ist daher eine Sicherheitsabwägung hinsichtlich der zu erwartenden Unfallfolgen notwendig. Diese gilt auch für die spezifische Situation des Trenninselspitzes.

Eine generelle Absicherung der Seitenräume, d.h. dass 100% der Strecken seitlich abgesichert werden sollten, ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Die durchschnittlichen Unfallfolgekosten bei Abkommensunfällen mit Angabe des Unfalltyps „Anfahren an Leiteinrichtung, -schiene“ betragen im Zeitraum 2007 bis 2011 am ASFINAG-Netz rd. € 446.000. Demgegenüber lagen diese Kosten bei Abkommensunfällen ohne Angabe des Unfallumstandes 15 bei rd. € 370.000, waren also geringer. Ein möglichst hindernisfreier Seitenraum ohne Erfordernis von Absicherungen ist grundsätzlich die beste Lösung.¹

Im Mittelpunkt des Forschungsprojekts RISKANT stand die Frage, ob und wie Abkommensunfälle zukünftig verhindert bzw. in ihrer Unfallschwere reduziert werden können. Ziel des gegenständlichen Projekts war es, ein Risikomodell zu erstellen, mit dessen Hilfe (orts-)spezifische Abkommenswahrscheinlichkeiten berechnet werden können. Ferner sollte das Verletzungsrisiko bei Kollision mit verschiedenen ortsfesten Hindernissen evaluiert werden.

Im Bericht wurde u.a. die Situation im Ausfahrtsbereich (Trenninselspitz) genauer untersucht. Es wurde dabei festgestellt, dass Abfahrten von Autobahnen und Schellstraßen folgende Gefahren- und Risikopotentiale aufweisen:

1. Fehlende Geschwindigkeitsadaption: Ende der 70-er Jahre führten SCHMIDT und TIFFIN umfangreiche Untersuchungen zum Geschwindigkeitsverhalten von VerkehrsteilnehmerInnen durch. Dabei wurde u.a. festgestellt, dass Kfz-LenkerInnen nach einer längeren Fahrtzeit auf hohem Geschwindigkeitsniveau (> 110 km/h) eine Zeitspanne von ca. 5-6 Minuten benötigen, um ihre Fahrweise wieder an ein niedrigeres Tempolimit anzupassen. Abfahrten von Autobahnen und Schnellstraßen verzeichnen

¹ Pröll et al., Forschungsprojekt Sichere Leitung, 2012

oftmals weit überhöhte Geschwindigkeiten, da die erforderliche Geschwindigkeitsadaption noch nicht stattgefunden hat

2. Unerwartete Fahrstreifenwechsel und abrupte Bremsmanöver nach Überholvorgängen: Immer wieder ereignen sich schwere Unfälle im Bereich von Ausfahrten von Autobahnen und Schnellstraßen, da Kfz-LenkerInnen unmittelbar nach einem Überholmanöver auf den rechten Fahrstreifen wechseln und gleichzeitig stark abbremsten, um die nachfolgende Abfahrt zu nehmen
3. Orientierungsprobleme bei der Ausfahrt: Vor allem ortsunkundige LenkerInnen müssen sich neu orientieren und sind nicht voll konzentriert bei der Fahraufgabe. In kritischen Situationen, in denen rasch gehandelt werden muss, kann es zu Reaktions- und Bremsverzögerungen kommen, welche in weiterer Folge zu Abkommensunfällen oder Kollisionen mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen führen

Das Forschungsprojekt „Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen“, angeführt im Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen², hat das Ziel mögliche Problembereiche bei einstreifigen Einfahrten (Typ E1) auf Autobahnen in Deutschland zu identifizieren und die Verkehrssicherheit dahingehend zu untersuchen.

Auf Basis von Unfallanalysen von 100 Einfahrten wurden 30 auffällige Einfahrten genauer betrachtet und hierbei zusätzlich eine Auswertung der Verkehrsunfallanzeigen untersucht. Darüber hinaus wurden empirische Verkehrsbeobachtungen an 14 Einfahrten durchgeführt, um Aufschluss über das Verkehrsverhalten von Personen während des Einfädelungsvorganges auf den Einfahrten der Autobahn zu bekommen.

Es wurden Verkehrsbeobachtungen hinsichtlich Fahrstreifenwechsellverhalten, Weglückenverteilung auf der Hauptfahrbahn sowie das Geschwindigkeitsverhältnis im Einfahrtsbereich und der Hauptfahrbahn untersucht. Es wurden Problembereiche in Einfahrten identifiziert und beim Einfädelungsvorgang besonders auf ältere VerkehrsteilnehmerInnen geachtet.

² Bundesanstalt für Straßenwesen, Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.509/2010 „Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen“, Heft V 277, Februar 2017

Im Zuge der Studie haben sich keine besonderen Auffälligkeiten ergeben. Häufig ist neben dem eigenen Verkehrsverhalten auch die nasse Fahrbahn Auslöser für einen Unfall. Es haben sich häufige Interaktionen beim Einfädeln gezeigt, jedoch konnten keine kritische Situation beobachtet werden.

Folgende Ergebnisse wurden angeführt:

- je höher die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem einfahrenden Fahrzeug und den Fahrzeugen auf der Hauptfahrbahn ist, umso größer das Konfliktpotenzial beim Einfädelungsvorgang
- die Länge der verfügbaren Einfädelungsstrecke ist teilweise maßgebend. Je länger die Einfädelungsstrecke ist, desto geringer ist in der Regel das Konfliktpotenzial
- Zuflussregelungen beeinflussen die Verkehrssicherheit positiv

2.2 RICHTLINIEN

2.2.1 RVS 05.02.31 – Anforderungen und Aufstellungen von Rückhaltesystemen

Laut RVS 05.02.31³ sind Fahrzeugrückhaltesysteme anzuordnen, wo durch ein Abkommen oder Anfahren der Fahrzeuge an Objekte nachteiligere Folgen zu erwarten sind als durch das Anfahren an Fahrzeugrückhaltesystemen.

In Bezug auf Trenninselspitze laut RVS ist in folgenden Bereichen eine Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen erforderlich:

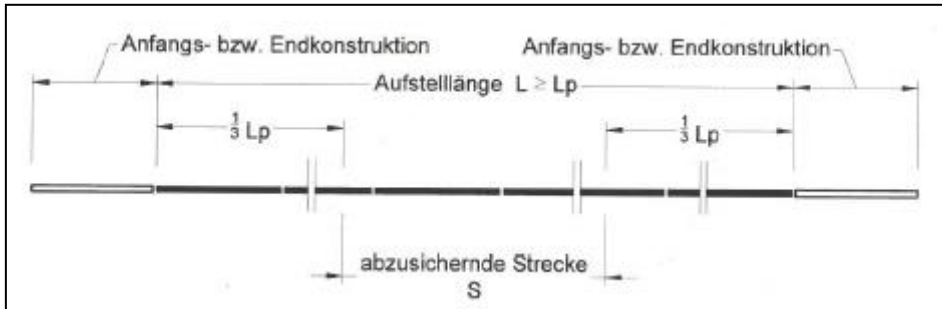
- Böschungen: bei Dammböschungen mit einer Neigung steiler als 1:2 und einer Höhe über 4,0 m, sowie bei Einschnittböschungen (z.B. Felswand, Ankerwände etc.) welche eine Gefährdung darstellen
- Kunstbauten: bei Brücken und anderen Kunstbauten mit Absturzgefahr
- Objekte: Bestimmungen der RVS 02.02.41 (noch nicht veröffentlicht) sind einzuhalten
- Gewässer: bei angrenzenden Gewässern, die aufgrund ihrer Wassertiefe, Gerinnequerschnitt etc. eine Gefahr darstellen
- Lärmschutzbauten
- Gefahrenstellen: bei Stellen mit nachweislich erhöhtem Gefahrenpotenzial für Abkommensunfälle (z.B. Unfallhäufungsstellen)

Fahrzeugrückhaltesysteme sind an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen, dass ein Anfahren an die Anfangskonstruktion verhindert wird.

Die Mindestaufstelllänge von Fahrzeugrückhaltesystemen entspricht der beim Anfahrversuch gemäß ÖNORM EN1317-1 und -2 aufgestellten Systemlänge (1/3 Prüflänge vor dem Objekt, abzusichernde Strecke, 1/3 Prüflänge nach dem Objekt) sowie eine Anfangs- und Endkonstruktion (siehe Abbildung 1).

³ Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene – Verkehr, RVS 05.02.31 Anforderungen und Aufstellung von Rückhaltesystemen, 2007

Abbildung 1: Ermittlung der erforderlichen Aufstelllänge gemäß RVS 05.02.31



Quelle: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, RVS 05.02.31, S. 8, 2007

Bei Brückenpfeilern (im Bereich von Auffahrten bei Anschlussstellen) ist die Möglichkeit eines Anpralls durch das Hinterfahren des Fahrzeugrückhaltesystems entsprechend den örtlichen Gegebenheiten und des Gefahrenpotentials zu berücksichtigen. Durch eine Verlängerung der Aufstelllänge vor dem Objekt bzw. einer Verziehung der Anfangskonstruktion kann dem Hinterfahren entgegengewirkt werden.

Die Anordnung von Anpralldämpfern ist bei einer Gefahr eines Frontalanpralls in Abhängigkeit der Anprallschwere und Unfallhäufigkeit beispielsweise bei Trenninselspitzen mit festen Objekten (Brückenpfeiler, Steher von Überkopfwegweisern, Lärmschutzwände etc.) anzuordnen.

2.2.2 RVS 02.02.41 – Abkommensunfälle – Empfehlungen zur Vermeidung und Unfallfolgereduktion in Zusammenhang mit ortsfesten Objekten

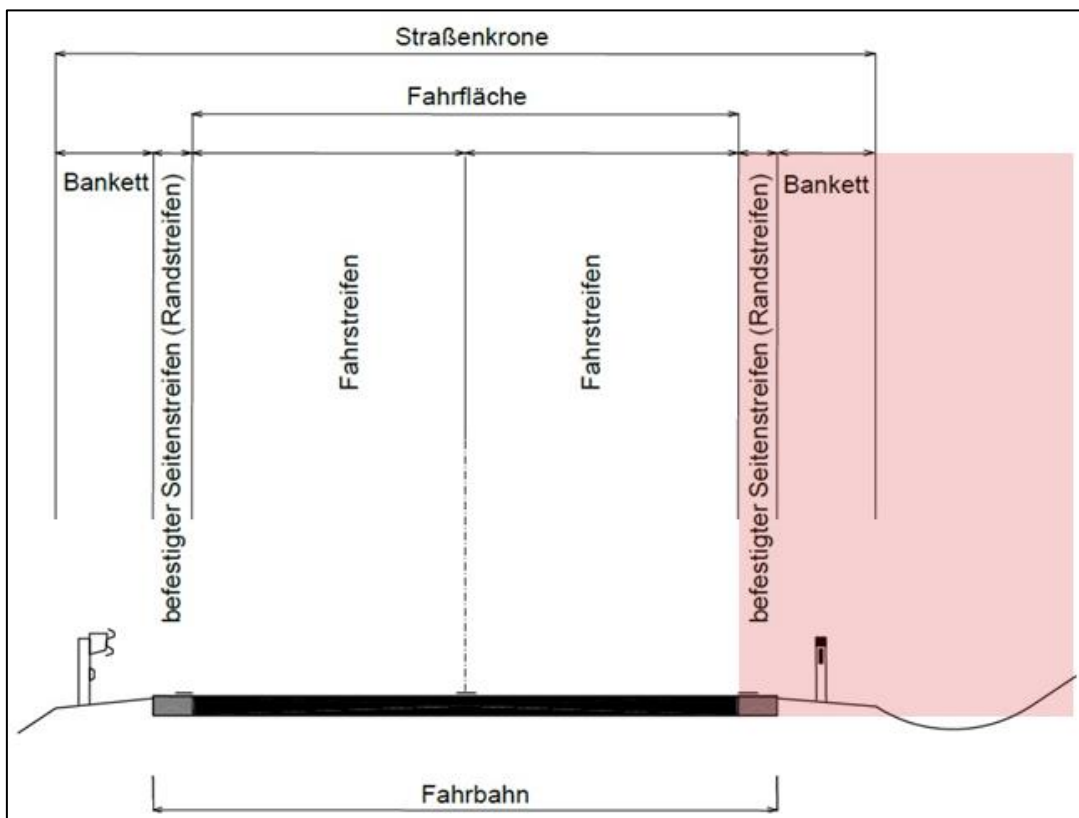
Die RVS 02.02.41 (noch nicht in Kraft) verfolgt das Ziel, die Insassen von mehrspurigen Kraftfahrzeugen $\leq 3,5$ t höchstzulässigem Gesamtgewicht vor den negativen Auswirkungen beim Anprall an ein ortsfestes Objekt zu schützen. Diese RVS gilt bei Neu- und Umtrassierungen, bei über die Deckensanierung hinausgehende Sanierungen von Straßenabschnitten sowie bei der Neuerrichtung von ortsfesten Objekten auf Freilandstraßen mit öffentlichem Verkehr gem. §1 Abs. 1 StVO, wenn nachfolgende Punkte zutreffen.

- Regelfahrbahnbreite (Fahrfläche und befestigte Seitenstreifen) $\geq 5,50$ m
- Jährliche durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (JDTV) ≥ 500 Kfz/24h)

Unabhängig von Regelfahrbahnbreite und JDTV gilt diese RVS auf Freilandstraßen bei der Sanierung von Unfallhäufungsstellen. Bei der Sanierung von Gefahrenstellen (s. RVS 02.02.21) im Freiland, die im Zusammenhang mit ortsfesten Objekten stehen, sollte die gegenständliche Richtlinie sinngemäß angewendet werden.

Die RVS 02.02.41 geht nicht direkt auf die Problematik der „richtigen“ Ausgestaltung des seitlichen Straßenraumes bei Auf- und Abfahrten von Anschlussstellen, sondern definiert vielmehr die generelle Vorgehensweise zur Ermittlung des Betrachtungsbereiches B. Hierbei handelt es sich um jenen Bereich, der zwecks Ermittlung der Verletzungsschwere bei Abkommen eines Fahrzeugs von der Fahrfläche herangezogen wird. Der Betrachtungsbereich B wird ab dem Fahrflächenrand und senkrecht auf diesen gemessen, ein befestigter Seitenstreifen und das (unbefestigte) Bankett zählen daher bereits zum Betrachtungsbereich.

Abbildung 2: Betrachtungsbereich B auf Basis der RVS 03.03.31



Quelle: Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr, RVS 03.03.31

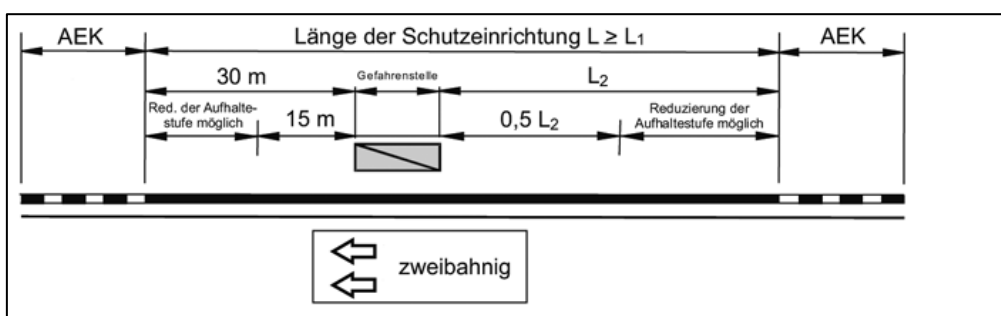
Im Kapitel 5 des Entwurfs der RVS 02.02.41 werden mögliche ortsfeste Objekte identifiziert. Darunter versteht die Richtlinie alle Elemente im seitlichen Straßenraum, welche in Verbindung mit dem (künstlichen oder natürlichen) Untergrund stehen. Ortsfeste Objekte dienen oftmals der Aufrechterhaltung des Straßenbetriebs (Verkehrszeichen, Lichtmasten, Überkopfwegweiser etc.), können jedoch auch anderen Zwecken dienen (Werbetafeln, Telekommunikationseinrichtungen usw.) bzw. umfassen alle Arten von Objekten (z.B. Bäume, Felsbrocken, Bauwerke).

Bezüglich dem Trenninselpfahl sind in der RVS keine eigenen Regelungen vorgesehen. Vielmehr werden für die unterschiedlichen ortsfesten Hindernisse Angaben zur Ereignisschwere (gering/mittel/hoch) und zu möglichen Abhilfemaßnahmen gemacht. Bei letzterem wird zwischen aktiven und passiven Maßnahmenstrategien unterschieden.

2.2.3 Deutsche Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS)

In der Richtlinie für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme⁴ sind die Längen der Schutzeinrichtungen (Rückhaltesysteme) im Richtungsverkehr wie folgend angeführt. Schutzeinrichtungen müssen eine bestimmte Mindestlänge (L_1) gemäß DIN EN 1317-2 aufweisen.

Abbildung 3: Mindestlängen von Schutzeinrichtungen im Richtungsverkehr (2 Fahrstreifen) gemäß RPS



Quelle: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RPS, Blatt 8, 2009

⁴ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RPS, 2009

Vor Gefahrenstellen ist mindestens eine Länge (L_2) von 140 m anzuordnen um ein Aufgleiten zu vermeiden. Für eine Vermeidung des Hinterfahrens ist eine Länge von 100 m des Rückhaltesystems zu berücksichtigen. Eine Reduzierung der Aufhaltestufe um eine Stufe im Bereich der Länge L_2 ist nach $0,5 L_2$ möglich. Wenn ein Hinterfahren der Schutzeinrichtung ausgeschlossen werden kann (z.B. im Falle einer hohen und steilen Dammböschung) und das Kriterium für Aufgleiten nicht gegeben ist, beträgt die Länge L_2 40 m.

Abbildung 4: Erforderliche Länge L_2 gegen Aufgleiten und Hinterfahren

Kriterium	Art der Straße	Anordnung der Schutzeinrichtung	
		parallel zur Straße	seitlich verschwenkt
Aufgleiten, wenn Gefahrenstelle $\leq 1,5$ m hinter der Vorderkante der Schutzeinrichtung	einbahnig	100 m	–
	zweibahnig	140 m	–
Hinterfahren	einbahnig	80 m	60 m
	zweibahnig	100 m	60 m

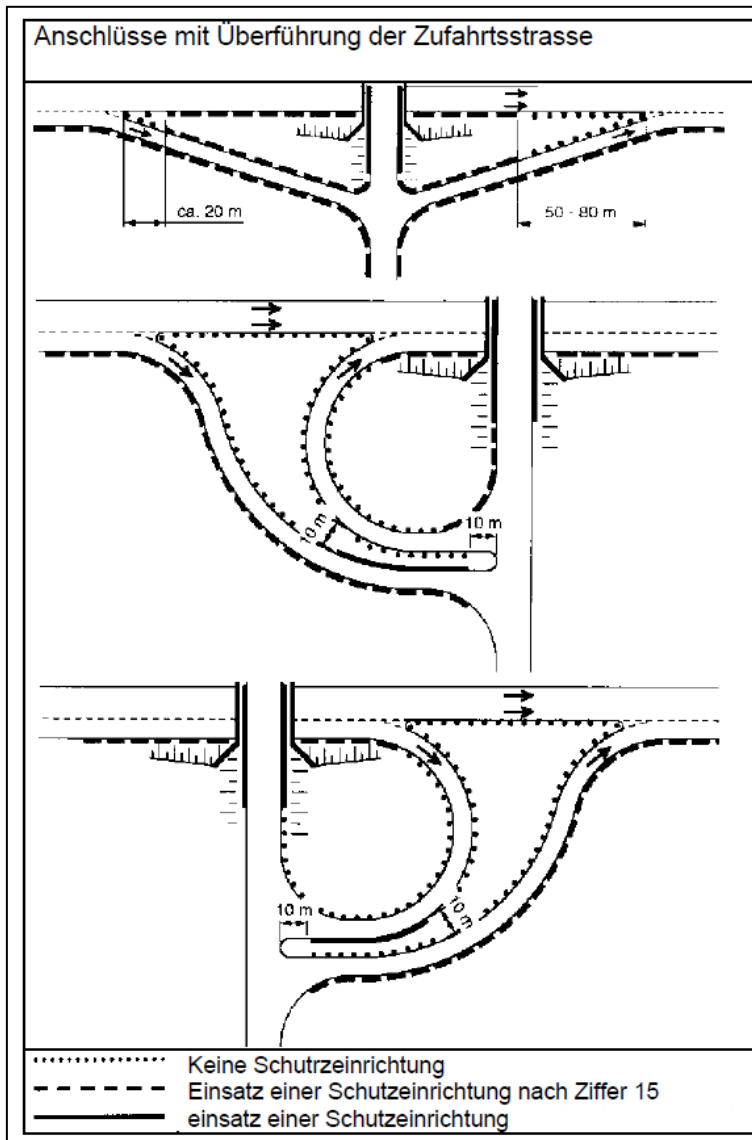
Quelle: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, RPS, Blatt 8, 2009

2.3 SCHWEIZER NORMEN

In der Schweiz werden Auswahl und Anordnung von Fahrzeugrückhaltesystemen in der Norm SN 640 566 geregelt. Diese enthält die wesentlichen Kriterien für den Einsatz von FRS und legt die Lage der Rückhalteeinrichtungen im Straßenraum fest. Die SN 640 566 gilt für alle Straßen und Anlagen, die von Motorfahrzeugen benützt werden sowie für die sicherheitstechnischen Beziehungen von Fahrzeugrückhaltesystemen zu Fahrzeuginsassen und zu Personen oder Anlagen im Straßenumfeld (außerhalb der von Motorfahrzeugen benützten Flächen).

Im Kapitel F der Norm werden Fahrzeugrückhaltesysteme in Anschlüssen von Autobahnen und Autostraßen behandelt. Darin wird u.a. festgelegt, dass Hindernisse (Signalpfosten, Beleuchtungsmasten etc.) möglichst nicht auf Trenninseln anzuordnen sind. Wo dies unumgänglich ist, sind umfahrbare Konstruktionen einzusetzen. Eine mögliche Anordnung der Schutzeinrichtungen ist in der nachfolgenden Abbildung 5 enthalten.

Abbildung 5: Einsatz und Anordnung von Rückhalteeinrichtungen in verschiedenen Typen von Anschlüssen von Autobahnen

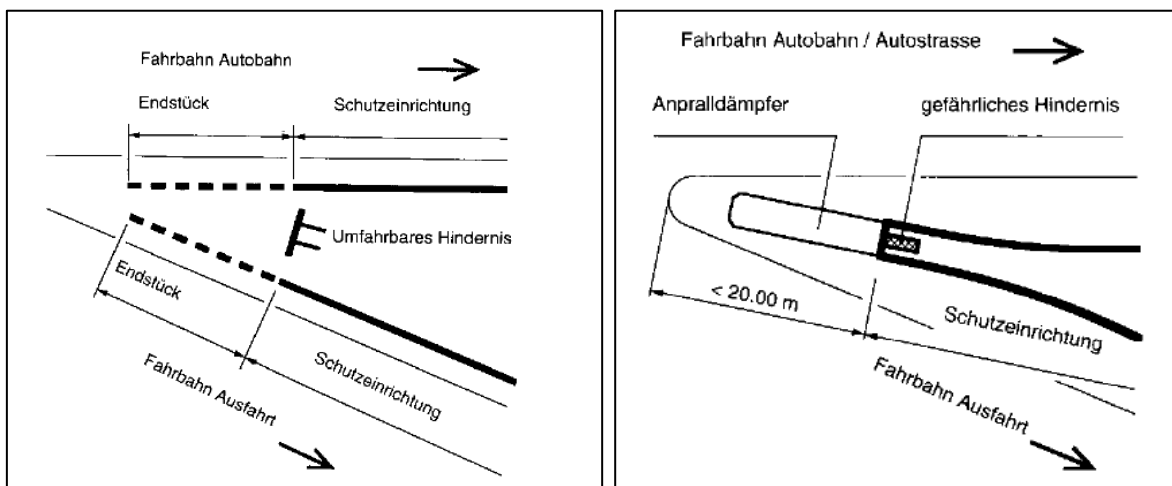


Quelle: SN 640 566

Die SN 640 566 verfolgt diesbezüglich den sogenannten „Safe System Approach“. Dieser basiert (ebenso wie die „Vision Zero“) auf dem Ziel, die Zahl der getöteten und schwer verletzten VerkehrsteilnehmerInnen auf null zu reduzieren, definiert jedoch eine Reihe von Grundprinzipien/Leitsätzen, die sämtlichen weiteren Überlegungen zugrunde gelegt werden. Eines der wichtigsten Grundprinzipien ist dabei die sogenannte „Fehlerverzeihende Straße“ - sichere Straßen/Straßenräume sollen das Risiko von Verkehrsunfällen minimieren und dafür sorgen, dass Unfälle (sofern sie passieren) eine möglichst geringe Verletzungsschwere für alle Beteiligte aufweisen.

Wie man der Abbildung 6 entnehmen kann, sind am Beginn/Ende des Trenninselspitzes keine durchgehenden Schutzeinrichtungen (Stahlleitschienen, Betonleitwände) vorgesehen. Es werden im Trenninselspitz entweder umfahrbare Straßenausrüstung verbaut bzw. nicht umfahrbare gefährliche Hindernisse mittels Anpralldämpfer abgesichert (siehe Abbildung 6). Traditionelle Leitschienen/Betonleitwände werden entweder komplett weggelassen bzw. (falls aufgrund der Böschungshöhe erforderlich) in einem sehr engen/reduzierten Querschnitt vorgesehen.

Abbildung 6: Trenninsel mit umfahrbarem Hindernis (links) bzw. gefährlichem Hindernis (rechts)



Quelle: SN 640 566

2.4 BMVIT DIENSTANWEISUNG-LÄRMSCHUTZ

Die BMVIT Dienstweisung „Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen)“⁵ regelt die Planung und Einrichtung von im öffentlichen Interesse liegenden Maßnahmen zum Schutz der Menschen und ihres unmittelbaren Wohnumfeldes vor schädlichen und störenden Schallimmissionen, die vom Verkehr auf bestehenden Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen) ausgehen.

In der Dienstweisung werden die Immissionsgrenzwerte für Straßenverkehrslärm mit 50dB für den Nachtzeitraum und 60 dB für den Tag-Abend-Nachtzeitraum definiert. Aktive Lärmschutzmaßnahmen sind wirtschaftlich vertretbar, wenn die Kosten der aktiven Lärmschutzmaßnahmen das Dreifache der Kosten der kompensierten passiven Lärmschutzmaßnahmen an schutzwürdigen Wohngebäuden nicht übersteigen.

2.5 ASFINAG PLANUNGSHANDBUCH LÄRMSCHUTZ

Das Planungshandbuch⁶ beinhaltet alle verbindlichen Informationen zum Thema Planungsanleitung Lärmschutz. In diesem Handbuch sind keine besonderen Vorgaben für Anschlussstellenbereich enthalten.

⁵ BMVIT, Dienstweisung – Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen), Wien Jänner 2011

⁶ ASFINAG, Planungsanleitung Lärmschutz, Mai 2013

2.6 AKTUELLE AUSFÜHRUNGEN IM ASFINAG NETZ (BEISPIELE)

Im Folgenden sind beispielhafte Ausführungen im ASFINAG Netz dargestellt. Die Fotos der ausgewählten Anschlussstellen Baden, Kottlingbrunn und Böheimkirchen sind in Kapitel 4.1 enthalten.

Foto 1: A9 ASt Lebring



Foto 2: A2 ASt Modriach



Foto 3: A11 ASt St. Niklas



Foto 4: S6 ASt Kindberg Ost



Foto 5: A2 ASt Bad Vöslau



Foto 6: S6 ASt Allerheiligen



Foto 7: S1 ASt Vorarlberger Allee



Foto 8: S33 Kn Jettsdorf



3 INTERNATIONALE BEFRAGUNG

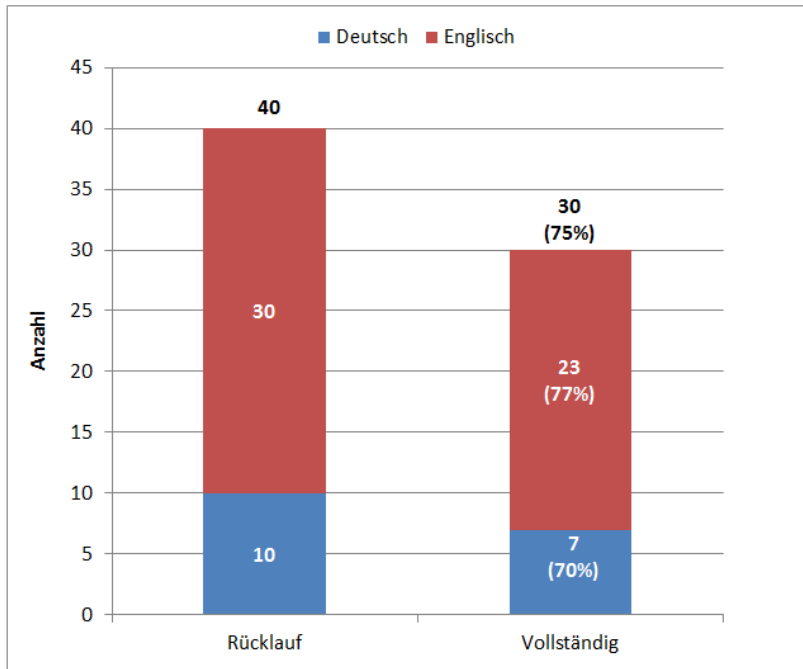
Das AIT ist Teil eines umfangreichen Netzwerks von Forschungsinstitutionen und Verkehrsnetzbetreibern (FEHRL, FSV, ETSC, IRTAD/OECD, PIARC etc.). Im Rahmen einer Online-Umfrage wurde bei den Partnern nachgefragt, inwieweit Lärmschutzwände im Trenninselpitz im internationalen Vergleich ein Thema sind oder ob es sich hierbei um ein österreichisches Spezifikum handelt. Im zweiten Teil des Fragebogens wurde erhoben, welche Maßnahmen zur Verringerung der Verletzungsschwere bei Abkommensunfällen besonders häufig zum Einsatz gelangen.

Die internationale Befragung fand vom 26.03.2018 – 15.05.2018 statt und wurde mittels SurveyMonkey (Software zur Durchführung von Online-Umfragen) durchgeführt. Um die Rücklaufquote zu erhöhen, wurde der Fragenkatalog sowohl in deutscher als auch englischer Sprache ausgearbeitet.

Es wurden mehr als 50 Personen in den Bereichen Lärmschutz/Verkehrssicherheit in 17 Ländern (Europa, USA) angeschrieben. Von den retournierten 40 Fragebögen waren 30 (75%) vollständig ausgefüllt und wurden für die Analyse des Current Practice herangezogen (siehe Abbildung 7). An dieser Stelle sei jedoch erwähnt, dass es sich hierbei keinesfalls um eine repräsentative Stichprobe handelt – Zielsetzung der Befragung war es vielmehr abzufragen, ob das Thema Trenninselpitz international einen besonderen Stellenwert im hochrangigen Straßennetzes einnimmt.

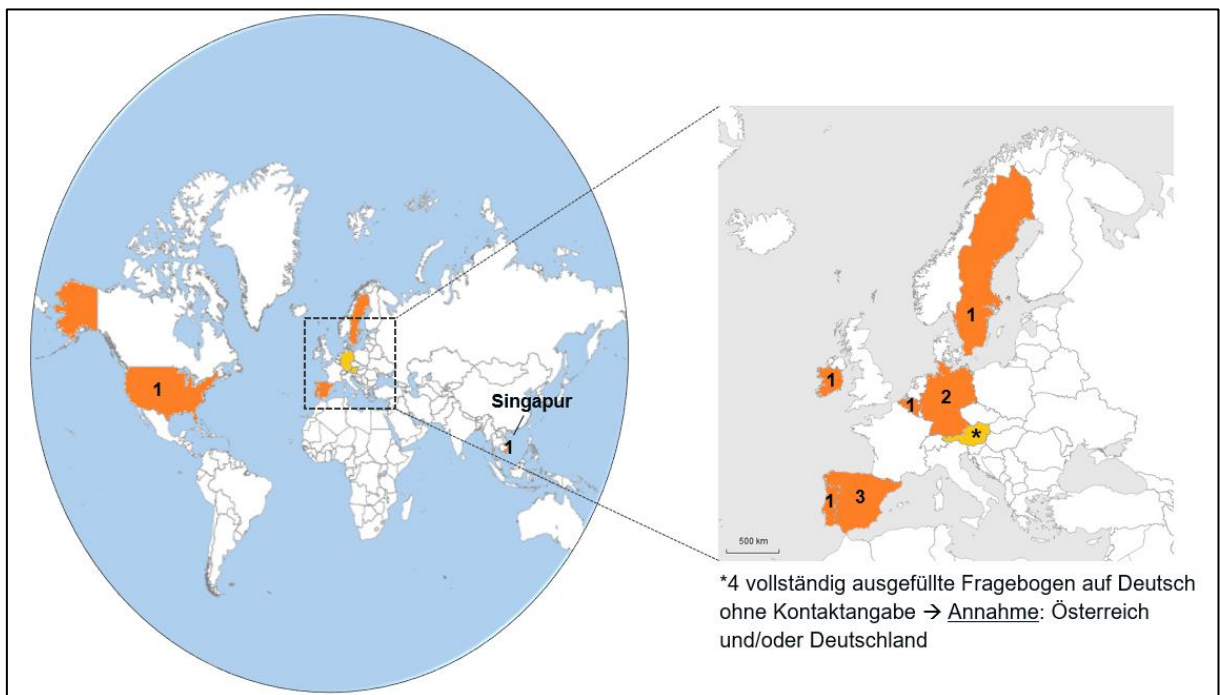
Es zeigt sich dabei, dass Lärmschutzmaßnahmen (im Vergleich zur Anhaltesichtweite bzw. zum Anprallschutz) den Stellenwert mit einem Notendurchschnitt 2,7 einnehmen. Wie in Abbildung 9 ersichtlich, werden Aspekte des Anprallschutzes am höchsten bewertet (Notendurchschnitt: 1,5) bewertet, dicht gefolgt vom Kriterium des Sichtschutzes (Notendurchschnitt: 1,7).

Abbildung 7: Rücklaufquote der internationalen Befragung mittels SurveyMonkey



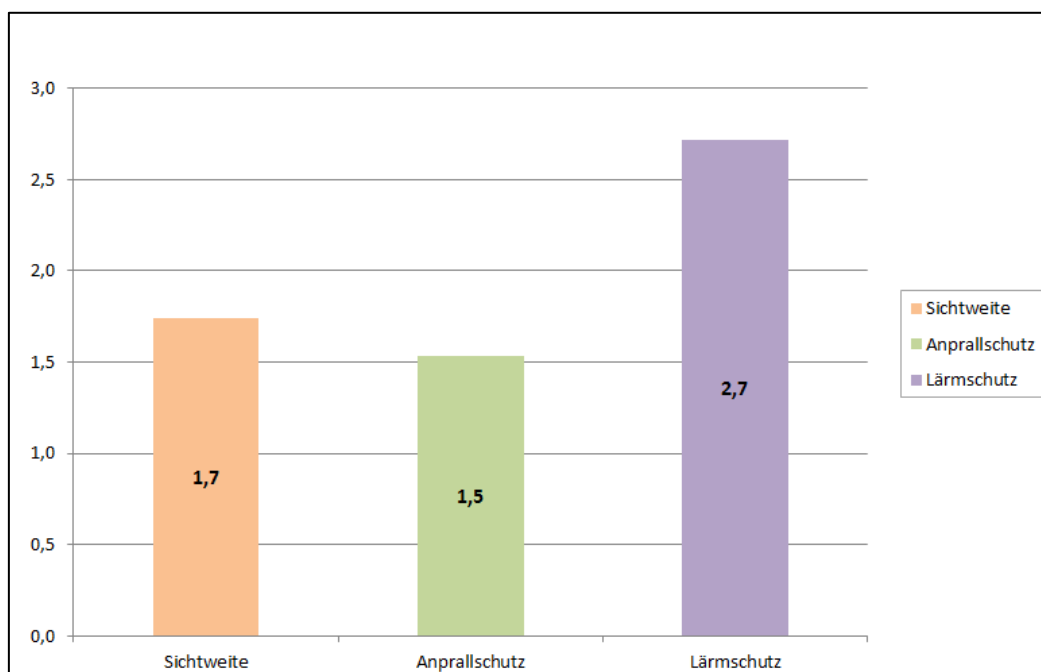
Quelle: AIT

Abbildung 8: Überblick der im Detail untersuchten Länder sowie Anzahl der retournierten (vollständigen) Fragebögen (Zahlenwerte)



Quelle: AIT

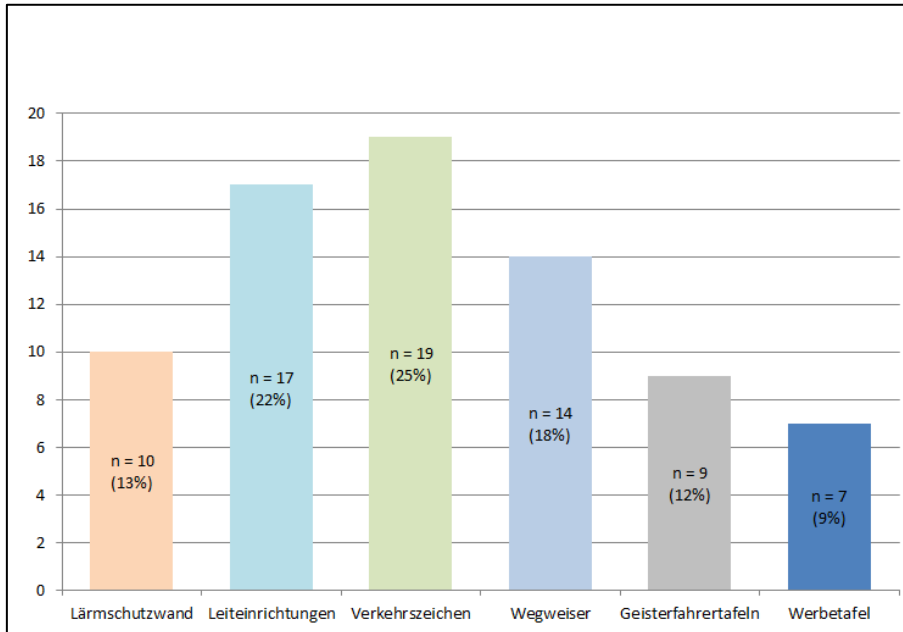
Abbildung 9: Prioritätenreihung der Aspekte Anprallschutz, Sichtweite und Lärmschutz im Trennselspitz



Quelle: AIT

Die (im Vergleich zur Österreich) geringe Bedeutung des Lärmschutzes im Trennselspitz ist vor allem darauf zurückzuführen, dass der Trennselspitz für eine Vielzahl von Funktionen und Maßnahmen herangezogen wird (siehe Abbildung 10). Insbesondere Verkehrszeichen (25%) und Leiteinrichtungen (22%) werden gehäuft im Trennselspitz angeordnet, gefolgt von Wegweisern (18%), Lärmschutzwänden (13%) und Geisterfahrertafeln (12%). Am seltensten findet man Werbetafeln (9%) im unmittelbaren Abfahrtsbereich von Autobahnen.

Abbildung 10: Funktionen des Trennselbspitzes (Mehrfachantworten möglich)

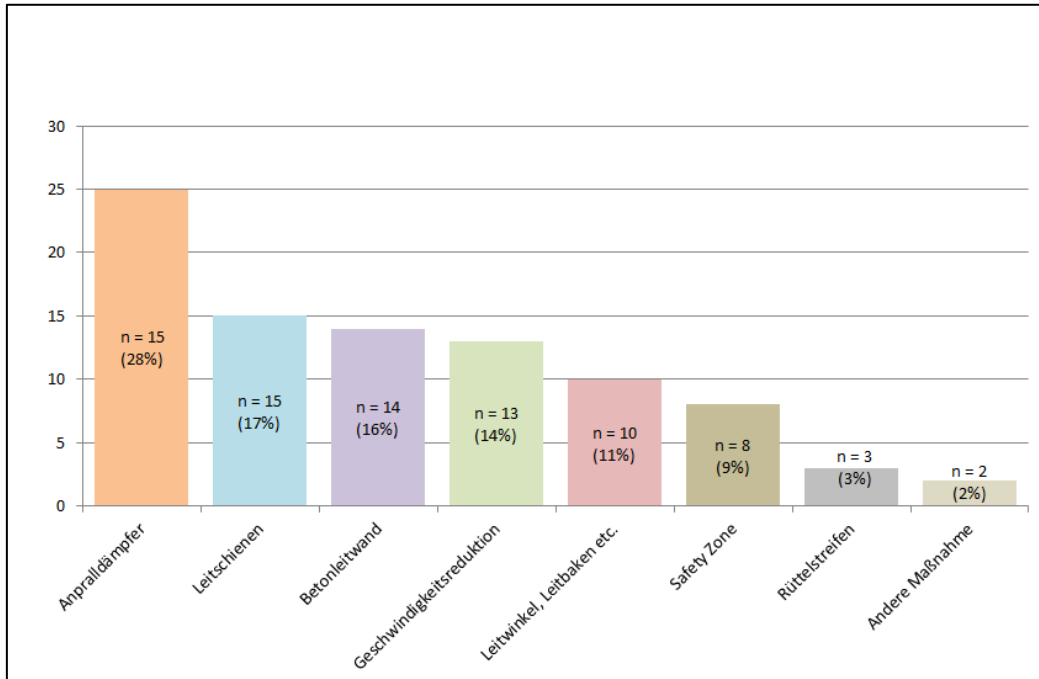


Quelle: AIT

Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungen des Trennselbspitzes gibt es auch eine Vielzahl unterschiedlicher Maßnahmen, die zur Absicherung angewendet werden. Am häufigsten werden Anpralldämpfer (28%) zur Absicherung von punktuellen Hindernissen (z.B. Verkehrszeichen) angebracht. Traditionelle Rückhalteeinrichtungen (Leitschienen, Betonleitwände) kommen ebenfalls gehäuft zum Einsatz, v.a. bei linienhaften Gefahrenquellen wie es z.B. Lärmschutzwände darstellen.

