

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
Fritz-Schupp-Straße 4  
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0  
Telefax +49(209)98308 11

[www.MuellerBBM.de](http://www.MuellerBBM.de)

Dipl.-Geol. Boris Zimmermann  
Telefon +49(209)98308 28  
[Boris.Zimmermann@mbbm.com](mailto:Boris.Zimmermann@mbbm.com)

26. Januar 2022  
M159836/01 Version 1 ZMN/RSB

## **Vertiefung der Außenems**

### **Stickstoff-Immissionsprognose für Bauphase und Betrieb – Fortschreibung 2021**

**Bericht Nr. M159836/01**

Auftraggeber:	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee Am Eisenbahndock 3 26725 Emden
Bearbeitet von:	Dipl.-Geol. Boris Zimmermann M.Sc. Kristin Lüdiger Dr. Rainer Böisinger M.Sc. Ramona Eigenmann
Berichtsumfang:	81 Seiten, davon 57 Seiten Textteil 9 Seiten Anhang A 15 Seiten Anhang B

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

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>5</b>
<b>2 Örtliche Situation</b>	<b>6</b>
<b>3 Vorhabensbeschreibung</b>	<b>7</b>
<b>4 Untersuchungsrahmen</b>	<b>9</b>
4.1 Untersuchungsgegenstand	9
4.2 Szenarien	9
4.3 Betrachtungsbereich der Immissionsprognose	10
<b>5 Emissionsdaten</b>	<b>12</b>
5.1 Emissionen und Ableitbedingungen	12
5.2 Angesezte Betriebszeiten und Betriebszustände	23
5.3 Modellierung der Emissionsquellen	24
5.4 Überhöhung	24
<b>6 Meteorologische Eingangsdaten</b>	<b>25</b>
6.1 Auswahlkriterien und Eignung	25
6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten	25
<b>7 Weitere Eingangsgrößen</b>	<b>28</b>
7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung	28
7.2 Rauigkeitslänge	29
7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände	29
7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell	30
7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit	30
7.6 Stoffspezifische Parameter für die Ausbreitungsrechnung	30
<b>8 Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>32</b>
8.1 Immissions-Vorbelastung	32
8.2 Immissions-Zusatz- und Gesamtbelastung	34
<b>9 Grundlagen des Berichts (Literatur)</b>	<b>56</b>

## Zusammenfassung

Das Land Niedersachsen und die Emdener Hafenwirtschaft streben eine Vertiefung der Außenems von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6 an. In diesem rund 34 km langen Vorhabensbereich soll die Sohle der Fahrrinne um bis zu 1,0 m abgesenkt werden.

Die Müller-BBM GmbH hat zu diesem Vorhaben im Auftrag der Gutachtergemeinschaft IBL Umweltplanung GmbH (IBL) und IMS Ingenieurgesellschaft mbH (IMS) im Jahr 2011 – als Datenbasis für weitergehende Untersuchungen (UVU, FFH-VU) – eine Immissionsprognose zur Ermittlung der vorhabensbedingten Stickstoffimmissionen und -depositionen erstellt (Müller-BBM Bericht Nr. M85636/1 vom 16.12.2011).

Das Projekt „Vertiefung der Außenems bis Emden“ ruhte anschließend aufgrund von Stellungnahmen und konnte erst Ende 2018 wieder aktiv aufgenommen werden.

Das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee (WSA Ems-Nordsee) benötigte nun eine Aktualisierung der betreffenden Untersuchung unter Berücksichtigung angepasster Planungsdaten. Die Müller-BBM GmbH wurde vom WSA Ems-Nordsee beauftragt, die entsprechenden Emissions- und Immissionsberechnungen sowie die Auswertung der Immissionsvorbelastung durchzuführen. Hierbei wurden die Ausbreitungsrechnungen zudem an die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Immissionsprognostik insbesondere in Bezug auf die Stickstoffdepositionen angepasst.

Es wurden Untersuchungen zu den Stickstoffimmissionen für die Betriebsphase der Wasserstraße (Ist-Zustand, Prognose-Nullfall und Prognose-Ausbaufall) sowie für die *Bauphase* durchgeführt.

Die Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht graphisch dokumentiert und können bzgl. der Zusatzbelastungen im Bereich der Landflächen (Inseln) im Betrachtungsbereich wie folgt zusammengefasst werden:

- Stickstoffoxidkonzentration:

Im Rahmen der betrachteten Szenarien wurden für die Betriebsphase (Ist-Zustand, Prognose-Nullfall und Prognose-Ausbau) Immissions-Jahres-Zusatzbelastungen von max. 0,21 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> am westlichen Rand der Insel Borkum berechnet, wobei die höchste Zusatzbelastung im Szenario Prognose-Nullfall auftritt<sup>1</sup>. Für die Bauphase wurden Werte von max. 0,03 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> berechnet.

Die berechneten Zusatzbelastungen der betrachteten Szenarien liegen im Maximum bei einem Anteil von < 2,1 % an der Vorbelastung von ca. 10 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>.

---

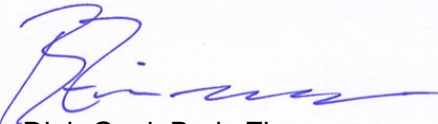
<sup>1</sup> Der Umstand, dass die höchsten Immissions-Zusatzbelastungen im Prognose-Nullfall auftreten, resultiert aus den der Berechnung zugrunde liegender Rahmendaten für die Schiffsbewegungen auf der Außenems (s. Tabelle 9). Hier weist der Prognose-Nullfall die höchste Anzahl an Schiffsbewegungen sowie die längsten Wartezeiten für tideabhängige Schiffe auf.

- Stickstoffdeposition:

Im Betrachtungsbereich wurden Depositions-Zusatzbelastungen für die Betriebsphase von max. 19 g N/(ha × a) am westlichen Rand der Insel Borkum berechnet, wobei die höchste Zusatzbelastung, wie bei der Stickstoffoxidkonzentration, im Szenario Prognose-Nullfall auftritt <sup>1</sup>. Für die Bauphase wurden Werte von max. 14 g N/(ha × a) berechnet.

Es erfolgt ergänzend eine GIS-kompatible Bereitstellung der Daten an den Auftraggeber, so dass im Rahmen weiterer Untersuchungen (z. B. UVU, FFH-VU) einzelne Bereiche detaillierter betrachtet/dargestellt werden können.

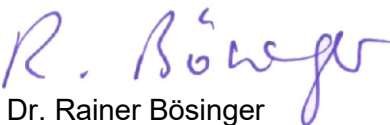
Eine Beurteilung und Bewertung der berechneten Immissionen erfolgt an anderer Stelle.



Dipl.-Geol. Boris Zimmermann



M.Sc. Kristin Lüdiger



Dr. Rainer Bösing

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse in diesem Gutachten beziehen sich auf die für diese Untersuchung zur Verfügung gestellten Angaben und Planunterlagen. Im Bericht abgebildete Pläne, Karten und Fotografien/Bilder unterliegen möglicherweise dem Urheberrecht. Dies ist bei Veröffentlichung und Vervielfältigung zu berücksichtigen.

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Das Land Niedersachsen und die Emdener Hafenwirtschaft streben eine Vertiefung der Außenems von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6 an. In diesem rund 34 km langen Vorhabenbereich soll die Sohle der Fahrrinne um bis zu 1,0 m abgesenkt werden.

Die Müller-BBM GmbH hat zu diesem Vorhaben im Auftrag der Gutachtergemeinschaft IBL Umweltplanung GmbH (IBL) und IMS Ingenieurgesellschaft mbH (IMS) im Jahr 2011 – als Datenbasis für weitergehende Untersuchungen (UVU, FFH-VU) – eine Immissionsprognose zur Ermittlung der vorhabensbedingten Stickstoffimmissionen und -depositionen erstellt (Müller-BBM Bericht Nr. M85636/1 vom 16.12.2011).

Das Projekt „Vertiefung der Außenems bis Emden“ ruhte anschließend aufgrund von Stellungnahmen und konnte erst Ende 2018 wieder aktiv aufgenommen werden.

Das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee benötigt nun eine Aktualisierung der betreffenden Untersuchung unter Berücksichtigung angepasster Planungsdaten. Zudem sind die Ausbreitungsrechnungen an die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Immissionsprognostik insbesondere in Bezug auf die Stickstoffdepositionen anzupassen.

Die Müller-BBM GmbH wurde hierzu vom Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee (WSA Ems-Nordsee) beauftragt, die entsprechenden Emissions- und Immissionsberechnungen sowie die Auswertung der Immissionsvorbelastung durchzuführen.

Es sind Untersuchungen zu den Stickstoffimmissionen für den Betrieb der Wasserstraße im *Ist-Zustand*, im *Prognose-Nullfall* und im *Prognose-Ausbaufall* sowie für die *Bauphase* durchzuführen. Für den *Prognose-Ausbaufall* werden zudem Immissionsbeiträge anderer Vorhaben berücksichtigt, sofern eine relevante Auswirkung der Vorhaben auf die Immissionssituation im Betrachtungsbereich erkennbar ist und diese nicht bereits in den zugrunde gelegten Vorbelastungsdaten enthalten ist.

Eine Bewertung der Immissionsbeiträge und Gesamtbelastungen im Hinblick auf einzelne Schutzgüter erfolgt durch den Auftraggeber im Rahmen der UVU, FFH-VU, etc.

## 2 Örtliche Situation

Das geplante Vorhaben wird in der Außenems realisiert. Diese bildet zusammen mit der Unterems das Emsästuar. Die Außenems umfasst dabei den Bereich von der Ansteuerungstonne bei Ems-km 113,0 bis Emden bei Ems-km 40,7. Stromaufwärts geht die Außenems in die Unterems über [1].

Die Umgebung ist im Wesentlichen schwach reliefiert. Die Geländehöhen bewegen sich zwischen 0 m und ca. 20 m ü. NHN.

Abbildung 1 zeigt die Einordnung des Emsästuars in die weitere Umgebung.

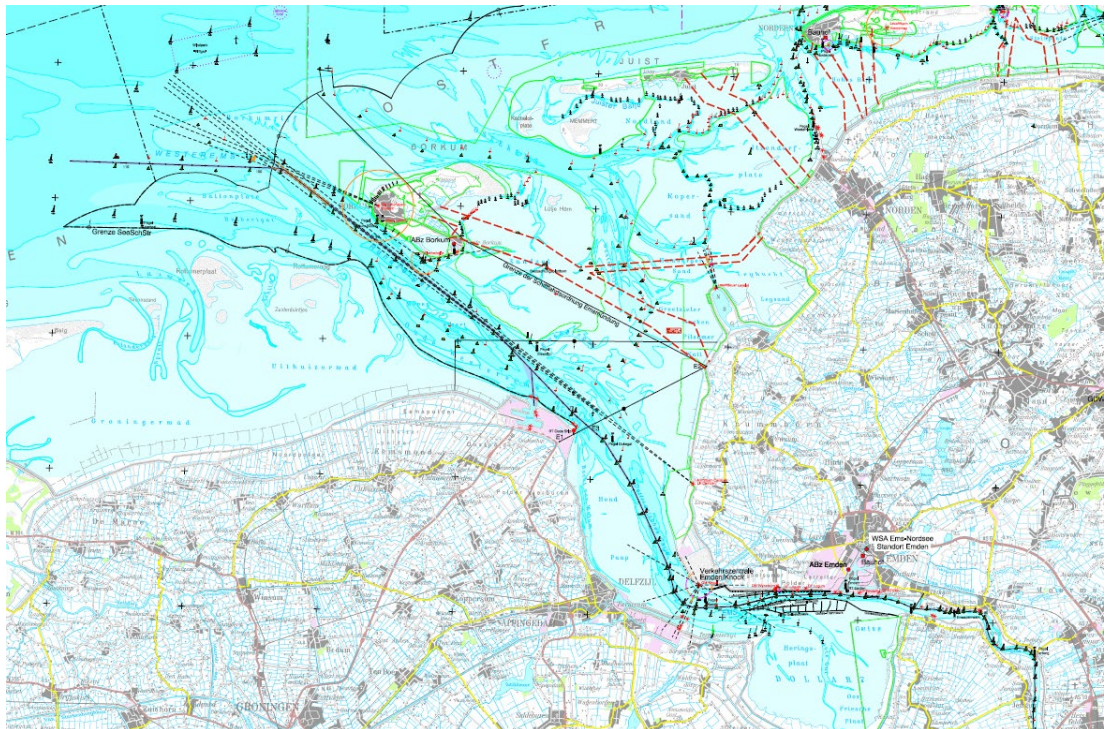


Abbildung 1. Geographische Einordnung des Emsästuars in die Umgebung [1].

### 3 Vorhabensbeschreibung

Das Vorhaben erstreckt sich in der Außenems über den Streckenabschnitt von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6 (s. Abbildung 2).



Abbildung 2. Vorhabensbereich Außenems inkl. Unterbringungsstellen 1 – 7 [3].

In diesem rd. 34 km langen Vorhabensbereich soll die Sollsohle der Fahrrinne ohne lagemäßige Veränderungen um bis zu 1,0 m (Bezugshorizont Emders Fahrwasser) abgesenkt werden, wobei sich die eigentlichen Nassbaggerungen auf den Streckenabschnitt zwischen Ems-km 40,7 und 68,0 (Eingriffsbereich) beschränkt. Der Schwerpunkt der Baggerungen liegt dabei im Bereich des Emders Fahrwassers zwischen Ems-km 40,7 und 52,0; hier ist flächenhaft über die gesamte Länge zu baggern. Im Bereich ab Ems-km 52,0 bis Ems-km 68,0 sind hingegen nur partielle Baggerungen erforderlich, da dieser Bereich signifikant von natürlichen Übertiefen geprägt ist. Baggerungen seewärts Ems-km 68,0 werden nicht erforderlich.

Die vorhandenen Fahrrinnenbreiten in den einzelnen Streckenabschnitten können unverändert bleiben, weil künftig keine anderen Schiffsbreiten erwartet werden. Aus nautischer Sicht besteht kein Erfordernis, den derzeitigen Verlauf der Fahrrinnterrasse zu modifizieren. Kurvenaufweitungen sind nicht vorgesehen.

Eine tabellarische Gesamtschau der vorstehenden Ausführungen (heute und nach Realisierung des Vorhabens) findet sich ergänzend in Tabelle 1.

Tabelle 1. Derzeitige Tiefenlagen der Fahrrinnensohle und Fahrrinnenbreiten im Emsästuar mit Überlagerung der zukünftigen Verhältnisse bei Realisierung der erwogenen Vertiefung der Fahrrinne um bis zu 1,0 m [1].

	Ems-km	Heutiger Zustand	Zukünftige Verhältnisse
<b>Tiefenlage der Fahrrinnensohle m unter NN</b>	40,7 – 45,0	10,48 – 10,43	11,54 – 11,46
	45,0 – 52,0	10,53 – 10,44	11,52 – 11,39
	52,0 – 68,0	10,84 – 10,60	11,85 – 11,65
	68,0 – 74,6	11,60 – 11,52	12,2 – 12,12
	74,6 – 113,0	14,02, fallend	wie bisher
<b>Breite der Fahrrinne in m</b>	40,7 – 55,3	120 - 150	wie bisher
	55,3 – 68,9	160 - 180	wie bisher
	68,9 – 113,0	200, gleichbleibend	wie bisher



## 4 Untersuchungsrahmen

### 4.1 Untersuchungsgegenstand

Der Untersuchungsumfang umfasst die Ermittlung der Stickstoffeinträge aus dem zu betrachtenden Vorhaben (Emsvertiefung bis Emden) innerhalb des skizzierten Betrachtungsbereich (Kapitel 4.3) für fünf verschiedene Szenarien (Kapitel 4.2).

Dabei werden nur die Schiffsverkehre berücksichtigt, welche sich im Zuge der geplanten Maßnahme gegenüber dem derzeitigen Bestand verändern. Dies sind die Verkehre der Trockenfrachter, Tank- und Fahrzeugtransportschiffe. Verkehre weiterer Schiffskategorien<sup>2</sup> unterliegen durch die geplante Maßnahme keinen Änderungen gegenüber dem Bestand. Die Berücksichtigung der Stickstoffeinträge dieser Schiffskategorien erfolgt über die Vorbelastung.

Untersuchungen zu weiteren Komponenten und Szenarien sowie die Betrachtung anderer Bereiche im Umfeld des Vorhabens sind nicht Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchung.

### 4.2 Szenarien

Für die Beurteilung der zu erwartenden Auswirkungen werden nach [3] folgende fünf Szenarien untersucht:

#### *Ist-Zustand*

Der Ist-Zustand umfasst die bestehenden Verkehre von Trockenfrachter, Tank- und Fahrzeugtransportschiffen auf der Außenems (Ems-km 40,7 bis Ems-km 113) während des Jahres 2018.

#### *Prognose-Nullfall*

Der Prognose-Nullfall umfasst die für das Bezugsjahr 2030 prognostizierten Verkehre von Trockenfrachter, Tank- und Fahrzeugtransportschiffen im Bereich der Außenems (Ems-km 40,7 bis Ems-km 113) im derzeitigen Ausbauzustand (ohne Vertiefung der Außenems von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6).

#### *Bauphase*

Die Bauphase beinhaltet die Phase der Ersterstellung, d. h. der Vertiefung der Fahrrinne im Abschnitt Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6. Die Baggermenge von 10,53 Mio. m<sup>3</sup> im Ausbaujahr setzt sich zusammen aus dem Ausbau (2,23 Mio. m<sup>3</sup>), der Systemreaktion (1,65 Mio. m<sup>3</sup>) und bisherigen Unterhaltungsbaggerungen (6,65 Mio. m<sup>3</sup>/a) [4].

Nach dem derzeitigen Planungsstand sollen die Baumaßnahmen mittels ein bis zwei Hopperbagger durchgeführt werden. Die geplante Zeit für die eigentliche Baumaßnahme der Vertiefung wird mit einem halben Jahr angegeben.

---

<sup>2</sup> z. B. Schiffsbewegungen von Container-, Marine- und Fahrgastschiffen.

Weiterer Vorhabensbereich sind die Unterbringungsstellen im Bereich und Außenems und der Wybelsumer Polder. Es werden überwiegend die Unterbringungsstellen 5 Dukegat und 7 Eingang Osterems sowie der Wybelsumer Polders angefahren. Eine geringere Teilmenge wird zusätzlich auf die Unterbringungsstellen 6 verbracht.

#### *Prognose-Ausbaufall*

Der Prognose-Ausbaufall umfasst die für das Bezugsjahr 2030 prognostizierten Verkehre von Trocken-, Tank- und Fahrzeugtransportschiffen im Bereich der Außenems (Ems-km 40,7 bis Ems-km 113) mit Vertiefung der Außenems von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6.

#### *Prognose-Ausbaufall inklusive anderer Vorhaben*

Für den Prognose-Ausbaufall inklusive anderer Vorhaben sind neben den vorhabenseigenen Merkmalen ggf. zusätzlich durch andere geplante Vorhaben bedingte Stickstoffimmissionen zu berücksichtigen. Nach derzeitigem Kenntnisstand kommen hierbei folgende andere Vorhaben in Betracht:

- Industriepark Oosterhorn in Farsum, Erweiterung einer Mono-Klärschlammverbrennungsanlage um eine vierte Linie (EEW),
- Neubau eines Großschiffsliegeplatzes, Mehrzweckhafen Emden (Niedersachsen Ports).

Die Maßnahmen zur Unterhaltung der Außenems bis Emden sowie der Hafenzufahrten nach Eemshaven, Borkum und Delfzijl sind hinsichtlich ihrer Stickstoffeinträge bereits Bestandteil der Vorbelastung und gehen daher über diese in die Gesamt-Immissionsbelastung ein. Auf eine explizite Berücksichtigung dieser Vorhaben kann daher im Zuge der vorliegenden Untersuchung verzichtet werden [3].

In einer abschließenden Betrachtung sind die vorhabenbedingten NO<sub>x</sub>-Konzentrationen und N-Depositionen

- in der Bauphase unter Berücksichtigung der Vorbelastung und
- in der Betriebsphase (Prognose-Ausbaufall) unter Berücksichtigung der Vorbelastung sowie – sofern erforderlich – der Belastung durch *andere Vorhaben*

darzustellen.

### **4.3 Betrachtungsbereich der Immissionsprognose**

Gemäß [3] ist der Betrachtungsbereich der Immissionsprognose auf die Bereiche Borkum, Memmert, Juist und Norderney auf deutscher Seite sowie Rottumerplaat und Rottumeroog auf niederländischer Seite begrenzt. Die genaue Abgrenzung des Betrachtungsbereiches kann der Abbildung 3 entnommen werden.

Die Lage der Emissionsquellen und die Lage des Betrachtungsbereichs weichen dabei in Teilen deutlich voneinander ab. Zudem umfasst der Betrachtungsbereich ein sehr weiträumiges Areal. Beide Umstände wirken sich u. a. auch auf die Wahl des zugrunde zu legenden Rechengitters aus (s. Kapitel 7.1).

Die Darstellung der Untersuchungsergebnisse erfolgt einzig für den Betrachtungsbe-  
reich.

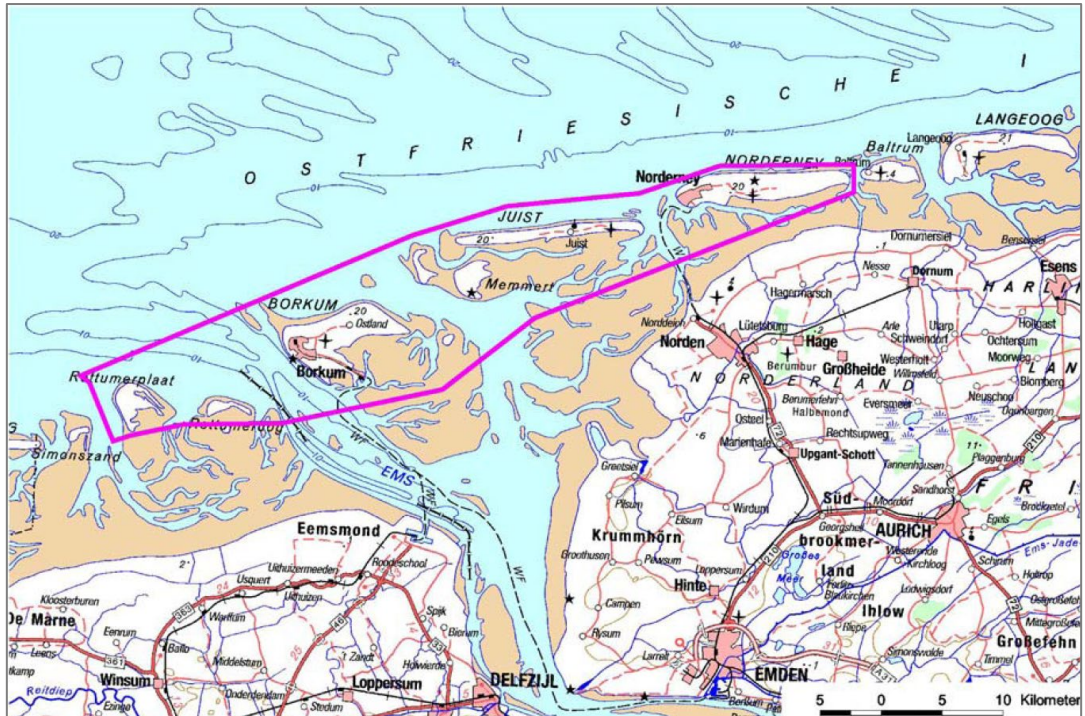


Abbildung 3. Betrachtungsbereich der Immissionsprognose zu Stickstoffeinträgen [3].

## 5 Emissionsdaten

### 5.1 Emissionen und Ableitbedingungen

#### 5.1.1 Bauphase: Szenario *Bauphase*

Das Baggergutunterbringungskonzept [4] und Angaben des Auftraggebers [5] nennen die in Tabelle 2 zusammengefassten Daten bzgl. der Zahl der Umläufe, der Dauer eines Umlaufs und der Gesamtzeit der Verklappung in Tagen für die Unterbringungsstellen 5, 6 und 7 sowie dem Wybelsumer Polder. Die aus dem Ausbau resultierenden Baggermengen werden ausschließlich an diese Unterbringungsstellen gebracht. Die Unterbringungsstellen 1, 3 und 4 werden nur mit geringen Menge an Material aus der derzeitigen Unterhaltung beaufschlagt.

Tabelle 2. Verklappungskonzept für die anfallenden Baggermengen im Ausbaujahr für die Unterbringungsstellen 5, 6 und 7 sowie dem Wybelsumer Polder gemäß [4] und [5].

Unterbringungsstelle	Sollmenge	Strecke, einfach	erf. Umläufe	Dauer pro Umlauf	Gesamtdauer	Gesamtdauer
	[Mio. m <sup>3</sup> ]	[km]	[-]	[min]	[d]	[h]
VS5	3,84	6	1.200	82	68	1640
VS6	0,50	20	125	144	13	300
VS7	4,70	18	1.175	133	109	2605
WP - Wybelsumer Polder	1,44	2	360	120	30	720

Aus dieser Tabelle kann die Zahl der Umläufe am Tag ermittelt werden, mit der wiederum die durchschnittliche tägliche Betriebsdauer der Hopperbagger abgeschätzt werden kann. Es wird dabei angesetzt, dass ein Bagger beim Saugen an der Baggerstelle und Verklappen an der Klappstelle maximal ca. 30 Minuten verweilt. Beim Transport wird die Emissionszeit anhand einer mittleren Geschwindigkeit von 12 kn abgeschätzt.

Für die Hopperbagger wurden aus [6] und [8] die in Tabelle 3 aufgeführten Größen- und Leistungsdaten ermittelt.

Tabelle 3. Installierte Leistungen der Maschinen (nach [6] und [8]).

Schiffe	Leistung	Leistung	Leistung
	Hauptmaschine	Hilfsdiesel	Hilfskessel
	[kW]	[kW]	[kW]
Hopperbagger (5000 t)	7.350	130	880

Es wird für die Bauphase zwischen „Baggerbetrieb“ und „Transportbetrieb“ unterschieden, wobei der Emissionsansatz für den „Baggerbetrieb“ analog auch für die „Verklappung“ herangezogen wird. Je nach Betriebsphase wird zur Abschätzung der tatsächlich abgerufenen mittleren Leistung der Maschinen von unterschiedlichen Lastfaktoren ausgegangen (s. Tabelle 4). Als Ableithöhe werden 10 m angesetzt.

Tabelle 4. Angesetzte Lastfaktoren.

Maschine	Lastfaktor Baggern	Lastfaktor Transportieren
	[-]	[-]
Hauptmaschine	40%	80%
Hilfsdiesel	50%	50%
Hilfskessel	0%	0%

Die Angaben in der Literatur zu leistungsspezifischen Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide unterscheiden sich nicht wesentlich. Unterschiede ergeben sich z. B. im Zusammenhang mit Maschinentypen (Langsam-, Mittel- oder Schnellläufer) und eingesetzten Treibstoffen (MDO, MGO, RO). Im vorliegenden Fall ist nicht bekannt, welche Maschinentypen konkret eingesetzt werden. Deswegen wird hier von einheitlichen Emissionsfaktoren für alle Maschinen ausgegangen. Für die Emissionsabschätzung der Bauphase wird auf die leistungsspezifischen Emissionsfaktoren nach [7] für das Jahr 2010 zurückgegriffen (Tabelle 5) <sup>3</sup>.

Tabelle 5. NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren für Hopperbagger (nach [7]).

Betriebsphase	NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktor [g/kWh]
Baggerbetrieb	11,1
Transportbetrieb	13,1

Mit den beschriebenen Daten und Betriebszeiten ergeben sich folgende, über das Jahr gemittelte, stündliche Emissionsraten.

Tabelle 6. Berechnete stündliche Emissionen der Hopperbagger (gemittelt über das Jahr).

Betriebsphase	NO <sub>x</sub> -Emissionen im Jahresmittel [kg/h]			
	Klappstelle 5	Klappstelle 6	Klappstelle 7	Klappstelle WP
Baggerbetrieb				
Hauptmaschine	2,24	0,23	2,19	0,67
Hilfsdiesel	0,05	0,01	0,05	0,01
Transportbetrieb				
Hauptmaschine	5,70	1,98	16,74	0,54
Hilfsdiesel	0,06	0,02	0,19	0,01
Verklappung				
Hauptmaschine	2,24	0,23	2,19	0,67
Hilfsdiesel	0,05	0,01	0,05	0,01
Summe	10,33	2,48	21,40	1,92

Es liegen keine Aussagen zur zeitlichen und räumlichen Verteilung der Schiffe vor, die eine realitätsnahe Abbildung der Schiffsbewegungen mit den jeweiligen Emissionen zuließen. Im Rechenmodell werden daher Linienquellen (Bagger- und Transportbetrieb) sowie vier Flächenquellen (Unterbringungsstellen) definiert, über die jeweils die Emissionen freigesetzt werden.

Die Emissionen aus den Schiffsmotoren werden mit einem mittleren<sup>4</sup> Wärmestrom von etwa 0,7 MW während des Transportbetriebs und etwa 0,3 MW in den Bagger- und Verklappungszeiten freigesetzt. Der Wärmestrom errechnet sich aus einem Kraftstoffverbrauch von ca. 225 g/kWh, dem daraus resultierenden Abgasvolumenstrom<sup>5</sup> und einer geschätzten Abgastemperatur von 200 °C.

- 
- <sup>3</sup> Eine aktuellen Datenrecherche erbrachte keine grundlegend neuen Erkenntnisse zu leistungsspezifischen Emissionsfaktoren bzw. können die Daten aus dem Jahr 2010 als konservativ angesehen werden.
  - <sup>4</sup> Gemittelt über die jeweils eingesetzten Maschinen.
  - <sup>5</sup> Nach einer überschlägigen Verbrennungsrechnung gem. [9].

Die Eingabedaten der Emissionsquellen für die Ausbreitungsrechnung sind in der nachfolgenden Tabelle 7 zusammengefasst. Die Lage der Quellen im Modell kann der folgenden Abbildung 4 entnommen werden.

Die Lage der Emissionsquellen basiert dabei auf den zur Verfügung gestellten Daten und Karten zur Charakterisierung des Vorhabens, dem Baggergutunterbringungskonzept [4] und Angaben des Auftraggebers [5]. Aus dieser ergeben sich die Lage der Unterbringungsstellen und der Verlauf der Fahrinnenbereiche mit Baggerarbeiten zur Vertiefung der Fahrrinne sowie die erforderlichen Transportwege.

Die Unterteilung von einzelnen Emissionsquellen (z. B. Baggerarbeiten) in Teilquellen ist modellbedingt und dient der Anpassung des Verlaufs der Emissionsquellen im Modell an den Verlauf der Emissionsquellen in der Realität (Verlauf der Fahrrinne).

