

Die Autobahn GmbH des Bundes
NL Rheinland, Außenstelle Köln



**Die
Autobahn**

Straße: **A 553**



RHEINSPANGE 553

A 553 AK Köln-Godorf bis AD Köln-Lind
inkl. Rheinquerung

Projis-Nr.: 05170058 10

Voruntersuchung

Unterlage 21.2

Luftschadstoffgutachten



Lohmeyer

**NEUBAU DER RHEINSPANGE A 553
ZWISCHEN DER A 59 UND DER A 555**

-

**LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN
FÜR DAS LINIENBESTIMMUNGSVERFAHREN**

Auftraggeber:

KOCKS CONSULT GmbH
Wesselstraße 1
53115 Bonn

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Bochum

Dr. rer. nat. R. Hagemann

Februar 2023
Projekt 20279-20-01
Berichtsumfang 41 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN | 1 |
| 1 ZUSAMMENFASSUNG | 3 |
| 2 AUFGABENSTELLUNG | 7 |
| 3 VORGEHENSWEISE | 8 |
| 3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen | 8 |
| 3.2 Berechnungsverfahren PROKAS..... | 9 |
| 3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte..... | 10 |
| 4 EINGANGSDATEN | 13 |
| 4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes..... | 13 |
| 4.2 Verkehrsdaten | 17 |
| 4.3 Meteorologische Daten | 19 |
| 4.4 Schadstoffhintergrundbelastung | 21 |
| 5 EMISSIONEN | 25 |
| 5.1 Betrachtete Schadstoffe | 25 |
| 5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren..... | 25 |
| 5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes..... | 29 |
| 6 ERGEBNISSE | 32 |
| 6.1 NO ₂ -Immissionen..... | 32 |
| 6.2 Feinstaubimmissionen (PM10) | 35 |
| 6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)..... | 37 |
| 7 LITERATUR | 39 |

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 Name 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 Immissionskenngrößen 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 Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentration von 50 µg/m³, 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 / PM₁₀ / PM_{2.5}

Mit Feinstaub beziehungsweise PM₁₀ / PM_{2.5} werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm beziehungsweise 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM₁₀-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die 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

Südlich von Köln ist das Projekt Rheinspange A 553 in Erarbeitung. Die Planungen umfassen den Neubau der Autobahn A 553 inkl. Rheinquerung zur Herstellung einer Querspange zwischen der rechtsrheinisch gelegenen A 59 und der linksrheinisch gelegenen A 555. Im geplanten Streckenverlauf ist eine Anschlussstelle an das bestehende untergeordnete Straßennetz vorgesehen. Im Plangebiet befinden sich Siedlungsbereiche mit zum Teil dicht bebauten Wohn-, Gewerbe- und Industriegebieten.

Im Rahmen der Linienbestimmung waren Aussagen zu den Auswirkungen der Straßenplanung hinsichtlich der Luftschadstoffbelastung auf die benachbarten Siedlungsbereiche erforderlich. Betrachtet wurden die in der 39. BImSchV im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit genannten Schadstoffe NO₂ und Feinstaub (PM10 und PM2.5). Dabei waren insgesamt 12 Planvarianten zu untersuchen. Die Unterschiede zwischen den Varianten bestehen u. a. zum Teil in den Lagen der geplanten Knotenpunkte an die bestehenden Autobahnen A 59 und A 555 sowie in der Lage der geplanten Anschlussstelle an das untergeordnete Netz. Damit verbunden ist der Streckenverlauf der geplanten Neubautrasse. Zudem sind unterschiedliche Möglichkeiten zur Rheinquerung ausgearbeitet, das sind Brücken sowie Tunnelbauwerke.

Hiermit wird ein Luftschadstoffgutachten unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrsprognosedaten im Prognosejahr 2030 für folgende Untersuchungsfälle vorgelegt:

- Prognosebezugsfall ohne Umsetzung des geplanten Vorhabens
- Planvarianten V3B/V4B/V5B/V6aB/V6aT/V6bB/V7T/V8B/V9aB/V9bT/V10T/V11B

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe wurden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf den berücksichtigten Straßen mit dem Straßennetzmodell PROKAS betrachtet. Aus für das Prognosejahr 2030 übergebenen Verkehrsbelegungsdaten wurden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt veröffentlichten aktuellen Emissionsfaktoren (HBEFA4.2, Stand 2022) für das Bezugsjahr 2027 als Jahr der möglichen Inbetriebnahme der Planung die Emissionen auf allen Straßenabschnitten berechnet; mit jedem späteren Jahr der geplanten Inbetriebnahme sind geringere motorbedingte Emissionsfaktoren verbunden.

Die Immissionsberechnungen erfolgten mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Einbeziehung der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen

des Verkehrs auf den Straßen, der Emissionen des Schiffsverkehrs sowie der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung. Die Beurteilung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt im Vergleich mit bestehenden Grenzwerten der 39. BImSchV.

Ergebnisse

Im Prognosebezugsfall ohne bauliche Änderungen wird an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung im betrachteten Untersuchungsgebiet der geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ nicht erreicht und nicht überschritten. Die höchsten NO₂-Gesamtbelastungen sind im Bereich der Ortsdurchfahrten von Köln-Wahn im Zuge der B 8 und im Zuge der K 23 berechnet. Dabei sind an der Randbebauung unter Berücksichtigung der angesetzten NO₂-Hintergrundbelastung von 24 µg/m³ vereinzelt NO₂-Jahresmittelwerte bis 32 µg/m³ ermittelt. Vergleichbare Jahresmittelwerte sind an der Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Troisdorf-Spich im Zuge der B 8 berechnet. An der zur A 555 nächstgelegenen Wohnbebauung von Wesseling sind die NO₂-Gesamtbelastungen ebenfalls bis 32 µg/m³ abgeleitet. Vergleichbare NO₂-Jahresmittelwerte sind an der zum Rhein nächstgelegenen Wohnbebauung von Wesseling, Wesseling-Urfeld und Niederkassel-Lülsdorf ermittelt. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind geringere Immissionen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 30 µg/m³ oder geringer berechnet, so auch in den an der Randbebauung der Ortsdurchfahrten der Siedlungsbereiche von Niederkassel.

Unter Berücksichtigung der Planungen zur Rheinspange A 553 sind entlang der geplanten Neubautrasse deutliche Zunahmen der NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognosebezugsfall prognostiziert, da dort bislang noch keine Straße verläuft. Ab einem Abstand von ca. 300 m nördlich und ca. 100 m südlich zur geplanten A 553 tragen die verkehrsbedingten Beiträge der Autobahn nur noch geringfügig zur NO₂-Gesamtbelastung bei.

Entlang der freien Strecke der geplanten A 553 sind für alle 12 Planvarianten an der zur geplanten Neubautrasse nächstgelegenen Wohnbebauung keine NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten über 30 µg/m³ prognostiziert. Vergleichbare NO₂-Jahresmittelwerte von 30 µg/m³ oder geringer sind an Wohngebäuden ermittelt, die bis nahe an die geplanten Knotenpunkte mit der A 59 bzw. der A 555 sowie an die geplante Anschlussstelle im Bereich der Gemarkung von Niederkassel heranreichen. Für die Tunnelvarianten der Rheinspange A 553 (Planvarianten V6aT, V7T, V9bT, V10T) sind im Bereich von geplanten Tunnelportalen an der nächstgelegenen Wohnbebauung ebenfalls keine NO₂-Immissionen über 30 µg/m³ berechnet. Für die Brückenvarianten, die südlich von Niederkassel und nördlich von Niederkas-

sel-Rheidt verlaufen (Planvarianten V8B, V9aB, V11B) sind im Bereich der geplanten Brückenbauwerke zur Rheinquerung linksrheinisch an den zum Rheinufer nächstgelegenen Wohngebäuden die NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 32 µg/m³ prognostiziert. Für die übrigen Brückenvarianten (Planvarianten V3B, V4B, V5B, V6aB, V6bB) sind an der zum Brückenbauwerk nächstgelegener Wohnbebauung die NO₂-Gesamtbelastungen unter 30 µg/m³ ermittelt.

Im untergeordneten Straßennetz führen die Planungen der Planvarianten V3B und V4B, die eine Anschlussstelle nördlich von Niederkassel-Ranzel umfassen, zu einer deutlichen Zunahme der Verkehrsbelastung entlang der Ortsdurchfahrt von Niederkassel-Ranzel im Zuge der L 82. Damit verbunden ist gegenüber dem Prognosebezugsfall eine deutliche Zunahme der der NO₂-Immissionen an der Randbebauung der L 82 mit Jahresmittelwerten bis 38 µg/m³. An der Randbebauung der übrigen Ortsdurchfahrten mit planungsbedingten Verkehrszunahmen sind für die Planvarianten V3B und V4B die Zunahmen der NO₂-Immissionen weniger intensiv und gegenüber dem Prognosebezugsfall überwiegend um ca. 2 µg/m³ erhöht. Für die übrigen Planvarianten sind an den Ortsdurchfahrten im Untersuchungsgebiet, die planungsbedingte Verkehrszunahmen aufweisen, die NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognosebezugsfall ebenfalls überwiegend um bis ca. 2 µg/m³ erhöht. Dabei sind höchsten NO₂-Jahresmittelwerte weiterhin vereinzelt bis 32 µg/m³ prognostiziert, so an den Ortsdurchfahrten von Köln-Wahn und Troisdorf-Spich im Zuge der B 8. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind weiterhin überwiegend geringere Immissionen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 30 µg/m³ oder geringer berechnet.

Damit wird in den Planvarianten V3B und V4B an der Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Niederkassel-Ranzel im Zuge der L 82 der Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt knapp nicht erreicht und nicht überschritten; für die übrige Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind die NO₂-Immissionen überwiegend deutlich unterhalb des Grenzwerts abgeleitet. Für die übrigen Planvarianten weisen die ermittelten NO₂-Immissionen an der gesamten Wohnbebauung im betrachteten Untersuchungsgebiet überwiegend Jahresmittelwerte deutlich unterhalb des NO₂-Grenzwertes auf.

Der Grenzwert für PM₁₀-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ wird in allen betrachteten Untersuchungsfällen an der Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Hinsichtlich des Grenzwerts für PM₁₀-Tagesmittelwerte wird in den Planvarianten V3B und V4B an der Randbebauung von Niederkassel-Ranzel mit PM₁₀-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 28 µg/m³ der Schwellenwert zur Ableitung der PM₁₀-Kurzzeitbelastung knapp nicht erreicht.

