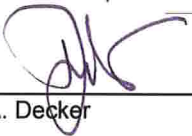
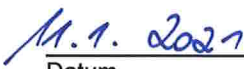


Genehmigungsplanung für die Aufhebung Bahnübergang Linie 18 und Ausbau Knoten L 34 / B 265

Regierungsbezirk : Köln
Kreisfreie Stadt : Köln
Gemarkung : Köln-Effern

Immissionen Luft D1 bestehend aus 42 Seiten plus Anhang

	Der Leiter der Regionalniederlassung Ville-Eifel Euskirchen, den 14.12.2020  i.A. Decker	 Straßen.NRW. Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen Regionalniederlassung Ville-Eifel
	Kölner Verkehrs-Betriebe AG Scheidtweilerstraße 38 50933 Köln-Braunsfeld	Datum, Unterschrift Datum, Unterschrift
	Häfen und Güterverkehr Köln Aktiengesellschaft	 Datum  Vorstand I  Vorstand II
<u>Auslegungsvermerk der Gemeinde</u> (Anhörungsverfahren § 73 Abs. 3 Satz 1 VwVfG) Der Plan hat satzungsgemäß ausgelegen in der Zeit vom bis in der Gemeinde Zeit und Ort der Auslegung sind vorher ortsüblich bekanntgegeben worden. Datum, Siegel, Unterschrift	<u>Auslegungsvermerk der Gemeinde</u> (Planfeststellungsbeschluss § 74 Abs. 4 VwVfG) Planfeststellungsbeschluss und Ausfertigung des festgestellten Planes haben satzungsgemäß ausgelegen in der Zeit vom bis in der Gemeinde Zeit und Ort der Auslegung sind vorher ortsüblich bekanntgegeben worden. Datum, Siegel, Unterschrift	

**Luftschadstoffprognose zu den
Kfz-bedingten Immissionen
zum Planfeststellungsverfahren**

B 265 / L 34 / Linie 18 Luxemburger Straße / Militärring

**BÜ Beseitigung
in Köln - Klettenberg**

**ERSETZT UNTERLAGE 15.1 D 1
AUS FEBRUAR 2013**

iMA cologne GmbH

Am Wassermann 36
D-50829 Köln

Tel (0221) 945 28 500
E-mail iMA_cologne@gmx.de

**Luftschadstoffprognose zu den
Kfz-bedingten Immissionen
zum Planfeststellungsverfahren
B 265 / L 34 / Linie 18 Luxemburger Straße / Militärring
BÜ Beseitigung
in Köln - Klettenberg**

**ERSETZT UNTERLAGE 15.1
AUS FEBRUAR 2013**

Auftraggeber:	Landesbetrieb Straßenbau NRW Regionalniederlassung Vile-Eifel Jülicher Ring 101 - 103 D – 53879 Euskirchen
Auftrags-Nr. :	P1960013
Auftrag vom:	14.02.2020
Bearbeiter	Dr. P. Scherer
Seitenzahl	42 + Anhang
Datum:	20.03.2020

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Aufgabenstellung	4
2 Untersuchungsgebiet	6
3 Bewertungsgrundlagen	8
3.1 Luftschadstoffe.....	8
3.2 Grenzwerte	9
4 Wind- und Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet	11
4.1 Allgemeines	11
4.2 Messungen.....	11
5 Emissionen	13
5.1 Kfz-bedingte Emissionen	13
6 Ausbreitungsrechnungen	23
6.1 Simulationsverfahren	23
6.2 Simulations- und Untersuchungsgebiet	23
6.3 Berechnung der Zusatzbelastung	24
6.4 Berechnung der Gesamtbelastung.....	25
6.5 Umwandlung NO $\Rightarrow$ NO ₂	26
7 Schadstoffimmissionen.....	27
7.1 Überblick.....	27
7.2 Hintergrundbelastung	27
7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose	28
7.4 Detaillierte Darstellung der Immissionssituation für das Bezugsjahr 2030	29
8 Zusammenfassung.....	36
Anhang	43

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

IM ANHANG

- A : Lage der Aufpunkte AP01 – AP13 an beurteilungsrelevanten Fassaden in der Umgebung der Planfeststellung
- B01 : Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration für den Prognose-Nullfall 2030 (Gesamt-Immission)
- B02 : Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration für den Prognose-Nullfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)
- B03 : Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration für den Prognose-Planfall 2030 (Gesamt-Immission)
- B04 : Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration für den Prognose-Planfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)
- C01 : Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration für den Prognose-Nullfall 2030 (Gesamt-Immission)
- C02 : Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration für den Prognose-Nullfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)
- C03 : Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration für den Prognose-Planfall 2030 (Gesamt-Immission)
- C04 : Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration für den Prognose-Planfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)
- D01 : Überschreitungshäufigkeiten der 50 µg/m³-Schwelle der Stundenmittelwerte von PM₁₀ für den Prognose-Nullfall 2030
- D02 : Überschreitungshäufigkeiten der 50 µg/m³-Schwelle der Stundenmittelwerte von PM₁₀ für den Prognose-Planfall 2030
- E01 : Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration für den Prognose-Nullfall 2030 (Gesamt-Immission)
- E02 : Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration in für den Prognose-Nullfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)
- E03 : Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration in für den Prognose-Planfall 2030 (Gesamt-Immission)
- E04 : Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Konzentration für den Prognose-Planfall 2030 (Zusatz-Immission durch L 34 / B 265)

1 Aufgabenstellung

Der Landesbetrieb Straßenbau NRW plant als Auftragsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland den Umbau des Knotenpunktes Luxemburger Straße (B 265) / Militärringstraße mit Beseitigung des Bahnübergangs der Stadtbahn in Köln-Klettenberg.

Im Rahmen der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens wurden wir durch den Landesbetrieb Straßenbau NRW, Regionalniederlassung Vile-Eifel, beauftragt, eine Aktualisierung der Luftschadstoffprognose aus dem Jahr 2018 zu den Kfz-bedingten Luftschadstoffimmissionen gemäß 39. BImSchV für den Planbereich sowie den Bereich der angrenzenden Wohnbebauung aufgrund aktualisierter gesetzlicher Rahmenbedingungen und anhand der inzwischen erfolgten Fortschreibung des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.1; Umweltbundesamt, 2019) zu den Eingangsdaten zu Emissionen sowie zur Hintergrundbelastung und aktuellen Messwerten aus den Jahren 2014 – 2018 vorzunehmen. Zusätzlich wurde die Überarbeitung aufgrund geringfügiger geometrischer Veränderungen am Knoten, des Wegfalls der freien Rechtsabbieger sowie der Erweiterung des Prognosehorizontes erforderlich.

Im Hinblick auf die Planfeststellung und unter Berücksichtigung des in § 47(4) des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) erwähnten „Verursacheranteils“ sollen die Gesamt-Immissionen und die nur von der B 265 / L 34 ausgehenden Kfz-bedingten Immissionen (Zusatz-Immissionen) getrennt prognostiziert werden.

Bezugsjahr der Emissionsberechnung für die beiden Prognosefälle ist das Jahr 2030.