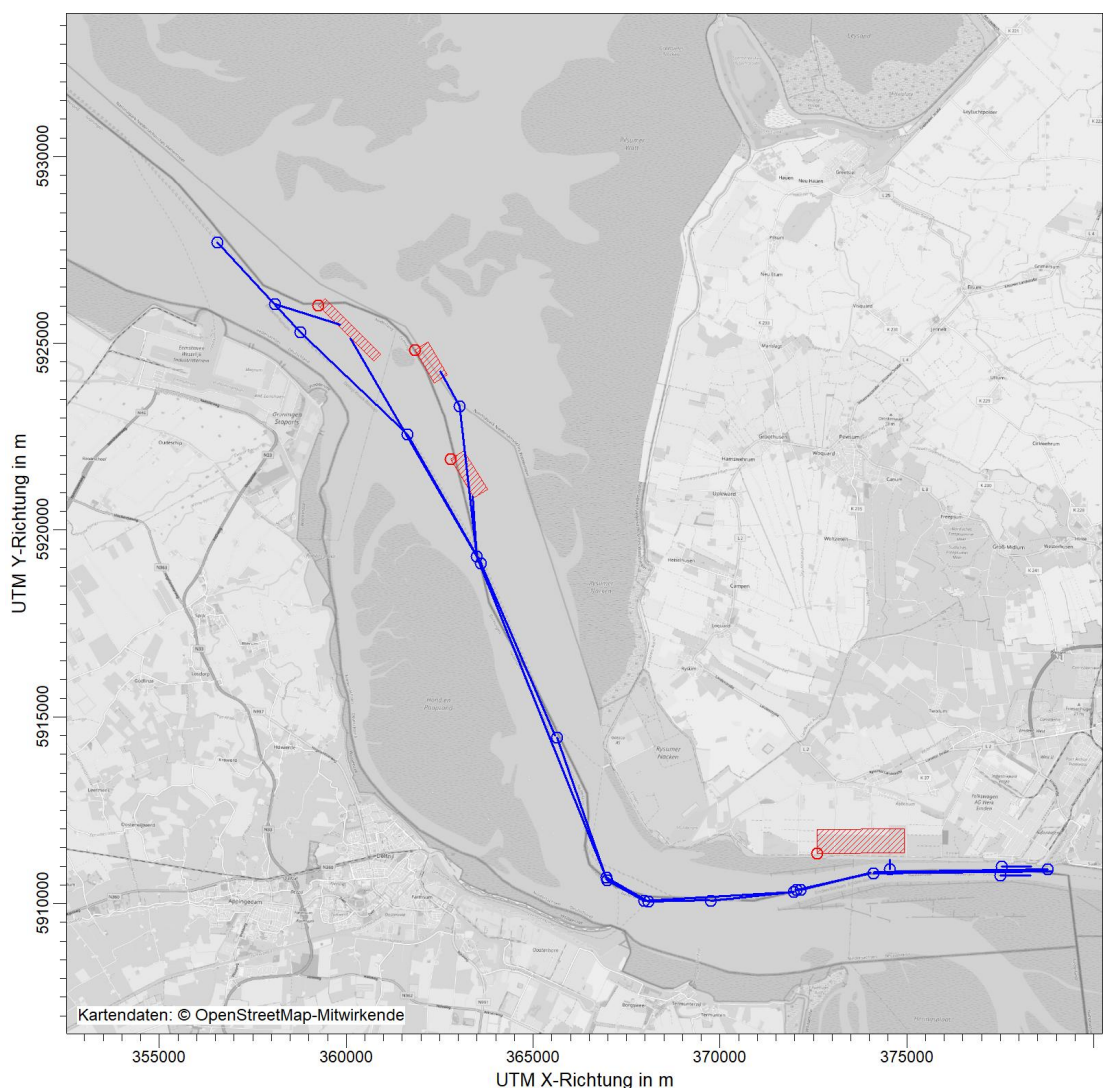


Abbildung 4. Lage Emissionsquellen für die Bauphase (blaue Linienquellen: Transportwege, Baggerabschnitte; rote Flächenquellen: Verbringungsstellen).

Tabelle 7. Eingabedaten der Emissionsquellen für die Bauphase (u. a. auf Basis von [4] und [5]).

Emissionsquellen		Rechtswert	Hochwert	Höhe	Länge	Breite	Winkel	Wärme- strom
Bezeichnung	ID	xq	yq	hq	aq	bq	wq	qq
<b>Baggerarbeiten</b>								
Teilstrecke 1	BA1	374103	5910811	10	4799	0	1	0,34
Teilstrecke 2	BA2	372047	5910369	10	1941	0	13	0,34
Teilstrecke 3	BA3	369747	5910077	10	2248	0	6	0,34
Teilstrecke 4-1	BA4_1	366956	5910707	10	1291	0	330	0,34
Teilstrecke 4-2	BA4_2	368092	5910057	10	1630	0	1	0,34
Teilstrecke 5	BA5	365648	5914454	10	3950	0	289	0,34
Teilstrecke 6	BA6	363595	5919118	10	5038	0	293	0,34
Teilstrecke 7-1	BA7_1	358774	5925300	10	3959	0	316	0,34
Teilstrecke 7-2	BA7_2	361639	5922568	10	3999	0	300	0,34
Teilstrecke 8	BA8	356544	5927705	10	3279	0	313	0,34
<b>Transport zu Verbringstelle 5</b>								
Teilstrecke 1	VS5-T1	367968	5910070	10	1131	0	150	0,67
Teilstrecke 2	VS5-T2	366987	5910632	10	9349	0	112	0,67
Teilstrecke 3	VS5-T3	363486	5919300	10	6738	0	120	0,67
Teilstrecke 4	VS5-T4	358095	5926045	10	1823	0	342	0,67
<b>Verbringstelle 5</b>	<b>VS5</b>	<b>359251</b>	<b>5926004</b>	<b>10</b>	<b>2100</b>	<b>260</b>	<b>315</b>	<b>0,34</b>
<b>Transport zu Verbringstelle 6</b>								
Teilstrecke 1	VS6-T1	367968	5910070	10	1131	0	150	0,67
Teilstrecke 2	VS6-T2	366987	5910632	10	9349	0	112	0,67
Teilstrecke 3	VS6-T3	363486	5919300	10	1617	0	94	0,67
Teilstrecke 4	VS6-T4	363486	5919300	10	4039	0	96	0,67
Teilstrecke 5	VS6-T5	363042	5923315	10	1072	0	119	0,67
<b>Verbringstelle 6</b>	<b>VS6</b>	<b>361835</b>	<b>5924826</b>	<b>10</b>	<b>1031</b>	<b>407</b>	<b>-59</b>	<b>0,34</b>
<b>Transport zu Verbringstelle 7</b>								
Teilstrecke 1	VS7-T1	372166	5910377	10	1925	0	14	0,67
Teilstrecke 2	VS7-T2	371982	5910315	10	4022	0	184	0,67
Teilstrecke 3	VS7-T3	367968	5910070	10	1131	0	150	0,67
Teilstrecke 4	VS7-T4	366987	5910632	10	9349	0	112	0,67
Teilstrecke 5	VS7-T5	363486	5919300	10	1617	0	94	0,67
<b>Verbringstelle 7</b>	<b>VS7</b>	<b>362788</b>	<b>5921906</b>	<b>10</b>	<b>1210</b>	<b>420</b>	<b>-58</b>	<b>0,34</b>
<b>Transport zu Wybelsumer Polder</b>								
Teilstrecke 1	WP-T1	378765	5910922	10	4644	0	181	0,67
Teilstrecke 2	WP-T2	372166	5910377	10	1925	0	14	0,67
Teilstrecke 3	WP-T3	374540	5910911	10	257	0	90	0,67
<b>Wybelsumer Polder</b>	<b>WP</b>	<b>372603</b>	<b>5911343</b>	<b>10</b>	<b>2331</b>	<b>647</b>	<b>0,4</b>	<b>0,34</b>

Auf Basis der in Tabelle 6 aufgeführten stündlichen Emissionen, der in Tabelle 7 beschriebenen Quellgeometrien sowie der beschriebenen Betriebsabläufe ergeben sich für die Emissionsquellen die in Tabelle 8 zusammengefassten Emissionsraten.

Die Emissionen der einzelnen Emissionsquellen (z. B. Baggerarbeiten) wurden dabei anteilig (entsprechend des jeweiligen Längenanteils der Teilquellen an der Emissionsquelle) auf die Teilquellen aufgeteilt.

Tabelle 8. Berechnete Emissionsraten (g/s) der Emissionsquellen für die Bauphase.

Emissionsquellen Bezeichnung	ID	Emissionsraten [g/s]		
		NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Baggerarbeiten				
	BA1	1,0043	0,1707	1,7072
	BA2	0,2842	0,0483	0,4832
	BA3	0,4692	0,0798	0,7976
	BA4_1	0,0750	0,0127	0,1275
	BA4_2	0,0946	0,0161	0,1609
	BA5	0,2293	0,0390	0,3899
	BA6	0,2925	0,0497	0,4972
	BA7_1	0,2299	0,0391	0,3908
	BA7_2	0,2322	0,0395	0,3947
	BA8	0,1904	0,0324	0,3237
	WSNORD	0,0505	0,0086	0,0859
	WSSUED	0,0509	0,0087	0,0865
Transport zu Verbringstelle 5				
	VS5-T1	0,0559	0,0095	0,0950
	VS5-T2	0,4622	0,0786	0,7857
	VS5-T3	0,3331	0,0566	0,5662
	VS5-T4	0,0901	0,0153	0,1532
Verbringstelle 5	VS5	0,3733	0,0635	0,6346
Transport zu Verbringstelle 6				
	VS6-T1	0,0215	0,0037	0,0365
	VS6-T2	0,1776	0,0302	0,3019
	VS6-T3	0,0307	0,0052	0,0522
	VS6-T4	0,0767	0,0130	0,1304
	VS6-T5	0,0204	0,0035	0,0346
Verbringstelle 6	VS6	0,0389	0,0066	0,0661
Transport zu Verbringstelle 7				
	VS7-T1	0,2949	0,0501	0,5014
	VS7-T2	0,6163	0,1048	1,0477
	VS7-T3	0,1733	0,0295	0,2945
	VS7-T4	1,4326	0,2435	2,4354
	VS7-T5	0,2478	0,0421	0,4213
Verbringstelle 7	VS7	0,3655	0,0621	0,6214
Transport zu Wybelsumer Polder				
	WP-T1	0,0608	0,0103	0,1034
	WP-T2	0,0252	0,0043	0,0429
	WP-T3	0,0034	0,0006	0,0057
Wybelsumer Polder	WP	0,1120	0,0190	0,1904

### 5.1.2 Betriebsphase – Schiffsemissionen: Szenarien *Ist-Zustand*, *Prognose-Nullfall* und *Prognose-Ausbaufall*

Die Abschätzung der Emissionen der Schiffe wurde auf der Basis von Literaturangaben zu Leistungsdaten für Hauptmaschinen (für den Antrieb), Hilfsdiesel (zur Stromversorgung) und Hilfskessel (zur Wärmeversorgung), zum spezifischen Kraftstoffverbrauch und zu verbrauchsspezifischen Emissionsfaktoren vorgenommen.

Aus Angaben des Auftraggebers wurden die in Tabelle 9 genannten Rahmendaten übernommen bzw. abgeleitet.



Tabelle 9. Rahmendaten für die Schiffsbewegungen auf der Außenems (nach [2]).

Schiffstyp	Ist-Zustand (2018)	Prognose-Nullfall (2030)	Prognose-Ausbau (2030)
Fahrten pro Jahr			
Trockenfrachter	641	725	720
Tankschiffe	212	227	227
Fahrzeugtransportschiffe	1.349	1.560	1.405
Fahrten pro Jahr (tideabhängige Schiffe)			
Trockenfrachter	55	74	39
Tankschiffe	53	60	40
Fahrzeugtransportschiffe	443	429	292
Wartezeiten (tideabhängige Schiffe) [min.]			
Trockenfrachter	204	260	92
Tankschiffe	137	125	76
Fahrzeugtransportschiffe	119	122	51

Für die Trockenfrachter, Tank- und Fahrzeugtransportschiffe wurden für die einzelnen tdw-Klassen<sup>6</sup> die Größen- und Leistungsdaten der Maschinenanlagen aus [6] und [8] abgeschätzt.

Anhand der Anteile der tdw-Klassen an den Gesamtbewegungen sind diese in Tabelle 10 als Mittel über alle tdw-Klassen und in Tabelle 11 als Mittel der tideabhängigen Schiffe aufgeführt.

Tabelle 10. Über alle tdw-Klassen gemittelte installierte Leistungen der Maschinen (nach [6] und [8]).

Schiffstyp	Ist-Zustand (2018)	Prognose-Nullfall (2030)	Prognose-Ausbau (2030)
mittlere Leistung Hauptmaschine [kW]			
Trockenfrachter	4.230	4.660	4.620
Tankschiffe	6.230	6.450	6.450
Fahrzeugtransportschiffe	6.900	7.530	7.110
mittlere Leistung Hilfsdiesel [kW]			
Trockenfrachter	240	250	250
Tankschiffe	310	320	320
Fahrzeugtransportschiffe	1.070	1.240	1.110
mittlere Leistung Hilfskessel [kW]			
Trockenfrachter	510	560	550
Tankschiffe	750	770	770
Fahrzeugtransportschiffe	830	900	850

<sup>6</sup> tdw = Gesamt-Tragfähigkeit eines Schiffes in Tonnen

Tabelle 11. Gemittelte installierte Leistungen der Maschinen der tideabhängigen Schiffe (nach [6] und [8]).

<b>Schiffstyp (tideabhängige Schiffe)</b>	<b>Ist- Zustand (2018)</b>	<b>Prognose- Nullfall (2030)</b>	<b>Prognose- Ausbau (2030)</b>
mittlere Leistung Hauptmaschine [kW]			
Trockenfrachter	11.100	11.280	11.300
Tankschiffe	9.670	9.660	9.660
Fahrzeugtransportschiffe	11.610	11.610	11.610
mittlere Leistung Hilfsdiesel [kW]			
Trockenfrachter	410	420	420
Tankschiffe	440	440	440
Fahrzeugtransportschiffe	2.510	2.510	2.510
mittlere Leistung Hilfskessel [kW]			
Trockenfrachter	1.330	1.350	1.360
Tankschiffe	1.160	1.160	1.160
Fahrzeugtransportschiffe	1.390	1.390	1.390

Es wurde zwischen „Revierfahrt“ während der Fahrten auf der Ems und „Manöverbetrieb“ während der tidebedingten Wartezeiten unterschieden. Je nach Betrieb wird zur Abschätzung der tatsächlich abgerufenen Leistung der Maschinen von unterschiedlichen Lastfaktoren ausgegangen (s. Tabelle 12). Als Ableithöhen werden 20 m bis 30 m angesetzt.

Tabelle 12. Angesetzte Lastfaktoren.

<b>Maschine</b>	<b>Lastfaktor</b>	
	<b>Revierfahrt</b>	<b>Warten</b>
Hauptmaschine	20%	20%
Hilfsdiesel	50%	50%
Hilfskessel	0%	0%

Die Angaben in der Literatur zu leistungsspezifischen Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide unterscheiden sich nicht wesentlich. Unterschiede ergeben sich z. B. im Zusammenhang mit Maschinentypen (Langsam-, Mittel- oder Schnellläufer) und eingesetzten Treibstoffen (MDO, MGO, RO). Im vorliegenden Fall ist nicht bekannt, welche Maschinentypen eingesetzt werden. Deswegen wird hier von einheitlichen Emissionsfaktoren für alle Maschinen ausgegangen. Für die Emissionsabschätzungen der Betriebsphase wird auf die leistungsspezifischen Emissionsfaktoren nach [7] zurückgegriffen <sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Eine aktuellen Datenrecherche erbrachte keine grundlegend neuen Erkenntnisse zu leistungsspezifischen Emissionsfaktoren bzw. können die Daten als konservativ angesehen werden.

Es wird zudem angenommen, dass von den Schiffen keine relevanten NH<sub>3</sub>-Emissionen ausgehen.

Tabelle 13. NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren (nach [7]).

Schiffstyp / Betriebsphase	Ist-	Prognose-	Prognose-
	Zustand (2018)	Nullfall (2030)	Ausbau (2030)
<b>NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktor [g/kWh]</b>			
Trockenfrachter			
Revierfahrt	17,7	15,3	15,3
Warten	14,0	12,1	12,1
Tankschiffe			
Revierfahrt	16,3	14,0	14,0
Warten	13,4	11,5	11,5
Fahrzeugtransportschiffe			
Revierfahrt	15,3	13,2	13,2
Warten	12,8	11,0	11,0
<b>spez. Verbrauch [g Krst/kWh]</b>			
Stückgutschiffe	225	225	225
Massengutschiffe	225	225	225
Tankschiffe	225	225	225
Fahrzeugtransportschiffe	225	225	225

Mit den beschriebenen Daten und Betriebszeiten ergeben sich unter Zugrundelegung einer mittleren Schiffgeschwindigkeit von 10 kn folgende, über das Jahr gemittelte, stündliche Emissionsraten.

Tabelle 14. Berechnete stündliche Emissionen (gemittelt über das Jahr).

Schiffstyp / Betriebsphase	NO <sub>x</sub> -Emissionen im Jahresmittel [kg/h]		
	Ist- Zustand (2018)	Prognose- Nullfall (2030)	Prognose- Ausbau (2030)
Trockenfrachter			
Revierfahrt	4,88	5,23	5,15
Wartezeiten	0,72	1,09	0,20
Tankschiffe			
Revierfahrt	2,16	2,05	2,05
Wartezeiten	0,40	0,35	0,14
Fahrzeugtransportschiffe			
Revierfahrt	17,61	19,51	16,34
Wartezeiten	4,59	3,92	1,11
Summe	30,37	32,15	25,01

Es liegen keine Aussagen zur zeitlichen und räumlichen Verteilung der Schiffe vor, die eine realitätsnahe Abbildung der Schiffsbewegungen mit den jeweiligen Emissionen und ihren Ableitbedingungen zuließen. Im Rechenmodell werden daher vertikale Flächenquellen definiert, über die jeweils die Emissionen in einer Höhe zwischen 20 m und 30 m gemittelt über das ganze Jahr freigesetzt werden.

Die Emissionen aus den Schiffsmotoren werden mit einem mittleren<sup>8</sup> Wärmestrom von etwa 0,11 MW, gemittelt über alle Schiffstypen und tdw-Klassen, bzw. von etwa 0,27 MW, gemittelt über alle Schiffstypen und tideabhängigen tdw-Klassen, freigesetzt. Der Wärmestrom errechnet sich aus einem Kraftstoffverbrauch von ca. 225 g/kWh, dem daraus resultierenden Abgasvolumenstrom<sup>9</sup> und einer geschätzten Abgastemperatur von 200 °C.

Die Lage der Quellen im Modell kann der folgenden Abbildung 5 entnommen werden. Die Eingabedaten der Emissionsquellen für die Ausbreitungsrechnung sind in der nachfolgenden Tabelle 15 zusammengefasst.

Die Lage der Emissionsquellen basiert dabei auf den zur Verfügung gestellten Daten und Karten zur Charakterisierung des Vorhabens.

Die Unterteilung von einzelnen Emissionsquellen (z. B. Revierfahrt) in Teilquellen ist modellbedingt und dient der Anpassung des Verlaufs der Emissionsquellen im Modell an den Verlauf der Emissionsquellen in der Realität (Verlauf der Fahrrinne).

---

<sup>8</sup> Gemittelt über die jeweils eingesetzten Maschinen.

<sup>9</sup> Nach einer überschlägigen Verbrennungsrechnung gem. [9].

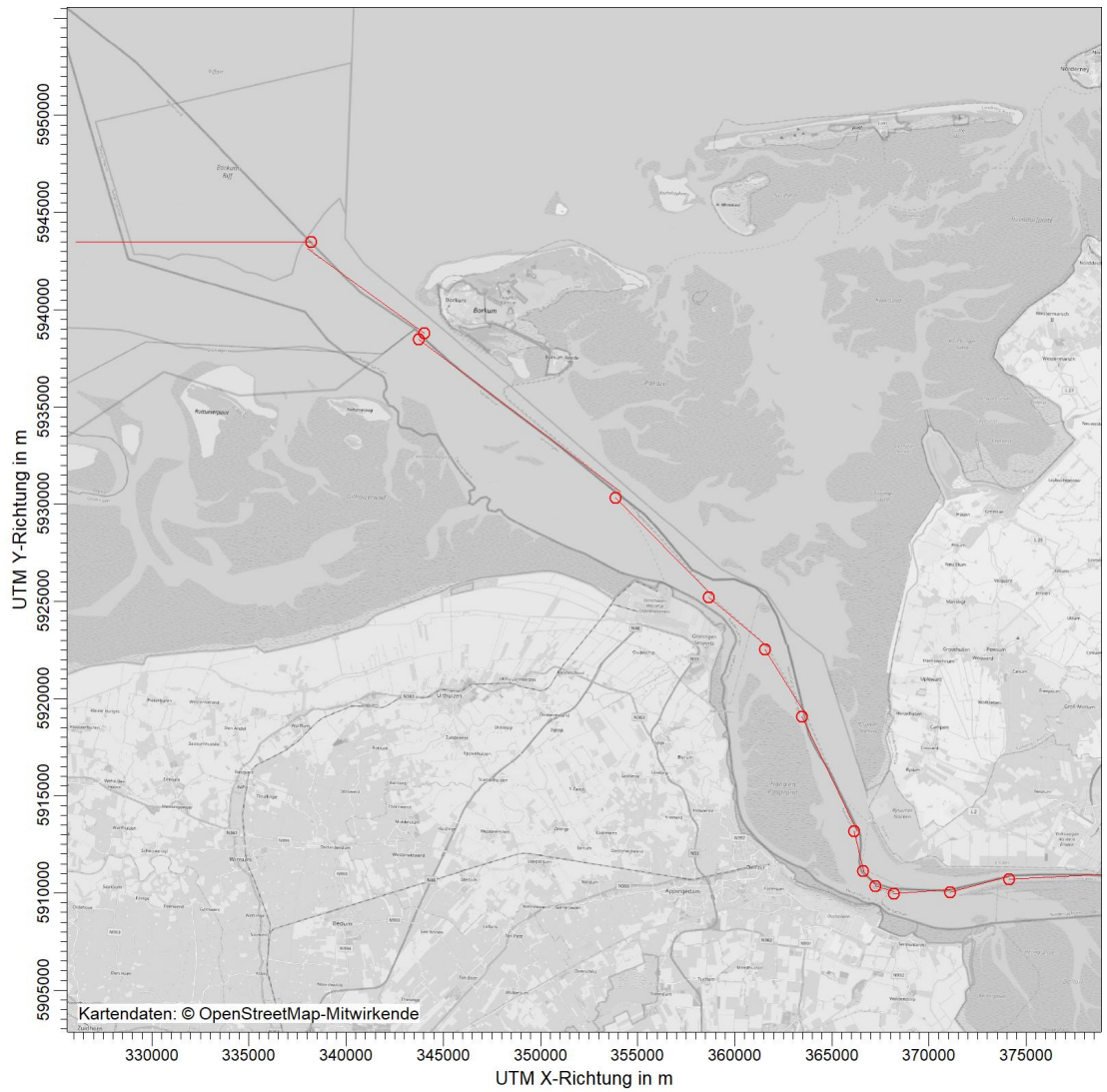


Abbildung 5. Lage Emissionsquellen (rot) für die Betriebsphasen.

Tabelle 15. Eingabedaten der Emissionsquellen für die Betriebsphasen (u. a. auf Basis von [4] und [5]).

Emissionsquellen		Rechtswert	Hochwert	Höhe	Länge	Vertikale Ausdehnung	Winkel	Wärmestrom
Bezeichnung	ID	xq	yq	hq	bq	cq	wq	qq
Revierfahrt								
Teilstrecke 1	RF_1	338198	5943495	20	12100	10	90	0,11
Teilstrecke 2	RF_2	344009	5938800	20	7400	10	54	0,11
Teilstrecke 3	RF_3	343744	5938461	20	13000	10	233	0,11
Teilstrecke 4	RF_4	353862	5930315	20	7000	10	225	0,11
Teilstrecke 5	RF_5	358655	5925200	20	4000	10	230	0,11
Teilstrecke 6	RF_6	361567	5922525	20	4000	10	212	0,11
Teilstrecke 7	RF_7	363471	5919062	20	6500	10	-154	0,11
Teilstrecke 8	RF_8	366144	5913166	20	2100	10	-166	0,11
Teilstrecke 9	RF_9	366591	5911123	20	1000	10	-138	0,11
Teilstrecke 10	RF_10	367233	5910349	20	1000	10	-107	0,11
Teilstrecke 11	RF_11	368179	5909979	20	2900	10	-86	0,11
Teilstrecke 12	RF_12	371081	5910054	20	3100	10	-75	0,11
Teilstrecke 13	RF_13	374105	5910711	20	4800	10	-87	0,11
tidebedingtes Warten								
Einfahrt	W_1	343744	5938461	20	13000	10	233	0,27
Ausfahrt	W_2	374105	5910711	20	4800	10	-87	0,27

Auf Basis der in Tabelle 14 aufgeführten stündlichen Emissionen, der in Tabelle 15 beschriebenen Quellgeometrien sowie der beschriebenen Betriebsabläufe ergeben sich für die Emissionsquellen die in Tabelle 16 zusammengefassten Emissionsraten.

Die Emissionen der einzelnen Emissionsquellen (z. B. Revierfahrt) wurden dabei anteilig (entsprechend des jeweiligen Längenanteils der Teilquellen an der Emissionsquelle) auf die Teilquellen aufgeteilt.

Tabelle 16. Berechnete Emissionsraten (g/s) der Emissionsquellen für die Betriebsphasen.

Emissionsquellen		Emissionsraten [g/s]								
ID	Ist-Zustand (2018)			Prognose-Nullfall (2030)			Prognose-Ausbau (2030)			
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	
Revierfahrt										
RF_1	0,7075	0,1203	1,2028	0,7687	0,1307	1,3068	0,6756	0,1149	1,1485	
RF_2	0,4327	0,0736	0,7356	0,4701	0,0799	0,7992	0,4132	0,0702	0,7024	
RF_3	0,7602	0,1292	1,2923	0,8259	0,1404	1,4040	0,7258	0,1234	1,2339	
RF_4	0,4093	0,0696	0,6958	0,4447	0,0756	0,7560	0,3908	0,0664	0,6644	
RF_5	0,2339	0,0398	0,3976	0,2541	0,0432	0,4320	0,2233	0,0380	0,3797	
RF_6	0,2339	0,0398	0,3976	0,2541	0,0432	0,4320	0,2233	0,0380	0,3797	
RF_7	0,3801	0,0646	0,6461	0,4129	0,0702	0,7020	0,3629	0,0617	0,6170	
RF_8	0,1228	0,0209	0,2087	0,1334	0,0227	0,2268	0,1173	0,0199	0,1993	
RF_9	0,0585	0,0099	0,0994	0,0635	0,0108	0,1080	0,0558	0,0095	0,0949	
RF_10	0,0585	0,0099	0,0994	0,0635	0,0108	0,1080	0,0558	0,0095	0,0949	
RF_11	0,1696	0,0288	0,2883	0,1842	0,0313	0,3132	0,1619	0,0275	0,2753	
RF_12	0,1813	0,0308	0,3082	0,1969	0,0335	0,3348	0,1731	0,0294	0,2942	
RF_13	0,2807	0,0477	0,4771	0,3049	0,0518	0,5184	0,2680	0,0456	0,4556	
tidebedingtes Warten										
W_1	0,4670	0,0794	0,7938	0,4382	0,0745	0,7449	0,1194	0,0203	0,2031	
W_2	0,4670	0,0794	0,7938	0,4382	0,0745	0,7449	0,1194	0,0203	0,2031	

S:\MIPROJ\159MM159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

### 5.1.3 Betriebsphase – Zusätzliche Unterhaltungsbaggerungen

Mit der Vertiefung der Außenems von Ems-km 40,7 bis Ems-km 74,6 gehen für den Prognose-Ausbaufall auch zusätzliche (gegenüber dem Ist-Zustand und dem Prognose-Nullfall erhöhte) Unterhaltungsbaggerungen einher.

Im Wesentlichen sind die zusätzlichen Unterhaltungsbaggerungen und die damit verbundenen Emissionen im Bereich der Ems-km 40,7 bis Ems-km 53,0 erforderlich.

Im Bereich der für den im folgenden heranzuziehenden Betrachtungsbereich (s. Kapitel 4.3) relevanten Ems-km 57,0 bis Ems-km 74,6 sind zusätzliche Unterhaltungsbaggerungen gemäß [4] (Anlage A5) nur im geringen Umfang erforderlich. Aus den zusätzlichen Unterhaltungsmengen von ca. 0,02 Mio. m<sup>3</sup>/a ergibt sich, in Anlehnung an die Emissionsansätze gemäß den Ausführungen in Kapitel 5.1.1, für diesen Bereich eine mittlere jährliche Emission von < 0,07 kg/h<sup>10</sup> aus Baggerbetrieb, Transportbetrieb und Verklappung.

Die zusätzlichen Unterhaltungsbaggerungen stellen gegenüber den betrachteten Emissionen aus dem Stückgut-, Massengut- und Tank- und Fahrzeugtransport-schiffsverkehr im Jahresmittel somit keine maßgeblichen Emissionen dar (< 0,3 % der Schiffsemissionen des Prognose-Ausbaufalls gemäß Tabelle 14) und sind daher im Rahmen dieser Untersuchung als vernachlässigbar einzustufen.

### 5.1.4 Emissionen anderer Vorhaben

Vorliegend wurde zudem geprüft, inwieweit Immissionsbeiträge anderer Vorhaben ggf. in den zugrunde gelegten Vorbelastungsdaten im Hinblick auf Ihre Emissionsbeiträge nicht enthalten sind. Hier sind folgende Vorhaben zu nennen:

- Industriepark Oosterhorn in Farsum, Erweiterung einer Mono-Klärschlammverbrennungsanlage um eine vierte Linie (EEW),
- Neubau eines Großschiffsliegeplatzes, Mehrzweckhafen Emden (Niedersachsen Ports).

Die Lage der Vorhaben (Anlagen) ist mehr als 30 km vom Betrachtungsbereich (s. Abbildung 3) entfernt. Ein direkter Einfluss der Vorhaben auf die Immissionssituation im Betrachtungsbereich kann auf Basis der Entfernung ausgeschlossen werden. Der Einwirkungsbereich entsprechender Vorhaben ist in der Regel auf einen Radius um die Emissionsquelle von wenigen km begrenzt.

## 5.2 Angesetzte Betriebszeiten und Betriebszustände

Da eine genaue zeitliche Verteilung der Schiffsbewegungen und Baggerarbeiten nicht bekannt ist, werden die Emissionen auf das ganze Jahr (8760 h/a) verteilt.

<sup>10</sup> Unter Ansatz einer zusätzlich erforderlichen Unterhaltungsmenge von 0,22 Mio. m<sup>3</sup>/a, einer einfachen Strecke von im Mittel ca. 10 km sowie ca. 6 zusätzlich erforderlichen Umläufen (Angaben in Anlehnung an Tabelle 2).

## 5.3 Modellierung der Emissionsquellen

Die Emissionsquellen wurden mittels Linienquellen (Transportstrecken, Baggerabschnitte) und Flächenquellen (Verbringstellen) modelliert. Die Eingabedaten der Quellen für die Ausbreitungsrechnungen können den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.2 in Tabelle 7 und Tabelle 15 entnommen werden.

Detailangaben zu den Emissionsquellen können den Lasat Eingabedateien im Anhang entnommen werden.

## 5.4 Überhöhung

Für die Schiffsmotoren wurden eine Überhöhung berücksichtigt.

Die im Detail angesetzten Wärmeströme sowie deren Herleitung können den Kapiteln 5.1.1 und 5.1.2 entnommen werden.



## 6 Meteorologische Eingangsdaten

### 6.1 Auswahlkriterien und Eignung

Gemäß den Anforderungen des Anhangs 2 TA Luft 2021 sind für Ausbreitungsrechnungen meteorologische Daten zu verwenden, die für das Beurteilungsgebiet charakteristisch sind. Im vorliegenden Fall wurden zur Berücksichtigung der meteorologischen Situation die Messdaten der innerhalb des Betrachtungsbereichs liegenden Station Borkum in Form einer meteorologischen Zeitreihe AKTerm herangezogen.

Die Daten wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) in Form einer vierjährigen Zeitreihe in stündlicher Auflösung für den Zeitraum 2012 bis 2015 zur Verfügung gestellt [16]. Aufgrund von Datenlücken konnte kein größerer Zeitraum zur Verfügung gestellt werden.

