



IHATEC
Innovative
Hafentechnologien

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



ROSTOCK PORT GmbH

Strategische
Entwicklung/Grundsatzfragen

Ost-West-Straße 32, 18147 Rostock,

Abschlussbericht Projekt LA-RoRo / Berichtsteil ROSTOCK PORT

Verbundprojekt:	Lärmarrer RoRo-Umschlag (LA-RoRo)
Projektträgerschaft:	Innovative Hafentechnologien TÜV Rheinland Consulting GmbH Zentralbereich Forschungsmanagement Am Grauen Stein 51105 Köln
Konsortialführer	ROSTOCK PORT GmbH Ost-West-Str. 32 18147 Rostock
Projektpartner	Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. Annaberger Str. 240 09125 Chemnitz Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH (AED) Blumenstraße 80 01307 Dresden Universität Rostock Lehrstuhl für Strömungsmaschinen Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik Albert-Einstein-Straße 2 18059 Rostock
Förderkennzeichen (FKZ)	19H19011A
Laufzeit des Vorhabens	Februar 2020 – März 2023

Seitenumfang des Berichtes: 28

Thomas Biebig

Dr. Madlen Kroh

Sebastian Prochnow

Rostock, 23.01.2025

Inhaltsverzeichnis

I.	Kurzdarstellung	4
I.1	Aufgabenstellung	4
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	5
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	9
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	10
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	12
II.	Eingehende Darstellung	13
II.1	Erzielte Ergebnisse	13
II.2	Zusammenfassung und Ausblick	26
II.3	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	26
II.4	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	27
II.5	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	27
II.6	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	27
II.7	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses.....	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Hafengelände für den Seehafen Rostock (graue Flächen), begrenzt durch den Breitling im Norden, die Warnow im Westen, die B 105 im Süden und Grün- und landwirtschaftliche Nutzflächen im Osten.....	6
Abbildung 2:	Fähr- und RoRo-Terminal im Rostocker Seehafen, Wohngebiete Schmarl Dorf und Groß Klein Dorf.....	7
Abbildung 3:	Entladung eines RoRo-Schiffes am Liegeplatz 60 - Überführung der Schiffsrampe durch eine Zugmaschine (Tugmaster) mit Trailer	8
Abbildung 4:	realisierter Projektablaufplan mit Angabe der Arbeitspakete und Meilensteine.....	10
Abbildung 5:	Messpunkte (MP) - Durchführung von Schallimmissionsmessungen/UA in AP1	17
Abbildung 6:	Lärmkartierung Fähr-/RoRo-Terminal im Tagzeitraum (L_{Day}) mit und ohne Schiffe	20
Abbildung 7:	Positionierung der mobilen Schallschutzwand während des Feldversuchs am 01.11.23 auf der Oberdeckrampe, die damit für den RoRo-Umschlag blockiert ist.....	22
Abbildung 8:	Zweiteilige Rampe am Heck der RoRo-Schiffe der Finnbreeze-Klasse (hier „Finntide“, Quelle: Wikipedia).....	23
Abbildung 9:	Variante 5 für die mobile Schallschutzwand in der Ausführung als Segel (8 x 16 Meter) auf einem Ponton - links → voll ausgefahren / rechts → eingeklappt (Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH, 2023).....	24
Abbildung 10:	Seitenansicht der mobilen Schallschutzwand als Ponton mit Segel während des RoRo-Umschlags (Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH, 2023)	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Berechnungs- und Bewertungsverfahren für schalltechnische Fragestellungen bzw. des Immissionsschutzes	14
Tabelle 2:	Immissionsrichtwerte gem. Nr. 6.1 der TA Lärm.....	15
Tabelle 3:	Emissions-Hotspots auf dem Fähr-/RoRo-Terminal des Rostocker Seehafens (Auszug)	18
Tabelle 4:	Mittelwerte an den Immissionsorten in Groß Klein Dorf und Schmarl Dorf für die gemessenen Immissionspegel durch den Betrieb des Seehafens	19
Tabelle 5:	Detaillierte Betrachtung der Emissions-Hotspots und Einschätzung hinsichtlich der Anwendung für die im Projekt LA-RoRo zu entwickelnden Lärmschutzmaßnahmen	21

I. Kurzdarstellung

I.1 Aufgabenstellung

Im vorliegenden Bericht wird das IHATEC Projekt „Minimierung der Lärmwirkung des RoRo-Umschlages“ - Lärmarmer RoRo-Umschlag (LA-RoRo, Fkz: 19H19011B) zusammenfassend dargestellt.

Das Projekt wurde im Programm für Innovative Hafentechnologien (IHATEC) gefördert. Mit diesem unterstützt das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die eine Entwicklung oder Anpassung innovativer Technologien in den deutschen See- und Binnenhäfen ermöglichen. Diese sollen in ihrer Funktion als Drehscheiben für den nationalen und internationalen Warenaustausch für die Zukunft gestärkt werden. Des Weiteren soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Häfen gewährleistet bzw. verbessert werden.

Gleichzeitig wird mit dem Programm eine Verbesserung des Klima- und Umweltschutzes unter Berücksichtigung innovativer Hafentechnologien beabsichtigt. Darüber hinaus sollen Produktinnovationen und neue Hafentechnologien eingeführt und im Markt etabliert werden. Ein Augenmerk liegt dabei auch auf der Verbesserung der digitalen Infrastruktur der Häfen. Durch die Einführung innovativer Hafentechnologien sollen neue Arbeitsplätze geschaffen und bestehende gesichert werden. Im Zeitraum von 2021–2025 werden durch das BMDV dafür etwa 64 Millionen Euro bereitgestellt.

Eine Wohnlage mit direkter Nähe zum Ufer von Gewässern wird durch die Bevölkerung oft mit hoher Lebensqualität in Einklang gebracht. Die Schaffung neuer Wohngebiete in eben solchen Bereichen wird daher bevorzugt. Befinden sich jedoch in entsprechender Nähe industrielle Anlagen, besteht ein erhebliches Konfliktpotenzial aufgrund der zu erwartenden Immissionen. Insbesondere Hafenanlagen und die damit im Zusammenhang stehenden Betriebsvorgänge – wie z.B. der im Projekt „LA-RoRo“ betrachtete Roll on-/Roll off-Umschlag – können immissionsrelevante Geräusche hervorrufen, die die zulässigen Immissionsrichtwerte erreichen bzw. darüber hinausgehen. Als Folge können durch die zuständigen Behörden Betriebseinschränkungen angeordnet werden, die sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit für den Umschlagbetrieb auswirken bzw. weitere Entwicklungen verhindern.

Die Immissionsbelastung durch den Umschlagbetrieb ist daher zu minimieren. Ein baulicher Schallschutz ist im Vergleich zu anderen industriellen Bereichen in Häfen kaum möglich. Das Ziel des Verbundprojektes „LA-RoRo“ war die Entwicklung einer mobilen Schallschutzwand, die speziell für die der nächstgelegenen Wohnbebauung gegenüberliegenden Liegeplätze des Fähr-RoRo-Bereichs im Seehafen Rostock Anwendung findet. Damit die Schallschutzwand in Leichtbauweise ausgeführt und schnell ein- und ausgefahren werden kann (als Maßnahme zur Berücksichtigung der vorhandenen Windverhältnisse), wurde diese mit Textilmaterialien ausgeführt. Die entsprechenden Untersuchungen und Auslegungen wurden dabei durch den Partner Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) realisiert. Die Entwicklung der mobilen, textilen Schallschutzwand erfolgte im Rahmen der sog. passiven Schallkompensation.

Die typischen immissionsrelevanten Geräuschquellen durch den Betrieb in Häfen liegen oftmals in geometrischen Höhen (z.B. Abgaskamine und Lüftungsöffnungen von Schiffen), die durch eine Schallschutzwand oder vergleichbaren baulichen Schallschutz nicht mehr abgeschirmt werden können. Um jedoch auch diese, zumeist tieffrequenten und damit auch in größeren Entfernungen noch wahrnehmbaren Geräusche zu reduzieren, wurde in LA-RoRo neben der mobilen Schallschutzwand

die Entwicklung eines bereits für Innenraumanwendungen etablierten Active-Noise-Cancelling Systems verfolgt. Durchgeführt wurden die entsprechenden Aktivitäten von dem Partner Universität Rostock/Lehrstuhl für Strömungsmaschinen. Die im Rahmen der sog. aktiven Schallkompensation realisierten Arbeiten wurden auf die Entwicklung einer Spezifikation und eines Systemprototyps für das Akustiklabor beschränkt. Die Realisierung eines Demonstrators, der in der Hafenumgebung eingesetzt werden kann, soll in einem Folgeprojekt zu einem späteren Zeitpunkt sowie auf Basis der Erkenntnisse und Ergebnisse von „LA-RoRo“ erfolgen.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Als immissionsrelevant aufgrund der örtlichen Lage und der vorhandenen Geräuschcharakteristik sind die technischen Anlagen und Betriebsvorgänge im Fähr- und RoRo-Bereich des Rostocker Seehafens einzustufen. Ein weiterer Aspekt ist die hohe Frequenzierung der Fähr- und RoRo-Liegeplätze und damit verbunden die vergleichsweise hohe Auslastung der entsprechenden Umschlagsanlagen. Mehr als 74% der Anläufe wurden im Jahre 2020 durch die Fähr- und RoRo-Schiffe abgebildet. Der Anteil des Bruttoumschlags für Fähr-/RoRo-Verkehre lag 2020 bei mehr als der Hälfte des gesamten Umschlagsvolumens.

