
**Untersuchung der Stickstoffdeposition
für den vierstreifigen Ausbau der B 207
zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden
im Bereich der FFH-/Natura 2000-Gebiete
Anpassung an aktuelle Verkehrsbelastungen**

Projektnummer: 09106.05

13. April 2017

Im Auftrag von:
Land Schleswig-Holstein
vertreten durch
Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr
Niederlassung Lübeck
Jerusalemsberg 9
23568 Lübeck

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Aufgabenstellung.....	2
2.	Örtliche Situation	2
3.	Untersuchungsszenarien	3
4.	Luftschadstoffquellen.....	3
5.	Grundlagen.....	4
6.	Verkehrsbelastungen.....	5
7.	Emissionen.....	5
7.1.	Emissionsfaktoren.....	5
7.2.	Emissionen	6
8.	Immissionen	7
8.1.	Berechnungsverfahren.....	7
8.1.1.	Rechenmodell.....	7
8.1.2.	Rechengebiet.....	8
8.1.3.	Stickstoffdeposition	8
8.2.	Hintergrundbelastungen.....	9
8.3.	Stickstoffdepositionen in den FFH-Gebieten	10
8.4.	Qualität der Prognose	11
9.	Zusammenfassung	12
10.	Quellenverzeichnis	13
11.	Anlagenverzeichnis.....	I

1. Anlass und Aufgabenstellung

Es ist geplant, die B207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden teilweise vierstreifig auszubauen. Dies ist in Zusammenhang mit den Planungen für eine feste Fehmarnbeltquerung erforderlich. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie zum Planfeststellungsverfahren sind die durch den Betrieb der B207 zu erwartenden Stickstoffdepositionen im Bereich der benachbarten FFH-/Natura2000-Gebiete zu ermitteln und zu beurteilen. Die Beurteilung erfolgt durch die Ermittlung der Zunahmen im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall.

Die vorliegende Untersuchung beinhaltet eine Aktualisierung der Verkehrsbelastungen im Hinblick auf die Verteilung der KFZ auf PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge. Hierzu wurde in 2017 eine neue Verkehrserhebung durchgeführt und die Verkehrsprognose entsprechend aktualisiert [33].

Der Ausbau erfolgt zwischen der Anschlussstelle Heiligenhafen Ost und Puttgarden. Als zulässige Höchstgeschwindigkeit ist von 100 km/h auszugehen. Der Bereich der gesamten Sundbrücke einschließlich Rampen wird jedoch vom Ausbau ausgenommen.

Verkehrsbedingte Stickstoffemissionen sind im Wesentlichen durch Stickoxide (NO_x) und in geringerem Maße Ammoniak (NH₃) gegeben, die Bestandteil der Kfz-Abgase sind. Die Ermittlung der Abgas-Emissionen erfolgt mithilfe des Handbuchs Emissionsfaktoren in der aktuellen Fassung (Umweltbundesamt, 2014). Für die Ermittlung der Stickstoffdeposition werden die für das Jahr 2025 prognostizierten Emissionsfaktoren berücksichtigt.

Nach Freisetzung der Abgase erfolgt ein Transport dieser Schadstoffe in die Atmosphäre, aus der wiederum eine Ablagerung auf Pflanzen und Böden durch Deposition erfolgt. Die atmosphärische Deposition ist ein komplexer, aus vielen Einzelmechanismen bestehender Vorgang. Man unterscheidet hier zwischen trockener Deposition und nasser Deposition (Auswaschen durch Regen, Schnee etc.). Die trockene Deposition ist im Nahbereich von Emittenten mit niedriger Quellhöhe der maßgebliche Vorgang, so dass sich im vorliegenden Fall aufgrund der Nähe der FFH-Gebiete zur B207 die Ermittlung auf die trockene Deposition beschränken kann.

Die Berechnung der Luftschadstoffausbreitung und der anschließenden Stickstoffdeposition erfolgt mit dem TA Luft-Modell AUSTAL2000. Bei der Ermittlung der für die Beurteilung erforderlichen Kenngrößen werden die standortspezifischen meteorologischen Randbedingungen (Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten, Luftschichtungen, Inversionswetterlagen etc.) berücksichtigt.

Eine ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

2. Örtliche Situation

Der Ausbau erfolgt zwischen der Anschlussstelle (AS) Heiligenhafen Ost und Großenbrode in Richtung Süden sowie zwischen AS Großenbrode und AS Avendorf Richtung Norden bzw. Westen. Der Bereich der gesamten Sundbrücke einschließlich Rampen wird

jedoch vom Ausbau ausgenommen. Die Widmung der Straße als Bundesstraße bleibt erhalten.

Die nächstgelegenen FFH- bzw. Natura2000-Gebiete befinden sich in folgenden Bereichen:

- Nordwestlich der B207 entlang der Festlandküstenlinie und westlich der Rampe zur Fehmarn-Sund-Brücke, teilweise unmittelbar an die Straßentrasse angrenzend: FFH-Gebiete 1631-393 und 1631-392;
- östlich der Rampe zur Fehmarn-Sund-Brücke auf dem Festland: FFH-Gebiet 1632-392;
- östlich der Rampe zur Fehmarn-Sund-Brücke auf Fehmarn: FFH-Gebiet 1532-321.

Die FFH-Gebiete umfassen teilweise auch Wasserflächen auf der Ostsee und dort vorhandene Vogelschutzgebiete.

Die genauen örtlichen Gegebenheiten können den Plänen der Anlage A 1 entnommen werden.

Weitere Einzelheiten sind dem Erläuterungsbericht und den Planunterlagen der Straßenentwürfe zu entnehmen.

3. Untersuchungsszenarien

Folgende Szenarien werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung unterschieden:

1. **Prognose-Nullfall:** Heutiger Ausbauzustand der B207 ohne feste Fehmarnbeltquerung (Prognosehorizont 2025).
2. **Prognose-Planfall:** Vierstreifiger Ausbau der B207 zwischen Heiligenhafen-Ost und Puttgarden (Prognosehorizont 2025), Verkehrsbelastungen mit fertig gestellter fester Fehmarnbeltquerung.

4. Luftschadstoffquellen

Durch Verbrennungsprozesse in Verbrennungsmotoren entstehen Abgase, die zu Luftverunreinigungen führen. Zu diesen primären Luftschadstoffen, die Bestandteil der Abgase sind, zählen im Wesentlichen:

- Stickoxide (in der Regel angegeben als NO_x : Summe aus Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO_2),
- Kohlenmonoxid (CO),
- Schwefeldioxid (SO_2),
- Kohlenwasserstoffe (HC , darunter Benzol (C_6H_6), Toluol (C_7H_8) und Xylole (C_8H_{10})),

- Partikel (PM, darunter Dieselruß und Feinstaub),
- Blei (Pb) und
- in geringem Maße auch Ammoniak (NH₃) und Lachgas (N₂O).

Die Stickoxide im Abgas setzen sich in der Regel zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂) zusammen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist. Der wichtigste Umwandlungsprozess von NO in der Atmosphäre ist die Oxidation durch Ozon (O₃). Die Reaktion läuft relativ schnell ab, so dass im straßennahen Bereich ein großer Teil des als natürliches Spurengas in der Luft vorhandenen Ozons aufgebraucht wird. Bei Sonnenlicht kann sich NO₂ durch Photolyse wieder in NO und O₃ umwandeln.

5. Grundlagen

Unter Deposition wird die Ablagerung eines Spurenstoffes an einer Grenzfläche der Atmosphäre, z.B. Erdboden, Gebäudeoberfläche verstanden. Man unterscheidet zwischen *trockener Deposition* durch Anhaften, zufällige Berührung oder Sedimentation (Absinken von Aerosolen infolge der Schwerkraft) und *nasser Deposition* infolge von Niederschlag ([16],[17]).

Die atmosphärische Deposition ist ein komplexer, aus vielen Einzelmechanismen bestehender Vorgang. Größere Partikel und Tropfen folgen der Schwerkraft und sedimentieren. Kleinere schwebende Partikel werden mit den Turbulenzen der Luftströmungen auf Oberflächen abgelagert. Gase werden an feuchten Oberflächen gelöst oder von trockenen Oberflächen adsorbiert. Eine detaillierte Beschreibung der physikalischen Prozesse, die bei der trockenen und nassen Deposition eine Rolle spielen, ist außerordentlich komplex und Gegenstand aktueller Forschungen. Für praktische Anwendungen wird daher meist auf ein einfaches Modellkonzept zurückgegriffen.

Trockene atmosphärische Deposition ist die Ablagerung oder Absorption von festen Partikeln, kleinen flüssigen Partikeln (Nebel- und Wolkenröpfchen) und Gasen aus der Luft heraus an Grenzflächen wie z.B. dem Erdboden, Pflanzen und bebauten Flächen. Die physikalischen Prozesse, die bei der trockenen Deposition eine Rolle spielen, sind der Transport der Schadstoffe zur Oberfläche und die Aufnahme in diese. Der Transport wird von den Turbulenzeigenschaften der oberflächennahen Luftschicht bestimmt, die Aufnahme hängt, insbesondere bei pflanzlichem Bewuchs, von einer ganzen Reihe von Parametern ab, wie der Pflanzenart, der Oberflächenfeuchte, der Jahres- und Tageszeit und den Konzentrationen bereits absorbiertes Spurenstoffe. Der Vorgang des Austrags und der Ablage von Stoffen durch kleine flüssige Partikel (Tröpfchen) wird auch gesondert als feuchte atmosphärische Deposition bezeichnet.

Nasse atmosphärische Deposition ist der Austrag von gelösten und ungelösten (an Partikeln haftenden) Substanzen durch wässrige Niederschläge wie Regen, Schnee und Hagel. Neben der Niederschlagsmenge hängt der Bodeneintrag vom Transport der Spurenstoffe zur Oberfläche und von den Lösungseigenschaften ab.

Die Beurteilung der Deposition in empfindlichen Gebieten erfolgt auf Grundlage von nutzungsabhängigen kritischen Stoffeinträgen („critical loads“)[13]-[14]. Sofern die critical loads aufgrund der vorhandenen Vorbelastungen bereits überschritten werden, sind in der Regel zum Schutz der FFH-Gebiete keine relevanten zusätzlichen Einträge zulässig. Die Relevanzgrenze liegt in der Regel in Anlehnung an die TA Luft bei einem Zusatzeintrag von bis zu 3% des critical load-Wertes. Dies wurde auch in der aktuellen Rechtsprechung bestätigt [4].

6. Verkehrsbelastungen

Das Fahrtenaufkommen (DTV - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an allen Tagen des Jahres) und die maßgeblichen Schwerverkehrs-Anteile (Kfz mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht, SV) wurden der aktuellen Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung zum Planvorhaben entnommen [33]. Die Zahlen beziehen sich auf das Prognosejahr 2025. Dabei liegen bezüglich der Fertigstellung der geplanten Ortsumgehung Burg zwei Planfälle vor. Im Folgenden werden die Belastungen des Planfalls 1 zugrunde gelegt, da diese zu den höheren Immissionen führen (sichere Seite).

Die für die Berechnung der Luftschadstoffemissionen erforderliche Verteilung auf PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF: Kfz bis 3,5 t) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF: Kfz über 3,5 t) wird aus der aktuellen Verkehrsuntersuchung [33] entnommen. Dort sind die aktuellen LKW-Anteile (Kfz > 2,8 t, d.h. Summe über LNF und SNF) sowie der LNF-Anteil der aktuellen Querschnittszählung angegeben. Für die Abschnitte, für die in [33] keine detaillierten Angaben vorliegen, wird der LNF-Anteil der Methodik aus [33] entsprechend am gesamten LKW-Anteil anhand von Daten der allgemeinen Straßenverkehrszählung 2010 [6] abgeleitet. Eine detaillierte Zusammenstellung der Belastungen findet sich in der Anlage A 2.1.2.

7. Emissionen

7.1. Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren der Kfz-Abgase wird die aktuelle Fassung des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ (Umweltbundesamt, Version 3.2, Juli 2014 [5]) herangezogen.

