



Lohmeyer

A 10, KM 30.5
NEUBAU AS FREIENBRINK-NORD
GENEHMIGUNGSPLANUNG
LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN

Auftraggeber:

ISU Plan
Ralf Baumgärtel und Joachim Ruppert GbR
Helmholtzstraße 2-9
10587 Berlin

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Dresden

Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

November 2024
Projekt 10238-21-01
Berichtsumfang 55 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	6
2	AUFGABENSTELLUNG	8
3	VORGEHENSWEISE	9
3.1	Betrachtete Schadstoffe	9
3.2	Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	9
3.3	Berechnungsverfahren PROKAS.....	10
3.4	Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	12
4	EINGANGSDATEN	14
4.1	Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	14
4.2	Verkehrsdaten	15
4.3	Lärmschutzsituation	15
4.4	Meteorologische Daten	18
4.5	Hintergrundbelastung der Luft	20
5	EMISSIONEN	24
5.1	Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	24
5.2	Motorbedingte Emissionsfaktoren.....	24
5.3	Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	26
5.4	Emissionen des untersuchten Straßennetzes.....	28
6	IMMISSIONEN.....	31
6.1	Stickstoffdioxid (NO ₂).....	32
6.2	Feinstaub (PM ₁₀)	34
6.3	Feinstaub (PM _{2.5})	37
6.4	Gesamtbewertung	39
7	LITERATUR	40
A1	BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	45

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	49
A3 EMISSIONSABBILDUNGEN	52

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Namen und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission/Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung/Zusatzbelastung/Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte/Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert/Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngößen Jahresmittelwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jah-

resmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV, 2010) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO_2 -Konzentrationen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Geschwindigkeitsbeschränkung, Ausbaugrad, Vorfahrtregelung etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Feinstaub/ PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$

Mit Feinstaub bzw. $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2.5}$ werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von $10 \mu\text{m}$ bzw. $2.5 \mu\text{m}$ eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM_{10} -Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die $\text{PM}_{2.5}$ -Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Autobahn GmbH plant den Neubau der AS Freienbrink-Nord einschließlich Folgemaßnahmen an der A 10 km 27.97 – 33.95. In diesem Zusammenhang ist im Rahmen der Genehmigungsplanung die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Betrachtet wurde folgender Fall:

- Planfall 2030 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme.

Betrachtet wurden die folgenden Komponenten: Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit. Die Beurteilung der Maßnahme erfolgte im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Mit dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) in seiner Version 4.2 (UBA, 2022) wurden mit PROKAS die verkehrsbedingten Emissionen für das Bezugsjahr 2030 ermittelt. Die nicht motorbedingten PM₁₀- und PM_{2.5}-Emissionen sind ebenfalls im HBEFA 4.2 enthalten und werden so verwendet.

Die Ausbreitungsmodellierung erfolgte mit dem Modell PROKAS/PROKAS_B (Beschreibung siehe Anhang A2).

Die so berechnete Zusatzbelastung, verursacht vom Kfz-Verkehr auf den berücksichtigten Straßen, wurde mit der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung addiert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wurde auf Grundlage von Messdaten und in Abstimmung mit der zuständigen Immissionsschutzbehörde des Landes Brandenburgs angesetzt. Die NO/NO₂-Konversion wurde mit einem vereinfachten Chemiemodell durchgeführt. Diskutiert und bewertet wurde die Gesamtbelastung (Zusatzbelastung + Hintergrundbelastung).

Ergebnisse

Im Untersuchungsgebiet sind keine Überschreitungen der beurteilungsrelevanten Jahresmittelwerte für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} im Planfall 2030 ermittelt worden.

Auch der strengere PM10-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechend der 39. BImSchV wird im Planfall 2030 unterschritten.

Aus Sicht der Lufthygiene sind die Planungen im Hinblick auf die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit bezogen auf die bestehende Wohnnutzung im Prognosejahr 2030 nicht abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Autobahn GmbH plant den Neubau der AS Freienbrink-Nord einschließlich Folgemaßnahmen an der A 10 km 27.97 – 33.95. In diesem Zusammenhang ist im Rahmen der Genehmigungsplanung die Erarbeitung eines Luftschadstoffgutachtens erforderlich. Innerhalb des Gutachtens sind unter Berücksichtigung der geltenden Rechtslage die Auswirkungen des geplanten Bauvorhabens auf die Immissionssituation des Untersuchungsgebietes zu untersuchen und zu bewerten.

Zu betrachten ist folgender Fall im Prognosejahr 2030:

- Planfall 2030 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme und den Verkehrszahlen für 2030 sowie Emissionen für das Prognosejahr.

Die Beurteilung der Maßnahme soll für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstäube (PM₁₀, PM_{2.5}) im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BIm-SchV für das Jahr 2030 erfolgen.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Betrachtete Schadstoffe

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für die Beurteilung von Auswirkungen des Kfz-Verkehrs ist v. a. die 39. BImSchV relevant.

Die Relevanz der Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, Blei, Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenmonoxid (CO) sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid (NO) gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaubpartikel mit den Korngrößen 10 µm und 2.5 µm (PM₁₀, PM_{2.5}) betrachtet.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

In **Tab. 3.1** werden die in dem vorliegenden Gutachten verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert. Neben den Jahresmittelwerten wird auch der PM10-Kurzzeitgrenzwert abgeleitet und bewertet. Auf die Berechnung des NO₂-Kurzzeitgrenzwert als Stundenmittelwert von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der 18-mal pro Kalenderjahr überschritten werden darf, wird verzichtet, da der NO₂-Jahresmittelgrenzwert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eher überschritten wird als der Kurzzeitgrenzwert.

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe **Tab. 3.2**) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

3.3 Berechnungsverfahren PROKAS

Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/prokas) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windver-

hältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze, in typisierter Form Lärmschutzbauten, berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage, der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM₁₀, PM_{2.5}) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung sind im HBEFA 4.2 ebenfalls enthalten und werden so verwendet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes sowie der typisiert berücksichtigten Lärmschutzbauten, werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, alle berücksichtigten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung addiert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Für die Berechnung der NO-NO₂-Umwandlung wird das vereinfachte Chemiemodell nach Düring et al. (2011) verwendet.

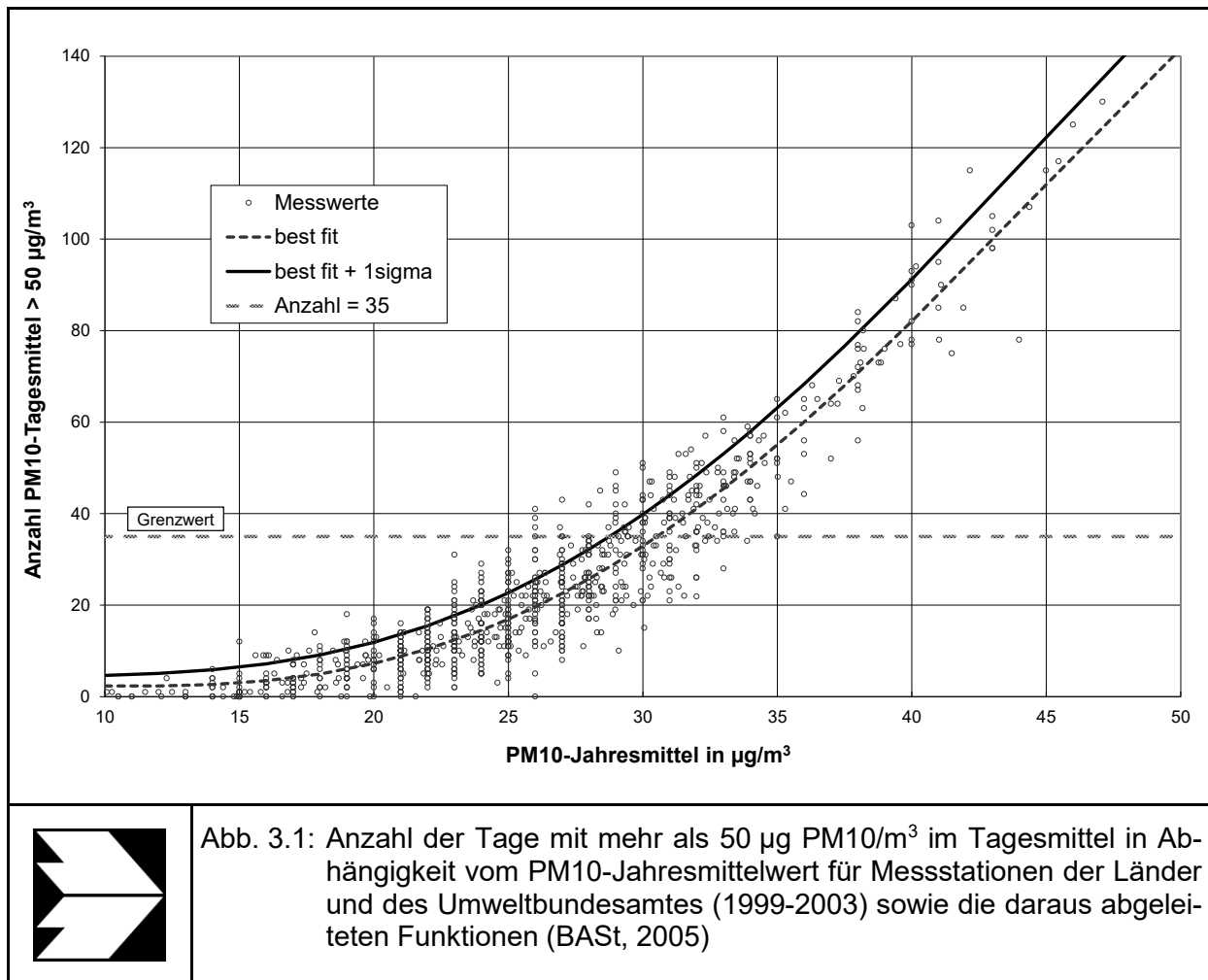
3.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 39. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, der nur 18-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer, 2012) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der Jahresmittelwert 54 µg/m³ (= Äquivalentwert) nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM10-Konzentrationen von 50 µg/m³ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer als 50 µg/m³ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. 40 µg/m³ einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von 31 µg/m³ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BASt (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab 29 µg/m³ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).