Anhand der Befragungsergebnisse wird auch ersichtlich, dass die Bereitstellung einer ausreichenden Safety Zone (9%) sowie Rüttelstreifen (3%) zur Reduktion der Abkommensgeschwindigkeit bislang in sehr wenigen Ländern zum Einsatz gelangen.

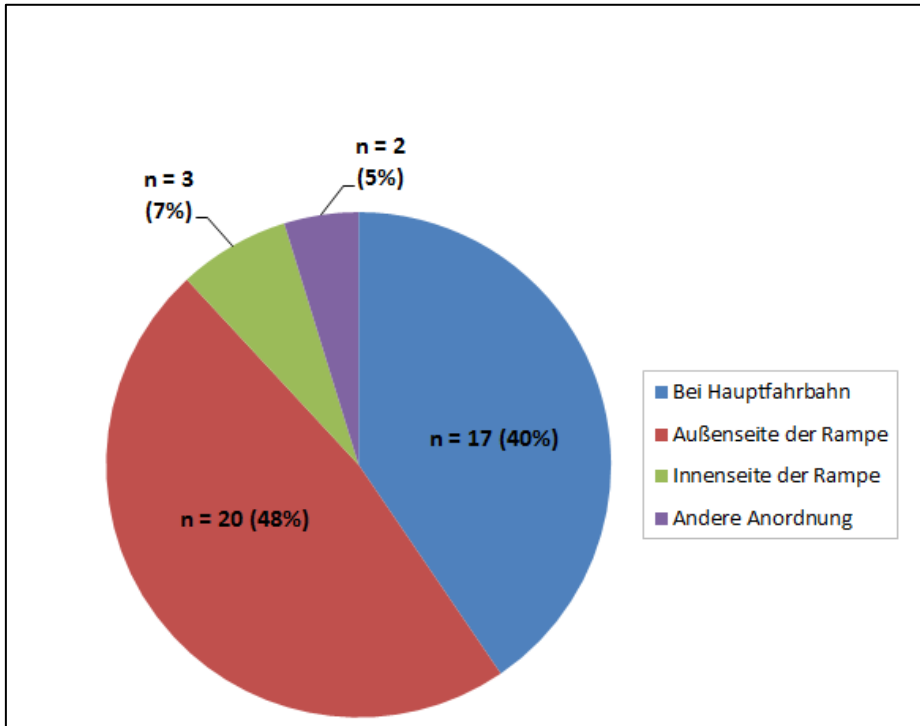
Abbildung 11: Überblick über Maßnahmen im Trennselspitz (Mehrfachantworten möglich)



Quelle: AIT

Aus Abbildung 12 ist zu entnehmen, dass der Großteil der Lärmschutzwände entlang der Außenseite der Abfahrtsrampe (48%) aufgestellt wird bzw. entlang der Hauptfahrbahn (40%). Lärmschutzwände entlang der Innenseite der Rampe sind mit 7% eher die Ausnahme.

Abbildung 12: Anordnung von Lärmschutzwänden im Trenninselspitz



Quelle: AIT

4 ERHEBUNGEN

4.1 AUSWAHL DER UNTERSUCHUNGSBEREICHE

Bei der Auswahl von geeigneten Anschlussstellen im ASFINAG Netz wurde darauf geachtet, dass verschiedene Anschlussstellentypen mit unterschiedlicher Anordnung von Lärmschutzwänden und Typologie der Ein- und Ausfahrtsrampen herangezogen werden.

In Abstimmung mit der ASFINAG wurden folgende Örtlichkeiten für eine Detailuntersuchung der Anschlussstellen ausgewählt:

- A 2 Süd Autobahn Ausfahrt ASt Baden Fahrtrichtung Graz (A 2 km 20,9)
- A 2 Süd Autobahn Ausfahrt ASt Kottlingbrunn Fahrtrichtung Wien (A 2 km 27,0)
- A 1 West Autobahn Ausfahrt ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien (A 1 km 47,5)

Die Anschlussstelle Baden und Kottlingbrunn sind auf der A 2 Süd Autobahn im Süden von Wien situiert. Die Anschlussstelle Böheimkirchen befindet sich auf der A 1 West Autobahn westlich von Wien (siehe Abbildung 13). Diese Anschlussstellen charakterisieren die Problematik Verkehrssicherheit und Lärmschutz.

Abbildung 13: Übersicht der Situierung der ausgewählten Anschlussstellen



Quelle: Google Maps, Stand 24.07.2018

4.1.1 A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz

Im Bereich der ASt Baden ist in Fahrtrichtung Graz entlang der Hauptfahrbahn eine Lärmschutzwand situiert, welche im Ein- und Ausfahrtsbereich unterbrochen wird. Der Beginn der Lärmschutzwand ist im Trenninselspitz der Ausfahrt ASt Baden nach dem Anpralldämpfer angeordnet. Es sind eingeschränkte Sichtweiten im Rechtsbogen bei der Ausfahrt gegeben, insbesondere auch durch die seitliche Lärmschutzwand. Es ist eine höchstzulässige Geschwindigkeit von 60 km/h bei der Ausfahrtsrampe ASt Baden in Fahrtrichtung Graz kundgemacht.

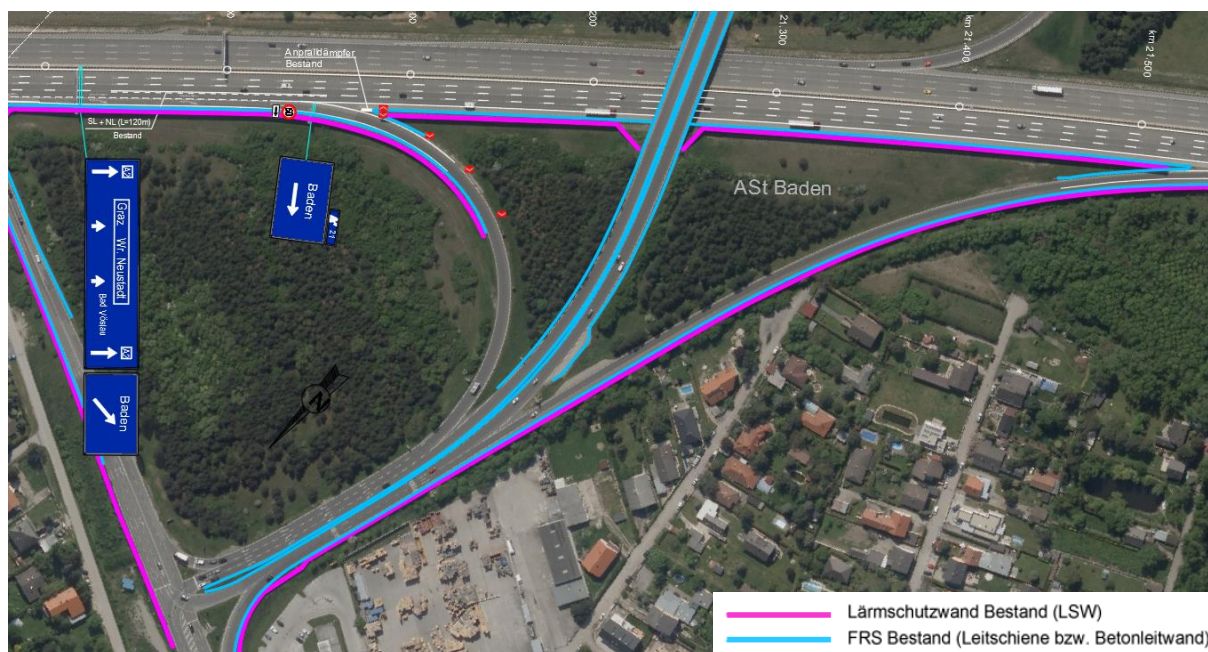
Foto 9: A 2 Süd Autobahn Ausfahrt ASt Baden Fahrtrichtung Graz



Quelle: Foto 1: AIT, Fotos 2-3: nast consulting, 12.10.2017

Bei der Ausfahrtsrampe endet die Leitschiene unmittelbar nach dem Anpralldämpfer im Außenbogen (siehe Abbildung 14). Im Innenbogen endet die Lärmschutzwand sowie das Rückhaltesystem in der Mitte des Rechtsbogens. Bei der Auffahrtsrampe ist rechtsseitig eine durchgehende Lärmschutzwand bis zur Hauptfahrbahn angebracht.

Abbildung 14: Ausschnitt Lageplan Bestand A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz



Quelle: eigene Darstellung

Im Zuge der Untersuchungen der Anschlussstellen wurden die RoadSTAR Daten von AIT herangezogen. Im Jahr 2016 wurden seitens AIT Befahrungen mit dem Hochleistungsmessfahrzeug RoadSTAR zur Erhebung der Straßeninfrastrukturdaten durchgeführt. Es wurden die Griffigkeit, Textur, Längsneigung und Kurvenradien erhoben.

Tabelle 1: RoadStar-Messdaten A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz

Rampenlänge	400 m
Befahrungsdatum	15.9.2016
Fahrbahnoberfläche	ab Rampenbeginn Asphalt
Griffigkeit	0,3-0,5
Kurvenradius	170 m – 90 m (min) – 120 m
Längsneigung	leicht fallend (-1%) – steigend (+2%) - fallend (-1%)
Querneigung	nach rechts fallend: 2% - 6%

Quelle: AIT

4.1.2 A 2 Süd Autobahn ASt Kottingbrunn Fahrtrichtung Wien

Im Trenninselpitz der Ausfahrt ASt Kottingbrunn in Fahrtrichtung Wien ist ein Anpralldämpfer situiert (siehe Abbildung 15). Unmittelbar danach beginnt die Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn. Der 2. Ausfahrtswegweiser ist an einem Kragarm angebracht. Auffällig ist hierbei, dass der Kragarm über die Schildbreite hinausragt und das Schild linksbündig angeordnet ist. Entsprechend den Informationen der ASFINAG wurde der Ausfahrtswegweiser ursprünglich rechtsbündig am Kragarm montiert und aufgrund von Sichtabschattungen durch die Lärmschutzwand versetzt. Es ist keine Geschwindigkeitsbegrenzung bei der Ausfahrtsrampe kundgemacht.

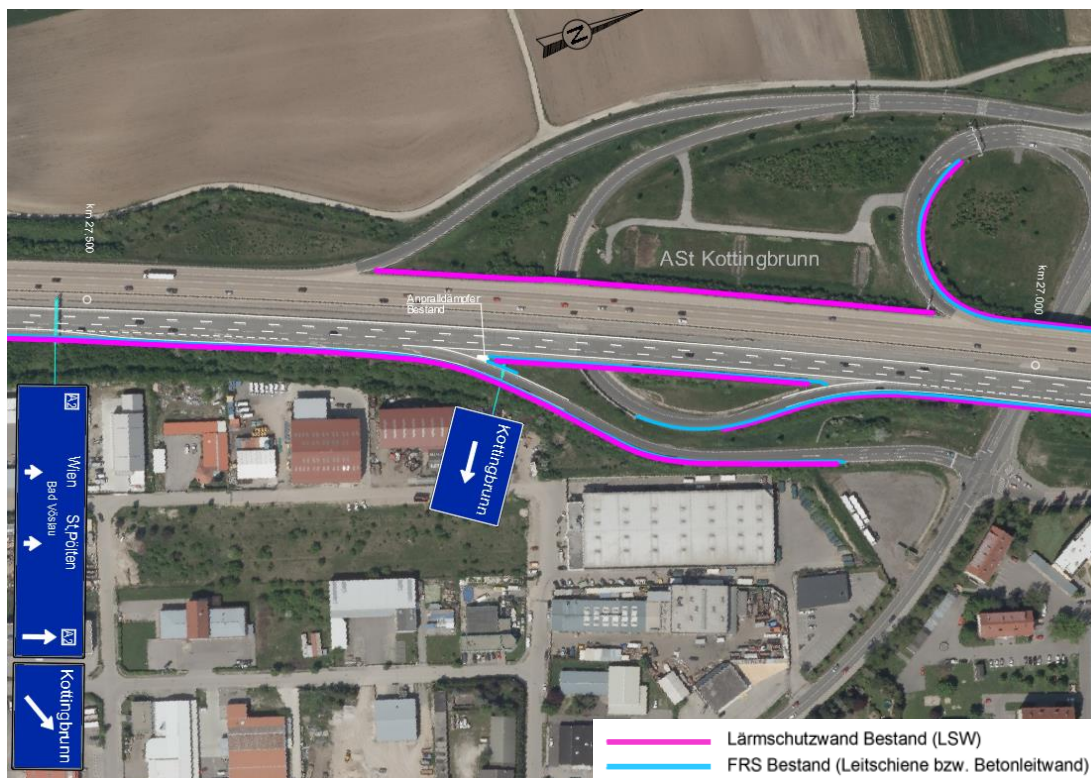
Foto 10: A 2 Süd Autobahn Ausfahrt ASt Kottingbrunn Fahrtrichtung Wien



Quelle: Foto 1: AIT, Fotos 2-3: nast consulting, 12.10.2017

Die Leitschiene im Innenbereich der Rampe endet unmittelbar nach dem Ausfahrtswegweiser (siehe Abbildung 15). Im Außenbogen der Ausfahrtsrampe sind die Lärmschutzwand und die Leitschiene angeordnet und enden ca. 60 m vor der Kreuzung Badner Straße. Entlang der Hauptfahrbahn ist eine durchgehende Lärmschutzwand mit Unterbrechung im Ein- und Ausfahrtsbereich situiert. Im Auffahrtsbereich Fahrtrichtung Wien beginnt die Lärmschutzwand nach der Unterführung der A 2 Süd Autobahn im Außenbogen. Somit sind überlappende Lärmschutzwände in Fahrtrichtung Wien (Rampe Abfahrt, Rampe Auffahrt, Hauptfahrbahn) vorhanden.

**Abbildung 15: Ausschnitt Lageplan Bestand A 2 Süd Autobahn ASt Kottlingbrunn
Fahrtrichtung Wien**



Quelle: eigene Darstellung

Die folgenden Daten stammen aus der Befahrung des RoadSTAR.

Tabelle 2: RoadStar-Messdaten A 2 Süd Autobahn ASt Kottlingbrunn Fahrtrichtung Wien

Rampenlänge	265 m
Befahrungsdatum	15.9.2016
Fahrbahnoberfläche	ab Rampenbeginn Asphalt
Griffigkeit	0,5-0,7
Kurvenradius	170 m rechts – 110 m links (min) – vor Haltelinie 60 m rechts
Längsneigung	leicht fallend: -1% bis -5% bis -2%
Querneigung	2,5% (rechts) bis -6% (links) bis -2% (links)

Quelle: AIT

4.1.3 A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien

Die Ausfahrt der ASt Böheimkirchen in Fahrtrichtung Wien ist nach dem Trenninselspitz in einem engen Rechtsbogen mit geringen Sichtweiten angeordnet (siehe Foto 11). Im Trenninselspitz befindet sich ein Anpralldämpfer, welcher zum Zeitpunkt der Befahrung im Oktober 2017 beschädigt war. Zusätzlich zum Anpralldämpfer sind Leitwinkel zur Verdeutlichung angebracht, welche an der Leitschiene im Außenbogen ebenso im weiteren Kurvenverlauf situiert sind. Bei der Ausfahrtsrampe ist eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 40 km/h kundgemacht.

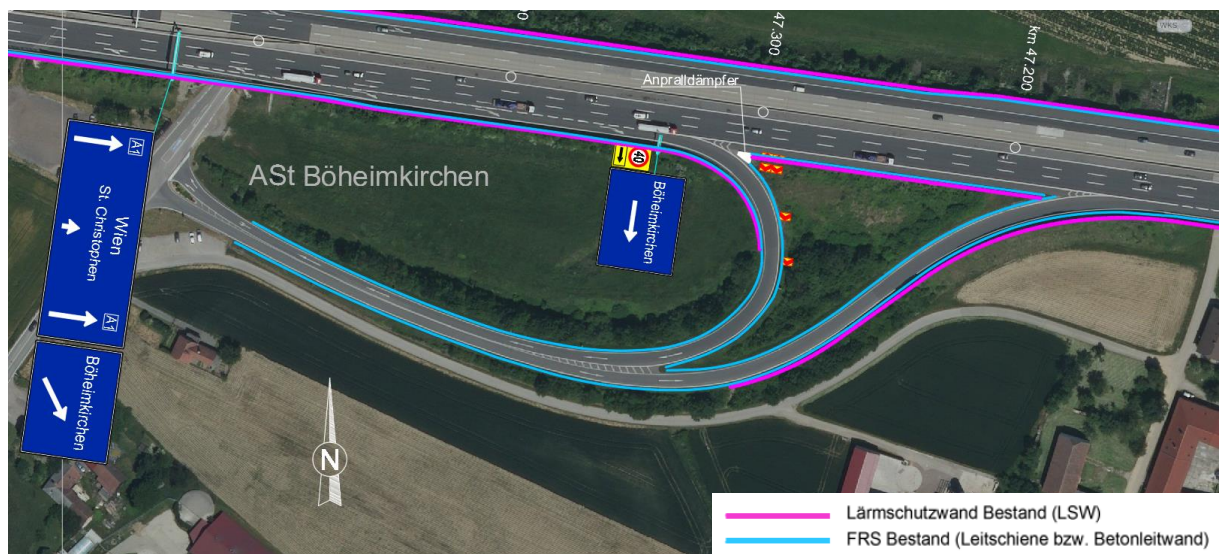
Foto 11: A 1 West Autobahn Ausfahrt ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien



Quelle: Fotos 1 und 3: nast consulting, Foto 2: AIT, 05.10.2017

Entlang der Hauptfahrbahn ist durchgehend eine Lärmschutzwand angeordnet (siehe Abbildung 16). Ebenso ist bei der Abfahrtsrampe im Innenbogen bis zur Bogenmitte sowie im Bereich der Auffahrtsrampe im Außenbogen unmittelbar nach der Verzweigung der Auf- und Abfahrtsrampe eine Lärmschutzwand angeordnet. Leitschienen sind beidseitig im gesamten Rampenbereich vorhanden.

Abbildung 16: Ausschnitt Lageplan Bestand A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien



Quelle: eigene Darstellung

Die folgenden Daten stammen aus der Befahrung des RoadSTAR.

Tabelle 3: RoadStar-Messdaten A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien

Rampenlänge	330 m
Befahrungsdatum	21.6.2016
Fahrbahnoberfläche	Asphalt
Griffigkeit	0,5-0,6
Kurvenradius	60 m – 35 m (min) – 80 m
Längsneigung	leicht fallend: 0-3%
Querneigung	Nach rechts fallend: 3% - 6% - 5%

Quelle: AIT

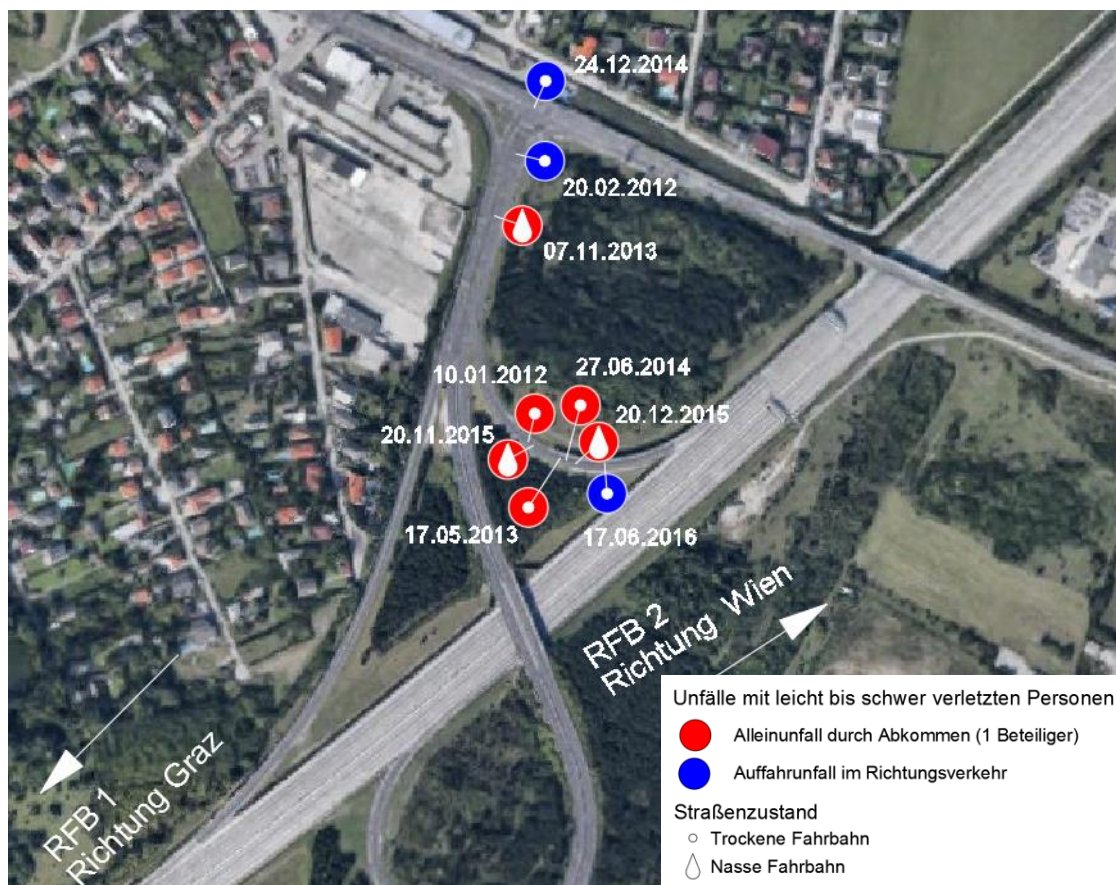
4.2 UNFALLUNTERSUCHUNG

Zwecks Einschätzung der Verkehrssicherheit an den 3 ausgesuchten Anschlussstellen (ASt) wurde eine Unfallanalyse der Unfälle mit Personenschaden (UPS) der letzten 5 Jahre (2012-2016) durchgeführt. Anhand der Kilometrierung der Hauptfahrbahn und der vorhandenen Rampen wurde eine Fensterabfrage über den gesamten Bereich der ASt durchgeführt, damit kein Unfall verloren geht.

4.2.1 Anschlussstelle Baden

In den untersuchten 5 Jahren (2012-2016) wurden 9 Unfälle mit Personenschaden (UPS) in der AIT Unfalldatenbank (bezogen bei der Statistik Austria) analysiert. In der enger werdenden Rechtskurve mit einem Mindestradius von nur 35 Metern, wurden 5 UPS durch Abkommen links, 1 UPS durch Abkommen rechts und 3 UPS durch Auffahren (2 davon am Ende der Rampe bei der T-Kreuzung) erfasst. 13 Unfall- Beteiligte (11 PKW, 2 Motorräder) gab es und in Summe wurden 8 Personen leicht und 1 Person schwer verletzt.

Abbildung 17: Unfallsteckkarte der ASt Baden, Personenschadenunfälle 2012-2016



Quelle: AIT

4.2.2 Anschlussstelle Kottingbrunn

Im Anschlussstellenbereich Kottingbrunn auf der A2 konnten 3 Unfälle mit Personenschaden aber nur im Bereich der Auffahrt festgestellt werden. Alle 3 UPS waren vom Unfalltyp „Abkommen rechts“. Drei Pkws mit drei leichtverletzten Personen mussten erfasst werden. Bei der untersuchten Abfahrtsrampe auf der RFB Wien passierten keine Unfälle mit Personenschaden in den letzten 5 Jahren.

Abbildung 18: Unfallsteckkarte der ASt Kottingbrunn, Personenschadenunfälle 2012-2016

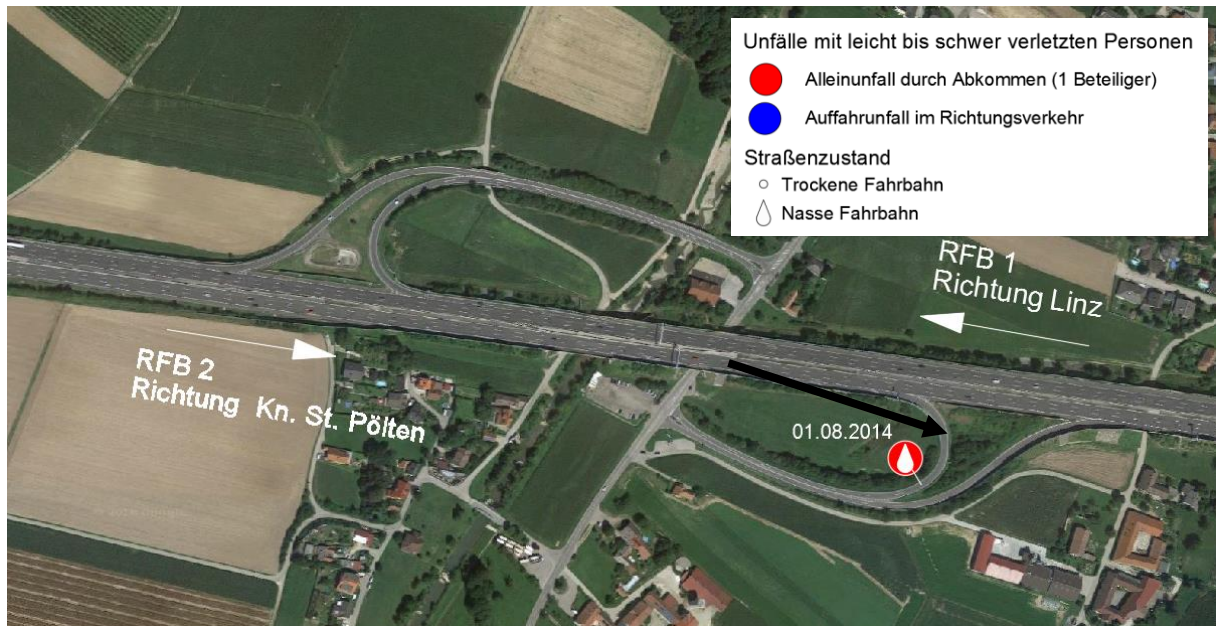


Quelle: AIT

4.2.3 Anschlussstelle Böheimkirchen

In der Unfallstatistik konnte lediglich ein Unfall mit Personenschaden durch „Abkommen links“ im Bereich des Mindestradius von 35 Metern verzeichnet werden. Dieser Pkw Lenker wurde am 1.8.2014 leicht verletzt.

Abbildung 19: Unfallsteckkarte der ASt Böheimkirchen, Personenschadenumfälle 2012-2016



Quelle: AIT

4.2.4 Straßenanlagedaten

Die Griffigkeit ist bei der Ausfahrt ASt Baden mit 0,3 – 0,5 am geringsten. Der engste Kurvenradius mit 80 m (engster Bereich 35 m) ist bei der Ausfahrt ASt Böheimkirchen gegeben. Bei den anderen Anschlussstellen beträgt der Radius bei Beginn der Rampe 170 m. Die Längsneigung ist bei allen Rampen überwiegend leichtfallend. Bei der ASt Baden und ASt Böheimkirchen ist die Querneigung im Rechtsbogen nach rechts fallend (2 % - 6 %). Bei der ASt Kottlingbrunn ist ein Querneigungswechsel vorhanden.

Tabelle 4: RoadSTAR Ergebnisse der ausgewählten Anschlussstellen

RoadSTAR Daten	A2 Ausfahrt ASt Baden Richtung Graz	A2 Ausfahrt ASt Kottlingbrunn Richtung Wien	A1 Ausfahrt ASt Böheimkirchen Richtung Wien
Befahrungsdatum	15.09.2016	15.09.2016	21.06.2016
Rampenlänge	400 m	265 m	330 m
Fahrbahnoberfläche	Asphalt	Asphalt (ab Rampenbeginn)	Asphalt
Griffigkeit	0,3 - 0,5	0,5 - 0,7	0,5 - 0,6
Kurvenradius	170 m - 90 m (min) - 120 m	170 m rechts - 110 m links (min) - vor Haltelinie 60 m rechts	60 m - 35 m (min) - 80 m
Längsneigung	leicht fallend (-1%) - steigend (+2%) - fallend (-1%)	leicht fallend: -1% bis -5% bis -2%	leicht fallend: 0% - 3%
Querneigung	nach rechts fallend: 2% - 6%	2,5% (rechts) bis -6% (links) bis -2% (links)	nach rechts fallend: 3% - 6% - 5%

Quelle: AIT, Stand 21.06.2016, 15.09.2016

4.3 ERHEBUNGEN UND MESSUNGEN

Folgende Erhebungen wurden im Bereich Lärm durchgeführt:

- Akustische Messungen bei den ausgewählten Untersuchungsbereichen
- Akustische Messungen im Nahfeld

Im Folgenden sind die durchgeführten Verkehrs- und Lärmmessungen bei den Anschlussstellen dargestellt. Anschließend werden die Nahfeldlärmmessungen erläutert.

4.3.1 A 2 Süd Autobahn ASt Baden Fahrtrichtung Graz

Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der Verkehrszählung der Anschlussstelle Baden, durchgeführt am 12.10.2017 während der Mittagszeit (dient vor allem der Kalibrierung der Lärmmessungen).

Tabelle 5: Verkehrszählung A 2 ASt Baden Fahrtrichtung Graz 12.10.2017

RFB Graz							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
12:30 - 12:45	686	10	8	59	0	8	771
12:45 - 13:00	802	43	18	59	1	6	929
13:00 - 13:15	675	29	13	50	1	4	772
13:15 - 13:30	801	35	14	53	4	8	915
GESAMT:	2.964	117	53	221	6	26	3.387

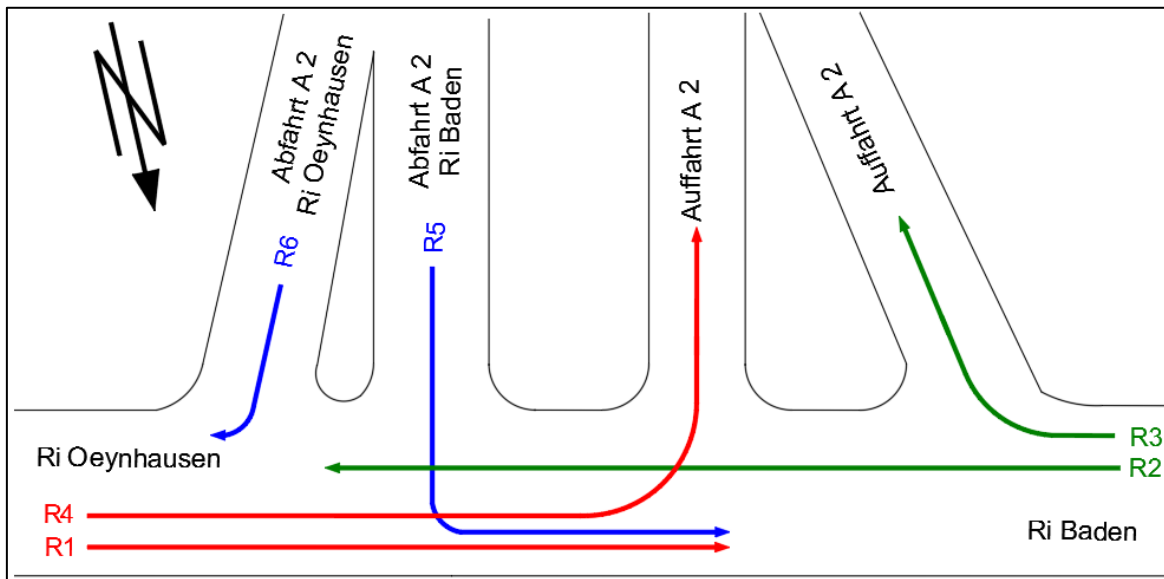
Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 6: Verkehrszählung A 2 ASt Baden Fahrtrichtung Wien 12.10.2017

RFB Wien							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
12:30 - 12:45	597	62	15	35	4	5	718
12:45 - 13:00	614	74	13	37	2	2	744
13:00 - 13:15	500	48	5	34	3	0	590
13:15 - 13:30	573	55	10	44	1	2	685
GESAMT:	2.284	239	43	150	10	9	2.737

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 20: Relationen der Verkehrszählung A 2 ASt Baden 12.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 7: Verkehrszählung A 2 ASt Baden Anschlussstelle 12.10.2017

	Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit ANH	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
Relation 1	12:30 - 12:45	90	3	0	2	1	2	99
	12:45 - 13:00	91	5	0	0	0	3	100
	13:00 - 13:15	75	5	0	2	0	2	84
	13:15 - 13:30	112	2	0	2	0	0	117
Relation 2	12:30 - 12:45	70	1	0	0	0	0	71
	12:45 - 13:00	92	3	0	2	1	3	101
	13:00 - 13:15	92	4	0	0	1	1	98
	13:15 - 13:30	111	3	0	0	0	7	121
Relation 3	12:30 - 12:45	130	6	0	1	0	0	138
	12:45 - 13:00	99	5	0	2	0	1	107
	13:00 - 13:15	147	3	0	1	2	0	153
	13:15 - 13:30	186	11	0	5	0	4	206
Relation 4	12:30 - 12:45	18	2	0	1	0	0	21
	12:45 - 13:00	21	0	0	1	0	1	23
	13:00 - 13:15	29	5	0	0	0	0	35
	13:15 - 13:30	44	4	0	4	0	0	53
Relation 5	12:30 - 12:45	155	6	0	2	0	0	163
	12:45 - 13:00	161	2	0	1	0	1	165
	13:00 - 13:15	202	10	0	5	0	1	218
	13:15 - 13:30	208	3	0	3	0	0	214
Relation 6	12:30 - 12:45	26	5	1	0	0	0	33
	12:45 - 13:00	34	5	0	4	0	0	43
	13:00 - 13:15	40	8	0	1	0	0	49
	13:15 - 13:30	35	10	0	4	0	0	49

Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 8: Lärmmessung ASt Baden Anschlussstelle 12.10.2017 (Dauer: 10 Minuten/Standort)

Messpunkt	Gerät	Gerätenummer	Datum	LAFmin	LAFmax	LAeq 1,0%	LAeq 95,0%	LAeq
1	NOR140	3763015	12.10.2017	39,1 dB	69,4 dB	65,8 dB	54,3 dB	58,4
2	NOR140	3763015	12.10.2017	49,6 dB	63,0 dB	60,0 dB	52,0 dB	55,8
3	NOR140	3763015	12.10.2017	53,2 dB	60,9 dB	59,3 dB	54,4 dB	56,5
4	NOR140	3763015	12.10.2017	52,9 dB	69,4 dB	63,7 dB	55,3 dB	58,3
5	NOR140	3763015	12.10.2017	58,8 dB	86,0 dB	79,5 dB	61,1 dB	72,00
6	NOR140	3763015	12.10.2017	53,7 dB	77,6 dB	73,6 dB	56,5 dB	66,8

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 21: Lärmmessstandorte A 2 ASt Baden Anschlussstelle 12.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Während der Messperioden herrschten geeignete Messbedingungen (sonnig, 20°C) vor. Die Lärmsituation der Messpunkte wurde durch den Verkehrslärm der Autobahn, der Fahrzeuge auf den Rampen sowie die anliegende Kreuzung der Anschlussstelle dominiert.

4.3.2 A 2 Süd Autobahn ASt Kottingbrunn Fahrtrichtung Wien

Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der Verkehrszählung der Anschlussstelle Kottingbrunn, durchgeführt am 12.10.2017 am Vormittag. Sie dient vor allem der Kalibrierung der Lärmmessungen.

Tabelle 9: Verkehrszählung A 2 ASt Kottingbrunn Fahrtrichtung Graz 12.10.2017

RFB Graz							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	KFZ
10:15 - 10:30	530	19	6	33	0	1	589
10:30 - 10:45	606	20	11	64	0	4	705
10:45 - 11:00	598	16	13	60	1	7	695
11:00 - 11:15	609	25	8	44	2	5	693
GESAMT:	2.343	80	38	201	3	17	2.682

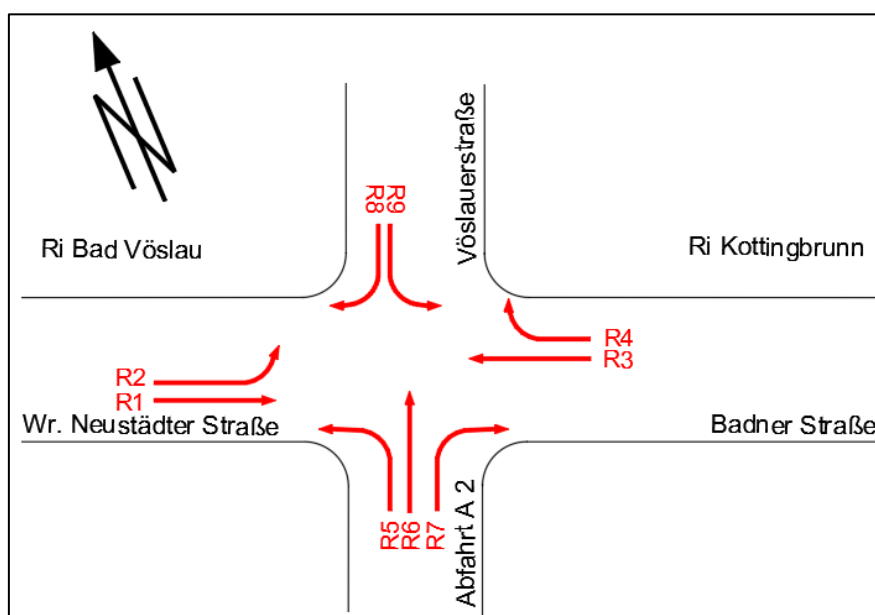
Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 10: Verkehrszählung A 2 ASt Kottingbrunn Fahrtrichtung Wien 12.10.2017

RFB Wien							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	KFZ
10:15 - 10:30	485	91	14	5	2	2	599
10:30 - 10:45	508	115	13	1	2	4	643
10:45 - 11:00	556	89	10	16	2	0	673
11:00 - 11:15	507	75	20	25	3	1	631
GESAMT:	2.056	370	57	47	9	7	2.546

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 22: Relationen der Verkehrszählung A 2 ASt Kottingbrunn 12.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 11: Verkehrszählung A 2 ASt Kottingbrunn Anschlussstelle 12.10.2017

	Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit ANH	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
Relation 1	10:30 - 10:45	76	5	0	0	0	1	82
	10:45 - 11:00	88	3	0	1	0	1	93
	11:00 - 11:15	71	1	0	1	0	0	73
	11:15 - 11:30	66	2	0	2	0	2	72
Relation 2	10:30 - 10:45	9	0	0	0	0	0	9
	10:45 - 11:00	5	0	0	0	0	0	5
	11:00 - 11:15	13	0	0	0	0	0	13
	11:15 - 11:30	20	0	0	0	0	0	20
Relation 3	10:30 - 10:45	85	6	0	0	0	3	94
	10:45 - 11:00	84	6	1	0	0	0	91
	11:00 - 11:15	105	2	0	0	0	1	108
	11:15 - 11:30	62	1	0	0	0	1	64
Relation 4	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	6	0	0	0	0	0	6
	11:00 - 11:15	3	0	0	0	0	0	3
	11:15 - 11:30	4	0	0	0	0	0	4
Relation 5	10:30 - 10:45	28	0	0	1	0	0	29
	10:45 - 11:00	22	0	0	0	0	0	22
	11:00 - 11:15	24	0	0	0	0	0	24
	11:15 - 11:30	18	2	0	1	0	0	21
Relation 6	10:30 - 10:45	5	1	0	0	0	0	6
	10:45 - 11:00	3	0	0	0	0	0	3
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	4	0	0	0	0	0	4
Relation 7	10:30 - 10:45	6	1	0	0	0	0	7
	10:45 - 11:00	5	1	0	2	0	0	8
	11:00 - 11:15	5	0	0	0	0	0	5
	11:15 - 11:30	7	0	0	0	0	0	7
Relation 8	10:30 - 10:45	8	0	0	0	0	0	8
	10:45 - 11:00	5	1	0	0	0	0	6
	11:00 - 11:15	10	0	0	0	0	0	10
	11:15 - 11:30	11	0	0	0	0	0	11
Relation 9	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	4	0	0	0	0	0	4
	11:00 - 11:15	3	0	0	0	0	0	3
	11:15 - 11:30	5	0	0	0	0	0	5

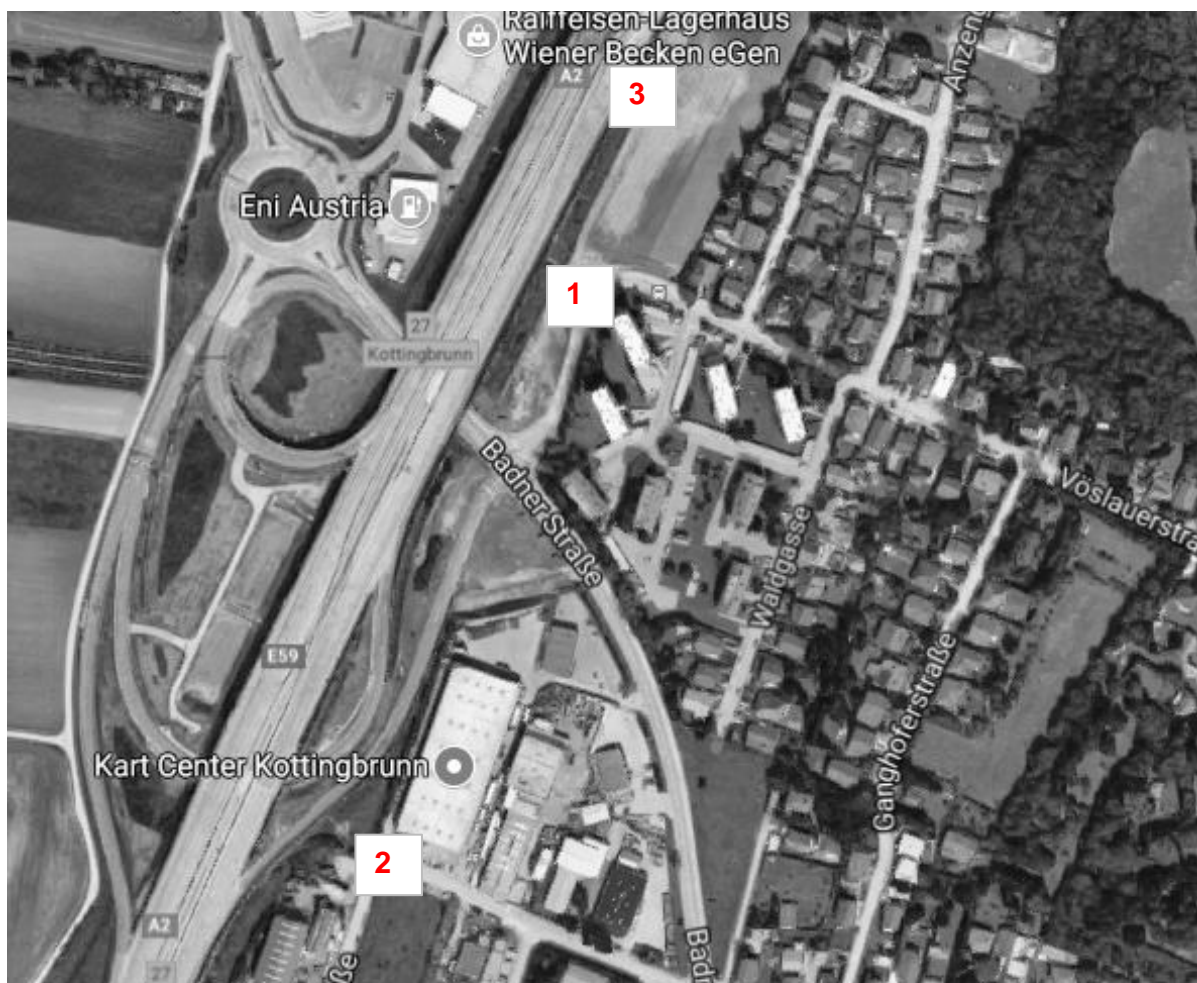
Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 12: Lärmmessung A 2 ASt Kottingbrunn Anschlussstelle 12.10.2017
(Dauer: 10 Minuten/Standort)

Messpunkt	Gerät	Gerätenummer	Datum	LAFmin	LAFmax	LAeq 1,0%	LAeq 95,0%	LAeq
1	NOR140	3763015	12,10,2017	56,0 dB	67,9 dB	64,8 dB	57,6 dB	63,3
2	NOR140	3763015	12,10,2017	49,9 dB	61,5 dB	59,0 dB	51,7 dB	61,7
3	NOR140	3763015	12,10,2017	66,1 dB	94,0 dB	91,9 dB	73,0 dB	85,9

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 23: Lärmmessstandorte A 2 ASt Kottingbrunn Anschlussstelle 12.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Während der Messperioden herrschten geeignete Messbedingungen (sonnig, 20°C) vor. Die Lärmsituation der Messpunkte wurde durch den Verkehrslärm der Autobahn, der Fahrzeuge auf den Rampen sowie die anliegende Kreuzung der Anschlussstelle dominiert.