Die Emissionsfaktoren hängen u. a. von folgenden Parametern ab:

- Fahrzeugkategorien und -zusammensetzungen;
- Verkehrssituation (Gebiet (städtisch/ländlich), Straßentypen, Geschwindigkeiten, Verkehrszustand, Steigung/Gefälle);
- Umgebungstemperatur, Längsneigung, Laufleistung, Anteil Klimaanlage etc;
- Bezugsjahr.

Das EDV-Programm „Handbuch Emissionsfaktoren“ berechnet die Emissionen für unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen. Darin sind je nach Bezugsjahr entsprechende Verteilungen der Fahrleistungsgewichte (Zusammensetzung der Fahrzeugflotte) sowie typische Temperaturganglinien und Kaltstarthäufigkeiten angegeben, die bei Fehlen exakter Zählzeiten verwendet werden können.

Die Emissionsfaktoren hängen zum Teil erheblich vom Bezugsjahr ab, das für die Berechnung zugrunde gelegt wird, da sich die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte nach Alter, Motorenkonzept und Abgas-Norm ändert. Das „Handbuch Emissionsfaktoren“ legt daher je nach Bezugsjahr eine entsprechende Prognoseverteilung der Fahrzeugflotte zugrunde. Zusätzlich werden absehbare bzw. bereits gesetzlich beschlossene Verbesserungen der Kraftstoffqualitäten berücksichtigt.

In der vorliegenden Untersuchung wird zur Ermittlung der Emissionsfaktoren sowohl im Prognose-Nullfall als auch im Prognose-Planfall das Jahr 2025 zugrunde gelegt (vgl. Abschnitt 3). Dabei wird der Anteil durch den Betrieb von Kfz-Klimaanlagen eingerechnet (Mittelwert gemäß Handbuch Emissionsfaktoren).

Hinsichtlich der Eingangsdaten für die Verkehrsbelastungen wird die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) benötigt. Für die Tagesgänge wurden Verteilungen gemäß Zählungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zugrunde gelegt (vgl. Anlage A 2.2), die für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind (Angaben aus der Straßenverkehrszählung 2000). Dabei wurden die vorhandenen Ferienverkehre im Sommer und an den Wochenenden berücksichtigt.

Die Basisemissionsfaktoren aus dem „Handbuch Emissionsfaktoren“ finden sich in der Anlage A 2.3. Die relevanten Verkehrssituationen für die Ermittlung der Emissionen sowie die Emissionen des berücksichtigten Straßennetzes sind in der Anlage A 2.4 aufgeführt.

Die für die Stickstoffdeposition maßgebenden Schadstoffe im Abgas sind die NO_x-Emissionen und in deutlich geringerem Maße die NH₃-Emissionen. Aufgrund der hohen Depositionsgeschwindigkeit und der damit verbundenen Depositionsrates wird NH₃ jedoch explizit einbezogen (vgl. Tabelle 1 in Abschnitt 8.1.3). Die Emissionen von N₂O liegen dagegen im Vergleich mit der Summe aus NO_x und NH₃ nur in der Größenordnung um 5 % und können vernachlässigt werden (vgl. Anlage A 2.4).

7.2. Emissionen

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde die B207 zwischen Heiligenhafen-Ost bis nördlich der Anschlussstelle Burg berücksichtigt. Dabei wurden folgende Verkehrssituationen zugrunde gelegt:

- Prognose-Nullfall: Gebiet „Land/Autobahn“, Straßentyp „Fern-/Bundesstraße“, Verkehrszustand „flüssig“, 100 km/h bzw. 80 km/h, Steigung/ Gefälle 0 % bzw. teilweise 2 %;

- Prognose-Planfall:
 - Vierstreifiger Ausbauabschnitt: Gebiet „Land/Autobahn“, Straßentyp „Autobahn“, Verkehrszustand „flüssig“, 100 km/h, Steigung/ Gefälle 0 % bzw. teilweise 2 %;
 - Nicht geänderter Bereich der Fehmarnsundbrücke: Gebiet „Land/Autobahn“, Straßentyp „Fern-/Bundesstraße“, Verkehrszustand „flüssig“, 80 km/h, Steigung/ Gefälle 0 % bzw. teilweise 2 %.

Die für den Prognose-Planfall gewählte Verkehrssituation „Autobahn“ ist unabhängig von der Widmung des Ausbauabschnittes als Bundesstraße oder Bundesautobahn anzusetzen, da für vierstreifige Bundesstraßen keine gesonderten Emissionsfaktoren vorliegen.

Die Emissionen sind in Anlage A 2.4 zusammengestellt.

Weitere Straßen im Untersuchungsgebiet tragen aufgrund der geringen Verkehrsbelastungen und der Entfernung nicht relevant zu den Einträgen in die FFH-Gebiete bei.

8. Immissionen

8.1. Berechnungsverfahren

8.1.1. Rechenmodell

Die Berechnung der Luftschadstoffausbreitung erfolgte im vorliegenden Fall mit dem Modell AUSTAL2000 [15], das mit der aktuellen Fassung der TA Luft eingeführt wurde. Das Modell erfüllt die Anforderungen der TA Luft sowie der VDI 3783, Blatt 13 [20] und ist gemäß VDI 3945, Teil 3 [22] verifiziert. Als diagnostisches Modell gemäß VDI 3783, Blatt 10 [19] ist es grundsätzlich auch für die Detailmodellierung bei kraftfahrzeugbedingten Immissionsberechnungen gemäß VDI 3783, Blatt 14 [21] geeignet. Die Modellierung erfolgte durch Linienquellen. Die Berechnungen wurden als Zeitreihenberechnung unter Berücksichtigung einer Jahres-Emissionsganglinie für jede Einzelquelle (Straßenabschnitte) mit einer Auflösung von 1 Stunde durchgeführt.

Bei der Ausbreitungsrechnung wurden die standortspezifischen meteorologischen Daten berücksichtigt. Diese wurden als stundenfeine Jahreganglinien vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt („AKTerm“, Standort Fehmarn [27], repräsentatives Jahr 2004 für den Zeitraum 2001-2009 [28], s. Anlage A 3).

Das Gelände ist weitgehend eben, so dass mit einem ebenen Geländemodell gerechnet wurde. Die Höhenlage der B207 wurde jedoch den Vermessungsdaten entsprechend relativ zum umgebenden Gelände berücksichtigt.

Die Qualität bzw. die Standardabweichung der Simulationsergebnisse mit AUSTAL2000 hängt von der Anzahl der bei der Simulation berücksichtigten Teilchen ab. Die Anzahl der Teilchen kann durch Wahl einer Qualitätsstufe beeinflusst werden. Eine Erhöhung wird allerdings durch eine teilweise erheblich längere Rechenzeit erkauft. Im vorliegenden Fall wurde die Qualitätsstufe QS = 4 gewählt, die zu ausreichend niedrigen Standardabweichungen und somit sicheren Ergebnissen im Bereich der FFH-Gebiete führt.

8.1.2. Rechengebiet

Da Zeitreihenberechnungen mit AUSTAL2000 sehr zeitaufwändig sind, insbesondere bei Berücksichtigung von Bebauung und Geländetopografie, muss bei der Festlegung des Rechengebietes ein Kompromiss zwischen Auflösung und Rechenzeit gefunden werden.

Da das Plangebiet einen recht großen Bereich umfasst und die Gitterzellenzahl eines Rechennetzes in AUSTAL2000 horizontal maximal 300 Zellen umfasst, wurden vier sich überlappende Rechengebiete mit einer Maschenweite von minimal 5 m gewählt. Die Ausdehnung der inneren Rechengebiete mit der feinsten Auflösung von 5 m beträgt jeweils 1,5 km x 1,5 km.

Um die angrenzenden Straßenabschnitte außerhalb dieser inneren Rechenetze einzu beziehen, wurde mit geschachtelten Netzen gearbeitet (Schachtelung mit jeweils 4 Netzen). Die Maschenweiten der jeweils äußeren Netze verdoppeln sich jeweils zu 10 m, 20 m und 40 m. Das äußere Rechenetz ist für alle Rechengebiete dasselbe und umfasst einen Bereich von etwa 12 km x 11 km mit einer Maschenweite von 40 m. Vertikal wurde das Standardgitter gemäß AUSTAL2000 verwendet, die vertikale Maschenweite der untersten Zelle beträgt dabei 3,0 m und steigt bis zu einer Rechengebietshöhe von 1.500 m.

Die Lage der Rechengebiete kann der Anlage A 1 entnommen werden.

8.1.3. Stickstoffdeposition

In der Nähe von niedrig liegenden Quellen wird der Stickstoffeintrag in der Regel durch die trockene Deposition bestimmt. Bei hohen Quellen (Schornsteinen) kann demgegenüber im Nahbereich die nasse Deposition durch Auswaschvorgänge überwiegen. Im vorliegenden Fall von niedrig liegenden Quellen (Kfz-Auspuffemissionen) kann sich die Untersuchung jedoch auf die trockene Deposition beschränken.

Die trockene Deposition wird durch Depositionsgeschwindigkeiten bestimmt, die stoffspezifisch sind und von der Nutzung der Landschaft abhängen. Hierzu stehen Ansätze in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 [17] zur Verfügung. Aktuelle Werte für die Depositionsgeschwindigkeiten, differenziert nach Landnutzungsklassen gemäß dem CORINE-Kataster, wurden für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes ermittelt [9]-[10] und für die Anwendung empfohlen. Letztere Daten sind derzeit jedoch in der Diskussion, so dass im Folgenden die verifizierten Depositionsgeschwindigkeiten der VDI 3782, Blatt 5 zugrunde gelegt werden. Dies wird auch in einem aktuellen Forschungsbericht vorgeschlagen [23].

Die Berechnung der Schadstoffdeposition erfolgte mithilfe des Programms AUSTAL2000 für die Schadstoffkomponenten Stickoxide (NO_x) und Ammoniak (NH₃). Bei der Ausbreitungsrechnung wurden für die Stickoxide und für Ammoniak entsprechenden Depositionsgeschwindigkeiten zugrunde gelegt (siehe Tabelle 1). Für NO und NO₂ wurden die Depositionsgeschwindigkeiten für die Mesoskala berücksichtigt, da landnutzungsabhängige Werte in der VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5 nicht zur Verfügung stehen. Die Deposition

von NH_3 wurde mit einer Depositionsgeschwindigkeit von 1,0 cm/s gemäß TA Luft berechnet [24], was einem großräumigen Mittelwert entspricht [20]. Damit wird der Schadstoffaustrag auf dem Ausbreitungsweg nicht überschätzt, so dass sich für die Deposition konservative Werte ergeben. Die Ammoniaketräge wurden anschließend mit dem Faktor 1,5 auf die Depositionsgeschwindigkeit von 1,5 cm/s umgerechnet (Gras). Dieses Vorgehen entspricht der Methodik Nr. 3 zur Berechnung der trockenen Deposition des Sachstandberichtes des VDI [25].

Die vom Modell berechneten NO_x - und Ammoniakdepositionen werden aus den jeweiligen Stickstoffmassenanteilen in Stickstoffdepositionen umgerechnet.

Bei der Berechnung der Stickstoffdepositionen aus der NO_x -Belastung wird die Verteilung der NO - und NO_2 -Anteile benötigt, da die Depositionsgeschwindigkeiten unterschiedlich sind. Aktuelle Messwerte zeigen für die großräumige Hintergrundbelastung abseits von Hauptverkehrsstraßen einen NO_2 -Anteil von etwa 70 % bis 75 %, während der NO_2 -Anteil an straßenverkehrsexponierten Standorten mit etwa 30 % deutlich niedriger liegt.

Im Folgenden wird für die straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastungen im Untersuchungsgebiet zur sicheren Seite von einem mittleren Umwandlungsgrad von 70 %, d.h. einem NO_2 -Anteil von 70 % ausgegangen. Die NO_2/NO -Verteilung von 70:30 wird für die Ableitung einer mittleren Depositionsgeschwindigkeit für die NO_x -Belastungen zugrunde gelegt.

