

Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG
Niederlassung Cuxhaven

Antrag auf Planfeststellung
für den
Anleger für verflüssigte Gase mit
Südhafen-Erweiterung in Stade-Bützfleth

Gemäß §§ 68 ff WHG iVm §§ 107 ff NWG

Heft 9

Immissionsprognose
für Luftschadstoffe

Müller BBM, Linsengericht

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

Telefon +49(6051)6183 0
Telefax +49(6051)6183 11

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Telefon +49(6051)6183 26
Michael.Kortner@mbbm.com

21. März 2022
M151749/05 Version 1 KTN/HGM

Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG

Errichtung und Betrieb eines Schiffsanlegers für verflüssigte Gase (AVG) und Erweiterung und Umbau des Südhafens am Standort Stade

Immissionsprognose für Luftschadstoffe

Bericht Nr. M151749/05

Auftraggeber:	Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG Niederlassung Cuxhaven Am Seehafen 2 21683 Stade
Anlagenstandort:	21683 Stade
Bearbeitet von:	Dipl.-Geoökol. Michael Kortner M. Sc. Kim Lea Gutermuth
Berichtsumfang:	Insgesamt 67 Seiten

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Frankfurt
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1 Situation und Aufgabenstellung	7
2 Beurteilungsgrundlagen	9
2.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe	9
2.2 Bagatellmassenströme und Immissionswerte nach TA Luft 2021	9
2.3 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV	12
2.4 Stickstoffdeposition und Säureeinträge	13
3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	14
4 Kurzbeschreibung des geplanten Vorhabens	17
5 Emissionen	18
5.1 Allgemeines	18
5.2 Schiffsemissionen	18
5.2.1 Schiffsbewegungen und Liegezeiten	18
5.2.2 Abschätzung der Schiffsemissionen	19
5.2.3 Angesetzte Betriebszeiten	22
5.2.4 Modellierung der Emissionsquellen	22
5.2.5 Partikelgrößenverteilung Staubemissionen und Oxidationszustand Stickoxide	24
5.2.6 Überhöhung	24
5.3 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	24
6 Meteorologische Eingangsdaten	26
6.1 Auswahlkriterien und Eignung	26
6.2 Beschreibung der verwendeten Wetterdaten	26
7 Weitere Eingangsgrößen und Methoden	30
7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	30
7.2 Rauigkeitslänge	31
7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	33
7.3.1 Bebauung	33
7.3.2 Gelände	35
7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell	36
7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	36
7.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	37

7.6.1	Chemische Umwandlung von NO zu NO ₂	37
7.6.2	Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten	37
8	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	39
8.1	Vorbemerkung zum Betrachtungsumgriff	39
8.2	Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft	39
8.3	Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete	43
9	Grundlagen des Gutachtens	46

Anhang A AUSTAL.log-Datei der Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Gesamtzusatzbelastung

Anhang B Ergebnisse Immissionsprognose Kumulation BImSchG-Antrag LNG-Terminal und Planfeststellungsverfahren AVG und Erweiterung/Umbau Südhafen

Zusammenfassung

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG plant die Errichtung einer Anlegestelle für die Anlieferung und den Abtransport verflüssigter Gase (AVG) am Standort Stade, welche einem neuen Hafen gleichkommt, sowie die Errichtung eines Löschkopfes mit einer der Flüssiggasverschiffung und einer der Chemikalienanlieferung dienenden Anlegestelle am bestehenden Südhafen (Löschkopf II, LK II).

Hintergrund ist das Vorhaben der Hanseatic Energy Hub GmbH ein LNG-Terminal (Flüssigerdgas, *Liquefied Natural Gas*) im Bereich des Industriegebiets im Norden der Stadt Stade zu errichten und zu betreiben. Das seeseitig angelieferte Flüssiggas soll einerseits regasifiziert und in das europäische Ferngasnetzwerk eingespeist werden. Weiter soll LNG in flüssiger Form als Kraftstoff für See- und Binnenschiffe zur Verfügung gestellt und auf einer Lkw-Ladestation verladen werden. Zusätzlich soll die Möglichkeit bestehen, LNG direkt von einem Schiff auf ein anderes zu verladen. Das Terminal soll über zwei LNG-Speichertanks mit einem Fassungsvermögen von jeweils ca. 250.000 t verfügen.

Die seeseitige Anlieferung soll hauptsächlich über einen neu zu errichtenden Anleger für verflüssigte Gase (AVG) mittels großer LNG-Tankschiffe mit einem Fassungsvermögen von bis zu 265.000 m³ (Qmax-Klasse) aus verschiedenen weltweiten Bezugsquellen erfolgen. Eine weitere seeseitige Anlegemöglichkeit soll mit der Errichtung eines neuen Anlegers im bestehenden Südhafen entstehen (Löschkopf II, LK II). Hier sollen Be- und Entladungen von LNG-Tankschiffen mit geringerer Kapazität (bis zu 30.000 m³) ermöglicht werden.

Im Zuge des für die Neuerrichtung der genannten Anlegemöglichkeiten erforderlichen Planfeststellungsverfahrens wurde die Müller-BBM GmbH beauftragt, das Vorhaben hinsichtlich der lufthygienischen Belange gutachtlich zu untersuchen und zu bewerten. Neben den Immissionskonzentrationen der betrachteten Luftschadstoffe sind dabei auch deren Depositionen insbesondere in den terrestrischen Bereichen der umliegenden Natura-2000-Gebiete zu berücksichtigen und anhand der Abschneidekriterien des Anhangs 8 der TA Luft zu beurteilen.

Die vorliegende Immissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft erfolgte grundsätzlich gemäß den Anforderungen der neugefassten TA Luft 2021 sowie der VDI 3783 Blatt 13 zur Qualitätssicherung bei Immissionsprognosen im anlagenbezogenen Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 13 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Wesentliche Emissionsquellen für Luftschadstoffe im Zusammenhang mit dem Betrieb des Terminals sind die Emissionen der an- und ablegenden sowie liegenden Schiffe.

Im Zuge der vorliegenden Immissionsprognose wurde die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen einschließlich der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen von insgesamt vier im Bereich des neu geplanten LNG-Terminals betriebenen erdgasbefeuerten Brennwertkesseln mit einer Feuerungswärmeleistung von je ca. 43 MW, die für kurzzeitige Episoden umgebungsbedingt hohen Wärmebedarfs bei ggf. verringertem Heizwasserangebot aus dem benachbarten Industriepark vorgesehen werden, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmissionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände des vorliegend betrachteten Planfeststellungsverfahrens und des parallelen BImSchG-Antrags für die Errichtung und den Betrieb des LNG Terminals sind dem Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Immissionsprognose für den Antragsgegenstand des Planfeststellungsverfahrens alleine wie auch in Kumulation mit weiteren, nicht dem Betrieb der Hafenanlagen zuzurechnenden Emissionen des LNG-Terminals können wie folgt zusammengefasst werden:

- Im Bereich der Schiffsanleger kommt es zur Freisetzung von Luftschadstoffen durch den Betrieb der Schiffsmaschinen und -aggregate während des Manöverbetriebs (beim An- und Ablegen, einschließlich Schlepperbetrieb) und des Liegebetriebs (während der Be- bzw. Entladung);
- In der Ausbreitungsrechnung für das antragsgegenständliche Vorhaben wurden
 - 120 Schiffe der Qmax-Klasse und 292 LNG-Tankschiffe (verschiedener Größen) pro Jahr aus dem Betrieb des LNG-Terminals,
 - 193, in Größe, Motorisierung, Manöververhalten (einschl. Schlepperbetrieb), Entladezeit und Emissionen mit den größeren LNG-Tankschiffen vergleichbare Tankschiffe pro Jahr zur Anlieferung von verflüssigten Gasen wie Ethylen und Propylen sowie
 - die für deren Manövrierbetrieb benötigten Schlepper

berücksichtigt (siehe Kapitel 5.2.1); bei den kumulativen Betrachtungen kommen hierzu vier Brennwertkessel mit einer Feuerungswärmeleistung von je ca. 43 MW.

- Die durch das planfeststellungsgegenständliche Gesamtvorhaben bedingten Immissions-Jahreszusatzbelastungen (Gesamtzusatzbelastungen) außerhalb der Planfeststellungsgrenze AVG-Anleger (NPorts) und des Betriebsgeländes des LNG-Terminals (siehe Abbildung 1) sowie der unmittelbar angrenzenden nicht beurteilungsrelevanten Hafen- und Deichflächen durch die Komponenten Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}, Staubbiederschlag, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid erfüllen die Irrelevanzkriterien nach Nr. 4.1 TA Luft.
- In Bezug auf die untersuchten Komponenten und Schutzgüter kann daher davon ausgegangen werden, dass schädliche Einwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.
- Eine weitergehende Bestimmung von Immissionskenngrößen und eine Berücksichtigung der Vorbelastung ist nach Nr. 4.1 TA Luft nicht erforderlich.
- Die kumulativen Betrachtungen einschließlich der Emissionen der dem LNG-Terminal zuzurechnenden Brennwertkessel gelangen bei etwas höheren kumulativen Zusatzbelastungen zu einer gleichlautenden Beurteilung.

- Ferner zeigt sich, dass die Zusatzbelastung durch die Deposition an reaktiven Stickstoff- und versauernden Stickstoff- und Schwefelverbindungen im Bereich der terrestrischen Teilbereiche der umliegenden Natura 2000-Gebiete sowohl durch das Vorhaben selbst als auch in Kumulation mit den dem Betrieb des LNG-Terminals zuzurechnenden Brennwertkesseln die entsprechenden Abschneidekriterien des Anhangs 8 der TA Luft nicht überschreiten.
- Aufgrund der Unterschreitung der Abschneidekriterien können negative Auswirkungen und Beeinträchtigungen der umliegenden FFH-Gebiete durch die Einträge an Stickstoff und säurebildenden Luftschadstoffen durch das geplante Vorhaben ausgeschlossen werden.

In Hinblick auf die durch das Vorhaben bedingten Immissions-Zusatzbelastungen sowohl durch die Emissionen der planfeststellungsgegenständlichen Hafenanlagen alleine als auch in Kumulation mit den weiteren Quellen im Bereich des LNG-Terminals können erhebliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, erhebliche Belästigungen oder erhebliche Nachteile durch Luftschadstoffe der Nrn. 4.2 und 4.3 TA Luft 2021 ausgeschlossen werden.

Ferner sind auch im Hinblick auf die sowohl durch das Vorhaben alleine als auch in Kumulation mit weiteren Quellen im Bereich des LNG-Terminals bedingten projektspezifischen Zusatzbelastungen durch Stickstoff- und Säureeinträge signifikante nachteilige Beeinträchtigungen der umliegenden FFH-Gebiete bereits ohne vertiefte Untersuchung auszuschließen.



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner



M.Sc. Kim Lea Gutermuth

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG plant die Errichtung einer Anlegestelle für die Anlieferung und den Abtransport verflüssigter Gase (AVG) am Standort Stade, welche einem neuen Hafen gleichkommt, sowie die Errichtung eines Löschkopfes mit einer der Flüssiggasverschiffung und einer der Chemikalienanlieferung dienenden Anlegestelle am bestehenden Südhafen (Löschkopf II, LK II).

Hintergrund ist das Vorhaben der Hanseatic Energy Hub GmbH ein LNG-Terminal (Flüssigerdgas, *Liquefied Natural Gas*) im Bereich des Industriegebiets im Norden der Stadt Stade zu errichten und zu betreiben. Das seeseitig angelieferte Flüssiggas soll einerseits regasifiziert und in das europäische Ferngasnetzwerk eingespeist werden. Weiter soll LNG in flüssiger Form als Kraftstoff für See- und Binnenschiffe zur Verfügung gestellt und auf einer Lkw-Ladestation verladen werden. Zusätzlich soll die Möglichkeit bestehen, LNG direkt von einem Schiff auf ein anderes zu verladen. Das Terminal soll über zwei LNG-Speichertanks mit einem Fassungsvermögen von jeweils ca. 250.000 t verfügen.

Die seeseitige Anlieferung soll hauptsächlich über einen neu zu errichtenden Anleger für verflüssigte Gase (AVG) mittels großer LNG-Tankschiffe mit einem Fassungsvermögen von bis zu 265.000 m³ (Qmax-Klasse) aus verschiedenen weltweiten Bezugsquellen erfolgen. Eine weitere seeseitige Anlegemöglichkeit soll mit der Errichtung eines neuen Anlegers im bestehenden Südhafen entstehen (Löschkopf II, LK II). Hier sollen Be- und Entladungen von LNG-Tankschiffen mit geringerer Kapazität (bis zu 30.000 m³) ermöglicht werden.

Im Zuge des für die Neuerrichtung der genannten Anlegemöglichkeiten erforderlichen Planfeststellungsverfahrens wurde die Müller-BBM GmbH beauftragt, das Vorhaben hinsichtlich der lufthygienischen Belange gutachtlich zu untersuchen und zu bewerten. Neben den Immissionskonzentrationen der betrachteten Luftschadstoffe sind dabei auch deren Depositionen insbesondere in den terrestrischen Bereichen der umliegenden Natura-2000-Gebiete zu berücksichtigen und anhand der Abschneidekriterien des Anhangs 8 der TA Luft zu beurteilen.

Wesentliche Emissionsquellen für Luftschadstoffe im Zusammenhang mit dem Betrieb des Terminals sind die Emissionen der an- und ablegenden sowie liegenden Schiffe.

Im Zuge der vorliegenden Immissionsprognose wird die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen einschließlich der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen von insgesamt vier im Bereich des neu geplanten LNG-Terminals betriebenen erdgasbefeuerten Brennwertkesseln mit einer Feuerungswärmeleistung von je ca. 43 MW, die für kurzzeitige Episoden umgebungsbedingt hohen Wärmebedarfs bei ggf. verringertem Heizwasserangebot aus dem benachbarten Industriepark vorgesehen werden, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmisionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände des vorliegend betrachteten Planfeststellungsverfahrens und des parallelen BImSchG-Antrags für die Errichtung und den Betrieb des LNG Terminals sind dem Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen.

Die vorliegende Immissionsprognose nach Anhang 2 der TA Luft erfolgte grundsätzlich gemäß den Anforderungen der neugefassten TA Luft 2021 TA Luft sowie der VDI 3783 Blatt 13 zur Qualitätssicherung bei Immissionsprognosen im anlagenbezogenen Immissionsschutz. Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 13 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe

Im vorliegenden Fall sind als luftverunreinigende Stoffe in Hinblick auf das Schutzgut menschliche Gesundheit Staub (ohne Staubinhaltsstoffe), Stickstoffdioxid (NO₂) und Schwefeldioxid (SO₂) zu betrachten.

Aufgrund der Nähe der Anlage zu den bebauten Gebieten der umgebenden Städte (hier Stade) sind gemäß TA Luft Nr. 4.6.2.6 Absatz 6 im Umfeld der Anlage die Immissionswerte zu den Schutzgütern Vegetation (hier: SO₂) und Ökosysteme (hier: NO_x als NO₂) nicht anzuwenden.

2.2 Bagatellmassenströme und Immissionswerte nach TA Luft 2021

Die der Beurteilung zu Grunde zu legenden Immissionswerte für die hier relevanten Schadstoffe ergeben sich aus den Vorschriften der TA Luft 2021 [6] und sind für die verschiedenen Schutzgüter in den folgenden Tabellen zusammengefasst. In einer weiteren Tabelle werden die Bagatellmassenströme der Nr. 4.6.1.1 TA Luft für die hier relevanten Schadstoffe (bei Ableitung entsprechend Nr. 5.5 TA Luft) dargestellt.

Eine Betrachtung von Immissionskenngößen ist nach Nr. 4.1 der TA Luft nicht erforderlich

- bei geringen Emissionsmassenströmen (Nr. 4.6.1.1 TA Luft),
- bei einer geringen Vorbelastung (Nr. 4.6.2.1 TA Luft) oder
- bei irrelevanten Gesamtzusatzbelastungen.

In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme nach Buchstabe a) oder geringer Vorbelastung nach Buchstabe b) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 vor.

Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung liegt dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubbiederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreitet, die Gesamtzusatzbelastung durch Geruchsimmissionen den Wert 0,02 nicht überschreitet, die Gesamtzusatzbelastung in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen zehn Prozent des jeweiligen Immissionswertes und in Bezug auf Immissionswerte für Schadstoffdepositionen fünf Prozent des jeweiligen Immissionswertes nicht überschreitet.

Neben den auf die Gesamtzusatzbelastung (d. h. die Immissionsbeiträge der Gesamtanlage) zu beziehenden Irrelevanzkriterien der Nr. 4.1 TA Luft, bei denen die Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist, sind in Nrn. 4.2.2, 4.3.1.2, 4.3.2.2, 4.4.3, 4.5.2 TA Luft¹ Irrelevanzkriterien für die Zusatzbelastung (d. h. die vorhabenbedingte Änderung der Immission) gegeben, bei denen ein Vorhaben auch bei Überschreitung der Immissionswerte durch die Gesamtbelastung zulässig ist.

Die im Sinne dieser Regelung zur Beurteilung potentiell zu Grunde zu legenden Emissions- und Immissionswerte sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tabelle 1. Bagatellmassenströme nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft, Tabelle 7.

Komponente	Bagatellmassenstrom, Nr. 4.6.1.1 TA Luft	
	nach Nr. 5.5 TA Luft („gefasst“) abgeleitet	nicht nach Nr. 5.5 TA Luft („diffus“) abgeleitet
Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als SO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe ¹⁾	1 kg/h	0,1 kg/h
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 kg/h	0,08 kg/h
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 kg/h	0,05 kg/h
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h

¹⁾ Bagatellmassenstrom für die Bestimmung der Immissionskenngrößen für Staubiniederschlag.

Anhand der Bagatellmassenströme sind die mittleren stündlichen Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen zu beurteilen. In die Ermittlung des Massenstroms sind die Emissionen der gesamten Anlage einzubeziehen.

Bei einer Änderungsgenehmigung kann darüber hinaus von der Bestimmung der Immissionskenngrößen für die Gesamtzusatzbelastung abgesehen werden, wenn sich die Emissionen an einem Stoff durch die Änderung der Anlage nicht ändern oder sinken und

- keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass sich durch die Änderung die Immissionen erhöhen oder
- die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

¹ Überschreitet die Gesamtbelastung einen Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit nach Nr. 4.2.1 TA Luft, ist die Einhaltung der Irrelevanz für die Genehmigungsfähigkeit alleine ggf. nicht ausreichend. Nach Nr. 4.2.2 a) der TA Luft sind in diesem Fall zusätzliche Anforderungen zu erfüllen.

Tabelle 2. Immissionswerte (Mittelung über 1 Jahr) und Irrelevanzkriterien nach TA Luft.

Immissionswerte gem. Nr.	Komponente	Immissionswerte IJW	Irrelevanzkriterium Nr. 4.1 TA Luft, Gesamtzusatzbelastung	Kriterium für Genehmigungsfähigkeit bei Überschreitung, Zusatzbelastung
Schutz der menschlichen Gesundheit				
4.2.1	Partikel (PM ₁₀)	40 µg/m ³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Partikel (PM _{2,5})	25 µg/m ³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	40 µg/m ³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Schwefeldioxid (SO ₂)	50 µg/m ³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen				
4.3.1	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² × d)	≤ 3 % des IJW	≤ 10,5 mg/(m ² × d)
Schutz vor erheblichen Nachteilen, insb. Schutz der Vegetation und von Ökosystemen				
4.4.1 u. 4.4.2	Stickstoffoxide (NO _x , angegeben als NO ₂) ⁽¹⁾	30 µg/m ³	≤ 10 % des IJW	≤ 3 µg/m ³
4.4.1 u. 4.4.2	Schwefeldioxid (SO ₂) ⁽¹⁾	20 µg/m ³ ⁽²⁾	≤ 10 % des IJW	≤ 2 µg/m ³
4.4.2	Ammoniak ⁽³⁾	k. A.	2 µg/m ³	

(1) Diese Immissionswerte zum Schutz von Ökosystemen bzw. der Vegetation sind im Beurteilungsgebiet nur anzuwenden, soweit die Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte mehr als 20 km von Ballungsräumen gemäß § 1 Nr. 4 der 39. BImSchV oder 5 km von anderen bebauten Flächen, Industrieanlagen, Autobahnen oder Straßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Fahrzeugen entfernt sind. Dies trifft an keiner Stelle des Untersuchungsgebietes zu;

(2) Immissionswert einzuhalten im Jahr und im Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März).

(3) 4.4.2 TA Luft in Verb. mit 4.8 u. Anh. 1: Die Überschreitung einer Gesamtzusatzbelastung von 2 µg/m³ gibt einen Anhaltspunkt auf das Vorliegen erheblicher Nachteile durch Schädigung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme aufgrund der Einwirkung von Ammoniak.

Tabelle 3. Immissionswerte (Mittelung über 24 Stunden) nach TA Luft.

Immissionswerte gem.	Irrelevanzkriterien gem. Nr.	Stoffe/Stoffgruppe	Immissionswert ITW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
4.2.1	-	Partikel (PM ₁₀)	50 µg/m ³	35
4.2.1	-	Schwefeldioxid (SO ₂)	125 µg/m ³	3

Tabelle 4. Immissionswerte (Mittelung über 1 Stunde) nach TA Luft.

Immissionswerte gem.	Irrelevanzkriterien gem. Nr.	Stoffe/Stoffgruppe	Immissionswert ISW	zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr
4.2.1	-	Stickstoffdioxid (NO ₂)	200 µg/m ³	18
4.2.1	-	Schwefeldioxid (SO ₂)	350 µg/m ³	24

2.3 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV

Die Immissionswerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie sind mit der 39. BImSchV [4] in nationales Recht überführt worden. Mehrheitlich sind die entsprechenden Beurteilungsmaßstäbe in die TA Luft 2021 [6] (hier: Partikel PM₁₀ sowie PM_{2,5}, Stickstoffoxide, Schwefeloxide) übernommen worden, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert.