4.3.3 A 1 West Autobahn ASt Böheimkirchen

Die folgenden Tabellen enthalten die Ergebnisse der Verkehrszählung der Anschlussstelle Böheimkirchen, durchgeführt am 5.10.2017 am Vormittag. Sie dient vor allem der Kalibrierung der Lärmmessungen.

Tabelle 13: Verkehrszählung A 1 ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung St. Pölten 05.10.2017

RFB St. Pölten							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
10:30 - 11:45	427	26	14	39	1	0	507
10:45 - 11:00	405	13	10	35	2	0	465
11:00 - 11:15	394	24	16	36	1	0	471
11:15 - 11:30	419	11	15	53	4	1	503
GESAMT:	1.645	74	55	163	8	1	1.946

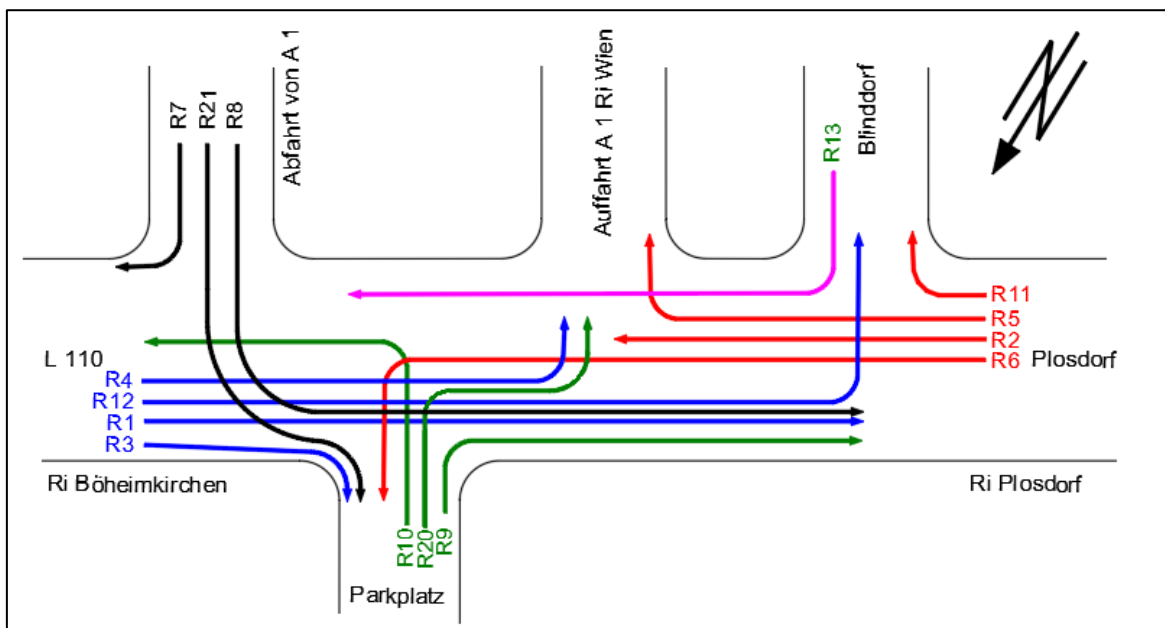
Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 14: Verkehrszählung A 1 ASt Böheimkirchen Fahrtrichtung Wien 05.10.2017

RFB Wien							
Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit Anh.	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
10:45 - 11:00	381	3	17	73	2	3	479
11:00 - 11:15	389	31	16	64	0	1	501
11:15 - 11:30	372	28	13	63	0	0	476
11:30 - 11:45	301	15	8	53	1	1	379
GESAMT:	1.443	77	54	253	3	5	1.835

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 24: Relationen der Verkehrszählung A 1 ASt Böheimkirchen 05.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 15: Verkehrszählung A 1 ASt Böheimkirchen Anschlussstelle 05.10.2017

	Zeit	PKW	Lkw	Lkw mit ANH	Sattelschlepper	Bus	Motorrad	Kfz
Relation 1	10:30 - 10:45	20	0	1	0	0	0	21
	10:45 - 11:00	58	2	0	0	0	1	61
	11:00 - 11:15	82	1	0	0	0	1	84
	11:15 - 11:30	117	1	2	0	0	0	120
Relation 2	10:30 - 10:45	20	2	0	0	0	0	22
	10:45 - 11:00	52	2	1	0	0	0	55
	11:00 - 11:15	77	2	1	0	0	0	80
	11:15 - 11:30	115	2	0	0	0	1	118
Relation 3	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	0	2
	11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1
	11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1
Relation 4	10:30 - 10:45	6	1	0	1	0	0	8
	10:45 - 11:00	15	2	0	0	0	0	17
	11:00 - 11:15	23	0	0	1	0	0	24
	11:15 - 11:30	42	1	0	1	0	0	44
Relation 5	10:30 - 10:45	1	1	0	0	0	0	2
	10:45 - 11:00	4	0	0	0	0	0	4
	11:00 - 11:15	4	0	0	0	0	0	4
	11:15 - 11:30	6	0	0	0	0	0	6
Relation 6	10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
	10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0
Relation 7	10:30 - 10:45	10	2	0	0	0	0	12
	10:45 - 11:00	24	1	0	2	0	0	27
	11:00 - 11:15	37	0	0	1	0	0	38
	11:15 - 11:30	49	2	0	0	0	0	51
Relation 8	10:30 - 10:45	7	1	0	0	0	0	8
	10:45 - 11:00	16	0	0	1	0	0	17
	11:00 - 11:15	22	1	0	0	0	0	23
	11:15 - 11:30	33	1	1	0	0	0	35
Relation 9	10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
	10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1
Relation 10	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2
Relation 11	10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
	10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	0	1	0	0	0	0	1
Relation 12	10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
	10:45 - 11:00	0	1	0	0	0	0	1
	11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1
	11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0
Relation 13	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	0	1	0	0	0	0	1
	11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1
	11:15 - 11:30	0	2	0	0	0	0	2
Relation 20	10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1
	10:45 - 11:00	5	0	0	0	0	0	5
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0
Relation 21	10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
	10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	0	2
	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
	11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1

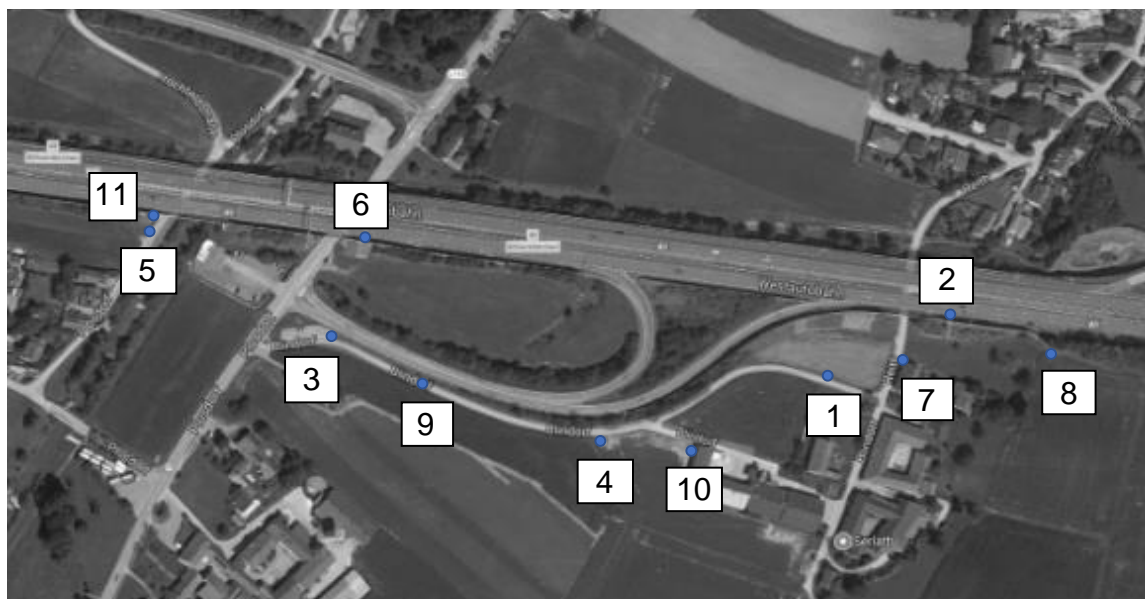
Quelle: Eigene Erhebung

Tabelle 16: Lärmmessung A 1 ASt Böheimkirchen Anschlussstelle 05.10.2017
(Dauer: 10 Minuten/Standort)

Messpunkt	Gerät	Gerätenummer	Datum	LAFmin	LAFmax	LAeq 1,0%	LAeq 95,0%	LAeq
1	NOR140	3763015	05.10.2017	47,4 dB	81,1 dB	66,8 dB	49,7 dB	57,9
2	NOR140	3763015	05.10.2017	68,0 dB	99,2 dB	91,8 dB	71,3 dB	83,6
3	NOR140	3763015	05.10.2017	39,0 dB	72,6 dB	70,2 dB	56,3 dB	62,4
4	NOR140	3763015	05.10.2017	52,1 dB	76,9 dB	63,5 dB	53,5 dB	57,7
5	NOR140	3763015	05.10.2017	39,0 dB	71,6 dB	69,4 dB	57,7 dB	61,6
6	NOR140	3763015	05.10.2017	39,1 dB	95,8 dB	92,5 dB	71,4 dB	84,6
7	NOR140	3763043	05.10.2017	38,6 dB	63,7 dB	58,8 dB	52,2 dB	55,6
8	NOR140	3763043	05.10.2017	59,1 dB	107,2 dB	76,3 dB	62,9 dB	75,8
9	NOR140	3763043	05.10.2017	53,6 dB	84,2 dB	67,5 dB	55,4 dB	60,5
10	NOR140	3763043	05.10.2017	54,3 dB	78,3 dB	63,5 dB	55,4 dB	58,7
11	NOR140	3763043	05.10.2017	54,8 dB	84,7 dB	78,9 dB	56,5 dB	66,9

Quelle: Eigene Erhebung

Abbildung 25: Lärmmessstandorte A 1 ASt Böheimkirchen Anschlussstelle 05.10.2017



Quelle: Eigene Erhebung

Während der Messperioden herrschten geeignete Messbedingungen (bedeckt, leichter Wind in Richtung Osten) vor. Die Lärmsituation der Messpunkte wurde durch den Verkehrslärm der Autobahn, der Fahrzeuge auf den Rampen sowie die anliegende Kreuzung der Anschlussstelle dominiert.

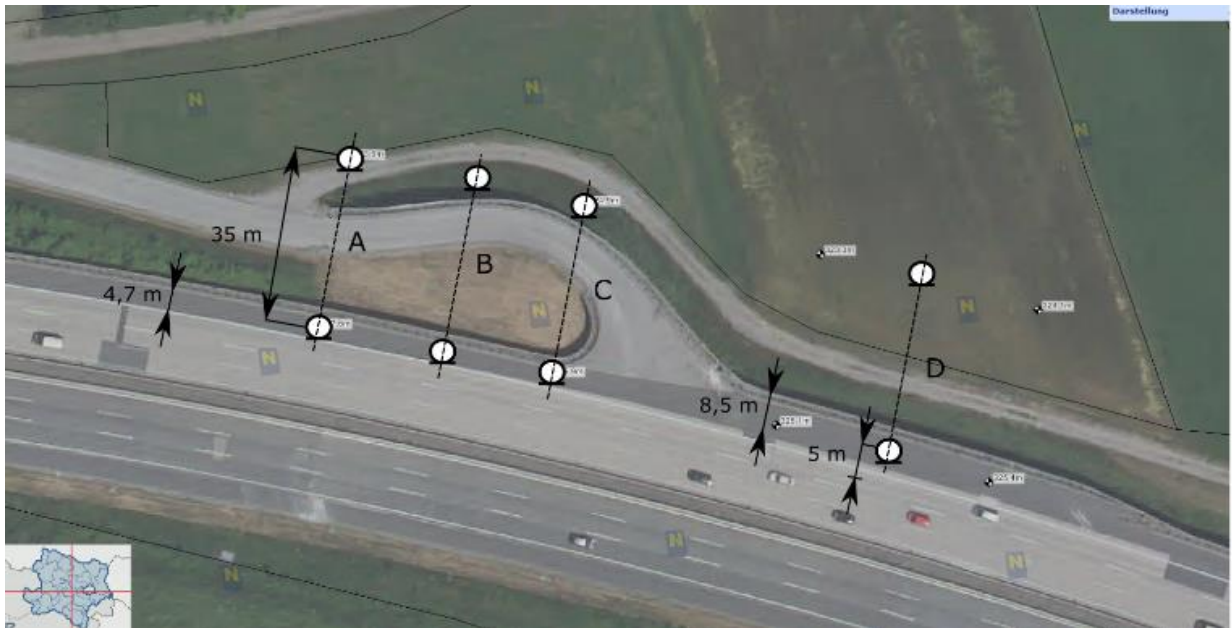
4.3.4 Nahfeldmessungen

Im Rahmen der Erhebungen sollten akustische Nahfeldmissionsmessungen an wenig frequentierten Abfahrten durchgeführt werden. Die Messungen sollen Erkenntnisse über den akustischen Einfluss des Überlappungsbereichs von Lärmschutzwänden im Bereich des Trenninselspitzes geben.

Die sorgfältige messtechnische Ermittlung des Einflusses eines Lärmschutzwandverlaufs an einer Autobahnauffahrt bzw. Abfahrt sowie an einer Betriebsausfahrt stellt ein komplexes Unterfangen dar. Um den Effekt einer Lärmschutzwandüberlappung von anderen Einflüssen isoliert quantifizieren zu können, sind mehrkanalige Messungen vor und nach dem Überlappungsbereich notwendig. Bei einer Vielzahl der Ausfahrten ändert sich vor und nach dem Überlappungsbereich z.B. die Steigung der Fahrbahn, die Lärmschutzwandhöhe verändert sich, oder die Vegetation variiert im geplanten Messbereich stark. Im Zuge einer ausführlichen Messstellensuche auf dem österreichischen Autobahnnetz wurde eine Betriebsumkehr ausgewählt, bei der unter Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften Messungen durchgeführt werden konnten, und bei der näherungsweise eine isolierte Quantifizierung des Überlappungsbereiches möglich war.

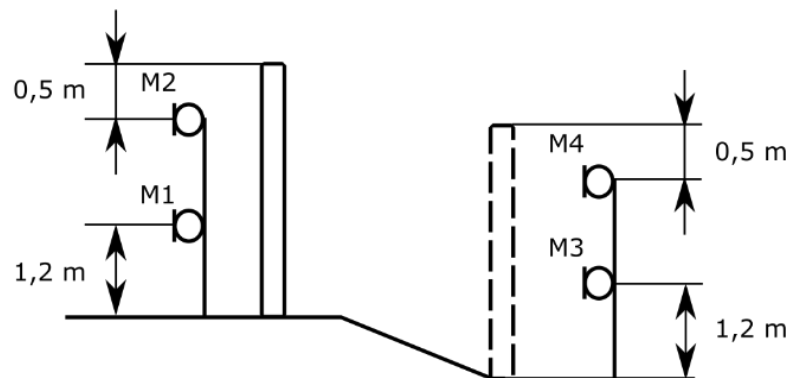
Die untersuchte Betriebsausfahrt befindet sich an der Autobahn A1 bei km 39,2 in Fahrtrichtung Salzburg. Wie das Luftbild in Abbildung 26 zeigt, wurde an insgesamt 4 verschiedenen Querschnitten entlang der Strecke gemessen, wobei jeder Querschnitt normal zum Streckenverlauf der Autobahn steht. Ein Messquerschnitt umfasst 2 Mikrofonpositionen im Abstand von 35 m in jeweils 1,2 m Höhe und 0,5 m unter der nächstgelegenen Lärmschutzwandoberkante. Die Abbildung 27 und Abbildung 28 zeigen dazu einen exemplarischen Querschnitt sowie Fotos von den durchgeführten Messungen. Entlang jedes Querschnitts wurden mit 4 Mikrofonen bis zu 30 Minuten lang Akustikdaten aufgezeichnet.

Abbildung 26: Luftbild der ausgewählten Betriebsausfahrt zur Durchführung der Nahfeldmessungen mit den festgelegten Messquerschnitten (A, B, C, D)



Quelle: Luftbild: NÖ Atlas

Abbildung 27: Seitenansicht eines exemplarischen Messquerschnittes mit insgesamt 4 Mikrofonen (M1 – M4).



Quelle: AIT

Abbildung 28: Straßenseitige Mikrofonposition und Ferfeldmikrofonposition von Querschnitt C (oben); Absicherung der Betriebsausfahrt mit einem Kabelkanal (links unten); Straßenseitige Mikrofonposition von Querschnitt D (rechts unten)

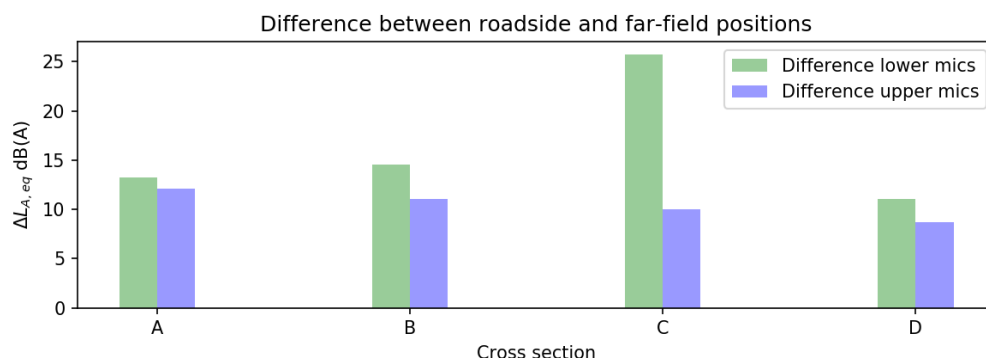


Quelle: Eigene Erhebung

Um den akustischen Einfluss des Überlappungsbereichs von Lärmschutzwänden im Bereich des Trenninselspitzes zu untersuchen, wurden die Messergebnisse für jeden Querschnitt ermittelt und miteinander verglichen. Für jeden Querschnitt wurde die Differenz $\Delta L_{A,eq}$ zwischen vorderem und hinterem Mikrofon gebildet, wobei die beiden Mikrophone in 1,2 m Höhe (M1 und M3) sowie die Mikrophone 0,5 m unter der Lärmschutzwandoberkante (M2 und M4) jeweils ein Paar bilden. Der äquivalente Dauerschalldruckpegel $L_{A,eq}$ wurde für jedes Mikrofon über den gesamten Messzeitraum ermittelt. Ein Vergleich der Differenz $\Delta L_{A,eq}$ zwischen verschiedenen Querschnitten gibt Aufschluss über den akustischen Einfluss der Lärmschutzwände entlang des Überlappungsbereichs. Die Ergebnisse dazu sind in

Abbildung 29 visualisiert bzw. in Tabelle 17 aufgelistet. Die Betrachtung der Resultate für die oberen Mikrofonpaare zeigt, dass mit zunehmender Überlappung der Lärmschutzwände entlang der Betriebsausfahrt die Differenz $\Delta L_{A,eq}$ steigt, und damit zur Verbesserung des Lärmschutzes beiträgt. Die Differenz ist bei den Querschnitten im Überlappungsbereich (Querschnitt A, B und C) zwischen 1,3 dB(A) und 3,4 dB(A) höher als außerhalb des Überlappungsbereichs (Querschnitt D). Ein Vergleich der unteren Mikrofonpaare zeigt größere Differenzen zwischen den einzelnen Querschnitten. Die hohe Differenz bei Querschnitt C resultiert aufgrund eines Erdwalles, auf dem die betriebsausfahrtsseitige Lärmschutzwand steht. Aufgrund von Geländeunebenheiten konnten keine Messungen bei einem zusätzlichen Querschnitt nach der Überlappung im Bereich der Öffnung (vor Querschnitt A, siehe Abbildung 26) durchgeführt werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Differenz $\Delta L_{A,eq}$ aufgrund des Schallausbreitungskorridors entlang der Betriebsausfahrt geringer als im Überlappungsbereich ausgefallen wäre.

Abbildung 29: Differenz des $L_{A,eq}$ zwischen dem Mikrofonpaar M1 – M3 (grün) und M2 – M4 (lila) für die Querschnitte am Ende (A), mittig (B) und zu Beginn (C) der Betriebsausfahrt, sowie außerhalb des Überlappungsbereichs (D)



Quelle: AIT

Tabelle 17: Differenz des $L_{A,eq}$ zwischen dem Mikrofonpaar M1 – M3 und M2 – M4 für die Querschnitte am Ende (A), mittig (B) und zu Beginn (C) der Betriebsausfahrt, sowie außerhalb des Überlappungsbereichs (D)

Querschnitt	M1 – M3	M2 – M4
A	13,2 dB(A)	12,1 dB(A)
B	14,5 dB(A)	11,1 dB(A)
C	25,8 dB(A)	10,0 dB(A)
D	11 dB(A)	8,7 dB(A)

Quelle: AIT

Abschließend kann gesagt werden, dass durch das Vorhandensein von zwei Lärmschutzwandzeilen zwischen Emissionspunkt und Immissionspunkt – wie es entlang einer Betriebsausfahrt oft der Fall ist – es zu einer besseren Lärmschutzwirkung kommt. Die durchgeführten Messungen entlang einer Betriebsausfahrt bestätigten diesen Sachverhalt. Im Bereich des Schallausbreitungskorridors entlang der Betriebsausfahrt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es zu einer geringeren Lärmreduktion kommt. Diese Annahme steht im Einklang mit den Simulationsergebnissen aus Kapitel 5.1.

5 ERGEBNISSE

5.1 RANDELEMENTSIMULATIONEN (BEM)

Randelementsimulationen stellen eine ideale Ergänzung von Raytracing basierten Verfahren (z.B. IMMI), wie sie üblicherweise im Bereich der Verkehrsinfrastruktur eingesetzt werden, dar. Sie erlauben eine physikalisch exakte Ausbreitungsberechnung des Schalls, da seine Wellennatur voll berücksichtigt wird. Randelementsimulationen sind jedoch wesentlich rechenintensiver als auf Vereinfachungen, wie Raytracing, basierende Verfahren. Deshalb kommen oft geometrische Vereinfachungen, Beschränkungen auf kleine bzw. periodische Strukturen oder Symmetrieebenen zum Einsatz.

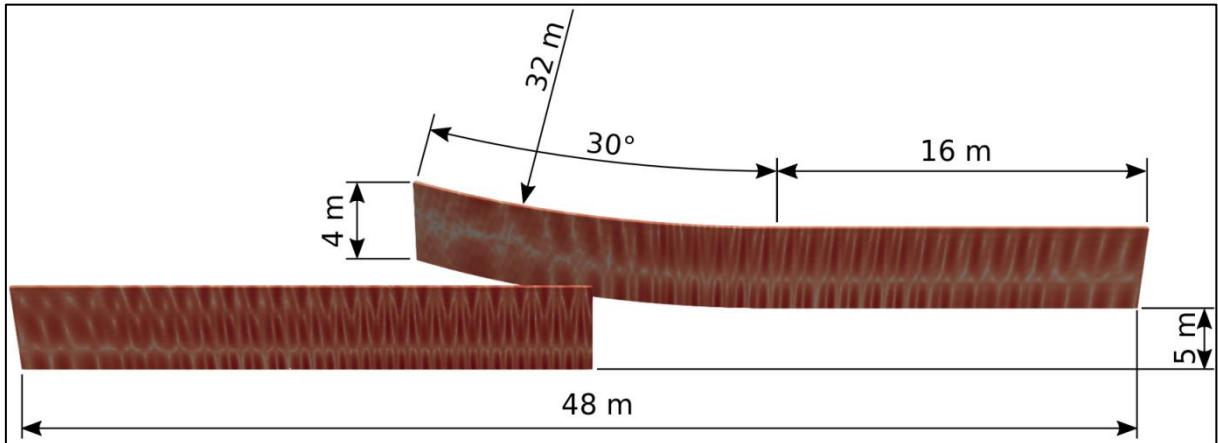
Der in diesem Projekt eingesetzte BEM (aus dem Englischen für Boundary Element Method = Randelementmethode) Code, der die Fast Multipol Methode unterstützt, ist in der Lage Berechnungen mit bis zu 300000 Elementen durchzuführen. Dabei wird die Oberfläche (bzw. der Rand) der zu simulierenden Struktur in viereckige Elemente unterteilt. Um genaue Ergebnisse zu erzielen, müssen zumindest 6 Elemente pro Wellenlänge besser jedoch 8-10 Elemente eingesetzt werden.

Die Simulationen werden im Frequenzbereich (anstatt im Zeitbereich) durchgeführt und erlauben somit eine Frequenz aufgelöste Analyse der Schallausbreitung.

Abbildung 30 zeigt eine vereinfachte Autobahnabfahrt wie sie in den BEM Simulationen verwendet wurde. Um die Anzahl der Elemente unter 300000 zu halten wurde die Gesamtlänge der Simulation auf 48 m beschränkt sowie der Parallelabstand zwischen den Lärmschutzwänden auf 5 m eingeschränkt. Zusätzlich wurde die maximale Frequenz der Simulationen auf 1000 Hz limitiert und der Boden wurde als Symmetrieebene angenommen. Diese Einschränkungen erlauben es leider nicht, Aussagen über konkret vorhandene Autobahnabfahrten zu treffen, da diese oft einen Höhenverlauf der Straße beinhalten oder geometrisch größer sind. Um dennoch vernünftige Aussagen aus den BEM Simulationen zu erhalten, wurde nicht der Schalldruck an spezifischen Punkten ausgewertet, sondern allgemein die gesamte abgestrahlte Schalleistung betrachtet. Diese Abstraktion des Problems erlaubt es allgemein gültige Tendenzen für verschiedene Geometrievariationen zu

finden, die bei der Planung einer konkreten Abfahrt mit Raytracing basierten Verfahren berücksichtigt werden können.

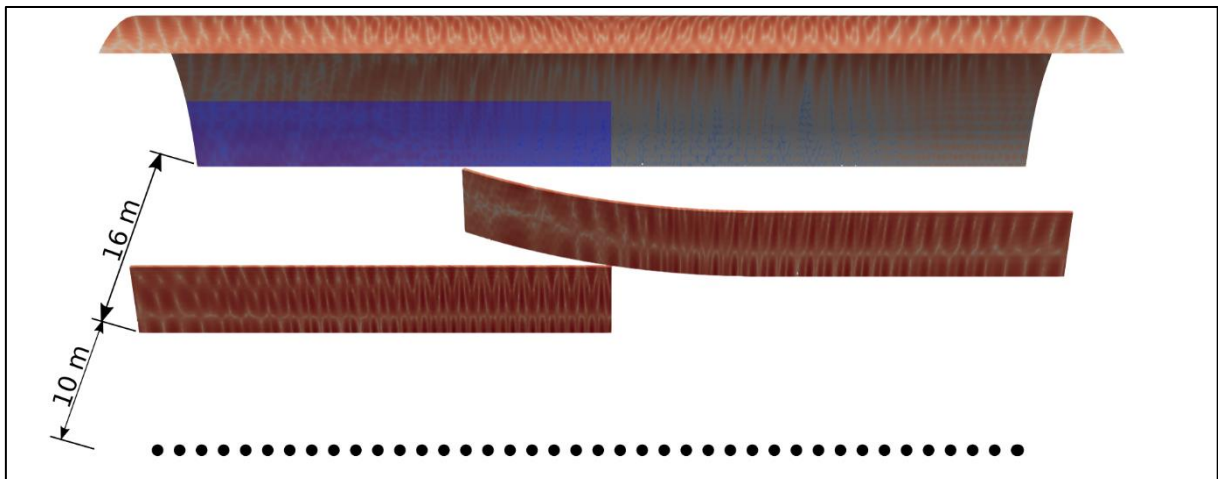
Abbildung 30: 3D Ansicht einer vereinfachten Autobahnabfahrt wie sie zur BEM Simulation verwendet wurde



Quelle: AIT

In allen Simulationen beträgt die Höhe der Lärmschutzwand 4 m und ihre Dicke 20 cm, sofern nicht anders angegeben.

Abbildung 31: Anordnung der Quellen und des Auswertegrids



Quelle: AIT

41 Punktquellen die in einem Abstand von 10 m von der Lärmschutzwand und 1 m Abständen untereinander angeordnet sind, sollen eine Linienquelle bzw. den Verkehrslärm annähern. In 16 m Entfernung befindet sich ein Viertelzylinder aus Mikrofonpunkten durch den der Schalleistungsdurchgang analysiert wurde. In der finalen Analyse wurde nur der Durchgang der Schalleistung durch den blau hervorgehobenen Bereich betrachtet.

Um die abgestrahlte, bzw. die durch die Abfahrt entweichende, Schalleistung (P) zu betrachten, wurde, wie in Abbildung 33 dargestellt, ein Auswertegrid aus Mikrofonpunkten als Viertelzylinder um die Ausfahrt gelegt. In jedem dieser Mikrofonpunkte wurde die Schallintensität (\vec{I}) ausgewertet und über die Fläche (\vec{S}) des Auswertegrids integriert.

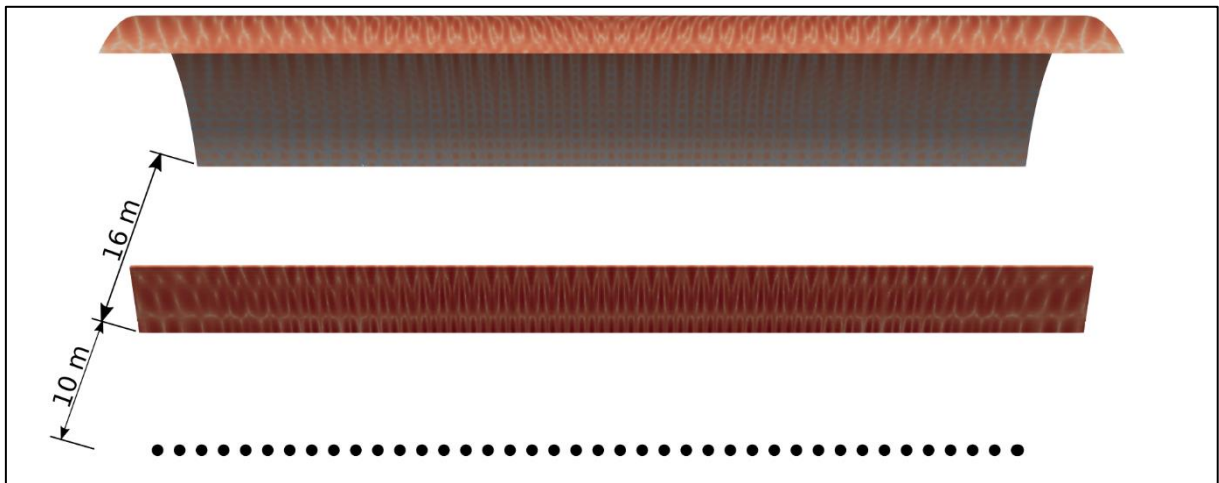
$$P = \int \vec{I} \cdot d\vec{S}$$

Bei der Auswertung wurde dann analysiert in welchem Bereich des Auswertegrids die Schalleistung gegenüber den im folgenden dargestellten Referenzgeometrien die stärkste Änderung zeigt. Dieser Bereich ist in Abbildung 31 blau hervorgehoben dargestellt. Er beginnt in Längsrichtung der Lärmschutzwände genau auf der Höhe des Trenninselpitzes und zieht sich bis zum Ende des Auswertegrids in 24 m Entfernung. Seine Höhe entspricht genau der Höhe der Lärmschutzwände, die für alle Simulationen 4 m hoch angenommen wurde. Die Schalleistung die für alle weiteren Berechnungen herangezogen wurde bezieht sich immer auf diesen Bereich des Auswertegrids.

Um das Quellverhalten des Verkehrs darzustellen wurden in Summe 41 Punktquellen in 10 m Entfernung von der Lärmschutzwand in 1 m Intervallen auf der Autobahnseite der Lärmschutzwände platziert.

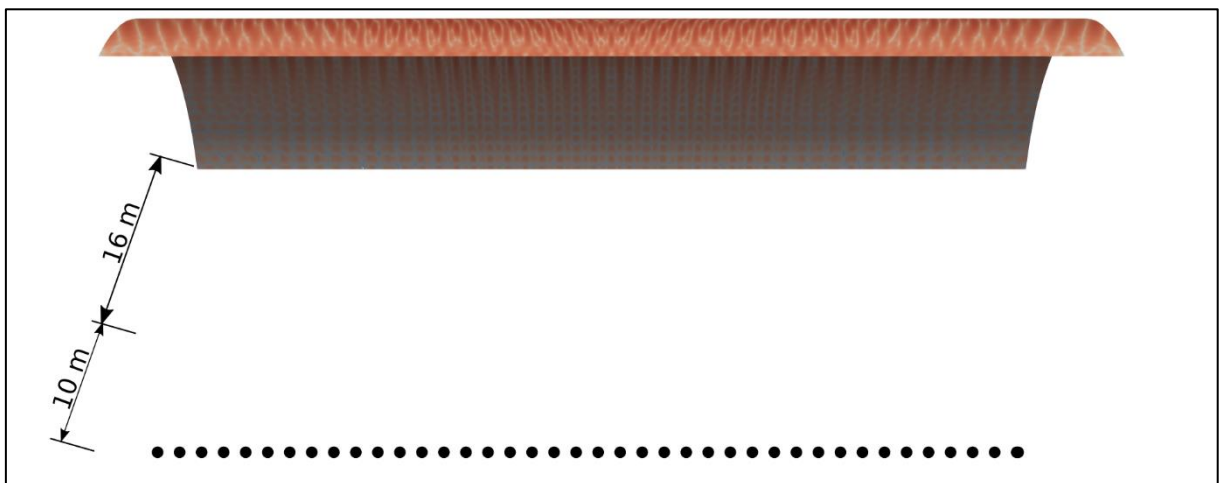
In den folgenden beiden Grafiken, Abbildung 32 und Abbildung 33, sind die beiden Referenzsimulationen dargestellt auf die alle Ergebnisse bezogen wurden.

Abbildung 32: Geometrie der Referenzsimulation mit einer durchgehenden Lärmschutzwand, ohne Abfahrt



Quelle: AIT

Abbildung 33: Geometrie der Referenzsimulation ohne Wand



Quelle: AIT

Die erste Referenzsimulation ist eine simple durchgehende Wand, ohne Abfahrt (Abbildung 32), mit einer ansonsten identischen Quell- und Auswertegridanordnung. Die zweite Referenz wurde ganz ohne Lärmschutzwand durchgeführt (Abbildung 33).

Diese beiden Referenzsimulationen dienen außerdem als Plausibilitätscheck der Ergebnisse, da die Wirksamkeit jeder Abfahrtsvariante zwischen diesen beiden Extremen liegen muss.

In der weiteren Auswertung wurde immer die Schalleistung im, in Abbildung 31 dargestellten, blauen Bereich hergenommen und der relative Schalleistungspegel (L_P) zwischen einer Referenzsimulation (P_{ref}) und der tatsächlichen Abfahrtsvariante (P) gebildet.

$$L_{P,j} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_j}{P_{ref,j}} \right)$$

Der Index j steht hier für die Terzbänder in denen die Simulationen durchgeführt wurden. Da die obere Grenzfrequenz aufgrund des Rechenaufwands auf 1000 Hz beschränkt wurde, wurden die Simulationen für die untere Hälfte des in EN1793-3 festgelegten Verkehrslärmspektrums durchgeführt. Die Simulationen wurden also für die Frequenzen 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 und 1000 Hz durchgeführt.

Aus den daraus folgenden Einzelpegeln für jede Frequenz wurde dann eine Einzahlbewertung DL_P berechnet. Dies geschieht über einen, mit dem genormten Verkehrslärmspektrum gewichteten, Mittelwert über alle Einzelpegel.

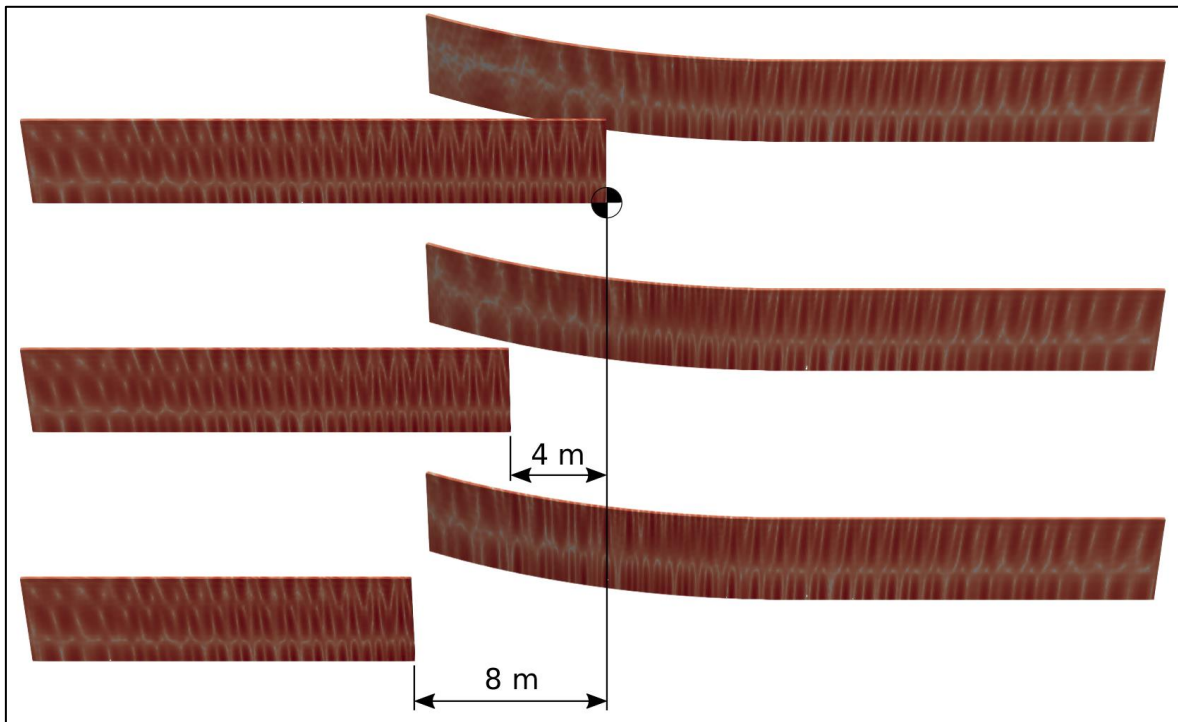
$$DL_P = \pm 10 \log_{10} \left(\frac{\sum_j 10^{0.1L_{T,j}} 10^{\pm 0.1L_{P,j}}}{\sum_j 10^{0.1L_{T,j}}} \right)$$

Diese Formel für die Einzahlbewertung ist stark an die Berechnung der Einzahlbewertung in der Norm für die Bestimmung der Schallreflexion EN1793-5 angelehnt. Diese Einzahlbewertung gibt kompakt die Gesamtpformance einer Abfahrtsvariante in einer Zahl an und ist in den Ergebnisgrafiken immer auf der rechten Seite in der Legende angegeben.