Die zu entwickelnden passiven und aktiven Lärmkompensationsmaßnahmen konzentrieren sich daher auf einen ausgewählten Emissions-Hotspot im Fähr-RoRo-Bereich des Rostocker Seehafens. Dieser befindet sich im westlichen Teil des Hafengeländes. Das gesamte Hafengelände ist in der nachfolgenden Abbildung 1 dargestellt, die Terminals für den Fähr- und RoRo-Bereich können in der Abbildung 2 eingesehen werden.



Abbildung 1: Hafengelände für den Seehafen Rostock (graue Flächen), begrenzt durch den Breitling im Norden, die Warnow im Westen, die B 105 im Süden und Grün- und landwirtschaftliche Nutzflächen im Osten

Die Einstufung als „Hotspot“ für die Liegeplätze des Fähr- und RoRo-Terminals ergibt sich aus der örtlichen Lage mit direkter Nachbarschaft zur westlich gelegenen Wohnbebauung in den Stadtteilen Schmarl Dorf und Groß Klein Dorf. Von den regelmäßig genutzten Liegeplätzen weist LP60 hier den geringsten Abstand zu den nächstgelegenen Wohngebäuden auf.

Aufgrund der günstigen verkehrsgeografischen Lage mit sehr guter land- und seeseitiger Erreichbarkeit und der modernen Infrastruktur gewinnt der Überseehafen Rostock unter anderem durch sein RoRo-Terminal immer mehr an wirtschaftlicher Bedeutung.

Wie oben bereits erwähnt und in Abbildung 2 dargestellt, befindet sich in 500 bis 600 Metern in westlicher Richtung die Wohnbebauung Schmarl-Dorf. Durch den Betrieb des RoRo-Terminals ist insbesondere im immissionskritischen Nachtzeitraum ein Konfliktpotenzial gegeben. Um dieses zu minimieren bzw. Konflikte zu vermeiden und daraus resultierend mögliche Betriebseinschränkungen abzuwenden, besteht seitens ROSTOCK PORT ein hohes Interesse, die betriebsbedingten Geräuschmissionen durch das RoRo-Terminal im Speziellen und durch den gesamten Hafen im Allgemeinen auf ein Minimum zu reduzieren bzw. unnötige Geräuscheinwirkungen zu vermeiden.



Abbildung 2: Fähr- und RoRo-Terminal im Rostocker Seehafen, Wohngebiete Schmarl Dorf und Groß Klein Dorf

Immissionsrelevante Geräusche werden bei der Be- und Entladung eines RoRo-Schiffes hervorgerufen, die häufig auch während des aus Immissionsicht kritischen Nachtzeitraum durchgeführt wird. Die wesentlichen Geräuschquellen für den Be- und Entladung sind dabei:

- das Abgasmündungsgeräusch der Schiffsaggregate während der Liegezeit,
- die Geräusche an den Ein- und Auslassöffnungen der Belüftungsaggregate,
- die Betriebsgeräusche der Trailer-Zugmaschinen für die Be- und Entladung des Schiffes (unbemannte Ladung) -
 - das Abgasmündungsgeräusch und
 - die impulshaltigen Geräusche während der Überführung der Laderaumrampe des Schiffes und von schiffs- und landseitigen Unebenheiten - sowie
- die Fahrgeräusche der Fahrzeuge (Lkw), die das Schiff befahren bzw. dieses verlassen.

Je nach Schiffstyp, Verschleißzustand der Schiffsaggregate und -komponenten, der konkreten Lage des Schiffes am Liegeplatz, der Menge der be- und entladenden Güter und der Fahrgeschwindigkeit

der Zugfahrzeuge können die hervorgerufenen Schalleistungspegel der einzelnen Geräuschquellen hinsichtlich des Wertes variieren, sind jedoch generell auf immissionsrelevantem Niveau.

Für den RoRo-Umschlag am Liegeplatz 60 ist häufig das Überfahren der Schiffsrampe durch die Zugmaschinen-Trailer-Gespanne pegelbestimmend und je nach Wetterlage im nächstgelegenen Wohngebiet und darüber hinaus deutlich wahrnehmbar. Insbesondere Mitwindbedingungen auf dem Schallausbreitungsweg begünstigen die Hörbarkeit der impulshaften Geräusche. Liegeplatzseitig ist für den Bereich der Auflagefläche der Schiffsrampe zur Reduzierung der Impulsgeräusche während der Be- und Entladung eine Kunststoffauflage über die gesamte Rampenbreite eingebaut (Abbildung 3).



Abbildung 3: Entladung eines RoRo-Schiffes am Liegeplatz 60 - Überführung der Schiffsrampe durch eine Zugmaschine (Tugmaster) mit Trailer

Grundsätzlich wirkt im Falle des Liegeplatzes 60 die auf dem Ausbreitungsweg vorhandene reflektierende Wasserfläche schallausbreitungsbegünstigend, da die bei porösen Oberflächen (z.B. eine Grünfläche oder eine Ackerfläche) vorhandene Schallabsorption durch den Boden entfällt. Die genannten Geräuschanteile durch den Betrieb des RoRo-Umschlags sollen durch die zu entwickelnde mobile Schallschutzwand minimiert werden. Neben den Zielen der in Aussicht gestellten Pegelminderung von mindestens 10 dB wurden durch ROSTOCK PORT nach Abstimmung mit dem Projektkonsortium die folgenden Randbedingungen formuliert:

- die zu entwickelnde Schallschutzwand muss mobil ausgeführt werden und mit hafentypischen Transportfahrzeugen verfahrbar sein,
- die geometrischen Abmaße der Schallschutzwand (Schirmhöhe und -breite) müssen so ausgeführt werden, dass sie den zu formulierenden akustischen Anforderungen entsprechen,
- die Schallschutzwand muss standfest insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden Windlasten ausgeführt werden,
- die Anforderungen des Arbeitsschutzes sind einzuhalten,
- durch den Betrieb der Schallschutzwand sind unter allen Umständen mögliche Havarien und daraus resultierende Gefährdungen Beteiligter und des Umschlagsbetriebs auszuschließen und
- der gesamte schiffs- und liegeplatzseitige Fahrweg darf durch die Schallschutzwand nicht eingeschränkt werden.

Für das in der aktiven Schallkompensation vorgesehene ANC-System soll eine Spezifikation entwickelt werden. Das Ziel der Forschungsarbeiten ist die Identifikation relevanter, geeigneter Geräuschquellen, die Bewertung der Wirksamkeit möglicher ANC-Systeme und die Erstellung eines Konzepts zur praktischen Umsetzung. Durch ein ANC-System im Hafen sollen Geräuschmissionen durch stationäre technische Anlagen in den benachbarten Wohngebieten verringert werden. Dies soll mit zu entwickelnden Algorithmen realisiert werden und in Simulationen überprüft und optimiert werden. Im Ergebnis sollen die spezifizierte Schallpegelreduktion in einem Zielbereich sowie eine optimale Anzahl und Position für Mikrofone und Aktuatoren für die Umsetzung eines ANC-Systems im Rostocker Hafen bestimmt werden.

Das langfristige Ziel ist es, durch das Zusammenwirken der im Projekt LA-RoRo zu entwickelnden mobilen Schallschutzwand (passive Schallkompensation, Abschirmung der Geräusche durch die Be- und Entladevorgänge) und des zu entwickelnden ANC-Systems (aktive Schallkompensation, „Auslöschen“ der Geräusche durch die Schiffsaggregate) eine signifikante Pegelminderung (≥ 3 dB) für das Gesamtgeräusch durch den Betrieb des RoRo-Umschlags zu erzielen. Die Umsetzung des ANC-Systems wird dabei in einem Folgeprojekt gesehen. In LA-RoRo wird mit der Spezifikationserarbeitung dazu die Grundlage geschaffen.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Für die Erreichung der Projektziele wurden entsprechende Arbeitspakete definiert, deren Leitung durch einen der Projektpartner entsprechend den einzubringenden Kompetenzen erfolgte. Die Arbeitsschwerpunkte für ROSTOCK PORT sind im Arbeitspaket AP 1 - Detaillierte Analyse der Rahmenbedingungen und Restriktionen sowie der Abfertigungsprozesse – definiert.

Im Arbeitspaket AP1 erfolgt eine detaillierte Analyse der Schallemissionen, um für die aktuellen Hafenprozesse im Untersuchungsraum die genaue Schallcharakteristik, die Konzentrationspunkte (Hotspots) sowie die unterschiedlichen Ganglinien zu erfassen, in ein Lärmmodell zu implementieren und entsprechende Lärmkartierungen zu erstellen. Neben der reinen Messwerterfassung werden insbesondere die Ursachen der Lärmentstehung ermittelt, um geeignete Lösungsansätze für eine Schallreduzierung entwickeln zu können. Die Messdaten der aktuellen schalltechnischen Ist-Situation werden durch die Forschungspartner Uni Rostock bzw. Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH (AED) weiterhin als Eingangsgrößen für die Simulation von ANC-Systemen bzw. für die

Optimierung des passiven Lärmschutzsystems verwendet. Das Ziel ist die Ableitung eines Anforderungskatalogs.

Das beschriebene Arbeitspaketen ordnet in dem in Abbildung 4 dargestellten Projektplan ein. Die Projektlaufzeit lag bei 36 Monaten und startete am 01.02.2020. Die Laufzeit wurde im letzten Projektjahr um zwei Monate kostenneutral verlängert, Grund waren zeitliche Verzögerungen für die Produktion des Prototyps für die mobile Schallschutzwand in AP 3.