Die derzeit gültigen nationalen und europäischen Grenz- und Zielwerte, bezogen auf den Schutz der menschlichen Gesundheit, sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5. Immissionsgrenz- und Zielwerte der 39. BImSchV.

Komponente	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Zul. Anzahl Überschreitungen pro Jahr
Schwefeldioxid (SO ₂)	Tag	125 µg/m ³	3
	Stunde	350 µg/m ³	24
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahr	40 µg/m ³	--
	Stunde	200 µg/m ³	18
Partikel (PM ₁₀)	Jahr	40 µg/m ³	--
	Tag	50 µg/m ³	35
Partikel (PM _{2,5})	Jahr	25 µg/m ³	--
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8 h-Mittel/Tag	10 mg/m ³	--

Vorgeschlagenes Irrelevanzkriterium

Ein Irrelevanzkriterium ist in der 39. BImSchV nicht festgelegt. Für die Aufpunkte mit Bewertung nach Kriterien der 39. BImSchV (soweit nicht bereits durch die TA Luft inkludiert) wird analog TA Luft 2021 ein Irrelevanzkriterium von 3 % des Immissionswertes vorgeschlagen.

Kohlenmonoxid In der 39. BImSchV ist zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Immissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid (CO) definiert. Dieser beträgt 10 mg/m³ für den höchsten Achtstundenmittelwert. CO aus Anlagen ist jedoch lufthygienisch in der Regel von untergeordneter Bedeutung – was sich auch in dem im Vergleich zu anderen Schadstoffen sehr hohen Immissionsgrenzwert und dem Fehlen eines entsprechenden Immissionswerts widerspiegelt – und wird daher nicht weiter untersucht.

2.4 Stickstoffdeposition und Säureinträge

Gemäß der Nummer 4.8 der Neufassung der TA Luft ist bei luftverunreinigenden Stoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 nicht festgelegt sind, und in den Fällen, in denen auf Nummer 4.8 verwiesen wird, eine Prüfung, ob schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können, erforderlich, wenn hierfür hinreichende Anhaltspunkte bestehen.

Dort wird auch auf Anhang 9 verwiesen, der sich im Speziellen mit der Stickstoffdeposition auf empfindliche Pflanzen und in Ökosystemen auseinandersetzt. In den Hinweisen zur Sonderfallprüfung Nr. 4.8 in Verbindung mit Anhang 8 der TA Luft 2021 werden verfahrenlenkende Vorgaben für die Stickstoff- und Säureinträge in Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung ergänzt. In diesen Vorgaben wird darauf verwiesen, dass die absoluten, vorhabenbezogenen Abschneidekriterien, welche den Untersuchungsraum definieren und abgrenzen, bei

- 0,3 kg N/(ha×a) für die Stickstoffdeposition und
- 0,04 keq/(ha×a) für die Deposition an versauernden Stickstoff- und Schwefelverbindungen

liegen.

Das vorhabenbezogene Abschneidekriterium dient der Festlegung eines Untersuchungsraums (Suchraum) bzw. Einwirkungsbereich des Vorhabens. Sollten innerhalb des durch die vorhabenbedingten Stoffeinträge resultierenden Suchraums keine Natura 2000-Gebiete zu finden sein, resultiert somit kein vorhabenbedingter Einwirkungsbereich und eine vertiefte FFH-Verträglichkeitsprüfung bezüglich der Stoffeinträge kann entfallen [7].

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der Standort des geplanten LNG-Terminals und verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen befindet sich ca. 6 km nordöstlich des Stadtkerns von Stade, unmittelbar an der Elbe. Im Süden grenzt der Standort der Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH an, im Norden befindet sich das Betriebsgelände der Aluminium Oxid Stade GmbH. Der Standort des LNG-Terminals ist zum jetzigen Zeitpunkt überwiegend unbebaut, unversiegelt und mit Vegetation (Bäume, Sträucher, Grünland) bedeckt.

Der Vorhandenstandort liegt auf einer geodätischen Höhe von ca. 3 m ü. NN. Das landschaftliche Umfeld des Standortes kann im Umkreis von über 3,5 km als ebenes Marschland charakterisiert werden. Erst südwestlich von Stade steigt das Gelände sanft zur Stader Geest hin an.

Der vorgesehene Standort des LNG-Terminals und der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen befindet sich im nordöstlichen bzw. östlichen Bereich des Chemiewerkes im Industriegebiet Stade, welches im Norden von der Johann-Rathje-Köser-Straße, im Westen von der Bützflether Industriestraße und dem Landesschutzdeich, im Süden von der Stader Elbstraße und im Osten von der Elbe eingegrenzt wird. In der nördlichen Nachbarschaft befindet sich das Chemiewerk der AOS Stade GmbH. In der südwestlichen und südlichen Nachbarschaft des Chemiewerkes sind verschiedene Gewerbenutzungen angesiedelt. Die dem Vorhaben nächstgelegenen Wohnbebauungen befinden sich im Norden und Nordwesten an der Alten Chaussee in Stade-Bützfleth (Abstand zum geplanten Betriebsgelände: etwa 1,1 km), im Südwesten am Obstmarschenweg, im Süden auf dem Gebiet der Nachbargemeinde Hollern-Twielenfleth (Melau/Wöhrden, Am Wegen, Bassenfleth, Abstand zum geplanten Betriebsgelände: mindestens 2,4 km, Abstand zum geplanten AVG-Anleger: mindestens 1,4 km) sowie im Südosten an der Stader Elbstraße (Abstand zum geplanten AVG-Anleger: mindestens 600 m). Östlich der Elbe befindet sich die nächstgelegene Wohnnutzung Haseldorf/Scholenfleth in einer Entfernung von etwa 3,5 km zum geplanten Betriebsgelände.

Der Standort sowie die Umgebung der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen und des in getrenntem BImSchG-Antrag beantragten LNG-Terminals sind aus den nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen.

Die Landnutzung des Weiteren, häufig von Entwässerungskanälen durchzogenen Anlagenumfelds wird überwiegend durch intensiv betriebenen Obstbau oder Grünlandwirtschaft sowie kleine, oftmals entlang der Straßen angeordnete Straßen- bzw. Hufendörfer geprägt.

Die nächstgelegenen naturschutzfachlichen Gebiete befinden sich östlich der Schiffsanleger (Abbildung 2 in blau und rot gekennzeichnet). Eine nähere Darstellung dieser sowie weiterer Naturschutzgüter im Untersuchungsgebiet erfolgt im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung bzw. des für diese erstellten UVP-Berichts und ist daher nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Die Bundeswasserstraße Unterelbe fließt östlich des Standorts (s. o.) von Südsüd-osten in Richtung Nordnordwesten und weist in diesem Bereich eine Breite von ca. 1,5 km auf. Sie steht über schmale Nebenrinnen (z. B. Dwar sloch) in Verbindung mit der ca. 2,5 km östlich des Anlagenstandorts parallel zur Elbe verlaufenden Hasel-dorfer Binnenelbe sowie der ca. 4 km entfernten Pagensander Nebene lbe nordöstlich des Standorts.

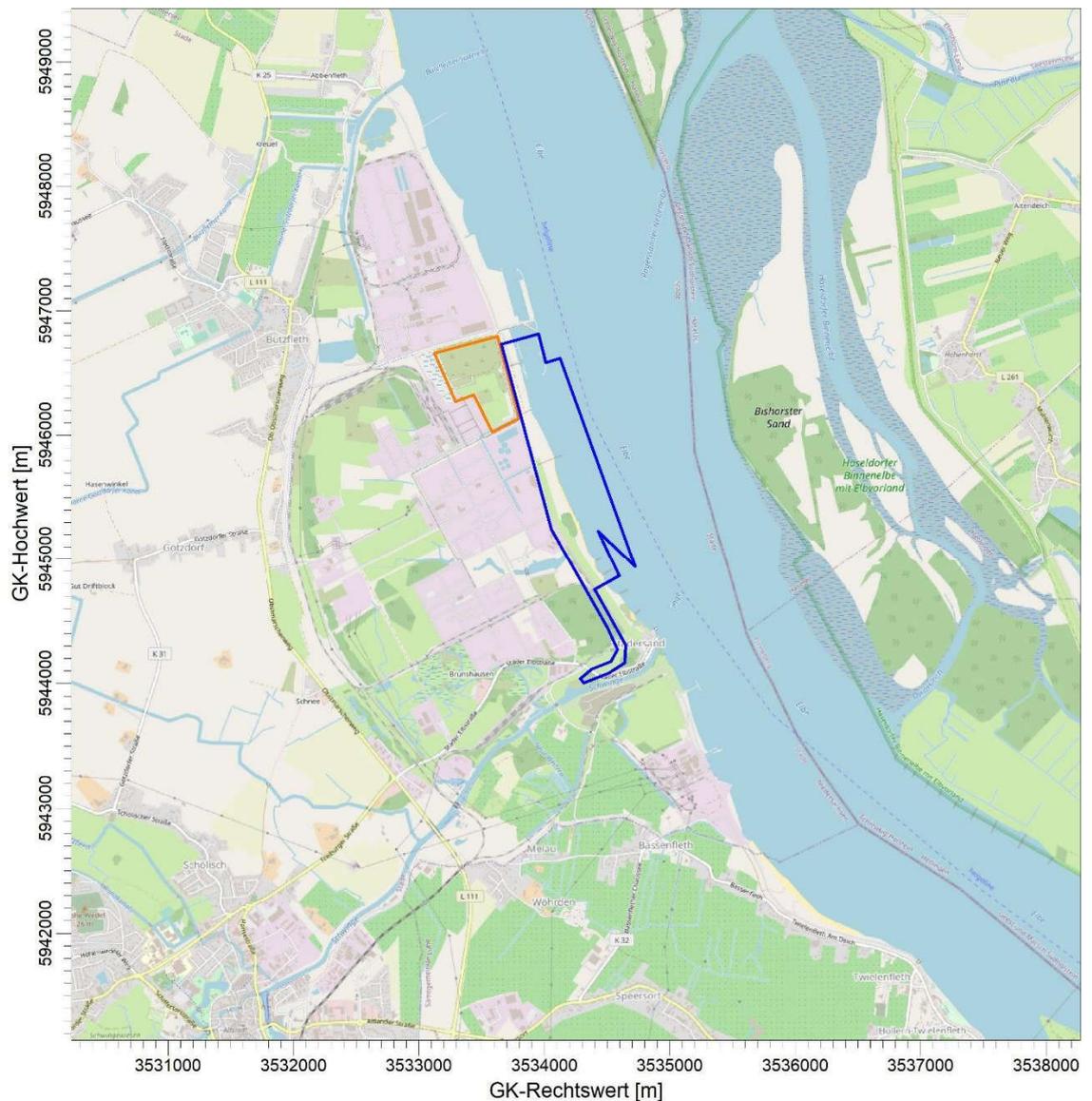


Abbildung 1. Lage und nähere Umgebung des geplanten Standorts. Geplantes LNG-Terminal (HEH) in orange [30], Planfeststellungsgrenze AVF-Anleger (NPorts) in blau [28]. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap

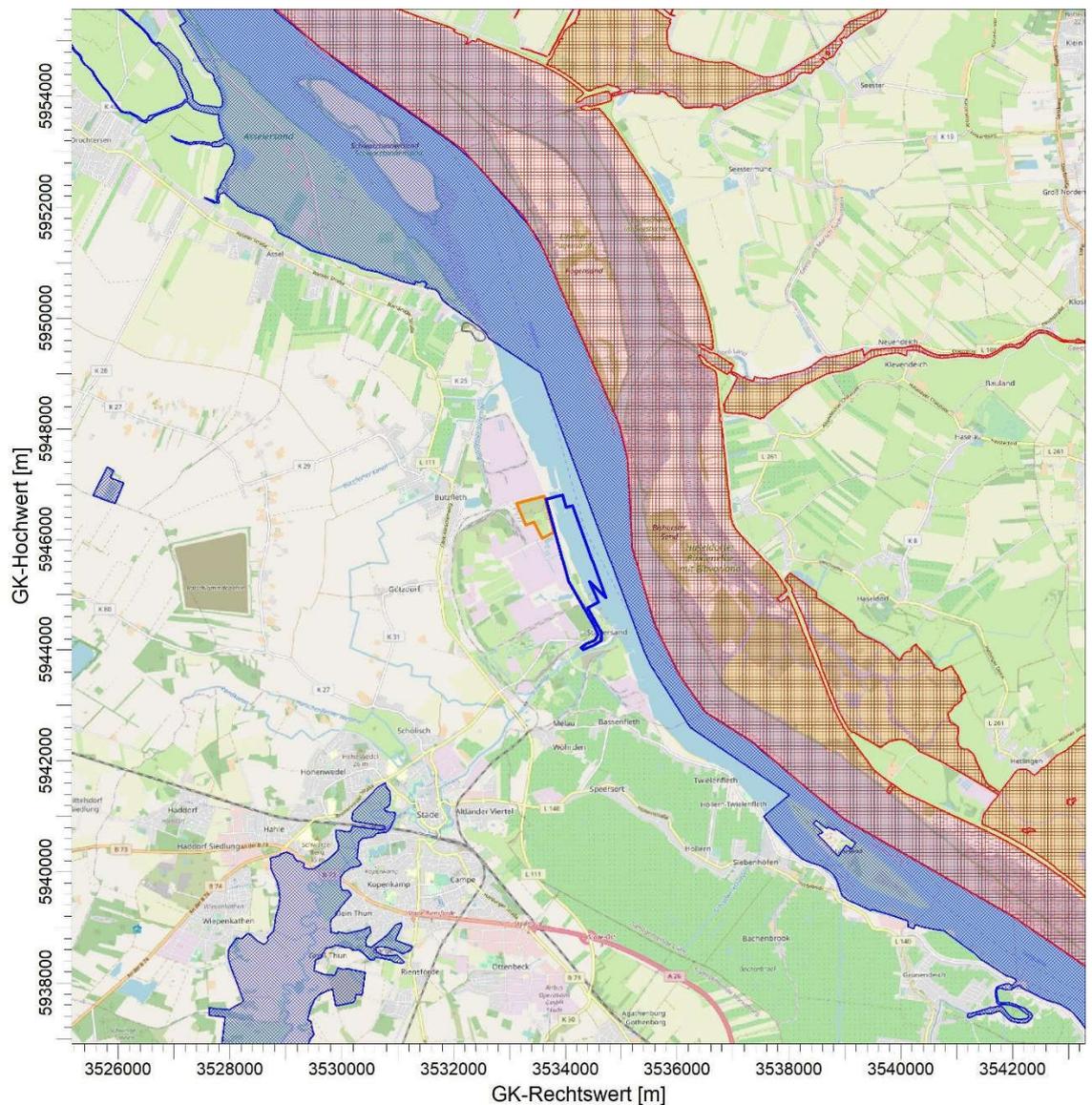


Abbildung 2. FFH-Gebiete im weiteren Umfeld des Standorts - differenziert nach Lage in Niedersachsen (blau, diagonal gekreuzt) bzw. Schleswig-Holstein (rot, vertikal gekreuzt) [45]. Geplanter Standort in orange und blau gekennzeichnet.
Hintergrundkarte: © OpenStreetMap

4 Kurzbeschreibung des geplanten Vorhabens

Die Betriebsbeschreibung und Anlagenplanung für das geplante LNG-Terminal, aus der auch der Nutzung der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen hervorgeht, wurde von deren Vorhabenträger, der Hanseatic Energy Hub GmbH übermittelt [28]. Es wird nachfolgend soweit wiedergegeben, wie dies in Bezug auf die vorliegende Prognose erforderlich bzw. hilfreich erscheint.

Das LNG-Terminal hat zwei Lagertanks mit einem Speichervolumen von jeweils 250.000 t. Die Tanks werden über das Hauptentladesystem auf dem Anleger für Verflüssigte Gase (AVG) und vom Löschkopf II (LK II) im Bereich des Südhafens mit LNG aus Tank-Schiffen befüllt.

Das Hauptentladesystem besteht aus vier Ladearmen für die LNG-Verladung und einem Ladearm für das im Gaspendelverfahren zwischen LNG-Terminal und den Tanker-Schiffen auszutauschende Gas. Die Entladerate der Tanker-Schiffe kann zwischen 12.000 m³/h bis 15.000 m³/h LNG betragen. In der Hafenanlage können LNG-Tanker bis zu einer Größe von 265.000 m³ (Qmax-Klasse) empfangen werden.

Zusätzlich wird auf dem AVG ein weiteres Ladearm-System für die Verladung von LNG auf Tanker Schiffe errichtet. Das Ladearm-System besteht aus einem Ladearm für LNG und einem darauf angebrachten Huckepack-Ladearm für Gas für den Gaspendelbetrieb.

Die Ladearme werden vor Beendigung der Schiffsentladung durch Stickstoffspülung von LNG befreit, bevor das Lösen der Flansche zwischen Ladearm und Schiff erfolgt. Ausgespültes LNG wird in einem Entleerungsbehälter gesammelt und in eine LNG-Transferleitung eingespeist. Der benötigte Stickstoff wird von Tankkraftwagen angeliefert und jeweils in einem Tank auf dem Terminalgelände und dem AVG gelagert.

Für die Belieferung mit LNG bis zu einer Menge von ca. 30.000 m³ steht ein zweites Be- und Entladesystem zur Verfügung. Dieses wird auf einem Anleger errichtet, welcher im Rahmen einer Erweiterung des bestehenden Südhafens, östlich der Johan-Rathje-Köser-Straße, entstehen soll. Die Bezeichnung für diesen Anleger ist LK II (Löschkopf II). Die Verladeprozesse sind analog zu dem oben beschriebenen Vorgehen geplant; die Durchsatzleistung ist mit ca. 3.000 m³/h an die geringe Größe der Tanker-Schiffe (bis ca. 30.000 m³) angepasst.

Ein LNG-Umschlag (Break-Bulk) zwischen zwei LNG-Schiffen wird ebenfalls ermöglicht. Das LNG kann dafür entweder direkt über eine Landschleife von einem Schiff zu einem anderen Schiff, oder zunächst in die Lagertanks befördert werden.

Neben LNG kann und soll am LK II auch die Anlieferung von verflüssigten Gasen wie Ethylen und Propylen erfolgen, die seitens der am Standort bestehenden Firmen DOW und Olin benötigt werden.

5 Emissionen

5.1 Allgemeines

Wesentliche Emissionsquellen für Luftschadstoffe im Zusammenhang mit dem Betrieb der betrachtungsgegenständlichen Hafenanlagen sind die Emissionen der an- und ablegenden sowie liegenden Schiffe und des damit einhergehenden Schlepperverkehrs.

Weitere Emissionsquellen für Luftschadstoffe im Bereich der eigentlichen Hafenanlage spielen nach den vorliegenden Informationen und Unterlagen keine immissionsrelevante Rolle.

Auf weitere Emissionsquellen im Bereich des geplanten LNG-Terminals wird im Rahmen der Immissionsprognose für selbige (Müller-BBM-Bericht M151748/02 [37]) sowie im Anhang B des vorliegenden Gutachtens eingegangen.

5.2 Schiffsemissionen

Im Bereich der Schiffsanleger kommt es zur Freisetzung von Luftschadstoffen durch den Betrieb der Schiffsmaschinen und -aggregate während des Manöverbetriebs (beim An- und Ablegen) und des Liegebetriebs (während der Be- bzw. Entladung), die durch Verbrennungsabgase entstehen und über die Schiffsschornsteine an die Umgebungsluft abgegeben werden.

5.2.1 Schiffsbewegungen und Liegezeiten

Nach Angaben der Hanseatic Energy Hub GmbH kommen LNG-Tanker und Tanker zur Anlieferung weiterer verflüssigter Gase (wie Ethylen und Propylen) verschiedener Schiffsklassen, welche sich durch ihr Ladevolumen und ihre Motorenleistung unterscheiden, zum Einsatz. In der Tabelle werden die jeweiligen Schiffsparemeter, Liege- / Manöverzeiten sowie das maximale Aufkommen dargestellt.

Tabelle 6. Liege-/Manöverzeiten und Anzahl [29] der eingesetzten Schiffsklassen [35].

Schiffsklasse	Liegezeit [h]	Manöverzeit [h]	Anzahl/Jahr
Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier)	20	2	120
LNG-Tankschiffe	10	2	292 ^{*)}
Tankschiffe zur Anlieferung weiterer verflüssigter Gase	10	2	193 ^{**)}

^{*)} es wird ein Anteil von $\frac{2}{3}$ zu $\frac{1}{3}$ für größere LNG-Tankschiffe angenommen [28]
(Hauptmotorenleistung ca. 8.000 kW, vgl. Tabelle 8)

^{**)} Im Hinblick auf die Anlieferung weiterer verflüssigter Gase wird von Tankschiffen ausgegangen, die in Größe, Motorisierung, Manöververhalten (einschl. Schlepperbetrieb), Entladezeit und Emissionen mit größeren LNG-Tankschiffen vergleichbar sind.

Zum Manövrieren kommen sog. Schlepper zum Einsatz, die die ein- und auslaufenden Schiffe in der Manövrierphase unterstützen.

Auf Basis von Angaben der Vorhabenträgerin wird dabei von folgenden, von Schiffsgröße und anzulaufender Anlegestelle abhängigen Schleppereinsatzzeiten pro ein- und wieder auslaufendem Schiff ausgegangen.

Tabelle 7. Ansatzwerte für Anlegedauer und Zahl der je Vorgang benötigten Schlepper für das Ein- und das Auslaufen der verschiedenen Tankschiffe

Schiffstyp/ Anlegestelle	Einlaufen und Anlegen		Ablegen und Auslaufen	
	Schlepper	Dauer	Schlepper	Dauer
Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier), AVG	4	1,25 h	2	0,75
LNG-Tankschiff, AVG	3	1,25 h	2	0,75
LNG- bzw. Flüssiggas-Tankschiff LK II	3	1,25 h	2	0,75

5.2.2 Abschätzung der Schiffsemissionen

Die Abschätzung der Emissionen der Schiffe wurde auf der Basis von Vorhabenträger- und Literaturangaben zu Leistungsdaten für Hauptmaschinen (für den Antrieb) und Hilfsdiesel (zur Stromversorgung) und zu verbrauchsspezifischen Emissionsfaktoren vorgenommen.

