
Luftschadstoffuntersuchung zum Bebauungsplan Nr. 155 „Paulstraße“ der Stadt Pinneberg

Projektnummer: 16292.02

27. September 2017

Im Auftrag von:
Stadt Pinneberg
Stadtentwicklung und Bauen
Postfach 2063
25410 Pinneberg

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.	Untersuchungsrahmen.....	2
4.	Luftschadstoffquellen.....	2
4.1.	Verbrennungsmotoren	2
4.2.	Weitere Emissionsquellen.....	4
5.	Beurteilungsgrundlagen	4
5.1.	Immissionsgrenzwerte	4
5.2.	Anwendung der 39. BImSchV.....	7
6.	Verkehrsbelastungen.....	8
7.	Emissionen	9
7.1.	Emissionsfaktoren	9
7.1.1.	Kfz-Abgase	9
7.1.2.	Kfz-Abgase	9
7.2.	Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet.....	10
7.2.1.	Öffentliches Staßennetz.....	10
7.3.	Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet.....	10
8.	Immissionen	11
8.1.	Berechnungsverfahren	11
8.2.	NO-NO ₂ -Konversion	11
8.3.	Hintergrundbelastung	13
8.4.	Gesamtbelastungen.....	14
8.4.1.	Allgemeines	14
8.4.2.	Ergebnisse.....	14
9.	Zusammenfassung und Beurteilung.....	15
10.	Quellenverzeichnis	17
11.	Anlagenverzeichnis.....	I

1. Anlass und Aufgabenstellung

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 155 will die Stadt Pinneberg die planungsrechtlichen Voraussetzungen zur Steuerung der städtebaulichen Entwicklung der Wohnbebauung und der gewerblichen Nutzung im Bebauungsplangebiet schaffen.

Im Rahmen der Bauleitplanung ist der Schutz der geplanten Nutzung vor Luftschadstoffen sicherzustellen.

Die Beurteilung erfolgt auf Grundlage der aktuellen bzw. bereits geplanten Grenz- und Richtwerte auf nationaler und europäischer Ebene (39. BImSchV, TA Luft). Als maßgebliche verkehrsbedingte Schadstoffkomponenten sind Stickstoffdioxid, Benzol und Feinstaub der Größenklassen PM₁₀ und PM_{2,5} zu betrachten.

2. Örtliche Situation

Das Plangebiet wird in erster Linie durch den Straßenverkehr der anliegenden Mühlenstraße belastet, die östlich die Hans-Hermann-Kath-Brücke / Saarlandstraße kreuzt. Beide Straßen weisen hohe Verkehrsbelastungen auf. Zusätzlich wird die in die Mühlenstraße einmündende Friedhofstraße einbezogen.

Eine detaillierte Darstellung der örtlichen Gegebenheiten kann den Lageplänen in der Anlage A 1 entnommen werden.

3. Untersuchungsrahmen

Der Prognosehorizont der Verkehrsbelastungen bezieht sich auf das Jahr 2035. Für die Berechnung der Abgasemissionen wird das Bezugsjahr 2020 zugrunde gelegt. Damit ist sichergestellt, dass die verwendeten Emissionen auf der sicheren Seite liegen, auch wenn die Abnahmen der Emissionsfaktoren aufgrund einer Verbesserung der Fahrzeugtechnik und der Kraftstoffe nicht in dem Umfang eintreten sollten, wie sie für die späteren Jahre prognostiziert werden.

4. Luftschadstoffquellen

4.1. Verbrennungsmotoren

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 NO₂),
- Kohlenmonoxid (CO),

- Schwefeldioxid (SO₂),
- Kohlenwasserstoffe (HC, darunter Benzol (C₆H₆), Toluol (C₇H₈) und Xylole (C₈H₁₀)),
- Partikel (PM, darunter Dieselruß und Feinstaub) und
- Blei (Pb).

Die Stickoxide im Abgas setzen sich in der Regel zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂) zusammen. Bei Dieselfahrzeugen mit Katalysatortechnik kann der Anteil an NO₂ auch deutlich höher liegen. Auf dem Ausbreitungsweg in der Atmosphäre wird das Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid oxidiert, wobei eine Vielzahl von chemischen Reaktionen möglich ist (s. hierzu z.B. [1]). 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.

Für das Kohlenmonoxid liegen aufgrund zahlreicher Wirkungsuntersuchungen Immissionswerte als Grenz- und Vorsorgewerte vor. Sie liegen jedoch im Vergleich zu den Messwerten so hoch, dass CO im Freien keine kritische Komponente ist.

In den Kohlenwasserstoffen ist eine Vielzahl von Stoffen enthalten, die die unterschiedlichsten Wirkungsspektren aufweisen. Derzeit sind bis zu 200 organische Stoffe im Abgas bekannt. Darunter befinden sich auch das Benzol sowie die Gruppe der flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC). Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsspektren ist die Summe der Kohlenwasserstoffe einer Bewertung nicht zugänglich. Stellvertretend erfolgt eine Beurteilung anhand des in den Kohlenwasserstoffen enthaltenen Benzols. Verkehrsbedingte Überschreitungen des Grenzwerts sind seit Einführung benzolarmer Kraftstoffe erfahrungsgemäß nur noch in Nachbarschaft von größeren Parkhäusern und Tiefgaragen zu erwarten, so dass im Umfeld von Verkehrswegen in der Regel auf eine Beurteilung verzichtet werden kann.

Die Schadstoffkomponenten Blei und Schwefeldioxid verlieren mit zunehmendem Einsatz bleifreier und schwefelarmer Kraftstoffe für den Kfz-Verkehr immer mehr an Bedeutung und können daher bei der Bewertung einer Immissionssituation vernachlässigt werden.

Eine weitere Komponente im Abgas von Verbrennungsmotoren stellen die Partikel dar (Staub). Bei den mit dem Abgas von Motoren emittierten Partikelemissionen handelt es sich vollständig um Feinstaub PM₁₀ (Partikeldurchmesser kleiner als 10 µm), überwiegend sogar um Feinstaub PM_{2,5} (Partikeldurchmesser kleiner als 2,5 µm). Die Staubemissionen der Abgase beinhalten auch die Dieselrußemissionen.

Ein weiterer Bestandteil des Abgases ist das Kohlendioxid, das bei der Verbrennung fossiler Energieträger als Endprodukt entsteht. Da es bereits zum Teil in der Luft vorhanden ist, wird es nicht unmittelbar als „Luftschadstoff“ bezeichnet. Kohlendioxid wird jedoch als klimarelevantes Gas für den Treibhauseffekt mit verantwortlich gemacht.

4.2. Weitere Emissionsquellen

Durch die Aufwirbelung von Staub durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen ist eine weitere maßgebliche Quelle für Feinstaubemissionen gegeben. Hierbei ist nach befestigten und unbefestigten Fahrwegen zu unterscheiden.

Des Weiteren können durch den Reifen-, Bremsbelag und Straßenabrieb Stäube emittiert werden. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um gröbere Partikel. Der PM₁₀-Anteil wird in der Literatur mit ca. 10 % abgeschätzt.

5. Beurteilungsgrundlagen

5.1. Immissionsgrenzwerte

Die Beurteilung von Luftverunreinigungen erfolgt anhand der Immissionswerte aus den geltenden Regelwerken (39. BImSchV, EU-Rahmenrichtlinien, TA Luft).

Die Umsetzung der Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/ [6] der Europäischen Union in nationales Recht wurde mit der Neuaufstellung der 39. BImSchV [4] vorgenommen.

Die erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft –TA Luft [5] ist im Rahmen von Genehmigungsverfahren von Anlagen sowie bei nachträglichen Anordnungen zu beachten. Für verkehrsbedingte Immissionen ist sie nicht anzuwenden.

In der Tabelle 1 sind die aktuellen Grenz-, Leit-, und Vorsorgewerte zum Schutz des Menschen aufgeführt.

Bezüglich der Stickstoffdioxid-Immissionen wurde für den Jahresmittelwert in der Neufassung der 39. BImSchV und der TA Luft ein Grenzwert von 40 µg/m³ festgesetzt.