Für die Ermittlung eines repräsentativen Jahres aus der meteorologischen Zeitreihe wurde die VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [14] herangezogen. Die meteorologischen Stundenzeitreihen der Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit wurden statistisch ausgewertet. Die Auswertung wurde mit den Stundenwerten der Einzeljahre als auch mit dem vieljährigen Gesamtzeitraum der meteorologischen Reihe vorgenommen. Für alle Einzeljahre wurden aus den relativen Anteilen Abweichungsmaße (bezogen auf das langjährige Mittel) für alle Parameter bestimmt.

Nach den Auswertungen ist das Jahr 2012 als zeitlich repräsentativ für die Station Borkum anzusehen, da die Daten dieses Jahres die geringsten Abweichungen vom langjährigen Mittel aufweisen.

### 6.2 Beschreibung der meteorologischen Eingangsdaten

Die Windgeberhöhe der Station beträgt 10 m über Grund. Der Standort der Windmessung hat die folgende Position im UTM-Koordinatensystem:

32 U 34 57 59 m E, 59 39 185 m N.

Für die Berechnung der nassen Deposition hinsichtlich des Stickstoffeintrages wurde eine Niederschlagszeitreihe des o. g. Jahres der Station Borkum-Flugplatz berücksichtigt [16].

Die Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und -geschwindigkeit der Station aus dem Jahr 2012 zeigt Abbildung 6. Es liegt eine Windrichtungsverteilung mit einem Primärmaximum aus südwestlichen Windrichtungen sowie einem Sekundärmaximum aus nordwestlichen Windrichtungen vor.

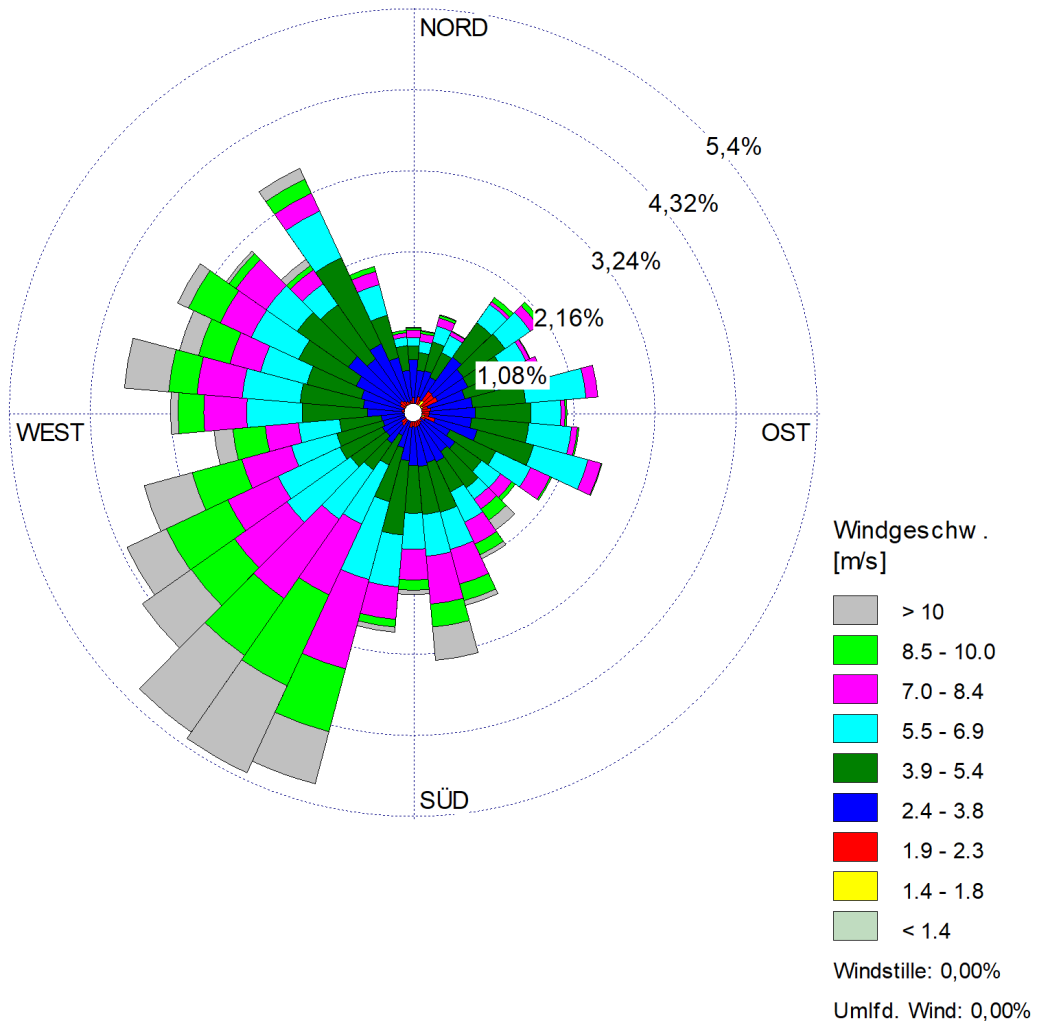


Abbildung 6. Windrichtungshäufigkeitsverteilung; Borkum 2012 [16].

In Abbildung 7 sind die Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen und Ausbreitungsklassen nach TA Luft 2021 dargestellt. Windschwache Lagen mit Windgeschwindigkeiten < 1,4 m/s kommen am Standort in etwa 1 % der Jahresstunden vor. Mit etwa 89 % Anteil an der Häufigkeit aller Ausbreitungsklassen sind die indifferenten Ausbreitungssituationen der Klassen III/1 und III/2 am häufigsten.

Stabile Ausbreitungssituationen der Klassen I und II, zu denen unter anderem auch die Inversionswetterlagen zu rechnen sind, treten an etwa 6 % der Jahresstunden auf sowie die labilen Klassen IV und V an etwa 2 % der Jahresstunden.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 5,9 m/s.

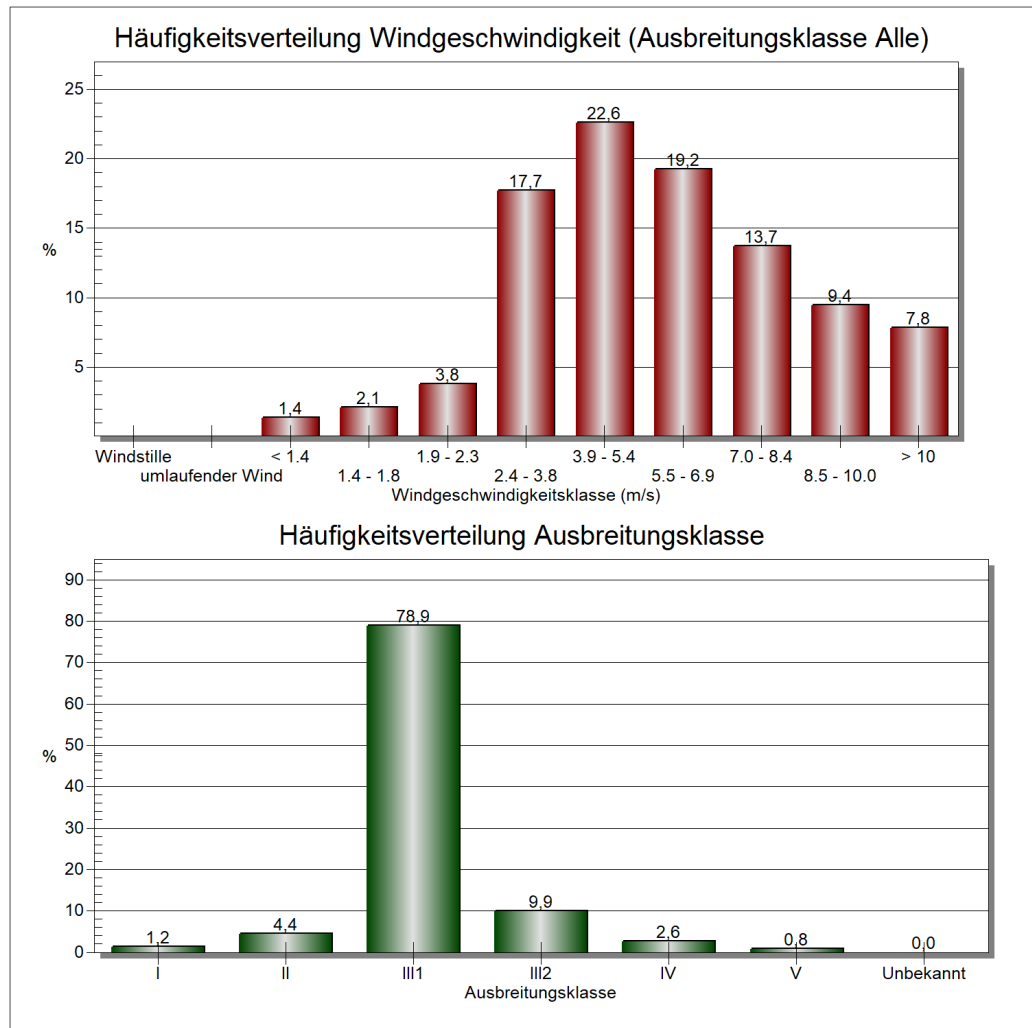


Abbildung 7. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen und der Ausbreitungsklassen; Borkum 2012 [16].

Die vom Partikelmodell benötigten meteorologischen Grenzschichtprofile und die hierzu benötigten Größen

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

wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 und entsprechend den in Anhang 2 der TA Luft 2021 festgelegten Konventionen bestimmt.

## 7 Weitere Eingangsgrößen

### 7.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Als Rechengebiet wurde ein Rechteck mit Kantenlängen von 72 x 72 km festgelegt (linke untere Ecke Rechtswert: 32 U 32 13 11, Hochwert: 59 08 982, siehe Tabelle 8). Das Rechengebiet beinhaltet den Betrachtungsbereich sowie alle in den unterschiedlichen Szenarien betrachteten Emissionsquellen.

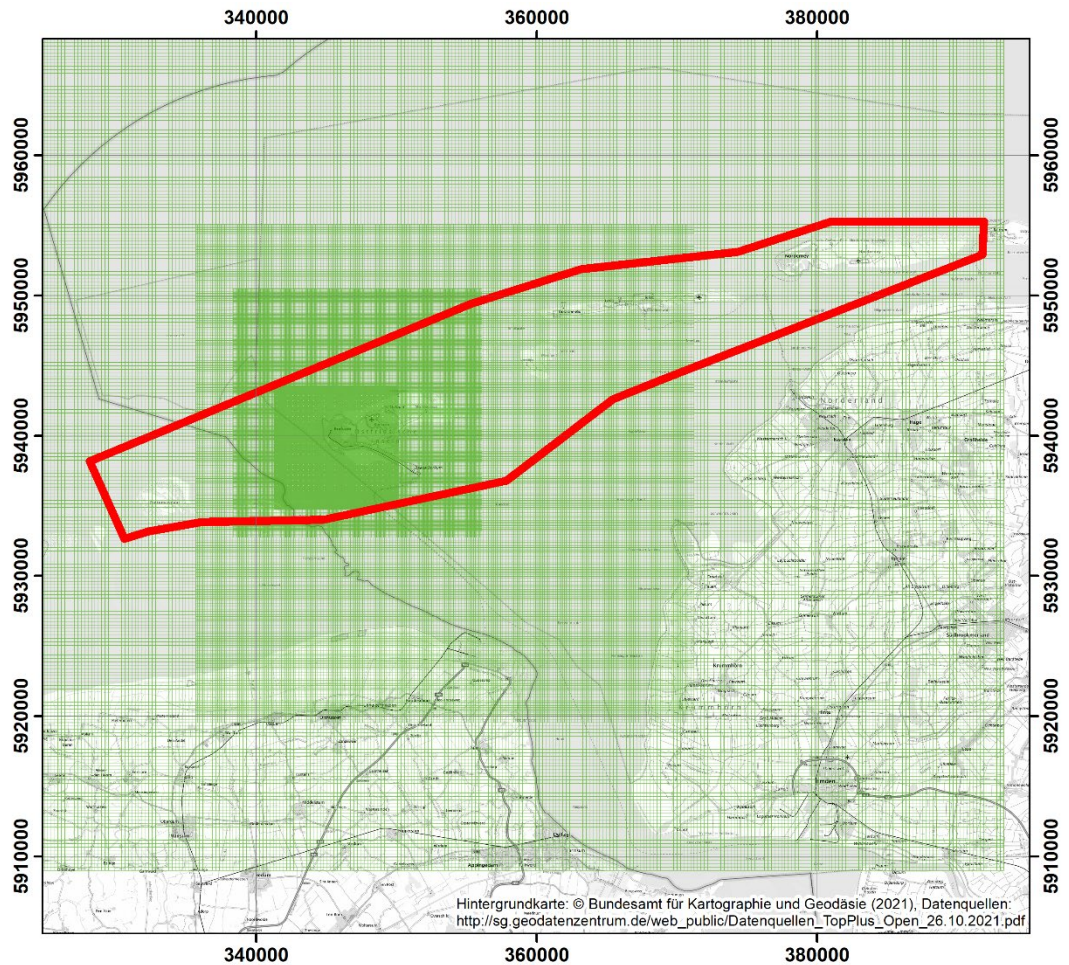


Abbildung 8. Verwendetes Rechengebiet/-gitter der Ausbreitungsrechnung (grün); Betrachtungsbereich (rot umrandet). Hintergrundkarte: © OpenStreetMap.

Es wurde ein vierfach geschichtetes Rechengitter mit Gitterweiten von 30 m bis 240 m verwendet. Die Höhe der Zusatzbelastungen im Betrachtungsbereich kann bei diesem Ansatz mit hinreichender Genauigkeit 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 TA Luft 2021 aus den Landnutzungsklassen des Landbedeckungsmodells Deutschlands zu bestimmen. Die Rauigkeitslänge wurde auf der Basis von Geländenutzungsdaten errechnet und auf den nächstgelegenen Tabellenwert zu  $z_0 = 0,05$  m gerundet. Eine wesentliche Änderung in der Landnutzung gegenüber der Erhebung des Katasters kann nicht festgestellt werden.

Die verwendete Rauigkeitslänge von  $z_0 = 0,05$  m stellt hier im Wesentlichen ein Mittel zwischen der Rauigkeitslänge für „Meere und Ozeane“ von  $z_0 = 0,10$  m und der Rauigkeitslänge für „Salzwiesen, in der Gezeitenzone liegende Flächen, ...“ von  $z_0 = 0,02$  m dar. Eine sehr starke Variation der Rauigkeitslänge liegt im Rechengebiet nicht vor.

## 7.3 Berücksichtigung von Bebauung und Gelände

### 7.3.1 Bebauung

Bei der Berücksichtigung der Bebauung im Rahmen der Ausbreitungsrechnung ist zunächst der Wirkungsbereich potenzieller Strömungshindernisse im Verhältnis zur Ableithöhe zu ermitteln. Gemäß TA Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 11) sind bei dieser Prüfung, ob und in welcher Art Gebäude zu berücksichtigen sind, alle Gebäude, deren Abstand von der jeweiligen Emissionsquelle geringer ist als das sechsfache ihrer Höhe, in die weitere Prüfung mit einzubeziehen.

Auf Basis der Abstände der berücksichtigten Emissionsquellen des Schiffverkehrs von der Wohnbebauung sowie der Abstände der Emissionsquellen der *anderen Vorhaben* zum Betrachtungsbereich wurden im Rahmen der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen keine Gebäudestrukturen einbezogen. Die Berücksichtigung erfolgt somit über die Rauigkeitslänge.

### 7.3.2 Gelände

Einflüsse von Geländeunebenheiten auf die Ausbreitungsbedingungen sind gemäß TA-Luft 2021 (Anhang 2, Nr. 12) zu berücksichtigen, wenn im Rechengebiet Geländesteigungen von mehr als 1 : 20 und Höhendifferenzen von mehr als der 0,7fachen Ableitbauhöhe auftreten. Hierzu können in der Regel diagnostische Windfeldmodelle eingesetzt werden, solange die Steigungen Werte von 1 : 5 nicht überschreiten und lokale (thermische) Windsysteme keine Rolle spielen. Dies ist im vorliegenden Rechengebiet nicht der Fall.

Eine weitere Berücksichtigung der Orographie (Höhenstrukturen der Erdoberfläche im Betrachtungsbereich) im Rahmen der Ausbreitungsrechnung erfolgt daher nicht.

## 7.4 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Neben der Ermittlung der Immissionszusatzbelastung für Stickstoffoxide wurde der Stickstoffeintrag bedingt durch die nasse und trockene Deposition von NO und NO<sub>2</sub> innerhalb des Betrachtungsbereiches ermittelt. Hierzu wurde das Lagrangesche Partikelmodell LASAT mit einer der TA Luft 2021 entsprechenden Parameteranpassung [17] verwendet. Dieses Modell entspricht den Anforderungen der TA Luft 2021 (Anhang 2) sowie der VDI Richtlinie 3945 Blatt. 3 [15]. Abweichend hiervon wurde die Überhöhung weiterhin über die Modellgröße qq (Wärmestrom) und nicht über das implementierte Überhöhungsmodell berücksichtigt.

## 7.5 Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit

Mit der Wahl der Qualitätsstufe 4 (entspricht einer Teilchenrate = 32 s<sup>-1</sup>) bei der Ausbreitungsrechnung wurde sichergestellt, dass im beurteilungsrelevanten Gebiet außerhalb der Bereiche der Emissionsquellen 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 NO<sub>2</sub>

Bei der Berechnung der NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung ist die chemische Umsetzung von Stickstoffmonoxid (NO) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) zu berücksichtigen. Hierzu ist der Emissionsmassenstrom von NO und NO<sub>2</sub> anzugeben.

Bei Verbrennungsprozessen in Verbrennungsmotoranlagen und Kesseln bestehen die Stickstoffoxidemissionen NO<sub>x</sub> größtenteils als Stickstoffmonoxid NO. Erfahrungsgemäß liegen die Werte bei Benzin- und Dieselmotoren sowie Kesseln bei ca. 90 % NO und ca. 10 % Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>.

Der Stoff NO<sub>x</sub> (Summe aus NO und NO<sub>2</sub>) wird bei der Durchführung der nachfolgenden Ausbreitungsrechnung zusätzlich unabhängig von den Stoffen NO und NO<sub>2</sub> behandelt.

### 7.6.2 Depositionsgeschwindigkeiten und Auswaschraten

Für die Berechnung der Stickstoffdeposition erfolgte die Berechnung der nassen und trockenen Deposition von Luftschadstoffen entsprechend der TA Luft 2021 und der VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3 (Lagrangesche Partikelmodell LASAT) mit den stoffspezifischen Auswaschraten und Depositionsgeschwindigkeiten für die Oberflächenkategorie *Mesoskala* gemäß der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 5 [12], [15].

Zur Berechnung der resultierenden Stoffeinträge werden entsprechend die folgenden stoffspezifischen Parametrisierungen und Eingangsdaten angesetzt:

- Depositionsgeschwindigkeiten ( $v_d$ ) (für Oberflächenkategorie „Mesoskala“):
  - Stickstoffmonoxid NO 0,05 cm/s
  - Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub> 0,3 cm/s
- Auswaschraten ( $\lambda$ ):
  - Stickstoffmonoxid NO 0/s
  - Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>  $1 \times 10^{-7}$ /s

Die Berechnung der Schadstoffdepositionen erfolgt flächenhaft im Untersuchungsgebiet mit dem Modell LASAT. Die berechneten NO- und NO<sub>2</sub>-Depositionen werden entsprechend der Molekularmassen in Stickstoffdepositionen umgerechnet.

## 8 Darstellung der Ergebnisse

### 8.1 Immissions-Vorbelastung

#### 8.1.1 Stickstoffoxidkonzentrationen

Die Vorbelastungssituation bzgl. der Stickstoff-Konzentration wird für den deutschen Teil des Betrachtungsbereichs im Wesentlichen anhand der Ergebnisse der Messungen, die im Rahmen des lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen (LÜN) routinemäßig durchgeführt werden [19], abgeschätzt

Tabelle 17 zeigt die Ergebnisse der Immissionsmessungen an den Stationen Ostfriesische Inseln (Standort: Norderney, Am Wasserwerk II) und Ostfriesland (Standort: Emden, Am Eisenbahndock) des LÜN für die Jahre 2015 bis 2019.

Tabelle 17. NO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Immissionskonzentrationen (Jahresmittelwerte) der Jahre 2015 – 2019 an den Stationen Ostfriesische Inseln und Ostfriesland in µg/m<sup>3</sup> [19].

Jahr	Ostfriesische Inseln		Ostfriesland	
	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
2015	9	10	17	21
2016	9	11	17	23
2017	8	10	16	21
2018	9	11	14	19
2019	8	10	15	19
Mittel	9	10	16	21

Für den niederländischen Teil des Betrachtungsbereichs werden die Vorbelastungsdaten des Rijksinstituut voor Volksgezondheid für das Jahr 2020 herangezogen [20].

Die sich aus der Analyse ergebenden Vorbelastungsdaten sind für den Betrachtungsbereich in Abbildung 9 dargestellt. Im Übergangsbereich von den niederländischen zu den deutschen Vorbelastungsdaten tritt ein deutlicher Sprung der Immissionskonzentrationen auf, welcher ursächlich durch die verschiedenen Datenquellen bedingt ist. Eine Glättung des Übergangsbereiches wird nicht vorgenommen, da keine detaillierten Daten für diesen Übergangsbereich vorliegen.



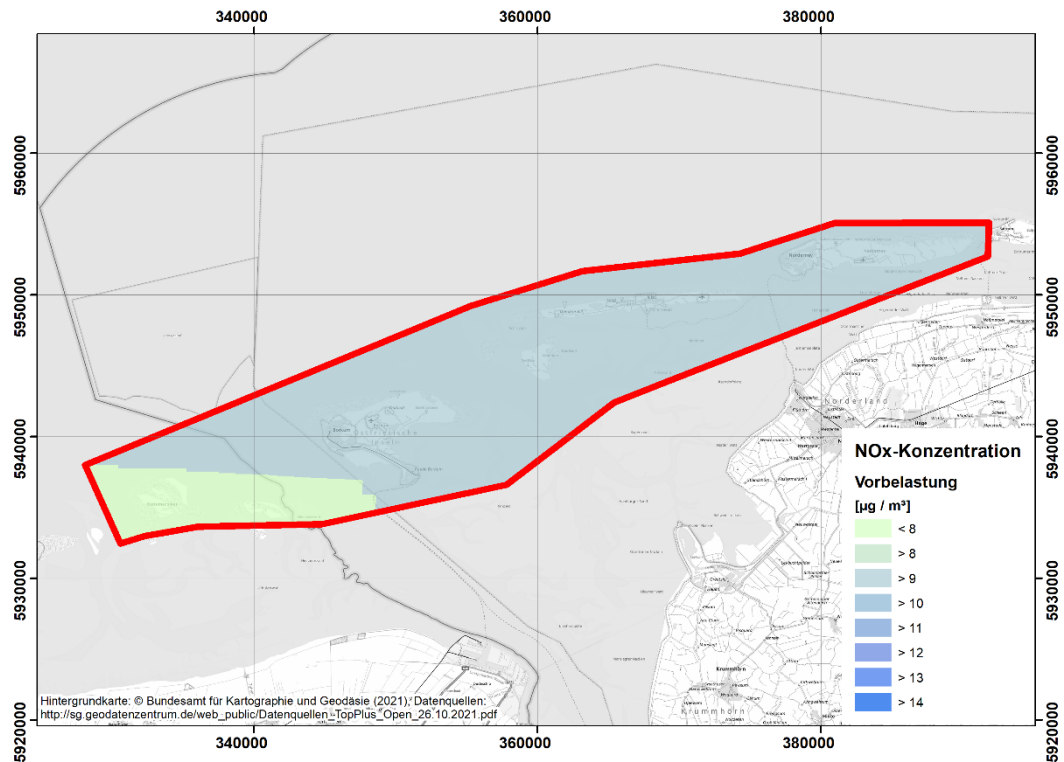


Abbildung 9. NO<sub>x</sub>-Immissions-Jahres-Vorbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich.

### 8.1.2 Stickstoffdeposition

Die Analyse und Bereitstellung der Depositions-Vorbelastung im Betrachtungsbereich der Immissionsprognose wird anhand der vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellten Vorbelastungsdaten für neun verschiedene Landnutzungsklassen der Jahre 2013 – 2015 beschrieben [23].

Die Zuordnung der Depositionsdaten zu den jeweiligen Landnutzungsklassen erfolgte dabei anhand der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Ergebnisse der Biotopanalysen [5].

Für den niederländischen Teil des Betrachtungsbereichs werden Depositions-Vorbelastungsdaten des Rijksinstituut voor Volksgezondheid analog zur deutschen Datengrundlage für die Jahre 2013 – 2015 [20] berücksichtigt.

Für einzelne Randbereiche des Betrachtungsbereichs enthalten die zugrunde gelegten Datenquellen keine Vorbelastungsdaten.

Die sich aus der Analyse ergebenden Vorbelastungsdaten sind für den Betrachtungsbereich in Abbildung 10 dargestellt. Im Übergangsbereich von den niederländischen zu den deutschen Vorbelastungsdaten tritt ein deutlicher Sprung der Depositionsdaten auf, welcher durch die verschiedenen Datenquellen bedingt ist. Eine Glättung des Übergangsbereiches erfolgt nicht, da keine detaillierten Daten für diesen Übergangsbereich vorliegen.

Die Vorbelastung der N-Deposition ist sehr viel kleinräumiger strukturiert als die der NO<sub>x</sub>-Konzentration. Dies ist darin begründet, dass die Höhe der N-Deposition wesentlich von der Art der Vegetation und der damit verbundenen Geländerauigkeit abhängt. Im Betrachtungsbereich liegt die N-Deposition je nach Vegetationsstruktur und Datengrundlage zwischen 10.000 und 18.000 g/(ha × a).

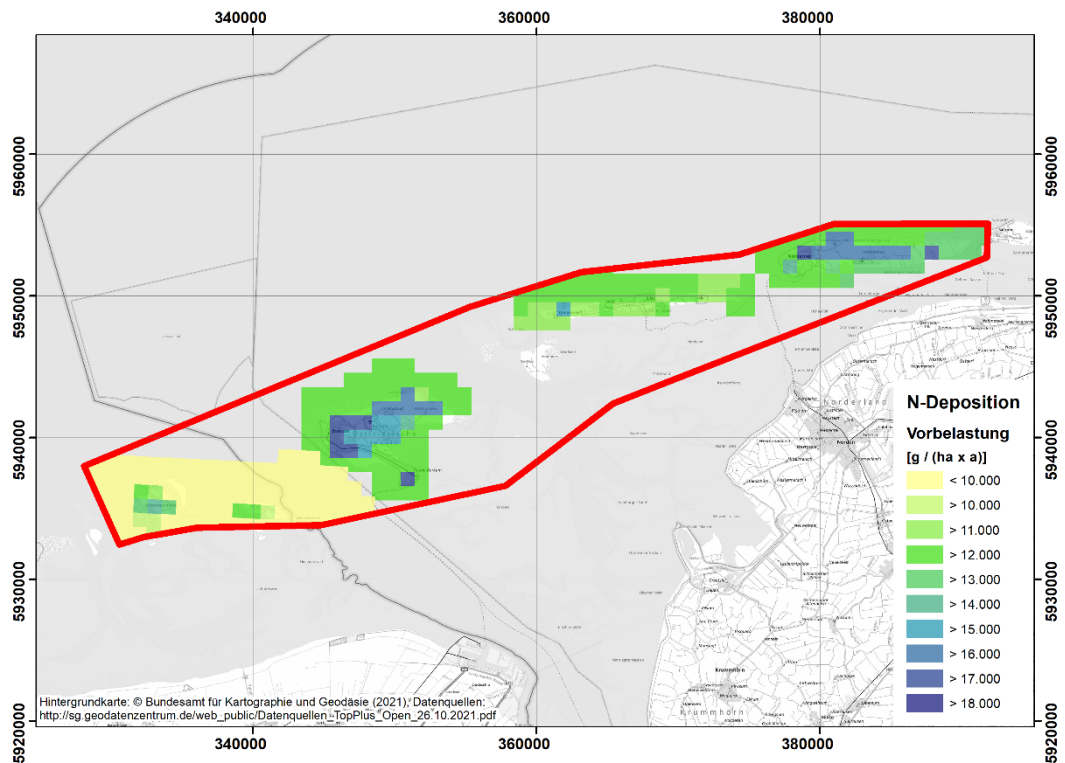


Abbildung 10. N-Depositions-Vorbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich.

## 8.2 Immissions-Zusatz- und Gesamtbelastung

### 8.2.1 Allgemeines

Die räumliche Verteilung der prognostizierten Immissions-Jahres-Zusatzbelastungen (IJZ) <sup>11</sup> folgt weitestgehend der Windrichtungshäufigkeitsverteilung in Verbindung mit der Geometrie der berücksichtigten Emissionsquellen. Dies gilt qualitativ sowohl für die Stickstoffoxid-Konzentration als auch für die Stickstoff-Deposition.

Die höchsten prognostizierten Zusatzbelastungen treten im Nahbereich der Emissionsquellen der berücksichtigten Schiffsbewegungen auf.

<sup>11</sup> Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ) = Immissionsbeitrag im Jahresmittel der in diesem Bericht für die einzelnen betrachteten Szenarien berücksichtigten Emittenten und deren Emissionen gemäß Kapitel 3.

Im Folgenden sind für die Szenarien

- Ist-Zustand,
- Prognose-Nullfall,
- Bauphase sowie
- Prognose-Ausbaufall

die sich aus den Emissions- und Rechenansätzen ergebenden räumlichen Verteilungen der Immissions-Jahres-Zusatzbelastungen sowie die, unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorbelastungsdaten nach Kapitel 8.1 ermittelten, Immissions-Jahres-Gesamtbelastungen für die Stickstoffoxid-Konzentration und die Stickstoff-Deposition im gesamten Betrachtungsbereich und im Nahbereich der Insel Borkum dargestellt.

Im Szenario Ist-Zustand entspricht die Immissions-Gesamtbelastungen der Immissions-Vorbelastung gemäß Kapitel 8.1. Die Immissions-Jahres-Zusatzbelastung für dieses Szenario, welche die Immissionsbeiträge des bestehenden Trockenfrachter-, Tank- und Fahrzeugtransportschiffsverkehrs auf der Außenems (Ems-km 40,7 bis Ems-km 113) (vgl. Kap. 5.1.3) berücksichtigt, wird dargestellt, um bei den weiteren betrachteten Szenarien Aussagen zum Vorhabensanteil der erwarteten neuen Gesamtbelastung machen zu können.

Alle in den folgenden Kapiteln aufgeführten Immissionskonzentrations- und Depositionswerte stellen Jahresmittelwerte dar.

Es erfolgt ergänzend eine GIS-kompatible Bereitstellung der Daten an den Auftraggeber, so dass im Rahmen weiterer Untersuchungen (z. B. UVU, FFH-VU) einzelne Bereiche detaillierter betrachtet/dargestellt werden können.

## 8.2.2 Stickstoffdioxidkonzentration

### 8.2.2.1 Ist-Zustand

Während die Immissions-Gesamtbelastung des Ist-Zustandes (derzeitige Immissions-Vorbelastung) als Ermittlungsgrundlage für die zukünftig zu erwartende Immissionsbelastung im Betrachtungsbereich herangezogen wird, dient die Angabe der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> zur Anteilsermittlung erwarteter Immissionsveränderungen im Betrachtungsbereich durch das geplante Vorhaben (hier: Außenems-Vertiefung).

Zur Ermittlung der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> werden, wie vorangehend dargestellt, die Emissionen des Schiffsverkehrs (Stückgut-, Massengut-, Tank- und Fahrzeugtransportschiffe) in der Außenems des Jahres 2018 (s. Kapitel 5.1.2) herangezogen.

