

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

Ergänzende Unterlagen

Anhang 3 der Einwendungssynopse

Immissionsprognose für Luftschadstoffe

Müller BBM, Linsengericht

Müller-BBM Industry Solutions 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

10. November 2022
M151749/02 Version 3 KTN/GTH

Hanseatic Energy Hub GmbH
Errichtung und Betrieb eines LNG-
Terminals am Standort Stade
Immissionsprognose für Luftschadstoffe
Bericht Nr. M151749/02

Auftraggeber:	Hanseatic Energy Hub GmbH Am Sandtorkai 48 20457 Hamburg
Anlagenstandort:	Johann-Rathje-Köser-Straße 8 21683 Stade
Bearbeitet von:	Dipl.-Geoökol. Michael Kortner M.Sc. Kim Lea Gutermuth
Berichtsumfang:	Insgesamt 98 Seiten inkl. Anhänge

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

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Situation und Aufgabenstellung	9
2 Beurteilungsgrundlagen	10
2.1 Abgrenzung der zu betrachtenden Stoffe	10
2.2 Bagatellmassenströme und Immissionswerte nach TA Luft 2021	10
2.3 Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nach 39. BImSchV	13
2.4 Beurteilungsgrundlagen Vanadium	14
2.5 Stickstoffdeposition und Säureeinträge	15
3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse	16
4 Kurzbeschreibung des geplanten Vorhabens	19
4.1 Anleger für verflüssigte Gase (AVG)	19
4.2 Löschkopf II	21
4.3 LNG-Lagertanks	22
4.4 Weitere Betriebseinheiten	24
4.5 Lageplan	25
5 Emissionen	26
5.1 Allgemeines	26
5.2 Schiffsemissionen	26
5.2.1 Schiffsbewegungen und Liegezeiten	26
5.2.2 Abschätzung der Schiffsemissionen	27
5.2.3 Staubinhaltsstoffe	29
5.2.4 Angesetzte Betriebszeiten	30
5.2.5 Modellierung der Emissionsquellen	31
5.2.6 Partikelgrößenverteilung Staubemissionen und Oxidationszustand Stickoxide	33
5.2.7 Überhöhung	33
5.3 Heizwassererhitzer-System (A1-64)	33
5.3.1 Betriebs- und Verfahrensbeschreibung	33
5.3.2 Emissionen und Ableitbedingungen	34
5.3.3 Modellierung der Emissionsquellen	36
5.3.4 Oxidationszustand Stickoxide	37
5.3.5 Überhöhung	37

5.4	Beurteilung der Emissionen anhand der Bagatellmassenströme	38
5.5	Weitere Quellen	39
5.5.1	Anlagenbezogener Verkehr	39
5.5.2	Methanverluste/Spülgas-Emissionen	41
5.5.2.1	Stand der Technik Fördern, Umfüllen oder Lagern	42
5.5.2.2	Bodenfackel	45
5.5.3	Notstromaggregat	48
6	Meteorologische Eingangsdaten	49
6.1	Auswahlkriterien und Eignung	49
6.2	Beschreibung der verwendeten Wetterdaten	50
7	Weitere Eingangsgrößen und Methoden	53
7.1	Rechengebiet und räumliche Auflösung	53
7.2	Rauigkeitslänge	54
7.3	Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	56
7.3.1	Bebauung	56
7.3.2	Gelände	58
7.4	Verwendetes Ausbreitungsmodell	59
7.5	Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	59
7.6	Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	59
7.6.1	Chemische Umwandlung von NO zu NO ₂	59
7.6.2	Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten	59
8	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	61
8.1	Vorbemerkung zum Betrachtungsumgriff	61
8.2	Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.2 und 4.3	61
8.3	Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.5 und weiteren Beurteilungsgrundlagen	65
8.3.1	Gesamtzusatzbelastung Nickel und Vanadium	65
8.3.2	Vor- und Gesamtbelastung Vanadium (Konzentration)	66
8.4	Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete	67
9	Grundlagen des Gutachtens	70
1	Emissionen	80
2	Ergebnisse	81
2.1	Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft	81

2.2	Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.5 und weiteren Beurteilungsgrundlagen	84
2.2.1	Kumulative Gesamtzusatzbelastung Nickel und Vanadium	84
2.2.2	Vor- und Gesamtbelastung Vanadium (Konzentration)	85
2.3	Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete	86

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

Anhang C Ermittlung des repräsentativen Jahres Müller-BBM Bericht M164593/01

Zusammenfassung

Die Hanseatic Energy Hub GmbH plant die Errichtung und den Betrieb eines LNG-Terminals (Flüssigerdgas, *Liquefied Natural Gas*) im Bereich des Industriegebiets im Norden der Stadt Stade.

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 erfolgt 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. 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 immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurde die Müller-BBM Industry Solutions 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 Industry Solutions 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. Hinzu kommen die Emissionen von insgesamt vier erdgasbefeuerten Brennkesseln mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 185 MW, die für kurzzeitige Episoden umgebungsbedingt hohen Wärmebedarfs bei ggf. verringertem Heizwasserangebot aus dem benachbarten Industriepark vorgesehen werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Quellen von immissionsseitig vernachlässigbarer Bedeutung, auf die in Kapitel 5.5 eingegangen wurde.

Im Zuge der vorliegenden Immissionsprognose wurde die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb des gesamten LNG-Terminals einschließlich der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen weiterer, im erweiterten und umgebauten Südhafen zusätzlich zum aktuell zulässigen Stand anlegender und be-/entladener Schiffe, die jedoch nicht dem Betrieb des LNG-Terminals (sondern den Firmen DOW und Olin) zuzurechnen sind, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmisionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände des vorliegend betrachteten BImSchG-Antrags und des parallelen Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung des AVG und die Erweiterung und den Umbau des Südhafens sind dem Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen.

Die Ergebnisse der Immissionsprognose für den Antragsgegenstand des BImSchG-Verfahrens alleine wie auch in Kumulation mit weiteren, nicht dem Betrieb des LNG-Terminals zuzurechnende Schiffsemissionen am AVG und dem geänderten Südhafen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Insbesondere 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 sowie die für deren Manövrierbetrieb benötigten Schlepper berücksichtigt (siehe Kapitel 5.2.1); bei den kumulativen Betrachtungen kommen hierzu weitere 193, nicht dem LNG zuzurechnende Tankschiffe für verflüssigte Gase.
- Die durch das antragsgegenständliche Gesamtvorhaben (Schiffsverkehr, Brennwärtekessel) 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 PM_{10} 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 Bewertung der Staubinhaltsstoffe Nickel und Vanadium (als Leitgrößen), welche aus den Schiffskraftstoffen freigesetzt werden können, ergab, dass für Nickel (in der partikelgebundenen Konzentration und Deposition) und für Vanadium in der Deposition das jeweilige Irrelevanzkriterium unterschritten wird. Für Vanadium wurde aufgrund der Überschreitung in der partikelgebundenen Konzentration eine Betrachtung der Gesamtbelastung durchführt, mit dem Ergebnis, dass der Orientierungswert für Vanadium eingehalten wird.

- Die kumulativen Betrachtungen einschließlich der Emissionen 193 weiterer, nicht dem LNG zuzurechnender Tankschiffe für verflüssigte Gase, ergab eine Überschreitung der Irrelevanzkriterien für Nickel und Vanadium in der partikelgebundenen Konzentration. Die Betrachtung der Gesamtbelastung ergab eine Einhaltung der Zielwerte.
- 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 weiteren, nicht dem Betrieb des LNG-Terminals zuzurechnende Schiffsemissionen am AVG und dem geänderten Südhafen 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 des Terminals alleine als auch in Kumulation mit weiteren, nicht dem Betrieb des LNG-Terminals zuzurechnenden Schiffsemissionen am AVG und dem geänderten Südhafen 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, nicht dem Betrieb des LNG-Terminals zuzurechnenden Schiffsemissionen am AVG und dem geänderten Südhafen 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 Hanseatic Energy Hub GmbH plant die Errichtung und den Betrieb eines LNG-Terminals (Flüssigerdgas, *Liquefied Natural Gas*) im Bereich des Industriegebiets im Norden der Stadt Stade.

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 erfolgt 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. 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 immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens wurde die Müller-BBM Industry Solutions 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.

In der vorliegenden Immissionsprognose wird die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb des gesamten LNG-Terminals einschließlich der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen weiterer, im erweiterten und umgebauten Südhafen zusätzlich zum aktuell zulässigen Stand anlegender und be-/entladener Schiffe, die jedoch nicht dem Betrieb des LNG-Terminals (sondern den Firmen DOW und Olin) zuzurechnen sind, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmisionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände des vorliegend betrachteten BImSchG-Antrags und des parallelen Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung des AVG und die Erweiterung und den Umbau des Südhafens sollen diesem Gutachten als Anhänge beigefügt werden.

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 Industry Solutions 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.

Da in der Schifffahrt Schweröle (heavy fuel oil (HFO)) als Kraftstoffe eingesetzt werden, können diese, typischerweise korreliert mit dem gegenüber leichteren Heizölen erhöhten Schwefelgehalt, auch einen erhöhten Anteil an Schwermetallen mit sich tragen. Aufgrund dessen werden ergänzend die hier vor allen Dingen relevanten Schwermetalle Nickel (Ni) und Vanadium (V) betrachtet [11].

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 Immissionskenngrößen 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
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni	0,0052 kg/h	0,00052 kg/h
Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als SO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhalts- stoffe ¹⁾	1 kg/h	0,1 kg/h
Partikel (PM ₁₀) ohne Berücksichtigung der Staubinhalts- stoffe	0,8 kg/h	0,08 kg/h
Partikel (PM _{2,5}) ohne Berücksichtigung der Staubinhalts- stoffe	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 Staubbiederschlag.

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

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.

- die Ermittlung der Zusatzbelastung ergibt, dass sich durch die Änderung die Immissionen nicht erhöhen (vernachlässigbare Zusatzbelastung).

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/m³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Partikel (PM _{2,5})	25 µg/m³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	40 µg/m³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
4.2.1	Schwefeldioxid (SO ₂)	50 µg/m³	≤ 3 % des IJW	≤ 3,0 % des IJW
Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen				
4.3.1	Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m² × d)	≤ 3 % des IJW	≤ 10,5 mg/(m² × 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/m³	≤ 10 % des IJW	≤ 3 µg/m³
4.4.1 u. 4.4.2	Schwefeldioxid (SO ₂) ⁽¹⁾	20 µg/m³ ⁽²⁾	≤ 10 % des IJW	≤ 2 µg/m³
4.4.2	Ammoniak ⁽³⁾	k. A.	2 µg/m³	
Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen				
4.5.1	Nickel (Ni)	15 µg/(m² × d)	≤ 5 % des IJW	≤ 5 % des IJW

(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/m³	35
4.2.1	-	Schwefeldioxid (SO ₂)	125 µg/m³	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	--
Nickel (Ni)	Jahr	20 *) ng/m ³	--

*) Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV [4] sowie Orientierungswert gemäß LAI 2004 [7].

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 Beurteilungsgrundlagen Vanadium

Für Vanadium liegen in der TA Luft und der 39. BImSchV keine immissionsseitigen Beurteilungsmaßstäbe vor. Die Einwirkungen werden anhand der Orientierungs- bzw. Beurteilungswerte gemäß LAI [7] und [8] beurteilt.

Tabelle 6. Beurteilungswerte für Vanadium in der Konzentration und Deposition.

Komponente	Mittelungszeitraum		Zielwert
Vanadium	Jahr	Konzentration	20 ng/m ³
		Deposition	410 µg/(m ² × d)

Die Irrelevanzkriterien sind analog Nr. 4.1 TA Luft in Verbindung mit Nr. 4.2 und 4.5 TA Luft mit 3 % (Konzentration) bzw. 5 % (Deposition) der Beurteilungswerte angesetzt.

2.5 Stickstoffdeposition und Säureeinträge

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 verfahrenslenkende Vorgaben für die Stickstoff- und Säureeinträge 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 [9].

3 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Der Standort des geplanten LNG-Terminals 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 Vorhabenstandort ist zum jetzigen Zeitpunkt überwiegend unbebaut, unversiegelt und mit Vegetation (Bäume, Sträucher, Grünland) bedeckt.

Der Anlagenstandort 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 befindet sich im nordöstlichen 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 untersuchten Anlage sind aus den nachfolgenden Abbildungen zu entnehmen.

Die Landnutzung des Weiteren, häufig von Entwässerungskanälen durchzogenen Anlagenumsfelds 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 Nebenelbe nordöstlich des Standorts.

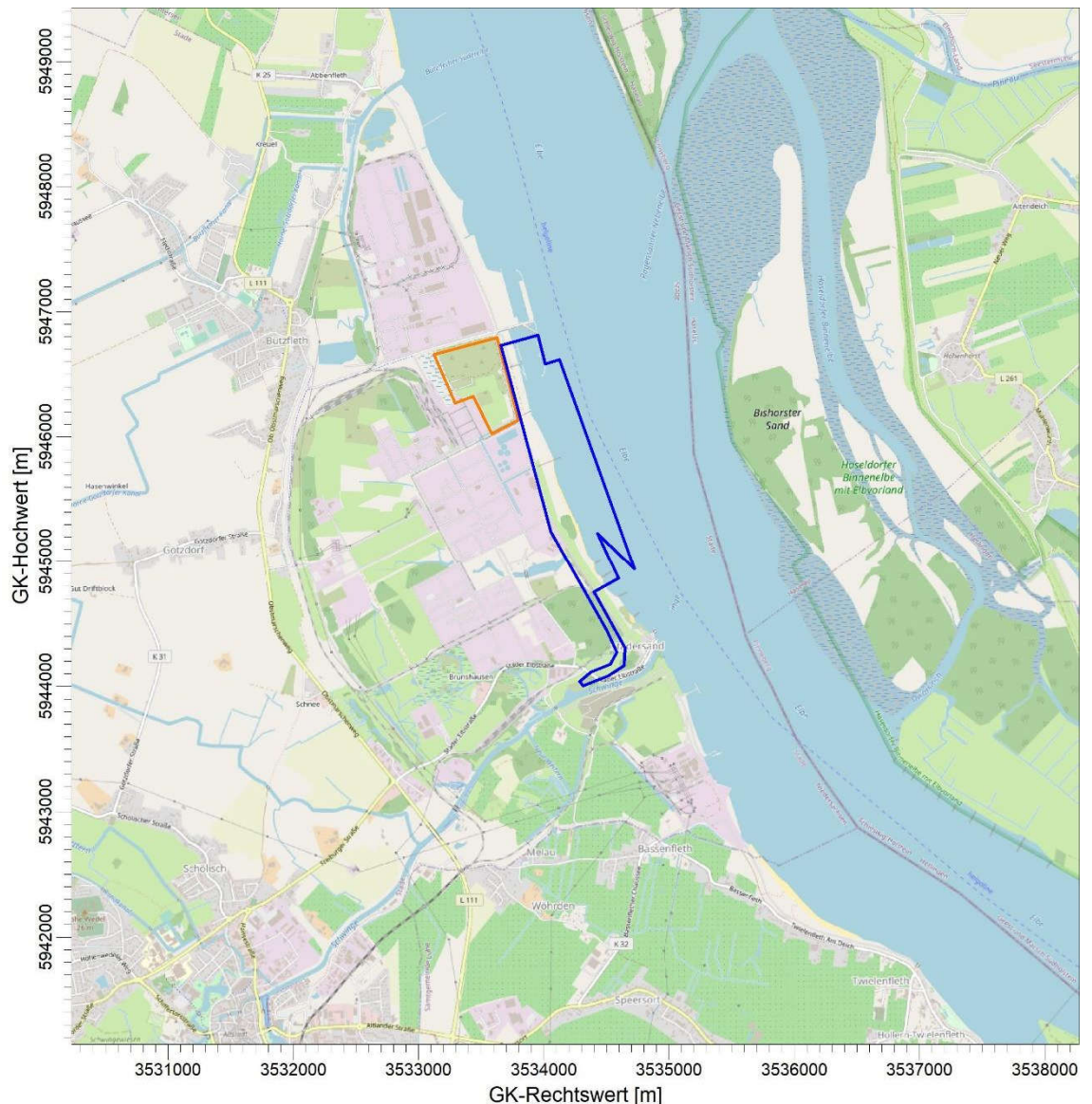


Abbildung 1. Lage und nähere Umgebung des geplanten Standorts. Geplantes LNG-Terminal (HEH) in orange [37], Planfeststellungsgrenze AVG-Anleger (NPorts) in blau [35]. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

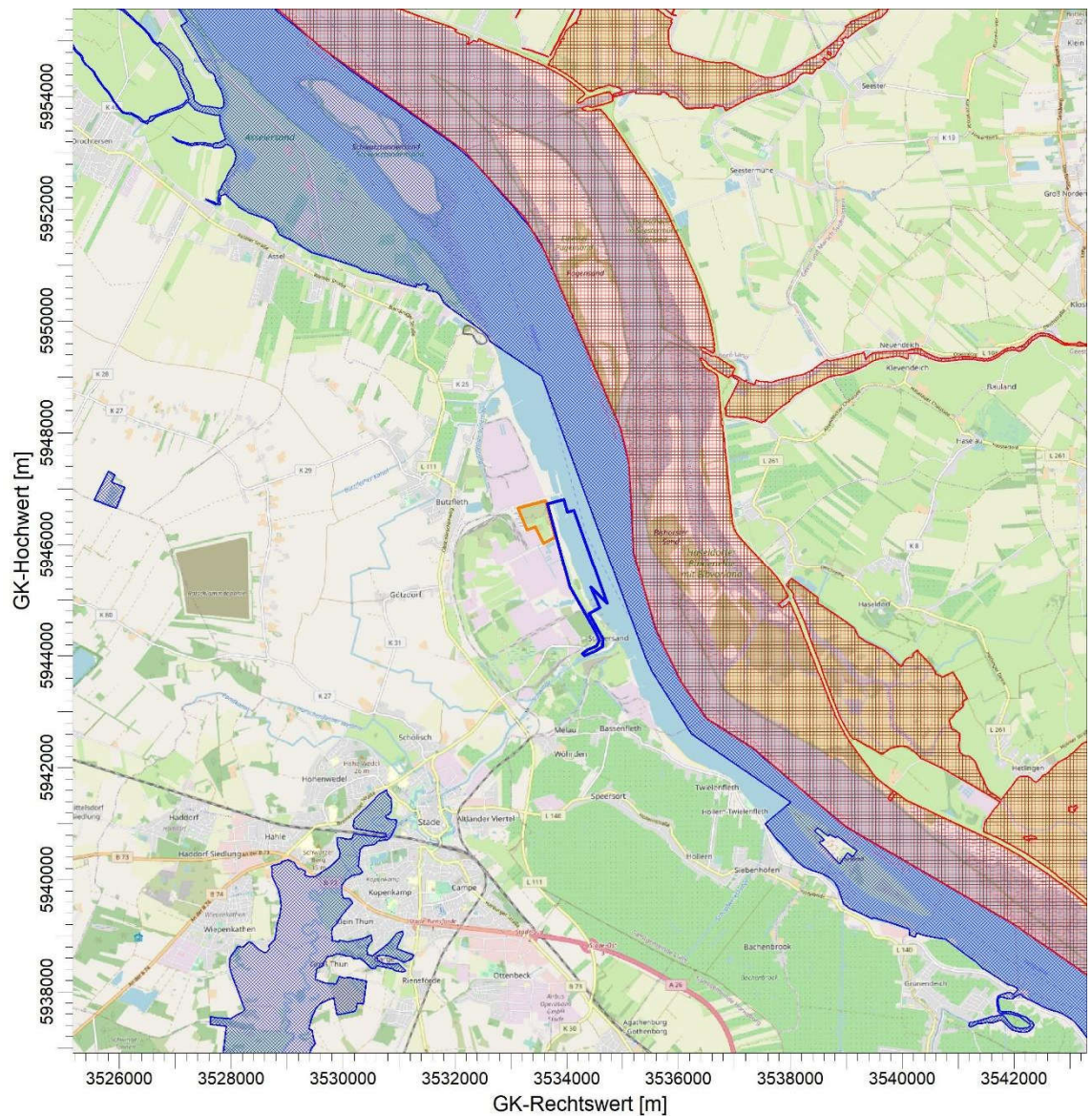


Abbildung 2. FFH-Gebiete im weiteren Umfeld des Standorts - differenziert nach Lage in Niedersachsen (blau, diagonal gekreuzt) bzw. Schleswig-Holstein (rot, vertikal gekreuzt) [50]. Geplanter Standort in orange und blau gekennzeichnet. Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

4 Kurzbeschreibung des geplanten Vorhabens

Die Betriebsbeschreibung und Anlagenplanung für das geplante LNG-Terminal wurde vom Vorhabenträger übermittelt [38] und ist in Auszügen wiedergegeben. Die vollumfassende Beschreibung ist [38] zu entnehmen.

4.1 Anleger für verflüssigte Gase (AVG)

Der Schiffsanleger (AVG) dient zur Hauptversorgung von LNG an das Terminal, ist jedoch grundsätzlich zur Be- und Entladung von LNG ausgelegt, so dass LNG auch zu LNG-Tankschiffen verladen werden kann.

LNG kann mit LNG-Tankschiffen mit einer Ladekapazität von bis zu 265.000 m³ (Q-Max-Klasse) angeliefert werden. Insgesamt besitzt der AVG 5 Ladearme für große LNG-Tankschiffe, davon werden 3-4 zum Transfer von LNG und einer zur Gasrückführung genutzt. Die Rohrleitungen der Ladearme sind in einer Dimension von 16-Zoll Durchmesser geplant.

Die Schiffsentladerate liegt zusammen bei bis zu 15.000 m³/h.

Eine Beladung von LNG-Tankschiffen ist mit einer Transferrate von bis zu 10.000 m³/h möglich.