Die Beurteilung der kurzzeitig auftretenden Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen erfolgte bis 2010 anhand des 98-Perzentil-Wertes. Seit 2010 werden gemäß 39. BImSchV die Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen mit einem Kurzzeitbelastungswert von 200 µg/m³ beurteilt, der als Stundenmittel 18-mal pro Jahr überschritten werden darf. Die Berechnung der Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundenmittelwertes kann anhand einer Berechnungsfunktion gemäß RLuS 2012 [28] bestimmt werden. Hierzu wurden vom Ingenieurbüro Lohmeyer landesweite Messdaten der Jahre 2000 bis 2009 ausgewertet. Demnach ist eine Überschreitung der pro 18 erlaubten NO₂-Stundenmittelwerte erst ab einem NO₂-Jahresmittelwert von 57 µg/m³ eingetreten.

Für Benzol wurden in der Neufassung der 39. BImSchV ein Grenzwert (seit 2010) bzw. in der TA Luft ein Immissionswert von je 5 µg/m³ festgesetzt.

Tabelle 1: Beurteilungsrelevante Immissionswerte [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] zum Schutz des Menschen

Luftschadstoff	Bezugszeitraum	Immissionswerte		
		Wert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Quelle	Charakter
NO ₂	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert
		40	TA Luft	Immissionswert
	1 Stunde	200	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2010), max. 18 Überschreitungen im Jahr
		200	TA Luft	Immissionswert, max. 18 Überschreitungen im Jahr
Benzol	Jahresmittel	5	39. BImSchV	Grenzwert
		5	TA Luft	Immissionswert
Feinstaub (PM ₁₀)	Jahresmittel	40	39. BImSchV	Grenzwert
		40	TA Luft	Immissionswert
	24 Stunden	50	39. BImSchV	Grenzwert (seit 2005), max. 35 Überschreitungen im Jahr
		50	TA Luft	Immissionswert, max. 35 Überschreitungen im Jahr
Feinstaub (PM _{2,5})	Jahresmittel	25	39. BImSchV	Grenzwert

In Bezug auf Schwebstaubbelastungen haben neuere Untersuchungen ergeben, dass bereits bei Schwebstaubkonzentrationen wie sie üblicherweise in der Außenluft auftreten, gesundheitliche Schädigungen festgestellt werden können. Dabei sind Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 μm und kleiner als relevant anzusehen (Bezeichnung PM₁₀ – Particulate Matter 10 μm und PM_{2,5} – Particulate Matter 2,5 μm).

Im Rahmen der 39. BImSchV wurde für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Feinstaubimmissionen ein Grenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ festgelegt. Der 24-Stunden-Mittelwert der PM₁₀-Immissionen darf zusätzlich einen Grenzwert von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht öfter als 35-mal überschreiten.

Mathematisch entsprechen 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts der Bestimmung des 90,4-Perzentils der Tagesmittelwerte. Die Anzahl der Grenzwert-Überschreitungen kann rechnerisch durch Zeitreihenberechnungen prognostiziert werden.

In Abbildung 1 sind die Jahresmittelwerte gegenüber der Anzahl von Tagen mit Tagesmittelwerten größer als 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt, wie sie in den Jahren 2004 bis 2014 an den Messstationen der Luftüberwachung Schleswig-Holstein ermittelt wurden. Es zeigt sich, dass die zulässige Zahl von 35 Tagen im Jahr erst bei Jahresmittelwerten von 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und mehr überschritten wurde.

Zur Ermittlung der Überschreitungshäufigkeiten der Tagesmittelwerte aus den Jahresmittelwerten der PM₁₀-Gesamtbelastungen stehen verschiedenen Ansätze zur Verfügung:

- „best fit“: Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 2005 [24]) wurde aus zahlreichen Messdatensätzen aus den Jahren 1999

bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden und eine Regressionskurven nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt.

- „best fit + sigma“: Weiterhin ist die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion dargestellt.
- RLuS 2012 (bisher MLuS 05) : Im Bericht „ PM_{10} -Emissionen an Außerortsstraßen“ von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt, 2005) wird die Anwendung eines Sicherheitszuschlages von zwei Sigma (jahresmittelwertabhängig) für die Umrechnung von PM_{10} -Jahresmittelwerten auf Überschreitungshäufigkeiten vorgeschlagen.
- UMK 2004 [21]: Die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) stellte im Oktober 2004 aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor. Diese Funktion zeigt einen vergleichbaren Verlauf wie der o.g. „best fit“.
- IVU 2006 [22]: In einer Studie für das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie wird ein weiterer Ansatz zur Bestimmung der Überschreitungshäufigkeit von der IVU Umwelt GmbH beschrieben. Der Verlauf dieser Funktion ist dem Kurvenverlauf „best fit“ ähnlich.

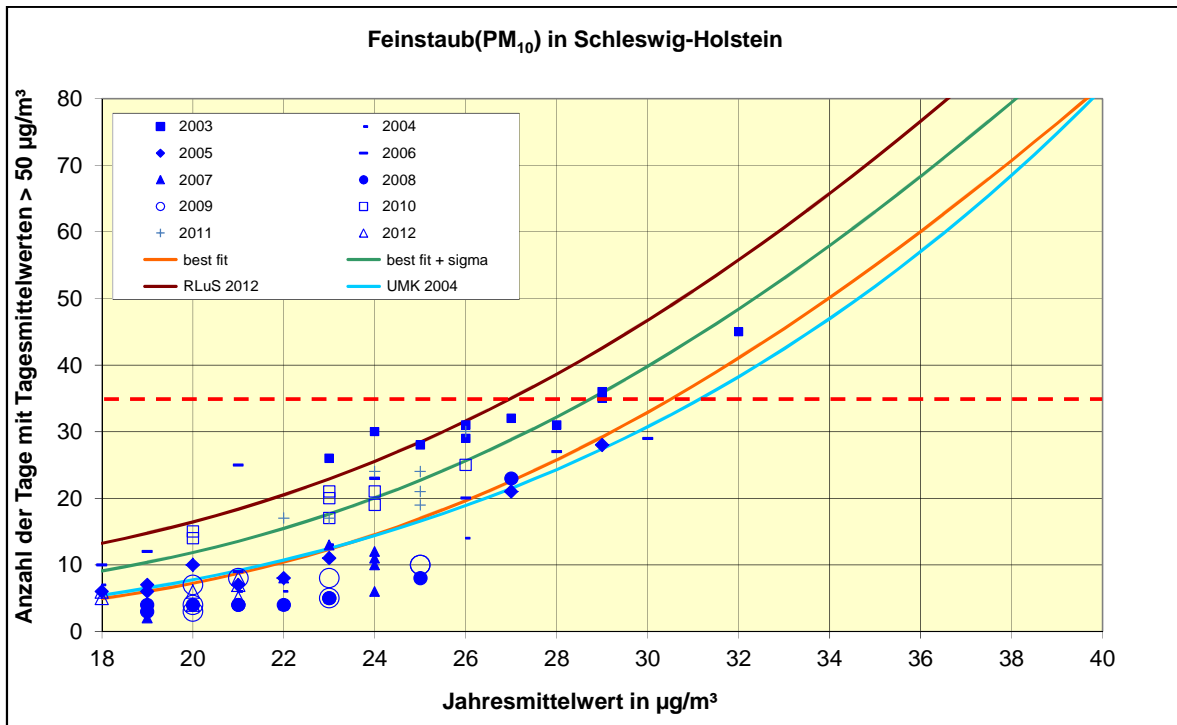
Gemäß den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, RLuS 2012 [28] wird die Anzahl von 35 Überschreitungstagen des Tagesmittelgrenzwertes bei einem Jahresmittelwert von $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht.

Für den Jahresmittelwert der $PM_{2,5}$ -Feinstaubbelastungen ist in der 39. BImSchV ein Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgesehen.

Für Dieselruß sind keine eigenen Grenzwerte in Kraft. Der gesundheitsrelevante Feinstaubanteil ist jedoch im Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) enthalten, so dass frühere Vorsorgewerte des LAI zurückgezogen wurden.

Weitere Luftschadstoffkomponenten wie z.B. Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Blei sind für eine Bewertung der straßenverkehrsbedingten Immissionen im Freien nicht bzw. nicht mehr relevant.

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Jahresmittelwerten und Anzahl von Tagen mit Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Feinstaub(PM_{10})-Belastungen an Messstationen der Luftüberwachung in Schleswig-Holstein und Vergleich mit Näherungsfunktionen



5.2. Anwendung der 39. BImSchV

Bei der Beurteilung und dem Vergleich mit den Grenzwerten der 39. BImSchV ist zu beachten, dass die Einhaltung der Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nur in Gebieten erforderlich ist, die repräsentativ für einen hinreichend großen Untersuchungsraum sind.