- **Prognose-Nullfall 2030:** derzeitige Verläufe und Querschnitte der B 265 und der L 34 (Luxemburger Straße / Militärringstraße) sowie der oberirdischen Trasse der Stadtbahnlinie S 18 unter Ansatz der Verkehrsbelastung des Prognosefalls 2030 der Verkehrsuntersuchung für das Bezugsjahr 2030 der Emissionsberechnung.
- **Prognose-Planfall 2030:** geplanter Ausbauzustand des Knotenpunktes B 265 / L 34 / S18 nach Beseitigung des Bahnübergangs der Stadtbahn unter Ansatz der Verkehrsbelastung des Prognosefalls 2030 der Verkehrsuntersuchung für das Bezugsjahr 2030 der Emissionsberechnung.

Für die detaillierte und flächendeckende Berechnung der Kfz-bedingten Luftschadstoffsituation wird ein mikroskaliges Strömungs- und Ausbreitungsmodell eingesetzt.

Das Modell ist in der Lage, die 3-dimensionale Strömungskonfiguration, d.h. Leewirbel hinter Gebäuden, Wirbelstrukturen in Straßenschluchten, Düsen- und Eckeneffekte an höheren Bauwerken sowie windschwache Zonen in dicht bebauten Bereichen räumlich hoch aufgelöst zu berechnen.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen werden dargestellt und mit einschlägigen Immissionswerten verglichen.

2 Untersuchungsgebiet

Das Plangebiet zum Umbau des Knotenpunktes B 265 / L 34 mit Beseitigung des Bahnübergangs liegt im Stadtgebiet von Köln im Stadtteil Klettenberg ca. 800 m nordöstlich der Anschlussstelle Köln-Klettenberg der Bundesautobahn A 4.

Die Lage des Plangebietes in Köln ist der **Abbildung 2-1** zu entnehmen; ein Übersichtslageplan zur Planfeststellung ist in den **Abbildungen 2-2** und **2-3** dargestellt.

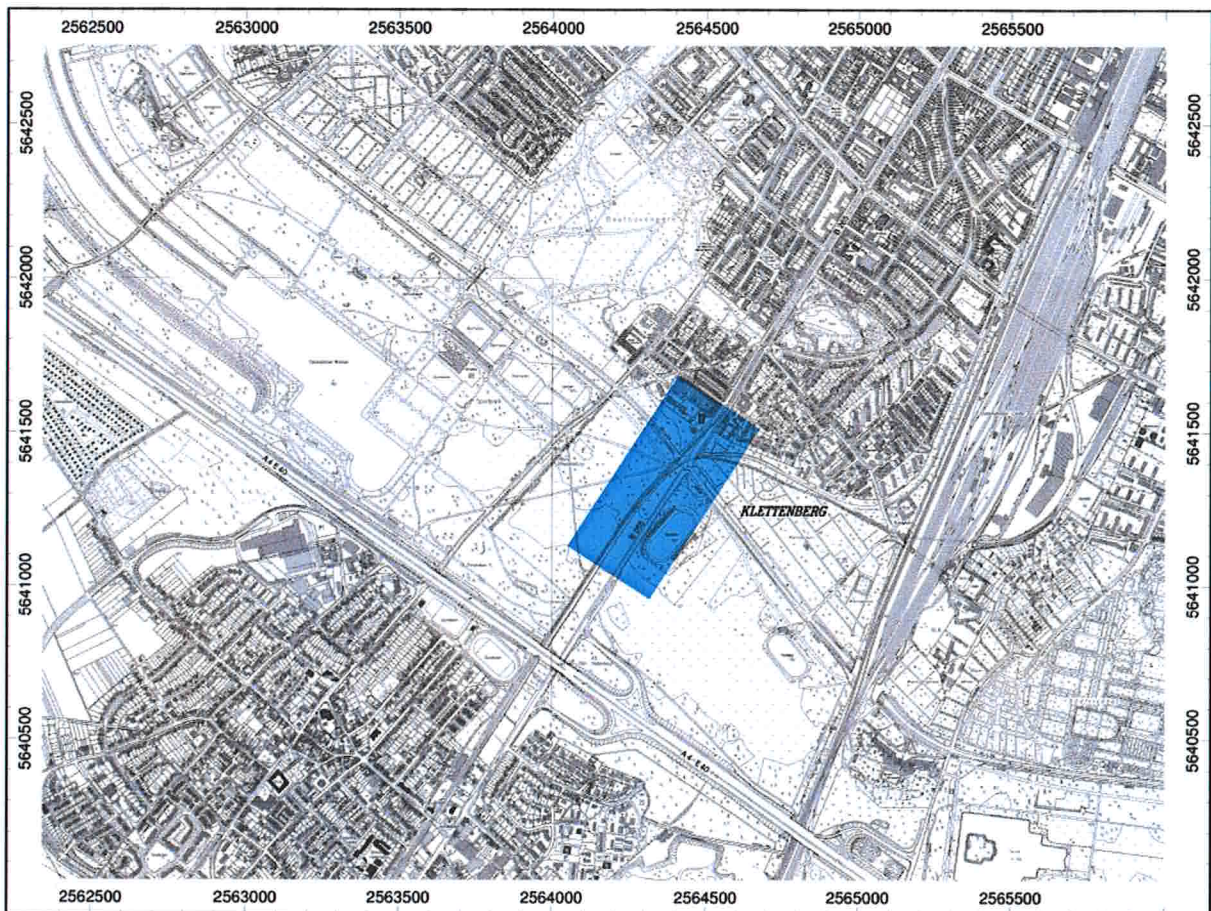


Abbildung 2-1: Lage des Plangebietes in Köln-Klettenberg (blau gekennzeichnet) zum Umbau des Knotenpunktes B 265 / L 34 (Deutsche Grundkarte; Angaben in Gauß-Krüger-Koordinaten [m])