Für die Gasrückführung wird das verdrängte Gas aus den LNG-Lagertanks über eine Gaspendelleitung und den 16-Zoll Ladearm in die Schiffstanks geleitet, um einen Unterdruck im Schiff bzw. Überdruck in den Lagertanks bei der Verladung zu vermeiden und somit einen geschlossenen Kreislauf zu gewährleisten.

Zusätzlich zu den 5 großen Ladearmen besitzt der AVG einen weiteren Ladearm, der mit 10-Zoll kleinere LNG-Tankschiffe bedienen kann. Die Gasrückführung erfolgt hier über eine flexible Leitung, die auf dem Ladearm montiert ist.

Das LNG kann je nach Betriebsmodus des LNG-Terminals alternativ zu einem der beiden LNG-Lagertanks oder zu beiden LNG-Lagertanks gleichzeitig geleitet werden.

Der Entladevorgang wird je nach Größe der anliefernden LNG-Tankschiffe ca. 12 bis 18 h in Anspruch nehmen.

Während des bestimmungsgemäßen Betriebes (im Betriebsfall, dass keine Schiffsentladung erfolgt) wird mittels einer Zirkulation des LNGs über die Rückführungsleitung und der Importleitung sichergestellt, dass das System auf Betriebstemperatur kalt gehalten wird. Dies ist notwendig, um ein periodisches Aufwärmen und anschließendes Abkühlen der Rohrleitungen zu vermeiden, so wird das System bei konstanten Temperaturen stressfrei gehalten.

Die Ladearme verfügen über Schnellschluss-Kugelhähne, die als Sicherheitskupplung angeordnet sind. Diese Vorrichtung erlaubt im Gefahrenfall bei gleichzeitigem Stoppen des Entladestromes die vorgeschriebene schnellstmögliche und sichere Trennung von Ladearmen und Schiff. Schnellstmöglich berücksichtigt in diesem Zusammenhang die Vorgabe, dass ein sofortiges Schließen im Notfall nicht zulässig ist, um einen Wasserschlag-Effekt durch zu schnelles Schließen des Ventils zu vermeiden.

Der Schließprozess wird in diesem Fall gedämpft ausgeführt, so dass die Flüssigkeitssäule beim Schließen der Armatur derart kontrolliert abgebremst wird, dass es nicht zu einem Wasserschlag-Effekt mit unzulässigem Druckanstieg in der Rohrleitung kommt.

Rechtzeitig vor Ankunft der LNG-Tankschiffe wird auch das Verlatesystem kalt gefahren, um kritische Materialspannungen aufgrund großer Temperaturgradienten zu vermeiden. Der Kaltfahrprozess wird automatisiert überwacht und führt sukzessive zur vollständigen Verdrängung des Stickstoffs aus dem System (wenn z.B. in den Ladearmen vorhanden) und zur Abkühlung auf -161 °C , der LNG-Temperatur bei Umgebungsdruck.

Nach Beendigung der Schiffsentladung werden die Ladearme durch Stickstoffspülung von LNG befreit, bevor das Lösen der Flansche zwischen LNG-Ladearm und Schiff erfolgt. Ausgespültes LNG wird in einem Entleerungsbehälter gesammelt und in die LNG-Transferleitung eingespeist.

Die Ladevorgänge laufen im geschlossenen System ab, d. h. es tritt weder Luft in das System oder in die Schiffstanks ein, noch tritt Gas in die Atmosphäre aus.

Das Prinzip eines LNG-Ladearms ist nachfolgend dargestellt.

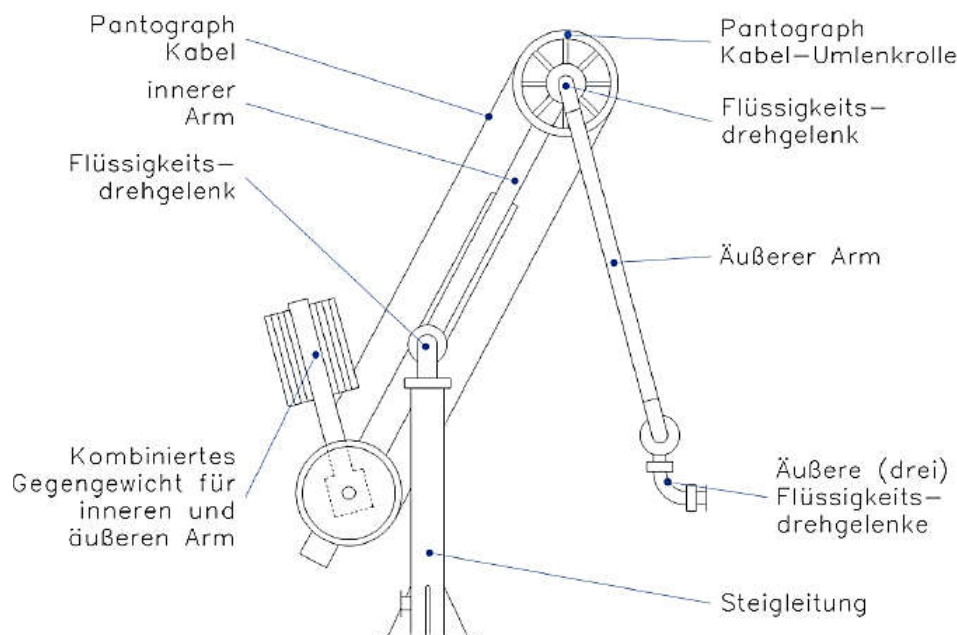


Abbildung 3. Prinzipschema eines LNG-Ladearms.

4.2 Löschkopf II

Hierbei handelt es sich um die Betriebseinheit zur Be- und Entladung von LNG im Bereich von Klein- und Kleinstmengen, bei der die betrachteten LNG-Tankschiffe ein Ladevolumen bis ca. 30.000 m³ haben.

Der Ablauf des Anlegens, Vertäuens sowie des An- und Abkoppelns der LNG-Tankschiffe sowie das Ankoppeln der zwei Ladearme und des Weiteren Gaspendelarms (alle voraussichtlich mit 10-Zoll Durchmesser) erfolgt wie bei Betriebseinheit AVG-10. Auch das Kühlhalten des Transportsystems sowie das benötigte Kaltfahren vor Start des Entladevorgangs erfolgt wie bei Betriebseinheit AVG-10.

Das Entladen von LNG-Tankschiffen erfolgt mit Hilfe der Pumpen in den Schiffstanks über zwei Entladeleitungen von der Anlegestelle in den/die LNG-Lagertank(s). Die Schiffsentladerate wird mit maximal 3.000 m³/h ausgelegt, was zu einer Verladezeit von ca. 6 bis 10 h führt, je nach Größe der LNG-Tankschiffe und der entsprechend auf den Schiffen installierten Pumpenleistung.

Das Schiffsentlade- / Beladesystem ist für den bidirektionalen Einsatz ausgelegt. Das System wird somit auch zur Beladung von LNG-Tankschiffen eingesetzt, die als Bunkerschiffe weitere Schiffe versorgen, die wiederum LNG als Treibstoff für ihren Antrieb nutzen.

Die Größe der LNG-Bunkerschiffe wird mit 1.000 m³ bis 7.500 m³ und entsprechend angepassten LNG-Transferraten angenommen; je nach Größe wird somit ein Beladevorgang ca. 6 bis 12 h in Anspruch nehmen.

Mittels der in den LNG-Lagertanks installierten Pumpen wird das LNG zu den LNG-Tankschiffen befördert und über die zuvor kalt gefahrenen LNG-Ladearme aus den LNG-Lagertanks in die LNG-Tankschiffe verpumpt. Wie bei den anderen Verladevorgängen wird auch hier das auftretende/verdrängte Gas über die Gaspendelleitung zwischen dem Schiff und den LNG-Lagertanks ausgetauscht, um so einen Unterdruck im LNG-Lagertank bzw. Überdruck in den LNG-Tankschiffen bei der Verladung zu vermeiden.

Ein LNG-Umschlag (Break-Bulk) zwischen zwei LNG-Tankschiffen wird durch die gleichzeitige Verwendung der beiden Betriebseinheiten AVG-10 und LK II-11 ermöglicht. Das LNG kann dafür entweder direkt über eine Landschleife von einem LNG-Tankschiff zu einem anderen LNG-Tankschiff, oder zunächst in die LNG-Lagertanks befördert werden.

Während des Transfers von Schiff-zu-Schiff sind beide Schiffe sicher in den jeweiligen Häfen (Löschkopf II bzw. Anleger für verflüssigte Gase, AVG), festgemacht und werden für den LNG-Transfer über eine Landschleife verbunden.

Ein Umladevorgang von Schiff-zu-Schiff wird in Abhängigkeit der eingesetzten LNG-Tankschiffe ebenfalls ca. 6 bis 15 h in Anspruch nehmen.

4.3 LNG-Lagertanks

LNG wird in zwei doppelwandigen LNG-Lagertanks mit vollständiger Sicherheitshülle (Full Containment Tanks, Definition nach EN 14620) und einer max. Gesamtmenge von etwa 250.000 t gelagert.

Das LNG kann mit einer Dichte von max. 480 kg/m³ angeliefert werden.

Der konstruktive Aufbau eines LNG-Lagertanks ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

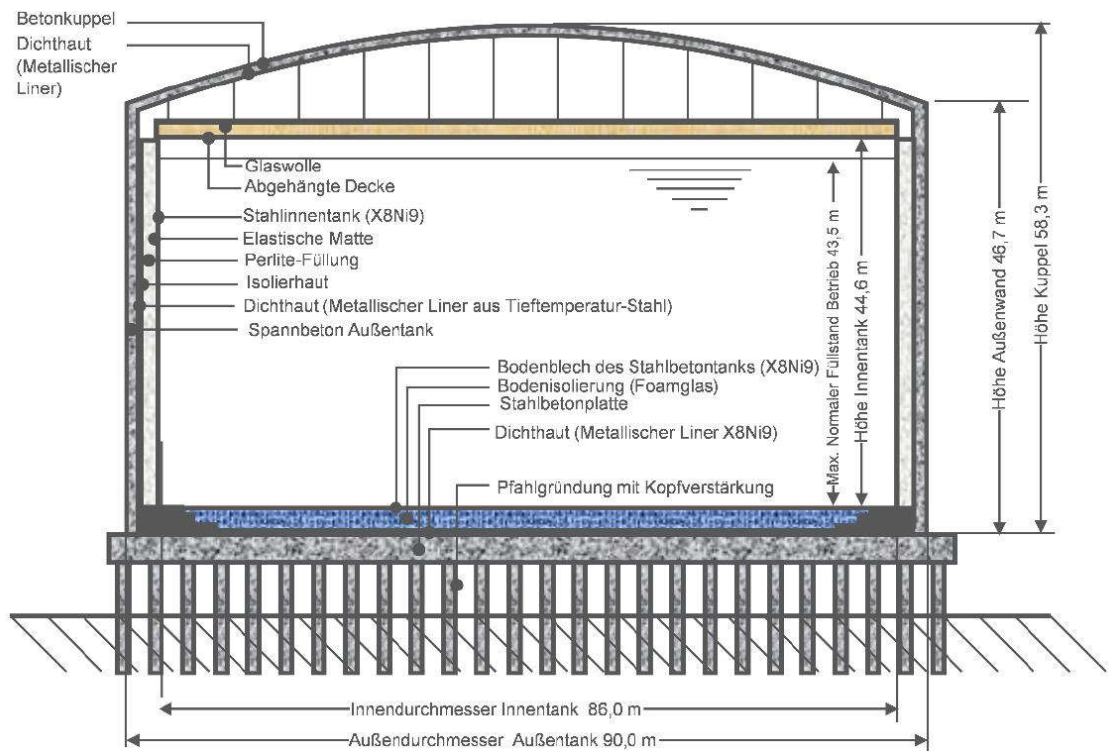


Abbildung 4. Prinzipschema eines LNG-Lagertanks.

Die LNG-Lagertanks sind standortgefertigte, stehende, zylindrische Flachboden-Stahltanks spezifiziert für die Lagerung von tiefkalt verflüssigtem Erdgas (LNG, Betriebstemperatur von -161 °C).

Ein aus 9% Ni-Stahl gefertigter Innentank (Primärbehälter) nimmt das LNG auf, während die Außenwand und das Dach des Tanks aus Stahlbeton und einer gasdichten Stahlmembran auf der Innenseite des Bodens, der Wand und des Dachs hergestellt werden (Sekundärbehälter).

Um das Eindringen von Wärme in die LNG-Lagertanks zu verringern und folglich das verdampfte Gas (BOG) aus dem LNG zu minimieren, werden der Boden, die Wände und das Dach des LNG-Lagertanks entsprechend isoliert.

Die LNG-Lagertanks werden mit Betriebs- und Sicherheitssystemen ausgestattet, um einen sicheren und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Diese Systeme haben die folgenden Aufgaben:

- Vermeidung von Überfüllung
 - Redundante Füllstandsanzeigen
 - Abschaltungsverfahren für verschiedene Ausrüstungsteile (z. B. Ventile und Pumpen)
 - Notaus-Systeme
- Vermeidung von Überdruck
 - Selektiver Betrieb der BOG-Kompressoren
 - Redundante Druckmessgeräte
 - Notaus-Systeme
 - Druckentlastungsventile
 - Sicherheitsventile
- Vermeidung von Unterdruck
 - Selektiver Betrieb der BOG-Kompressoren, Pumpen und mögliche Stickstoffzuführung
 - Redundante Druckmessgeräte
 - Notaus-Systeme
 - Unterdrucksicherheitsventile
- Vermeidung von LNG-Schichtung / unkontrollierte Durchmischung (Rollover)
 - Dichtemessung des durch die Schiffe gelieferten LNGs und Vergleich mit der Dichte des gelagerten LNGs
 - Wahl des Betriebsmodus - Befüllung von oben oder unten
 - Wahl des Betriebs - Umwälzung von LNG
 - Redundante Temperaturmessgeräte
 - Kontrolle der BOG-Rate auf Anzeichen von BOG-Unterdrückung

Darüber hinaus werden die LNG-Lagertanks mit Geräten zur Messung und Steuerung von Druck, Temperatur, Flüssigkeitsstand und Dichte in Abhängigkeit von der Füllstandshöhe ausgestattet.

Die LNG-Lagertanks werden mit einem mittleren Betriebsdruck von ca. 150 mbarg Überdruck betrieben, also annähernd drucklos, was durch geeignete Maßnahmen aufrechterhalten und sichergestellt wird.

Die LNG-Ausspeisung aus den LNG-Lagertanks erfolgt mit vollständig gekapselten In-Tank LNG-Pumpen, die von oben in das Tankinnere durch Rohre hinabgelassen werden, da auch aus Sicherheitsgründen auf jegliche Verbindung durch die Tankseitenwand verzichtet wird.

In jedem LNG-Lagertank sind 4 In-Tank LNG-Pumpen zur LNG-Ausspeisung installiert, die das LNG auf einen Druck von etwa 10 barg drücken. Nach den Tanks wird das LNG auf die jeweiligen Abnehmer

- BOG-Absorber (Betriebseinheit A1-35)
- LNG-Tankwagen-Verladestation (Betriebseinheit A1-50)
- Löschkopf II (Betriebseinheit LK II-11)
- Anleger für Verflüssigte Gase (AVG) (Betriebseinheit AVG-10)

verteilt.

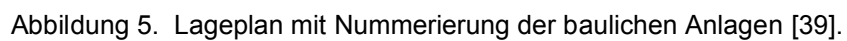
In jedem der LNG-Lagertanks sind außerdem je zwei große Pumpen installiert, die bei Bedarf maximal 10.000 m³/h LNG zum Schiffsanleger AVG bzw. 3.000 m³/h zum Löschkopf II fördern können.

Die verschiedenen Betriebszustände sind in [38] beschrieben.

4.4 Weitere Betriebseinheiten

Für die Beschreibung weiterer Betriebseinheiten wird auf [38] verwiesen.

Der Aufstellungsplan ist [38] zu entnehmen.



5 Emissionen

5.1 Allgemeines

Wesentliche Emissionsquellen für Luftschadstoffe im Zusammenhang mit dem Betrieb des Terminals sind die Emissionen der an- und ablegenden sowie liegenden Schiffe. Hinzu kommen die Emissionen von insgesamt vier erdgasbefeuelten Brennkesseln mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 185 MW, die für kurzzeitige Episoden umgebungsbedingt hohen Wärmebedarfs bei ggf. verringertem Heizwasserangebot aus dem benachbarten Industriepark vorgesehen werden. Darüber hinaus gibt es eine Reihe weiterer Quellen von immissionsseitig untergeordneter Bedeutung, auf die nachfolgend ebenfalls eingegangen wird.

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 Vorhabenträgerin kommen LNG-Tanker verschiedener Schiffsklassen, welche sich durch ihr Ladevolumen und ihre Motorenleistung unterscheiden, zum Einsatz. In der Tabelle werden die jeweiligen Schiffsparameter, Liege-/Manöverzeiten sowie das maximale Aufkommen dargestellt.

Tabelle 7. Liege-/Manöverzeiten und Anzahl [36] der eingesetzten Schiffsklassen [42].

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

^{*)} es wird ein Anteil von $\frac{2}{3}$ zu $\frac{1}{3}$ für größere LNG-Tankschiffe angenommen [35]
(Hauptmotorenleistung ca. 8.000 kW, vgl. Tabelle 9)

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 8. 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-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 Betreiber- 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 [11], [13] und [14] unter konservativen Gesichtspunkten wie folgt ermittelt (Tabelle 9).

Tabelle 9. Installierte Leistungen der Schiffsmaschinen [42].

Schiffsklasse	Hauptmaschine	Hilfsmotoren
	[kW]	[kW]
Qmax-Klasse (Very Large Gas Carrier)	18.940	3.657
(größeres) LNG-Tankschiff	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 [13], [15] und [16] (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10. 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 [11], [16], [17], [18], [19], [20] und [21] zu verbrauchs-spezifischen Emissionsfaktoren für Manöver- und Liegezeiten unterscheiden sich bis 2010 nicht wesentlich. Ab 2010 werden in [17] 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 11. 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 12. 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	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	8,7	0,31
(größeres) LNG-Tankschiff	56	0,2	3,2	0,11
(kleineres) LNG-Tankschiff	32	0,1	1,8	0,06

Mit den in Tabelle 12 beschriebenen Emissionsfrachten berechnen sich nachfolgende jährliche Emissionen:

Tabelle 13. 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 169 größere und 97 kleinere LNG-Tanker (Summe 266) 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	532 + 1.397	2.660	4.481	40.588	1.424
Summe			9.290	92.209	3.235

5.2.3 Staubinhaltsstoffe

Neben den oben dargestellten gasförmigen Emissionskomponenten sowie den Partikelemissionen (als Gesamtstaubpartikel) sollen auch die im Schiffstreibstoff enthaltenen und nach Verbrennung über die freigesetzten Partikel emittierten Schwermetalle betrachtet werden. Maßgebliche Komponenten sind dabei vor allem Nickel und Vanadium.

Konservativ wird davon ausgegangen, dass die anliefernden Schiffe nicht mit Dieselpartikelfiltern oder anderen staubabscheidenden Systemen zur Abgasreinigung ausgestattet sind. Die Emissionen an Nickel und Vanadium sind dann zunächst unmittelbar an die im Schiffstreibstoff enthaltenen und so in den Verbrennungsprozess eingebrachten Gehalte der entsprechenden Metalle bzw. deren Ionen gebunden. Die Nickel und Vanadium-Emissionen sind wiederum stark an die (Rest-)Schwefelgehalte in den eingesetzten Schwerölen gebunden, wie auch beispielsweise die Ausführungen in [22] belegen. Die in [22] enthaltenen und in nachfolgender Tabelle wiedergegebenen Angaben zu den Nickel- und Vanadiumgehalten bei drei verschiedenen Schwefelgehalten im Treibstoff (hoch (2,2 Gew.-%), mittel (0,96 Gew.-%), niedrig (0,50 Gew.-%)) zeigen eine nahezu lineare Abhängigkeit [22].

Tabelle 14. Gehalt der Schwermetalle Nickel und Vanadium proportional zum Schwefelanteil im Kraftstoff.

		Anteil Schwefel (S) im Treibstoff (TS)		
		Hoch 2,2 Gew.-%	Mittel 0,96 Gew.-%	Niedrig 0,50 Gew.-%
Nickel	mg/kg TS	41	20	10
	mg/g S	1,9	2,1	2,0
Vanadium	mg/kg TS	350	155	70
	mg/g S	15,9	16,1	14

Der Nickelgehalt des Brennstoffs wird auf dieser Grundlage zu etwa 2 mg je Gramm im Brennstoff enthaltenen Schwefels angesetzt, der Vanadiumgehalt konservativ zu 16 mg je Gramm Schwefel. Bei einem zulässigen Schwefelgehalt von 1 g/kg Treibstoff ergibt sich somit ein Nickelgehalt von 2 mg/kg Treibstoff (angesetzt: 2,1 mg/kg) und ein Vanadiumgehalt von 16 mg/kg (angesetzt: 16,1 mg/kg).

Dieser Ansatz ist als konservativ anzusehen. Eine 2017 veröffentlichte neuere Fassung des Merkblatts lässt gerade für niedrigere Schwefelgehalte geringere Vanadium-Gehalte erwarten [23].

Unter Berücksichtigung einer jährlichen Emission von 3.235 kg/a SO₂ durch den Schiffsverkehr (vgl. vorangegangene Tabelle 13) errechnen sich folgende Emissionen für Nickel und Vanadium:

Tabelle 15. Emission (kg/a und kg/h) der Schwermetalle Nickel und Vanadium proportional zum Schwefelanteil im Kraftstoff unter Berücksichtigung der jährlichen Emission an SO₂.