Gemäß Nr. A.2 der Anlage 2 zur 39. BImSchV wird die Einhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte an folgenden Orten nicht beurteilt:

- an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt;
- nach Maßgabe von § 1 Nummer 20 der 39. BImSchV auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten;
- auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen.

Der aktuellen Auslegung der 39. BImSchV durch die Immissionsschutzbehörden entsprechend sind die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte nur an Orten einzuhalten, die dem ständigen Aufenthalt von Personen dienen. In Bereichen, wo sich Personen nur vorübergehend aufhalten (z.B. Gehwege und öffentliche Freiflächen), sind lediglich die Grenzwerte der entsprechenden Kurzzeitbelastungen zu beachten.

Die Größe der Beurteilungsgebiete ist in Nr. B.1.b) der Anlage 3 zur 39. BImSchV wie folgt definiert:

„Der Ort von Probenahmestellen ist im Allgemeinen so zu wählen, dass die Messung von Umweltzuständen, die einen sehr kleinen Raum in ihrer unmittelbaren Nähe betreffen, vermieden wird. Dies bedeutet, dass der Ort der Probenahmestelle so zu wählen ist, dass die Luftproben – soweit möglich – für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge bei Probenahmestellen für den Verkehr und nicht weniger als 250 Meter x 250 Meter bei Probenahmestellen für Industriegebiete repräsentativ sind.“

Dieses Kriterium gilt gemäß Nummer A.1 der Anlage 3 zur 39. BImSchV auch für die Bestimmung der spezifischen Orte, wenn die Luftqualität durch orientierende Messungen oder Modellrechnungen beurteilt wird.

Dementsprechend sind kleinräumig auftretende Grenzwertüberschreitungen an Straßenabschnitten mit einer Ausdehnung von weniger als 100 Metern nicht beurteilungsrelevant.

6. Verkehrsbelastungen

Als Eingangsdaten werden die Verkehrsbelastungen (DTV - durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an allen Tagen des Jahres) sowie die Verteilung auf PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF: Kfz bis 3,5 t) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF: Kfz mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) benötigt.

Als maßgebende Quellen werden folgende öffentliche Verkehrswege berücksichtigt:

- Hans-Hermann-Kath-Brücke;
- Saarlandstraße;
- Mühlenstraße;
- Kirchhofsweg.

Für die maßgeblichen Straßenabschnitte im Umfeld des Plangebiets werden der Verkehrsuntersuchung [39] entnommen und für den Prognosehorizont 2035 mit einer Zunahme von 5 % (entsprechend einer Steigerung von 5 % für 10 Jahre gegenüber 2025) hochgerechnet.

Die Verteilung der Kraftfahrzeuge bis 3,5 t auf Pkw und leichte Nutzfahrzeuge wurde gemäß RLuS 2012 [28] abgeschätzt. Für Straßen innerorts werden gemäß RLuS 2012 für den Anteil der leichten Nutzfahrzeuge an den Kraftfahrzeugen bis 3,5 t 11 % zugrunde gelegt.

Das Fahrtenaufkommen (DTV) und die maßgeblichen LKW-Anteile sind in der Anlage A 2.2 zusammengestellt.

7. Emissionen

7.1. Emissionsfaktoren

7.1.1. Kfz-Abgase

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren der Kfz-Abgase wird die aktuelle Fassung des „Handbuchs Emissionsfaktoren“ [8] herangezogen. (Version 3.3, 24. April 2017)

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

- Fahrzeugkategorien und -zusammensetzungen;
- Verkehrssituation (Fahrmuster, Straßentypen);
- 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 das Bezugsjahr 2020 zugrunde gelegt (vgl. Abschnitt 3). Dabei wird der Anteil durch den Betrieb von Kfz-Klimaanlagen eingerechnet (Mittelwert gemäß Handbuch Emissionsfaktoren).

Die Basisemissionsfaktoren aus dem „Handbuch Emissionsfaktoren“ finden sich in der Anlage A 2.4.1. Die relevanten Verkehrssituationen für die Ermittlung der Emissionen sind in der Anlage A 2.3 zusammengestellt. Die Emissionen des berücksichtigten Straßennetzes sind in der Anlage A 2.5 aufgeführt. Die Emissionen sind als mittlere Emissionsfaktoren je Kfz und Kilometer für den entsprechenden Straßenabschnitt angegeben. Die Gesamtemissionen im Jahresmittel finden sich in Anlage A 2.6.

7.1.2. Kfz-Abgase

Eine weitere Staubquelle ist durch die Aufwirbelung durch das Fahren von Fahrzeugen auf Straßen gegeben.

Vom Ingenieurbüro Lohmeyer wurde auf Grundlage aktueller Messergebnisse ein neues Modell auf Basis von Emissionsfaktoren für die Staubaufwirbelung auf Straßen vorgeschlagen [18]. Dementsprechend hängt die Größe der Staubaufwirbelung von der Verkehrssituation und der Fahrzeugart ab (Unterscheidung PKW/LKW).

Diese Emissionsfaktoren wurden für die Verkehrssituationen gemäß Handbuch Emissionsfaktoren, Version 2.1 (HBEFA 2.1) abgeleitet. Durch die Veröffentlichung der Fassung des Handbuchs Emissionsfaktoren (Version HBEFA 3.1) wurde eine Anpassung der nicht motorbedingten Emissionen erforderlich [19], da die Methodik geändert worden ist. Im Folgenden wird der Ansatz gemäß HBEFA 3.1 verwendet, da die anderen Ansätze im Vergleich mit Naturmessdaten überwiegend zu unrealistischen Ergebnissen führen. Für das aktuelle Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA 3.3) liegt derzeit keine Anpassung der Emissionsfaktoren für Staubaufwirbelung vor.

Für den Anteil der PM_{2,5}-Fraktion an der Staubaufwirbelung stehen verschiedene Modellsätze zur Verfügung, die im Rahmen einer umfangreichen Literaturrecherche] zusammengestellt wurden. In der aktuellen Studie vom Ingenieurbüro Lohmeyer [26] erfolgte neben der Anpassung der PM₁₀-Emissionsfaktoren auch eine Zusammenstellung der PM_{2,5}-Emissionsfaktoren, welche im Folgenden zugrunde gelegt werden.

Die Emissionsfaktoren sind in den Anlagen A 2.4.2 und A 2.4.3 zusammengestellt.

7.2. Ermittlung der Emissionen im Untersuchungsgebiet

7.2.1. Öffentliches Straßennetz

Im Rahmen dieser Untersuchung werden alle relevanten Straßenabschnitte als maßgebliche Quellen berücksichtigt (s. Anlage A 2.2). Eine Zusammenstellung der Straßenabschnitte sowie der Verkehrssituationen zur Ermittlung der Emissionsfaktoren zeigen die Anlagen A 2.2 und A 2.3.

Die Emissionsfaktoren von den einzelnen Straßenabschnitten sind in der Anlage A 2.5 zusammengestellt. Die sich ergebenden Gesamtemissionen pro Jahr sind in der Anlage A 2.6 aufgeführt.

7.3. Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet

Zur Abschätzung der untersuchungsrelevanten Luftschadstoff-Emissionen durch Quellen innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden die Gesamtemissionen bilanziert. Bezüglich der Emissionen von den öffentlichen Straßen wurden alle in die Untersuchung einbezogenen Straßenabschnitte berücksichtigt.

Insgesamt ergeben sich durch den Verkehr auf den öffentlichen Straßen etwa 4,88 t Stickoxide, 0,01 t Benzol, ca. 0,91 t Feinstaub der Größenklasse PM₁₀ und 0,35 t Feinstaub der Größenklasse PM_{2,5} sowie 2.825 t Kohlendioxid.

8. Immissionen

8.1. Berechnungsverfahren

Luftschadstoffemissionen werden durch turbulente Transportvorgänge in der Atmosphäre in Immissionen umgewandelt. Diese Vorgänge sind in der Regel sehr komplex und stellen in der Praxis hohe Anforderungen an das Ausbreitungsmodell.

Als Berechnungsverfahren in unbebautem oder locker bebautem Gelände steht mit PROKAS für großräumige detaillierte Berechnungen ein Gaußsches Linienquellenmodell zur Verfügung, dessen Eignung insbesondere für verkehrsbedingte Immissionen durch den Vergleich mit Naturmessdaten validiert wurde [29].