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> wird in den folgenden Abbildungen dargestellt. Diese beträgt im Westen der Insel Borkum max.  $0,20 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$  und östlich der Insel Borkum weniger als  $0,06 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ . Mit zunehmender Entfernung von der Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Konzentration weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei  $< 0,02 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ .

Im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung von ca.  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tragen die für den Ist-Zustand berücksichtigten Emissionen lediglich einen Immissionsbeitrag von max. 2 % im direkten Nahbereich der Fahrrinne bei. In Entfernung  $> 4 \text{ km}$  liegt der Anteil bereits unter 1 % an der Immissions-Vorbelastung.

Die  $\text{NO}_x$ -Immissionsbelastungen im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

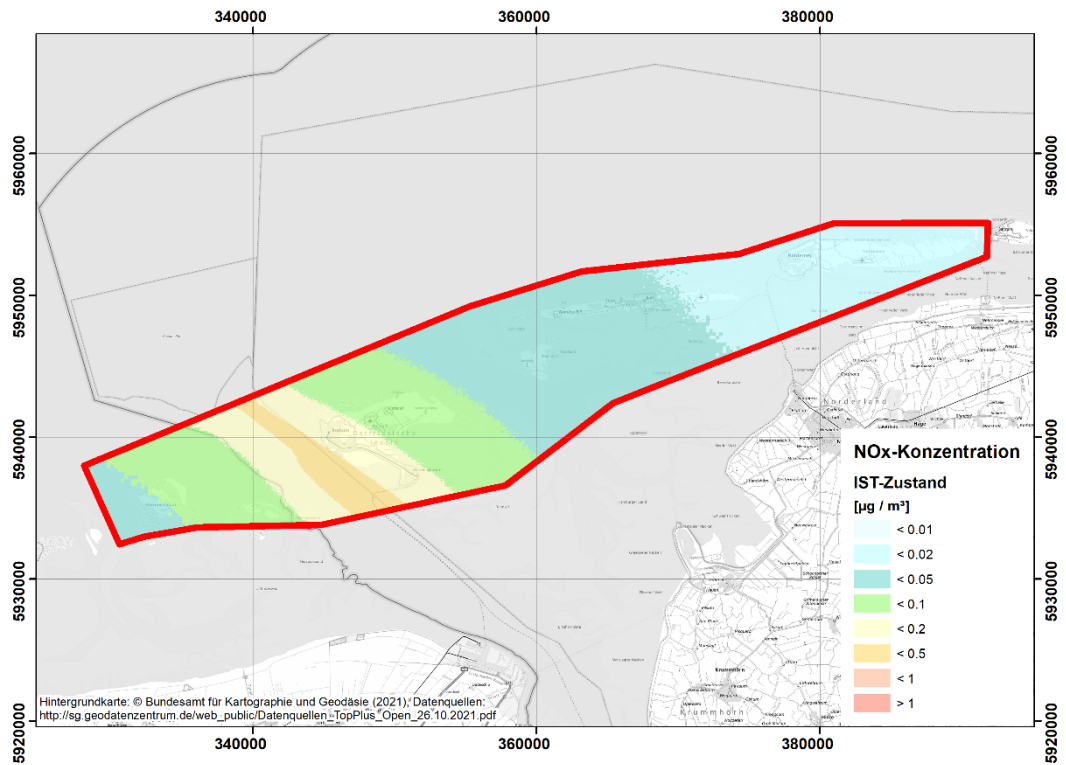


Abbildung 11.  $\text{NO}_x$ -Immissions-Zusatzbelastung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Betrachtungsbereich – IST-ZUSTAND.

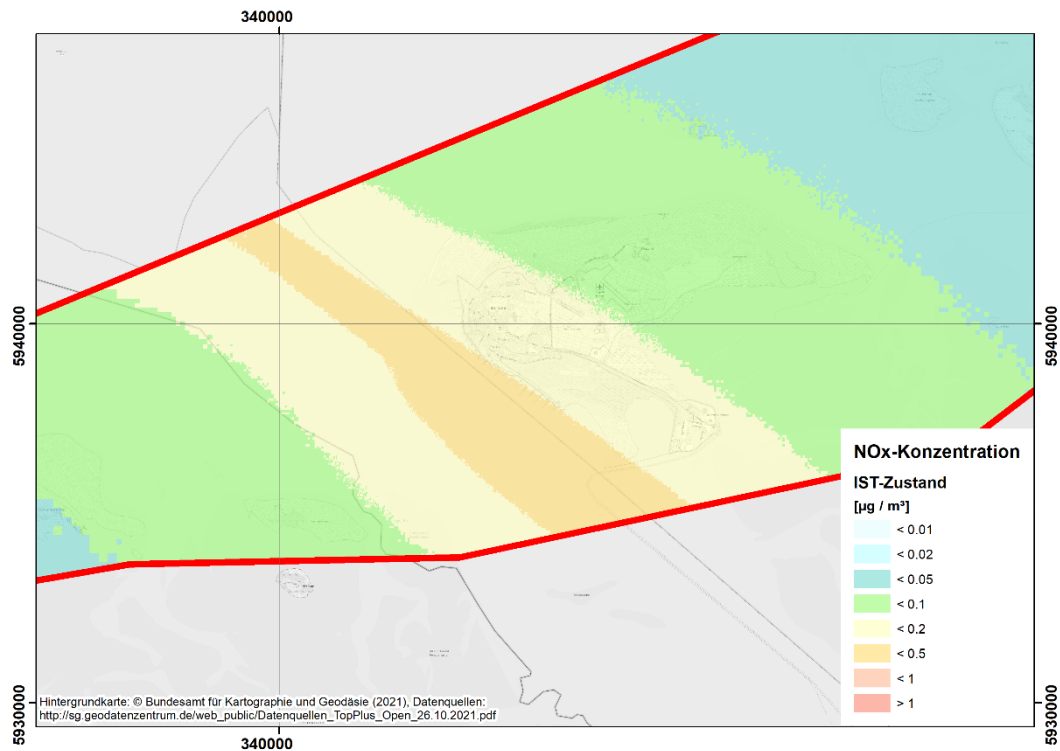


Abbildung 12. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – IST-ZUSTAND.

### 8.2.2.2 Prognose-Nullfall

Die Immissions-Zusatzbelastung für den Prognose-Nullfall beträgt am westlichen Rand der Insel Borkum max. 0,21 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup> und östlich der Insel Borkum ≤ 0,06 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>. Mit zunehmendem Abstand zur Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Konzentration weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei < 0,02 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>.

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> liegt somit nur geringfügig oberhalb der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> (vergleiche Kapitel 8.2.2.1). Die Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand liegt bei weniger als 0,01 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>.

Die Immissions-Zusatzbelastung des Prognose-Nullfalles aus den für die Betriebsphasen zu berücksichtigenden Emissionen (s. Kapitel 5.1.2) wird in den folgenden Abbildungen 13 und 15 dargestellt.

Auch im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung stellt die Zusatzbelastung aus dem Prognose-Nullfall keinen maßgeblichen Beitrag dar. Die zu erwartenden Zusatzbelastungen liegen unter einem Anteil von 2,1 % an der bestehenden Immissionsbelastung von ca. 10 µg/m<sup>3</sup>.

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub>) ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 14 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 16 zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die NO<sub>x</sub>-Immissionsbelastungen im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

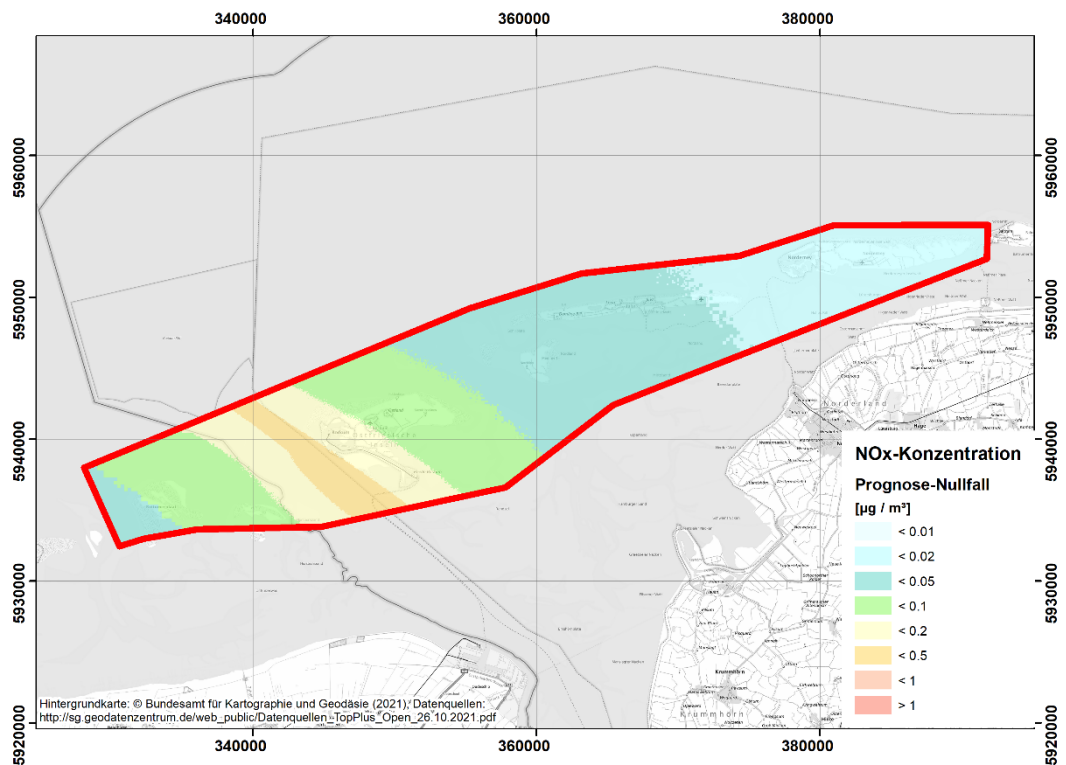


Abbildung 13. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

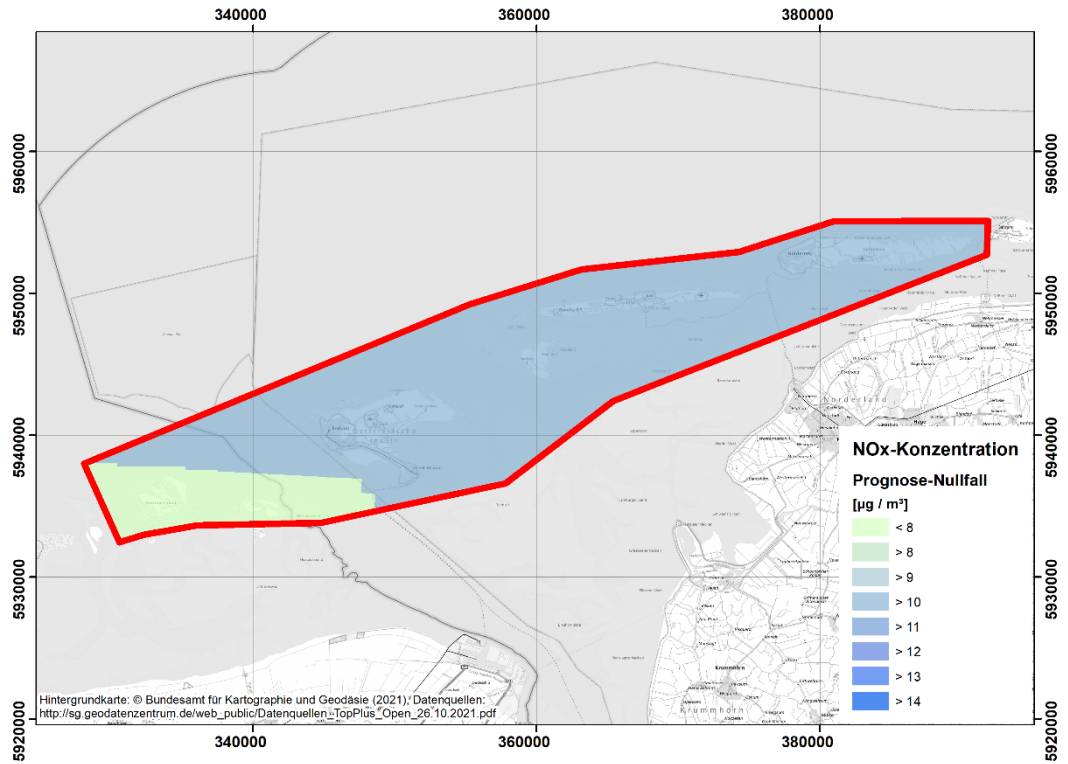


Abbildung 14. NO<sub>x</sub>-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

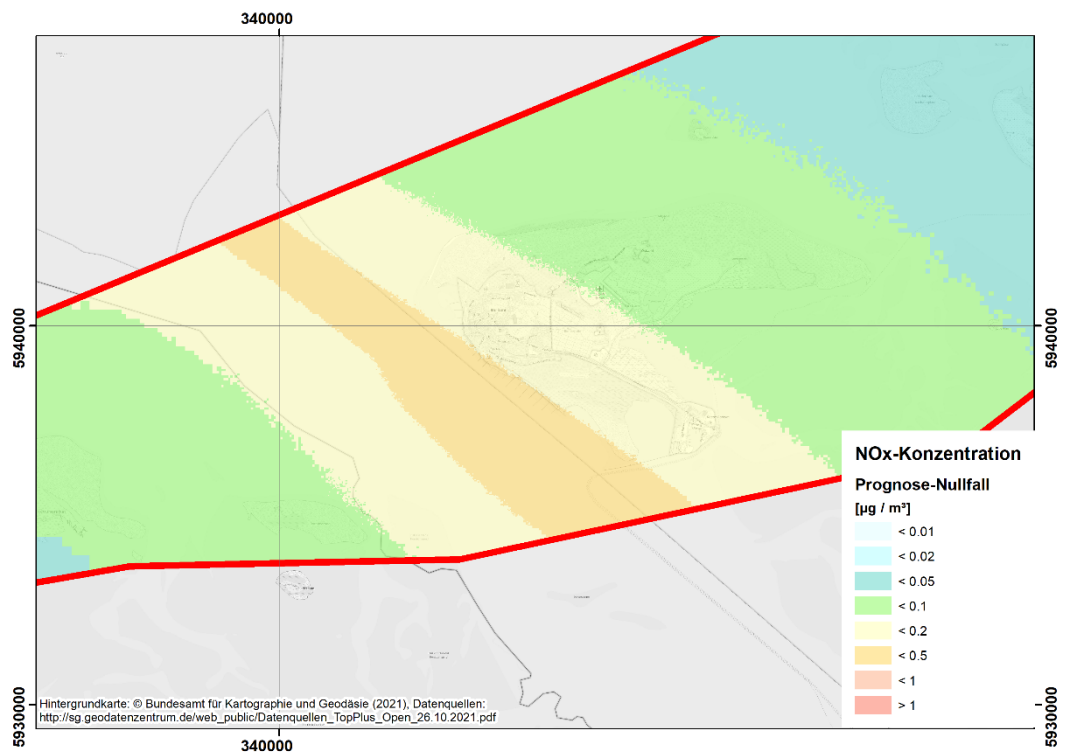


Abbildung 15. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – PROGNOSE-NULLFALL.

S:\M\PROJ\159\MI159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX;26.01.2022

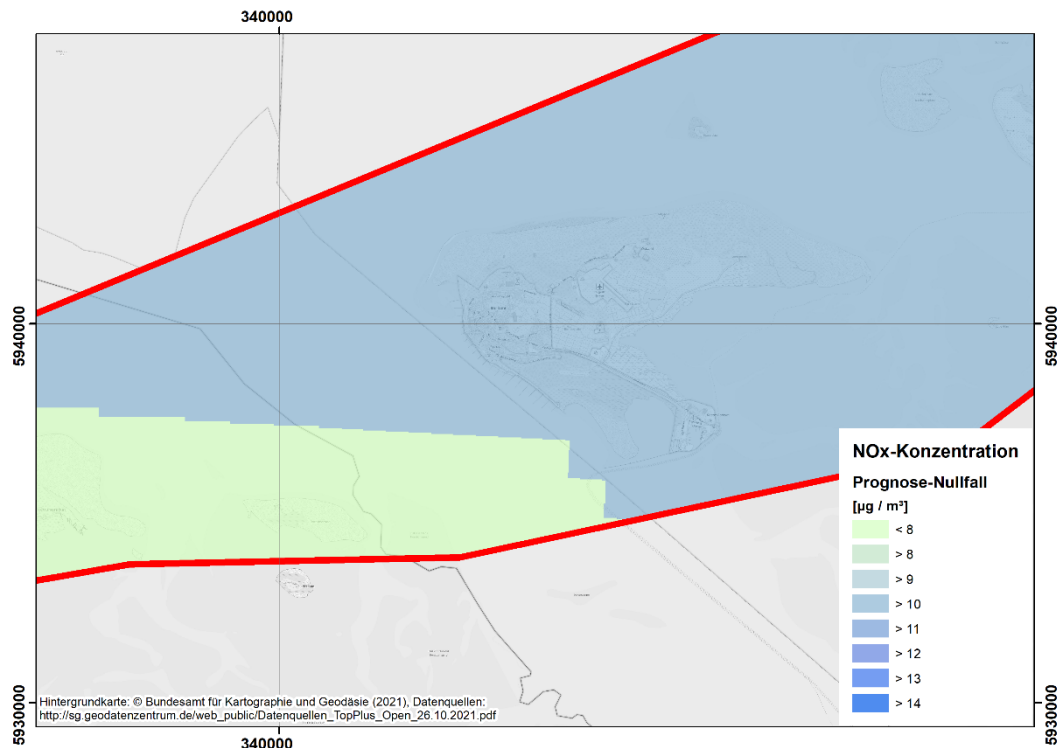


Abbildung 16. NO<sub>x</sub>-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – PROGNOSE-NULLFALL.

### 8.2.2.3 Bauphase

Für die Bauphase ergibt sich durch das geplante Vorhaben eine Immissions-Zusatzbelastung<sub>Bauphase</sub> am westlichen und östlichen Rand der Insel Borkum von ca. 0,03 µg NO<sub>x</sub>/m<sup>3</sup>.

Die räumliche Verteilung der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Bauphase</sub> ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 17 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 19 zu entnehmen.

Im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung stellt die Zusatzbelastung aus den Tätigkeiten der Bauphase keinen maßgeblichen Beitrag dar. Die zu erwartenden Zusatzbelastungen liegen unter 0,3 % der bestehenden Immissionsbelastung (= Immissions-Vorbelastung) von ca. 10 µg/m<sup>3</sup>.

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Bauphase</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Bauphase</sub>) ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 18 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 20 zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die NO<sub>x</sub>-Immissionsbelastungen im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.



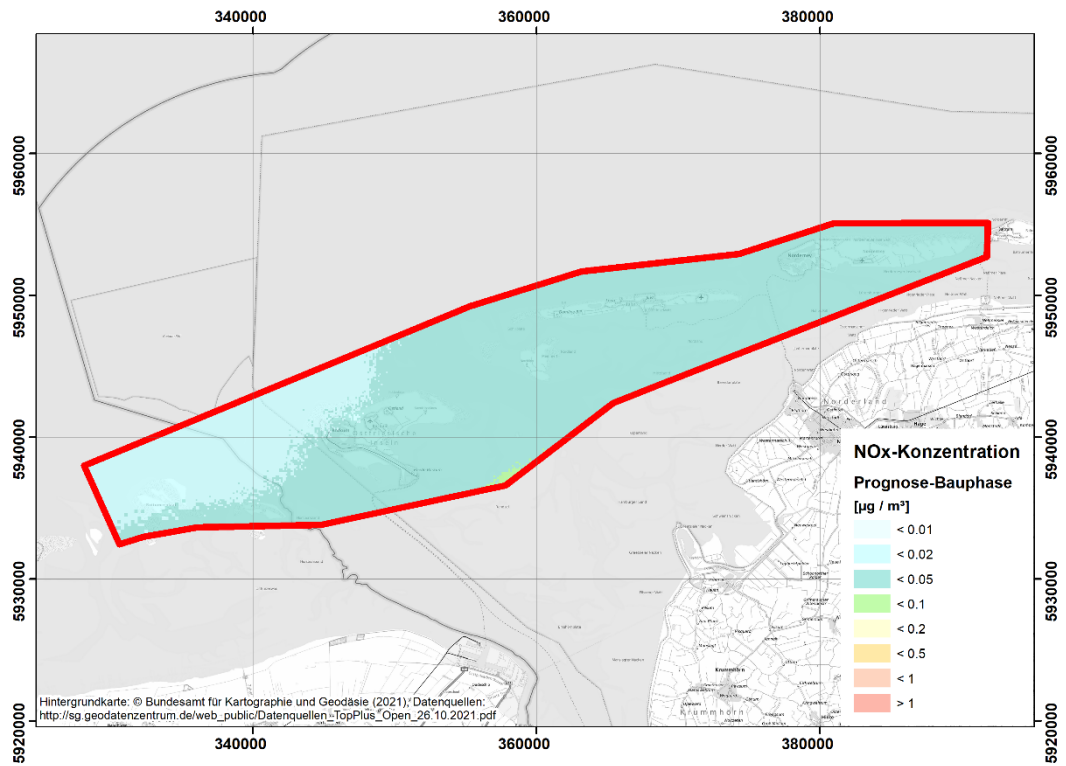


Abbildung 17. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

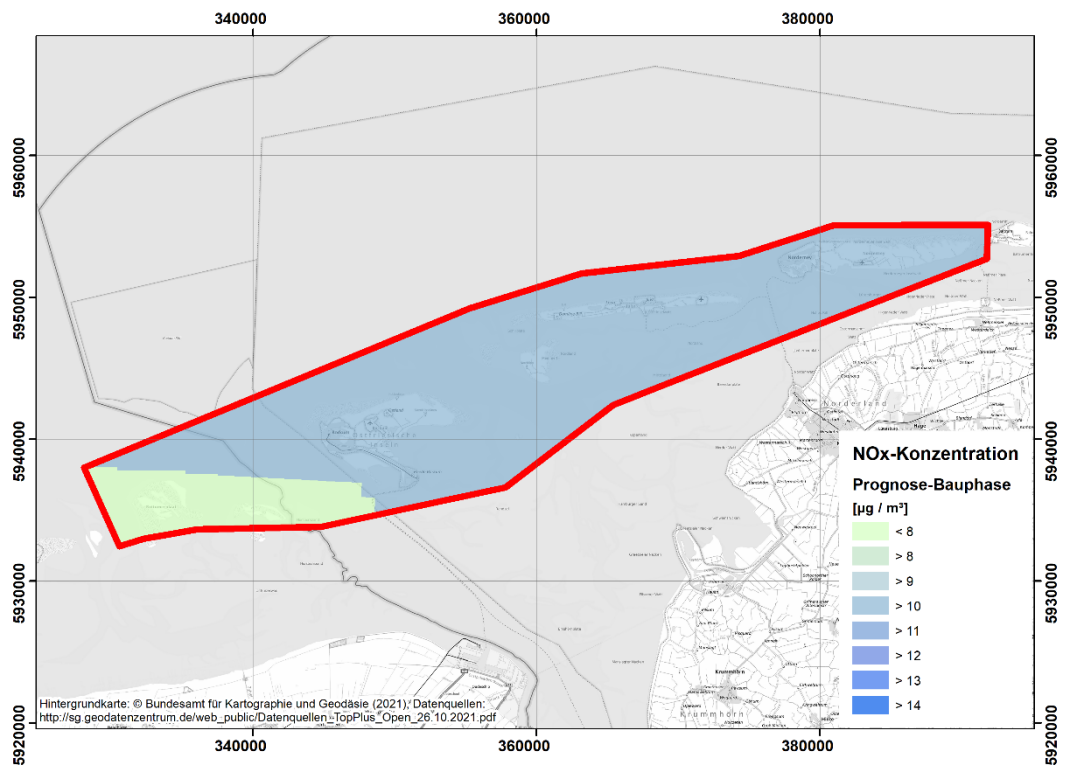


Abbildung 18. NO<sub>x</sub>-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

S:\M\PROJ\159\MI159836\MI159836\_01\_BER\_1D.DOCX;26. 01. 2022

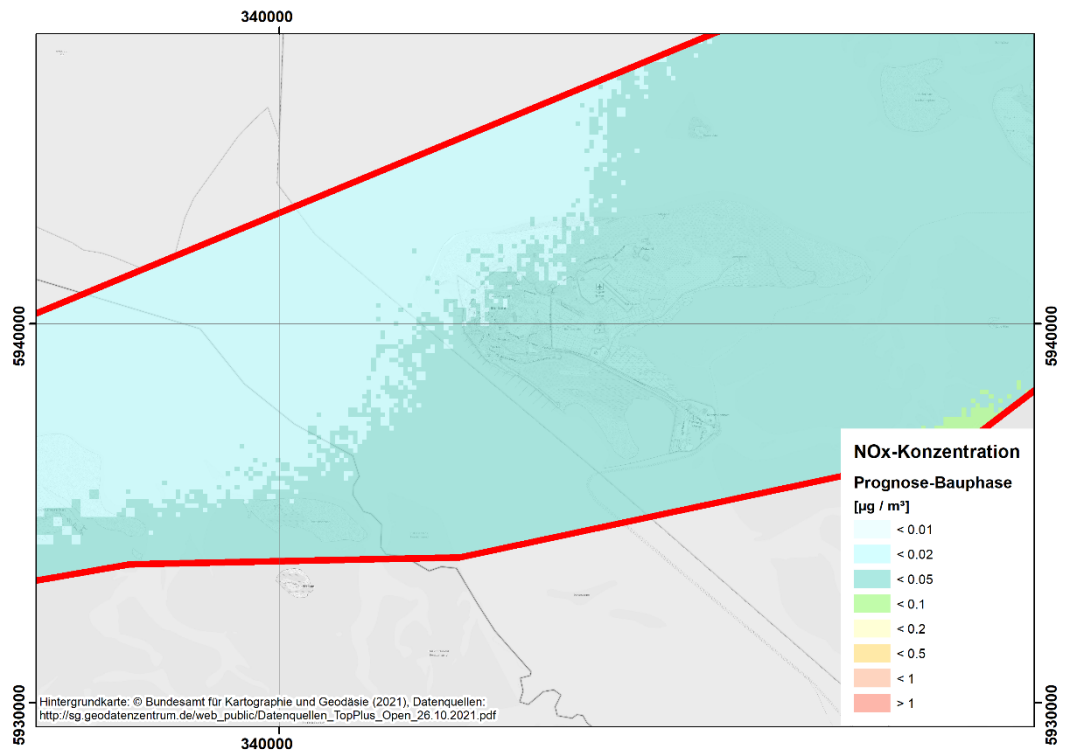


Abbildung 19. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – BAUPHASE.

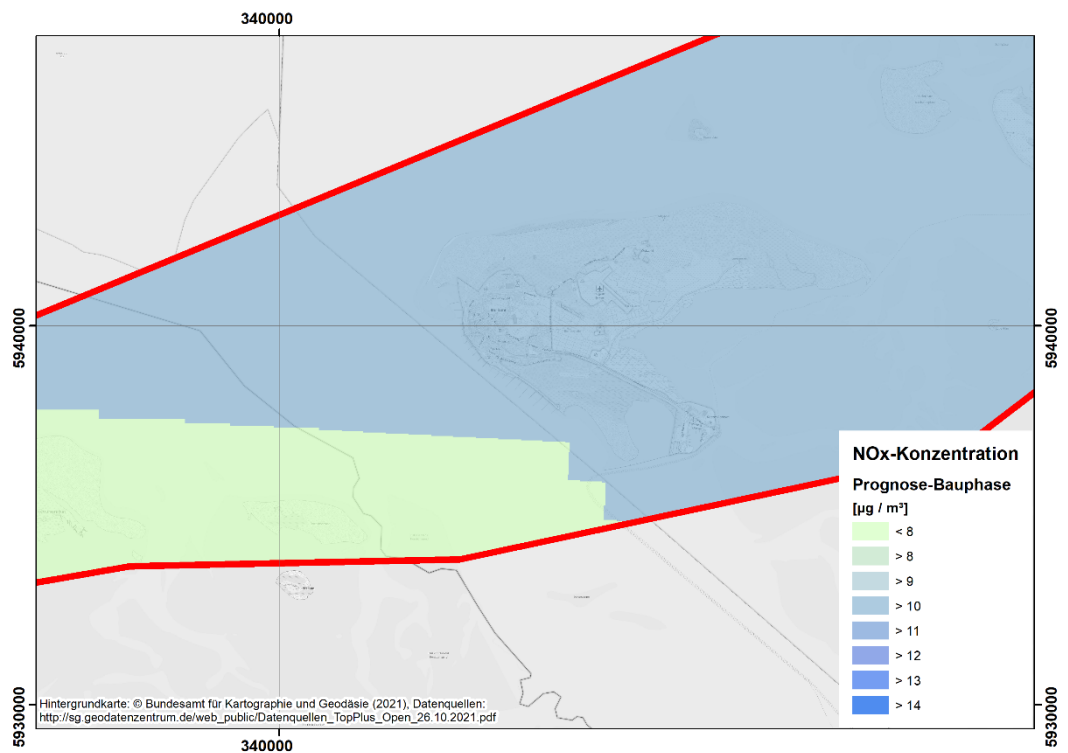


Abbildung 20. NO<sub>x</sub>-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – BAUPHASE.

S:\MIPROJ\159\MI159836\MI159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

### 8.2.2.4 Prognose-Ausbaufall

Die Immissions-Zusatzbelastung für den Prognose-Ausbaufall beträgt am westlichen Rand der Insel Borkum max.  $0,15 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$  und östlich der Insel Borkum  $< 0,05 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ . Mit zunehmendem Abstand zur Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Konzentration weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei  $< 0,01 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ .

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub> liegt somit unterhalb der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> und der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> (vergleiche Kapitel 8.2.2.1 und 8.2.2.2). Die Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand liegt bei bis zu  $-0,05 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$ .

Die Immissions-Zusatzbelastung des Prognose-Ausbaufalles aus den für die Betriebsphasen zu berücksichtigenden Emissionen (s. Kapitel 5.1.2) wird in den Abbildungen 21 und 23 dargestellt.

