



ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ) Neubau der B 207 PFA Fehmarnsundquerung (FSQ)

Lufthygienisches Gutachten Betriebsbedingte Immissionen

Möhler + Partner Ingenieure GmbH

Fanny-Zobel-Straße 9

D-12435 Berlin

Lufthygienisches Gutachten
(betriebsbedingt)

Fehmarnsundquerung (FSQ)
Vierstreifiger Aus-/Neubau der B 207

Bericht Nr. 781-00209-LH-betriebsb.

im Auftrag der

DB InfraGO AG, Regionalbereich Nord
20097 Hamburg

München, im April 2025

MÖHLER+PARTNER
 **INGENIEURE**

Lufthygienisches Gutachten (betriebsbedingt)

Fehmarnsundquerung (FSQ)

Vierstreifiger Aus-/Neubau der B 207

Bericht-Nr.: 781-00209-LH-betriebsb.

Datum: 30.04.2025

Auftraggeber: DB InfraGO AG
Regionalbereich Nord
Hammerbrookstraße 44
20097 Hamburg

Auftragnehmer: Möhler + Partner Ingenieure GmbH
Beratung in Schallschutz + Bauphysik
Landaubogen 10
D-81373 München
T + 49 89 544 217 - 0
F + 49 89 544 217 - 99
www.mopa.de
info@mopa.de

Bearbeiter: M.Sc. Christian Bews
M.Sc. Peter Patsch

Inhaltsverzeichnis:

1. Aufgabenstellung und Planungsbeschreibung.....	11
2. Örtliche Gegebenheiten und Planungsbeschreibung.....	14
3. Grundlagen.....	16
3.1 Datengrundlagen.....	16
3.2 Beurteilungsgrundlagen.....	16
3.3 Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen	20
3.4 Ermittlung der Emissionen	21
3.5 Verkehrsmengenangaben	21
3.6 Meteorologische Verhältnisse	24
3.7 Schadstoffhintergrundbelastung.....	25
4. Emissionen.....	26
5. Durchführung der Immissionsberechnungen.....	29
5.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung.....	29
5.2 Bodenrauigkeit.....	29
5.3 Depositionsgeschwindigkeiten	30
5.4 Berücksichtigung von Lärmschutzwänden	30
5.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten.....	30
5.6 Statistische Unsicherheit.....	31
6. Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen.....	31
6.1 Prognose-Nullfall	31
6.2 Prognose-Planfall	33
6.3 Auswirkungen auf die Nachbarschaft.....	36
7. Ergebnisse der Stickstoffdepositionsberechnungen	39
8. Kohlendioxid-Emissionen.....	40
9. Aktuelle Verkehrszahlen – Auswirkungen auf die verkehrsbedingte Lufthygiene.....	41
10. Anlagen.....	43

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Übersicht – Lageplan [45].....	13
Abbildung 2:	Übersichtslageplan – Straßen im Prognose-Planfall	15
Abbildung 3:	Schematische Übersicht der Prüfschritte der Erheblichkeitsbeurteilung bei Stickstoffeinträgen [23].....	19
Abbildung 4:	Verkehrsmengen – Prognose-Nullfall	22
Abbildung 5:	Verkehrsmengen – Prognose-Planfall	23
Abbildung 6:	Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit	24
Abbildung 7:	Windrichtungshäufigkeitsverteilung	25
Abbildung 8:	Hintergrundbelastung, Messwerte der Jahre 2012 bis 2023 [26]	26
Abbildung 9:	Darstellung der funktionalen Straßentypen untergliedert in ländlich geprägt und Agglomeration, Quelle Hbefa 4.2 [10]	27
Abbildung 10:	Prognose-Nullfall – NO ₂ - Jahresmittelwerte	32
Abbildung 11:	Prognose-Nullfall – PM ₁₀ - Jahresmittelwerte	32
Abbildung 12:	Prognose-Nullfall – PM _{2,5} - Jahresmittelwerte	33
Abbildung 13:	Prognose-Planfall – NO ₂ - Jahresmittelwerte	34
Abbildung 14:	Prognose-Planfall – PM ₁₀ - Jahresmittelwerte	35
Abbildung 15:	Prognose-Planfall – PM _{2,5} - Jahresmittelwerte	35
Abbildung 16:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für NO ₂	36
Abbildung 17:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für PM ₁₀	37
Abbildung 18:	Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall für PM _{2,5}	38
Abbildung 19:	Vorhabenbedingte Zusatzbelastung – FFH-Gebiet Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel (1631-393), Bereich Süd	39
Abbildung 20:	Vorhabenbedingte Zusatzbelastung – FFH-Gebiet Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel (1631-393), Bereich Süd	40

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV (auszugsweise) [2]	17
Tabelle 2:	Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gem. dem Entwurf der EU-Kommission [4].....	17
Tabelle 3:	Depositionsgeschwindigkeiten gemäß VDI 3782, Blatt 5 [13]	30

Grundlagenverzeichnis:

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BIm-SchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. Februar 2025 (BGBl. 2025 I Nr. 58) geändert worden ist
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist
- [3] WHO global air quality guidelines, Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization (WHO), <https://iris.who.int/handle/10665/345329> (Stand: 21.09.2021), zuletzt aufgerufen am 18.03.2024
- [4] Richtlinie (EU) 2024/2881 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2024 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Neufassung), in Kraft getreten am 10.12.2024
- [5] Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Abl. EG L 207/7)
- [6] Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten,
- [7] Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 3. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 225) geändert worden ist
- [8] Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Juli 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 235) geändert worden ist
- [9] BVerwG, Urteil vom 23. April 2014, AZ.: 9 A 25/12, Rn. 45 bei juris; BVerwG, Urteil vom 28. März, Az. 9 A 22/11, juris, Rn. 66 m. w. N.
- [10] Hbefa (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2, Quick Reference, Bern, Februar 2022
- [11] IMMIS^{em/luft}, Version 9.001, IVU Umwelt GmbH, 2023
- [12] RLus 2012, Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (2012, Ausgabe 2020, Version 2.1
- [13] VDI 3782 – Blatt 5 Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle, Depositionsparameter, April 2006

- [14] VDI 3782 – Blatt 7 Umweltmeteorologie – Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengung, Mai 2020
- [15] VDI 3883 Blatt 8 – Umweltmeteorologie – Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle, April 2017
- [16] Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021
- [17] Lärmkennwerte, Verkehrsgutachten Fehmarnsund, PTV Transport Consult GmbH, übermittelt von der DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH per E-Mail am 07.06.2024
- [18] Verkehrsgutachten zum Neubau der Fehmarnsundquerung (B207), PTV Transport Consult GmbH, PTV-Projekt-Nr. TC2100245, Auftraggeber DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH, Düsseldorf, den 31.03.2025
- [19] Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsberechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort am Fehmarnsund, IfU GmbH, 24.07.2023
- [20] Ausbreitungsklassenzeitreihe für die DWD Messstation Fehmarnsund (ID: 5516) für das repräsentative Jahr 2009, IfU GmbH, übermittelt am 24.07.2023
- [21] Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort am Fehmarnsund, IfU GmbH, Stand 24.07.2023
- [22] LASAT (Lagrange-Simulation von Aerosol-Transport), Ausbreitungsberechnungssoftware von Spurenstoffen in der Atmosphäre, Version 3.4, August 2020, Ingenieurbüro Janicke Gesellschaft für Umweltphysik
- [23] CORINE Land Cover, Stand 2018 (CLC-2018), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/corine-land-cover-5-ha-stand-2018-clc5-2018.html>, letzter Zugriff am 01.04.2025
- [24] Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope, Ball, Schlutow, Lorentz, Förster, Müller-Pfannenstiel, Lüttmann, Scheuschner, Kiebel, Düring, Herzog, Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, Stand: 2014
- [25] Gebietsdaten FFH-Gebiete in Schleswig-Holstein im Umweltportal des Bundeslandes Schleswig-Holstein, Link: <https://umweltportal.schleswig-holstein.de/> , letzter Zugriff am: 01.04.2025
- [26] Reaktiver Stickstoff in der Atmosphäre von Baden-Württemberg – Ammoniakkonzentration und Stickstoffdeposition 2012 bis 2016 (Depositionsbericht 2023), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), Stand: Mai 2023

- [27] Hintergrundbelastungsdaten Stickstoffdioxid und Feinstaub der Jahre 2012 bis 2023, Umwelt-Bundesamt, Link: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten/jahresbilanzen>, letzter Zugriff am 24.07.2024
- [28] Planfeststellungsbeschluss für den Neubau einer Festen Fehmarnbeltquerung von Puttgarden nach Rødby, deutscher Vorhabenabschnitt, APV-622.228-16.1-1, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein – Amt für Planfeststellung Verkehr, Kiel, 31. Januar 2019
- [29] Planfeststellungsbeschluss für den vierstreifigen Ausbau der B 207 zwischen der A 1 östlich der Anschlussstelle Heiligenhafen-Ost und Puttgarden (bau-km 0+180,6 – Bau-km 6+150 und Bau-km 9+850 – Bau-km 19+850) auf dem Gebiet der Städte Heiligenhafen und Fehmarn sowie der Gemeinden Großenbrode, Göhl und Johannistal, Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein Planfeststellungsbehörde, Kiel, 31.08.2015 und Planergänzungsbeschluss, MWVATT, Amt für Planfeststellung, Kiel, 03.05.2018
- [30] Aktualisierung der Verkehrsuntersuchung Fehmarnsundquerung, Mecklenburgisches Ingenieurbüro für verkehrsbau GmbH, Prj-Nr. 5016343 Entwurfsakte 1, Mai 2022
- [31] Planungsunterlagen Genehmigungsplanung, ABS/NBS Hamburg – Lübeck – Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Kombierter Absenktunnel Fehmarnsund, Planfeststellungsabschnitt Fehmarnsund (FSQ), Ingenieurgesellschaft fehmarlink2 Ramboll | Böger + Jäckle, Stand: 31.01.2025
- [32] Fehmarnsundquerung – Absenktunnel, Gutachten zur Tunnellüftung nach RABT-2006 und EABT-80/100, Bericht Nummer: 30.21206.01.01.08, HBI Haerter GmbH, Stand: 29.06.2022
- [33] Downloadclient Digitales Geländemodell DGM5, Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein, https://geodaten.schleswig-holstein.de/gaialight-sh/_apps/dl/download/dl-dgm5.html, letzter Zugriff am 25.07.2024
- [34] Bebauungsplan Nr. 3 der Gemeinde Großenbrode, 2. Änderung, 1994
- [35] Bebauungsplan Nr. 9 der Gemeinde Großenbrode, 1967
- [36] Einfacher Bebauungsplan der Innenentwicklung Nr. 37 der Gemeinde Großenbrode, Stand: 23.3.2022
- [37] Bebauungsplan Nr. 10 der Gemeinde Landkirchen auf Fehmarn, geändert und ergänzt 1992
- [38] Bebauungsplan Nr. 110 für das Gebiet Strukkamp, Campingplatz Strukkamphuk der ehemaligen Gemeinde Landkirchen auf Fehmarn, 2014
- [39] Flächennutzungsplan der Stadt Fehmarn, Stand 13.12.2012 / 18.06.2013

- [40] Bundesschienenwegeausbaugesetz vom 15. November 1993 (BGBl. I S. 1874), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3221) geändert worden ist
- [41] Bundesverkehrswegeplan 2030, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Stand: August 2016
- [42] Sechstes Gesetz zur Änderung des Fernstraßenausbaugesetzes (6. FStrAbÄndG) vom 23.12.2016
- [43] Homepage zur Schienenanbindung der festen Fehmarnbeltquerung, DB Netze, Link (letztes Abrufdatum: 01.04.2025): <https://www.anbindung-fbq.de/>
- [44] Schalltechnisches Gutachten, Fehmarnsundquerung (FSQ) Vierstreifiger Aus-/Neubau der B 207, Bericht Nr. 781-00209-SU-RLS19, erstellt durch Möhler und Partner GmbH, März 2025
- [45] Emissionen partikulärer und gasförmiger Schadstoffe aus dem Schienenverkehr und deren Ausbreitung – Erste Ergebniss aus dem Projekt EmidES, Lohmeyer GmbH, DZSF Fachtagung „Gewässer- und Bodenschutz im Schienenverkehr“, Link ((letztes Abrufdatum am 01.04.2025): https://www.dzsf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DZSF/Veroeffentlichungen/Fachtagung-Gewaesserschutz_Vortrag8.pdf
- [46] Übersichtskarte Strecke 1100: Bau-km 170,422 bis 176,733 und B207: Bau-km 5+032,1 bis 10+679,2 (LS210), ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden (Hinterlandanbindung FBQ), Neubau der B207 im Zuge der Fehmarnsundquerung, Planfeststellungsabschnitt Fehmarnsundquerung (FSQ), Ingenieursgemeinschaft fehmarlink2 RAMBOLL | BÖGER + Jäckle c/o Ramboll Deutschland GmbH Plan-Nr. FBQ_FSQ_0000_99999_VA_2DF_4_P_Übersichtskarte_100761, Stand 31.01.2025
- [47] PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005

Zusammenfassung:

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Luftschadstoffsituation vor und nach Errichtung des geplanten Absenktunnels (vierstreifiger Neubau der Bundesstraße B207) im Bereich des Fehmarnsund ermittelt und beurteilt. Dabei wurden einerseits die Auswirkungen der Luftschadstoffbelastungen, die durch die neue Streckenführung entstehen, dargestellt und gemäß den Anforderungen der 39. BImSchV beurteilt. Andererseits wurde für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) die Stickstoffbelastung im Null- so wie im Planfall im Bereich der umliegenden/angrenzenden FFH-Gebiete untersucht. Für die Untersuchungen wird anhand des Lagrangeschen Partikelmodells LASAT eine hochaufgelöste Ausbreitungsberechnung der zu untersuchenden Luftschadstoffe durchgeführt. Abschließend werden die betriebsbedingten CO₂-Emissionen sowohl für den Null- als auch für den Planfall ermittelt und gegenübergestellt. Die luftschadstofftechnische Untersuchung kommt zu folgendem Ergebnis:

Luftschadstoffbelastungen

Die höchsten Luftschadstoffbelastungen treten in Orthfeld 1a (Bereich Kinderhaus) und Strukkamp 66 auf. Die Luftschadstoffbelastungen betragen in Orthfeld 1a bis zu 7,9 µg/m³ für NO₂, 12,2 µg/m³ für PM₁₀ und 6,1 µg/m³ für PM_{2,5} und in Strukkamp bis zu 8,4 µg/m³ für NO₂, 12,4 µg/m³ für PM₁₀ und 6,2 µg/m³ für PM_{2,5}. Mit zunehmendem Abstand von den untersuchten Straßenverkehrswegen nehmen die Luftschadstoffbelastungen weiter ab, sodass die Luftschadstoffbelastung im Bereich der Hintergrundbelastungen liegt. Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV von 40 µg/m³ für NO₂ und für PM₁₀ bzw. 25 µg/m³ für PM_{2,5} werden demnach im gesamten Vorhabengebiet zuverlässig eingehalten.

Nach Realisierung des Planvorhabens kommt es entlang des angrenzenden Straßennetzes in Teilen der Nachbarschaft zu Erhöhungen, aber auch in Teilen zu Verringerungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffwerte. Es treten maximale Erhöhungen von bis zu 0,3 µg/m³ für NO₂ am Bestandsgebäude Sietgrund 69 auf. Luftschadstofferhöhungen von Feinstaub an Bestandsgebäuden werden nicht prognostiziert.

Die geringen Erhöhungen der Luftschadstoffbelastungen nach Realisierung des Planvorhabens gekoppelt mit einer weiterhin zuverlässigen Unterschreitung der Jahresmittelgrenzwerte für die maßgeblichen Schadstoffkomponenten in der gesamten unmittelbaren Nachbarschaft erscheinen aus lufthygienischer Sicht nicht relevant.

Stickstoffdeposition

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass durch das Vorhaben keine Erhöhungen der Stickstoffdepositionen im Bereich bestehender FFH-Gebiete auftreten. Das Abschneidekriterium von >0,3 kg N / (ha x a) wird innerhalb der FFH-Gebiete nicht überschritten.

Kohlendioxid-Emissionen

Unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren für CO₂ gemäß dem Handbuch für Emissionsfaktoren werden im Prognose-Nullfall ca. 9.240 t/a CO₂ freigesetzt. Im Prognose-Planfall betragen die CO₂-Emissionen insgesamt 9.150 t/a. Somit sinken die CO₂-Emissionen trotz höherer Fahrleistung im Vergleich zum Prognose-Nullfall um ca. 90 t/a.

1. Aufgabenstellung und Planungsbeschreibung

Im September 2008 wurde mit einem Staatsvertrag zwischen dem Königreich Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland (BRD) der Bau einer „Festen Fehmarnbeltquerung“ beschlossen. Während Dänemark sich zum Bau des Tunnels durch den Fehmarnbelt verpflichtet hat, ist die Bundesrepublik Deutschland verantwortlich für die Herstellung einer leistungsfähigen landseitigen Straßen- und Schienenanbindung für das Bauwerk auf deutscher Seite (Hinterlandanbindung).

Für den Ausbau der Eisenbahnstrecke Lübeck – Puttgarden wurde die DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024 DB Netz AG) im Jahr 2008 auf der Grundlage des Bundesschienenwegeausbaugesetzes (BSWAG [40]) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV, vormals BMVI) beauftragt. Die vorhandene Eisenbahnstrecke Lübeck – Puttgarden (DB-Strecken-Nr. 1100) soll auf ca. 88 km zweigleisig ausgebaut, elektrifiziert und streckenweise auf eine maximale Geschwindigkeit von 200 km/h ertüchtigt werden. Als Ergebnis eines vom Land Schleswig-Holstein durchgeführten Raumordnungsverfahrens (ROV) werden nun durch Umfahrungen davon 55 km als Neubaustrecke realisiert.

Gemäß Bundesverkehrswegeplan 2030 [41] und dem Gesetz zur Änderung des Fernstraßenausbaugesetzes vom 23.12.2016 [42] wird die B 207 auf einem vierstreifigen Querschnitt zwischen Heiligenhafen-Ost und Puttgarden ausgebaut. Der Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau der B 207 wurde 2015 erlassen. Dieser ist seit dem 25.08.2021 bestandskräftig. Die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (nachfolgend kurz DEGES) wurde im Jahr 2019 vom Land Schleswig-Holstein beauftragt, den Ausbau der B 207 zu realisieren.

Im Zuge der Anbindung des Fehmarnbelt-Tunnels an das deutsche Schienen- und Straßennetz ist ein leistungsfähiger Ersatz bzw. eine Erweiterung für die bestehende Fehmarnsundquerung zwischen der Insel Fehmarn und dem ostholsteinischen Festland notwendig. Im Jahr 2010 durchgeführte Belastungstests haben gezeigt, dass die Fehmarnsundbrücke von 1963 den künftigen Belastungen des Verkehrs von Straße und Schiene nicht mehr gewachsen ist.

Deshalb wurden nachgelagert zum Projektauftrag von 2008 ab dem Jahr 2014 in einem aufwändigen Verfahren zahlreiche Varianten (Bohr- und Absenktunnel sowie kombinierte und getrennte Brücken) für eine leistungsfähigere Sundquerung untersucht. Der auf Ebene der Vorplanung durchgeführte Variantenvergleich hat als Vorzugsvariante einen „Kombinierten Absenktunnel“ für den zukünftigen Straßen- und Eisenbahnverkehr ergeben.