Abbildungen Abbildung 34 bis Abbildung 38 zeigen die einzelnen Abfahrtsvarianten die neben den beiden Referenzen mit der BEM simuliert wurden. Als Nullpunkt des Koordinatensystems wurde immer die ursprüngliche Position des Trenninselspitzes bei der ersten simplifizierten Abfahrt hergenommen.

Die erste Variante „gerade Wand“ ist die bereits zuvor gezeigte vereinfachte Abfahrt, bei der die innere Lärmschutzwand zusätzlich mit zwei Offsets von 4 m (entspricht der Länge eines Lärmschutzwandfeldes) bzw. 8 m simuliert wurde (siehe Abbildung 34).

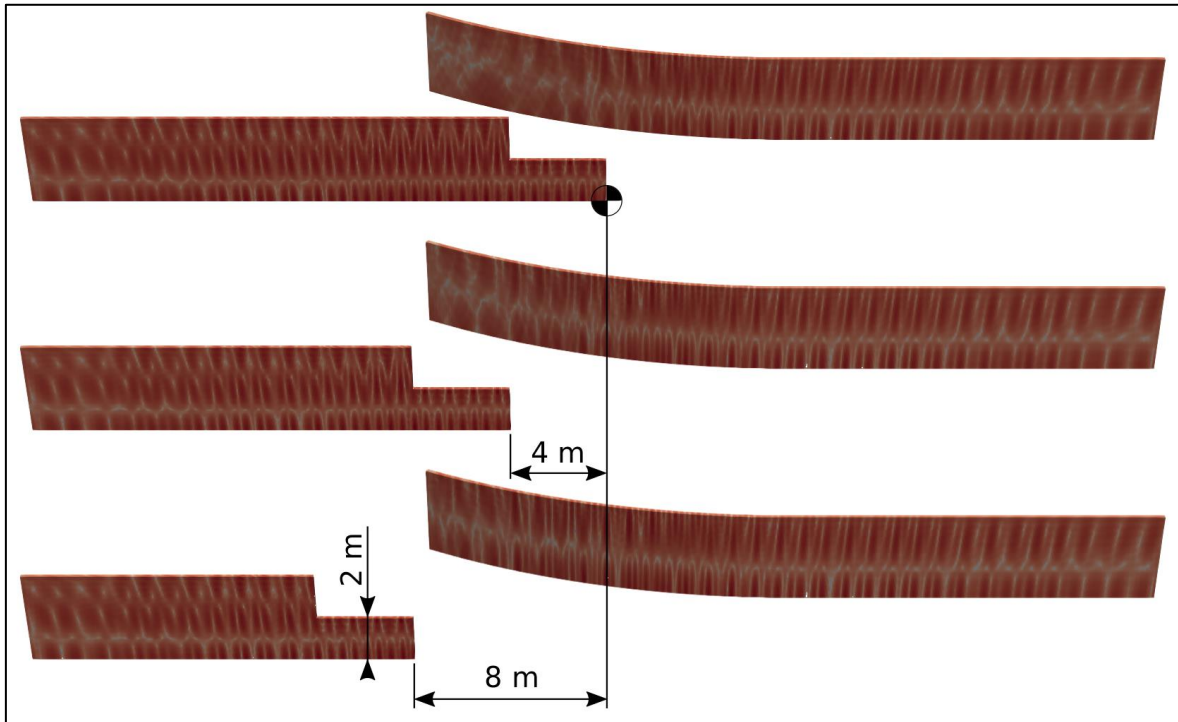
Abbildung 34: Variante „gerade Wand“. Neben der einfachen Version ganz oben, wurde die Wand auch um 4 bzw. 8 m versetzt



Quelle: AIT

Die Geometrie der zweiten Variante „kurzer Übergang“ (Abbildung 35) unterscheidet sich von der ersten Variante nur durch eine Reduzierung der Höhe des ersten LSW Feldes auf 2 m direkt hinter dem Trennselspitz. Es wurden die gleichen Versätze von 0 m, 4 m und 8 m angewendet.

Abbildung 35: Variante „kurzer Übergang“

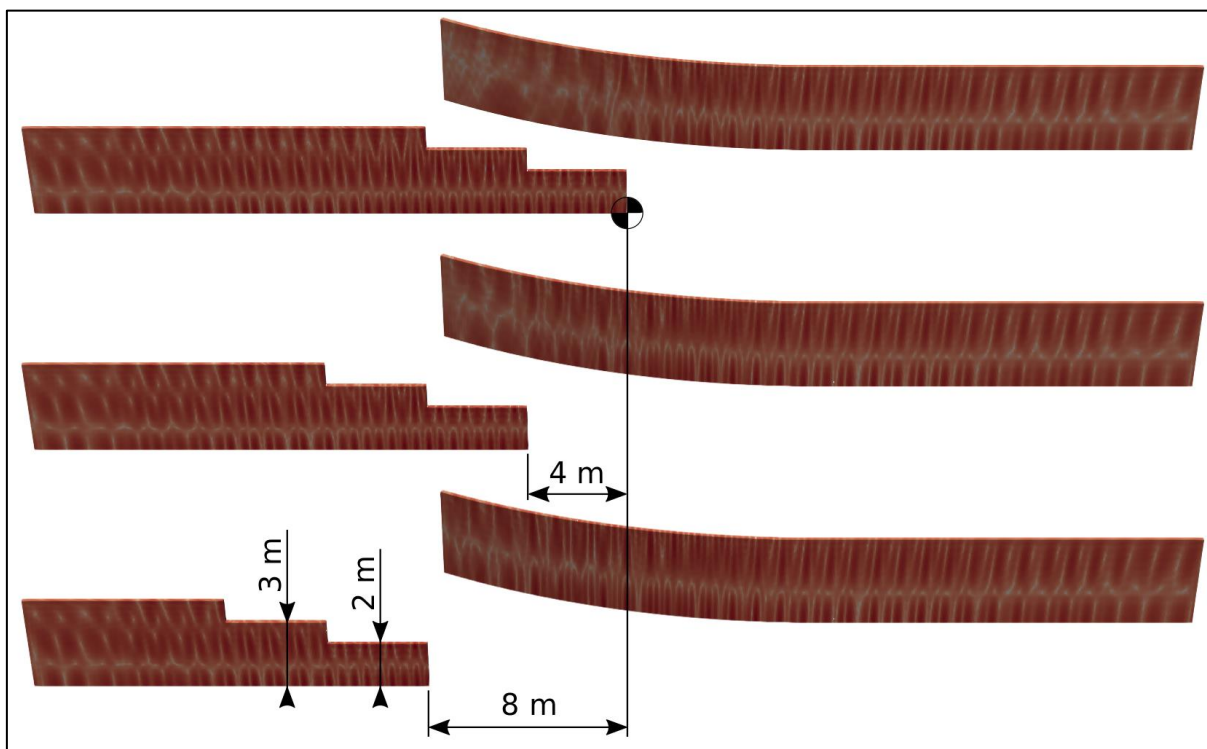


Quelle: AIT

Hier wurde das erste 4 m lange LSW Feld auf eine Höhe von 2 m erniedrigt. Zusätzlich wurden die gleichen Offsets wie bei der „geraden Wand“ von 0 m, 4 m und 8 m angewandt.

Die dritte Variante „langer Übergang“ (Abbildung 36) verlängert diesen Höhenverlauf auf zwei LSW Felder, mit 2 bzw. 3 m Höhe.

Abbildung 36: Variante „langer Übergang“

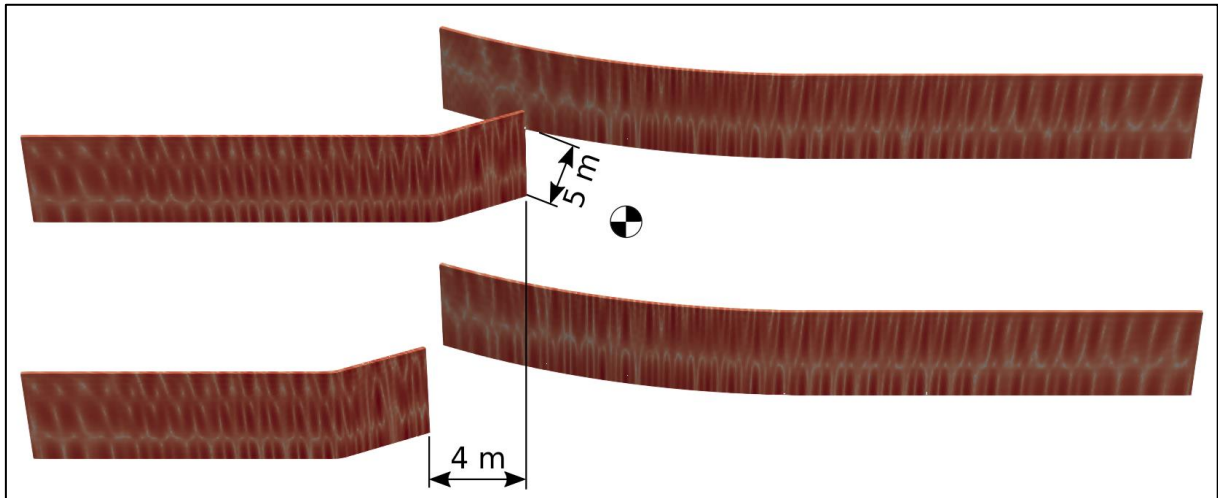


Quelle: AIT

Hier wurde zusätzlich zum ersten LSW Feld nach dem Trenninselspitz auch das Zweite auf 3 m erniedrigt.

Bei den letzten beiden Varianten wurde das LSW Feld direkt hinter dem Trenninselspitz einmal um 30 Grad, Variante „Knick 30 Grad“ (Abbildung 37), und einmal um 45 Grad, Variante „Knick 45 Grad“ (Abbildung 38), von der Fahrbahn weg geknickt. Bei diesen beiden Varianten war es nicht möglich die LSW hinter dem Trenninselspitz vom ursprünglichen Nullpunkt ausgehen zu lassen, da diese die Abfahrt blockieren würden. Deshalb wurde die Wand in der ersten Variation in Fahrrichtung verschoben um einen Mindestabstand zwischen den Wänden von 5 m sicher zu stellen. In der zweiten Variation wurde die LSW nach der Abfahrt um weitere 4 m in Fahrrichtung verschoben.

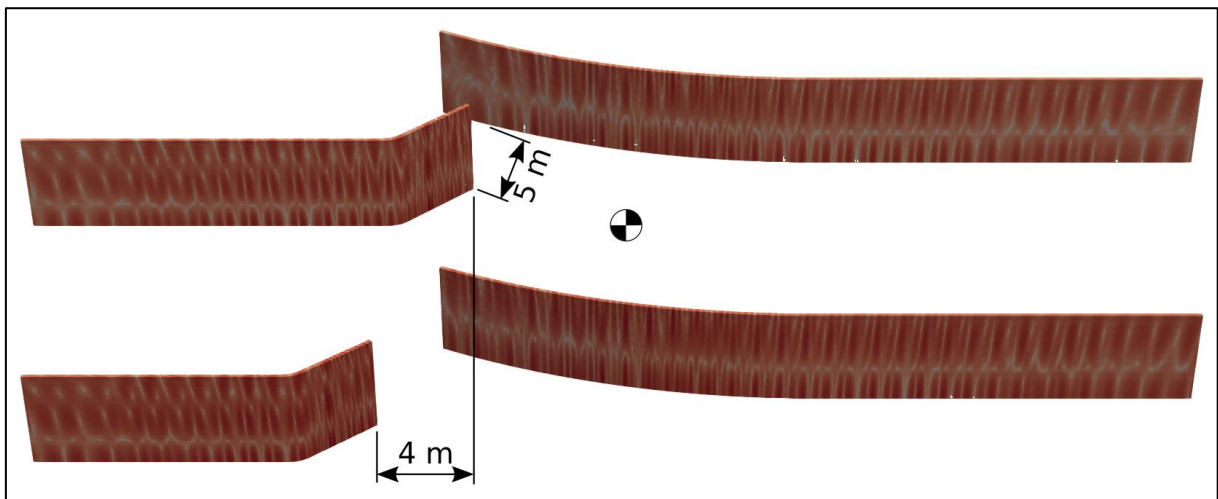
Abbildung 37: Variante „Knick 30 Grad“.



Quelle: AIT

Hier wurde das erste LSW Feld nach der Abfahrt um einen Winkel von 30 Grad von der Autobahn weggeknickt. Ein Mindestabstand von 5 m wurde zwischen den beiden Wänden eingehalten. Zusätzlich wurde die Wand um noch einmal 4 m versetzt.

Abbildung 38: Variante „Knick 45 Grad“



Quelle: AIT

Hier wurde ebenfalls das erste LSW Feld nach der Abfahrt von der Autobahn weggeknickt. Der Winkel wurde auf 45 Grad erhöht, was eine größere Entfernung vom Nullpunkt erfordert um den Mindestabstand vom 5 m zu erfüllen. Eine weitere Variante mit einem Versatz von 4 m wurde ebenfalls durchgerechnet.

Die folgenden Abbildungen Abbildung 39 bis Abbildung 46 zeigen die Ergebnisse aller Simulationen, sowohl für die einzelnen Geometrievarianten als auch einen Vergleich der besten sechs Varianten.

Auf der x-Achse ist die Mittenfrequenz der jeweiligen Terzbänder aufgetragen und auf der y-Achse der jeweilige Schalleistungspegel L_p . Die Beschriftung der einzelnen Abfahrtsvarianten wurde in den Ergebnisgrafiken mit Piktogrammen realisiert um die Ergebnisse anschaulicher zu gestalten. Um dabei den Höhenverlauf der Lärmschutzwände mit Übergang anzudeuten, wurden dünnere bzw. blassere Linien verwendet. In der Legende ist jede Abfahrtsvariante mit ihrer jeweiligen Einzahlbewertung DL_p beschriftet. Die verschiedenen Varianten sind außerdem absteigend, von der besten Variante ganz oben bis zur schlechtesten Variante ganz unten, sortiert.

Jede Grafik beinhaltet zum Vergleich die Ergebnisse beider Referenzsimulationen „ohne Wand“ bzw. „durchgehende Wand“, da diese die schlechteste bzw. bestmögliche Variante darstellen. Da in jeder Grafik alle Varianten entweder mit der Referenzvariante „ohne Wand“ oder „durchgehende Wand“ verglichen werden, befindet sich immer eine dieser beiden Kurven exakt auf 0 dB, da hier $P = P_{ref}$. Je nachdem mit welcher Referenz der Vergleich in der jeweiligen Grafik erfolgt, sind alle DL_p Werte entweder positiv (Verschlechterung gegenüber „durchgehende Wand“) oder negativ (Verbesserung gegenüber „ohne Wand“).

Abbildung 39 und Abbildung 40 zeigen die L_p Verläufe für die normale Abfahrtsvariante mit gerader Wand. Hier sieht man einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Überdeckung beider Wände und dem zugehörigen DL_p Wert. Außerdem sieht man eine deutlich stärkere Verschlechterung beim Schritt von einem 0 m Offset zu einem 4 m Offset vom Nullpunkt, als vom Schritt 4 m – 8 m. Dies deutet auf eine Nichtlinearität hin, die wahrscheinlich Proportional zum Winkel der direkten Sichtverbindung zwischen Quellen und Bereich außerhalb der Abfahrt ist.

Abbildung 41 und Abbildung 42 zeigen die Ergebnisse für die Varianten mit Höhenverlauf. Hier kann man sehen, dass die jeweiligen Kurven für den „kurzen Übergang“ bzw. „langen Übergang“ Paare bilden, da sie sich nur durch eine relativ kleine Öffnung (1 m Höhenunterschied beim zweiten LSW Feld vom Trenninselspitz) unterscheiden. Ansonsten sieht man auch wieder, dass eine größere Überdeckung besser ist. Dieselbe Nichtlinearität

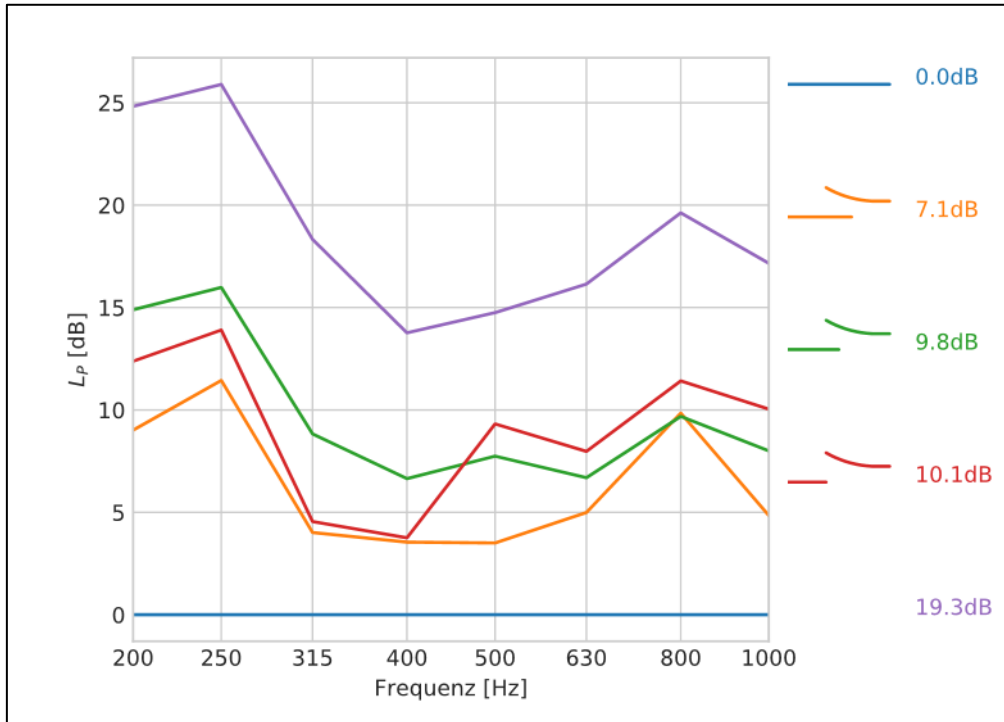
wie bei der „geraden Wand“ ist im Verlauf der DL_p Werte ist ebenfalls sichtbar. Generell kann man eine leichte Verschlechterung gegenüber der „geraden Wand“ beobachten.

Abbildung 43 und Abbildung 44 kann man ebenfalls eine Reihenfolge von größter bis kleinster Überdeckung zwischen den Wänden beobachten. Generell ist die Variante mit niedrigerem Knickwinkel besser, da sie eine größere Überdeckung bei Einhaltung eines Mindestabstands zwischen den Wänden erlaubt.

Die Abbildung 45 und Abbildung 46 zeigen schließlich einen Vergleich der besten Abfahrtsvarianten. Hier ist besonders der doch deutliche Unterschied zwischen der besten geknickten Variante und der besten Variante mit gerader Wand hervorzuheben. Obwohl die geknickte Variante eine niedrigere Überdeckung und in Summe eine kürzere LSW erfordert, ist der DL_p Wert doch deutlich besser. Das ist auf die trotz geringerer Überdeckung, kleinere Querschnittsfläche der Öffnung zwischen den Wänden zurückzuführen.

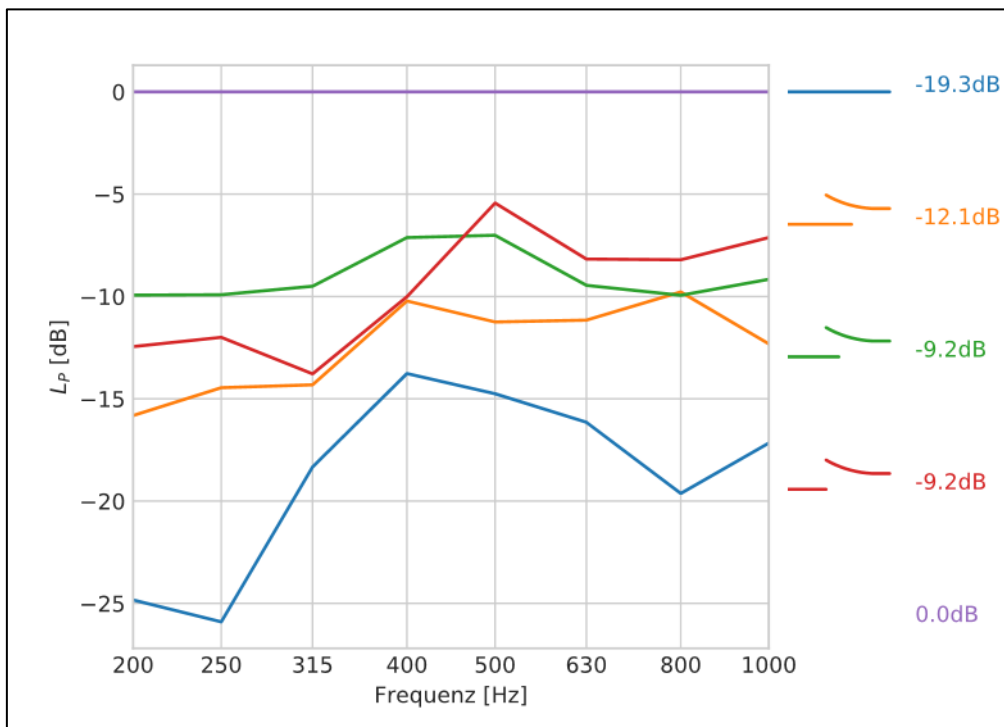
Als generelles Fazit kann man aus den durchgeführten Simulationen (13 Lärmschutzvarianten und 2 Referenzen im Bereich von 200 bis 1000 Hz) schließen, dass es bei der Optimierung von Autobahnabfahrten in erster Linie um eine möglichst geringe Querschnittsfläche des Spalts zwischen den Lärmschutzwänden geht, wobei das theoretische Optimum bei 0 Quadratmeter liegt, was natürlich im Fall einer Ausfahrt keine praktische Anwendung haben kann. Da das theoretische Optimum für die Spaltbreite bei 0 m liegt, muss die tatsächliche Spaltbreite unter Rücksichtnahme auf andere Gesichtspunkte wie z.B. örtliche Gegebenheiten, minimal zulässige Spurbreite, so klein wie möglich gewählt werden. Eine möglichst geringe Querschnittsfläche ist ebenfalls wesentlich wichtiger als der genaue geometrische Verlauf der Lärmschutzwand bzw. die Überdeckung der beiden Wände. Hier ist insbesondere die geknickte Variante mit dem kleineren Spalt hervorzuheben (siehe Abbildung 37), die bei kleiner Überdeckung sogar einen besseren Wert liefert als die gerade Wand mit größerer Überdeckung. Des Weiteren sind Varianten mit Höhenverlauf, sofern nicht aus anderen Gründen erforderlich, lärmschutztechnisch nicht zu empfehlen, da sie generell eher zu einer Verschlechterung der Lärmschutzwirkung führen.

Abbildung 39: Ergebnisse für Variante „gerade Wand“ bezogen auf eine durchgehende Wand



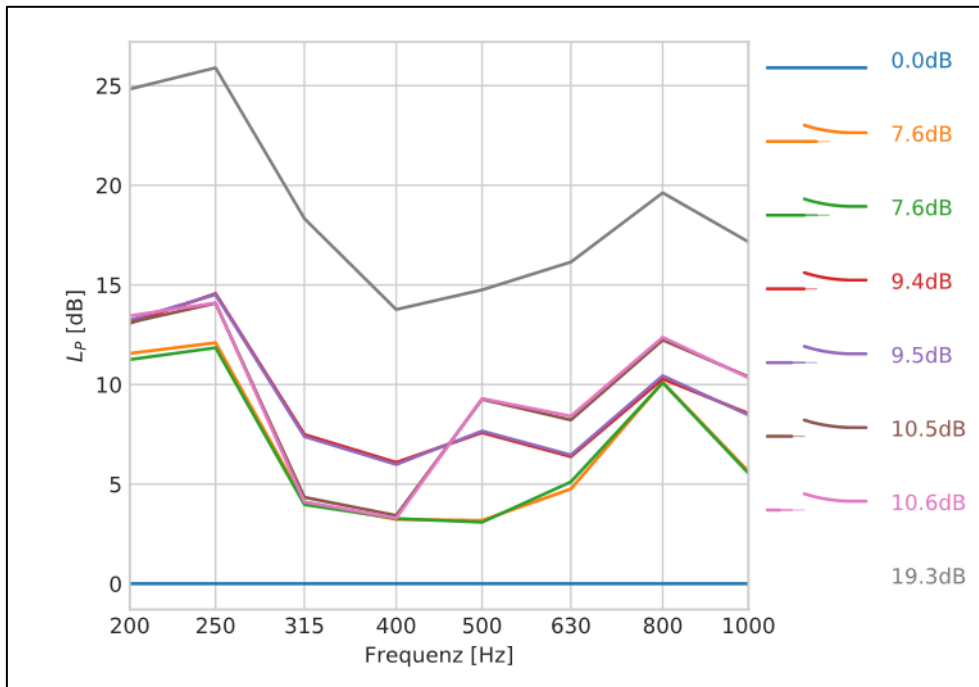
Quelle: AIT

Abbildung 40: Ergebnisse für Variante „gerade Wand“ bezogen auf die Referenz ohne Wand



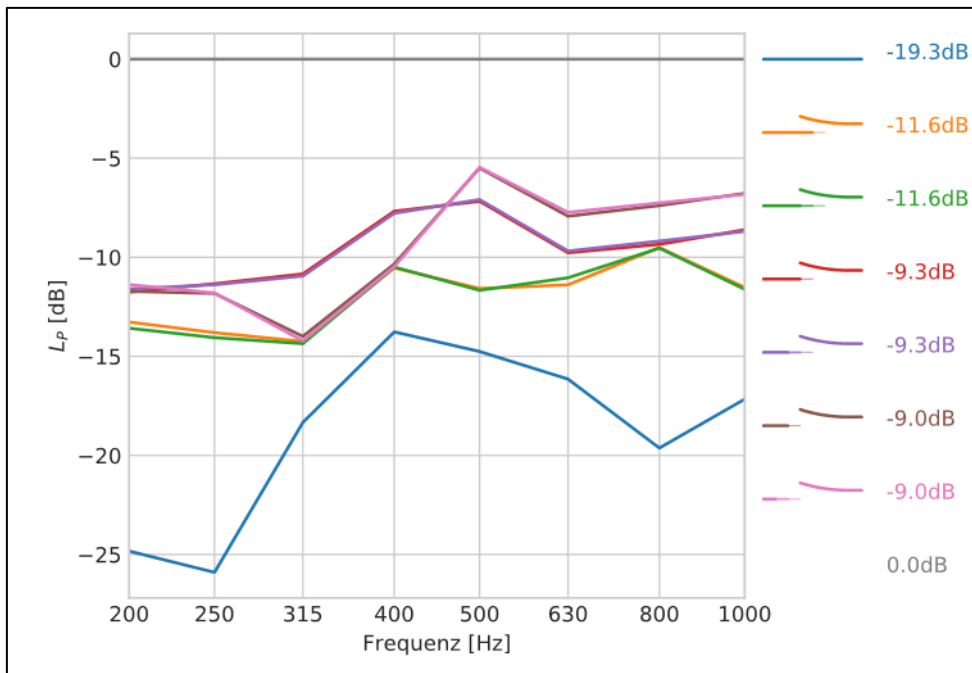
Quelle: AIT

Abbildung 41: Ergebnisse für die Varianten „kurzer Übergang“ und „langer Übergang“
bezogen auf eine durchgehende Wand



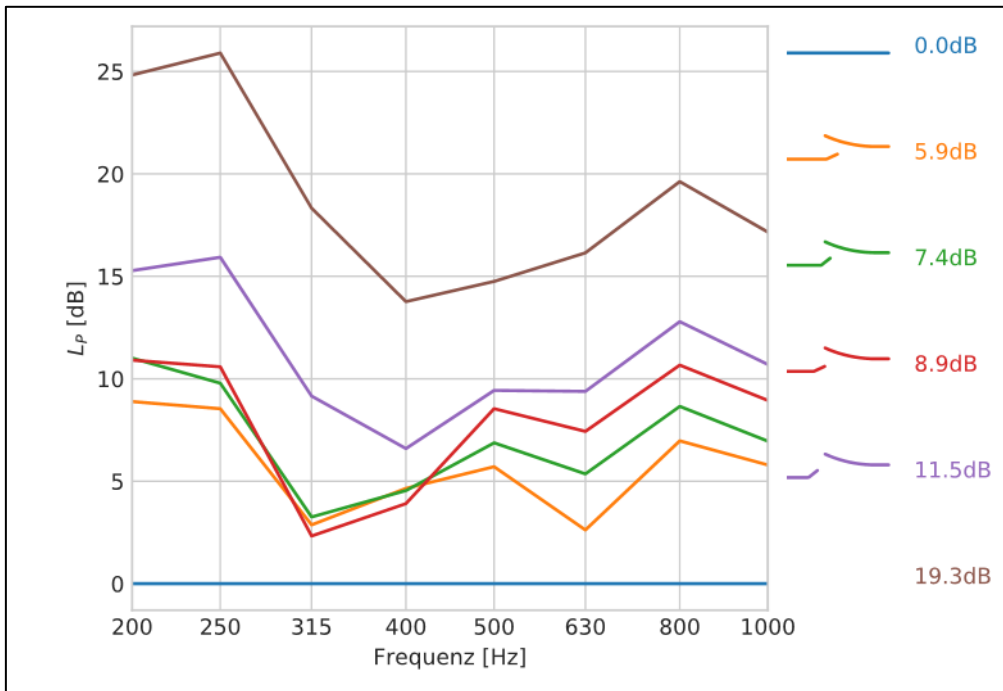
Quelle: AIT

Abbildung 42: Ergebnisse für die Varianten „kurzer Übergang“ und „langer Übergang“
bezogen auf die Referenz ohne Wand



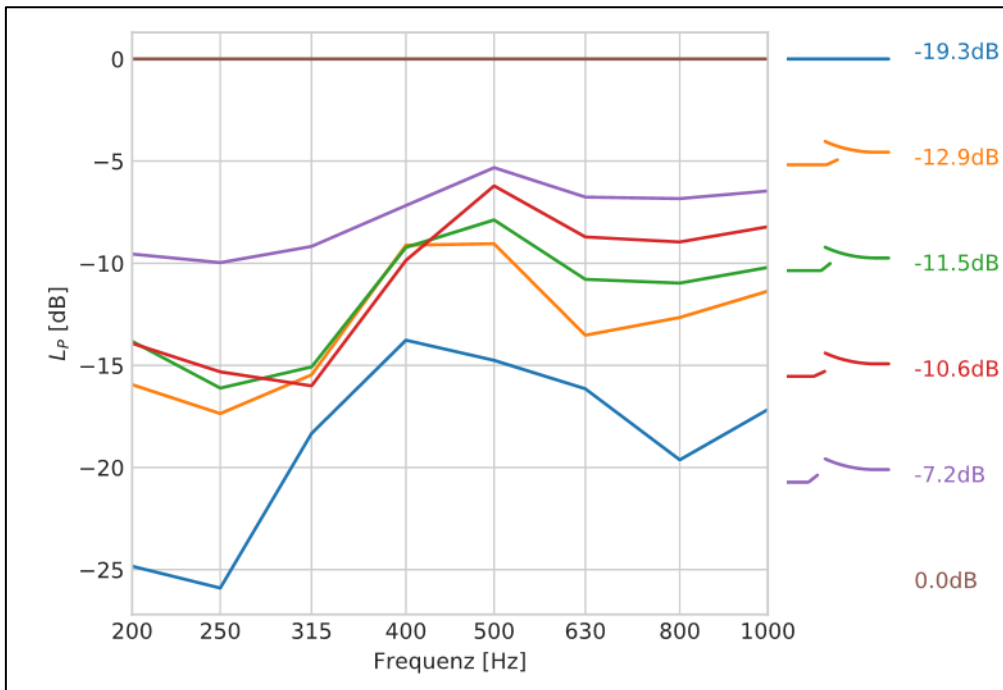
Quelle: AIT

Abbildung 43: Ergebnisse für die Varianten „Knick 30 Grad“ und „Knick 45 Grad“ bezogen auf eine durchgehende Wand



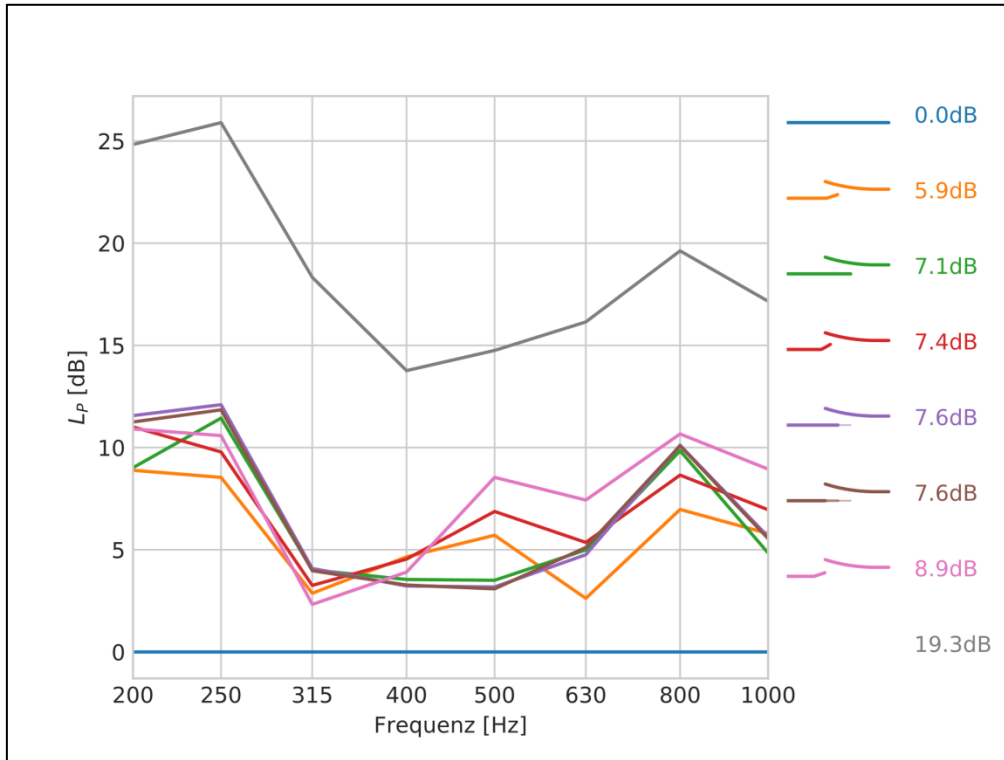
Quelle: AIT

Abbildung 44: Ergebnisse für die Varianten „Knick 30 Grad“ und „Knick 45 Grad“ bezogen auf die Referenz ohne Wand



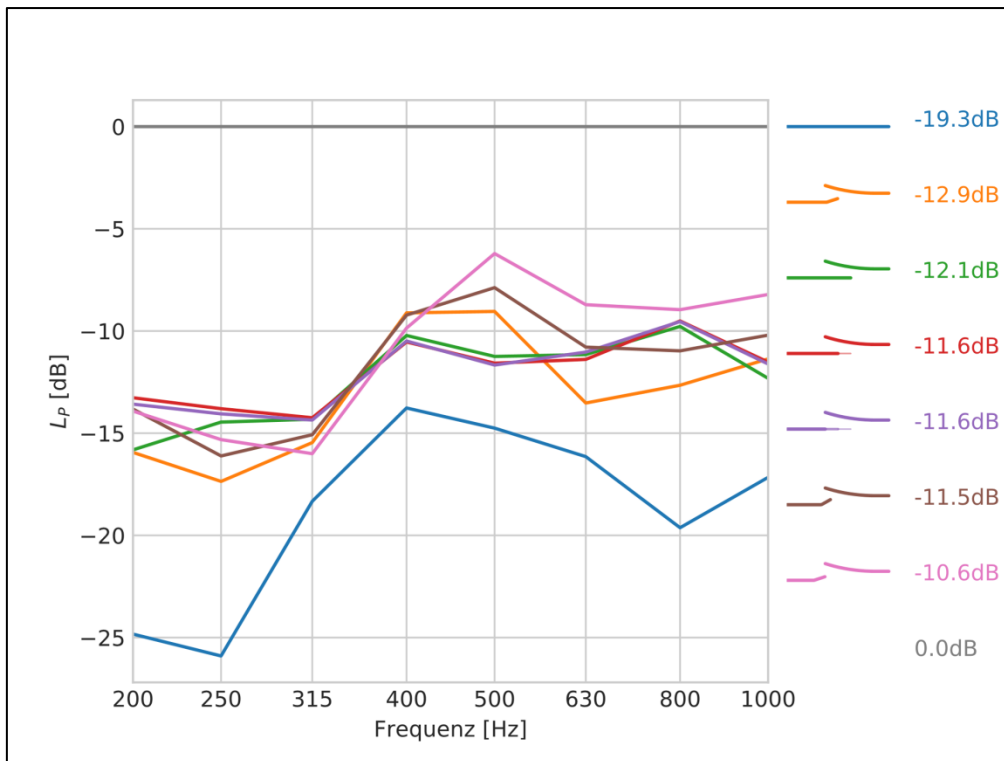
Quelle: AIT

Abbildung 45: Top 6 aller Varianten bezogen auf eine durchgehende Wand



Quelle: AIT

Abbildung 46: Top 6 aller Varianten bezogen auf die Referenz ohne Wand

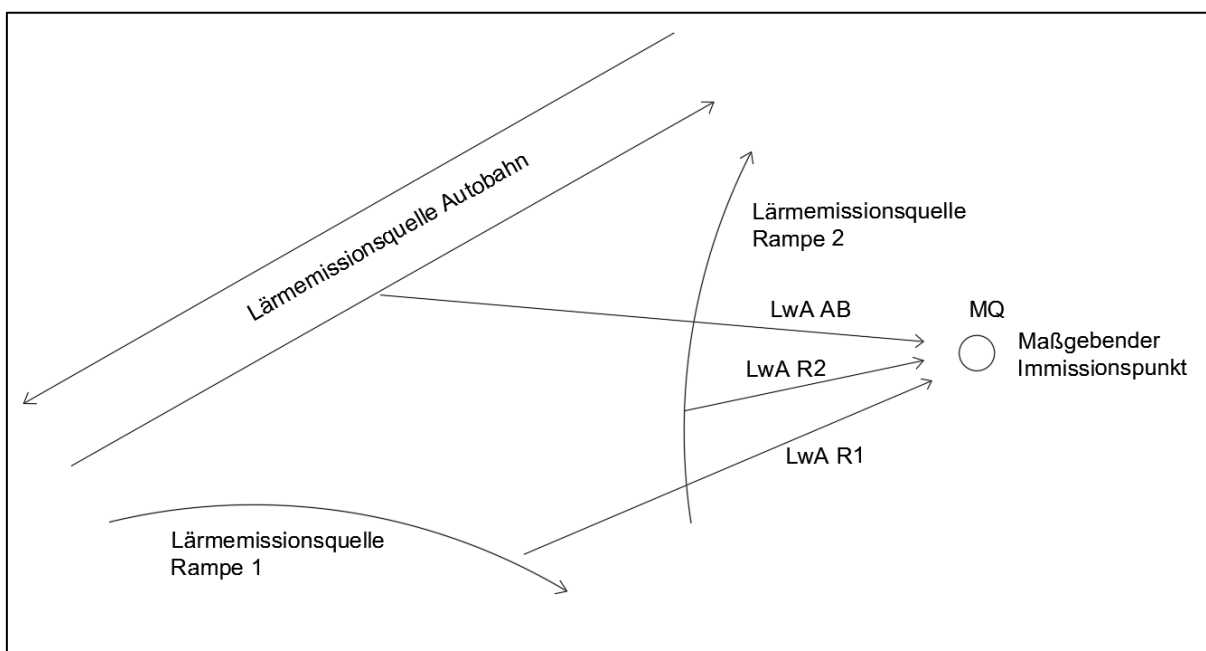


Quelle: AIT

5.2 GENERELLE LÄRMUNTERSUCHUNG

Die Summe mehrerer Lärmemissionslinienquellen im Bereich der Anschlussstelle (in der Systemskizze werden beispielhaft drei Lärmquellen dargestellt) ergeben die verkehrsbedingten Lärmimmissionen bei dem beispielhaft gewählten Immissionspunkt. Bei Überschreitung der Grenzwerte Tag/Abend/Nacht sind Maßnahmen entsprechend der Wirtschaftlichkeitsabgrenzung der Dienstanweisung (z.B. aktive Lärmschutzwände oder passive Maßnahmen wie Lärmschutzfenster) vorzunehmen.