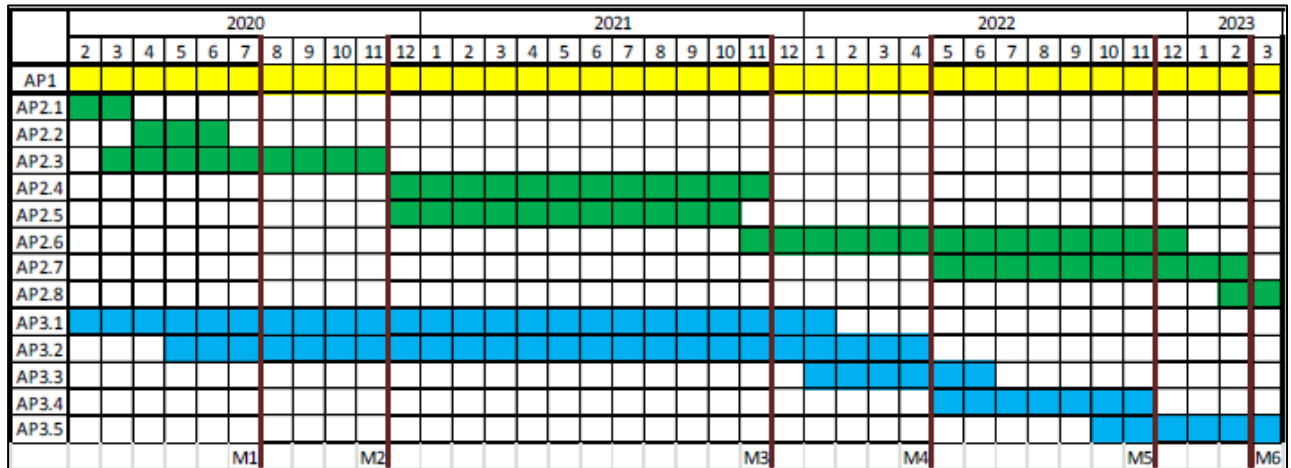


Abbildung 4: realisierter Projektablaufplan mit Angabe der Arbeitspakete und Meilensteine

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Lärm kann Krankheiten verursachen. Laut Bundesumweltamt unterliegen 13 Mio. Bundesbürger aufgrund von Lärmbelastungen einem erhöhten Herzinfarkttrisiko¹. Die Weltgesundheitsorganisation WHO ermittelte Lärm als zweitgrößtes Gesundheitsrisiko². Wirksame Maßnahmen zur Lärmreduzierung sind entsprechend ihrer Effektivität die Vermeidung der Schallemissionen an der Quelle, die Beeinflussung der Ausbreitung des Schalls und die Lärminderung am Immissionsort³. Als physikalische Wirkprinzipien können dafür

- Schallabsorption durch Schalldämpfung und destruktive Interferenz,
- diffuse Schallreflexion,
- Abschirmung durch Schalldämpfung und -dämpfung und
- Schallbeugung

genutzt werden (Borrmann, Frank - BALTIC MARINE CONSULT, 2019).

¹ Umweltbundesamt, veröffentlicht 2015-12-22, abgerufen 2019-08-23, Stressreaktionen und Herz-Kreislaufkrankungen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/stressreaktionenherz-kreislauf-erkrankungen>

² Bäckmann, R. (2012), KI Kälte, Luft, Klimatechnik, 2012(1-2):29—33, Schalldämpferkonstruktionen zur Schallbeeinflussung.

³ van Breemen, T., Popp, C., Witte, R., Wolkenfelt, F. und Wooldrige, C. (2008), Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management. published by NoMEPorts, Amsterdam, 2008.

Zur Charakterisierung und Vermeidung sowie zum Management von Lärmemissionen von Seehäfen sind verschiedene Veröffentlichungen bekannt^{4,5,6,7}. Relevante Lärmquellen beim Betrieb eines RoRo-Terminals sind das Schiff, die Zugmaschinen für den Transport sog. unbemannter Ladung, damit einhergehende Geräusche beim Betrieb (z.B. Überfahren von Unebenheiten, Warneinrichtungen beim Rangieren) und Verkehrslärm durch Anlieferung und Abtransport zum bzw. vom Terminal⁸.

An Bord von RoRo-Schiffen sind Ventilatoren als Hauptlärmquelle mit Pegeln zwischen 105 dB(A) und 125 dB(A) genannt. Diese müssen die Frischluftversorgung insbesondere beim Be- und Entladen sicherstellen.

Die meisten Zugmaschinen haben Allradantrieb, die wesentlichen Geräuschquellen sind Getriebe, Motorlärm, Luftansaugung und Abgasanlage. In der Regel sind etwa 20 Fahrzeuge pro Schiff im Einsatz. Typische Emissionspegel der Dieselmotoren liegen im Bereich von 107 dB(A) bis 109 dB(A)⁹. Spitzenwerte im Schallpegel beim Auffahren auf eine Rampe oder Überqueren von Unebenheiten können bis zu 125 dB(A) betragen.

Durch Verkehrslärm verursachte Schallpegel liegen bei etwa 104 dB(A). Dieser kann vom Hafentreiber häufig nur durch gute Logistikplanung zur Vermeidung unnötiger Bewegungen auf dem Terminal beeinflusst werden.

Typische Schallquellen, für die eine aktive Schallfeldbeeinflussung mittels eines ANC-Systems angedacht ist, sind stationäre bzw. quasistationäre ortsfeste Schallquellen mit einer geringen zeitlichen Variabilität. In diese Kategorie von Schallquellen fallen stationär betriebene Schiffsanlagen wie Hilfsdiesel und Lüfter, aber auch Pumpen, die während der Be- und Entladung des Schiffes betrieben werden. Des Weiteren lassen sich auch stationär betriebene technische Anlagen direkt auf dem Hafengelände von ROSTOCK PORT, wie beispielsweise Lüfter, Kompressoren von Klimaanlage o.Ä. dieser Kategorie zuordnen. Das Schallspektrum solcher Anlagen kann dabei durch stark tonale Komponenten geprägt sein. Für Lüfter entsprechen diese Vielfachen der Schaufeldurchgangsfrequenz, gebildet aus dem Produkt zwischen der Drehfrequenz und der Schaufelanzahl (Borrmann, Frank - BALTIC MARINE CONSULT, 2019).

ROSTOCK PORT beauftragte im Jahr 2016 die Erarbeitung einer Schalltechnischen Untersuchung mit dem Ziel; auf der Grundlage einer umfassenden Darstellung der Schallsituation im Umkreis des Seehafens dessen Entwicklungsmöglichkeiten aus schalltechnischer Sicht aufzuzeigen und dem Auftraggeber eine verwendungsfähige Unterlage zur Diskussion mit den Bürgern, den Behörden und den Anlagenbetreibern im Seehafen zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig wurden mit dieser Untersuchung potenzielle Konflikte aufgezeigt, die eine der Grundlagen für die Bestimmung des Untersuchungsortes und -umfanges im Projekt LA-RoRo bildete.

⁴ Wolfert, H., Ottink, M., Witte, R. und Gunnewijk, R. H. (2019), Mitigation of ship noise from ships at berth, NEPTUNES best practice guide 1.0, 2019

⁵ Alsina-Pagès, R. M., Socoró, J. C. und Barqué, S. (2018), Survey of Environmental Noise in the Port of Barcelona. Euronoise 2018 Proceedings, 2018.

⁶ Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency (2010), Noise from ships in ports – Possibilities for noise reduction, Report on Environmental Project No. 1330, 2010.

⁷ van Breemen, T., Popp, C., Witte, R., Wolkenfelt, F. und Wooldrige, C. (2008), Good Practice Guide on Port Area Noise Mapping and Management. published by NoMEPorts, Amsterdam, 2008.

⁸ Witte, R. (2008), Euronoise 2008 Proceedings, Noise emissions RoRo terminals.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In der Projektlaufzeit erfolgte seitens ROSTOCK PORT eine Zusammenarbeit mit den folgenden Institutionen:

- Baltic Marine Consult GmbH, Rostock Warnemünde
 - Koordination der Zusammenarbeit der Projektpartner während der Projekt-Anlaufphase
- Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH (AED)
 - Durchführung von Schallimmissionsmessungen + detaillierte Betrachtung weiterer Emissions-Hotspots zur Identifizierung weiterer Einsatzorte für eine mobile Schallschutzwand
- DETHLOFF & LANGE GmbH, Neubukow
 - Durchführung einer Machbarkeitsstudie zu konstruktiven Ausführungen einer mobilen Schallschutzwand

II. Eingehende Darstellung

II.1 Erzielte Ergebnisse

Rechtliche Rahmenbedingungen

ROSTOCK PORT analysierte im Arbeitspaket AP1 die potenziellen akustischen Hotspots im Seehafen Rostock und stellte diese innerhalb des Projektkonsortiums zur Diskussion. Im Ergebnis der Analyse wurden die RoRo-Umschlagsbereiche an den Liegeplätzen (LP) 60 und 64 für die Erreichung der Projektziele zur aktiven und passiven Lärmkompensation als potenziell geeignet eingestuft. Die Betrachtung innerhalb des Projektes soll jedoch auf einen der beiden Liegeplätze beschränkt werden. Der LP60 weist im Seehafen Rostock die geringsten Entfernungen zu den nächstgelegenen schutzbedürftigen Nutzungen auf. Liegeplatz 64 ist im Vergleich zu LP60 in größerer Entfernung zu den nächstgelegenen Wohngebäuden gelegen, kann jedoch aufgrund der täglich mehrfachen Frequentierung und der damit verbundenen höheren Wahrscheinlichkeit einer zeitgleich auftretenden, schallausbreitungsbegünstigenden Mitwindsituation sowie der besonders schallintensiven Waggontrajektion eine Immissionsrelevanz erlangen.