Damit sind für die Planvarianten V3B und V4B hinsichtlich des Grenzwerts für PM10-Tagesmittelwerte ebenfalls keine Konflikte abgeleitet; an der übrigen Wohnbebauung sind deutlich keine Konflikte mit dem PM10-Kurzzeitgrenzwert ermittelt. Für die übrigen Planvarianten sind an der gesamten Wohnbebauung die PM10-Jahresmittelwerte überwiegend deutlich unter $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet und damit keine Konflikte mit dem PM10-Kurzzeitgrenzwert prognostiziert.

Für Feinstaub PM2.5 wird in allen betrachteten Untersuchungsfällen der Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der gesamten beurteilungsrelevanten Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Konflikte mit dem Richtgrenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind ebenfalls nicht prognostiziert.

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass der geplante Neubau der Rheinspange A 553 in den Planvarianten V3B und V4B mit einer deutlichen Zunahme der Verkehrsbelastung entlang der Ortsdurchfahrt von Niederkassel-Ranzel im Zuge der L 28 verbunden ist und dort damit zu einer deutlichen Zunahme der Luftschadstoffbelastung mit zum Teil hohen Immissionswerten führt. Dabei werden der Grenzwert für NO_2 -Jahresmittelwerte sowie der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung knapp nicht erreicht und nicht überschritten. Für die übrigen Planvarianten sind im gesamten Untersuchungsgebiet deutlich keine Konflikte mit den geltenden Beurteilungswerten zu erwarten. Die Umsetzung der Planungen ist aus lufthygienischer Sicht für keine der untersuchten 12 Planvarianten abzulehnen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Südlich von Köln ist der Neubau der Autobahn A 553 zur Herstellung einer Querspange zwischen der linksrheinisch gelegenen A 555 und der rechtsrheinisch gelegenen A 59 geplant. Die geplanten Anschlüsse an die bestehenden Autobahnen befinden sich linksrheinisch im Bereich von Wesseling und rechtsrheinisch im Bereich von Troisdorf.

Im Plangebiet befinden sich Siedlungsbereiche mit zum Teil dicht bebauten Wohn-, Gewerbe- und Industriegebieten.

Im Rahmen des Linienbestimmungsverfahrens ist ein Luftschadstoffgutachten zu erstellen, welches die Auswirkungen der Straßenplanungen auf die Luftschadstoffbelastung in den benachbarten Siedlungsbereichen beschreibt. Dabei sind für die Wohnbereiche die zu erwartenden relevanten Immissionen hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu ermitteln und entsprechend der hier maßgebenden 39. BImSchV zu bewerten. Zur Bestimmung der Vorzugstrasse sind 12 Planvarianten zu untersuchen.

3 VORGEHENSWEISE

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, wie die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Konzentrationen der Luftschadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung verändern. Durch den Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, zum Beispiel Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt sind, werden Rückschlüsse auf die Luftqualität gezogen. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO₂ und PM10 die 22. BImSchV ersetzt.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus in Form einer Schadstoffleitkomponentenbetrachtung auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10 und PM2.5). Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO 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 und wird hier nicht durchgeführt.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsgrundlagen

In Tab 3.1 werden die in der vorliegenden Studie 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.

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

| 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 | |
| PM2.5 | Richtgrenzwert seit 2020 | 20 | |

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010) und EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008)

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS

Die „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012 (FGSV, 2021) werden für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Die zu betrachtenden Planvarianten umfassen u. a. Anschlussstellen mit zur Hauptfahrbahn parallel verlaufenden Rampen, zum Teil sind zur Rheinquerung Brückenbauwerke vorgesehen. In diesen Bereichen der Planungen wird der Anwendungsbebereich der RLuS 2012 überschritten. Damit ist dort RLuS 2012 nicht einsetzbar und es ist nicht sichergestellt, dass Betrachtungen mit RLuS „auf der sicheren Seite“ liegen. Für das gesamte Betrachtungsgebiet wird daher das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/PROKAS) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze mit Brückenlagen sowie in typisierter Form Randbebauung und Lärmschutzbauten berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen für das Prognosejahr 2030 werden für das Bezugsjahr 2027 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. Im HBEFA4.2 sind auch nicht motorbedingte Emissionsfaktoren für Feinstaub (PM10, PM2.5) aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung enthalten. Die Schadstoffemissionsdichten auf den betrachteten Straßenabschnitten werden auf Grundlage der Verkehrsmengen und der den Verkehrssituationen zugehörigen Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung von Längsneigungseinflüssen berechnet. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht dem Stand der Technik. Sie basiert auf der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in Abb. 4.1 dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) wird die statistische Immissionskenngroße Jahresmittelwert der untersuchten Luftschadstoffe ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. 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 Ermittlung der NO₂-Immissionen werden die verkehrsbedingten Direktmissionen und ein vereinfachtes Chemiemodell zur Abbildung der NO-NO₂-Konversion berücksichtigt (Düring et al., 2011). Gegenüber einem statistischen Modell zur Beschreibung der NO-NO₂-Konversion wie dem Ansatz nach Romberg et al. (1996) können so bei der Prognose der NO₂-Immissionen die Flottenentwicklung im betrachteten Bezugsjahr und die damit verbundenen veränderlichen Anteile der NO₂-Direktmissionen berücksichtigt werden.

3.3 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.

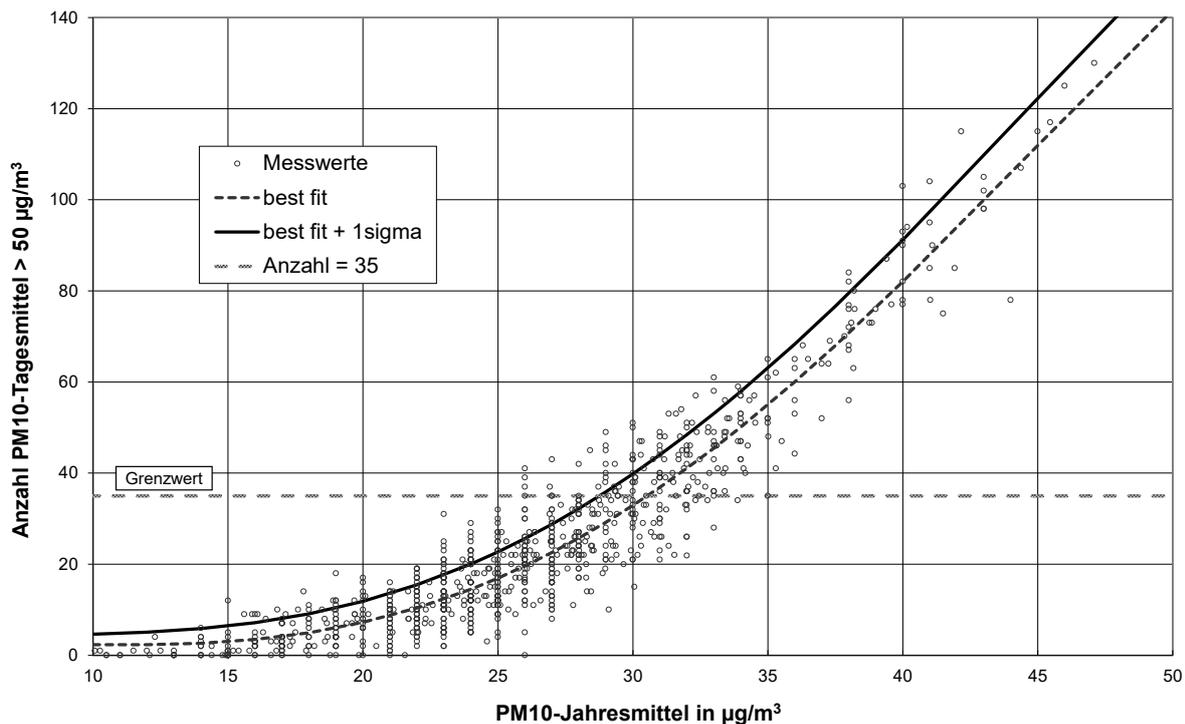


Abb. 3.1: Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittel $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

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. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Vorge-

hensweise 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung.

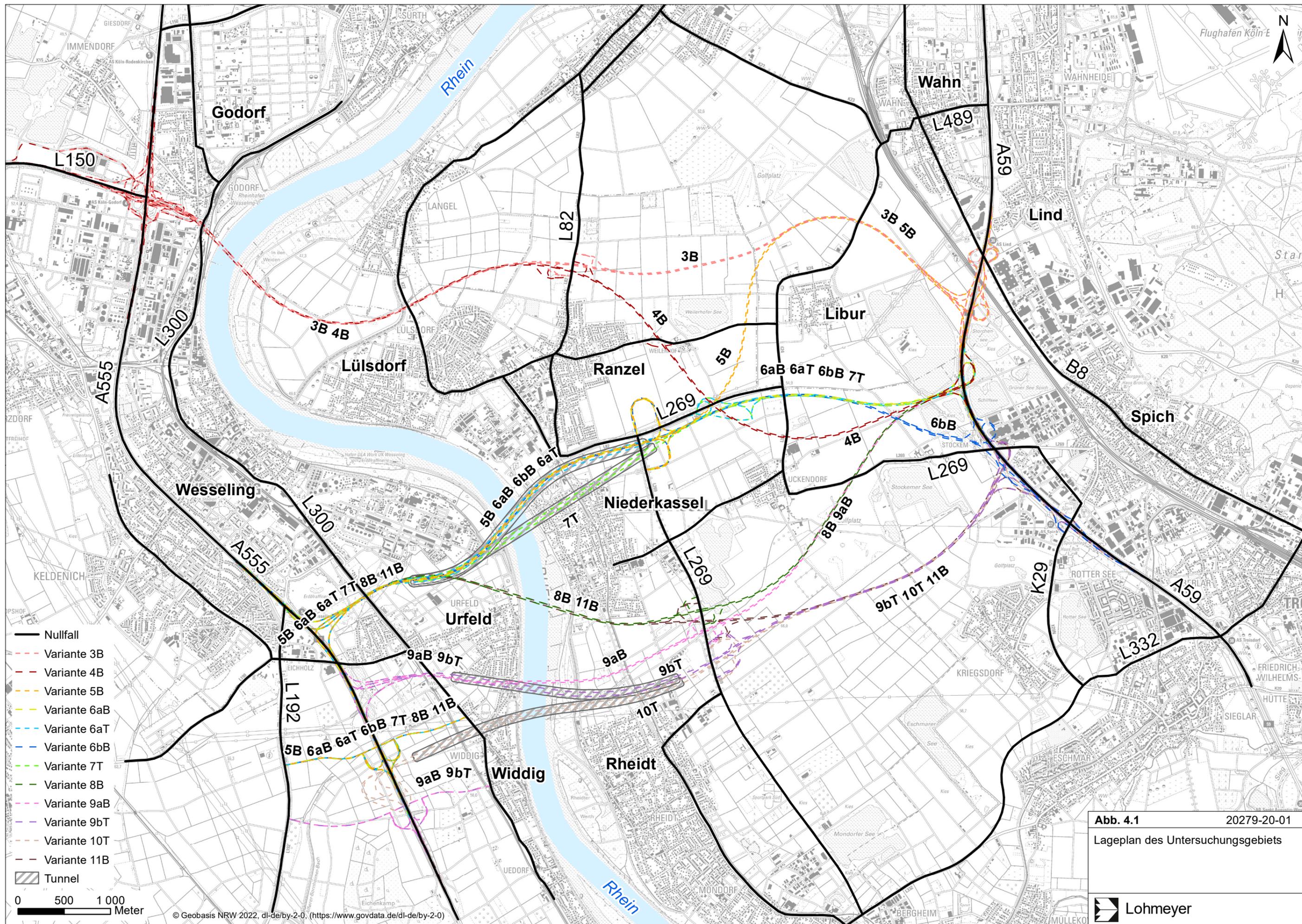
Für das Untersuchungsgebiet wurden die im Anhang A3 aufgeführten, durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten, Unterlagen herangezogen. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.2 bis 4.4 erläutert.