Zeitreihenberechnungen sind mit dem Modell PROKAS nicht möglich. Die erforderlichen Aussagen hinsichtlich der Überschreitungshäufigkeiten von Stunden- bzw. 24-Stunden-Werten werden anhand von Korrelationen gemäß RLuS 2012 [28] abgeleitet (für NO₂ und PM₁₀).

Die bei Verbrennungsprozessen entstehenden Stickstoffoxide NO_x bestehen in der Regel zu etwa 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂). Die Umwandlung des NO in NO₂ erfolgt erst auf dem Ausbreitungsweg in Anwesenheit von Luft, im Wesentlichen durch eine Reaktion mit dem bodennahen Ozon. Durch Photolyse ist auch der umgekehrte Prozess möglich, so dass sich mit der Zeit ein Gleichgewicht zwischen NO und NO₂ einstellen wird. Aufgrund dieser komplexen Umwandlungsschemie auf dem Ausbreitungsweg ist die Prognose der NO₂-Belastungen schwierig.

Die Berechnung der Stickstoffdioxidbelastungen erfolgt mit PROKAS durch Verwendung der NO-NO₂-Konversion gemäß Romberg [11] mit der besten Annäherung, d.h. dem wahrscheinlichsten Wert [25]/[26] zur Anwendung vorgeschlagen.

Im vorliegenden Fall wird weiterhin die Umwandlungsmethodik gemäß Romberg zugrunde gelegt, da derart hohe Immissionen hier nicht vorliegen oder zu erwarten sind. Mit den anderen Ansätzen wäre mit einer deutlichen Überschätzung der Gesamtbelastungen zu rechnen.

Die vorhandenen Lärmschutzanlagen an der A1 wurden zur sicheren Seite nicht berücksichtigt.

Eine Zusammenstellung des Emissionsmodells findet sich in der Anlage A 3.

8.2. NO-NO₂-Konversion

Die bei der Verbrennung in Benzin- und Dieselmotoren entstehenden Stickstoffoxide NO_x bestehen zu mehr als 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und weniger als 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂). Üblicherweise wurde für Kfz-bedingte Emissionen bisher von einem Anteil von 5 % NO₂ an den NO_x-Emissionen ausgegangen. Die Umwandlung des NO in NO₂ erfolgt erst auf dem Ausbreitungsweg in Anwesenheit von Luft, im Wesentlichen durch eine

Reaktion mit dem bodennahen Ozon (O_3). Durch Photolyse ist auch der umgekehrte Prozess möglich, so dass sich mit der Zeit ein Gleichgewicht zwischen NO und NO_2 einstellen wird. Aufgrund dieser komplexen Umwandlungschemie auf dem Ausbreitungsweg ist die Prognose der NO_2 -Belastungen schwierig.

Aktuelle Messungen an innerstädtischen verkehrsexponierten Standorten zeigen teilweise deutliche Zunahmen der NO_2 -Immissionen, was den bisher prognostizierten Abnahmen der NO_x -Emissionen durch verbesserte Abgasreinigungstechniken widerspricht. Als Erklärung für diese Messwerte werden u. a. erhöhte NO_2 -Direktemissionen im Abgas, eine erhöhte Ozonverfügbarkeit zur Umwandlung durch höhere bodennahe Ozonkonzentrationen oder eine veränderte Ozonchemie diskutiert.

Aktuelle Messungen der Abgasemissionen von Fahrzeugen mit Dieselantrieb und Oxidationskatalysator zeigen ein deutlich anderes NO - NO_2 -Verhältnis im primären Abgas als das bisherige von etwa 90:10 bis 95:5. So wurde der Anteil der NO_2 -Emission für Diesel-PKW zwischen 22 % und 75 %, für LKW zwischen etwa 13 % und 66 % der NO_x -Emission bestimmt [12]. Mit vermehrtem Einsatz von Dieselfahrzeugen mit Oxidationskatalysatoren ist daher eine erhöhte Direktemission von NO_2 verbunden. In Straßenschluchten wurde der Anteil der NO_2 -Immissionen durch den Direktemissionsanteil auf etwa 25 bis 30 % abgeschätzt. Trotz zurückgehender NO_x -Emissionen haben somit die fahrzeugspezifischen NO_2 -Emissionen der Diesel-PKW zwischen Euro 1 und Euro 4 stetig zugenommen, erst mit Einführung der Grenzwertstufen Euro 5 und Euro 6 sind Abnahmen der NO_2 -Emissionen zu erwarten [14].

Im aktuellen Handbuch Emissionsfaktoren 3.3 sind auch Angaben zu den NO_2 -Emissionen im Abgas enthalten. Für das Bezugsjahr 2020 beträgt der Anteil der NO_2 -Direktemission am gesamten NO_x -Emissionsfaktor für PKW etwa 31 % bis 32 %, für LNF etwa 31 % und für SNF etwa 13 % bis 21 % (s. Anlage A 2.4.1). Zumindest für PKW und LNF ist daher gegenüber früheren Ansätzen von einer erhöhten NO_2 -Direktemission auszugehen. Dieser höhere Anteil muss jedoch immissionsseitig nicht unbedingt eine lineare Erhöhung in gleicher Größenordnung bewirken, da auch das direkt emittierte NO_2 bei der komplexen Umwandlungschemie innerhalb der Straßenschlucht eine Rolle spielen dürfte.

Die Abschätzung der Stickstoffdioxid-Immissionen im straßennahen Bereich wurde bisher überwiegend durch einen aus Naturmessdaten abgeleiteten statistischen Zusammenhang nach Romberg [11] durchgeführt. Die NO_2 -Immissionen können gemäß Romberg aus folgenden Formeln ermittelt werden:

$$\text{Jahresmittelwert: } [NO_2] = [NO_x] \cdot \left(\frac{103}{[NO_x] + 130} + 0,005 \right)$$

$$\text{98-Perzentil: } [NO_2] = [NO_x] \cdot \left(\frac{111}{[NO_x] + 119} + 0,039 \right)$$

Da die obigen Konversionsformeln im Jahr 1996 ermittelt wurden, sind die neueren Entwicklungen in dem obigen Ansatz nach Romberg nicht enthalten. Zur Überprüfung wurde

vom Ingenieurbüro Lohmeyer in 2005 [13] eine erneute empirische Auswertung bundesweiter und europäischer Messdaten der Jahre 2000 bis 2003 durchgeführt. Es zeigte sich, dass zwar geringe Abweichungen von der bisherigen Regressionskurve auftreten, die Anwendung der bisherigen Konversion nach Romberg jedoch weiterhin empfohlen wird [25]/[26].

Im Folgenden wird der Ansatz gemäß Romberg weiterhin verwendet.

8.3. Hintergrundbelastung

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

Damit werden die nicht explizit einbezogenen Quellen (z.B. PKW-Stellplatzanlagen und öffentliche Parkplätze, gewerbliche und private Emissionen wie z.B. Hausbrand sowie das Straßenverkehrsnetz und der Schienenverkehr außerhalb des Untersuchungsgebietes) indirekt berücksichtigt.

Zur Einschätzung der Hintergrundbelastungen wurden aktuelle Messwerte der Luftüberwachung Schleswig-Holstein und Hamburg herangezogen [33]-[35]. Eine Zusammenstellung aktueller Messwerte findet sich in Anlage A 4.

Für den städtisch anzusetzenden Hintergrund wurden die nahegelegenen Stationen herangezogen. Ergänzend werden zusätzlich die Verkehrsmessstationen Kiel Bahnhofstraße und Itzehoe Lindenstraße herangezogen, für die auch Daten für Benzol vorliegen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird zur sicheren Seite von folgenden Hintergrundbelastungen ausgegangen, die eine Überschätzung der im Plangebiet vorliegenden Hintergrundbelastungen darstellen:

- NO₂ (Jahresmittelwert): 27 µg/m³;
- Benzol (Jahresmittelwert): 1 µg/m³;
- Feinstaub PM₁₀ (Jahresmittelwert): 22 µg/m³;
- Feinstaub PM_{2,5} (Jahresmittelwert): 13 µg/m³.

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

In der vorliegenden Untersuchung wird von dem konservativen Ansatz ausgegangen, dass die Hintergrundbelastung im Wesentlichen konstant bleibt. Tatsächlich ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund emissionsmindernder Maßnahmen zur flächendeckenden Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV in den kommenden Jahren eine Abnahme der großräumigen Hintergrundbelastungen zu erwarten ist. Diese Abnahme ist jedoch schwer quantifizierbar, so dass diese im Folgenden zur sicheren Seite nicht eingerechnet wird.