		Anteil Schwefel im Treibstoff		
		Hoch 2,2 Gew.-%	Mittel 0,96 Gew.-%	Niedrig 0,50 Gew.-%
Nickel	kg/a	3,0	3,4	3,2
	kg/h	0,0003	0,0004	0,0004
Vanadium	kg/a	25,7	26,1	22,6
	kg/h	0,0029	0,0030	0,0026

Im Hinblick auf die Schwermetallemissionen durch Nickel und Vanadium durch den Schiffsverkehr erfolgt keine quelldifferenzierte Ausbreitungsrechnung. Vielmehr erfolgt auf Basis der ermittelten Gesamtzusatzbelastung durch Staub PM₁₀ und Staubbiederschlag eine worst-case-Abschätzung zu den korrelierten Schwermetallimmissionsbeiträgen.

5.2.4 Angesetzte Betriebszeiten

Die Betriebszeiten bzw. die Manöver- und Liegezeiten der Schiffe ergeben sich zu insgesamt maximal 6.144 Stunden (vgl. Tabelle 13). 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 13) gleichmäßig auf das Modelljahr verteilt.

5.2.5 Modellierung der Emissionsquellen

Es werden folgende Emissionsquellen definiert:

Tabelle 16. 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 17. Eingabedaten Quellen für die Ausbreitungsrechnung im Gauß-Krüger- (GK-Zone 3) und UTM-Koordinatensystem (UTM-Zone 32U) auf ganze Meter gerundet.

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	GK 3534456 UTM 534366	GK 5944943 UTM 5943006	20	100	345	20	28.5
AVG Tankschiff gr.	GK 3534456 UTM 534366	GK 5944943 UTM 5943006	10	100	345	20	28.5
AVG, Qmax, Manöver	GK 3533587 UTM 533497	GK 5948938 UTM 5946999	20	4.000	150	20	282.5
AVG, Tankschiff gr., Manöver	GK 3533587 UTM 533497	GK 5948938 UTM 5946999	10	4.000	150	20	282.5
LK II Tankschiff gr.	GK 3533970 UTM 533880	GK 5946327 UTM 5944389	10	200	700	20	15.3
LK II Tankschiff kl.	GK 3533970 UTM 533880	GK 5946327 UTM 5944389	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.

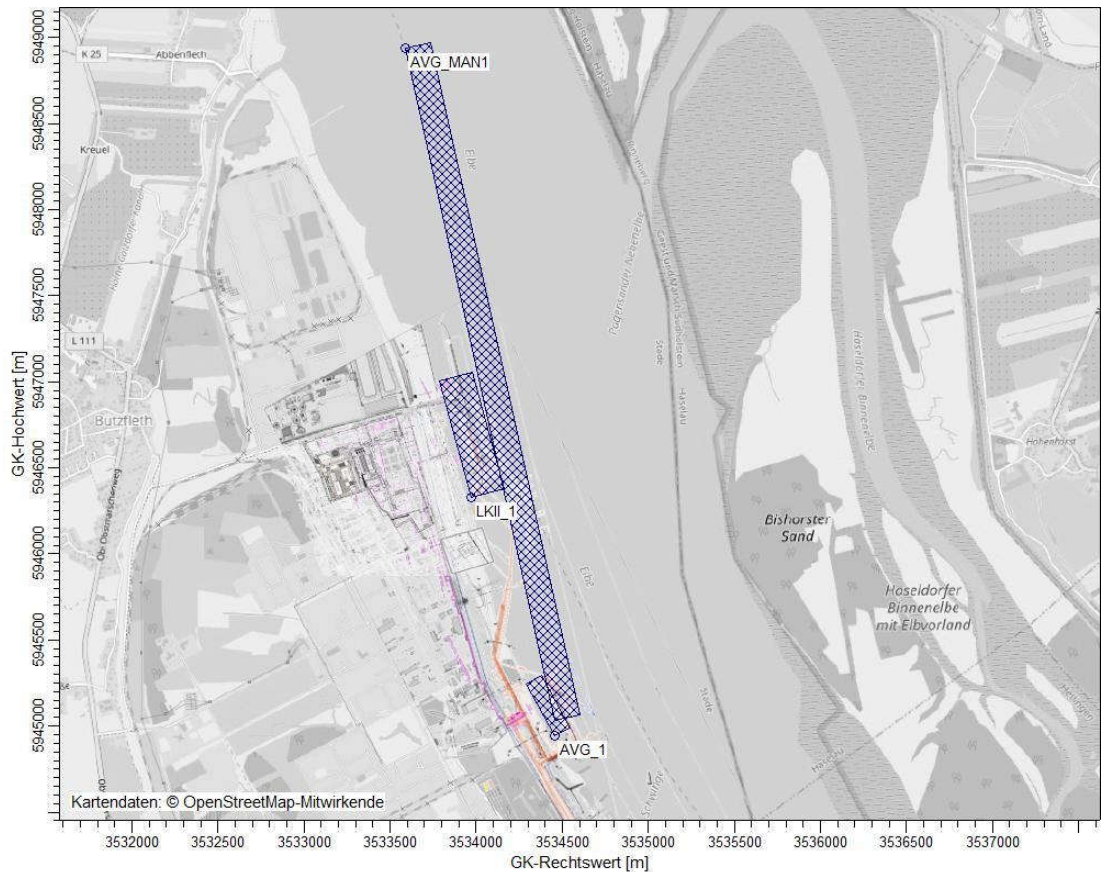


Abbildung 6. Abbildung der Schiffe als Volumenquelle (blau) an den Schiffsanlegern.

5.2.6 Partikelgrößenverteilung Staubemissionen und Oxidationszustand Stickoxide

Für die über die Schiffsabgase freigesetzten Partikel einschließlich der daran gebundenen Staubinhaltsstoffe Nickel und Vanadium 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 18. 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.

5.2.7 Überhöhung

Für die Schiffsemissionen wird konservativ keine Überhöhung berücksichtigt.

5.3 Heizwassererhitzer-System (A1-64)

5.3.1 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 erdgasbeheizte Brennwertkessel mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von 185 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:

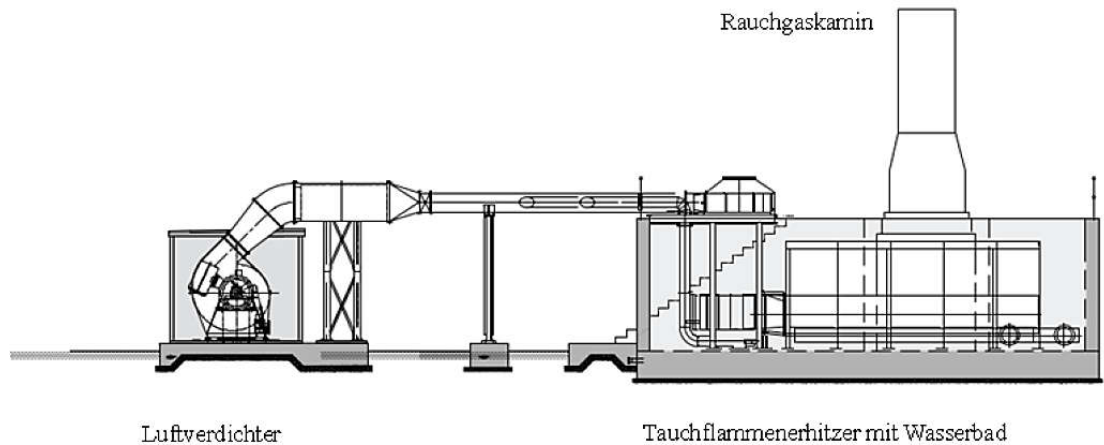


Abbildung 7. Anordnungsskizze eines exemplarischen der vier Heizwassererhitzer-Systeme [35].

5.3.2 Emissionen und Ableitbedingungen

Die vier Brennwärtekessel der BE 64 unterliegen mit einer Gesamtfeuerungswärmeleistung von ca. 185 MW und Einzelleistungen von 46,25 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 19:

Tabelle 19. Emissionsgrenzwerte der 13. BImSchV für die Brennwärtekessel 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/m³]	[mg/m³]
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 20. Emissionen und Abgasrandbedingungen eines einzelnen der vier baugleichen Heizwassererhitzer-Systeme.

Betriebsart		Volllast
Brennstoff		Erdgas
max. Feuerungswärmeleistung	MW	46,25
Heizwert H_i	MJ/Nm ³	36
	MJ/kg	
Brennstoffeinsatz	Nm ³ /h	4.625
	kg/h	
Schornstein		
Schornsteinhöhe nach TA Luft	m	25,7
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	14,2
Temperatur an der Mündung	°C	45
Wärmestrom (bezogen auf 283 K)	MW	0,71
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., Normbed., O ₂ -Gehalt: Betriebswert	m ³ /h	53.900
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Betriebswert	m ³ /h	49.100
Volumenstrom fe., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	56.300
Volumenstrom tr., Normbed., O ₂ -Gehalt: Bezugswert	m ³ /h	46.700
Schwefeloxide		
- maximale Konzentration (als SO ₂) ¹⁾	mg/m ³	35
- maximaler Massenstrom (als SO ₂)	kg/h	1,63
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	1,64
- maximaler NO ₂ -Massenstrom	kg/h	0,28
- maximaler NO ₂ -Massenstrom (mit 60%-Konvention) ²⁾	kg/h	1,79
- maximaler NO _x -Gesamtmassenstrom (als NO ₂)	kg/h	2,80
Kohlenmonoxid (CO)		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	50
- maximaler Massenstrom	kg/h	2,3
Staub		
- maximale Konzentration ¹⁾	mg/m ³	5
- maximaler Massenstrom	kg/h	0,23

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 [43] 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 Volllastbetrieb 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.

5.3.3 Modellierung der Emissionsquellen

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

Tabelle 21. Eingabedaten Quellen für die Ausbreitungsrechnung im Gauß-Krüger- (GK-Zone 3) und UTM-Koordinatensystem (UTM-Zone 32U) auf ganze Meter gerundet. Quellen von Ost nach West durchnummeriert.

Quelle	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe	Abgas- geschw.	Durch- messer	Austritts- temp.	Wasser- beladung
	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	14,2	1,25	45	0,06
2	GK 3533386 UTM 533297	GK 5946613 UTM 5944676	25,7	14,2	1,25	45	0,06
3	GK 3533373 UTM 533284	GK 5946610 UTM 5944672	25,7	14,2	1,25	45	0,06
4	GK 3533361 UTM 533271	GK 5946606 UTM 5944669	25,7	14,2	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.

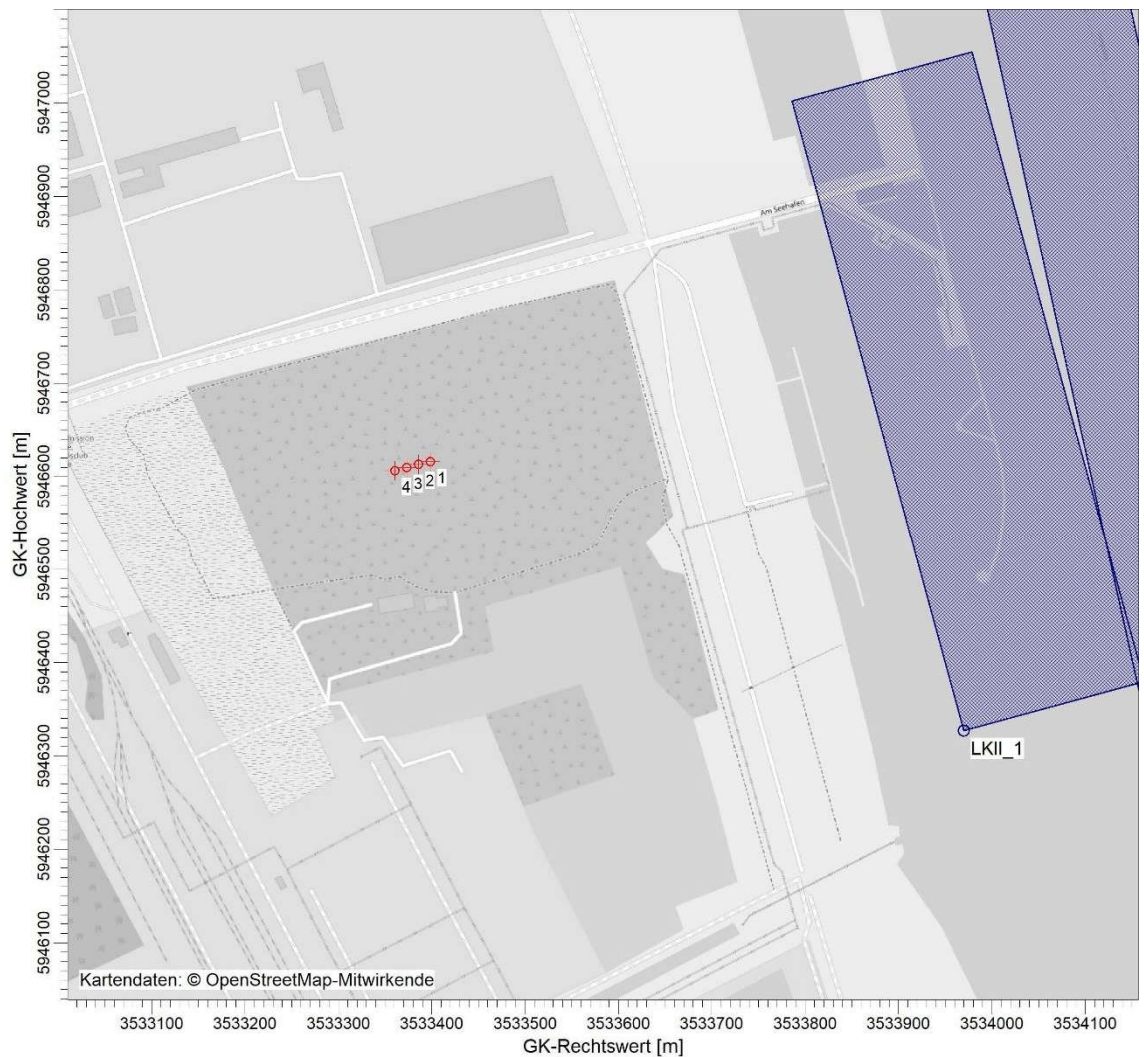


Abbildung 8. Abbildung der Schornsteine der vier Brennwertkessel als Punktquellen (rot).

5.3.4 Oxidationszustand Stickoxide

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

5.3.5 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 [31] berücksichtigt.

5.4 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 aller dem zukünftigen Anlagenbetrieb zuzuordnenden Quellen 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.

Dies ist in Bezug auf die vier Brennwertkessel eine Woche, in der alle vier Kessel parallel unter Vollastbedingungen und Ausschöpfung der Emissionsgrenzwerte betrieben werden.

In Bezug auf die Schiffsemissionen sind die mittleren stündlichen Emissionen in der Kalenderwoche mit den aus lufthygienischer Sicht ungünstigsten Betriebsbedingungen schwieriger 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 22. 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- massenstrom (Quellen nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet)	Bagatell- massenstrom (Quellen nicht nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet)	Emissions- 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	7 kg/h (6,5 kg/h + 0,3 kg/h)
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe ¹⁾	1,0 kg/h	0,1 kg/h	2 kg/h (0,9 kg/h + 1,1 kg/h)
Partikel (PM10) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,8 kg/h	0,08 kg/h	2 kg/h (0,9 kg/h + 1,1 kg/h)
Partikel (PM2,5) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	0,5 kg/h	0,05 kg/h	2 kg/h (0,9 kg/h + 1,1 kg/h)
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO ₂	15 kg/h	1,5 kg/h	22 kg/h (11,2 kg/h + 10,5 kg/h)
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Nickel	0,0052 kg/h	0,00052 kg/h	0,0030 kg/h (0 kg/h + 0,0030 kg/h)

Die vorhabenbedingten Emissionen, verursacht durch den Schiffsverkehr bzw. den Schiffsbetrieb am Terminal und die vier Kessel, der Komponenten *Staub (ohne Staubinhaltsstoffe)* und *Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid, angegeben als Stickstoffdioxid*, liegen oberhalb des jeweiligen Bagatellmassenstroms der TA Luft sowohl für Quellen, welche nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitet werden, als auch für Quellen, die nicht entsprechend ableiten. 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 und die Kessel, 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.

Die konservativ abgeschätzten vorhabenbedingten Emissionen, verursacht durch den Schiffsverkehr, der Komponente *Nickel*, liegen im Jahresmittel unterhalb des Bagatellmassenstroms der TA Luft für nach Nr. 5.5 TA Luft abgeleitete Emissionen, jedoch oberhalb des Bagatellmassenstroms für anders abgeleitete Emissionen. Unter Berücksichtigung sowohl der in einer Manöverstunde der Großschiffe potenziell weit höheren Emissionen als auch der wenigstens teilweise nicht Nr. 5.5 TA Luft entsprechenden Ableitung werden diese in der vorliegenden Prognose ebenfalls mitgeführt und beurteilt.

5.5 Weitere Quellen

5.5.1 Anlagenbezogener Verkehr

Im Zusammenhang mit dem Betrieb des LNG-Terminals findet auf dem Betriebsgelände anlagenbezogener KFZ-Verkehr statt. Die Tkw-Verladestation hat vier Buchten für Tkw (Tankkraftwagen)-Beladung. Emissionen, in Form von motorbedingten Abgasen (im Wesentlichen Stickstoffoxide und Partikel), werden hauptsächlich von den Tkw erzeugt.

Gemäß Angaben der Vorhabenträgerin wird ein Aufkommen von 64 Tkw pro Tag an 7 Tagen in der Woche erwartet [42]. Für den Lieferverkehr wird eine Zahl von 8 Lkw pro Tag und für den Mitarbeiterverkehr werden 100 Pkw angenommen. Die Betriebszeiten bzw. Hauptzeiten werden von 06:00 - 22:00 Uhr berücksichtigt.

Die mittlere Streckenlänge der einzelnen Fahrbewegungen auf dem Betriebsgelände wird konservativ mit 1 km angesetzt. Da auf dem Betriebsgelände keine staubenden Güter gehandhabt werden, wird davon ausgegangen, dass die Werkstraßen durch entsprechende Wartung und Reinigung in ihrem Verschmutzungsgrad mit öffentlichen Straßen vergleichbar sind.

Für die während des Betriebes von laufenden Motoren ausgehenden Stickstoffoxid- und Partikelemissionen wurde die in Tabelle 23 aufgeführten Emissionsfaktoren für den Tkw²-, Lkw- und Pkw-Verkehr angenommen. Diese entsprechen den Angaben des „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.1“ (HBEFA) [10] für den schweren Nutzverkehr (34 – 40 t) und Personenkraftverkehr in innerörtlichen Stop-and-go-Situationen auf Erschließungsstraßen (Tempo 30 km/h), ausgegeben für das Bezugsjahr 2022.

Innerörtliche Stop-and-go-Situationen stellen das vom HBEFA vorgesehene Worst-Case-Verkehrsszenario dar – die so berechnete Staubemission kann damit als konservative Abschätzung angesehen werden.

Tabelle 23. Emissionsfaktoren für angenommene Verkehrssituation (innerörtliche Stop + Go-Situation, Bezugsjahr 2022) [10].

Emissionskomponente	Emissionsfaktor pro TKW/LKW [g/km]	Emissionsfaktor pro PKW [g/km]
Gesamtstaub ³ (PM ₁₀)	1,30	0,05
Stickstoffoxide (NO _x)	15,0	0,77

Auf Basis dieser Emissionsfaktoren sowie der oben aufgeführten Wegstrecken und Anzahlen an Fahrzeugen resultieren für die betrachteten Schadstoffparameter die folgenden Emissionsmassenströme (gemittelt über die Betriebsstunden einer Kalenderwoche).

Tabelle 24. Verkehrsbedingte Emissionsmassenströme und Gegenüberstellung mit den Bagatellmassenströmen aus Nr. 4.6.1.1 b) der TA Luft für diffuse Emissionen.

Emissionskomponente	Emissionsmassenstrom je Betriebsstunde [kg/h]	10 % des Bagatellmassenstroms nach Nr. 4.6.1.1 TA Luft [kg/h]
Gesamtstaub (PM ₁₀)	0,006	0,08
Stickstoffoxide (NO _x)	0,07	1,5

Die obige Tabelle verdeutlicht, dass die verkehrsbedingten Emissionsmassenströme der Anlage 10 % der Bagatellmassenströmen mit Bezug auf Nr. 4.6.1.1 b) der TA Luft für diffuse Emissionen deutlich unterschreiten.

Ferner erfolgt die Freisetzung dieser Schadstoffe bodennah über die Auspuffanlagen der Fahrzeuge, so dass der resultierende Immissionsbeitrag nur im näheren Umfeld der Fahrstrecke feststellbar ist. Aufgrund der bodennahen Schadstofffreisetzung und der – insbesondere auch im Vergleich zu den weiteren Emissionsquellen - geringen Frachten können die Emissionen durch den anlagenbezogenen Verkehr im Weiteren vernachlässigt werden.

² Tankkraftwagen werden analog Lastkraftwagen betrachtet.

³ in den Emissionsfaktoren sind Abrieb und Aufwirbelungen mitberücksichtigt.

5.5.2 Methanverluste/Spülgas-Emissionen

Neben den Emissionen aus dem Schiffs- und Kfz-Verkehr ist der reguläre Betrieb des Terminals vor allem mit Freisetzungen kleinerer Mengen an Erdgas und damit Emissionen vor allem von Methan verbunden. Ferner kann es zu Emissionen von Spülgas (elementarer Stickstoff, ggf. mit Spuren von Erdgas/Methan kommen).