Abbildung 47: Systemskizze - Lärmemissionsquellen und Immissionspunkte an Autobahnen



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Bei der überwiegenden Zahl der Anschlussstellen sind die Verkehrsstärken und damit auch die Lärmemissionen der Autobahn bzw. Schnellstraße gravierend höher als auf den Rampen. Wenn der Lärmpegelanteil der Autobahn am Immissionspunkt deutlich unter den Grenzwerten liegt, ist es möglich bei den Rampen mit keinen oder geringen Lärmschutzwänden (wenn diese nicht hoch belastet sind) die Grenzwerte zu unterschreiten.

Eine Optimierungsaufgabe liegt in der Wahl zweckmäßiger aktiver Lärmschutzmaßnahmen (insbesondere Wände und Dämme) sowohl aus Sicht der Wirkung als auch der Kosten.

Aufgrund der hohen Verkehrsstärken ist die lärmtechnische Absicherung der Hauptfahrbahnen an Autobahnen und Schnellstraßen am wesentlichsten. Eine über die Lärmnutzungswirkung der angrenzenden Strecken der Hauptfahrbahn wird als sinnvoll angesehen. Damit können zumindest teilweise die Lärmemissionen der Rampen kompensiert werden oder im Bereich der Rampen Alternativen, wie z.B. Wälle oder begrünte Böschungen, die sich wesentlich besser ins Landschaftsbild als Wände einfügen, möglich werden.

In vielen Fällen ist eine Erhöhung der Lärmabschirmungswirkung des Autobahnbereichs gegenüber den angrenzenden Bereichen sinnvoll. Dies kann durch Anpassungen der Wandhöhen, der Längen und der Schalldämmwerte der Wände, aber auch mit gekrümmten Systemen oder Wänden mit zwei Beugungskanten erfolgen.

Für die einzelnen Anwendungsfälle sind jedenfalls detaillierte Lärmanalysen erforderlich. Aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren sowie die Lage der Immissionspunkte zu den Lärmquellen, Topographie, Verkehrsstärken etc. sind allgemein gültige Anwendungsempfehlungen nicht ableitbar.

5.3 VARIANTENVERLEICH LÄRMSCHUTZ

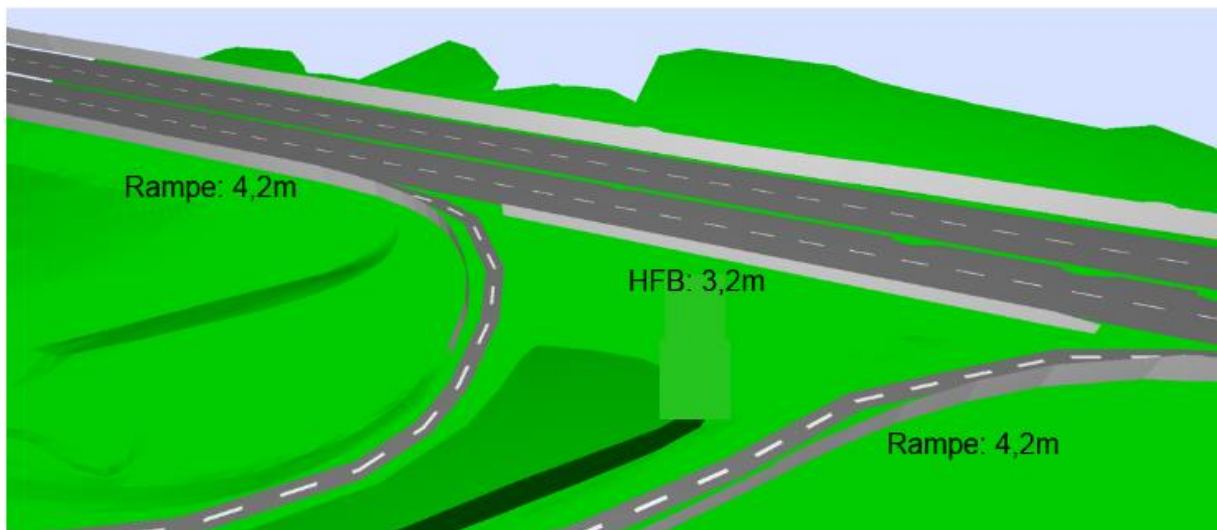
Tabelle 18: Übersicht Varianten

Variante	Lärmschutzwand Hauptfahrbahn	Lärmschutzwand Rampen
1	Höhe 3,2 m	Höhe: 4,2 m
2	Verkürzt um 15 m Höhe gleich	Lage und Höhe gleich
3	Keine Lärmschutzwand	Lage und Höhe gleich
4	Verlängert um 60 m Höhe 4,0 m	Lage und Höhe gleich
5	Verlängert um 30 m (Ri Rampe) Höhe gleich	Lage und Höhe gleich
6	Keine Lärmschutzwand	Lage gleich Höhe 7,2 m
7	Abgewinkelte Anfangselemente Höhe gleich	Lage und Höhe gleich
8	Verlängert um 60 m Höhe 4,0 m Gekrümmte Lärmschutzwand	Lage und Höhe gleich
9	Verlängert um 60 m Höhe 6,0 m Zwei Beugungskanten	Lage und Höhe gleich

Quelle: AIT

In den folgenden Abbildungen sind unterschiedliche Varianten (Höhe, Länge, Lage) von Lärmschutzwänden entlang der Hauptfahrbahn und Rampe dargestellt. Diese dienen als Untersuchungsbeispiele für die Berechnungen für die Untersuchungsbereiche. In Variante 1 ist eine Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn mit 3,2 m Höhe sowie Lärmschutzwände an den Rampen mit 4,2 m Höhe dargestellt (siehe Abbildung 48).

Abbildung 48: Variante 1 – typische Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Variante 2 zeigt eine beidseitige Verkürzung der Lärmschutzwand um 15 m an der Hauptfahrbahn. Diese Lärmschutzwand besitzt eine Höhe von 3,2 m. Die Lärmschutzwand entlang der Rampe besitzt dieselbe Lage und Höhe, wie in Variante 1 (siehe Abbildung 49).

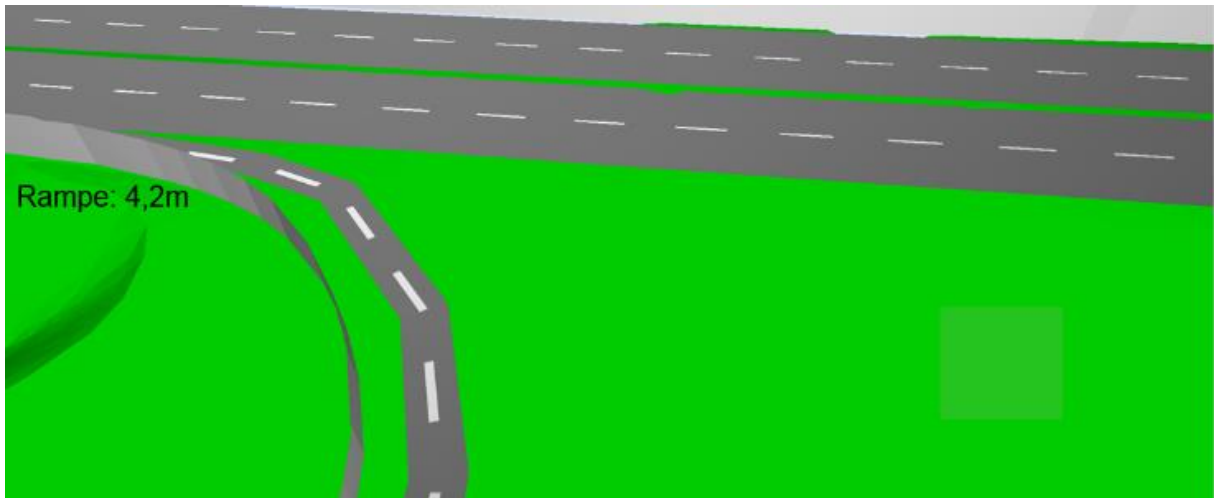
Abbildung 49: Variante 2 – Verkürzte Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

In Variante 3 ist keine Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn angebracht, die Lärmschutzwand im Rampenbereich besitzt 4,2 m Höhe und dieselbe Lage, wie in den vorangehenden vorgestellten Varianten (siehe Abbildung 50).

Abbildung 50: Variante 3 – keine Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Variante 4 stellt die Verlängerung der Lärmschutzwand von 60 m auf beiden Seiten dar. Zusätzlich wurde die Lärmschutzwand zum Fahrbahnrand versetzt und besitzt eine Höhe von 4,0 m. Die Lärmschutzwände in den Rampenbereichen sind gleich zu den vorangehenden Varianten (siehe Abbildung 51).

Abbildung 51: Variante 4 – Verlängerte Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

In Variante 5 wurde die Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn um 30 m beidseitig durch Anwinkeln verlängert. Sie besitzt eine Höhe von 3,2 m. Die Lärmschutzwände entlang der Rampen sind in Läng, Lage und Höhe gleichgeblieben (siehe Abbildung 52).

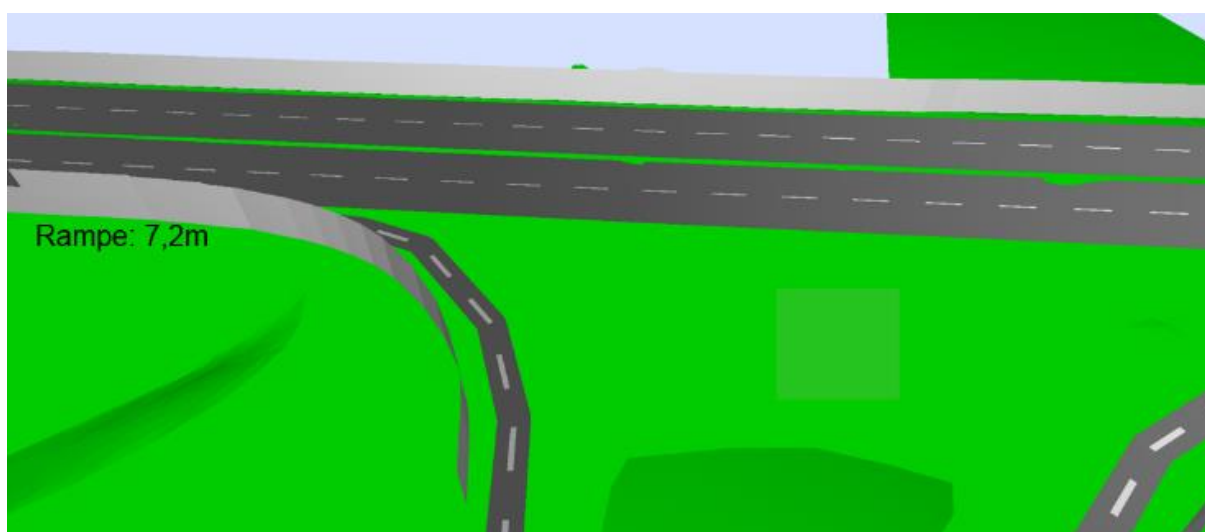
Abbildung 52: Variante 5 – Angewinkelte Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Variante 6 zeigt keine Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn, dafür eine Erhöhung um 3,0 m der Lärmschutzwände entlang der Rampen. Die Gesamthöhe misst nun 7,2 m. Die Länge und Lage haben sich nicht verändert (siehe Abbildung 53).

Abbildung 53: Variante 6 – Kein Lärmschutz an HFB, erhöhte Lärmschutzwand an Rampen



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

In der folgenden Variante 7 wurde die Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn beidseitig angewinkelt. Das angewinkelte Stück der Lärmschutzwand wurde aufsteigend errichtet. Die Höhe beträgt 3,2 m. Entlang der Rampenbereiche sind Lärmschutzwände mit einer Höhe von 4,2 m dargestellt (siehe Abbildung 54).

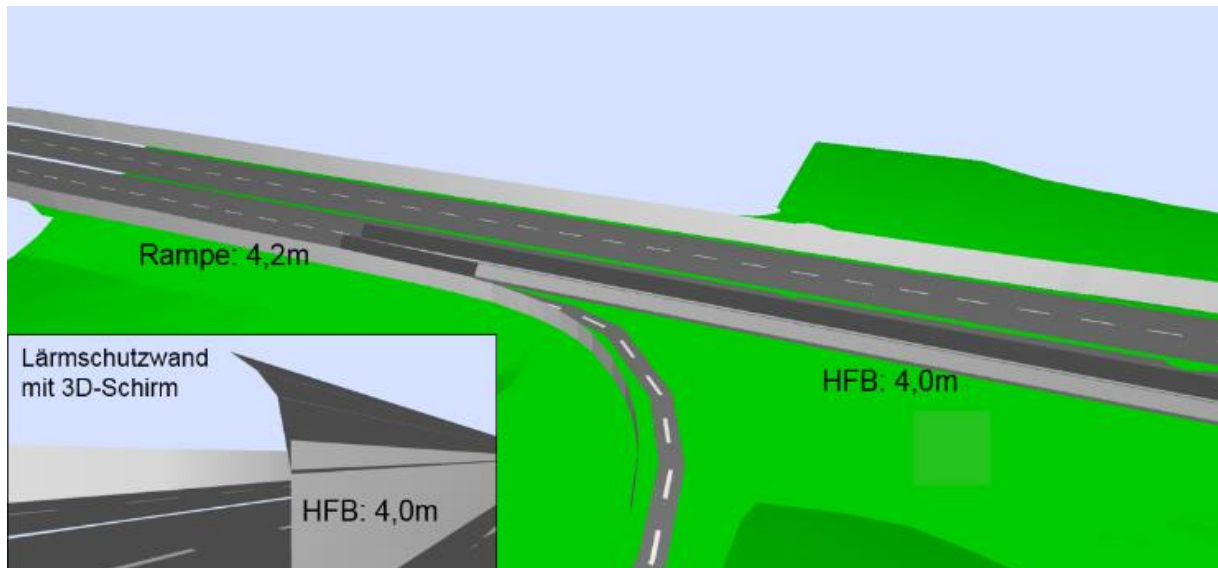
Abbildung 54: Variante 7 – Aufsteigend angewinkelte Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die folgende Variante 8 zeigt eine beidseitige Verlängerung der Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn um 60 m. Die Wände sind abgerundet (Lärmschutzwand mit 3D-Schirm) und haben eine Höhe von 4,0 m, wobei die Abrundung hinzugerechnet werden muss. Die Lärmschutzwände entlang der Rampen wurden ebenfalls abgerundet und besitzen eine Höhe von 4,2 m. Auch hier muss die Abrundung hinzugerechnet werden (siehe Abbildung 55).

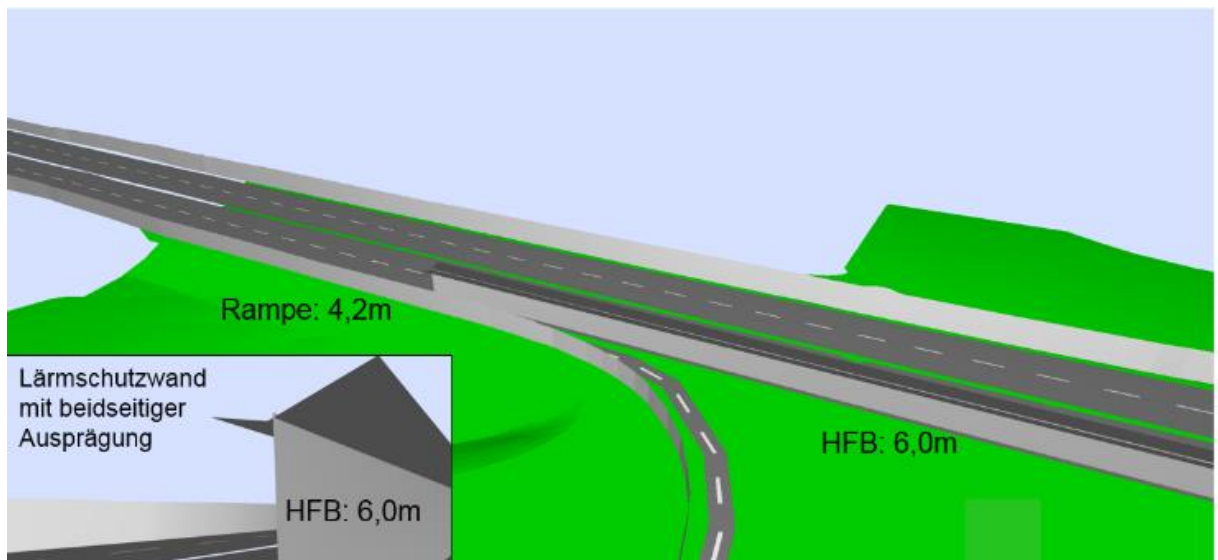
Abbildung 55: Variante 8 – Abgerundete Lärmschutzwand an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die letzte Variante 9 zeigt eine Lärmschutzwand mit beidseitiger Ausprägung (doppelte Beugungskante) im Bereich der Hauptfahrbahn. Diese wurde um 60 m beidseitig verlängert. Die Lärmschutzwand besitzt eine Höhe von 6,0 m + Profil. Die Lärmschutzwand im Rampenbereich ist 4,2 m hoch (siehe Abbildung 56).

Abbildung 56: Variante 9 – Lärmschutzwand mit doppelter Beugungskante an HFB



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

5.4 DIFFERENZLÄRMKARTEN

Im Folgenden werden die Varianten 2 bis 9 am Beispiel einer virtuellen Anschlussstelle dargestellt und mit variierenden Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn und im Rampenbereich mit der Variante 1 (typische Lärmschutzmaßnahme) an mehreren Messpunkten verglichen. Die Vergleiche werden mittels Differenzlärmkarten dargestellt.

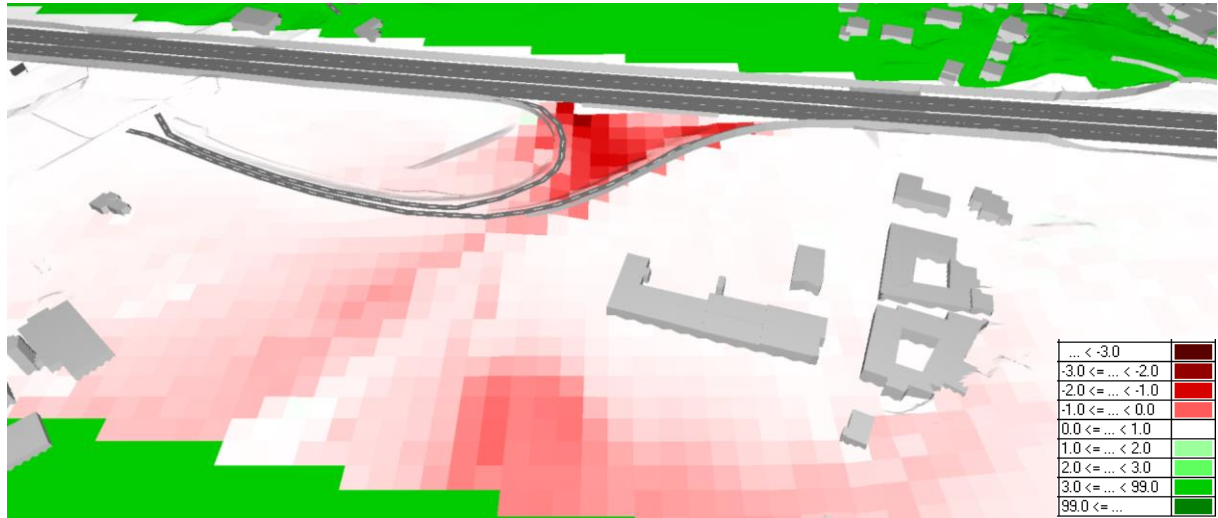
Die schwache Rampenbelastung (Szenario 1) wurde mit einer Verkehrsstärke von 1.835 Kfz/h mit einem Schwerverkehrsanteil von 21 % auf der Hauptfahrbahn und eine Verkehrsstärke von 150 Kfz/h und 7 % Schwerverkehrsanteil im Rampenbereich definiert.

Eine hohe Rampenbelastung ist im Szenario 2 definiert, hier wurde von einer Verkehrsbelastung auf der Hauptfahrbahn mit 1.200 Kfz/h mit einem Schwerverkehrsanteil von 21 % ausgegangen und auf der Rampe 600 Kfz/h mit 7 % Schwerverkehrsanteil definiert.

Die Farbskala in den folgenden Abbildungen bildet im Vergleich der Varianten 2 - 9 mit der Variante 1 (typische Lärmschutzmaßnahme) eine negative Veränderung in rot, sowie eine positive Veränderung in grün ab. Eine unveränderte Lärmausbreitung im Variantenvergleich zeigt sich in der Farbe weiß dar.

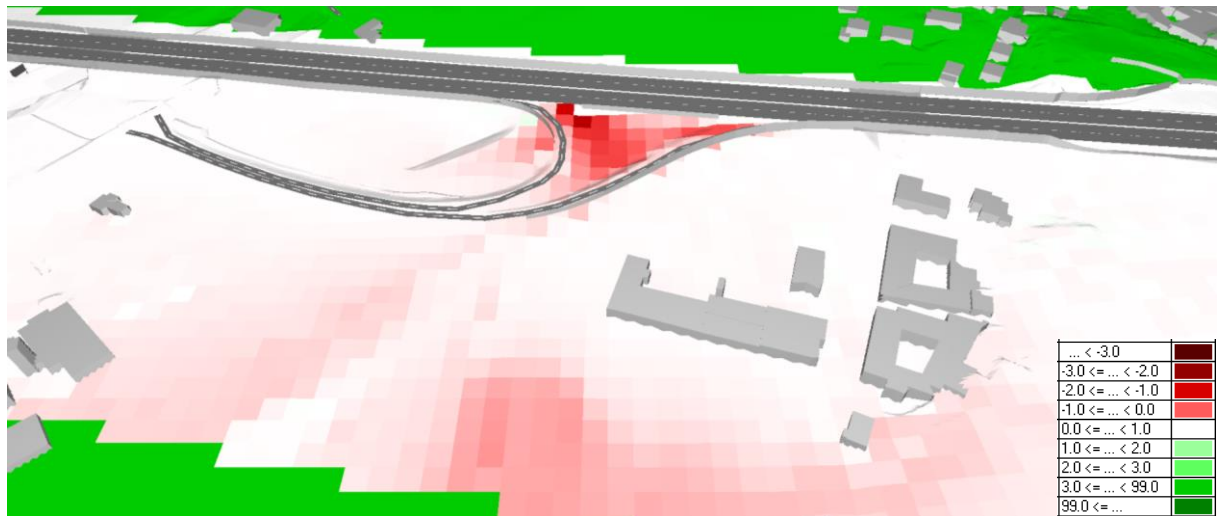
Die Variante 2 mit einer beidseitig verkürzten Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn, weist im Vergleich der beiden Szenarien hinsichtlich der unterschiedlichen Rampenbelastungen nur geringe Unterschiede in der Lärmbelastung auf. Bei einer schwachen Rampenbelastung wirkt sich die Lärmausbreitung zwischen den beiden Rampen und auf das unmittelbar angrenzende Gebiet etwas stärker aus. Dies zeigt sich auch im Bereich zwischen den Rampen Auf- bzw. Abfahrten, da durch die Verkürzung der Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn deutlich mehr Lärmemissionen von der Hauptfahrbahn strahlen. Im Vergleich zu Variante 1 mit typischen Lärmschutzmaßnahmen ist hier eine Verschlechterung zu erkennen (siehe Abbildung 57).

Abbildung 57: Variante 2 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

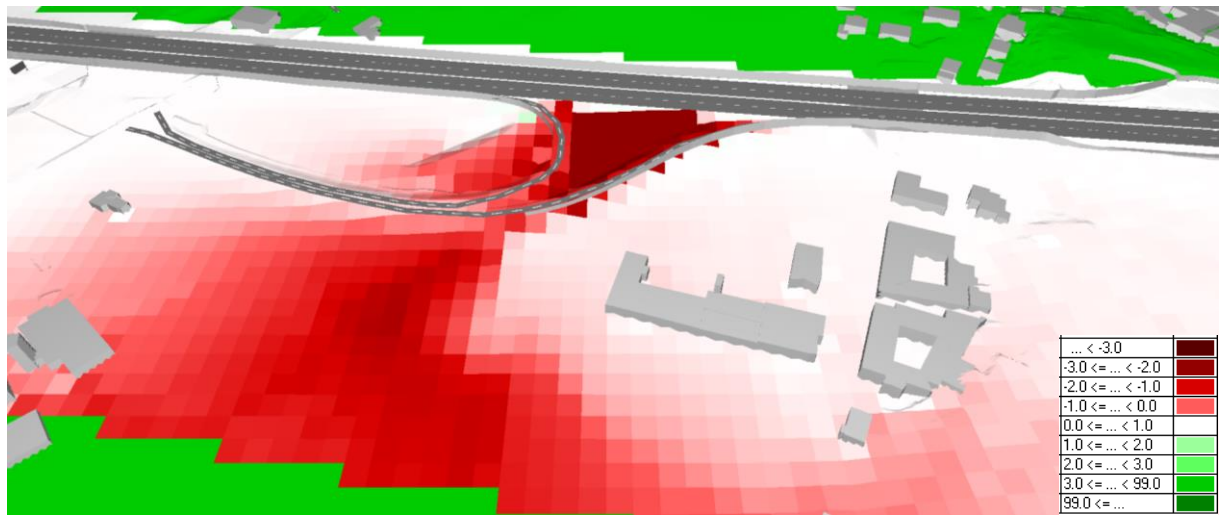
Abbildung 58: Variante 2 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

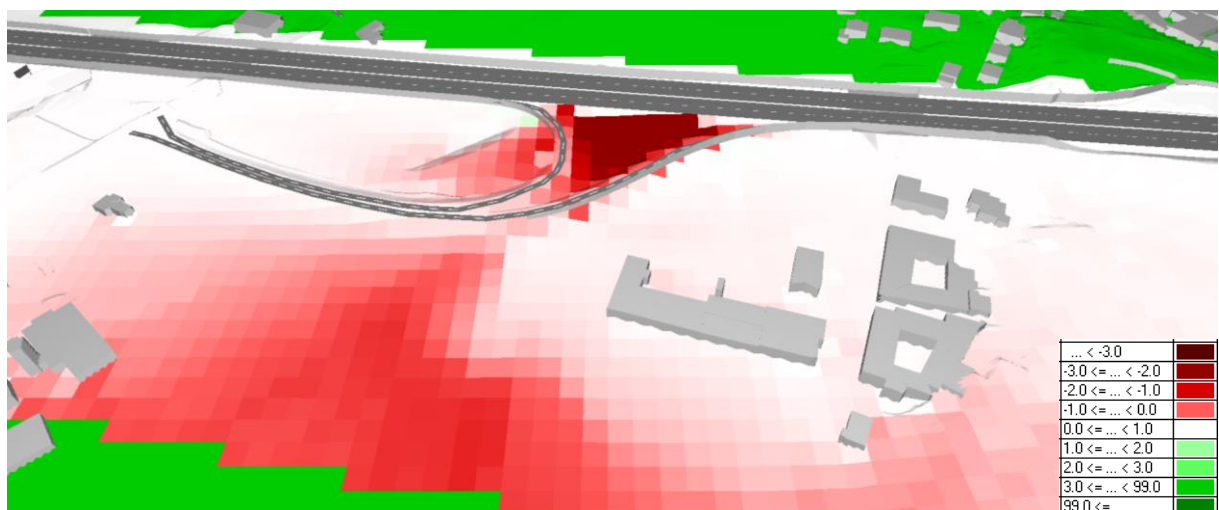
Die Variante 3 ohne Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn zeigt eine deutliche Lärmausbreitung in das angrenzende Gebiet. Bei einer schwachen Rampenbelastung (Szenario 1) ist die Lärmausbreitung deutlich stärker als im Szenario 2 der hohen Rampenbelastung. Somit zeigt sich eine deutliche Verschlechterung hinsichtlich der Lärmausbreitung im Vergleich zu Variante 1 (siehe Abbildung 59).

Abbildung 59: Variante 3 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

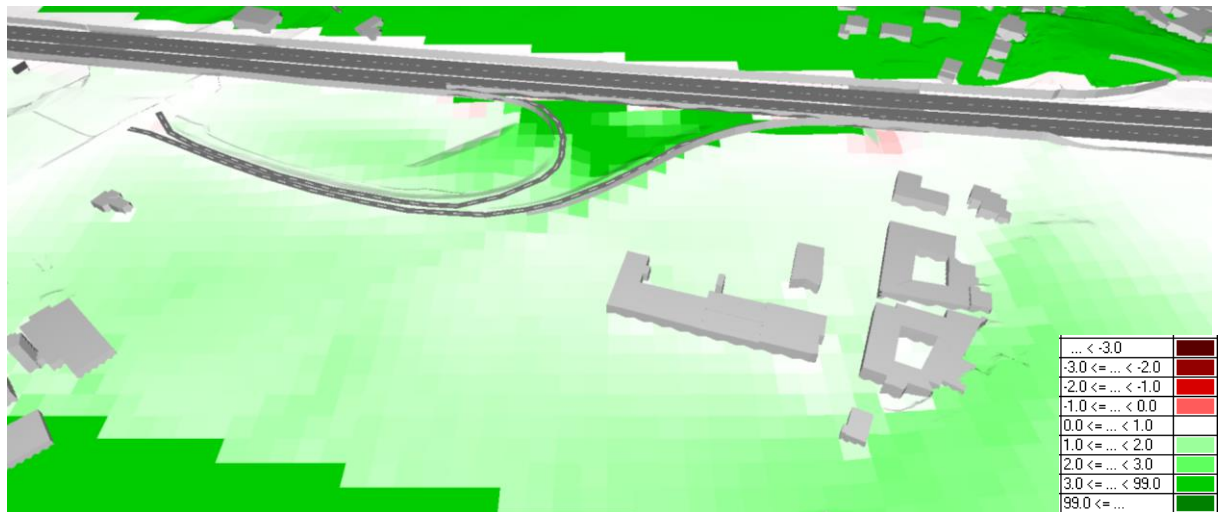
Abbildung 60: Variante 3 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

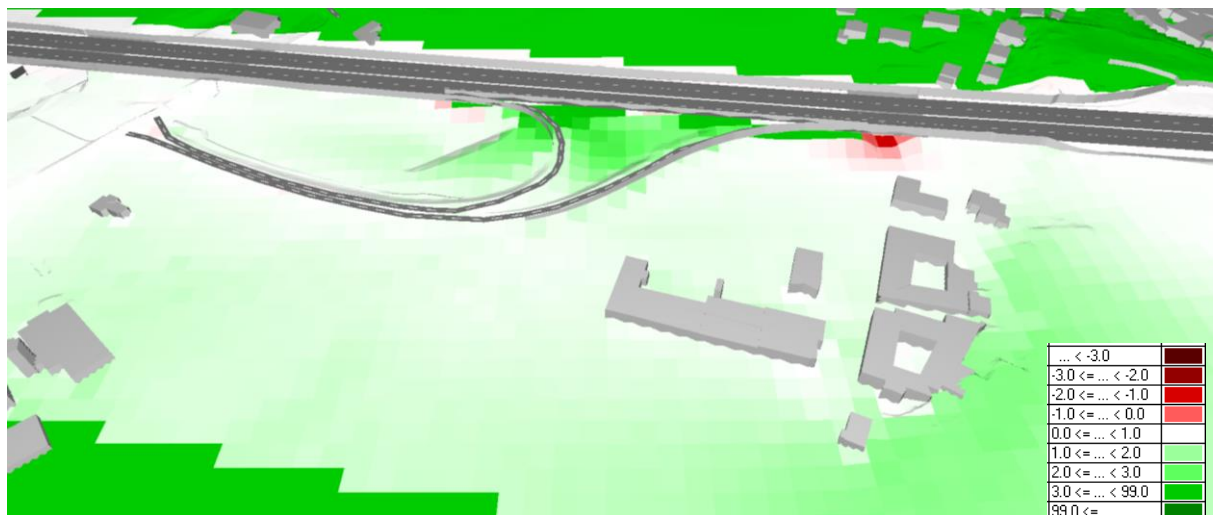
In Variante 4 wurde die Lärmschutzwand beidseitig um 60 m verlängert, sowie zum Fahrbahnrand versetzt. Hier zeigt sich eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Lärmausbreitung in die Umgebung im Vergleich zu Variante 1 (siehe Abbildung 61). Es ist zu erkennen, dass bei einer schwachen Rampenbelastung (Szenario 1) die Lärmausbreitung deutlich geringere Lärmpegelwerte aufweist als bei Szenario 2 mit einer hohen Rampenbelastung (siehe Abbildung 62).

Abbildung 61: Variante 4 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

Abbildung 62: Variante 4 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

In der Variante 5 ist die Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn beidseitig angewinkelt und um 30 m verlängert. Es ist gut zu erkennen, dass sich der Lärm im Bereich zwischen den beiden Rampen ausbreitet, jedoch eine Verbesserung im Vergleich zu Variante 1 mit typischen Lärmschutzmaßnahmen entsteht (siehe Abbildung 63). Im angrenzenden Gebiet bleibt die Lärmausbreitung ident zu Variante 1.

Abbildung 63: Variante 5 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

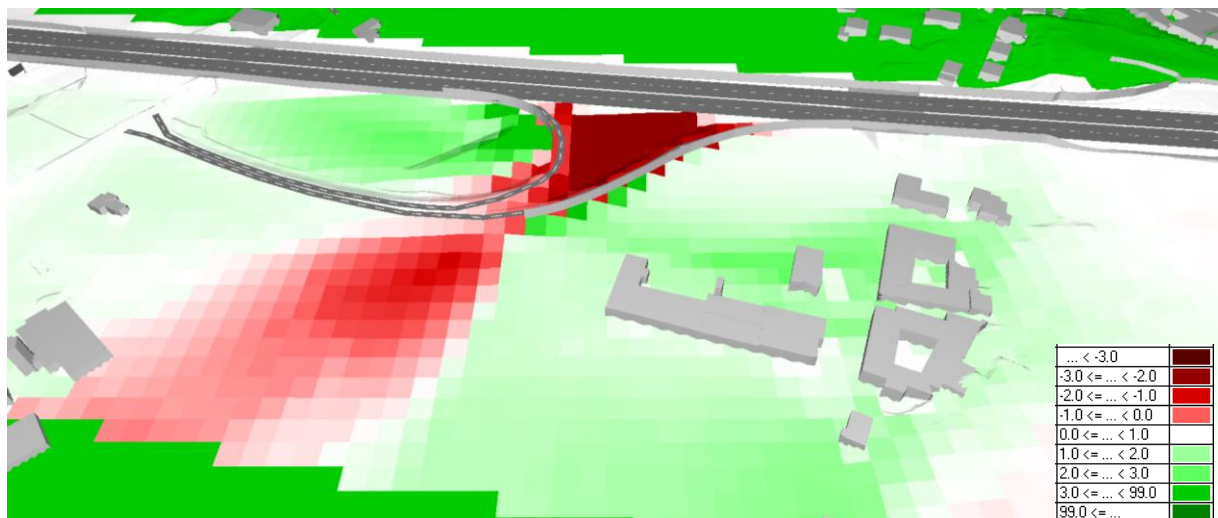
Abbildung 64: Variante 5 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

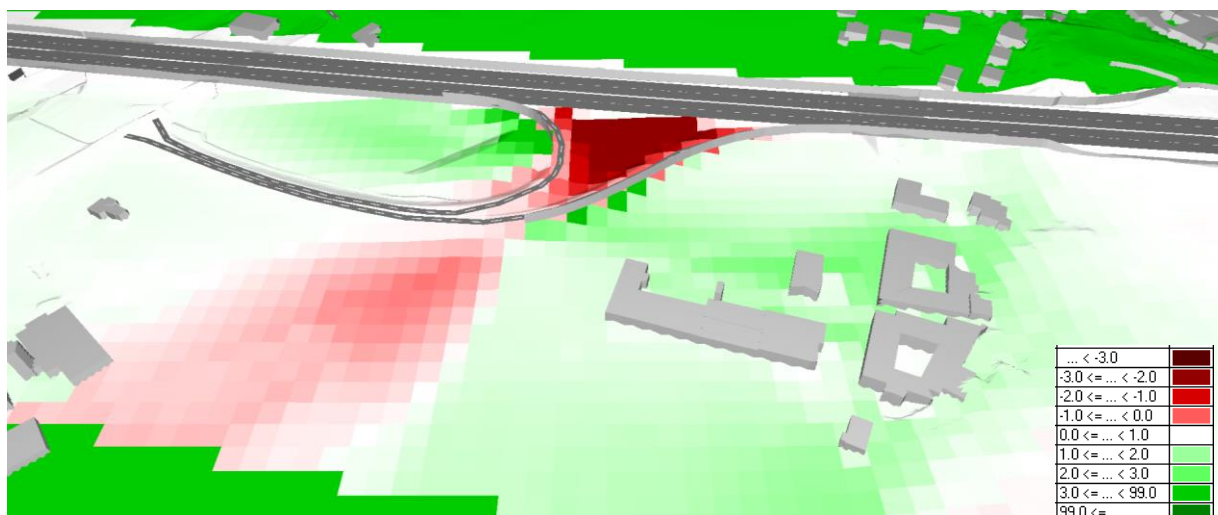
In der Variante 6 ist keine Lärmschutzwand im Bereich der Hauptfahrbahn vorhanden. Hierbei zeigt sich eine deutliche Lärmausbreitung im Vergleich zu Variante 1 zwischen den Rampen und im senkrechten Verlauf zur Hauptfahrbahn (siehe Abbildung 65). Die Lärmschutzwände entlang der Rampen wurden auf 7,2 m erhöht. Dadurch zeigt sich eine verbesserte Lärmausbreitung auf das angrenzende Gebiet im Vergleich zu Variante 1 (siehe Abbildung 66).

Abbildung 65: Variante 6 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

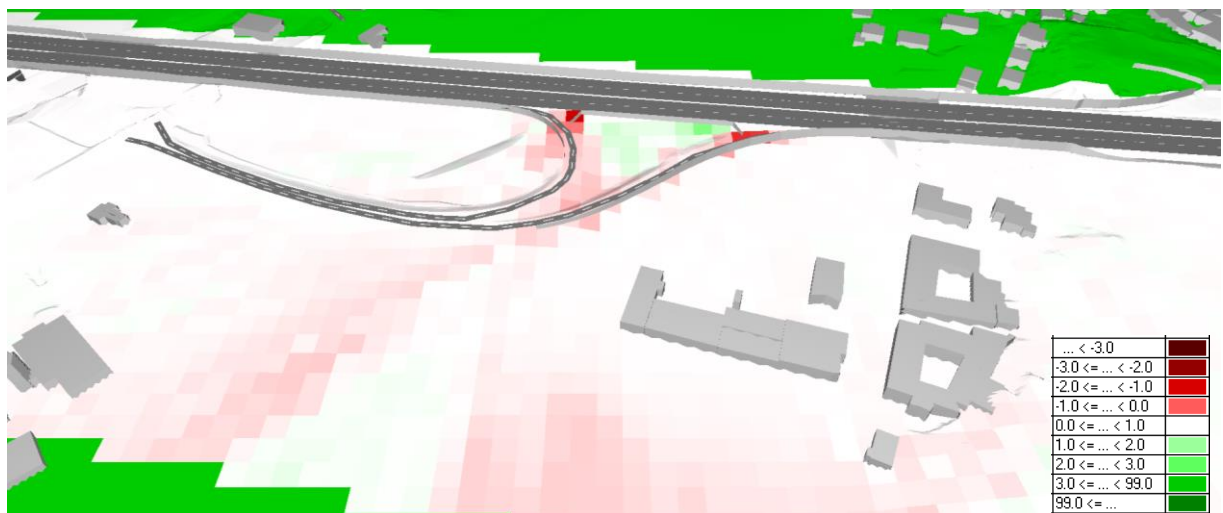
Abbildung 66: Variante 6 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

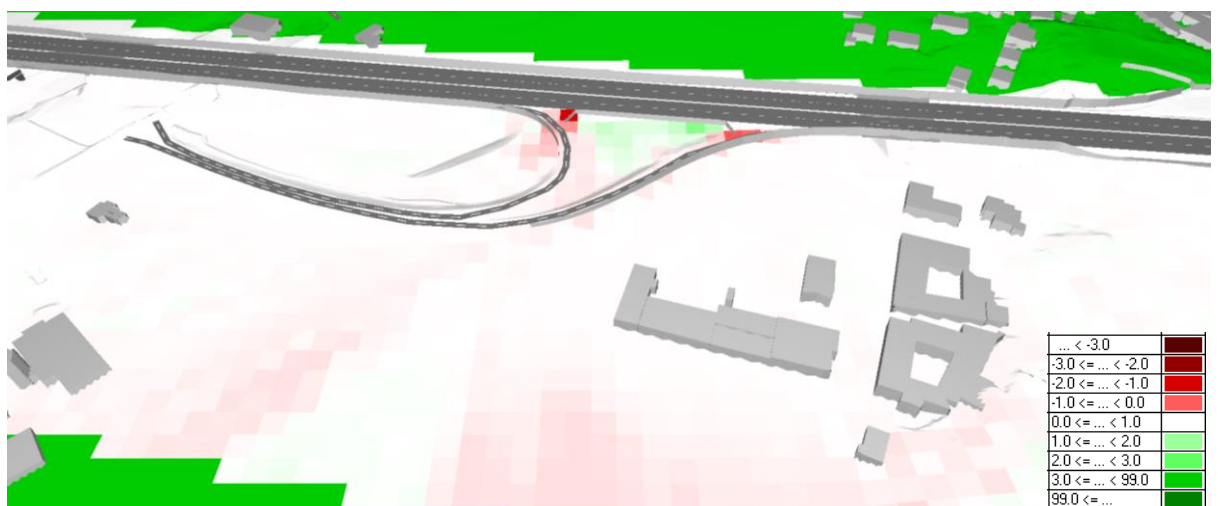
Die Variante 7 mit einer aufsteigend angewinkelten Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn mit einer Höhe von 3,2 m sowie Lärmschutzwänden an den Rampen, zeigt im Vergleich der Szenarien mit unterschiedlichen Verkehrsstärken geringe Unterschiede (siehe Abbildung 67). Eine Verschlechterung der Lärmausbreitung in das angrenzende Gebiet findet im Vergleich zur Variante 1 statt, jedoch sind die Werte sehr gering. Eine Verbesserung der Lärmausbreitung findet hinter der angewinkelten Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn statt.