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das in **Abb. 4.1** dargestellte Untersuchungsgebiet befindet sich südlich von Köln und nördlich von Bonn. Es umfasst die linkrheinisch gelegenen Siedlungsbereiche von Köln-Godorf, Wesseling, Wesseling-Urfeld und Bornheim-Widdig. Im Osten des Untersuchungsgebiets sind die Siedlungsbereiche von Köln-Wahn, Köln-Lind und Troisdorf-Spich gelegen. Zwischen den genannten Siedlungsbereichen befinden sich die rechtsrheinisch gelegenen Siedlungsbereiche von Niederkassel mit den Stadtteilen Lülldorf, Ranzel und Rheidt sowie von Köln-Libur.

Im Untersuchungsgebiet befindet sich linksrheinisch die entlang des Rheins verlaufende Autobahn A 555, die den Siedlungsbereich von Wesseling quert. Östlich der A 555 ist die parallel zur Autobahn verlaufende Landesstraße L 150 gelegen. Die A 555 ist südlich von Wesseling über die L 192 und südlich von Köln-Godorf über die L 150 mit dem untergeordneten Straßennetz verknüpft.

Im Osten des Untersuchungsgebiets befindet sich die in Nord-Süd-Richtung verlaufende A 59, die entlang der Siedlungsränder von Köln-Wahn und Köln-Lind führt. Weiter südlich verläuft die A 59 entlang des westlichen Siedlungsbereichs von Troisdorf-Spich. Östlich der A 59 befindet sich die parallel zur Autobahn verlaufende Bundesstraße B 8, die den Siedlungsbereich von Troisdorf-Spich quert. Die A 59 ist bei Köln-Wahn über die L 489, südlich von Köln-Lind über die B 8, im Nordwesten von Troisdorf-Spich über die Kreisstraße K 29 und südlich von Troisdorf-Spich über die L 332 mit dem untergeordneten Straßennetz verknüpft.



- Nullfall
- - - Variante 3B
- - - Variante 4B
- - - Variante 5B
- - - Variante 6aB
- - - Variante 6aT
- - - Variante 6bB
- - - Variante 7T
- - - Variante 8B
- - - Variante 9aB
- - - Variante 9bT
- - - Variante 10T
- - - Variante 11B
- ▨ Tunnel

0 500 1000
Meter

© Geobasis NRW 2022, dl-de/by-2.0, (<https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>)

Abb. 4.1 20279-20-01

Lageplan des Untersuchungsgebiets



Im Untersuchungsgebiet ist der Neubau der Autobahn A 553 zur Herstellung einer vierstreifigen Querspange zwischen der linksrheinisch gelegenen A 555 und der rechtsrheinisch gelegenen A 59 geplant. Für diese Planungen sind die in **Abb. 4.1** dargestellten 12 Planvarianten zu untersuchen. Wesentliche Unterschiede zwischen den Varianten ergeben sich in der Lage der geplanten Anschlüsse an die linksrheinisch gelegene A 555, den Bauwerke zur Querung des Rheins, der darauf anschließende Umfahrung der Siedlungsbereiche von Niederkassel und der Lage der Knotenpunkte der Neubaustrecke der A 553 mit dem untergeordneten Straßennetz im Bereich von Niederkassel sowie der Lage der geplanten Anschlüsse an die im Osten gelegene A 59.

Die **Planvarianten V3B und V4B** beginnen an der bereits bestehenden Anschlussstelle A 555/L 150, queren den Rhein mittels eines Brückenbauwerks und verlaufen nördlich von Niederkassel-Lülsdorf. Auf Höhe von Niederkassel-Ranzel ist eine Anschlussstelle der A 553 mit der L 82 vorgesehen. Im weiteren Verlauf unterscheiden sich die Trassenführungen. Die **Planvariante V3B** führt weiter nach Osten und verläuft nördlich von Libur, schwenkt anschließend in Richtung Südost und endet an der A 59 unmittelbar südlich der bereits bestehenden Anschlussstelle A 59/B 8. Die **Planvariante V4B** schwenkt auf Höhe von Niederkassel-Ranzel zunächst nach Südost und im weiteren Verlauf in östliche Richtung. Dabei wird Köln-Libur südlich umfahren. Die Neubaustrecke der A 553 endet an der A 59 ungefähr mittig zwischen den bereits bestehenden Anschlussstellen A 59/B 8 und A 59/K 29.

Die **Planvarianten V5B, V6aB, V6bB und V6aT** beginnen unmittelbar südlich der bereits bestehenden Anschlussstelle A 555/L 192 und verlaufen nördlich von Wesseling-Urfeld sowie südlich von Wesseling. Die Rheinquerung erfolgt bei den **Planvarianten V5B, V6aB und V6bB** mittels einer Brücke und bei **Planvariante V6aT** mittels eines ca. 3 km langen Tunnelbauwerks, dabei sind die geplanten Tunnelportale linksrheinisch knapp 200 m und rechtsrheinisch knapp 500 m von der nächstgelegenen Bebauung entfernt. Rechtsrheinisch ist der geplante Trassenverlauf der A 553 entlang des nördlichen Siedlungsrandes von Niederkassel und des südlich Siedlungsrandes von Ranzel vorgesehen. Nordöstlich von Niederkassel ist eine Anschlussstelle der A 553 mit der L 269 geplant. Im weiteren Verlauf unterscheiden sich die Trassenführungen. Die **Planvariante V5B** schwenkt nach Nordosten und verläuft im Westen von Köln-Libur. Im Nordosten von Libur geht die geplante Streckenführung in die Trassenführung der Planvariante V3B, d. h. die **Planvariante V5B** endet an der A 59 unmittelbar südlich der bereits bestehenden Anschlussstelle A 59/B 8. Die **Planvarianten V6aB, V6bB und V6aT** führen östlich der geplanten Anschlussstelle A 553/L 269 weiter in östliche

Richtung. Dabei enden die **Planvarianten V6aB und V6aT** an der A 59 vergleichbar zur Planvariante V3B ungefähr mittig zwischen den bereits bestehenden Anschlussstellen A 59/B 8 und A 59/K 29. Für die **Planvariante V6bB** ist die Verknüpfung der A 553 an die A 59 ca. 500 m weiter südlich unmittelbar nördlich der L 269 geplant.

Die **Planvariante V7T** weist mit Ausnahme des Tunnelbauwerks zur Rheinquerung einen zu den Planvarianten V6aB und V6aT vergleichbaren Streckenverlauf auf. Bei dieser Planvariante verläuft das Tunnelbauwerk geradlinig unter dem nördlichen Siedlungsbereich von Niederkassel, womit das Bauwerk eine Länge von etwas über 600 m aufweist und somit gegenüber der Planvariante V6aT etwas kürzer ist. Die Lage der geplanten Tunnelportale ist vergleichbar.

Die **Planvarianten V8B und V11B** beginnen ebenfalls unmittelbar südlich der bereits bestehenden Anschlussstelle A 555/L 192 und verlaufen zunächst nördlich von Wesseling-Urfeld sowie südlich von Wesseling. Anschließend schwenkt die Neubautrasse der A 553 nach Südosten, quert den Rhein mittels Brücke und verläuft unmittelbar südlich von Niederkassel. Südöstlich von Niederkassel ist eine Anschlussstelle der A 553 mit der L 269 geplant. Im weiteren Verlauf unterscheiden sich die Trassenführungen. Die **Planvariante V8B** schwenkt in Richtung Nordosten und endet vergleichbar zu den Planvariante V3B, V6aB und V7T an der A 59 ungefähr mittig zwischen den bereits bestehenden Anschlussstellen A 59/B 8 und A 59/K 29. Die **Planvariante V11B** verläuft zunächst in östliche Richtung, schwenkt anschließend in einem leichten Bogen nach Nordosten und endet an A 59 unmittelbar südlich der L 269.

Die **Planvariante V9aB** beginnt südwestlich von Urfeld an der A 555 und quert den Rhein mittels Brückenbauwerk, das unter dem südlichen Siedlungsrand von Wesseling-Urfeld verläuft. Anschließend verläuft die geplante Neubaustrecke der A 553 zwischen den Siedlungsbereichen von Niederkassel und Niederkassel-Rheidt und ist an einer geplanten Anschlussstelle mit der L 269 mit dem untergeordneten Straßennetz verknüpft. Im weiteren Verlauf schwenkt die **A 553** nach Nordosten, geht in die geplante Trassenführung der Planvariante V8B über und endet damit vergleichbar zu den Planvariante V3B, V6aB, V7T und V8B an der A 59 ungefähr mittig zwischen den bereits bestehenden Anschlussstellen A 59/B 8 und A 59/K 29.

Die **Planvariante V9bT** weist zu Beginn eine zur Planvariante V9aB vergleichbare Streckenführung auf, die Rheinquerung erfolgt hier jedoch mittels eines ca. 2.5 km langen Tunnel-

bauwerks, dessen östliches Tunnelportal an den nordöstlichen Siedlungsbereich von Niederkassel-Rheidt angrenzt. Östlich des Tunnels ist die geplante Neubaustrecke der A 553 an einer geplanten Anschlussstelle mit der L 269 mit dem untergeordneten Straßennetz verknüpft. Im weiteren Verlauf geht die Planvariante V9bT in die geplante Trassenführung der Planvariante V11B über und endet damit an der A 59 unmittelbar südlich der L 269.