Die Größe- und Leistungsdaten für die anliefernden Schiffe wurden auf Basis von [9], [10] und [11] unter konservativen Gesichtspunkten wie folgt ermittelt (Tabelle 8).

Tabelle 8. Installierte Leistungen der Schiffsmaschinen [35].

Schiffsklasse	Hauptmaschine	Hilfsmotoren
	[kW]	[kW]
Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier)	18.940	3.657
(größeres) LNG-Tankschiff, Tankschiff für sonst. verflüssigte Gase	8.000	1.333
(kleineres) LNG-Tankschiff	4.995	770
Schlepper	4.200	-

Es wurde zwischen „Manöverbetrieb“ beim An- und Ablegen und „Liegebetrieb“ während der Entladung an den Anlegern unterschieden. Je nach Betrieb wird zur Abschätzung der tatsächlich abgerufenen Leistung der Maschinen von unterschiedlichen Lastfaktoren ausgegangen [10], [12] und [13] (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9. Lastfaktoren und spezifischer Verbrauch.

Maschine	Lastfaktor Manöver	Lastfaktor Liegen	Spez. Verbrauch
	[%]	[%]	[g Krst/kWh]
Hauptmaschine	20	0	225
Hilfsdiesel	50	50	84 ^{*)}
Schlepper	30	0	225

^{*)} bezogen auf Feuerungswärmeleistung, entspricht Wert der Hauptmaschinen (bezogen auf Nennleistung) bei einem Wirkungsgrad von ca. 35 %

Die Angaben in der Literatur [9], [13], [14], [15], [16], [17] und [18] zu verbrauchsspezifischen Emissionsfaktoren für Manöver- und Liegezeiten unterscheiden sich bis 2010 nicht wesentlich. Ab 2010 werden in [14] für den Liege- und Manöverbetrieb insbesondere hinsichtlich SO₂ unterschiedliche Emissionsfaktoren genannt. Unterschiede ergeben sich auch je nach Maschinentyp (Langsam-, Mittel- oder Schnellläufer) und eingesetztem Treibstoff (MDO, MGO, RO). Im vorliegenden Fall ist nicht bekannt, welche Maschinentypen eingesetzt werden. Deswegen wird hier von einheitlichen Emissionsfaktoren für alle Maschinen ausgegangen.

Der Schwefelgehalt wird auf der Grundlage der revidierten Anlage VI zum MARPOL-Übereinkommen angesetzt. Dieses sieht verschärfte Schwefelgrenzwerte für Schiffskraftstoffe in SO_x-Emissions-Überwachungsgebieten (dazu zählen u. A. Ost- und Nordsee) vor. Seit 1. Januar 2015 ist ein Schwefelgehalt von maximal 0,1 % im Kraftstoff erlaubt.

Die nachfolgende Tabelle gibt die angesetzten Emissionsfaktoren für Schiffe im Manöverbetrieb und Liegebetrieb wieder.

Tabelle 10. Emissionsfaktoren für Schiffe im Manöver- und Liegebetrieb.

	Emissionsfaktoren [g/kg Treibstoff]		
	Partikel (PM)	Stickoxide (NO _x)	Schwefeldioxid (SO ₂)
Manöverbetrieb	7	57	2
Liegebetrieb	3	57	2

Mit den beschriebenen Annahmen ergeben sich folgende Emissionsfrachten:

Tabelle 11. Emissionsfrachten (in kg/h) in Abhängigkeit des Treibstoffverbrauchs im Liege- und Manöverbetrieb

Schiffsklasse	Kraftstoffverbrauch [kg/h]	Partikel (PM)	Stickoxide (NO _x)	Schwefeldioxid (SO ₂)
		Emissionsfrachten Manöverbetrieb [kg/h]		
Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier)	1006	7,0	57,3	2,0
(größeres) LNG-Tankschiff, Tankschiff für sonst. verflüssigte Gase	416	2,9	23,7	0,8
(kleineres) LNG-Tankschiff	257	1,8	14,7	0,5
Schlepper	284	2,0	16,2	0,6
Schiffsklasse	Kraftstoffverbrauch [kg/h]	Emissionsfrachten Liegebetrieb [kg/h]		
		Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier)	153	0,5
(größeres) LNG-Tankschiff Tankschiff für sonst. verflüssigte Gase	56	0,2	3,2	0,11
(kleineres) LNG-Tankschiff	32	0,1	1,8	0,06

Mit den in Tabelle 11 beschriebenen Emissionsfrachten berechnen sich nachfolgende jährliche Emissionen:

Tabelle 12. Jährliche Emissionsfrachten im Liege- und Manöverbetrieb. Am AVG werden 120 Schiffe der Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier) und 26 größere LNG-Tanker erwartet (Summe 146), am LK II werden 196 größere und 97 kleinere LNG-Tanker (Summe 266) sowie weitere 193 weitere Tankschiffe zur Anlieferung von verflüssigten Gasen wie Ethylen und Propylen erwartet.

Anleger	Summe Manöverzeiten + Schlepper [h/a]	Summe Liegezeiten [h/a]	Partikel (PM)	Stickoxide (NO _x)	Schwefeldioxid (SO ₂)
			Emissionsfrachten [kg/a]		
AVG	292 + 917	2.660	4.808	51.621	1.811
LK II	918 + 2265	4.590	7.652	69.927	2.454
Summe			12.461	121.548	4.265

5.2.3 Angesezte Betriebszeiten

Die Betriebszeiten bzw. die Manöver- und Liegezeiten der Schiffe ergeben sich zu insgesamt maximal 8.460 Stunden (vgl. Tabelle 12). Da eine exakte zeitliche Differenzierung der Manöver- und Liegezeiten nicht möglich ist und diese über das ganze Jahr erfolgen, werden die für die beiden Quellen AVG und LK II berechneten Jahresemissionen (Tabelle 12) gleichmäßig auf das Modelljahr verteilt.

5.2.4 Modellierung der Emissionsquellen

Es werden folgende Emissionsquellen definiert:

Tabelle 13. Emissionsquellen.

Nr.	Bezeichnung
AVG_1	AVG, Qmax, Liegen
AVG_2	AVG, Tankschiff gr., Liegen
AVG_MAN1	AVG, Qmax, Manöver
AVG_MAN2	AVG, Tankschiff gr., Manöver
LK II_1	LK II Tankschiff gr.
LK II_2	LK II Tankschiff kl.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsberechnung zusammengefasst. Die in Höhe und horizontaler Position variablen Schiffsschornsteine werden als Volumenquellen modelliert.

Für die Manöverzustände insbesondere der am AVG anlegenden Großschiffe, die bereits ca. 4 km flussabwärts und in Schlepperbegleitung einsetzen, wird für diese eine entsprechend lang ausgedehnte Volumenquelle berücksichtigt. Um die Emissionen des Liegebetriebs nicht zu stark zu verschmieren und daher zu verdünnen, wird für diese eine eigene Quelle modelliert.

Für die Schiffe am LK II ergibt sich eine deutlich kürzere, insbesondere auch schlepperbegleitete Strecke. Für diese Quelle werden Manöver- und Liegebetrieb in gemeinsamen Quellen zusammengefasst.

Tabelle 14. Eingabedaten Quellen für die Ausbreitungsrechnung im Gauß-Krüger-Koordinatensystem.

Quelle	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe	Länge	Breite	Vertik. Ausdehnung	Winkel
	xq [m]	yq [m]	hq [m]	aq [m]	bq [m]	cq [m]	wq [°]
AVG Qmax	3534456	5944943	20	100	345	20	28.5
AVG Tankschiff gr.	3534456	5944943	10	100	345	20	28.5
AVG, Qmax, Manöver	3533587	5948938	20	4.000	150	20	282.5
AVG, Tankschiff gr., Manöver	3533587	5948938	10	4.000	150	20	282.5
LK II Tankschiff gr.	3533970	5946327	10	200	700	20	15.3
LK II Tankschiff kl.	3533970	5946327	10	200	700	20	15.3

Detailangaben zu den Emissionsquellen können der param.def-Datei im Anhang entnommen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Schiffe, modelliert als Volumenquelle in blau, an den Schiffsanlegern.

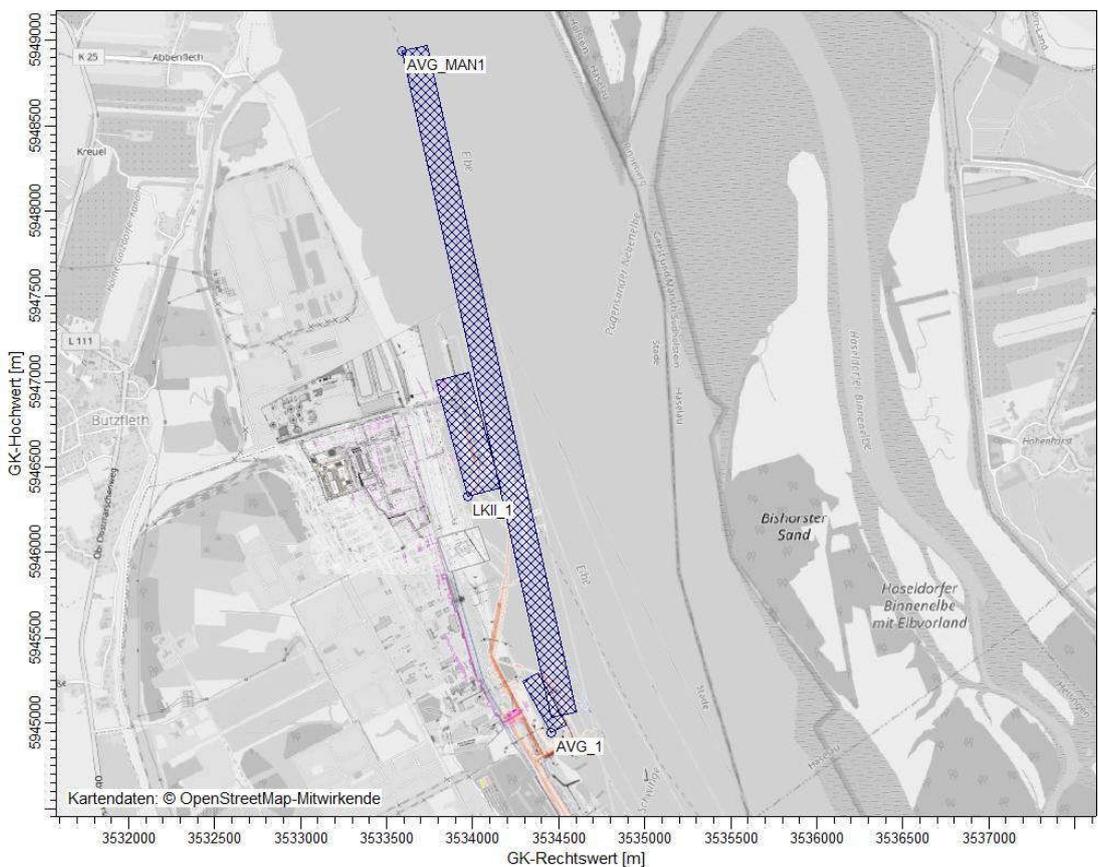


Abbildung 3. Abbildung der Schiffe als Volumenquelle (blau) an den Schiffsanlegern.

I:\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\1511M151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

5.2.5 Partikelgrößenverteilung Staubemissionen und Oxidationszustand Stickoxide

Für die über die Schiffsabgase freigesetzten Partikel wird von der in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Korngrößenverteilung ausgegangen. Es wird davon ausgegangen, dass die emittierten Stäube nahezu ausschließlich mit aerodynamischen Durchmessern unter 10 µm sowie mit relevanten PM_{2,5}-Anteilen vorliegen.

Tabelle 15. Partikelgrößenverteilung der Staubemissionen durch Schiffe.

Korngröße d _a	< 2,5 µm	2,5 - 10 µm	> 10 µm
Klasse ¹⁾	1	2	u
Massenanteil	50 %	50 %	0 %

¹⁾ entsprechend Tabelle 14 in Anhang 2 der TA Luft

Der Anteil von NO₂ an den NO_x-Emissionen wird auf Basis von Erfahrungswerten mit 10 % parametrisiert.

5.2.6 Überhöhung

Für die Schiffsemissionen wird konservativ keine Überhöhung berücksichtigt.

5.3 Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme

Als Grundlage für die Feststellung der Ermittlungspflichten bei der Prüfung, ob der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen sichergestellt ist, werden nachfolgend die oben dargestellten Emissionsmassenströme aus dem Schiffsverkehr den Bagatellmassenströmen nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft gegenübergestellt. Zu beurteilen sind die mittleren stündlichen Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen.

In Bezug auf die Schiffsemissionen sind die mittleren stündlichen Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen schwer abzuschätzen. In einem ersten Schritt werden daher die Emissionen in der mittleren Jahresstunde herangezogen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die so für die gesamte Anlage berechneten Emissionsmassenströme für die relevanten Komponenten den jeweiligen Bagatellmassenströmen der TA Luft gegenübergestellt.

Tabelle 16. Mittlere stündliche Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen im Vergleich mit den Bagatellmassenströmen nach Tabelle 7 Nr. 4.6.1.1 der TA Luft.

Komponente	Bagatell-	Bagatell-	Emissions-
	massenstrom (Quellen nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet)	massenstrom (Quellen nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet)	massenstrom Vorhaben gesamt (Kessel + Schiffe)
	[kg/h]	[kg/h]	[kg/h]
Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als SO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h	0,5 kg/h
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe ¹⁾	1,0 kg/h	0,1 kg/h	1,1 kg/h
Partikel (PM10) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 kg/h	0,08 kg/h	1,1 kg/h
Partikel (PM2,5) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 kg/h	0,05 kg/h	1,1 kg/h
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h	13,8 kg/h

Die vorhabenbedingten Emissionen, verursacht durch den Schiffsverkehr bzw. den Schiffsbetrieb an den verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen der Komponenten *Staub (ohne Staubinhaltsstoffe)* und *Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid, angegeben als Stickstoffdioxid*, liegen oberhalb des jeweiligen Bagatellmassenstroms der TA Luft für Quellen, die nicht entsprechend Nr. 5.5 TA Luft ableiten (was hier konservativ angenommen wird). Für diese Komponenten ist daher eine Betrachtung der Zusatzbelastung erforderlich, um zu prüfen, ob die einschlägigen Irrelevanzkriterien bzw. Immissionswerte eingehalten werden.

Die vorhabenbedingten Emissionen, verursacht durch den Schiffsverkehr, der Komponente *Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid*, liegen unterhalb der entsprechenden Bagatellmassenströme der TA Luft. Unter Berücksichtigung der in einer Manöverstunde der Großschiffe aber potentiell weit höheren Emissionen, und der Notwendigkeit, die Schwefeloxide als Teilbeitrag zur Deposition saurer Luftschadstoffe ohnehin mitzubetrachten und nach Anhang 8 der TA Luft zu beurteilen, werden diese in der vorliegenden Prognose trotzdem mitgeführt und auch im Hinblick auf die menschliche Gesundheit beurteilt.

6 Meteorologische Eingangsdaten

6.1 Auswahlkriterien und Eignung

Die Windrichtungsverteilung an einem Standort wird primär durch die großräumige Druckverteilung geprägt. Die Strömung in der vom Boden unbeeinflussten Atmosphäre (ab ca. 1.500 m über Grund) hat daher in Mitteleuropa ein Maximum bei südwestlichen bis westlichen Richtungen. Ein zweites Maximum, das vor allem durch die Luftdruckverteilung in Hochdruckgebieten bestimmt wird, ist bei Winden aus Ost bis Nordost zu erwarten. In Bodennähe, wo sich der Hauptteil der lokalen Ausbreitung von Schadstoffen abspielt, kann die Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung jedoch durch die topographischen Strukturen (Orographie, Landnutzung) modifiziert sein.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung wurde entsprechend den Anforderungen des Anhang 3 der TA Luft eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung verwendet, die für den Standort der Anlage charakteristisch ist. Im vorliegenden Fall wurde auf eine meteorologische Zeitreihe der vom Deutschen Wetterdienst betriebenen Wetterstation Nr. 1975 Hamburg-Fuhlsbüttel [40] zurückgegriffen.

Diese gewährleistet nach den Ergebnissen der Qualifizierten Prüfung der Übertragbarkeit (QPR) [39] einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungs-klassenstatistik (AKS) nach TA Luft 2002 auf einen Standortbereich im Raum 21683 Stade die im Rahmen der verfügbaren Wetterinformationen² bestmögliche Beschreibung der meteorologischen Situation am Standort. Ausschlaggebend für diese Beurteilung, in der neben dem übergeordneten Windfeld auch mögliche lokale topographische Eigenschaften zum Tragen kamen, waren die Struktur der mittleren Häufigkeitsverteilung der Windrichtung sowie die mittleren Windgeschwindigkeiten und Schwachwindhäufigkeiten.

Als repräsentatives Jahr wird für diese Station 2012 herangezogen [40].

Die im Jahr 2012 an der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel aufgezeichneten Daten sind dazu geeignet, zusammen mit einer geeigneten Windfeldmodellierung die für eine Ausbreitungsrechnung von emittierten Luftschadstoffen maßgeblichen meteorologischen Bedingungen im Rechen- und Beurteilungsgebiet abzubilden; ihre Übertragbarkeit hinsichtlich der örtlichen und zeitlichen Repräsentativität ist gegeben.

6.2 Beschreibung der verwendeten Wetterdaten

Die Winddaten sowie die Ausbreitungsklassen im Jahr 2012 an der Station Nr. 1975 Hamburg-Fuhlsbüttel (ca. 32 km östlich des untersuchten Standorts) liegen als meteorologische Zeitreihe (AKTerm) mit einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde vor.

In den nachfolgenden Abbildungen 4 und 5 sind die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungsklassen dargestellt:

² Darunter befinden sich neben der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel die Stationen Bremervörde, Brunsbüttel, Itzehoe, Ruthenstrom und Störsperrwerk.

Die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet werden durch die Lage des Standorts in der Stader Elbmarsch geprägt: Aufgrund der geringen orographischen Gliederung der Umgebung treten hier, der übergeordneten Luftdruckverteilung entsprechend, häufig Winde aus westlichen bis südsüdwestlichen Richtungen auf, die zumeist feuchte atlantische Luftmassen mit sich führen. Das sekundäre Maximum wird durch östliche Anströmsektoren geprägt, die in Verbindung mit Hochdrucklagen häufig trockene kontinentale Luftmassen in das Untersuchungsgebiet bringen.

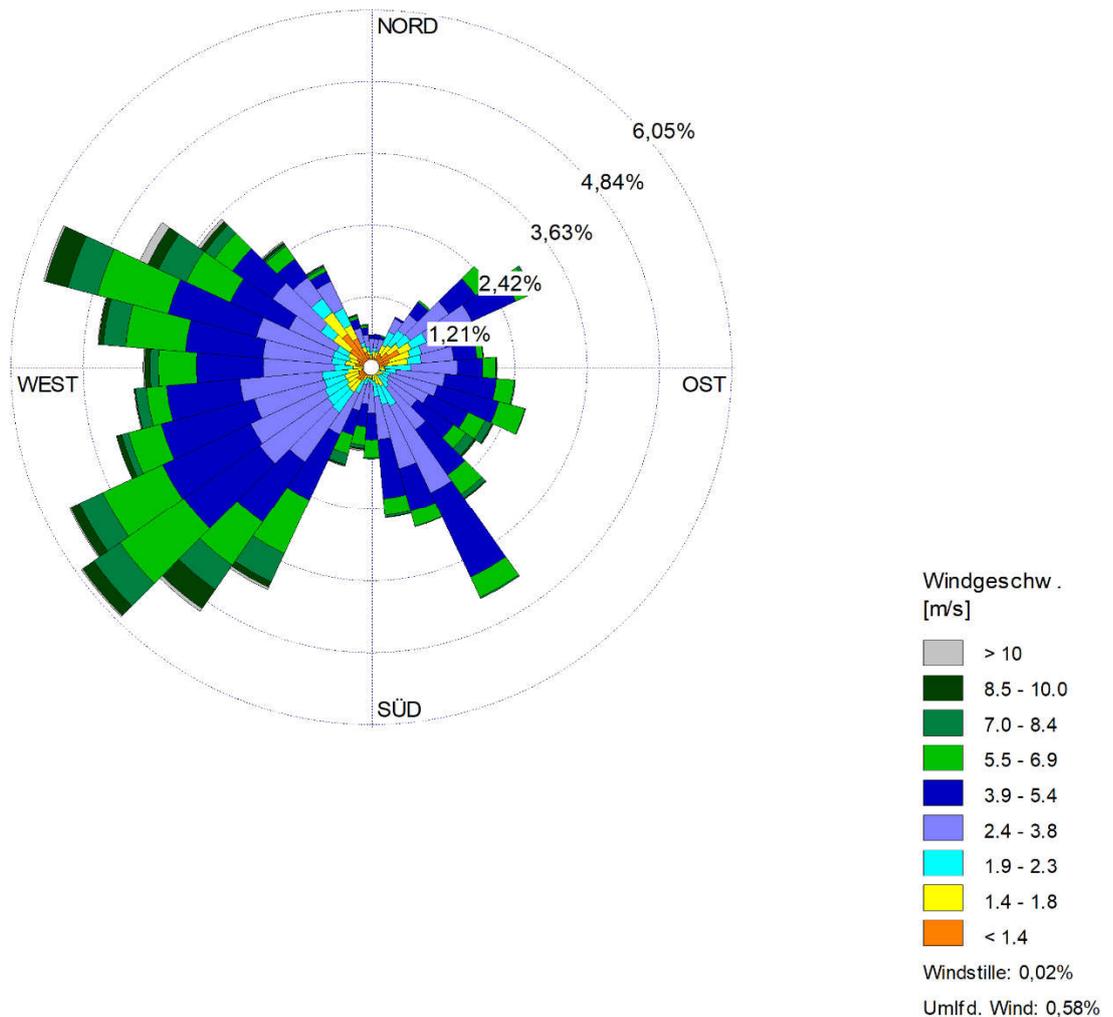


Abbildung 4. Relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten (%) je 10°-Sektoren (Quelle: Ausbreitungsklassenzeitreihe der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel für das Jahr 2012).