In der weiteren Betrachtung wurden für die Entscheidungsfindung zunächst meteorologische Langzeitdaten ausgewertet, um die Häufigkeit von Mitwindereignissen auszuwerten, da diese die Immissionspegel im Bereich der nächstgelegenen Wohngebäude maßgeblich beeinflussen können. Darüber hinaus wurden unterstützend auch Betrachtungen mit dem ROSTOCK PORT-eigenen schalltechnischen Berechnungsmodell durchgeführt.

Im Projektkonsortium wurde nach einer Ortsbegehung im Bereich der zu schützenden Wohnbebauung der LP64 mit seiner im Vergleich zum LP60 größeren Entfernung als weniger geeignet eingestuft, da die zu erwartenden Immissionspegel deutlich geringer als für die Vorgänge am Liegeplatz 60 ausfallen und die Immissionen voraussichtlich bereits nahe am Pegelniveau des dort vorhandenen Grundgeräusches liegen. Eine Überprüfung der Wirksamkeit für die im Rahmen der passiven Lärmkompensation zu entwickelnden textilen Schallschutzwand ist daher voraussichtlich nur sehr schwer nachweisbar.

Eine weitere Analyse dieser Eingangsfragestellung durch Langzeit-Schallmessungen, realisiert durch einen Unterauftragnehmer, wurde als nicht zielführend eingestuft und aufgrund der dadurch zu befürchtenden Verzögerungen im Projektverlauf verworfen. Abschließend wurde im Konsortium entschieden, die Arbeiten für LA-RoRo am LP60 durchzuführen. Die Partner AED und Uni Rostock führten am 08.07.20 (AED) und am 05.02.21 umfangreiche Schallmessungen am LP60 zur Ist-Datenerhebung durch. Diese Daten bilden eine wesentliche Grundlage für die im weiteren Projektverlauf vorgesehenen Untersuchungen.

Die Recherche der gültigen Normen und formaljuristischen Rahmenbedingungen, die im Zusammenhang mit immissionsschutzbezogenen Aspekten für die Projektziele von LA-RoRo stehen, ergab den in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellten Sachstand.

Tabelle 1: Berechnungs- und Bewertungsverfahren für schalltechnische Fragestellungen bzw. des Immissionsschutzes

Prozess	Vorschrift	Inhalt
Genehmigung und Betrieb technischer Anlagen	BImSchG TA Lärm	Allgemeine Grundlagen Schalltechnische Anforderungen an Genehmigung und Betrieb
Bauleitplanung	BImSchG DIN 18005 DIN 4109 DIN 45691	Allgemeine Anforderungen Schallschutz im Städtebau Passiver bzw. baulicher Schallschutz Kontingentierung von Emissionen
Planung von Verkehrswegen	16. BImSchV RLS-90 / VLärmSchR 97 Schall 03	Grundlagen und Schutzansprüche Berechnung von Emissionen und Immissionen durch Straßenverkehr und Schutzansprüche Berechnung von Emissionen durch Schienenverkehr
Umgebungslärm	EU-Umgebungslärm- richtlinie 2002/49/EU	Ermittlung von Lärmbelastung an Hauptverkehrswegen und in Ballungsräumen zur Lärmaktionsplanung
tiefrequente und/oder tonhaltige Geräusche	DIN 45680 DIN 45681	Messtechnische Ermittlung und Bewertung tieffrequenter bzw. tonhaltiger Geräusche

Für die Ermittlung und Beurteilung von Geräuschemissionen durch den Betrieb von Seehäfen im Allgemeinen und für den Seehafen Rostock im Speziellen gelten die Regelungen der TA Lärm. Die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte richten sich nach dem Schutzanspruch, der sich aus der Gebietseinstufung des zu schützenden Gebäudes (= Immissionsort) ergibt. Für die Einstufung des Immissionsortes werden primär die Ausweisungen in einem Bebauungsplan herangezogen. Ist kein Bebauungsplan vorhanden, können ersatzweise der Flächennutzungsplan bzw. die vorhandene Nutzung als Grundlage für die Zuordnung der Gebietseinstufung herangezogen werden.

Die Immissionsrichtwerte für die hier relevanten Immissionsorte außerhalb von Gebäuden (0,5 Meter außen vor dem geöffneten Fenster) finden sich in Abschnitt 6.1 der TA Lärm und sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte gem. Nr. 6.1 der TA Lärm

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwert in dB(A)	
	tags (6-22 Uhr)	nachts (6-22 Uhr)
Industriegebiet	70	70
Gewerbegebiet	65	50
Urbanes Gebiet	63	45
Kern-, Dorf- und Mischgebiet	60	45
Allgemeines Wohngebiet	55	40
Reines Wohngebiet	50	35
Kurgebiet, Krankenhaus und Pflegeanstalt	45	35

Die im Projekt zu betrachtenden Immissionsorte befinden sich in einem ausgewiesenen allgemeinen Wohngebiet. Zu unterscheiden ist bei der Bewertung in technische Anlagen, für die grundsätzlich die TA Lärm anzuwenden ist und in Seehafenumschlagsanlagen, die nach Nr. 1/Buchstabe g) der TA Lärm nicht in deren Geltungsbereich fallen. Damit wird den Besonderheiten des internationalen Schiffsverkehrs Rechnung getragen, denn Schiffe müssen jederzeit be- und entladen werden können.

Seehafenumschlagsanlagen umfassen Einrichtungen und Betriebsvorgänge, die unmittelbar dem Löschen und Beladen von Seeschiffen dienen. Die in LA-RoRo betrachteten Lärmquellen können Seehafenumschlagsanlagen zugeordnet werden. Die Anwendung der Immissionsrichtwerte für Seehafenumschlagsanlagen erfolgt auf der Grundlage von Einzelfallprüfungen. „...Als Ausdruck des derzeitigen Kenntnisstandes können auch die Beurteilungsgrundsätze der TA Lärm heranzuziehen sein.“⁹

ROSTOCK PORT beabsichtigte innerhalb des AP1 die Beauftragung die Durchführung weiterer, detaillierte Schallmessungen, die nicht gemäß der Meilensteinplanung im ersten Projektjahr realisiert werden konnten. Pandemiebedingt fand im Jahr 2020 kein repräsentativer Hafenbetrieb statt. Die Schallmessungen erfolgten daher im Jahre 2022 mit der folgenden Aufgabenstellung:

Durchführung von Schallimmissionsmessungen

An der zu schützenden benachbarten Wohnbebauung in Schmarl Dorf und Groß Klein Dorf (nächstgelegene Wohngebiete zum Seehafen Rostock) sind Schallimmissionsmessungen durchzuführen zur

- Bestimmung der Beurteilungspegel gem. TA Lärm in Schmarl Dorf, Groß Klein Dorf und Krummendorf,
- Darstellung der Tages- und Wochenganglinien,
- Ermittlung / Bewertung der spektralen Zusammensetzung der gemessenen Geräusche und zur
- Bestimmung der maßgeblichen, pegelbestimmenden Schallquellen („Emissions-Hotspots“) auf dem Fähr /RoRo-Terminal und darüber hinaus.

⁹ Hansmann, Klaus: TA Lärm Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm Kommentar .- Verlag C. H. Beck .- München 2000 – hierin zitiert nach Kötter/Kühner in Immissionsschutz 2000, S. 54)

Detaillierte Betrachtung von Emissions Hotspots

Im Ergebnis der Schallimmissionsmessungen sind für die maßgeblichen, in Schmarl Dorf und in Groß Klein Dorf immissionsbestimmenden Schallquellen auf dem Fähr /RoRo-Terminal und darüber hinaus Nahbereichsmessungen zur Bestimmung der Schallcharakteristik für die Schallquellen durchzuführen:

- Erarbeitung eines Schallemissionsplans für die maßgeblichen Schallquellen,
- grafische Darstellung der Schallemissionsquellen für den Tag- und Nachtzeitraum,
- Definition der Emissions-Hotspots, Zusammenstellung der Emissionswerte für den Tag und Nachtzeitraum,
- Prüfung der Anwendbarkeit von Schallschutzmaßnahmen,
- Einschätzung der möglichen Einsatzorte für die im Projekt „LA-RoRo“ zu entwickelnde mobile Schallschutzwand und
- Durchführung einer Schallausbreitungsrechnung für den Nachweis der erreichbaren Pegelminderungen.

Als Auftragnehmer gewann AED die Ausschreibung. Die Möglichkeit einer Teilnahme am Vergabeverfahren durch AED, die bereits als Projektpartner in „LA-RoRo“ auftreten, wurde im Vorfeld mit dem Projektträger und der bei ROSTOCK PORT zuständigen Vergabestelle geprüft und bewilligt. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der erbrachten Leistung zusammengestellt.

Im Zeitraum vom 05.09.-12.09.22 erfolgten zeitsynchrone Messungen der Schallimmissionen an den Immissionsorten in

- Groß Klein Dorf (zum Hafen nächstgelegene Grundstücksgrenze eines Anwohners) und
- Museumsschiff Schmarl Dorf (Ersatzmessort für die Wohnbebauung Schmarl Dorf)

sowie im Bereich der Emissionsquellen auf dem Fähr-/RoRo-Terminal des Rostocker Seehafens:

- Liegeplatz 53 (liegeplatzseitige Be- und Entladungsrampe),
- Liegeplatz 54 (liegeplatzseitige Be- und Entladungsrampe),
- Liegeplatz 60 (Fahrweg des RoRo-Verkehrs),
- Liegeplatz 61 (Lagerfläche nahe der Kaikante) und
- Liegeplatz 64 (liegeplatzseitige Be- und Entladungsrampe).