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub>) ist den Abbildungen 22 (gesamter Betrachtungsbereich) und 24 (Insel Borkum) zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die  $\text{NO}_x$ -Immissionsbelastungen im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

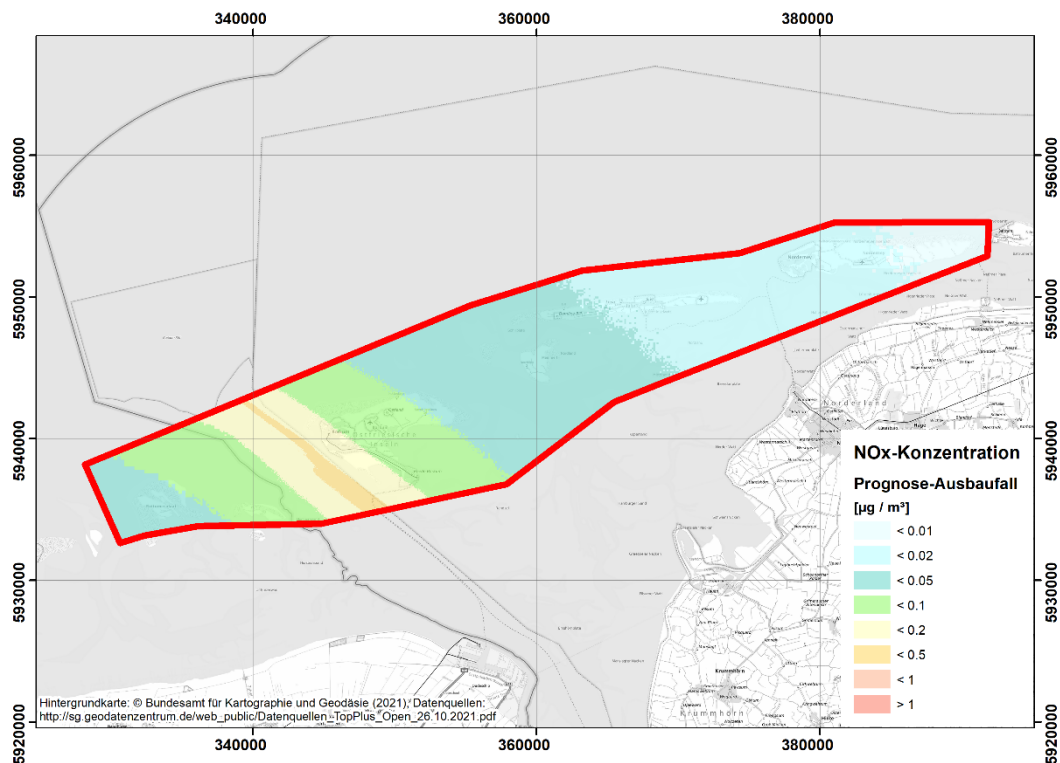


Abbildung 21.  $\text{NO}_x$ -Immissions-Zusatzbelastung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

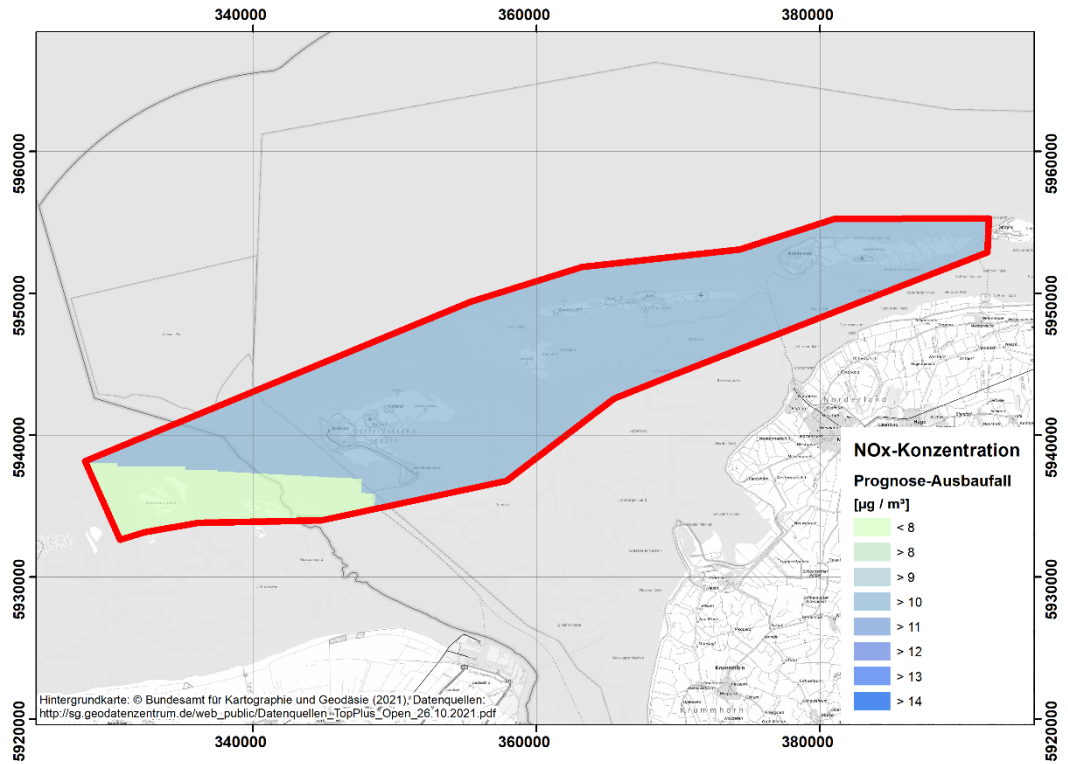


Abbildung 22. NOx-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

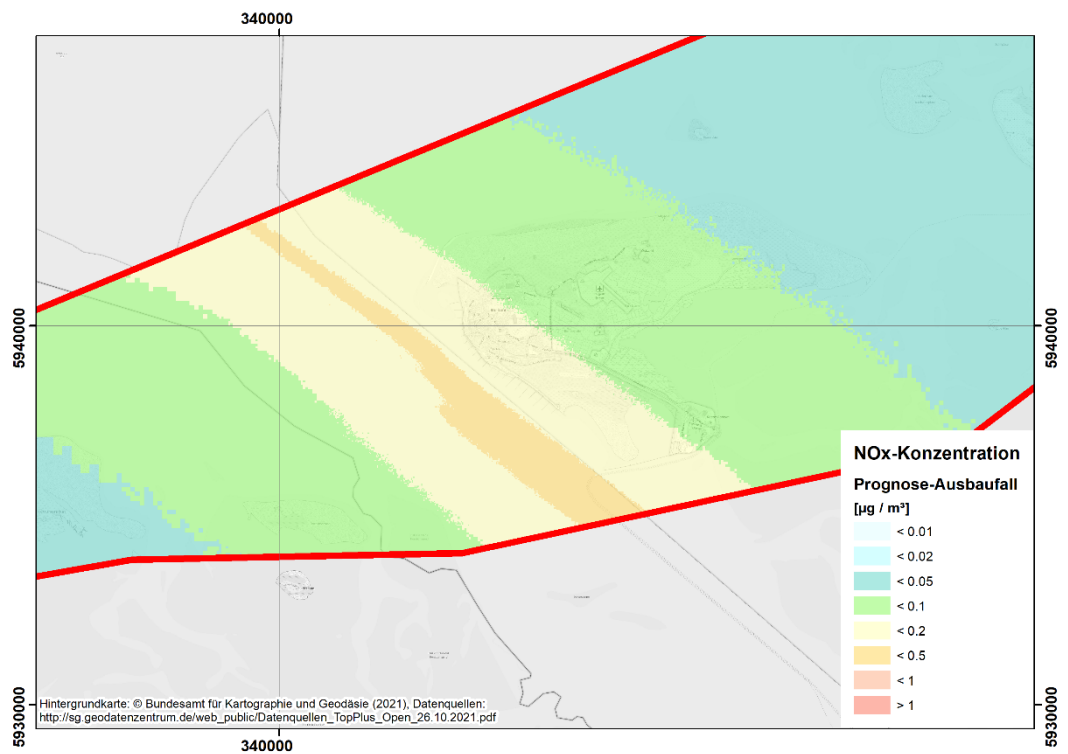


Abbildung 23. NOx-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX;26. 01. 2022

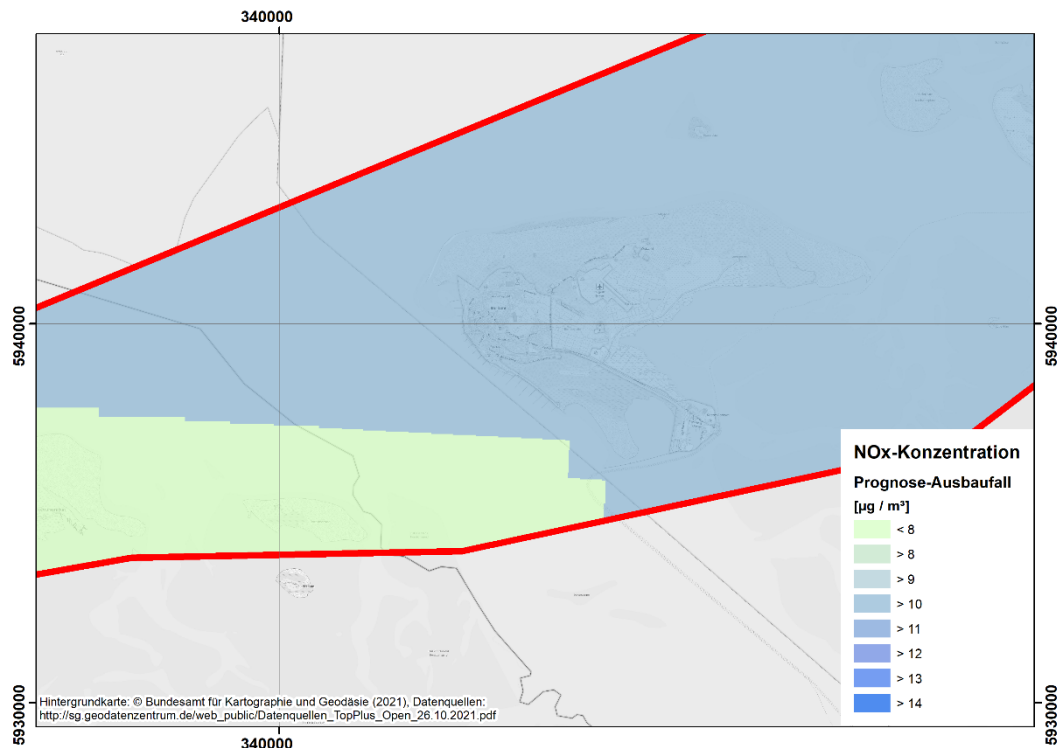


Abbildung 24. NOx-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Bereich Borkum – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

## 8.2.3 Stickstoffdeposition

### 8.2.3.1 Ist-Zustand

Während die Immissions-Gesamtbelastung des Ist-Zustands, also die derzeitige Immissions-Vorbelastung, als Ermittlungsgrundlage für die zukünftig zu erwartende Immissionsbelastung im Betrachtungsbereich herangezogen wird, dient die Angabe der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> zur Anteilsermittlung erwarteter Immissionsveränderungen im Betrachtungsbereich durch das geplante Vorhaben (hier: Außenems-Vertiefung).

Zur Ermittlung der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> werden, wie vorangehend dargestellt, die Emissionen des Schiffsverkehrs (Stückgut-, Massengut-, Tank- und Fahrzeugtransportschiffe) in der Außenems des Jahres 2018 (s. Kapitel 5.1.2) herangezogen.

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> wird in den folgenden Abbildungen dargestellt. Diese beträgt im Westen der Insel Borkum max. 18 g N/(ha × a) und östlich der Insel Borkum weniger als 6 g N/(ha × a). Mit zunehmender Entfernung von der Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Depositionswerte weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei < 1,5 g N/(ha × a).

Im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung von  $> 10.000 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$  tragen die für die Betriebsphase berücksichtigten Emissionen für den Ist-Zustand einen Immissionsbeitrag von kleiner 0,2 % im direkten Nahbereich der Fahrrinne bei.

Die N-Depositionswerte im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

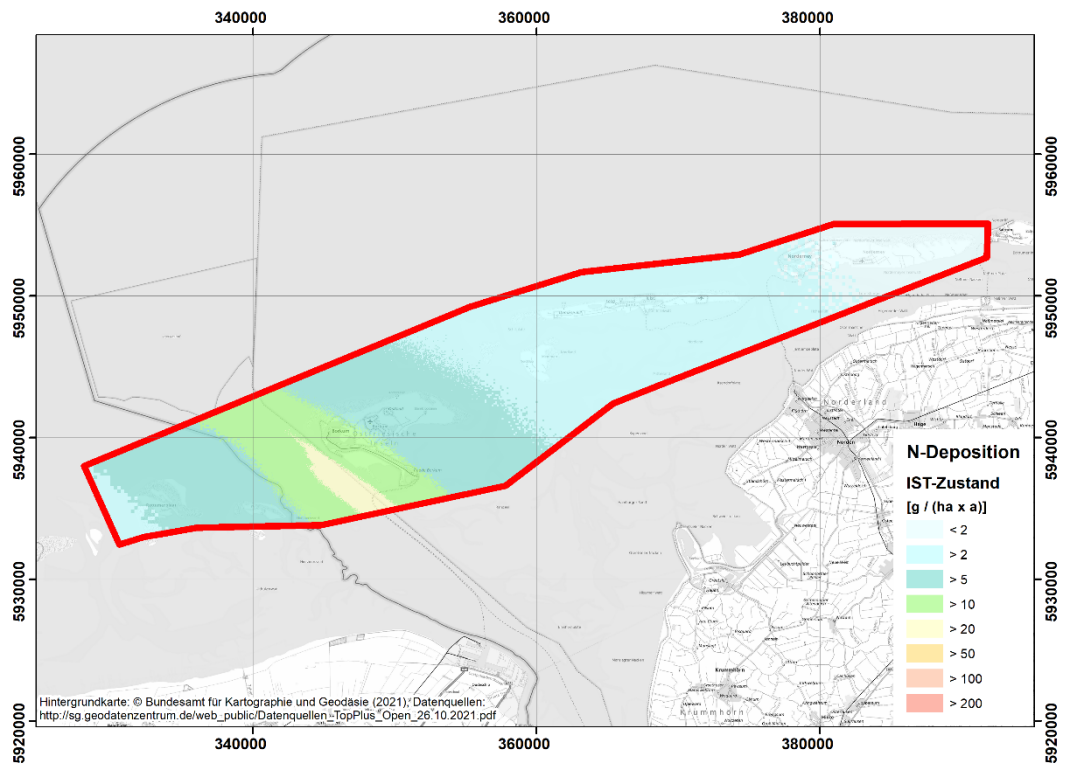


Abbildung 25. N-Depositions-Zusatzbelastung in  $\text{g}/(\text{ha} \times \text{a})$  im Betrachtungsbereich – IST-ZUSTAND.

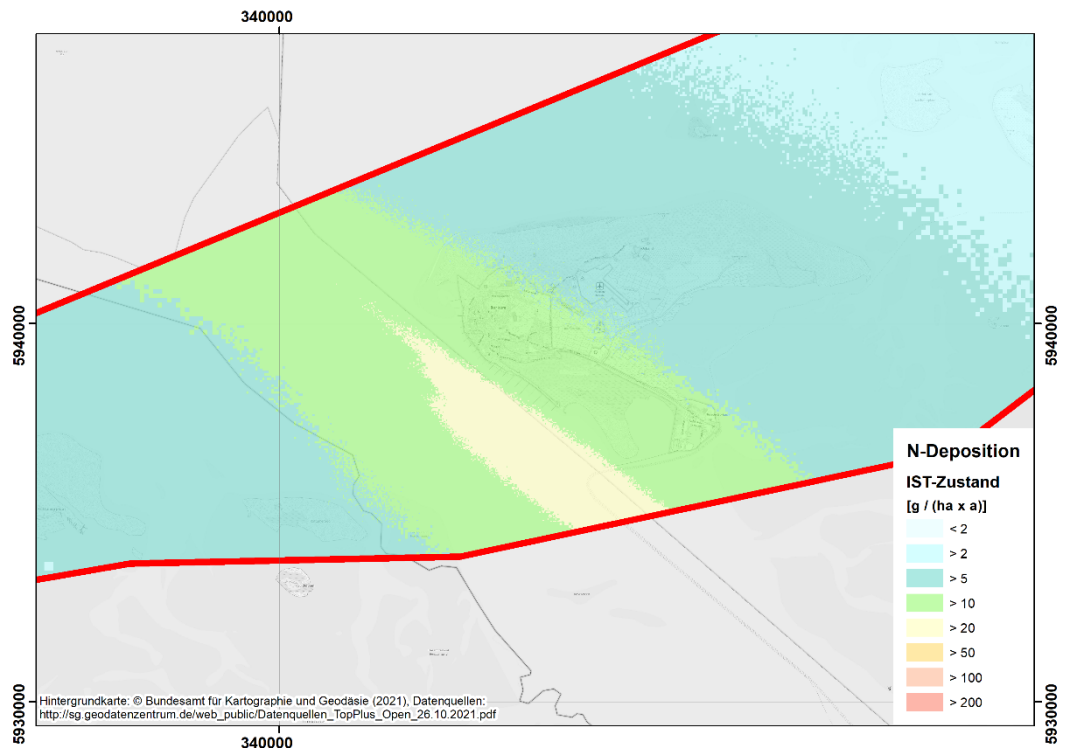


Abbildung 26. N-Depositions-Zusatzbelastung in  $\text{g}/(\text{ha} \times \text{a})$  im Bereich Borkum – IST-ZUSTAND.

### 8.2.3.2 Prognose-Nullfall

Die Immissions-Zusatzbelastung für den Prognose-Nullfall beträgt im Westen der Insel Borkum max.  $19 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$  und östlich der Insel Borkum  $< 6 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$ . Mit zunehmendem Abstand zur Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Depositionswerte weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei  $< 1,5 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$ .

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> liegt somit nur geringfügig oberhalb der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> (vergleiche Kapitel 8.2.3.1). Die Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand liegt bei weniger als  $1 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$ .

Die Immissions-Zusatzbelastung des Prognose-Nullfalls aus den für die Betriebsphasen zu berücksichtigenden Emissionen (s. Kapitel 5.1.2) wird in den folgenden Abbildungen 27 und 29 dargestellt.

Auch im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung stellt die Zusatzbelastung aus dem Prognose-Nullfall keinen maßgeblichen Beitrag dar. Die zu erwartenden Zusatzbelastungen liegen unter 0,2 % der bestehenden minimalen Immissionsvorbelastung im Betrachtungsbereich von  $10.000 \text{ g N}/(\text{ha} \times \text{a})$ .

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub>) ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 28 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 29 zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die N-Depositionswerte im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

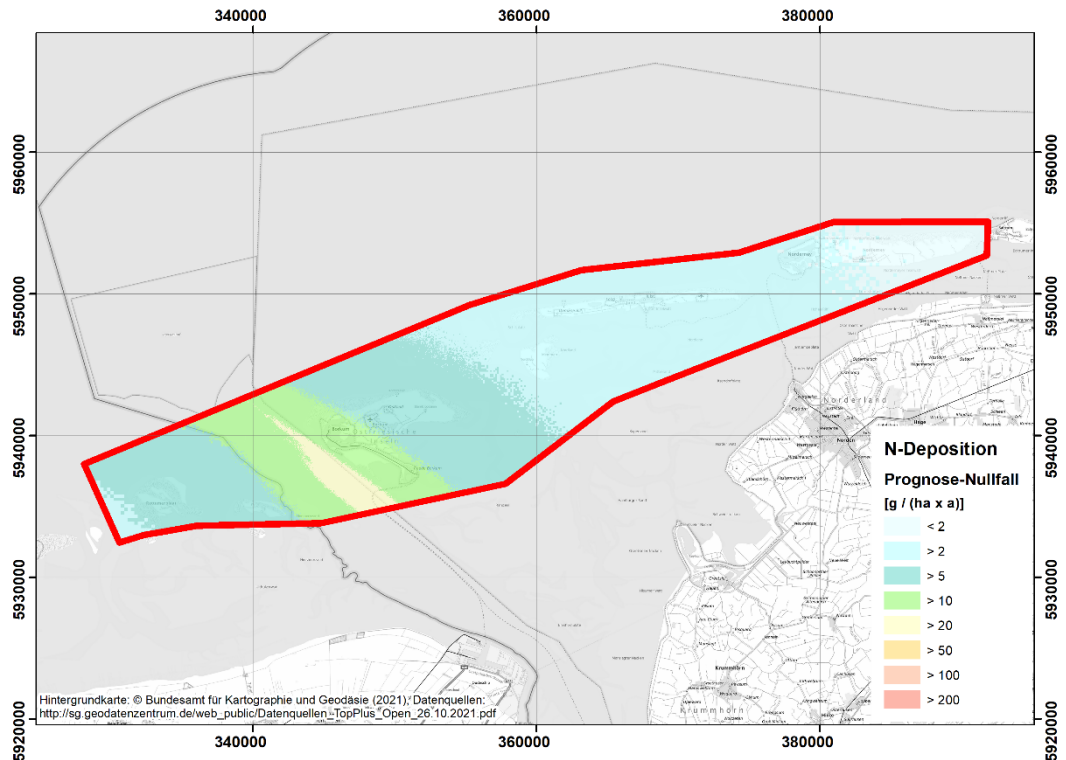


Abbildung 27. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.



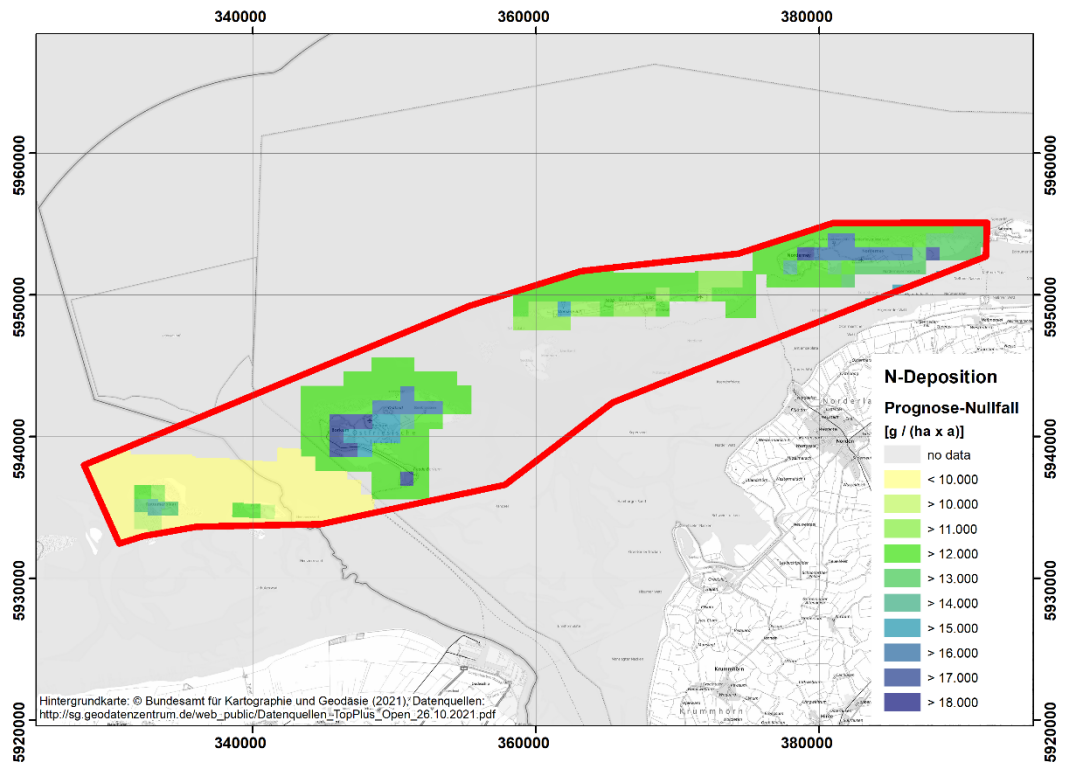


Abbildung 28. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

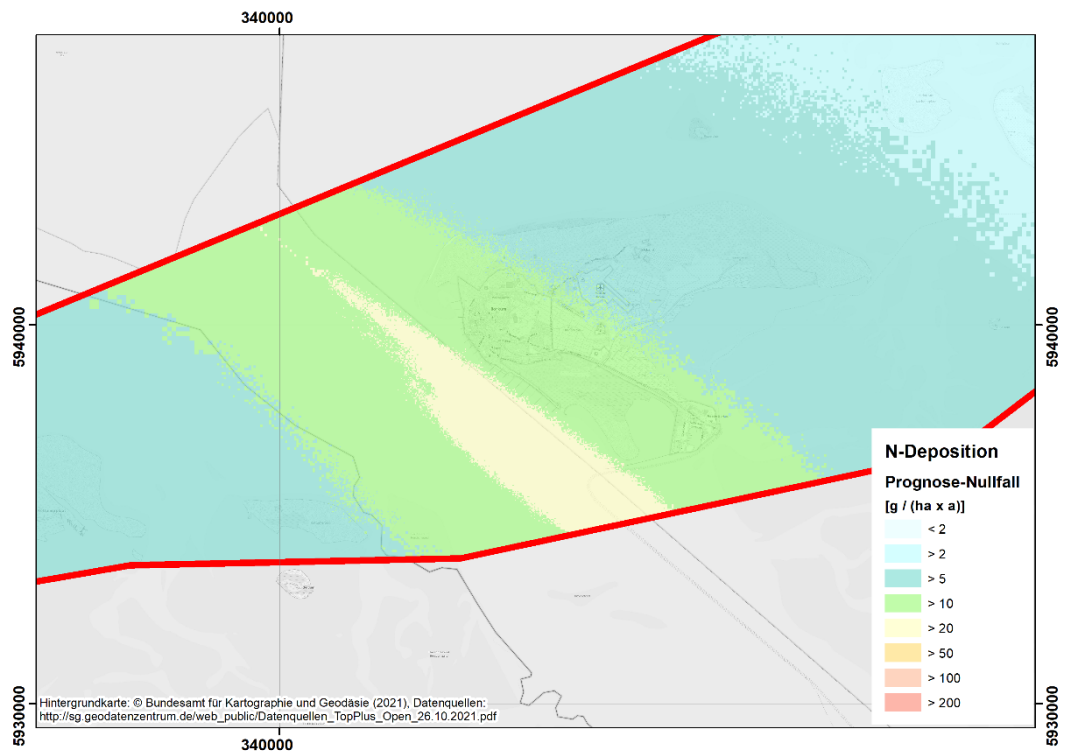


Abbildung 29. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Bereich Borkum – PROGNOSE-NULLFALL.

S:\M\PROJ\159\MI159836\MI159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

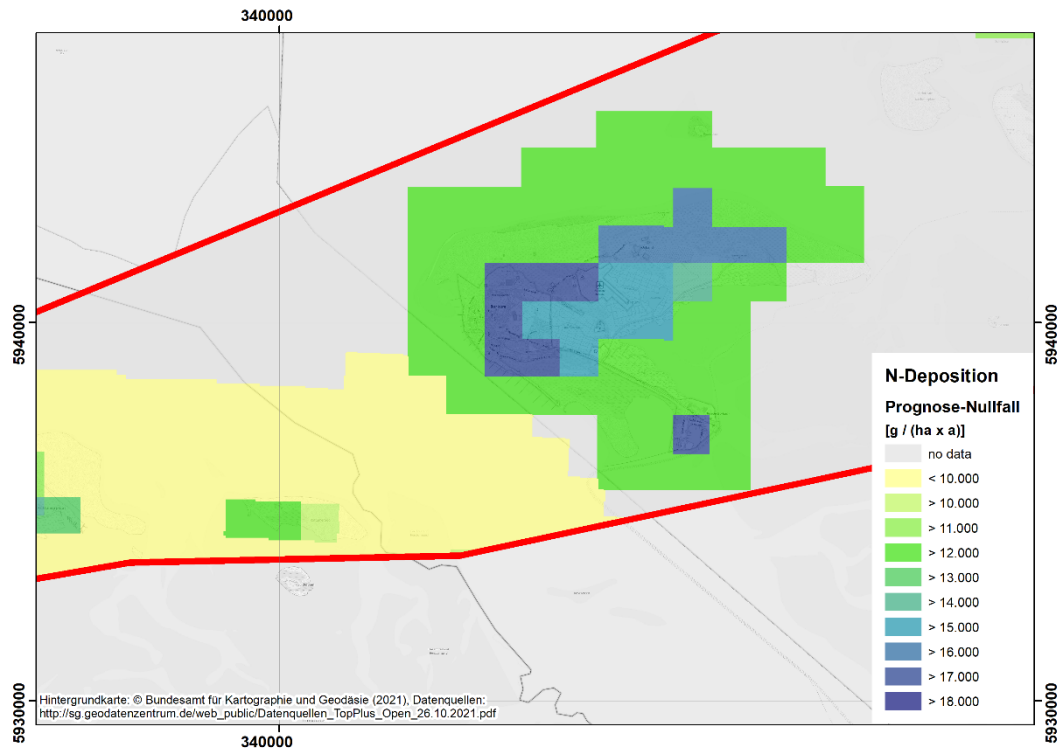


Abbildung 30. N-Depositions-Gesamtbelastung in  $g/(ha \times a)$  im Bereich Borkum – PROGNOSE-NULLFALL.

### 8.2.3.3 Bauphase

Für die Bauphase ergibt sich im Westen der Insel Borkum eine Immissions-Zusatzbelastung von max.  $4 \text{ g N}/(ha \times a)$  und östlich der Insel Borkum  $< 4,5 \text{ g N}/(ha \times a)$ . Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei  $< 3 \text{ g N}/(ha \times a)$ .

Die räumliche Verteilung der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Bauphase</sub> ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 31 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 33 zu entnehmen.

Im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung stellt die Zusatzbelastung aus den Tätigkeiten der Bauphase keinen maßgeblichen Beitrag dar. Die zu erwartenden Zusatzbelastungen liegen deutlich unter 0,04 % der bestehenden minimalen Immissionsbelastung im Betrachtungsbereich von ca.  $10.000 \text{ g N}/(ha \times a)$ .