Aufgrund der weitgehend ebenen Umgebung spielen thermisch angetriebene Windsysteme (z. B. Kaltluftabflüsse) weder an der Messstation noch im unmittelbaren Umfeld des untersuchten Standorts eine Rolle. In Einzelfällen kann sich allenfalls eine schwache Land-See-Windzirkulation zwischen Elbe und benachbarten Uferbereichen ausbilden, deren Einfluss auf die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung aber vernachlässigbar ist.

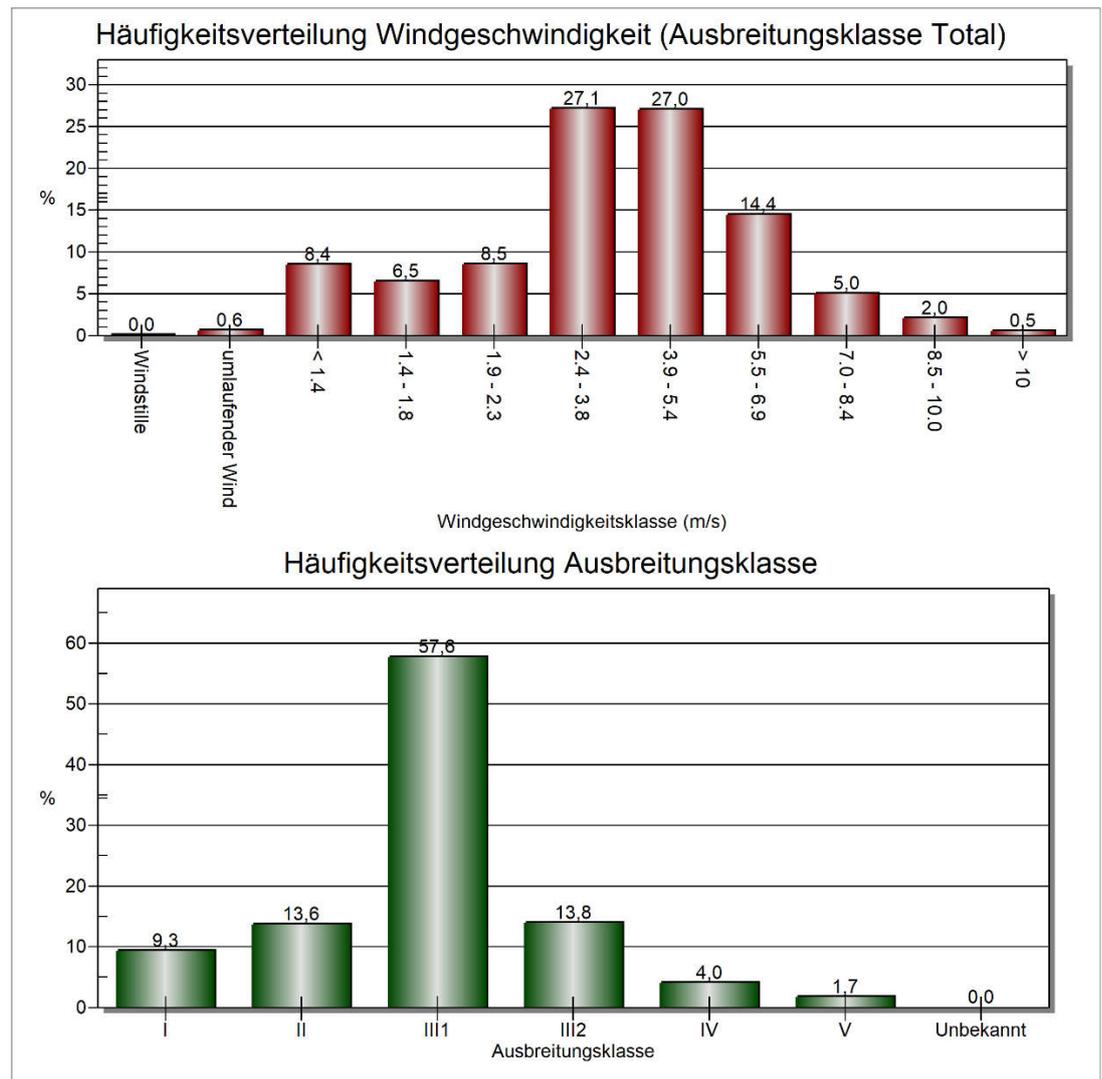


Abbildung 5. Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (oben) und Ausbreitungsklasse (unten), Hamburg Fuhlsbüttel (2012).

Windschwache Situationen ($v < 1,4$ m/s) traten 2012 in 8,4 % der Jahresstunden auf. Stabile Ausbreitungsbedingungen (Klasse I und Klasse II), die insbesondere bei Schwachwindlagen mit einem geringen Vertikalaustausch einhergehen und zu denen auch die Inversionswetterlagen zu zählen sind, lagen 2012 in 22,9 % der Jahresstunden vor.

Die Anemometerposition wurde im Rechengebiet mit den folgenden Koordinaten platziert (vgl. Abbildung 6):

Rechtswert: 35 30 639 m, Hochwert: 59 46 306 m

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

- Windrichtung in Anemometerhöhe
- Monin-Obukhov-Länge
- Mischungsschichthöhe
- Rauigkeitslänge
- Verdrängungshöhe

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 2 der TA Luft festgelegten Konventionen bestimmt.

7 Weitere Eingangsgrößen und Methoden

7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Das Rechengebiet nach Anhang 2 der neugefassten TA Luft ist die Fläche, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befinden, der dem 50fachen der Schornsteinhöhe entspricht. Es soll damit im Wesentlichen das Beurteilungsgebiet nach Nr. 4.6.2.5 TA Luft umfassen, das als die Fläche definiert ist, die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50fachen der Schornsteinhöhe entspricht und in der die Gesamtzusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3,0 Prozent des Immissionsjahreswertes beträgt, wobei als kleinster Radius 1 km zu wählen ist.

Aufgrund der ausgedehnten Quellstruktur (Manöverbetrieb) und für die Berücksichtigung der umliegenden FFH-Gebiete wurde ein Rechengitter mit Kantenlängen von 8.192 m \times 8.192 m in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt (vgl. dazu Abbildung 2).

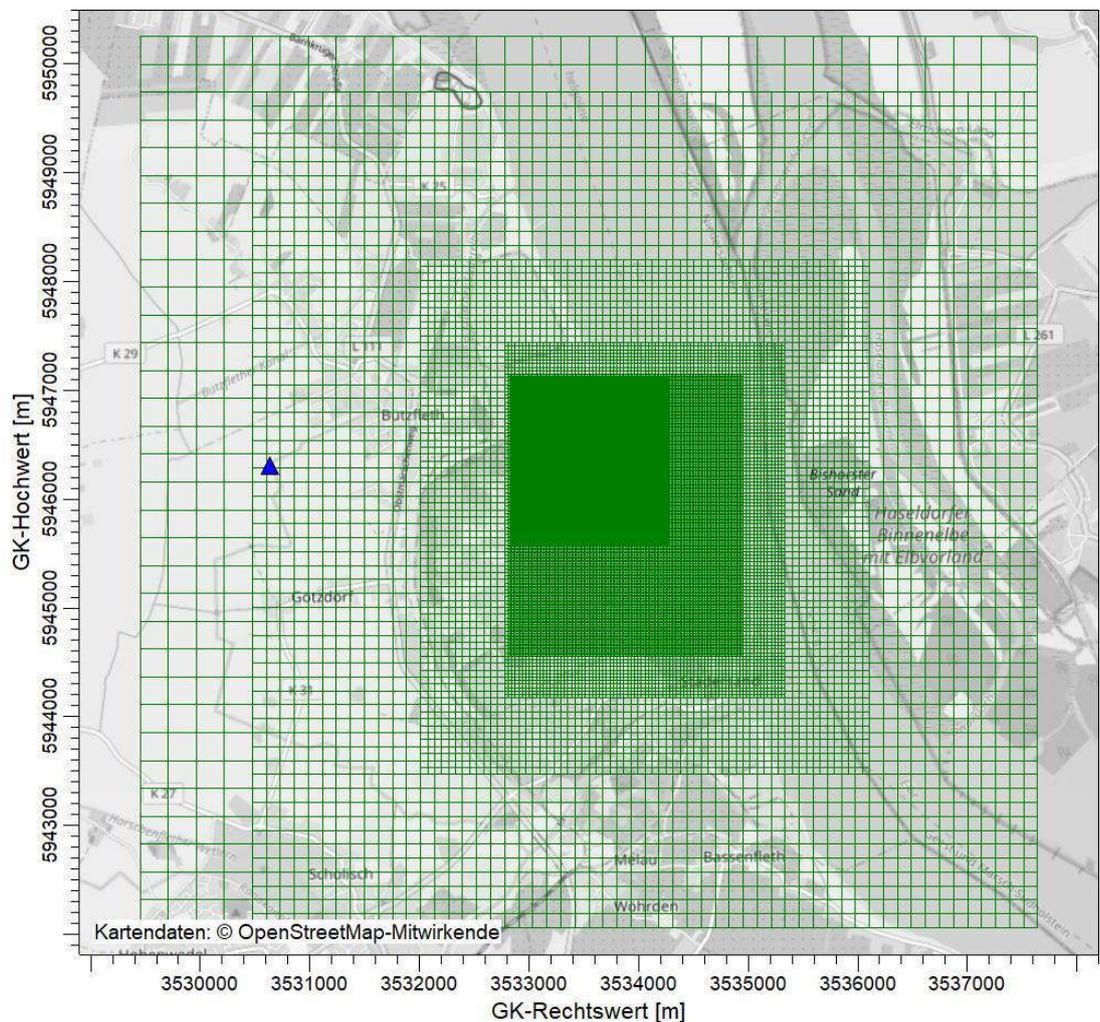


Abbildung 6. Rechengitter der Ausbreitungsrechnung; Anemometer-Position durch blaues Dreieck gekennzeichnet. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap

Im Sinne einer bestmöglichen Konsistenz der Modellansätze und der daraus abgeleiteten Ergebnisse, wurde mit denselben Gitterstrukturen und den im Hinblick auf explizit in die Windfeldmodellierung eingestellte Gebäude identischen Ansätzen gearbeitet wie im Parallelgutachten zum BImSchG-Verfahren für das LNG-Terminal der Hanseatic Energy Hub GmbH (HEH).

Zur Berücksichtigung der abströmungsrelevanten Gebäude in der Nähe der gefassten Quellen des LNG-Terminals wurde ein 7-fach geschachteltes Rechengitter mit Gitterweiten von 4 m bis 256 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz für alle Quellen mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden.

Die Konzentration an den Aufpunkten wurde als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet, sie ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur. Die so für ein Volumen bzw. eine Fläche des Rechengitters berechneten Mittelwerte gelten als Punktwerte für die darin enthaltenen Aufpunkte.

7.2 Rauigkeitslänge

Die Bodenrauigkeit des Geländes wird durch eine mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Sie ist nach Tabelle 15 in Anhang 2 der neuen TA Luft mit dem Landbedeckungsmodell Deutschland (LBM-DE) zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge ist gemäß TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festzulegen, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins beträgt.

Im vorliegenden Fall werden die Schiffsemissionen über Schornsteine abgeführt, deren Position nicht statisch, sondern mobil und daher variabel ist. Für die kumulative Betrachtung mit den Auswirkungen der sonstigen, nicht planfeststellungsgegenständlichen Quellen des LNG-Terminals kommen die Emissionen der vier Brennwertkessel auf dem Betriebsgelände, für die bei einer Schornsteinhöhe von 25 m ein Umkreisradius von 375 m auszuwerten ist (siehe Abbildung 7).

Die Rauigkeitslänge wurde mit dem Modell AUSTAL für das Gesamtquellsystem automatisch auf der Basis von Geländenutzungsdaten errechnet und auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu $z_0 = 0,5$ m gerundet.

Die Rauigkeitslänge ist unter Berücksichtigung der zukünftigen Nutzungsstruktur des geplanten Anlagengeländes und dessen zur Rauigkeit beitragenden technischen Strukturen sowie des industriellen Charakters des Standortumfeldes einerseits und der aerodynamisch glatten Gewässeroberfläche der Elbe, andererseits als für die Transmission des Gesamtquellsystems als plausibel zu bewerten.

Die Verdrängungshöhe d_0 ergibt sich nach Nr. 9.6 in Anhang 2 der neugefassten TA Luft in Verbindung mit VDI 3783 Blatt 8 (2017) im vorliegenden Fall aus z_0 zu $d_0 = z_0 \times 6$.

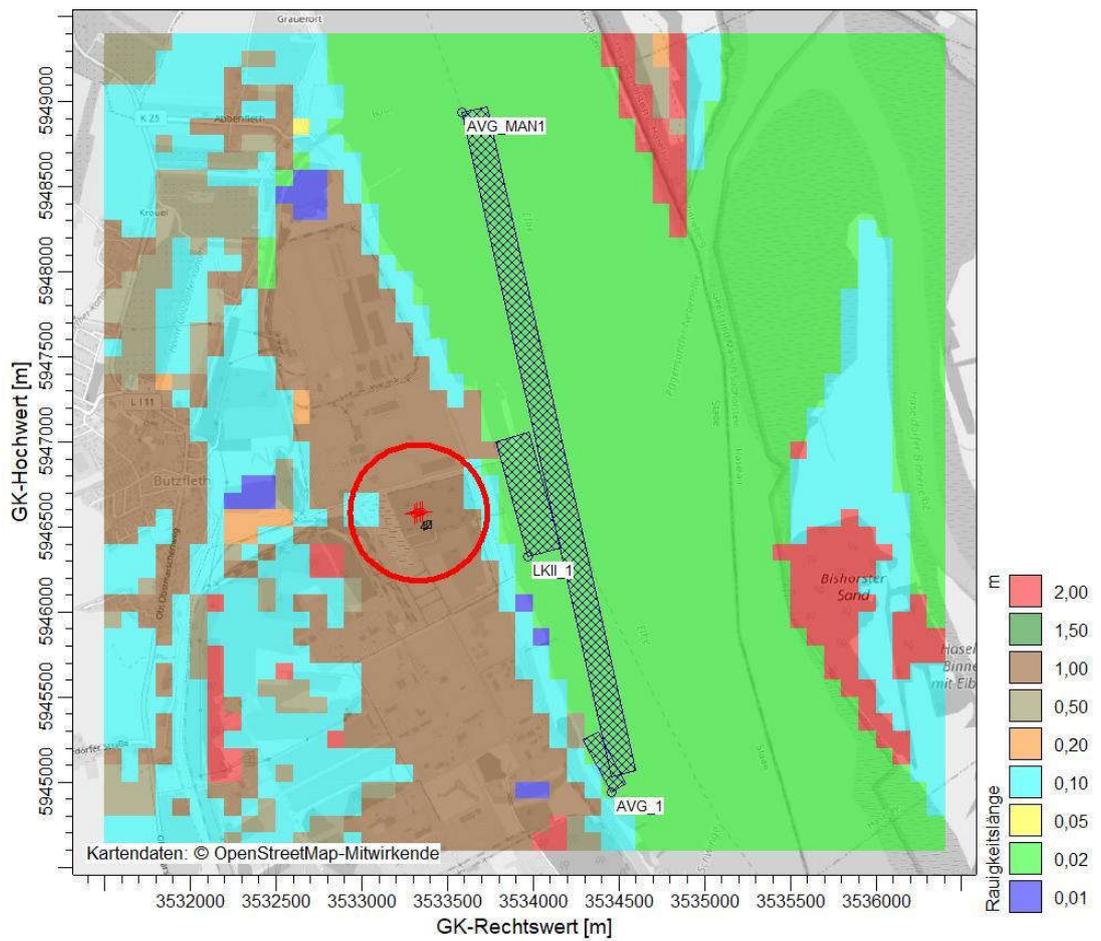


Abbildung 7. Rauigkeitslängen entsprechend LBM-DE für den Bereich um den Vorhabenstandort.

I:\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\151\151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

7.3.1 Bebauung

Die Berücksichtigung der Gebäude im Rahmen einer Ausbreitungsrechnung erfolgt gemäß TA Luft in Abhängigkeit der Parameter Quellhöhe (bzw. Schornsteinhöhe), Gebäudehöhe und den entsprechenden Abständen zwischen Quellen und Gebäuden. Für den Fall boden- und gebäudenaher sowie diffuser Emissionen (Emissionen, welche nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet werden) sind in der TA Luft keine Regelungen getroffen, so dass eine eindeutige Vorgehensweise aus dem Anhang 2 der TA Luft in diesem Fall nicht abgeleitet werden kann.

Im vorliegenden Fall liegt ein solcher Sonderfall vor. Bei den in Kapitel 5.2.4 beschriebenen Emissionsquellen (AVG und LK II) handelt es sich um Volumenquellen (hier als „diffus“ zu beschreiben), für die in der TA Luft keine Regelungen getroffen sind. Die westlich an die Emissionsquellen angrenzenden technischen Industriestrukturen stellen aufgrund ihrer moderaten Bauhöhen sowie ihrer Abstände zu den Quellbereichen keine markanten Einzel-Strömungshindernisse dar. Gen Osten (ausgehend von den Quellen) folgt glatte Wasseroberfläche. Aufgrund der Gesamtsituation wurde in der Ausbreitungsmodellierung deshalb auf eine explizite Darstellung der Bebauung im Umfeld der Schiffsemissionen verzichtet. Ihr Einfluss wurde beim Ansatz der Rauigkeitslänge berücksichtigt.

Anders verhält es sich mit den Emissionen der stationären, gefassten Quellen, die zwar nicht dem Planfeststellungsgegenstand zuzurechnen sind, aber in den kumulativen Betrachtungen unter Einbeziehung des gesamten LNG-Terminals zu berücksichtigen sind (siehe Anhang B). Für diese stellen insbesondere die geplanten Lagertanks eine maßgebliche Hindernisstruktur da.

Für die folgende Betrachtung können Gebäude, deren Entfernung vom Schornstein größer als das 6-fache ihrer Höhe und größer als das 6-fache der Schornsteinbauhöhe ist, vernachlässigt werden.

Beträgt die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudehöhen, ist die Berücksichtigung der Bebauung durch eine geeignet gewählte Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe ausreichend.

Bei geringerer Schornsteinbauhöhe kann folgendermaßen verfahren werden:

Befinden sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude (beispielsweise außerhalb der Rezirkulationszonen, siehe Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 (Ausgabe Juli 2017)), können die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe des im Abschlussbericht zum UFOPLAN Vorhaben FKZ 203 43 256 dokumentierten diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden [25] - [27].

Anderenfalls sollte hierfür der Einsatz eines prognostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung, das den Anforderungen der Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (Ausgabe Mai 2017) genügt, geprüft werden.

Sofern die Gebäudegeometrie in einem diagnostischen oder prognostischen Windfeldmodell auf Quaderform reduziert wird, ist als Höhe des Quaders die Firsthöhe des abzubildenden Gebäudes zu wählen.

Maßgeblich für die Beurteilung der Gebäudehöhen nach neuer TA Luft, Anhang 2, Nr. 11 sind alle Gebäude, deren Abstand von der Emissionsquelle geringer ist als das 6fache der Schornsteinbauhöhe. Für die Schornsteine der vier Kessel im Bereich des LNG-Terminals mit jeweils 25 m hohen Schornsteinen ergeben sich somit Auswerteradien von 150 m. In diesen sind Gebäude und vergleichbare Hindernisstrukturen zu berücksichtigen, deren Bauhöhe 15 m oder darüber beträgt.

Entsprechende Gebäude, die auf Basis dieser Anforderungen explizit berücksichtigt werden müssen, liegen nicht vor. Die den Brennwertkesseln südlich benachbarten LNG-Hochdruckpumpen mit einer Bauhöhe von bis zu 21 m wurden zwar bei der Bestimmung der Schornsteinhöhe nach VDI 3781 Blatt 4 berücksichtigt, stellen aber kein einem Gebäude vergleichbares Hindernis dar und wurden daher nicht explizit in den Ausbreitungsrechnungen abgebildet.

Die Lagertanks der Anlage befinden sich bereits außerhalb der auf die Schornsteinhöhe bezogenen Auswertungsradien, liegen aber näher als das sechsfache ihrer eigenen Höhe bei den Quellen. Deshalb sowie in Kontinuität zu Voruntersuchungen im Geltungsbereich der alten TA Luft werden diese explizit berücksichtigt. Deren modelltechnische Repräsentation ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

Alle Schornsteine erfüllen die Anforderungen der Richtlinie VDI 3781 Blatt 4 an die freie Abströmung, insbesondere befinden sie sich außerhalb der Rezirkulationszonen der umliegenden Gebäude. Es kann daher also mit einem diagnostischen Windfeldmodell gearbeitet werden.



Abbildung 8. Modelltechnische Repräsentation der explizit berücksichtigten Gebäude (Aufrasterung);

7.3.2 Gelände

Das Gelände im Umgriff der geplanten Anlage ist als eben zu beschreiben. Aufgrund der ebenen Geländegestalt spielen geländeklimatisch angetriebene Windsysteme (z. B. Kaltluftabflüsse) am untersuchten Standort sowie im Beurteilungsgebiet nach Nr. 4.6.2.5 TA Luft keine für die Ausbreitung von Luftschadstoffen relevante Rolle.

Aus diesem Grund kann auf eine explizite Berücksichtigung der Orographie im Zuge der Ausbreitungsrechnungen verzichtet werden.