Am Liegeplatz wurden während des Messzeitraumes zudem die meteorologischen Daten (Temperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, Niederschlag) aufgezeichnet. Die Messpunkte sind in der nachfolgenden Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5: Messpunkte (MP) - Durchführung von Schallimmissionsmessungen/UA in AP1

Durch die zeitsynchronen Messungen im Bereich der Emissionsquellen und an den Immissionsorten können genaue Rückschlüsse auf die im Terminalbereich relevanten Geräuschquellen und ihre tatsächliche Auswirkung am Immissionsort und Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen gezogen werden. Weiter können so fundierte Informationen darüber erlangt werden, an welchen Geräuschquellen im Hafen der Einsatz von Schallschutzmaßnahmen Auswirkungen auf die jeweilige Geräuschsituation mit sich bringt.

Aufgrund der Nahbereichsmessungen konnten die bemessenen Schallquellen für ein schalltechnisches Modell aufbereitet und für ein funktionales schalltechnisches Modells (Quellhöhen und Einwirkdauer) parametrisiert werden. In der nachfolgenden Tabelle 3 ist ein Auszug für die insgesamt 27 immissionsrelevanten Schallquellen zusammengestellt.

Tabelle 3: Emissions-Hotspots auf dem Fähr-/RoRo-Terminal des Rostocker Seehafens (Auszug)

Quellbezeichnung	LP53_2	LP54_2	LP62_1	LP63_1	LP64_2
Liegeplatz	LP 53	LP 54	LP 62	LP 63	LP64
Quellbeschreibung	Schiffs- aggregat	Schiffs- aggregat	Überfahrt Tugmaster Rampe	Überfahrt Tugmaster Rampe	Überfahrt Tugmaster Gleisstrang- übergänge hintere untere Rampe
Modellquelle	Punktquelle	Punktquelle	Punktquelle	Punktquelle	Punktquelle
Richtcharakteristik	Vollkugel über Wasser vor Schiffswand	Vollkugel über Festland vor Schiffswand	Vollkugel über Festland	Vollkugel über Festland	Vollkugel über Wasser
Quellhöhe über Geländeneiveau in m	7	5	0	0	3
Quelldauer am Tag in h	3,88	1,06	2,24	3,10	3,61
Quelldauer am Abend in h	1,03	0,32	1,85	1,24	1,18
Quelldauer in der Nacht in h	1,45	5,03	2,70	1,80	1,20
Faktor Anzahl / h	1,00	1,00	39,55	6,92	135,23
Faktor Anteil	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30
ΔL_w für Einzelereignisse	0,0	0,0	16,0	8,4	16,1
Lw-Oktav-Spektrum / h					
63 Hz	89	79	115	105	95
125 Hz	106	83	126	112	106
250 Hz	108	93	133	116	111
500 Hz	104	94	132	123	113
1 kHz	103	94	132	124	115
2 kHz	106	93	127	115	114
4 kHz	97	88	121	104	106
8 kHz	85	80	113	91	96
LwA,Sum	113	100	138	128	120

Im Ergebnis der Schallmessungen an den Immissionsorten wurden die in Tabelle 4 dargestellten Mittelwerte bestimmt.

Tabelle 4: Mittelwerte an den Immissionsorten in Groß Klein Dorf und Schmarl Dorf für die gemessenen Immissionspegel durch den Betrieb des Seehafens

Datum	06.09.2022	07.09.2022	08.09.2022	09.09.2022	10.09.2022	11.09.2022	12.09.2022	Avg
<i>Immissionsort IO1 in Groß Klein Dorf</i>								
L _{Day} in dB(A)	47,5	45,9	48,0	43,4	43,8	40,7	43,2	45
L _{Evening} in dB(A)	44,2	45,2	44,3	45,0	44,0	39,8	45,2	44
L _{Night} in dB(A)	42,1	43,8	42,4	43,8	42,4	30,5	41,7	42
L _{DEN} in dB(A)	51,1	51,6	51,3	51,2	50,4	46,4	51,4	51
<i>Immissionsort IO2 in Schmarl Dorf</i>								
L _{Day} in dB(A)	51,0	47,2	49,3	42,1	45,7	45,8	45,7	48
L _{Evening} in dB(A)	49,9	44,6	44,4	43,9	46,2	47,3	42,3	46
L _{Night} in dB(A)	47,3	46,4	43,0	41,8	43,9	34,7	38,5	44
L _{DEN} in dB(A)	56,5	51,4	51,8	50,1	52,5	53,5	49,2	53

Die Bewertung und die Berechnungen der Immissionen mit den messtechnisch bestimmten Schallquellen in einem schalltechnischen Modell erfolgten nach der Europäischen Berechnungsmethode für den Umgebungslärm CNOSSOS (Common Noise Assessment Methods). Die Anwendung der TA Lärm wurde für die Verifizierung des schalltechnischen Modells mit den Messwerten an den Immissionsorten als nicht geeignet eingestuft. Im Nachtzeitraum sind nach TA Lärm die Geräuschimmissionen für die lauteste Stunde zu ermitteln. Damit würde mit dem schalltechnischen Modell unterstellt, dass alle Geräuschquellen zeitgleich und mit maximaler Intensität betrieben werden. Dies ist in der Praxis nicht der Fall, was mit der Bestimmung der Tagesgänge untermauert wurde. Ein Vergleich der Messwerte mit den Berechnungsergebnisse würde daher keine plausiblen Ergebnisse liefern.

Dennoch wurden auch bei dem Vergleich der Messwerte an den Immissionsorten mit den Ergebnissen der Ausbreitungsberechnung des schalltechnischen Modells Unterschiede festgestellt. Als Ursachen werden dafür gesehen:

- Die Konstellation der im Hafen vorhandenen schalltechnischen Hindernisse ist nicht konstant. Die Schiffkörper haben aufgrund ihrer Größe eine relevante abschirmende Wirkung, sind jedoch zu unterschiedlichen Tageszeiten an den Liegeplätzen fest → dies kann im schalltechnischen Modell nicht entsprechend der Realität abgebildet werden (vgl. Abbildung 6).
- Das Schallausbreitungsmodell nach CNOSSOS ist hinsichtlich der Mehrfachreflexionen auf eine Anzahl begrenzt, die tatsächlichen, in den Messergebnissen enthaltenen Reflexionsbedingungen können im Modell nur begrenzt berücksichtigt werden.
- Die Windbedingungen werden in der Berechnung für die Beurteilungszeiträume Tag, Abend und Nacht pauschal und anteilmäßig berücksichtigt (z.B. 75 % schallausbreitungsbegünstigender Mitwind im Nachtzeitraum). In den Messergebnissen finden sich die tatsächlichen Windverhältnisse wieder.
- In der Berechnung werden nach der o.g. Methode Jahresmittelwerte gebildet, diese wurden mit den erhobenen Emissionswerten und dem von ROSTOCK PORT übergebenen Schiffstagebuch für den Zeitraum 01/2021-04/22 übergeben. Die gemessenen Werte repräsentieren hingegen den Zeitraum von einer Woche im Jahr 2022.