Die Ladearme im Bereich der Schiffsanleger 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. Dennoch kommt es zur Freisetzung kleinerer Mengen Spülgas, die Spuren von Methan/Erdgas enthalten.

Bei den Kupplungen der Verladearme an die Tkw werden sogenannte „Trockenkupplungen“ eingesetzt. Vor dem An- und Abkuppeln der Verladearme an die Tkw wird ebenfalls mit Stickstoff gespült, so dass auch hier allenfalls mit einem kurzzeitig stattfindenden Verlust ausgesprochen geringer Mengen an Methan und Spülgas zu rechnen ist.

Entstehendes Boil-Off-Gas (BOG = Verdampfungsgas) in den Lagertanks und in den zugehörigen Anlagenteilen wird über Kompressoren (Betriebseinheit 30) abgesaugt und verdichtet.

Eine Rückverflüssigung des BOG erfolgt im Normalfall über eine Absorber-Kolonne (Betriebseinheit 35) durch Vermischung des BOG mit dem kalten LNG-Ausspeisestrom. Durch Hochdruckpumpen (Betriebseinheit 40) wird das LNG aus der Absorber-Kolonne auf mindestens 80 bar verdichtet, in der Verdampferstation (Betriebseinheit 45) verdampft, auf mindestens +2 °C angewärmt und danach in das angeschlossene Ferngasleitungsnetz eingespeist. Im Bedarfsfall kann ein Teil des Gases nach einer Verdichtung an benachbarte Abnehmer abgegeben werden.

Alle Anlagenteile zur Förderung und Lagerung von Flüssigkeit werden dauerhaft auf -161 °C gehalten, um Materialspannungen, hervorgerufen durch die Temperaturunterschiede, zu vermeiden.

Im Normalbetrieb ist keine Verbrennung von Erdgas vorgesehen, damit entfallen auch Methanemissionen aufgrund unvollständiger Verbrennung wie z. B. bei Gasmotoren.

Abseits der Lade- bzw. Verladearme ist somit im regulären Betrieb eine Methanemission ausschließlich über Undichtigkeiten denkbar. Die Anlagen werden so ausgeführt, dass sie als technisch dicht gelten. Flanschverbindungen werden nach Angaben der Planerin nur verwendet, wenn sie verfahrenstechnisch, sicherheitstechnisch oder für die Instandhaltung notwendig sind.

Elementarer Stickstoff ist Hauptbestandteil der Atmosphäre. Die Freisetzung von Stickstoff über Spülprozesse ist daher sowohl lufthygienisch als auch im Hinblick auf die Klimarelevanz ohne Belang.

Methan ist kein Luftschadstoff im eigentlichen Sinne, d. h. es entfaltet keine unmittelbare Schädigung auf Menschen, Pflanzen, Tiere oder Ökosysteme; allenfalls durch die photochemische Umwandlung zu Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, bei der es auch zur Bildung von Ozon kommen kann, kann Methan lufthygienisch wirksam werden.

Dies geschieht in einem großräumigen Kontext, der im Zuge einer Immissionsprognose weder quantifizierbar noch beurteilungsfähig ist. Ferner ist Methan ein klimawirksames Spurengas mit einem deutlich höheren Treibhausgaspotential als beispielsweise Kohlenstoffdioxid. Auch dieser Wirkfaktor entzieht sich der Prognose und Beurteilung im Zuge einer Immissionsprognose für Luftschadstoffe.

Davon abgesehen ist der Stand der Technik zur Vermeidung und Minimierung von Methanemissionen umzusetzen. Dieser liegt im Wesentlichen in einer entsprechend dichten Ausführung der Transportwege und Übergabestellen sowie in einer kontrollierten Verbrennung trotzdem entweichender größerer Methanmengen in einer Fackel oder vergleichbaren Einrichtungen, so dass entweichendes Gas in Gestalt weniger klimaschädlichen Kohlendioxids anstatt als Methan freigesetzt wird.

Der Stand der Technik zur Vermeidung bzw. Minimierung von gasförmigen Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen organischen Stoffen wird im Wesentlichen in Nr. 5.2.6 TA Luft beschrieben.

Nachfolgend werden die Anforderungen dargestellt, die sich aus der TA Luft ergeben, und aus denen im Rahmen der Detailplanung geeignete Maßnahmen umzusetzen sein werden bzw. bereits vorgesehen sind.

5.5.2.1 Stand der Technik Fördern, Umfüllen oder Lagern

In der Novelle der TA Luft (im Entwurf mit Stand Dezember 2020 [6]) werden in Nr. 5.2 allgemeine Anforderungen zur Emissionsbegrenzung definiert. In Nr. 5.2.6 werden diese auf „Gasförmige Emissionen beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen Stoffen“ erweitert.

Beim Verarbeiten, Fördern, Umfüllen oder Lagern von flüssigen organischen Stoffen, sind die unter den Nummern 5.2.6.1 bis 5.2.6.7 genannten Maßnahmen anzuwenden, wenn diese Stoffe

a) bei einer Temperatur von 293,15 K einen Dampfdruck von 1,3 kPa oder mehr haben,

[...]

Nach Nr. 5.2.6.1 sind zur Förderung von flüssigen organischen Stoffen [...] technisch dichte Pumpen wie Spaltrohmotorpumpen, Pumpen mit Magnetkupplung, Pumpen mit Mehrfach– Gleitringdichtung und Vorlage– oder Sperrmedium, Pumpen mit Mehrfach–Gleitringdichtung und atmosphärenseitig trockenlaufender Dichtung, Membranpumpen oder Faltenbalgpumpen zu verwenden.

Nach Nr. 5.2.6.3 sollen Flanschverbindungen gemäß dem Stand der Technik folgendermaßen ausgeführt bzw. angewendet werden:

Flanschverbindungen sollen in der Regel nur verwendet werden, wenn sie verfahrenstechnisch, sicherheitstechnisch oder für die Instandhaltung notwendig sind. Für diesen Fall sind technisch dichte Flanschverbindungen zu verwenden. Für die Auswahl der Dichtungen und die Auslegung der technisch dichten Flanschverbindungen ist die Dichtheitsklasse $L_{0,01}$ mit der entsprechenden spezifischen Leckagerate $\leq 0,01 \text{ mg/(s}\cdot\text{m)}$ für das Prüfmedium Helium oder andere geeignete Prüfmedien, z. B. Methan, anzuwenden.

Flanschverbindungen mit Schweißdichtungen sind bauartbedingt technisch dicht.

Der Dichtheitsnachweis über die Einhaltung der Dichtheitsklasse ist für Flanschverbindungen im Krafthauptschluss im Anwendungsbereich der Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe Juni 2012) nach den darin zugrunde gelegten Berechnungsvorschriften oder nachgewiesen gleichwertigen Verfahren zu erbringen. Für Flanschverbindungen mit Metaldichtungen, z. B. Ring-Joint oder Linsendichtungen, ist das Verfahren der Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe Juni 2012) entsprechend anzuwenden, soweit geeignete Dichtungskennwerte zur Verfügung stehen.

Soweit für Metaldichtungen und für sonstige Flanschverbindungen keine Dichtungskennwerte zur Verfügung stehen, ist die Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe Juni 2012) bis auf die darin enthaltenen Berechnungsvorschriften, z. B. hinsichtlich Montage und Qualitätssicherung, anzuwenden. Für diese Fälle dürfen spätestens ab dem [Bitte einsetzen: Datum des Inkrafttretens zuzüglich vier Jahre] nur noch Flanschverbindungen verwendet werden, für die ein Dichtheitsnachweis durch typbasierte Bauteilversuche der Flanschverbindungen oder nachgewiesen gleichwertige Verfahren vorliegt. Für die Bauteilversuche gilt die Dichtheitsklasse $L_{0,01}$ mit der entsprechenden spezifischen Leckagerate $\leq 0,01 \text{ mg/(s}\cdot\text{m)}$ für das Prüfmedium Helium oder andere geeignete Prüfmedien, wie z. B. Methan. Die Prüfung ist weitestgehend am Bauteilversuch nach Richtlinie VDI 2200 (Ausgabe Juni 2007) oder anderen nachgewiesen gleichwertigen Prüf- oder Messverfahren, wie z. B. dem Helium-Lecktest oder der Spülgasmethode, auszurichten.

Der Betreiber hat sicherzustellen, dass dem Montagepersonal für die Montage der Flanschverbindungen Montageanweisungen und Vorgaben zur Qualitätskontrolle nach der Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe Juni 2012) zugänglich sind und dass das Montagepersonal eine Qualifikation gemäß DIN EN 1591-4 (Ausgabe Dezember 2013) oder nach der Richtlinie VDI 2290 (Ausgabe Juni 2012) aufweist. Die Anforderungen für die Montage, Prüfung und Wartung der Dichtsysteme sind in Managementanweisungen festzulegen.

Im Hinblick auf Absperr- oder Regelorgane werden voraussichtlich die folgenden Anforderungen der Nr. 5.2.6.4 zu berücksichtigen sein:

Ab dem 1. Dezember 2025 sollen Absperr- oder Regelorgane, wie Ventile, Schieber oder Kugelhähne verwendet werden, die bei Drücken bis ≤ 40 bar und Auslegungstemperaturen ≤ 200 °C die Leckagerate LB ($\leq 10^{-4}$ mg/s·m) bezogen auf den Schaftumfang und bei Drücken bis ≤ 40 bar und Auslegungstemperaturen > 200 °C die Leckagerate LC ($\leq 10^{-2}$ mg/s·m) bezogen auf den Schaftumfang für das Prüfmedium Helium oder andere geeignete Prüfmedien, zum Beispiel Methan, erfüllen. Bei Drücken von > 40 bar und Auslegungstemperaturen ≤ 200 °C ist die Leckagerate LC ($\leq 10^{-2}$ mg/s·m) bezogen auf den Schaftumfang zu erfüllen und soll bei > 200 °C erreicht werden. Abdichtungen von Spindeldurchführungen ausgeführt als hochwertig abgedichtete metallische Faltenbälge mit nachgeschalteter Sicherheitsstopfbuchse erfüllen die Anforderungen der Leckagerate LB ohne gesonderten Nachweis.

*Ansonsten sind zum Nachweis der spezifischen Leckagerate des Dichtsyste-
me, zur Prüfung sowie deren Bewertung und Qualifikation die DIN EN ISO 15848-1 (Ausgabe November 2015) oder andere nachgewiesenen gleichwertige Prüf- oder Messverfahren, wie zum Beispiel der Helium-Lecktest oder die Spülgasmethode anzuwenden. Um die Dichtheit dauerhaft sicherzustellen, sind Anforderungen für die Prüfung und Wartung der Dichtsyste-
me in Managemen-
tanweisungen festzulegen.*

Für etwaige Probenahmestellen sind die Anforderungen der Nr. 5.2.6.5 maßgeblich:

Probenahmestellen sind so zu kapseln oder mit solchen Absperr- oder Regelorganen zu versehen, dass außer bei der Probenahme keine Emissionen auftreten; bei der Probenahme muss der Vorlauf entweder zurückgeführt oder vollständig aufgefangen werden.

Im Hinblick auf die Umfüllung (vorliegend insbesondere im Bereich der Lade- und Verladearme) werden die folgenden Vorgaben zu berücksichtigen sein:

Beim Umfüllen sind vorrangig Maßnahmen zur Vermeidung der Emissionen zu treffen, zum Beispiel Gaspandlung in Verbindung mit Untenbefüllung oder Unterspiegelbefüllung. Die Absaugung und Zuführung des Abgases zu einer Abgasreinigungseinrichtung kann zugelassen werden, wenn die Gaspandlung technisch nicht durchführbar oder unverhältnismäßig ist. Gaspandelsysteme sind so zu betreiben, dass [...] und dass das Gaspandelsystem und die angeschlossenen Einrichtungen während des Gaspandelns betriebsmäßig, abgesehen von sicherheitstechnisch bedingten Freisetzungen, keine Gase in die Atmosphäre abgeben....

Vorliegend ist der Einsatz einer Gaspandlung vorgesehen, an den Schiffslade-
armen einschließlich Spülung zur Befreiung von Methan, bevor das Lösen der Flansche zwischen Ladearm und Schiff erfolgt.

Für die Lagerung werden voraussichtlich die folgenden Anforderungen gelten:

Zur Lagerung von flüssigen organischen Stoffen sind Festdachtanks mit Anschluss an eine Gassammelleitung oder mit Anschluss an eine Abgasreinigungseinrichtung zu verwenden.

[...]

Soweit sicherheitstechnische Aspekte nicht entgegenstehen, sind Gase und Dämpfe, die aus Druckentlastungsarmaturen und Entleerungseinrichtungen austreten, in das Gassammelsystem einzuleiten oder einer Abgasreinigungseinrichtung zuzuführen. Festdachtanks sind mit Vakuum-/Druckventilen nach Richtlinie VDI 3479 (Ausgabe August 2010) auszustatten.

Wenn Lagertanks oberirdisch errichtet sind und betrieben werden, sind die Außenwand und das Dach, soweit die Flächen der Sonnenstrahlung ausgesetzt sein können, mit geeigneten Farbanstrichen zu versehen, die dauerhaft einen Gesamtwärme-Remissionsgrad von mindestens 70 Prozent aufweisen. Ausgenommen sind isolierte Tankflächen und beheizte Tanks.

Abgase, die bei Inspektionen oder bei Reinigungsarbeiten der Lagertanks auftreten, sind einer Nachverbrennung zuzuführen oder es sind gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung anzuwenden.

Zur Umsetzung der letzten Anforderung ist die Errichtung einer Bodenfackel vorgesehen, über die im Falle wartungsbedingter Systementleerungen Restmengen an LNG kontrolliert verbrannt werden (siehe nachfolgender Abschnitt).

Die Anforderungen gemäß Nr. 5.2.6 TA Luft (im Entwurf mit Stand Dezember 2020) sind – wo zutreffend - zu berücksichtigen und umzusetzen.

5.5.2.2 Bodenfackel

Für wartungsbedingte Entleerungen des Systems ist ein kontrollierter Ablass des darin enthaltenen Gases vorgesehen. Hierzu wird im südlichen Terminalbereich eine Bodenfackel mit einer (vorläufig geplanten) Mündungshöhe von 25 m ü. NN (22 m ü. Grd.) errichtet. Diese dient der Entsorgung von brennbaren Gasen durch Verbrennung. Sie besteht aus einem Brenner, der sich am Boden befindet, und einem vertikalen zylindrischen Schild aus Stahlplatten.

Nach Angaben der Vorhabenträgerin wird die Fackel nur während Wartungsarbeiten und über maximal 10 h/a betrieben. In diesem Rahmen werden bis zu 10 m³/a LNG verbrannt.

Lediglich während der Erstinbetriebnahme kann die Fackel an mehreren Tagen im 24-Stunden-Betrieb kontinuierlich betrieben werden.

Die folgende Abbildung 9 zeigt den Aufstellungsplan der Bodenfackel.

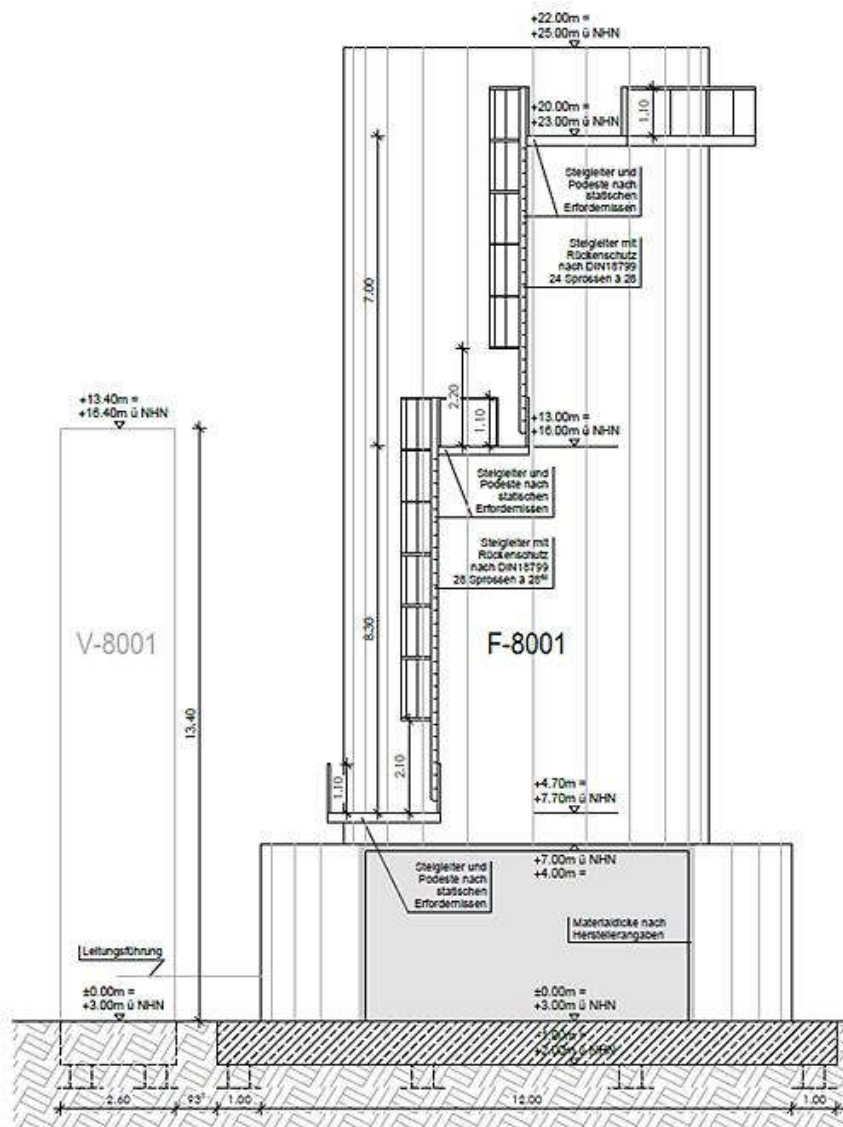


Abbildung 9. Bauvorlage Bodenfackel, Zuschnitt nach [40].

Die vorliegende Fackel fällt in den Geltungsbereich der Nr. 5.4.8.1.3c der TA Luft:

Gefasste brennbare gasförmige Stoffe, zum Beispiel aus Anlagen der Nummern 5.4.1.11, 5.4.3.2.1a, 5.4.3.2.1b, 5.4.4 oder 5.4.4.4, **die aufgrund schlechter Gasqualität, diskontinuierlichem Anfall, besonderen betrieblichen Erfordernissen**, aus sicherheitsrelevanten Gründen oder wegen unvermeidbarem Stillstand der Energienutzungsanlage nicht einer energetischen Nutzung oder einer Abgasreinigungseinrichtung mit thermischer oder katalytischer Nachverbrennung zugeführt werden können, sollen ohne Energienutzung in Hoch-, Boden- oder Feldfackeln nach dieser Nummer verbrannt werden. Boden- und Feldfackeln sind gegenüber Hochfackeln vorrangig einzusetzen; bei Einsatz mehrerer Fackeln sind Kombinationen von Hoch-, Boden- und Feldfackeln zu prüfen.

Halogenierte brennbare gasförmige Stoffe sollen diesen Fackeln nicht zugeführt werden.

EMISSIONSANFORDERUNGEN

Die Anforderungen der Nummer 5.2 finden keine Anwendung.

MESSUNG UND ÜBERWACHUNG

Zur Überwachung des Ausbrands sind eine Messung der Fackelgasmenge und eine Überwachung der Gasqualität notwendig. Bei nicht ausreichendem Heizwert ist ein zusätzlicher Energieeintrag, zum Beispiel durch Anreicherung des Gases oder durch eine Stützfeuerung, notwendig. Der Zutritt von Luft-sauerstoff in das Fackelrohr muss minimiert werden, zum Beispiel durch Spülen mit Stickstoff, insbesondere um ein Rückzünden zu verhindern.

Die Fackelanlage muss mit zuverlässigen Zündvorrichtungen und geeigneten Überwachungseinrichtungen ausgestattet sein, zum Beispiel Überwachung der Pilotbrenner oder Flambildüberwachung mittels Kamera. Im Falle der Neigung zur Rußbildung sind dampfunterstützte Fackeln einzusetzen.

Vorliegend soll die Verbrennung in einer Bodenfackel erfolgen; die Errichtung eines Schornsteins und dessen Bemessung anhand der Nr. 5.5 TA Luft ist entsprechend formal nicht erforderlich und erscheint ferner aufgrund der geringen Emissionszeiten (10 h/a) und Massenströmen nicht geboten.

Immissionsseitige erhebliche Auswirkungen sind durch den vorgesehenen Fackelbetrieb nicht zu besorgen.

5.5.3 Notstromaggregat

Auf dem nördlichen Terminalgelände wird ein Notstrom-System (Betriebseinheit 90/91⁴) errichtet. Dabei handelt es sich um eine Notstromdieselaggregat mit einer Feuerungswärmeleistung von 820 kW.

Aufgrund der Feuerungswärmeleistung von unter 1 MW und seiner Eigenschaft als Notstromdieselaggregat unterliegt dieses weder den Anforderungen der 44. BImSchV noch ist es selbst immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig, so dass auch die emissionsbegrenzenden Anforderungen der TA Luft und die Anforderungen an die Ableitbedingungen nicht unmittelbar gelten.

Unter Berücksichtigung der geringen Betriebszeiten (jährlich wenige Stunden Probebetrieb zur Überprüfung der Einsatzfähigkeit, weit unter 300 h/a) und einer Feuerungswärmeleistung von < 1 MW ist der resultierende Immissionsbeitrag durch das Notstromaggregat, als vernachlässigbar einzustufen. Die Emissionen bewegen sich auch in den Betriebsstunden typischerweise weit unter den jeweiligen Bagatellmassenströmen der Nr. 5.5 TA Luft.