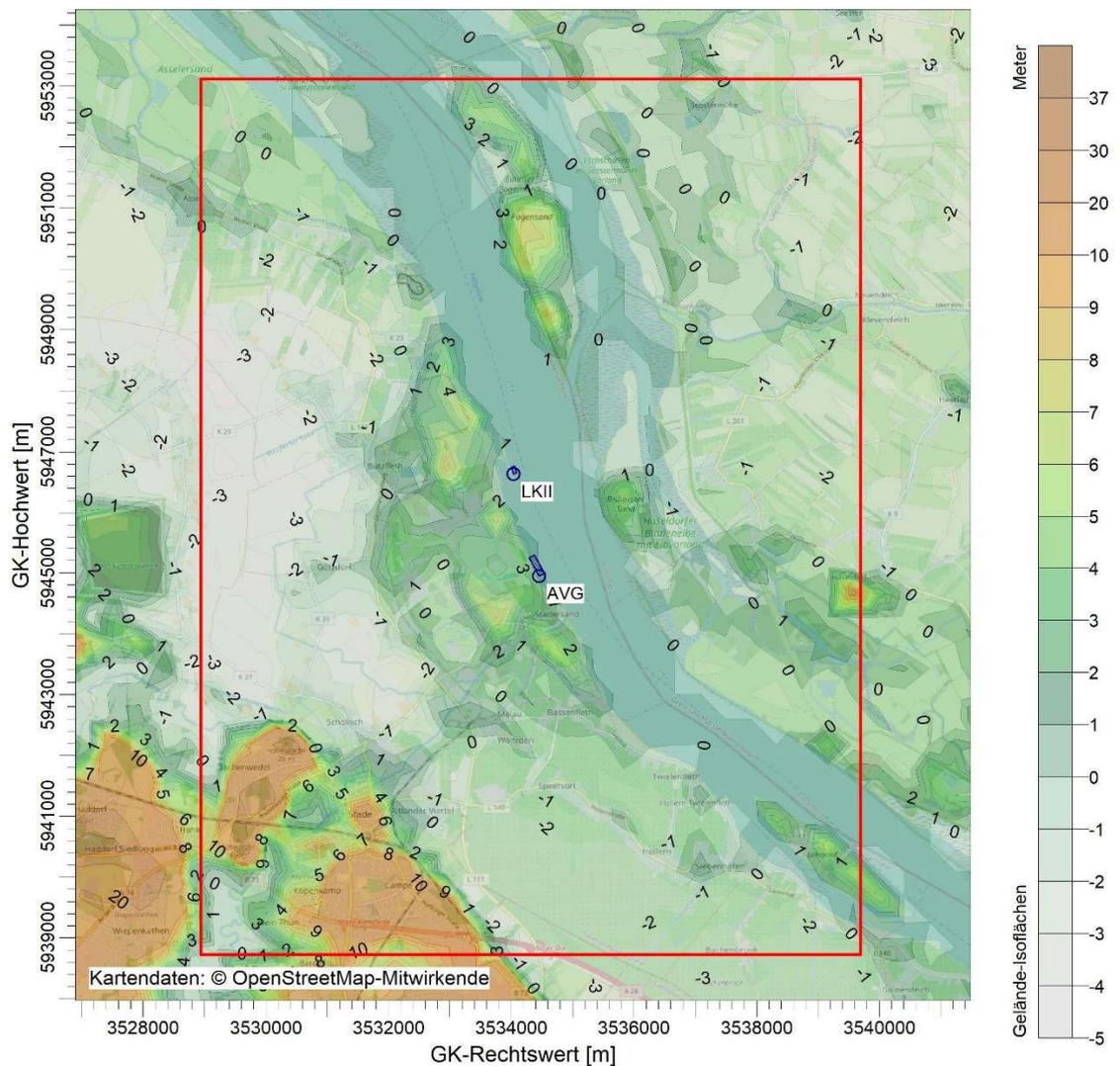


Abbildung 9. Gelände-Isoliflächen im Umfeld des Rechengebiets (rotes Rechteck).

7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL3.1.2 [42] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft (Anhang 2) sowie der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 [23] genügt.

7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Mit der Wahl der Qualitätsstufe 2 (entspricht einer Teilchenrate = 8 s^{-1}) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass im beurteilungsrelevanten Gebiet die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens, berechnet als statistische Streuung des berechneten Wertes, beim Immissions-Jahreskennwert weniger als 3 vom Hundert des Immissions-Jahreswertes betragen hat.

7.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung

7.6.1 Chemische Umwandlung von NO zu NO₂

Bei der Berechnung der Konzentration von NO₂ ist die chemische Umsetzung von NO zu NO₂ über die Umsetzungsdaten von VDI 3782 Blatt 1 [19] zu berücksichtigen. Hierzu wurden für die Ausbreitungsrechnung die Emissionsmassenströme von NO und NO₂ getrennt vorgegeben.

7.6.2 Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten

Bei der Ausbreitungsrechnung für Stäube sind die trockene Deposition (= Anhaften eines Staubteilchens, sobald es eine Oberfläche berührt) und ggf. Sedimentation (= Absinken der Staubteilchen aufgrund der Schwerkraft) zu berücksichtigen sowie ferner die nasse Deposition aufgrund der Auswaschung durch Regenniederschlag.

Auch gasförmige Luftschadstoffe können der trockenen (durch verschiedene Wechselwirkungen mit der Oberfläche) und nassen Deposition unterliegen.

Die Auswaschraten Λ wird wie folgt parametrisiert:

$$\Lambda = \lambda * \left(\frac{I}{I_0}\right)^{\kappa} \quad (1)$$

Es bedeuten:

Λ	Auswaschraten
λ	Auswaschfaktor
$I; I_0$	Niederschlagsintensität; I_0 gleich 1 mm/h
κ	Auswaschexponent

Zur Berechnung der resultierenden Depositionen sowie Stoffeinträge werden entsprechend der neugefassten TA Luft die folgenden stoffspezifischen Parametrisierungen und Eingangsdaten angesetzt:

Tabelle 17. Stoffspezifische Parametrisierungen des trockenen Depositions-, Sedimentations- und Auswaschverhaltens in der Ausbreitungsrechnung

Stoff	Auswaschfaktor λ in 1/s	Auswaschexponent κ	Depositionsgeschwindigkeit v_d in cm/s	Sedimentationsgeschwindigkeit v_s in m/s
Stickstoffmonoxid NO	0	0	0,05	0
Stickstoffdioxid NO ₂	$1,0 \times 10^{-7}$	1,0	0,3	0
Schwefeldioxid SO ₂	$2,0 \times 10^{-5}$	1,0	1,0	0
Staub Klasse 1	$0,3 \times 10^{-4}$	0,8	0,1	0

Die Berechnung der Schadstoffdepositionen erfolgt flächenhaft im Untersuchungsgebiet. Zur Ermittlung der Stickstoffdeposition und Säureeinträge werden die berechneten NO-, NO₂- und SO₂- Depositionen entsprechend den Molekularmassen in Stickstoff- und Schwefeldepositionen umgerechnet. Als Ergebnis resultieren Stoffeinträge für Stickstoff (N) (= Stickstoffdeposition) und Schwefel (S), die umgerechnet als Säureäquivalente (in keq N+S/(ha × a)) addiert den Säureeintrag ergeben.

8 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

8.1 Vorbemerkung zum Betrachtungsumgriff

Im Zuge der vorliegenden Immissionsprognose wurde die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen bzw. der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen weiterer Emissionsquellen im Bereich des LNG-Terminals, die jedoch nicht den planfeststellungsgegenständlichen Hafenanlagen zuzurechnen sind, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmisionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände

- des vorliegend betrachteten Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung des AVG und die Erweiterung und den Umbau des Südhafens und
- den parallelen BlmSchG-Antrag für das LNG-Terminal

sind dem Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen.

8.2 Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für die Luftschadstoffe der TA Luft Nrn. 4.2 und 4.3 dargestellt.

Nachfolgend wird der luftschadstoffgetragene Wirkungspfad hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit sowie des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag, gemäß den Nrn. 4.2.1 und 4.3.1 TA Luft, betrachtet.

Eine Betrachtung des Schutzes vor erheblichen Nachteilen, insbesondere Schutz der Vegetation und von Ökosystemen, gemäß Nr. 4.4.1 TA Luft, wird im vorliegenden Bericht nicht vorgenommen, da die Immissionswerte gemäß Nr. 4.4.1 TA Luft nur anzuwenden sind, soweit die Beurteilungspunkte zur Überprüfung dieser Immissionswerte mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind. Dies trifft an keiner Stelle des Untersuchungsgebietes zu.

Dagegen erfolgt die Untersuchung von Stoffeinträgen reaktiver Stickstoffverbindungen und säurebildenden Luftschadstoffen in umliegende Natura 2000-Gebiete gemäß Anhang 8 der TA Luft.

Die Verteilung der mittleren jährlichen Immissionen entspricht im Wesentlichen der Windrichtungshäufigkeitsverteilung. Dies gilt qualitativ für alle Schadstoffe. Unterschiede im Verteilungsmuster ergeben sich aus den Eigenschaften der jeweiligen Stoffe.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, dass sich die Immissionsmaxima kleinräumig um die Quellen auf dem Vorhabengelände und im Umfeld der Schiffsanlegestellen befinden.

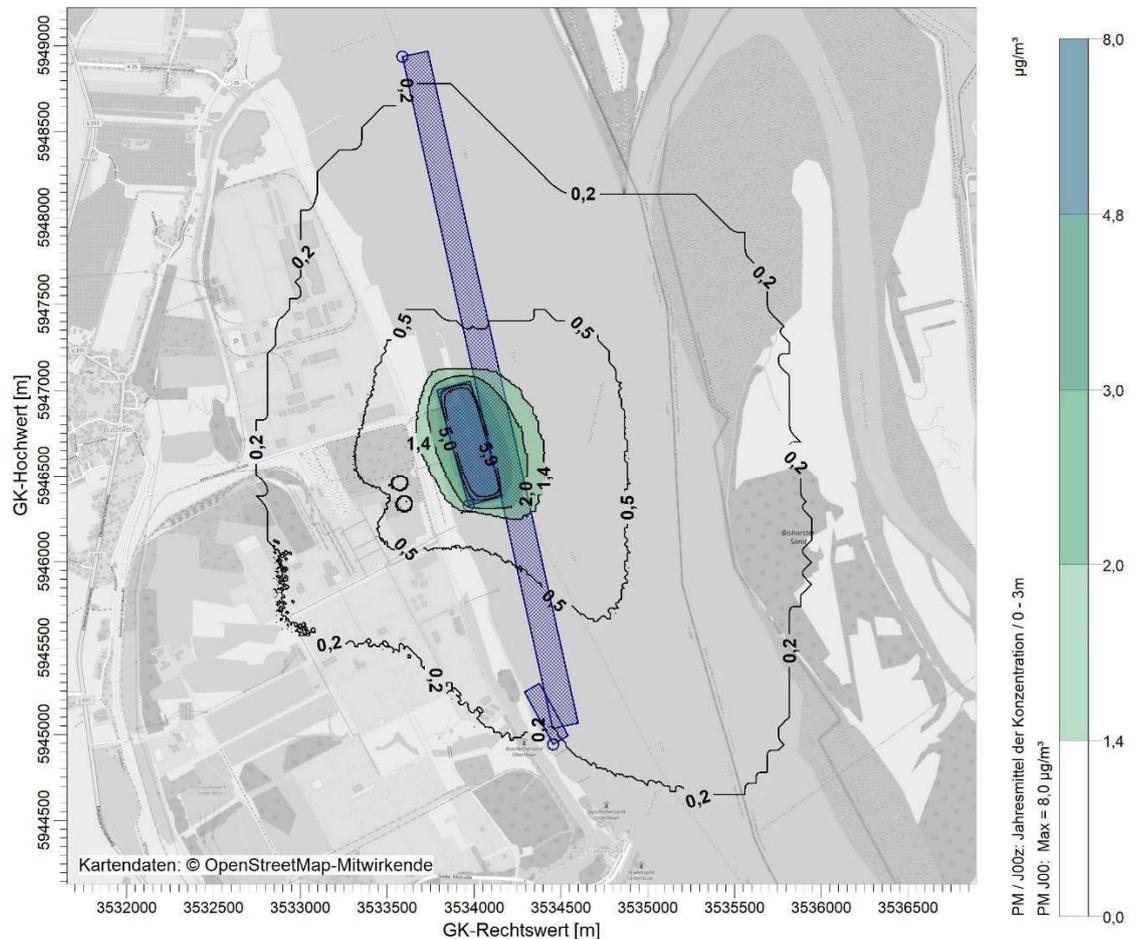


Abbildung 10. Räumliche Verteilung der **Gesamtzusatzbelastung** durch **Partikel PM₁₀** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 1,4 µg/m³).

Für Partikel (PM₁₀) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung außerhalb der Vorhabenfläche und der Bundeswasserstraße Elbe sowie der unmittelbar angrenzenden Hafen- und Deichflächen im Nahbereich des Anlegers überall eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft irrelevante Immissions-Jahresgesamtzusatzbelastung (< 1,4 µg/m³, unter Berücksichtigung der Rundungsregel nach Nr. 2.9 TA Luft).

Selbst bei konservativer Gleichsetzung der Partikelfraktion PM_{2,5} mit der Partikelfraktion PM₁₀ (tatsächlich stellt PM_{2,5} nur eine Teilfraktion dar) bewegt sich auch die die Gesamtzusatzbelastung durch Partikel PM_{2,5} in allen beurteilungsrelevanten Bereichen (terrestrische Flächen außerhalb des Vorhabenbereichs) unter 0,8 µg/m³ und damit ebenfalls nicht über 3 % des entsprechenden Immissionsjahreswerts. Die Zusatzbelastung durch Partikel PM_{2,5} ist somit ebenfalls irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft.

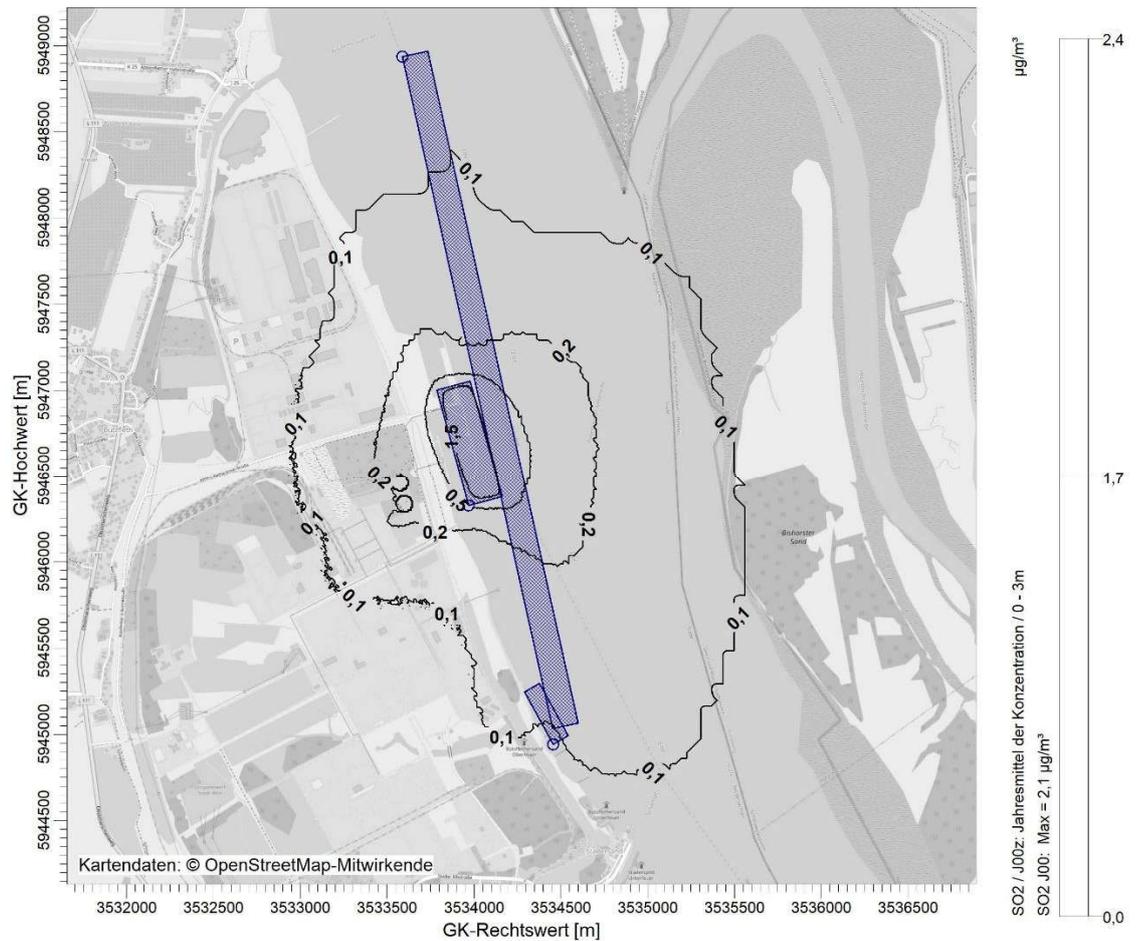


Abbildung 11. Räumliche Verteilung der **Gesamtzusatzbelastung** durch **Schwefeldioxid SO₂** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft: bis 1,7 µg/m³.

Für Schwefeldioxid (SO₂) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung im gesamten Rechengebiet eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft in Verbindung mit Nr. 4.2 TA Luft irrelevante Immissions-Jahresgesamtzusatzbelastung (< 1,7 µg/m³, unter Berücksichtigung der Rundungsregel nach Nr. 2.9 TA Luft).

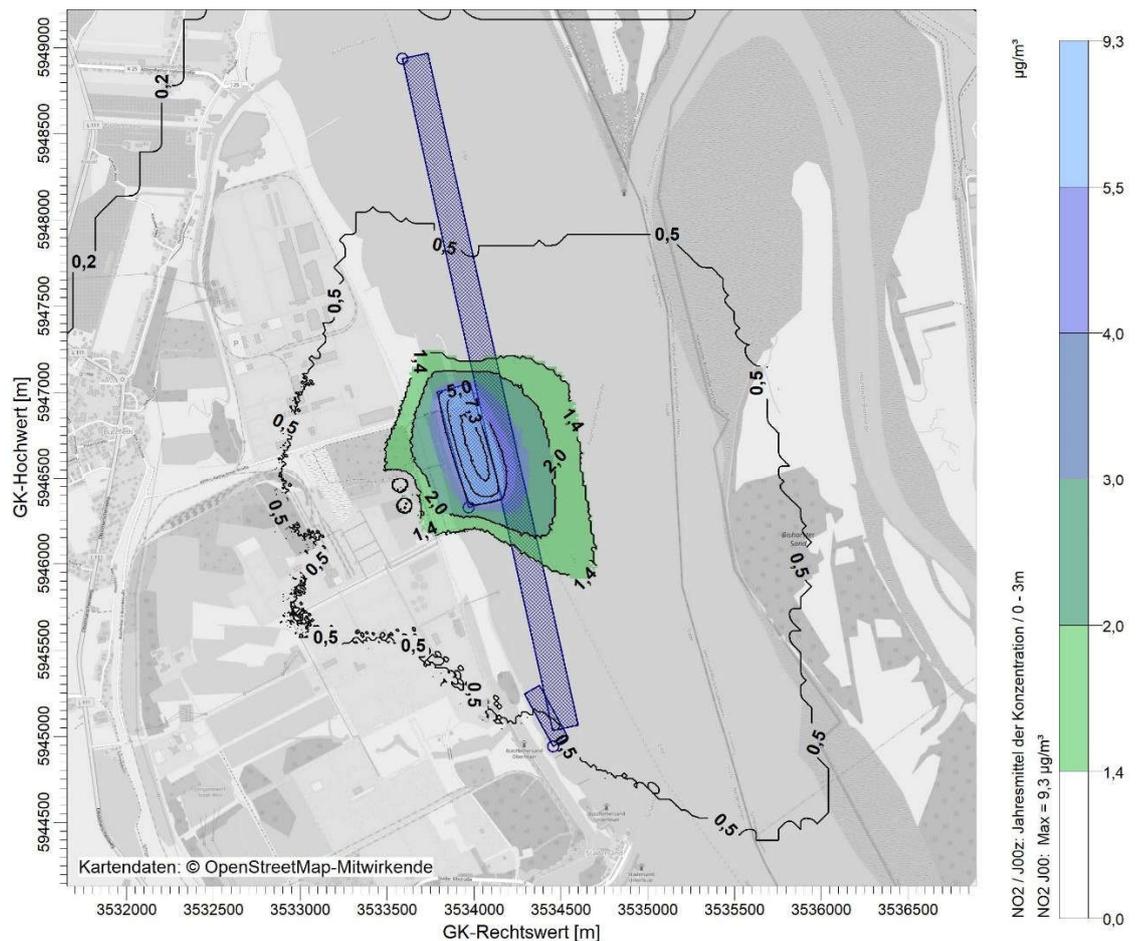


Abbildung 12. Räumliche Verteilung der **Gesamtzusatzbelastung** für **Stickstoffdioxid (NO₂)** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 1,4 µg/m³).

Für Stickstoffdioxid (NO₂) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung außerhalb der Vorhabenfläche und der Bundeswasserstraße Elbe sowie der unmittelbar angrenzenden Hafen- und Deichflächen im Nahbereich des Anlegers überall eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft irrelevante Immissions-Jahresgesamtzusatzbelastung (< 1,4 µg/m³, unter Berücksichtigung der Rundungsregel nach Nr. 2.9 TA Luft).

Die Gesamtzusatzbelastung durch Staubbiederschlag bewegt sich überall im Rechengebiet (selbst im Quellbereich) bei maximal 3 mg/(m² x d) und damit weit unter dem Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft (3 % des Immissionswerts von 0,35 g/(m² x d), entsprechend ca. 12,1 mg/(m² x d)). Eine kartographische Darstellung deren räumlicher Verteilung bei sinnvoller Skalierung besitzt aufgrund der geringen Werte keinen Mehrwert und entfällt daher an vorliegender Stelle.