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Bauphase</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Bauphase</sub>) ist für den gesamten Betrachtungsbereich der Abbildung 32 und für den Bereich der Insel Borkum der Abbildung 34 zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die N-Depositionswerte im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

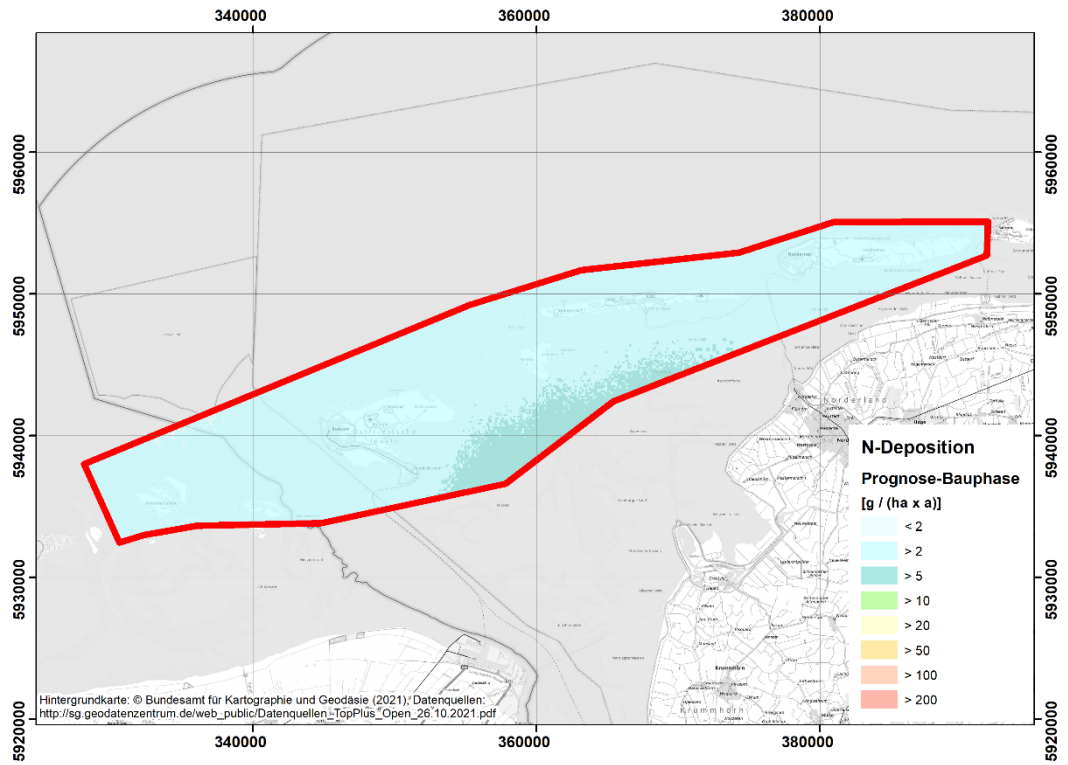


Abbildung 31. N-Depositions-Zusatzbelastung in  $g/(ha \times a)$  im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

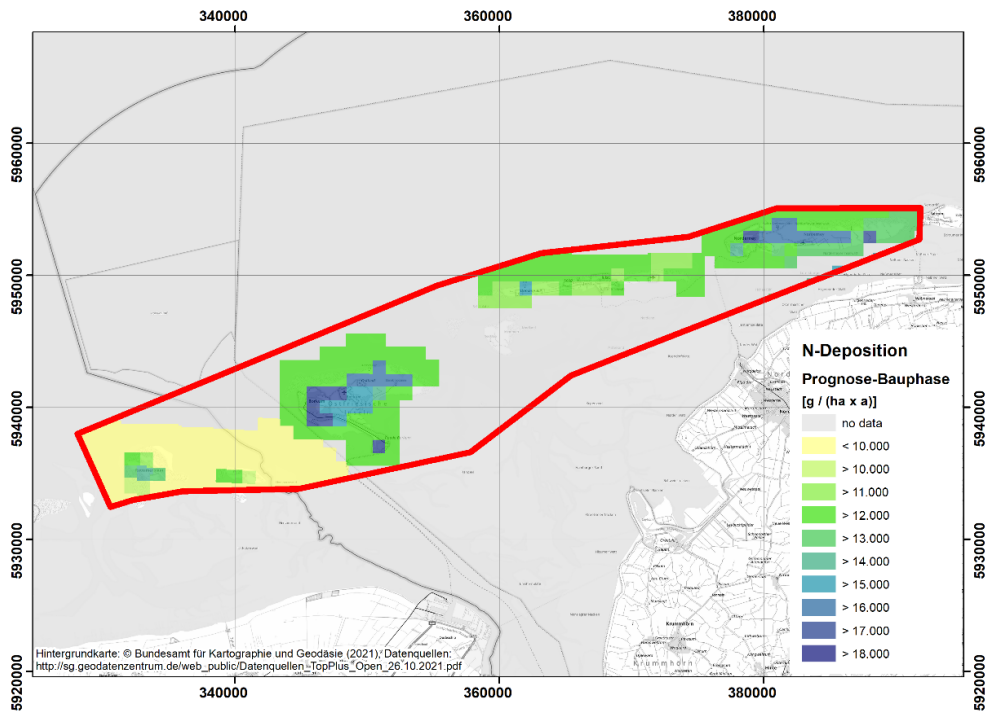


Abbildung 32. N-Depositions-Gesamtbelastung in  $g/(ha \times a)$  im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

S:\MIPROJ\159M\159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

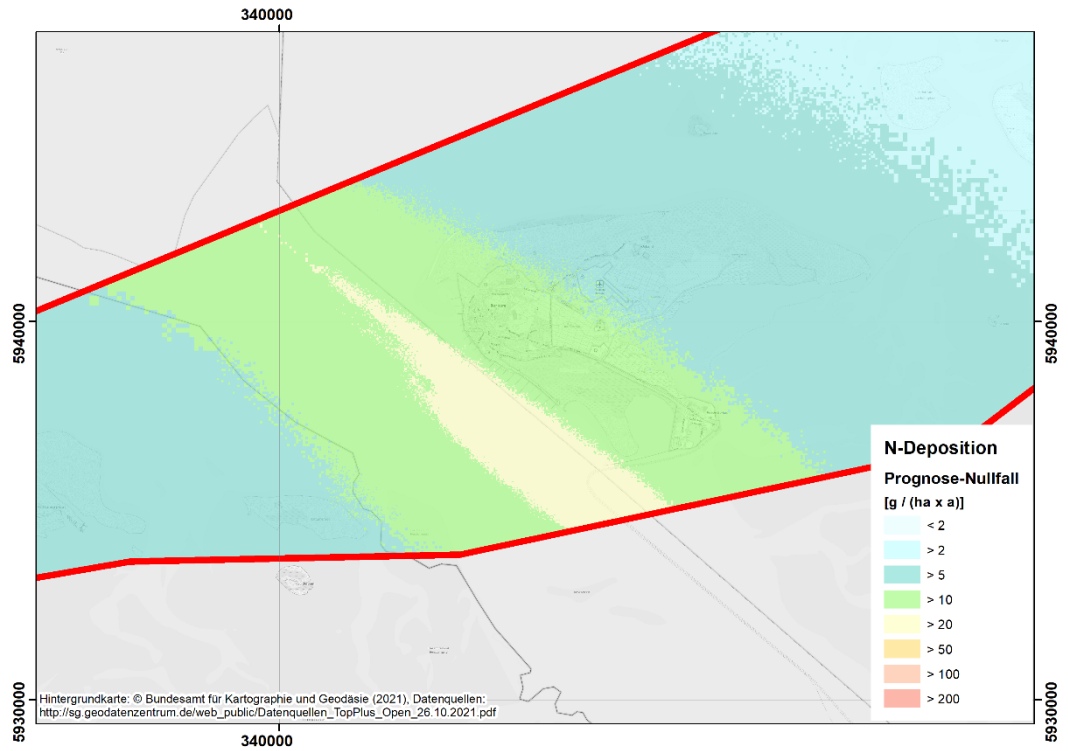


Abbildung 33. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Bereich Borkum – BAUPHASE.

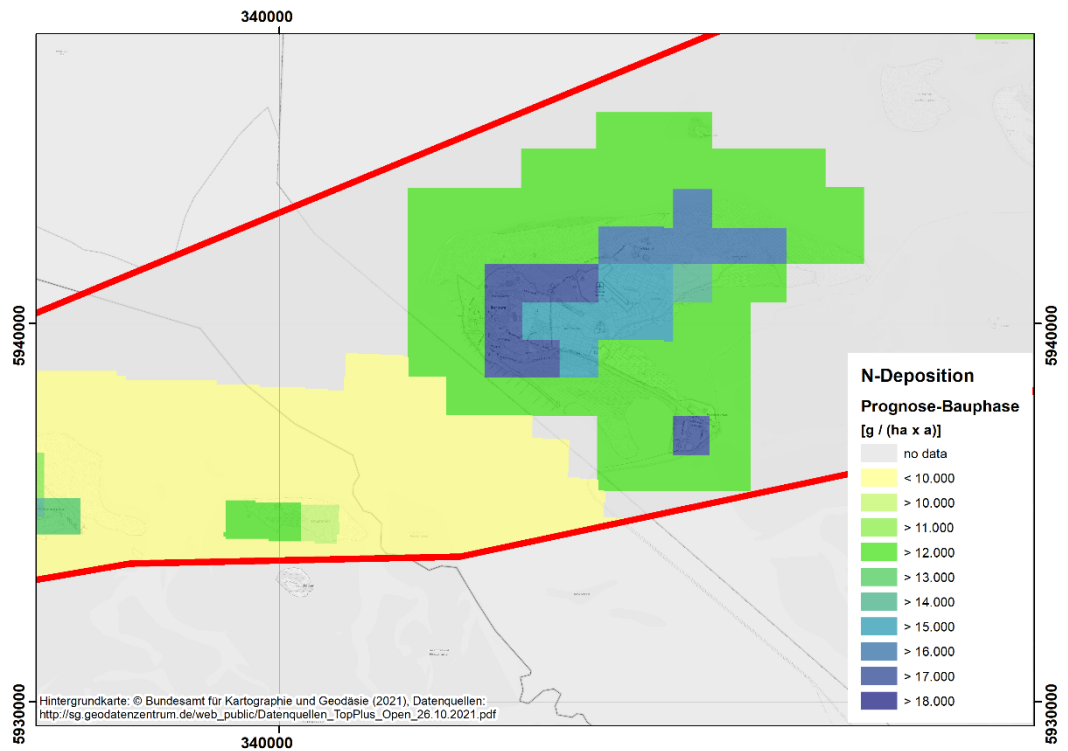


Abbildung 34. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha × a) im Bereich Borkum – BAUPHASE.

S:\MIPROJ\159\MI159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

#### 8.2.3.4 Prognose-Ausbaufall

Die Immissions-Zusatzbelastung für den Prognose-Ausbaufall beträgt im Westen der Insel Borkum max. 14 g N/(ha × a) und östlich der Insel Borkum < 5 g N/(ha × a). Mit zunehmendem Abstand zur Fahrrinne der Außenems erfolgt eine weitere Abnahme der Immissions-Zusatzbelastung, wobei sich Linien gleicher Depositionswerte weitestgehend parallel zur Fahrrinne ausbilden. Im östlichen Bereich der Insel Norderney liegt die Immissions-Zusatzbelastung bei < 1,4 g N/(ha × a).

Die Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub> liegt somit unterhalb der Immissions-Zusatzbelastung<sub>Ist-Zustand</sub> und Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Nullfall</sub> (vergleiche Kapitel 8.2.3.1 und 8.2.3.2). Die Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand liegt bei bis zu -4 g N/(ha × a).

Die Immissions-Zusatzbelastung des Prognose-Ausbaufalles aus den für die Betriebsphasen zu berücksichtigenden Emissionen (s. Kapitel 5.1.2) wird in der Abbildung 35 und Abbildung 37 dargestellt.

Auch die Zusatzbelastung aus dem Prognose-Ausbaufall stellt im Hinblick auf die Immissions-Vorbelastung keinen maßgeblichen Beitrag dar. Die zu erwartenden Zusatzbelastungen liegen unter 0,15 % der bestehenden minimalen Immissionsbelastung im Betrachtungsbereich von ca. 10.000 g N/(ha × a).

Die räumliche Verteilung der Immissions-Gesamtbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub> (= Immissions-Vorbelastung + Immissions-Zusatzbelastung<sub>Prognose-Ausbaufall</sub>) ist den Abbildungen 36 (gesamter Betrachtungsbereich) und 38 (Insel Borkum) zu entnehmen. Sie entspricht im Wesentlichen der Immissions-Vorbelastung.

Die N-Depositionswerte im Betrachtungsbereich sind ergänzend im Anhang B nochmals in höherer Auflösung dargestellt.

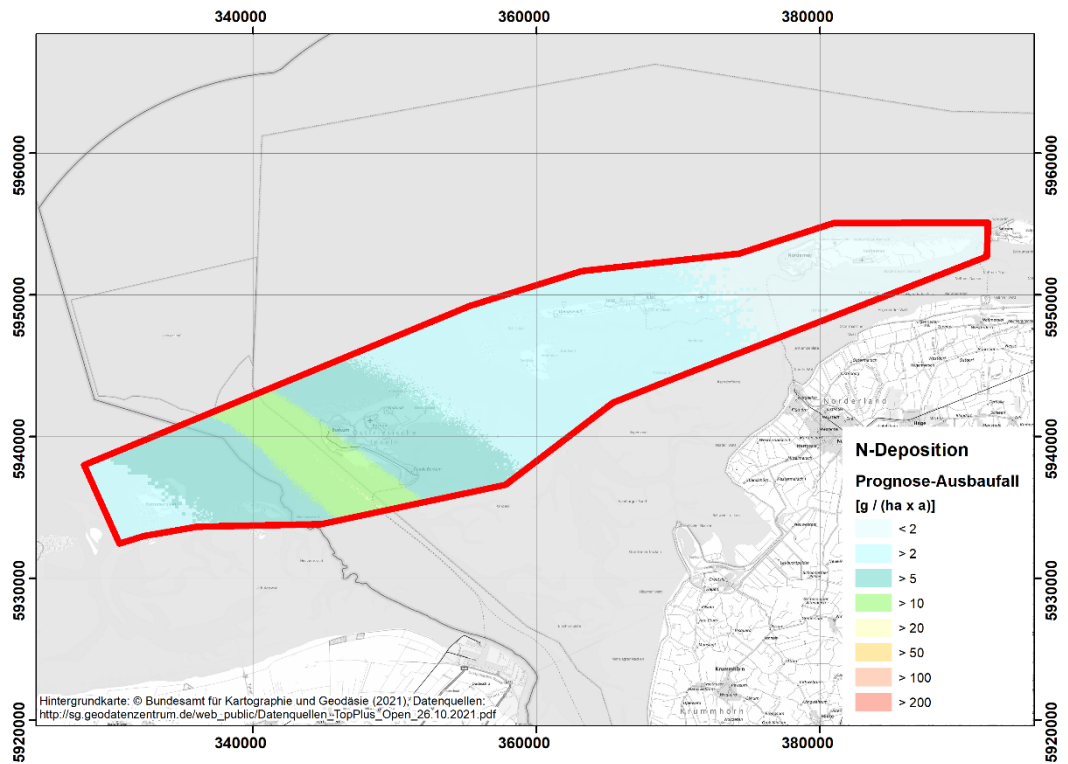


Abbildung 35. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

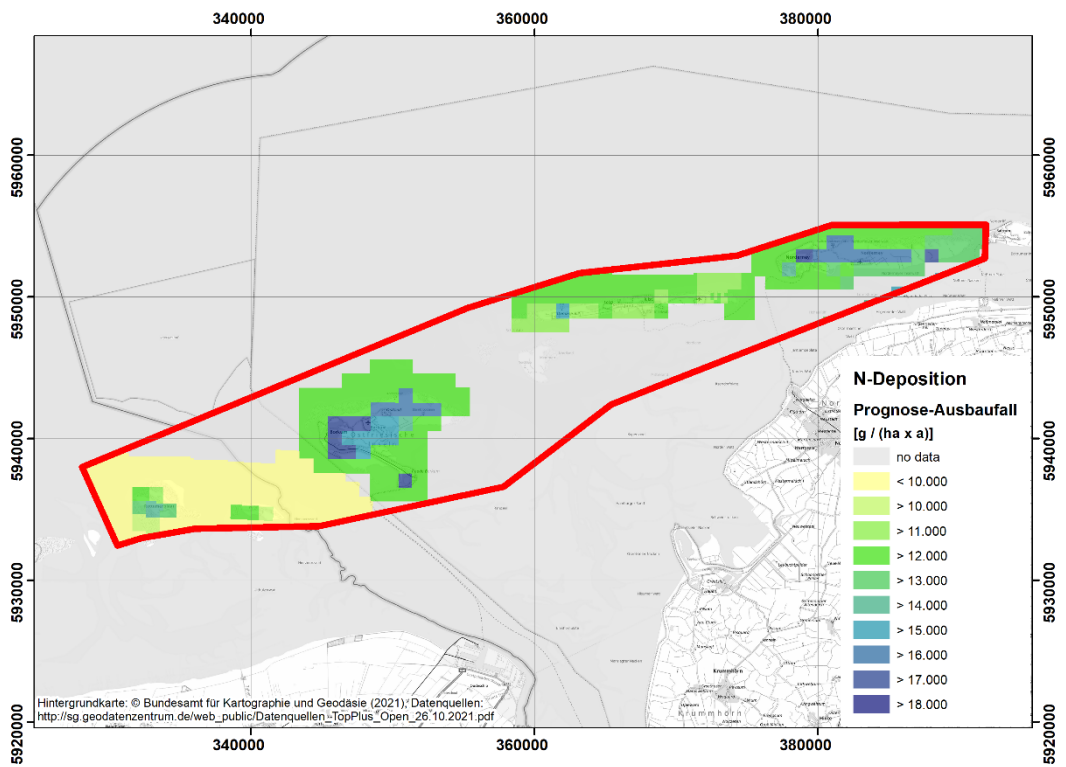


Abbildung 36. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

S:\M\PROJ\159\IM159836\IM159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

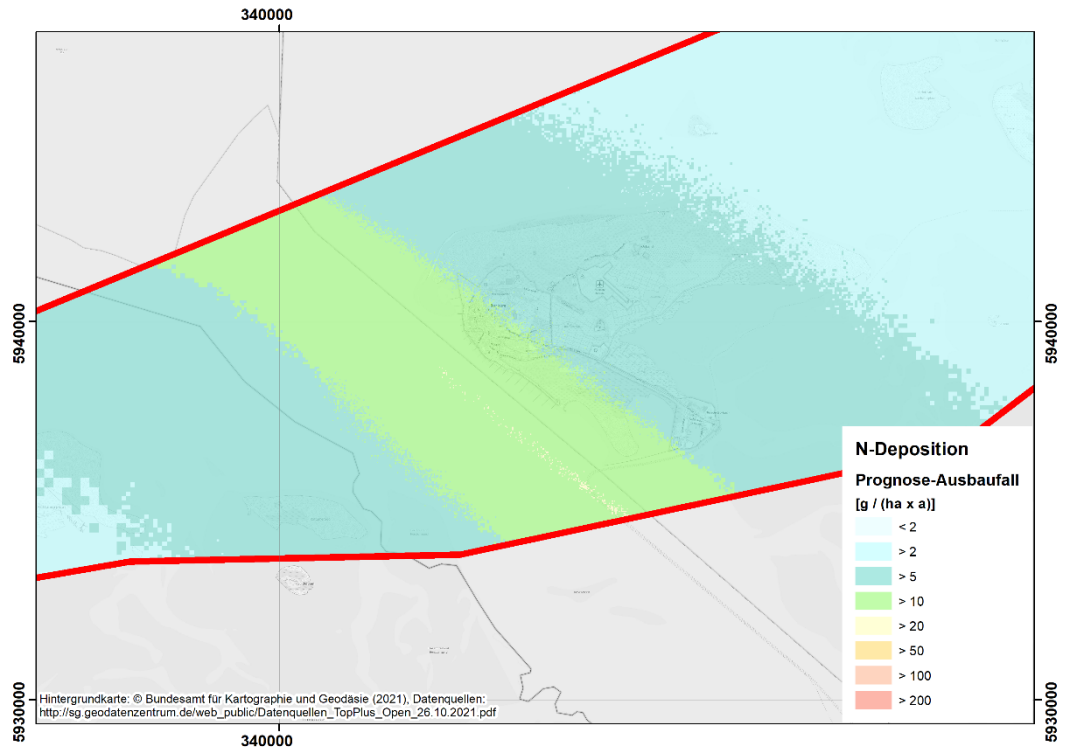


Abbildung 37. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Bereich Borkum – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

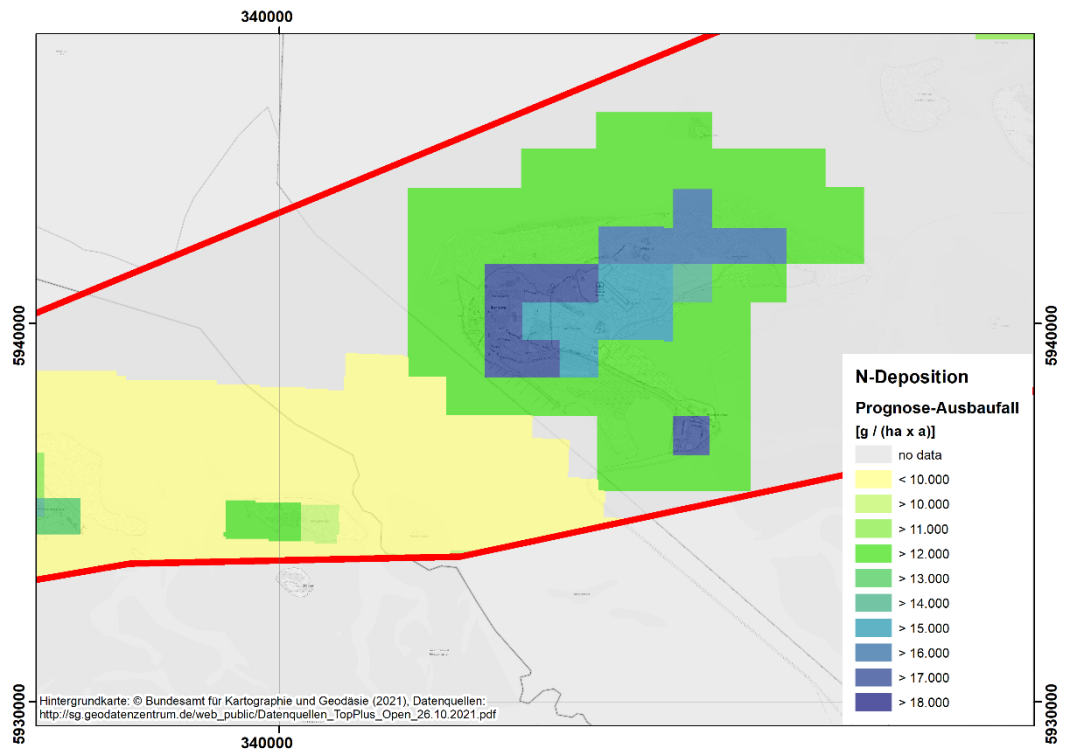


Abbildung 38. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha × a) im Bereich Borkum – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

S:\MIPROJ\159\MI159836\MI159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

## 9 Grundlagen des Berichts (Literatur)

Bei der Erstellung des Gutachtens wurden die folgenden Unterlagen verwendet:

### *Projektbezogene Unterlagen*

- [1] Projektgruppe Projektsteuerung Tideems (2008): Vertiefung der Außenems bis Emden – Unterlage zum Scoping-Termin nach § 5 UVPG. Emden.
- [2] PLANCO Consulting GmbH (2021): Nutzen-Kosten-Untersuchung einer Vertiefung der Außenems. Essen, Oktober 2007.
- [3] Gutachtergemeinschaft IBL & IMS:
  - Aktennotiz Nr. 07: Festlegung der Schiffsverkehrszahlen zur Durchführung der Schallberechnung. 08.10.2009,
  - Aktennotiz Nr. 12: Leistungsbeschreibung zur erforderlichen Immissionsprognose Stickstoff. 02.02.2010,
  - Stellungnahme „Fachbeitrag Immissionsschutzgutachten“,
  - Bioptotypenkartierung (TMAP) Juist, Borkum, Norderney sowie
  - weitere schriftliche und telefonische Auskünfte
- [4] Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee (2021): Vertiefung der Außenems bis Emden, Baggergutunterbringungskonzept. Stand: Juni 2021.
- [5] Angaben des Auftraggebers

### *Emissionsprognose*

- [6] European Environment Agency (2006): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, Shipping activities  
<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4/B842vs3.4.pdf>
- [7] Entec UK Ltd. (2005): Servic contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market based Instruments, Final Report
- [8] Gauss GmbH (2008): Quantifizierung von gasförmigen Emissionen durch Maschinenanlagen der Seeschifffahrt an der deutschen Küste, Bremen
- [9] Brandt, F. (1981): Brennstoffe und Verbrennungsrechnung, FDBR-Fachbuchreihe Band 1, Vulkan Verlag Essen

### *Immissionsprognose*

- [10] Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), GMBI Nr. 48-54 S. 1050 vom 14. September 2021.
- [11] VDI 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre; Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung, 1985-06.
- [12] VDI 3782 Blatt 5: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter. 2006-04.



- [13] VDI 3783 Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose – Anlagenbezogener Immissionsschutz – Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. 2010-01.
- [14] VDI 3783 Blatt 20: Umweltmeteorologie, Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft, 2017-03.
- [15] VDI 3945 Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell. 2000-09.
- [16] Meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der Station Borkum von 2012 bis 2015 mit den Winddaten der Station Borkum-Süderstraße sowie den Bedeckungs- und Niederschlagsdaten der Station Borkum-Flugplatz. Deutscher Wetterdienst, übergeben vom Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Ems-Nordsee, 02.03.2021.
- [17] Ausbreitungsmodell LASAT, Version 3.4.24-64WI17-m4, 2020-08-18, Copyright (c) L. Janicke 1989-2020, <http://www.janicke.de/de/lasat.html>.
- [18] AUSTALView (TG): Benutzeroberfläche für das Ausbreitungsmodell AUSTAL3 (TA Luft 2021), ArguSoft GmbH & Co KG, (Version 10.0.2).
- [19] Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim: Lufthygienisches Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) – Jahresberichte 2015 – 2019.
- [20] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport: GDN depositiebestanden achterliggende jaren.
- [21] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2020): Jaargemiddelde grootschalige NOx-concentratie en lokale bijdragen van rijkswegen (rwc) in 2020 in Nederland. <https://geodata.rivm.nl/gcn/>
- [22] Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2020): Depositie totaal stikstof in 2013 in Nederland. <https://geodata.rivm.nl/gcn/>
- [23] Umweltbundesamt Fachgebiet II 4.3 Luftreinhaltung & terrestrische Ökosysteme (2019): Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff Bezugszeitraum: Dreijahresmittelwert der Jahre 2013-2015.  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/kartendienst-stickstoffdeposition-in-deutschland>
- [24] © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2021), Datenquellen:  
[http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_public/Datenquellen\\_TopPlus\\_Open\\_26.10.2021.pdf](http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_26.10.2021.pdf)

**Anhang A**  
**Modell Eingabedateien**

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

## Szenario Bauphase:

Input file created by AUSTAL2000N 2.6.11-WG-0

===== param.def

```

Ident = "M85636-1"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM

```

===== grid.def

```

RefX = 32350742
RefY = 5937067
GGCS = UTM
SK = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED

```

```

! Nm | NI Ni Nt Pt Dd Nx Ny Nz Xmin Ymin Rf Im le
-----+-----
N 04 | 1 1 1 3 240.0 300 300 19 -29431.0 -28085.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 2 1 1 3 120.0 300 300 19 -15271.0 -17765.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 3 1 1 3 60.0 300 300 19 -12511.0 -4445.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 4 1 1 3 30.0 300 300 19 -9511.0 -2405.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----

```

===== sources.def

```

! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | 12046.1 -15160.9 10.0 1210.0 420.0 0.0 -58.1 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | 8508.9 -11062.6 10.0 2100.0 260.0 0.0 315.0 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | 21861.5 -25723.7 10.0 2330.9 646.9 0.0 0.4 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 11092.8 -12241.5 10.0 1030.7 407.5 0.0 -59.2 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 5802.2 -9361.9 10.0 3279.3 0.0 0.0 312.8 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 10897.0 -14499.2 10.0 3999.1 0.0 0.0 299.6 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 8031.5 -11766.8 10.0 3959.4 0.0 0.0 316.4 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 12853.2 -17948.8 10.0 5037.7 0.0 0.0 293.4 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 14905.9 -22613.4 10.0 3950.0 0.0 0.0 289.2 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 16214.3 -26359.9 10.0 1291.3 0.0 0.0 330.2 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 17350.3 -27010.4 10.0 1629.7 0.0 0.0 1.0 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 19004.6 -26990.4 10.0 2248.4 0.0 0.0 6.1 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 21305.4 -26698.3 10.0 1941.4 0.0 0.0 12.7 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | 23360.8 -26255.7 10.0 4798.6 0.0 0.0 0.7 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 26790.6 -26064.9 10.0 803.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 16 | 26766.1 -26304.1 10.0 809.5 0.0 0.0 359.6 0.0 0.0 0.340 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 17 | 28023.2 -26145.5 10.0 4644.4 0.0 0.0 180.9 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 18 | 21423.7 -26690.3 10.0 1924.8 0.0 0.0 13.6 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 19 | 23798.3 -26155.8 10.0 257.0 0.0 0.0 90.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 20 | 21423.7 -26690.3 10.0 1924.8 0.0 0.0 13.6 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 21 | 21240.4 -26751.9 10.0 4022.0 0.0 0.0 183.5 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 22 | 17225.9 -26997.4 10.0 1130.7 0.0 0.0 150.2 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 23 | 16244.9 -26435.2 10.0 9348.8 0.0 0.0 112.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 24 | 12744.4 -17766.6 10.0 1617.4 0.0 0.0 93.9 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 25 | 17225.9 -26997.4 10.0 1130.7 0.0 0.0 150.2 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 26 | 16244.9 -26435.2 10.0 9348.8 0.0 0.0 112.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 27 | 12744.4 -17766.6 10.0 1617.4 0.0 0.0 93.9 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 28 | 12744.4 -17766.6 10.0 4038.6 0.0 0.0 96.3 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 29 | 12299.8 -13752.5 10.0 1071.5 0.0 0.0 119.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 30 | 17225.9 -26997.4 10.0 1130.7 0.0 0.0 150.2 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 31 | 16244.9 -26435.2 10.0 9348.8 0.0 0.0 112.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 32 | 12744.4 -17766.6 10.0 6737.6 0.0 0.0 120.0 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0

```

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

Q 33 | 7353.4 -11021.7 10.0 1822.6 0.0 0.0 342.3 0.0 0.0 0.672 -1.0 0.0000 0.0 0.0

-----+-----  
 ===== substances.def

.  
 Name = gas  
 Unit = g  
 Rate = 32.00000  
 Vsed = 0.0000

! Substance	Vdep	Refc	Refd	Rfak	Rexp
K nox	0.000e+000	3.000e-005	0.000e+000	0.000e+000	0.80
K no2	3.000e-003	4.000e-005	1.268e-008	1.000e-007	1.00
K no	5.000e-004	0.000e+000	1.268e-008	0.000e+000	1.00

-----+-----  
 ===== chemics.def

.  
 ! created\from | gas.no

C gas.no2	?
C gas.no	?