Tabelle 1: Stickstoff Depositionsgeschwindigkeiten v_d [cm/s] gemäß VDI 3782, Blatt 5

Schadstoffkomponente	Depositionsgeschwindigkeit v_d [cm/s]		
	Gras	Wald	Mesoskala
Stickstoffmonoxid (NO)	—	—	0,05
Stickstoffdioxid (NO_2)	—	—	0,30
Stickoxide (NO_x), Anteil NO_2 an NO_x etwa 70%	—	—	0,23
Ammoniak (NH_3)	1,5	2,0	1,2

8.2. Hintergrundbelastungen

Als Hintergrundbelastungen werden diejenigen Immissionen bezeichnet, die *ohne* den Emissionsbeitrag der im Modell berücksichtigten Quellen vorhanden sind.

Zur Einschätzung der Hintergrundbelastungen kann der Kartendienst zu den Vorbelastungsdaten der Stickstoffdeposition [11] des Umweltbundesamtes herangezogen werden. Dort sind in einem bundesweiten Raster mit einer Auflösung von 1 km² die Stickstoffdepositionen für unterschiedliche Nutzungen dargestellt. Die Hintergrundbelastungen im Plangebiet sind in der Tabelle 2 für die entsprechenden Landnutzungen zusammengestellt.

Tabelle 2: Hintergrundbelastungen nach [11]

FFH-Bereich	Hintergrundbelastung Stickstoffdeposition [kg/(ha a)]			
	Wasser- flächen	Strände, Dünen, Sandflächen	Wiesen, Weiden	Strauch- und Kraut- vegetation
FFH-Gebiete nordöstlich B207, Festland und Was- ser	7 – 8	8 – 9	9 – 10	10 – 11
FFH-Gebiete östlich Ram- pe Sundbrücke, Festland und Wasser	8	9	10	11
FFH-Gebiet östlich Rampe Sundbrücke, Fehmarn	7	8	9	10

Die berechneten Schadstoff-Konzentrationen, die sich durch die im Modell berücksichtigten Straßenabschnitte ergeben, werden im Folgenden „Zusatzbelastungen“ genannt. Für den Fall, dass die Hintergrundbelastungen mit eingerechnet wurden, wird von „Gesamtbelastungen“ gesprochen.

8.3. Stickstoffdepositionen in den FFH-Gebieten

Zur Bewertung der Stickstoffdepositionen wurden die Zusatzbelastungen durch den Betrieb der B207 im Prognose-Nullfall und im Prognose-Planfall berechnet.

Die Stickstoffdeposition wurde als Jahresfracht in g/(ha a) flächendeckend berechnet. Zur Beurteilung der tatsächlichen Zusatzbelastungen wurden Differenzkarten zwischen dem Prognose-Planfall und dem Prognose-Nullfall erstellt. Die entsprechenden Rasterkarten finden sich in der Anlage A 4.

Den Schadstoffkarten ist zu entnehmen, dass die maßgebenden Zunahmen der Stickstoffeinträge im Nahbereich der Straße auftreten. In den FFH-Gebieten sind nur geringe Veränderungen zu erkennen (Zu- und Abnahmen). Insbesondere am Straßenrand sind teilweise Abnahmen der Stickstoffeinträge im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall vorhanden. Dies ist auf die Verschiebung der Mittelachse der geplanten Trasse zurückzuführen.

Zur Einschätzung der Belastungen in den FFH-Gebieten wurden aus den Rasterkarten sowohl mittlere als auch maximale Stickstoffdepositionen berechnet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Stickstoffdepositionen in den untersuchten FFH-Gebieten

Stickstoffeintrag [kg/(ha * a)]			
Mittelwerte	FFH-Gebiet		
	1631-392 und 1631-393	1632-392	1532-321
Prognose-Nullfall	0,209	0,096	0,041
Prognose-Planfall	0,260	0,134	0,058
Zunahme	0,052	0,038	0,016
Maximalwerte	FFH-Gebiet		
	1631-392 und 1631-393	1632-392	1532-321
Prognose-Nullfall	1,135	0,323	0,069
Prognose-Planfall	1,017	0,470	0,098
Zunahme	0,222	0,174	0,031

* Die maximalen Zunahmen müssen nicht an den Orten der jeweiligen absoluten Maximalwerte auftreten, so dass die maximale Zunahme nicht mit der Differenz der einzelnen Maximalwerte übereinstimmen muß.

Zusammenfassend sind folgende Ergebnisse festzuhalten:

- **FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393 nördlich der B207 auf der Höhe Großenbrode:** Hier sind punktuell maximale Zusatzbelastungen von bis zu etwa 0,222 kg/(ha a) zu erwarten, im Mittel über das gesamte FFH-Gebiet ergeben sich Zunahmen von 0,052 kg/(ha a).
- **FFH-Gebiet 1632-392 südöstlich der Fehmarnsundbrücke:** Die maximalen Zusatzbelastungen liegen punktuell bei bis zu 0,174 kg/(ha a), räumlich gemittelt sind Zunahmen von 0,038 kg/(ha a) zu erwarten.
- **FFH-Gebiet 1532-321 nordöstlich der Fehmarnsundbrücke:** Die punktuell maximalen Zusatzbelastungen betragen bis zu 0,031 kg/(ha a), räumlich gemittelt sind Zunahmen von 0,016 kg/(ha a) zu erwarten.

8.4. Qualität der Prognose

Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung verwendeten Ansätze liegen auf der sicheren Seite. Hinsichtlich des Bezugsjahres der Emissionsfaktoren und des Anteils des NO₂-Anteils an den NO_x-Immissionen wurden konservative Ansätze verwendet, so dass eine Überschreitung der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten Gesamtbelastungen nicht zu erwarten ist.

Die statistischen Unsicherheiten bei der Ausbreitungsberechnung mit AUSTAL2000 sind im straßenfernen Bereich größer als im Nahbereich der Quellen. Für die die Gesamtbelastung bestimmenden NO_x-Depositionen liegen die statistischen Unsicherheiten in den FFH-Gebieten im Bereich von 7 % und weniger. Auch für die NH₃-Depositionen betragen die Unsicherheiten maximal etwa 7 %.

9. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die durch den vierstreifigen Ausbau der B 207 zu erwartenden zusätzlichen Stickstoffdepositionen im Bereich der FFH-Gebiete 1631-392, 1631-393, 1632-392 und 1532-321 ermittelt. Dabei wurde der Prognose-Planfall mit dem Prognose-Nullfall verglichen (Prognosehorizont 2025).

Die Berechnung erfolgte auf Grundlage von mittleren jährlichen Emissionen mit dem TA Luft-Modell AUSTAL2000. Bei der Ausbreitungsrechnung wurden die standortspezifischen meteorologischen Daten berücksichtigt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass über die jeweiligen Flächen der FFH-Gebiete gemittelt nur geringe Zunahmen der Stickstoffeinträge zu erwarten sind. In den FFH-Gebieten 1631-392 und 1631-393 betragen diese im Mittel 0,052 kg/(ha a) bzw. 0,038 kg/(ha a) im FFH-Gebiet 1632-392 und 0,016 kg/(ha a) im FFH-Gebiet 1532-321.

Die maximal punktuell auftretenden Zunahmen betragen bis zu 0,222 kg/(ha a) in den FFH-Gebieten 1631-392 und 1631-393, bis zu 0,174 kg/(ha a) im FFH-Gebiet 1632-392 bzw. bis zu 0,031 kg/(ha a) im FFH-Gebiet 1532-321.

Gegenüber den vorhandenen Vorbelastungen liegen die mittleren Zunahmen im Bereich von unter 1%, die maximalen Zunahmen im Bereich von etwa 3 % und weniger.

Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse erfolgt im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung und ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

Hammoor, den 13. April 2017

erstellt durch:



Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt
Geschäftsführender Gesellschafter



geprüft durch:



Dipl.-Phys. Dr. Olaf Peschel
Projektingenieur

10. Quellenverzeichnis

Basis der vorliegenden Untersuchung sind folgende Daten, Informationen und Normschriften:

Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 55 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S. 626, 637);
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV), vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010 S. 1065);
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511);
- [4] Bundesverwaltungsgericht, Urteil vom 14.04.2010, Az.: 9 A 5.08;

Emissionsermittlung

- [5] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 30. Juni 2014;
- [6] Straßenverkehrszählung 2005, Bundesanstalt für Straßenwesen;
- [7] H. Steven: Maßnahmenorientiertes Berechnungsinstrumentarium für die lokalen Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs, Proceedings, 438. Seminar „Handbuch Emissionsfaktoren, Immissionsberechnung nach § 40.2 Abs. 2 BImSchG“, Block II am 19./20.09.1996, TU Berlin;
- [8] Bachhiesl, M., Narodoslowsky und M., Sturm, P.-J., Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen, UVP-report 1+2/2002;
- [9] Gauger (2007): F+E Vorhaben "Nationale Umsetzung UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen)..." (Fkz. 204 63 252) im Auftrag des BMU, Stand März 2008;
- [10] MAPESI, Modelling of Air Pollutants and EcoSystems Impact, Forschungsvorhaben BMU/UBA 3707 64 200, Umweltbundesamt;
- [11] Umweltdaten Deutschland online Datenbank, Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff, Bezugsjahr 2009, Umweltbundesamt, 2013, <http://gis.uba.de/website/depo1/>, Abfrage 30.09.2016;

- [12] Ermittlung von Stickstoff- und Säureeinträgen in Wäldern mit Lagrange'schen Ausbreitungsmodellen: Vergleich unterschiedlicher Berechnungsmethoden, Immissionsschutz Nr.1 2013; LANUV NRW, 2013;
- [13] Manual on Methodologies and Criteria for Mapping critical levels/loads and Geographical areas where they are exceeded, UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution;
- [14] Bobbink &Hettelingh (Hrsg.), Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships, 2011;

Immissionsberechnung

- [15] AUSTAL2000, Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz, UFOPLAN Forschungskennzahl 200 43 256, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin;
- [16] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung, Dezember 2001;
- [17] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 5: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Depositionsparameter, April 2006;
- [18] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 8: Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen, Entwurf, März 1998, aus formalen Gründen ersatzlos zurückgezogen;
- [19] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 10: Umweltmeteorologie – Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle, Gebäude- und Hindernisumströmung, Dezember 2001;
- [20] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 13: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Anlagenbezogener Immissionsschutz, Entwurf, Dezember 2007;
- [21] VDI-Richtlinie 3783, Blatt 14: Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsprognose, Kraftfahrzeugbedingte Immissionen, August 2013;
- [22] VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3: Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Partikelmodell, September 2000;
- [23] S. Balla, R. Uhl, A. Schlutow, H. Lorentz, M. Förster, C. Becker, K. Müller-Pfannenstiel, J. Lüttmann, T. Scheuschner, A. Kiebel, I. Düring und W. Herzog (2013): „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“, Bericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Band 1099, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn, Carl Schünemann Verlag, Bremen, November 2013;
- [24] Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 2012;

- [25] Sachstandbericht: Ermittlung der Deposition mithilfe von Ausbreitungsrechnungen im Rahmen der Prüfung der FFH-Verträglichkeit, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN, Januar 2014,
- [26] E. Romberg, R. Bösing, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, E. Röth: NO-NO₂-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56, 215/218, 1996;
- [27] Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Fehmarn, Jahre 2004, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg, E-Mail vom 26.02.2010;
- [28] Ermittlung eines repräsentativen Jahres, Standort Fehmarn, Bezugszeitraum 2001 bis 2009, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg, 26.01.2010;

Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen

- [29] Planzeichnungen mit Vermessung und Planung, Mecklenburgisches Ingenieurbüro für Verkehrsbau GmbH, Schwerin, Stand 30. Juli 2009;
- [30] Verkehrsgutachten für den vierstreifigen Ausbau der B207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden, Hinterlandanbindung Fehmarnbeltquerung, Wasser- und Verkehrskontor GmbH, Neumünster, Stand 29. Mai 2009;
- [31] Verkehrsgutachten für den vierstreifigen Ausbau der B207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden, ergänzende Stellungnahme zum Schwerverkehr, Wasser- und Verkehrskontor GmbH, Neumünster, 31. Juli 2009;
- [32] Verkehrsgutachten für den vierstreifigen Ausbau der B207 zwischen Heiligenhafen Ost und Puttgarden, ergänzende Stellungnahme zum Schwerverkehr, Wasser- und Verkehrskontor GmbH, Neumünster, 22. Oktober 2010, Aktualisierung 2012;
- [33] B 207, vierstreifiger Ausbau Heiligenhafen Ost bis Puttgarden, Verkehrserhebung Abschnitt Fehmarnsundbrücke, März 2017, Wasser- und Verkehrskontor GmbH, Neumünster, 16. März 2017;