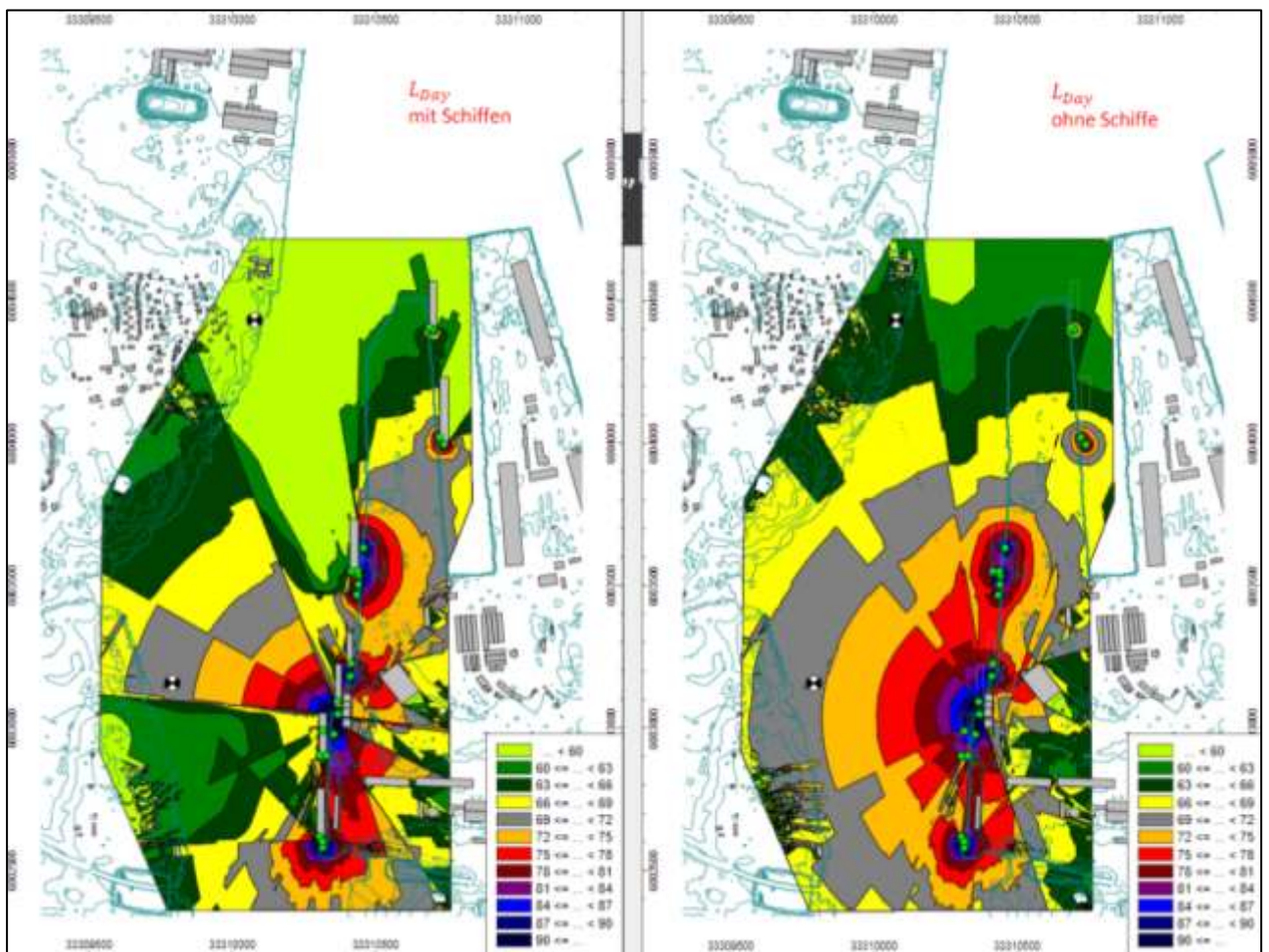


Abbildung 6: Lärmkartierung Fähr-/RoRo-Terminal im Tagzeitraum (L_{Day}) mit und ohne Schiffe

Abschließend wurden mit den Ergebnissen der Ausbreitungsberechnungen des schalltechnischen Modells sowie anhand der Messergebnisse, der Höreindrücke an den Quellorten und an den Immissionsorten erfolgte eine Einschätzung, in welchen Bereichen eine passive Schallkompensation als sinnvoll erachtet wurde. Die Ergebnisse der Betrachtung sind in der nachfolgenden Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Detaillierte Betrachtung der Emissions-Hotspots und Einschätzung hinsichtlich der Anwendung für die im Projekt LA-RoRo zu entwickelnden Lärmschutzmaßnahmen

Immissionsort Geräuschquelle	I01 Groß Klein Dorf	I02 Museumsschiff (Wohnbebauung Schmarl Dorf)	Vorschlag für Lärmschutz- maßnahme-
LP 53 Schiffsaggregat	punktuell hörbar	nicht hörbar, keine Relevanz in der Berechnung	(ANC)
LP 54 Schiffsaggregat	punktuell hörbar		(ANC)
LP 62 Überfahrt Tugmaster	Dominant in Berechnungsergebnissen, vor Ort nicht bewertbar	Dominant in den Berechnungsergebnissen, vor Ort nicht bewertbar	Einsatz einer mobilen Lärmschutzwand ist sinnvoll
LP 63 Überfahrt Tugmaste	Dominant in Berechnungsergebnissen, punktuell hörbar	Dominant in Berechnungsergebnissen, punktuell hörbar	
LP64 Überfahrt Tugmaster (hintere untere Rampe)	Dominant in Berechnungsergebnissen, nicht hörbar	Dominant in Berechnungsergebnissen, jedoch nicht hörbar	

Im Ergebnis der Bewertung ist festzustellen, dass die ortsfesten Geräuschquellen (Schiffsaggregate) potenziell für die Kompensation mit einem ANC-System geeignet sind. In Analogie zu den Ergebnissen der Istzustand-Schallmessung am LP60 können bei entsprechenden räumlichen Kapazitäten mobile Schallschutzwände für die mobilen Schallquellen (hier: Fahrbetrieb der Tugmaster-Trailer-Gespanne während des RoRo-Umschlags) auch an den Liegeplätzen LP62-64 eingesetzt werden. Deren Pegelminderungspotenzial kann mit dem schalltechnischen Modell ermittelt werden (Schulze, Christian - AED GmbH, 2023).

Machbarkeitsstudie zu alternativen konstruktiven Ausführungen einer mobilen Schallschutzwand

Um den direkten Vergleich und die konkrete Pegelminderung durch die in LA-RoRo entwickelte mobile Schallschutzwand zu ermitteln, wurde während des Feldversuchs jeweils eine Schallmessung mit und ohne Schallschutzwand durchgeführt. Die konkreten Ergebnisse und Ausführungen dazu können im partnerspezifischen Bericht von AED eingesehen werden. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die im Feldversuch ermittelte Pegelminderung des A-bewerteten Gesamtschalldruckpegels mit 2 dB deutlich hinter den Erwartungen der Berechnungsergebnisse für die erreichbare Einfügungsdämpfung liegt, die durch AED vorab ermittelt wurden.

Die prognostizierte Pegelminderung von bis zu 10 dB konnte nicht erreicht werden und auch der Höreindruck im Bereich des Immissionsortes ließ keine wahrnehmbare Geräuschreduzierung erkennen. Dies ist u.a. der Tatsache geschuldet, dass die mobile Schallschutzwand aus statischen Gründen nicht so ausgeführt werden konnte, dass sie bis an die Stirnseite des Schiffshecks heranragt und der Bereich bis zur Wasseroberfläche abgeschirmt wird.

Die impulsartigen Geräusche, die beim RoRo-Umschlag durch das Überfahren der Schiffsrampe hervorgerufen werden, wurden während der Feldmessung sowohl an der abgeschirmten Schiffsrampenauflagefläche als auch am Punkt der schiffsseitigen Rampenbefestigung/Gelenk verursacht. Letzteres war voraussichtlich dem Verschleiß der Heckrampe an der „Finnsea“

geschuldet und konnte bei der Istzustands-Messung in AP1 nicht festgestellt werden. Die Istzustands-Messung wurde darüber hinaus mit dem baugleichen RoRo-Schiff, der „Finnmill“, durchgeführt. Dieses wies im Vergleich zur „Finnsea“ vermutlich einen günstigeren Verschleißzustand bzw. kein mechanisches Spiel an der Heckrampe auf.

Die Ausführung der Schallschutzwand hinsichtlich einer Länge, die bis an das Schiffsheck heranragt und somit den gesamten Rampenbereich abschirmt, ist somit essentiell. Nur mit dieser Ausführung sind Pegelminderungen bzw. wahrnehmbare Geräuschminderungen erreichbar. Zudem muss der Boden des Trailers blickdicht geschlossen werden, was am Prototyp nicht der Fall war.

Weiter wurde während des Feldversuchs festgestellt, dass die mobile Schallschutzwand in ihrer Ausführung auf einem Rolltrailer den Umschlagprozess zumindest bei den RoRo-Schiffen der Finn breeze-Klasse (zu denen u.a. die im Projekt relevanten „Finnmill“ und „Finnsea“ gehören) für die Be- und Entladung auf der Oberdeckrampe behindert (Abbildung 7).



Abbildung 7: Positionierung der mobilen Schallschutzwand während des Feldversuchs am 01.11.23 auf der Oberdeckrampe, die damit für den RoRo-Umschlag blockiert ist

Die Heckrampen dieser Schiffe sind zweiteilig ausgeführt (vgl. Abbildung 8). Die nur etwas mehr als eine Fahrspur breite Oberdeckrampe ist backbordseitig angeordnet, während die Rampe des Unterdecks mehrere Fahrspuren breit ist, den überwiegenden Teil der gesamten Schiffsbreite einnimmt und an der Steuerbordseite abschließt.



Abbildung 8: Zweiteilige Rampe am Heck der RoRo-Schiffe der Finnbreeze-Klasse (hier „Finntide“, Quelle: Wikipedia)

Aufgrund der Platzverhältnisse auf Seiten des LP60 ist die mobile Schallschutzwand in der Ausführung auf einem Rolltrailer zumindest für Schiffsbreiten im Bereich der Finnbreeze-Klasse (ca. 27 Meter) nicht nutzbar, da die Be- und Entladung behindert wird. Eines der seit dem Ende des Jahres 2022 am LP60 hauptsächlich abgefertigten RoRo-Schiffe der Reederei Transfennica hingegen ist im Vergleich zu den Schiffen der Finnbreeze-Klasse schmaler. Hier wäre am Liegeplatz ausreichend Fläche für eine mobile Schallschutzwand gegeben.

Da die grundsätzliche Eignung der textilen Materialien für Schallschutzmaßnahmen mit der Ausführung des Demonstrators in AP3.3 nachgewiesen und die Weiterentwicklung/Optimierung einer mobilen Ausführung weiter als verfolgungswert gesehen wurden, erfolgte mit dem Projektkonsortium eine Abstimmung zur Erarbeitung einer Studie, in der alternative konstruktive Ausführungen iterativ entworfen und bewertet werden sollten. Abschließend wurde die Durchführung der Studie mit dem Projektträger abgestimmt. Die Studie kann als Iterationsschleife innerhalb AP3.4 gesehen werden und war im Arbeitsplan nicht explizit vorgesehen. Sie wurde jedoch aufgrund der Erkenntnisse in AP3.5 als erforderlich eingestuft. ROSTOCK PORT verfügte zu diesem Zeitpunkt (Ende des finalen dritten Projektjahres) über freie Budgetmittel (Pos. 0850 sonstige vorhabenbezogene Kosten), die nach Zustimmung des Projektträgers für die Erarbeitung der Studie genutzt werden konnten.

In der Studie sollten konstruktive Entwürfe erarbeitet und mit einem Variantenvergleich abschließend eine Vorzugsvariante bestimmt werden. Als Auftragnehmer erhielt die Dethloff & Lange GmbH (Ingenieurbüro für Sondermaschinenbau) den Zuschlag.