Es lässt sich zusammenfassen, dass die errechneten maximalen Gesamtzusatzbelastungen im Jahresmittel außerhalb der Planfeststellungsgrenze AVG-Anleger (NPorts) und des Betriebsgeländes des LNG-Terminals (siehe Abbildung 1 in blau) sowie der unmittelbar angrenzenden, nicht beurteilungsrelevanten Industriehafen- und Deichflächen für die Komponenten *Partikel PM₁₀, PM_{2,5}, Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid, angegeben als Stickstoffdioxid*, sowie den *Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)* die Irrelevanzkriterien nach Nr. 4.1 TA Luft erfüllen.

In Bezug auf die untersuchten Komponenten und Schutzgüter kann daher davon ausgegangen werden, dass schädliche Einwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können.

Eine weitergehende Bestimmung von Immissionskenngrößen und eine Berücksichtigung der Vorbelastung ist nach Nr. 4.1 TA Luft nicht erforderlich.

8.3 Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete

Im Folgenden werden die berechneten Gesamtzusatzbelastungen durch die Depositionen an Stickstoff und säurebildenden Luftschadstoffe aufgrund des Betriebs der verfahrensgegenständlichen Hafenanlagen einschl. des mit diesem verbundenen Schiffsverkehrs dargestellt. Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen sind nach Anhang 8 der TA Luft 2021 zu beurteilen. Hierfür ist jeweils der Einwirkbereich zu bestimmen.

Der Einwirkbereich nach Anhang 8 ist die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beziehungsweise mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr beträgt. Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereichs, so ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den für die Gesamtzusatzbelastung ermittelten Einwirkbereich des Vorhabens. Es ist ersichtlich, dass keine terrestrischen Teilflächen der umliegenden Natura 2000-Gebiete innerhalb des Einwirkbereiches des Vorhabens liegen. Eine Prüfung nach § 34 BNatSchG ist somit - in Bezug auf die entsprechenden Depositionen - nicht erforderlich.

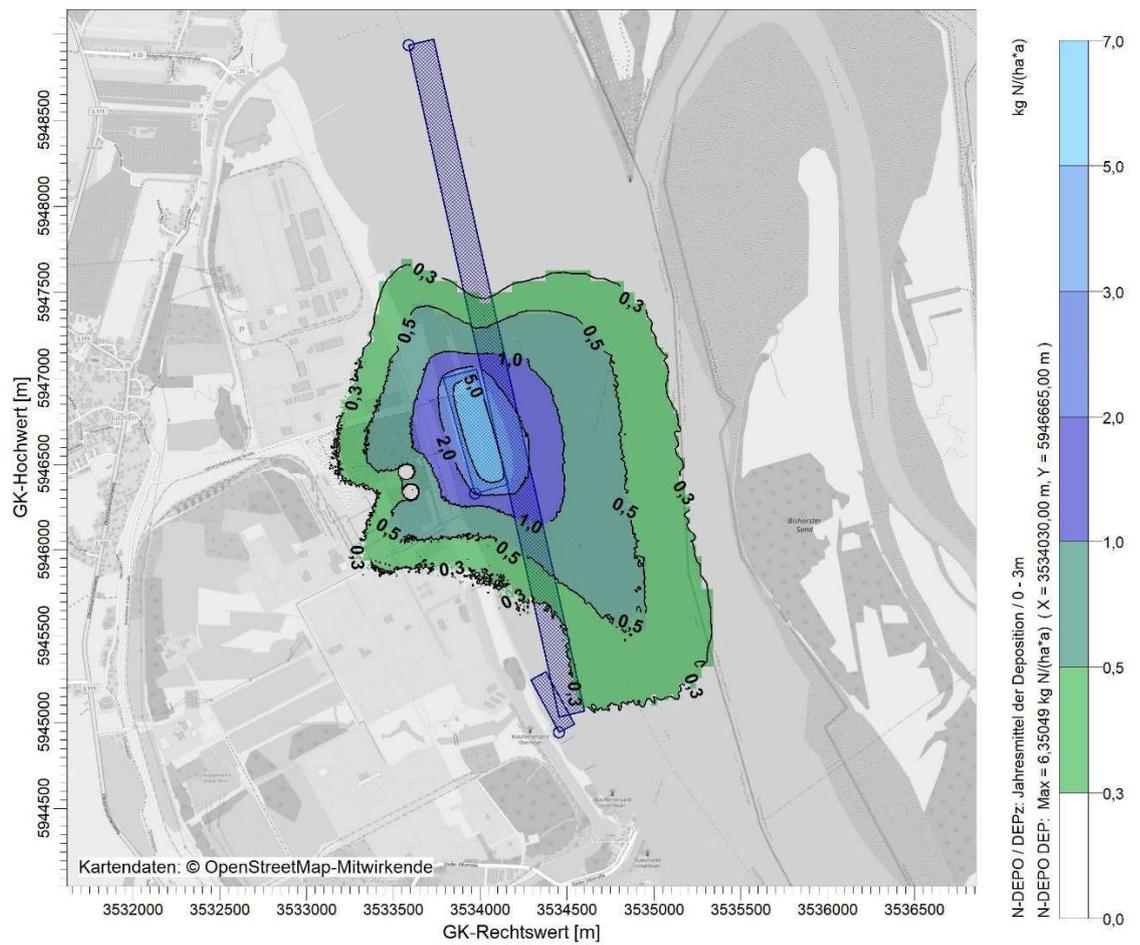


Abbildung 13. Projektspezifischer Einwirkungsbereich (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kgStickstoff/(ha * a) beträgt. Im Einwirkungsbereich befinden sich keine **terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

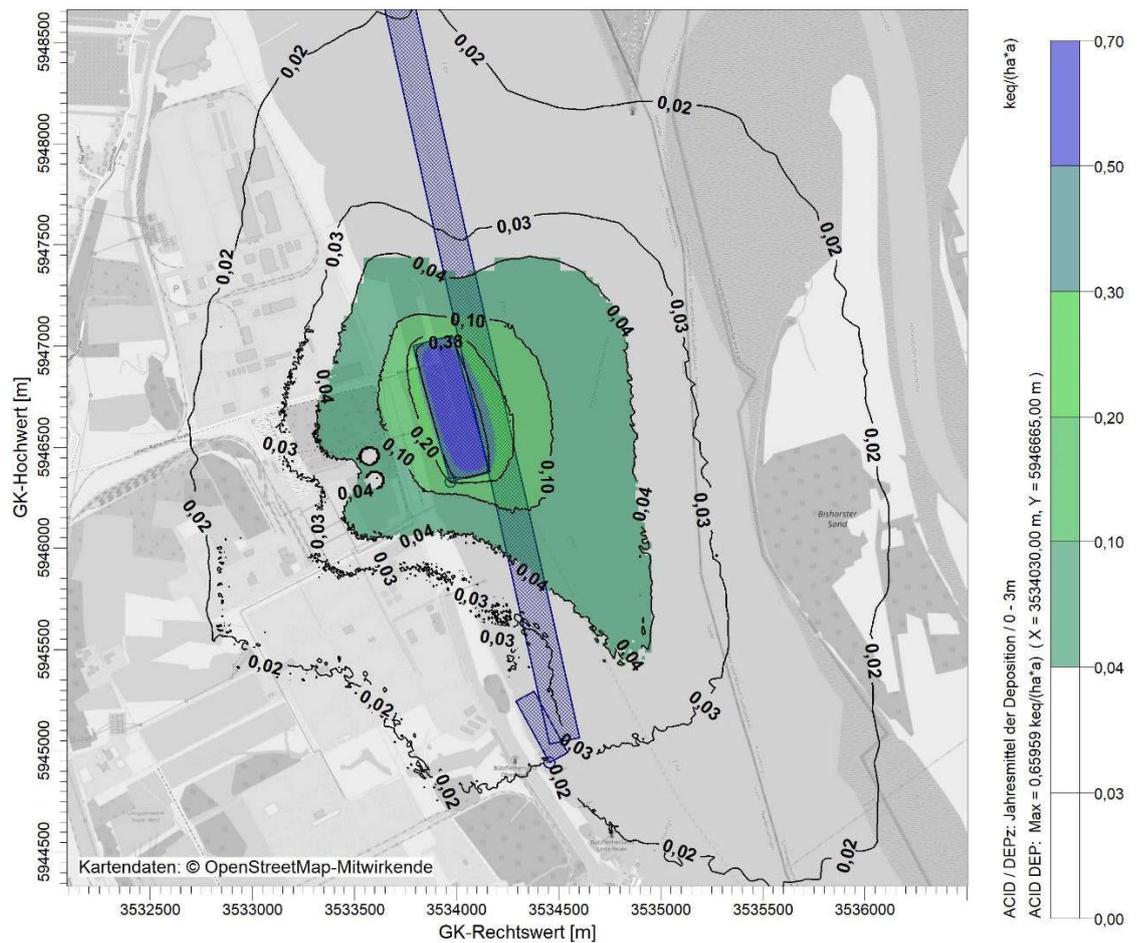


Abbildung 14. Projektspezifischer Einwirkbereich (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als 0,04 keq Säureäquivalente/(ha * a) beträgt. Im Einwirkbereich befinden sich **keine terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

9 Grundlagen des Gutachtens

Immissionsschutzrecht

- [1] Bundes-Immissionsschutzgesetz - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der aktuellen Fassung.
- [2] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [3] Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren - 9. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [4] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen 39. BImSchV) in der aktuellen Fassung.
- [5] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 25-29 S. 511 vom 30. Juli 2002.
- [6] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), (GMBI Nr. 48-54, S. 1050; vom 18. August 2021).

Beurteilung Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete

- [7] LAI und LANA, 2019: Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Vorhaben nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz- Stickstoffleitfaden BImSchG-Anlagen - Ad-hoc-AG „Leitfaden zur Auslegung des § 34 BNatSchG im Rahmen immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsverfahren“ 19. Februar 2019, 137. LAI-Sitzung (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz) in Bremen und der 119. LANA-Sitzung (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung) in Saarlouis.

Methodische Grundlagen Emissionsabschätzung Schiffe und Verkehr

- [8] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.1, entwickelt durch Infras AG, Bern, 30.01.2010
- [9] European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, Shipping activities
<https://www.eea.europa.eu/publications/EMEP/CORINAIR4/B842vs3.4.pdf/view>
- [10] Gauss GmbH: Quantifizierung von gasförmigen Emissionen durch Maschinenanlagen der Seeschifffahrt an der deutschen Küste, Bremen 2008
- [11] Trozzi, C. (2010): Emission estimate methodology for maritime navigation; 9th International Emissions Inventory Conference, San Antonio, Texas, 27.-30. September 2010
https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei19/session10/trozzi_pres.pdf

- [12] Cooper, D.A.: Exhaust emissions from ships at berth, Atmospheric Environment 37 (2003) 3817-3830
- [13] Entec UK Ltd. (2002): Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, European Commission, Final Report
- [14] Entec UK Ltd. (2005): Service contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market based Instruments, Final Report
- [15] Bahlke, Ch. (2004): Umsetzung der Agenda 21 in europäischen Seehäfen am Beispiel Lübeck-Travemünde. Endbericht und Anlagenband, UBA - Forschungsbericht, FuE-Vorhaben FKZ 201 96 105
- [16] Lloyd's Register (1999): Marine Exhaust Emissions Quantification Study – Mediterranean Sea, Report 99/EE/7044, Lloyd's Register Environmental Engineering Department, London, UK
- [17] Cooper, D.: Representative emission factors for use in "Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, European Commission", Final Report 2002
- [18] Swedish Methodology for Environmental Data, SMED: Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors, 2004

Methodische Grundlagen Ausbreitungsrechnung

- [19] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [20] VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, 1985-06.
- [21] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.
- [22] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [23] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [24] U. Janicke: Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Berichte zur Umweltphysik Nr. 10, 2019, ISSN 1439-8303.
- [25] Janicke, L.; Janicke, U. (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft), UFOPLAN Förderkennzeichen 203 43 256, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin.
- [26] Bahmann, W.; Schmonsees, N.; Janicke, L. (2006): Studie zur Anwendbarkeit des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000 mit Windfeldmodell TALdia im Hinblick auf die Gebäudeeffekte bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme und Schornsteine, VGB-Forschungsprojekt Nr. 262 (Stand: 16. Januar 2006).

- [27] ArguSoft GmbH (2009): 3. AustalView Anwender-Workshop.
21. und 22. September 2009 in Köln.

Weitere Gutachten und Planunterlagen der Vorhabenträgerin

- [28] Angaben FICHTNER GmbH & Co. KG via Mail vom 11.06.2021, 15:04 Uhr.
- [29] Angaben Hanseatic Energy Hub via Mail vom 07.06.2021, 14:22 Uhr.
- [30] HEH, LNG-Terminal Stade, Anlagenbeschreibung, Stand 21.04.2021.
- [31] HEH, LNG-Terminal Stade, Anlagenbeschreibung, Stand 01.06.2021.
- [32] Lageplan mit Nummerierung der baulichen Anlagen, Zeichnungsnummer HEHFIS-ADW-014014-0002, Index 2, Maßstab 1:2000, mit Datum vom 30.04.2021, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [33] Maschinenaufstellungsplan Bodenfackel (Betriebseinheit 80), Dokumentennummer: HEHFIS-ADW-014014-0020, Index 1, Datum vom 19.05.2021, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [34] HEH, LNG-Terminal Stade, Übersichtsplan, Dokumentnummer: HEHFISM-GWG-014014-0130, Maßstab 1:1000, Index: 0, Stand 09.03.2022.
- [35] Zusammenstellung aller Emissionsprognosen für Gutachten, Client document No.: HEHFIS-RPT-007014-0018, mit Datum vom 26.03.2021, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [36] Zusammenstellung aller Emissionsprognosen für Gutachten, Vorläufiges Dokument mit Datum vom 11.05.2021, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [37] Müller-BBM Bericht M151749/02 vom 21.03.2022, Errichtung und Betrieb eines LNG-Terminals am Standort Stade, Immissionsprognose für Luftschadstoffe.
- [38] Müller-BBM Bericht M151749/01 vom 15.03.2022, Errichtung und Betrieb eines LNG-Terminals am Standort Stade, Schornsteinhöhenbestimmung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021.

Meteorologische Eingangsdaten

- [39] Amtliches Gutachten: Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TA Luft 2002 auf einen Standortbereich im Raum 21683 Stade; Deutscher Wetterdienst – Abteilung Klima- und Umweltberatung, Hamburg, 12.04.2011; AZ: KU 1HA/0775-11.
- [40] Zeitreihe AKTerm der Station 1975 Hamburg-Fuhlsbüttel für das repräsentative Jahr 2012.
- [41] Müller-BBM Bericht M164593/01 vom 14.06.2012, Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel im Bezugszeitraum 2011-2020.

Verwendete Modelle und Software

- [42] AUSTAL, Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-, Ing.-Büro Janicke im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2021
- [43] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL (TA Luft), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.1.2).
- [44] Ausbreitungsmodell LASAT, Version 3.4.24-64WI17-m4.

Weitere Daten zu Standort und Umgebung

- [45] Shape-Dateien Natura 2000-Gebiete in Niedersachsen; Download vom Kartenserver des Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, bezogen über <http://www.umwelt.niedersachsen.de/>

Anhang A

**AUSTAL.log-Datei
der Ausbreitungsrechnung
zur Bestimmung der Gesamtzusatzbelastung**

\\S-muc-fs01\allefirmen\MP\Proj\151\M151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

2022-03-11 22:12:04 -----
 TalServer:C:\Austal\P2_28948_2022-03-11_ktn_m151749_r22_AVG_u_LK_komplett

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: C:/Austal/P2_28948_2022-03-11_ktn_m151749_r22_AVG_u_LK_komplett

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL02".

```

===== Beginn der Eingabe =====
> ti "r1"                'Projekt-Titel
> gx 3533546            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5946669            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                'Rauigkeitslänge
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" 'AKT-Datei
> xa -2907.00           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -363.00            'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 8      16      32      64      128      256      'Zellengröße (m)
> x0 -720    -736    -768    -1536   -3072   -4096   'x-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> nx 182     134     80      64      56      32      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -1104   -2112   -2496   -3200   -4608   -4608   'y-Koordinate der l.u. Ecke des
Gitters
> ny 194     162     102     74      60      32      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 43      56      56      56      56      56      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 60.0
63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 99.0 102.0 105.0 108.0 111.0 114.0 117.0
120.0 123.0 126.0 129.0 133.0 139.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0
> xq 909.53   424.00   -147.62   -160.22   -172.81   -185.45   909.53   424.00   41.00
41.00
> yq -1725.62 -342.00   -52.58   -55.89   -59.27   -62.70   -1725.62 -342.00   2269.00
2269.00
> hq 20.00    0.00    25.70    25.70    25.70    25.70    10.00    10.00    20.00    10.00
> aq 100.00   200.00   0.00     0.00     0.00     0.00     100.00   200.00   4000.00
4000.00
> bq 345.00   700.00   0.00     0.00     0.00     0.00     345.00   700.00   150.00   150.00
> cq 20.00    25.00    0.00     0.00     0.00     0.00     20.00    20.00    20.00    20.00
> wq 28.47    15.26    0.00     0.00     0.00     0.00     28.47    15.26    282.53   282.53
> dq 0.00     0.00     1.25     1.25     1.25     1.25     0.00     0.00     0.00     0.00
> vq 0.00     0.00     13.20    13.20    13.20    13.20    0.00     0.00     0.00     0.00
> tq 0.00     0.00     45.00    45.00    45.00    45.00    0.00     0.00     0.00     0.00
> lq 0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000
0.0000
> rq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> zq 0.0000   0.0000   0.0600   0.0600   0.0600   0.0600   0.0000   0.0000   0.0000   0.0000
0.0000
> sq 0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00     0.00
> so2 0.0233  0.0586  0        0        0        0        0.00092  0.019  0.0153  0.0178
> no 0.390    0.980    0        0        0        0        0.0154  0.318  0.255  0.298
> no2 0.0664  0.167    0        0        0        0        0.00262  0.054  0.0435  0.0507
> nox 0.664   1.67     0        0        0        0        0.0262  0.542  0.435  0.507
> pm-1 0.0175  0.0963  0        0        0        0        0.00069  0.0247  0.0267  0.0312
> pm-2 0.0175  0.0963  0        0        0        0        0.00069  0.0247  0.0267  0.0312
> xb 27.82    54.38
> yb -210.61  -331.20
> ab 0.00     0.00
> bb -90.00   -90.00
  
```

I:\S-muc-fs01\allefirmen\MPProj\151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

> cb 64.50 64.50
 > wb 0.00 0.00

===== Ende der Eingabe =====

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe h_q der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 64.5 m.

AKTerm "C:/Austal/P2_28948_2022-03-11_ktn_m151749_r22_AVG_u_LK_komplett/Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" mit 8784 Zeilen, Format 3
 Niederschlags-Datei C:/Austal/P2_28948_2022-03-11_ktn_m151749_r22_AVG_u_LK_komplett/niederschlag.dmna eingelesen [1,8784].
 Es wird die Anemometerhöhe ha=16.3 m verwendet.
 Verfügbarkeit der AKTerm-Daten 100.0 %.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme AKTerm 973c4e13
 Gesamtniederschlag 889 mm in 1153 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

DEP: Jahresmittel der Deposition
 DRY: Jahresmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahresmittel der nassen Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
 Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
 möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition

=====

SO2 DEP : 6.5797 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 452 m, y= 52 m (1:147,145)
 SO2 DRY : 6.5557 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 452 m, y= 52 m (1:147,145)
 SO2 WET : 0.0253 kg/(ha*a) (+/- 0.5%) bei x= 476 m, y= 100 m (1:150,151)
 NO2 DEP : 9.0364 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
 NO2 DRY : 9.0360 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
 NO2 WET : 0.0004 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 356 m, y= 212 m (1:135,165)
 NO DEP : 7.7148 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
 NO DRY : 7.7148 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
 PM DEP : 0.0034 g/(m²*d) (+/- 0.7%) bei x= 396 m, y= 172 m (1:140,160)
 PM DRY : 0.0033 g/(m²*d) (+/- 0.7%) bei x= 396 m, y= 172 m (1:140,160)
 PM WET : 0.0001 g/(m²*d) (+/- 0.6%) bei x= 276 m, y= 268 m (1:125,172)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

SO2 J00 : 2.1 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 372 m, y= 180 m (1:137,161)
 SO2 T03 : 7 µg/m³ (+/- 6.8%) bei x= 468 m, y= -28 m (1:149,135)
 SO2 T00 : 9 µg/m³ (+/- 6.3%) bei x= 500 m, y= -28 m (1:153,135)
 SO2 S24 : 17 µg/m³ (+/- 35.2%) bei x= 532 m, y= -300 m (1:157,101)
 SO2 S00 : 34 µg/m³ (+/- 20.4%) bei x= 556 m, y= -300 m (1:160,101)
 NOX J00 : 84.3 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 460 m, y= -20 m (1:148,136)

I:\S-muc-fs01\allefirmen\MPProj\151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

NO2 J00 : 9.3 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 444 m, y= 20 m (1:146,141)
NO2 S18 : 145 µg/m³ (+/- 16.8%) bei x= 564 m, y= -276 m (1:161,104)
NO2 S00 : 328 µg/m³ (+/- 14.2%) bei x= 596 m, y= -452 m (1:165, 82)
PM J00 : 8.0 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 420 m, y= 132 m (1:143,155)
PM T35 : 15.5 µg/m³ (+/- 7.6%) bei x= 492 m, y= -100 m (1:152,126)
PM T00 : 43.0 µg/m³ (+/- 5.2%) bei x= 596 m, y= -276 m (1:165,104)

=====

2022-03-13 08:48:23 AUSTAL beendet.

Anhang B

Ergebnisse Immissionsprognose Kumulation BImSchG-Antrag LNG-Terminal und Planfeststellungsverfahren AVG und Erweiterung/Umbau Südhafen

\\S-muc-fs01\allefirmen\MPProj\151\M151749\M151749_05_Ber_1D.DOCX:22.03.2022

Emissionen Brennwertkessel LNG-Terminal

Die Emissions- und weiteren Modellansätze in diesem Szenario entsprechen den im vorliegenden Bericht dokumentierten Werten für die verfahrensgegenständliche Hafenanlagen.