Die Tunnellösung mit Erhalt der Fehmarnsundbrücke trägt den verkehrlichen Erfordernissen im Hinblick auf Leichtigkeit und Sicherheit Rechnung und entspricht zudem der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung vom „Dialogforum Feste Fehmarnbeltquerung“ erarbeiteten Konsensvariante.

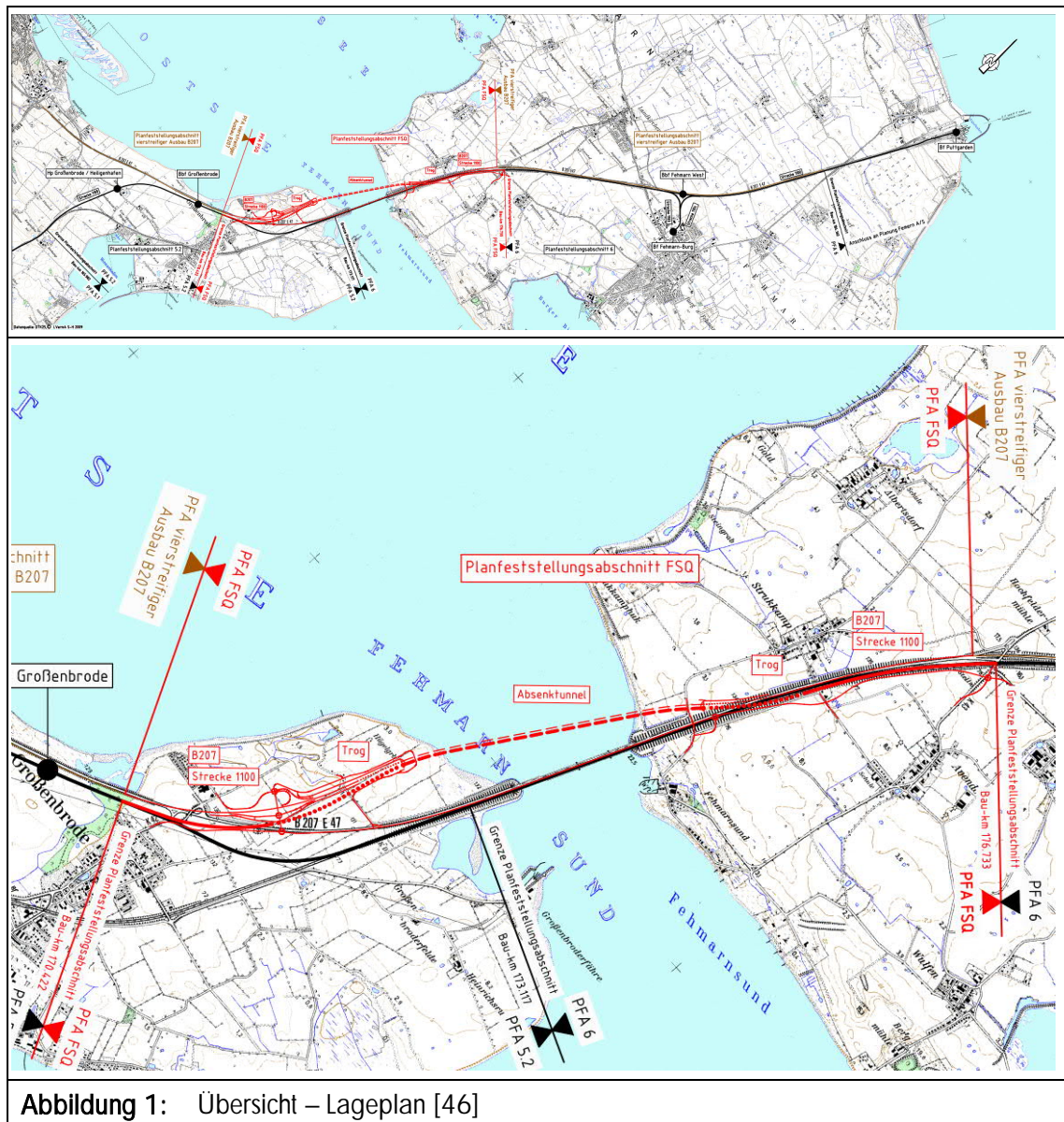
Der kombinierte Absenktunnel für Schiene und Straße wird gemeinsam von den Vorhabenträgerinnen DB InfraGO AG und Bundesrepublik Deutschland, letztgenannte vertreten durch das Land Schleswig-Holstein, vertreten durch die DEGES, geplant und realisiert. Die Ertüchtigung der Fehmarnsundbrücke für die langsamen Verkehre wird durch die DEGES im Auftrag des Landes Schleswig-Holstein als eigenständiges Projekt realisiert.

Die Planungen sehen vor, dass auf dem Festland in Nähe der Ortschaft Großenbrode die Verkehrsträger gegenüber der Bestandslage in Parallellage in einem Linksbogen nach Norden abschwanken. Nach ca. 400 m Rampenbereich (als Trog- und Einschnittbereich) wird das Tunnelportal folgen. Der Abschnitt des Tunnels in offener Bauweise ist knapp 300 m lang. Dies stellt die Verbindung zwischen dem Absenktunnel und dem Trogbauwerk dar. Die Gesamtlänge des Absenktunnels beträgt ca. 1,7 km. Im inselseitigen Bereich wird der Absenktunnel wieder in einen Tunnel in offener Bauweise – anlog zur Festlandseite – geführt. Die Schnittstelle zwischen Absenktunnel und Tunnel in offener Bauweise befindet sich ca. 250 m von der Küstenlinie landeinwärts. Im Anschluss erstrecken sich die Rampen als Trog- und Einschnittbereiche bis zu über 500 m Länge. Kurz vor der Ortschaft Struckkamp erfolgt der Anschluss an den Bestand.

Die Straße wird von zweistreifig auf vierstreifig inkl. Seitenstreifen ausgebaut bzw. neu geplant und die Schiene von eingleisig auf zweigleisig ausgebaut bzw. neu geplant. In der vorliegenden Untersuchung werden die zu erwartenden verkehrsbedingten Schadstoffbelastungen erhoben und gemäß den entsprechenden Regelwerken beurteilt. Dabei sind einerseits die Auswirkungen der Luftschadstoffbelastungen, die durch die neue Streckenführung entstehen, darzustellen und gemäß den Anforderungen der 39. BImSchV zu beurteilen. Andererseits ist für die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) die Stickstoffbelastung im Null- sowie im Planfall im Bereich der umliegenden/angrenzenden FFH-Gebiete zu untersuchen und die betriebsbedingte Zusatzbelastung zu ermitteln. Für die Untersuchungen wird anhand des Lagrangeschen Partikelmodells LASAT eine hochaufgelöste Ausbreitungsrechnung der zu untersuchenden Luftschadstoffe durchgeführt.

Abschließend werden die betriebsbedingten CO₂-Emissionen sowohl für den Null- als auch für den Planfall ermittelt und gegenübergestellt.

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Umgriff des Planvorhabens dargestellt:



Mit der Durchführung der Untersuchung wurde die Möhler + Partner Ingenieure GmbH im Dezember 2021 von der DB InfraGO AG beauftragt.

2. Örtliche Gegebenheiten und Planungsbeschreibung

Die geplante Maßnahme erstreckt sich über eine Länge von rund 6,6 km festlandseitig auf den Gemeindebereich Großenbrode, über den Sund und inselseitig auf Fehmarn.

In der Nachbarschaft befindet sich eine ländliche Gegend mit einer verhältnismäßig geringen Siedlungsdichte und kleineren Ortschaften (Wohn-, Misch-/Dorfgebiete, tlw. Gewerbe). folgende schutzbedürftige Nutzungen sind vorhanden:

- Festlandseitig befinden sich in der südlichen Nachbarschaft gemäß Bebauungsplan Nr. 37 der Gemeinde Großenbrode [36] Allgemeine Wohn- und Mischgebiete sowie gemäß Bebauungsplan Nr. 9 der Gemeinde Großenbrode [35] ein Kleinsiedlungsgebiet.
- Festlandseitig befinden sich in der westlichen Nachbarschaft gemäß Bebauungsplan Nr. 3 der Gemeinde Großenbrode [34] Sondergebiete Ferienhausgebiet und Kur mit einer Kintagesstätte und dem Kurhaus Baltic.
- Inselseitig befinden sich kleinere Ortschaften mit Misch- und Wohnnutzungen (Strukkamp, Avendorf, Blieschendorf, Albertsdorf, Fehmarnsund), Campinganlagen (Strukkamphuk) sowie Sondergebiete und Gewerbeflächen. Zum Teil existieren rechtsverbindliche Bebauungspläne.

Im Bereich des geplanten Ausbaus befinden sich zahlreiche FFH-Gebiete (Fauna-Flora-Habitat-Gebiete):

- Sundwiesen Fehmarn (Gebiets Nr.: 1532-321)
- Meeresgebiet der östlichen Kieler Bucht (Gebiets Nr.: 1631-392)
- Küstenlandschaft vor Großenbrode und vorgelagerte Meeresbereiche (Gebiets Nr.: 1632-392)
- Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel (Gebiets Nr.: 1631-393)

Folgende Abbildung zeigt die Lage der FFH-Gebiete:



Abbildung 2: Übersichtslageplan – Straßen im Prognose-Planfall

Derzeit existiert für die B 207 ein Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Lärmschutzmaßnahmen (Lärmschutzwände, lärmarme Fahrbahnoberflächen o.Ä.) sind im Bestand nicht vorhanden. Infolge des Vorhabens erfolgt ein vierstreifiger Ausbau mit zwei Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Für die lufthygienische Untersuchung wird die geplante zulässige Höchstgeschwindigkeit von $v = 100 \text{ km/h}$ südlich der Anschlussstelle Großenbrode und von $v = 80 \text{ km/h}$ nördlich der Anschlussstelle Großenbrode angesetzt.

Die Trog- bzw. Einschnittlage von und zum kombinierten Absenktunnel sowie weitere Geländeverläufe im weiteren Umgriff wurden durch ein digitales Höhenmodell entsprechend berücksichtigt. Die genauen örtlichen Gegebenheiten können dem Übersichtslageplan in Anlage 1 entnommen werden.

3. Grundlagen

3.1 Datengrundlagen

Für die Bearbeitung der luftschadstofftechnischen Untersuchung wurden folgende Plangrundlagen verwendet:

- digitale Lage- und Höhenpläne der Straßenplanung ([28], [29], [31])
- Verkehrsprognose 2035 für den Prognose-Null- und Planfall [30]
- Gebietsdaten der FFH-Gebiete [25]

3.2 Beurteilungsgrundlagen

Grundlage für die Beurteilung von Luftverunreinigungen ist das Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG [1]. Nach § 3 Abs. 4 des BImSchG [1] fallen Luftverunreinigungen (insbesondere durch Gase) bei Erfüllung bestimmter Kriterien in die Kategorie der schädlichen Umwelteinwirkungen. Gemäß § 1 Abs. 1 des BImSchG [1] sind neben Menschen, auch Tiere, Pflanzen und Böden vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.

Gemäß §50 des BImSchG [1] wird die Forderung gestellt, dass bei „ausschließlich oder überwiegend dem Wohnen dienenden Gebiete sowie auf sonstige schutzbedürftige Gebiete, insbesondere öffentlich genutzte Gebiete, wichtige Verkehrswege, Freizeitgebiete und unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes besonders wertvolle oder besonders empfindliche Gebiete und öffentlich genutzte Gebäude, so weit wie möglich vermieden werden. Bei raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen in Gebieten, in denen die in Rechtsverordnungen nach § 48a Absatz 1 festgelegten Immissionsgrenzwerte und Zielwerte nicht überschritten werden, ist bei der Abwägung der betroffenen Belange die Erhaltung der bestmöglichen Luftqualität als Belang zu berücksichtigen.“

Es muss vor diesem Hintergrund eine Betrachtung der lufthygienischen Situation in der Nachbarschaft (Mensch und Natur) erfolgen, um den Nachweis zu führen, dass die Planung zu keinen Konflikten in der Nachbarschaft führt und die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten und Zielwerten gegeben ist.

Luftschadstoffbelastungen

Für die Beurteilung der Luftqualität und die Emissionshöchstmengen ist die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [2] maßgebend. In Teil 2 der 39.BImSchV werden Immissionsgrenzwerte definiert. Von diesen Immissionswerten sind die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid NO₂ und Schwebstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) für eine Beurteilung der verkehrsbedingten Immissionen beurteilungsrelevant, da hier am ehesten mit einer Grenzwertüberschreitung zu rechnen ist. Die übrigen Schadstoffkomponenten können demgegenüber vernachlässigt werden, da im vorliegenden Fall nicht mit Überschreitungen der Grenzwerte zu rechnen ist.

Die maßgeblichen Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in der folgenden Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV (auszugsweise) [2]			
Stoff	Konzentration [µg/m³]	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO ₂ gemäß § 3	40	Jahr	-
	200	1 Stunde	18 Stunden/Jahr
Schwebstaub PM ₁₀ gemäß § 4	40	Jahr	-
	50	24 Stunden	35 Tage/Jahr
Schwebstaub PM _{2,5} gemäß § 5	25	Jahr	-

Aufgrund der neuen Luftqualitätsleitlinien der WHO [3], die eine deutliche Reduzierung der bestehenden Grenzwerte – basierend auf der aktuellen Studienlage zu gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen – vorschlagen, hat die europ. Kommission am 26.10.2022 einen Vorschlag für neue Richtlinien über Luftqualität und saubere Luft für Europa vorgeschlagen [4]. Darin werden in Anhang I Abschnitt 1 folgende Grenzwerte, die bis zum 01.01.2030 zu erreichen sind, vorgeschlagen:

Tabelle 2: Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gem. dem Entwurf der EU-Kommission [4]			
Stoff	Konzentration [µg/m³]	Mittelungszeitraum	Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid NO ₂ gemäß § 3	20	Jahr	-
	50	Tag	18 Tage/Jahr
	200	1 Stunde	1 Stunde/Jahr
Schwebstaub PM ₁₀ gemäß § 4	20	Jahr	-
	45	24 Stunden	18 Tage/Jahr
Schwebstaub PM _{2,5} gemäß § 5	25	Tag	18 Tage/Jahr
	10	Jahr	-

Rot: Veränderungen im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV

Die hier einschlägige EU-Luftqualitätsrichtlinie trat am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im Europäischen Amtsblatt (20.11.2024) am 10.12.2024 in Kraft. Mit dieser EU-Luftqualitätsrichtlinie haben verschärfte lufthygienische Grenzwerte auf europäischer Ebene gemäß Tabelle 2 Rechtskraft erlangt. Die verschärften Grenzwerte sind nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab 2030 einzuhalten [4]. Die EU-Mitgliedstaaten haben jetzt zwei Jahre Zeit, die Richtlinie in nationales Recht umzusetzen. Die verschärften Grenzwerte sind nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab 2030 einzuhalten. Es gibt jedoch die Möglichkeit, eine Verlängerung der Frist bis 2035 oder bis 2040 zu beantragen. Dazu müssen

jedoch strenge Auflagen erfüllt werden. Solange daher in Deutschland keine andere Rechtsgrundlage vorliegt, erfolgt eine Beurteilung der Luftschadstoffbelastung weiterhin anhand der bestehenden Grenzwerte der 39. BImSchV [2].

Stickstoffdeposition

„Natura 2000“ stellt ein europäisches Netz bestehend aus zusammenhängenden Schutzgebieten dar. Eignungskriterien, welche Gebiete diesem Netz angehören können, sind über zwei europäische, gesetzliche Richtlinien vorgegeben: Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (FFH-Richtlinie [5]) und die Vogelschutzrichtlinie [6]. FFH-Gebiete sind demnach Gebiete, die für das Schutzgebietsnetz „Natura 2000“ ausgewählt wurden.

Die Verträglichkeit für Fauna-Flora-Habitate (FFH) ist gesetzlich in dem Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege verankert. Damit wurde in §34 des BNatSchG der Absatz 3 und 4 des Artikels 6 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) in deutsches Recht umgesetzt. Verschlechterungen oder Beeinträchtigungen durch Vorhaben sind in Natura 2000 Gebieten grundsätzlich verboten:

„(1) Projekte sind vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebietes zu überprüfen, wenn sie einzeln oder im Zusammenhang mit anderen Projekten oder Plänen geeignet sind, das Gebiet erheblich zu beeinträchtigen, und nicht unmittelbar der Verwaltung des Gebietes dienen.“

„[...]“

„(2) Ergibt die Prüfung der Verträglichkeit, dass das Projekt zu Beeinträchtigungen des Gebietes in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen führen kann, ist es unzulässig.

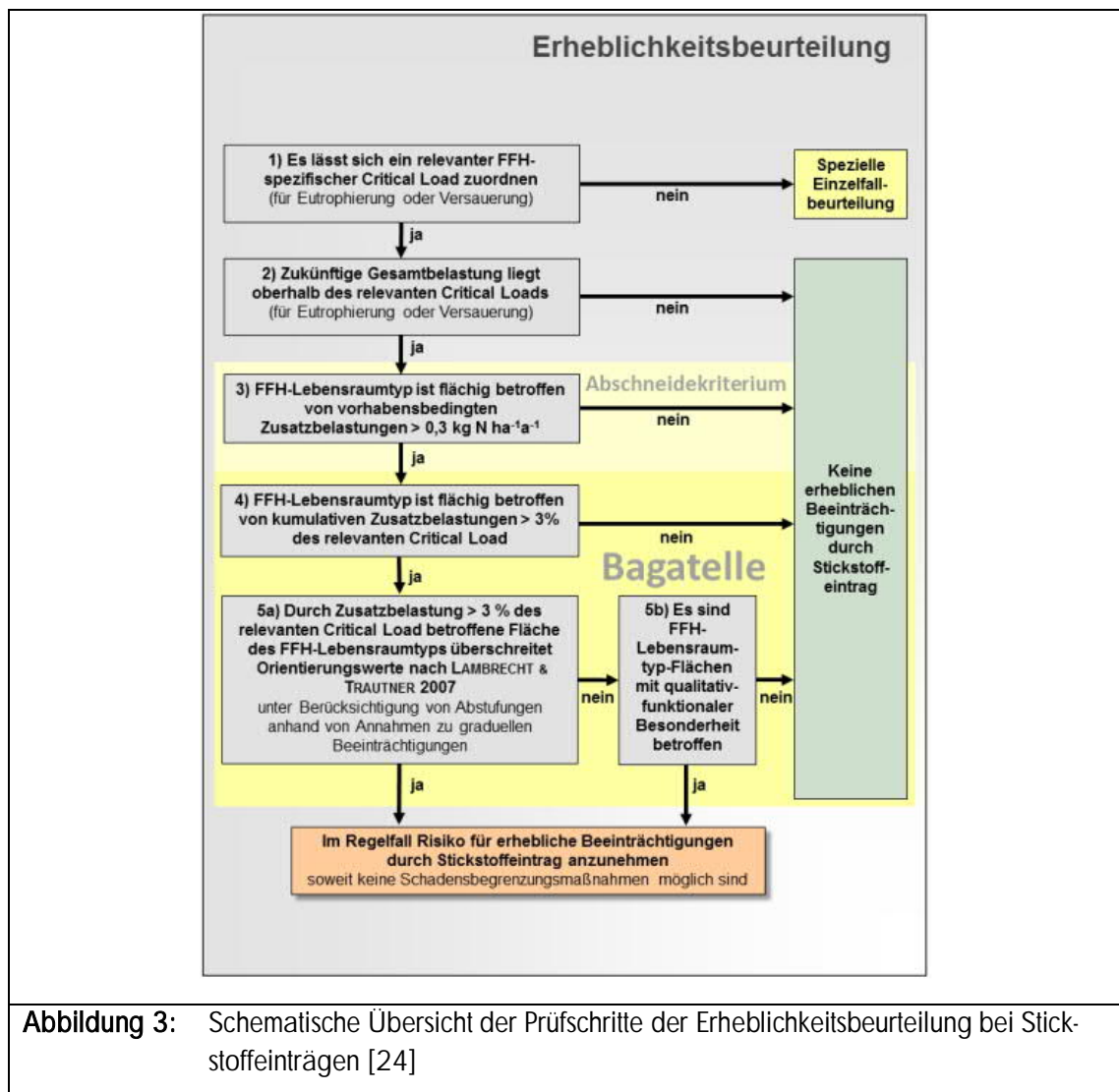
(3) Abweichend von Absatz 2 darf ein Projekt nur zugelassen oder durchgeführt werden, soweit es

1. aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art, notwendig ist und
2. zumutbare Alternativen, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen, nicht gegeben sind.“

Durch die Neuplanung von Straßenverkehrswegen können Beeinträchtigungen vor allem durch Stickstoffdepositionen innerhalb der betroffenen FFH-Gebiete auftreten. Vorhabenbedingte Zusatzbelastungen (in vorliegendem Fall: Absenktunnel Fehmarnsundquerung) können somit zu relevanten Verschlechterungen führen. Als Beurteilungskriterium werden sog. Critical Loads (CL) herangezogen.