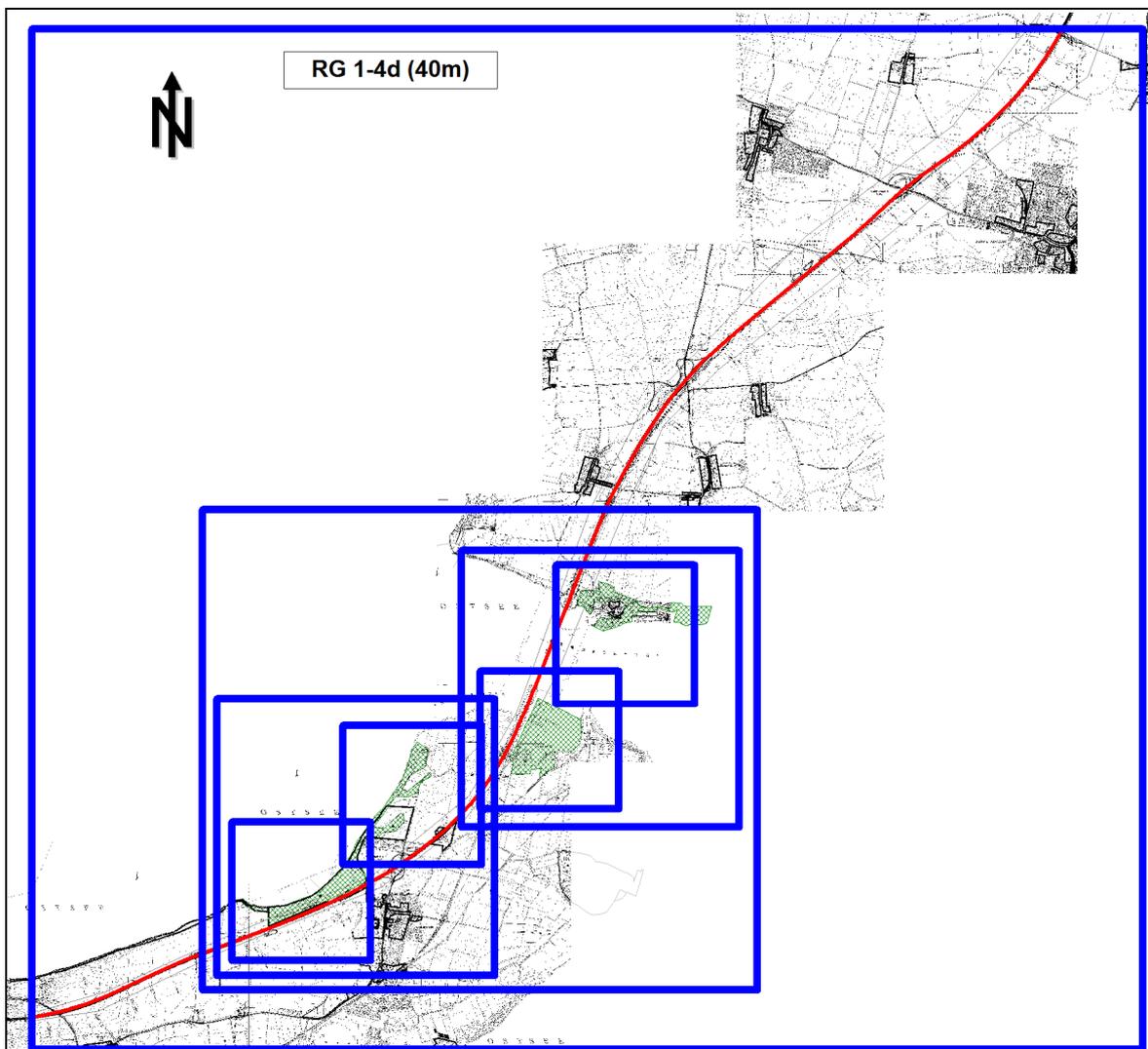
11. Anlagenverzeichnis

A 1	Lagepläne.....	III
A 1.1	Übersichtsplan Rechengebiete, Maßstab 1: 80.000.....	III
A 1.2	Detailplan innere Rechengebiete, Maßstab 1:40.000.....	IV
A 2	Emissionen des Straßenverkehrs	V
A 2.1	Zusammenstellung der Verkehrsbelastungen	V
A 2.1.1	Allgemeines.....	V
A 2.1.2	Prognose-Nullfall	V
A 2.1.3	Prognose-Planfall	V
A 2.2	Zusammenstellung der Ganglinien.....	VI
A 2.2.1.1	Jahresganglinien	VI
A 2.2.1.2	Wochenganglinien.....	VI
A 2.2.1.3	Tagesgang Montag	VI
A 2.2.1.4	Tagesgang Dienstag bis Donnerstag.....	VII
A 2.2.1.5	Tagesgang Freitag	VII
A 2.2.1.6	Tagesgang Samstag	VII
A 2.2.1.7	Tagesgang Sonntag	VIII
A 2.3	Basis-Emissionsfaktoren.....	VIII
A 2.3.1	Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren), Bezugsjahr 2025 ..	VIII
A 2.4	Emissionsfaktoren und Emissionen	IX
A 2.4.1	Prognose-Nullfall	IX
A 2.4.2	Prognose-Planfall	IX
A 3	Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Fehmarn, 2004).....	X
A 3.1	Windrichtungsverteilung im Jahresmittel	X
A 3.2	Verteilung der Ausbreitungsklassen.....	X
A 4	Rasterkarten	XI
A 4.1	Stickstoffdeposition, FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393	XI
A 4.1.1	FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Prognose-Nullfall	XI
A 4.1.2	FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Prognose-Planfall	XII

A 4.1.3	FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Zusatzbelastung im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall (Differenzkarte).....	XIII
A 4.2	Stickstoffdeposition, FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321	XIV
A 4.2.1	FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Prognose-Nullfall	XIV
A 4.2.2	FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Prognose-Planfall	XV
A 4.2.3	FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Zusatzbelastung im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall (Differenzkarte).....	XVI

A 1 Lagepläne

A 1.1 Übersichtsplan Rechengebiete, Maßstab 1: 80.000



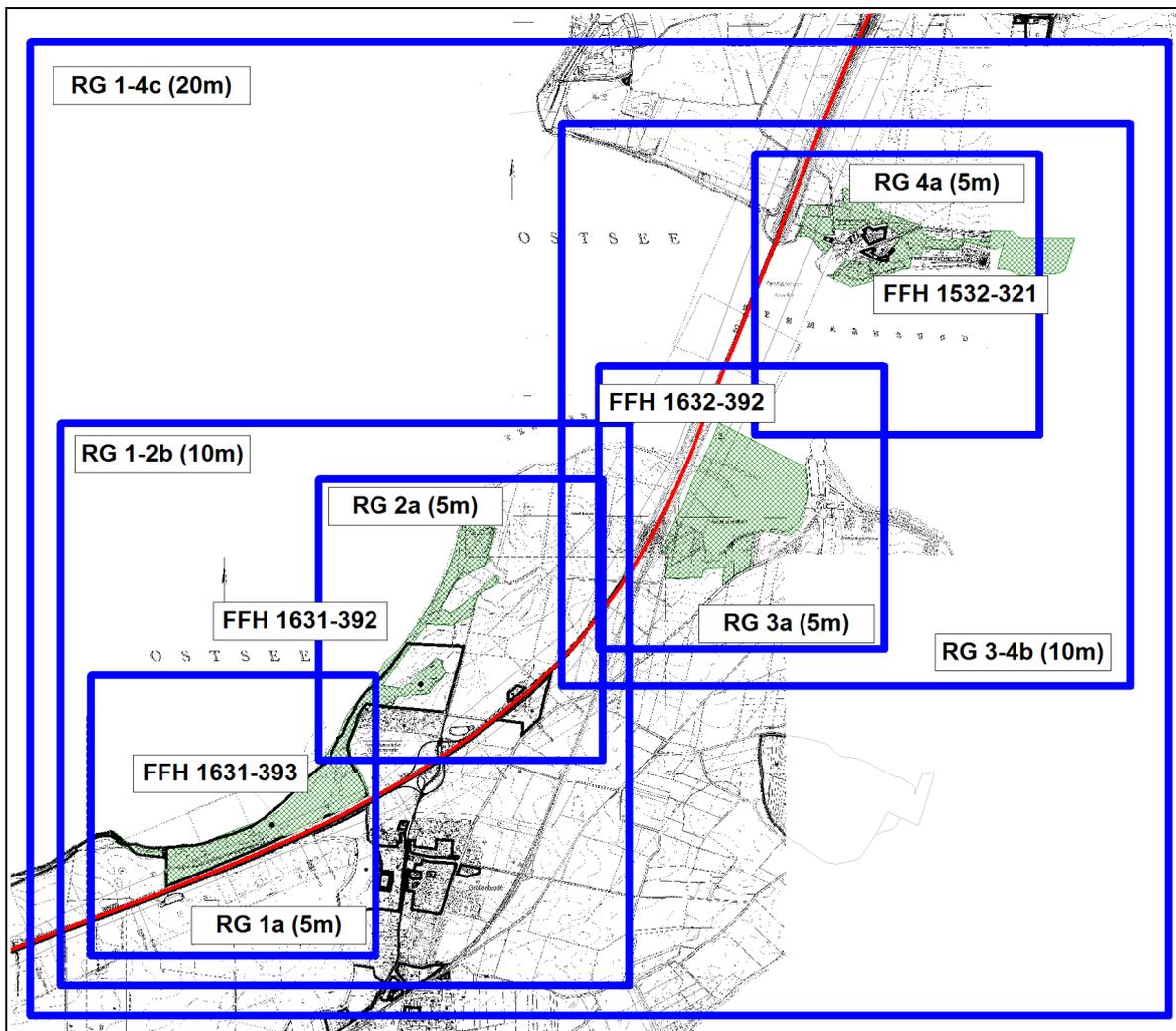
Rechengebiete: blaue Linien

- RG 1d-4d (außen): x-Richtung: 300 Zellen (12.000 m), y-Richtung: 276 Zellen (11.040 m), Maschenweiten 40 m;
- Für alle Rechengebiete z-Richtung: 19 Zellen (1.500 m), Standardhöhen gemäß AUSTAL2000, unterste Maschenweite 3,0 m;

Straßenabschnitte/ Quellen: rote Linien

FFH-Gebiete: grüne Schraffur

A 1.2 Detailplan innere Rechengebiete, Maßstab 1:40.000



Rechengebiete (innen): blaue Linien

- RG 1a-4a: x-Richtung: 300 Zellen (1.500 m), y-Richtung: 300 Zellen (1.500 m), Maschenweiten 5 m;
- RG 1b-4b: x-Richtung: 300 Zellen (3.000 m), y-Richtung: 300 Zellen (3.000 m), Maschenweiten 10 m;
- RG 1c-4c: x-Richtung: 300 Zellen (6.000 m), y-Richtung: 260 Zellen (5.200 m), Maschenweiten 20 m;
- Für alle Rechengebiete z-Richtung: 19 Zellen (1.500 m), Standardhöhen gemäß AUSTAL2000, unterste Maschenweite 3,0 m;

Straßenabschnitte/ Quellen: rote Linien

FFH-Gebiete: grüne Schraffur

A 2 Emissionen des Straßenverkehrs

A 2.1 Zusammenstellung der Verkehrsbelastungen

A 2.1.1 Allgemeines

Im Folgenden sind die Verkehrsbelastungen des untersuchten Straßennetzes zusammengestellt. Folgende Abkürzungen werden verwendet:

DTV:	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
p:	LKW-Anteil (Kfz > 2,8 t)
SV:	Schwerverkehrsanteil (Kfz > 3,5 t)
PKW:	Personenkraftwagen
LNF:	leichte Nutzfahrzeuge (≤ 3,5 t)
SNF:	schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 t)

A 2.1.2 Prognose-Nullfall

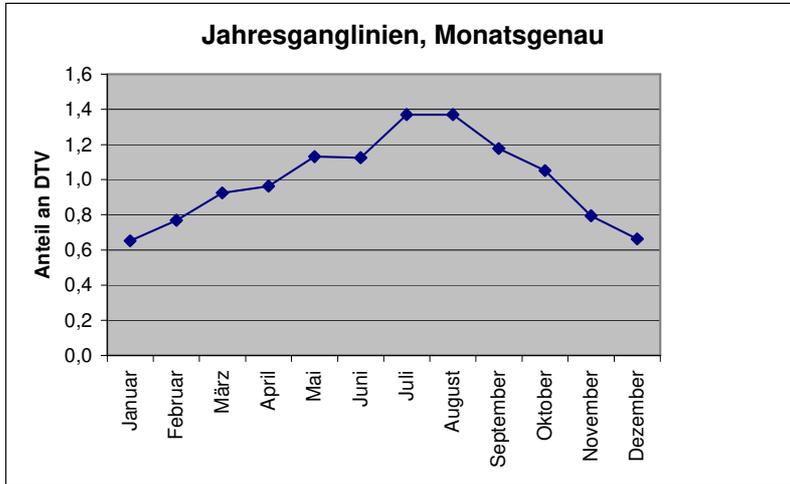
Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Kürzel	Straßenabschnitt	Verkehrsbelastungen 2025				
			DTV	p	PKW	LNF	SNF
			Kfz/ 24h	%	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h
<i>Prognose-Nullfall 1</i>							
1	nstr1a	B207, zwischen Großenbrode und Heiligenhafen Ost	16.023	14,7 %	13.672	379	1.972
2	nstr1b	B207, vor AS Großenbrode	16.023	14,7 %	13.672	379	1.972
3	nstr2a	B207, zwischen Fehmarn-Sund-Brücke und Großenbrode	15.975	15,7 %	13.459	779	1.737
4	nstr2b	B207, Fehmarn-Sund-Brücke	15.975	15,7 %	13.459	779	1.737
5	nstr2c	B207, zwischen Avendorf und Fehmarn-Sund-Brücke	15.975	15,7 %	13.459	779	1.737
6	nstr3	B207, zwischen Burg auf Fehmarn und Avendorf	11.988	14,9 %	10.201	287	1.500
7	nstr4	B207, zwischen Puttgarden und Burg auf Fehmarn	7.989	20,3 %	6.371	297	1.321

A 2.1.3 Prognose-Planfall

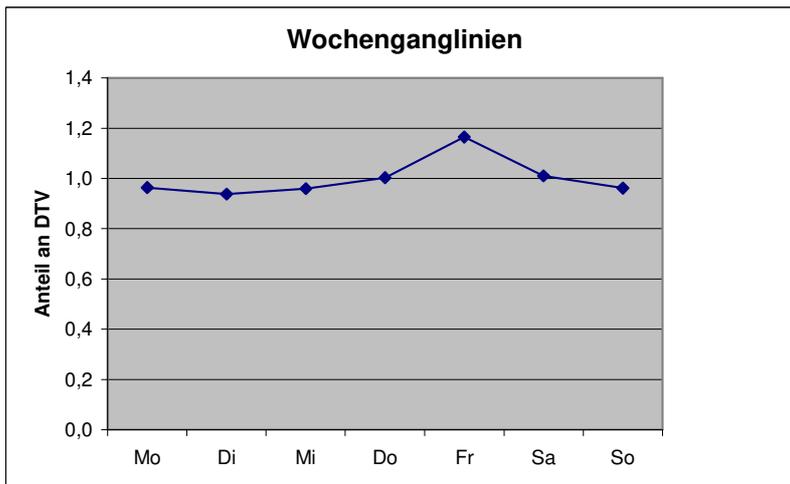
Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Kürzel	Straßenabschnitt	Verkehrsbelastungen 2025				
			DTV	p	PKW	LNF	SNF
			Kfz/ 24h	%	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h
<i>Prognose-Planfall 1</i>							
1	pstr1	B207, zwischen Großenbrode und Heiligenhafen Ost	20.413	15,6 %	17.230	513	2.670
2	pstr2a	B207, zwischen Fehmarn-Sund-Brücke und Großenbrode	19.500	18,4 %	15.920	1.108	2.472
3	pstr2b	B207, Fehmarn-Sund-Brücke	19.500	18,4 %	15.920	1.108	2.472
4	pstr2c	B207, zwischen Avendorf und Fehmarn-Sund-Brücke	19.500	18,4 %	15.920	1.108	2.472
5	pstr3	B207, zwischen Burg auf Fehmarn und Avendorf	17.496	15,5 %	14.791	435	2.270
6	pstr4	B207, zwischen Puttgarden und Burg auf Fehmarn	12.523	20,7 %	9.928	476	2.119

A 2.2 Zusammenstellung der Ganglinien

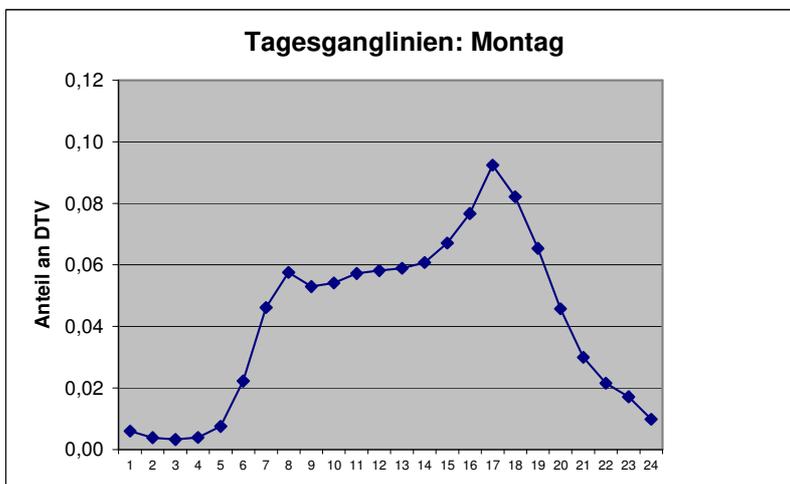
A 2.2.1.1 Jahresganglinien



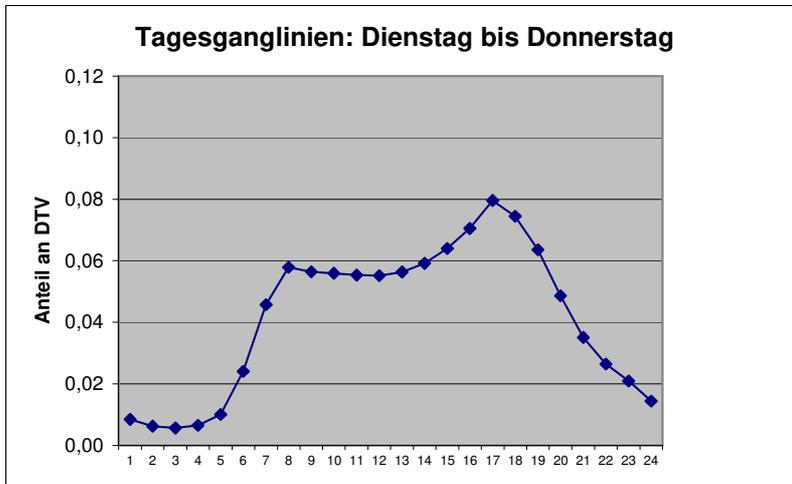
A 2.2.1.2 Wochenganglinien



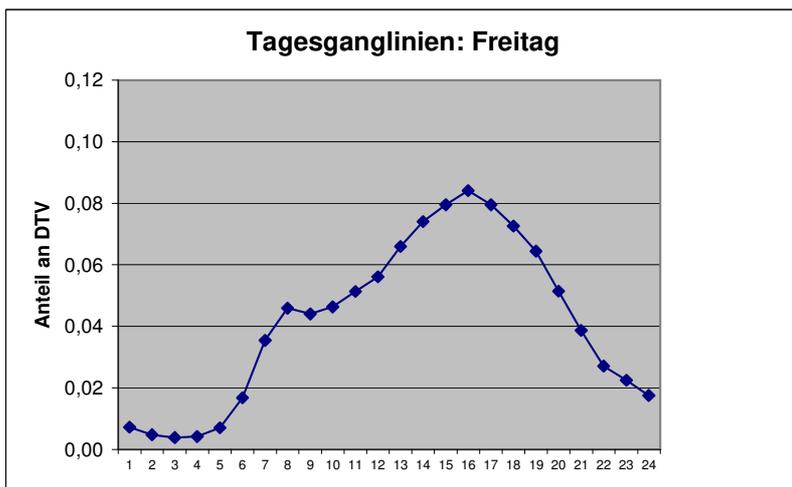
A 2.2.1.3 Tagesgang Montag



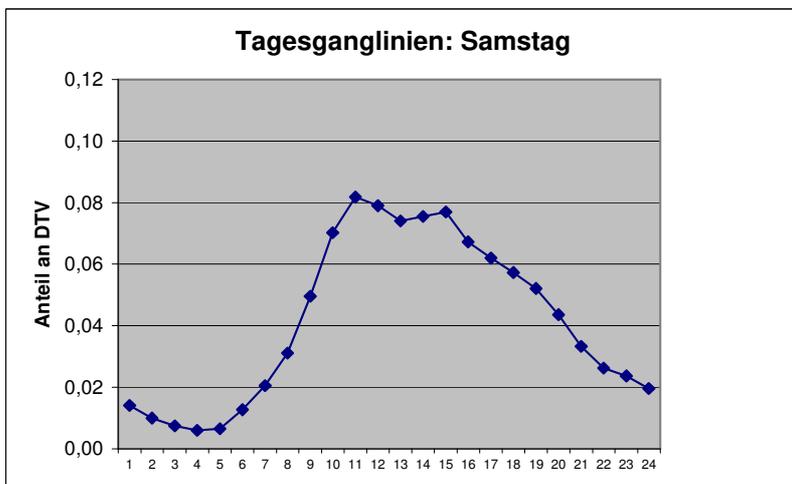
A 2.2.1.4 Tagesgang Dienstag bis Donnerstag



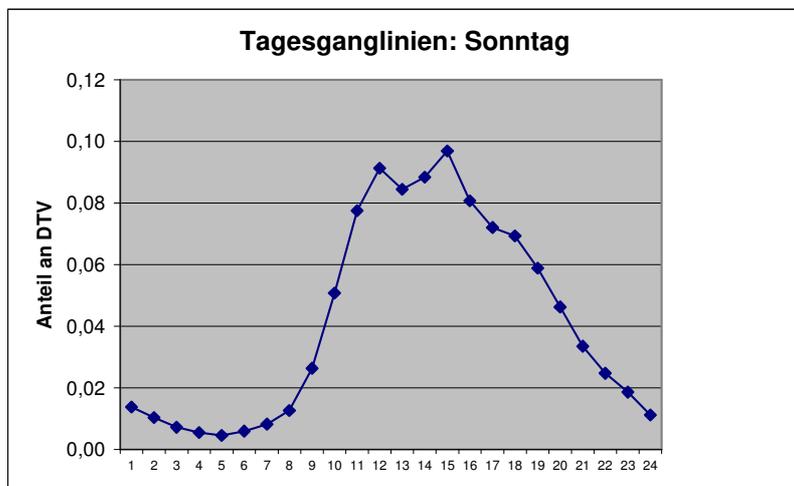
A 2.2.1.5 Tagesgang Freitag



A 2.2.1.6 Tagesgang Samstag



A 2.2.1.7 Tagesgang Sonntag



A 2.3 Basis-Emissionsfaktoren

A 2.3.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren), Bezugsjahr 2025

Verkehrssituation	PKW				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		NOx	NO ₂	NH ₃	N ₂ O
Land/AB/100/fluessig_0%	102,0	0,099	0,030	0,02780	0,00246
Land/AB/100/fluessig_+/-2%	102,0	0,112	0,034	0,02780	0,00246
Land/FernStr/100/fluessig_0%	97,8	0,106	0,032	0,03084	0,00228
Land/FernStr/100/fluessig_+/-2%	97,8	0,116	0,034	0,03084	0,00228
Land/FernStr/80/fluessig_0%	80,0	0,090	0,026	0,03084	0,00228
Land/FernStr/80/fluessig_+/-2%	80,0	0,095	0,028	0,03084	0,00228