Zusätzlich betrachtet werden als potentiell immissionsrelevante Quellen des parallel immissionsschutzrechtlich beantragten Betriebs des LNG-Terminals vier baugleiche Brennwertkessel. Die wesentlichen emissionstechnischen Daten dieser Quellen und deren modelltechnische Abbildung werden nachfolgend beschrieben.

Informationen zu weiteren (jedoch nicht immissionsrelevanten Quellen im Bereich des LNG-Terminals können der Immissionsprognose für dieses Vorhaben (Müller-BBM-Bericht Nr. M151749/02 [37]) entnommen werden.

Betriebs- und Verfahrensbeschreibung

Zur Erwärmung und zum Verdampfen des LNG wird im überwiegenden Teil des Jahres Heizwasser des benachbarten Industrieparks ohne zusätzlich benötigten Energieeintrag genutzt.

Für kurzzeitige Episoden, in denen ein verringertes Heizwasserangebot aus dem benachbarten Industriepark zur Verfügung gestellt wird, sind insgesamt vier erdgas-befeuerte Brennwertkessel mit einer Feuerungswärmeleistung von je ca. 43 MW zur Wärmeerzeugung vorgesehen, von denen je nach zusätzlichem Heizenergiebedarf ein bis vier Kessel gleichzeitig betrieben werden können. In der Regel werden weitere Kessel nur dann zugeschaltet, wenn die bereits in Betrieb befindlichen in Volllast gefahren den zusätzlichen Wärmebedarf nicht mehr decken können – d. h. ein gleichzeitiger Teillastbetrieb mehrerer Kessel ist typischerweise nicht zu erwarten.

Der jährliche Gesamtbetriebszeitraum der Betriebseinheit 64 (Heizwassererhitzer-System für die Spitzenlastabdeckung) wird drei Monate nicht übersteigen, in denen im Mittel maximal zwei der Brennwertkessel gleichzeitig in Betrieb sind. Dies entspricht insgesamt sechs Kessel- Betriebsmonaten bzw. 182 Kesselbetriebstagen pro Jahr, die sich typischerweise auf kurze Phasen, in denen drei oder vier Kessel in Betrieb sind und / oder längere Phasen, in denen zwei oder nur ein Brennwertkessel betrieben werden, verteilen können.

Eine Anordnungsskizze eines exemplarischen der vier Heizwassererhitzer-Systeme kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden:

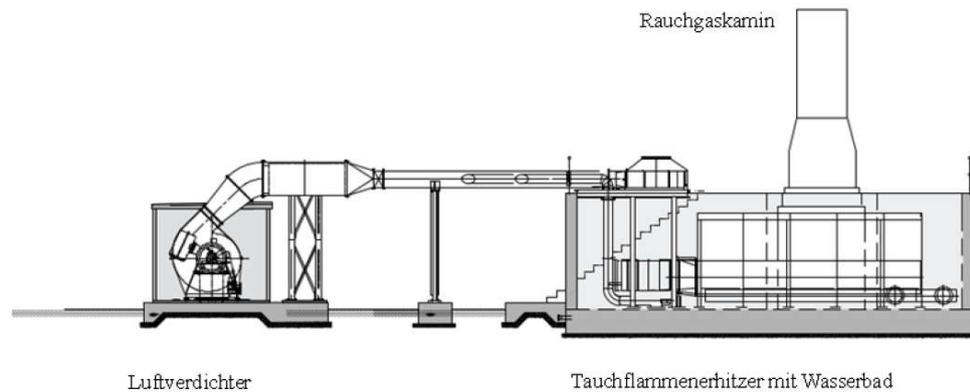


Abbildung 15. Anordnungsskizze eines exemplarischen der vier Heizwassererhitzer-Systeme [28]

Emissionen und Ableitbedingungen

Die vier Brennwertkessel der BE 64 unterliegen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von ca. 172 MW und Einzelleistungen von 43 MW den Anforderungen der 13. BImSchV.

Die emissionsbegrenzenden Anforderungen ergeben sich daher aus § 31 der 13. BImSchV vom 6. Juli 2021 wie folgt gemäß Tabelle 18:

Tabelle 18. Emissionsgrenzwerte der 13. BImSchV für die Brennwertkessel der BE 64, bezogen auf das trockene Abgas unter Normbedingungen bei einem Sauerstoffgehalt von 3 Vol.-%.

Stoff	Grenzwert Tagesmittel gemäß § 31 (1)	Grenzwert Halbstunden- mittel gemäß § 31 (1)
	[mg/m ³]	[mg/m ³]
Gesamtstaub	5	10
Kohlenmonoxid	50	100
Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid	85 ⁾	170
Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid	35	70

⁾ Für Stickstoffoxide ist zusätzlich ein Jahresmittelwert von 60 mg/m³ einzuhalten.

Im bestimmungsgemäßen Betrieb in dem aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebszustand ergeben sich für einen einzelnen der vier baugleichen Brennwertkessel die folgenden, auf Basis von Angaben der Vorhabenträgerin zu den Abgasrandbedingungen und darauf aufbauenden, eigenen Verbrennungsrechnungen abgeschätzte Emissionen und Ableitbedingungen.

Tabelle 19. Emissionen und Abgasrandbedingungen eines einzelnen der vier baugleichen Heizwassererwärmungssysteme.

Betriebsart		Volllast
Brennstoff		Erdgas
max. Feuerungswärmeleistung	MW	43,0
Heizwert H_i	MJ/Nm ³	36
Brennstoffeinsatz	MJ/kg Nm ³ /h kg/h	4.300
Schornstein		
Schornsteinhöhe nach TA Luft	m	25
Anzahl der Schornsteinzüge		1
Innendurchmesser	m	1,25
Querschnittfläche	m ²	1,23
Abgaskenngrößen im Schornstein		
Austrittsgeschwindigkeit (bei Betriebsbed. und Betriebs-O ₂)	m/s	13,2
Temperatur an der Mündung	°C	45
Wärmestrom (bezogen auf 283 K)	MW	0,66
Betriebssauerstoffgehalt (trocken)	Vol.-%	3,9
Bezugssauerstoffgehalt (trocken)	Vol.-%	3,0
Wasserdampfgehalt bei Betriebs-O ₂	kg/m ³	0,078
Wasserbeladung bei Betriebs-O ₂	kg/kg _{RG,tr.}	0,060
Volumenstrom fe., Betriebsbed., O ₂ -Gehalt: Betriebswert	m ³ /h	58.300
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Betriebswert	m ³ /h	50.100
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Betriebswert	m ³ /h	45.700
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	52.400
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	43.400
Schwefeloxide		
- maximale Konzentration (als SO ₂) ¹⁾	mg/m ³	35
- maximaler Massenstrom (als SO ₂)	kg/h	1,52
Stickstoffoxide		
- NO ₂ -Anteil im Abgas (Erfahrungswerte / Messdaten)	%	10
- max. NO _x -Konzentration (als NO ₂) ¹⁾	mg/m ³	60
- maximaler NO-Massenstrom	kg/h	1,53
- maximaler NO ₂ -Massenstrom	kg/h	0,26
- maximaler NO _x -Gesamtmassenstrom (als NO ₂)	kg/h	2,60
Kohlenmonoxid (CO)		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	50
- maximaler Massenstrom	kg/h	2,2
Staub		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	5
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,2

¹⁾ Konzentrationsangaben jeweils bezogen auf trockenes Abgas im Normzustand sowie auf den Bezugssauerstoffgehalt

Das Abgas verlässt das Brennwertsystem bei einer Abgastemperatur von 45 °C wassergesättigt.

Die nach Nr. 5.5 TA Luft erforderliche Schornsteinhöhe für die Kessel wurde in dem getrennten Bericht M151749/01 [38] mit 25,7 m ermittelt.

Die tatsächlichen Staubemissionen der vier erdgasbefeuerten Kessel sind im Betrag und in ihrer Immissionsrelevanz – auch aufgrund der geringen Betriebszeiten – vernachlässigbar und werden im Zuge der Ausbreitungsrechnungen vernachlässigt.

Die oben beschriebene zeitliche Dynamik des Betriebs der vier Kessel wird konservativ dadurch abgebildet, dass für alle vier Kessel im gesamten, von Dezember bis März umfassenden Zeitraum und durchgängigem Betrieb mit den Abgasrandbedingungen für den Vollastbetrieb und dem halben maximal zulässigen Massenstrom der einzelnen Schadstoffe angesetzt wird. Somit wird ein im Mittel durchgängiger Betrieb von zwei der vier Kessel, jedoch unterschiedlichen Einzelkesseln simuliert.

Modellierung der zusätzlich berücksichtigten Emissionsquellen

Die Emissionsquellen der vier Heizwassererheizungssysteme werden in den Ausbreitungsrechnungen wie folgt abgebildet:

Tabelle 20. Eingabedaten Quellen für die Ausbreitungsrechnung im Gauß-Krüger-Koordinatensystem, Koordinatenangaben auf ganze Meter gerundet. Quellen von Ost nach West durchnummeriert.

Quelle	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe	Abgasgeschw.	Durchmesser	Austrittstemperatur	Wasserbeladung
	xq [m]	yq [m]	hq [m]	vq [m/s]	dq [m]	tq [°C]	zq [kg/kg]
1	GK 3533398 UTM 533309	GK 5946616 UTM 5944679	25,7	13,2	1,25	45	0,06
2	GK 3533386 UTM 533297	GK 5946613 UTM 5944676	25,7	13,2	1,25	45	0,06
3	GK 3533373 UTM 533284	GK 5946610 UTM 5944672	25,7	13,2	1,25	45	0,06
4	GK 3533361 UTM 533271	GK 5946606 UTM 5944669	25,7	13,2	1,25	45	0,06

Detailangaben zu den Emissionsquellen können der austal.log-Datei im Anhang entnommen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Schornsteine, modelliert als Punktquellen in rot.

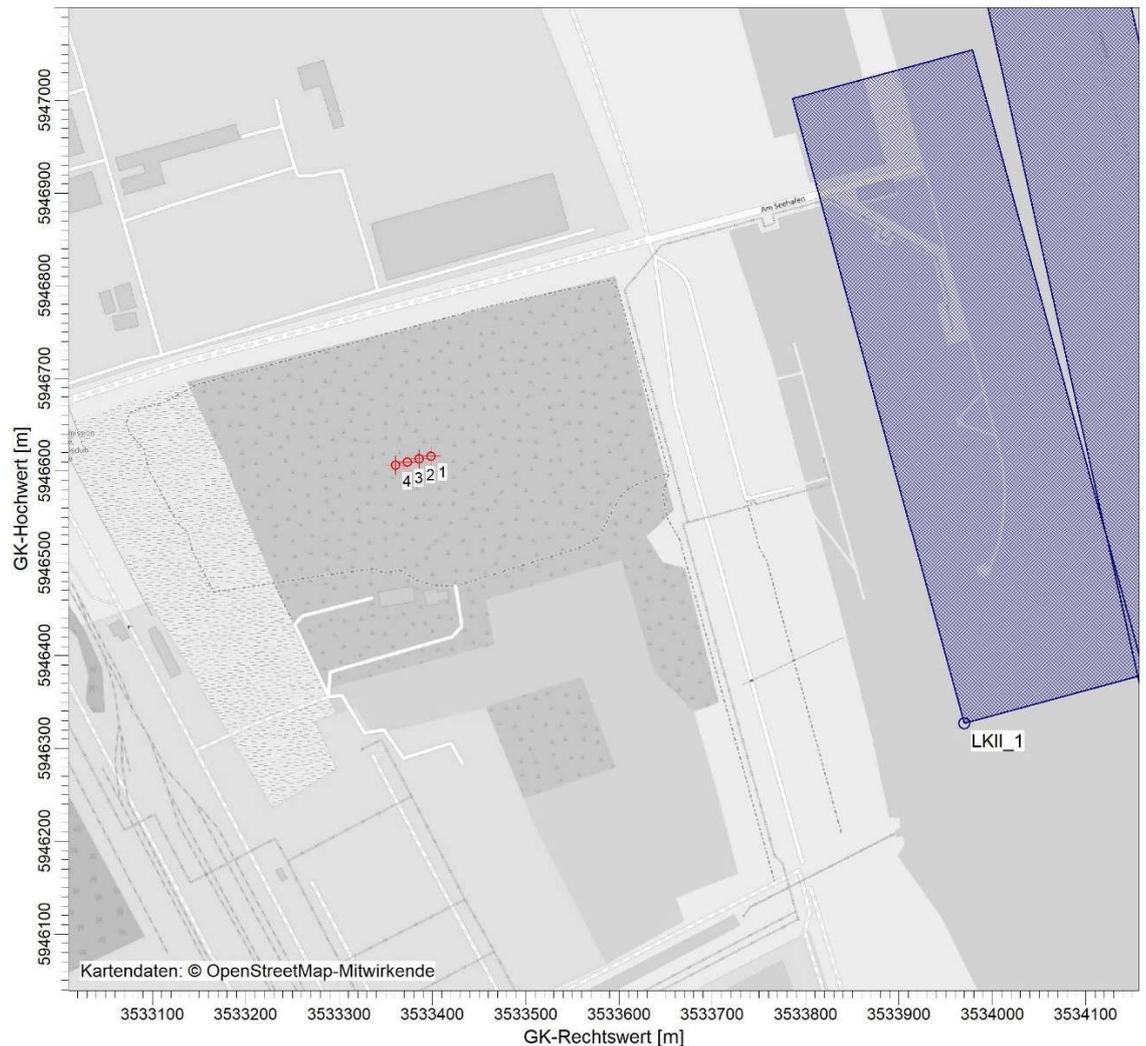


Abbildung 16. Abbildung der Schornsteine der vier Brennwärtekessel als Punktquellen (rot).

Oxidationszustand Stickoxide

Der Anteil von NO_2 an den NO_x -Emissionen wird auf Basis von Erfahrungswerten konservativ mit 10 % parametrisiert.

Überhöhung

Die effektive Quellhöhe der im Sinne der VDI 3781 Blatt 4 frei abströmenden Schornsteine wurde entsprechend den Anforderungen der TA Luft 2021 mit einem dreidimensionalen Überhöhungsmodell [24] berücksichtigt.

Ergebnisse

Die berechneten Zusatzbelastungen in Summe beider Vorhaben werden nachfolgend dargestellt:

Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft

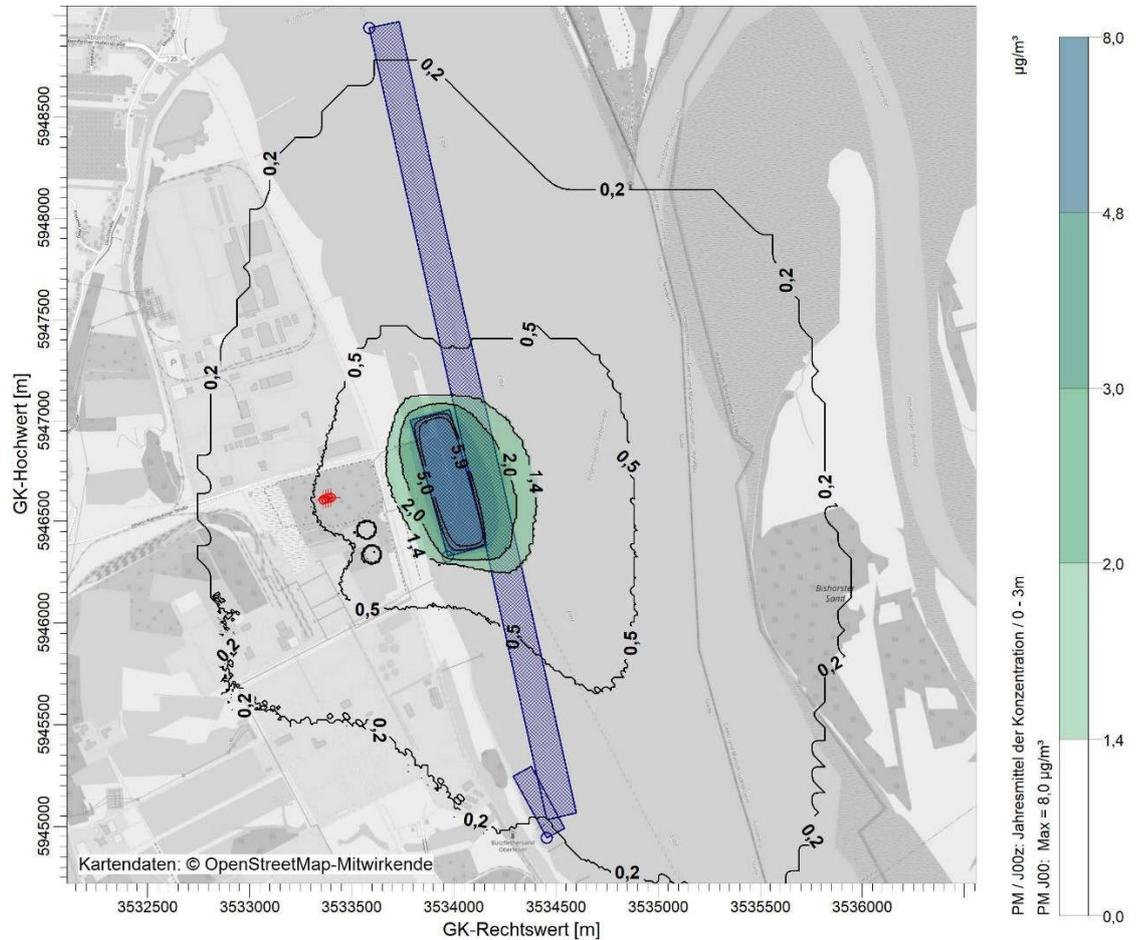


Abbildung 17. Räumliche Verteilung der **kumulativen Zusatzbelastung** für **Partikel PM₁₀** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 1,4 µg/m³).

Für Partikel (PM₁₀) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung außerhalb der Vorhabenfläche und der Bundeswasserstraße Elbe sowie der unmittelbar angrenzenden Hafen- und Deichflächen im Nahbereich des Anlegers überall eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft irrelevante kumulative Zusatzbelastung (< 1,4 µg/m³).

Selbst bei konservativer Gleichsetzung der Partikelfraktion $PM_{2,5}$ mit der Partikelfraktion PM_{10} (tatsächlich stellt $PM_{2,5}$ nur eine Teilfraktion dar) bewegt sich auch die kumulative Zusatzbelastung durch Partikel $PM_{2,5}$ in allen beurteilungsrelevanten Bereichen (terrestrische Flächen außerhalb des Vorhabenbereichs) unter $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit ebenfalls nicht über 3 % des entsprechenden Immissionsjahreswerts. Die kumulative Zusatzbelastung durch Partikel $PM_{2,5}$ ist somit ebenfalls irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft.