Critical Loads (CL) beschreiben kritische Stickstoffeintragsraten für Ökosysteme, bis zu deren Erreichung nach aktuellem Kenntnisstand keine signifikanten schädlichen Einwirkungen für Tiere und Pflanzen zu erwarten sind. Die Critical Loads werden demnach zur Quantifizierung der Empfindlichkeit von Ökosystemen und Lebensraumtypen verwendet. Somit stellen die Critical Loads das relevante Beurteilungskriterium für Stickstoffdepositionen dar.

Der Fachkonventionsvorschlag des BAST-Forschungsvorhabens [24] wird zur Erheblichkeitsbeurteilung für Stickstoffeinträge verwendet. Dieser basiert auf Empfehlungen und Studien zur Wirkung und Beurteilung von Stickstoffeinträgen in Natura 2000-Gebieten. Folgendes Ablaufschema findet auf dieser Grundlage Anwendung:



In folgender Untersuchung wird untersucht, ob die vorhabenbedingte Zusatzbelastung unterhalb des sog. Abschneidekriteriums von $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ liegt (3). In einem Urteil des BVerwG wurde bei einer Unterschreitung des Abschneidekriteriums von $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ eine messbare Beeinträchtigung von Lebensraumtypen in FFH-Gebieten ausgeschlossen [9].

Liegt die vorhabenbedingte Zusatzbelastung oberhalb des Abschneidekriteriums von $0,3 \text{ kg N}/(\text{ha} \times \text{a})$ (vgl. Punkt 3), ist zu prüfen, ob die kumulative Zusatzbelastung für den jeweiligen Lebensraumtyp unter 3% des jeweiligen relevanten Critical Loads liegt.

Prüfmaßstab sind somit die Auswirkungen auf die maßgeblichen Gebietsbestandteile der umliegenden FFH-Gebiete. Daher werden der Prognose-Nullfall sowie der Prognose-Planfall abgebildet und die Auswirkungen der Planung auf das benachbarte FFH-Gebiet beurteilt.

Für eine Berechnung der verkehrsbedingten Stickstoffdepositionen sind die Stickoxide NO_x (NO und NO_2) und Ammoniak (NH_3) maßgeblich. Für diese Schadstoffkomponenten liegen Emissionsfaktoren im Handbuch für Emissionsfaktoren Hbefa 4.2 vor [10].

Kohlendioxid-Emissionen

Die rechtliche Grundlage, die die Ermittlung und Beurteilung von Treibhausgasemissionen im Zuge von Straßenbauvorhaben erforderlich machen, ist das Klimaschutzgesetz (KSG) [8]. In §13 Abs. 1 Satz 1 wird darin ein allgemeines Berücksichtigungsgebot formuliert:

Danach haben „die Träger öffentlicher Aufgaben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen“.

Weiter heißt es in Absatz 2, dass *„der Bund bei der Planung, Auswahl und Durchführung von Investitionen und bei der Beschaffung prüft, wie damit jeweils zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele nach § 3 beigetragen werden kann. Kommen mehrere Realisierungsmöglichkeiten in Frage, dann ist in Abwägung mit anderen relevanten Kriterien mit Bezug zum Ziel der jeweiligen Maßnahme solchen der Vorzug zu geben, mit denen das Ziel der Minderung von Treibhausgasemissionen über den gesamten Lebenszyklus der Maßnahme zu den geringsten Kosten erreicht werden kann. Mehraufwendungen sollen nicht außer Verhältnis zu ihrem Beitrag zur Treibhausgasmindeung stehen. Soweit vergaberechtliche Bestimmungen anzuwenden sind, sind diese zu beachten.“*

Gemäß §4 Abs. 1 sind die jährlichen Minderungsziele in Sektoren festgelegt, wobei eine sektorübergreifende Gesamtrechnung durchgeführt wird. Die Sektoren ergeben sich aus §5 i. V. m. Anlage 1. Im vorliegenden Fall ist der Sektor Verkehr, der die Verkehrsleistung und den Transport beinhaltet, untersuchungsrelevant.

3.3 Grundlagen zur Ermittlung der Emissionen

Die verkehrsbedingten Emissionen setzen sich aus den Emissionen entstehend durch die Motorverbrennungsabgase - den sogenannten Exhaust-Emissionen - und Emissionen durch Reifenabrieb und Aufwirbelung – den sogenannten Non-Exhaust-Emissionen - zusammen. Der Emissionsanteil, hervorgerufen durch Reifenabrieb und Aufwirbelung, entsteht jedoch lediglich für die Schadstoffkomponenten PM10 und PM2,5. Die Prognose der Schadstoffemissionen erfolgt in mehreren Teilschritten: Die verkehrsbedingten Emissionsfaktoren werden mit dem Hbefa in der Version 4.2 [10] für das Jahr 2029 (vsl. bauliche Realisierung) und nicht das Prognosejahr 2035 berechnet. Dies hat folgenden Grund: Hbefa 4.2 schätzt basierend auf der absehbaren Entwicklung der Abgasvorschriften das Emissionsniveau des Flottenmixes ab. Diese Abschätzung fällt insbesondere bei hohen Pkw-Anteilen jedoch sehr optimistisch aus, was zur Folge hat, dass die Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2035 (Verkehrsmengenprognose) wesentlich niedriger sind als im Jahr 2029. Es zeigt sich zwar, dass für NOx für das Prognosejahr 2035 gegenüber dem Jahr 2029 bei Lkws eine leichte Erhöhung für den Verkehrszustand stop&go prognostiziert wird, jedoch schlägt diese Erhöhung aufgrund der im Vergleich zu Pkws geringeren Verkehrsmenge und dem seltenen Vorliegen dieses Verkehrszustandes im Verhältnis zu einer flüssigen, dichten, etc. Verkehrssituation nicht zu Buche, weshalb ein Heranziehen der Emissionsfaktoren für das Jahr 2029 ein aus gutachterlicher Sicht sowohl realistischeren als auch auf der sicheren Seite liegenden Ansatz darstellt. Für den Fall einer frühen Baurealisierung (vor dem Prognosejahr 2035) wäre somit ein zu niedriger Emissionsansatz gewählt. Für eine Prognose auf der sicheren Seite werden daher die Emissionsfaktoren des Jahres 2029 zugrunde gelegt. Eingangsdaten

Als Datengrundlage werden folgende Daten verwendet:

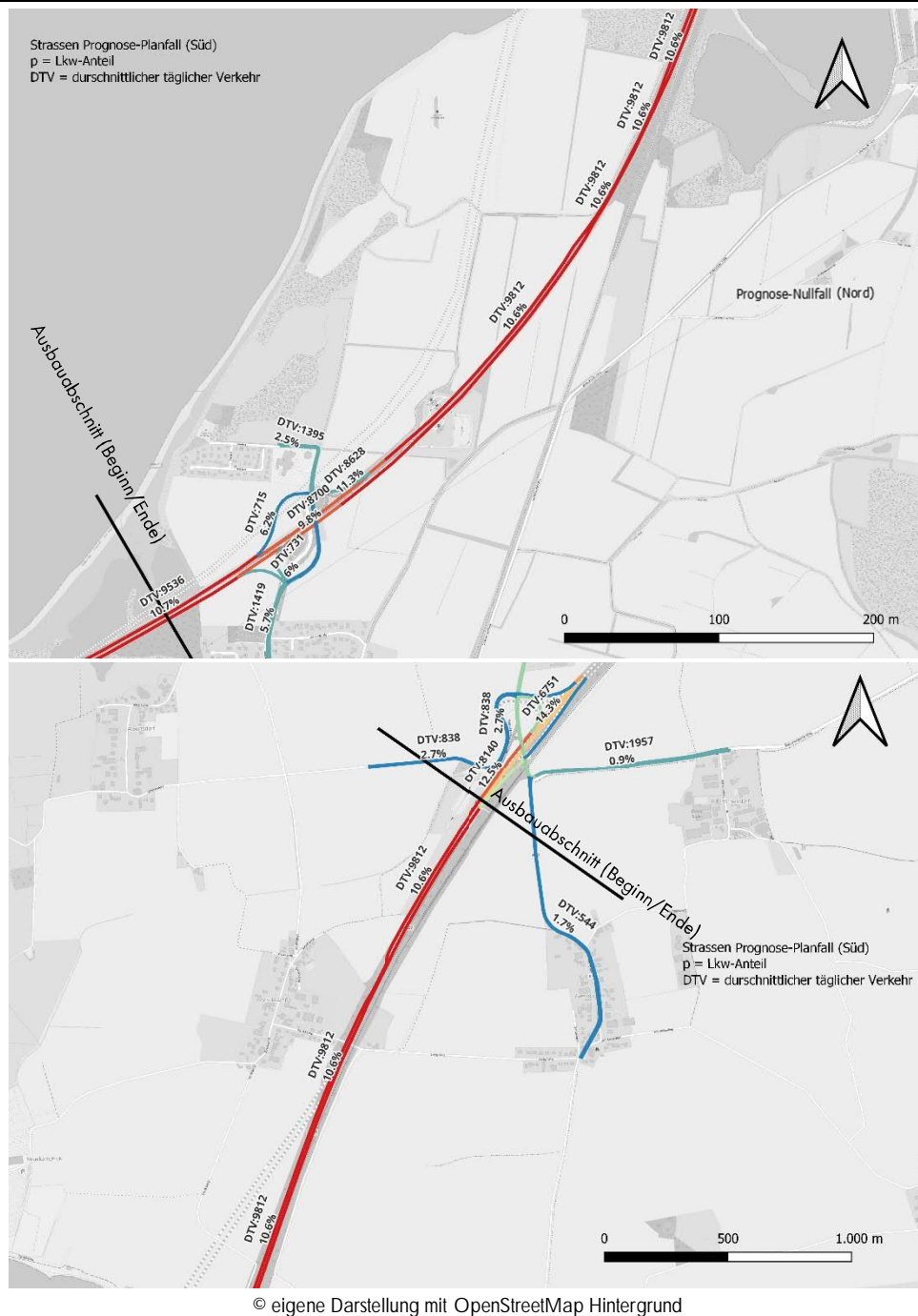
- Hbefa Version 4.2, Emissionsfaktoren 2029 [10] (vgl. bauliche Realisierung)
- Verkehrsmengenangaben der relevanten Straßenverkehrswege für den Null- und Prognoseplanfall für das Jahr 2030 (vgl. [18])
- Meteorologische Daten [20]
- Hintergrundbelastungen

3.4 Ermittlung der Emissionen

Die Ermittlung der Emissionen erfolgt durch eine Abschätzung der Emissionsfaktoren für den jeweiligen Abschnitt des Verkehrswegs. In einem zweiten Schritt erfolgt die Multiplikation der Emissionsfaktoren mit den Verkehrsmengenangaben. Bei der Zusammensetzung des Kfz-Verkehrs werden Pkw- und Schwerverkehrsanteile (SV-Anteil) differenziert betrachtet. Schadstoffemissionen bei Zugvorbeifahrten entstehen nur in untergeordnetem Umfang, weshalb auf eine explizite Berücksichtigung von Zugvorbeifahrten im vorliegenden Fall verzichtet wurde. Erläuterungen dazu sind in Kapitel 5.1.3. zu finden.

3.5 Verkehrsmengenangaben

Die Verkehrsmengenangaben (durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV, SV-Zahl) der relevanten Straßenverkehrswege wurden der Verkehrsuntersuchung [18] entnommen. Die darin enthaltenen Verkehrsmengen sind Prognosewerte für das Jahr 2035 und beinhalten Verkehrszahlen für den Nullfall und den Planfall. Folgende Abbildungen zeigen die Verkehrsmengen an den maßgeblichen Verkehrswegen für den Prognose-Null- und -Planfall. In Anlage 2 sind alle Verkehrsmengenangaben zu finden.



© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 4: Verkehrsmengen – Prognose-Nullfall

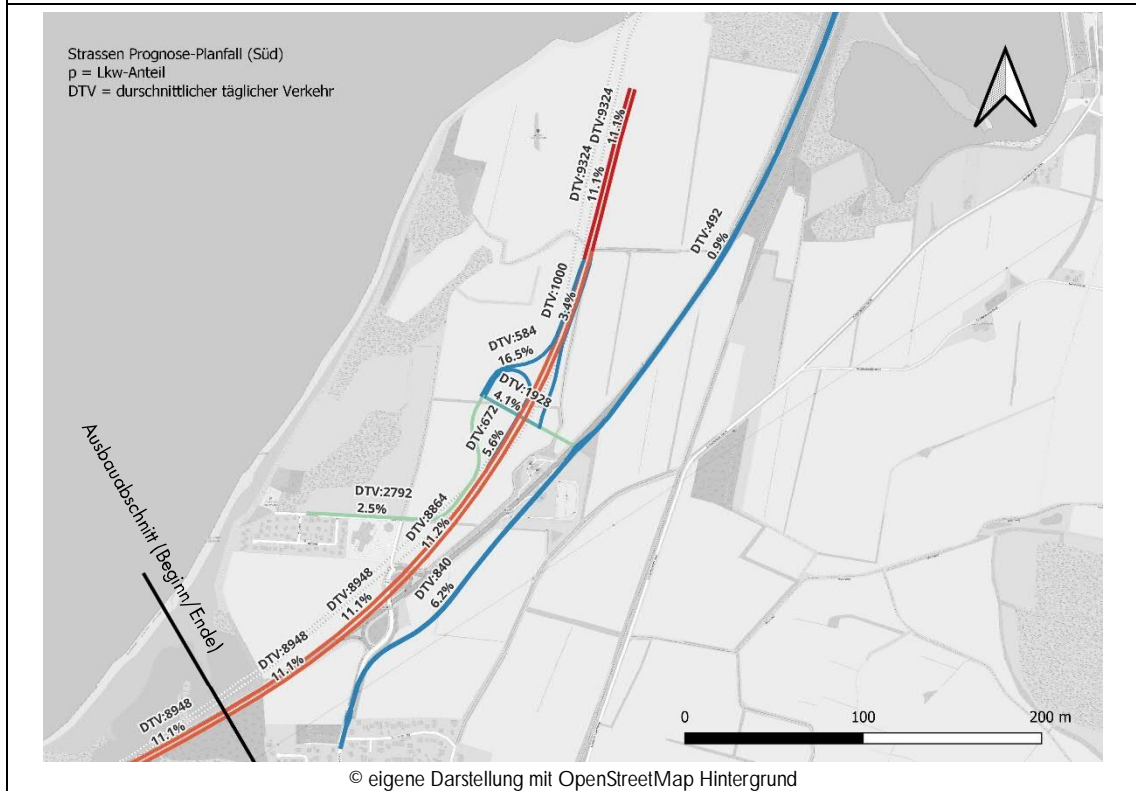
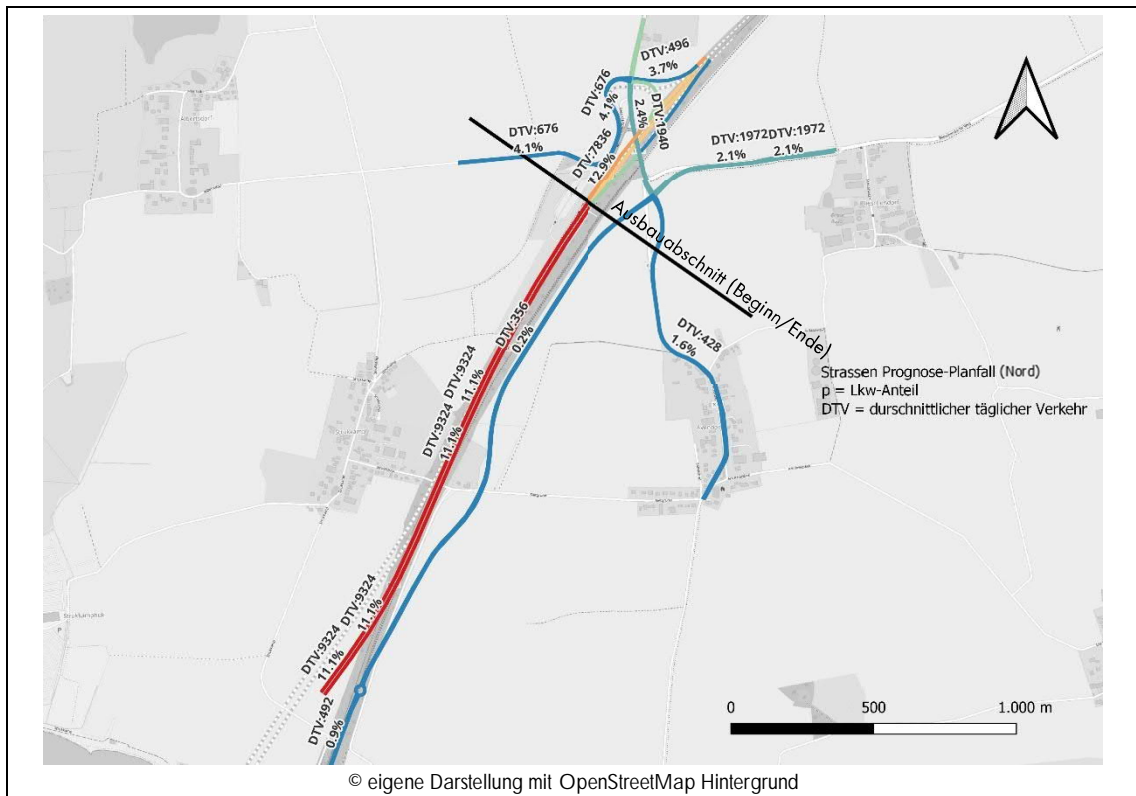