Verkehrssituation	LNF				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		NOx	NO ₂	NH ₃	N ₂ O
Land/AB/100/fluessig_0%	102,0	0,352	0,110	0,00307	0,00392
Land/AB/100/fluessig_+/-2%	102,0	0,381	0,119	0,00307	0,00392
Land/FernStr/100/fluessig_0%	97,8	0,337	0,106	0,00312	0,00392
Land/FernStr/100/fluessig_+/-2%	97,8	0,362	0,113	0,00312	0,00392
Land/FernStr/80/fluessig_0%	80,0	0,220	0,069	0,00312	0,00392
Land/FernStr/80/fluessig_+/-2%	80,0	0,255	0,080	0,00312	0,00392

Verkehrssituation	SNF				
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]			
		NOx	NO ₂	NH ₃	N ₂ O
Land/AB/100/fluessig_0%	86,3	0,247	0,061	0,00300	0,04387
Land/AB/100/fluessig_+/-2%	85,8	0,419	0,108	0,00300	0,04387
Land/FernStr/100/fluessig_0%	81,0	0,290	0,059	0,00300	0,03679
Land/FernStr/100/fluessig_+/-2%	80,9	0,510	0,117	0,00300	0,03679
Land/FernStr/80/fluessig_0%	77,0	0,288	0,058	0,00300	0,03679
Land/FernStr/80/fluessig_+/-2%	77,0	0,495	0,114	0,00300	0,03679

A 2.4 Emissionsfaktoren und Emissionen

A 2.4.1 Prognose-Nullfall

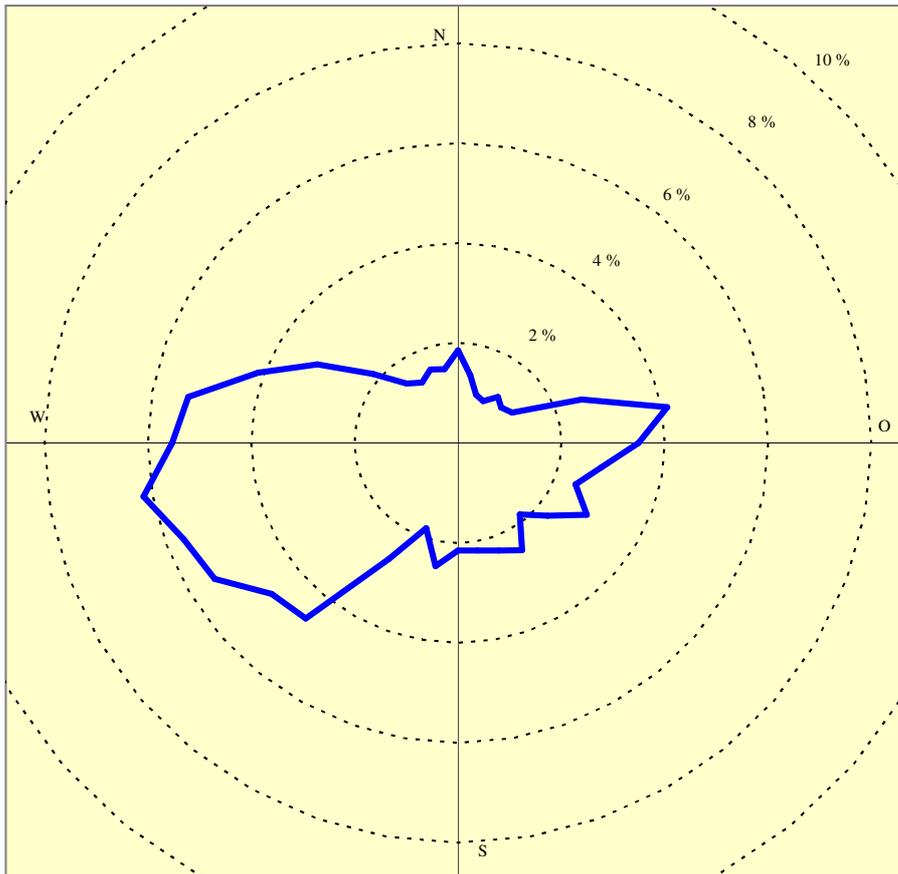
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Abschnitt	Verkehrssituation	Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Emissionsfaktor			Emissionen/Jahr			
				NOx [g/km]	NH3 [g/km]	N2O [g/km]	NOx [kg/a]	NH3 [kg/a]	N2O [kg/a]	
1	nstr1a_1	Land/FernStr/100/fluessig_0%	357	16.023	0,134	0,02676	0,00657	279	55,9	13,7
2	nstr1a_2	Land/FernStr/100/fluessig_+/-2%	1.038	16.023	0,170	0,02676	0,00657	1.032	162,4	39,9
3	nstr1a_3	Land/FernStr/100/fluessig_0%	2.524	16.023	0,134	0,02676	0,00657	1.974	395,0	97,0
4	nstr1b_4	Land/FernStr/80/fluessig_0%	417	16.023	0,117	0,02676	0,00657	286	65,3	16,0
5	nstr2a_1	Land/FernStr/80/fluessig_0%	1.419	15.975	0,118	0,02646	0,00611	973	219,0	50,6
6	nstr2b_2	Land/FernStr/80/fluessig_0%	283	15.975	0,118	0,02646	0,00611	194	43,7	10,1
7	nstr2b_3	Land/FernStr/80/fluessig_+/-2%	638	15.975	0,146	0,02646	0,00611	543	98,4	22,7
8	nstr2b_4	Land/FernStr/80/fluessig_0%	1.859	15.975	0,118	0,02646	0,00611	1.274	286,9	66,3
9	nstr2c_5	Land/FernStr/100/fluessig_0%	1.741	15.975	0,137	0,02646	0,00611	1.390	268,6	62,1
10	nstr3_1	Land/FernStr/100/fluessig_0%	3.358	11.988	0,134	0,02670	0,00664	1.972	392,2	97,6
11	nstr4_1	Land/FernStr/100/fluessig_0%	2.465	7.989	0,145	0,02521	0,00805	1.040	181,2	57,9
Summe								10.956	2.169	534

A 2.4.2 Prognose-Planfall

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Abschnitt	Verkehrssituation	Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Emissionsfaktor			Emissionen/Jahr			
				NOx [g/km]	NH3 [g/km]	N2O [g/km]	NOx [kg/a]	NH3 [kg/a]	N2O [kg/a]	
1	pstr1_1	Land/AB/100/fluessig_0%	491	20.413	0,125	0,02393	0,00791	456	87,6	29,0
2	pstr1_2	Land/AB/100/fluessig_+/-2%	973	20.413	0,159	0,02393	0,00791	1.152	173,4	57,3
3	pstr1_3	Land/AB/100/fluessig_0%	2.698	20.413	0,125	0,02393	0,00791	2.507	481,1	159,0
4	pstr2a_1	Land/AB/100/fluessig_0%	1.580	19.500	0,132	0,02325	0,00779	1.485	261,4	87,6
5	pstr2b_2	Land/FernStr/80/fluessig_+/-2%	303	19.500	0,155	0,02574	0,00675	333	55,5	14,6
6	pstr2b_3	Land/FernStr/80/fluessig_0%	638	19.500	0,122	0,02574	0,00675	555	116,9	30,7
7	pstr2b_4	Land/FernStr/80/fluessig_0%	2.731	19.500	0,122	0,02574	0,00675	2.374	500,3	131,2
8	pstr2c_5	Land/AB/100/fluessig_0%	1.128	19.500	0,132	0,02325	0,00779	1.060	186,6	62,5
9	pstr3_1	Land/AB/100/fluessig_0%	3.117	17.496	0,124	0,02397	0,00787	2.478	477,0	156,6
10	pstr4_1	Land/AB/100/fluessig_0%	2.443	12.523	0,134	0,02266	0,00952	1.492	253,0	106,3
Summe								13.893	2.593	835

A 3 Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Fehmarn, 2004)

A 3.1 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden)



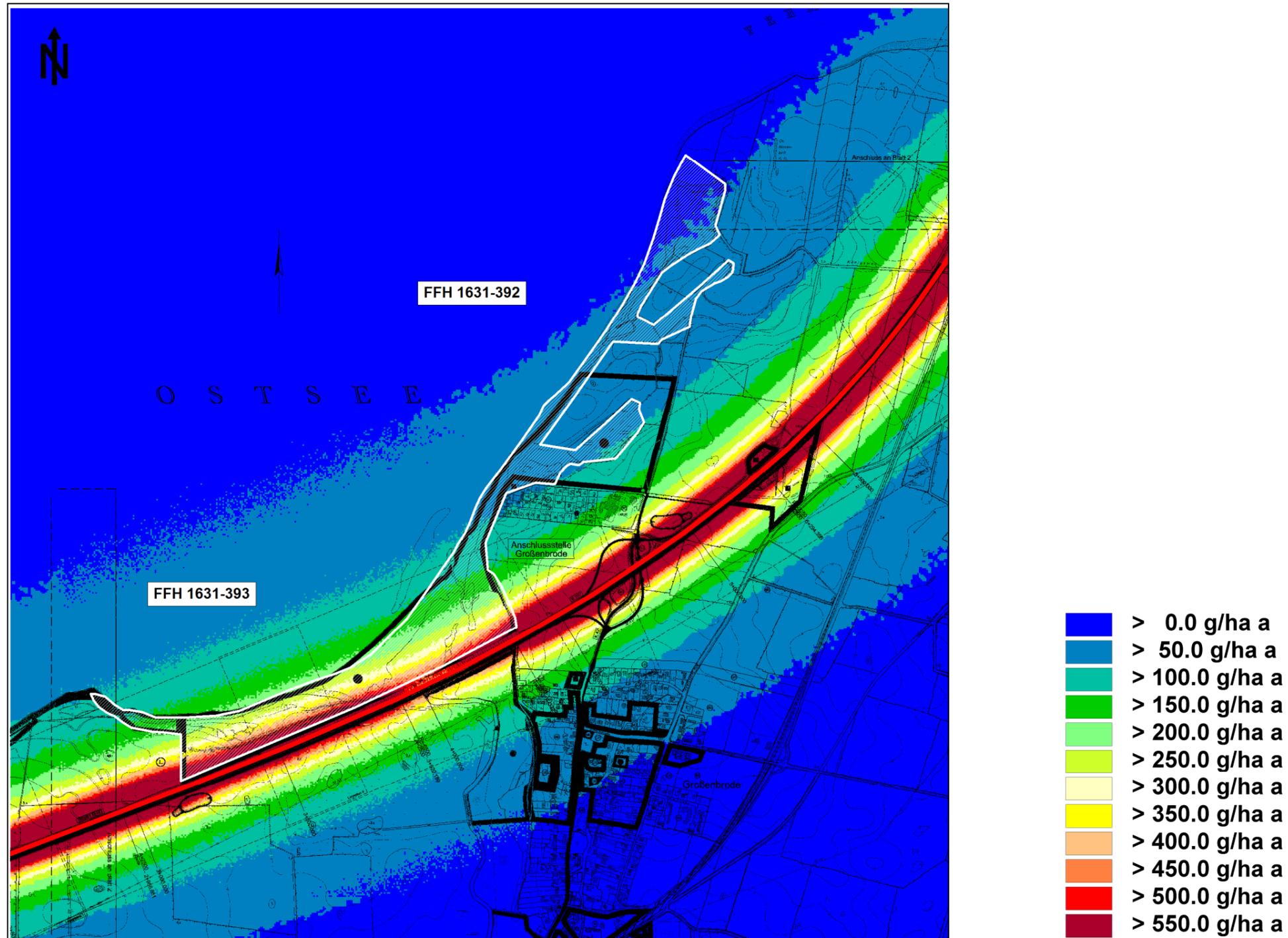
A 3.2 Verteilung der Ausbreitungsklassen (Anteil an Gesamtjahresstunden)