-----+-----  
 ===== emissions.def

! SOURCE	gas.nox	gas.no2	gas.no
E 01	6.214e-001	6.214e-002	3.655e-001
E 02	6.346e-001	6.346e-002	3.733e-001
E 03	1.904e-001	1.904e-002	1.120e-001
E 04	6.611e-002	6.611e-003	3.889e-002
E 05	3.237e-001	3.237e-002	1.904e-001
E 06	3.947e-001	3.947e-002	2.322e-001
E 07	3.908e-001	3.908e-002	2.299e-001
E 08	4.972e-001	4.972e-002	2.925e-001
E 09	3.899e-001	3.899e-002	2.293e-001
E 10	1.275e-001	1.275e-002	7.498e-002
E 11	1.609e-001	1.609e-002	9.462e-002
E 12	7.976e-001	7.976e-002	4.692e-001
E 13	4.832e-001	4.832e-002	2.842e-001
E 14	1.707e+000	1.707e-001	1.004e+000
E 15	8.588e-002	8.588e-003	5.052e-002
E 16	8.654e-002	8.654e-003	5.090e-002
E 17	1.034e-001	1.034e-002	6.084e-002
E 18	4.286e-002	4.286e-003	2.521e-002
E 19	5.723e-003	5.723e-004	3.366e-003
E 20	5.014e-001	5.014e-002	2.949e-001
E 21	1.048e+000	1.048e-001	6.163e-001
E 22	2.945e-001	2.945e-002	1.733e-001
E 23	2.435e+000	2.435e-001	1.433e+000
E 24	4.213e-001	4.213e-002	2.478e-001
E 25	3.651e-002	3.651e-003	2.148e-002
E 26	3.019e-001	3.019e-002	1.776e-001
E 27	5.223e-002	5.223e-003	3.072e-002
E 28	1.304e-001	1.304e-002	7.671e-002
E 29	3.460e-002	3.460e-003	2.035e-002
E 30	9.502e-002	9.502e-003	5.590e-002
E 31	7.857e-001	7.857e-002	4.622e-001
E 32	5.662e-001	5.662e-002	3.331e-001
E 33	1.532e-001	1.532e-002	9.011e-002

-----+-----  
 =====

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

## Szenario Ist-Zustand:

- Input file created by AUSTAL2000N 2.6.11-WG-0

===== param.def

```

.
Ident = "M85636-1"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM

```

===== grid.def

```

.
RefX = 32350742
RefY = 5937067
GGCS = UTM
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED

```

```

-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  le
-----+-----
N 04 | 1 1 1 3 240.0 300 300 19 -29431.0 -28085.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 2 1 1 3 120.0 300 300 19 -15271.0 -17765.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 3 1 1 3 60.0 300 300 19 -12511.0 -4445.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 4 1 1 3 30.0 300 300 19 -9511.0 -2405.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----

```

===== sources.def

```

.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | -12543.8 6428.4 20.0 0.0 12100.0 10.0 90.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | -6733.0 1732.6 20.0 0.0 7400.0 10.0 54.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 3120.2 -6752.5 20.0 0.0 7000.0 10.0 225.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 7912.6 -11867.2 20.0 0.0 4000.0 10.0 230.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 10824.5 -14541.9 20.0 0.0 4000.0 10.0 212.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 12728.6 -18004.8 20.0 0.0 6500.0 10.0 -154.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 15402.1 -23901.2 20.0 0.0 2100.0 10.0 -166.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 15848.7 -25944.1 20.0 0.0 1000.0 10.0 -138.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 16491.3 -26717.6 20.0 0.0 1000.0 10.0 -106.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 17437.4 -27088.1 20.0 0.0 2900.0 10.0 -85.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 20339.3 -27013.0 20.0 0.0 3100.0 10.0 -75.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----

```

===== substances.def

```

.
Name = gas
Unit = g
Rate = 32.00000
Vsed = 0.0000

```

```

-
! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp
-----+-----
K nox | 0.000e+000 3.000e-005 0.000e+000 0.000e+000 0.80
K no2 | 3.000e-003 4.000e-005 1.268e-008 1.000e-007 1.00
K no | 5.000e-004 0.000e+000 1.268e-008 0.000e+000 1.00
-----+-----

```

===== chemics.def

```

.
! created\from | gas.no

```

S:\MIPROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

```

-----+-----
C gas.no2 | ?
C gas.no  | ?
-----+-----
===== emissions.def
.
! SOURCE | gas.nox  gas.no2  gas.no
-----+-----
E 01 | 1.203e+000 1.203e-001 7.075e-001
E 02 | 7.356e-001 7.356e-002 4.327e-001
E 03 | 1.292e+000 1.292e-001 7.602e-001
E 04 | 6.958e-001 6.958e-002 4.093e-001
E 05 | 3.976e-001 3.976e-002 2.339e-001
E 06 | 3.976e-001 3.976e-002 2.339e-001
E 07 | 6.461e-001 6.461e-002 3.801e-001
E 08 | 2.087e-001 2.087e-002 1.228e-001
E 09 | 9.940e-002 9.940e-003 5.847e-002
E 10 | 9.940e-002 9.940e-003 5.847e-002
E 11 | 2.883e-001 2.883e-002 1.696e-001
E 12 | 3.082e-001 3.082e-002 1.813e-001
E 13 | 4.771e-001 4.771e-002 2.807e-001
E 14 | 7.938e-001 7.938e-002 4.670e-001
E 15 | 7.938e-001 7.938e-002 4.670e-001
-----+-----
=====

```

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

Szenario Prognose-Nullfall:

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

===== param.def

```
.
Ident = "M85636-1"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM
```

===== grid.def

```
.
RefX = 32350742
RefY = 5937067
GGCS = UTM
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED
```

```
-
! Nm | NI Ni Nt Pt Dd Nx Ny Nz Xmin Ymin Rf Im le
-----+-----
N 04 | 1 1 1 3 240.0 300 300 19 -29431.0 -28085.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 2 1 1 3 120.0 300 300 19 -15271.0 -17765.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 3 1 1 3 60.0 300 300 19 -12511.0 -4445.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 4 1 1 3 30.0 300 300 19 -9511.0 -2405.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----
```

===== sources.def

```
.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | -12543.8 6428.4 20.0 0.0 12100.0 10.0 90.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | -6733.0 1732.6 20.0 0.0 7400.0 10.0 54.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 3120.2 -6752.5 20.0 0.0 7000.0 10.0 225.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 7912.6 -11867.2 20.0 0.0 4000.0 10.0 230.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 10824.5 -14541.9 20.0 0.0 4000.0 10.0 212.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 12728.6 -18004.8 20.0 0.0 6500.0 10.0 -154.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 15402.1 -23901.2 20.0 0.0 2100.0 10.0 -166.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 15848.7 -25944.1 20.0 0.0 1000.0 10.0 -138.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 16491.3 -26717.6 20.0 0.0 1000.0 10.0 -106.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 17437.4 -27088.1 20.0 0.0 2900.0 10.0 -85.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 20339.3 -27013.0 20.0 0.0 3100.0 10.0 -75.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----
```

===== substances.def

```
.
Name = gas
Unit = g
Rate = 32.00000
Vsed = 0.0000
```

```
-
! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp
-----+-----
K nox | 0.000e+000 3.000e-005 0.000e+000 0.000e+000 0.80
K no2 | 3.000e-003 4.000e-005 1.268e-008 1.000e-007 1.00
K no | 5.000e-004 0.000e+000 1.268e-008 0.000e+000 1.00
-----+-----
```

===== chemics.def

```
.
! created\from | gas.no
```

S:\MIPROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

```

-----+-----
C gas.no2 | ?
C gas.no  | ?
-----+-----
===== emissions.def
.
! SOURCE | gas.nox  gas.no2  gas.no
-----+-----
E 01 | 1.307e+000 1.307e-001 7.687e-001
E 02 | 7.992e-001 7.992e-002 4.701e-001
E 03 | 1.404e+000 1.404e-001 8.259e-001
E 04 | 7.560e-001 7.560e-002 4.447e-001
E 05 | 4.320e-001 4.320e-002 2.541e-001
E 06 | 4.320e-001 4.320e-002 2.541e-001
E 07 | 7.020e-001 7.020e-002 4.129e-001
E 08 | 2.268e-001 2.268e-002 1.334e-001
E 09 | 1.080e-001 1.080e-002 6.353e-002
E 10 | 1.080e-001 1.080e-002 6.353e-002
E 11 | 3.132e-001 3.132e-002 1.842e-001
E 12 | 3.348e-001 3.348e-002 1.969e-001
E 13 | 5.184e-001 5.184e-002 3.049e-001
E 14 | 7.449e-001 7.449e-002 4.382e-001
E 15 | 7.449e-001 7.449e-002 4.382e-001
-----+-----
=====

```

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022



## Szenario Prognose-Ausbau:

- Input file created by AUSTAL2000 2.6.11-WI-x

===== param.def

```

.
Ident = "M85636-1"
Seed = 11111
Interval = 01:00:00
RefDate = 2012-01-01.00:00:00
Start = 00:00:00
End = 366.00:00:00
Average = 24
Flags = +MAXIMA+CHEM

```

===== grid.def

```

.
RefX = 32350742
RefY = 5937067
GGCS = UTM
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0
1500.0 }
Nzd = 1
Flags = +NESTED

```

```

-
! Nm | NI Ni Nt Pt  Dd Nx Ny Nz  Xmin  Ymin Rf Im  le
-----+-----
N 04 | 1 1 1 3 240.0 300 300 19 -29431.0 -28085.0 0.5 200 1.0e-004
N 03 | 2 1 1 3 120.0 300 300 19 -15271.0 -17765.0 0.5 200 1.0e-004
N 02 | 3 1 1 3 60.0 300 300 19 -12511.0 -4445.0 1.0 200 1.0e-004
N 01 | 4 1 1 3 30.0 300 300 19 -9511.0 -2405.0 1.0 200 1.0e-004
-----+-----

```

===== sources.def

```

.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh Tt
-----+-----
Q 01 | -12543.8 6428.4 20.0 0.0 12100.0 10.0 90.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 02 | -6733.0 1732.6 20.0 0.0 7400.0 10.0 54.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 03 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 04 | 3120.2 -6752.5 20.0 0.0 7000.0 10.0 225.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 05 | 7912.6 -11867.2 20.0 0.0 4000.0 10.0 230.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 06 | 10824.5 -14541.9 20.0 0.0 4000.0 10.0 212.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 07 | 12728.6 -18004.8 20.0 0.0 6500.0 10.0 -154.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 08 | 15402.1 -23901.2 20.0 0.0 2100.0 10.0 -166.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 09 | 15848.7 -25944.1 20.0 0.0 1000.0 10.0 -138.3 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 10 | 16491.3 -26717.6 20.0 0.0 1000.0 10.0 -106.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 11 | 17437.4 -27088.1 20.0 0.0 2900.0 10.0 -85.9 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 12 | 20339.3 -27013.0 20.0 0.0 3100.0 10.0 -75.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 13 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.110 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 14 | -6997.7 1394.0 20.0 0.0 13000.0 10.0 233.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
Q 15 | 23363.3 -26356.5 20.0 0.0 4800.0 10.0 -87.0 0.0 0.0 0.270 -1.0 0.0000 0.0 0.0
-----+-----

```

===== substances.def

```

.
Name = gas
Unit = g
Rate = 32.00000
Vsed = 0.0000

```

```

-
! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp
-----+-----
K nox | 0.000e+000 3.000e-005 0.000e+000 0.000e+000 0.80
K no2 | 3.000e-003 4.000e-005 1.268e-008 1.000e-007 1.00
K no | 5.000e-004 0.000e+000 1.268e-008 0.000e+000 1.00
-----+-----

```

===== chemics.def

```

.
! created\from | gas.no

```

S:\MIPROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

```

-----+-----
C gas.no2 | ?
C gas.no  | ?
-----+-----
===== emissions.def
.
! SOURCE | gas.nox  gas.no2  gas.no
-----+-----
E 01 | 1.149e+000 1.149e-001 6.756e-001
E 02 | 7.024e-001 7.024e-002 4.132e-001
E 03 | 1.234e+000 1.234e-001 7.258e-001
E 04 | 6.644e-001 6.644e-002 3.908e-001
E 05 | 3.797e-001 3.797e-002 2.233e-001
E 06 | 3.797e-001 3.797e-002 2.233e-001
E 07 | 6.170e-001 6.170e-002 3.629e-001
E 08 | 1.993e-001 1.993e-002 1.173e-001
E 09 | 9.492e-002 9.492e-003 5.583e-002
E 10 | 9.492e-002 9.492e-003 5.583e-002
E 11 | 2.753e-001 2.753e-002 1.619e-001
E 12 | 2.942e-001 2.942e-002 1.731e-001
E 13 | 4.556e-001 4.556e-002 2.680e-001
E 14 | 2.031e-001 2.031e-002 1.194e-001
E 15 | 2.031e-001 2.031e-002 1.194e-001
-----+-----
=====

```

S:\M\PROJ\159\M159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26. 01. 2022

## **Anhang B**

**Räumliche Verteilung der NO<sub>x</sub>-Immissions- und N-Depositions-Zusatz- und Gesamtbelastung im Betrachtungsbereich.**

S:\M\PROJ\159M\159836\M159836\_01\_BER\_1D.DOCX:26.01.2022

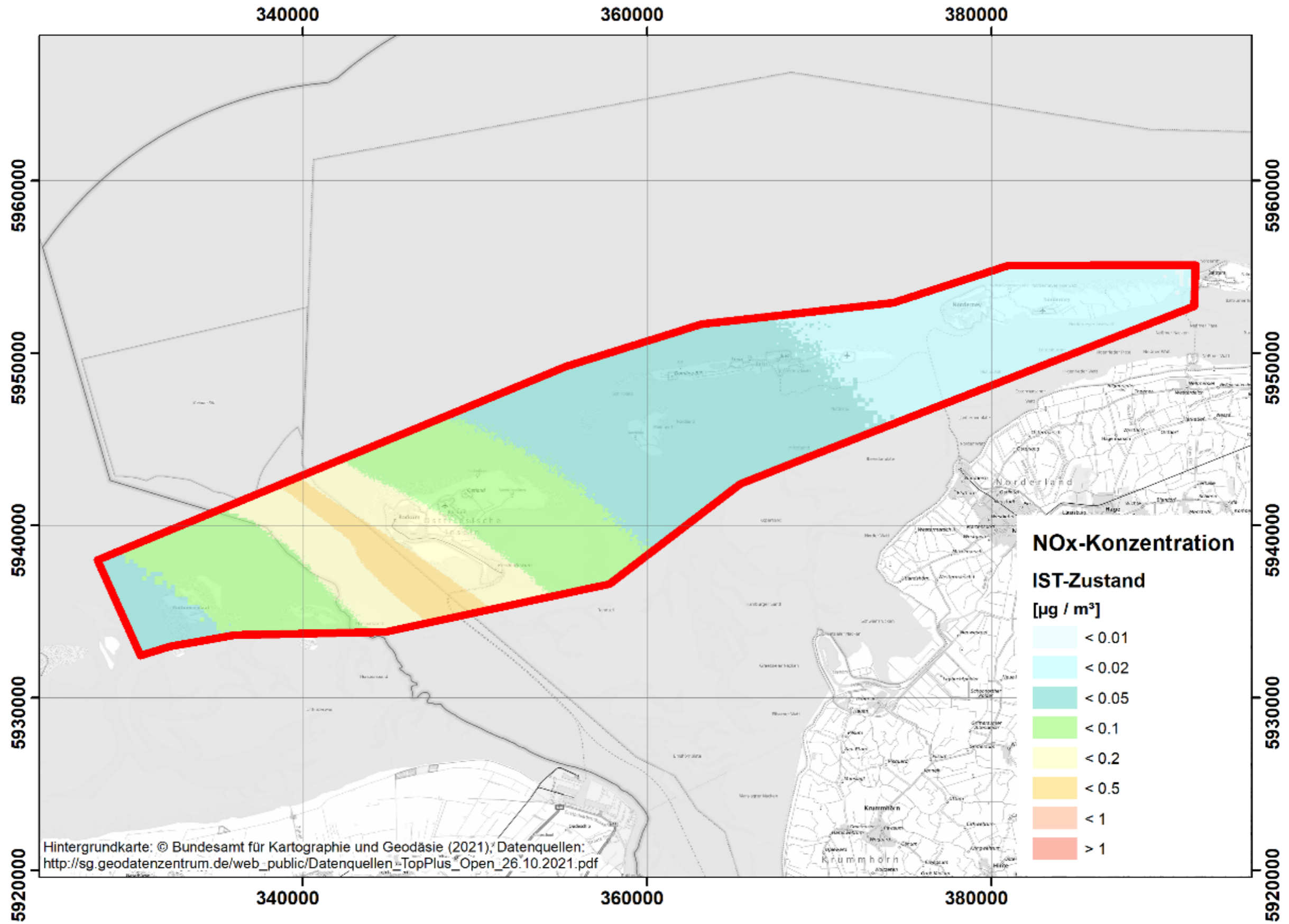


Abbildung 39. NOx-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m³ im Betrachtungsbereich – IST-ZUSTAND.

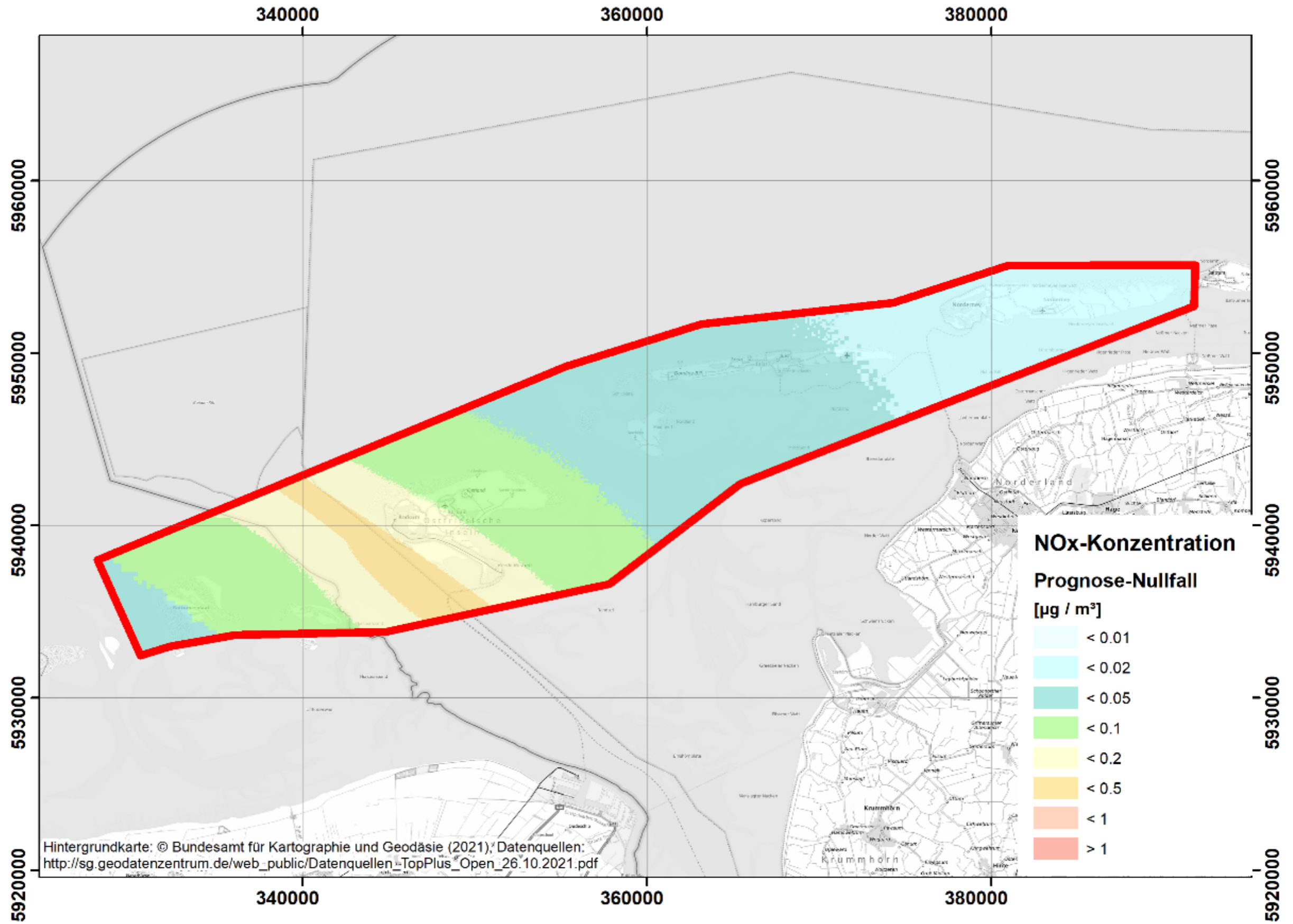


Abbildung 40. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – PROGNOSE NULLFALL.

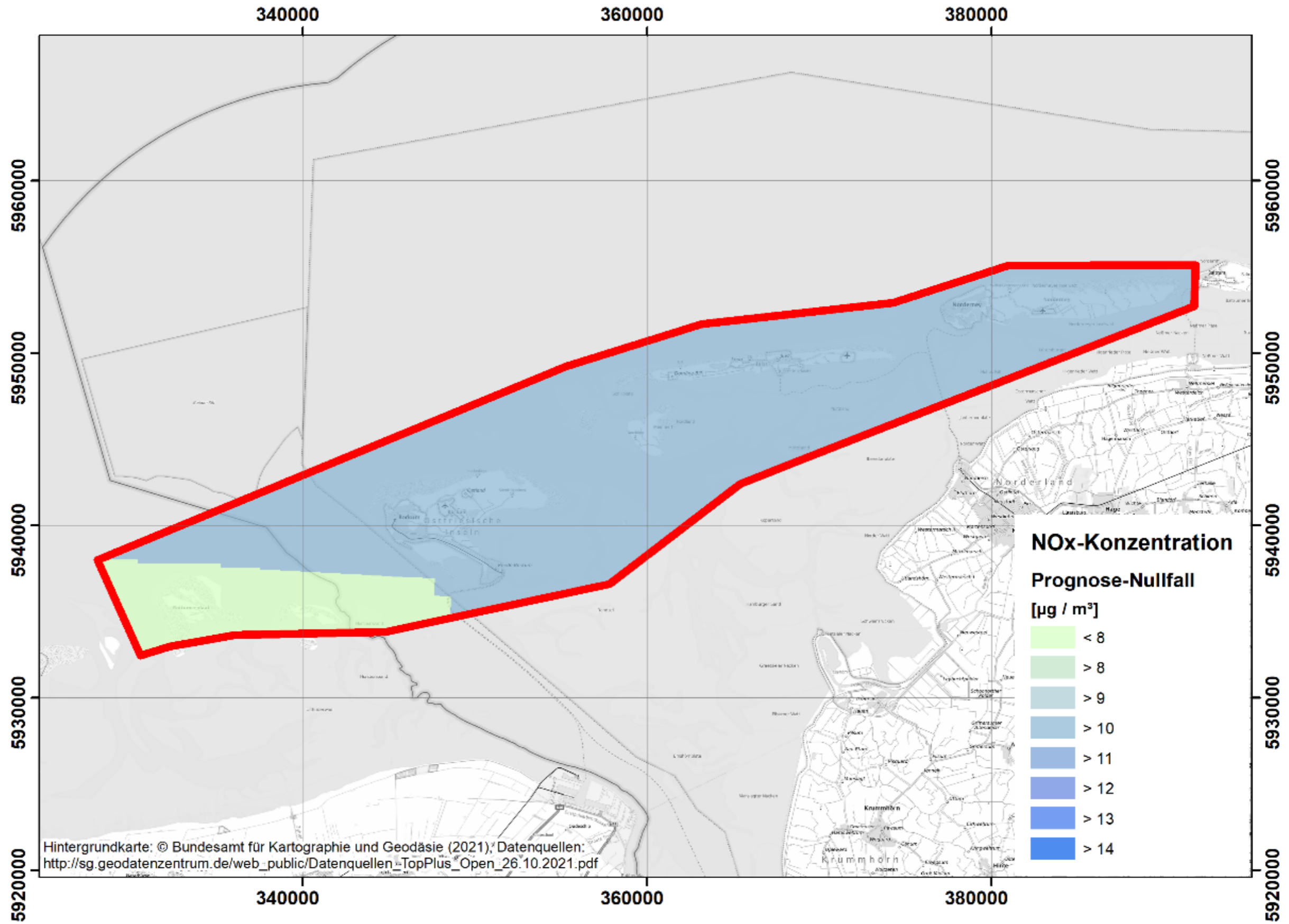


Abbildung 41. NOx-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m³ im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

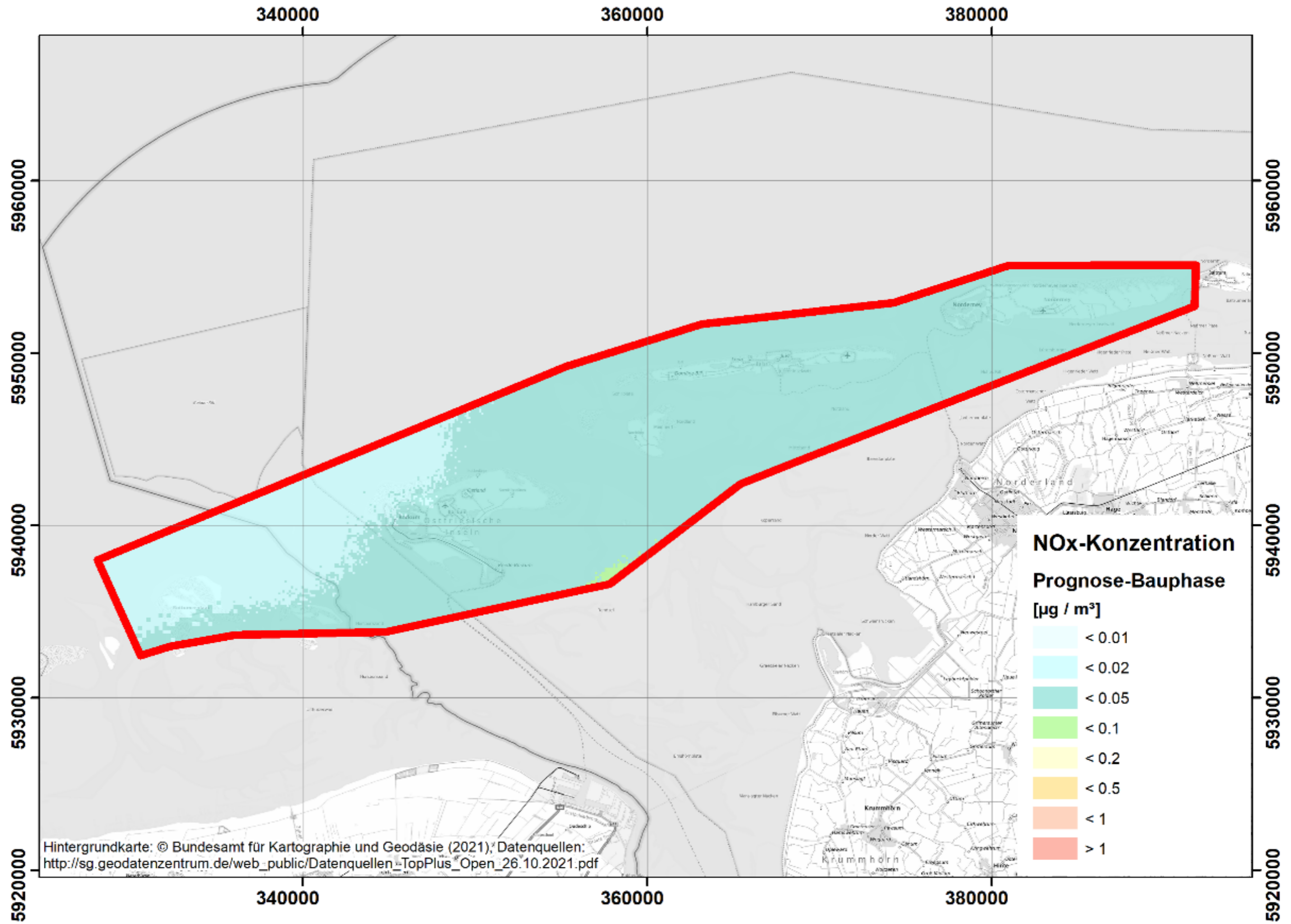


Abbildung 42. NO<sub>x</sub>-Immissions-Zusatzbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

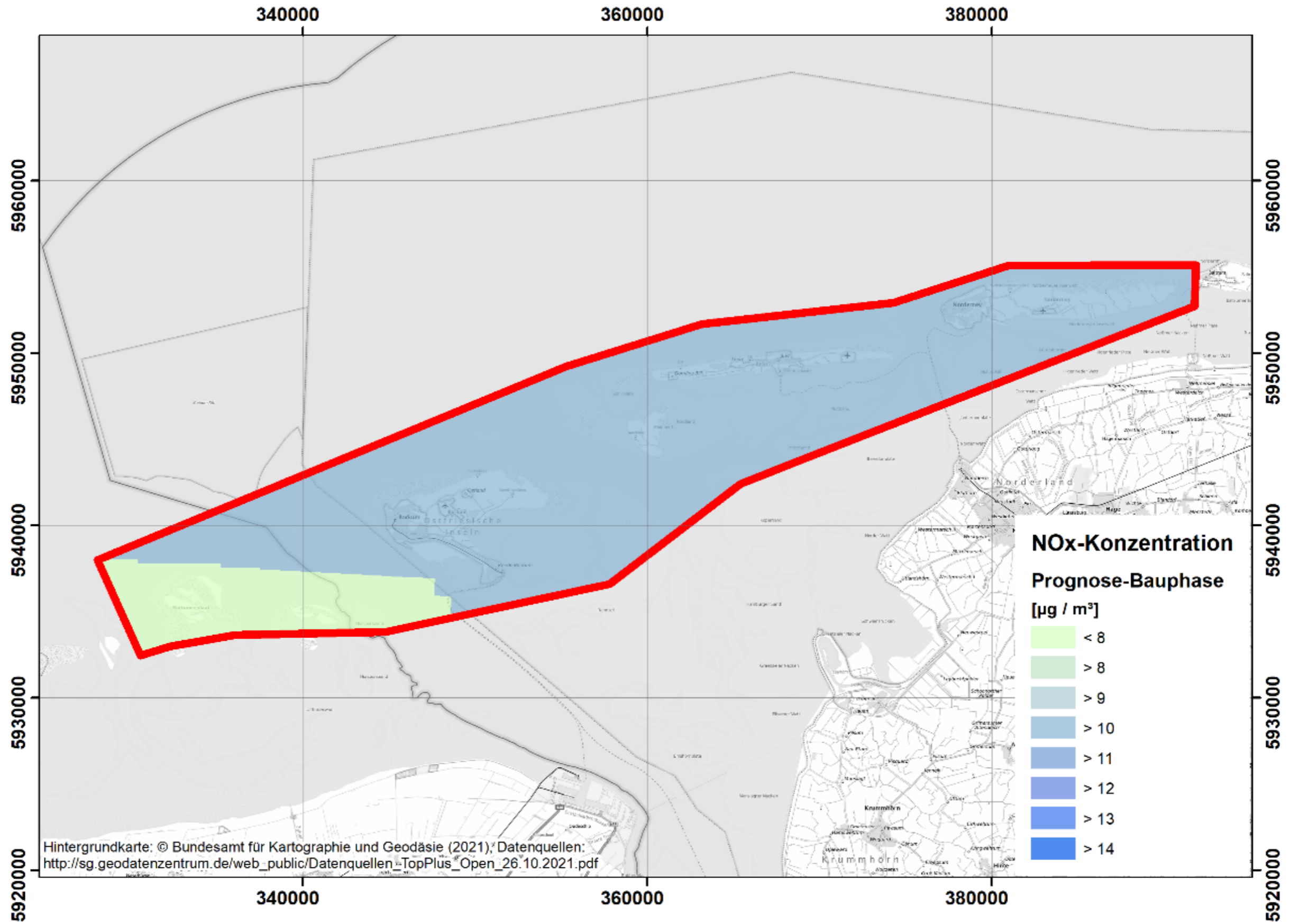


Abbildung 43. NO<sub>x</sub>-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m<sup>3</sup> im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.