8.4. Gesamtbelastungen

8.4.1. Allgemeines

Zur Bewertung der Luftschadstoffsituation wurden die Gesamtbelastungen mithilfe des Screening-Modells Prokas berechnet. Dabei wurde das angrenzende Straßenverkehrsnetz berücksichtigt.

Weitere Quellen im Untersuchungsgebiet tragen kaum zu den Gesamtemissionen bei oder sind hinreichend weit von den maßgeblichen Immissionsorten entfernt, so dass sie bei der Immissionsprognose vernachlässigt werden. Dies umfasst Parkplätze und Emissionen durch den Hausbrand (betriebliche und private Heizungsanlagen). Indirekt sind die Immissionen der nicht explizit berücksichtigten Quellen in der Hintergrundbelastung enthalten, indem ein städtischer Hintergrund berücksichtigt wurde.

In Bezug auf die meteorologischen Daten wurde für den vergleichbaren Standort Hamburg-Fuhlsbüttel gemäß [36] eine mittlere Windgeschwindigkeit von etwa 3,6 m/s zugrunde gelegt.

Die Belastungen wurden an repräsentativen Einzelpunkten berechnet. Die Lage der Punkte ist dem Plan der Anlage A 1 zu entnehmen.

Die Luftschadstoffimmissionen wurden für die Leitkomponenten des Straßenverkehrs Stickstoffdioxid (NO₂), Benzol und Feinstaub der Größenklassen PM₁₀ und PM_{2,5} berechnet.

8.4.2. Ergebnisse

Die Ergebnisse für die untersuchten Einzelpunkte finden sich in der Anlage A 5.

Die höchsten Belastungen sind zur Mühlenstraße gegenüber der Einmündung des Kirchhofweges zu erwarten (Immissionsort IO 4).

Die Ergebnisse der Stickstoffdioxid-Belastungen für die untersuchten Einzelpunkte sind im Anhang A 5.1 dargestellt. Es ergeben sich Gesamtbelastungen für den Jahresmittelwert von 29,9 µg/m³. Der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV und der Immissionswert der TA Luft von jeweils 40 µg/m³ werden somit sicher eingehalten.

Für die Spitzenbelastungen der Stickstoffdioxid-Immissionen wurde die Überschreitungshäufigkeit des NO₂-Stundenmittelwertes berechnet. Mit 3 Stundenmittelwerten über 200 µg/m³ wird der Immissionsgrenzwert der 39. BImSchV für Kurzzeitbelastungen eingehalten, der 18-mal pro Jahr einen Stundenmittelwert von oberhalb des Kurzzeitbelastungswerts von 200 µg/m³ zulässt (vgl. Anlage A 5.2).

Für Benzol ergeben sich wie in der Anlage A 5.3 dargestellt nur geringe Zusatzbelastungen. Die Gesamtbelastungen liegen bei bis zu 1,02 µg/m³. Der Grenzwert gemäß 39. BImSchV von 5 µg/m³ wird überall eingehalten.

Hinsichtlich Feinstaub werden die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte der PM₁₀-Belastungen von 40 µg/m³ und der PM_{2,5}-Belastungen von 25 µg/m³ mit Gesamtbelastungen von 23,3 µg/m³ für PM₁₀ bzw. 13,5 µg/m³ für PM_{2,5} eingehalten (s. Anlage A 5.4 und A 5.6). Die

zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Grenzwertes für den Tagesmittelwert der PM₁₀-Belastungen von 50 µg/m³ wird mit 24 prognostizierten Überschreitungstagen eingehalten (vgl. Anlage A 5.5).

9. Zusammenfassung und Beurteilung

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 155 will die Stadt Pinneberg die planungsrechtlichen Voraussetzungen zur Steuerung der städtebaulichen Entwicklung der Wohnbebauung und der gewerblichen Nutzung im Bebauungsplangebiet schaffen.

Im Rahmen einer Luftschadstoffuntersuchung wurden die lufthygienischen Verhältnisse für das Plangebiet aufgezeigt und bewertet, bezogen auf das Prognosejahr 2030.

Für die Beurteilung der Luftschadstoffbelastungen wurden die aktuellen Grenz- und Immissionswerte herangezogen (EU-Richtlinien, 39. BImSchV, TA Luft). Die Beurteilung erfolgte anhand der für den Straßenverkehr maßgeblichen Leitkomponenten Stickstoffdioxid, Benzol und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}).

Die Berechnung der Abgasemissionen erfolgte mit der aktuellen Fassung des Handbuchs Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes. Dabei wurde das Bezugsjahr 2020 zugrunde gelegt. Damit ist sichergestellt, dass die verwendeten Emissionen auf der sicheren Seite liegen, auch wenn die Abnahmen der Emissionsfaktoren aufgrund einer Verbesserung der Fahrzeugtechnik und der Kraftstoffe nicht in dem Umfang eintreten sollten, wie sie für die späteren Jahre prognostiziert werden.

Zusammenfassend ist im Bereich der maßgeblichen schützenswerten Bebauung festzustellen, dass die geltenden Grenz- und Immissionswerte (EU-Richtlinien, 39. BImSchV, TA Luft) für die untersuchten Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid, Benzol, Feinstaub (PM₁₀) und Feinstaub (PM_{2,5}) im gesamten Untersuchungsgebiet eingehalten werden. Dies ist auch für den Stundenmittelwert der Stickstoffdioxid-Immissionen und den Tagesmittelwert der Feinstaub (PM₁₀)-Immissionen der Fall.

Ergänzend ist anzumerken, dass in der vorliegenden Untersuchung für die großräumige Hintergrundbelastung von dem Bezugsjahr 2016 ausgegangen wird. Für die späteren Jahre ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund emissionsmindernder Maßnahmen zur flächendeckenden Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV in den Jahren nach 2016 eine Abnahme der großräumigen Hintergrundbelastungen zu erwarten ist. Dies wird voraussichtlich auch zu einer Abnahme der Feinstaub- und Stickstoffdioxid-Hintergrundbelastungen führen, so dass die tatsächlichen Gesamtbelastungen geringer ausfallen werden als hier dargestellt.

Aus lufthygienischer Sicht ist das geplante Vorhaben den obigen Ergebnissen entsprechend mit dem Schutz der angrenzenden Nutzungen verträglich. Aufgrund der Einhaltung der Grenzwerte sind Maßnahmen zum Immissionsschutz nicht erforderlich.

Bargteheide, den 27. September 2017

erstellt durch:

Peschel

Dipl.-Phys. Dr. Olaf Peschel
Projektingenieur



geprüft durch:

Burandt

Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt
Geschäftsführender Gesellschafter

10. Quellenverzeichnis

Allgemeines

- [1] Baumbach, G.: Luftreinhaltung, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1990;
- [2] Gesundheitsgefahren durch Feinstaubemissionen, Reiner Remus, UB Media-Fachdatenbank Immissionsschutz, 1999;

Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien

- [3] 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 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S.2771, 2773);
- [4] 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);
- [5] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511);
- [6] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008 (ABl. EG vom 11.06.2008 Nr. L 152 S. 1);

Emissionsermittlung

- [7] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 30. Januar 2010;
- [8] Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, BUWAL Bern, UBA Wien, erstellt durch INFRAS AG Bern, 24. April 2017;
- [9] 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;
- [10] Lohmeyer aktuell, Ausgabe Nr. 3, Mai 2000, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe;
- [11] E. Romberg, R. Bösinger, 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;
- [12] Screening aktueller Kfz-Abgasmessungen in Hinblick auf den Anteil von NO₂ an den NO_x-Emissionen, ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg

- GmbH, im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Heidelberg, Dezember 2004;
- [13] Lohmeyer aktuell, NO-NO₂-Umwandlungsmodell, Überprüfung anhand neuerer Messwerte, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Ausgabe Nr. 14, Dezember 2005;
- [14] R. Gögen und U. Lamprecht, „Hohe Stickstoffdioxidbelastungen – Können die NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte im Jahr 2010 eingehalten werden?“, Immissionsschutz, Heft 1, 2008;
- [15] W. Bächlin et al.: „Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Romberg-Formel“, im Auftrag vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Dezember 2007;
- [16] Validierung von PM₁₀-Immissionsberechnungen im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Straßen, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Juni 2001;
- [17] Quantifizierung der PM₁₀-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Straßen auf Basis vorhandener Messdaten, Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, Februar 2003;
- [18] I. Düring, A.Lohmeyer: Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen, Kommission zur Reinhaltung der Luft, Expertenforum Staub und Staubinhaltsstoffe, 10./11. November 2004, VDI, Düsseldorf;
- [19] I. Düring, A. Lohmeyer, W. Schmidt: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH, Juni 2011, Karlsruhe;
- [20] Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), I. Düring, R. Bösing, A. Lohmeyer: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsberechnungen, Verkehrstechnik Heft V 125, 2005;
- [21] Partikelemissionen des Straßenverkehrs, Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“, UMK (2004);
- [22] Ausbreitungsrechnung für den Ballungsraum Rhein-Main als Beitrag zur Ursachenanalyse für den Luftreinhalteplan Rhein-Main; IVU Umwelt GmbH, Freiburg, 19.November 2009;
- [23] D. Bretschneider, I. Düring: Verursacher, flächenhafte Belastung und Tendenzen für PM_{2,5} in Sachsen, Sachstandsbericht vom 30.10.2009, unter Mitarbeit der TU Dresden, Institut Verkehrsökologie und IFEU Heidelberg;

- [24] W. Schmidt, I. Düring, A. Lohmeyer: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung des Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, Juni 2011;
- [25] I. Düring, W. Bächlin, M. Ketzler, A. Baum und S. Wurzel: Update of the Romberg-Approach and Simplified NO/NO₂ Conversion Model under Consideration of Direct NO₂-Emissions, 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Paris, 2010;
- [26] I. Düring, W. Bächlin, F. Dünnebeil, H. Ellner, U. Friedrich, L. Schäfer und T. Schönefeld: „Tendenzen der NO₂-Belastung im Land Brandenburg von 1997 bis 2020“, Immissionsschutz, Heft 3, 2010;
- [27] Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung, Grundsätze und Umsetzung, Abschätzung der Verkehrserzeugung, Heft 42 der Schriftenreihe der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, Wiesbaden, 2000;

Immissionsberechnung

- [28] Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, RLuS 2012, Ausgabe 2012, PC-Berechnungsverfahren, Version 1.4, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe;
- [29] PROKAS, Ausbreitungsmodell für verkehrsbedingte Immissionen, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe;
- [30] MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell), Dr. J. Eichhorn, Arbeitsgruppe Stadtklima, Institut für Physik der Atmosphäre, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz;
- [31] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1: Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung, Dezember 2001;
- [32] VDI-Richtlinie 3782, Blatt 8: Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen, Entwurf, März 1998, aus formalen Gründen ersatzlos zurückgezogen;
- [33] Luftqualität in Schleswig-Holstein Jahresübersicht 2015, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Technischer Umweltschutz, Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein, Itzehoe, September 2016;
- [34] Stickstoffdioxid (NO₂) im Jahr 2016, Feinstaub (PM₁₀) im Jahr 2016, erstellt vom Umweltbundesamt mit Daten der Messnetze der Länder, 20. Januar 2017;
- [35] Hamburger Luftmessnetz, Ergebnisse 2016, Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburger Landesinstitut für Lebensmittelsicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltuntersuchungen, März 2017;

- [36] Ausbreitungsklassenstatistik für den Standort Hamburg Jahre 1991 bis 2005, Deutscher Wetterdienst, Geschäftsfeld Klima- und Umweltberatung, Regionales Gutachterbüro Hamburg;

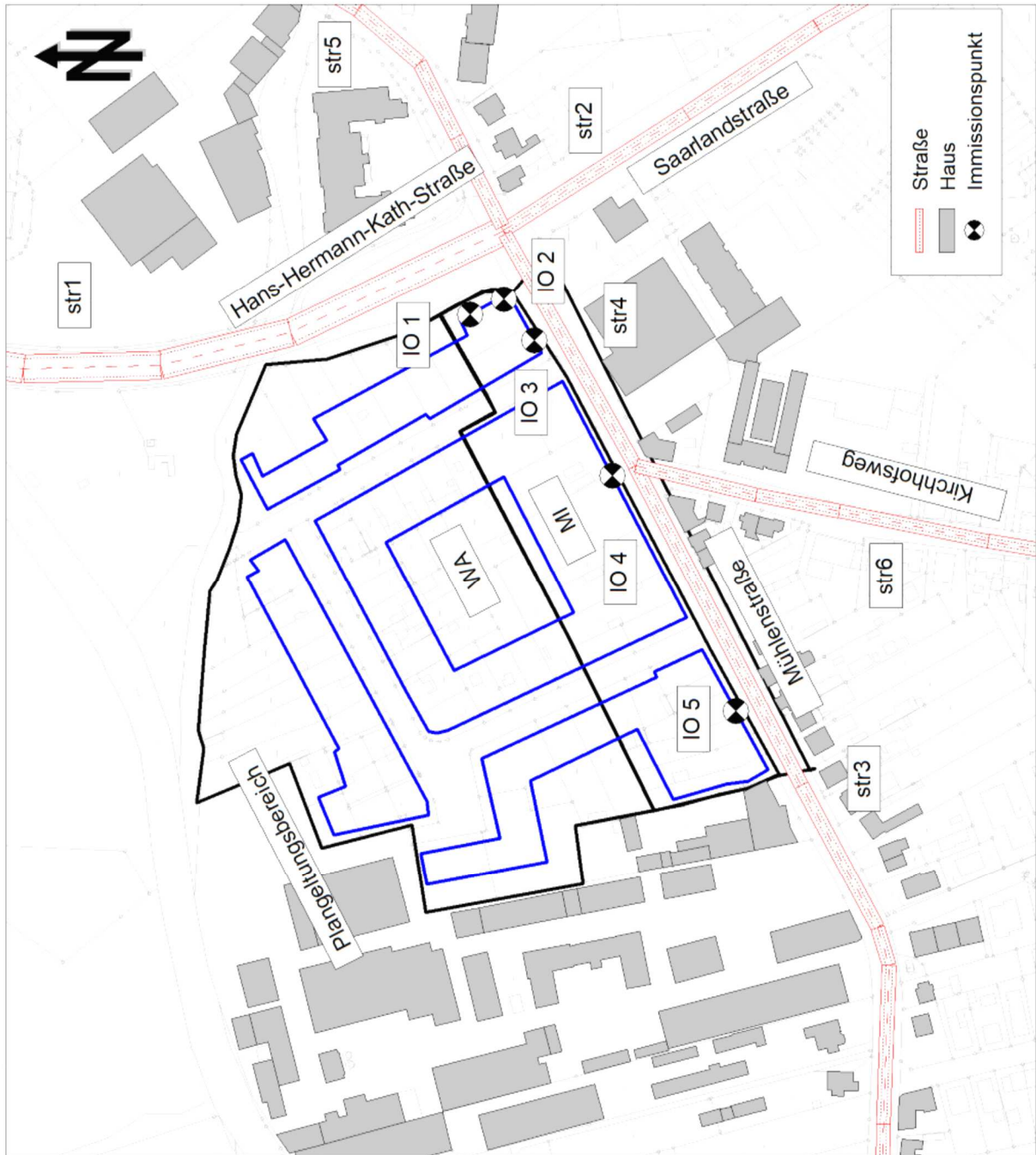
Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen

- [37] Digitale Kartengrundlage, erhalten am 15. Mai 2017;
- [38] Vorentwurf zum Bebauungsplan Nr. 155 „Paulstraße“, Stadt Pinneberg, erhalten am 14. November 2016;
- [39] Aktualisierung des Verkehrsmodells der Stadt Pinneberg und Fortschreibung der Prognose auf das Jahr 2025, SHP Ingenieure, Hannover, Juni 2012;
- [40] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 22. Juni 2017.