Im Hinblick auf den Schutz der unmittelbaren Umgebung in den kurzen Betriebszeiten wird dennoch empfohlen, ein Mindestmaß an freier Abströmung unter Berücksichtigung benachbarter baulicher Strukturen sicherzustellen und bei der Detailplanung zu berücksichtigen. Anhaltspunkte hierfür liefert (ggf. mit Einschränkungen unter den Gesichtspunkten der Verhältnismäßigkeit) die VDI 3781 Bl. 4 (2017).

⁴ Standort derzeit geplant in GK-Zone 3 3533555, 5946707 (auf ganze Meter gerundet); UTM-Zone 32U 533466, 5944769 (auf ganze Meter gerundet).

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 westliche 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 [45] zurückgegriffen.

Diese gewährleistet nach den Ergebnissen der Qualifizierten Prüfung der Übertragbarkeit (QPR) [44] einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungs-klassenstatistik (AKS) nach TA Luft 2002 auf einen Standortbereich im Raum 21683 Stade die im Rahmen der verfügbaren Wetterinformationen⁵ 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 [45].

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.

⁵ Darunter befinden sich neben der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel die Stationen Bremervörde, Brunsbüttel, Itzehoe, Ruthenstrom und Störsperwerk.

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 10 und 11 sind die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und der Ausbreitungsklassen dargestellt:

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.

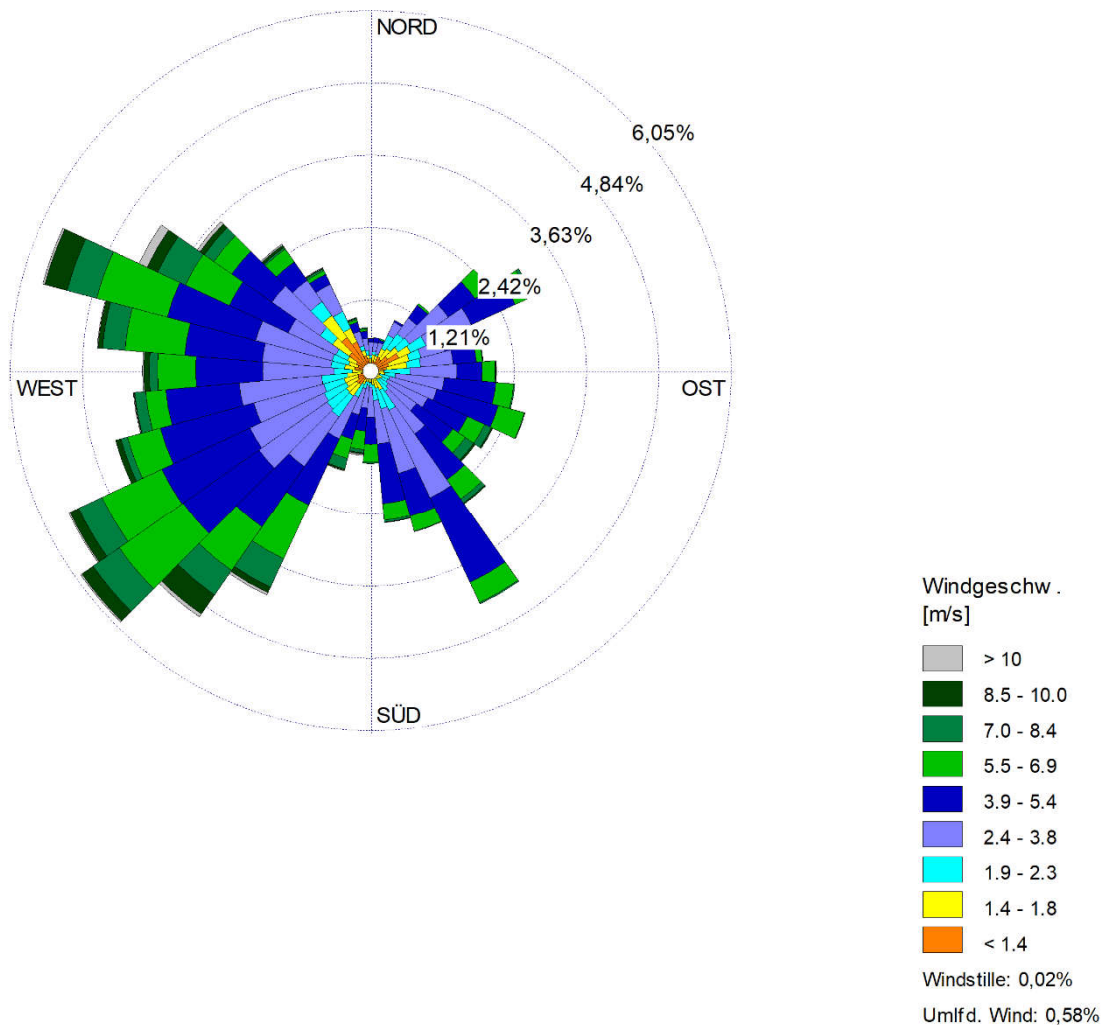


Abbildung 10. Relative Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten (%) je 10°-Sektoren (Quelle: Ausbreitungsklassenzeitreihe der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel für das Jahr 2012).

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.

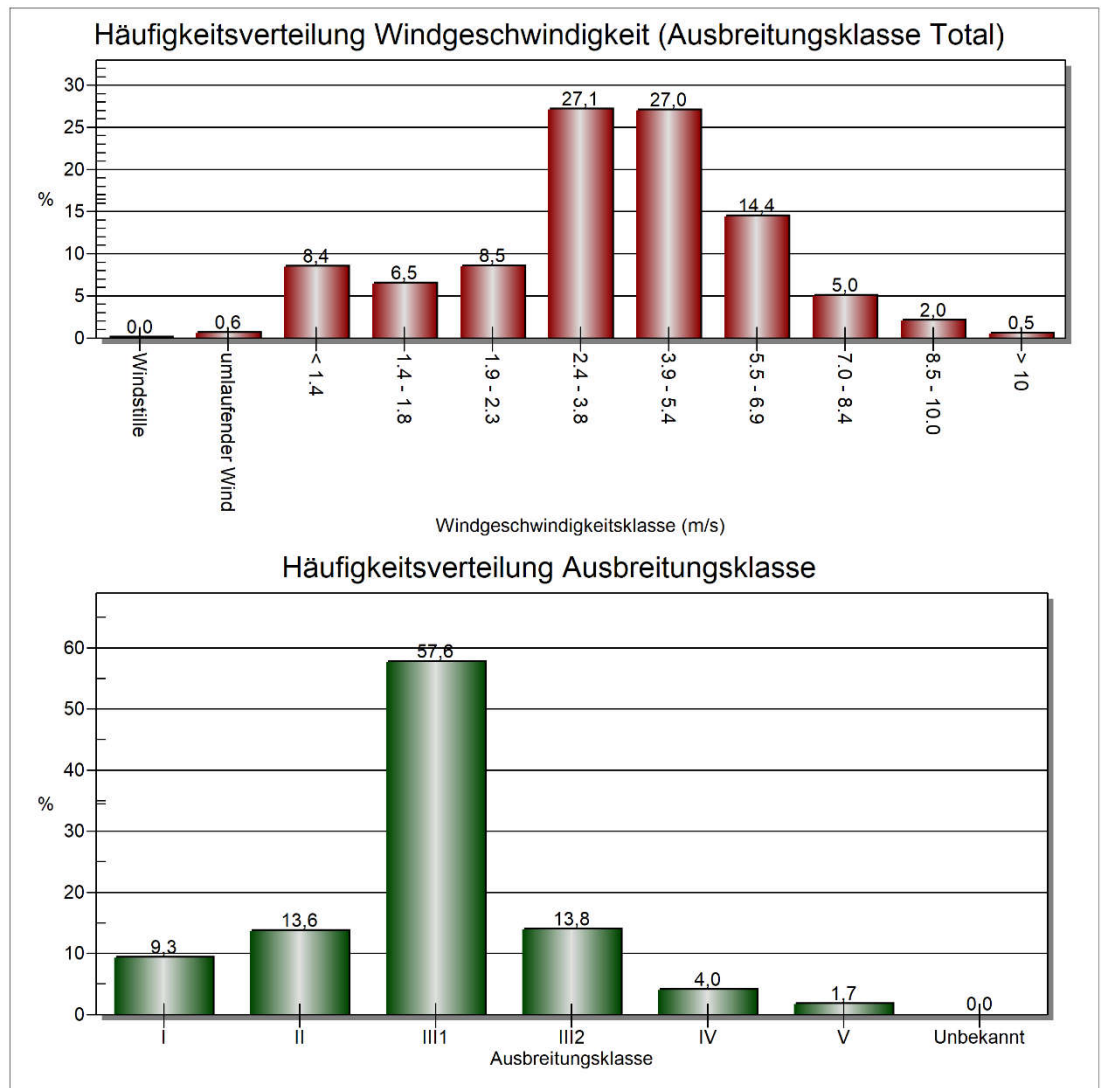


Abbildung 11. Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (oben) und Ausbreitungsklasse (unten), Hamburg Fuhlsbüttel (2012).

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 12):

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.

Zur Berücksichtigung der abströmungsrelevanten Gebäude in der Nähe der gefassten Quellen wurde ein 6-fach geschachteltes Rechengitter mit Gitterweiten von 8 m bis 256 m verwendet. Ort und Betrag der Immissionsmaxima und die Höhe der Zusatzbelastungen an den relevanten Immissionsorten können bei diesem Ansatz 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 wurde gemäß TA Luft für ein kreisförmiges Gebiet um den Schornstein festgelegt, dessen Radius das 15fache der Bauhöhe des Schornsteins⁶ beträgt.

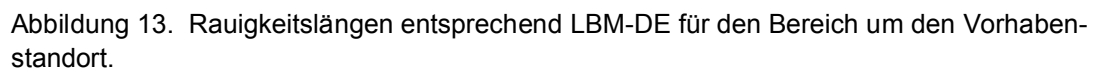
Im vorliegenden Fall werden die Schiffsemissionen über Schornsteine abgeführt, deren Position nicht statisch, sondern mobil und daher variabel ist. Hinzu kommen die Emissionen der vier Brennwärtekessel auf dem Betriebsgelände, für die bei einer Schornsteinhöhe von 25 m ein Umkreisradius von 375 m auszuwerten ist (siehe Abbildung 13).

Die Rauigkeitslänge wurde mit dem Modell AUSTAL für das Gesamtquellsystem automatisch auf der Basis von Gelände-nutzungsdaten 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 Gewässer-oberfläche 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 $d_0 = z_0 \times 6$.

⁶ $15 \times 120 \text{ m} = 1.800 \text{ m}$



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 5.2.5 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 (vgl. Lageplan) 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. 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 [32] - [34].

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 Kessel 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.

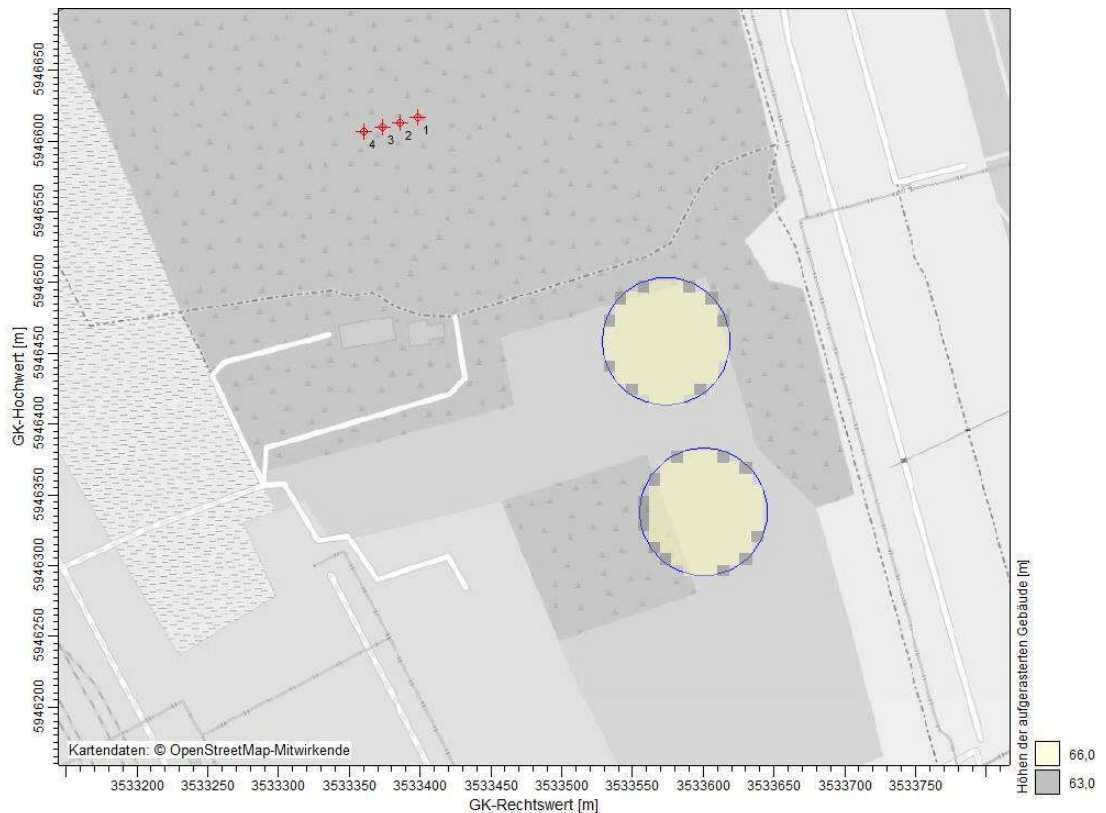


Abbildung 14. Modelltechnische Repräsentation der explizit berücksichtigten Gebäude (Aufrasterung).

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.

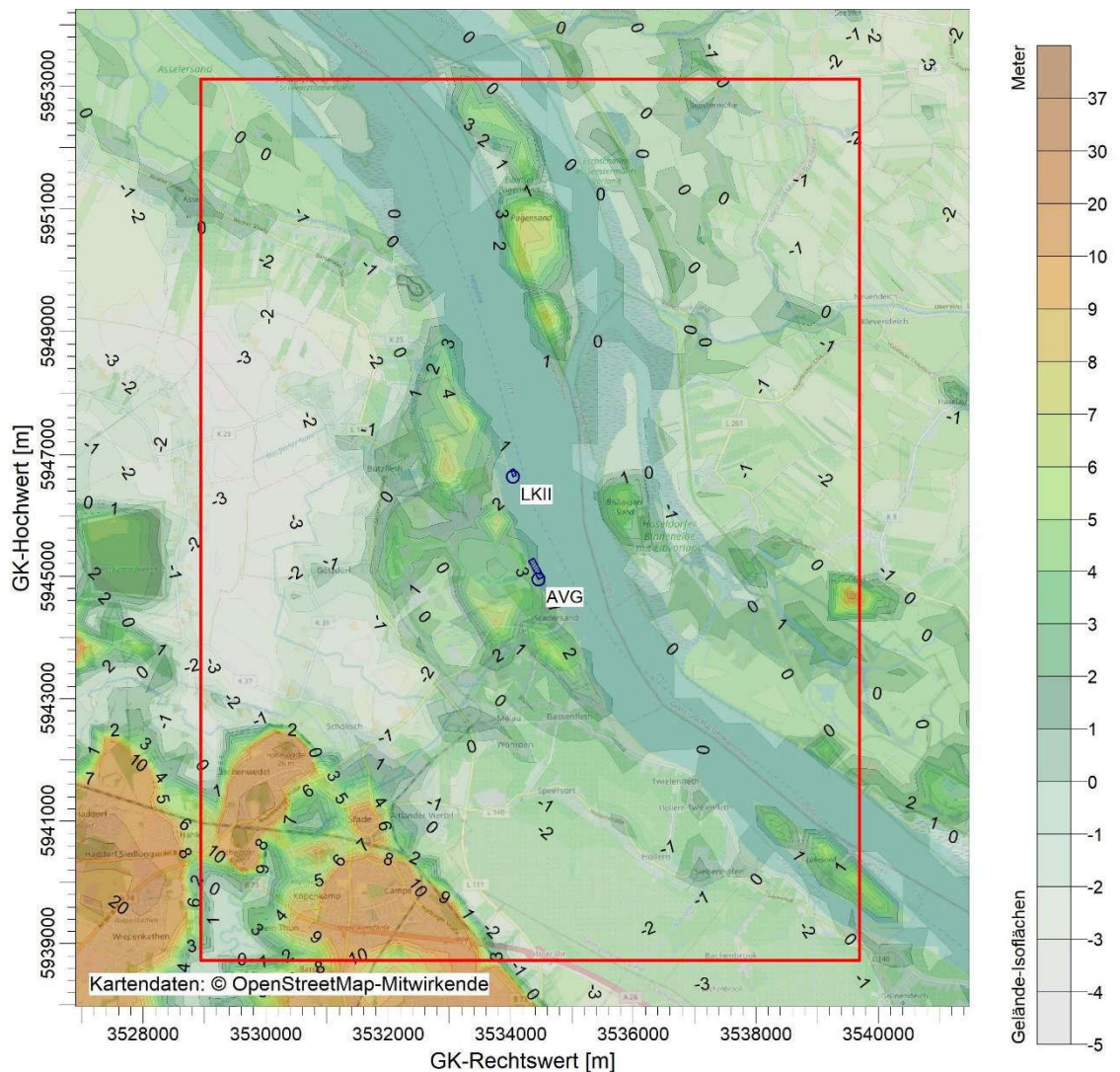


Abbildung 15. Gelände-Isoflächen im Umfeld des Rechengebiets (rotes Rechteck).

7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Es wurde mit dem Programm AUSTAL3.1.2 [47] gearbeitet, welches den Anforderungen der TA Luft (Anhang 2) sowie der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 [30] 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 außerhalb des Werksgeländes 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 [26] 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 Auswaschrates Λ wird wie folgt parametrisiert:

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

Es bedeuten:

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

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

Tabelle 25. Stoffspezifische Parametrisierungen des trockenen Depositions-, Sedimentations- und Auswaschverhaltens in der Ausbreitungsrechnung

Stoff	Auswasch- faktor λ in 1/s	Auswasch- exponent κ	Depositions- geschwindigkeit v_d in cm/s	Sedimentations- geschwindigkeit 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 $\text{keq N+S}/(\text{ha} \times \text{a})$) addiert den Säureeintrag ergeben.

8 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

8.1 Vorbemerkung zum Betrachtungsumgriff

Im Zuge der vorliegenden Immissionsprognose wurde die Gesamtzusatzbelastung durch den Betrieb des gesamten LNG-Terminals einschließlich der zugehörigen Schiffsverkehre betrachtet. Diese stellt zugleich auch die projektspezifische Zusatzbelastung dar.

Kumulative Wechselwirkungen mit den Immissionsbeiträgen weiterer, im erweiterten und umgebauten Südhafen zusätzlich zum aktuell zulässigen Stand anlegender und be-/entladener Schiffe, die jedoch nicht dem Betrieb des LNG-Terminals (sondern den Firmen DOW und Olin) zuzurechnen sind, werden im UVP-Bericht näher beleuchtet. Die hierzu erforderliche Gesamtimmisionsprognose für die kumulativen Antragsgegenstände des vorliegend betrachteten BImSchG-Antrags und des parallelen Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung des AVG und die Erweiterung und den Umbau des Südhafens sind dem Anhang dieses Gutachtens zu entnehmen.

8.2 Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.2 und 4.3

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

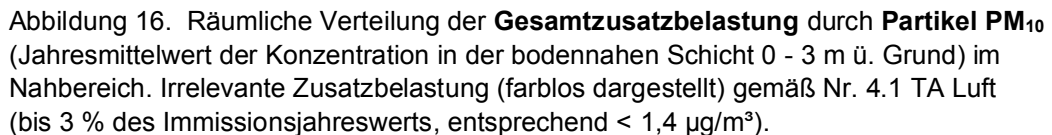
Nachfolgend wird der luftschadstoffgetragene Wirkungspfad hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit sowie des Schutzes vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag, gemäß den Nrn. 4.2.1 und 4.3.1 TA Luft, betrachtet.

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.



Selbst bei konservativer Gleichsetzung der Partikelfraktion $\text{PM}_{2,5}$ mit der Partikelfraktion PM_{10} (tatsächlich stellt $\text{PM}_{2,5}$ nur eine Teilfraktion dar) bewegt sich auch die die Gesamtzusatzbelastung durch Partikel $\text{PM}_{2,5}$ 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 Zusatzbelastung durch Partikel $\text{PM}_{2,5}$ ist somit ebenfalls irrelevant im Sinne der Nr. 4.1 TA Luft.