Die nachfolgenden Ausführungen stellen eine Zusammenfassung der Studie dar. Die folgenden Kriterien wurden für die konstruktiven Entwürfe nach Relevanz in die Kategorien A (sehr wichtig), B (wichtig) und C (optional) eingeordnet:

- möglichst große Flächenüberdeckung im Bereich Rampe / Heck (A)
- möglichst variable Windangriffsfläche zur Reaktion auf veränderliche Winde (A)
- Variabilität gegenüber verschiedenen Schiffstypen (A)
- Einhaltung des Arbeitsschutzes (A)
- keine Beeinflussung/Behinderung der Logistikprozesse im Betrieb(A)
- geringer Aufwand für Auf-/Abbau am Aufstellort (B)
- Verwendung des bisherigen Trailers als Basis für Aufbau (C)
- Möglichst mobile Plattform, statt ortsfester Konstruktion (C)

Die Herstell- und Betriebskosten sollten ebenfalls gering sein.

Innerhalb der Bearbeitungszeit für die Studie führte das durchführende Unternehmen Workshops und Meetings mit den Vertretern des Projektkonsortiums durch. Es wurden verschiedene Lösungsansätze vorgeschlagen, diskutiert und bewertet. Es erfolgte die systematische Analyse der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Problemstellung und auf ihre Wirkung hin. In mehreren Kreativprozessen wurden fünf Lösungsideen erarbeitet. Anschließend erfolgte eine systematische, in Bezug auf das kundeseitige Anforderungsprofil ausgerichtete Bewertung mit anschließender Begrenzung auf eine Auswahl von drei Entwürfen. Die weitere Analyse der Schwachstellen und Vorzüge sowie die Anpassung des Anforderungsprofil flossen in die Auswahl der Vorzugsvariante.

Als die zu bevorzugende Variante wurde ein Schwimmponton mit Segel bestimmt (Abbildung 9).

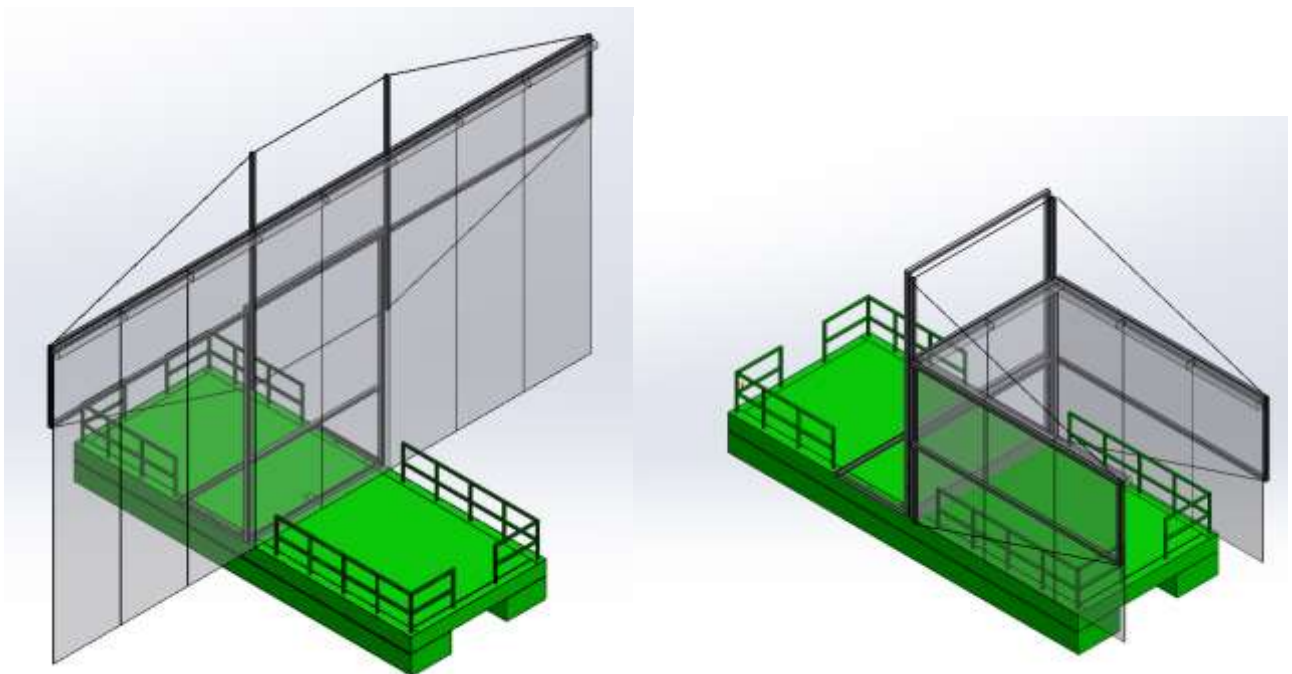


Abbildung 9: Variante 5 für die mobile Schallschutzwand in der Ausführung als Segel (8 x 16 Meter) auf einem Ponton - links → voll ausgefahren / rechts → eingeklappt (Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH, 2023)

Die Vorzugsvariante wird als umsetzbar eingeschätzt. Für die Herstellung können überwiegend markterprobte Komponenten eingesetzt werden. Offen bzw. nicht geklärt wurden die Anforderungen die geltenden Zulassungsvorschriften, die zu beachtenden Regularien im Bereich des Wasserverkehrs sowie die Kippsicherheit und das Flattern des Segelverbunds. Für die Realisierung eines Prototyps wurde in einer überschlägigen Kostenermittlung der Betrag von 89 000 € kalkuliert. Weitere Kosten für z.B. Konstruktion, Fertigung, Montage usw. sind zu berücksichtigen (Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH, 2023).

Die mobile Schallschutzwand als Ponton mit Segel am Liegeplatz während des RoRo-Umschlags ist in Abbildung 10 dargestellt.

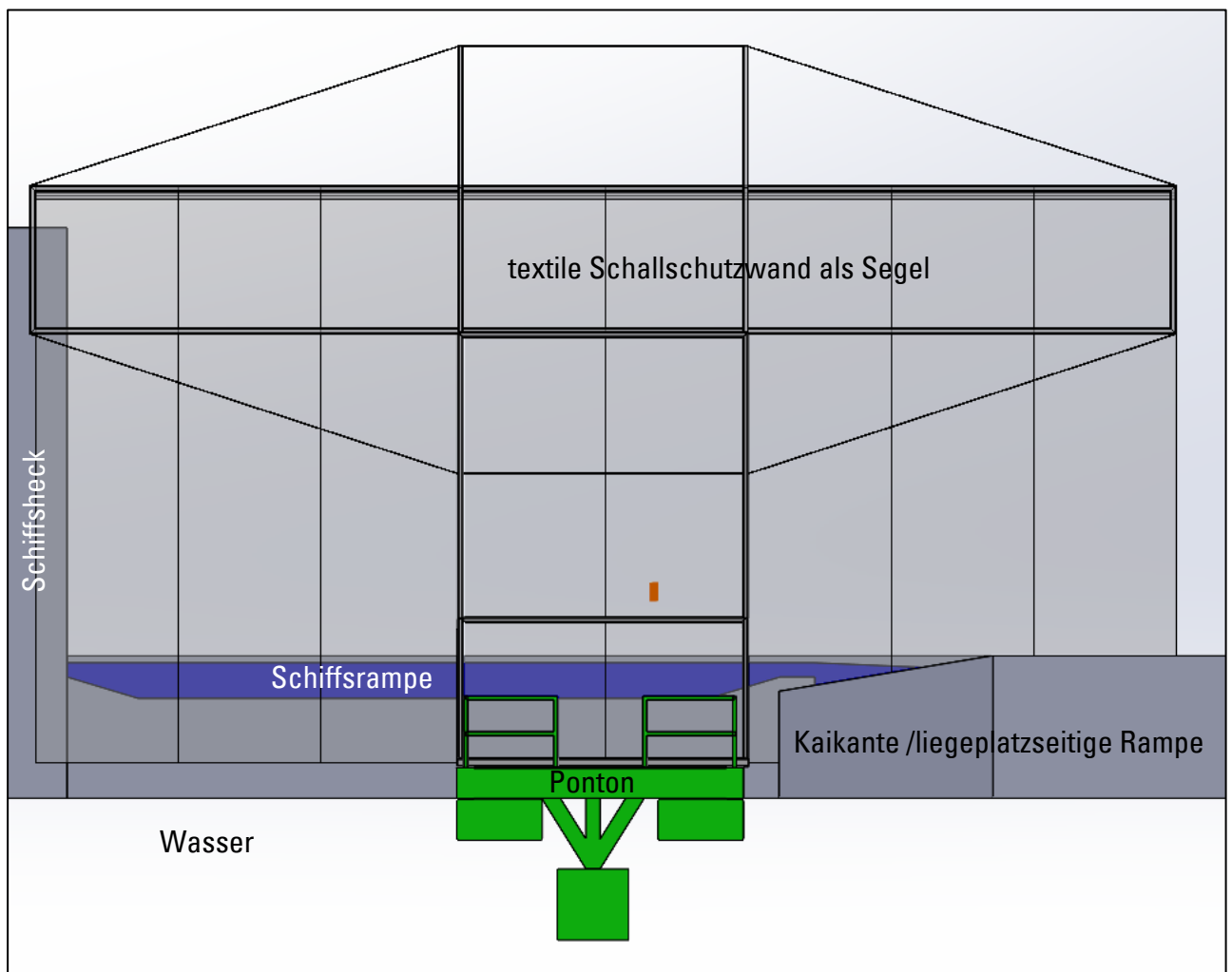


Abbildung 10: Seitenansicht der mobilen Schallschutzwand als Ponton mit Segel während des RoRo-Umschlags (Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH, 2023)

Für den praktischen Einsatz wäre zudem seitens ROSTOCK PORT zu klären, wie bzw. womit die Verholung des Pontons zwischen dem ebenfalls noch zu bestimmenden Lagerort im Rostocker Hafen und dem Einsatzort am Liegeplatz erfolgen soll. Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass mit dem Ergebnis der Konstruktionsstudie eine Basis für die Weiterentwicklung der mobilen Schallschutzwand in einem Folgeprojekt geschaffen wurde.