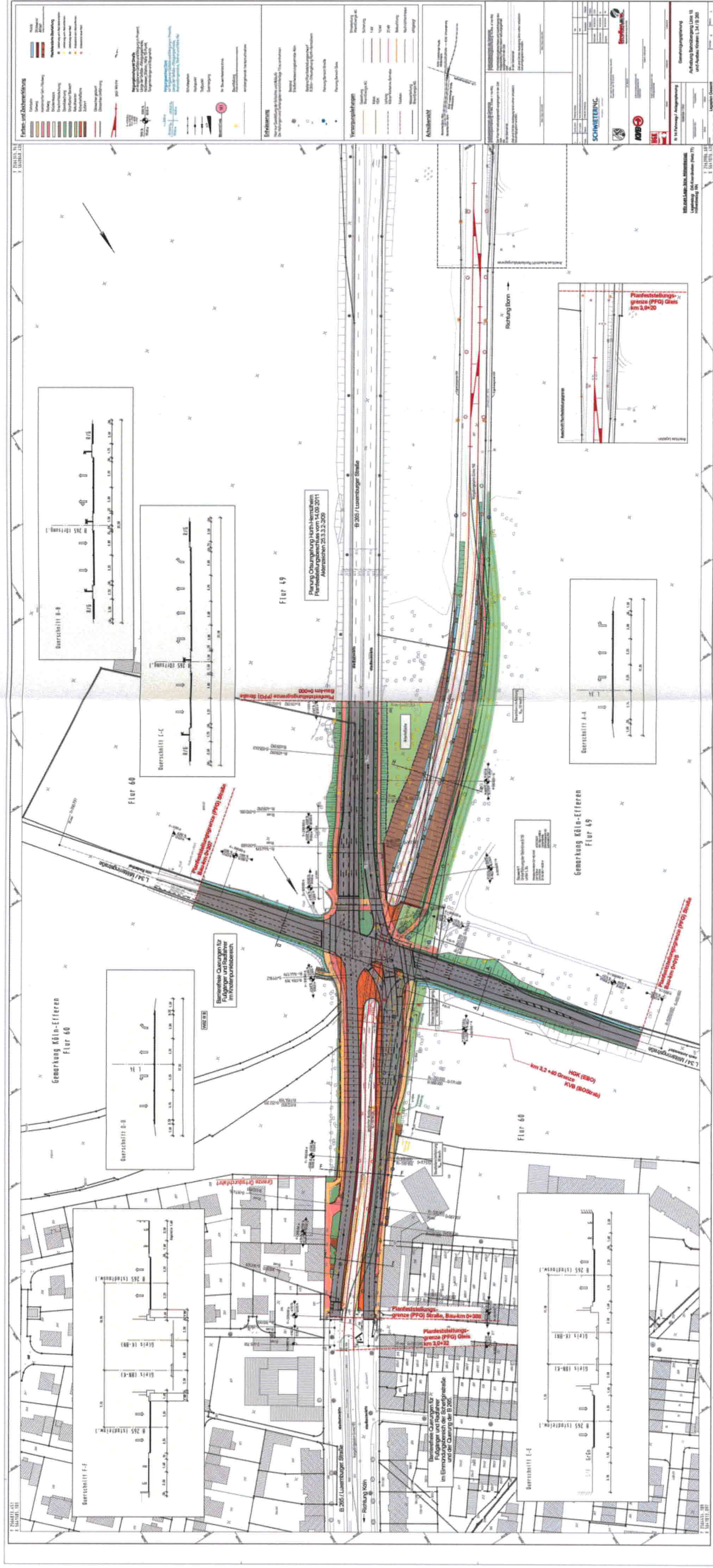


Abbildung 2-2: Übersichtslageplan zur Planfeststellung S 18 / B 265 / L 34 mit Bahnübergangsbeseitigung (Lageplan Gesamt, Stand: März 2019; Nordpfeil eingetragen; Quelle: Landesbetrieb Straßenbau NRW)

3 Bewertungsgrundlagen

3.1 Luftschadstoffe

Die Schadstoffimmissionen werden anhand einschlägiger Vorschriften und Richtlinien bewertet. Im Rahmen dieser Untersuchung werden in Anlehnung an die 39. BImSchV folgende Schadstoffe betrachtet:

- NO_2
- Feinstaubfraktionen PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$

NO_2 gilt als typische verkehrsbedingte Luftverunreinigung, bei der vor allem Spitzenwerte als toxisch relevant angesehen werden können. Aus diesem Grund wird der 99,8%-Wert (entsprechend 18 Überschreitungen einer Schwelle der Stundenmittelwerte pro Jahr) als Kenngröße für die „toxische Relevanz“ herangezogen.

Verkehrsbedingter Schwebstaub enthält lufthygienisch relevante Stoffe, z.B. Rußpartikeln, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle. Eingeatmeter Staub, im wesentlichen Schwebstaub, enthält nicht-lungengängige Anteile (Grobstaub) und lungengängige Anteile (Feinstaub, PM_{10}). **PM_{10}** ist als Staub definiert, der einen Abscheider passiert, welcher Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von $10\text{ }\mu\text{m}$ zu 50% abscheidet. Der aerodynamische Teilchendurchmesser der unmittelbar vom Motor emittierten Partikeln liegt unter $1\text{ }\mu\text{m}$. Generell kann die Einwirkung von Schwebstaub zu einer Irritation der Bronchialschleimhaut führen. Chronische Staubbelastungen können eine chronische Bronchitis sowie Lungenfunktionsveränderungen verursachen. Bei **$\text{PM}_{2,5}$** handelt es sich um die alveolengängige Feinstaubfraktion. Darunter versteht man Feinstaubteilchen, die bis in die Lungenbläschen (Alveolen) vordringen können. $\text{PM}_{2,5}$ ist ein Anteil der PM_{10} -Fraktion.

Die Konzentrationen **weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich**, wie Schwefeldioxid (SO_2), Kohlenmonoxid (CO), Blei (Pb in der PM_{10} -Fraktion) und Benzol (C_6H_6), liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie werden daher nicht weiter betrachtet. Für Ruß sind keine Grenzwerte festgelegt. Die Beurteilung der Partikel geschieht über PM_{10} -Staub, der die Rußfraktion beinhaltet.

3.2 Grenzwerte

Die **Grenzwerte der 39. BImSchV** basieren auf den Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Europa. Die Absicht der Richtlinien ist u.a. die Festlegung von Zielen im Hinblick auf die Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt sowie die Beurteilung der Luftqualität anhand einheitlicher Methoden und Kriterien. In der 39. BImSchV werden folgende Immissionskenngrößen begrenzt:

- Kalenderjahresmittelwerte
- Überschreitungshäufigkeiten der 200 µg/m³-Konzentrationsschwelle für NO₂-Stundenmittelwerte im Kalenderjahr (Kurzzeitwert für NO₂)
- Überschreitungshäufigkeiten der 50 µg/m³-Konzentrationsschwelle für PM10-Tagesmittelwerte im Kalenderjahr (Kurzzeitwert für PM10)

Tabelle 3-1 enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte mit entsprechender Definition und Literaturangabe. Falls in der 39. BImSchV andere Werte festgelegt sind als in den EU-Richtlinien, werden jeweils die strengerer Werte herangezogen.

Die für das in diesem Gutachten betrachtete Bezugsjahr 2030 anzusetzenden Beurteilungswerte sind zusätzlich der **Tabelle 7-4** zu entnehmen.

Tabelle 3-1: Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte gemäß 39. BImSchV

Schadstoff	Literaturquelle	Konzentrationswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
NO ₂	EU-Richtlinie, 39. BImSchV §3 (2)	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	EU-Richtlinie, 39. BImSchV §3 (1)	200 µg/m ³	99,8%-Wert; Schwelle, die von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
Staub (PM ₁₀)	EU-Richtlinie, 39. BImSchV §4 (2)	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	EU-Richtlinie, 39. BImSchV §4 (1)	50 µg/m ³	90,4%-Wert; Mittelwert über 24 Stunden, der nicht öfter als 35 mal im Jahr überschritten werden darf	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
Staub (PM _{2,5})	EU-Richtlinie, 39. BImSchV §5 (2)	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

4 Wind- und Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet

4.1 Allgemeines

Die Verteilung der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und atmosphärischen Turbulenzzustände ist entscheidend für die Ausbreitung von atmosphärischen Spurenstoffen. Für die Berechnung der statistischen Kenngrößen der Schadstoffbelastung müssen die meteorologischen Eingangsdaten in Form von Häufigkeitsverteilungen der Parameter

- Windrichtung,
- Windgeschwindigkeit,
- Turbulenzklasse

(sog. Ausbreitungsklassen-Statistik) vorliegen, die sowohl örtlich als auch langjährig repräsentativ sind. Die Strömungsverhältnisse im Bereich des Rheintales werden durch dessen Verlauf geprägt, wodurch häufig eine Kanalisierung entlang des Rheintales hervorgerufen werden kann.