Die **Planvariante V10T** beginnt nordwestlich von Widdig an der A 555 und quert den Rhein mittels eines ca. 3 km langen Brückenbauwerks, das unter dem nördlichen Siedlungsbereich von Bornheim-Widdig verläuft, dessen östliches Tunnelportal ähnlich zur Planvariante V9bT an den nordöstlichen Siedlungsbereich von Niederkassel-Rheidt angrenzt. Im weiteren Verlauf geht die Planvariante 10bT in die geplante Trassenführung der Planvariante V9bT mit vergleichbarer Lage der geplanten Anschlussstelle A 553/L 269. Anschließend ist der weitere Streckenverlauf zu den Planvarianten V9bT und V11B vergleichbar, womit die Streckenführung an der A 59 unmittelbar südlich der L 269 endet.

Die geplanten Tunnelbauwerke werden in den Immissionsberechnungen berücksichtigt, so auch bestehende und geplante Lärmschutzbauten sowie geplante Brückenbauwerke.

Folgende 13 Untersuchungsfälle werden in diesem Gutachten betrachtet:

- **Prognosebezugsfall:** Bestehendes Straßennetz im Untersuchungsgebiet im Jahr 2030 mit Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030
- **Planvarianten V3B/V4B/V5B/V6aB/V6aT/V6bB/V7T/V8B/V9aB/V9bT/V10T/V11B:** Bestehendes Straßennetz im Jahr 2030 unter Berücksichtigung der 12 Planungen zum vierstreifigen Neubau der A 553 und den jeweils damit verbundenen Verkehrsänderungen für das Prognosejahr 2030

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten für das Prognosejahr 2030 wurden durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Das sind Pläne und digitale Daten der „Großräumigen Verkehrsuntersuchung Raum Köln-Bonn für BVWP-Maßnahmen inkl. Rheinspange 553“ von Brilon Bondzio Weiser GmbH. Die Untersuchungsunterlagen umfassen Angaben u. a. zu durchschnittlichen Verkehrsstärken des Gesamtverkehrs (DTV) ergänzt um Angaben zu den durchschnittlichen täglichen LKW-Fahrten, aus denen der prozentuale Anteil des Schwerverkehrs (SV) abgeleitet wird.

In **Tab. 4.1** sind die Verkehrsbelegungsdaten für die betrachteten Untersuchungsfällen an den in **Abb. 4.1** dargestellten Querschnitten aufgeführt. Der Querschnitt QS1 befindet sich an der geplanten A 553 westlich der geplanten Anschlussstellen, der Querschnitt QS2 an der A 553 östlich der geplanten Anschlussstellen. Der Querschnitt QS3 umfasst einen Abschnitt der L 82 im nördlichen Siedlungsbereich von Ranzel, der in den Planvarianten V3B und V4B einen Zubringer zur geplanten Anschlussstelle darstellt. Im Anhang A4 sind die Verkehrsbelegungsdaten der betrachteten Untersuchungsfälle für das gesamte betrachtete Straßennetz dargestellt.

| | QS1 | QS2 | QS3 |
|--------------------|----------------|----------------|---------------|
| Prognosebezugsfall | - | - | 4 300 / 2.3% |
| Planvariante V3B | 60 800 / 8.5% | 54 600 / 8.8% | 26 100 / 3.4% |
| Planvariante V4B | 41 200 / 11.4% | 56 600 / 11.0% | 25 800 / 3.5% |
| Planvariante V5B | 38 900 / 6.5% | 37 400 / 5.6% | 3 600 / 2.8% |
| Planvariante V6aB | 47 800 / 6.3% | 54 500 / 5.9% | 3 700 / 2.7% |
| Planvariante V6aT | 34 100 / 8.2% | 46 300 / 6.9% | 3 400 / 2.9% |
| Planvariante V6bB | 47 400 / 6.1% | 54 800 / 5.8% | 3 800 / 2.6% |
| Planvariante V7T | 35 000 / 8.0% | 47 100 / 6.8% | 3 400 / 2.9% |
| Planvariante V8B | 40 500 / 6.1% | 31 700 / 7.3% | 3 600 / 2.8% |
| Planvariante V9aB | 43 000 / 6.3% | 41 400 / 6.8% | 3 600 / 2.8% |
| Planvariante V9bT | 44 000 / 6.8% | 47 600 / 7.2% | 3 700 / 2.7% |
| Planvariante V10T | 40 800 / 6.8% | 44 000 / 6.8% | 3 600 / 2.8% |
| Planvariante V11B | 45 000 / 6.3% | 51 200 / 6.3% | 3 600 / 2.8% |

Tab. 4.1: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in Kfz/24 h und LKW-Anteil in % an den betrachteten Querschnitten für das Prognosejahr 2030

Westlich der geplanten Anschlussstellen (Querschnitt QS1) werden die höchsten Verkehrsaufkommen für die Planvariante V3B mit 60 800 Kfz/24 h genannt, die geringsten für die Planvariante V6aT mit 34 100 Kfz/24 h. Die übrigen Planvarianten weisen Verkehrsbelastungen zwischen 35 000 Kfz/24 h und 47 800 Kfz/24 h auf.

Östlich der geplanten Anschlussstellen (Querschnitt QS2) werden die höchsten Verkehrsaufkommen für die Planvariante V4B mit 56 600 Kfz/24 h genannt, die geringsten für die Planvariante V8B mit 31 700 Kfz/24 h. Die übrigen Planvarianten weisen Verkehrsbelastungen zwischen 37 400 Kfz/24 h und 54 800 Kfz/24 h auf.

Am betrachteten Querschnitt QS3 sind für die Planvarianten V3B und V4B Verkehrsbelastungen um 26 000 Kfz/24 h genannt, das entspricht einer Zunahme gegenüber dem Prognosebezugsfall um das ca. 6-fache. Für die übrigen Planvarianten sind etwas geringere Verkehrsaufkommen im Vergleich zum Prognosebezugsfall genannt.

Die beschriebenen Verkehrsdaten für das Prognosejahr 2030 werden im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit unverändert für die Emissionsberechnungen im Bezugsjahr 2027, dem Jahr der frühestmöglichen Inbetriebnahme wesentlicher Teile der Planung, angesetzt. Diese Kombination aus hohen Verkehrsstärken und hohen Emissionsfaktoren entspricht dabei einer konservativen Vorgehensweise.

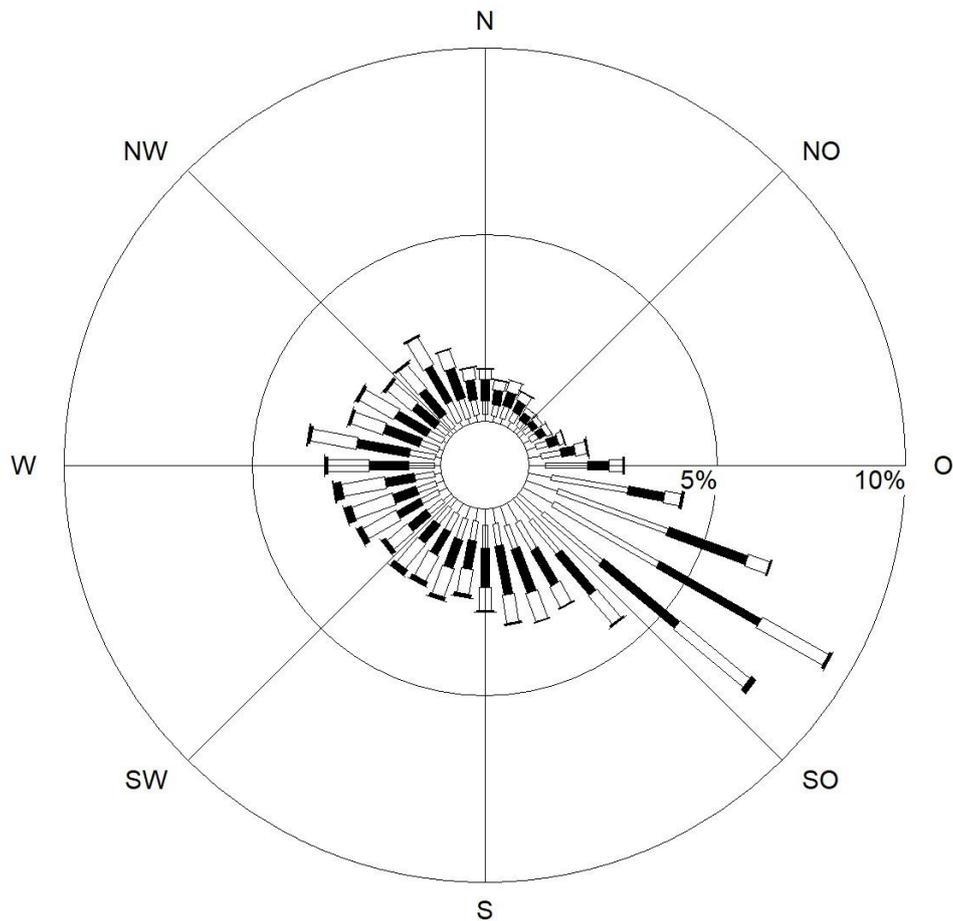
4.3 Meteorologische Daten

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

In ca. 5 km nordöstlicher Entfernung zum Untersuchungsgebiet befindet sich die meteorologische Messstation Köln-Bonn des Deutschen Wetterdiensts (DWD), an der im Bereich des Flughafens Köln/Bonn langjährige Windmessdaten erfasst werden. Die dort erfasste Windrichtungsverteilung (**Abb. 4.2**) weist eine Häufung von südwestlichen Windrichtungen auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit wird im Zehnjahreszeitraum mit ca. 3.1 m/s erfasst.

Die an der DWD-Station Köln-Bonn erfassten Winddaten können als repräsentativ für das Untersuchungsgebiet betrachtet werden und werden für die Ausbreitungsrechnungen unter Berücksichtigung der durch die Landnutzung bedingten Rauigkeit herangezogen. Hierfür wird mittels der entsprechenden Daten des Wolkenbedeckungsgrades, die an der DWD-Station erfasst werden, eine zehnjährige Ausbreitungsklassenstatistik erzeugt.

Windverteilung in Prozent



| | | | | |
|-------------|-------------|----------------|---|-----------------|
| Station | : Köln-Bonn | Häufigkeit ABK | — | kleiner 1.4 m/s |
| Messhöhe | : 10.0 m | I : 11.9 % | ▨ | 1.4 bis 2.3 m/s |
| Windgeschw. | : 3.1 m/s | II : 20.6 % | ■ | 2.4 bis 3.8 m/s |
| | | III/1 : 42.5 % | ▤ | 3.9 bis 6.9 m/s |
| | | III/2 : 15.7 % | ■ | 7.0 bis 10 m/s |
| | | IV : 6.3 % | □ | größer 10 m/s |
| | | V : 3.1 % | | |

Abb. 4.2: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der DWD-Station Köln-Bonn, basierend auf Messdaten aus dem Zeitraum zwischen 2009 bis 2018 (Quelle: DWD).