Abbildung 67: Variante 7 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

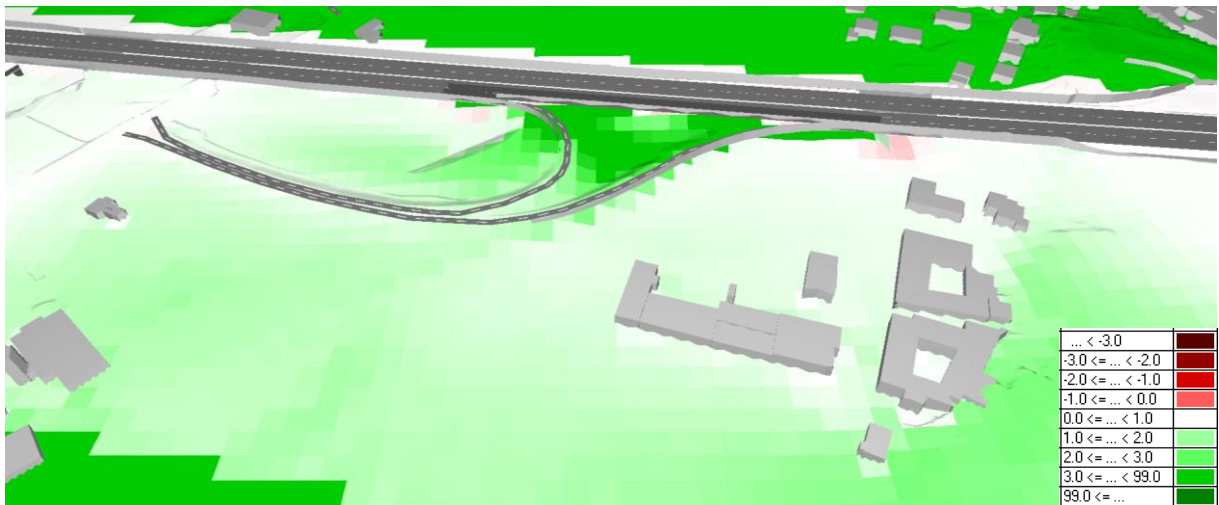
Abbildung 68: Variante 7 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

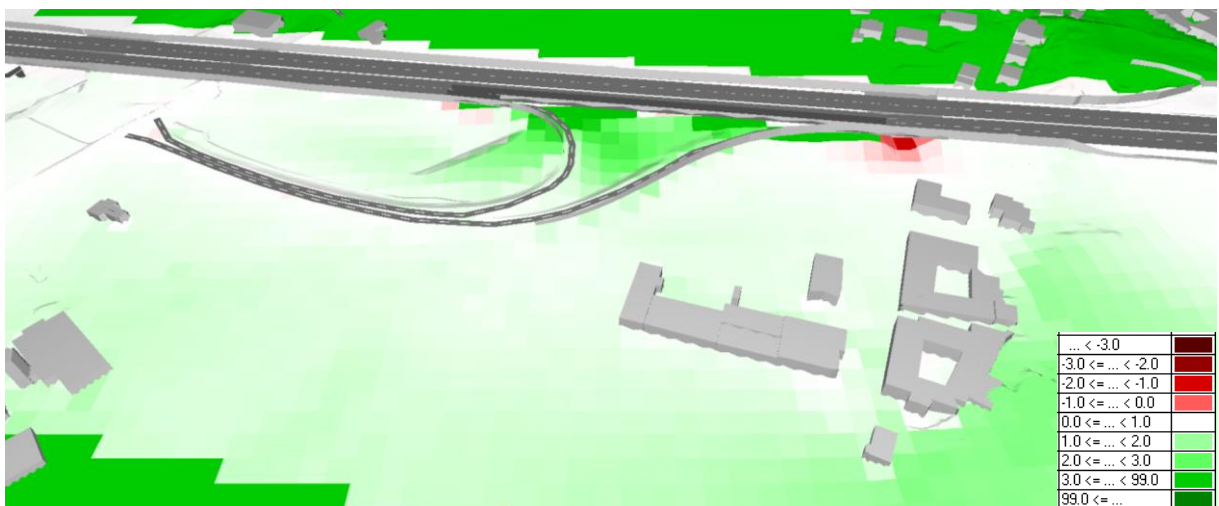
Die Variante 8 mit einer abgerundeten (3D-Schirm), beidseitig verlängerten Lärmschutzwand um 60 m an der Hauptfahrbahn und einer abgerundeten Lärmschutzwand an den Rampen, zeigt eine deutliche Verbesserung der Lärmausbreitungen in das angrenzende Gebiet im Vergleich zu Variante 1 (siehe Abbildung 69). Im Bereich der Auffahrtsrampe breitet sich der Lärm an einer bestimmten Stelle im Szenario 2 mit der hohen Rampenbelastung mehr aus, als in den restlichen Bereichen (siehe Abbildung 70).

Abbildung 69: Variante 8 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

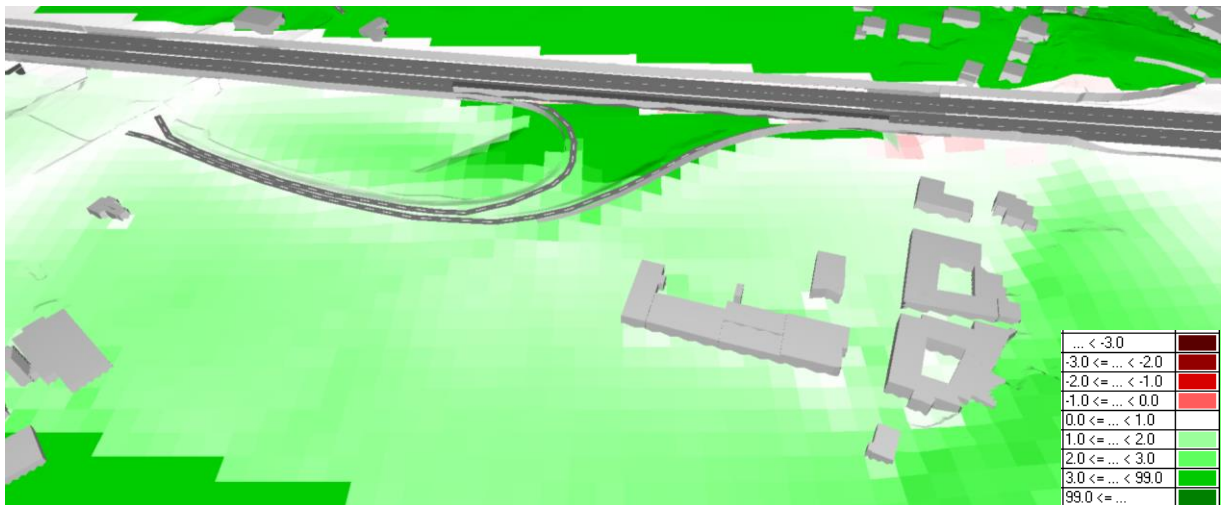
Abbildung 70: Variante 8 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

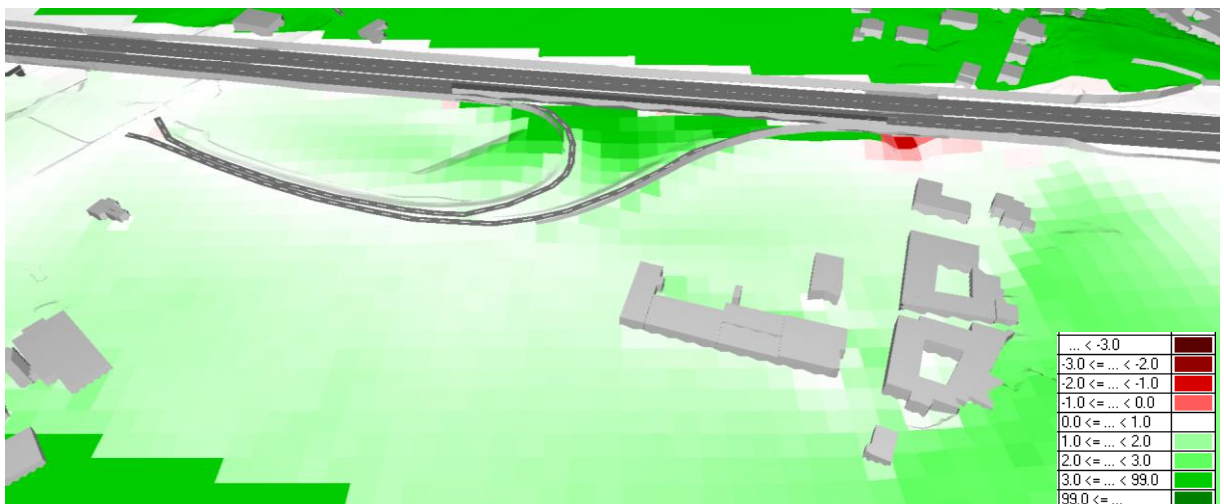
Die Variante 9, die eine Lärmschutzwand an der Hauptfahrbahn mit doppelter Beugungskante und einer zusätzlichen Verlängerung um 60 m auf beiden Seiten besitzt, weist eine ähnliche Lärmausbreitung innerhalb der beiden Szenarien auf, wie in der Variante 8. Es zeigt sich jedoch nochmals eine Verbesserung hinsichtlich der Lärmausbreitung im Vergleich zu Variante 1 (siehe Abbildung 71). In einem bestimmten Bereich der Auffahrtsrampe zeigt sich bei hoher Belastung eine negative Lärmausbreitung, wie in Variante 8.

Abbildung 71: Variante 9 - Szenario 1 (schwache Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

Abbildung 72: Variante 9 - Szenario 2 (hohe Rampenbelastung)



Quelle: nast consulting

Die Betrachtung der Differenzlärmmkarten zeigt, dass im Vergleich zu einer typischen Situation (Variante 1) die Varianten 4, 8 und 9 die größten Verbesserungen in der Fläche

erzielen. Vorteile ergeben sich durch die weitläufig durchgezogene Lärmschutzwand unmittelbar angrenzend an die Lärmquellen der Hauptfahrbahn.

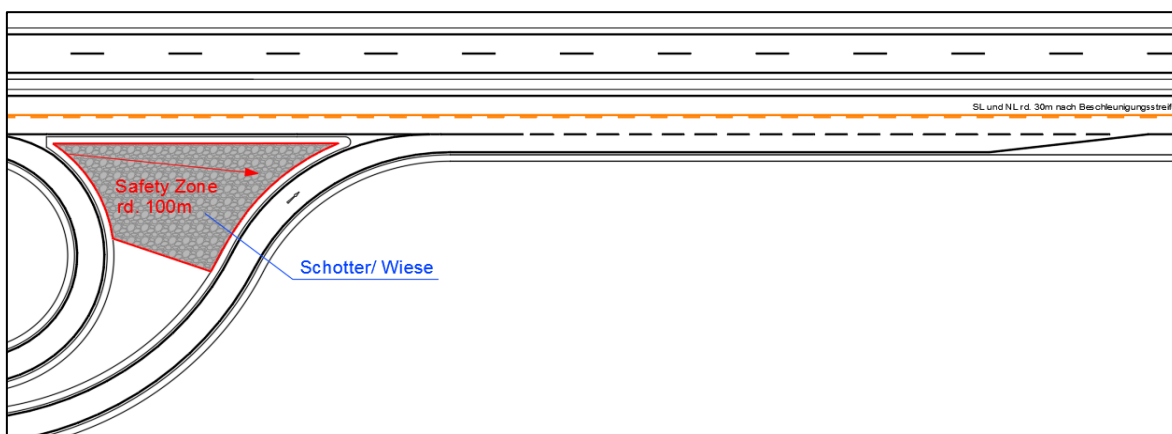
Die Variante 5 und 7 weisen für das vorliegende Modellszenario flächendeckend lediglich geringfügige Änderungen (hauptsächlich Zunahmen der Immissionen) auf. Bei Umsetzung dieser Varianten ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Zunahmen in einzelnen Bereichen vertretbar sind.

Bei den übrigen Varianten ist eine Verschlechterung der Situation deutlich ableitbar. Die bestehenden Lärmschutzwände entlang der Rampen agieren hierbei als Trichter für den Lärm, der in Richtung der unteren linken Ecke der Abbildungen entweicht. Hier zeigt sich deutlich die Notwendigkeit eines Lärmschutzes entlang der Hauptfahrbahn.

5.5 GENERELLE VERKEHRSSICHERHEITSUNTERSUCHUNG

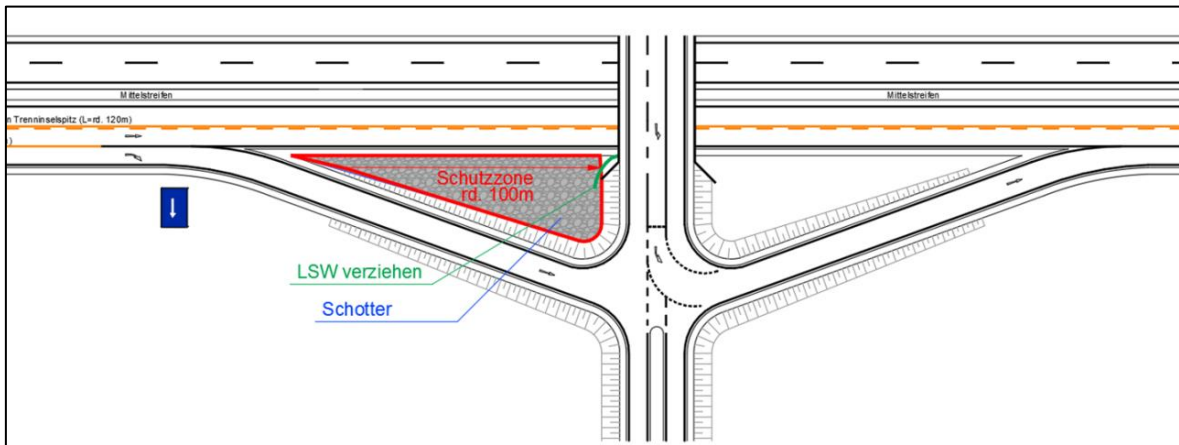
Die Abbildung 73 zeigt die Anschlussstellenform eines halben Kleeblattes, jene in Abbildung 74 die einer halben Raute (Holländerrampe) mit jeweils einer Safety Zone von ca. 100 m im Ausfahrtsbereich. Eine Safety Zone aus Schotter oder Wiese mit ausreichendem Platzverhältnis bietet FahrzeuglenkerInnen bei Abkommensunfällen eine Ausrollmöglichkeit. Falls 100 m nicht vorhanden sind, kann alternativ eine Safety Zone mit einer reduzierten Länge sowie im Bereich der Auffahrt ein beidseitig wirkendes Rückhaltesystem angebracht werden.

Abbildung 73: Systemskizze Safety Zone (halbes Kleeblatt)



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

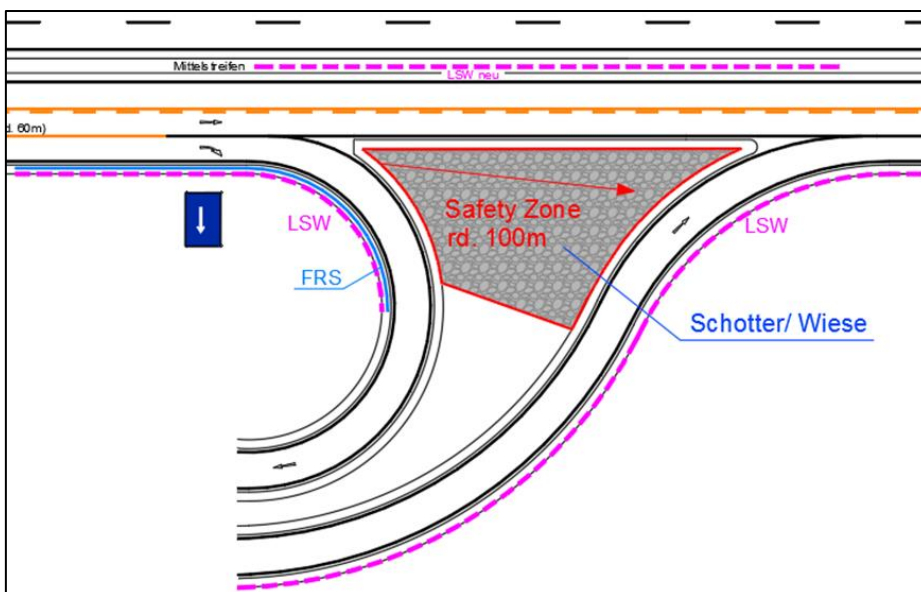
Abbildung 74: Systemskizze Safety Zone (Holländerrampe)



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

In der Abbildung 75 wird ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem eine Safety Zone eingerichtet wird und die Lärmschutzwand der Hauptfahrbahn in den Mittelstreifen versetzt wird. Ebenso befinden sich Fahrzeugrückhaltesysteme entlang des Rechtsabbiegestreifens. Bodenmarkierungen erlauben es in diesem Bereich nicht, vom 3. auf den 2. Fahrstreifen zu wechseln, sowie einen Wechsel zwischen dem 1. und dem 2. Fahrstreifen zu vollziehen. Dadurch wird erreicht, dass es im Bereich der Aus- und Einfahrt nicht zu einem späten Fahrstreifenwechsel mit der Gefahr einer Kollision kommt.

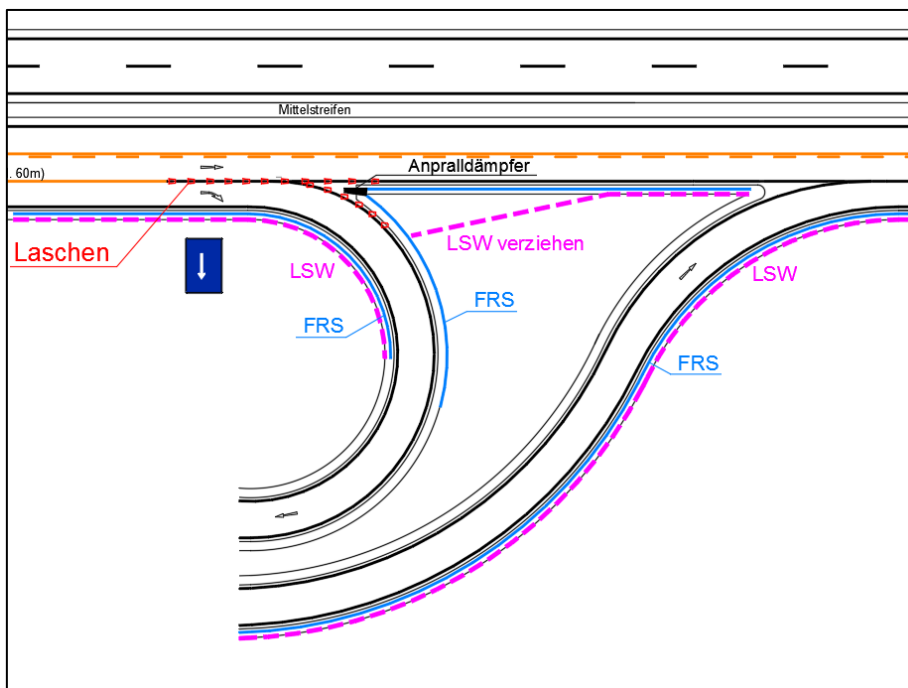
Abbildung 75: Systemskizze Safety Zone mit Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 76 zeigt eine Verziehung der Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn im Bereich des Trenninselpitzes sowie Lärmschutzmaßnahmen entlang der Rampen. Fahrzeugrückhaltesysteme befinden sich entlang der Hauptfahrbahn sowie an den Rampen an der Innenseite der Lärmschutzwand. Da keine Safety Zone aus Schotter oder Wiese vorhanden ist, wird ein Anpralldämpfer am Fahrzeugrückhaltesystem vorgesehen. Die Verziehung der Lärmschutzwand hat dabei den Effekt eines zusätzlichen Sicherheitsraums zwischen Fahrzeugrückhaltesystem und Lärmschutzbauwerk. Dieser ist insbesondere im 1. Drittel der Lärmschutzwand vorzusehen, wo die Schutzfunktion des Fahrzeugrückhaltesystems noch nicht im vollen Umfang gegeben ist.

Abbildung 76: Systemskizze Lärmschutzwand / versetzte Lärmschutzwand im Trenninselpitz



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Zusätzliche Laschen auf der Fahrbahn (siehe Beispiel in Foto 12), die vor dem Trenninselpitz angebracht sind, geben eine zusätzliche Orientierungsmöglichkeit und verringern die Folge von Abkommensunfällen im Trenninselpitz.

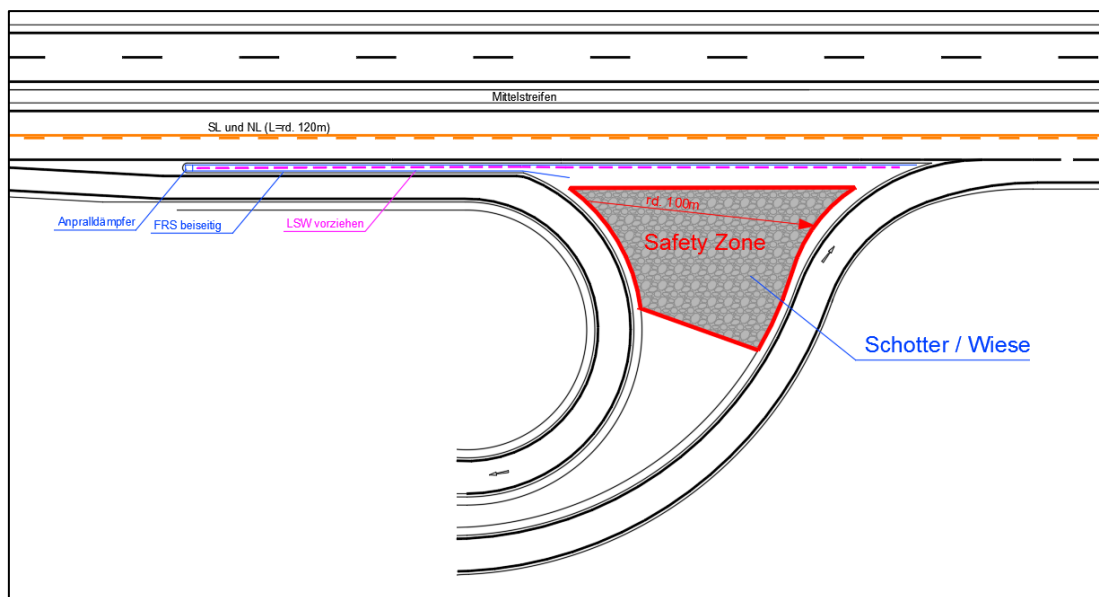
Foto 12: Laschen auf der Rampe A 23 ASt Gürtel-Landstraßer Hauptstraße



Quelle: googlemaps

Die Abbildung 77 zeigt eine Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn, welche aufgrund des isolierten Rechtsabbiegestreifens durch beidseitige Fahrzeugrückhaltesysteme und einem Anpralldämpfer ausgestattet ist. Die Anfangselemente könnten aus fahrpsychologischen Gründen mit zunehmender Höhe ausgestattet werden. Im Bereich des Trenninselspitz ist aufgrund der Safety Zone mit Schotter oder Wiese eine Ausrollmöglichkeit bei einem Abkommen von der Fahrbahn gegeben.

Abbildung 77: Systemskizze Lärmschutzwand vorgezogen zwischen 1. Fahrstreifen und Rechtsabbiegestreifen



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die vorliegenden Systemskizzen zeigen, dass Safety Zones in den meisten Fällen bei der Anschlussstellenform halbes Kleeblatt eingerichtet werden können, sofern die Breite der Trenninsel zwischen Abfahrts- und Auffahrtsrampe gegeben ist. Bei erforderlichen Lärmschutzmaßnahmen wurden zur Erhöhung der Verkehrssicherheit sowie aus Sicht der Fahrpsychologie weitere Vorschläge eingebracht.

Wesentlich ist aus Sicht der Autoren die Einrichtung begleitender Bodenmarkierungen, um einen Fahrstreifenwechsel unmittelbar angrenzend an den Trenninselspitz zu vermeiden.

5.6 LÖSUNGSANSÄTZE FÜR ANSCHLUSSSTELLENSYSTEME

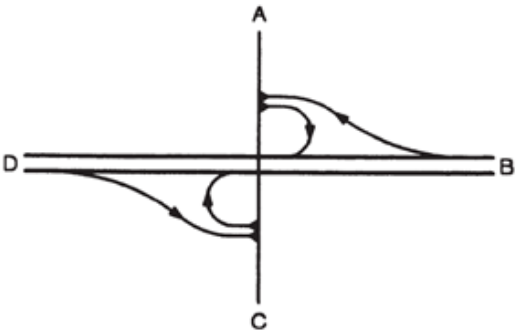
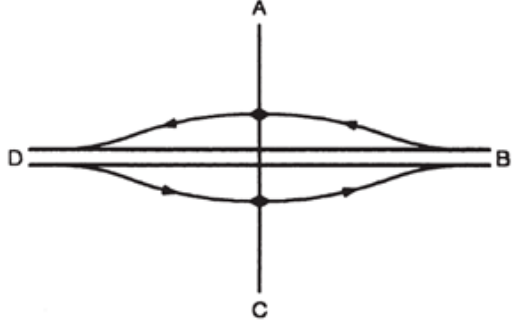
Anschlussstellensysteme werden aufgrund vieler Randbedingungen ausgewählt. Entsprechend der RVS 03.05.13⁷ Gemischte und Planfreie Knoten Punkt 3.2 sind folgende Einflussfaktoren für die Wahl des Systems zu berücksichtigen:

- Netzkonzeption
- Verkehrsströme, -stärken und -relationen
- Verkehrssicherheit
- Leistungsfähigkeit
- Umweltverträglichkeit
- Wirtschaftlichkeit / Baukosten / Betriebskosten
- Anzahl der Konfliktpunkte
- Begreifbarkeit, Erkennbarkeit
- Lage der zu verbindenden Straßen
- Topographie
- Flächenbedarf
- Zwangspunkte
- Kreuzungsabstände
- Wegweisung

Die vorliegende Untersuchung behandelt die Verkehrssicherheit und den Lärmschutz. Durch die Wahl des Anschlussstellensystems sind – je nach Lage der schützenswerten Gebiete – unterschiedliche Lärmschutzauswirkungen, Abschirmungserfordernisse und Kosten von Lärmschutzmaßnahmen die Folge. Auch hinsichtlich der Verkehrssicherheit und der Absicherungsmaßnahmen sind zum Teil deutliche Unterschiede gegeben. Die entsprechende Wahl der Anschlussstellenform kann daher erheblichen Einfluss auf den Lärmschutz und die Verkehrssicherheit aufweisen. Dies sind bei Neu- und Umbauten von Anschlussstellen wesentliche zu beachtende Kriterien. Nachstehend sind Analysen wichtiger Anschlussstellensysteme als Grundlage für die Entscheidungsauswahl angeführt.

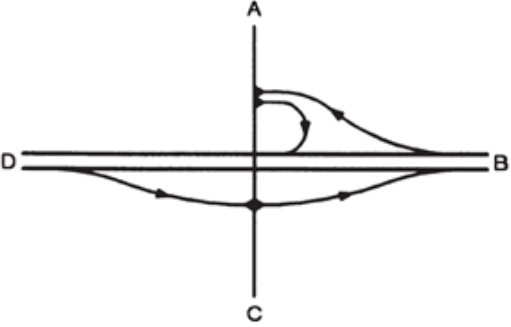
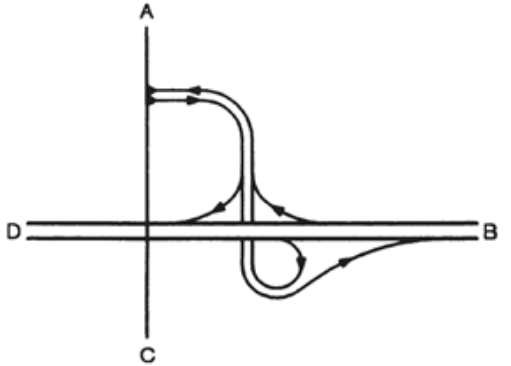
⁷ Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene – Verkehr, RVS 03.05.13 Gemischte und Planfreie Knoten, 2001

Tabelle 19: Anschlussstellenbeurteilung Verkehrssicherheit / Lärmschutz (Anschlussstellensysteme entsprechend der RVS 03.05.13)

Anschlussstellenform	Verkehrssicherheit	Lärm
<p>Halbes Kleeblatt</p> 	<p>Der Trenninselspitz ist bei beiden Richtungsfahrbahnen zu sichern, bei entsprechenden Platzverhältnissen mit Ausrollmöglichkeit auch ohne Absicherungsmaßnahmen (z.B. Leitschienenabsicherung) möglich. Die Anbindungen an das sekundäre Straßennetz sind verkehrssicher gestaltbar (wenn erforderlich auch mit Kreisverkehr oder VLSA).</p> <ul style="list-style-type: none"> • geringe Platzverhältnisse: Trenninselspitz absichern, z.B. mit Leitschienen • ausreichende Platzverhältnisse: Ausrollmöglichkeit → keine Absicherung notwendig 	<p>Je nach Ausbildungsform können 2 unterschiedliche Quadranten mit Lärmschutzwänden gut geschützt werden. Grundsätzlich ist bei einer Unterführung der niederrangigen Straße eine höhere Lärmschutzwirkung gegenüber einer Überführung erreichbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • effektive Lärmschutzwände entlang der Hauptfahrbahn bei 2 Quadranten möglich
<p>Raute</p> 	<p>Bei der Raute ist die Gefahr, dass von der hochrangigen Straße ausfahrende Fahrzeuge ohne Absicherungsmaßnahmen in den Auffahrtsbereich der gegenüberliegenden Rampe abkommen können, nicht gegeben. Deshalb eignet sich diese Lösung für einen Ausrollbereich ohne Leitschienenabsicherung. Die Kreuzungen auf der untergeordneten Straße sind verkehrssicher möglich (ev. auch mit VLSA oder Kreisverkehr).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Platzverhältnisse • Absicherungsmaßnahmen der Rampenbereiche nur teilweise notwendig 	<p>Bei hohen Verkehrsstärken sind Lärmschutzwände sowohl entlang der Hauptfahrbahn als auch bei entsprechenden Verkehrsstärken auf der Rampe erforderlich. Entlang der Hauptfahrbahn kann ein effektiver Lärmschutz über die erforderliche Länge durchgezogen werden (Absprungpunkt der Rampen beachten, damit die ausreichende Länge für Lärmschutzmaßnahmen entlang der hochrangigen Straße vorhanden ist).</p> <ul style="list-style-type: none"> • effektive Lärmschutzwände entlang der Hauptfahrbahn und Rampen möglich

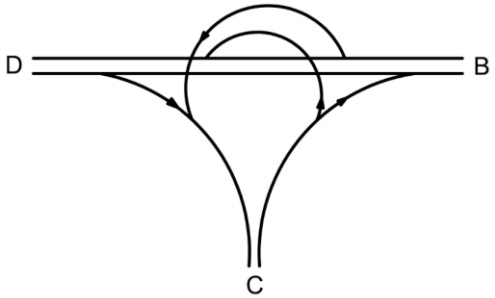
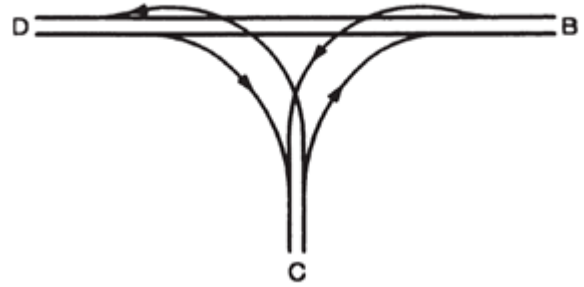
Quelle: nast consulting

Fortsetzung Tabelle 19

Anschlussstellenform	Verkehrssicherheit	Lärm
<p>Halbe Raute und Viertel Kleeblatt</p> 	<p>Die Ausbildung von Ausrollbereichen ist im Bereich der Ein- und Ausfahrt in einem Quadranten (mit Auf- und Abfahrt) nur bei entsprechenden Platzverhältnissen, bei der Ausfahrt des anderen Quadranten jedoch gut möglich. Die Anbindungen an das sekundäre Straßennetz sind verkehrssicher (gegebenenfalls VLSA oder Kreisverkehr) möglich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quadrant mit ausreichenden Platzverhältnissen: Ausrollmöglichkeit → keine Absicherung notwendig • Quadrant mit geringen Platzverhältnissen: Absicherung notwendig 	<p>Lärmschutz ist in einem Quadranten gut realisierbar. Im Bereich des Quadranten mit Ein- oder Ausfahrt sind eventuell Überlappungen erforderlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • effektive Lärmschutzwände in einem Quadranten möglich
<p>Trompete</p> 	<p>Ein- und Ausfahrtsbereiche aufgrund zusätzlicher Unter- bzw. Überführung und zumeist geringen Platzverhältnissen zumeist nur mit Leitschienenabsicherungen möglich. Einfädelungsbereiche (Reduktion von zwei auf einen Fahrstreifen bzw. Aufteilung auf Rechts- und Linksabiegestreifen) nur bei ausreichenden Längen verkehrssicher. Die Kreuzung mit dem sekundären Straßennetz ist sicher gestaltbar (eventuell VLSA oder Kreisverkehr).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absicherungsmaßnahmen notwendig 	<p>Lärmschutz für zwei Quadranten gut möglich. Für die Rampenbereiche bzw. Hauptfahrbahn sind bei überhöhten Immissionslärmbelastungen auch Überschneidungen der Lärmschutzwände erforderlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • effektive Lärmschutzwände bei zwei Quadranten möglich • Überlappungen des Lärmschutzes bei den Rampenbereichen

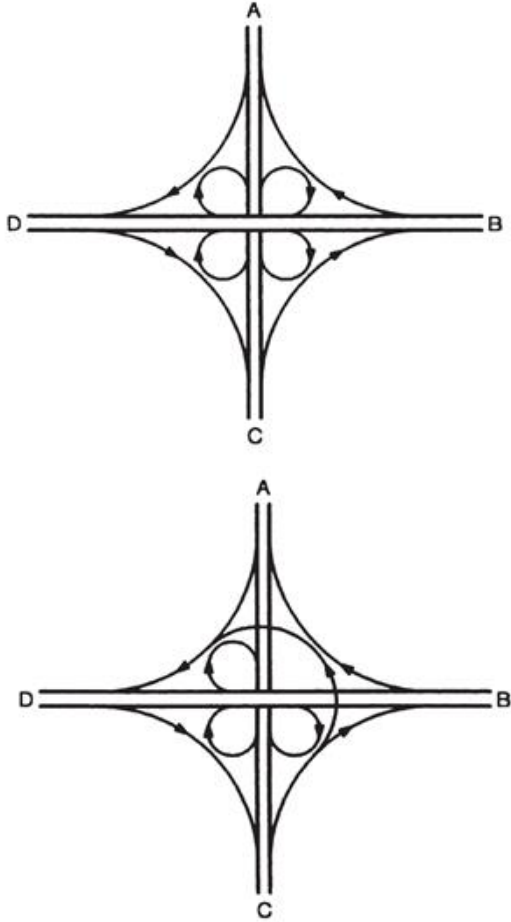
Quelle: nast consulting

Fortsetzung Tabelle 19

Anschlussstellenform	Verkehrssicherheit	Lärm
<p>Birne</p> 	<p>Anbindung ins sekundäres Straßennetz verkehrssicher möglich. Ein- und Ausfädelungsbereiche erfordern aus Verkehrssicherheitsgründen ausreichende und zumeist längere Streckenabschnitte.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absicherungsmaßnahmen notwendig • Entsprechende Längen der Ein- und Ausfädelungsbereiche vorsehen 	<p>Aufgrund von zwei Brücken und unterschiedlichem Höhenverlauf der Rampen für Lärmschutzmaßnahmen ungünstige Ausgangssituation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überlappungen des Lärmschutzes bei den Rampenbereichen • hoher Aufwand für Lärmschutz
<p>Dreieck</p> 	<p>Einfädelungsbereiche erfordern entsprechende Längen (insbesondere auch aufgrund von unterschiedlicher Rampennivelletten). Im Trennselbspitz (außer bei großen verfügbaren Flächenbereichen) sind zumeist Leitschienenabsicherungen erforderlich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absicherungsmaßnahmen notwendig • Entsprechende Längen der Einfädelungsbereiche vorsehen 	<p>Lärmschutzwände teilweise nur mit hohem Aufwand möglich.</p> <ul style="list-style-type: none"> • hoher Aufwand für Lärmschutz

Quelle: nast consulting

Fortsetzung Tabelle 19

Anschlussstellenform	Verkehrssicherheit	Lärm
<p>Kleeblatt</p> 	<p>Hohe Verkehrssicherheit der Rampeneinbindung (mit Rechtseinbiege- und Rechtabbiegestreifen), bei halbdirekt geführter Rampenfahrbahn nur bei ausreichenden Längen und Sichtweiten der Einbindungsbereiche entsprechend sicher. Trenninselspitze erfordern zumeist Leitschieneabsicherungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> Absicherungsmaßnahmen notwendig 	<p>Lärmschutzwände nur mit hohem Aufwand möglich, teilweise „lärmetechnische Lücken“ nicht vermeidbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> hoher Aufwand für Lärmschutz

Quelle: nast consulting

5.7 LÄRMTECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE FÜR DIE UNTERSUCHUNGSBEREICHE

Eine komplette Neugestaltung von bestehenden Anschlussstellen erfolgt aufgrund des hohen Aufwandes nur in seltenen Fällen. Ergebnisse von SAFETy hinsichtlich Optimierung der Verkehrssicherheit und des Lärmschutzes könnten aber im Zuge anderer erforderlicher Umgestaltungsmaßnahmen mitberücksichtigt werden.

Nachfolgend werden Lösungsvorschläge für die Beispielstandorte Böheimkirchen, Baden und Kottlingbrunn aufgezeigt, die unter Beibehaltung der bestehenden Lärmschutzsituation eine Verbesserung der Verkehrssicherheit mit sich bringen.

5.7.1 ASt Böheimkirchen

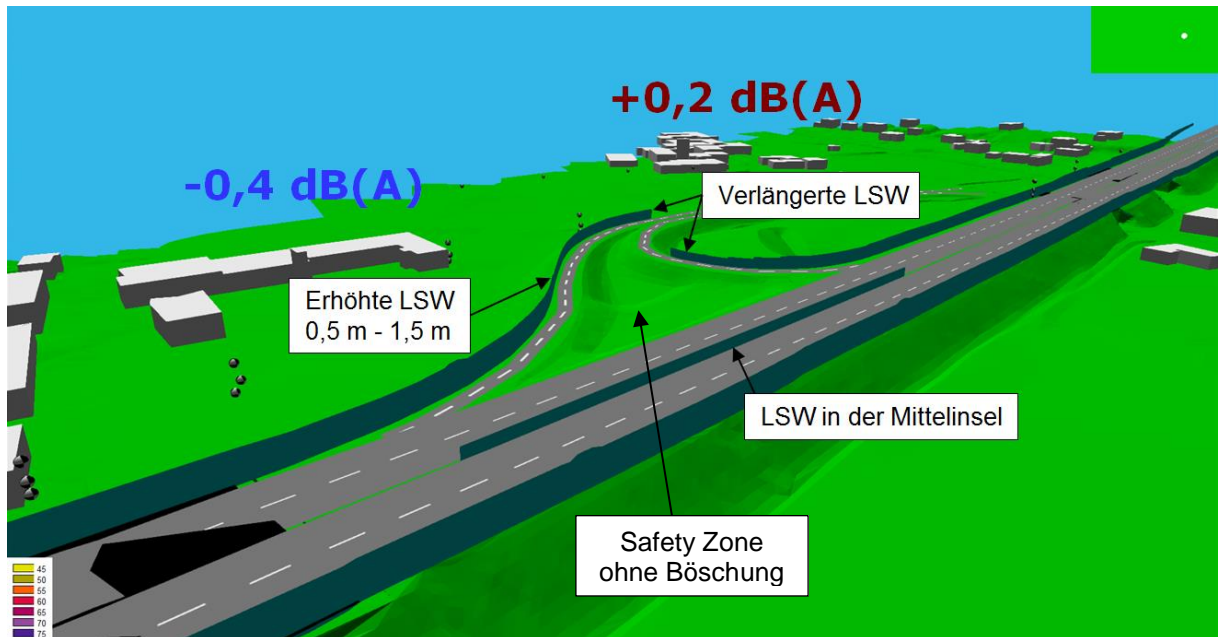
Die Abbildung 78 zeigt den Beispielstandort Böheimkirchen im Bestand mit einer Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn.