4.2 Messungen

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreibt ein Klimamessnetz mit über das Bundesgebiet verteilten Stationen. Zur Charakterisierung der Strömungsverhältnisse im Plangebiet wurde die Bezugswindstation "Niederkassel" des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

herangezogen. Aufgrund einer vom DWD durchgeführten Qualifizierten Prüfung der Übertragbarkeit (Deutscher Wetterdienst, 2009) zu dem Projekt „Neubau der B 265n Ortsumgehung Hürth-Hermülheim“ (iMA cologne GmbH, 2009), das räumlich an das aktuelle Plangebiet südwestlich anschließt, ist die mehrjährige Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungssituationen (Ausbreitungsklassenstatistik AKS) dieser Station über den Bezugszeitraum 1987 - 1991 für den Bereich des Untersuchungsgebietes hinreichend charakteristisch*.

Die Windrichtungsverteilung an der DWD-Station "Niederkassel" ist in **Abbildung 4-1** dargestellt. Die Länge der Richtungsstrahlen gibt die Häufigkeit in % an, mit der der

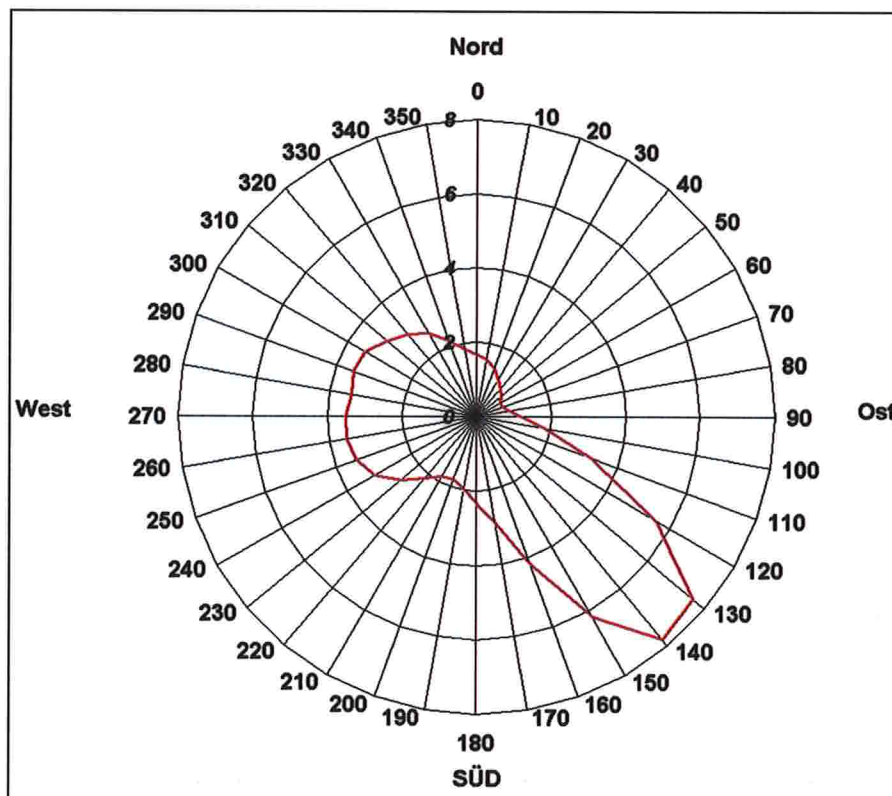
* Der DWD bestätigte in einer telefonischen Mitteilung (Dezember 2012) an StraßenNRW, dass die ausgewiesene Zeitreihe mit derjenigen des Projektes Ortsumgehung Hürth-Hermülheim (DWD, 2009) übereinstimmt; laut DWD kann für das aktuelle Projekt auf diese QPR und deren Aussagen zurückgegriffen werden.

Wind aus der jeweiligen Richtung weht. Die Richtungen sind in Sektoren von 10° eingeteilt.

Am Standort dominieren Winde aus südöstlichen Richtungen. Ein weiteres, schwächer ausgeprägtes Maximum existiert bei Richtungen um West bis Nordwest. Winde aus dem Nordost- und Südwest-Sektor sind selten.

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund beträgt 3,3 m/s.

Abbildung 4-1: Häufigkeitsverteilung (rot) der Windrichtungen (in % je 10°-Sektor) an der gemäß Qualifizierter Prüfung (QPR) für das Plangebiet charakteristischen Bezugswindstation "Niederkassel" über den Bezugszeitraum 1987 - 1991 der mehrjährigen Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungssituationen (Ausbreitungsklassenstatistik; mittlere Windgeschwindigkeit: 3,3 m/s, Quelle: Deutscher Wetterdienst, Essen, 2009)



5 Emissionen

5.1 Kfz-bedingte Emissionen

Die Emissionsmodellierung erfolgt auf der Basis des im September 2019 erschienenen „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA Version 4.1; Hrsg. Umweltbundesamt, 2019). Die Datenbank beinhaltet spezifische Emissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrzeugkategorien (PKW, leichte Nutzfahrzeuge LNF, schwere Nutzfahrzeuge SNF, Busse und Krafträder) und verschiedene Bezugsjahre (1990 bis 2050). Die Emissionen wurden unter nachfolgend beschriebenen Ansätzen ermittelt.

- **Prognosejahr**

In der Datenbank HBEFA 4.1 (Umweltbundesamt, 2019) sind Emissionsfaktoren für unterschiedliche Bezugsjahre zwischen 1990 und 2050 hinterlegt. Bei den Luftschadstoffen wird davon ausgegangen, dass durch sukzessiven Ersatz der Altfahrzeuge die spezifischen Fahrzeugemissionen auch zukünftig zurückgehen.

Für die **Prognosefälle** wird das **Jahr 2030** für die Emissionsberechnung angesetzt.

- **Fahrzeugflotte**

In die Emissionen gehen die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und deren Fahrleistung ein. Die Zusammensetzung der real im Untersuchungsgebiet fahrenden Diesel-, Benzin- und Elektro-betriebenen Fahrzeuge, aufgeschlüsselt nach Euro-Normen und Fahrleistungen liegt nicht vor. Deshalb wurde die Verteilung gemäß bundesdeutschem Schnitt angesetzt.

- **Straßentypus**

Der Straßentypus wurde aus den im Handbuch HBEFA 4.1 aufgeführten Mustern gewählt. Im vorliegenden Fall wurde zur Ermittlung der Verkehrsqualität der Standardtagesgang „AB“ für die Autobahn sowie „TGw3“ (Stadtrand, Erschließungs-, Ortsteilverbindungsstraßen) gemäß Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS, 2015) angesetzt.

- **Verkehrsqualität**

In der Emissionsdatenbank HBEFA 4.1 sind fünf Verkehrsqualitäten (engl.: level of service) hinterlegt. Diese können wie folgt charakterisiert werden:

a) freier, flüssiger Verkehr (LOS 1)

Frei und stetig fließender Verkehr; konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h; Verkehrsqualitätsstufe A+B.

b) dichter Verkehr (LOS 2)

Flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 70-90 km/h auf Autobahnen, 30-45 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h; Verkehrsqualitätsstufe C+D.

c) gesättigter Verkehr (LOS 3)

Unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich, Geschwindigkeitsbandbreiten: 30-70 km/h auf Autobahnen, 15-30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h; Verkehrsqualitätsstufe E.

d) Stop+Go (LOS 4)

Stop+Go, starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein niedriger Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsbandbreiten: 5-30 km/h auf Autobahnen, 5-15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

e) Heavy Stop+Go (LOS 5)

HeavyStop+Go, sehr starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein sehr niedriger Geschwindigkeit. Mittlere Geschwindigkeit < 10 km/h.

Die Verkehrsqualität ändert sich im Lauf eines Tages abhängig vom stündlichen Verkehrsaufkommen und der Grenzkapazität (in Pkw-Einheiten nach HBS 2015) einer Straße.