Für die Bewertung des PM10-24 h-Grenzwertes lässt sich die folgende differenzierte Bewertung in Hinblick auf das Eintreten von Überschreitungen ableiten:

PM10-Jahresmittel

<29 µg/m³
 29 - 30 µg/m³
 31 - 33 µg/m³
 34 - 35 µg/m³
 ≥36 µg/m³

Überschreitung PM10-Tagesmittel

keine Überschreitung
 selten (Wahrscheinlichkeit <40 %)
 öfter möglich (Wahrscheinlichkeit 40 bis 80 %)
 wahrscheinlich (Wahrscheinlichkeit >80 %)
 so gut wie sicher

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen, die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Daten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Technische Planung in Form von Lageplänen (Stand 2024-09; Autobahn GmbH 2024)
- Verkehrsbelegungsdaten (Stand 2024-01-18; Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG, 2024)
- Tempolimits für Streckenabschnitte (ISU Plan, 2023; ProVia Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH, 2023, 2024)
- Angaben zur Verkehrsqualität (in Stufen nach HBS) (Stand 2024-01-18; Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co.KG, 2024)
- Lage und Höhen von Lärmschutzanlagen (Stand 2024-05; ISU Plan, 2024)

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet ist in der Gemeinde Grünheide und der Stadt Erkner gelegen, die zum Kreis Oder-Spree im Bundesland Brandenburg gehören. Der Planungsabschnitt verläuft östlich von Berlin und die A 10 ist ein Teil des östlichen Berliner Rings. Das Industriegelände des Automobilwerkes ist an das öffentliche Straßennetz angebunden. Die Anbindung soll mittels Neubau der Anschlussstelle Freienbrink-Nord in ihrer Leistungsfähigkeit erhöht werden. Im Zuge der Planungen im Bereich der A 10 zwischen km 27.97 und km 33.95 werden auch Veränderungen der AS Freienbrink und der AS Erkner geplant. Neben den drei Anschlussstellen werden die AS Freienbrink-Nord und AS Freienbrink über lange Verteilerfahrbahnen zu einem komplexen Knotenpunkt zusammengefasst.

Das Gelände im Untersuchungsgebiet ist weitgehend eben. Entsprechend der örtlichen Gegebenheiten und des hier eingesetzten Berechnungsmodells ist eine explizite Berücksichtigung der lokalen Orografie nicht nötig. Planungsbedingte Besonderheiten wie Brücken, Rampen, Längsneigungen sind in den Berechnungen aber berücksichtigt.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie das bei den Ausbreitungsrechnungen berücksichtigte Straßennetz. In den betrachteten Berechnungsfällen werden nur Straßenabschnitte in die Immissionsbestimmung einbezogen, die eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke an Werktagen (DTV_w) größer 5 000 Kfz/24 h aufweisen. Die Emissionen von Straßenabschnitten mit geringerer Verkehrsbelegung werden über die Hintergrundbelastung pauschal berücksichtigt (Abschnitt 4.5). Die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet weisen keine strömungsrelevante Bebauung (Straßenschluchtcharakter) auf.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten (Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co.KG, 2024), die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, liegen als mittlere Verkehrsstärken (DTV) für das Prognosejahr 2030 vor. Teilweise werden Straßen fahrtrichtungsgetrennt aufgenommen, dann überlagern sich die Signaturen in den Abbildungen. Sie sind für den Planfall 2030 in **Abb. 4.2** dargestellt.

Für die Berechnungen werden die Daten als mittlere Verkehrsstärken (DTV) verwendet, welche den Verkehr von Montag bis Sonntag abbilden. Die verwendeten Schwerverkehrszahlen (SV) beinhalten alle Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht (zul. GG) größer 3.5 t.

4.3 Lärmschutzsituation

Der geplante und vorhandene Lärmschutz an der A 10 sind entsprechend der Ergebnisse der schalltechnischen Untersuchung (ISU Plan, 2024) für den Planfall übernommen. Die Lage der Lärmschutzwände ist in **Abb. 4.1** dargestellt.

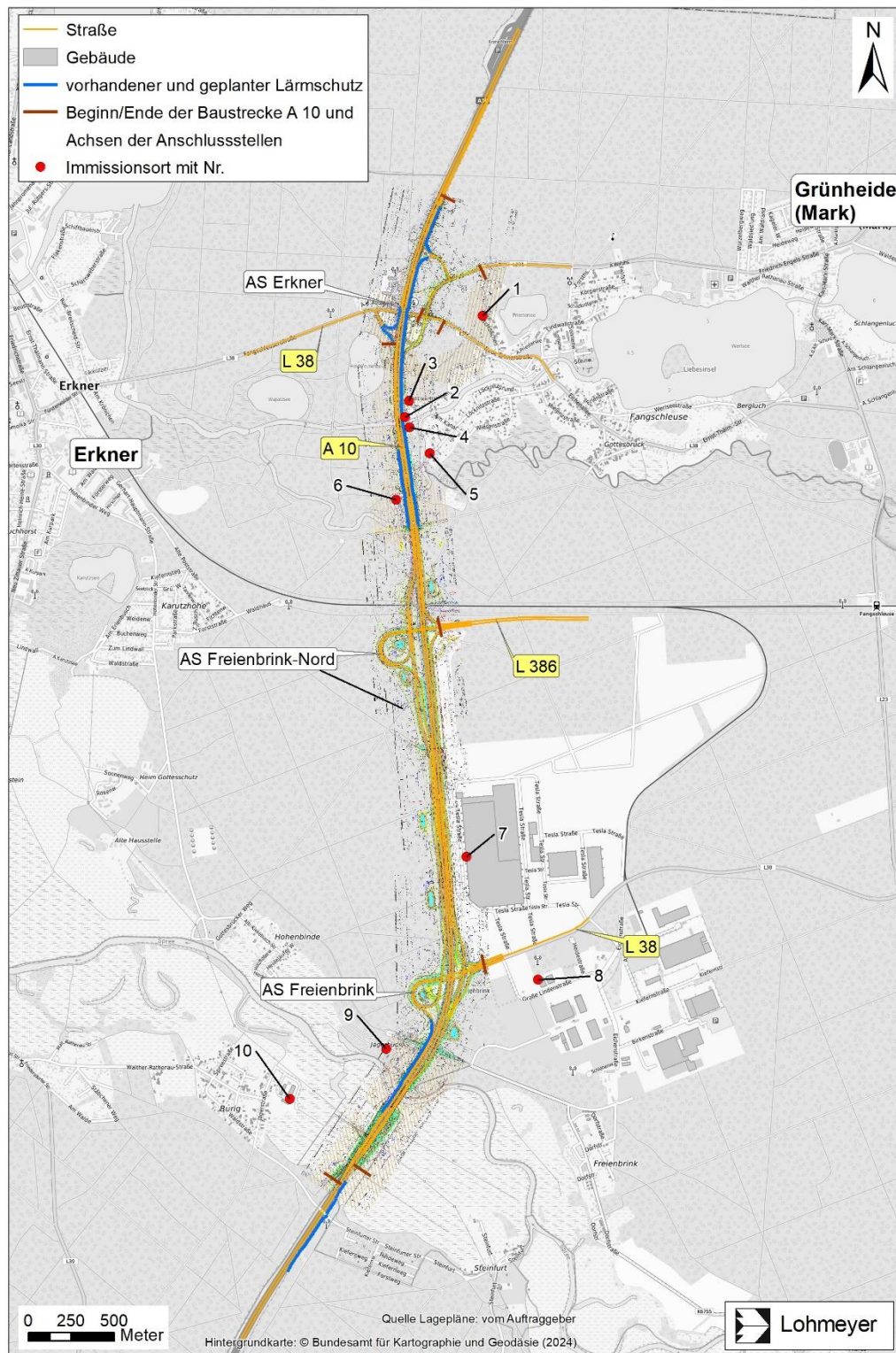


Abb. 4.1: Übersicht

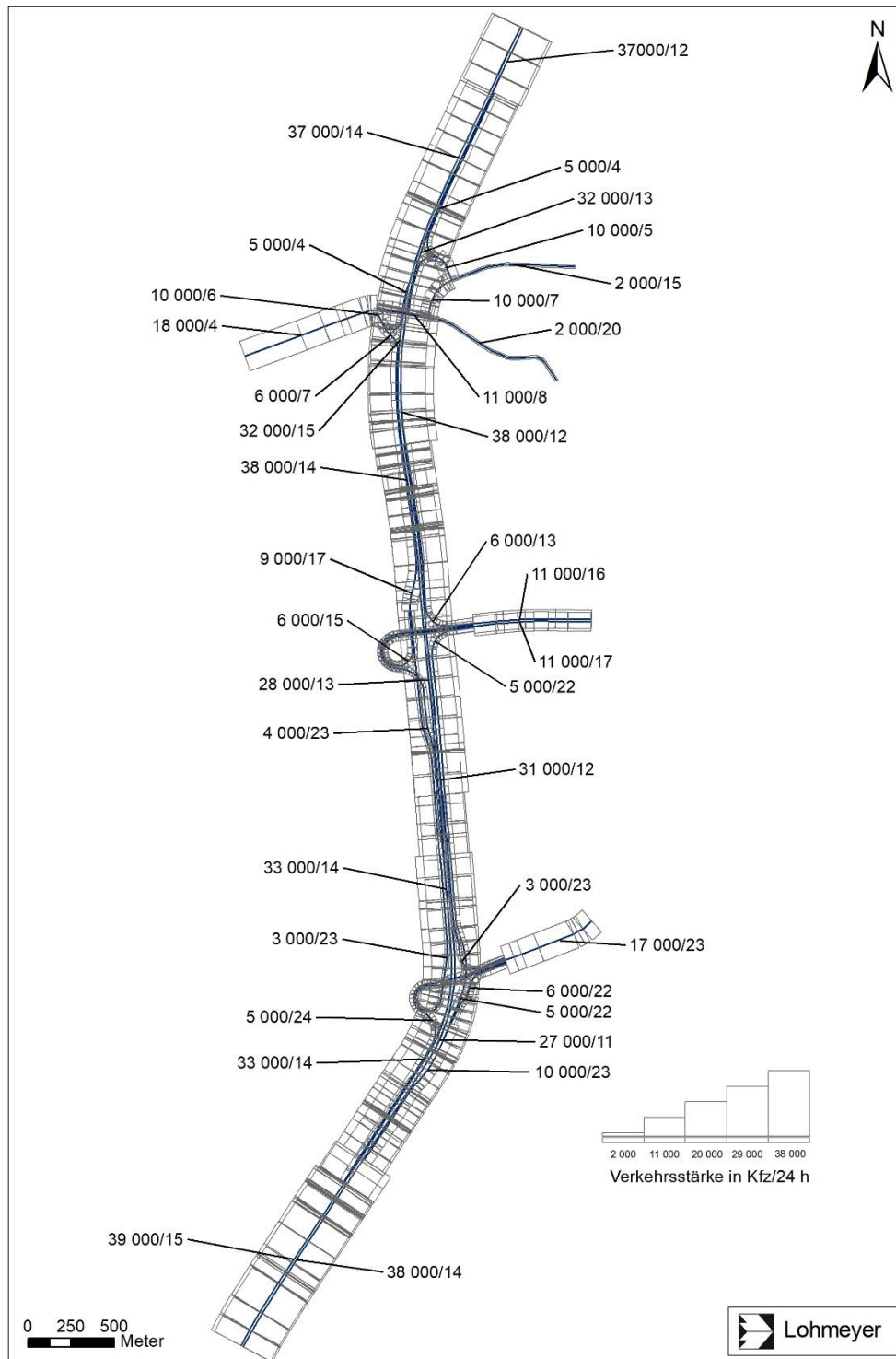


Abb. 4.2: Planfall 2030. Durchschnittliche Verkehrsstärke DTV (Mo-So) in Kfz pro Tag/SV-Anteil >3.5 t in Prozent (Quelle IVV GmbH & Co.KG, 2024; eigene Darstellung)

4.4 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten aus dem hauptamtlichen Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Lindenberg vor. Die Station ist ca. 31 km südöstlich vom Untersuchungsgebiet gelegen. Im Bericht von IVU Umwelt GmbH (2012) wird für diesen Untersuchungsbereich die Verwendung der Station Lindenberg (DWD-Stations-ID 03015 in 15848 Tauche-OT Lindenberg) empfohlen.