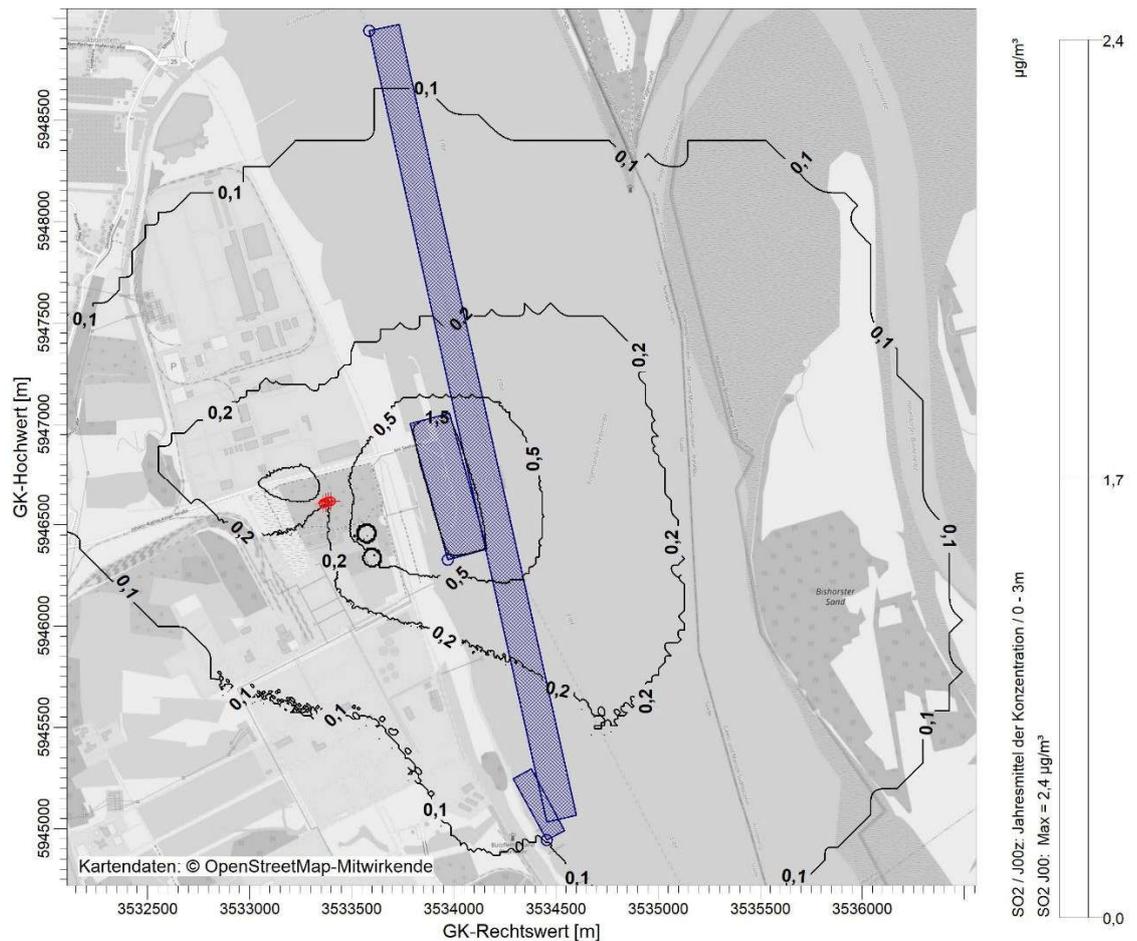


Abbildung 18. Räumliche Verteilung der **kumulativen Zusatzbelastung** für **Schwefeldioxid SO_2** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft: bis $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Für Schwefeldioxid (SO_2) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung im gesamten Rechengebiet eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft in Verbindung mit Nr. 4.2 TA Luft irrelevante kumulative Zusatzbelastung (unter $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

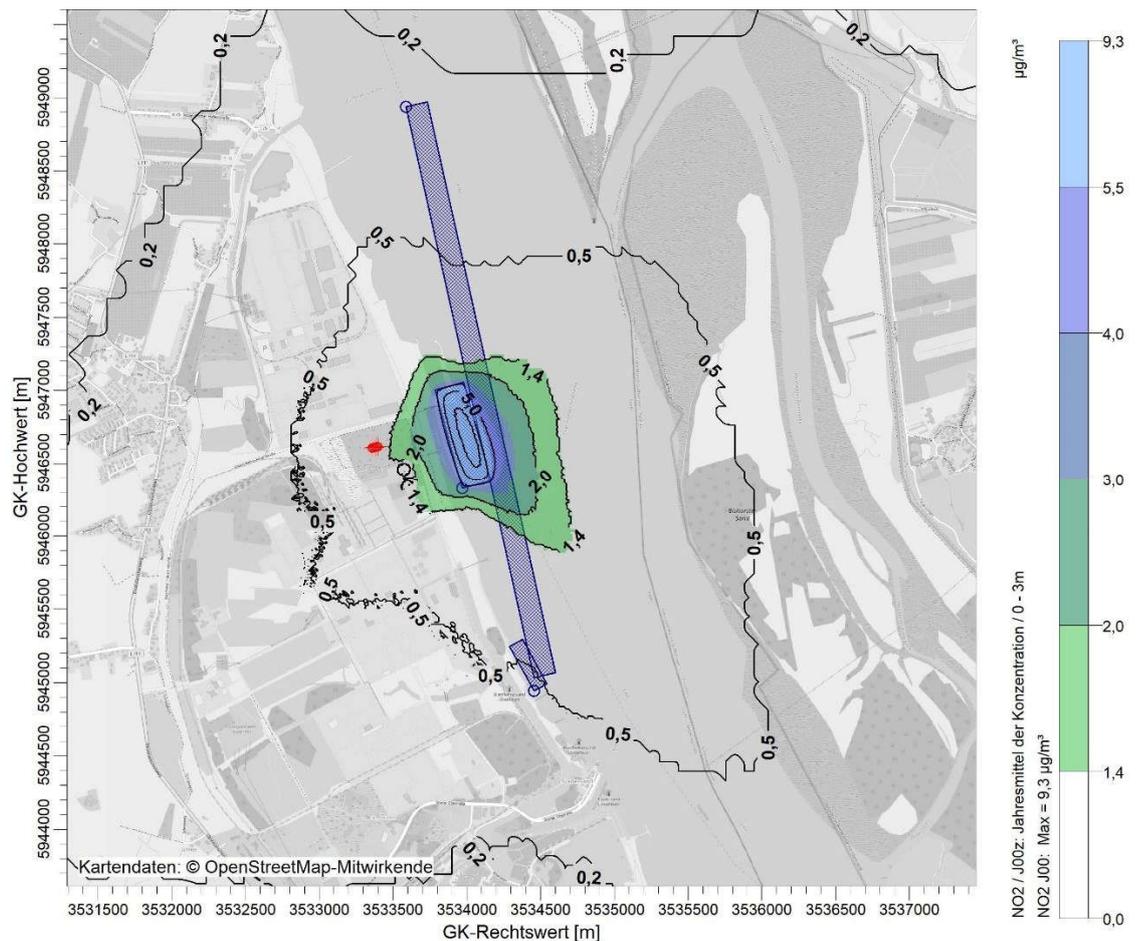


Abbildung 19. Räumliche Verteilung der **kumulativen Zusatzbelastung** für **Stickstoffdioxid (NO₂)** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 1,4 µg/m³).

Für Stickstoffdioxid (NO₂) ergibt sich gemäß der vorangegangenen Abbildung außerhalb der Vorhabenfläche und der Bundeswasserstraße Elbe sowie der unmittelbar angrenzenden Hafen- und Deichflächen im Nahbereich des Anlegers überall eine im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft irrelevante kumulative Zusatzbelastung (< 1,4 µg/m³).

Die kumulative Zusatzbelastung durch Staubbiederschlag bewegt sich überall im Rechengebiet (selbst im Quellbereich) bei maximal 3 mg/(m² x d) und damit weit unter dem Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft (3 % des Immissionswerts von 0,35 g/(m² x d), entsprechend ca. 12,1 mg/(m² x d)). Eine kartographische Darstellung deren räumlichen Verteilung bei sinnvoller Skalierung besitzt aufgrund der geringen Werte keinen Mehrwert und entfällt daher an vorliegender Stelle.

Es lässt sich zusammenfassen, dass selbst bei Kumulation der beiden betrachteten Vorhaben die errechneten maximalen Zusatzbelastungen im Jahresmittel außerhalb der Planfeststellungsgrenze AVG-Anleger (NPorts) und des Betriebsgeländes des LNG-Terminals (siehe Abbildung 1 in blau) sowie der unmittelbar angrenzenden nicht beurteilungsrelevanten Hafen- und Deichflächen für die Komponenten *Partikel PM₁₀, PM_{2,5}, Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid, angegeben als Stickstoffdioxid*, sowie den *Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)* die Irrelevanzkriterien nach Nr. 1 TA Luft erfüllen.

In Bezug auf die untersuchten Komponenten und Schutzgüter kann daher davon ausgegangen werden, dass schädliche Einwirkungen durch beide Vorhaben auch bei Kumulation nicht hervorgerufen werden können.

Eine weitergehende Bestimmung von Immissionskenngrößen und eine Berücksichtigung der Vorbelastung ist nach Nr. 4.1 TA Luft nicht erforderlich.

Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete

Im Folgenden werden die berechneten kumulativen Zusatzbelastungen durch die Depositionen an Stickstoff und säurebildenden Luftschadstoffe dargestellt.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen sind nach Anhang 8 der TA Luft 2021 zu beurteilen. Hierfür ist jeweils der Einwirkbereich zu bestimmen.

Der Einwirkbereich nach Anhang 8 ist die Fläche um den Emissionsschwerpunkt, in der die Zusatzbelastung mehr als 0,3 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr beziehungsweise mehr als 0,04 keq Säureäquivalente pro Hektar und Jahr beträgt. Liegen Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung innerhalb des Einwirkbereichs, so ist mit Blick auf diese Gebiete eine Prüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den für die Gesamtzusatzbelastung ermittelten Einwirkbereich des Vorhabens. Es ist ersichtlich, dass – selbst bei kumulativer Betrachtung - keine terrestrischen Teilflächen der umliegenden Natura 2000-Gebiete innerhalb des Einwirkbereiches des Vorhabens liegen. Eine Prüfung nach § 34 BNatSchG ist somit - in Bezug auf die entsprechenden Depositionen - nicht erforderlich.

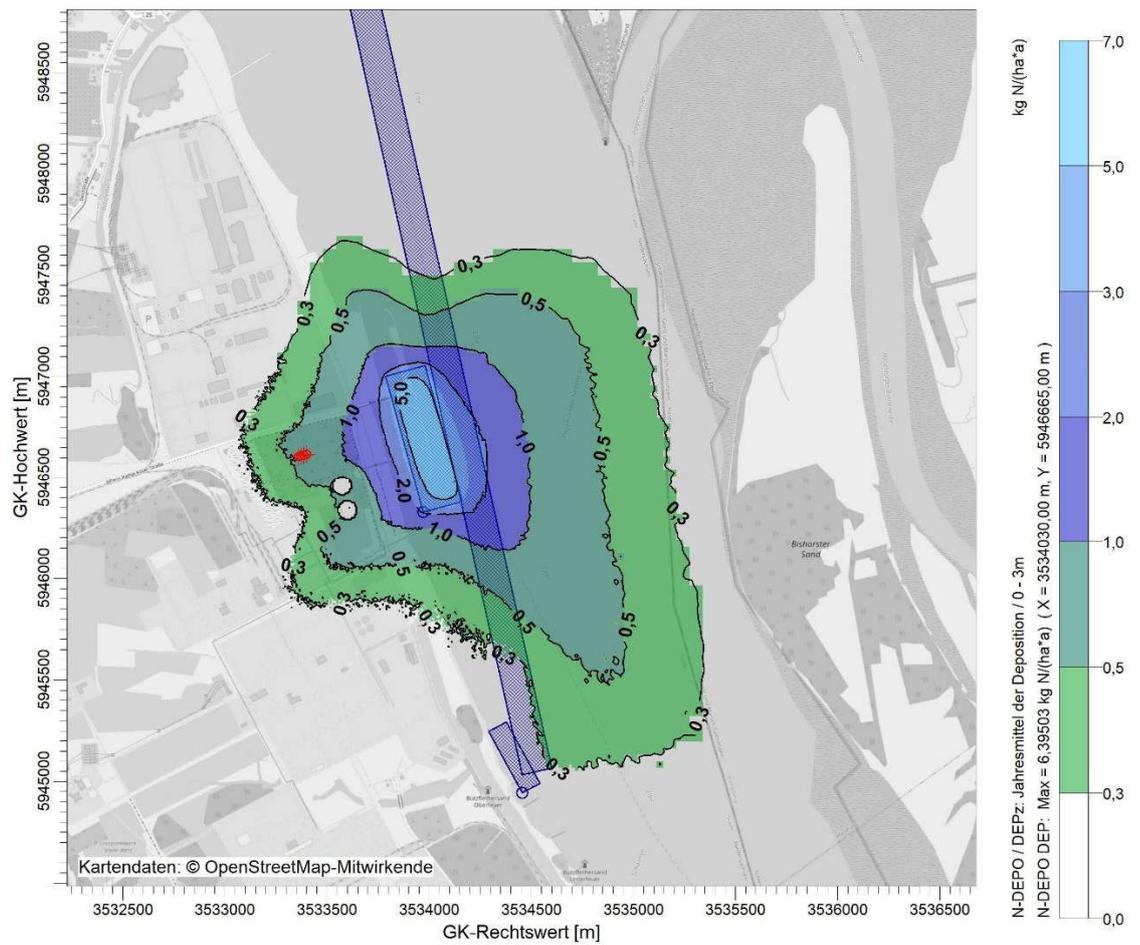


Abbildung 20. Kumulativer Einwirkbereich der Vorhaben (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als $0,3 \text{ kgStickstoff}/(\text{ha} * \text{a})$ beträgt. Im Einwirkbereich befinden sich keine **terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

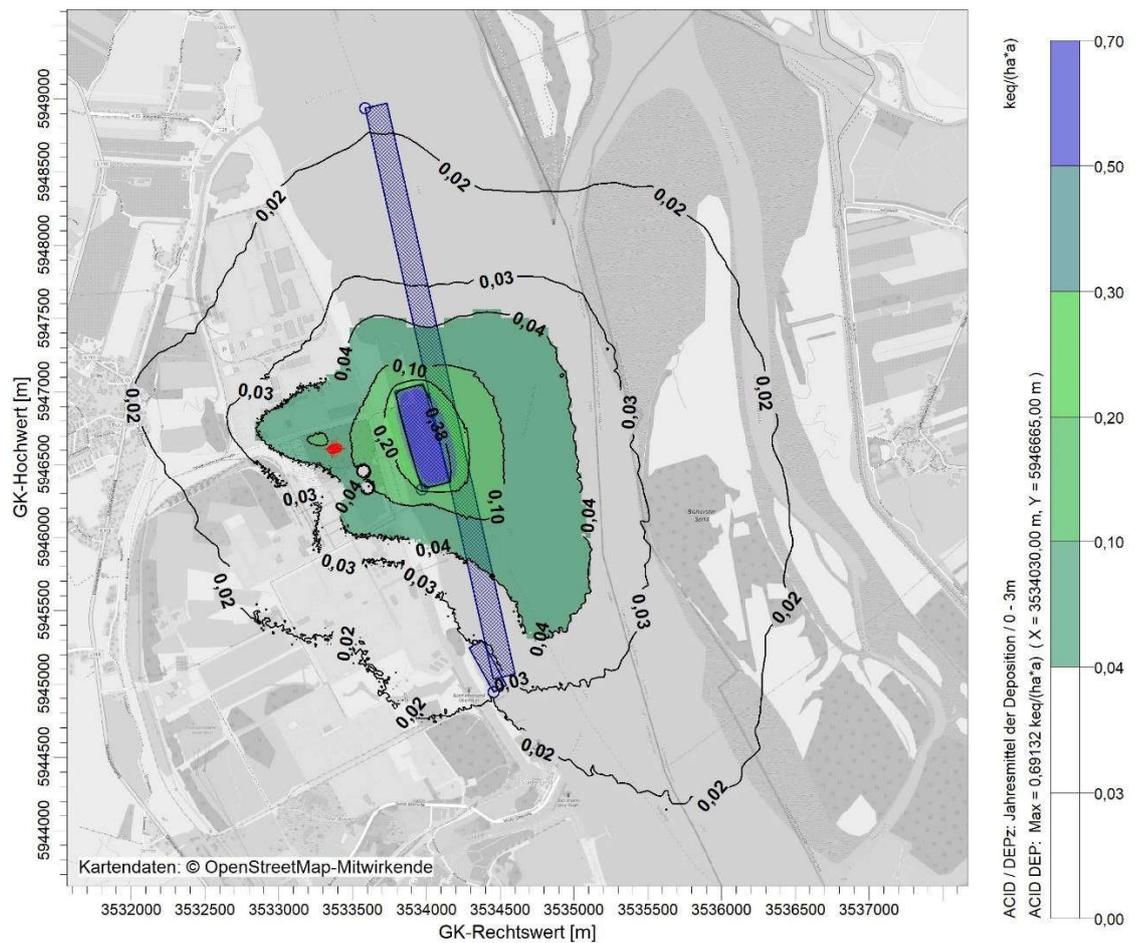


Abbildung 21. Kumulativer Einwirkungsbereich beider Vorhaben (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als 0,04 keq Säureäquivalente/(ha * a) beträgt. Im Einwirkungsbereich befinden sich **keine terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

AUSTAL.log-Datei der kumulativen Immissionsprognose

2022-03-11 22:07:10 -----
 TalServer:C:\Austal\P1_28944_2022-03-
 11_ktn_m151749_r19_Gesamtprojekt_incl_Chemikalienanker_Heater_Pos_neu

Ausbreitungsmodell AUSTAL, Version 3.1.2-WI-x
 Copyright (c) Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2002-2021
 Copyright (c) Ing.-Büro Janicke, Überlingen, 1989-2021

Arbeitsverzeichnis: C:\Austal\P1_28944_2022-03-
 11_ktn_m151749_r19_Gesamtprojekt_incl_Chemikalienanker_Heater_Pos_neu

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL03".

```
===== Beginn der Eingabe =====
> ti "r1"                'Projekt-Titel
> gx 3533546            'x-Koordinate des Bezugspunktes
> gy 5946669            'y-Koordinate des Bezugspunktes
> z0 0.50                'Rauigkeitslänge
> qs 2                  'Qualitätsstufe
> az "Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" 'AKT-Datei
> xa -2907.00           'x-Koordinate des Anemometers
> ya -363.00           'y-Koordinate des Anemometers
> ri ?
> dd 8      16      32      64      128      256      'Zellengröße (m)
> x0 -720    -736    -768    -1536   -3072   -4096    'x-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> nx 182     134     80      64      56      32      'Anzahl Gitterzellen in X-Richtung
> y0 -1104   -2112   -2496   -3200   -4608   -4608    'y-Koordinate der l.u. Ecke des Gitters
> ny 194     162     102     74      60      32      'Anzahl Gitterzellen in Y-Richtung
> nz 43      56      56      56      56      56      'Anzahl Gitterzellen in Z-Richtung
> os +NOSTANDARD
> hh 0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 60.0 63.0 66.0
69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 99.0 102.0 105.0 108.0 111.0 114.0 117.0 120.0 123.0 126.0 129.0
133.0 139.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0
> xq 909.53  424.00  -147.62  -160.22  -172.81  -185.45  909.53  424.00  41.00  41.00
> yq -1725.62 -342.00  -52.58   -55.89   -59.27   -62.70  -1725.62 -342.00  2269.00  2269.00
> hq 20.00   0.00   25.70   25.70   25.70   25.70   10.00   10.00   20.00   10.00
> aq 100.00  200.00  0.00    0.00    0.00    0.00   100.00  200.00  4000.00  4000.00
> bq 345.00  700.00  0.00    0.00    0.00    0.00   345.00  700.00  150.00  150.00
> cq 20.00   25.00   0.00    0.00    0.00    0.00   20.00   20.00   20.00   20.00
> wq 28.47   15.26   0.00    0.00    0.00    0.00   28.47   15.26   282.53  282.53
> dq 0.00    0.00    1.25    1.25    1.25    1.25    0.00    0.00    0.00    0.00
> vq 0.00    0.00    13.20   13.20   13.20   13.20    0.00    0.00    0.00    0.00
> tq 0.00    0.00    45.00   45.00   45.00   45.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> lq 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> rq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> zq 0.0000  0.0000  0.0600  0.0600  0.0600  0.0600  0.0600  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
> sq 0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
> so2 0.0233  0.0586  ?       ?       ?       ?       0.00092  0.019  0.0153  0.0178
> no 0.390   0.980   ?       ?       ?       ?       0.0154  0.318  0.255  0.298
> no2 0.0664  0.167  ?       ?       ?       ?       0.00262  0.054  0.0435  0.0507
> nox 0.664  1.67   ?       ?       ?       ?       0.0262  0.542  0.435  0.507
> pm-1 0.0175  0.0963  0       0       0       0       0.00069  0.0247  0.0267  0.0312
> pm-2 0.0175  0.0963  0       0       0       0       0.00069  0.0247  0.0267  0.0312
> xb 27.82   54.38
> yb -210.61 -331.20
> ab 0.00    0.00
> bb -90.00  -90.00
> cb 64.50   64.50
> wb 0.00    0.00
===== Ende der Eingabe =====
```

>>> Abweichung vom Standard (Option NOSTANDARD)!

Die Höhe h_q der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 64.5 m.
 Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/P1_28944_2022-03-11_ktn_m151749_r19_Gesamtprojekt_incl_Chemikaliertanker_Heater_Pos_neu/zeitreihe.dmn" wird verwendet.
 Es wird die Anemometerhöhe $h_a=16.3$ m verwendet.
 Die Angabe "az Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
 Prüfsumme TALDIA abbd92e1
 Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
 Prüfsumme SERIES 7061870f
 Gesamtniederschlag 889 mm in 1153 h.

Bibliotheksfelder "zusätzliches K" werden verwendet (Netze 1,2).
 Bibliotheksfelder "zusätzliche Sigmas" werden verwendet (Netze 1,2).

=====

Auswertung der Ergebnisse:

=====

DEP: Jahresmittel der Deposition
 DRY: Jahresmittel der trockenen Deposition
 WET: Jahresmittel der nassen Deposition
 J00: Jahresmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit
 Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen
 Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

WARNUNG: Eine oder mehrere Quellen sind niedriger als 10 m.
 Die im folgenden ausgewiesenen Maximalwerte sind daher
 möglicherweise nicht relevant für eine Beurteilung!

Maximalwerte, Deposition

=====

SO2	DEP	: 7.5028 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 420 m, y= 148 m (1:143,157)
SO2	DRY	: 7.4545 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 420 m, y= 148 m (1:143,157)
SO2	WET	: 0.9644 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO2	DEP	: 9.1004 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
NO2	DRY	: 9.1000 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
NO2	WET	: 0.0009 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO	DEP	: 7.7685 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
NO	DRY	: 7.7685 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 484 m, y= -4 m (1:151,138)
PM	DEP	: 0.0034 g/(m ² *d) (+/- 0.7%) bei x= 396 m, y= 172 m (1:140,160)
PM	DRY	: 0.0033 g/(m ² *d) (+/- 0.7%) bei x= 396 m, y= 172 m (1:140,160)
PM	WET	: 0.0001 g/(m ² *d) (+/- 0.6%) bei x= 276 m, y= 260 m (1:125,171)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

SO2	J00	: 2.4 µg/m ³ (+/- 0.5%) bei x= 372 m, y= 196 m (1:137,163)
SO2	T03	: 21 µg/m ³ (+/- 4.5%) bei x= -300 m, y= -4 m (1: 53,138)
SO2	T00	: 26 µg/m ³ (+/- 3.6%) bei x= -284 m, y= 12 m (1: 55,140)
SO2	S24	: 31 µg/m ³ (+/- 26.7%) bei x= -284 m, y= -12 m (1: 55,137)
SO2	S00	: 54 µg/m ³ (+/- 25.6%) bei x= 460 m, y= -468 m (1:148, 80)
NOX	J00	: 84.7 µg/m ³ (+/- 0.5%) bei x= 452 m, y= 52 m (1:147,145)
NO2	J00	: 9.3 µg/m ³ (+/- 0.5%) bei x= 436 m, y= 12 m (1:145,140)
NO2	S18	: 146 µg/m ³ (+/- 27.5%) bei x= 564 m, y= -276 m (1:161,104)
NO2	S00	: 393 µg/m ³ (+/- 19.1%) bei x= 452 m, y= -428 m (1:147, 85)
PM	J00	: 8.0 µg/m ³ (+/- 0.5%) bei x= 420 m, y= 132 m (1:143,155)
PM	T35	: 15.5 µg/m ³ (+/- 6.9%) bei x= 436 m, y= -4 m (1:145,138)
PM	T00	: 42.4 µg/m ³ (+/- 6.6%) bei x= 572 m, y= -244 m (1:162,108)

=====