- **Kaltstartanteil**

Kalte Motoren emittieren erheblich mehr Luftschadstoffe als betriebswarme Motoren. Die Kaltstartanteile (KSA) hängen vom Straßentypus ab. Die Kaltstartanteile wurden gemäß VDI-Richtlinie 3782-7 angesetzt.

- **Klimaanlagen**

In den spezifischen Emissionen ist der steigende Anteil von Klimaanlagen berücksichtigt, der insbesondere eine Erhöhung der NO_x-Emissionen bewirkt.

- **Aufwirbelung und Abrieb bei den Stäuben**

Die PM₁₀-Emissionen bestehen nur zum Teil aus den Motoremissionen. Ein Großteil der Feinstaubemissionen entsteht durch Aufwirbelung und Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb). An diesen Emissionen sind alle Fahrzeuge – nicht nur Dieselgetriebene – beteiligt. Aufwirbelung und Abrieb hängen vom Fahrmodus ab. Je größer die Störungen im Verkehrsablauf, also je häufiger Brems- und Beschleunigungsvorgänge auftreten, desto größer sind die spezifischen Emissionen. Die spezifischen Emissionen für die Aufwirbelung und den Abrieb werden entsprechend Untersuchungen von Schmidt et al. (2011) für PM₁₀ angesetzt. Für PM_{2,5} erfolgt die Berechnung der Aufwirbelung und des Abriebs nach (EMEP/EEA, 2016).

- **Luftreinhalteplan Stadt Köln**

Die Stadt Köln hat seit dem 1. Januar 2008 die erste **Umweltzone** von Nordrhein-Westfalen in Köln im Rahmen der Luftreinhalteplanung errichtet; sie erstreckte sich zunächst über den inneren Bereich des Stadtgebietes. Zum 1. April 2012 wurde die Umweltzone im Rahmen der ersten Fortschreibung des Luftreinhalteplans für das Stadtgebiet Köln auf einen wesentlich größeren Teil des Stadtgebietes erweitert. Ab dem 1. Oktober 2019 gilt die zweite Erweiterung der Umweltzone. Diese umfasst neben den Stadtbezirken Rodenkirchen, Lindenthal, Ehrenfeld nun auch weitere Teile von Nippes, Mülheim und Kalk.

Eine weitere Fortschreibung des Luftreinhalteplans der Stadt Köln wurde vom Oberverwaltungsgericht NRW mit einem Urteil vom 12.09.2019 gefordert.

Das Plangebiet in Köln-Klettenberg liegt teilweise im Bereich der erweiterten **Umweltzone Köln**, deren südwestliche Grenze dort mit dem Verlauf der B 265 zusammenfällt (**Abbildung 5-1**).

Seit dem 01.07.2014 dürfen nur noch Kfz mit einer grünen Plakette die Umweltzone Köln befahren. Dies wird bei der Berechnung der Emissionsfaktoren für die zu betrachtenden Straßenabschnitte, die alle innerhalb der erweiterten Umweltzone liegen, berücksichtigt. Dabei wird in diesem Gutachten davon ausgegangen, dass im Bezugsjahr 2030 sämtliche in die Umweltzone einfahrenden Kraftfahrzeuge eine grüne Plakette haben.

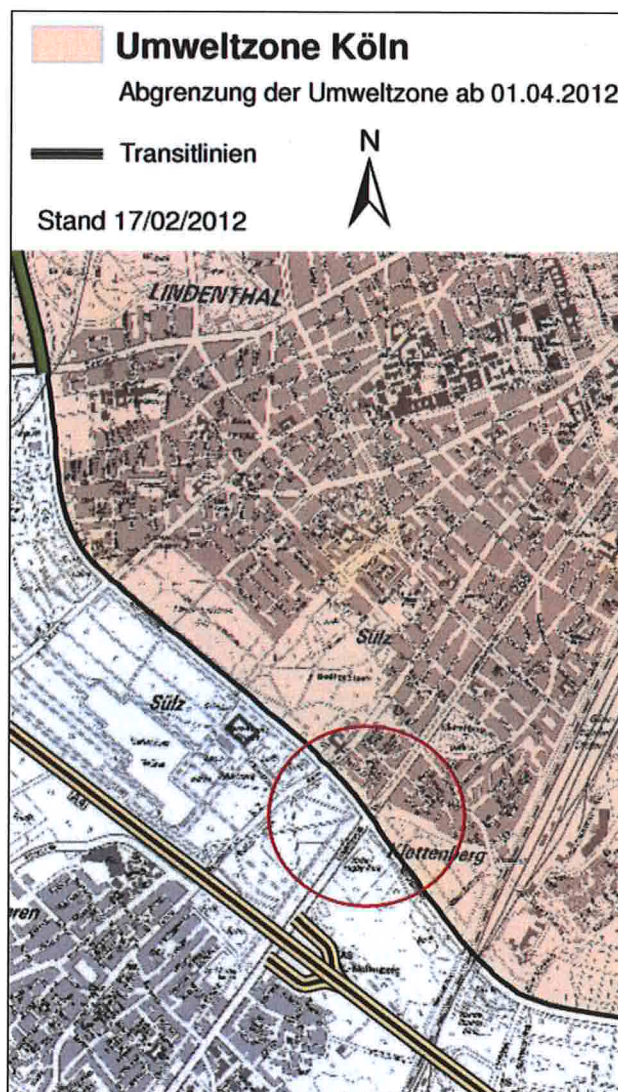


Abbildung 5-1: Südwestliche Ausdehnung der erweiterten Umweltzone Köln aus dem Jahr 2012 (gelbe Teilfläche) in der Umgebung der B 265 und L 34 in Köln-Klettenberg im Bereich der Planfeststellung (innerhalb des roten Kreises) [Quelle: Stadt Köln]. Die dargestellte lokale Abgrenzung im Bereich der Planfeststellung gilt aktuell auch weiterhin im Rahmen der zweiten Erweiterung der Umweltzone Köln aus dem Jahr 2019.

- **Verkehrsaufkommen und Emissionen**

Das Verkehrsaufkommen (F_k) der relevanten Straßenzüge wurde auf der Basis von Angaben der Verkehrsuntersuchung (PTV GROUP; 2019) angesetzt. Darüber hinaus wurden Verkehrsdaten für die ca. 800 m südwestlich und außerhalb des Plangebietes verlaufende Trasse der Bundesautobahn 4 sowie der Anschlussstelle Köln-Klettenberg in Anlehnung an Angaben des Verkehrsgutachtens (E-Mail vom 03.12.2018) herangezogen, um die immissionsseitigen Auswirkungen der Emissionen durch die stark befahrene Bundesautobahn 4 (Vorbelastung durch die Autobahn) im Bereich des Plangebietes mit Hilfe einer mikroskaligen Ausbreitungsrechnung konservativ abzuschätzen.