Die Windmessung erfolgt dort in 10.4 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Südwest bis Nordwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 3.4 m/s. Diese Windstatistik repräsentiert die Windverhältnisse im Freiland, das heißt bei weitgehend ungestörten Verhältnissen. Die Rauigkeitslänge am Messstandort wird mit dem Verfahren nach Verkaik (DWD, 2019) mit Messdaten durchgeführt. Die Rauigkeitslänge stellt ein Maß für den Strömungswiderstand der Erdoberfläche dar. Die berechnete mittlere Rauigkeit am Messstandort beträgt 0.2 m/s. Die Landnutzungsunterschiede zwischen der Messstation und dem Untersuchungsgebiet wirken sich auf die Windgeschwindigkeit aus. Aufgrund der aerodynamischen Rauigkeit im Untersuchungsgebiet werden die mittleren Windverhältnisse für den Standort angepasst.

Für die Ausbreitungsrechnungen verwendete Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik der Station Lindenberg ist in **Abb. 4.3** dargestellt.

An der meteorologischen Station Lindenberg wird u.a. auch Temperatur gemessen. Für die 10-jährige Temperaturzeitreihe (2010-2019) werden dort im Mittel 10.1 °C ausgewiesen. Die Temperatur wird für die Emissionsberechnung benötigt (s. u.).

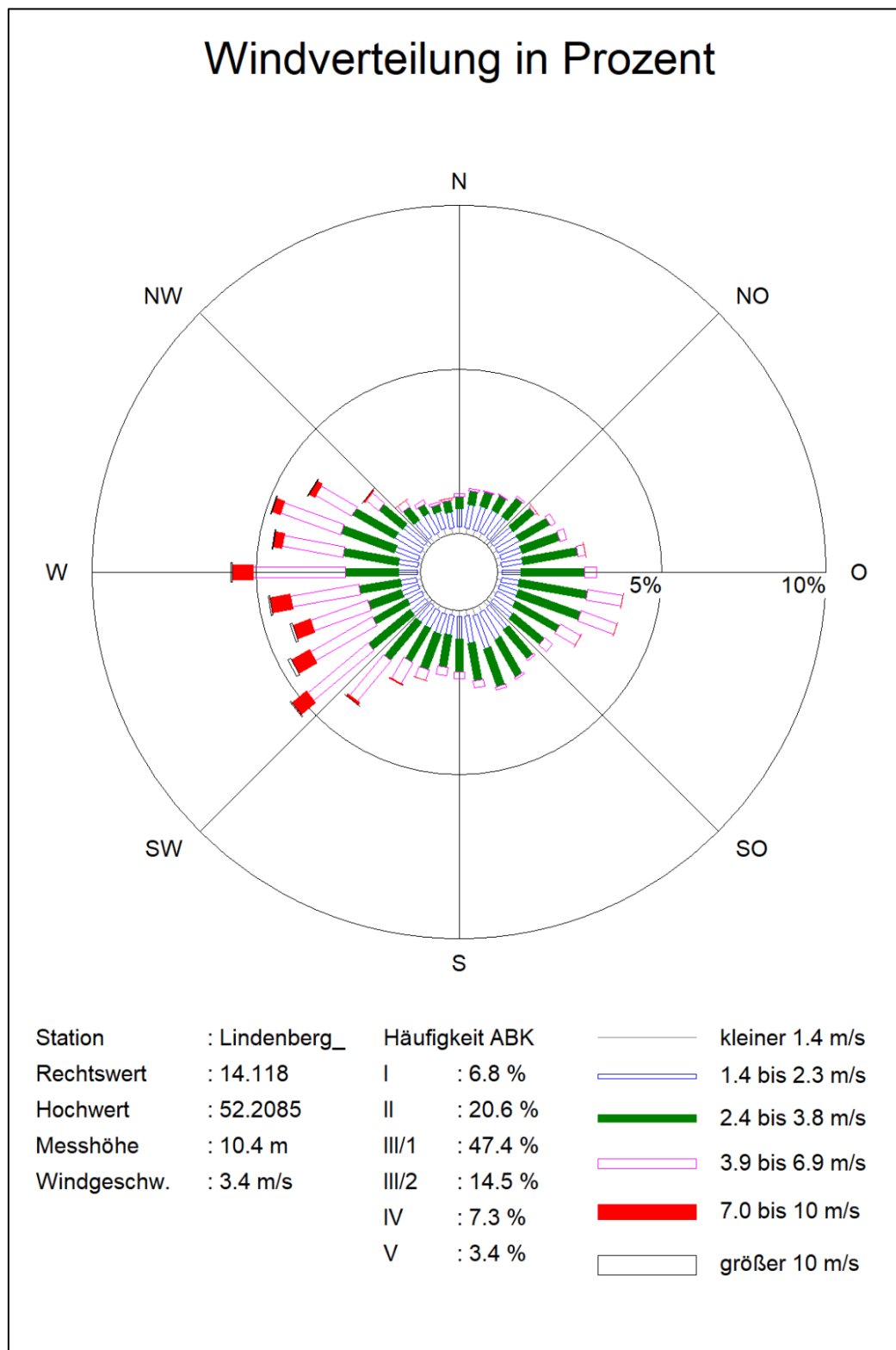


Abb. 4.3: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Lindenberg 2010-2019

Quelle: DWD, eigene Darstellung

4.5 Hintergrundbelastung der Luft

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Stickoxide unterliegen auf dem Ausbreitungspfad chemischen Umwandlungsprozessen. Die Berechnung der NO_2 -Schadstoffbelastung erfolgt deshalb mit Hilfe eines Chemiemodells (siehe Anhang A2), welche als zusätzliche Hintergrundbelastungen NO_x und O_3 benötigt.

Im Untersuchungsgebiet sind aktuell keine Messstellen im Luftgüte-Messnetz von Brandenburg vorhanden. Zur Bestimmung der Schadstoffhintergrundbelastung standen aber Werte der nächstgelegenen Messstationen aus dem Luftüberwachungssystem für Brandenburg und Berlin für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ zur Verfügung. Für die Berechnung der NO_2 -Gesamtbelastung werden zusätzlich die Ozonkonzentrationen (O_3) berücksichtigt.

Das Landgütemessnetz Brandenburg wird vom Landesamt für Umwelt und das Berliner Luftgütemessnetz wird von der Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt betrieben. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Die Entfernungen und Richtungen zum Untersuchungsgebiet sowie die Klassifizierungen, dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen, sind in **Tab. 4.1** aufgelistet. Die vorliegenden Daten und Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.2** aufgeführt.

Stationsname	Umgebung	Stationstyp	Entfernung, ca. km	Richtung
Berlin Friedrichshagen	städtisch	Hintergrund	10.5	NW
Berlin Karlshorst	städtisch	Hintergrund	19.6	NW
Hasenholz (Buckow)	ländlich	Hintergrund	23.4	NO
Frankfurt Oder	vorstädtisch	Hintergrund	51.0	O
Schwedt	vorstädtisch	Industrie	80.0	NO
Wildau	städtisch	Hintergrund	14.1	S

Tab. 4.1: Klassifizierung von Messstationen des Luftgüte-Messnetzes und deren Lage zum Untersuchungsgebiet

Diese vorliegenden Messwerte wurde mit den Hintergrundbelastungen aus den Untersuchungen zur „Flächendeckende Ermittlung der Luftschadstoffimmissionsbelastung gemäß 39. BIm-SchV im Land Brandenburg (Fortschreibung 2016/2017)“ verglichen (IVU Umwelt GmbH, 2018).

Des Weiteren wurden durch das LfU im Jahr 2022 eine Sondermesskampagne mit NO₂-Passivsammlern in der Gemeinde Grünheide (Mark) durchgeführt (MLUK Brandenburg, 2024b). Diese Messungen zeigen, dass die aus den Einzelmesswerten ermittelte NO₂-Jahresmittelwert für 2022 zwischen 6 µg/m³ und 10 µg/m³ liegen. Nur an der Messstelle Grünheide-Rathaus wird ein NO₂-Jahresmittelwert von 15 µg/m³ erreicht. Dieser Messort liegt aber im Ortskern, der die höchsten Verkehrszahlen aufweist. Damit bestätigt sich die für das Untersuchungsgebiet angesetzte Hintergrundbelastung für den NO₂-Jahresmittelwert von 11 µg/m³ (**Tab. 4.3**).

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Das Absinken der Hintergrundbelastung kann im Einzelfall aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen vom Mittel abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktionen verzichtet. Damit fallen bei einem möglichen Absinken der Hintergrundbelastung die Berechnungsergebnisse konservativ aus.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Berlin-Friedrichshagen	Berlin-Karlshorst	Hasenholz (Buckow)	Frankfurt-Oder	Schwedt	Wildau
NO ₂ Jahresmittel	2017	13	20	9	12	8	-
	2018	12	19	9	13	11	-
	2019	11	18	9	12	10	-
	2020	9	16	8	11	8	-
	2021	10	15	7	10	9	-
	2022	8	13	7	10	8	13
	2023*	8	12	5	8	6	11
PM ₁₀ Jahresmittel	2017	16	-	17	18	16	-
	2018	19	-	19	20	19	-
	2019	16	-	18	17	17	-
	2020	14	-	14	13	13	-
	2021	15	-	15	15	14	-
	2022	15	-	15	15	15	16
	2023*	12	-	13	14	12	13
PM ₁₀ Überschreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2017	4	-	10	12	10	-
	2018	5	-	9	12	11	-
	2019	1	-	7	6	4	-
	2020	1	-	2	1	0	-
	2021	1	-	2	1	3	-
	2022	0	-	4	0	2	0
	2023*	-	-	0	0	1	0
PM _{2.5} Jahresmittel	2017	-	-	13	15	13	-
	2018	-	-	14	15	15	-
	2019	-	-	11	12	11	-
	2020	-	-	9	10	9	-
	2021	-	-	10	12	11	-
	2022	10	-	10	10	10	10
	2023*	-	-	8	9	8	9
O ₃ Jahresmittel	2017	50	-	52	52	50	-
	2018	58	-	58	60	56	-
	2019	56	-	57	57	54	-
	2020	54	-	55	57	54	-
	2021	52	-	53	56	53	-
	2022	56	-	59	60	56	57
	2023*	57	-	57	58	55	54

Tab. 4.2: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Stationen in der Umgebung der A 10 AS Freienbrink-Nord, (Airbase, 2024), für Station Wildau 2023 (MLUK Brandenburg, 2023), für die Stationen in Brandenburg für 2023 (MLUK Brandenburg, 2024a) und für Stationen in Berlin (Berliner Luftgütemessnetz, 2024)

* nicht endgültig vom Landesmessnetz verifizierte Werte/vorübergehende Werte

Aus den Messwerten, den Lagen und den Klassifizierungen der Messstationen sowie den o. g. flächendeckenden Immissionen werden in Abstimmung mit der zuständigen Behörde, dem Landesamt für Umwelt (LfU Brandenburg, 2023, 2024), die in **Tab. 4.3** dargestellten Werte für das Bezugsjahr 2022 abgeleitet und ebenfalls unverändert für das Prognosejahr 2030 herangezogen.