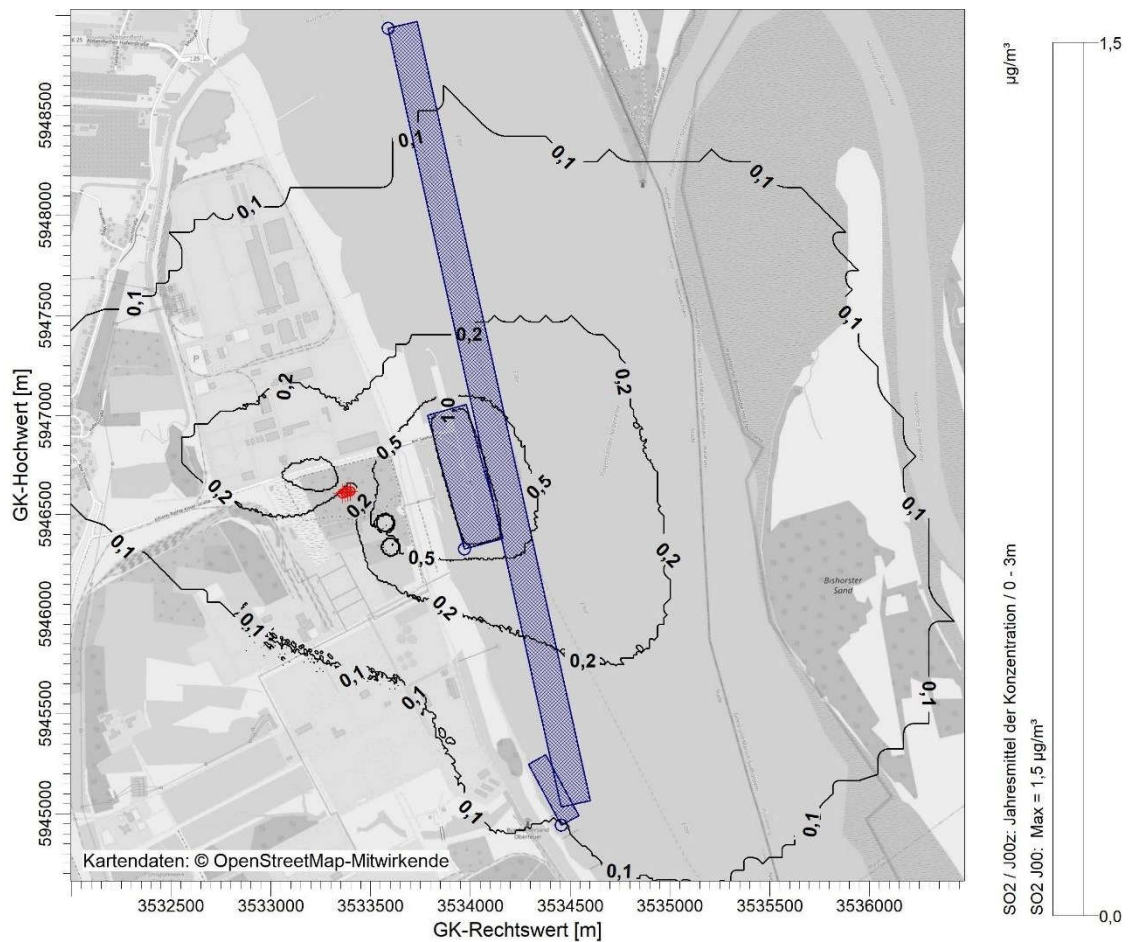


Abbildung 17. Räumliche Verteilung der **Gesamtzusatzbelastung** durch **Schwefeldioxid SO₂** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft: bis 1,7 µg/m³.

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).

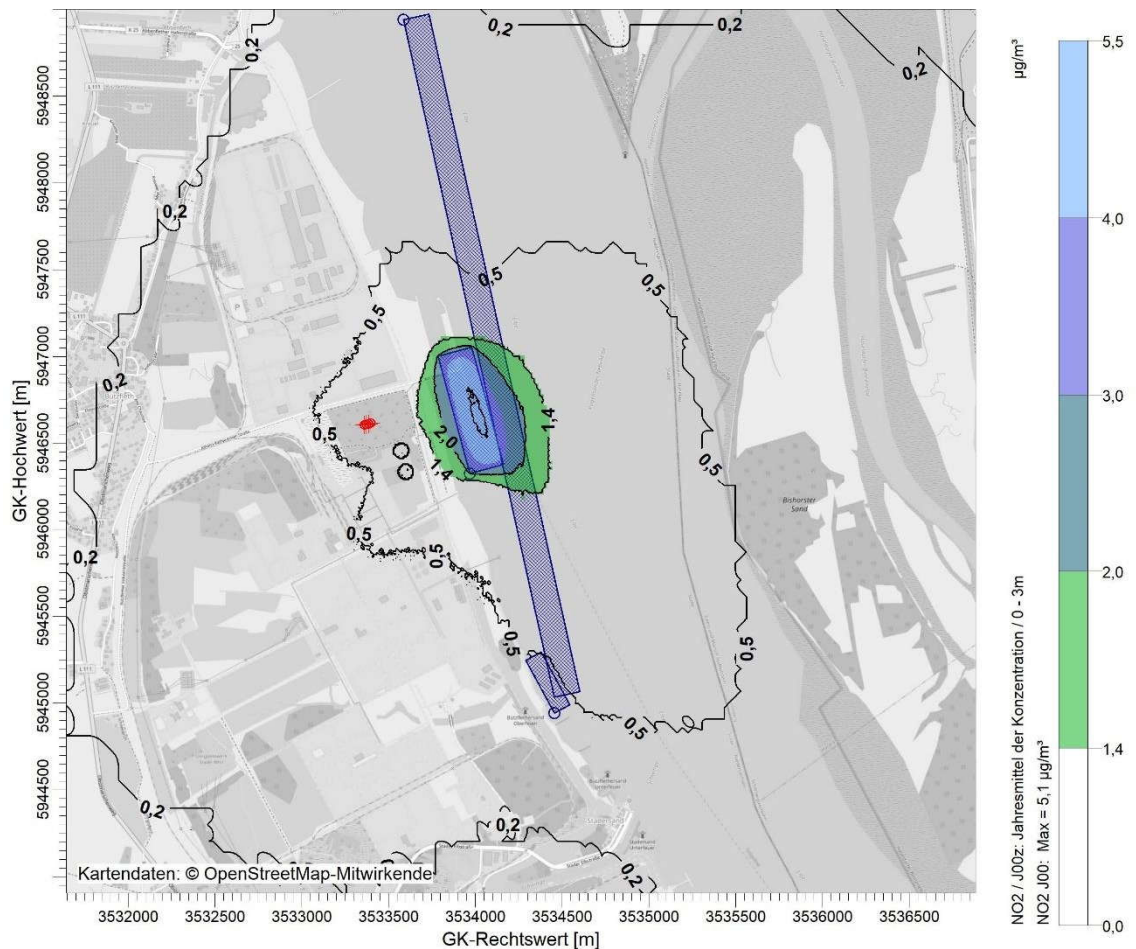


Abbildung 18. Räumliche Verteilung der **Gesamtzusatzbelastung** für **Stickstoffdioxid (NO₂)** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 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 Rechengbiet (selbst im Quellbereich) bei maximal 2 mg/(m² × d) und damit weit unter dem Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft (3 % des Immissionswerts von 0,35 g/(m² × d), entsprechend ca. 12,1 mg/(m² × 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 Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.5 und weiteren Beurteilungsgrundlagen

8.3.1 Gesamtzusatzbelastung Nickel und Vanadium

Im Folgenden werden die durch den Schiffsverkehr verursachten Gesamtzusatzbelastungen durch Nickel und Vanadium durch Schadstoffdeposition und durch die Konzentration in der Partikelfraktion PM₁₀ aufgeführt.

Die Werte in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich in der Deposition auf den am stärksten belasteten Bereich außerhalb des Betriebs- und Hafengeländes, hier Am Seehafen 2. Die maximale Immission durch Staubniederschlag liegt bei 0,2 mg/(m² × d), für die Konzentration PM₁₀ bei 0,5 µg/m³.

Tabelle 26. **Gesamtzusatzbelastung** durch Schadstoffdeposition und durch die Konzentration in der Partikelfraktion PM₁₀ durch **Nickel** und **Vanadium**. Nicht überschrittene Irrelevanzschwellen sind grün dargestellt.

	Deposition µg/(m ² × d)		Konzentration ng/m ³	
	Nickel	Vanadium	Nickel	Vanadium
Immissionswert/ Zielwert	15	410	20	20
Irrelevanzkriterium (Anteil IW/Zielwert)	5 %	5 %	3 %	3 %
Berechnete Gesamtzusatzbelastung bei Ni-Gehalt von 2,1 mg/kg Brennstoff und Vanadium-Gehalt von 16,1 mg/kg	0,07	0,6	0,2	1,4
	0,5 %	0,1 %	1,2 %	7,0 %

Für Vanadium ergibt sich in der partikelgebundenen Konzentration eine Überschreitung des Irrelevanzkriteriums von ≥ 3 %. Es folgt eine Betrachtung der Vor- und Gesamtbelastung durch Vanadium.

Für Vanadium in der Deposition sowie Nickel in der Konzentration und Deposition stellen sich dagegen irrelevante Gesamtzusatzbelastungen ein, so dass für diese eine weiterführende Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist.

8.3.2 Vor- und Gesamtbelastung Vanadium (Konzentration)

Im Rahmen der lufthygienischen Überwachung durch das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim in Niedersachsen erfolgt keine reguläre Messung der Vanadium-Konzentrationen in der Partikelfraktion PM₁₀.

Nach VDI 2267 Blatt 3 (2015) [24] bewegt sich die Massenkonzentration von Vanadium in der Partikelfraktion PM₁₀ je nach Gebietscharakteristik typischerweise in den folgend angegebenen Wertebereichen:

Tabelle 27. Typische Massenkonzentrationsbereiche gemäß VDI 2267 Blatt 3 [24] von Vanadium als Bestandteil der Partikelfraktion PM₁₀.

Stoff	Ländliches Gebiet ng/m ³	Städtisches Gebiet ng/m ³
Vanadium	1 bis 5	1 bis 5

Die Vorbelastung wird von diesem Hintergrund konservativ mit ≤ 5 ng/m³ abgeschätzt.

Um diesen Schätzwert bewegten sich auch die in 2007/2008 im Rahmen der Vorbelastungsmessungen für das Vorhaben der E.ON Kraftwerke GmbH in Stadersand erhobenen Messwerte (Jahresmittelwerte zwischen 3,2 und 5,5 ng/m³, zitiert in [51]).

Unter Berücksichtigung der o. g. Vorbelastung durch Vanadium ergibt sich die nachfolgende Gesamtbelastung:

Tabelle 28. Kenngröße der **Immissions-Jahresvorbelastung** (IJV), Kenngröße der **Immissions-Jahresgesamtzusatzbelastung** (IJGZ) und resultierende **Gesamtbelastung** (IJG) für Vanadium (partikelgebundene **Konzentration**).

Orientierungswert	Vorbelastung	Gesamtzusatzbelastung	Gesamtbelastung
IW ng/m ³	IJV ng/m ³	IJGZ ng/m ³	IJG ng/m ³
20	≤ 5	1,4	6,4

Die Gesamtbelastung durch Vanadium in der partikelgebundene Konzentration unterschreitet den Orientierungswert von 20 ng/m³ bei weitem. In diesem Sinne ist davon auszugehen, dass der Schutz vor Gesundheitsgefährdungen durch die partikelgebundene Konzentration an Vanadium sichergestellt ist.

8.4 Stickstoff- und Säurestoffeinträge in umliegende FFH-Gebiete

Im Folgenden werden die berechneten Gesamtzusatzbelastungen durch die Depositionen an Stickstoff und säurebildenden Luftschadstoffe aufgrund des Betriebs des LNG-Terminals einschl. des mit diesem verbundenen Schiffsverkehr dargestellt. Da es sich um ein neu geplantes Vorhaben handelt, entsprechen die Gesamtzusatzbelastungen den im Hinblick auf die umliegenden FFH-Gebiete nach Anhang 8 der TA Luft zu beurteilenden Zusatzbelastungen.

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.

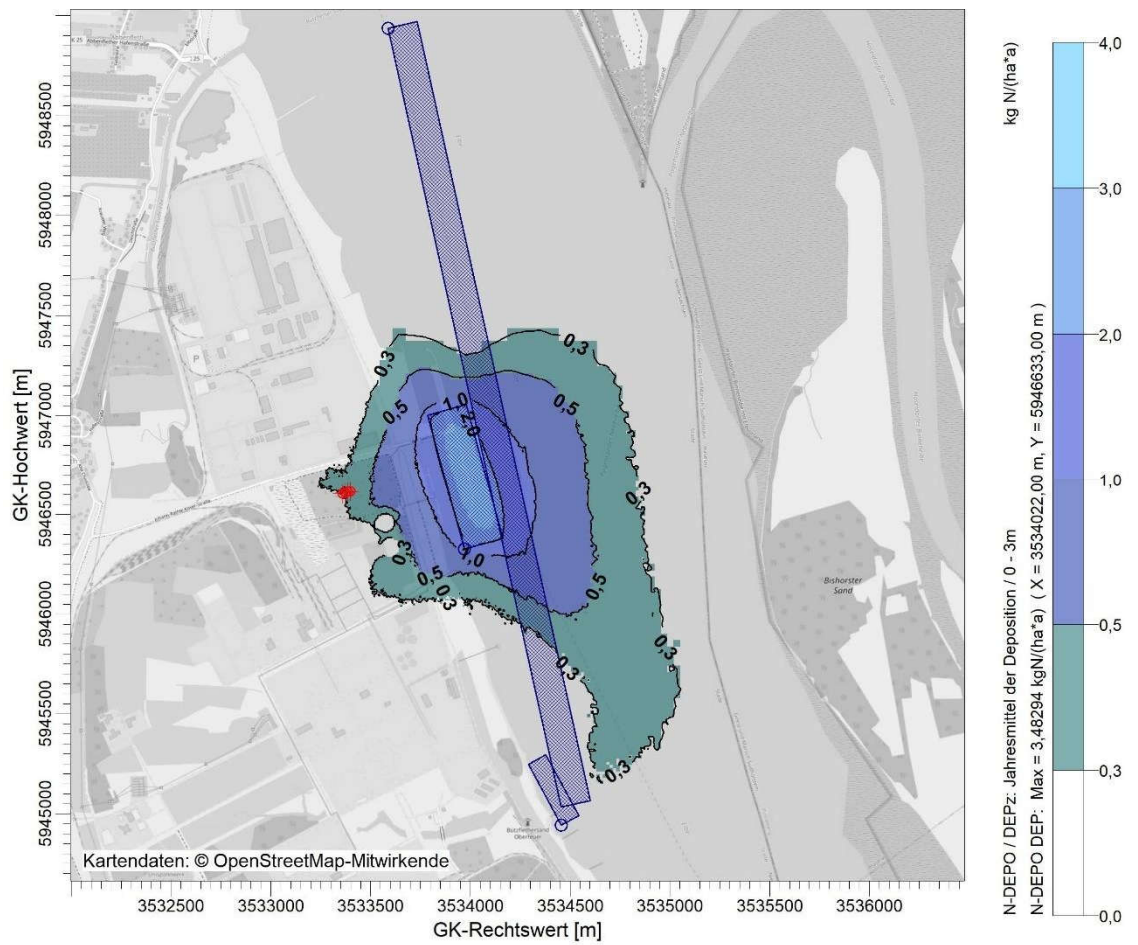


Abbildung 19. Projektspezifischer Einwirkbereich (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als $0,3 \text{ kg Stickstoff}/(\text{ha} \times \text{a})$ beträgt. Im Einwirkbereich befinden sich keine **terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

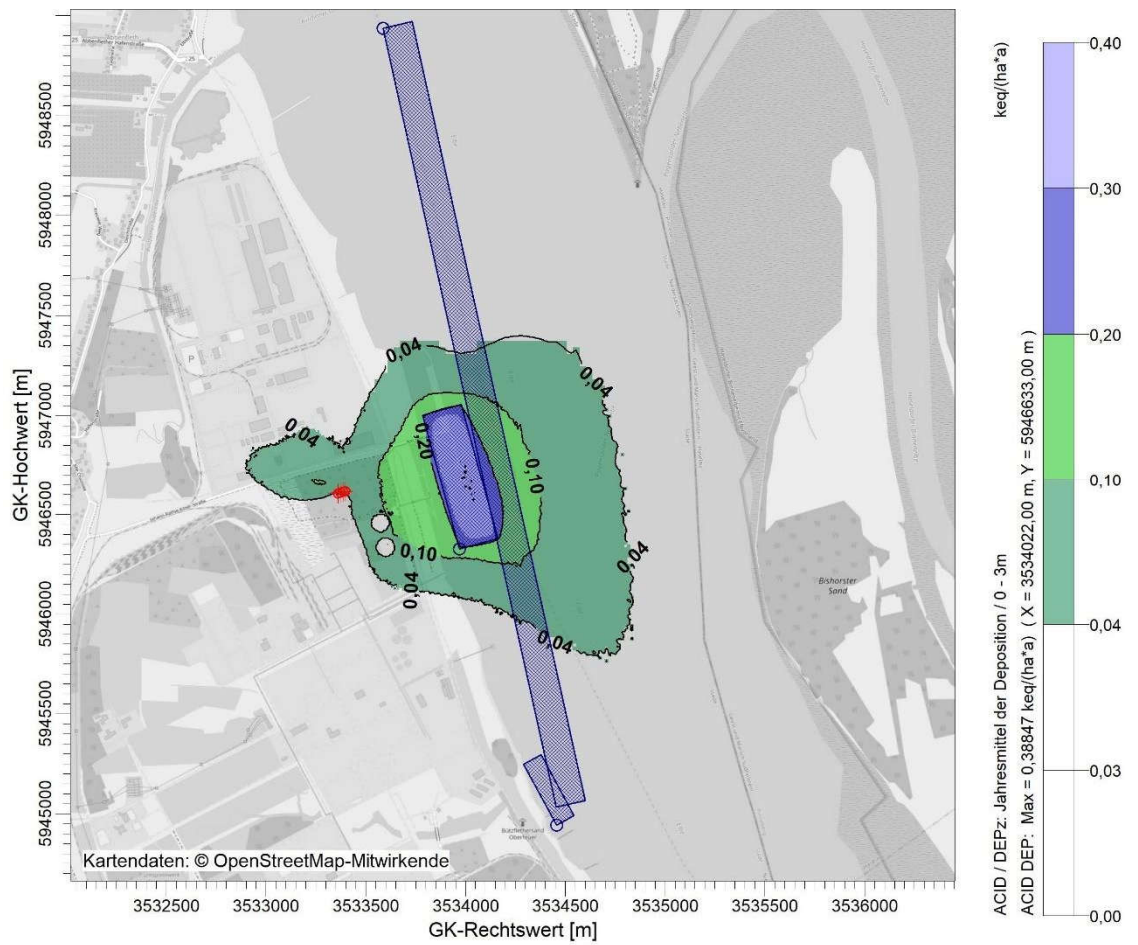


Abbildung 20. Projektspezifischer Einwirkbereich (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als 0,04 keq Säureäquivalente/(ha × a) beträgt. Im Einwirkbereich befinden sich **keine terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

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 Emissionshöchstmengen 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).

Zielwerte

- [7] LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz, September 2004.
- [8] LAI (1997): Bewertung von Vanadium-Immissionen, LAI-Schriftenreihe, Band 19, Länderausschuss für Immissionsschutz, April 1997.

Beurteilung Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete

- [9] 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

- [10] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.1, entwickelt durch Infrac AG, Bern, 30.01.2010.
- [11] Umweltbundesamt, Seeschiffe – Luftschadstoffe und Energieeffizienz, abgerufen am 22.07.2022 unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/seeschiffe-luftschadstoffe-energieeffizienz#luftverunreinigung-durch-seeschiffe>
- [12] European Environment Agency: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, Shipping activities <https://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4/B842vs3.4.pdf/view>
- [13] Gauss GmbH: Quantifizierung von gasförmigen Emissionen durch Maschinenanlagen der Seeschifffahrt an der deutschen Küste, Bremen 2008.
- [14] 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
- [15] Cooper, D.A.: Exhaust emissions from ships at berth, Atmospheric Environment 37 (2003) 3817-3830.
- [16] Entec UK Ltd. (2002): Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, European Commission, Final Report.
- [17] Entec UK Ltd. (2005): Service contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market based Instruments, Final Report.
- [18] 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.
- [19] Lloyd's Register (1999): Marine Exhaust Emissions Quantification Study – Mediterranean Sea, Report 99/EE/7044, Lloyd's Register Environmental Engineering Department, London, UK.
- [20] 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.
- [21] Swedish Methodology for Environmental Data, SMED: Methodology for calculating emissions from ships: 1. Update of emission factors, 2004.
- [22] Umweltbundesamt, Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU), Merkblatt über beste verfügbare Techniken für Großfeuerungsanlagen, Juli 2006.
- [23] European Commission, Best Available Techniques (BAT), Reference Document for Large Combustion Plants, Industrial Emissions Directive, 2010/75/EU, (Integrated Pollution Prevention and Control), 2017.

Vorbelastung

- [24] VDI 2267 Blatt 3: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Aufschlussvarianten für Staubproben zur anschließenden Bestimmung der Massenkonzentration von Al, Sb, As, Pb, Cd, Ca, Cr, Co, Fe, K, Cu, Mg, Mn, Na, Ni, Se, V und Zn. 2015-03.
- [25] Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen, Jahresberichte 2016-2021, Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe – ZUS LLG, abgerufen am 22.06.2022 unter https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitaet/luftthygienische_uberwachung_niedersachsen/berichte/jahresberichte/bewertung-der-luftqualitaet-2018-9127.html

Methodische Grundlagen Ausbreitungsrechnung

- [26] VDI 3782 Blatt 1: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahrenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen. 2016-01.
- [27] VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre – Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, 1985-06.
- [28] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.
- [29] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [30] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [31] U. Janicke: Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Berichte zur Umweltphysik Nr. 10, 2019, ISSN 1439-8303.
- [32] 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.
- [33] 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).
- [34] ArguSoft GmbH (2009): 3. AustalView Anwender-Workshop. 21. und 22. September 2009 in Köln.