Für den Querschnitt der BAB 4 wurde im Zuge dieser Vorbelastungsberechnung ein DTV von insgesamt 150.000 Fahrzeugen pro Tag angenommen; die Zu- und Abfahrten der Anschlussstelle Köln-Klettenberg wurden je mit einem DTV von 23.500 belegt. Der LKW-Anteil $> 3,5$ t der Fahrstreifen der Autobahn wurde mit 12,7% am DTV berücksichtigt, wobei der Anteil der Schweren Nutzfahrzeuge (SNF; $> 3,5$ t) am LKW-Aufkommen mit 74% und entsprechend der Leichten Nutzfahrzeuge (LNF; 2,8 - 3,5 t) mit 26% angenommen wurde. Zusätzlich wurde ein Anteil von 0,5% an Reisebussen und von 1% Krafträdern am DTV berücksichtigt. Als Straßenkategorie gemäß „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ HBEFA 4.1 (Umweltbundesamt, INFRAS; 2019) wurde konservativ „Agglo/AB-Nat./130“ mit einer Kapazität pro Stunde und Fahrstreifen von 1.733 gewählt. Die Emissionsberechnung ergab gemäß HBEFA 4.1 für den Querschnitt der BAB 4 spezifische Emissionen von ca. 310 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$, 80 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$ bzw. 35 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$ für NO_x , PM_{10} bzw. $\text{PM}_{2,5}$; für die Fahrstreifen der Anschlussstelle Köln-Klettenberg ergaben sich zusätzlich insgesamt ca. 37 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$, 13 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$ bzw. 6 $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$.

Die Auswirkungen der Schranken- und Lichtsignalphasen im Bereich des Knotenpunktes Militärringstraße / Luxemburger Straße wurden bei der Emissionsberechnung über den Parameter KAP „Kapazität pro Stunde und Fahrstreifen (FS)“ des HBEFA 4.1 berücksichtigt. Nach Angaben des Verkehrsgutachtens (PTV GROUP; 2019) wurden mittlere Schrankensperrzeiten von 17 Minuten pro Stunde (ca. 30%) angenommen, die konservativ auf 20 Minuten (= 33%) aufgerundet wurden. Die reinen Lichtsignalperrzeiten wurden unabhängig von den Schrankensperrzeiten ebenfalls mit 33% einer Stunde berücksichtigt, sodass sich durch Addition als Worst-Case-Szenario insgesamt eine Minderung des KAP um 66% für die betroffenen Richtungsfahrstreifen ergibt. Ein mittlerer KAP von 800 Fz/h/FS für Hauptverkehrsstraßen reduziert sich somit auf den Wert von ca. 267 Fz/h/FS. Die vom Knotenpunkt wegführenden Fahrstreifen, die nicht direkt von den Sperrzeiten betroffen sind, erhalten im Prognose-Nullfall im Sinne eines kon-

servativen Ansatzes einen um ein Viertel reduzierten KAP von 600 Fz/h/FS. Im Prognose-Planfall entfällt aufgrund der Beseitigung des Bahnübergangs die Berücksichtigung von Schrankensperrzeiten, sodass dann nur noch mit der Reduzierung des KAP um 33% als konservativen Ansatz zur Berücksichtigung der Lichtsignalsperrzeiten zu rechnen ist. Das führt demnach zu einer Reduzierung auf 533 Fz/h/FS für den KAP der betroffenen Richtungsfahstreifen. Aus den Werten des KAP errechnen sich unter Einbeziehung eines typischen Tagesganges für einen hohen Anteil an Berufsverkehr („TGw3“; gewählt in Anlehnung an das Handbuch „HBS – Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“) die mittleren Anzahlen der Stunden pro Tag für die fünf verschiedenen Verkehrszustände LOS 1 – 5 („frei“, „dicht“, „gesättigt“, „Stop&Go“ und „Heavy Stop+Go“ gemäß HBEFA 4.1), die in den **Tabellen 5-1** und **5-2** in den Spalten „LOS“ (Abk. für „levels of service“) aufgelistet sind.

Im Bereich der B 265 wird in beiden Prognosefällen 2030 zusätzlich die **Stadtbahntrasse der KVB Linie 18** emissionsseitig berücksichtigt. Der DTV beträgt insgesamt ca. 210 tägliche Zugfahrten (in Anlehnung an 3. Nahverkehrsplan der Stadt Köln; 2018) mit Doppeltraktion, Länge ca. 60 m, Geschwindigkeit ca. 60 km/h. Die Emissionen sind auf Feinstaub-Emissionen (PM10 und PM2,5) beschränkt und werden durch Schienen-, Rad- und Brems- und Fahrleitungsabrieb sowie Aufwirbelung erzeugt. Einschlägige PM10-Emissionsfaktoren der Deutschen Bahn für (ICE-)Personenzüge weisen eine spezifische PM10-Emission von aufgerundet ca. 0,05 µg/m/s für eine Fahrt aus. Skaliert man diesen Emissionsfaktor mit dem Verhältnis der kinetischen Energien beider Zugarten (Verhältnis der Produkte aus jeweiliger Zugmasse und Quadrat der Geschwindigkeit), so erhält man für eine Stadtbahnzug-Fahrt eine spezifische PM10-Emission von $0,05 \mu\text{g/m/s} \cdot (60 \text{ t} / 400 \text{ t}) \cdot (60 \text{ km/h} / 100 \text{ km/h})^2 = 0,003 \mu\text{g/m/s}$. Dabei wurde die Zugmasse eines Stadtbahnzuges mit ca. 60 t und die eines ICE mit ca. 400 t angenommen; die Geschwindigkeiten wurden mit 60 km/h für einen Stadtbahnzug und 100 km/h für einen ICE abgesetzt. Für ca. 210 Fahrten erhält man somit ca. $0,003 \mu\text{g/m/s} \cdot 210 < 0,7 \mu\text{g/m/s}$, was konservativ aufgerundet ca. 1 µg/m/s für die tägliche PM10-Gesamtemission ergibt. Der PM2,5-Emissionsfaktor liegt für Personenzüge bei ca. 10% des PM10-Emissionsfaktors, also konservativ bei 0,1 µg/m/s. Letztlich wurden die Kfz-bedingten Emissionsfaktoren für PM10 bzw. PM2,5 gemäß HBEFA 3.3 der berücksichtigten Abschnitte im Bereich der B 265 (Luxemburger Straße) in den beiden Prognosefällen mit den konservativen Zusatz-Emissionen von 1,0 µg/m/s bzw. 0,1 µg/m/s beaufschlagt, um die Zusatz-Emissionen der geplanten Stadtbahntrasse emissionsseitig angemessen zu berücksichtigen.

In der folgenden **Abbildung 5-2** sind die in den Simulationsberechnungen berücksichtigten Straßenabschnitte mit Identifikationsnummern (ID) bezeichnet, die für beide Prognosefälle gelten. Links ist das Schema des Nullfalls und rechts das Schema des Planfalls dargestellt. Das für die beiden Prognosefälle 2030 berücksichtigte Verkehrsaufkommen ist in den **Tabellen 5-1 und 5-2** geordnet nach den jeweiligen Identifikationsnummern aufgelistet. **Tabelle 5-3** listet die mit Hilfe der Datenbank HBEFA 4.1 berechneten spezifischen Emissionen der Straßenabschnitte für das Bezugsjahr 2030 auf.