Schadstoff	Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO₂	11
NO_x	15
O₃	58
PM10	18
PM2.5	14

Tab. 4.3: Schadstoffhintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2022 und Prognosejahr 2030

5 EMISSIONEN

5.1 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (LNF) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM₁₀, PM_{2.5}) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (2020; Kfz-Emissionsbestimmung).

5.2 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet.

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfolgt unter Verwendung der bundesdeutschen Jahresmitteltemperatur, welche den örtlichen Verhältnissen sehr gut entspricht.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugkategorien Pkw, LNF, Lkw und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),

- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Staub-Fraktion der motorbedingten Emissionen kann nach vorliegenden Erkenntnissen (Klingenberg et al., 1991; Israël et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgrößen kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit auch der PM10- und PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Der Kaltstarteinfluss von NO_x und Partikeln innerorts für Pkw und LNF wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AB80d	Autobahn, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
AB90d	Autobahn, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
ABS130	Städtische Autobahn, Tempolimit 130 km/h, flüssiger Verkehr
ABS130d	Städtische Autobahn, Tempolimit 130 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS100	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, flüssiger Verkehr
AO-HVS100d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS100s	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h, stockender Verkehr
AO-HVS70d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70s	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, stockender Verkehr
AO-HVS80d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 80 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50s	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, stockender Verkehr
IO-HVS60d	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS60s	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, stockender Verkehr
IOS-HVS40d	Städtische Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 40 km/h, dichter Verkehr

Die erhöhten Schadstofffreisetzungen durch Fahrzeuge während der Beschleunigungsvorgänge auf den Einfahrten der Autobahn wird durch die Verkehrssituation „AB-Auffahrt“ berücksichtigt. Da das HBEFA keine gesonderten Emissionsfaktoren für die Verkehrssituation auf Beschleunigungstreifen enthält, werden diese durch eine Verdreifachung der Emissionswerte der Verkehrssituation „AB90d“ angenähert.

5.3 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA 4.2 enthalten und werden so verwendet.

Auf Grundlage der o. a. Datenbasis werden zur Berechnung der PM10- und PM2.5-Emissionen für die Summe aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) die in den **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km									
Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ (direkt)		NO _x		PM10/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
AB80d	±0 %	6	61	66	353	0.9	4.4	30	130	11	51
AB80d	+2 %	10	85	105	499	1.3	7.2	30	130	11	51
AB80d	-2 %	4	212	40	1 111	0.7	1.6	30	130	11	51
AB90d	±0 %	7	64	73	352	1	4.4	30	130	9	49
AB90d	+2 %	11	87	118	486	1.6	7.2	30	130	9	49
AB90d	+4 %	18	91	181	537	2.5	10	30	130	9	49
AB90d	-2 %	4	231	43	1 125	0.7	1.7	30	130	9	49
AB90d	-4 %	2	39	26	201	0.5	0.9	30	130	9	49
AB90d	-6 %	2	22	20	117	0.4	0.8	30	130	9	49
ABS130	±0 %	16	60	162	335	3.5	4.4	30	130	9	46
ABS130	+2 %	24	80	250	454	3.9	7.2	30	130	9	46
ABS130	-2 %	10	87	98	475	2.4	2	30	130	9	46
ABS130d	±0 %	12	62	118	344	1.9	4.4	30	130	9	51
ABS130d	+2 %	19	88	192	490	4	7.2	30	130	9	51
ABS130d	-2 %	7	116	71	608	1.2	1.9	30	130	9	51
AO-HVS100	±0 %	14	74	96	434	2.1	5.7	29	130	9	48
AO-HVS100	±2 %	15	88	104	515	2.4	5.3	29	130	9	48
AO-HVS100d	±0 %	11	68	79	427	1.8	5.4	30	130	11	55
AO-HVS100s	±0 %	19	170	135	1 229	2.6	12.7	30	130	15	68
AO-HVS70d	±0 %	12	72	88	463	1.9	5.6	33	350	13	64
AO-HVS70d	±2 %	13	95	93	587	2	5.7	33	350	13	64
AO-HVS70s	±0 %	21	162	148	1 224	2.9	15.2	44	1 200	15	68
AO-HVS70s	±2 %	22	186	152	1 373	2.9	15.3	44	1 200	15	68
AO-HVS80d	±0 %	9	68	68	430	1.7	5.1	30	130	12	59
AO-HVS80d	+2 %	14	92	102	562	2.1	7.7	30	130	12	59
AO-HVS80d	+4 %	21	101	149	640	2.6	10.2	30	130	12	59
AO-HVS80d	-2 %	6	108	45	637	1.5	2.6	30	130	12	59
AO-HVS80d	-4 %	4	74	31	420	1.3	1.6	30	130	12	59
IO-HVS50d	±0 %	11	100	113	685	4.5	6.8	32	350	15	68
IO-HVS50d	±2 %	12	136	116	840	4.5	7.1	32	350	15	68
IO-HVS50d	+2 %	14	110	142	703	4.8	10	32	350	15	68
IO-HVS50d	+4 %	19	130	184	820	5.1	12.5	32	350	15	68

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in mg/km									
Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ (direkt)		NO _x		PM10/PM2.5 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb und Aufwirbelung)		PM2.5 (nur Abrieb und Aufwirbelung)	
		LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV	LV	SV
IO-HVS50d	-2 %	9	163	90	978	4.2	4.2	32	350	15	68
IO-HVS50d	-4 %	8	120	73	697	4	2.9	32	350	15	68
IO-HVS50d	-6 %	7	58	64	360	3.9	2.4	32	350	15	68
IO-HVS50s	±0 %	17	216	167	1 665	5.2	16.2	44	1 200	15	68
IO-HVS50s	-2 %	15	277	145	2 068	5	13.8	44	1 200	15	68
IO-HVS60d	±0 %	11	86	112	586	4.4	6.2	32	350	14	67
IO-HVS60d	+4 %	19	121	192	769	5.3	11.3	32	350	14	67
IO-HVS60d	-4 %	7	124	71	707	3.9	2.5	32	350	14	67
IO-HVS60s	±0 %	19	233	186	1 800	5.8	16.9	44	1 200	15	68
IOS-HVS40d	±0 %	11	93	114	727	4.5	8.4	32	350	15	68
IOS-HVS40d	+2 %	14	107	140	781	4.8	11.3	32	350	15	68
IOS-HVS40d	+4 %	18	120	176	854	5.2	13.5	32	350	15	68
IOS-HVS40d	+6 %	22	133	219	943	5.6	15.8	32	350	15	68
IOS-HVS40d	-2 %	10	112	94	812	4.2	5.8	32	350	15	68
IOS-HVS40d	-4 %	8	84	79	605	4.1	4.3	32	350	15	68
IOS-HVS40d	-6 %	7	67	72	481	4	3.7	32	350	15	68

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für den Planfall 2030

5.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x, PM10 und PM2.5 werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und SV-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

Die Verkehrssituationen sind für den Planfall 2030 in **Abb. 5.1** aufgezeigt. Die darin verwendeten Signaturen setzen sich aus folgenden Eigenschaften zusammen: eigentliche Verkehrssituation (Fahrmuster, siehe Abschnitt 5.2) und Längsneigung. Die Verkehrssituation wird durch die Farbe der Signatur wiedergegeben und die Strichstärke zeigt die Längsneigung an.

Demzufolge bedeutet eine fett gezeichnete, lilafarbene Liniensignatur (vgl. **Abb. 5.1**) eine Verkehrssituation AB130 mit flüssigem Verkehr und einer Längsneigung >0 %.