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen, hier ergänzt um die Berücksichtigung des Rheinschiffverkehrs als linienförmige Emission. 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 flächenhafte Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen sowie ohne Schiffsverkehr auf der Fahrrinne des Rheins vorliegen würde.

Das Luftmessnetz für Nordrhein-Westfalen wird vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) betrieben. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden, die zudem an die europaweite Luftdatenbank AirBase der Europäischen Umweltagentur (EEA) übermittelt werden (https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/DAT-3-en); das umfasst auch vorläufige noch nicht abschließend validierte Kennwerte für das Jahr 2022. Die vorliegenden Daten der dem Untersuchungsgebiet umliegenden Messstationen sind auszugsweise in **Tab. 4.2** aufgeführt.

Nördlich des Untersuchungsgebiets werden in Köln Luftqualitätsmessungen an einem verkehrsnahen Standort (Köln-Clevischer Ring) mit Beeinflussung durch Verkehrsbeiträge und an Standorten abseits von Hauptverkehrsstraßen mit geringen Verkehrsbeiträgen durchgeführt (Köln-Rodenkirchen und Köln-Chorweiler). Südlich des Untersuchungsgebiets erfolgen in Bonn ebenfalls Luftqualitätsmessungen in Straßennähe (Bonn Reuterstraße); an der Station Bonn-Auerberg werden für den städtischen Hintergrund typische Kennwerte der Luftqualität abseits von Hauptverkehrsstraßen erfasst.

Aus diesen Messdaten ist ableitbar, dass an den verkehrsnahen Standorten in den letzten Jahren auch Konzentrationen erfasst werden, die zum Teil deutlich über denen der Grenzwerte der 39. BImSchV liegen; zuletzt wurden an allen Standorten keine Grenzwertüberschreitungen erfasst. Für PM₁₀-Feinstaub erreichen die Messwerte an allen verkehrsnahen Standorten die entsprechenden Konzentrationen der Grenzwerte deutlich nicht. Das trifft auch auf Feinstaub PM_{2.5} zu.

| Schadstoffkomponente | Zeitraum | Köln-Clevischer Ring | Köln-Rodenkirchen | Köln-Chorweiler | Bonn-Auerberg | Bonn Reuterstraße |
|---|----------|----------------------|-------------------|-----------------|---------------|-------------------|
| NO ₂ -Jahresmittel | 2014 | 52 | 63 | 26 | 30 | 56 |
| | 2015 | 51 | 66 | 25 | 31 | 52 |
| | 2016 | 49 | 63 | 25 | 30 | 52 |
| | 2017 | 47 | 62 | 23 | 29 | 50 |
| | 2018 | 50 | 59 | 24 | 29 | 46 |
| | 2019 | 40 | 44 | 23 | 26 | 40 |
| | 2020 | 31 | 35 | 20 | 22 | 34 |
| | 2021 | 33 | 36 | 20 | 22 | 34 |
| | 2022 | - | 35 | 17 | 21 | - |
| PM ₁₀ -Jahresmittel | 2014 | - | 29 | 18 | 20 | - |
| | 2015 | - | 29 | 20 | 20 | - |
| | 2016 | - | 27 | 18 | 18 | - |
| | 2017 | - | 28 | 17 | 19 | - |
| | 2018 | - | 27 | 18 | 19 | - |
| | 2019 | - | 22 | 16 | 16 | - |
| | 2020 | - | 19 | 15 | 12 | - |
| | 2021 | - | 18 | 15 | 14 | - |
| | 2022 | - | 18 | 17 | 16 | - |
| Anzahl PM ₁₀ -Überschreitungen > 50 µg/m ³ im Tagesmittel | 2014 | - | 23 | 8 | 7 | - |
| | 2015 | - | 20 | 8 | 5 | - |
| | 2016 | - | 10 | 2 | 0 | - |
| | 2017 | - | 16 | 1 | 4 | - |
| | 2018 | - | 13 | 3 | 4 | - |
| | 2019 | - | 6 | 2 | 2 | - |
| | 2020 | - | 3 | 3 | 0 | - |
| | 2021 | - | 3 | 0 | 2 | - |
| | 2022 | - | 2 | - | 0 | - |
| PM _{2.5} -Jahresmittel | 2014 | - | - | 14 | - | - |
| | 2015 | - | - | 14 | - | - |
| | 2016 | - | - | 13 | - | - |
| | 2017 | - | - | 12 | - | - |
| | 2018 | - | - | 13 | - | - |
| | 2019 | - | - | 10 | - | - |
| | 2020 | - | - | 9 | - | - |
| | 2021 | - | 11 | 11 | - | - |
| | 2022 | - | 10 | - | - | - |

Tab. 4.2: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (Quelle: EEA)

Interpretationen der NO₂- und NO_x-Messdaten hinsichtlich möglicher Entwicklungen sind mit Vorsicht zu versehen, da in den letzten Jahren in den Städten einerseits Maßnahmen der Luftreinhalteplanung mit entsprechend verringerten verkehrsbedingten Luftschadstoffbeiträgen ergriffen wurden, im Jahr 2019 überdurchschnittlich günstige Ausbreitungsbedingungen vorlagen und die Jahre 2020 sowie 2021 außergewöhnliche Entwicklungen aufgrund intensiver Einschränkungen des öffentlichen und wirtschaftlichen Lebens aufwies.

Neben den Messdaten des Landesmessnetzes stellt das Umweltbundesamt im Internet Informationen über modellierte Flächenmittel der Luftschadstoffbelastung in Deutschland im Jahresmittel für NO₂ und PM₁₀ in einem 2 km-Raster für die letzten Jahre zur Verfügung (<http://gis.uba.de/Website/luft>). Für das Jahr 2020 betragen diese Flächenmittel im Untersuchungsgebiet für NO₂ zwischen 15 µg/m³ und 25 µg/m³ im Jahresmittel. Obwohl in dem Betrachtungsgebiet Autobahnen verlaufen, sind in der 2 km-Flächenrasterdarstellung an diesen Stellen kaum zuzuordnende Immissionserhöhungen abzulesen. Für PM₁₀ sind die Flächenmittel im Jahr 2020 im Untersuchungsgebiet bis 15 µg/m³ im Jahresmittel modelliert.

Auf Grundlage der in **Tab. 4.2** aufgeführten Messwerte der für den städtischen Hintergrundstationen in Köln und Bonn wird unter Berücksichtigung des Belastungsniveaus vergangener Jahre für das Untersuchungsgebiet eine Hintergrundbelastung für NO₂ von 24 µg/m³ und PM₁₀ von 17 µg/m³ angesetzt, das entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

Entsprechend Untersuchungen (De Leeuw et al., 2009; Bruckmann et al., 2009) gibt es eine Korrelation zwischen PM₁₀ und PM_{2.5}. De Leeuw et al. (2009) erhielten bei der Datenauswertung ein PM_{2.5} zu PM₁₀-Verhältnis zwischen 0.5 und 0.8. Bruckmann et al. (2009) beziffern das Verhältnis zwischen 0.63 und 0.71. Dabei wird hier an Hintergrundstationen im Vergleich zu Stationen in Quellnähe (Verkehr und Industrie) ein höheres PM_{2.5}- zu PM₁₀-Verhältnis bestimmt. Die in **Tab. 4.2** aufgeführten PM_{2.5}-Messwerte bestätigen diese Korrelation.

Auf Grundlage dieser Verhältnisse von PM_{2.5} zu PM₁₀ und der oben genannten Messwerte wird für das Untersuchungsgebiet eine PM_{2.5}-Hintergrundbelastung von 12 µg/m³ angesetzt. In **Tab. 4.3** sind die angesetzten Werte für die Schadstoffhintergrundbelastung dargestellt.

| Schadstoff | Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|-----------------|--|
| NO ₂ | 24 |
| PM10 | 17 |
| PM2.5 | 12 |

Tab. 4.3: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2022/2030

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. Für das im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit betrachtete Bezugsjahr 2027 zeigen Abschätzungen basierend auf RLUS (FGSV, 2021) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen für Stickoxide bis ca. 4 % und für Feinstaubpartikel bis ca. 3 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird auf die Berücksichtigung dieser Reduktion verzichtet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise.

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ erreicht, weshalb dieser Stoff im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet wird, ergänzt um Feinstaub (PM₁₀, PM_{2.5}). Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer und werden deshalb hier nicht betrachtet.

5.2 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 (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

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

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 motorbedingten Emissionsfaktoren hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW 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.

Das HBEFA4.2 berücksichtigt für dieselbetriebene PKW und leichte Nutzfahrzeuge eine Korrektur der Emissionsfaktoren sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-Kfz. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Emissionsfaktoren für das Betrachtungsgebiet berücksichtigen die an der ca. 5 km nordöstlich des Untersuchungsgebiets gelegenen DWD-Station Köln/Bonn erfassten stündlichen Zeitreihen der Lufttemperatur im Zeitraum von 2009 bis 2018 (Quelle: DWD) mit einer mittleren Temperatur von 10.9 °C.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2022) 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; Israel et al., 1994; Gehrig et al., 2003) zu 100 % der Partikelgröße kleiner 1 µm (aerodynamischer Durchmesser) und damit der PM10- und der PM2.5-Fraktion zugeordnet werden.