Weitere Gutachten und Planunterlagen der Vorhabenträgerin

- [35] Angaben FICHTNER GmbH & Co. KG via Mail vom 11.06.2021, 15:04 Uhr.
- [36] Angaben Hanseatic Energy Hub via Mail vom 07.06.2021, 14:22 Uhr.
- [37] HEH, LNG-Terminal Stade, Anlagenbeschreibung, Stand 21.04.2021.
- [38] HEH, LNG-Terminal Stade, Anlagenbeschreibung, Stand 22.09.2022.
- [39] Lageplan mit Nummerierung der baulichen Anlagen, Zeichnungsnummer HEHFIS-ADW-014014-0002, Index 10, Maßstab 1:2000, mit Datum der Revision vom 26.07.22, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [40] Genehmigung Bauvorlage, Grundriss, Schnitte und Ansichten, Dokumentennummer: HEHFIS-ADW-014014-0020, Maßstab 1:00, Index 00, Datum vom 09.08.2022, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [41] HEH, LNG-Terminal Stade, Übersichtsplan, Dokumentnummer: HEHFSM-GWG-014014-0130, Maßstab 1:1000, Index: 0, Stand 09.03.2022.
- [42] Zusammenstellung aller Emissionsprognosen für Gutachten, Client document No.: HEHFIS-RPT-007014-0018, Rev. No. 7, mit Datum vom 07.10.202, FICHTNER GmbH & Co. KG.
- [43] Müller-BBM Bericht M151749/01 vom 10.11.2022, Errichtung und Betrieb eines LNG-Terminals am Standort Stade, Schornsteinhöhenbestimmung nach Nr. 5.5 TA Luft 2021.

Meteorologische Eingangsdaten

- [44] 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.
- [45] Zeitreihe AKTerm der Station 1975 Hamburg-Fuhlsbüttel für das repräsentative Jahr 2012.
- [46] Müller-BBM Bericht M164593/01 vom 14.06.2021, Ermittlung des repräsentativen Jahres der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel im Bezugszeitraum 2011-2020.

Verwendete Modelle und Software

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

Weitere Daten zu Standort und Umgebung

- [50] Shape-Dateien Natura 2000-Gebiete in Niedersachsen; Download vom Kartenserver des Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, bezogen über <http://www.umwelt.niedersachsen.de/>
- [51] [Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH, Errichtung eines Industriekraftwerks und eines Schiffsanlegers – Immissionsprognose für Luftschadstoffe im Zusammenhang mit der Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans Nr. 603 – Müller-BBM Bericht Nr. M89238/02 vom 30. Oktober 2012.](#)

Anhang A

AUSTAL.log-Datei der Ausbreitungsrechnung zur Bestimmung der Gesamtzusatzbelastung

\\S-muc-fs01\allefirmen\MIProj\151\MI151749\MI151749_02_Ber_3D.DOCX:18. 11. 2022

2022-11-04 13:37:05 -----
 TalServer:C:\Austal\P4_30201_2022-11-04_gth_m151749_r24_46MW

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/P4_30201_2022-11-04_gth_m151749_r24_46MW