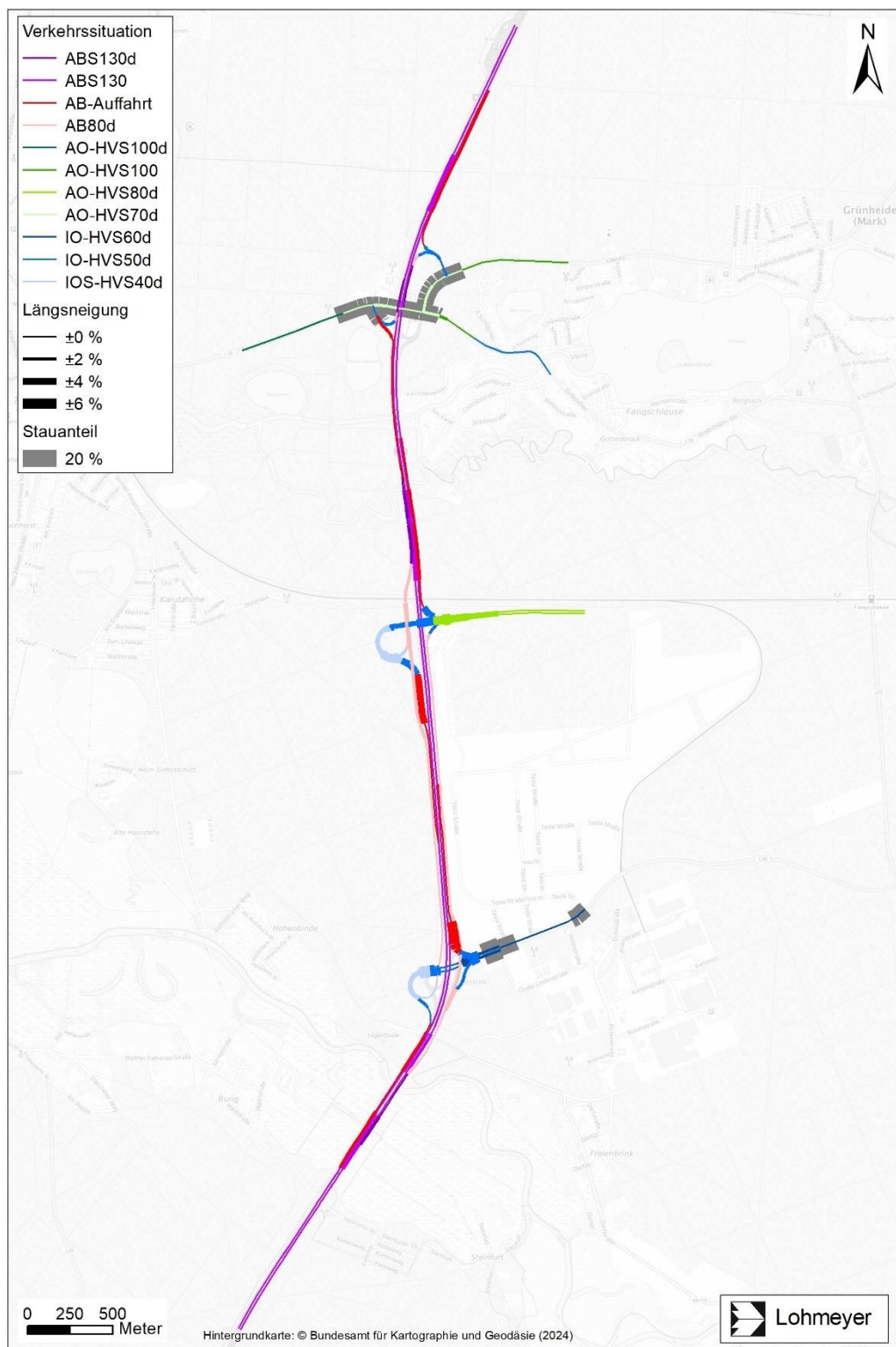


Abb. 5.1: Planfall 2030 Verkehrssituation

Zusätzlich werden Stauanteile dargestellt, welche im Nahbereich von Kreuzungen bzw. Lichtsignalanlagen den gestörten Verkehrsfluss gesondert berücksichtigen. Dort wird anteilig ein Stop&Go-Verkehr auf die tägliche Fahrleistung angesetzt. Dieser stellt den Anteil der jeweiligen Stau-Verkehrssituation (z. B. IOS-HVS50s) zur verwendeten regulären Verkehrssituationen (IOS-HVS50d) in **Tab. 5.1** dar.

Hinweis: In der Unterlage U 22 ist die Leistungsfähigkeit der Anlage und der Knotenpunkte im nachgeordneten Netz nachgewiesen. Demzufolge werden keine (realen) Stauerscheinungen erwartet. Die im HBEFA aufgeführten Verkehrssituationen repräsentieren lange Straßenabschnitte, worin die Beschleunigungsvorgänge, z. B. beim Anfahren an Lichtsignalanlagen, nur einen geringen Anteil besitzen. Kreuzungsbereiche können innerhalb der Kategorie „Hauptverkehrsstraße“ durch das HBEFA nicht direkt abgebildet werden. Die bei der hier durchgeführten Emissionsberechnung angesetzten Stauanteile stellen eine Rechengröße zur bestmöglichen Bestimmung der lokalen Emissionen dar. Sie müssen also nicht zwangsläufig realen Stauhäufigkeiten entsprechen. Der hier gewählte Ansatz bildet deshalb eine realitätsnähere (konservativere) Vorgehensweise zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen dar.

Die **Tab. 5.2** zeigt exemplarisch für einen Straßenabschnitt der A 10 die Verkehrskennzahlen und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten. Darüber hinaus sind die Emissionsdichten von NO_x, PM10 und PM2.5 für das Straßennetz jedes Berechnungsfalls, z. T. nach Fahrtrichtung getrennt, im Anhang A3 dargestellt.

DTV in Kfz/24 h	SV-Anteil in %	Verkehrssituation	Längsneigung	NO ₂ , direkt in mg/(m s)	NO _x in mg/(m s)	PM10 in mg/(m s)	PM2.5 in mg/(m s)
Nördliche Fahrtrichtung A 10							
38 000	12	ABS130	±0 %	0.00919	0.08019	0.02001	0.00755
Südliche Fahrtrichtung A 10							
32 000	15	ABS130	±0 %	0.00823	0.06944	0.01797	0.00678
6 000	7	AB-Auffahrt	±0 %	0.00227	0.01929	0.00795	0.00278

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete, jahresmittlere Emissionsdichten für einen Straßenabschnitt der A 10 in Höhe des Immissionsortes 2 (Grünheide/Mark)

6 IMMISSIONEN

Für das Untersuchungsgebiet ist eine flächendeckende Auskunft über die Immissionssituation in Bodennähe (in ca. 1.5 m Höhe) durch eine Vielzahl an Untersuchungspunkten gegeben. Die horizontale Auflösung der Immissionspunkte beträgt 10 m.

In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (siehe Kapitel 5) der Betrachtungsjahre auf der Grundlage der jeweiligen Verkehrsstärken der berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Daher wird nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse für die Leitkomponenten NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} sind als Gesamtbelastungen (Hintergrundbelastung + verkehrsbedingte Zusatzbelastung) in den jeweiligen Abschnitten dargestellt. Die flächenhafte grafische Darstellung erfolgt in Form von farbigen Quadraten. Die Farben sind bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentration ist jeweils in der Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für Immissionen wird der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Sofern in diese Stufen besondere Kennwerte fallen, werden diese dargestellt (z. B. beim NO₂-Jahresmittelwert der Grenzwert von 40 µg/m³).

Zusätzlich werden für ausgewählte, repräsentative Immissionsorte (IO) die berechneten Luftschadstoffbelastungen separat ausgewiesen (**Tab. 6.1**). Sie stellen sensible Nutzungen (Wohnbebauung, Kleingärten) im Untersuchungsgebiet dar.

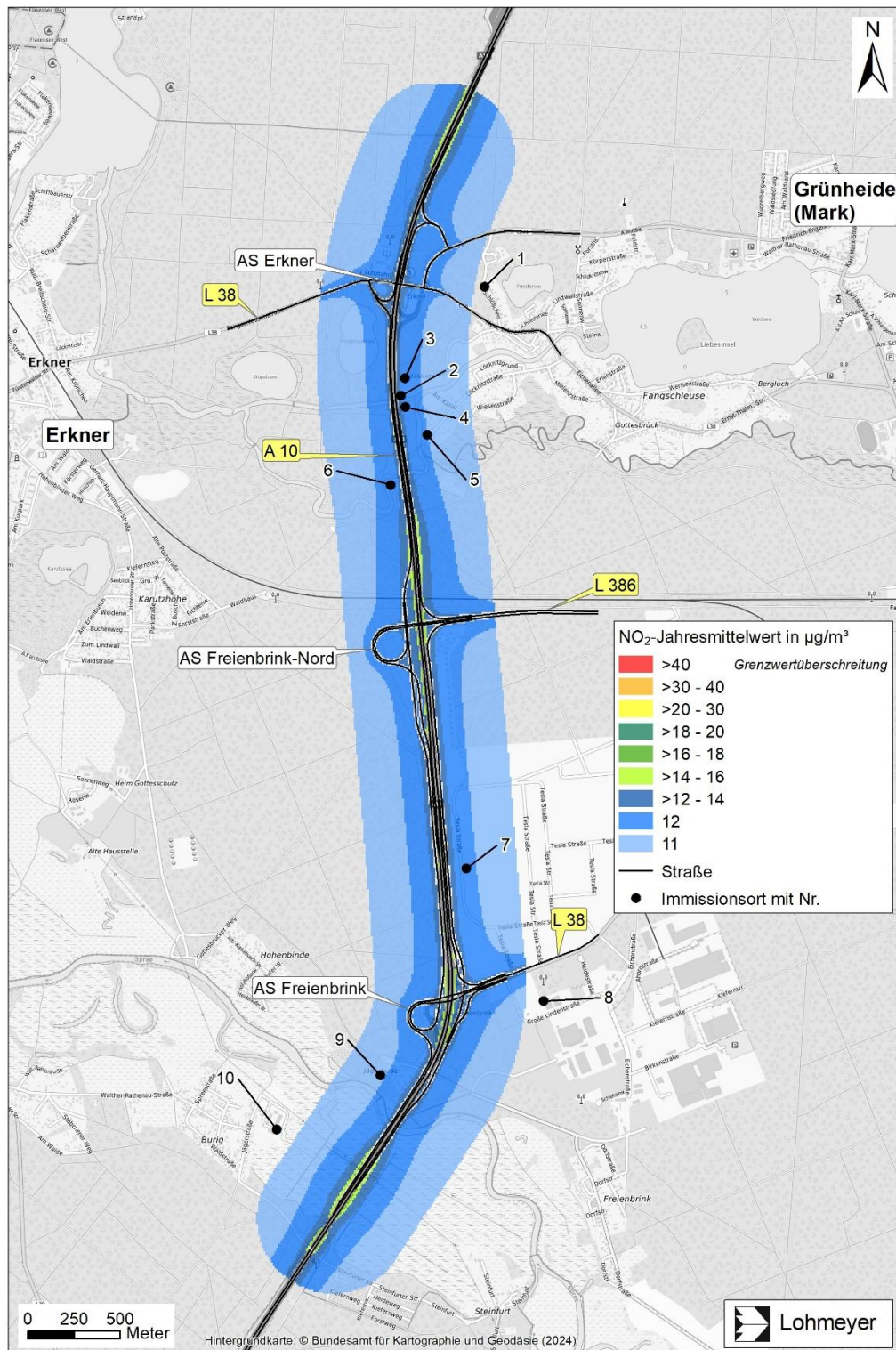
Nr.	Immissionsort (Nutzung)	NO ₂ - Jahres- mittelwert in µg/m ³	PM10- Jahres- mittelwert in µg/m ³	PM2.5- Jahres- mittelwert in µg/m ³	Anzahl der Überschreitungen des PM10-24 h- Werts von 50 µg/m ³ im Jahr
1	Am Schlösschen 9 15537 Grünheide (Mark)	11	18	14	9
2	An den Löcknitzwiesen 43 15537 Grünheide (Mark)	13	19	14	10
3	An den Löcknitzwiesen 38 15537 Grünheide (Mark)	12	19	14	10
4	Löcknitzstraße Kleingärten 15537 Grünheide (Mark)	12	19	14	10
5	Löcknitzstraße 39 15537 Grünheide (Mark)	12	19	14	10
6	Löcknitztalweg 15537 Grünheide (Mark)	12	19	14	10
7	Tesla Straße 15537 Grünheide (Mark)	12	19	14	10
8	Große Lindenstraße 7 15537 Grünheide (Mark)	11	18	14	9
9	Jägerbude 3 15537 Erkner	11	18	14	9
10	Jägerstrasse 17 a 15537 Gosen-Neu Zittau	11	18	14	9
Beurteilungswerte		40	40	25	35

Tab. 6.1: Immissionen im Vergleich zum Beurteilungswert für ausgewählte Immissionsorte im Planfall 2030
fett = Grenzwertüberschreitung

6.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind flächendeckend in **Abb. 6.1** für den Planfall 2030 dargestellt. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 11 µg/m³ treten keine Überschreitungen des seit dem Jahr 2010 geltenden Grenzwertes für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ auf.

Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen werden mit 17 µg/m³ vereinzelt an der A 10 südlich der AS Freienbrink im Planfall 2030 berechnet. Ansonsten werden entlang der A 10 NO₂-Jahresmittelwerte bis 16 µg/m³ (hellgrüne Farbe) ermittelt.