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.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. INfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei für die geplante Neubaustrecken der 12 Planvarianten keine Einschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit angesetzt wird:

| | |
|------------|--|
| AB>130: | Autobahn, ohne Tempolimit |
| AB120: | Autobahn, Tempolimit 130 km/h |
| AB100: | Autobahn, Tempolimit 100 km/h |
| AO-HVS100: | Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h |
| AO-HVS70: | Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h |
| AO-HVS70d: | Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr |
| AO-HVS70g: | Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr |
| IO-HVS50: | Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h |
| IO-HVS50d: | Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr |
| IO-HVS50g: | Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr |

In **Tab. 5.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2027 aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen für Steigungs- und Gefällestrecken sowie Gegenverkehrsstrecken (gekennzeichnet durch vorangestellte „+“-Plus-, „-“-Minus- und „_“-Unterstrichzeichen). Die Emissionen werden auf der Grundlage der im Verkehrsgutachten genannten Verkehrsprognosen 2030 im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit für das Bezugsjahr 2027 berechnet, das entspricht einer konservativen Vorgehensweise. Mit jedem späteren Jahr der geplanten Verkehrsfreigabe sind geringere motorbedingte Emissionsfaktoren verbunden. Die angesetzten Verkehrssituationen sind im Anhang A5 für die betrachteten Untersuchungsfälle dargestellt.

| Straßenparameter | | spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2027 | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|---|-------|---------------------------|--------|-------------------------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-------|
| Verkehrssituation | Geschwindigkeit (PKW) | NO _x | | PM10 / PM2.5 (nur Abgase) | | PM 10 (nur Abrieb und Aufwirbelung) | | PM2.5 (nur Abrieb) | | NO ₂ direkt | |
| | | LV | SV | LV | SV | LV | SV | LV | SV | LV | SV |
| AB>130 | 142.7 | 0.325 | 0.434 | 0.0081 | 0.0061 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.035 | 0.072 |
| AB>130+2 | 142.7 | 0.458 | 0.578 | 0.0048 | 0.0086 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.047 | 0.089 |
| AB>130+4 | 142.7 | 0.595 | 0.753 | 0.0068 | 0.0118 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.061 | 0.113 |
| AB>130-2 | 142.7 | 0.219 | 0.864 | 0.0183 | 0.0021 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.024 | 0.171 |
| AB>130-4 | 142.7 | 0.145 | 0.175 | 0.0158 | 0.0012 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.016 | 0.030 |
| AB>130_2 | 142.7 | 0.338 | 0.721 | 0.0115 | 0.0053 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.035 | 0.130 |
| AB120 | 122.0 | 0.183 | 0.434 | 0.0024 | 0.0061 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.019 | 0.072 |
| AB120+2 | 122.0 | 0.303 | 0.579 | 0.0037 | 0.0086 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.032 | 0.089 |
| AB120-2 | 122.0 | 0.113 | 0.862 | 0.0018 | 0.0021 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.012 | 0.170 |
| AB120_2 | 122.0 | 0.208 | 0.720 | 0.0027 | 0.0053 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.022 | 0.130 |
| AB100 | 102.0 | 0.127 | 0.434 | 0.0015 | 0.0061 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.013 | 0.072 |
| AB100+2 | 102.0 | 0.216 | 0.579 | 0.0024 | 0.0086 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.023 | 0.090 |
| AB100-2 | 102.0 | 0.068 | 0.860 | 0.0011 | 0.0021 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.007 | 0.170 |
| AB100_2 | 102.0 | 0.142 | 0.719 | 0.0017 | 0.0053 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.015 | 0.130 |
| AB100_4 | 102.0 | 0.191 | 0.478 | 0.0031 | 0.0065 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.044 | 0.020 | 0.074 |
| AO-HVS100 | 94.0 | 0.141 | 0.564 | 0.0025 | 0.0076 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.048 | 0.023 | 0.089 |
| AO-HVS100_2 | 94.0 | 0.154 | 0.668 | 0.0028 | 0.0068 | 0.029 | 0.130 | 0.009 | 0.048 | 0.025 | 0.105 |
| AO-HVS100_4 | 94.0 | 0.191 | 0.612 | 0.0035 | 0.0068 | 0.030 | 0.130 | 0.009 | 0.048 | 0.032 | 0.092 |
| AO-HVS70 | 67.0 | 0.101 | 0.547 | 0.0021 | 0.0070 | 0.026 | 0.100 | 0.012 | 0.056 | 0.016 | 0.082 |
| AO-HVS70_2 | 67.0 | 0.109 | 0.676 | 0.0021 | 0.0069 | 0.026 | 0.100 | 0.012 | 0.056 | 0.018 | 0.102 |
| AO-HVS70_4 | 67.0 | 0.134 | 0.614 | 0.0023 | 0.0073 | 0.026 | 0.100 | 0.012 | 0.056 | 0.022 | 0.092 |
| AO-HVS70d | 53.8 | 0.131 | 0.642 | 0.0023 | 0.0076 | 0.033 | 0.350 | 0.013 | 0.064 | 0.021 | 0.091 |
| AO-HVS70d_2 | 53.8 | 0.139 | 0.768 | 0.0024 | 0.0076 | 0.033 | 0.350 | 0.013 | 0.064 | 0.023 | 0.115 |
| AO-HVS70g | 37.0 | 0.183 | 0.911 | 0.0030 | 0.0111 | 0.039 | 0.700 | 0.015 | 0.068 | 0.030 | 0.129 |
| AO-HVS70g_2 | 37.0 | 0.188 | 0.936 | 0.0031 | 0.0112 | 0.039 | 0.700 | 0.015 | 0.068 | 0.031 | 0.133 |
| IO-HVS50 | 49.0 | 0.127 | 0.803 | 0.0048 | 0.0079 | 0.026 | 0.100 | 0.014 | 0.066 | 0.013 | 0.110 |
| IO-HVS50_2 | 49.0 | 0.133 | 0.888 | 0.0048 | 0.0083 | 0.026 | 0.100 | 0.014 | 0.066 | 0.014 | 0.139 |
| IO-HVS50_4 | 49.0 | 0.151 | 0.749 | 0.0050 | 0.0089 | 0.026 | 0.100 | 0.014 | 0.066 | 0.016 | 0.114 |
| IO-HVS50d | 39.6 | 0.158 | 0.993 | 0.0050 | 0.0094 | 0.032 | 0.350 | 0.015 | 0.068 | 0.016 | 0.136 |
| IO-HVS50d_2 | 39.6 | 0.163 | 1.064 | 0.0051 | 0.0098 | 0.032 | 0.350 | 0.015 | 0.068 | 0.017 | 0.164 |
| IO-HVS50d_4 | 39.6 | 0.181 | 0.947 | 0.0052 | 0.0105 | 0.032 | 0.350 | 0.015 | 0.068 | 0.019 | 0.149 |
| IO-HVS50g | 24.9 | 0.221 | 1.420 | 0.0057 | 0.0157 | 0.039 | 0.700 | 0.015 | 0.068 | 0.023 | 0.176 |
| IO-HVS50g_2 | 24.9 | 0.228 | 1.405 | 0.0057 | 0.0157 | 0.039 | 0.700 | 0.015 | 0.068 | 0.024 | 0.175 |
| IO-HVS50g_4 | 24.9 | 0.242 | 1.374 | 0.0059 | 0.0158 | 0.039 | 0.700 | 0.015 | 0.068 | 0.025 | 0.176 |

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2027

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen des betrachteten Schadstoffes NO_x werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In Anhang A8 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ dargestellt. Die Schadstofffreisetzungen entlang der Rheinspange A 553 werden wie im Anhang A6 dargestellt in den Ausbreitungsrechnungen fahrtrichtungsfein berücksichtigt.

Tab. 5.2 zeigt die Verkehrskennwerte und die daraus mit HBEFA4.2 abgeleiteten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten, exemplarisch für einen Streckenabschnitt der A 553 östlich der geplanten Anschlussstellen für die Planvarianten im Bezugsjahr 2027.

Vergleichsweise hohe Schadstofffreisetzungen sind für die Planvarianten V3B, V4B, V6aB, V6bB und V11B ermittelt, das sind die Planvarianten, die am betrachteten Abschnitt ein Verkehrsaufkommen von mindestens 50 000 Kfz/24h aufweisen. Die relativ geringsten Emissionen sind für die Planvarianten V5B und V8B abgeleitet, hier beträgt das Verkehrsaufkommen weniger als 40 000 Kfz/24h.

Tab. 5.3 zeigt die Verkehrskennwerte und die daraus abgeleiteten Emissionen für einen Abschnitt der L 82 im nördlichen Siedlungsbereich von Ranzel, der in den Planvarianten V3B und V4B einen Zubringer zur geplanten Anschlussstelle darstellt.

Gegenüber dem Prognosebezugsfall sind für die Planvarianten V3B und V4B aufgrund der sehr deutlichen Zunahmen der Verkehrsbelastungen entsprechende Zunahmen der Schadstofffreisetzungen um mehr als das 6-fache berechnet. Für die übrigen Planvarianten sind an diesem Abschnitt geringere Emissionen als im Bestand ermittelt.

Für die geplanten Tunnelbauwerke werden die innerhalb der Tunnelstrecken freigesetzten Luftschadstoffe anteilig im Bereich der Tunnelportale verteilt.

Um die bodennahen Stickoxid- und Feinstaubemissionen der Rheinschifffahrt in Form einer Linienquelle entlang der Fahrrinne im Untersuchungsgebiet (**Abb. 4.1**) zu berücksichtigen, werden Emissionsdaten des Binnenschiffsverkehrs aus Lohmeyer (2020) herangezogen und mit Hilfe von Angaben aus PLANCO (2007) auf den Rheinabschnitt im Untersuchungsgebiet und das Bezugsjahr übertragen. Die so abgeleiteten mittleren Emissionsdichten des Binnenschiffsverkehrs im Untersuchungsgebiet betragen für NO_x 1.2 mg/(m*s) und für Feinstaub-

partikel 0.03 mg/(m*s). Diese werden auf eine Freisetzungshöhe von der Wasseroberfläche bis ca. 6 m darüber verteilt und in der Mitte der Fahrrinne emittiert.

| Planvariante | DTV in Kfz/24h LKW-Anteil | Verkehrssituation | Mittlere Emissionsdichte | | | |
|--------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|
| | | | NO _x in mg/(m*s) | PM10 mg/(m*s) | PM2.5 mg/(m*s) | NO ₂ direkt in mg/(m*s) |
| 3B | 54 600 / 8.8% | AB>130 | 0.212 | 0.0294 | 0.0127 | 0.0240 |
| 4B | 56 600 / 11.0% | | 0.221 | 0.0319 | 0.0136 | 0.0254 |
| 5B | 37 400 / 5.6% | | 0.143 | 0.0188 | 0.0082 | 0.0159 |
| 6aB | 54 500 / 5.9% | | 0.209 | 0.0276 | 0.0121 | 0.0232 |
| 6aT | 46 300 / 6.9% | | 0.178 | 0.0239 | 0.0104 | 0.0199 |
| 6bB | 54 800 / 5.8% | | 0.210 | 0.0277 | 0.0121 | 0.0233 |
| 7T | 47 100 / 6.8% | | 0.181 | 0.0243 | 0.0106 | 0.0203 |
| 8B | 31 700 / 7.3% | | 0.122 | 0.0165 | 0.0072 | 0.0137 |
| 9aB | 41 400 / 6.8% | | 0.159 | 0.0214 | 0.0093 | 0.0178 |
| 9bT | 47 600 / 7.2% | | 0.183 | 0.0248 | 0.0108 | 0.0206 |
| 10T | 44 000 / 6.8% | | 0.169 | 0.0227 | 0.0099 | 0.0189 |
| 11B | 51 200 / 6.3% | | 0.197 | 0.0261 | 0.0114 | 0.0219 |