Abbildung 5: Verkehrsmengen – Prognose-Planfall

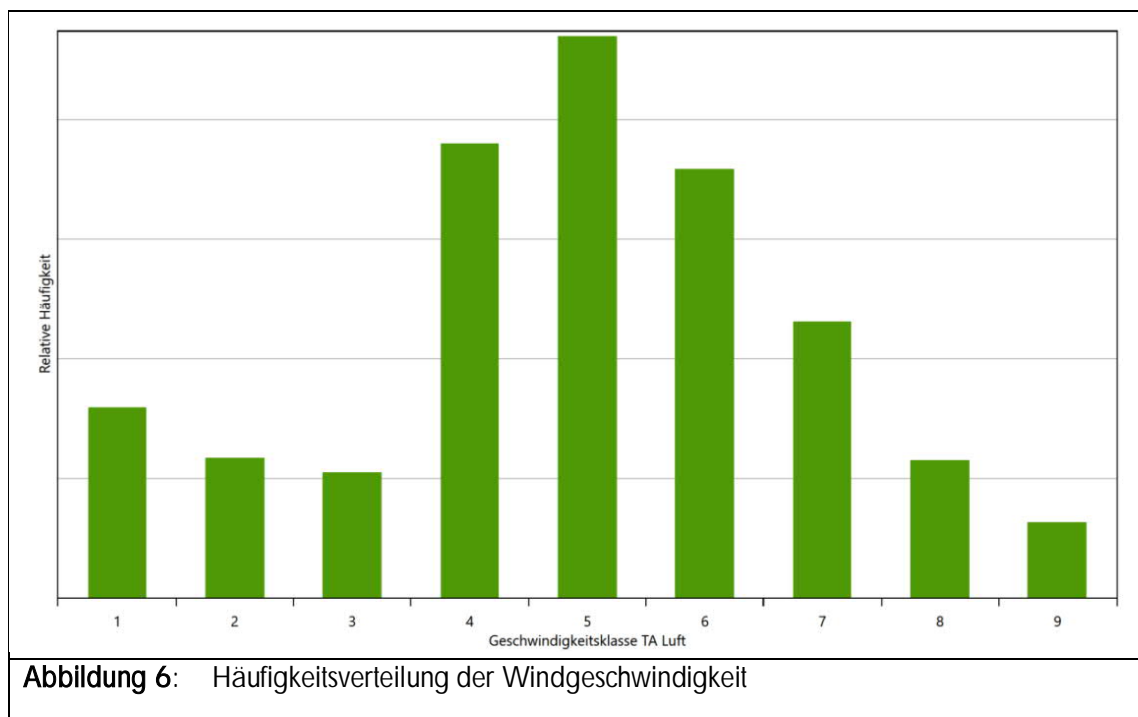
3.6 Meteorologische Verhältnisse

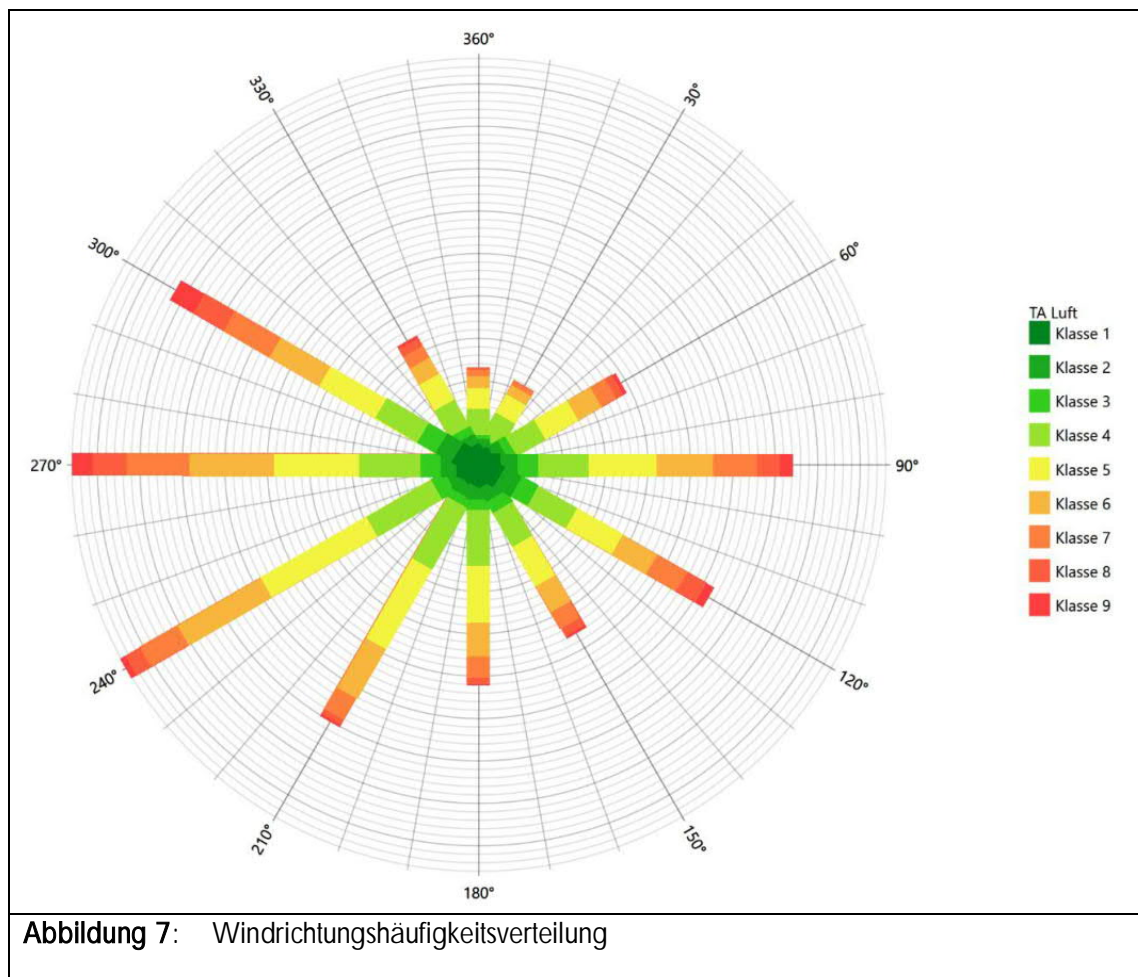
Die Ausbreitung von Luftschadstoffen wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und dem Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird im Rahmen der Ausbreitungsberechnungen durch die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier beschrieben. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das Verdünnungsvermögen der Atmosphäre.

Zur Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist eine repräsentative Windrichtungshäufigkeitsverteilung für den Standort zu verwenden. Für Ausbreitungsberechnungen nach TA Luft (allgemein) werden üblicherweise meteorologische Zeitreihen (AKTerm) mit einer stündlichen Auflösung des Windzustands als Eingangsparameter verwendet.

Für den Bereich des Untersuchungsgebietes liegen keine Windmessungen vor. Der nächstgelegene Standort einer meteorologischen Messstation ist die DWD (Deutscher Wetterdienst) auf der Insel Fehmarn (Geographische Länge 11,0606°, Geographische Breite 54,5283°). Es wurde eine detaillierte Prüfung der Repräsentativität der meteorologischen Daten nach VDI 3783 Blatt 20 für den Bereich des Ausbaubereiches durchgeführt mit dem Ergebnis, dass die Daten dieser Station für eine Ausbreitungsberechnung am betrachteten Standort verwendbar sind.

Es liegt für den Standort eine Windstatistik [20] für das repräsentative Jahr 2009 vor. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Windgeschwindigkeitsverteilung am Standort, sowie die Windrichtungshäufigkeitsverteilung (Abbildung 7) aus dem Datensatz.





Die Windrose zeigt ein ausgeprägtes Maximum aus westlicher Richtung und ein Maximum aus östlicher Richtung. Die Höhenabhängigkeit der Windgeschwindigkeiten wird durch die Rauigkeitslänge des Datensatzes auf den Standort referenziert.

Die für die Berechnung mit LASAT benötigten Eingabedaten meteorologischer Grenzschichtprofile und die dazu benötigten Parameter (Windrichtung in Anemometerhöhe, Monin-Obukhov-Länge, Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe) wurden gemäß Richtlinie VDI 3783 Blatt 8 [15] berücksichtigt.

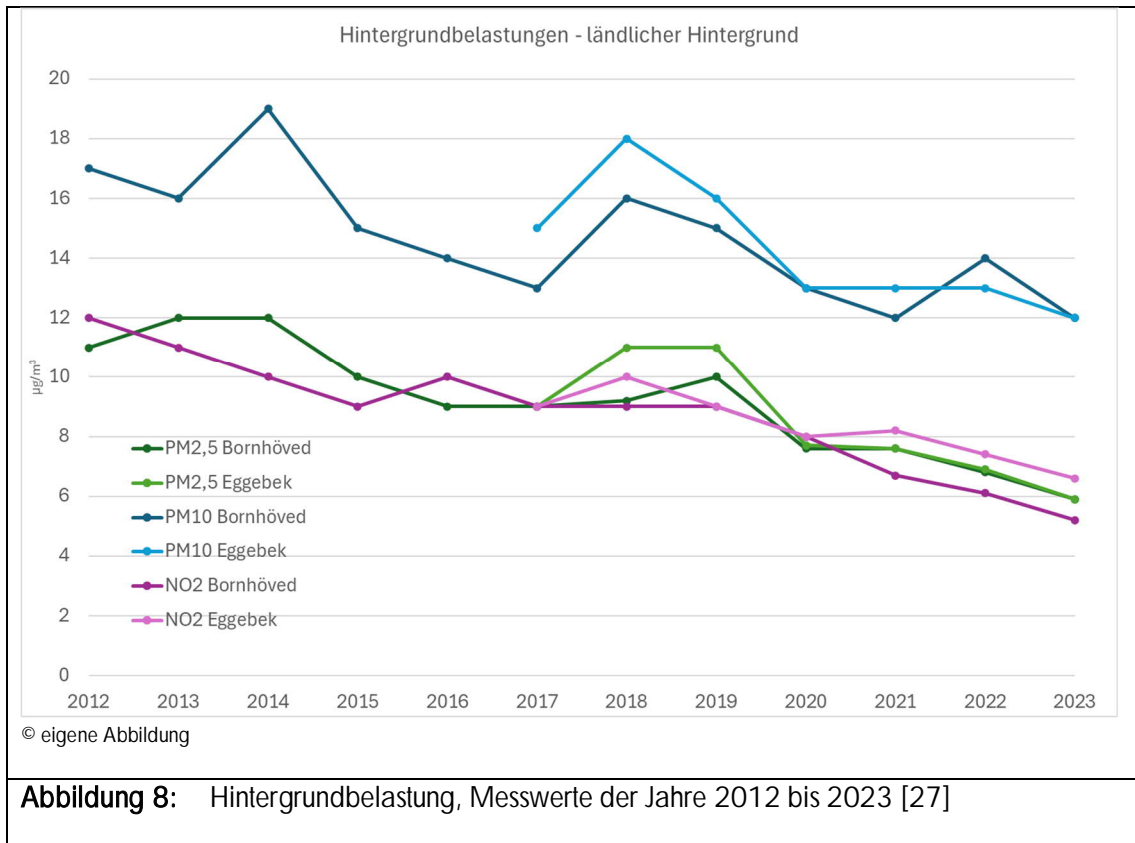
Die jährliche Niederschlagsmenge liegt gemäß den meteorologischen Daten bei 657 mm.

3.7 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Gesamtbelastung der Schadstoffemissionen ergibt sich aus der Zusatzbelastung, verursacht durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet und der Hintergrundbelastung. Das Landesamt für Umwelt in Schleswig-Holstein betreibt zahlreiche Immissionsmessstationen zur Überwachung der Luftqualität. Zwei Messstationen befinden sich dabei im ländlichen Hintergrund:

- Messstation Bornhöved
- Messstation Eggebek

Die Messergebnisse dieser Messstationen werden im vorliegenden Fall für die ländliche Hintergrundbelastung ohne verkehrsbedingte Immissionsanteile herangezogen (nur übergeordneter Straßenverkehr, Hausbrand, Industrieanlagen, usw.). Folgende Abbildung zeigt die Jahresmittelwerte der vergangenen 12 Jahre (2012 bis 2023) für die maßgeblichen Schadstoffkomponenten NO_2 und Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$).



Die Messergebnisse zeigen, dass die Belastungen für Feinstaub und Stickstoffdioxid stetig abgenommen haben. Für eine Prognose auf der sicheren Seite wird davon ausgegangen, dass die Hintergrundbelastung im Jahr 2035 (Prognosehorizont) die Jahresmittelwerte des Jahres 2023 annimmt:

- $\text{NO}_2 = 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\text{PM}_{10} = 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $\text{PM}_{2,5} = 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

4. Emissionen

4.1.1 Emissionsfaktoren Straßenverkehr

Die Berechnung der durch den Straßenverkehr verursachten Emissionswerte werden gemäß VDI 3782 Blatt 7 [14] auf Grundlage des einschlägigen „Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2“ (Hbefa 4.2) [10] durchgeführt. Betrachtet werden dabei die für die Luftreinhaltung bedeutenden Kfz-spezifischen Schadstoffe NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$.

Entsprechend der vorherrschenden Verkehrssituation werden nach Hbefa 4.2 individuelle Einstellungen für folgende Parameter durchgeführt (siehe folgende Abbildung):

- Gebietstyp (ländlicher / städtischer Raum)
- Funktionale Straßentypen
- Tempolimit
- Straßenlängsneigung (bzw. Steigung)
- Verkehrszustände (fließend (f), dicht (d), gesättigt (g), stop & go (s&g), stop & go II (s&g2))

								Speed-Limit [km/h]											
Gebiet	Straßentyp	Verkehrszustand						30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130
ländlich geprägt	Autobahn	flüssig	dicht	gesättigt	stop+go	stop+go2													
	Semi-Autobahn																		
	Fern-/Bundesstraße																		
	Hauptverkehrsstraße																		
	Hauptverkehrsstraße kurvig																		
	Sammelstraße																		
	Sammelstraße kurvig																		
	Erschließungsstraße																		
Agglomeration	Autobahn	flüssig	dicht	gesättigt	stop+go	stop+go2													
	Stadt-Autobahn																		
	Fern-/Bundesstraße																		
	Städt. Magistrale/Ringstraße																		
	Hauptverkehrsstraße																		
	Sammelstraße																		
	Erschließungsstraße																		

© eigene Darstellung

Abbildung 9: Darstellung der funktionalen Straßentypen untergliedert in ländlich geprägt und Agglomeration, Quelle Hbefa 4.2 [10]

Für alle Straßen wurde der Gebietstyp "ländlich geprägt" angesetzt, was dem ländlichen Charakter des Gebiets Rechnung tragen soll. Für die B 207 wurde entsprechend der verkehrlichen Einstufung der Straßentyp „Bundes- und Fernstraße“ herangezogen. Für die übrigen Straßen wurde der Straßentyp „Hauptverkehrsstraße“ bzw. „Hauptverkehrsstraße kurvig“ herangezogen. Lediglich für einzelne Straßenabschnitte, für die eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h vorliegt, wurde der Straßentyp „Erschließungsstraße“ herangezogen.

Zusätzlich berechnet HBEFA 4.2 den Anteil von Kaltstartzuschlägen. Berechnet wird der Kaltstartzuschlag basierend auf VDI 3782 Blatt 7 [14] durch Fahrtweitenverteilungen, Standzeitenverteilungen, Verkehrsverteilungen und Temperaturangablinen eines Kfz. HBEFA 4.2 erlaubt die Berechnung der Emissionen zwischen den Jahren 1995 und 2050. Wie bereits in Kapitel 3.3 erwähnt, erweist sich die Verwendung der Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2035 oder gar 2050 als zu optimistisch, weshalb die Emissionsfaktoren für das Jahr 2029 (aktuell geplante Fertigstellung des Vorhabens) verwendet werden. Es wurde angenommen, dass sich die Fahrzeuge bereits im betriebswarmen Zustand befinden, weshalb hier Emissionen verursacht durch Kaltstarts nicht berücksichtigt werden.

Aufgrund der grundsätzlich ebenen Trassenführung im Untersuchungsgebiet wurde für nahezu alle Straßen eine Straßenlängsneigung von 0 % zugrunde gelegt. Lediglich für die B207 wurde im Bereich der Rampenbereiche zur Fehmarnsundbrücke (Null- und Planfall) und im Bereich der Einfahrten zu den Tunnelbereichen (Planfall) auf einer Länge von ca. 350 m (südliche Tunneleinfahrt) bzw. ca. 450 m (nördliche Tunneleinfahrt) eine Straßenlängsneigung von ± 2 % (in Abhängigkeit von der Fahrtrichtung) berücksichtigt.

Die Aufteilung auf verschiedene Verkehrszustände auf den jeweiligen Straßen wurde anhand der Kapazität des jeweiligen Verkehrswegs und des täglichen Verkehrs durch das Screening-Modell IMMIS^{Em/Luft} [11] bestimmt. Hierbei haben die Anzahl der Fahrstreifen, der Straßentyp sowie die Geschwindigkeit einen Einfluss auf die durch IMMIS^{Em/Luft} bestimmte Kapazität einer Straße und damit einhergehend deren Verkehrszustände. Erreicht der durchschnittliche tägliche Verkehr einer Straße nicht die zugrundeliegende Kapazität, so ist eine flüssige Verkehrsabwicklung wahrscheinlicher, als wenn die Kapazität der Straße den Verkehr nicht mehr tragen kann und somit eine Stockung des Verkehrsflusses die Folge ist. Ein flüssiger Verkehrszustand bedeutet, dass der Verkehrsfluss ungehindert ablaufen kann. Der Verkehrsfluss wird von flüssig nach stop&go 2 immer stockender. Ein maßgeblicher Indikator, welcher Verkehrszustand vorliegt, bildet die tatsächlich vorliegende Geschwindigkeit auf einer Straße. Diese nimmt folglich von flüssig, wo davon ausgegangen werden kann, dass die tatsächliche Geschwindigkeit der Geschwindigkeitsbegrenzung entspricht, nach stop&go 2 immer weiter ab und bewegt sich bei stop&go 2 bei Geschwindigkeiten unter 10 km/h [10]. Da jedoch keine genaue Kenntnis über die tatsächlichen Geschwindigkeiten vorliegt, wurde auf der sicheren Seite liegend jeweils die Geschwindigkeitsbegrenzung (höhere Geschwindigkeiten führen tendenziell zu höheren Emissionen) angenommen. Die Aufteilung auf die einzelnen Verkehrszustände (in Prozent) sowie die Emissionsfaktoren (exhaust + non exhaust) für die jeweilige Straße können der Anlage 2 entnommen werden. Die anzusetzenden Emissionen ergeben sich durch die Multiplikation der Emissionsfaktoren mit den Verkehrsmengenangaben.

4.1.2 Emissionsfaktoren Tunnelportale

Der Absenktunnel besteht aus getrennten Röhren für beide Fahrtrichtungen (Richtungsverkehr). Die zulässige Höchstgeschwindigkeit in beiden Tunnelröhren beträgt 80 km/h. Als Datengrundlage für die Ermittlung der Emissionen, welche durch den Verkehr im Tunnel entstehen und über das südliche und nördliche Portal austreten, dienen die Verkehrszahlen [18].