Abb. 6.1: Planfall 2030 NO₂-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Die Wirkung der Lärmschutzwände zeigt sich sehr gut in der Reduzierung der NO₂-Gesamtbelastung, die in diesen Bereichen zwischen 13 µg/m³ und 14 µg/m³ (dunkelblaue Farbe) im Planfall 2030 liegt. Insgesamt werden im Bereich der Anschlussstellen etwas höhere Immissionen prognostiziert. In einem Abstand von ca. 150 m bis 250 m von der A 10 bzw. Anschlussstelle werden NO₂-Gesamtbelastungen im Bereich der Hintergrundbelastung von 11 µg NO₂/m³ berechnet.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der NO₂-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Die maximalen NO₂-Jahresmittelwerte an der Wohnbebauung werden am IO 2 in unmittelbarer Nähe zur A 10 berechnet. Diese liegen im Planfall 2030 mit 13 µg/m³ damit 2 µg/m³ über der angesetzten Hintergrundbelastung von 11 µg/m³. An den Immissionsorten 3 bis 7 werden 12 µg/m³ ermittelt. Die Immissionsorte 1 und 8 – 10 liegen schon so weit von der A 10 entfernt, dass dort Gesamtbelastungen des NO₂-Jahresmittelwertes von 11 µg/m³ (Hintergrundbelastung) prognostiziert werden.

Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird den Berechnungsergebnissen zu Folge im Planfall 2030 im Betrachtungsgebiet an der nächstgelegenen Bebauung nicht erreicht und nicht überschritten. Die NO₂-Immissionen sind in Bezug auf den Grenzwert gemäß **Tab. 3.2** an der Bebauung als leicht erhöhte bis erhöhte Konzentrationen einzustufen.

Eine Überschreitung des NO₂-Kurzzeitgrenzwerts gemäß der 39. BImSchV, d. h. einem Stundenwert von 200 µg/m³ mehr als 18-mal im Jahr, ist bei Jahresmittelwerten unter 40 µg/m³ nicht zu erwarten.

6.2 Feinstaub (PM10)

Einen Überblick über die flächendeckenden, bodennahen PM10-Jahresmittelwerte ist der **Abb. 6.2** für den Planfall 2030 zu entnehmen. Unter Berücksichtigung der angesetzten Hintergrundbelastung von 18 µg/m³ treten keine Überschreitungen des seit dem Jahr 2005 geltenden Grenzwertes für PM10-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV auf.

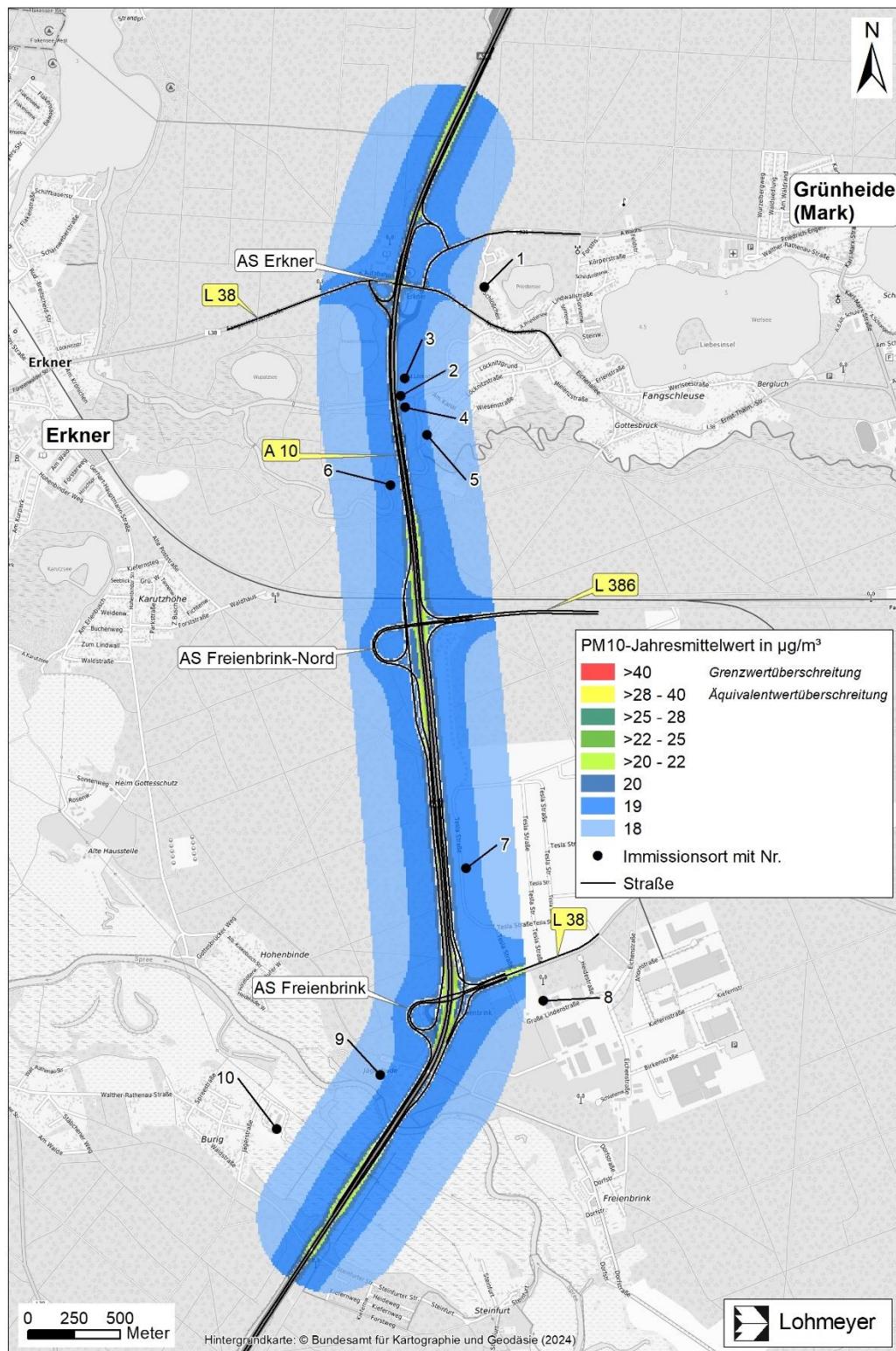


Abb. 6.2: Planfall 2030 PM10-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

Die höchsten PM₁₀-Belastungen werden im Planfall 2030 mit 22 µg/m³ nördlich der AS Erkner an der A 10, im Bereich zwischen der AS Freienbrink-Nord, der AS Freienbrink und südlich davon an der A 10 (hellgrüne Farbe) berechnet. In den Bereichen, wo eine Immissionsreduzierung infolge der Lärmschutzwände erfolgt, werden Gesamtbelastungen des PM₁₀-Jahresmittelwertes von 20 µg/m³ entlang der A 10 ermittelt. Dort beträgt die Zusatzbelastung damit 2 µg/m³ (Hintergrundbelastung 2030: 18 µg/m³). In ca. 200 bis 300 m Abstand von der A 10 bzw. der Anschlussstelle wird der Hintergrundwert erreicht.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an beurteilungsrelevanten Gebäuden, z. B. Wohnbebauung, führen. Die Gesamtbelastungen der PM₁₀-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Die maximalen PM₁₀-Jahresmittelwerte bei den ausgewählten Immissionsorten betragen bei den IO 2 – IO 7 19 µg/m³. An den Immissionsorten 1 und 8 – 10 werden 18 µg/m³ berechnet. Damit wird an der Wohnbebauung maximal eine Zusatzbelastung von 1 µg/m³ im Planfall 2030 erwartet.

Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM₁₀-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV wird im Planfall 2030 an der bestehenden Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht erreicht und nicht überschritten. Die berechneten PM₁₀-Jahresmittelwerte sind entsprechend der Einteilung aus **Tab. 3.2** als leicht erhöhte Konzentration zu bezeichnen.

Neben dem Grenzwert für das Jahresmittel ist in der 39. BImSchV auch ein 24-Stundengrenzwert für Partikel (PM₁₀) von 50 µg/m³ definiert, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend den Darstellungen im Kapitel 3 wird angesetzt, dass bei Konzentrationen unterhalb des entsprechenden Schwellenwertes von 29 µg/m³ (Jahresmittelwert) auch der PM₁₀-24 h-Grenzwert sicher eingehalten wird. Der PM₁₀-24 h-Grenzwert ist somit eine strengere Kenngröße als der Jahresmittelgrenzwert (vgl. Kapitel 3). Die Anzahl der Überschreitungen der PM₁₀-24 h-Werte (Überschreitungstage) von 50 µg/m³ sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt.

Der strengere PM₁₀-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer 50 µg/m³ entsprechend der 39. BImSchV wird an umliegender sensibler Nutzung nicht überschritten.

6.3 Feinstaub (PM2.5)

Die flächendeckenden PM2.5-Jahresmittelwerte sind für den Planfall in **Abb. 6.3** dargestellt. Die maximalen PM10-Jahresmittelwerte bei den ausgewählten Immissionsorten betragen bei den IO 2 – IO 7 $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An den Immissionsorten 1 und 8 – 10 werden $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Damit wird an der Wohnbebauung maximal eine Zusatzbelastung von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Planfall 2030 erwartet.

Die höchsten PM2.5-Jahresmittelwerte werden an der A 10 nördlich der AS Erkner im Planfall 2030 mit $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Ansonsten werden an der A 10 und an den Anschlussstellen $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Planfall 2030 ermittelt. Je nach Minderungseffekt durch Lärmschutzwände und Verkehrsaufkommen durch die Anschlussstellen variiert der Abstand zur A 10, ehe die Hintergrundbelastung von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht wird. In ca. 50 bis 150 m Abstand von der A 10 bzw. der Anschlussstelle wird der Hintergrundwert erreicht.

Die Gesamtbelastungen der PM2.5-Jahresmittelwerte sind für die sensiblen Immissionsorte in **Tab. 6.1** dargestellt. An allen Immissionsorten werden PM2.5-Jahresmittelwerte von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Planfall 2030 berechnet, die damit im Bereich der angesetzten Hintergrundbelastung liegen.

Der seit dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß 39. BImSchV wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Planfall im Untersuchungsgebiet deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die PM2.5-Immissionen an der bestehenden, beurteilungsrelevanten Bebauung als leicht erhöhte Konzentrationen einzustufen.