Windgeschwindigkeit [m/s]	Ausbreitungsklasse					
	I sehr stabil	II stabil	III/1 indifferent leicht stabil	III/2 indifferent leicht labil	IV labil	V sehr labil
0-1	0,41 %	1,19 %	0,07 %	0,03 %	0,23 %	0,00 %
1,5	0,66 %	1,22 %	0,41 %	0,32 %	0,20 %	0,13 %
2	1,31 %	1,89 %	0,28 %	0,38 %	0,31 %	0,37 %
3	0,46 %	3,97 %	6,31 %	3,23 %	1,11 %	0,90 %
4-5	0,00 %	0,00 %	15,18 %	3,96 %	1,08 %	0,68 %
6	0,00 %	0,00 %	14,90 %	1,37 %	0,56 %	0,32 %
7-8	0,00 %	0,00 %	12,64 %	1,00 %	0,22 %	0,15 %
9	0,00 %	0,00 %	9,02 %	0,98 %	0,23 %	0,03 %
>10	0,00 %	0,00 %	11,17 %	0,97 %	0,15 %	0,00 %
Summe	2,84 %	8,27 %	69,97 %	12,25 %	4,09 %	2,59 %

A 4 Rasterkarten

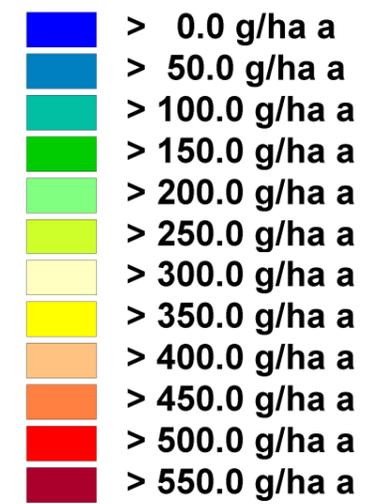
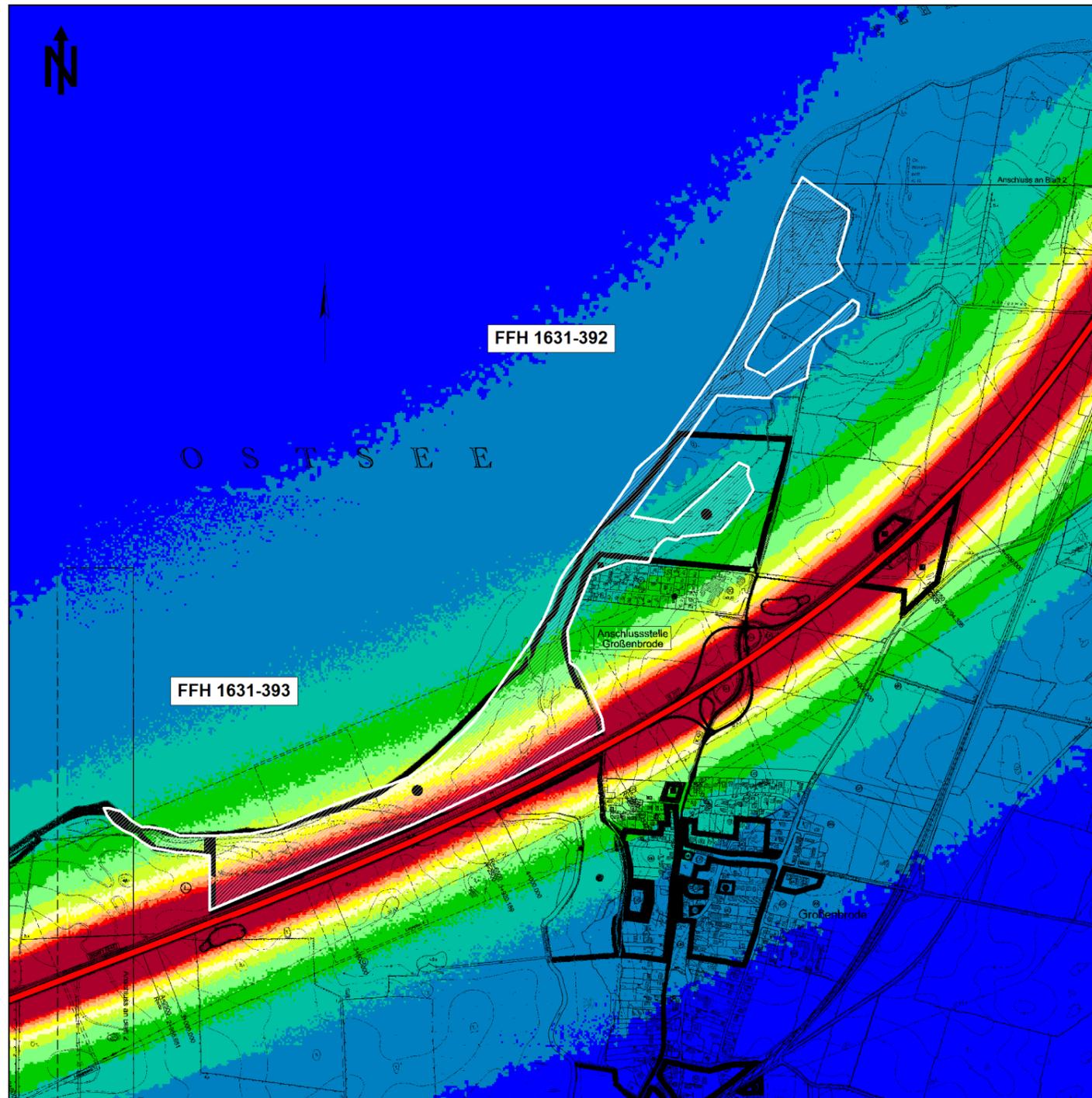
A 4.1 Stickstoffdeposition, FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393