11. Anlagenverzeichnis

A 1	Lageplan Maßstab 1:3.000	II
A 2	Emissionen des Straßenverkehrs	III
A 2.1	Allgemeines	III
A 2.2	Verkehrsbelastungen (Prognose-Planfall 2035).....	IV
A 2.3	Zusammenstellung der Verkehrssituationen	IV
A 2.4	Basis-Emissionsfaktoren	V
A 2.4.1	Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.3), Bezugsjahr 2020	V
A 2.4.2	Feinstaub(PM ₁₀)-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen .V	
A 2.4.3	Feinstaub(PM _{2,5})-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen	V
A 2.5	Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte.....	VI
A 2.6	Gesamtemissionen der Straßenabschnitte	VI
A 3	Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000)	VII
A 3.1	Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden).....	VII
A 3.2	Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden).....	VII
A 4	Zusammenstellung aktueller Messdaten zur Luftqualität.....	VIII
A 5	Gesamtbelastungen.....	X
A 5.1	Stickstoffdioxid-Belastungen (Jahresmittelwert).....	X
A 5.2	Stickstoffdioxid-Belastungen (Kurzzeitbelastungen)	X
A 5.3	Benzol-Belastungen (Jahresmittelwert).....	X
A 5.4	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert).....	XI
A 5.5	Feinstaub(PM ₁₀)-Belastungen (Kurzzeitbelastungen)	XI
A 5.6	Feinstaub(PM _{2,5})-Belastungen (Jahresmittelwert)	XI

A 1 Lageplan Maßstab 1:3.000



A 2 Emissionen des Straßenverkehrs

A 2.1 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)
- PKW: Personenkraftwagen
- LNF: leichte Nutzfahrzeuge ($\leq 3,5$ t)
- SNF: schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 t)

A 2.2 Verkehrsbelastungen (Prognose-Planfall 2035)

Sp	1	2	3	4	5	6	7
Ze	Kürzel	Straßenabschnitt	Verkehrsbelastungen				
			Prognose-Planfall 2030/35				
			DTV	SV	PKW	LNF	SNF
			Kfz/ 24h	%	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h	Kfz/ 24h
Hans-Hermann-Kath-Brücke							
1	str1	nördlich Mühlenstraße	24.990	6,86	20.716	2.560	1.714
Saarlandstraße							
2	str2	südlich Mühlenstraße	14.805	6,74	12.288	1.519	998
Mühlenstraße							
3	str3	zwischen Hans-Hermann-Kath-Brücke und Kirchhofsweg	18.480	14,29	14.096	1.742	2.642
4	str4	westlich Kirchhofsweg	10.710	14,29	8.169	1.010	1.531
5	str5	östlich Hans-Hermann-Kath-Brücke	6.615	14,29	5.045	624	946
Kirchhofsweg							
6	str6	südlich Mühlenstraße	3.255	3,13	2.806	347	102

A 2.3 Zusammenstellung der Verkehrssituationen

Sp	1	2	3	4	5	6	7	8
Ze	Kürzel	Nr.	Gebiet	Straßentyp	Ge- schw. [km/h]	Verkehr- zustand	Stei- gung/ Gefälle	Verkehrssituation
Hans-Hermann-Kath-Brücke								
1	str1	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	2%	Agglo/HVS/50/dicht_2%
Saarlandstraße								
2	str2	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	0%	Agglo/HVS/50/dicht_0%
Mühlenstraße								
3	str3	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	0%	Agglo/HVS/50/dicht_0%
4	str4	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	0%	Agglo/HVS/50/dicht_0%
5	str5	25	Stadt/Agglom.	Hauptverkehrsstraße	50	dicht	0%	Agglo/HVS/50/dicht_0%
Kirchhofsweg								
6	str6	27	Stadt/Agglom.	Erschließungsstraße	50	flüssig	0%	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%

A 2.4 Basis-Emissionsfaktoren

A 2.4.1 Kfz-Abgase (Handbuch Emissionsfaktoren 3.3), Bezugsjahr 2020

Verkehrssituation	PKW					
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]				
		CO2	Benzol	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_0%	37,1	154,5	0,00082	0,217	0,067	0,003
Agglo/HVS/50/dicht_2%	37,1	156,0	0,00085	0,221	0,068	0,003
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	45,7	143,2	0,00078	0,182	0,057	0,003

Verkehrssituation	LNF					
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]				
		CO2	Benzol	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_0%	37,1	176,1	0,00028	0,417	0,131	0,016
Agglo/HVS/50/dicht_2%	37,1	179,3	0,00028	0,438	0,138	0,016
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	45,9	152,8	0,00025	0,375	0,118	0,016

Verkehrssituation	SNF					
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]				
		CO2	Benzol	NOx	NO2	PM
Agglo/HVS/50/dicht_0%	30,2	712,9	0,00094	1,598	0,209	0,020
Agglo/HVS/50/dicht_2%	30,2	785,7	0,00093	1,615	0,259	0,020
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	31,0	709,2	0,00093	1,567	0,205	0,020

A 2.4.2 Feinstaub(PM₁₀)-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen

Verkehrssituation	Staubaufwirbelung PM ₁₀			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		PKW	LNF	SNF
Agglo/HVS/50/dicht_0%	37,1	0,033	0,033	0,350
Agglo/HVS/50/dicht_2%	37,1	0,033	0,033	0,350
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	45,7	0,033	0,033	0,350

A 2.4.3 Feinstaub(PM_{2,5})-Emissionen durch die Staubaufwirbelung auf Straßen gemäß aktuellen Ansätzen

Verkehrssituation	Staubaufwirbelung PM _{2,5}			
	v [km/h]	Emissionsfaktor [g/km]		
		PKW	LNF	SNF
Agglo/HVS/50/dicht_0%	37,1	0,015	0,022	0,062
Agglo/HVS/50/dicht_2%	37,1	0,015	0,022	0,062
Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	45,7	0,015	0,021	0,062

A 2.5 Emissionsfaktoren der Straßenabschnitte

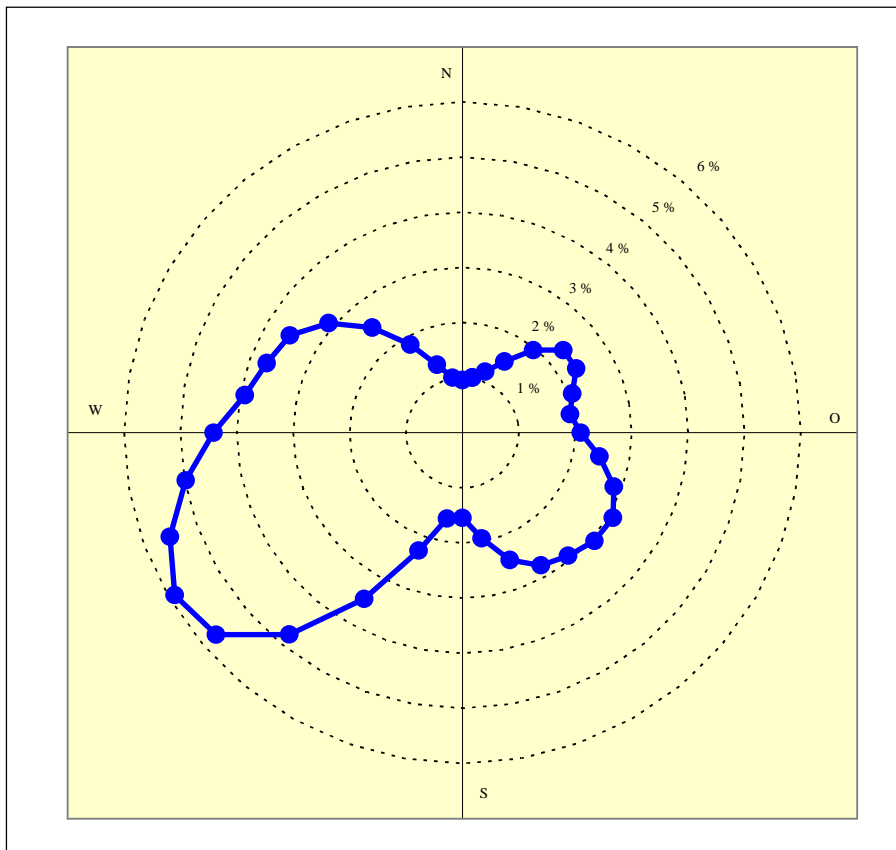
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abschnitt	Verkehrssituation	Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Emissionsfaktor					
				CO2 [g/km]	NOx [g/km]	Benzol [g/km]	PM10 [g/km]	PM2,5 [g/km]	
1	str1	Agglo/HVS/50/dicht_2%	791	24.990	201,570	0,33862	0,00080	0,06059	0,02479
2	str2	Agglo/HVS/50/dicht_0%	415	14.805	194,313	0,33096	0,00077	0,06010	0,02462
3	str3	Agglo/HVS/50/dicht_0%	123	18.480	236,325	0,43359	0,00078	0,08520	0,02926
4	str4	Agglo/HVS/50/dicht_0%	646	10.710	236,318	0,43358	0,00078	0,08519	0,02926
5	str5	Agglo/HVS/50/dicht_0%	142	6.615	236,351	0,43366	0,00078	0,08521	0,02926
6	str6	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	318	3.255	161,921	0,24591	0,00073	0,04790	0,02208