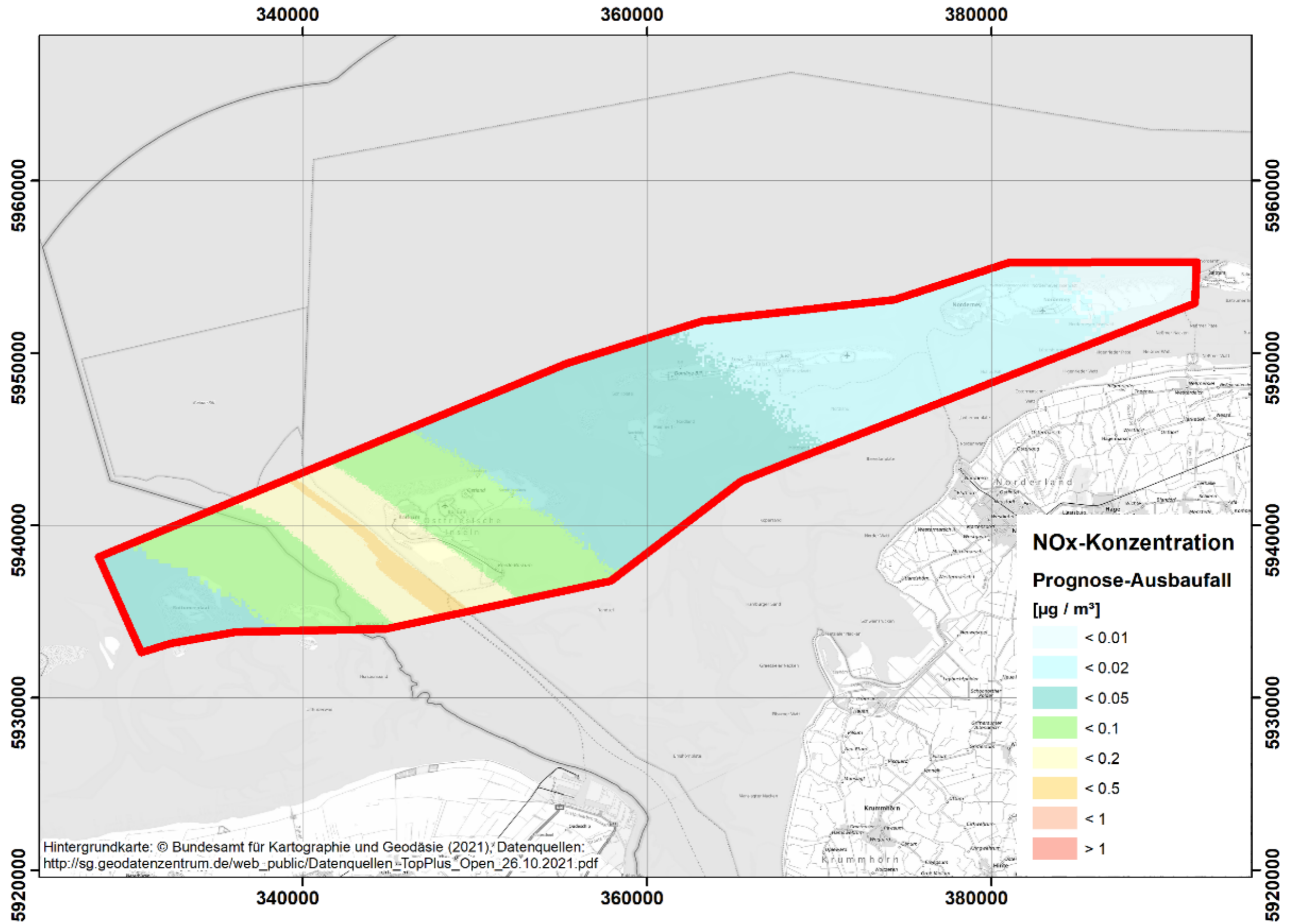


Abbildung 44. NOx-Immissions-Zusatzbelastung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

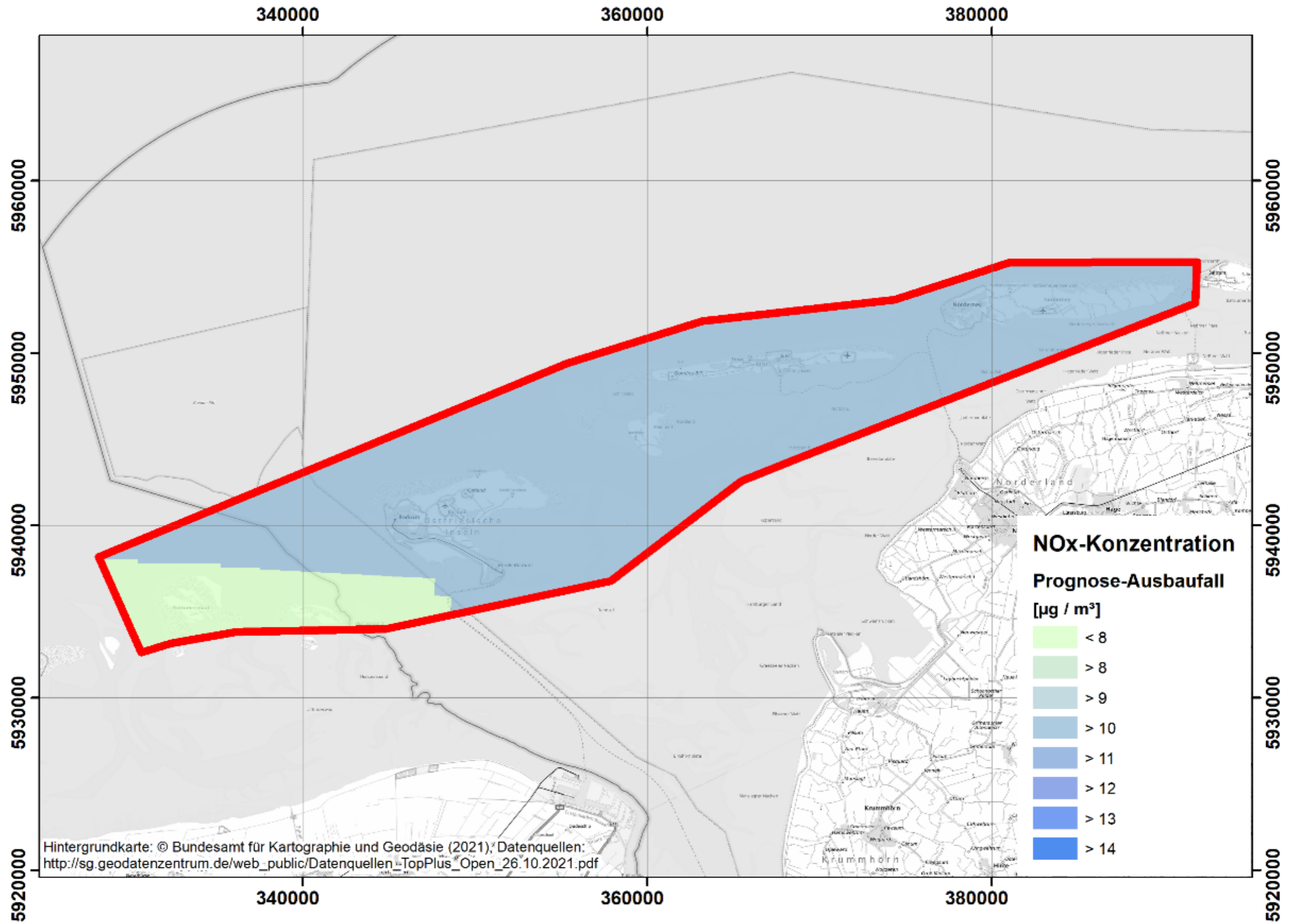


Abbildung 45. NOx-Immissions-Gesamtbelastung in µg/m³ im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.

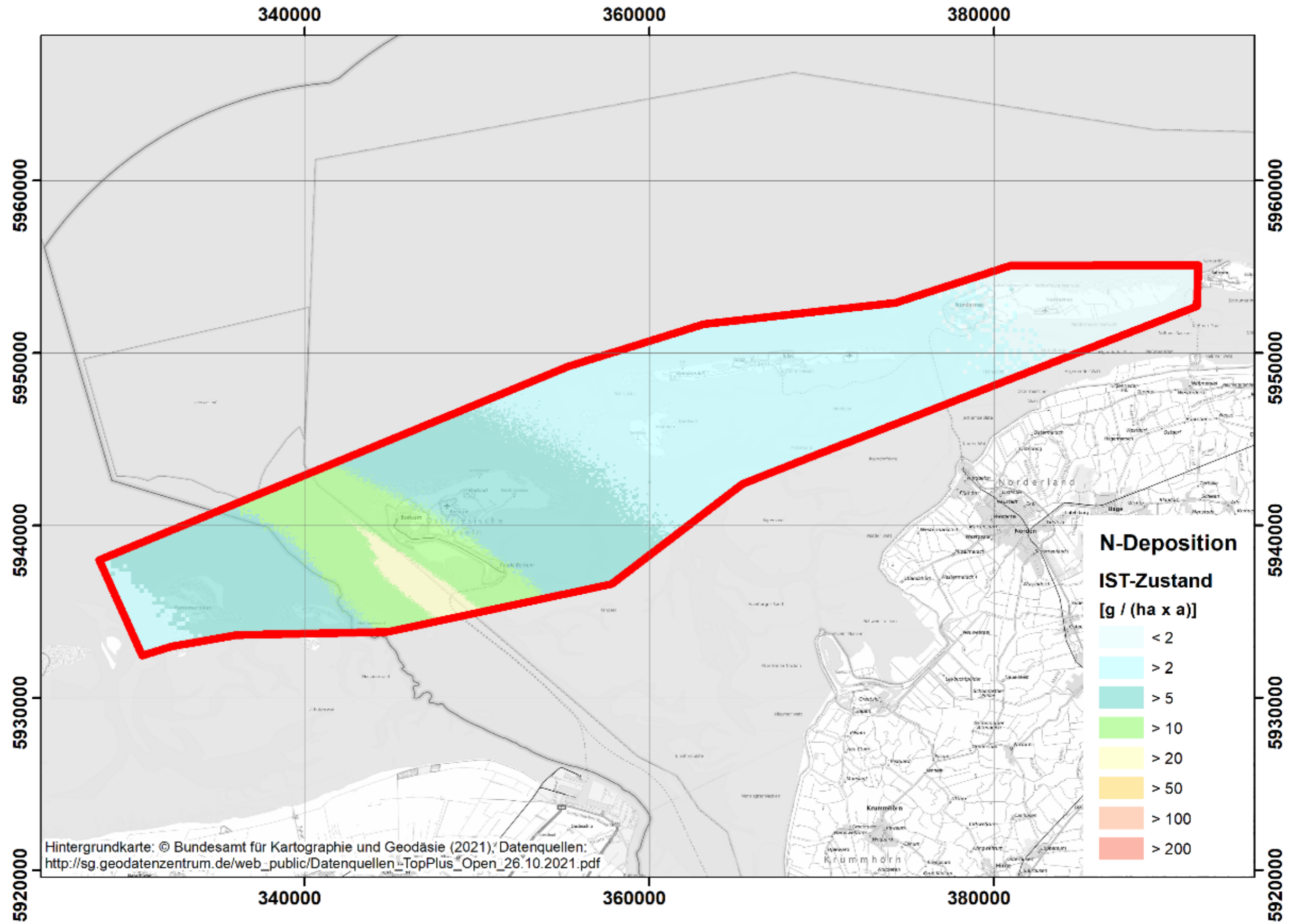


Abbildung 46. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – IST-ZUSTAND.

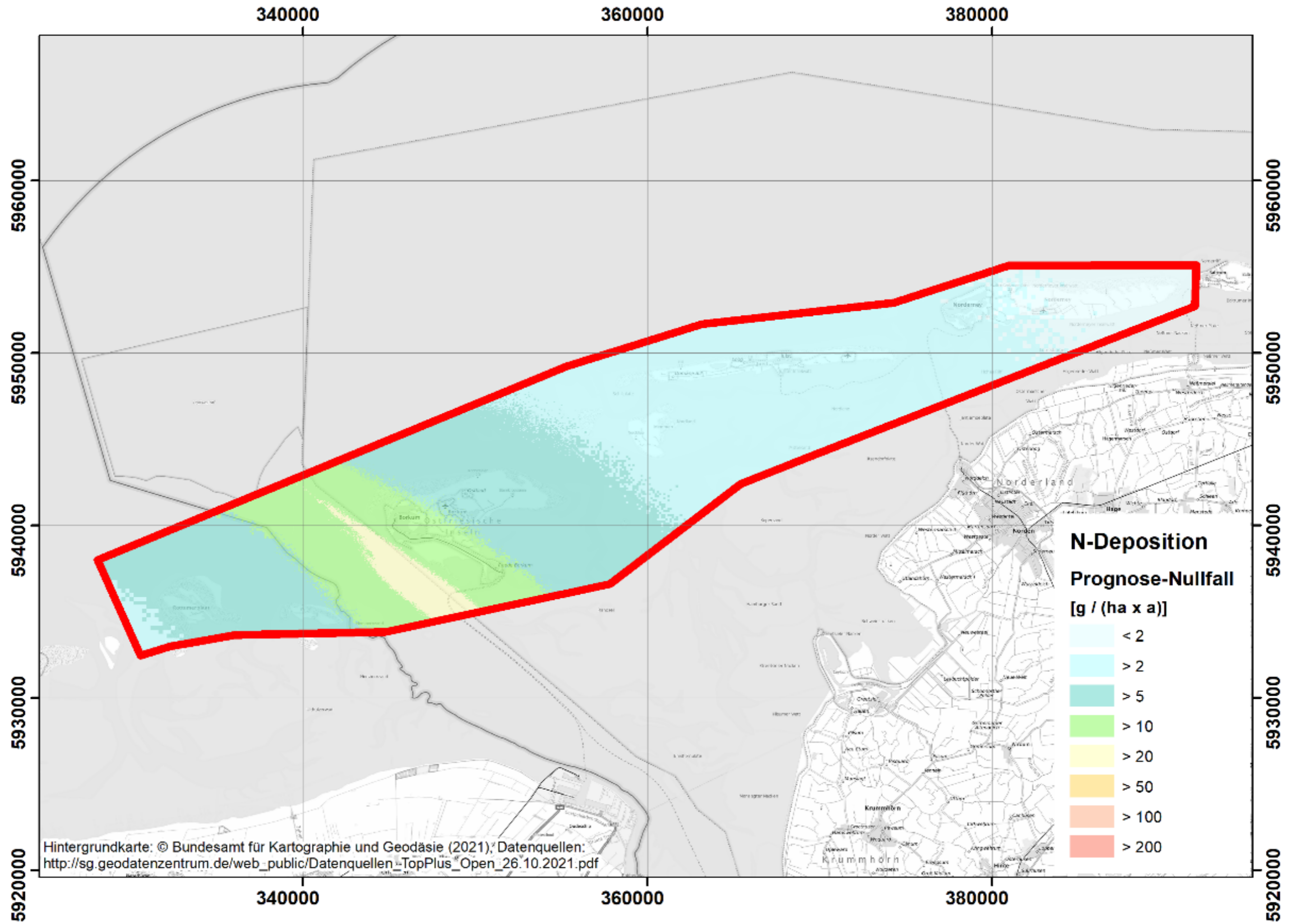


Abbildung 47. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

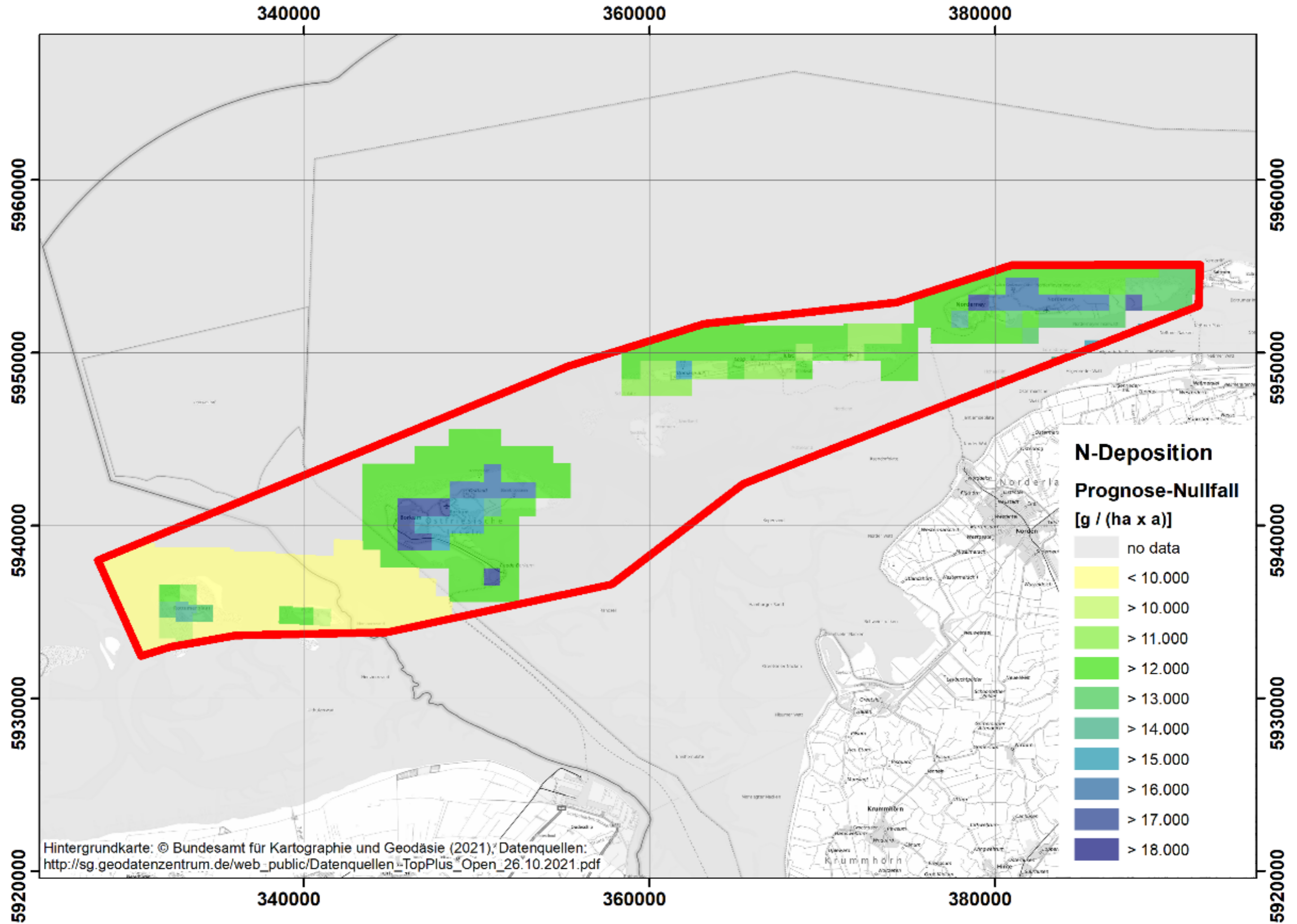


Abbildung 48. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-NULLFALL.

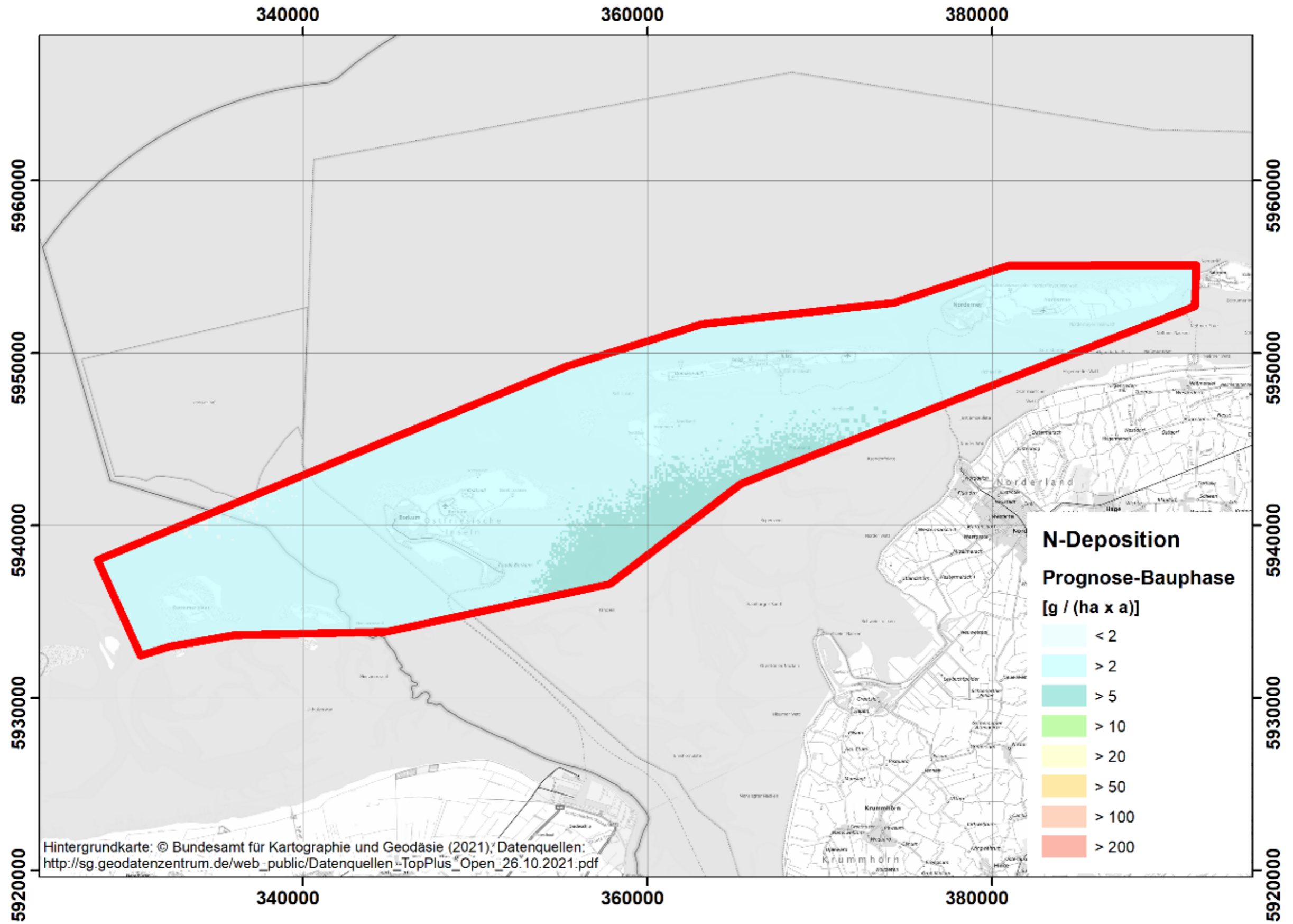


Abbildung 49. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

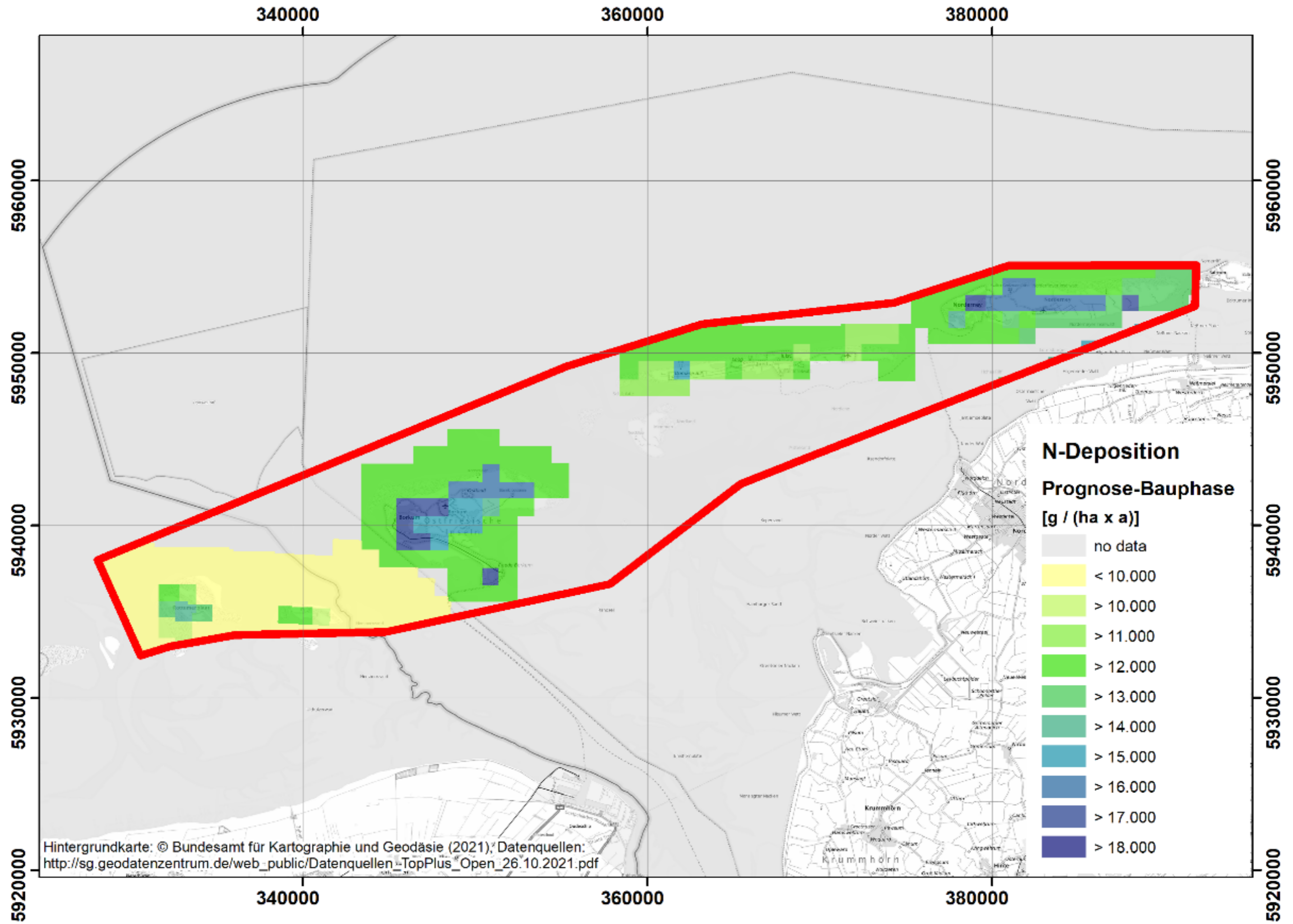


Abbildung 50. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – BAUPHASE.

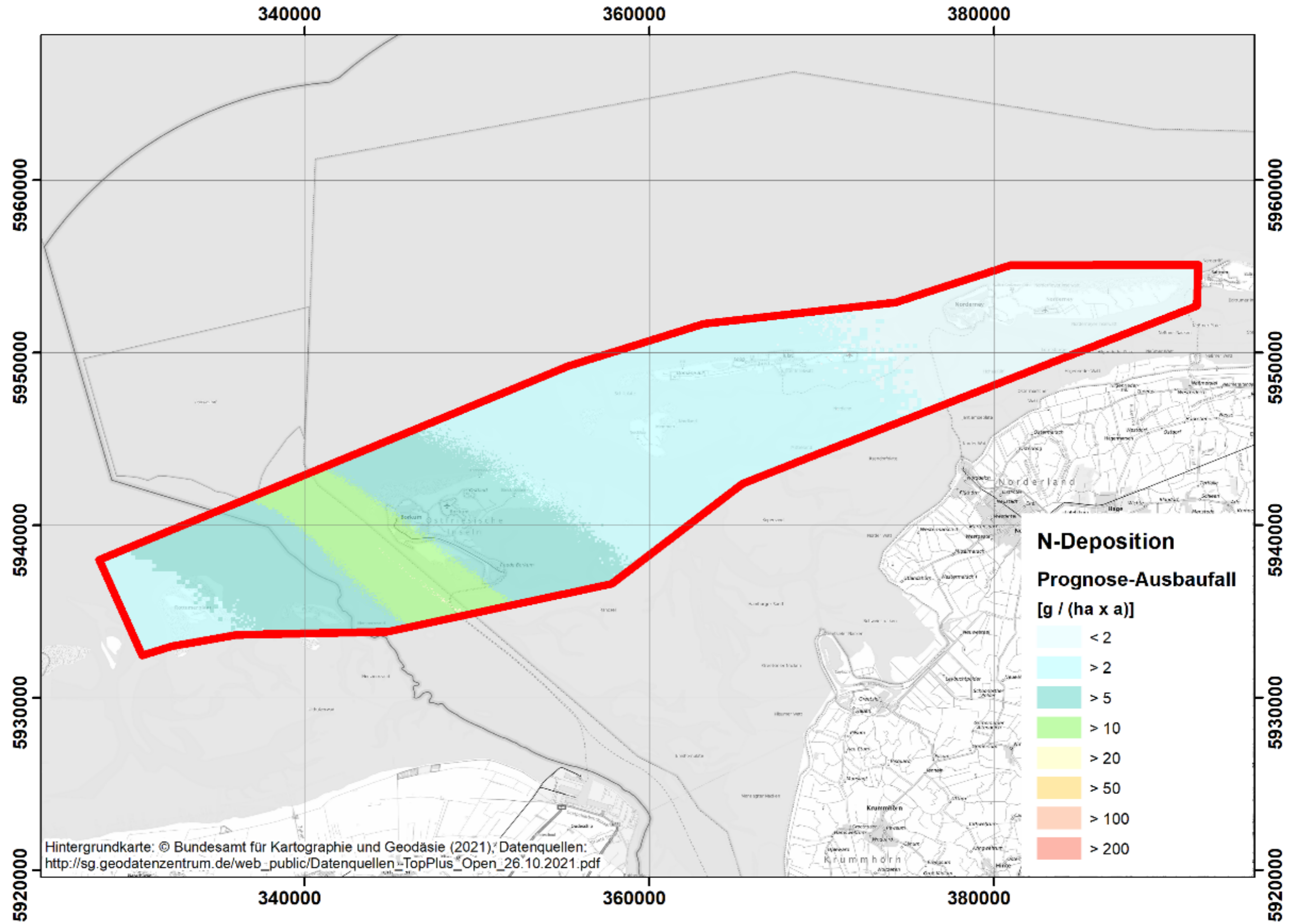


Abbildung 51. N-Depositions-Zusatzbelastung in g/(ha × a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.



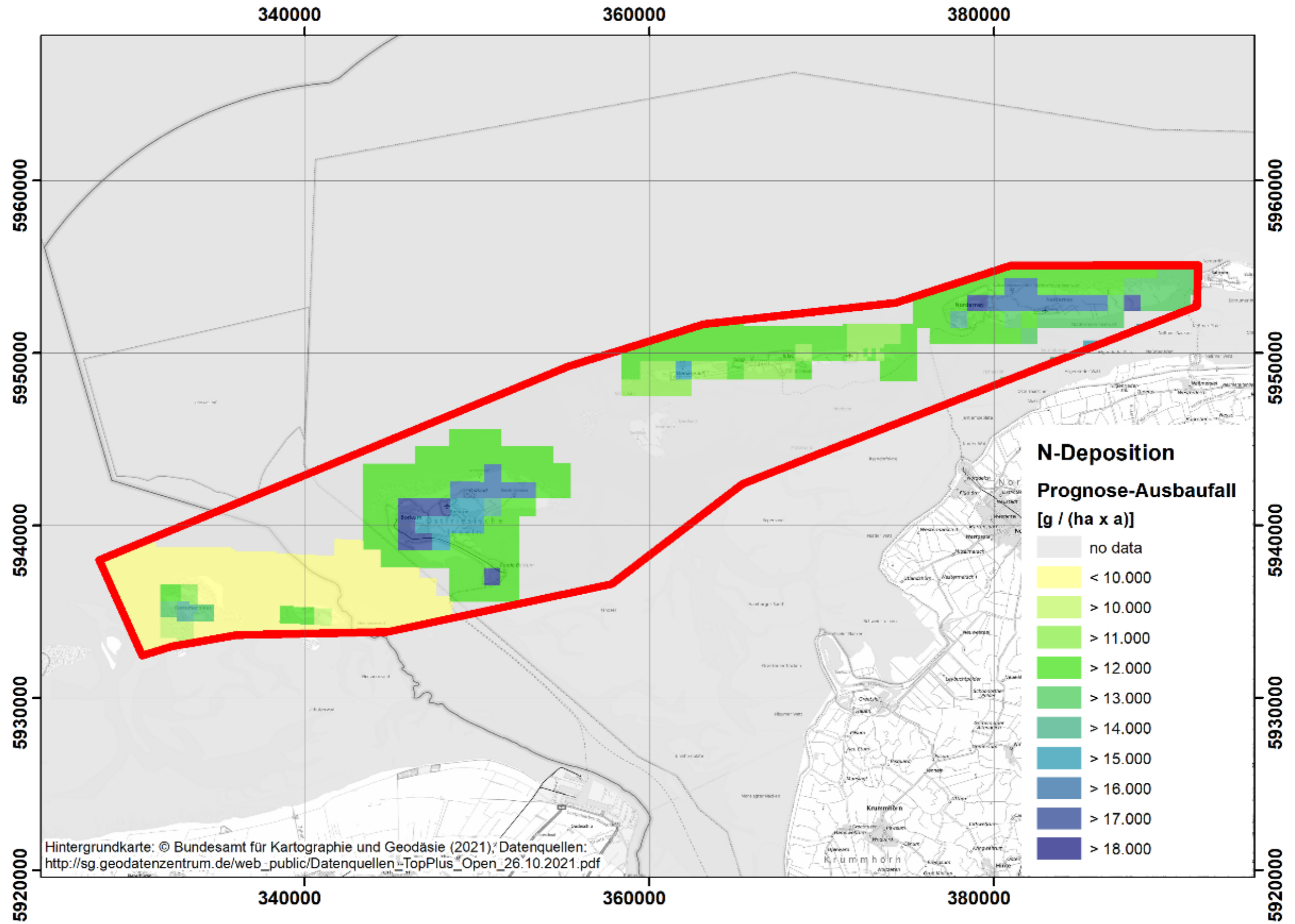


Abbildung 52. N-Depositions-Gesamtbelastung in g/(ha x a) im Betrachtungsbereich – PROGNOSE-AUSBAUFALL.