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2025 für die Rheinspanne A 553 östlich der geplanten Anschlussstelle

| Untersuchungsfall | DTV in Kfz/24h LKW-Anteil | Verkehrssituation | Mittlere Emissionsdichte | | | |
|--------------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|---------------------------------------|
| | | | NO _x in mg/(m*s) | PM10 mg/(m*s) | PM2.5 mg/(m*s) | NO ₂ direkt in mg/(m*s) |
| Prognosebezugsfall | 4 300 / 2.3% | IO-HVS50d | 0.0088 | 0.0022 | 0.0011 | 0.0009 |
| Planvariante V3B | 26 100 / 3.4% | | 0.0564 | 0.0146 | 0.0068 | 0.0061 |
| Planvariante V4B | 25 800 / 3.5% | | 0.0560 | 0.0145 | 0.0067 | 0.0061 |
| Planvariante V5B | 3 600 / 2.8% | | 0.0076 | 0.0019 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V6aB | 3 700 / 2.7% | | 0.0077 | 0.0020 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V6aT | 3 400 / 2.9% | | 0.0072 | 0.0018 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V6bB | 3 800 / 2.6% | | 0.0079 | 0.0020 | 0.0010 | 0.0009 |
| Planvariante V7T | 3 400 / 2.9% | | 0.0072 | 0.0018 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V8B | 3 600 / 2.8% | | 0.0076 | 0.0019 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V9aB | 3 600 / 2.8% | | 0.0076 | 0.0019 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V9bT | 3 700 / 2.7% | | 0.0077 | 0.0020 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V10T | 3 600 / 2.8% | | 0.0076 | 0.0020 | 0.0009 | 0.0008 |
| Planvariante V11B | 3 600 / 2.8% | | 0.0076 | 0.0020 | 0.0009 | 0.0008 |

Tab. 5.3: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2025 für die L 82 im nördlichen Siedlungsbereich von Ranzel

6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet, d.h. im Plangebiet wurden Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Das Rechengebiet deckt eine Fläche von ca. 12 km x 8 km ab, bei einer horizontalen Auflösung in Straßennähe von 10 m x 10 m. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen sowie die Beiträge des Binnenschiffsverkehrs ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung (Kap. 4) zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevante Kenngrößen sind einheitlichen Farben zugeordnet. Damit werden die derzeit geltenden Grenzwerte für NO₂ und PM₁₀ von 40 µg/m³ sowie PM_{2.5} mit 25 µg/m³ im Jahresmittel mit roter Farbe; der PM₁₀-Schwellenwert von 29 µg/m³ im Jahresmittel zur Ableitung des PM₁₀-Kurzzeitwertes und der PM_{2.5}-Richtwert von 20 µg/m³ werden mit gelber Farbe belegt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für den Prognosebezugsfall und für ausgewählte Bereiche exemplarisch ausgewählter Planvarianten dargestellt und diskutiert. Die vollständigen Ergebnisabbildungen der einzelnen Planvarianten für das gesamte Untersuchungsgebiet sind im Anhang A7 bis A9 dargestellt.

6.1 NO₂-Immissionen

Im Prognosebezugsfall (**Abb. A7.1**) sind die NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet geprägt durch die verkehrsbedingten Beiträge der bereits bestehenden Autobahnen A 555 im Westen und A 59 im Osten, die zu flächenhaft hohen Konzentrationen führen. Dabei sind nördlich der AS Köln-Godorf im Nahbereich der A 555 Jahresmittelwerte der NO₂-Immission vereinzelt über 45 µg/m³ ermittelt, südlich der Anschlussstelle sind die NO₂-Jahresmittelwerte überwiegend bis 36 µg/m³ dargestellt. Nördlich der AS Lind sind im Nahbereich der A 59 die NO₂-Immissionen vereinzelt über 45 µg/m³ und südlich überwiegend bis 40 µg/m³ berechnet.

Flächenhaft hohe Jahresmittelwerte der NO₂-Immission treten außerdem entlang der Fahrinne des Schiffsverkehrs auf dem Rhein mit Konzentrationswerten von 30 µg/m³ oder höher über den Wasserflächen des Rheins auf. Die Beiträge des untergeordneten Straßennetzes sind deutlich geringer und führen nur im direkten Nahbereich zu NO₂-Gesamtbelastungen, die um mehr als 1 µg/m³ gegenüber der angesetzten NO₂-Hintergrundbelastung erhöht sind und vereinzelt Jahresmittelwerte bis 32 µg/m³ aufweisen. Im übrigen Untersuchungsgebiet unterscheiden sich die ermittelten NO₂-Immissionen nur geringfügig von der Hintergrundbelastung, so auch flächenhaft im Bereich zwischen den Autobahnen A 555 und A 59.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist entscheidend, ob die ermittelten Immissionen zu Überschreitungen der Grenzwerte an für die Beurteilung relevanter Bebauung, z.B. Wohngebäuden, führen. Die Bewertung der Luftqualität auf dem Gelände von Arbeitsstätten ist in der 39. BImSchV ausgeschlossen. In den linksrheinisch gelegenen Siedlungsbereichen sind an Bebauung, die bis nahe an die A 555 und nahe an das Rheinufer heranreicht, die NO₂-Immissionen vereinzelt bis 32 µg/m³ ermittelt, so im Bereich von Wesseling und Urfeld. Sonst sind die berechneten NO₂-Immissionen geringer und weisen auch unter Berücksichtigung der Randbebauung Jahresmittelwerte von 30 µg/m³ oder geringer auf. Rechtsrheinisch sind in den Siedlungsbereichen von Niederkassel, die bis nahe an den Rhein heranreichen, und an der Randbebauung der Ortsdurchfahrten die NO₂-Immissionen bis 30 µg/m³ berechnet; überwiegend unterscheiden sich an der Wohnbebauung von Niederkassel die ermittelten NO₂-Konzentrationen nur geringfügig von der Hintergrundbelastung. Im Osten des Untersuchungsgebiets sind an der Randbebauung der Ortsdurchfahrten von Wahn im Zuge der B 8 und der K 23 und Spich im Zuge der B 8 die NO₂-Immissionen vereinzelt bis 32 µg/m³ dargestellt. Sonst sind die berechneten NO₂-Immissionen geringer und auch an Gebäuden, die bis nahe an die Autobahn A 59 heranreichen, nicht über 30 µg/m³ berechnet.

Damit wird im Prognosebezugsfall der derzeit geltende Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte von 40 µg/m³ an der Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten.

Im Planfall (**Abb. A7.2** bis **Abb. A7.13**) sind im Bereich der geplanten Neubaustrecken der einzelnen Planvarianten jeweils deutliche Zunahmen der NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognosebezugsfall dargestellt, da dort bislang noch keine Straße verläuft. Ab einem Abstand von ca. 300 m nördlich und ca. 100 m südlich zur geplanten A 553 tragen die verkehrsbedingten Beiträge der Autobahn nur noch geringfügig zur NO₂-Gesamtbelastung bei. Dabei sind entlang den freien Strecken der geplanten A 553 die NO₂-Jahresmittelwerte auch im Nahbereich unter 40 µg/m³ berechnet. An geplanten Tunnelportalen (Planvarianten V6aT,

V7T, V9bT, V10T; **Abb. A7.6, Abb. A7.8, Abb. A7.11, Abb. A7.12**) sind im unmittelbaren Nahbereich vereinzelt NO₂-Konzentrationswerte über 45 µg/m³ berechnet, überwiegend sind die Immissionen jedoch geringer und bis 30 µg/m³ dargestellt. Im Bereich der geplanten Knotenpunkte mit den bestehenden Autobahnen A 555 und A 59 sind ebenfalls gewisse Zunahmen der NO₂-Gesamtbelastungen ermittelt, wobei an den geplanten Rampenfahrbahnen die Konzentrationswerte auch am Fahrbahnrand überwiegend unter 30 µg/m³ berechnet sind.

Im Bereich der Ortsdurchfahrt von Ranzel im Zuge der L 82 sind in den **Planvarianten V3B** und **V4B** deutliche Zunahmen der NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 38 µg/m³ berechnet; hier erhöht sich planungsbedingt die Verkehrsbelastung sehr deutlich, da nördlich von Ranzel eine Anschlussstelle an der Rheinspange A 553 vorgesehen ist. Für die anderen Planvarianten sind an der Ortsdurchfahrt von Ranzel zum Prognosebezugsfall vergleichbare NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerte bis 30 µg/m³ berechnet.

Im übrigen nachgeordneten Straßennetz sind in Siedlungsbereichen zum Teil planungsbedingte Zunahmen der NO₂-Gesamtbelastungen bis 2 µg/m³ prognostiziert. Dabei sind unter Berücksichtigung der Randbebauung die Jahresmittelwerte zum Teil bis 32 µg/m³, überwiegend jedoch geringer und unter 30 µg/m³ berechnet.

An der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung sind für alle 12 Planvarianten an der zur geplanten Neubautrasse nächstgelegenen Wohnbebauung keine NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten über 30 µg/m³ prognostiziert. Im Bereich der geplanten Knotenpunkte mit den bestehenden Autobahnen sowie im Bereich der geplanten Anschlussstelle sind im Planfall an der nächstgelegenen Bebauung ebenfalls keine NO₂-Jahresmittelwerte über 30 µg/m³ berechnet. Im Bereich geplanter Tunnelportale (Planvarianten V6aT, V7T, V9bT, V10T) weisen die ermittelten NO₂-Immissionen an der nächstgelegenen Wohnbebauung ebenfalls Jahresmittelwerte von 30 µg/m³ oder geringer auf. Im Bereich der geplanten Brückenbauwerke zur Rheinquerung sind für Brückenvarianten, die südlich von Niederkassel und nördlich von Niederkassel-Rheidt verlaufen (Planvarianten V8B, V9aB, V11B), linksrheinisch an den zum Rheinufer nächstgelegenen Wohngebäuden die NO₂-Jahresmittelwerte vereinzelt bis 32 µg/m³ prognostiziert. Für die anderen Brückenvarianten sind die NO₂-Immissionen an der zum Brückenbauwerk nächstgelegenen Wohnbebauung bis 30 µg/m³ berechnet.