A 2.6 Gesamtemissionen der Straßenabschnitte

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Abschnitt	Verkehrssituation	Länge [m]	DTV [Kfz/24h]	Emissionen/Jahr					
				CO2 [kg/a]	NOx [kg/a]	Bzl [kg/a]	PM10 [kg/a]	PM2,5 [kg/a]	
1	str1	Agglo/HVS/50/dicht_2%	791	24.990	1.454.327	2.443,1	5,8	437,2	178,9
2	str2	Agglo/HVS/50/dicht_0%	415	14.805	435.765	742,2	1,7	134,8	55,2
3	str3	Agglo/HVS/50/dicht_0%	123	18.480	196.069	359,7	0,6	70,7	24,3
4	str4	Agglo/HVS/50/dicht_0%	646	10.710	596.776	1.094,9	2,0	215,1	73,9
5	str5	Agglo/HVS/50/dicht_0%	142	6.615	81.034	148,7	0,3	29,2	10,0
6	str6	Agglo/Erschliessung/50/fluessig_0%	318	3.255	61.175	92,9	0,3	18,1	8,3
Summe					2.825.147	4.881,6	10,7	905,1	350,6

A 3 Ausbreitungsklassenstatistik des Deutschen Wetterdienstes (Hamburg-Fuhlsbüttel, 1991-2000)

A 3.1 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (Anteil an Gesamtjahresstunden)



A 3.2 Windrichtungsverteilung im Jahresmittel (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	6,93 %	3,81 %	0,52 %	0,49 %	0,74 %	0,36 %
1,5	2,85 %	2,61 %	0,77 %	0,72 %	0,55 %	0,29 %
2	2,88 %	2,93 %	1,56 %	1,17 %	0,64 %	0,35 %
3	0,00 %	5,79 %	10,61 %	5,88 %	1,96 %	1,11 %
4-5	0,00 %	0,00 %	15,94 %	4,10 %	1,07 %	0,46 %
6	0,00 %	0,00 %	11,81 %	1,43 %	0,46 %	0,12 %
7-8	0,00 %	0,00 %	5,21 %	0,61 %	0,17 %	0,03 %
9	0,00 %	0,00 %	2,01 %	0,21 %	0,04 %	0,00 %
>10	0,00 %	0,00 %	0,77 %	0,04 %	0,00 %	0,00 %
Summe	12,66 %	15,14 %	49,20 %	14,65 %	5,64 %	2,71 %

A 4 Zusammenstellung aktueller Messdaten zur Luftqualität

Standort	Zeitraum	NO ₂		Benzol	PM ₁₀		PM _{2,5}
		Jahresmittelwert [µg/m ³]	Anzahl Stunden > 200 µg/m ³	Jahresmittelwert [µg/m ³]	Jahresmittelwert [µg/m ³]	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahresmittelwert [µg/m ³]
Gebietsbezogene Standorte in Schleswig-Holstein							
Itzehoe Lindenstraße (Verkehrsmessstation)	2010	54	1	2,4	23	17	—
	2011	47	0	2,0	25	21	—
	2012	43	0	1,4	21	7	—
	2013	40	0	1,4	20	8	—
	2014	36	0	1,3	22	12	16
	2015	36	0	1,1	—	—	—
	2016	37	0	1)	—	—	—
Kiel Bahnhofstraße (Verkehrsmessstation)	2010	54	7	2,0	24	21	17
	2011	53	6	1,7	26	30	17
	2012	39	0	0,9	20	4	14
	2013	37	2	1,0	22	12	14
	2014	37	0	1,1	25	17	17
	2015	41	0	0,9	24	20	14
	2016	42	0	1)	22	5	1)
Brunsbüttel Cuxhabener Straße (städtisch, Hafenbereich)	2010	24	0	—	23	21	17
	2011	24	0	—	25	24	17
	2012	24	0	—	21	8	13
	2013	24	0	—	21	7	13
	2014	23	0	—	23	15	15
	2015	23	0	—	21	12	12
	2016	1)	1)	—	18	1	1)
Itzehoe Oelixer Straße (städtischer Hintergrund)	2010	—	—	—	—	—	—
	2011	—	—	—	—	—	—
	2012	—	—	—	—	—	—
	2013	—	—	—	—	—	—
	2014	—	—	—	—	—	—
	2015	—	—	—	22	18	12
	2016	—	—	—	20	2	1)
Kiel Max-Planck-Straße (städtischer Hintergrund)	2010	20	1	—	20	14	—
	2011	19	0	—	23	17	—
	2012	19	0	—	18	5	—
	2013	19	0	—	18	5	—
	2014	17	0	—	20	7	—
	2015	16	0	—	20	16	—
	2016	18	0	—	16	2	—
Lübeck St. Jürgen (städtischer Hintergrund)	2010	15	0	—	20	15	14
	2011	14	0	—	22	17	15
	2012	15	0	—	18	6	12
	2013	14	0	—	18	4	12
	2014	13	0	—	19	6	14
	2015	13	0	—	17	9	11
	2016	14	0	—	15	2	1)

Standort	Zeitraum	NO ₂		Benzol	PM ₁₀		PM _{2,5}
		Jahresmittelwert [µg/m ³]	Anzahl Stunden > 200 µg/m ³	Jahresmittelwert [µg/m ³]	Jahresmittelwert [µg/m ³]	Anzahl Tage > 50 µg/m ³	Jahresmittelwert [µg/m ³]
Gebietsbezogene Standorte in Hamburg							
Hamburg Flughafen-Nord (städtischer Hintergrund)	2010	29	0	0,7	14	14	—
	2011	23	0	0,6	23	22	—
	2012	23	0	0,6	19	4	—
	2013	22	0	0,6	21	7	—
	2014	22	0	0,6	21	5	—
	2015	21	0	0,5	19	9	—
Hamburg Sternschanze (städtischer Hintergrund)	2010	29	0	0,7	24	18	16
	2011	30	0	0,7	29	40	17
	2012	30	0	—	21	8	13
	2013	30	0	—	21	8	13
	2014	27	0	—	24	14	15
	2015	27	0	—	22	18	13
Ansatz für Hintergrundbelastung:		27	3	1,0	22	21 ²⁾	13

¹⁾ noch nicht veröffentlicht

²⁾ Berechnung aus Jahresmittelwert, Ansatz gemäß RLuS 2012

A 5 Gesamtbelastungen

A 5.1 Stickstoffdioxid-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immissionsort	NO ₂ -Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m ³]	
	Hintergrund- belastung	Gesamtbelastung
IO 1	27,0	28,8
IO 2	27,0	29,6
IO 3	27,0	29,7
IO 4	27,0	29,9
IO 5	27,0	29,5

A 5.2 Stickstoffdioxid-Belastungen (Kurzzeitbelastungen)

Immissionsort	NO ₂ -Immissionen, Anzahl Stundenmittelwerte > 200 µg/m ³	
	Hintergrund- belastung	Gesamtbelastung
IO 1	3	3
IO 2	3	3
IO 3	3	3
IO 4	3	3
IO 5	3	3

A 5.3 Benzol-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immissionsort	Benzol-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m ³]	
	Hintergrund- belastung	Gesamt- belastung
IO 1	1,00	1,01
IO 2	1,00	1,01
IO 3	1,00	1,01
IO 4	1,00	1,02
IO 5	1,00	1,01

A 5.4 Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immissionsort	Feinstaub (PM ₁₀)-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m ³]	
	Hintergrundbelastung	Gesamtbelastung
IO 1	22,0	22,8
IO 2	22,0	23,2
IO 3	22,0	23,2
IO 4	22,0	23,3
IO 5	22,0	23,1

A 5.5 Feinstaub(PM₁₀)-Belastungen (Kurzzeitbelastungen)

Immissionsort	Feinstaub (PM ₁₀)-Immissionen, Anzahl Tagesmittelwerte > 50 µg/m ³	
	Hintergrundbelastung	Gesamtbelastung
IO 1	21	22
IO 2	21	23
IO 3	21	23
IO 4	21	24
IO 5	21	23

A 5.6 Feinstaub(PM_{2,5})-Belastungen (Jahresmittelwert)

Immissionsort	Feinstaub (PM _{2,5})-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m ³]	
	Hintergrundbelastung	Gesamtbelastung
IO 1	13,0	13,3
IO 2	13,0	13,5
IO 3	13,0	13,5
IO 4	13,0	13,5
IO 5	13,0	13,4