Abbildung 78: Beispielstandort Böheimkirchen - Bestand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

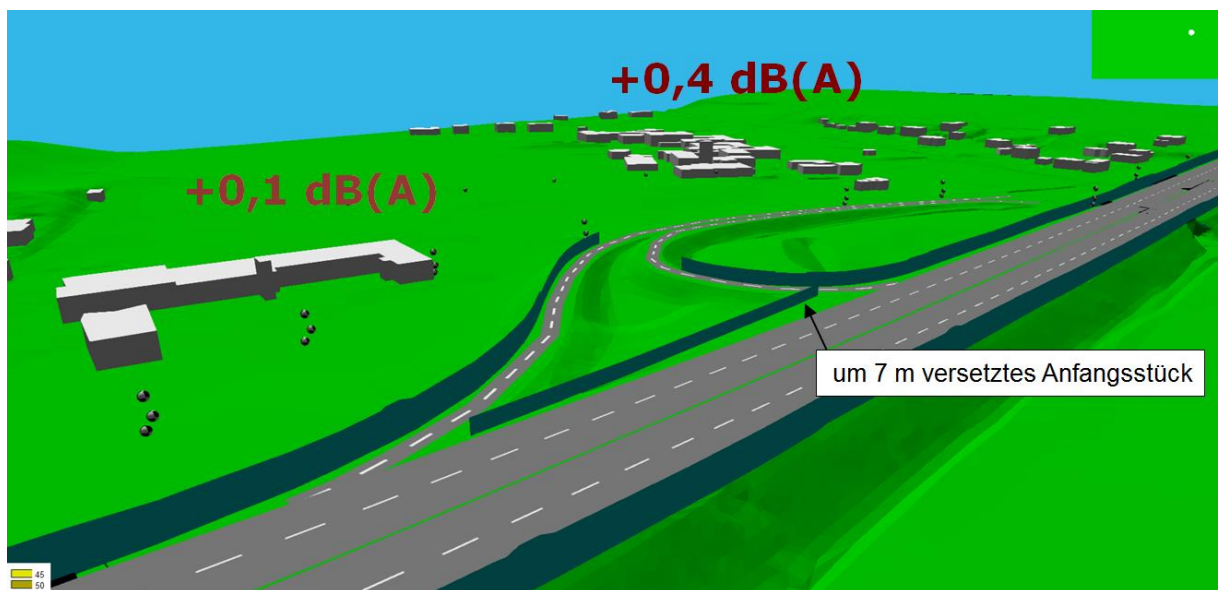
Abbildung 80: Beispielstandort Böheimkirchen - Lärmschutzwand im Mittelstreifen



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 81 zeigt eine um 7 m nach hinten versetzte Lärmschutzwand im Bereich des Beginns des Trenninselspitzes am Beispielstandort Böheimkirchen. Die Rampen sind ebenfalls mit Lärmschutzwänden ausgestattet. Ohne entsprechende Begleitmaßnahmen gibt es durch den Versatz teilweise Zunahmen an Lärmimmissionen von 0,4 dB(A).

Abbildung 81: Beispielstandort Böheimkirchen - Versetzte Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

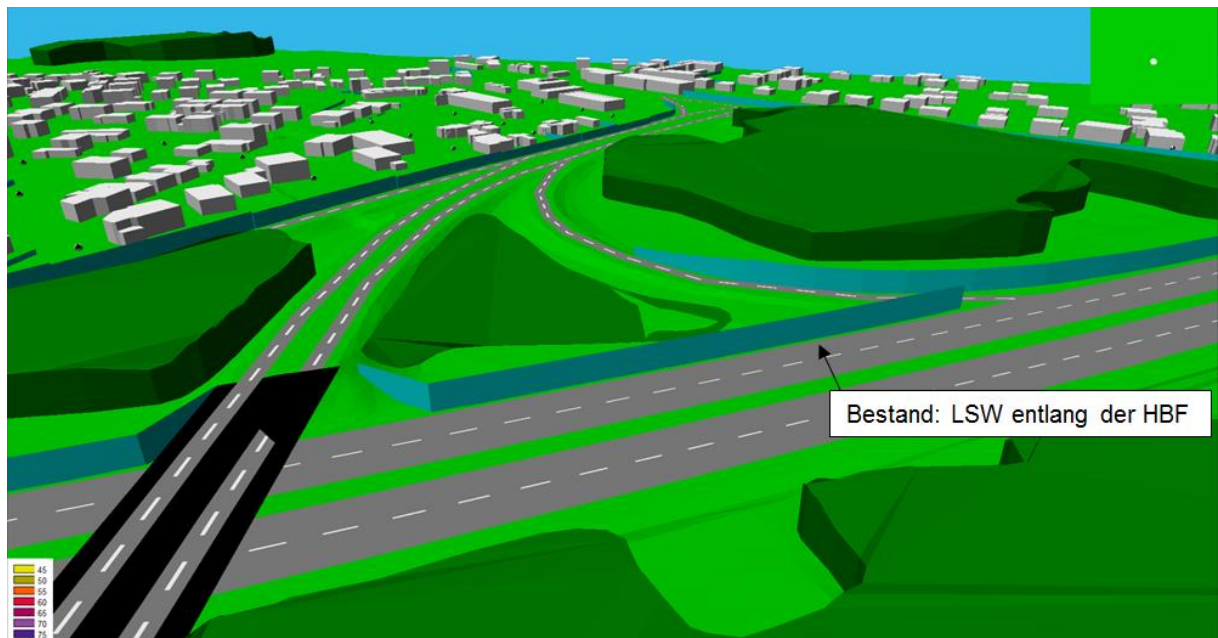
Aus Kostensicht erscheint die Variante mit der abgewinkelten Lärmschutzwand für die Umsetzung geeignet. Die Verbesserungen sind lärmtechnisch jedoch nur im geringen Bereich. Es ergeben sich allerdings keine nachweisbaren Verbesserungen aus Sicht der Verkehrssicherheit. Im Falle einer abgewinkelten Lärmschutzwand wird mehr Platz im Bereich des Trenninselpitzes geschaffen, welches auch für die VerkehrsteilnehmerInnen eine bessere optische Führung darstellt.

Die Einrichtung einer Safety Zone entsprechend Abbildung 75 wäre mit entsprechenden Begleitmaßnahmen (zusätzliche Lärmschutzwände, Ausgleich der Böschung für die Einrichtung der Safety Zone) umsetzbar.

5.7.2 ASt Baden

Die folgende Abbildung 82 zeigt den Bestand am Beispielstandort Baden mit einer Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn.

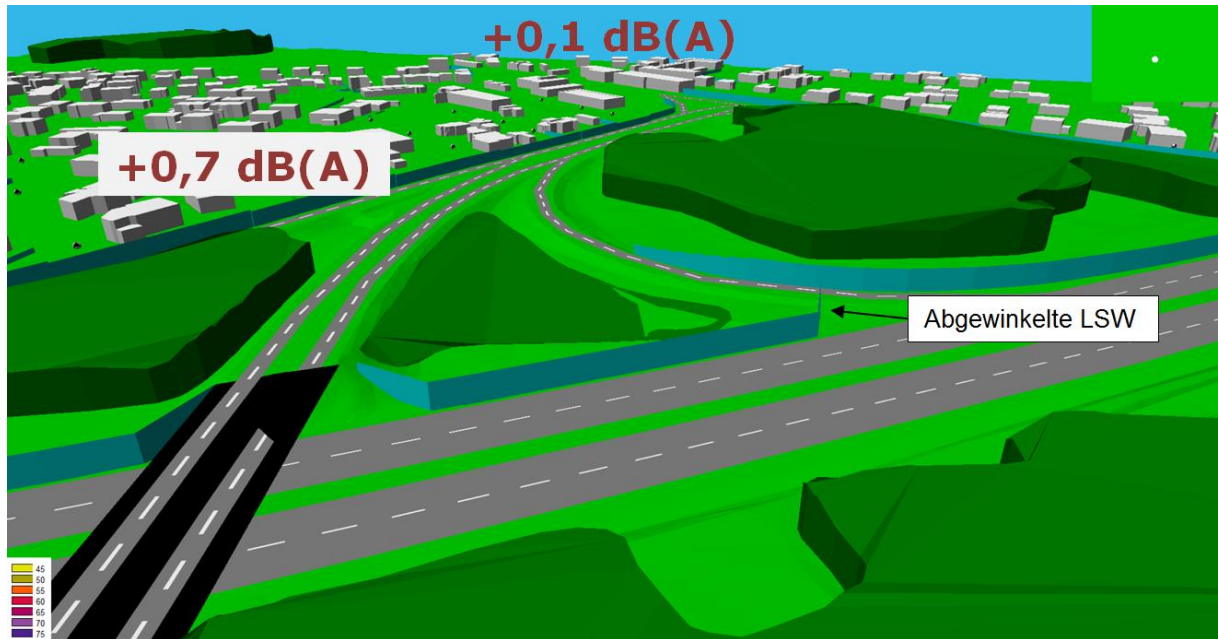
Abbildung 82: Beispielstandort Baden - Bestand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 83 zeigt die Variante einer abgewinkelten Lärmschutzwand im Bereich des Anfangsstückes der Lärmschutzwand mit einer Restbreite von 10 m zwischen Lärmschutzwandbeginn der Hauptfahrbahn und Lärmschutzwand der Rampe (sowie angrenzender Fahrzeugrückhaltesysteme) am Beispielstandort Baden. Hier ergeben sich deutliche Zunahmen an Immissionen bis 0,7 dB(A).

Abbildung 83: Beispielstandort Baden - Abgewinkelte Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Eine Lärmschutzwand im Mittelstreifen sowie eine zusätzliche Lärmschutzwand an der Überfahrt wird in Abbildung 84 am Beispielstandort Baden dargestellt. Hierdurch sind messbare Zunahmen an Immissionen bis 0,4 dB(A) ableitbar.

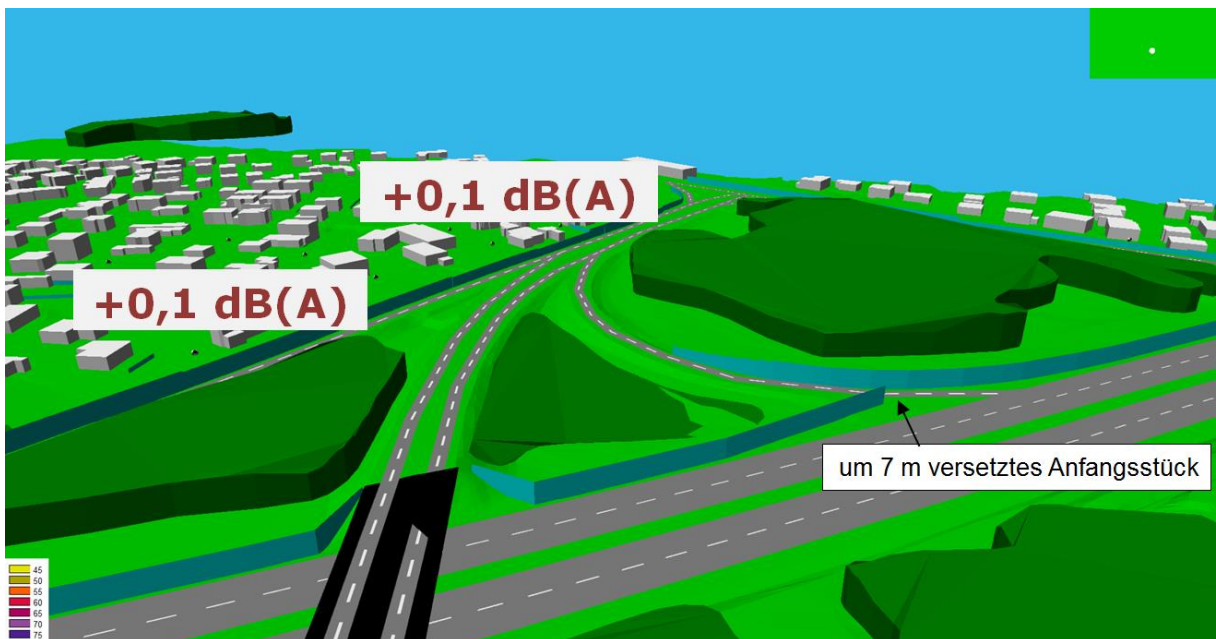
Abbildung 84: Beispielstandort Baden - Lärmschutzwand im Mittelstreifen



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die nachfolgende Abbildung 85 zeigt eine Versetzung der Lärmschutzwand um 7 m im Bereich des Beginns der Lärmschutzwand. Dadurch werden hinsichtlich der Lärmausbreitung geringfügig schlechtere Ergebnisse an Immissionen am Standort Baden erreicht, als beispielsweise durch eine abgewinkelte Lärmschutzwand.

Abbildung 85: Beispielstandort Baden - Versetzte Lärmschutzwand



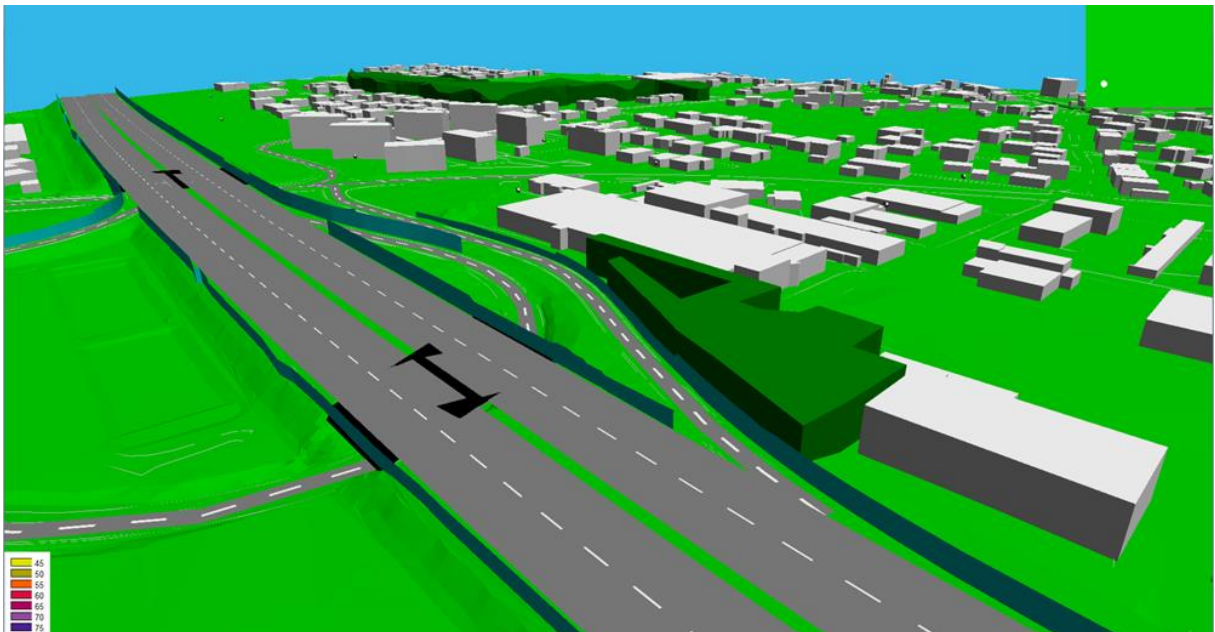
Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Bei der Anschlussstelle Baden konnte im Rahmen der lärmtechnischen Untersuchung keine Variante identifiziert werden, die mit geringem Kosteneinsatz eine wesentliche Verbesserung der lärm- und verkehrssicherheitstechnischen Situation ermöglicht.

5.7.3 ASt Kottingbrunn

Die folgende Abbildung 86 zeigt den Beispielstandort Kottingbrunn in seinem Bestand mit einer Lärmschutzwand im Bereich der Hauptfahrbahn und an den Rampen.

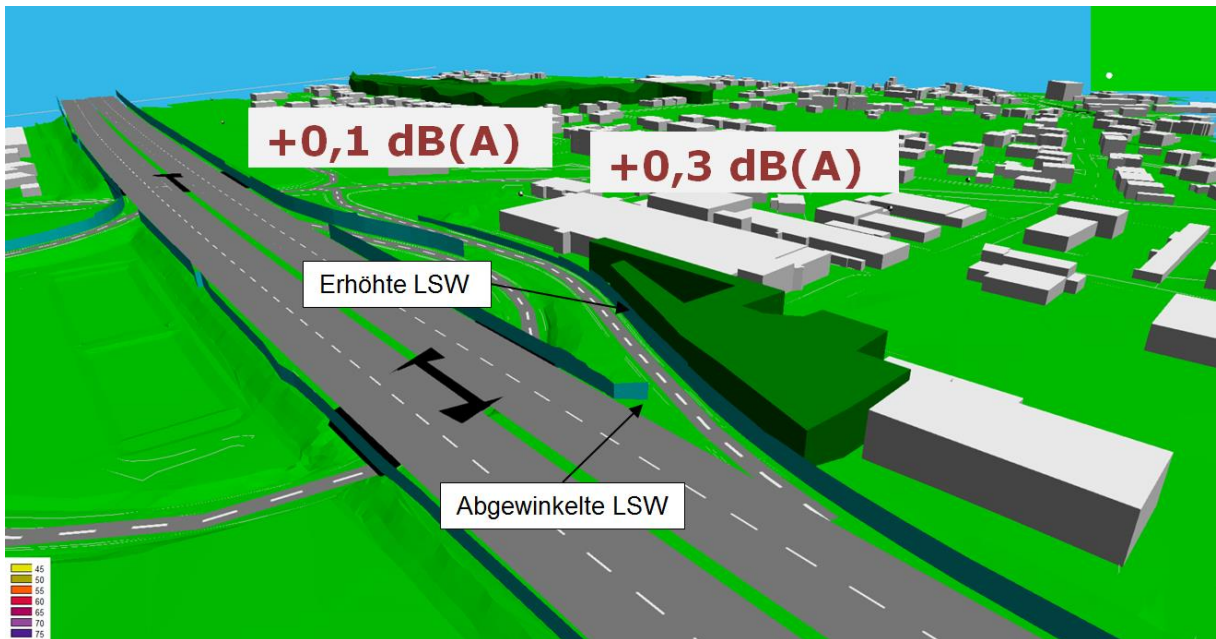
Abbildung 86: Beispielstandort Kottingbrunn - Bestand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die Abbildung 87 stellt die Möglichkeit einer abgewinkelten Lärmschutzwand entlang der Hauptfahrbahn und eine Erhöhung der Lärmschutzwand entlang der Rampe am Beispielstandort Kottingbrunn dar mit Zunahmen an Immissionen bis +0,3 dB(A). Durch die abgewinkelte Lärmschutzwand wird im Bereich des Trennselspitzes mehr Platz geschaffen welches eine bessere optische Führung für die VerkehrsteilnehmerInnen bedeutet.

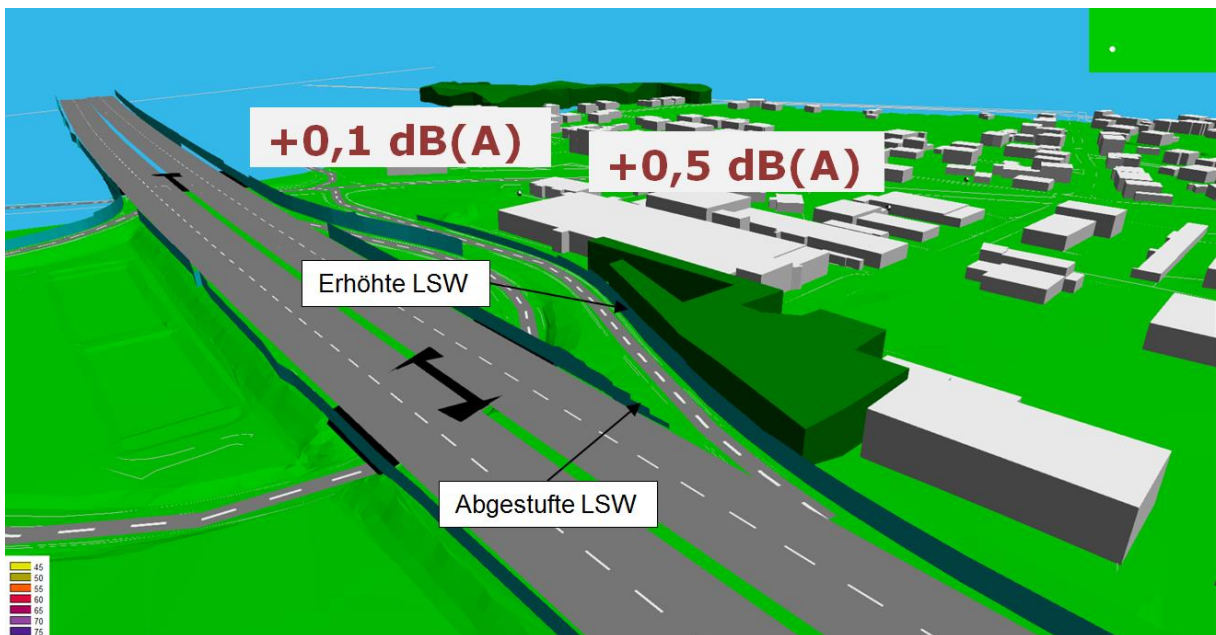
Abbildung 87: Beispielstandort Kottlingbrunn - Abgewinkelte Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die folgende Abbildung 88 zeigt eine abgestufte Lärmschutzwand im Anfangsbereich sowie eine erhöhte Lärmschutzwand entlang der Rampe am Beispielstandort Kottlingbrunn. Die Abstufung der Lärmschutzwand bewirkt im Vergleich zur abgewinkelten Lärmschutzwand ebenfalls Zunahmen der Immissionsbelastungen bis $+0,5 \text{ dB(A)}$.

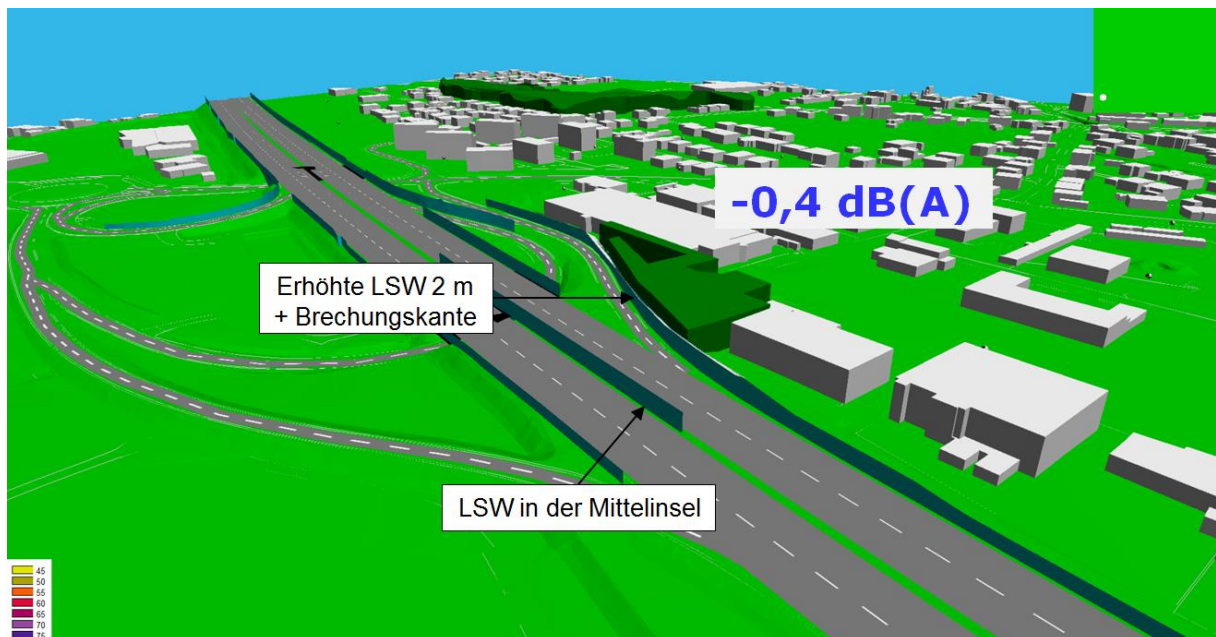
Abbildung 88: Beispielstandort Kottlingbrunn - Abgestufte Lärmschutzwand



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Die Abbildung 89 am Beispielstandort Kottlingbrunn zeigt eine Lärmschutzwand im Mittelstreifen der Hauptfahrbahn sowie eine um 2 m erhöhte Lärmschutzwand mit einer Beugungskante auf der Außenseite der Abfahrtsrampe. Dieser Ansatz ermöglicht eine Verringerung der Immissionen im Vergleich zu den zuvor angeführten Lösungen am Beispielstandort Kottlingbrunn.

Abbildung 89: Beispielstandort Kottlingbrunn - Lärmschutzwand im Mittelstreifen / Erhöhte Lärmschutzwand mit Beugungskante



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Bei der Anschlussstelle Kottlingbrunn können Verbesserungen nur mit hohem Kostenaufwand erreicht werden. Geringfügige Änderungen der Lärmschutzinfrastruktur sind nicht umsetzbar.

5.7.4 Lärmtechnische Ergebnisse der Untersuchungsbereiche

Die Prüfung unterschiedlicher Maßnahmen an bestehenden Anschlussstellen zeigt, dass durch den alternativen Einsatz von Lärmschutzsystemen nur ein geringer Effekt eintritt. Die Veränderungen der untersuchten Maßnahmen liegen unter 1 dB.

Die lärmtechnischen Maßnahmen sind daher entsprechend den Anforderungen der maßgebenden Immissionspunkte zu entwickeln. Die Abschirmung erfordert zielgerichtete

Maßnahmen der Lärmschutzeinrichtungen (Höhe, Länge, Lärmschutzsystem). Im erforderlichen Ausmaß sind auch objektseitige Lösungen einzubeziehen. Gegebenenfalls sind auch Änderungen der Anschlussstellenform zu überlegen.

Generelle Lösungskonzepte sind nicht festlegbar. Entsprechend den erforderlichen Lärmpegeländerungen an den Immissionspunkten sind wirtschaftliche Lärmschutzverbesserungen zu entwickeln.

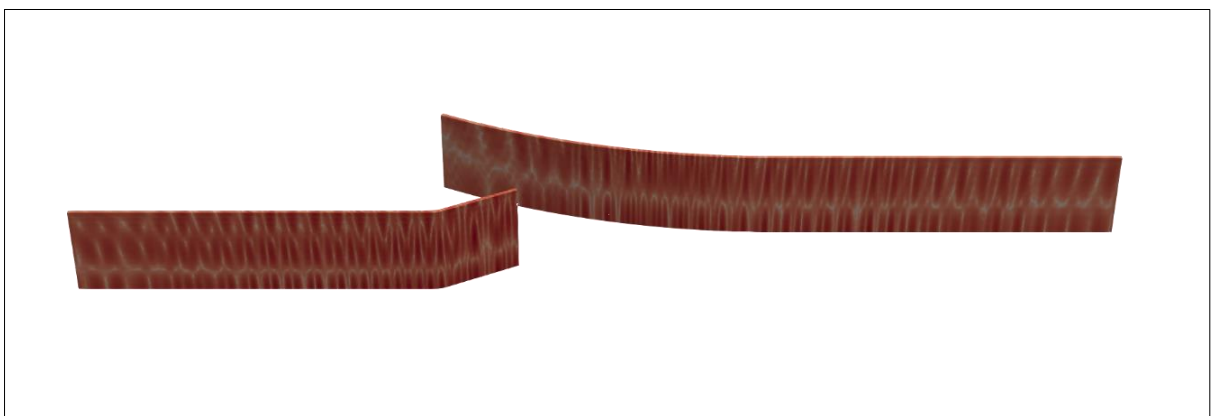
6 EMPFEHLUNGEN / ANWENDERHANDBUCH

6.1 LÄRMSCHUTZ

6.1.1 Nahfeld

Basierend auf die durchgeführten Nahfeldmessungen und BEM-Simulationen kann man folgendes Fazit ziehen: bei der Optimierung von Autobahnabfahrten geht es in erster Linie um eine möglichst gering Querschnittsfläche des Spalts zwischen den Lärmschutzwänden. Da das theoretische Optimum für die Spaltbreite bei 0 m liegt, muss die tatsächliche Spaltbreite unter Rücksichtnahme auf andere Gesichtspunkte wie z.B. örtliche Gegebenheiten, minimal zulässige Spurbreite, so klein wie möglich gewählt werden. Eine möglichst geringe Querschnittsfläche ist ebenfalls wesentlich wichtiger als der genaue geometrische Verlauf der Lärmschutzwand bzw. die Überdeckung der beiden Wände. Hier ist insbesondere die geknickte Variante mit einem möglichst kleinen Spalt hervorzuheben (siehe Abbildung 90), die bei kleiner Überdeckung sogar einen besseren Wert liefert als die gerade Wand mit größerer Überdeckung. Des Weiteren sind Varianten mit Höhenverlauf, sofern nicht aus anderen Gründen erforderlich, lärmschutztechnisch nicht zu empfehlen, da sie generell eher zu einer Verschlechterung der Lärmschutzwirkung führen. Insbesondere bei Sanierungen oder bei einfachen Umbauarbeiten stellt die Variante mit Knick (Verkürzung der Lärmschutzwand und Abknickung der Lärmschutzwand nach Innen mit einem Winkel von 30 Grad) eine einfache und gleichzeitig lärmschutztechnisch sehr gute Variante dar.

**Abbildung 90: Beste Variante einer Lärmschutzwand beim Trenninselspitz einer Autobahn-
ausfahrt unter den vereinfachten Geometrien die bei der BEM zur Anwendung
kamen**



Quelle: AIT

6.1.2 Umgebungslärm

In der Regel sind auf den Fahrbahnen der Autobahnen und Schnellstraßen die Verkehrsstärken deutlich höher als auf den Rampen. Es ist daher wesentlich, die durchgehenden Hauptfahrbahnen der Autobahnen und Schnellstraßen lärmtechnisch möglichst lückenlos abzuschirmen. Falls „Lücken“ in der Lärmabsicherung entstehen (z.B. bei Ein- und Ausfahrten), sind die Lärmschutzwände so zu situieren, dass schützenswerte Gebiete jedenfalls abgeschirmt werden. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Lärmschutzwand über den Ein- und Ausfahrtsbereich hinausgezogen wird. Das Lärmdämmmaß muss ausreichend hoch sein.

Es ist jeweils zu prüfen, inwieweit durch eine hohe Lärmabschirmung der Hauptfahrbahn in Rampenbereichen keine oder nur geringe Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sind. Dies ist mit Lärmausbreitungsmodellen in Varianten zu untersuchen. Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Systeme von Anschlussstellen sowie der Lage der AnrainerInnen sind detaillierte Variantenanalysen erforderlich. Die Wirtschaftlichkeit ist zu beachten.

Bei einer Neu- oder Umplanung von Anschlussstellen ist darauf zu achten, dass geeignete Knoten- und Anschlussstellenformen gewählt werden, die es ermöglichen, Siedlungsgebiete möglichst zu schützen. Es ist daher bereits bei der Planung der Anschlussstellenform die Wirksamkeit erforderlicher Lärmschutzmaßnahmen zu berücksichtigen.

Bei Neuplanungen ist die optimale Variante für die Errichtung des Lärmschutzes zu prüfen. Im Variantenvergleich Lärmschutz zeigen die Variante 4 (Verlängerung Lärmschutzwand um 60 m), Variante 8 (gekrümmte Lärmschutzwand) und Variante 9 (Lärmschutzwand mit doppelter Beugungskante) die größten Verbesserungen bei den Immissionen.

Die Variante 7 (abgewinkelte Lärmschutzwand) wird vor allem bei bestehenden Anschlussstellen als Kompromisslösung empfohlen. Es sind nur geringe Zunahmen an Immissionen feststellbar. Durch die abgewinkelte Lärmschutzwand wird im Bereich des Trenninselspitzes mehr Platz geschaffen welches eine bessere optische Führung für die VerkehrsteilnehmerInnen bedeutet.

Lärmschutzerfordernisse können hinsichtlich der Lage und der Lärmpegelwerte von Immissionspunkten sehr unterschiedlich sein, detaillierte Lärmuntersuchungen mit Prüfungen

unterschiedlicher Lärmschutzmaßnahmen sind erforderlich. Vielfach kann auch ein Maßnahmenmix zweckmäßig sein. In der Regel wird eine durchgehende Weiterführung der Lärmschutzwand über den Anschlussstellenbereich den besten Schutz darstellen. Dabei kann es erforderlich werden, dass im Ein- und Ausfahrtsbereich eine teilweise Überlappung der Lärmschutzwände (d.h. auf beiden Seiten der Rampe) erforderlich ist.

6.2 MASSNAHMEN ZUR VERRINGERUNG DER KONFLIKTE UND UNFÄLLE

Die Verkehrsführung sollte in Form einer „selbsterklärenden“ Straße erfolgen. Durch diese Maßnahmen sollen FahrzeuglenkerInnen auf die erforderlichen Geschwindigkeitsanfordernisse und die Streckenführung vorbereitet werden. Dazu können Fahrbahnoberflächenänderungen („Rumpelstrecken“), in Kurvenbereichen auch ausreichende Leiteinrichtungen, die auch in der Nacht gut sichtbar sind, vorgesehen werden.

Wenn für FahrzeuglenkerInnen die fahrbaren Geschwindigkeiten in Kreisbögen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen von Rampen nicht eindeutig abschätzbar sind, sollten entsprechende Geschwindigkeitsbeschränkungen (fixe oder dynamische Anzeigen) verordnet werden. Die Anlagenverhältnisse sind zu optimieren, wie z.B. durch eine entsprechende Querneigung im Bogenbereich.

FahrzeuglenkerInnen sollten dazu angehalten werden, möglichst frühzeitig auf den Rechtsabbiegestreifen zu verschwenken. Neben der klar erkennbaren Wegweisung, insbesondere Überkopf, sollte auch die Bodenmarkierung entsprechend angepasst werden. Dadurch kann ein spätes Wechseln mit der Gefahr des Abkommens im Trennselbstspitz großteils vermieden werden. Diese Lösung sollte an einigen Stellen getestet und die Wirksamkeit untersucht werden.

Der Rechtseinbiegestreifen ist entsprechend der Fahrgeometrie zu markieren, d.h. ein fließender und tangentialer Übergang des linken Fahrbahnrandes der Rampe zum rechten Rand des inneren Fahrstreifens der Autobahn. Bei Rechtseinbiegestreifen im Zuge von Rechtsbögen ist auf die ausreichende Sicht zu achten, gegebenenfalls auch gegenüber den Richtlinien verlängerte Rechtsabbiegestreifen.

Vor Ausfahrten von der Autobahn mit hohen Verkehrsstärken besteht die Gefahr, dass Fahrzeuge auf der Autobahn bereits abbremsen, bevor sie in den Rechtsabbiegestreifen wechseln.

Telematikunterstützungen als Einfahrtshilfen bei den Einfahrten zur Autobahn bzw. Schnellstraßen sind international bereits üblich. Es soll damit einerseits vermieden werden, dass mehrere Fahrzeuge am Rechtseinbiegestreifen warten und beim Einfädeln Konflikte entstehen können.

Andererseits sind auch Lücken im Fahrzeugstrom erfassbar, die einfahrenden Fahrzeuge nutzen können. Eine der möglichen Lösungskonzepte sind Informationen mit Einfahrtshilfen „ramp metering“. Bei Anschlussstellen mit Stauungen im Einfädelungsbereich sind solche Lösungen zu untersuchen.

Nach Möglichkeit sollte die Schaffung von Safety Zones (Ausrollzonen von 100 m) anstelle von umfassenden Absicherungsmaßnahmen mit Anpralldämpfern und Leitschienen im Trenninselpitz künftig verfolgt werden. Dadurch können Kosten für die Straßeneinrichtung gesenkt und gleichzeitig Unfallfolgen reduziert werden.

6.3 MASSNAHMEN ZUR VERRINGERUNG DER UNFALLFOLGEN

Mit entsprechenden Absicherungen vor Hindernissen durch Leitschienen oder Betonwände sind Unfallfolgen wie Auffahren an Hindernisse sowie auch Hinterfahren bzw. Abheben von der Leitschiene weiterhin zu vermeiden.

6.4 VERBREITUNG DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Untersuchung sollten in den relevanten RVS-Gremien der österreichischen Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene – Verkehr (FSV), in denen die Projektpartner vertreten sind präsentiert und diskutiert werden wie z.B.

- Stb11 „Fahrzeugrückhaltesysteme“
- PV03 „operative Verkehrssicherheit“

Im Zuge von Schulungen der FSV ist die Verbreitung der Ergebnisse wie z.B. RSI / RSA Aus- und Weiterbildungen, Workshops und Seminare vorgesehen. In der ASFINAG wird eine Verbreitung der Ergebnisse des Projektes in internen Gremien und mit Projektleitern von Bauprojekten durchgeführt.

6.5 ANFORDERUNGEN ZUKÜNFTIGER VERKEHRSMITTEL

Zukünftig wird der Anteil automatisierter Fahrzeuge und langfristig autonomer Fahrzeuge steigen, die entsprechenden Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur sind daher im Vorfeld zu berücksichtigen.

Automatisierte Fahrzeuge werden durch Informationen, wie z.B. über aktuelle Situationen mit C2X (car 2 infrastrukt, car 2 car) sowie genauen digitalen Karten geleitet. Je besser die räumlichen Informationen einbezogen werden können, desto zuverlässiger wird das Fahrzeug geführt. Leiteinrichtungen und Bodenmarkierungen sind wichtige Informationshilfen für autonome Fahrzeuge.

Im normalen Verkehrsablauf können autonome und automatisierte Fahrzeuge sicher geführt werden. Pulks mit engen Fahrzeugabständen, wie z.B. bei Platooning – Kolonnen, können die Ausfädelung auf dem Rechtsabbiegestreifen erschweren. Dies gilt auch für Fahrzeuge, welche noch von Personen im Mischverkehr gelenkt werden.

Es sind daher Informationen erforderlich, ob im Ausfahrtsbereich der Anschlussstellen ein Verschwenk auf den 1. Fahrstreifen und den Rechtsabbiegestreifen möglich ist. Dies kann durch C2C Informationen erfolgen. Der Erhalt dieser Informationen erfordert jedoch ein entsprechendes System im Fahrzeug, das erst nach einiger Zeit umfassend in den Fahrzeugen vorhanden sein wird. Die Ausfahrtssituation stellt daher ein grundlegendes Problem für automatische und autonome Fahrzeuge dar. Dies ist im Zuge von Tests zu prüfen. Gegebenenfalls ist auch eine Verlängerung des Rechtsabbiegestreifens erforderlich.

Die Einfahrt vom Rechtsabbiegestreifen zur Hauptfahrbahn erfordert zuverlässige Informationen über die Möglichkeit, sich in den 1. Fahrstreifen einzuordnen. Dies wird ebenfalls über C2X Systeme erfolgen. Diesbezüglich sind entsprechende Tests notwendig.

Eine ausreichende Sicherheit und Führung für automatische und autonome Fahrzeuge im Trennselbstspitz ist mit den angeführten Maßnahmen erreichbar. Für die Ein- und Ausfädelungsbereiche der Rampen (Rechtsabbiege- und Rechtsabbiegestreifen) sind jedoch noch umfangreiche Untersuchungen erforderlich. Im Bereich des Trennselbstspitzes sind keine besonderen Erfordernisse für automatisierte und autonome Fahrzeuge erforderlich.

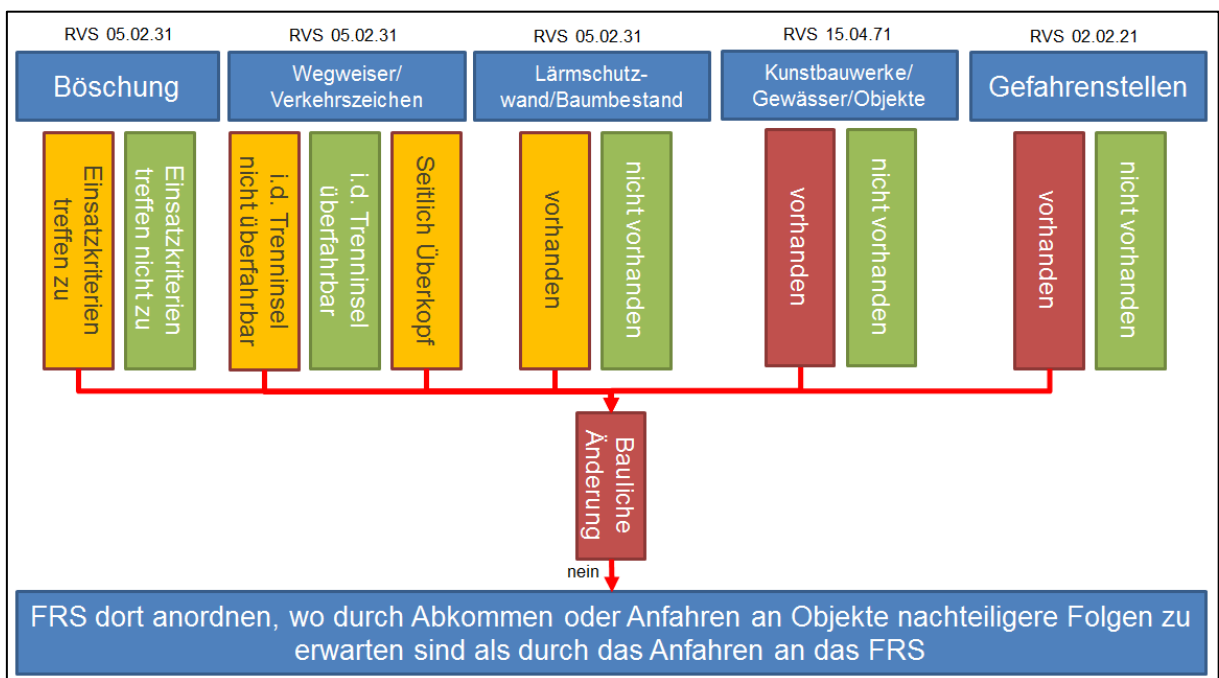
6.6 EMPFEHLUNGEN FÜR FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEME

In der folgenden Abbildung 91 ist eine Entscheidungshilfe dargestellt, die für die Beurteilung des Erfordernisses von Fahrzeugrückhaltesystemen verwendet werden kann. Falls

- Böschungen,
- nicht umfahrbare Wegweiser und Verkehrszeichen,
- Lärmschutzwände,
- Baumbestände,
- Kunstbauwerke/Gewässer oder andere Objekte oder
- Gefahrenstellen

vorhanden sind, ist zu prüfen, ob diese so abgeändert werden können, dass ein Fahrzeugrückhaltesystem nicht installiert werden muss und stattdessen die Einrichtung einer Safety Zone möglich ist.