An der Randbebauung der bereits bestehenden Ortsdurchfahrten ist in Ranzel für die Planvarianten V3B und V4B eine deutliche Zunahme der NO₂-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis 38 µg/m³ prognostiziert. Für die anderen Planvarianten sind an der zur Orts-

durchfahrt von Ranzel angrenzenden Wohnbebauung überwiegend zum Prognosebezugsfall vergleichbare NO₂-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis 30 µg/m³ berechnet. An der Randbebauung der übrigen Ortsdurchfahrten führen die Planungen zum Teil zu einer gewissen Zunahme der NO₂-Immissionen gegenüber dem Prognosebezugsfall, dabei sind NO₂-Jahresmittelwerte bis 32 µg/m³ ermittelt, so an den Ortsdurchfahrten von Köln-Wahn und Troisdorf-Spich im Zuge der B 8. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind weiterhin überwiegend geringere Immissionen mit NO₂-Jahresmittelwerten von 30 µg/m³ oder geringer berechnet.

Damit sind für alle 12 Planvarianten an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung keine Konflikte im Hinblick auf den Grenzwert für NO₂-Jahresmittelwerte abgeleitet. In den Planvarianten V3B und V4B wird an der Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Niederkassel-Ranzel im Zuge der L 82 der Grenzwert vereinzelt knapp nicht erreicht und nicht überschritten; für die übrige Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind die NO₂-Immissionen überwiegend deutlich unterhalb des Grenzwerts abgeleitet. Für die übrigen Planvarianten weisen die ermittelten NO₂-Immissionen an der gesamten Wohnbebauung im betrachteten Untersuchungsgebiet überwiegend Jahresmittelwerte deutlich unterhalb des NO₂-Grenzwertes auf.

Die 39. BImSchV sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO₂ vor (siehe Abschnitt 3.3). 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 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der PM10-Immissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von 29 µg/m³ der Kurzzeitwert überschritten werden kann. Im Folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von 29 µg/m³ und 40 µg/m³ diskutiert.

Im Prognosebezugsfall (**Abb. A8.1**) sind im Untersuchungsgebiet wesentliche Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung nur entlang den bestehenden Autobahnen A 555 und A 59 ermittelt.

Im Nahbereich der A 555 sind die PM10-Jahresmittelwerte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Im Nahbereich der A 59 sind die PM10-Jahresmittelwerte über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und vereinzelt bis $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt. Entlang des übrigen Straßennetzes wie auch entlang des Rheins sind die verkehrsbedingten bzw. schiffsbedingten Beiträge zur PM10-Gesamtbelastung geringer und führen innerhalb von Siedlungsbereichen zu Jahresmittelwerten vereinzelt bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

An der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung sind in den linksrheinisch gelegenen Siedlungsbereichen die PM10-Immissionen vereinzelt bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Vergleichbare PM10-Jahresmittelwerte sind rechtsrheinisch an Gebäuden in den Siedlungsbereichen von Niederkassel dargestellt. An der Bebauung im Osten des Untersuchungsgebiet sind PM10-Immissionen vereinzelt bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so an der Randbebauung der B 8 im Zuge der Ortsdurchfahrt von Wahn und Spich. Überwiegend sind an der Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet jedoch geringere PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerte unter $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Im Planfall (**Abb. A8.2 bis Abb. A8.13**) sind im Bereich der geplanten Neubaustrecken der einzelnen Planvarianten jeweils gewisse Zunahmen der Immissionen gegenüber dem Prognosebezugsfall dargestellt, da dort bislang noch keine Straße verläuft. Dabei sind entlang den freien Strecken der geplanten A 553 die PM10-Jahresmittelwerte im Nahbereich bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An geplanten Tunnelportalen (Planvarianten V6aT, V7T, V9bT, V10T; **Abb. A8.6, Abb. A8.8, Abb. A8.11, Abb. A8.12**) sind vereinzelt PM10-Konzentrationswerte bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

In allen 12 Planvarianten sind an der zur geplanten Neustrecke der A 553 nächstgelegenen Wohnbebauung keine PM10-Gesamtbelastungen über $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. So auch im Bereich der geplanten Brückenbauwerke oder Tunnelportale sowie im Bereich der geplanten Knotenpunkte mit den bestehenden Autobahnen A 555 bzw. A 59 und im Bereich der geplanten Anschlussstellen an das nachgeordnete Straßennetz.

An der Randbebauung der bereits bestehenden Ortsdurchfahrten ist in Ranzel für die Planvarianten V3B und V4B eine Zunahme der PM10-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Für die anderen Planvarianten sind an der zur Ortsdurchfahrt von Ranzel angrenzenden Wohnbebauung geringere PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerte bis $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der Randbebauung der übrigen Ortsdurchfahrten führen

die Planungen zum Teil zu einer gewissen Zunahme der PM10-Immissionen gegenüber dem Prognosenullfall, dabei sind PM10-Jahresmittelwerte vereinzelt bis $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so an der Ortsdurchfahrt von Troisdorf-Spich im Zuge der B 8. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind weiterhin überwiegend geringere PM10-Immissionen mit Jahresmittelwerten unter $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

Damit sind für alle 12 Planvarianten an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung keine Konflikte im Hinblick auf die Beurteilungswerte für PM10-Feinstaub abgeleitet. Der Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in allen Planvarianten an der Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird bei den Planvarianten V3B und V4B an der Randbebauung der Ortsdurchfahrt von Ranzel mit PM10-Jahresmittelwerten bis $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ knapp nicht erreicht. Für die übrigen Planvarianten wird der Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung deutlich nicht erreicht.

6.3 Feinstaub-Immissionen (PM2.5)

Für die Bewertung der PM2.5-Immissionen werden zwei Beurteilungswerte genannt. Diese sind der PM2.5-Grenzwert (Jahresmittelwert) von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der seit dem Jahr 2015 einzuhalten ist, und der Richtgrenzwert (Jahresmittelwert) von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Im Folgenden werden die berechneten PM2.5-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Im Prognosebezugsfall (**Abb. A9.1**) tragen die ermittelten verkehrsbedingten PM2.5-Beiträge nur gering zur Gesamtbelastung im Untersuchungsgebiet bei. Entlang den bestehenden Autobahnen A 555 und A 59 sind erhöhte PM2.5-Immissionen nur am Fahrbahnrand mit Jahresmittelwerten vereinzelt bis $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dargestellt. Im Bereich der Siedlungsbereiche sind die PM2.5-Jahresmittelwerte vereinzelt bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert, so im Bereich von Wahn. Überwiegend sind die ermittelten PM2.5-Immissionen jedoch geringer und unterscheiden sich nur geringfügig von der angesetzten PM2.5-Hintergrundbelastung von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, so auch im Bereich von Ranzel.

Im Planfall (**Abb. A9.2 bis Abb. A9.13**) tragen die entlang der geplanten Neubaustrecken der einzelnen Planvarianten ermittelten PM2.5-Beiträge ebenfalls nur gering zur Gesamtbelastung bei. Dabei sind entlang den freien Strecken der geplanten A 553 die PM2.5-Jahresmittelwerte am Fahrbahnrand vereinzelt bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An geplanten Tun-

nelportalen (Planvarianten V6aT, V7T, V9bT, V10T; **Abb. A9.6**, **Abb. A9.8**, **Abb. A9.11**, **Abb. A9.12**) sind vereinzelt PM2.5-Konzentrationswerte bis $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet.

In allen 12 Planvarianten sind an der zur geplanten Neustrecke der A 553 nächstgelegenen Wohnbebauung nur geringe Änderungen der PM2.5-Gesamtbelastungen ermittelt, dabei sind die PM2.5-Jahresmittelwerte weiterhin zum Prognosebezugsfall vergleichbar dargestellt. So auch im Bereich der geplanten Brückenbauwerke oder Tunnelportale sowie im Bereich der geplanten Knotenpunkte mit den bestehenden Autobahnen A 555 bzw. A 59 und im Bereich der geplanten Anschlussstellen an das nachgeordnete Straßennetz.

An der Randbebauung der bereits bestehenden Ortsdurchfahrten ist in Ranzel für die Planvarianten V3B und V4B eine Zunahme der PM2.5-Gesamtbelastungen mit Jahresmittelwerten bis $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Für die anderen Planvarianten sind an der zur Ortsdurchfahrt von Ranzel angrenzenden Wohnbebauung geringere PM2.5-Immissionen mit Jahresmittelwerten bis $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. An der Randbebauung der übrigen Ortsdurchfahrten führen die Planungen zum Teil zu einer gewissen Zunahme der PM2.5-Immissionen gegenüber dem Prognosefall, dabei sind PM2.5-Jahresmittelwerte ebenfalls vereinzelt bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt, so an der Ortsdurchfahrt von Troisdorf-Spich im Zuge der B 8. An der übrigen Wohnbebauung im Untersuchungsgebiet sind weiterhin überwiegend geringere PM2.5-Immissionen prognostiziert, die sich nur geringfügig von der Hintergrundbelastung unterscheiden.

Damit sind für alle 12 Planvarianten an der beurteilungsrelevanten Wohnbebauung keine Konflikte im Hinblick auf den die Beurteilungswerte für PM2.5-Feinstaub abgeleitet. Der Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird in allen Planvarianten an der Wohnbebauung deutlich nicht erreicht und nicht überschritten. Der PM2.5-Richtgrenzwert wird ebenfalls nicht erreicht und nicht überschritten.

7 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (mit 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. (mit Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen).
39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). BGBl I, Nr. 40, S. 1065-1104 vom 05.08.2010, zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222).
- Bächlin, W., Bösing, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 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. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.

- Bruckmann, P., Otto, R., Wurzler, S., Pfeffer, U., Doppelfeld, A., Beier, R. (2009): Welche Anforderungen stellen die neuen europäischen Regelungen zu der Feinstaubfraktion PM2.5 an den Immissionsschutz? Immissionsschutz 3/09.
- De Leeuw, F., Horálek, J. (2009): Assessment of the health impacts of exposure to PM2.5 at a European level. ETC/ACC Technical Paper 2009/1. European Topic Centre on Air and Climate change, June 2009.
- Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, 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 (Februar 2011).
- 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.
- FGSV (2021): Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung – RLuS 2012. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf. Ausgabe 2012, Fassung 2020, veröffentlicht 2021.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bössinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- 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.
- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
- 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.

- Lohmeyer (2020): Aktualisierung und Erweiterung des softwarebasierten Modells LuWas zur Ermittlung der schiffverkehrsbedingten Luftschadstoffbelastung an Wasserstraßen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Dresden. Projekt 71126-14-07, Abschlussbericht vom Dez. 2020, Gutachten im Auftrag von: Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de.
- PLANCO (2007): PLANCO Consulting GmbH, Essen: Umlegung der verkehrsträgerübergreifenden Güterverkehrsprognose auf die Binnenwasserstraßen, im Auftrag für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Essen; Dezember 2007.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bössinger, 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.
- 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 TREMOM/ TREMOM-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 / Februar 2022. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.
- VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, Mai 2020.