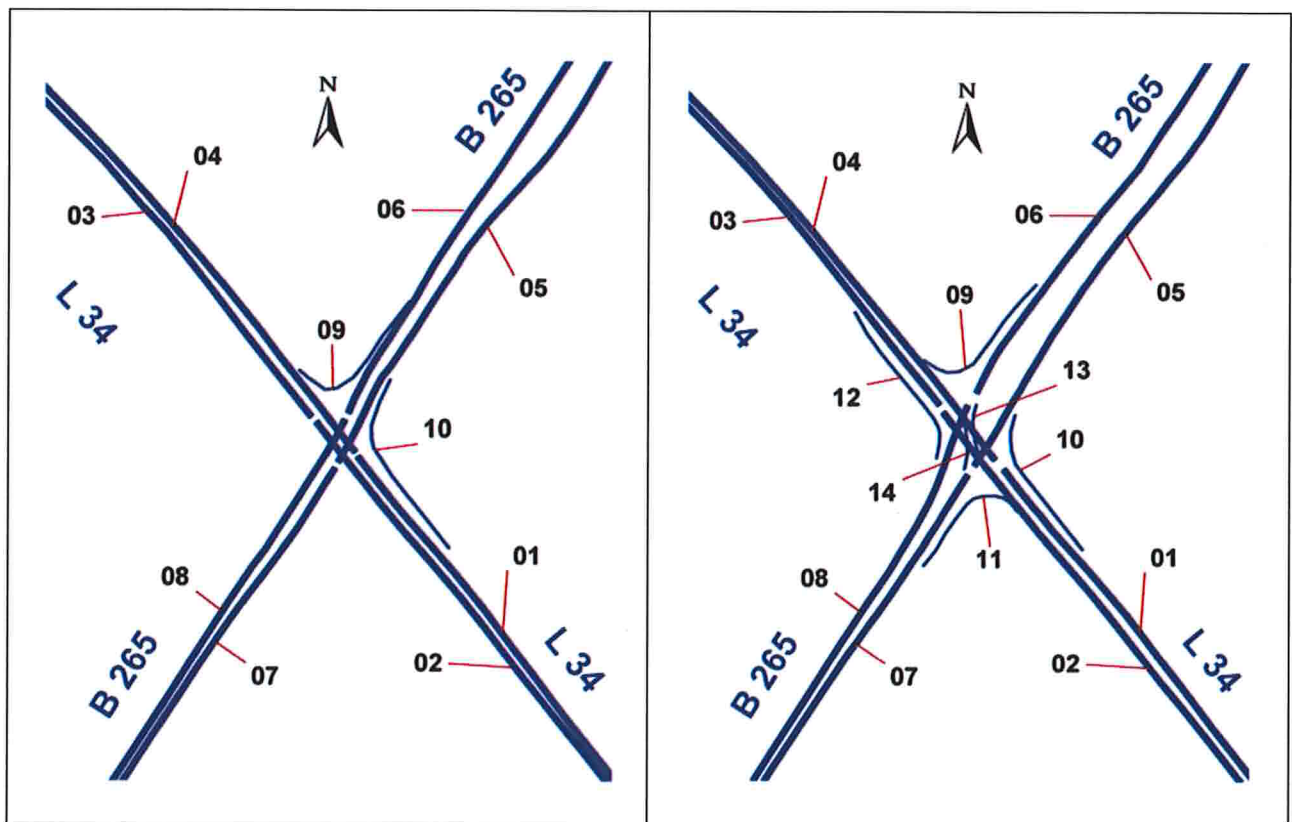


Abbildung 5-2: Schematische Darstellung der für die Emissionsberechnung berücksichtigten Straßenabschnitte im Nullfall (links) und Planfall (rechts) inkl. der Identifikationsnummern der Abschnitte.

Tabelle 5-1: Prognose-Nullfall 2030: Eingangsdaten des Verkehrs gemäß Angaben des Verkehrsgutachtens (PTV GROUP; 2019) und weitere Daten zur Emissionsberechnung gemäß HBEFA 4.1 (Umweltbundesamt, 2019); die Nummern der Streckenabschnitte entsprechen denen der Abbildung 5-2; Abkürzungen, die in der Tabelle verwendet werden, sind in der darunter stehenden Legende erklärt.

Prognose-Nullfall 2030															
Querschnitt		DTV	pLNF	pSNF	pRBUS	pKRAD	Typ	nFS	KAP	KTG	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	LOS5
Nr.	Straße	Fz/d	%	%	%	%			Fz/h/FS		h/d	h/d	h/d	h/d	h/d
01	L34 s Kn FR NW	6.203	5,9	4,8	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	267	TGw3	4	5	1	11	3
02	L34 s Kn FR SO	4.697	6,4	7,9	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	600	TGw3	7	17	0	0	0
03	L34 n Kn FR SW	5.238	7,0	8,6	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	267	TGw3	4	6	0	12	2
04	L34 n Kn FR NO	7.275	6,3	5,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	600	TGw3	5	12	4	3	0
05	B265 n Kn FR NO	8.783	6,8	2,6	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	2	600	TGw3	7	17	0	0	0
06	B265 n Kn FR SW	13.018	5,1	2,1	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	2	267	TGw3	4	5	1	11	3
07	B265 s Kn FR NO	9.209	6,9	3,5	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	2	267	TGw3	5	8	3	8	0
08	B265 s Kn FR SW	12.744	5,3	2,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	2	600	TGw3	5	16	0	3	0
09	B265 FR SW - L 34 FR NW	736	4,9	2,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	267	TGw3	17	7	0	0	0
10	L34 FR NW - B 265 FR NO	2.763	5,4	2,2	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	267	TGw3	5	16	0	3	0

DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
pLNF: prozentualer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (2,8 t bis 3,5 t) am DTV
pSNF: prozentualer Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (> 3,5 t) am DTV
pRBUS: prozentualer Anteil der Reisebusse am DTV
pKRAD: Prozentualer Anteil der Krafträder am DTV
Typ: Kennung der Verkehrssituation gemäß HBEFA 4.1
nFS: Anzahl Fahrstreifen
KAP: Kapazität pro Stunde und Fahrstreifen
KSA: Kaltstartanteil
KTG: Kennung für die Auswahl eines Standard-Tagesgangs
 "TGw3 ist ein typischer Tagesgang gemäß HBS2015
 für Ortsteilverbindungsstraßen mit hohem Anteil Berufsverkehr
LOS1-5: 5 Verkehrszustände ("levels of service") gemäß HBEFA 4.1
 LOS1: frei; LOS2: dicht; LOS3: gesättigt; LOS4: Stop+Go; LOS5: Heavy Stop+Go

Tabelle 5-2: Prognose-Planfall 2030: Eingangsdaten des Verkehrs gemäß Angaben des Verkehrsgutachtens (PTV GROUP; 2019) sowie weitere Daten zur Emissionsberechnung gemäß HBEFA 4.1 (Umweltbundesamt, 2019); die Nummern der Streckenabschnitte entsprechen denen der Abbildung 5-2; Abkürzungen, die in der Tabelle verwendet werden, sind in der darunter stehenden Legende erklärt.