Die Impulshaltigkeit - also die radiale Austrittsgeschwindigkeit der luftschadstoffbehafteten Tunnelabluft - an der Tunnelöffnung ist abhängig von der Geschwindigkeit der ausfahrenden Fahrzeuge. Diese ist wiederum abhängig von dem vorliegenden Verkehrszustand. Windkanalmessungen im Bereich von Portalöffnungen haben gezeigt, dass auch noch in großen Abständen mit Einwirkungen zu rechnen ist. Gemäß dem vorliegenden Gutachten zur Tunnellüftung [32] wurden unterschiedliche Verkehrsfälle untersucht. Dabei beträgt die fahrzeugbedingte Windgeschwindigkeit während der maximalen Auslastung bis zu 6,6 m/s. Unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Auslastung und zur Abbildung eines durchschnittlichen täglichen Betriebs wird eine Austrittsgeschwindigkeit von 4,5 m/s für die Ausbreitungsberechnungen berücksichtigt.

4.1.3 Emissionsfaktoren Schienenverkehr

Im Gegensatz zum Straßenverkehr liegen für den Schienenverkehr noch keine Emissionsfaktoren je Zuggattung vor. In einem aktuellen Forschungsvorhaben, gefördert durch das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF), sollen – basierend auf Messungen – Emissionsfaktoren (motorbedingt und nicht motorbedingt) für Verkehrssituationen abgeleitet werden [45]. Eine Veröffentlichung von Ausbreitungsberechnungen für das bundesweite Schienennetz wurde auf dem Kolloquium Luftqualität an Straßen vorgestellt, jedoch ohne Ergebnisse im Bereich der hier betrachteten Bestandsstrecke. Die bisher durchgeführten Messungen für Stickstoffdioxid und Feinstaub haben jedoch Folgendes ergeben: Messungen an freier Strecke mit einem Zugaufkommen von bis zu 135 Zugvorbeifahrten haben gezeigt, dass die Zusatzbelastungen gleisnah bis zu $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und bis zu $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 betragen. Demnach dominieren gleisnah bei „längeren Mittelungszeiten die Hintergrundbelastungen“ [45]. Eine eigene Ermittlung der Schadstoffbelastungen durch den Schienenverkehr ist aus lufthygienischer Sicht somit für den vorliegenden Streckenabschnitt nicht erforderlich. Eine Verbesserung der lufthygienischen Situation ist zudem für Stickstoffdioxid zu erwarten, da durch die Elektrifizierung der Strecke zukünftig keine Dieselmotoren die Strecke befahren werden.

5. Durchführung der Immissionsberechnungen

5.1 Rechengebiet und räumliche Auflösung

Um die Auswirkungen der geänderten Verkehrssituation aufgrund des Ausbaus auch im Bereich der umliegenden schutzbedürftigen Nachbarschaft und der FFH-Gebiete auflösen zu können, beträgt die Größe des Rechengebietes $5.100 \text{ m (x)} \times 6.600 \text{ m (y)}$.

Um den straßennahen Einfluss der Luftschadstoffimmissionen und der daraus resultierenden Stickstoffdepositionen ausreichend berücksichtigen zu können, wurde eine Maschenweite mit einer Zellengröße (dd) von 10 m vorgegeben. Dadurch ist sichergestellt, dass gemäß den Empfehlungen der „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ [24] mindestens eine Gitterzelle zwischen Quelle und Beurteilungsfläche liegt.

5.2 Bodenrauigkeit

Die Bodenrauigkeit des Geländes innerhalb des Rechengebietes wird durch die mittlere Rauigkeitslänge z_0 beschrieben. Entsprechend der Vorgehensweise nach Anhang 3, Tab. 14 der TA Luft [16] wurde diese mit dem CORINE-Kataster abgeschätzt. Das Plangebiet ist geprägt durch landwirtschaftliche Flächen, Wasserflächen, Siedlungsflächen, Moorflächen und dazwischenliegende Landschaftselemente wie Hecken und Baumreihen. Basierend auf den Geländenutzungsdaten wurde aufgrund der sehr heterogenen Gebietstypen und damit einhergehend der dazugehörigen Rauigkeitslängen z_0 eine mittlere Rauigkeitslänge von $z_0 = 0,2$ für die Gegebenheiten vor Ort gewählt.

5.3 Depositionsgeschwindigkeiten

Stickstoffeinträge in den Boden finden über die nasse und die trockene Deposition statt, wobei der Einfluss der nassen Deposition ausschließlich bei Ammoniak relevant ist. Die im näheren Umgriff des Bauabschnitts befindlichen FFH-Gebiete bestehen vorwiegend aus Gewässern, Mooren und Wiesen. Die Depositionsgeschwindigkeiten werden gem. VDI 3782 Blatt 5 [13] wie folgt angegeben:

Tabelle 3: Depositionsgeschwindigkeiten gemäß VDI 3782, Blatt 5 [13]			
	NO	NO ₂	NH ₃
Wiese [cm/s]	0,05	0,3	1,5
Wald [cm/s]	0,05	0,3	2,0
Mesoskala [cm/s]	1,0	1,0	1,2

In der Literatur ergeben sich für die Depositionsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von den Landnutzungsklassen eine große Bandbreite für Depositionsgeschwindigkeiten (vgl. u.a. Anhang D der VDI 3782 Blatt 4 [7]). Die Ansätze der VDI 3782 Blatt 5 bilden dabei vielmehr Mittelwerte bzw. Werte am unteren Rand der Bandbreite ab. Sie liegen demnach auf der sicheren Seite. In den Ausbreitungsberechnungen wurden daher die o.g. Werte herangezogen. Für Wasser werden nur in Anhang D der VDI 3782 Blatt 5 Depositionsgeschwindigkeiten angegeben und betragen:

NO = 0,002 cm/s

NO₂ = 0,015 cm/s

NH₃ = 1,2 cm/s

5.4 Berücksichtigung von Lärmschutzwänden

Da im Zuge des Straßenneubaus Lärmschutzwände vorgesehen sind, werden diese im vorliegenden Fall in der Ausbreitungsberechnung berücksichtigt. Aufgrund der horizontalen Auflösung von 10 x 10 m, müssen die Lärmschutzwände ebenfalls eine Mindestbreite von 10 m betragen. Bei der Umsetzung der Lärmschutzwände wurde darauf geachtet, dass zwischen Quelle (Straße) und Gebäude (Lärmschutzwand) mindestens eine Gitterzelle liegt.

5.5 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Nach TA Luft [16] sind Unebenheiten des Geländes in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Quellhöhe und Geländesteigungen von mehr als 5 % auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die der 2-fachen Quellhöhe entspricht. Sind diese Bedingungen erfüllt, können Geländeunebenheiten bis zu einer Steigung von 20 % mit Hilfe des vorgeschalteten diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, sofern lokale Windsysteme oder andere meteorologische Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Das Gelände wurde im vorliegenden Fall berücksichtigt, da die bestehende Dammlage und Brücke Geländesteigungen von > 5% darstellen. Die Geländetopographie wurde mithilfe eines Höhenmodells des Landesamtes für Vermes-

sung und Geoinformation Schleswig-Holstein (DGM 5) abgebildet [33]. Die Trassenführung des Straßen- und Schienenneubaus wurden durch Höhenmodelle, die von Auftraggeberseite bereitgestellt wurden, abgebildet.

5.6 Statistische Unsicherheit

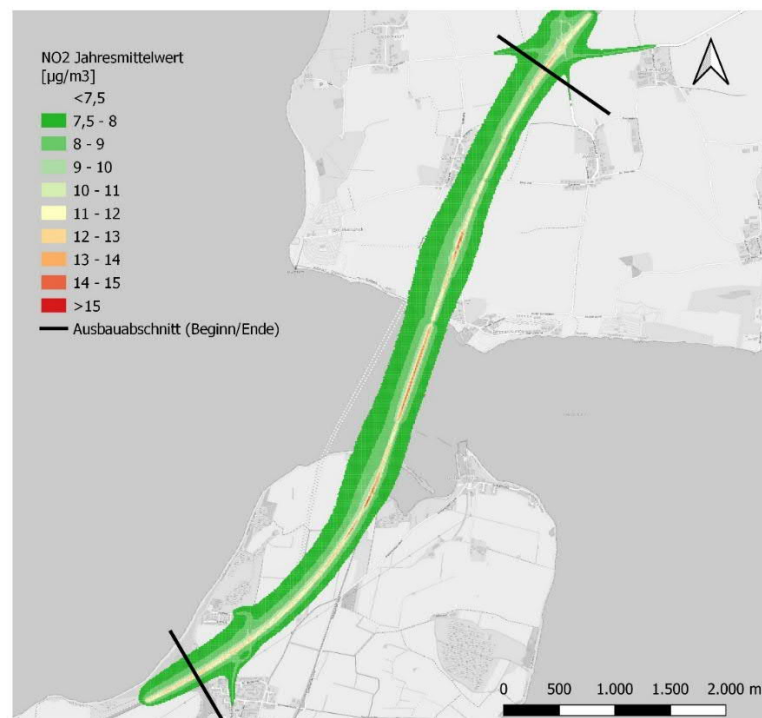
Durch die Wahl einer ausreichenden Partikelzahl (Qualitätsstufe $rate = 8$, entspricht einer Teilchenrate $= 8 \text{ s}^{-1}$) bei der Ausbreitungsrechnung wurde darauf geachtet, dass die modellbedingte statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens die Anforderungen gem. TA Luft, Anhang 2, Abs. 10 [16] eingehalten werden.

6. Ergebnisse der Luftschadstoffausbreitungsberechnungen

Ausgehend von den Schadstoffemissionen, den meteorologischen Verhältnissen und den weiteren Randbedingungen wurden die Stickstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet durch Ausbreitungsrechnung mit LASAT [22] ermittelt. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Schadstoffimmissionen im Nullfall und im Planfall für das Prognose-Jahr 2035 (Emissionsfaktoren für das Jahr 2029) im Plangebiet dargestellt. Die Immissionen werden in den flächenhaften Karten auf einer mittleren Höhe von 1,5 m über dem Gelände dargestellt. Diese Schichthöhe entspricht somit dem üblichen Aufenthaltsbereich (Kopfbereich) des Menschen.

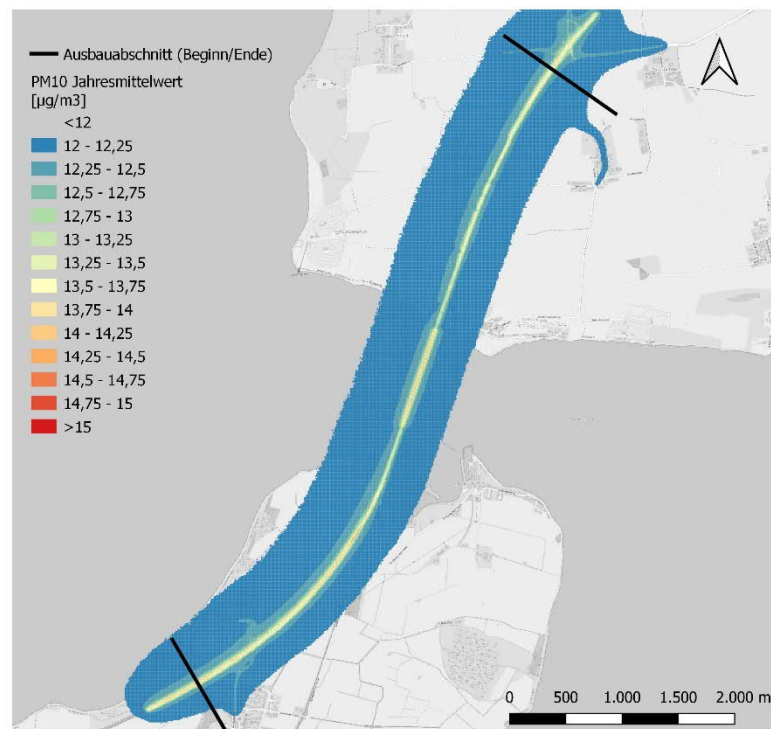
6.1 Prognose-Nullfall

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen des Nullfalls ist aus den Abbildungen 10 bis 12 für die Schadstoffkomponenten NO_2 , PM_{10} , und $\text{PM}_{2,5}$ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Gelände flächenhaft dargestellt.



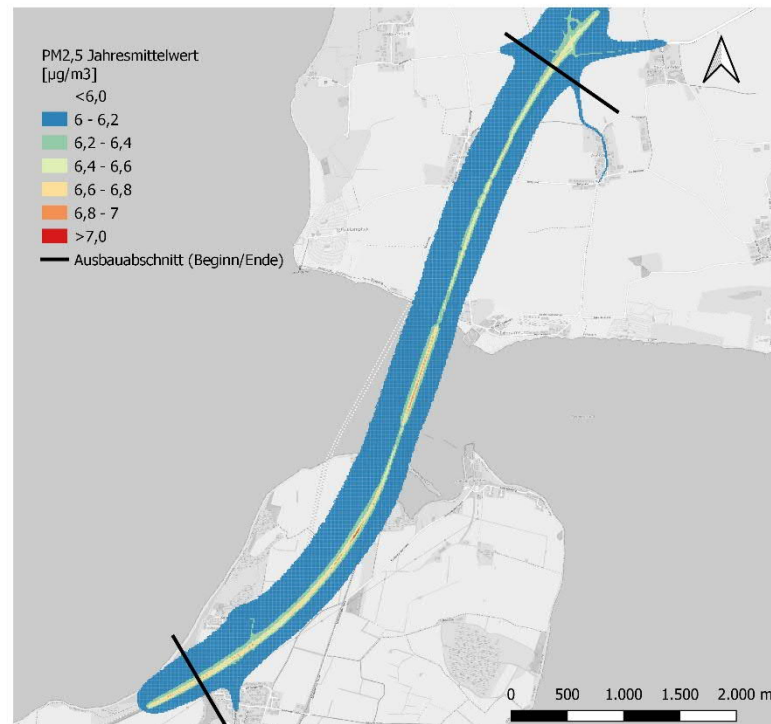
© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 10: Prognose-Nullfall – NO₂- Jahresmittelwerte



© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 11: Prognose-Nullfall – PM₁₀- Jahresmittelwerte



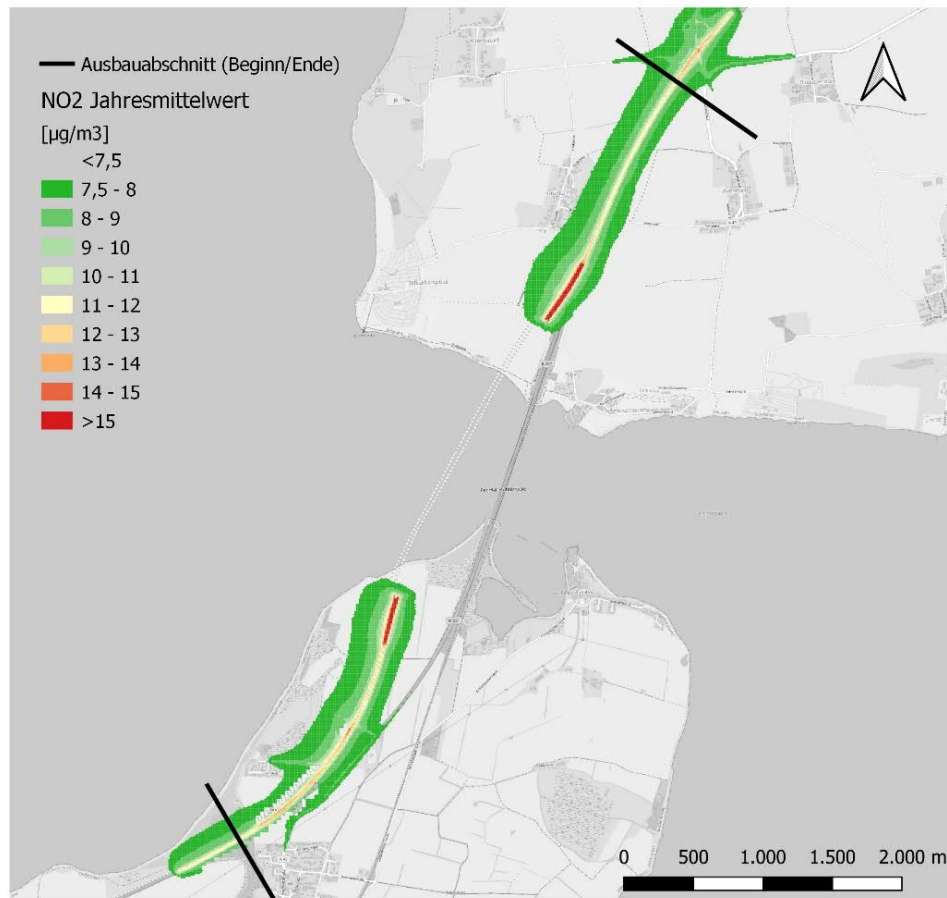
© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 12: Prognose-Nullfall – PM_{2,5}- Jahresmittelwerte

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die höchsten Belastungen in Orthfeld 1a (Bereich Kinderhaus) und Struckamp 66 auftreten. Die Luftschadstoffbelastungen betragen hier bis zu $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO₂, $12,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM₁₀ und $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{2,5}. Mit zunehmendem Abstand von den untersuchten Straßenverkehrswegen nehmen die Luftschadstoffbelastungen weiter ab, sodass die Luftschadstoffbelastung im Bereich der Hintergrundbelastungen liegen.

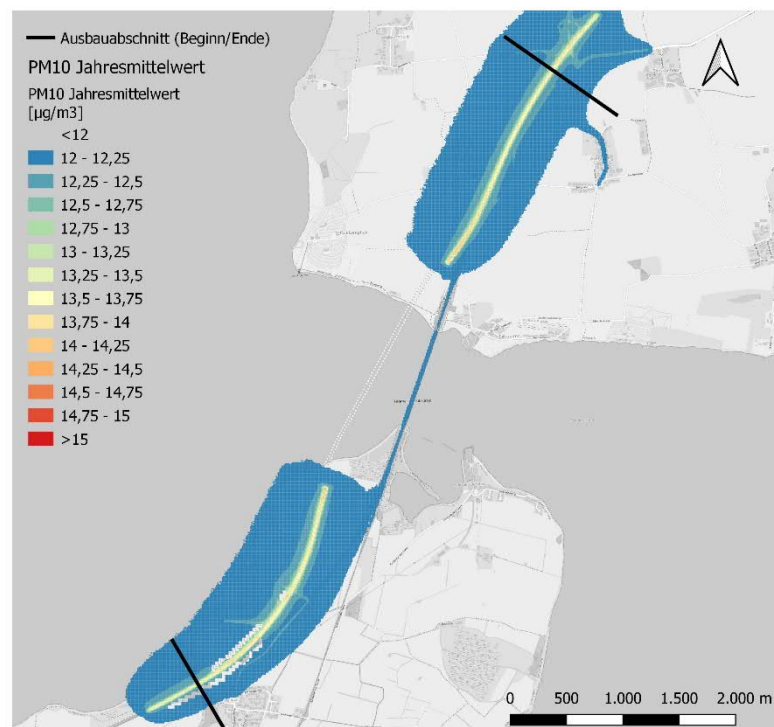
6.2 Prognose-Planfall

Das Ergebnis der Ausbreitungsberechnungen des Planfalls ist aus den Abbildungen 13 bis 15 für die Schadstoffkomponenten NO₂, PM₁₀, und PM_{2,5} für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Gelände flächenhaft dargestellt.