Erstellungsdatum des Programms: 2021-08-09 08:20:41
 Das Programm läuft auf dem Rechner "S-AUSTAL04".

```
===== 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     14.20    14.20    14.20    14.20    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   0.0302   ?        ?        ?        ?        0.00092  0.0148   0.0153   0.0178
> no 0.390     0.505   ?        ?        ?        ?        0.0154   0.248   0.255   0.298
> no2 0.0664   0.0861   ?        ?        ?        ?        0.00262  0.0423   0.0435   0.0507
> nox 0.664    0.861   ?        ?        ?        ?        0.0262   0.423   0.435   0.507
> pm-1 0.0175   0.0559   0        0        0        0        0.00069  0.0200   0.0267   0.0312
> pm-2 0.0175   0.0559   0        0        0        0        0.00069  0.0200   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 hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.

Die maximale Gebäudehöhe beträgt 64.5 m.

Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/P4_30201_2022-11-04_gth_m151749_r24_46MW/zeitreihe.dmna" wird verwendet.

Es wird die Anemometerhöhe ha=16.3 m verwendet.

Die Angabe "az Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae

Prüfsumme TALDIA abbd92e1

Prüfsumme SETTINGS d0929e1c

Prüfsumme SERIES 7ffa26db

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	: 4.5315 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 412 m, y= 156 m (1:142,158)
SO2	DRY	: 4.4901 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 412 m, y= 156 m (1:142,158)
SO2	WET	: 1.0371 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO2	DEP	: 4.9777 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO2	DRY	: 4.9774 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO2	WET	: 0.0009 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO	DEP	: 4.2088 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO	DRY	: 4.2088 kg/(ha*a) (+/- 0.9%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
PM	DEP	: 0.0020 g/(m²*d) (+/- 0.8%) bei x= 364 m, y= 220 m (1:136,166)
PM	DRY	: 0.0020 g/(m²*d) (+/- 0.8%) bei x= 396 m, y= 172 m (1:140,160)
PM	WET	: 0.0001 g/(m²*d) (+/- 0.5%) bei x= 364 m, y= 236 m (1:136,168)

=====

Maximalwerte, Konzentration bei z=1.5 m

=====

SO2	J00	: 1.5 µg/m³ (+/- 0.6%) bei x= 452 m, y= -4 m (1:147,138)
SO2	T03	: 21 µg/m³ (+/- 4.6%) bei x= -316 m, y= 4 m (1: 51,139)
SO2	T00	: 26 µg/m³ (+/- 3.9%) bei x= -260 m, y= 52 m (1: 58,145)
SO2	S24	: 32 µg/m³ (+/- 13.4%) bei x= -308 m, y= 12 m (1: 52,140)
SO2	S00	: 64 µg/m³ (+/- 27.0%) bei x= 540 m, y= -444 m (1:158, 83)
NOX	J00	: 46.0 µg/m³ (+/- 0.6%) bei x= 452 m, y= 52 m (1:147,145)
NO2	J00	: 5.1 µg/m³ (+/- 0.6%) bei x= 436 m, y= 12 m (1:145,140)
NO2	S18	: 78 µg/m³ (+/- 25.6%) bei x= 572 m, y= -300 m (1:162,101)
NO2	S00	: 188 µg/m³ (+/- 22.0%) bei x= 460 m, y= -684 m (1:148, 53)

PM J00 : 4.8 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 412 m, y= 132 m (1:142,155)
 PM T35 : 9.3 µg/m³ (+/- 9.0%) bei x= 460 m, y= -4 m (1:148,138)
 PM T00 : 24.8 µg/m³ (+/- 6.3%) bei x= 572 m, y= -244 m (1:162,108)

=====

Anhang B

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

\\S-muc-fs01\allefirmen\MI\Proj\151\MI151749\MI151749_02_Ber_3D.DOCX:18. 11. 2022

1 Emissionen

Die Emissions- und weiteren Modellansätze in diesem Szenario entsprechen den im vorliegenden Bericht dokumentierten Werten für das verfahrensgegenständliche LNG-Terminal.

Es wurden darüber hinaus am LK II zusätzlich 193, in Größe, Motorisierung, Manöververhalten (einschl. Schlepperbetrieb), Entladezeit und Emissionen mit den im Bericht dokumentierten größeren LNG-Tankschiffen vergleichbare Tankschiffe zur Anlieferung von verflüssigten Gasen wie Ethylen und Propylen berücksichtigt.

Mit diesen erhöhen sich die Gesamtemissionen der Schiffe am AVG-Anleger und im Bereich der Südhafenerweiterung wie folgt:

Tabelle 29. 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

Unter Berücksichtigung einer jährlichen Emission von 4.265 kg/a SO₂ durch den Schiffsverkehr (vgl. vorangegangene Tabelle) errechnen sich folgende Emissionen für Nickel und Vanadium:

Tabelle 30. Emission (kg/a und kg/h) der Schwermetalle Nickel und Vanadium proportional zum Schwefelanteil [22] im Kraftstoff unter Berücksichtigung der jährlichen Emission an SO₂.

		Anteil Schwefel im Treibstoff		
		Hoch 2,2 Gew.-%	Mittel 0,96 Gew.-%	Niedrig 0,50 Gew.-%
Nickel	kg/a	4,0	4,4	4,3
	kg/h	0,0005	0,0005	0,0005
Vanadium	kg/a	33,9	34,4	29,9
	kg/h	0,0039	0,0039	0,0034

Die berechneten Zusatzbelastungen in Summe beider Vorhaben werden nachfolgend dargestellt.

2 Ergebnisse

2.1 Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft

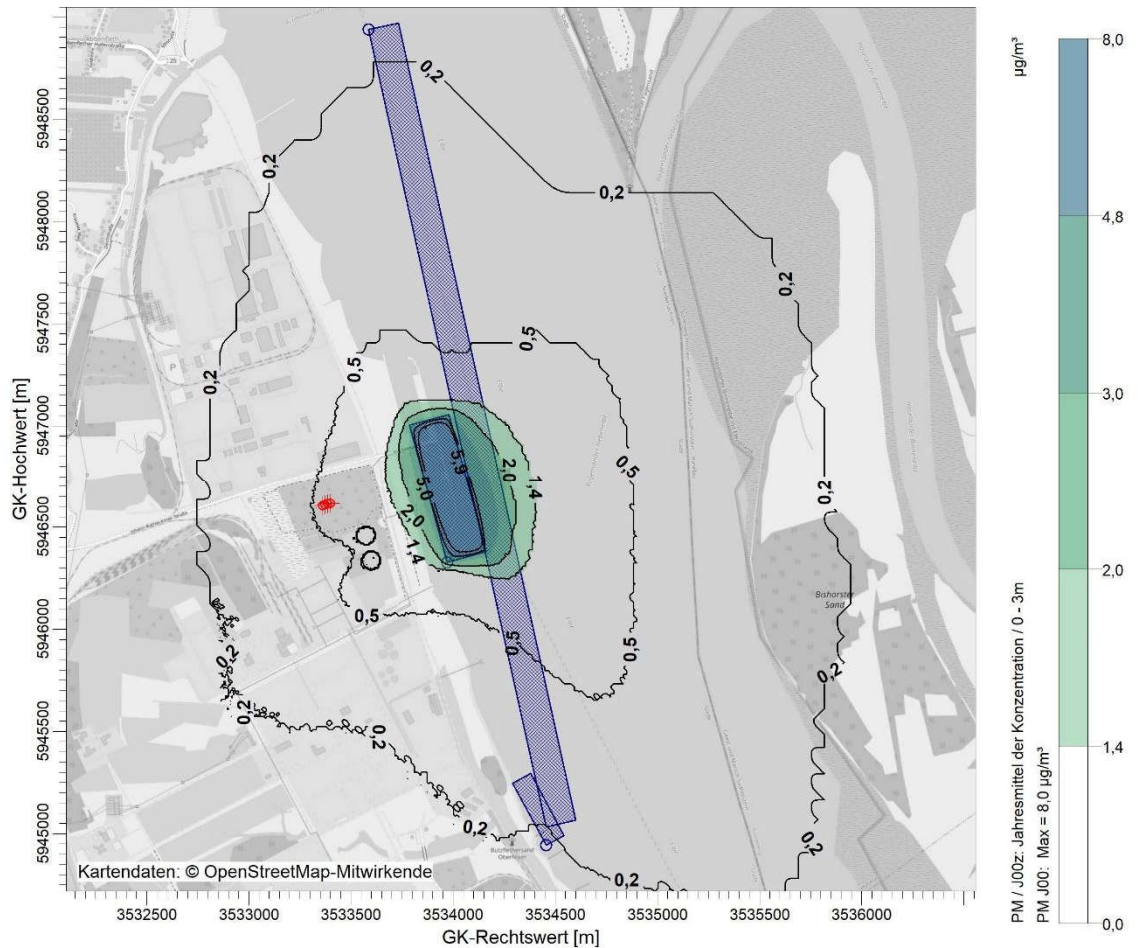
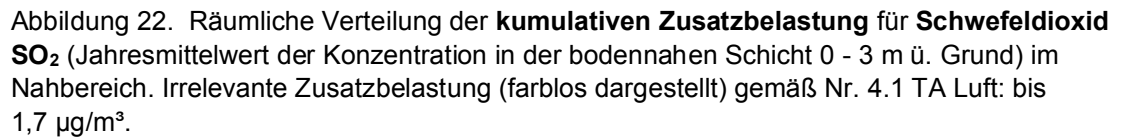


Abbildung 21. Räumliche Verteilung der **kumulativen Zusatzbelastung** für **Partikel PM₁₀** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, entsprechend < 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 PM₁₀ (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 Vorhabensbereichs) unter 0,8 µg/m³ 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.



M151749/02 Version 3 KTN/GTH
10. November 2022

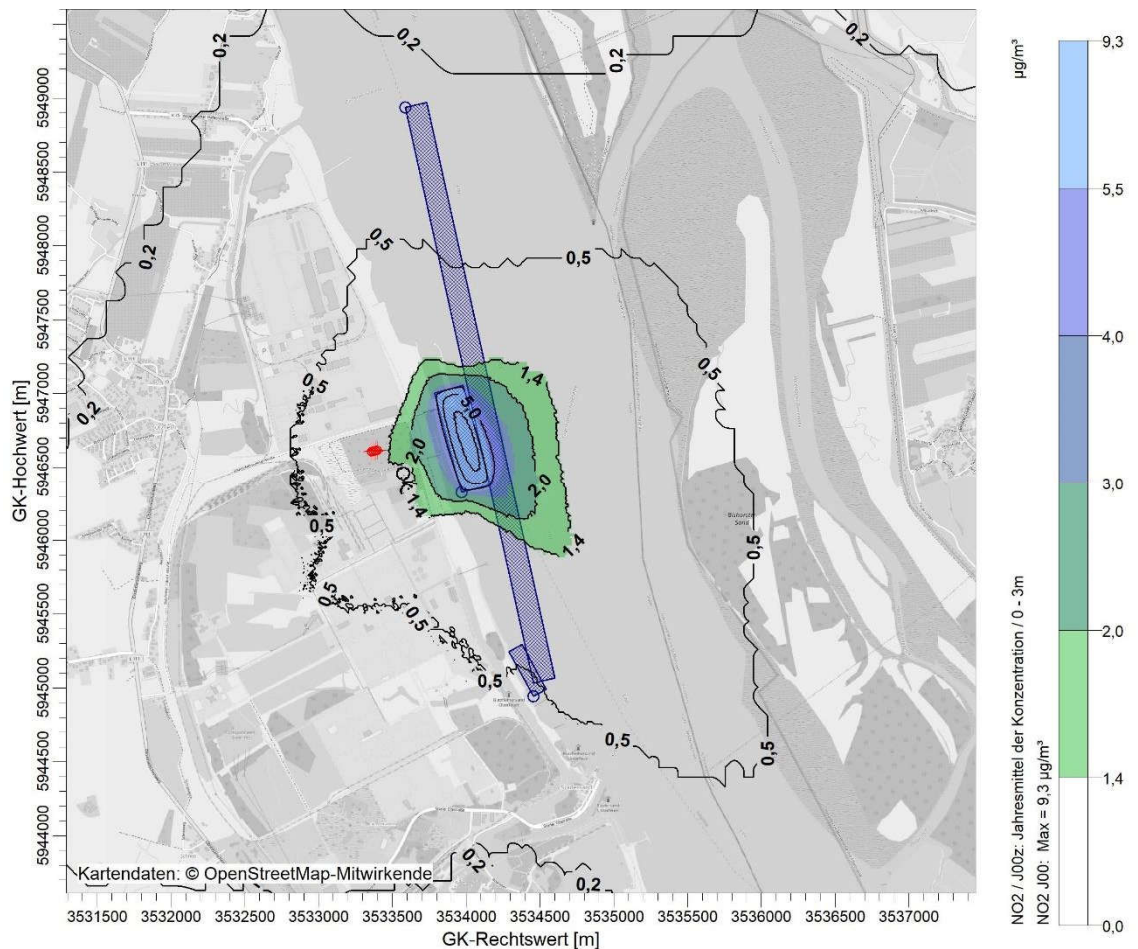


Abbildung 23. Räumliche Verteilung der **kumulativen Zusatzbelastung** für **Stickstoffdioxid (NO₂)** (Jahresmittelwert der Konzentration in der bodennahen Schicht 0 - 3 m ü. Grund) im Nahbereich. Irrelevante Zusatzbelastung (farblos dargestellt) gemäß Nr. 4.1 TA Luft (bis 3 % des Immissionsjahreswerts, 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 Rechengbiet (selbst im Quellbereich) bei maximal 3 mg/(m² × d) und damit weit unter dem Irrelevanzkriterium der Nr. 4.1 TA Luft (3 % des Immissionswerts von 0,35 g/(m² × d), entsprechend ca. 12,1 mg/(m² × 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.

2.2 Schadstoffe mit Immissionswerten in der TA Luft Nr. 4.5 und weiteren Beurteilungsgrundlagen

2.2.1 Kumulative Gesamtzusatzbelastung Nickel und Vanadium

Im Folgenden werden, die durch den Schiffsverkehr verursachten, kumulativen Zusatzbelastungen durch Nickel und Vanadium durch Schadstoffdeposition und durch die Konzentration in der Partikelfraktion PM₁₀ aufgeführt.

Die Werte in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich in der Deposition auf den am stärksten belasteten Bereich außerhalb des Betriebs- und Hafengeländes, hier Am Seehafen 2. Die maximale Immission durch Staubbiederschlag liegt bei 0,3 mg/(m² × d), für die Konzentration PM₁₀ bei < 0,8 µg/m³.

Tabelle 31. **Kumulative Zusatzbelastungen** durch Schadstoffdeposition und durch die Konzentration in der Partikelfraktion PM₁₀ durch **Nickel** und **Vanadium**. Nicht überschrittene Irrelevanzschwellen sind grün dargestellt.

	Deposition µg/(m ² × d)		Konzentration ng/m ³	
	Nickel	Vanadium	Nickel	Vanadium
Immissionswert/ Zielwert	15	410	20	20
Irrelevanzkriterium (Anteil IW/Zielwert)	5 %	5 %	3 %	3 %
Berechnete kumulative Zusatzbelastung bei Ni-Gehalt von 2,1 mg/kg Brennstoff und Vanadium- Gehalt von 16,1 mg/kg	0,1 0,7 %	0,8 0,2 %	0,3 1,9 %	2,2 11,1 %

Für Vanadium ergibt sich in der partikelgebundenen Konzentration eine Überschreitung des Irrelevanzkriteriums von 3 %. Es folgt eine Betrachtung der Vor- und Gesamtbelastung durch Vanadium.

Für Vanadium in der Deposition sowie Nickel in der Konzentration und Deposition stellen sich dagegen irrelevante Gesamtzusatzbelastungen ein, so dass für diese eine weiterführende Ermittlung von Immissionskenngrößen nicht erforderlich ist.

2.2.2 Vor- und Gesamtbelastung Vanadium (Konzentration)

Im Rahmen der lufthygienischen Überwachung durch das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim in Niedersachsen erfolgt keine reguläre Messung der Vanadium-Konzentrationen in der Partikelfraktion PM₁₀.

Nach VDI 2267 Blatt 3 (2015) [24] bewegt sich die Massenkonzentration von Vanadium in der Partikelfraktion PM₁₀ je nach Gebietscharakteristik typischerweise in den folgend angegebenen Wertebereichen:

Tabelle 32. Typische Massenkonzentrationsbereiche gemäß VDI 2267 Blatt 3 [24] von Vanadium als Bestandteil der Partikelfraktion PM₁₀.

Stoff	Ländliches Gebiet ng/m ³	Städtisches Gebiet ng/m ³
Vanadium	1 bis 5	1 bis 5

Die Vorbelastung wird von diesem Hintergrund konservativ mit ≤ 5 ng/m³ abgeschätzt.

Um diesen Schätzwert bewegten sich auch die in 2007/2008 im Rahmen der Vorbelastungsmessungen für das Vorhaben der E.ON Kraftwerke GmbH in Stadersand erhobenen Messwerte (Jahresmittelwerte zwischen 3,2 und 5,5 ng/m³, zitiert in [51]).

Unter Berücksichtigung der o. g. Vorbelastung durch Vanadium ergibt sich die nachfolgende Gesamtbelastung:

Tabelle 33. Kenngröße der **Immissions-Jahresvorbelastung** (IJV), Kenngröße der kumulativen **Immissions-Jahresgesamtzusatzbelastung** (IJGZ) und resultierende **Gesamtbelastung** (IJG) für Vanadium (partikelgebundene **Konzentration**).

Zielwert ZW	Vorbelastung IJV	kumulative Zusatzbelastung IJGZ	Gesamtbelastung IJG
ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
20	≤ 5	2,2	7,2

Die Gesamtbelastung durch Vanadium in der partikelgebundene Konzentration unterschreitet den Zielwert von 20 ng/m³ bei weitem.

In diesem Sinne ist davon auszugehen, dass der Schutz vor Gesundheitsgefährdungen durch die partikelgebundene Konzentration an Vanadium sichergestellt ist.

2.3 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.

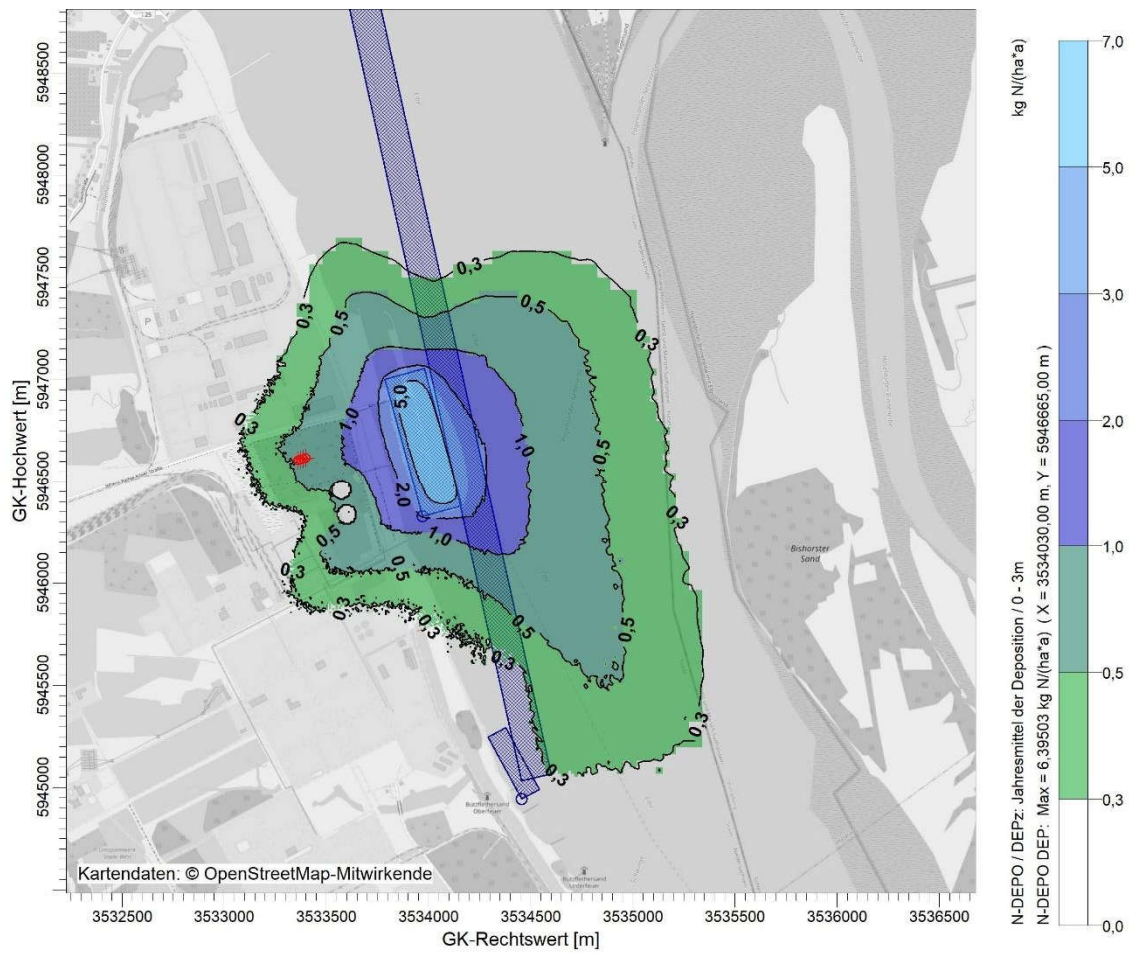


Abbildung 24. Kumulativer Einwirkungsbereich der Vorhaben (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als $0,3 \text{ kg}_{\text{Stickstoff}}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ beträgt. Im Einwirkungsbereich befinden sich keine **terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

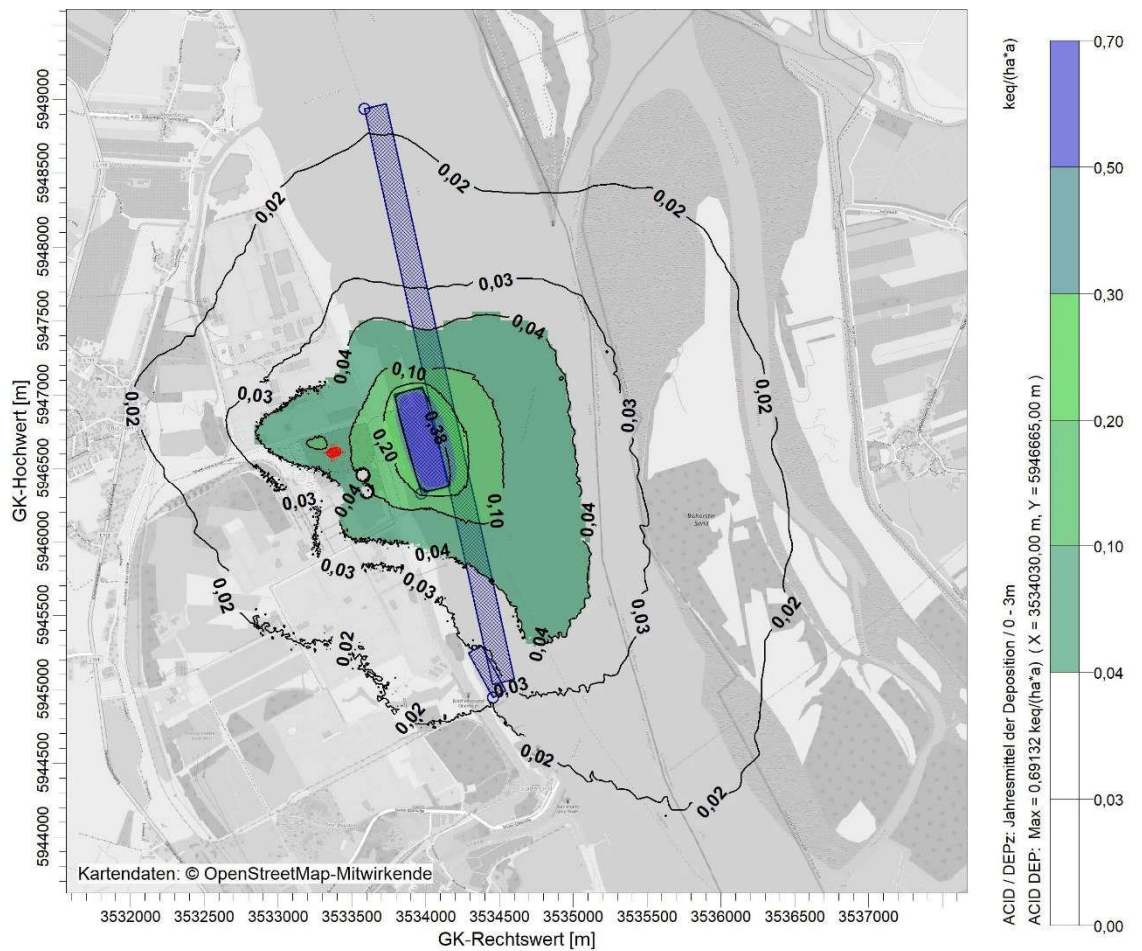


Abbildung 25. Kumulativer Einwirkbereich beider Vorhaben (farbig hinterlegt), in dem die Zusatzbelastung mehr als 0,04 keq Säureäquivalente/(ha * a) beträgt. Im Einwirkbereich befinden sich **keine terrestrischen Bereiche** von FFH- oder EU-Vogelschutzgebieten.

AUSTAL.log-Datei der kumulativen Immissionsprognose

2022-11-04 13:37:05 -----
 TalServer: C:\Austal\P3_30200_2022-11-04_gth_m151749_r23_46MW

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\P3_30200_2022-11-04_gth_m151749_r23_46MW

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  14.20  14.20  14.20  14.20    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
> 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
> 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 hq der Quelle 2 beträgt weniger als 10 m.
 Die maximale Gebäudehöhe beträgt 64.5 m.

Die Zeitreihen-Datei "C:/Austal/P3_30200_2022-11-04_gth_m151749_r23_46MW/zeitreihe.dmna" wird verwendet.
Es wird die Anemometerhöhe ha=16.3 m verwendet.
Die Angabe "az Hamburg-Fuhlsbüttel_2012.akt" wird ignoriert.

Prüfsumme AUSTAL 5a45c4ae
Prüfsumme TALDIA abbd92e1
Prüfsumme SETTINGS d0929e1c
Prüfsumme SERIES 7ffa26db
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 : 7.5558 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 420 m, y= 148 m (1:143,157)
SO2 DRY : 7.5051 kg/(ha*a) (+/- 0.7%) bei x= 420 m, y= 148 m (1:143,157)
SO2 WET : 1.0379 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO2 DEP : 9.0935 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO2 DRY : 9.0931 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO2 WET : 0.0010 kg/(ha*a) (+/- 0.1%) bei x= -156 m, y= -52 m (1: 71,132)
NO DEP : 7.7701 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
NO DRY : 7.7701 kg/(ha*a) (+/- 0.8%) bei x= 476 m, y= -36 m (1:150,134)
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= 132 m (1:140,155)
PM WET : 0.0001 g/(m²*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/m³ (+/- 0.5%) bei x= 372 m, y= 156 m (1:137,158)
SO2 T03 : 22 µg/m³ (+/- 4.6%) bei x= -308 m, y= 4 m (1: 52,139)
SO2 T00 : 26 µg/m³ (+/- 4.1%) bei x= -244 m, y= 28 m (1: 60,142)
SO2 S24 : 32 µg/m³ (+/- 16.6%) bei x= -292 m, y= -4 m (1: 54,138)
SO2 S00 : 58 µg/m³ (+/- 27.8%) bei x= 596 m, y= -452 m (1:165, 82)
NOX J00 : 84.7 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 460 m, y= -20 m (1:148,136)
NO2 J00 : 9.3 µg/m³ (+/- 0.5%) bei x= 436 m, y= 12 m (1:145,140)
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= 436 m, y= 12 m (1:145,140)
PM T35 : 15.5 µg/m³ (+/- 6.9%) bei x= 436 m, y= -4 m (1:145,138)
PM T00 : 40.6 µg/m³ (+/- 5.9%) bei x= 596 m, y= -276 m (1:165,104)

=====

Anhang C

Ermittlung des repräsentativen Jahres Müller-BBM Bericht M164593/01

\\S-muc-fs01\allefirmen\MIProj\151\MI151749\MI151749_02_Ber_3D.DOCX:18. 11. 2022

Müller-BBM GmbH
Niederlassung Frankfurt
Kleinbahnweg 4
63589 Linsengericht

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

www.MuellerBBM.de

Kim Lea Gutermuth
Telefon +49(6051)6183 226
KimLea.Gutermuth@mbbm.com

23. August 2021
M164593/01 GTH/GTH

**Ermittlung
des repräsentativen Jahres
der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel
im Bezugszeitraum 2011–2020
Bericht Nr. M164593/01**

Stations-ID	Name	Geo. Länge	Geo. Breite	Stationshöhe	Geberhöhe ü. Grund
		[Grad]	[Grad]		[m]
1975	Hamburg-Fuhlsbüttel	9.99	53.63	14	10

Metadaten Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Bedeckungsdaten der Station Hamburg-Fuhlsbüttel abgerufen unter [4].

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

Statistische Ermittlung eines repräsentativen Jahres

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres einer mehrjährigen meteorologischen Zeitreihe wird die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [2] herangezogen.

Übertragbarkeitsprüfungen meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft einschließlich der Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Aufstellung des Zieldatensatzes (AKTerm, AKS) unter Anwendung der VDI 3783 Blatt 20 sind Bestandteil des Akkreditierungsumfangs der Müller-BBM GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 im Prüfbereich Umweltmeteorologische Gutachten.

Das nachfolgend vorgestellte Verfahren beruht auf der objektiven statistischen Bestimmung des repräsentativen Jahres anhand der in Anhang A3.2 der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 beispielhaft angeführten Methode B.

Nach [4] ist das Verfahren B in der Anwendung sehr praktikabel und ferner gut nachvollziehbar sowie „objektiv“ und reproduzierbar, erweist sich jedoch nur als „mäßig“ robust.

„So kann eine sehr gute („quasi-exakte“) Übereinstimmung eines einzelnen Jahres bezüglich einer einzelnen Größe (Windrichtungs- oder Windgeschwindigkeitsverteilung) über das hieraus resultierende hohe Abweichungsmaß für die anderen Jahre – selbst wenn diese objektiv ebenfalls nur relativ gering vom Mittelwert abweichen – dazu führen, dass wesentlichere Abweichungen in den anderen Größen nur untergeordnet in die Beurteilungsgröße zur Bestimmung des repräsentativen Jahres eingehen und damit eine aus fachlicher Sicht unbefriedigende Auswahl erfolgt. Außerdem ergibt sich – obgleich diese objektiv sein sollte – keine von den individuellen Abweichungsmaßen des bestplatzierten Jahres unabhängige Rangfolge der nachplatzierten Jahre.“

Ferner erweist sich die alleinige Beurteilung auf Basis der jährlichen Verteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten als anfällig gegenüber den durch das Verfahren nicht berücksichtigten Variabilitäten der jahres- und tageszeitlichen Verteilung dieser Größen. Im Ergebnis kann dies zur Ermittlung repräsentativer Jahre führen, die im Hinblick auf die Verteilung der Stabilitätsklassen nicht repräsentativ sind.

Beide Schwachpunkte können sich im Einzelfall signifikant auf die Ergebnisse einer Ausbreitungsrechnung auswirken. Das Verfahren B der Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 kann aber durch einfache, im vorliegenden Beitrag in Anlehnung an Verfahren A vorgeschlagene Modifikationen robuster gestaltet werden.“ [4]

Zur Bestimmung des repräsentativen Jahres wurde vor diesem Hintergrund die Methode B der VDI 3783 Blatt 20 mit den in [4] vorgeschlagenen Modifikationen angewendet und damit wie folgt vorgegangen.

Aus den meteorologischen Stundenzeitreihen der Messjahre einer Station wird eine Klassierung der Windrichtung in 30°-Sektoren vorgenommen. Ferner werden die (als solche bereits klassierten) Ausbreitungsklassen nach Klug-Manier entsprechend VDI 3782 Blatt 6 [5] bestimmt.

Die Klassierung wird mit den Stundenwerten der Einzeljahre n als auch mit dem vieljährigen Gesamtzeitraum der meteorologischen Reihe vorgenommen. Für alle Einzeljahre n wird aus den relativen Anteilen nach Gleichung A5 [2] das Abweichungsmaß A_n (bezogen auf das langjährige Mittel) für beide Parameter bestimmt. Das Abweichungsmaß A_n für einen Parameter ist darstellbar als:

$$A_n = \sum (p_{m,i} - p_{n,i})^2$$

mit p_x Häufigkeit des Sektors/Klasse
 m langjähriges Mittel
 i Windrichtungssektor/Ausbreitungsklasse
 n Einzeljahr

Als Modifikation des im Anhang 3 der VDI 3783 Blatt 20 beschriebenen Verfahrens B erfolgt – anstelle der Normierung der Abweichungsmaße A_n der Einzeljahre je Parameter i auf das Einzeljahr mit dem geringsten Abweichungsmaß – eine Normierung auf den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen. Als Mindestabweichungsmaß wird jeweils das $0,675^2 \approx 0,46$ fache des Mittelwerts der Varianzen (maximaler Abstand zum Erwartungswert von 50 % des Kollektivs) festgelegt, um eine Überinterpretation kleiner Unterschiede zwischen an und für sich gleichwertigen Jahren zu vermeiden.

Zur Beurteilung der Parameter Windrichtung und Ausbreitungsklasse werden die normierten Abweichungsmaße A_n im Verhältnis 3:1 gewichtet addiert und ergeben die Beurteilungsgröße (BG_n):

$$BG_n = \frac{3}{4} \cdot A_{n,wr} + \frac{1}{4} A_{n,ak}$$

mit $A_{n,wr}$ normiertes Abweichungsmaß der Windrichtung
 $A_{n,ak}$ normiertes Abweichungsmaß der Ausbreitungsklasse

Bei entsprechender Sortierung der Einzeljahre über die Beurteilungsgröße wird ersichtlich, welche Einzeljahre dem gesamten Bezugszeitraum am ähnlichsten sind (bei höherer Wichtung der Windrichtung).

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Rangfolge der Einzeljahre mit oben genannter Normierung des Abweichungsmaßes auf 100 für den Mittelwert der Varianzen der Häufigkeiten in den einzelnen Klassen aus den Parametern Windrichtung $A_{n,wr}$ und Ausbreitungsklasse $A_{n,ak}$ sowie der gewichteten Gesamtbewertung (3 : 1) für den zehnjährigen Bezugszeitraum 2011-2020 der DWD-Station Hamburg-Fuhlsbüttel [3].

Die Windgeschwindigkeit im Mittel des zehnjährigen Bezugszeitraums 2011 - 2020 beträgt 4,1 m/s.

Tabelle 1. Bestimmung des repräsentativen Jahres für die Station Hamburg-Fuhlsbüttel [3].

Jahr	Windrichtung $A_{n,wr}$	Ausbreitungsklasse $A_{n,AK}$	Beurteilungsgröße BG_n (WR + AK)	Rang BG_n	mittlere Windgeschwindigkeit in m/s
2012	45,6	45,6	45,6	1	3,9
2019	45,6	45,6	45,6	2	4,2
2011	66,4	55,7	63,7	3	4,1
2020	72,3	45,6	65,6	4	4,2
2015	67,9	77,4	70,3	5	4,3
2016	45,6	225,5	90,6	6	3,9
2013	96,2	99,1	96,9	7	3,9
2014	142,6	50,0	119,4	8	4,2
2017	163,0	154,7	161,0	9	4,1
2018	199,7	160,7	189,9	10	4,0

Entsprechend der Beurteilungsgröße BG_n ist das Jahr 2012 als repräsentativ anzusehen, da dieses die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittel aufweist. Das Jahr 2019 ist als praktisch gleichwertig anzusehen.

Nachfolgend wird aufgrund der Häufigkeit¹ des Auftretens des Jahres 2012 als das repräsentativ ermittelte Jahr dieses für die weitere Betrachtung ausgewählt.

¹ an einer Vielzahl weiterer meteorologischer Stationen und innerhalb verschiedener Bezugszeiträume konnte das Jahr 2012 sehr häufig als repräsentativ nachgewiesen bzw. ermittelt werden.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen (in 10-Grad-Schritten) des repräsentativen Einzeljahres 2012 sowie des gesamten zehnjährigen Bezugszeitraums (2011 – 2020) sind folgend graphisch dargestellt:

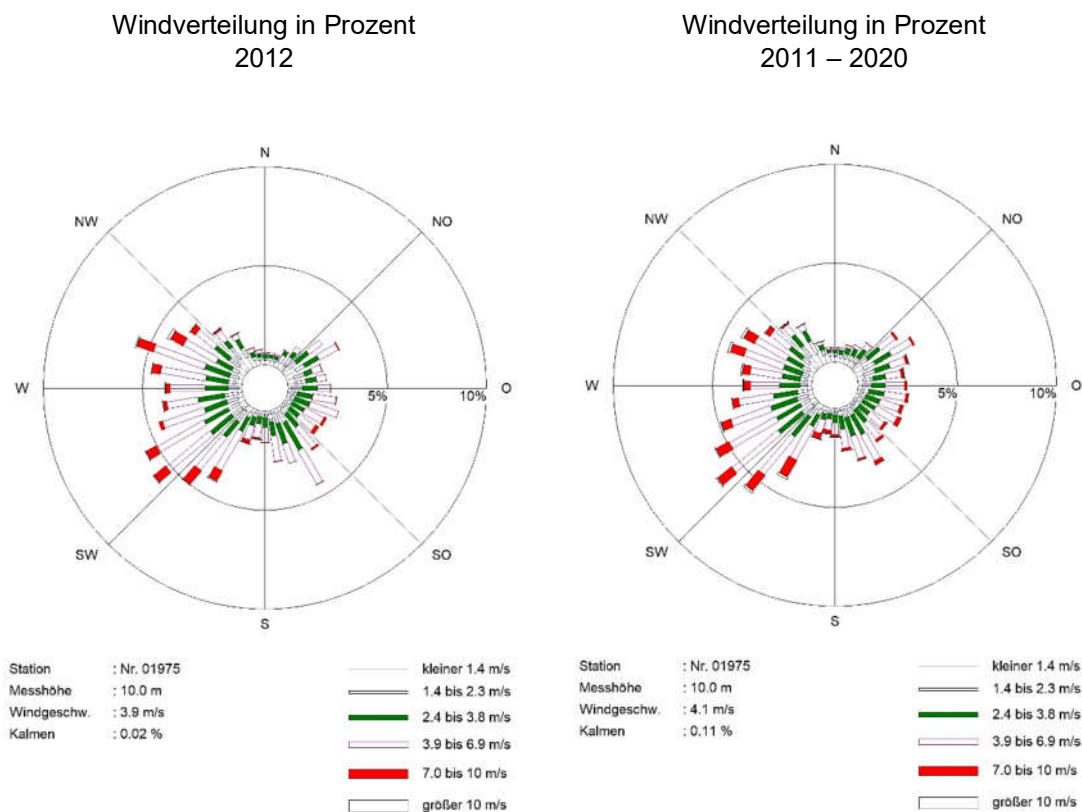


Abbildung 1. Häufigkeitsverteilung in % der Windrichtung des repräsentativen Einzeljahres 2012 (links) und im neunjährigen Bezugszeitraum 2011–2020 (rechts).

Für den Bericht zeichnen verantwortlich:



M.Sc. Kim Lea Gutermuth
Telefon +49 (0)6051 6183-226

Projektverantwortliche(r)



Dipl.-Geoökol. Michael Kortner
Telefon +49 (0)6051 6183-26

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.

Quellen

- [1] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), (GMBI Nr. 25-29 (53), S. 509; vom 30. Juli 2002).
- [2] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Referentenentwurf, Stand Dezember 2020 mit Änderungen aus der Bundesratsentscheidung vom 28.05.2021, der am 23.06.2021 vom Bundeskabinett verabschiedet wurde.
- [3] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. 2017-03.
- [4] meteorologische Zeitreihen (Wind) abgerufen am 28.04.2021 unter: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/historical/
meteorologische Zeitreihen (Bedeckung) abgerufen am 28.04.2021 unter: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/cloudiness/historical/
- [5] Kortner, M. (2019): Anwendungserfahrungen in der Bestimmung des repräsentativen Jahres entsprechend VDI 3783 Blatt 20 – Einfache Modifikationen zur Erhöhung der Robustheit des im Anhang 3 beschriebenen Verfahrens B; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 79 (2019) Nr. 7/8, S. 291-296.
- [6] VDI 3782 Blatt 6: Umweltmeteorologie; Bestimmung der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier. 2017-04.