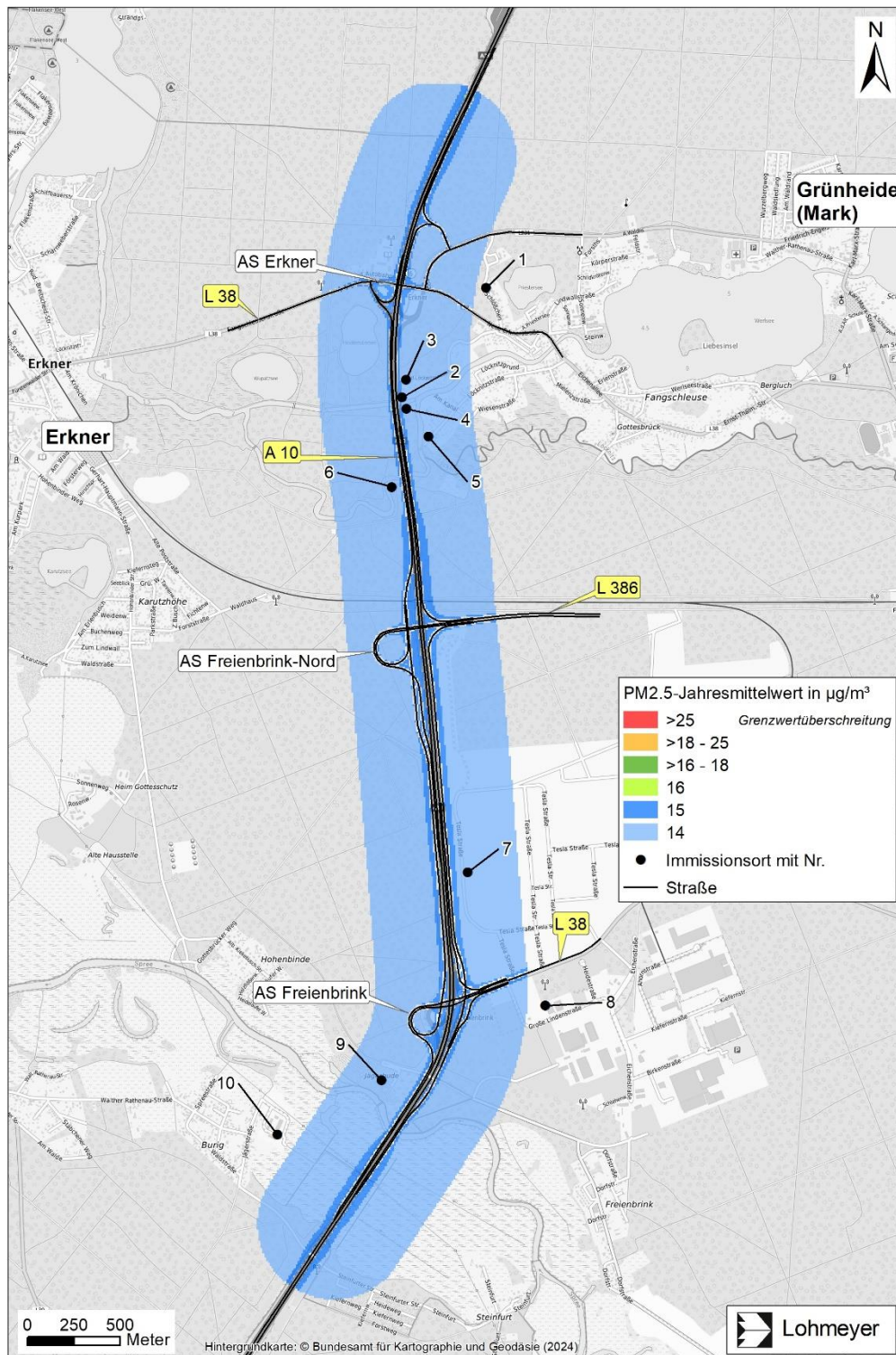


Abb. 6.3: Planfall 2030 PM2.5-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte)

6.4 Gesamtbewertung

Die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte liegen im Planfall 2030 deutlich unter dem Grenzwert von 40 µg/m gemäß 39. BImSchV. Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen werden mit 17 µg/m³ vereinzelt an der A 10 südlich der AS Freienbrink im Planfall 2030 prognostiziert. Ansonsten werden entlang der A 10 NO₂-Jahresmittelwerte bis 16 µg/m³ ermittelt. In einem Abstand von ca. 150 m bis 250 m von der A 10 bzw. Anschlussstelle werden NO₂-Gesamtbelastungen im Bereich der Hintergrundbelastung von 11 µg NO₂/m³ berechnet.

Der PM10-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV von 40 µg/m³ ist im Untersuchungsgebiet im Planfall 2030 deutlich unterschritten. Die höchsten PM10-Belastungen werden im Planfall 2030 mit 22 µg/m³ an der A 10 prognostiziert (Hintergrund 2030 = 18 µg/m³).

Der strengere PM10-Kurzzeitgrenzwert von 35 Tagen größer 50 µg/m³ entsprechend der 39. BImSchV wird an umliegender sensibler Nutzung und im gesamten Untersuchungsgebiet im Planfall 2030 nicht überschritten.

Der PM2.5-Jahresmittelgrenzwert der 39. BImSchV ist mit 25 µg/m³ definiert. Im Planfall 2030 kommt es nicht zur Überschreitung dieses Grenzwerts. Die Gesamtbelastungen liegen bei maximal 16 µg/m³.

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV), Neufassung vom 4. Juni 2007. In: BGBl Jahrgang 2007 Teil I Nr. 25, ausgegeben zu Bonn am 12.06.2007 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004 (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.
- Airbase (2024): Air quality e-reporting, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>, Letzter Abruf: 22.04.24.
- Autobahn GmbH (2024): Download der Lagepläne Stand (2024-09) vom sharepoint A 10 – AS Freienbrink Nord am 14.10.2024.
- Bächlin, W., Bösing, R. (2008): Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01, Stand: Dezember 2007. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, H. 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen (Düring, I., Bösing, R., Lohmeyer, A.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik Heft V 125, ISBN 3-86509-307-8, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- Berliner Luftgütemessnetz (2024): Aktueller Luftqualitätsindex. Luftmesswerte der Station Berlin-Friedrichshain und Berlin-Karlshorst. <https://luftdaten.berlin.de/lpi/> Download am 19.04.2024
- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2024): http://sgx.geodaten-zentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.pdf, bkg-Dienstleistungszentrum, Leipzig.

- Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011).
- DWD (2019): Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen. Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung (Autoren: Dr. Meinolf Koßmann, Dipl.-Met. Joachim Namyslo). Offenbach, Stand: 14.08.2019.
- EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Gehrig, R., Buchmann, B. (2003): Characterising seasonal variations and spatial distribution of ambient PM10 and PM2.5 concentrations based on long-term Swiss monitoring data. Atmospheric Environment 37 (2003).
- Israël, G.W., Schlums, C., Treffeisen, R. Pesch, M. (1994): Rußimmissionen in Berlin, Herkunftsbestimmung - Kfz-Flottenemissionsfaktoren – Vergleichbarkeit von Probenahmemethoden. Fortschrittberichte VDI, Reihe Umweltechnik, Nr. 152.
- ISU Plan (2024): Übergabe der Lage und Höhen der Lärmschutzwände per E-Mail von Herrn Baumgärtel am 08.05.2024 und 15.05.2024 an Frau Nitzsche.
- ISU Plan (2023): Angaben zu den Tempolimits per E-Mail von Herrn Baumgärtel am 10.10.2023 an Frau Nitzsche und Weiterleitung der E-Mail von Herr Pilz, Provia Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH vom 07.08.2023.
- IVU Umwelt GmbH (2012): Endbericht – Verkehrsgutachten Einfluss des Verkehrs und seiner Entwicklung auf die Luftqualität im Land Brandenburg im Auftrag von Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, vorgelegt 26.03.2012.
- IVU Umwelt GmbH (2018): Technischer Bericht zum Projekt „Flächendeckende Ermittlung der Luftschadstoffimmissionsbelastung gemäß 39. BImSchV im Land Brandenburg (Fortschreibung 2016/2017)“ für Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, IVU Umwelt GmbH vorgelegt 12.12.2018.
- Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co.KG (2024): Verkehrsdaten Stand (2024-01-18) und der Anlage der Verkehrsuntersuchung A 10, km 30,5-Neubau AS Freienbrink-Nord (Stand 2024-01-18).
- Klingenberg, H., Schürmann, D., Lies, K.-H. (1991): Dieselmotorabgas - Entstehung und Messung. In: VDI-Bericht Nr. 888, S. 119-131.
- Kühlwein, J. (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.
- LfU Brandenburg (2023): Abstimmung der Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet. E-Mail von Frau Marquardt, Abteilung Technischer Umweltschutz 1, Referat T 14 Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit an Frau Nitzsche vom 02.11.2023.

- LfU Brandenburg (2024a): Bestätigung der Hintergrundbelastung für das Untersuchungsgebiet. E-Mail von Herrn Brauer, Abteilung Technischer Umweltschutz 1, Referat T 14 Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit an Frau Nitzsche vom 19.04.2024.
- LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Lohmeyer (2012): Aktualisierung des MLuS 02 bzgl. Emission, Lärmschutzmodul, NO/NO₂-Konversion, Vorbelastung und Fortschreibung 22. BImSchV - FE 02.0255/2004/LRB. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit von Institut für Energie und Umwelt, Heidelberg. Projekt 70405-07-10, Abschlussbericht vom Jan. 2012, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, seit 01.01.2007 Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW), Februar 2006, www.lanuv.nrw.de.
- MLUK Brandenburg 2023: Jahreskurzbericht zur Luftqualität in Brandenburg 2022. Autor: Landesamt für Umwelt (LfU), Abt. Technischer Umweltschutz 1, Referat T14- Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit; Messnetzzentrale, https://luftdaten.brandenburg.de/documents/23227393/23251135/2022-Jahreskurzbericht_LQ_V2.pdf/5e4fed45-b55e-233a-5b21-878d5eb470a1?t=1694592930458 Download 03.11.2023, Messwerte für Station Wildau.
- MLUK Brandenburg 2024a: Jahreskurzbericht zur Luftqualität in Brandenburg 2023. Autor: Landesamt für Umwelt (LfU), Abt. Technischer Umweltschutz 1, Referat T14- Luftqualität, Klima, Nachhaltigkeit; Messnetzzentrale, https://luftdaten.brandenburg.de/documents/23227393/23251135/2023-Jahreskurzbericht_LQ_V1.pdf/3de7ffb3-5879-4d6b-4038-24c600654103 (brandenburg.de) Download 19.04.2024, Messwerte für Station Brandenburg 2023.
- MLUK Brandenburg 2024b: Luftqualität in Brandenburg, Jahresbericht 2022, <https://lfu.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Luftqualitaet-JB-2022.pdf>, Download 22.04.2024.
- ProVia Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH (2023): Angaben zu Tempolimits. E-Mail vom 12.10.2023 von Herrn Pilz an Frau Nitzsche.
- ProVia Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen GmbH (2024): Angaben zu Tempolimits. E-Mail vom 30.04.2024 von Herrn Pilz an Frau Nitzsche.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlußbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- TREMOM (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOM“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.

- UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), Düsseldorf, Mai 2020.

ANHÄNGE

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z. B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt und dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und

Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen/Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	seit 2015
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV wurden u. a. die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben wurden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der seit dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM_{2.5}-Jahresmittelwert von 25 µg/m³ aus, der seit dem Jahr 2015 ein Grenzwert ist.