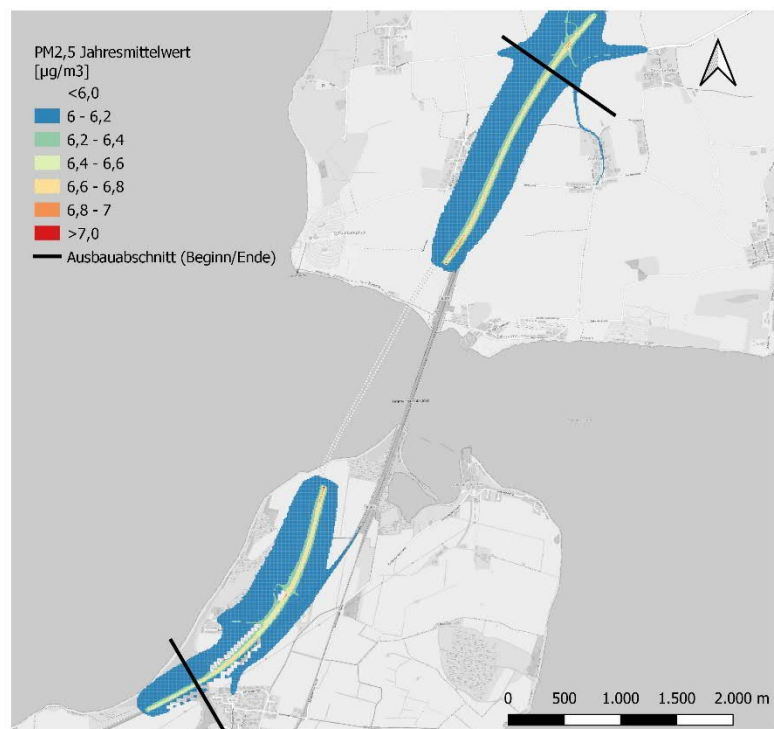
© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 13: Prognose-Planfall – NO₂- Jahresmittelwerte



© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Abbildung 14: Prognose-Planfall – PM₁₀- Jahresmittelwerte



© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

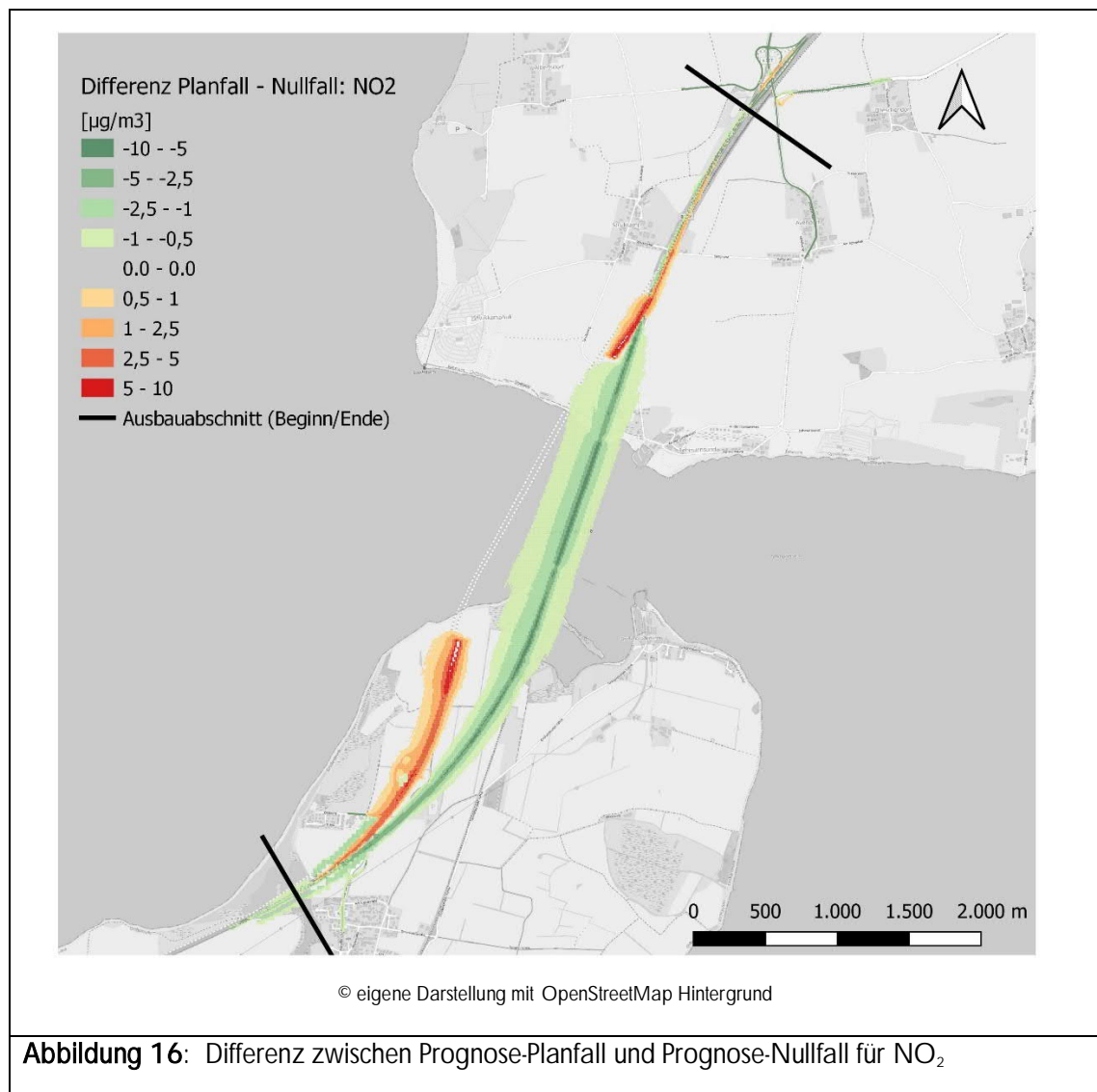
Abbildung 15: Prognose-Planfall – PM_{2,5}- Jahresmittelwerte

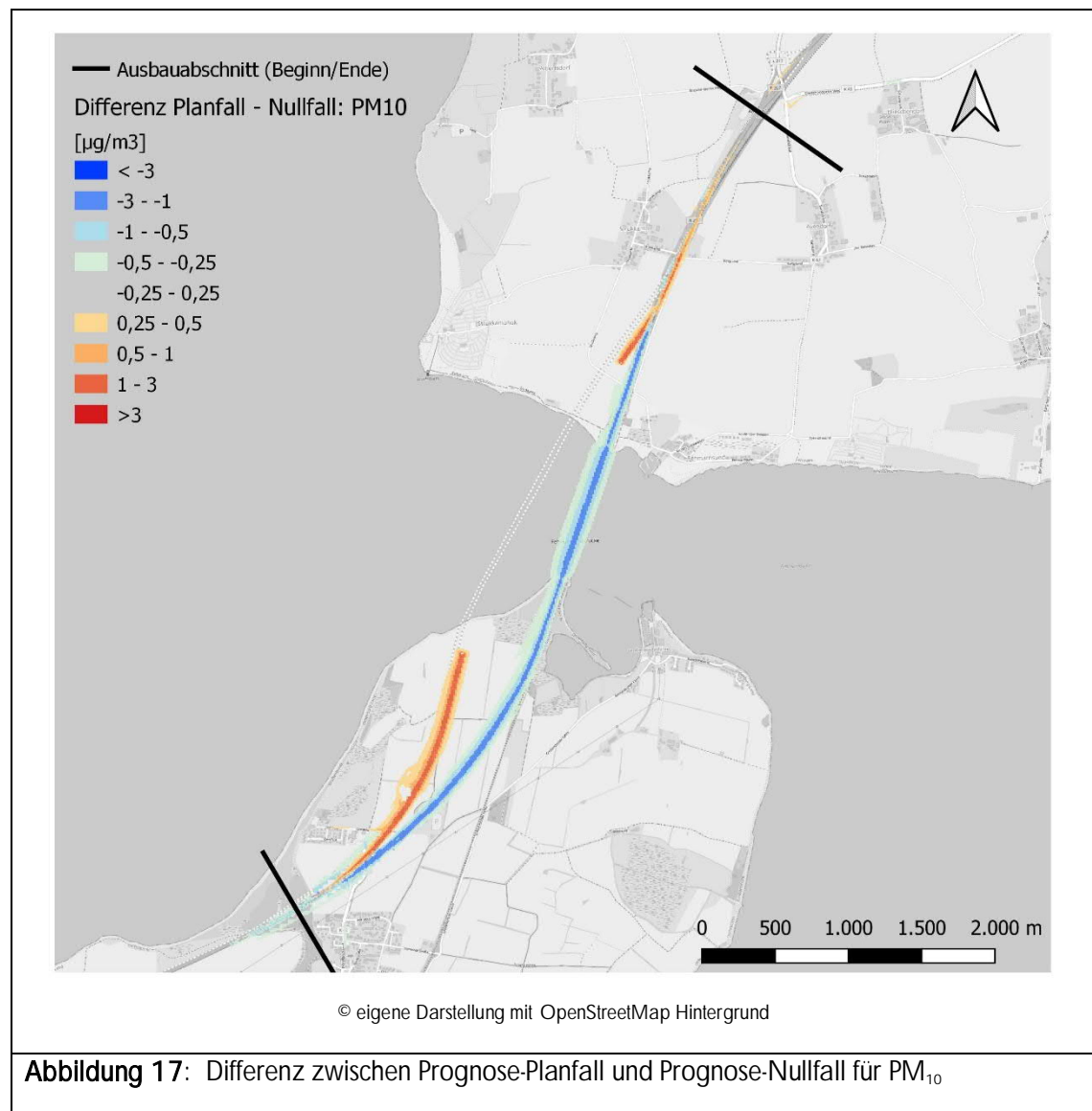
Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die höchsten Belastungen in Orthfeld 1a (Bereich Kinderhaus) und Struckamp 66 auftreten. Die Luftschadstoffbelastungen betragen in Orthfeld 1a bis zu $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $12,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$ und in Struckamp bis zu $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 , $12,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$. Mit zunehmendem Abstand von den untersuchten Straßenverkehrswegen nehmen die Luftschadstoffbelastungen weiter ab, sodass die Luftschadstoffbelastung im Bereich der Hintergrundbelastungen liegen.

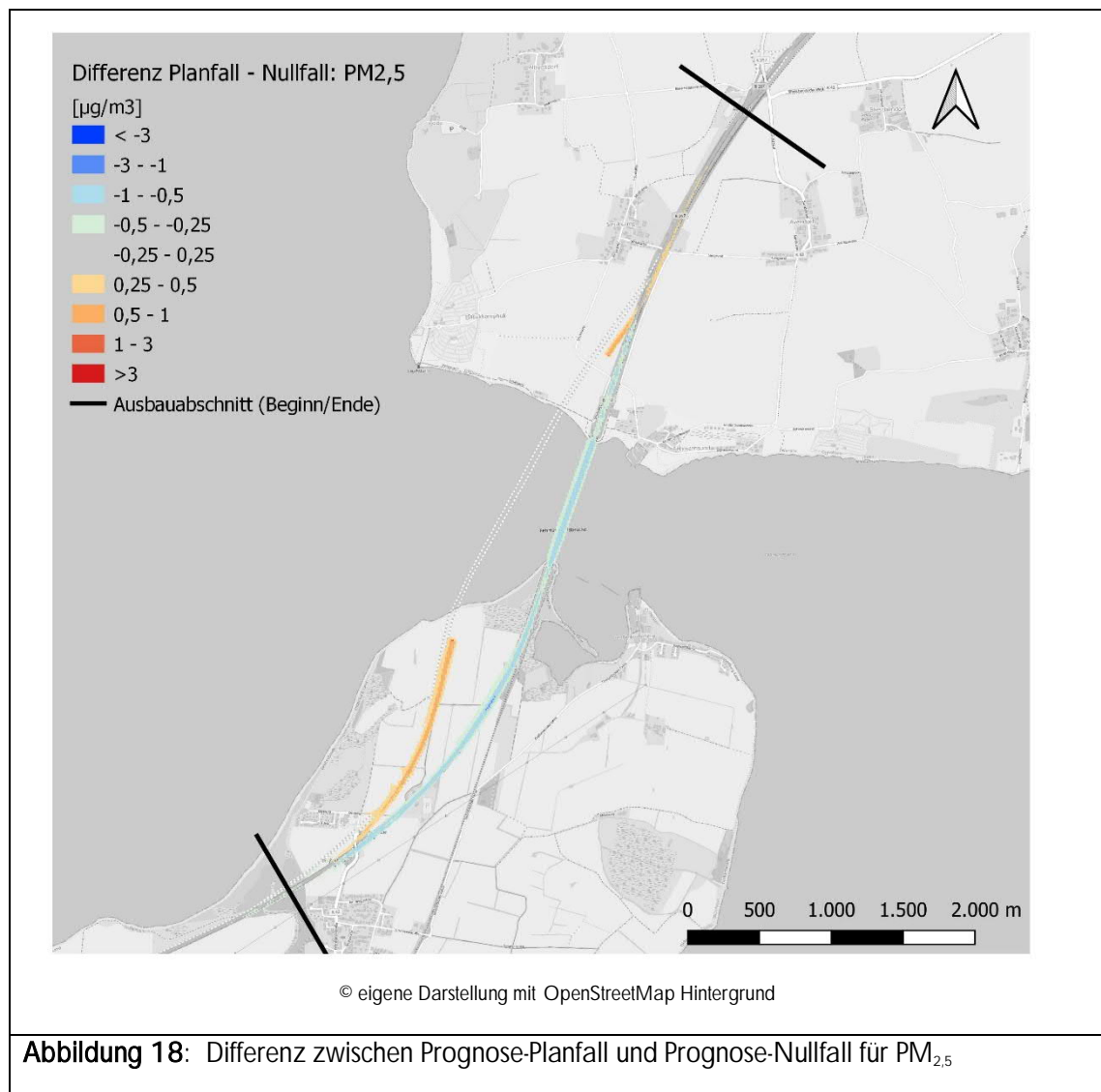
6.3 Auswirkungen auf die Nachbarschaft

Im Rahmen raumbedeutsamer Planungen sind die hervorgerufenen Auswirkungen der Planung auf die Nachbarschaft so weit wie möglich zu vermeiden.

Die verkehrlichen Auswirkungen des Planvorhabens sind aus einer flächenhaften Differenzbetrachtung (Planfall – Nullfall) für die Höhe $h = 1,5 \text{ m}$ und Luftschadstoffkomponenten NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ aus den Abbildungen 16-18 ersichtlich.







Nach Realisierung des Planvorhabens kommt es entlang des angrenzenden Straßennetzes in Teilen der Nachbarschaft zu Erhöhungen aber auch in Teilen zu Verringerungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffwerte.

Gemäß TA Luft [16] sind auch bei einer Überschreitung der Immissionsgrenzwerte der behandelten Schadstoffkomponenten (NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5}) keine schädlichen Umwelteinwirkungen zu erwarten, sofern die Zusatzbelastung einer Anlage nicht mehr als 3,0 % des Immissions-Jahresmittelwertes und damit irrelevant zur Gesamtbelastung beiträgt. Im vorliegenden Fall wird die zulässige Erhöhung von 1,2 µg/m³ NO₂ und PM₁₀ bzw. 0,75 für PM_{2,5} an keinen Bestandsgebäuden überschritten. Es treten maximale Erhöhungen von bis zu 0,3 µg/m³ für NO₂ am Bestandsgebäude Sietgrund 69 auf. Luftschadstofferhöhungen von Feinstaub an Bestandsgebäuden werden nicht prognostiziert. Die Erhöhungen für Stickstoffdioxid befinden sich nicht im Bereich des Relevanzkriteriums gemäß TA Luft [16] von 1,2 µg/m³. Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ PM₁₀ an mehr als 35 Tagen/Jahr sind ebenfalls unwahrscheinlich, da gemäß [47] erst ab einer Feinstaubbelastung von mehr als 31 µg/m³ PM₁₀ im Jahr, die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} an mehr als 35 Tagen gegeben ist und die höchsten PM_{10} -Konzentrationen maximal 12,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} betragen.

Die geringen Erhöhungen der Luftschadstoffbelastungen nach Realisierung des Planvorhabens gekoppelt mit einer weiterhin zuverlässigen Unterschreitung der Jahresmittelgrenzwerte für die maßgeblichen Schadstoffkomponenten in der gesamten unmittelbaren Nachbarschaft erscheinen aus lufthygienischer Sicht nicht relevant, gerade vor dem Hintergrund, dass sich durch die Planung vor allem auch Verbesserungen der lufthygienischen Situation in der Nachbarschaft ergeben.

7. Ergebnisse der Stickstoffdepositionsrechnungen

Die ermittelten Luftschadstoffkonzentrationen wurden entsprechend des relativen Gewichtsanteils von Stickstoff im jeweiligen Spurenstoff (NO , NO_2 und NH_3) sog. Stöchiometriefaktor in N-Depositionen umgerechnet [24]. In den folgenden Abbildungen sind die durch die vorhabenbedingte Zusatzbelastung verursachten Stickstoffdepositionen im Bereich der FFH-Gebiete dargestellt.



Abbildung 19: Vorhabenbedingte Zusatzbelastung – FFH-Gebiet Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel (1631-393), Bereich Süd

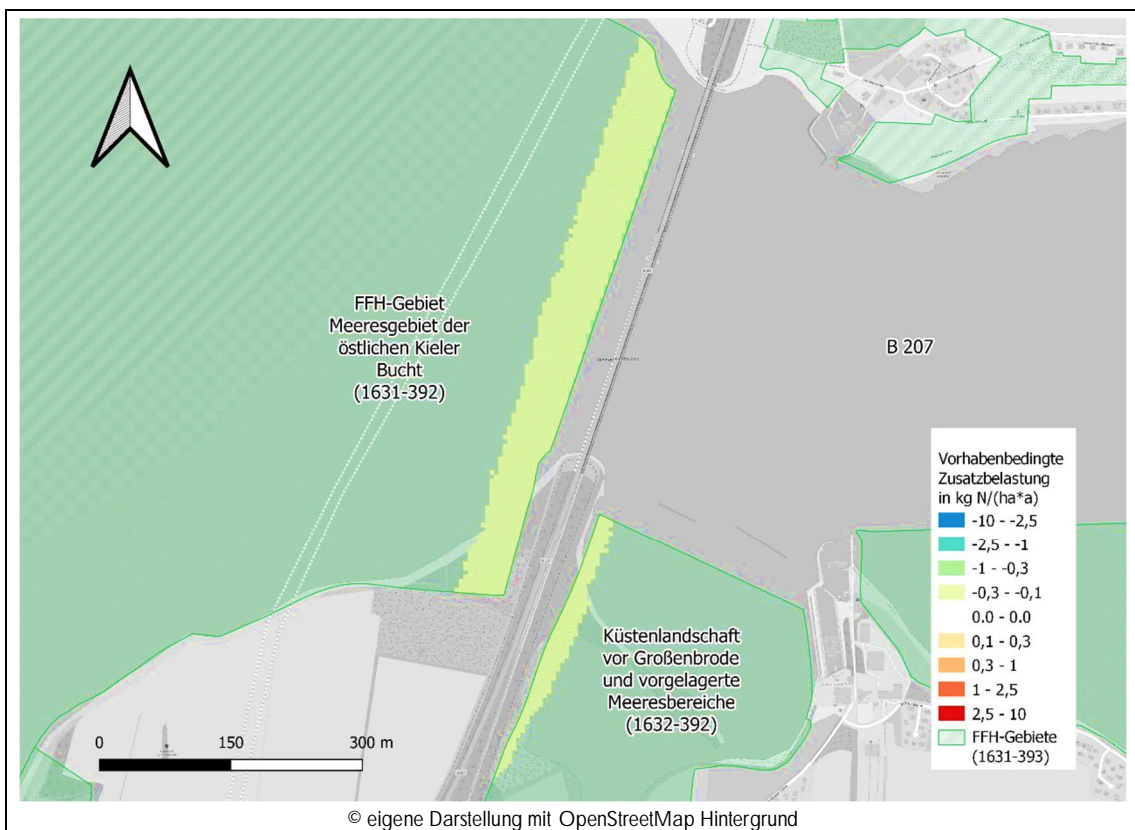


Abbildung 20: Vorhabenbedingte Zusatzbelastung – FFH-Gebiet Küstenlandschaft Nordseite der Wagrischen Halbinsel (1631-393), Bereich Süd

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass durch das Vorhaben keine Erhöhungen der Stickstoffdepositionen im Bereich bestehender FFH-Gebiete auftreten.