Abbildung 91: Entscheidungsbaum Fahrzeugrückhaltesysteme



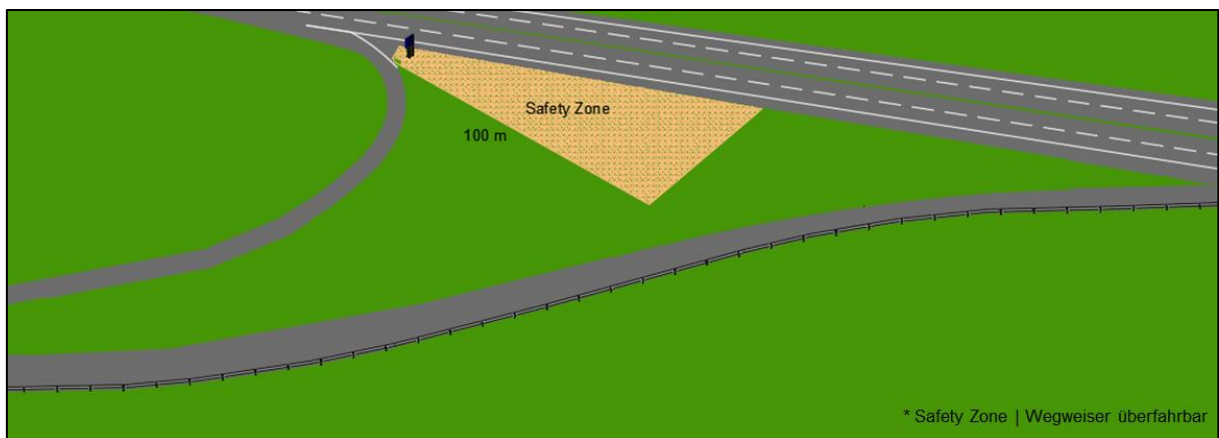
Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Fahrzeugrückhaltesysteme sind bei Dammböschungen laut RVS 05.02.31 mit einer Neigung steiler als 1:2 und einer Höhe über 4,0 m, sowie Einschnittsböschungen, die eine Gefährdung darstellen anzuordnen.

Bei Kunstbauten wohingegen eine Absturzgefahr besteht und bei angrenzenden Gewässern, die beispielsweise aufgrund ihrer Tiefe eine Gefahr darstellen sind ebenfalls Fahrzeugrückhaltesysteme (FRS) anzubringen. An Stellen mit einer nachweislich erhöhten Gefahr für Abkommensunfälle sowie an Lärmschutzwänden gilt ebenfalls die Anordnung von FRS. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass dies nur generelle Angaben sind, die entsprechenden Verkehrssicherheitsmaßnahmen sind jeweils im Detail in Abhängigkeit der Örtlichkeit festzulegen.

Falls keine Böschungen, Lärmschutzwände, Kunstbauwerke oder andere Objekte vorhanden sind, sollte eine Safety Zone im Trenninselspitz eingerichtet werden, die eine Ausrollmöglichkeit bei Abkommensunfällen bietet. Diese Safety Zonen können aus Wiese oder Schotter bestehen. In diesem Beispiel ist der Wegweiser bei einem Abkommen von der Fahrbahn überfahrbar und es werden keine Fahrzeugrückhaltesysteme angebracht (siehe Abbildung 92).

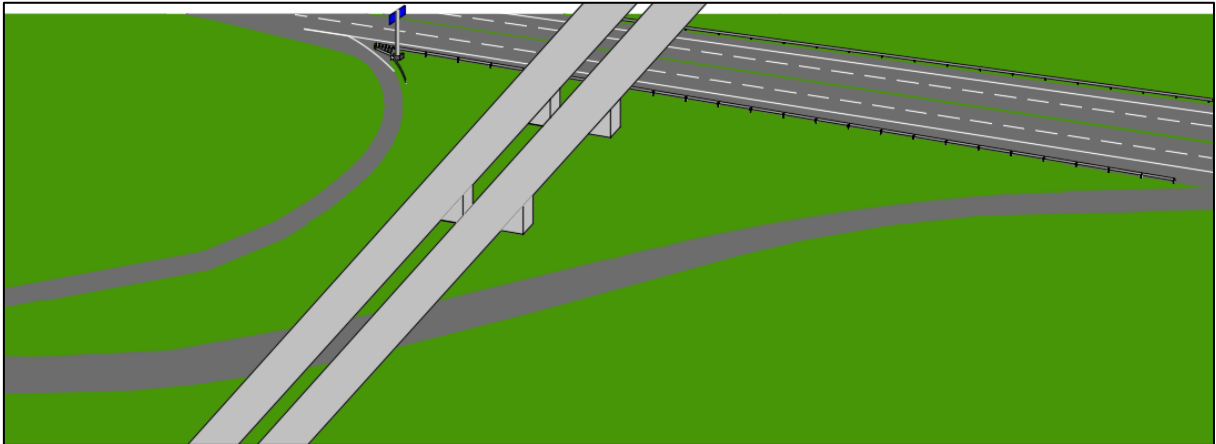
Abbildung 92: Beispiellösung "Grüne Wiese"



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

Ist ein Kunstbauwerk, wie zum Beispiel eine Brücke im Bereich des Trenninselspitzes vorhanden wird ein Anpralldämpfer sowie Fahrzeugrückhaltesysteme an der Hauptfahrbahn und den Rampen angeordnet. Der Wegweiser kann dabei ebenfalls im Trenninselspitz angeordnet werden (siehe Abbildung 93). Die Fahrzeugrückhaltesysteme sind so zu dimensionieren, dass auch ein Hinterfahren entsprechend verhindert wird.

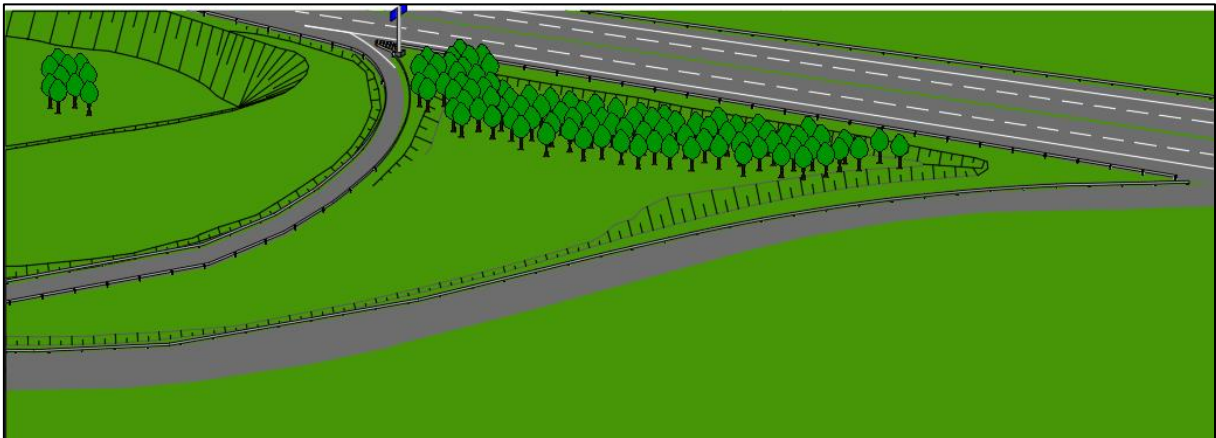
Abbildung 93: Beispiellösung "Kunstbauwerk"



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

In der folgenden Abbildung 94 wird davon ausgegangen, dass eine Böschung im Bereich des Trenninselspitzes vorhanden ist, die entsprechend RVS 05.02.32 die Errichtung eines Fahrzeugrückhaltesystems erfordert. Der Wegweiser kann in diesem Fall im Trenninselspitz positioniert werden, Fahrzeugrückhaltesysteme und Anpralldämpfer sind erforderlich.

Abbildung 94: Beispiellösung "Böschung und Vegetation"



Quelle: nast consulting, eigene Darstellung

6.7 ANWENDERHANDBUCH

Im Folgenden sind Maßnahmen für Autobahnen und Schnellstraßen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und des Lärmschutzes in einem Anwenderhandbuch dargestellt.

SAFETY ZONE	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Durch einen späten Fahrstreifenwechsel oder fehlende Orientierung können im Trennselspitz Auffahrunfälle entstehen.</p>	
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> • Errichtung einer Safety Zone, keine Anbringung von Rückhaltesystemen und ortsfesten Objekten im Trennselspitz und in der Auslaufzone, Anbringung von Schotter und Wiese mit einer Ausrollmöglichkeit (nur bei ausreichenden Platzverhältnissen möglich) • Falls 100 m nicht vorhanden sind, kann alternativ eine Safety Zone mit einer reduzierten Länge sowie im Bereich der Auffahrt ein beidseitig wirkendes Rückhaltesystem angebracht werden. 	
Erwarteter Nutzen	
<p>Bei Abkommensunfällen ist keine oder nur eine geringe Verletzungsschwere zu erwarten.</p>	
Kosten	
<p>Bei einer Neuerrichtung der Anschlussstellen sind die Mehrkosten für die Errichtung einer Safety Zone vernachlässigbar gering. Einzelne Anschlussstellen (Bestand: ohne Hindernisse im Trennselspitz) könnten umgerüstet werden. Kosten entstehen durch das Entfernen der Rückhaltesysteme (abhängig von der jeweiligen Länge).</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Bei Errichtung einer Safety Zone müssen ausreichende Platzverhältnisse (rund 100 m) verfügbar sein um ein Abkommen auf die Auffahrtsrampe (z.B. bei einem Anschlussstellentyp eines halben Kleeblatts) zu vermeiden.</p>	

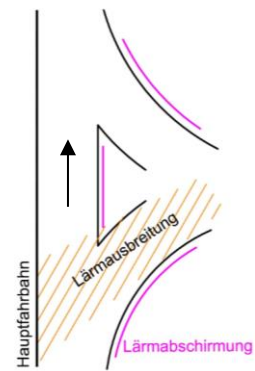
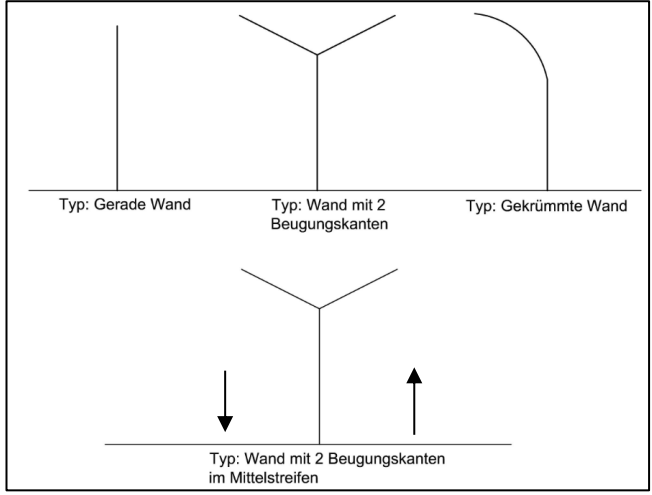
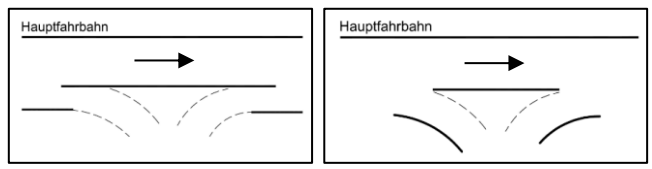
SPERRLINIEN ZUR VERBESSERUNG DES AUSFAHRTSBEREICHS	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Einzelne FahrzeuglenkerInnen wechseln spät zur Ausfahrt, dadurch können Abkommensunfälle im Trennselspitz entstehen.</p>	<p>Hauptfahrbahn Trennselspitz Rechtsabbiegestreifen</p>
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> Mit vorgezogener Sperrlinie soll der Fahrstreifenwechsel zum Rechtsabbiegestreifen vom Trennselspitz verlagert werden. 	<p>Hauptfahrbahn vorgezogene Sperrlinie Trennselspitz Rechtsabbiegestreifen Verlagerung vom Trennselspitz durch vorgezogene Sperrlinie</p>
Erwarteter Nutzen	
<p>Aufgrund des früheren Fahrstreifenwechsellvorganges werden Konflikte und Unfälle im unmittelbaren Ausfahrtbereich entschärft.</p>	
Kosten	
<p>Wenn die Bodenmarkierungen im Zuge einer Neumarkierung der Autobahn / Schnellstraßen erfolgt, sind die Mehrkosten vernachlässigbar gering.</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Die Länge der Sperrlinie ist ausschließlich aus verkehrstechnischer Sicht nicht durchführbar, es ist das tatsächliche Verkehrsverhalten einzubeziehen. Eine Sperrlinienlänge im letzten Drittel (ca. 50 - 70 Meter) ist geeignet, den Fahrstreifenwechsellvorgang vorzuführen. Zur Bestimmung der optimalen Länge der Sperrlinie werden an bestimmten Umsetzungsbereichen Vorher-Nachher-Untersuchungen des Verkehrsverhalten als notwendig angesehen.</p>	

SPERRLINIEN ZUR VERMEIDUNG VON FAHRSTREIFENWECHSEL	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Einzelne FahrzeuglenkerInnen wechseln spät vor dem Trenninselspitz zwischen 1. und 2. Fahrstreifen um zur Ausfahrt zu gelangen, dadurch können Abkommensunfälle im Trenninselspitz entstehen.</p>	
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> Mit einer durchgehenden Sperrlinie zwischen Ein- und Ausfahrt (Trenninselspitz bis Ende Beschleunigungstreifen) und einer Nebenlinie zwischen 1. und 2. Fahrstreifen soll ein frühzeitigen Fahrstreifenwechsel zu Beginn des Rechtsabbiegestreifens ermöglichen und einen spätere Fahrstreifenwechsel verhindern 	
Erwarteter Nutzen	
<p>Aufgrund des früheren Fahrstreifenwechsellvorganges werden Konflikte und Unfälle im unmittelbaren Ausfahrtsbereich entschärft.</p>	
Kosten	
<p>Wenn die Bodenmarkierungen im Zuge einer Neumarkierung der Autobahn / Schnellstraßen erfolgt, sind die Mehrkosten vernachlässigbar gering.</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Die Länge der Sperrlinie und Nebenlinie sollte am Trenninselspitz beginnen und ca. bis 30m nach Ende des Beschleunigungstreifen der Auffahrt (z.B. im Bestand bei A1 ASt St. Pölten Ost angebracht). Zur Bestimmung der optimalen Länge der Sperrlinie werden an bestimmten Umsetzungsbereichen Vorher-Nachher-Untersuchungen des Verkehrsverhalten als notwendig angesehen.</p>	

LASCHEN ZUR VERDEUTLICHUNG DES AUSFAHRTSBEREICHES	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Einzelne FahrzeuglenkerInnen wechseln spät zur Ausfahrt, dadurch können Abkommensunfälle im Trennselspitz entstehen.</p>	
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> Bei einer Anbringung eines Anpralldämpfers im Trennselspitz können zusätzliche Laschen auf der Fahrbahn vor dem Trennselspitz eine Orientierungshilfe geben. 	
Erwarteter Nutzen	
<p>Aufgrund des früheren Fahrstreifenwechsellvorganges und der Verdeutlichung des Trennselspitzes durch Laschen werden Konflikte und Unfälle im unmittelbaren Ausfahrtsbereich entschärft.</p>	
Kosten	
<p>Die Kosten für die Anbringung von Laschen bei gefährlichen Trennselspitzen sind gering und können im Zuge einer Neumarkierung der Autobahn / Schnellstraßen oder auch nachträglich angebracht werden.</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Die Länge der Laschen sollte aufgrund des Verkehrsverhaltens bei den betroffenen Anschlussstellen bestimmt werden. Zur Bestimmung der optimalen Länge der Sperrlinie werden an bestimmten Umsetzungsbereichen Vorher-Nachher-Untersuchungen des Verkehrsverhalten als notwendig angesehen.</p>	

GESCHWINDIGKEITSBESCHRÄNKUNG BEI DER AUSFAHRT	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Einzelne FahrzeuglenkerInnen fahren zu hohe Geschwindigkeiten in Annäherung an den Trennselspitz und unterschätzen die Fahrverhältnisse im Bereich der Ausfahrt bei eingeschränkten Sichtverhältnissen im Bogenbereich</p>	
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> • Bei engen Kurvenradien ist eine Geschwindigkeitsbeschränkung für FahrzeuglenkerInnen für den Ausfahrtsbereich sinnvoll • Zusätzlich können Maßnahmen zur Erhöhung der Aufmerksamkeit (Rumpelstreifen) vorgesehen werden 	
Erwarteter Nutzen	
<p>Aufgrund der Verringerung der Geschwindigkeiten vor dem Trennselspitz ist eine Verringerung von Abkommensunfällen bei der Ausfahrtsrampe zu erwarten.</p>	
Kosten	
<p>Für die Anbringung einer Geschwindigkeitsbeschränkung sind geringe Kosten gegeben.</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Die optimale Geschwindigkeit ist vom Verkehrsverhalten und dem Unfallgeschehen abhängig. Zur Festlegung der Geschwindigkeitsbeschränkung sind Vorher-Nachher-Untersuchungen des Verkehrsverhalten als notwendig angesehen.</p>	

EINFAHRTSBEREICH ZUR AUTOBAHN / SCHNELLSTRASSE	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Die Markierung des Rechtseinbiegestreifens entspricht teilweise nicht einem flüssigen Verkehrsfluss.</p> <p>Auf dem Rechtseinbiegestreifen entsteht aufgrund zu hoher Verkehrsstärken der Einfahrt ein Stau bei hohen Verkehrsstärken auf dem 1. Fahrstreifen der Autobahn bzw. Schnellstraße.</p>	
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> • Tangentiale Einbindung des linken Fahrbahnrandes der Rampe zum Fahrbahnrand des rechten Fahrstreifen der Autobahn / Schnellstraße • Bei Stauungen auf dem 1. Fahrstreifen Umsetzung von ramp metering oder weiteren Telematiksystemen 	
Erwarteter Nutzen	
<p>Entsprechende Bodenmarkierungen zur Verkehrsführung sind Maßnahmen um den Verkehr flüssig und störungsfrei zu führen. Telematiksysteme stellen bei höheren Verkehrsstärken sowohl hinsichtlich der Verkehrssicherheit als auch der Leistungsfähigkeit Verbesserungen dar. Damit können Zeitlücken auf der Hauptfahrbahn der Autobahn oder Schnellstraße insbesondere auf dem rechten Fahrstreifen) verbessert angenommen werden.</p>	
Kosten	
<p>Bodenmarkierungen zur verbesserten Verkehrsführung sind kostenneutral. Telematiksysteme erfordern in der Realisierung und dem Betrieb entsprechende Kosten. Es ist daher jeweils die Wirtschaftlichkeit (betriebs- und volkswirtschaftlich) zu prüfen, vor allem auf den Effekt verringerter Unfallzahlen.</p>	
Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung	
<p>Telematiksysteme sind auf die gegebenen Anlageverhältnisse, den Verkehrsstärken und der Verkehrszusammensetzung abzustimmen.</p>	

LÄRMSCHUTZWAND NEBEN DER HAUPTFAHRBAHN DER AUTOBAHN / SCHNELLSTRASSE	
Ausgangssituation	Skizzenhafte Darstellung
<p>Bei bestehenden Anschlussstellen, aber auch für Neuplanungen ist die Lärmabschirmung geringer als in den anschließenden Bereichen, vor allem durch „Lücken“ in der Lärmabschirmung.</p>	 <p>Quelle: nast consulting, eigene Darstellung</p>
Maßnahmen	Skizzenhafte Darstellung
<ul style="list-style-type: none"> • Die erforderliche Lärmschutzwirkung neben der Fahrbahn ist sicherzustellen • Bei den Ein- und Ausfahrten sind Überlagerungen oder ein Durchziehen der Lärmschutzwand möglich • Durch besondere Konstruktionen, wie gekrümmte Wände oder Wände mit mehreren Beugungskanten, kann die Lärmschutzwirkung erhöht werden • Auch eine Lärmschutzwand zwischen den Fahrbahnen verbessert die gesamte Lärmschutzwirkung • Mögliche Konflikte im Trenninselspitz mit den Sicherheitsanforderungen sind zu beachten 	 <p>Quelle: nast consulting, eigene Darstellung</p>  <p>Quelle: nast consulting, eigene Darstellung</p>
Erwarteter Nutzen	
<p>Die Lärmabschirmung der Hauptfahrbahnen der Autobahnen und Schnellstraßen hat die größte Wirksamkeit. Auf der Hauptfahrbahn sind bei den überwiegenden Anschlussstellen deutlich höhere Verkehrsstärken als bei den Rampen gegeben. Gerade Wände mit ausreichender Länge und Höhe bewirken nicht nur die erforderliche Abschirmung der Autobahnen, es können bei höheren Abschirmungswirkungen Maßnahmen bei Rampen reduziert werden. Bei höheren Lärmschutzanforderungen sind gekrümmte Systeme oder Wände mit mehreren Beugungskanten zweckmäßig.</p>	

LÄRMSCHUTZWAND NEBEN DER HAUPTFAHRBAHN DER AUTOBAHN / SCHNELLSTRASSE

Kosten

Je höher die Lärmschutzwirkung erforderlich ist, desto höher sind die Kosten der Lärmschutzwände. Aufgrund der besseren Wirksamkeit sind in der Regel Wände gegenüber Dämmen vorzuziehen. Entsprechend der Dienstanweisung des BMVIT sind die Lärmschutzmaßnahmen wirtschaftlich nachzuweisen.

Maßgebende Kriterien bei der Umsetzung

Es ist eine grundlegende Kenntnis, dass je näher sich die Lärmschutzeinrichtung bei der Lärmquelle befindet, desto höher die Wirkung ist. Bei Ein- und Ausfahrten ist es aber zwingend, gemeinsam mit den Absicherungssystemen die Lärmschutzanlagen zu planen und auszuführen. Die nachträgliche Schließung von „Lücken“ ist zumeist nur aufwändig möglich. Die Auswahl der Anschlussstellenform bei Neu- und Umplanungen entsprechend den Lösungsansätzen lt. 6.3 ist anzustreben. Eine detaillierte Lärmschutzuntersuchung ist bei Überschreitung der Lärmpegelwerte bei Immissionspunkten erforderlich.

7 VERZEICHNISSE

7.1 QUELLENVERZEICHNIS

AIT, TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ – INSTITUT FÜR FAHRZEUGSICHERHEIT: Risikomodelle zur Analyse von Unfällen mit ortsfesten Hindernissen auf Autobahnen und Schnellstraßen (RISKANT), durchgeführt im Auftrag des BMVIT und ASFINAG, Verkehrsinfrastrukturforschung (VIF 2011), Juli 2013

ASFINAG: Planungshandbuch Planungsanleitung Lärmschutz, Wien, Mai 2013

BMVIT: Dienstanweisung für Lärmschutz an bestehenden Bundesstraßen (Autobahnen und Schnellstraßen), GZ.BMVIT-300.040/0003-II/ST-ALG/2011, Fassung Jänner 2011

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (FGSV): Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesystemen, Köln Juli 2009

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR: RVS 05.05.31 Anordnungen und Aufstellungen von Fahrzeugrückhaltesystemen, Wien November 2007

ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE – SCHIENE – VERKEHR: RVS 03.05.13 Gemischte und Planfreie Knoten, Wien März 2001

KFV, TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ – INSTITUT FÜR FAHRZEUGSICHERHEIT: SICHERE LEITUNG – Verkehrssicherheitspotentiale seitlicher Fahrzeugrückhaltesysteme im Autobahnen- und Schnellstraßennetz der ASFiNAG, durchgeführt im Auftrag des BMVIT und ASFINAG, Verkehrsinfrastrukturforschung, Juni 2014

SCHWEIZER VERBAND DER STRASSEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE: SN 640 566 Rückhaltesysteme an Straßen, Zürich, 2012

7.2 ABBILDUNGS-/TABELLENVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: ERMITTLUNG DER ERFORDERLICHEN AUFSTELLLÄNGE GEMÄß RVS 05.02.31	13
ABBILDUNG 2: BETRACHTUNGSBEREICH B AUF BASIS DER RVS 03.03.31	14
ABBILDUNG 3: MINDESTLÄNGEN VON SCHUTZEINRICHTUNGEN IM RICHTUNGSVERKEHR (2 FAHRSTREIFEN) GEMÄß RPS	15
ABBILDUNG 4: ERFORDERLICHE LÄNGE L_2 GEGEN AUFGLEITEN UND HINTERFAHREN	16
ABBILDUNG 5: EINSATZ UND ANORDNUNG VON RÜCKHALTEEINRICHTUNGEN IN VERSCHIEDENEN TYPEN VON ANSCHLÜSSEN VON AUTOBAHNEN	17
ABBILDUNG 6: TRENNINSEL MIT UMFAHRBAREM HINDERNIS (LINKS) BZW. GEFÄHRLICHEM HINDERNIS (RECHTS)	18
ABBILDUNG 7: RÜCKLAUFQUOTE DER INTERNATIONALEN BEFRAGUNG MITTELS SURVEYMONKEY	22
ABBILDUNG 8: ÜBERBLICK DER IM DETAIL UNTERSUCHTEN LÄNDER SOWIE ANZAHL DER RETOURNIERTEN (VOLLSTÄNDIGEN) FRAGEBÖGEN (ZAHLENWERTE)	22
ABBILDUNG 9: PRIORITÄTENREIHUNG DER ASPEKTE ANPRALLSCHUTZ, SICHTWEITE UND LÄRMSCHUTZ IM TRENNINSELSPIZ	23
ABBILDUNG 10: FUNKTIONEN DES TRENNINSELSPIZES (MEHRFACHANTWORTEN MÖGLICH)	24
ABBILDUNG 11: ÜBERBLICK ÜBER MAßNAHMEN IM TRENNINSELSPIZ (MEHRFACHANTWORTEN MÖGLICH)	25
ABBILDUNG 12: ANORDNUNG VON LÄRMSCHUTZWÄNDEN IM TRENNINSELSPIZ	26
ABBILDUNG 13: ÜBERSICHT DER SITUIERUNG DER AUSGEWÄHLTEN ANSCHLUSSSTELLEN	27
ABBILDUNG 14: AUSSCHNITT LAGEPLAN BESTAND A 2 SÜD AUTOBAHN AST BADEN FAHRTRICHTUNG GRAZ.	29
ABBILDUNG 15: AUSSCHNITT LAGEPLAN BESTAND A 2 SÜD AUTOBAHN AST KOTTINGBRUNN FAHRTRICHTUNG WIEN.....	31
ABBILDUNG 16: AUSSCHNITT LAGEPLAN BESTAND A 1 WEST AUTOBAHN AST BÖHEIMKIRCHEN FAHRTRICHTUNG WIEN.....	34
ABBILDUNG 17: UNFALLSTECKKARTE DER AST BADEN, PERSONENSCHADENUNFÄLLE 2012-2016	35
ABBILDUNG 18: UNFALLSTECKKARTE DER AST KOTTINGBRUNN, PERSONENSCHADENUNFÄLLE 2012-2016 .	36
ABBILDUNG 19: UNFALLSTECKKARTE DER AST BÖHEIMKIRCHEN, PERSONENSCHADENUNFÄLLE 2012-2016	37
ABBILDUNG 20: RELATIONEN DER VERKEHRSZÄHLUNG A 2 AST BADEN 12.10.2017	40
ABBILDUNG 21: LÄRMMESSTANDORTE A 2 AST BADEN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017.....	41
ABBILDUNG 22: RELATIONEN DER VERKEHRSZÄHLUNG A 2 AST KOTTINGBRUNN 12.10.2017	42
ABBILDUNG 23: LÄRMMESSTANDORTE A 2 AST KOTTINGBRUNN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017	44
ABBILDUNG 24: RELATIONEN DER VERKEHRSZÄHLUNG A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN 05.10.2017	45
ABBILDUNG 25: LÄRMMESSTANDORTE A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN ANSCHLUSSSTELLE 05.10.2017	47
ABBILDUNG 26: LUFTBILD DER AUSGEWÄHLTEN BETRIEBSAUSFAHRT ZUR DURCHFÜHRUNG DER NAHFELD MESSUNGEN MIT DEN FESTGELEGTEN MESSQUERSCHNITTEN (A, B, C, D)	49
ABBILDUNG 27: SEITENANSICHT EINES EXEMPLARISCHEN MESSQUERSCHNITTES MIT INSGESAMT 4 MIKROPHONEN (M1 – M4).....	49
ABBILDUNG 28: STRAßENSEITIGE MIKROPHONPOSITION UND FERFELDMIKROPHONPOSITION VON QUER SCHNITT C (OBEN); ABSICHERUNG DER BETRIEBSAUSFAHRT MIT EINEM KABELKANAL (LINKS UNTEN); STRAßENSEITIGE MIKROPHONPOSITION VON QUERSCHNITT D (RECHTS UNTEN)	50
ABBILDUNG 29: DIFFERENZ DES $L_{A,eq}$ ZWISCHEN DEM MIKROPHONPAAR M1 – M3 (GRÜN) UND M2 – M4 (LILA) FÜR DIE QUERSCHNITTE AM ENDE (A), MITTIG (B) UND ZU BEGINN (C) DER BETRIEBSAUSFAHRT, SOWIE AUßERHALB DES ÜBERLAPPUNGSBEREICHS (D).....	51
ABBILDUNG 30: 3D ANSICHT EINER VEREINFACHTEN AUTOBAHNABFAHRT WIE SIE ZUR BEM SIMULATION VERWENDET WURDE	54
ABBILDUNG 31: ANORDNUNG DER QUELLEN UND DES AUSWERTEGRIDS.....	54
ABBILDUNG 32: GEOMETRIE DER REFERENZSIMULATION MIT EINER DURCHGEHENDEN LÄRMSCHUTZWAND, OHNE ABFAHRT	56
ABBILDUNG 33: GEOMETRIE DER REFERENZSIMULATION OHNE WAND.....	56
ABBILDUNG 34: VARIANTE „GERADE WAND“. NEBEN DER EINFACHEN VERSION GANZ OBEN, WURDE DIE WAND AUCH UM 4 BZW. 8 M VERSETZT	58
ABBILDUNG 35: VARIANTE „KURZER ÜBERGANG“	59
ABBILDUNG 36: VARIANTE „LANGER ÜBERGANG“	60

ABBILDUNG 37: VARIANTE „KNICK 30 GRAD“.....	61
ABBILDUNG 38: VARIANTE „KNICK 45 GRAD“.....	61
ABBILDUNG 39: ERGEBNISSE FÜR VARIANTE „GERADE WAND“ BEZOGEN AUF EINE DURCHGEHENDE WAND..	64
ABBILDUNG 40: ERGEBNISSE FÜR VARIANTE „GERADE WAND“ BEZOGEN AUF DIE REFERENZ OHNE WAND ...	64
ABBILDUNG 41: ERGEBNISSE FÜR DIE VARIANTEN „KURZER ÜBERGANG“ UND „LANGER ÜBERGANG“ . BEZOGEN AUF EINE DURCHGEHENDE WAND	65
ABBILDUNG 42: ERGEBNISSE FÜR DIE VARIANTEN „KURZER ÜBERGANG“ UND „LANGER ÜBERGANG“ . BEZOGEN AUF DIE REFERENZ OHNE WAND	65
ABBILDUNG 43: ERGEBNISSE FÜR DIE VARIANTEN „KNICK 30 GRAD“ UND „KNICK 45 GRAD“ BEZOGEN AUF EINE DURCHGEHENDE WAND	66
ABBILDUNG 44: ERGEBNISSE FÜR DIE VARIANTEN „KNICK 30 GRAD“ UND „KNICK 45 GRAD“ BEZOGEN AUF .DIE REFERENZ OHNE WAND	66
ABBILDUNG 45: TOP 6 ALLER VARIANTEN BEZOGEN AUF EINE DURCHGEHENDE WAND.....	67
ABBILDUNG 46: TOP 6 ALLER VARIANTEN BEZOGEN AUF DIE REFERENZ OHNE WAND.....	67
ABBILDUNG 47: SYSTEMSKIZZE - LÄRMEMISSIONSQUELLEN UND IMMISSIONSPUNKTE AN AUTOBAHNEN.....	68
ABBILDUNG 48: VARIANTE 1 – TYPISCHE LÄRMSCHUTZWAND	71
ABBILDUNG 49: VARIANTE 2 – VERKÜRZTE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB.....	71
ABBILDUNG 50: VARIANTE 3 – KEINE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB	72
ABBILDUNG 51: VARIANTE 4 – VERLÄNGERTE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB.....	72
ABBILDUNG 52: VARIANTE 5 – ANGEWINKELTE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB	73
ABBILDUNG 53: VARIANTE 6 – KEIN LÄRMSCHUTZ AN HFB, ERHÖHTE LÄRMSCHUTZWAND AN RAMPEN.....	73
ABBILDUNG 54: VARIANTE 7 – AUFSTEIGEND ANGEWINKELTE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB.....	74
ABBILDUNG 55: VARIANTE 8 – ABGERUNDETE LÄRMSCHUTZWAND AN HFB	75
ABBILDUNG 56: VARIANTE 9 – LÄRMSCHUTZWAND MIT DOPPELTER BEUGUNGSKANTE AN HFB	75
ABBILDUNG 57: VARIANTE 2 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	77
ABBILDUNG 58: VARIANTE 2 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	77
ABBILDUNG 59: VARIANTE 3 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	78
ABBILDUNG 60: VARIANTE 3 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	78
ABBILDUNG 61: VARIANTE 4 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	79
ABBILDUNG 62: VARIANTE 4 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	79
ABBILDUNG 63: VARIANTE 5 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	80
ABBILDUNG 64: VARIANTE 5 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	80
ABBILDUNG 65: VARIANTE 6 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	81
ABBILDUNG 66: VARIANTE 6 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	81
ABBILDUNG 67: VARIANTE 7 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	82
ABBILDUNG 68: VARIANTE 7 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	82
ABBILDUNG 69: VARIANTE 8 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	83
ABBILDUNG 70: VARIANTE 8 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	83
ABBILDUNG 71: VARIANTE 9 - SZENARIO 1 (SCHWACHE RAMPENBELASTUNG).....	84
ABBILDUNG 72: VARIANTE 9 - SZENARIO 2 (HOHE RAMPENBELASTUNG)	84
ABBILDUNG 73: SYSTEMSKIZZE SAFETY ZONE (HALBES KLEEBLATT)	85
ABBILDUNG 74: SYSTEMSKIZZE SAFETY ZONE (HOLLÄNDERRAMPE).....	86
ABBILDUNG 75: SYSTEMSKIZZE SAFETY ZONE MIT LÄRMSCHUTZWAND.....	86
ABBILDUNG 76: SYSTEMSKIZZE LÄRMSCHUTZWAND / VERSETZTE LÄRMSCHUTZWAND IM TRENNINSELSPITZ .	87
ABBILDUNG 77: SYSTEMSKIZZE LÄRMSCHUTZWAND VORGEZOGEN ZWISCHEN 1. FAHRSTREIFEN UND RECHTSABBIEGESTREIFEN	89
ABBILDUNG 78: BEISPIELSTANDORT BÖHEIMKIRCHEN - BESTAND.....	95
ABBILDUNG 79: BEISPIELSTANDORT BÖHEIMKIRCHEN - ABGEWINKELTE LÄRMSCHUTZWAND.....	96
ABBILDUNG 80: BEISPIELSTANDORT BÖHEIMKIRCHEN - LÄRMSCHUTZWAND IM MITTELSTREIFEN.....	97
ABBILDUNG 81: BEISPIELSTANDORT BÖHEIMKIRCHEN - VERSETZTE LÄRMSCHUTZWAND	97
ABBILDUNG 82: BEISPIELSTANDORT BADEN - BESTAND	98
ABBILDUNG 83: BEISPIELSTANDORT BADEN - ABGEWINKELTE LÄRMSCHUTZWAND	99
ABBILDUNG 84: BEISPIELSTANDORT BADEN - LÄRMSCHUTZWAND IM MITTELSTREIFEN	100
ABBILDUNG 85: BEISPIELSTANDORT BADEN - VERSETZTE LÄRMSCHUTZWAND	100
ABBILDUNG 86: BEISPIELSTANDORT KOTTINGBRUNN - BESTAND.....	101
ABBILDUNG 87: BEISPIELSTANDORT KOTTINGBRUNN - ABGEWINKELTE LÄRMSCHUTZWAND.....	102
ABBILDUNG 88: BEISPIELSTANDORT KOTTINGBRUNN - ABGESTUFTE LÄRMSCHUTZWAND	102

ABBILDUNG 89: BEISPIELSTANDORT KOTTINGBRUNN - LÄRMSCHUTZWAND IM MITTELSTREIFEN / ERHÖHTE LÄRMSCHUTZWAND MIT BEUGUNGSKANTE.....	103
ABBILDUNG 90: BESTE VARIANTE EINER LÄRMSCHUTZWAND BEIM TRENNINSELSPITZ EINER AUTOBAHN AUSFAHRT UNTER DEN VEREINFACHTEN GEOMETRIEN DIE BEI DER BEM ZUR ANWENDUNG KAMEN...	105
ABBILDUNG 91: ENTSCHEIDUNGSBAUM FAHRZEUGRÜCKHALTESYSTEME	110
ABBILDUNG 92: BEISPIELLÖSUNG "GRÜNE WIESE"	111
ABBILDUNG 93: BEISPIELLÖSUNG "KUNSTBAUWERK"	112
ABBILDUNG 94: BEISPIELLÖSUNG "BÖSCHUNG UND VEGETATION"	112
TABELLE 1: ROADSTAR-MESSDATEN A 2 SÜD AUTOBAHN AST BADEN FAHRTRICHTUNG GRAZ.....	29
TABELLE 2: ROADSTAR-MESSDATEN A 2 SÜD AUTOBAHN AST KOTTINGBRUNN FAHRTRICHTUNG WIEN.....	32
TABELLE 3: ROADSTAR-MESSDATEN A 1 WEST AUTOBAHN AST BÖHEIMKIRCHEN FAHRTRICHTUNG WIEN..	34
TABELLE 4: ROADSTAR ERGEBNISSE DER AUSGEWÄHLTEN ANSCHLUSSSTELLEN	38
TABELLE 5: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST BADEN FAHRTRICHTUNG GRAZ 12.10.2017	39
TABELLE 6: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST BADEN FAHRTRICHTUNG WIEN 12.10.2017	39
TABELLE 7: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST BADEN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017	40
TABELLE 8: LÄRMMESSUNG AST BADEN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017 (DAUER: 10 MINUTEN/STANDORT)	41
TABELLE 9: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST KOTTINGBRUNN FAHRTRICHTUNG GRAZ 12.10.2017	42
TABELLE 10: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST KOTTINGBRUNN FAHRTRICHTUNG WIEN 12.10.2017	42
TABELLE 11: VERKEHRZÄHLUNG A 2 AST KOTTINGBRUNN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017	43
TABELLE 12: LÄRMMESSUNG A 2 AST KOTTINGBRUNN ANSCHLUSSSTELLE 12.10.2017	44
TABELLE 13: VERKEHRZÄHLUNG A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN FAHRTRICHTUNG ST. PÖLTEN 05.10.2017	45
TABELLE 14: VERKEHRZÄHLUNG A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN FAHRTRICHTUNG WIEN 05.10.2017	45
TABELLE 15: VERKEHRZÄHLUNG A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN ANSCHLUSSSTELLE 05.10.2017	46
TABELLE 16: LÄRMMESSUNG A 1 AST BÖHEIMKIRCHEN ANSCHLUSSSTELLE 05.10.2017.....	47
TABELLE 17: DIFFERENZ DES $L_{A,eq}$ ZWISCHEN DEM MIKROPHONPAAR M1 – M3 UND M2 – M4 FÜR DIE QUERSCHNITTE AM ENDE (A), MITTIG (B) UND ZU BEGINN (C) DER BETRIEBSAUSFAHRT, SOWIE AUßERHALB DES ÜBERLAPPUNGSBEREICHS (D)	51
TABELLE 18: ÜBERSICHT VARIANTEN.....	70
TABELLE 19: ANSCHLUSSSTELLENBEURTEILUNG VERKEHRSSICHERHEIT / LÄRMSCHUTZ (ANSCHLUSSSTELLENSYSTEME ENTSPRECHEND DER RVS 03.05.13).....	91
FOTO 1: A9 AST LEBRING, FOTO 2: A2 AST MODRIACH	20
FOTO 3: A11 AST ST. NIKLAS, FOTO 4: S6 AST KINDBERG OST.....	20
FOTO 5: A2 AST BAD VÖSLAU, FOTO 6: S6 AST ALLERHEILIGEN	20
FOTO 7: S1 AST VORARLBERGER ALLEE, FOTO 8: S33 KN JETTSORF	20
FOTO 9: A 2 SÜD AUTOBAHN AUSFAHRT AST BADEN FAHRTRICHTUNG GRAZ	28
FOTO 10: A 2 SÜD AUTOBAHN AUSFAHRT AST KOTTINGBRUNN FAHRTRICHTUNG WIEN	30
FOTO 11: A 1 WEST AUTOBAHN AUSFAHRT AST BÖHEIMKIRCHEN FAHRTRICHTUNG WIEN	33
FOTO 12: LASCHEN AUF DER RAMPE A 23 AST GÜRTEL-LANDSTRASSE HAUPTSTRASSE	88

8 ANHANG

Im Folgenden sind die Übersichtslagepläne der ASt Baden, ASt Kottlingbrunn und ASt Böheimkirchen dargestellt. In den Plänen ist jeweils der Bestand und die geplanten Maßnahmen hinsichtlich Lärmschutzes und Verkehrssicherheit dargestellt.