In der 39. BImSchV wird ergänzend zur Einhaltung des Grenzwertes als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition von 20 µg/m³ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM_{2.5}-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20 %, mindestens jedoch soll das Ziel von 18 µg/m³ im Jahr 2020 erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umgesetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV sollte nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie seit dem Jahr 2020 ein PM_{2.5}-Richtgrenzwert von 20 µg/m³ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Die Umsetzung in deutsches Recht ist bisher nicht erfolgt.

Die Europäische Kommission arbeitet zudem an einer Neufassung der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Ein Grenzwertvorschlag (siehe **Tab. A1.2**) liegt mit Stand Oktober 2022 sowie einem Änderungsvorschlag vom April 2024 vor¹. Mit der Überarbeitung sollen die Luftqualitätsstandards stärker an die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO global air quality guidelines) aus dem Jahr 2021 angepasst werden. Der Geltungszeitpunkt ist ab 2030 geplant. Bis dahin sollen die derzeit geltenden Grenzwerte der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG eingehalten werden.

¹ https://environment.ec.europa.eu/publications/revision-eu-ambient-air-quality-legislation_en;
https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0233-AM-355-355_DE.pdf

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 3 Überschreitungen/Jahr
NO ₂	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr
NO ₂	Jahresmittelwert	20 µg/m ³
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	45 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	20 µg/m ³
Partikel (PM2.5)	Tagesmittelwert	25 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	10 µg/m ³
Benzol	Jahresmittelwert	3.4 µg/m ³
Kohlenmonoxid (CO)	höchster 8 h gleitender Mittelwert pro Tag	10 mg/m ³
Kohlenmonoxid (CO)	Tagesmittelwert	4 mg/m ³ maximal 18 Überschreitungen/Jahr

Tab. A1.2: Immissionsgrenzwerte nach Vorschlag EU-Richtlinie für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe ab dem Geltungsjahr 2030

Es sollen ab 2030 auch Grenzwerte für Blei (0.5 µg/m³), Arsen (6.0 ng/m³), Kadmium (5.0 ng/m³), Nickel (20 ng/m³) und Benzo(a)pyren (BaP; 1.0 ng/m³) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM10-Fraktion über ein Kalenderjahr gemittelt festgesetzt werden.

Weiterhin sollen als Indikator für die durchschnittliche PM2.5- sowie NO₂-Exposition (AEI) folgende Konzentrationsziele im Jahresmittel erreicht werden:

- PM2.5: AEI = 5 µg/m³
- NO₂: AEI = 10 µg/m³.

Eine durchschnittliche Exposition ist ein Wert, der anhand von Messungen an Messstationen für den städtischen Hintergrund die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung angibt.

A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das Berechnungsverfahren PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

A2.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin und Bösingher (2008). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A2.2 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die Kfz-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d. h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zählraten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10 %.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10 % bis 20 % für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von ± 20 % aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10 %, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d. h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

A3 EMISSIONSABBILDUNGEN



Abb. A3.1: Planfall 2030 NO_x-Emissionen (mittlere Emissionsdichte)

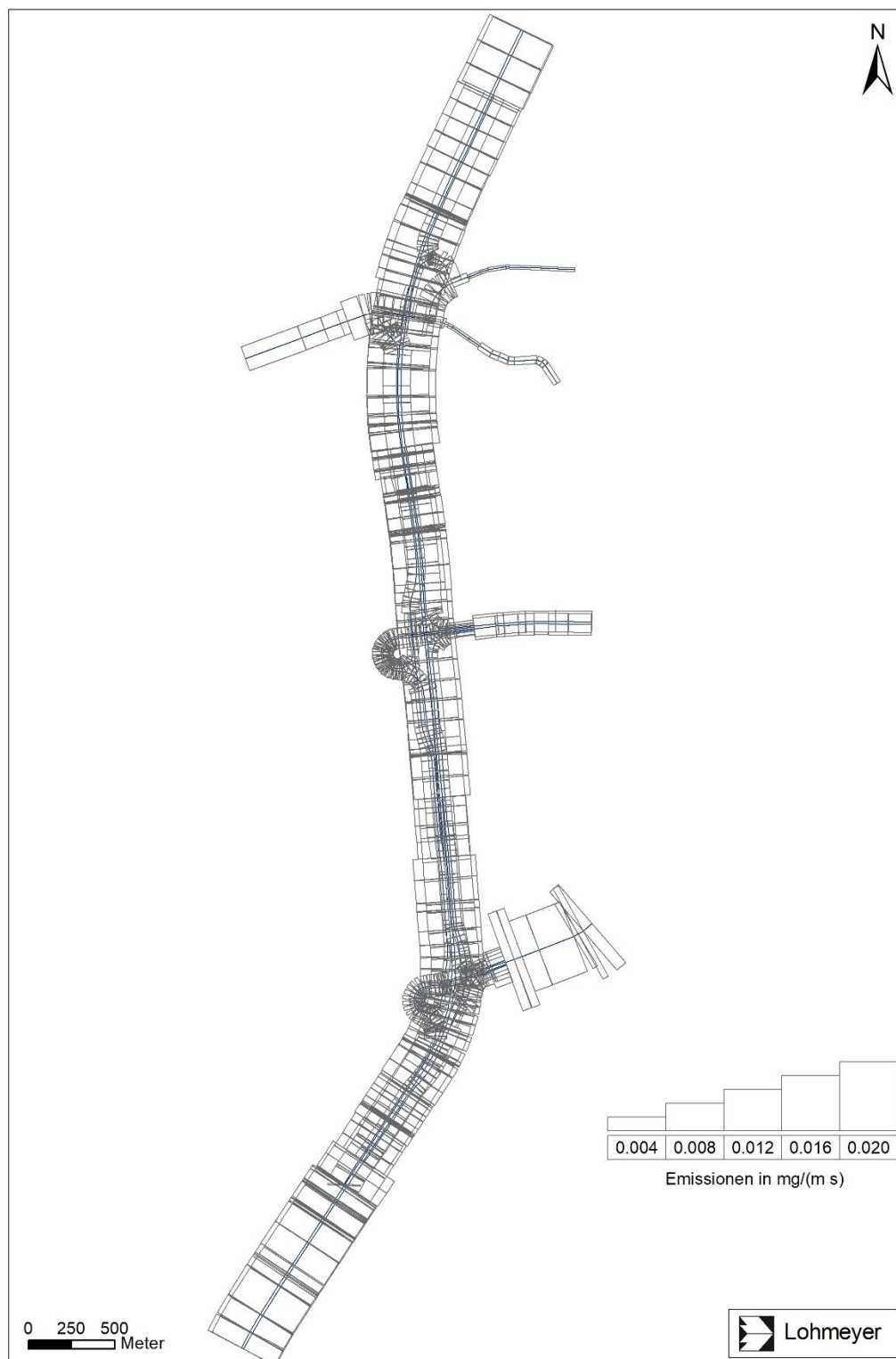


Abb. A3.2: Planfall 2030 PM10-Emissionen (mittlere Emissionsdichte)

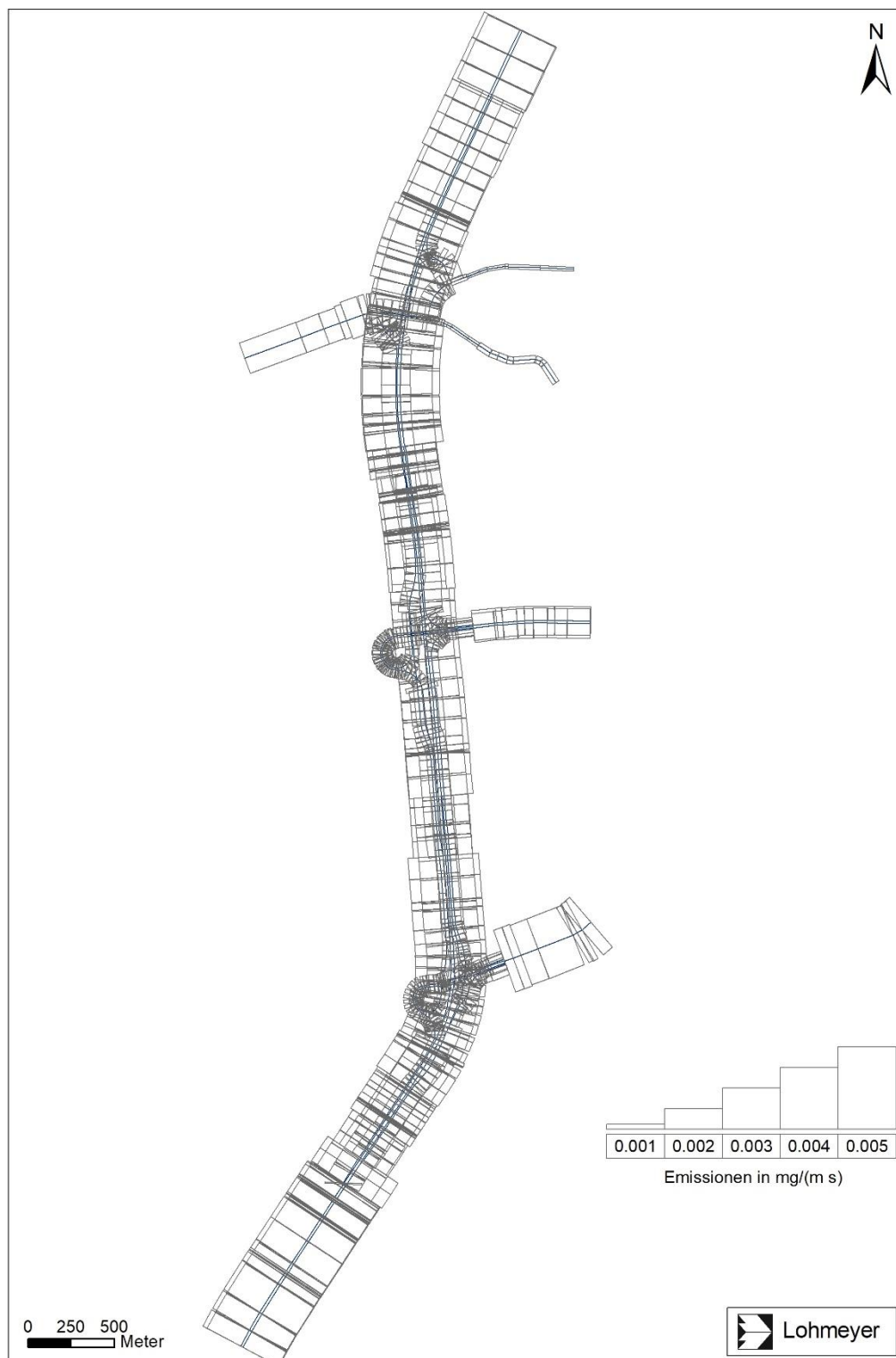


Abb. A3.3: Planfall 2030 PM2.5-Emissionen (mittlere Emissionsdichte)