8. Kohlendioxid-Emissionen

Im vorliegenden Fall wurden alle Straßen, die in der Verkehrsuntersuchung enthalten sind, berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der Länge der Verkehrsabschnitte und der zugrunde liegenden Verkehrsmengen ergeben sich

- im Prognose-Nullfall ca. 158.000 Fahrkilometer pro Tag
- im Prognose-Planfall ca. 192.000 Fahrkilometer pro Tag

Die Fahrleistung, d.h. die prognostizierten Kilometer aller Fahrzeuge im Jahr beträgt somit im Prognose-Nullfall 58 Mio. km/a und im Prognose-Planfall 70 Mio. km/a. Das entspricht einer Erhöhung der Fahrleistung im Planfall gegenüber dem Nullfall um ca. 17%.

Unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren für CO₂ gemäß dem Handbuch für Emissionsfaktoren werden somit im Prognose-Nullfall ca. 9.240 to/a CO₂ freigesetzt. Im Prognose-Planfall betragen die CO₂-Emissionen insgesamt 9.150 to/a. Somit sinken die CO₂-Emissionen trotz höherer Fahrleistung

im Vergleich zum Prognose-Nullfall um ca. 90 t/a. Ursächlich für die niedrigeren CO₂-Emissionen bei gleichzeitig höherer Fahrleistung sind

- Reduzierungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (100 km/h → 80 km/h im Bereich der Fehmarnsundbrücke bzw. des Absenktunnels) und
- Verbesserung des Verkehrsflusses aufgrund zusätzlicher Fahrspuren im Bereich der Fehmarnsundbrücke bzw. des Absenktunnels

Folgende Tabelle fasst die wesentlichen Ergebnisse der CO₂-Bilanz zusammen:

Situation	CO ₂ -Emissionen [t/a]	Änderungen [t/a]	Änderungen [%]
Prognose-Nullfall	9.240	- 90	- 1,0
Prognose-Planfall	9.150		

9. Aktuelle Verkehrszahlen – Auswirkungen auf die verkehrsbedingte Lufthygiene

Seit dem 31.03.2025 liegt ein aktuelles Verkehrsgutachten vor [18]. Im Vergleich zu den bisherigen Verkehrszahlen, die auch Grundlage für die luftschadstofftechnischen Berechnungen waren, ergaben sich lediglich im Bereich der Anschlussstelle (AS) Großenbrode Änderungen. Dabei steigen oder sinken die Verkehrszahlen im Prognose-Nullfall und -Planfall jeweils nur geringfügig.

Zur Beurteilung der Auswirkungen auf die lufthygienische Situation wurden die aktuellen Verkehrszahlen [18] mit den bisherigen Zahlen verglichen [17]:

1) Erhöhung der Verkehrszahlen im Planfall:

Nur wenn im aktuellen Planfall eine Erhöhung der Verkehrszahlen gegenüber dem vormaligen Planfall vorliegt, kann es zu einer Zunahme der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung kommen. Daher wurden für die weiteren Betrachtungen ausschließlich Querschnitte berücksichtigt, bei denen im Vergleich zum vorherigen Stand höhere Verkehrsmengen festgestellt wurden. Relevant sind dabei alle Querschnitte mit einem Anstieg des DTV-Werts und/oder des Schwerverkehrsanteils. Dies betrifft folgende Querschnitte: 1.1, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3 bzw. 3.1, 2.4, 3.3, 8.1, 22.1, 22.3, 23.1, 23.2 und 23.3.

2) Ermittlung der Emissionsfaktoren:

Für die oben genannten Querschnitte wurden die Emissionsfaktoren gemäß HBEFA 4.2 [10] unter Anwendung des in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Verfahrens berechnet. Die resultierenden Emissionen sind Anlage 2 zu entnehmen. Ein Vergleich zeigt, dass sich die Emissionen infolge der aktuellen Verkehrszahlen maximal um 0,15 g/(m*d) für NO₂, 0,05 g/(m*d) für PM₁₀, 0,02 g/(m*d) für PM_{2.5} und 0,03 g/(m*d) für NH₃ erhöhen (Querschnitt 23.1). Demnach betragen die Schadstoffemissionen im Bereich des Querschnitts 23.1 0,35 g/(m*d) für NO₂, 0,05 g/(m*d) für PM₁₀, 0,02 g/(m*d) für PM_{2.5} und 0,03 g/(m*d) für NH₃. Somit liegt hier eine prozentuale Erhöhung zwischen 74 und 84 % für die o.g. Schadstoffkomponenten vor. Im Bereich des Querschnitts 2.1 nehmen die Schadstoffbelastungen prozentual

um bis zu 210% zu, jedoch sind aufgrund der geringen Verkehrsmengen in diesem Bereich (400 Kfz/24h) die absoluten Schadstoffbelastungen weiterhin sehr gering ($0,05 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ für NO_2 , $0,02 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ für PM_{10} , $0,01 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ für $\text{PM}_{2.5}$ und $0,01 \text{ g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ für NH_3)

3) Auswirkungen auf die Nachbarschaft und die angrenzenden FFH-Gebiete:

Um mögliche Auswirkungen auf die Nachbarschaft sowie zusätzliche vorhabenbedingte Stickstoffdepositionen beurteilen zu können, wurde untersucht, wie sich die Differenz zwischen Prognose-Planfall und Prognose-Nullfall in den beiden Verkehrszahlenständen darstellt. Ist der Zuwachs zwischen Null- und Planfall in den aktuellen Verkehrszahlen [18] geringer als im alten Datenstand [17], kann davon ausgegangen werden, dass sich auch die Auswirkungen auf Mensch und Natur entsprechend reduzieren – wie in Kapitel 6.3 dargestellt. Die maximalen Verkehrszunahmen betragen ca. 60 Kfz/24h (DTV) (Querschnitt 2.1) und ca. 10 SV/24h (DTV-SV). Solche Zunahmen sind hinsichtlich der Auswirkungen auf die Nachbarschaft und FFH-Gebiete vernachlässigbar. Im Bereich des Querschnitts 23.1 wurden zwar die höchsten Zunahmen der Absolutbelastung zwischen den Planfällen ermittelt (vgl. 2)), dennoch verringern sich die Luftschadstoffbelastungen in diesem Bereich (Nordlandstraße) zwischen Null- und Planfall, sodass durch die Realisierung des Planvorhabens eine Abnahme der Schadstoffbelastung zu erwarten ist.

Die vorgenannten Ausführungen und die in Anlage 2 dargestellten Emissionen bzw. Verkehrsvergleiche zeigen keine relevanten Erhöhungen der Schadstoffemissionen bzw. der Verkehrsbelastung. Die lufthygienische Situation wird sich somit nicht bzw. nur in einem vernachlässigbaren Umfang verändern. Aus diesen Gründen wurde auf erneute, aufwendige Ausbreitungsberechnungen unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrszahlen verzichtet.

Dieses Gutachten umfasst 43 Seiten und 3 Anlagen. Die auszugsweise Vervielfältigung des Gutachtens ist nur mit Zustimmung der Möhler + Partner Ingenieure GmbH gestattet.

München, den 30. April 2025

Möhler + Partner Ingenieure GmbH



i.A. M. Sc. P. Patsch



i.V. M. Sc. C. Bews.

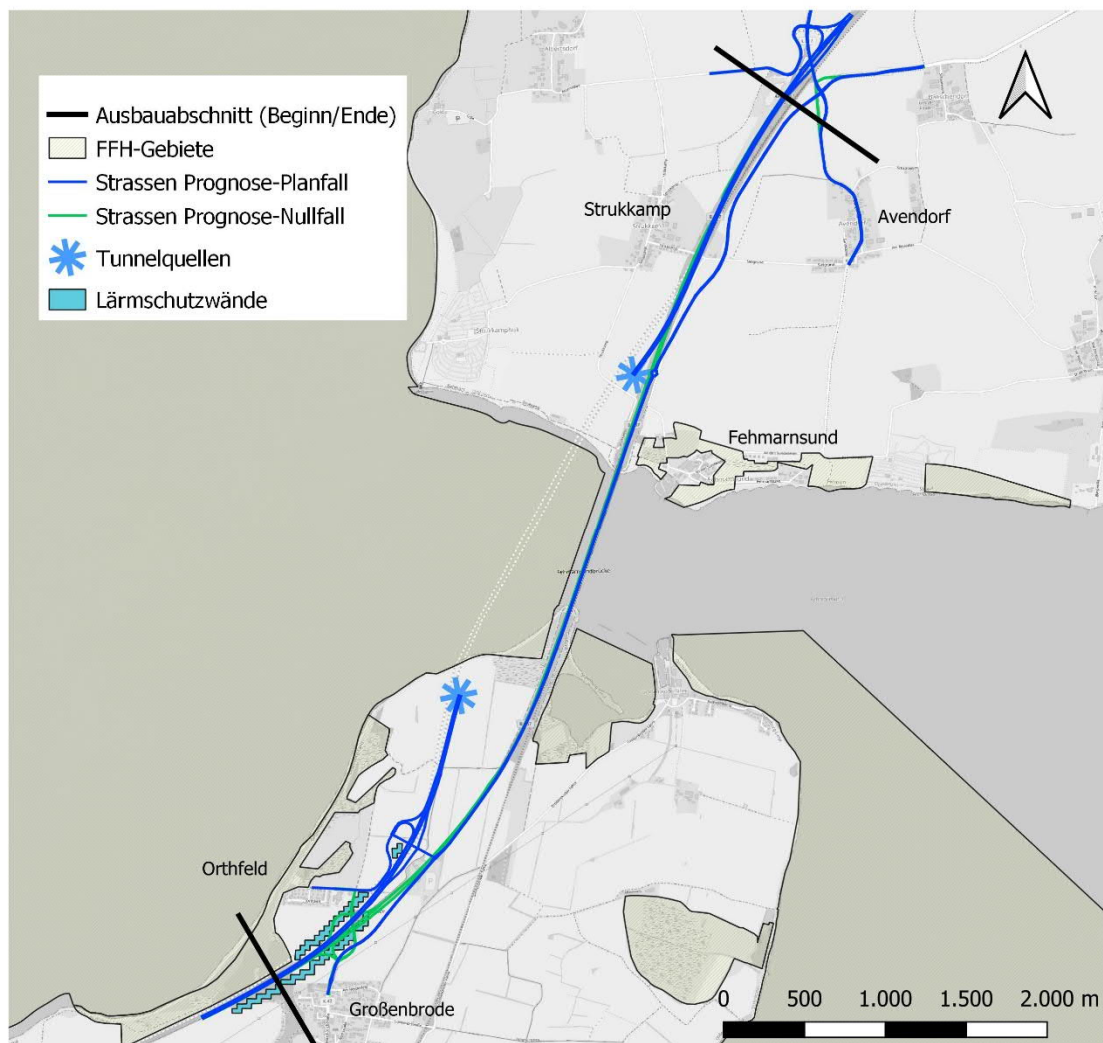
10. Anlagen

Anlage 1: Lageplan

Anlage 2: Emissionsprognose

Anlage 3: Windfeldberechnungen – Auszug aus der AKTERM

Anlage 1: Übersichtslageplan



© eigene Darstellung mit OpenStreetMap Hintergrund

Anlage 2: Emissionsprognose

Prognose-Nullfall – Straßeneigenschaften und Verkehrsmengen

ID	Name	Gebietstyp	Straßentyp	Spuren	Tempolimit	DTV Kfz/24h		SLKW %
1	Q1.1 B207	0	9	2	80	9.536	10,7	10,7%
2	Q1.2	0	9	2	80	8.628	11,3	11,3%
3	Q1.3	0	9	2	80	8.700	9,8	9,8%
4	Q1.4	0	9	2	80	9.257	10,8	10,8%
5	Q1.5	0	9	1	80	9.812	10,6	10,6%
6	Q1.5	0	9	1	80	9.812	10,6	10,6%
7	Q1.5	0	9	2	80	9.812	10,6	10,6%
8	Q1.5	0	9	2	100	9.812	10,6	10,6%
9	Q1.5	0	9	1	100	9.812	10,6	10,6%
10	Q1.5	0	9	1	100	9.812	10,6	10,6%
11	Q2.1 Abfahrt B206 FR Nord	0	2	1	70	1.100	4,5	4,5%
12	Q2.2 Auffahrt B207 FR Nord	0	2	1	70	1.257	2,7	2,7%
13	Q2.4 Nordladstrasse	0	2	1	100	1.419	5,7	5,7%
14	Q3.1 Nordlandstrasse/Orthfeld	0	2	1	50	731	6,0	6,0%
15	Q3.2 Orthfeld	0	0	1	30	1.395	2,5	2,5%
16	Q3.3 Abfahrt B206 FR Sued	0	2	1	70	1.109	9,3	9,3%
17	Q3.4 Auffahrt B207 Sued	0	2	1	70	715	6,2	6,2%
18	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0	2	1	50	838	2,7	2,7%
19	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0	0	1	30	838	2,7	2,7%
20	Q5.2 Hochfelder Mühle	0	1	1	50	2.185	2,6	2,6%
21	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207	0	2	1	70	497	3,7	3,7%
22	Q5.4 Avebdorf Auffahrt B207	0	2	1	70	2.776	3,8	3,8%
23	Q6.1	0	1	1	70	3.344	11,5	11,5%
24	Q6.2	0	1	1	50	2.128	3,3	3,3%
25	Q6.3Avebdorf Auffahrt B207	0	1	1	70	298	0,8	0,8%
26	Q6.4 Hochfelder Mühle	0	1	1	50	2.402	2,1	2,1%
27	Q7.3 Sundstraat	0	2	1	70	1.957	0,9	0,9%
28	Q7.4 Sundstraat (K43)	0	2	1	70	543	1,7	1,7%
29	Q8.2 B207	0	9	2	100	8.140	12,5	12,5%
30	Q8.3 B207	0	9	2	100	6.751	14,3	14,3%
31	Q8.4 B207	0	9	2	100	7.149	13,8	13,8%

Gebietstyp 0: außerorts

Straßentyp: 9 = Fern- Bundesstraße, 1/2 = Hauptverkehrsstraße gerade/kurvig, 0 = Erschließungsstraße

Prognose-Nullfall – LOS-Verteilung (Level of Service)

ID	Name	LOS1 % (flüssig)	LOS2 % (dicht)	LOS3 % (gesättigt)	LOS4 % (stop&go)	LOS5 % (stop&go2)
1	Q1.1 B207	100	0	0	0	0
2	Q1.2	100	0	0	0	0
3	Q1.3	100	0	0	0	0
4	Q1.4	100	0	0	0	0
5	Q1.5	20,4	79,6	0	0	0
6	Q1.5	20,4	79,6	0	0	0
7	Q1.5	100	0	0	0	0
8	Q1.5	100	0	0	0	0
9	Q1.5	20,4	79,6	0	0	0
10	Q1.5	20,4	79,6	0	0	0
11	Q2.1 Abfahrt B206 FR Nord	100	0	0	0	0
12	Q2.2 Auffahrt B207 FR Nord	100	0	0	0	0
13	Q2.4 Nordladstrasse	100	0	0	0	0
14	Q3.1 Nordlandstrasse/Orthfeld	100	0	0	0	0
15	Q3.2 Orthfeld	100	0	0	0	0
16	Q3.3 Abfahrt B206 FR Sued	100	0	0	0	0
17	Q3.4 Auffahrt B207 Sued	100	0	0	0	0
18	Q5.1 Zur Alten Schmiede	100	0	0	0	0
19	Q5.1 Zur Alten Schmiede	100	0	0	0	0
20	Q5.2 Hochfelder Mühle	100	0	0	0	0
21	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207	100	0	0	0	0
22	Q5.4 Avebdorf Auffahrt B207	100	0	0	0	0
23	Q6.2	100	0	0	0	0
24	Q6.3Avebdorf Auffahrt B207	100	0	0	0	0
25	Q6.4	100	0	0	0	0
26	Q6.4 Hochfelder Mühle	100	0	0	0	0
27	Q7.3 Sundstraat	100	0	0	0	0
28	Q7.4 Sundstraat (K43)	100	0	0	0	0
29	Q8.2 B207	100	0	0	0	0
30	Q8.3 B207	100	0	0	0	0
31	Q8.4 B207	100	0	0	0	0

Prognose-Nullfall – Emissionen

ID	Name	Emissionen NO _x g/(m³d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m³d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m³d)	Emissionen NH ₃ g/(m³d)	Emissionen CO ₂ kg/(m³d)
1	Q1.1 B207	0,98	0,40	0,15	0,15	1,46
2	Q1.2	0,91	0,37	0,13	0,13	1,34
3	Q1.3	0,87	0,36	0,13	0,13	1,31
4	Q1.4	0,73	0,29	0,11	0,10	1,07
5	Q1.5	1,10	0,41	0,17	0,11	1,52
6	Q1.5	1,59	0,41	0,17	0,11	1,63
7	Q1.5	1,01	0,41	0,15	0,15	1,50
8	Q1.5	1,14	0,41	0,14	0,15	1,61
9	Q1.5	1,70	0,41	0,15	0,15	1,70
10	Q1.5	1,22	0,41	0,15	0,15	1,60
11	Q2.1 Abfahrt B206 FR Nord	0,11	0,03	0,02	0,01	0,15
12	Q2.2 Auffahrt B207 FR Nord	0,11	0,04	0,02	0,01	0,17
13	Q2.4 Nordladstrasse	0,17	0,05	0,02	0,01	0,22
14	Q3.1 Nordlandstrasse/Orthfeld	0,10	0,02	0,01	0,01	0,11
15	Q3.2 Orthfeld	0,15	0,05	0,02	0,02	0,21
16	Q3.3 Abfahrt B206 FR Sued	0,13	0,04	0,02	0,01	0,18
17	Q3.4 Auffahrt B207 Sued	0,07	0,02	0,01	0,01	0,11
18	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0,11	0,03	0,02	0,01	0,14
19	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0,11	0,03	0,02	0,01	0,15
20	Q5.2 Hochfelder Mühle	0,19	0,06	0,04	0,02	0,27
21	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207	0,05	0,01	0,01	0,00	0,07
22	Q5.4 Avebdorf Auffahrt B207	0,26	0,08	0,05	0,03	0,38
23	Q6.2	0,19	0,06	0,04	0,02	0,27
24	Q6.3Avebdorf Auffahrt B207	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03
25	Q6.4	0,37	0,12	0,06	0,03	0,52
26	Q6.4 Hochfelder Mühle	0,20	0,07	0,04	0,02	0,29
27	Q7.3 Sundstraat	0,16	0,05	0,03	0,02	0,25
28	Q7.4 Sundstraat (K43)	0,05	0,02	0,01	0,01	0,07
29	Q8.2 B207	1,00	0,36	0,12	0,13	1,39
30	Q8.3 B207	0,87	0,31	0,11	0,10	1,20
31	Q8.4 B207	0,91	0,32	0,11	0,11	1,25