A 4.1.1 FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Prognose-Nullfall



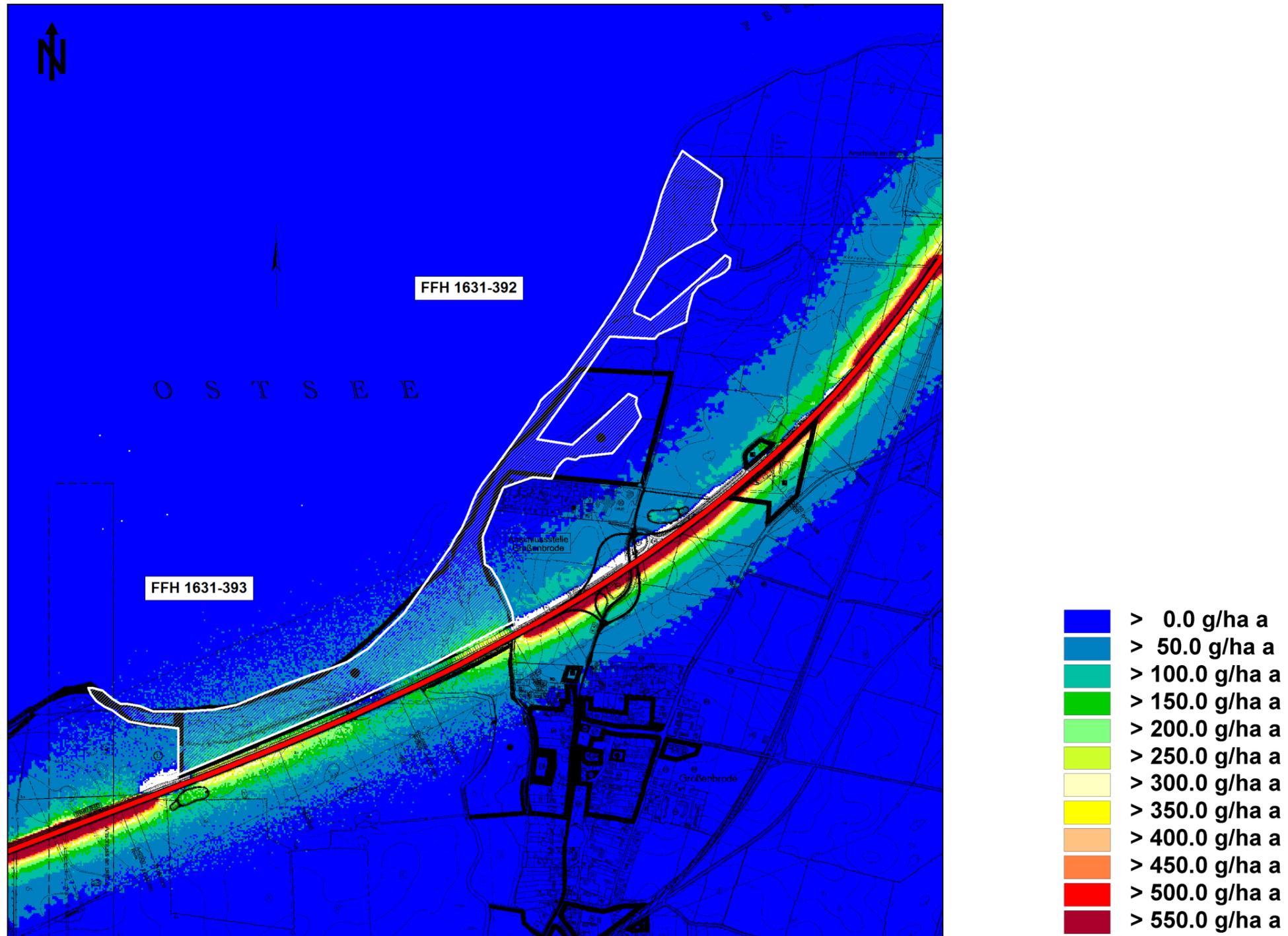
Maßstab 1:15.000

A 4.1.2 FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Prognose-Planfall



Maßstab 1:15.000

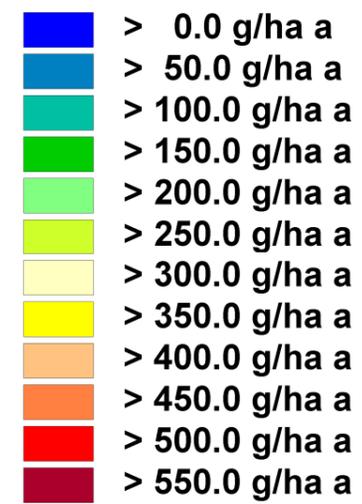
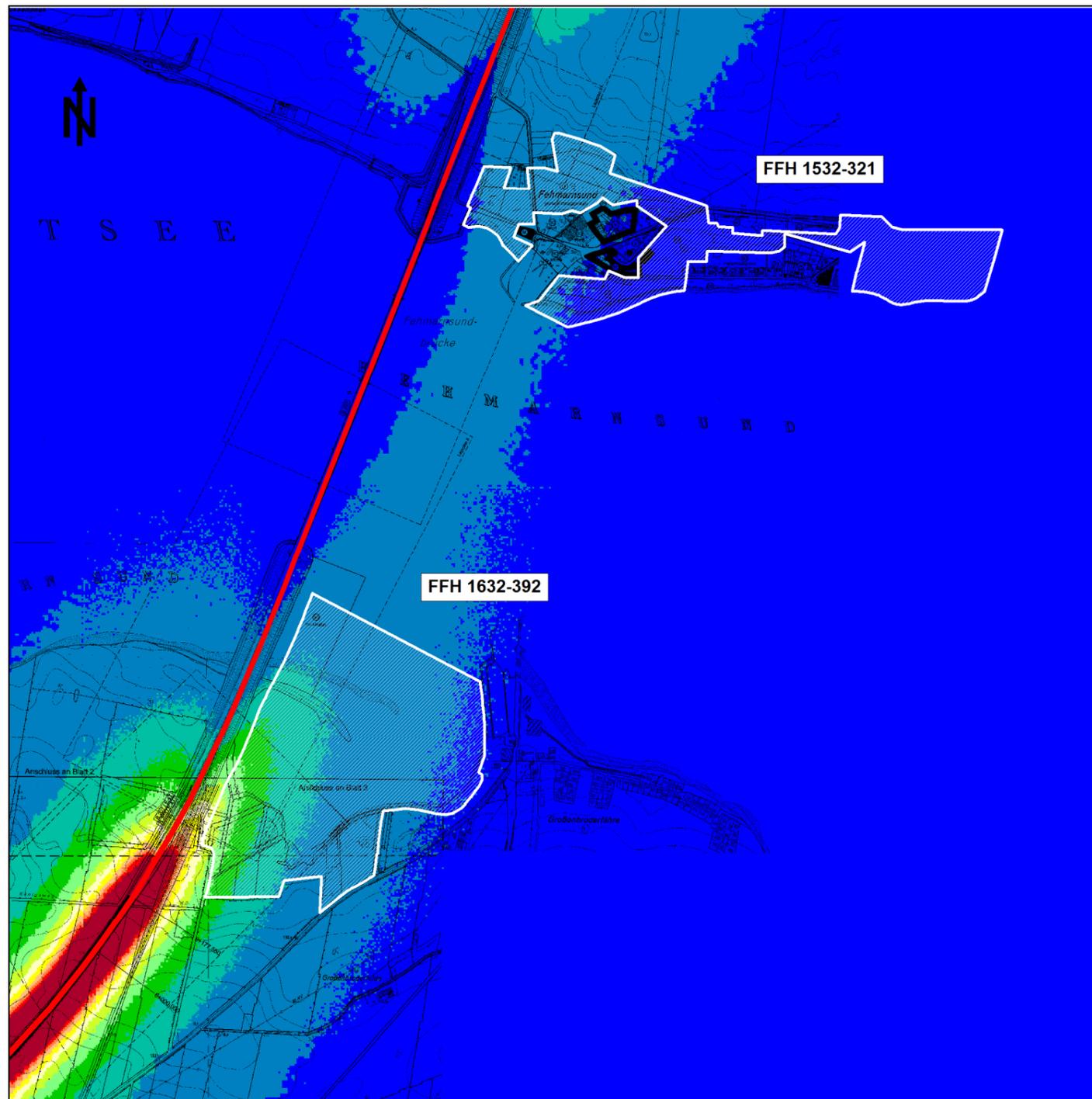
A 4.1.3 FFH-Gebiete 1631-392 und 1631-393, Zusatzbelastung im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall (Differenzkarte)



Maßstab 1 :15.000

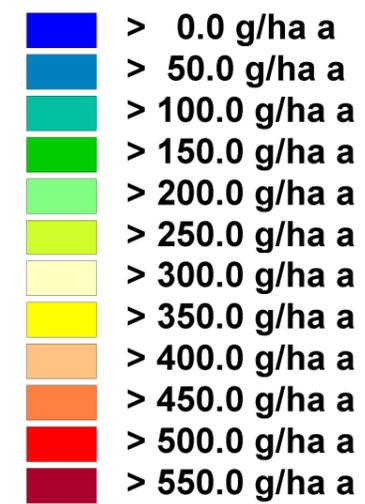
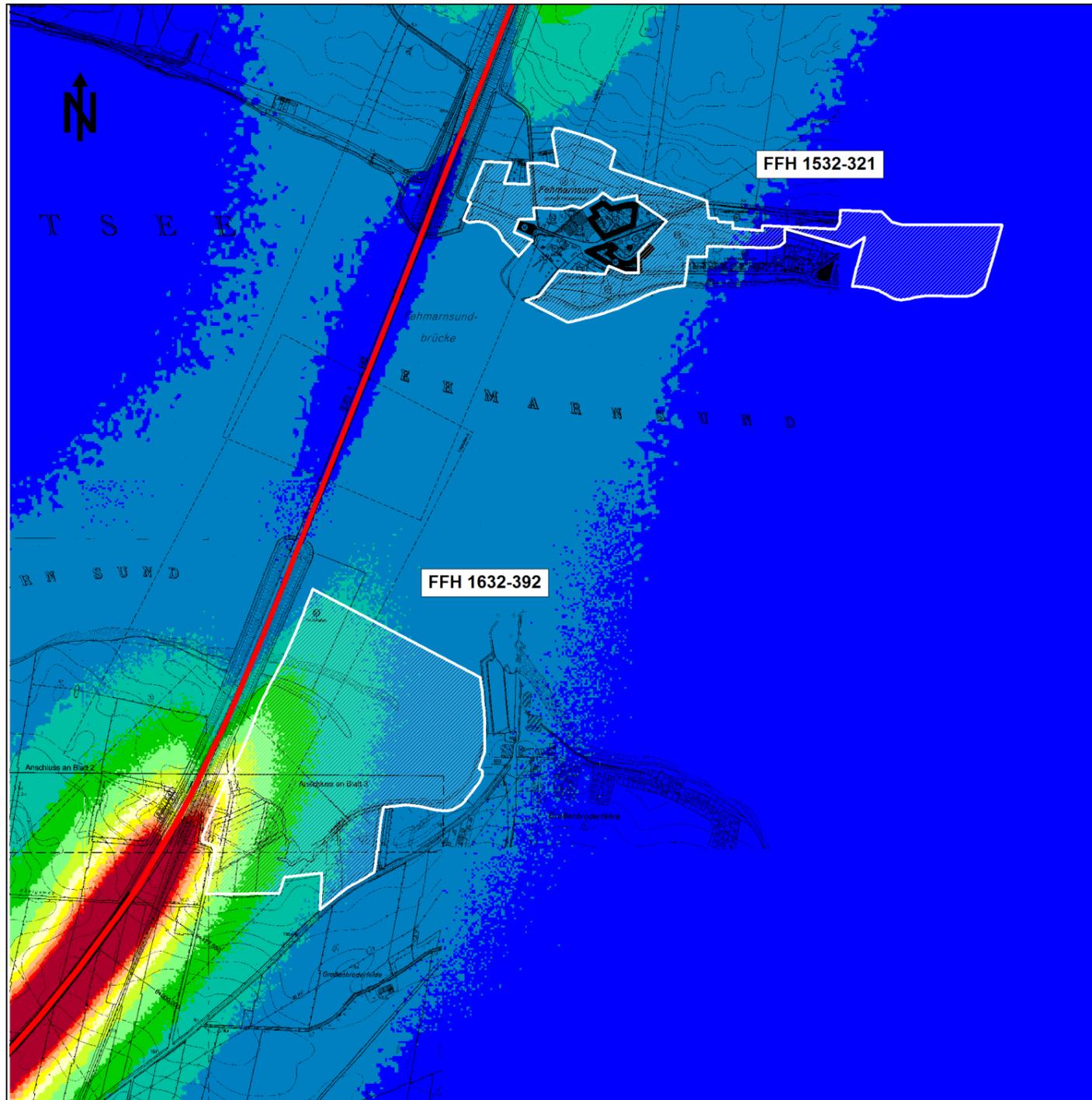
A 4.2 Stickstoffdeposition, FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321

A 4.2.1 FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Prognose-Nullfall



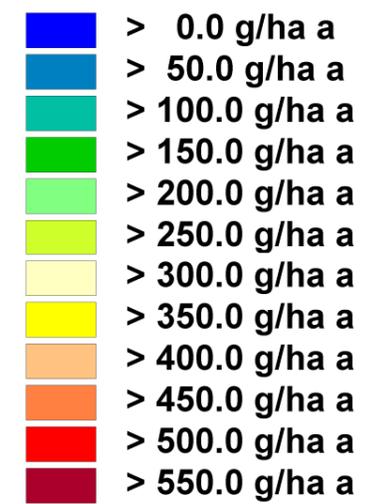
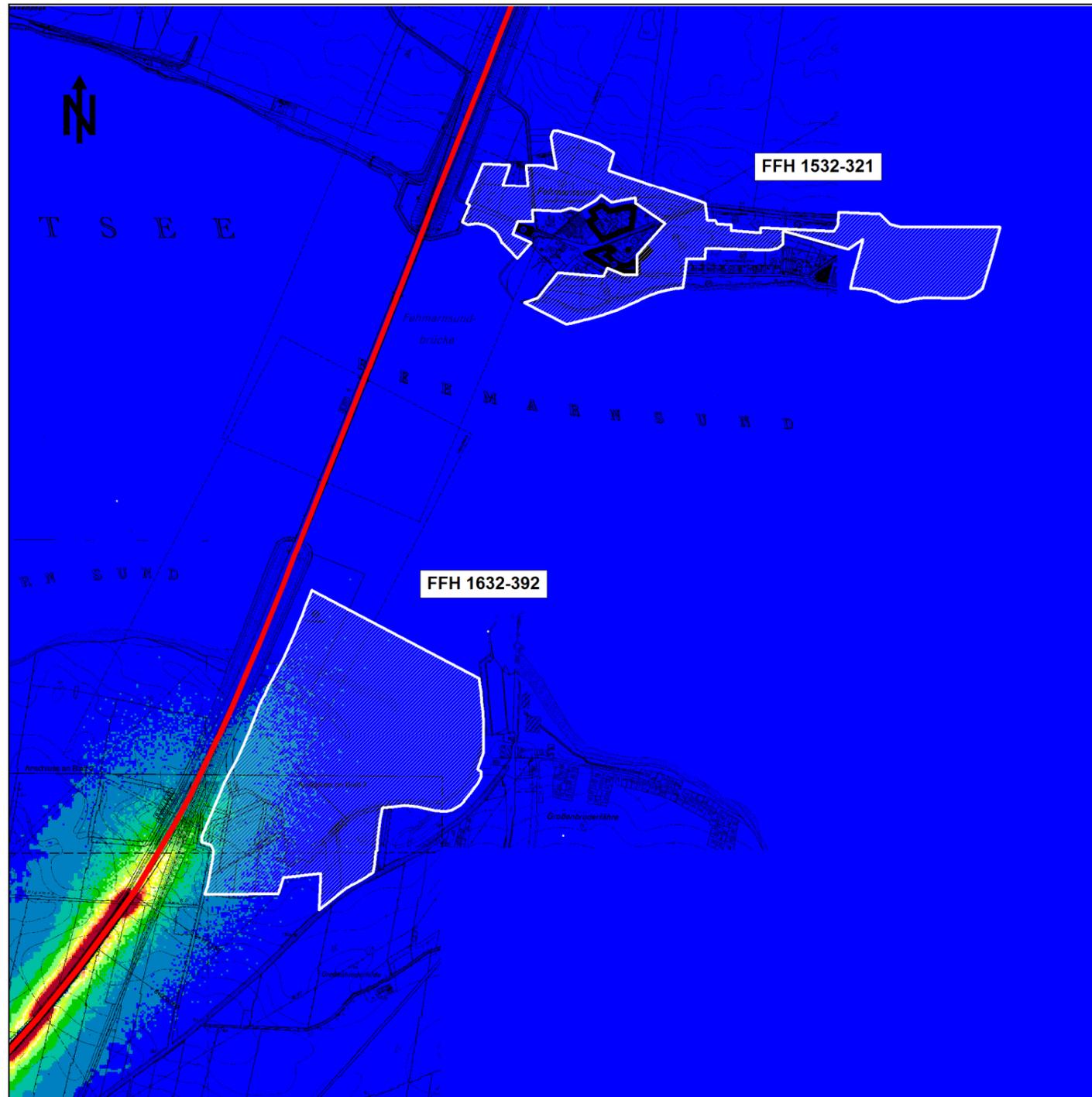
Maßstab 1:15.000

A 4.2.2 FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Prognose-Planfall



Maßstab 1:15.000

A 4.2.3 FFH-Gebiete 1632-392 und 1532-321, Zusatzbelastung im Prognose-Planfall gegenüber dem Prognose-Nullfall (Differenzkarte)



Maßstab 1 :15.000