II.2 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel des IHATEC-Verbundprojektes „LA-RoRo“ war die Minimierung der Lärmimmissionen durch den RoRo-Umschlag im Rostocker Seehafen. Als innovative Lärmschutzmaßnahmen sollten ein aktives System sowie ein mobiles, flexibel einsetzbares passives Lärmschutzsystem entwickelt werden. Für die Wirksamkeit des passiven Systems war ein Nachweis über die Wirksamkeit zu erbringen.

Für die Ermittlung der Anforderungen, die für die zu entwickelnden aktiven und passiven Systeme zu bestimmen waren, erfolgte im AP1 eine Istzustand-Erhebung mit umfangreichen Schallmessungen während des RoRo-Umschlags am Liegeplatz 60 im Rostocker Seehafen. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass durch die Be- und Entladung impulsartige, für die benachbarte Wohnbebauung immissionsrelevante Geräusche hervorgerufen werden. Diese werden beim Überfahren der schiffsseitigen Laderampe durch die Zugmaschinen und Lkw erzeugt. Die während des RoRo-Umschlags betriebenen Hilfsaggregate des Schiffes verursachen ein kontinuierliches Geräusch mit tonalen tieffrequenten Anteilen, das vsl. ebenfalls im benachbarten Wohngebiet für Belästigungen bei den Anwohnern sorgen kann.

Die Weiterentwicklung einer textilen Schallschutzwand in mobiler Ausführung wird durch ROSTOCK PORT als verfolgungswert eingeschätzt. In einer Machbarkeitsstudie konnte ein Entwurf für den Aufbau auf einem Ponton erarbeitet werden, der die im Projekt LA-RoRo ermittelten schalltechnischen und konzeptionellen Anforderungen erfüllt. In den projektbezogenen Schallmessungen, ebenfalls beauftragt durch ROSTOCK PORT, wurden zum einen die Istzustand-Erhebung auf weitere, über den Liegeplatz 60 hinausgehende Bereiche des Fähr-RoRo-Terminals im Rostocker Seehafen erweitert und im Ergebnis weitere potenzielle Einsatzorte für ein mobiles Schallschutzsystem bzw. für den Einsatz eines ANC-Systems bestimmt.

II.3 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises sind die Folgenden:

- Position Gesamtfinanzierungsplan 0837 Personalkosten: 54.736,03 Euro
- Position Gesamtfinanzierungsplan 0838 Reisekosten: 162,63 Euro

Die geringe Inanspruchnahme der kalkulierten Reisekosten war insbesondere dem Ausfall für den überwiegenden Teil der geplanten Reisetätigkeiten geschuldet, da nahezu alle Projektmeetings und Konsortialtreffen pandemiebedingt online durchgeführt werden mussten. So fanden lediglich im Jahr 2022 zwei Präsenzveranstaltungen statt, für die Reisetätigkeiten erfolgten.

- Position Gesamtfinanzierungsplan 0847 Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen: 0,00 Euro

Die für Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen geplanten Kosten i.H.v. 18.000,00 Euro wurden nicht beansprucht, da die ursprünglich vorgesehene Schallmesstechnik entgegen der ursprünglichen Planung nicht gekauft wurde. Die Notwendigkeit von Validierungsmessungen mit zu beschaffender, eigener Messtechnik stellte sich im Projektverlauf als nicht gegeben dar

- Position Gesamtfinanzierungsplan 0850 sonstige unmittelbare Vorhabenkosten: 62.377,00 Euro

Diese Werte sind ebenfalls dem zahlenmäßigen Nachweis und der eingereichten Belegliste im Detail zu entnehmen.

II.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die in dem Vorhaben erarbeiteten aktiven und passiven Schallschutzmaßnahmen können nicht ohne die entsprechenden Forschungspartner sowie nicht ohne Förderung entwickelt werden. Darüber hinaus verfügt ROSTOCK PORT für die Untersuchung derartiger innovativer Maßnahmen nicht über die erforderlichen Kompetenzen und Kapazitäten. ROSTOCK PORT strebt einen möglichst umweltschonenden Hafenbetrieb an, der die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und damit zu gesunden Wohnverhältnissen in der Nachbarschaft beiträgt. Zudem sollen Reserven für Entwicklung und Wachstum des Hafens geschaffen werden. Da dies mit konventionellen Schallminderungsmaßnahmen kaum realisierbar ist, ist die Entwicklung innovativer Maßnahmen notwendig.

Das beantragte Projektbudget wurde zielorientiert, entsprechend dem Zweck und für die Erreichung der Projektziele eingesetzt. Der Arbeitsumfang wird aufgrund der Aufgabenstellung als notwendig und angemessen eingestuft.

II.5 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Die erzielten Projektergebnisse, insbesondere mit Hinblick auf die Bekämpfung von tieffrequenten tonalen Geräuschen, können als geeignete Grundlage für weiterführende Untersuchungen zur Entwicklung eines Freiluft-ANC-System gesehen werden. Ein entsprechendes Folgeprojekt, dass die Weiterentwicklung eines ANC-Systems aufgreift, ist zum Zeitpunkt der Berichtserstellung in Bearbeitung.

II.6 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Passive und aktive Schallschutzmaßnahmen, die mit vergleichbaren Technologien zur Minimierung der Geräusche durch die Be- und Entladung von RoRo-Schiffen bzw. für deren stationäre Betriebsgeräusche während der Liegezeit entwickelt oder bereits eingesetzt werden, sind nicht bekannt.

II.7 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Das Verbundprojekt LA-RoRo präsentierte sich am 28.09.2022 auf der IHATEC/DigiTest-Vernetzungskonferenz des BMDV dem Fachpublikum.

Des Weiteren wurde das Projekt den Vertretern der deutschen Seehäfen im Zuge des jährlich stattfindenden Austauschs zu Umweltthemen bei der Auflage des Jahres 2022 vorgestellt.

ROSTOCK PORT wird im dritten Quartal des Jahres 2023 auf seiner Website über das abgeschlossene IHATEC Projekt „LA-RoRo“ eine Kurzzusammenfassung veröffentlichen.

Quellenverzeichnis

- Borrmann, Frank - BALTIC MARINE CONSULT. (2019). *Minimierung der Lärmwirkung des RoRo-Umschlages - Lärmarmer RoRo-Umschlag (LA-RoRo)*. IHATEC Vorhabenbeschreibung, Rostock.
- Schulze, Christian - AED GmbH. (2023). *Durchführung von Schallimmissionsmessungen/Betrachtung von "Emissions-Hotspots im Rostocker Seehafen"*. Dresden.
- Stäber, René - Dethloff & Lange GmbH. (2023). *Machbarkeit einer mobilen Schallschutzwand im Rahmen des IHATEC-Projektes "LA-RoRo"*. Machbarkeitsstudie, Neubukow.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN n.a.	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Partnerspezifischer Schlussbericht zum IHATEC-Verbundprojekt „Minimierung der Lärmwirkung des RoRo-Umschlages“ - Lärmarmen RoRo-Umschlag (LA-RoRo)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Biebig, Thomas Kroh, Dr. Madlen Prochnow, Sebastian	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.03.2023
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation Sonstiges
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) ROSTOCK PORT GmbH Ost-West-Straße 32 18147 Rostock	9. Ber.-Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 19H19011A
	11. Seitenzahl 28
	13. Literaturangaben 3
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) BMDV Bundesministerium für Digitales und Verkehr Invalidenstraße 44 D-10115 Berlin	14. Tabellen 5
	15. Abbildungen 10
	16. DOI (Digital Object Identifier)
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Das Ziel des IHATEC-Verbundprojektes „LA-RoRo“ war die Minimierung der Lärmimmissionen durch den RoRo-Umschlag im Rostocker Seehafen. Als innovative Lärmschutzmaßnahmen sollten ein aktives System sowie ein mobiles, flexibel einsetzbares passives Lärmschutzsystem entwickelt werden. Für die Ermittlung der an innovative Schallschutzmaßnahmen zu stellende Anforderungen, erfolgte eine Istzustand-Erhebung mit umfangreichen Schallmessungen während des RoRo-Umschlages, die ROSTOCK PORT koordinierte. In projektbezogenen Schallmessungen, beauftragt durch ROSTOCK PORT, wurde die Istzustand-Erhebung auf weitere Bereiche des Rostocker Seehafens erweitert und weitere potenzielle Einsatzorte für innovative Schallschutzsysteme bestimmt. In einer Machbarkeitsstudie konnte ein Entwurf für den Aufbau einer mobilen Schallschutzwand erarbeitet werden, der die im Projekt LA-RoRo ermittelten schalltechnischen und konzeptionellen Anforderungen erfüllt.	
19. Schlagwörter Hafen, Fähr- und RoRo-Terminal, Schallkompensation, Schallschutz, Immissionsschutz, Active Noise Cancelling, Schallschutzwand	
20. Verlag	21. Preis

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 2617034-4