Prognose-Planfall – Straßeneigenschaften und Verkehrsmengen

ID	Name	Gebietstyp	Straßentyp	Spuren	Tempolimit	DTV Kfz/24h	SLKW %
1	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Nord	0	9	2	100	8.948	11,1%
2	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Sued	0	9	2	100	8.948	11,1%
3	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Nord	0	9	2	100	8.948	11,1%
4	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Sued	0	9	2	100	8.948	11,1%
5	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Nord	0	9	2	80	8.864	11,2%
6	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Sued	0	9	2	80	8.864	11,2%
7	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri N	0	9	2	100	8.864	11,2%
8	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri Sued	0	9	2	100	8.864	11,2%
9	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Nord	0	9	2	80	9.324	11,1%
10	Q1.5 B207, noerdl Gb, Trog Ri N*	0	9	2	80	9.324	11,1%
11	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Sued	0	9	2	80	9.324	11,1%
12	Q1.5 B207, noerdl Gb, Trog Ri S	0	9	2	80	9.324	11,1%
13	Q2.1 AS Gb Ostrampe Abfahrt	0	1	1	100	168	0,5%
14	Q2.2 AS Gb Ostrampe Zufahrt	0	1	1	80	1.000	3,4%
15	Q2.3	0	1	2	50	1.928	4,1%
16	Q2.4	0	1	2	50	2.112	4,9%
17	Q3.2	0	0	2	30	2.792	2,5%
18	Q3.2	0	2	2	50	2.792	2,5%
19	Q3.3 AS Gb Westrampe Abfahrt	0	2	1	80	584	16,5%
20	Q3.4 AS Grb Westrampe Zufahrt	0	2	1	100	672	5,6%
21	Q5.1 Zur alten Schmiede	0	0	1	30	676	4,1%
22	Q5.1 Zur alten Schmiede	0	2	1	50	676	4,1%
23	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0	0	1	30	676	4,1%
24	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0	2	1	50	676	4,1%
25	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	0	1	1	50	2.200	2,6%
26	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	0	1	1	50	2.200	2,6%
27	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207 Fr	0	2	1	100	496	3,7%
28	Q5.4 Avebdorf Auffahrt B207 Fr	0	2	1	100	2.184	4,4%
29	Q6.1	0	1	1	100	2.960	1,8%
30	Q6.2	0	1	1	50	1.940	2,5%
31	Q6.3 Avebdorf Auffahrt B207 Fr	0	1	1	100	296	0,8%
32	Q6.4	0	1	1	50	1.940	2,4%
33	Q7.1	0	1	1	100	356	0,2%
34	Q7.1	0	1	1	100	356	0,2%
35	Q7.2	0	1	1	50	1.940	2,4%
36	Q7.2	0	1	1	50	1.940	2,4%
37	Q7.3 Blieschendorf	0	1	1	70	1.972	2,1%
40	Q7.3 Sundstraat	0	2	1	70	1.972	2,1%
41	Q7.4 Sunderstraat	0	2	1	50	428	1,6%
42	Q7.4 Sunderstraat	0	2	1	50	428	1,6%
43	Q7.4 Sunderstraat	0	2	1	70	428	1,6%
44	Q7.4 Sunderstraat	0	2	1	70	428	1,6%
45	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	0	9	2	80	9.324	11,1%
46	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	0	9	2	80	9.324	11,1%
47	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	0	9	2	80	9.324	11,1%
48	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	0	9	2	80	9.324	11,1%
49	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri No	0	9	2	80	9.324	11,1%
50	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri Su*	0	9	2	80	9.324	11,1%
51	Q8.2 B207	0	9	2	100	7.836	12,9%
52	Q8.3 B207	0	9	2	100	6.752	14,3%
53	Q8.3 B207	0	9	2	100	6.752	14,3%
54	Q8.4 B207	0	9	2	100	7.144	13,6%
55	Q23.1	0	1	1	100	840	6,2%
56	Q23.1	0	1	1	50	840	6,2%
57	Q23.1	0	1	1	50	840	6,2%
58	Q23.3	0	1	1	80	492	0,9%

*: Die Verkehrsmengen des Straßenabschnitts, der in den Tunnel mündet, ist Basis für die Emissionsermittlung im Tunnel

Gebietstyp 0: außerorts

Straßentyp: 9 = Fern- Bundesstraße, 1/2 = Hauptverkehrsstraße gerade/kurvig, 0 = Erschließungsstraße

Prognose-Planfall – LOS-Verteilung (Level of Service)

ID	Name	LOS1 % (flüssig)	LOS2 % (dicht)	LOS3 % (gesättigt)	LOS4 % (stop&go)	LOS5 % (stop&go2)
1	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Nord	100	0	0	0	0
2	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Sued	100	0	0	0	0
3	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Nord	100	0	0	0	0
4	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Sued	100	0	0	0	0
5	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Nord	100	0	0	0	0
6	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Sued	100	0	0	0	0
7	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri N	100	0	0	0	0
8	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri Sued	100	0	0	0	0
9	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Nord	100	0	0	0	0
10	Q1.5 B207, noerdl Gb,Trog Ri N*	100	0	0	0	0
11	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Sued	100	0	0	0	0
12	Q1.5 B207, noerdl Gb,Trog Ri S	100	0	0	0	0
13	Q2.1 AS Gb Ostrampe Abfahrt	100	0	0	0	0
14	Q2.2 AS Gb Ostrampe Zufahrt	100	0	0	0	0
15	Q2.3	100	0	0	0	0
16	Q2.4	100	0	0	0	0
17	Q3.2	100	0	0	0	0
18	Q3.2	100	0	0	0	0
19	Q3.3 AS Gb Westrampe Abfahrt	100	0	0	0	0
20	Q3.4 AS Grb Westrampe Zufahrt	100	0	0	0	0
21	Q5.1 Zur alten Schmiede	100	0	0	0	0
22	Q5.1 Zur alten Schmiede	100	0	0	0	0
23	Q5.1 Zur Alten Schmiede	100	0	0	0	0
24	Q5.1 Zur Alten Schmiede	100	0	0	0	0
25	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	100	0	0	0	0
26	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	100	0	0	0	0
27	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207 Fr	100	0	0	0	0
28	Q5.4 Avebdorf Auffahrt B207 Fr	100	0	0	0	0
29	Q6.1	100	0	0	0	0
30	Q6.2	100	0	0	0	0
31	Q6.3Avebdorf Auffahrt B207 Fr	100	0	0	0	0
32	Q6.4	100	0	0	0	0
33	Q7.1	100	0	0	0	0
34	Q7.1	100	0	0	0	0
35	Q7.2	100	0	0	0	0
36	Q7.2	100	0	0	0	0
37	Q7.3 Blieschendorf	100	0	0	0	0
40	Q7.3 Sundstraat	100	0	0	0	0
41	Q7.4 Sunderstraat	100	0	0	0	0
42	Q7.4 Sunderstraat	100	0	0	0	0
43	Q7.4 Sunderstraat	100	0	0	0	0
44	Q7.4 Sunderstraat	100	0	0	0	0
45	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	100	0	0	0	0
46	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	100	0	0	0	0
47	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	100	0	0	0	0
48	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	100	0	0	0	0
49	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri No	100	0	0	0	0
50	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri Su*	100	0	0	0	0
51	Q8.2 B207	100	0	0	0	0
52	Q8.3 B207	100	0	0	0	0
53	Q8.3 B207	100	0	0	0	0
54	Q8.4 B207	100	0	0	0	0
55	Q23.1	100	0	0	0	0
56	Q23.1	100	0	0	0	0
57	Q23.1	100	0	0	0	0
58	Q23.3	100	0	0	0	0

*: Die Verkehrsmengen des Straßenabschnitts, der in den Tunnel mündet, ist Basis für die Emissionsermittlung im Tunnel

Prognose-Planfall – Emissionen

ID	Name	Emissionen NO _x g/(m³·d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m³·d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m³·d)	Emissionen NH ₃ g/(m³·d)	Emissionen CO ₂ kg/(m³·d)
1	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Nord	1,05	0,38	0,13	0,14	1,48
2	Q1.1 B207, suedl Bau, Ri Sued	1,05	0,38	0,13	0,14	1,48
3	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Nord	1,05	0,38	0,13	0,14	1,48
4	Q1.1 B207, suedl Gb, Ri Sued	1,05	0,38	0,13	0,14	1,48
5	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Nord	0,93	0,38	0,14	0,14	1,37
6	Q1.2 B207, noerdl Gb, Ri Sued	0,93	0,38	0,14	0,14	1,37
7	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri N	1,05	0,38	0,13	0,14	1,47
8	Q1.2 B207, suedl Gb, Ri Sued	1,05	0,38	0,13	0,14	1,47
9	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Nord	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
10	Q1.5 B207, noerdl Gb, Trog Ri N*	1,82	0,39	0,15	0,14	1,54
11	Q1.5 B207, noerdl Gb, Ri Sued	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
12	Q1.5 B207, noerdl Gb, Trog Ri S	1,82	0,39	0,15	0,14	1,54
13	Q2.1 AS Gb Ostrampe Abfahrt	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02
14	Q2.2 AS Gb Ostrampe Zufahrt	0,09	0,03	0,01	0,01	0,13
15	Q2.3	0,18	0,06	0,03	0,02	0,25
16	Q2.4	0,20	0,06	0,04	0,02	0,27
17	Q3.2	0,30	0,09	0,05	0,04	0,42
18	Q3.2	0,31	0,08	0,05	0,03	0,39
19	Q3.3 AS Gb Westrampe Abfahrt	0,08	0,03	0,01	0,01	0,11
20	Q3.4 AS Grb Westrampe Zufahrt	0,08	0,02	0,01	0,01	0,11
21	Q5.1 Zur alten Schmiede	0,08	0,03	0,01	0,01	0,11
22	Q5.1 Zur alten Schmiede	0,08	0,02	0,01	0,01	0,10
23	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0,08	0,03	0,01	0,01	0,11
24	Q5.1 Zur Alten Schmiede	0,08	0,02	0,01	0,01	0,10
25	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	0,19	0,06	0,04	0,02	0,27
26	Q5.2 Hochfelder Muehle L217	0,19	0,06	0,04	0,02	0,27
27	Q5.3 Avebdorf Abfahrt B207 Fr	0,06	0,02	0,01	0,00	0,07
28	Q5.4 Avebdorf Aufahrt B207 Fr	0,26	0,08	0,03	0,02	0,33
29	Q6.1	0,31	0,10	0,03	0,05	0,41
30	Q6.2	0,17	0,06	0,03	0,02	0,24
31	Q6.3 Avendorf Auffahrt B207 Fr	0,03	0,01	0,00	0,00	0,04
32	Q6.4	0,17	0,06	0,03	0,02	0,24
33	Q7.1	0,04	0,01	0,00	0,01	0,05
34	Q7.1	0,04	0,01	0,00	0,01	0,05
35	Q7.2	0,17	0,06	0,03	0,02	0,24
36	Q7.2	0,17	0,06	0,03	0,02	0,24
37	Q7.3 Blieschendorf	0,16	0,06	0,03	0,02	0,24
40	Q7.3 Sundstraat	0,17	0,06	0,03	0,02	0,26
41	Q7.4 Sunderstraat	0,04	0,01	0,01	0,00	0,06
42	Q7.4 Sunderstraat	0,04	0,01	0,01	0,00	0,06
43	Q7.4 Sunderstraat	0,04	0,01	0,01	0,00	0,06
44	Q7.4 Sunderstraat	0,04	0,01	0,01	0,00	0,06
45	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
46	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri No	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
47	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
48	Q8.1 B207, freie, Insel, Ri Su	0,97	0,39	0,14	0,14	1,44
49	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri No	1,82	0,39	0,15	0,14	1,54
50	Q8.1 B207, Trog, Insel, Ri Su*	1,82	0,39	0,15	0,14	1,54
51	Q8.2 B207	0,97	0,35	0,12	0,12	1,35
52	Q8.3 B207	0,87	0,31	0,11	0,10	1,20
53	Q8.3 B207	0,87	0,31	0,11	0,10	1,20
54	Q8.4 B207	0,90	0,32	0,11	0,11	1,25
55	Q23.1	0,10	0,03	0,01	0,01	0,13
56	Q23.1	0,09	0,03	0,02	0,01	0,11
57	Q23.1	0,09	0,03	0,02	0,01	0,11
58	Q23.3	0,04	0,02	0,01	0,00	0,06

*: Die Verkehrsmengen des Straßenabschnitts, der in den Tunnel mündet, ist Basis für die Emissionsermittlung im Tunnel

Vergleich der Schadstoffemissionen zwischen den Verkehrszahlen aus dem Jahr 2024 und dem Jahr 2025 [18] für den Prognose-Planfall

	Verkehrszahlen 2024				Verkehrszahlen 2025			
Name	Emissionen NO _x g/(m*d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m*d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m*d)	Emissionen NH ₃ g/(m*d)	Emissionen NO _x g/(m*d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m*d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m*d)	Emissionen NH ₃ g/(m*d)
Q1.1	2,11	0,76	0,26	0,28	2,11	0,76	0,26	0,28
Q1.5	1,95	0,79	0,29	0,29	1,95	0,79	0,29	0,29
Q2.1	0,02	0,01	0,00	0,00	0,05	0,02	0,01	0,01
Q2.2	0,09	0,03	0,01	0,01	0,10	0,04	0,01	0,01
Q2.3	0,18	0,06	0,03	0,02	0,18	0,05	0,03	0,01
Q2.4	0,20	0,06	0,04	0,02	0,25	0,08	0,04	0,02
Q3.3	0,08	0,03	0,01	0,01	0,09	0,03	0,01	0,01
Q7.1	0,07	0,02	0,01	0,01	0,07	0,02	0,01	0,01
Q8.1	1,95	0,79	0,29	0,29	1,95	0,79	0,29	0,29
Q23.1	0,20	0,06	0,02	0,03	0,35	0,11	0,04	0,05
Q23.3	0,09	0,03	0,01	0,01	0,08	0,03	0,01	0,01

	Differenz: Planfall 2025 - Planfall 2024				Differenz: Planfall 2025 - Planfall 2024 [%]			
Name	Emissionen NO _x g/(m*d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m*d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m*d)	Emissionen NH ₃ g/(m*d)	Emissionen NO _x g/(m*d)	Emissionen PM ₁₀ g/(m*d)	Emissionen PM ₂₅ g/(m*d)	Emissionen NH ₃ g/(m*d)
Q1.1	-0,003	-0,001	0,000	-0,001	0%	0%	0%	0%
Q1.5	0,002	0,000	0,000	-0,001	0%	0%	0%	0%
Q2.1	0,032	0,010	0,004	0,003	190%	191%	207%	128%
Q2.2	0,010	0,004	0,001	0,001	11%	11%	11%	11%
Q2.3	0,000	-0,006	-0,003	-0,004	0%	-11%	-8%	-22%
Q2.4	0,043	0,012	0,007	0,003	21%	18%	19%	15%
Q3.3	0,006	0,002	0,001	0,000	7%	7%	7%	3%
Q7.1	0,005	0,002	0,000	0,001	7%	7%	7%	8%
Q8.1	0,002	0,000	0,000	-0,001	0%	0%	0%	0%
Q23.1	0,150	0,048	0,016	0,022	76%	76%	74%	84%
Q23.3	-0,008	0,000	0,000	0,000	-9%	0%	-1%	3%
	< 0,005	> 0,005						

Vekehrsmengen – Differenz Planfall – Nullfall

	Differenz Planfall - Nullfall					
Querschnitt	Differenz Verkehrszahlen 2024		Differenz Verkehrszahlen 2025		Zu-/Abnahme der Differenz	
	DTV [Kfz/24h]	DTVSV [SV/24h]	DTV [Kfz/24h]	DTVSV [SV/24h]	DTV [Kfz/24h]	DTVSV [SV/24h]
Querschnitt 1.1:	-1.174	-60	-1.250	-109	-76	-49
Querschnitt 1.5:	-977	-10	-1.015	0	-38	10
Querschnitt 2.1:	-928	-49	-870	-52	58	-3
Querschnitt 2.2:	-256	0	-307	0	-51	0
Querschnitt 2.3:	467	-8	-778	-57	-1.245	-49
Querschnitt 3.1:	467	-8	-778	-57	-1.245	-49
Querschnitt 3.3:	-523	-6	-527	0	-4	6
Querschnitt 8.1:	-977	-10	-1.015	0	-38	10
Querschnitt 20.1:	975	9	1.013	0	38	-9
Querschnitt 20.2:	975	9	1.013	0	38	-9
Querschnitt 22.1:	975	9	1.013	0	38	-9
Querschnitt 22.3:	720	2	768	0	48	-2
Querschnitt 2.4/23.1:	-1.156	-58	-1.187	-109	-31	-51
Querschnitt 23.3:	975	9	1.013	0	38	-9
					Abnahme	Zunahme

Anlage 3: Windfeldberechnungen – Auszug aus der AKTERM

* AKTERM-Zeitreihe mit Niederschlag

* Windmessung Fehmarn (DWD: 5516), Ausbreitungsklasse von Fehmarn (DWD: 5516), Niederschlag von Koordinaten X: 32637075, Y: 6030137 (UBA)

* Zeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2009

+ Anemometerhöhen (0.1 m): 67 82 109 136 171 235 306 361 408 * href=100m, z0s=0,038m, hs=10,00m

```
AK 5516 2009 01 01 00 00 1 1 330 22 1 2 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 01 00 1 1 280 36 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 02 00 1 1 290 68 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 03 00 1 1 300 81 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 04 00 1 1 300 83 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 05 00 1 1 310 78 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 06 00 1 1 350 55 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 07 00 1 1 360 31 1 2 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 08 00 1 1 360 25 1 1 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 09 00 1 1 350 23 1 1 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 10 00 1 1 360 24 1 2 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 11 00 1 1 360 22 1 3 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 12 00 1 1 20 24 1 4 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 13 00 1 1 40 23 1 4 1 -999 9 0 1
AK 5516 2009 01 01 14 00 1 1 50 16 1 2 1 -999 9 0 1
[...]
```

Eintrag	Bedeutung	Position	Wertebereich
KENN	Kennung für das Datenkollektiv (*)	1 bis 2	AK
STA	Stationsnummer (*)	4 bis 8	00001-99999
JAHR	Jahr	10 bis 13	1800-2...
MON	Monat	15 bis 16	1-12
TAG	Tag	18 bis 19	1-31
STUN	Stunde	21 bis 22	0-23
NULL	numerisches Leerfeld	24 bis 25	0
QDD	Qualitätsbyte (Windrichtung)	27	0,1,2,9
QFF	Qualitätsbyte (Windgeschwindigkeit)	29	0,1,2,3,9
DD	Windrichtung	31 bis 33	0-360,999
FF	Windgeschwindigkeit	35 bis 37	0-999
QB	Qualitätsbyte (Wertstatus) (*)	39	0-5,9
KM	Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier	41	1-7,9
QB	Qualitätsbyte (Wertstatus) (*)	43	0,1,9
HM	Mischungsschichthöhe (m) (*)	45 bis 48	0-9999
QB	Qualitätsbyte (Wertstatus) (*)	50	0-5,9

(*) Eintrag erwartet, aber nicht ausgewertet