Prognose-Planfall 2030															
Querschnitt		DTV	pLNF	pSNF	pRBUS	pKRAD	Typ	nFS	KAP	KTG	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	LOS5
Nr.	Straße	Fz/d	%	%	%	%			Fz/h/FS		h/d	h/d	h/d	h/d	h/d
01	L34 s Kn FR NW	6.203	5,9	4,8	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	533	TGw3	5	14	2	3	0
02	L34 s Kn FR SO	4.697	6,4	7,9	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	800	TGw3	8	16	0	0	0
03	L34 n Kn FR SW	5.238	7,0	8,6	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	533	TGw3	5	16	1	2	0
04	L34 n Kn FR NO	7.275	6,3	5,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	1	800	TGw3	5	16	3	0	0
05	B265 n Kn FR NO	8.783	6,8	2,6	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	2	800	TGw3	9	15	0	0	0
06	B265 n Kn FR SW	13.018	5,1	2,1	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	2	533	TGw3	5	12	4	3	0
07	B265 s Kn FR NO	9.209	6,9	3,5	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	2	533	TGw3	6	16	2	0	0
08	B265 s Kn FR SW	12.744	5,3	2,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/70	2	800	TGw3	7	17	0	0	0
09	B265 FR SW - L 34 FR NW	736	4,9	2,7	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	24	0	0	0	0
10	L34 FR NW - B 265 FR NO	2.763	5,4	2,2	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	9	15	0	0	0
11	B 265 FR NO - L 34 FR SO	156	8,3	11,5	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	24	0	0	0	0
12	L 34 FR SO - B 265 FR SW	2.503	6,9	6,4	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	9	15	0	0	0
13	B 265 FR SW - L 34 FR SO	2.137	6,2	3,8	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	10	14	0	0	0
14	B 265 FR NO - L 34 FR NW	3.194	6,6	5,0	1,0	1,0	Agglo/HVS/50	1	533	TGw3	8	16	0	0	0

DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
 pLNF: prozentualer Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (2,8 t bis 3,5 t) am DTV
 pSNF: prozentualer Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (> 3,5 t) am DTV
 pRBUS: prozentualer Anteil der Reisebusse am DTV
 pKRAD: Prozentualer Anteil der Krafträder am DTV
 Typ: Kennung der Verkehrssituation gemäß HBEFA 4.1
 nFS: Anzahl Fahrstreifen
 KAP: Kapazität pro Stunde und Fahrstreifen
 KSA: Kaltstartanteil
 KTG: Kennung für die Auswahl eines Standard-Tagesgangs
 "TGw3 ist ein typischer Tagesgang gemäß HBS2015
 für Ortsteilverbindungsstraßen mit hohem Anteil Berufsverkehr
 LOS1-5: 5 Verkehrszustände ("levels of service") gemäß HBEFA 4.1
 LOS1: frei; LOS2: dicht; LOS3: gesättigt; LOS4: Stop+Go; LOS5: Heavy Stop+Go

Tabelle 5-3: Berechnete spezifische Emissionen in $\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$ gemäß HBEFA 4.1 (Umweltbundesamt, 2019) für die Luftschadstoffkomponenten NO_x, PM₁₀ und PM_{2,5} zu den beiden Prognosefällen 2030; die Lage der zugehörigen Straßenabschnitte ist in Abbildung 5-2 schematisch dargestellt.

Querschnitt		Prognose-Nullfall 2030			Prognose-Planfall 2030		
		NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Nr.	Straße	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$	$\mu\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$
01	L34 s Kn FR NW	39,7	7,9	1,44	20,1	4,8	1,28
02	L34 s Kn FR SO	12,5	3,4	1,03	12,5	3,4	1,03
03	L34 n Kn FR SW	45,6	9,2	1,40	19,5	4,8	1,21
04	L34 n Kn FR NO	26,6	6,2	1,57	19,7	5,0	1,52
05	B265 n Kn FR NO	21,7	4,7	1,67	21,5	4,7	1,67
06	B265 n Kn FR SW	60,8	12,2	2,67	39,7	8,3	2,48
07	B265 s Kn FR NO	37,1	8,3	1,91	20,8	5,4	1,79
08	B265 s Kn FR SW	32,5	8,3	2,43	24,7	6,9	2,36
09	B265 FR SW - L 34 FR NW	1,7	0,3	0,14	1,6	0,3	0,14
10	L34 FR NW - B 265 FR NO	7,8	1,7	0,53	6,6	1,4	0,51
11	B 265 FR NO - L 34 FR SO	-	-	-	0,6	0,1	0,04
12	L 34 FR SO - B 265 FR SW	-	-	-	8,3	1,7	0,54
13	B 265 FR SW - L 34 FR SO	-	-	-	5,8	1,2	0,42
14	B 265 FR NO - L 34 FR NW	-	-	-	9,6	2,0	0,66

6 Ausbreitungsrechnungen

In bebauten Bereichen werden die Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse in komplexer Weise von den umgebenden Gebäuden, Straßenzügen usw. beeinflusst. So können sich z. B. an den windabgewandten Gebäudeseiten Rezirkulationsgebiete mit Strömungen ausbilden, die gegen die allgemeine Windrichtung gerichtet sind. Die Windgeschwindigkeit wird in Nachlaufgebieten von Hindernissen zum Teil deutlich reduziert.

Die beschriebenen Phänomene treten je nach Anströmrichtung in unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlichen Intensitäten auf. Zur Berechnung der Luftschadstoffausbreitung im Nahbereich von Gebäuden müssen diese Verhältnisse berücksichtigt werden, da sie die Ausbreitung der Schadstoffe wesentlich beeinflussen.

6.1 Simulationsverfahren

Um die lokalen Auswirkungen der Planung zu quantifizieren, wurden Immissionsberechnungen mit dem **mikroskaligen 3-dimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodell ABC** durchgeführt, das mit dem Ausbreitungsmodul des Modells ASMUS (Groß, G. et.al., 1994, Röckle, R. et.al., 1994, Richter, C.-J. et.al., 1995) gekoppelt wurde. Das Modell ABC besteht im Wesentlichen aus den Modulen Strömungs-, Diffusionskoeffizienten- und Ausbreitungsberechnung. Es erfüllt die Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10. Als Ergebnis erhält man dreidimensionale Felder der Strömungskomponenten und der Diffusionskoeffizienten. Durch Nachschalten eines Eulerschen Ausbreitungsmoduls lassen sich dreidimensionale Konzentrationsfelder berechnen. Das Modell wurde anhand einer Vielzahl von Freiland- und Windkanalmessungen getestet und im Rahmen eines Forschungsprojektes weiter verbessert (Schädler, G. 1996, 1999, Röckle, R. et.al., 1998). Die in der 39. BImSchV aufgeführten statistischen Kenngrößen können mit Hilfe des Modells flächendeckend und realitätsnah ermittelt werden.

6.2 Simulations- und Untersuchungsgebiet

Das **Simulationsgebiet** zu den Immissionen der B 265 / L 34 weist eine Größe von je 1.100 m in Nord-Süd- und West-Ost-Richtung auf (**Abbildung 2-1**); das Simulationsgebiet zu den Zusatz-Immissionen durch die Bundesautobahn 4 hat eine Ausdehnung von je 2.650 m in Nord-Süd- und West-Ost-Richtung. Diese Gebiete wurden so groß gewählt, um durch Randeffekte verursachte Berechnungsartefakte weitestgehend zu vermeiden und insbesondere die Auswirkungen der südwestlich des Plangebietes ver-

laufenden BAB 4 auf die Vorbelastung im Untersuchungsgebiet zusätzlich zur urbanen Hintergrundbelastung möglichst vollständig zu erfassen.

In der Vertikalen wird bis zu einer Höhe von 150 m über Grund gerechnet. Um eine hinreichende Detailtreue zu gewährleisten, erfolgen die Berechnungen für Rasterflächen mit einer Maschenweite von 2 m auf 2 m. Vertikal wird in Bodennähe (0 bis 30 m) mit Maschenweiten von 3 m gerechnet. Darüber nehmen die Maschenweiten sukzessive zu.

Das **Untersuchungsgebiet**, in dem die Ergebnisse der Simulation dargestellt werden, ist ein Ausschnitt der Simulationsgebiete und umfasst das gesamte Plangebiet (Abbildung 6-1).

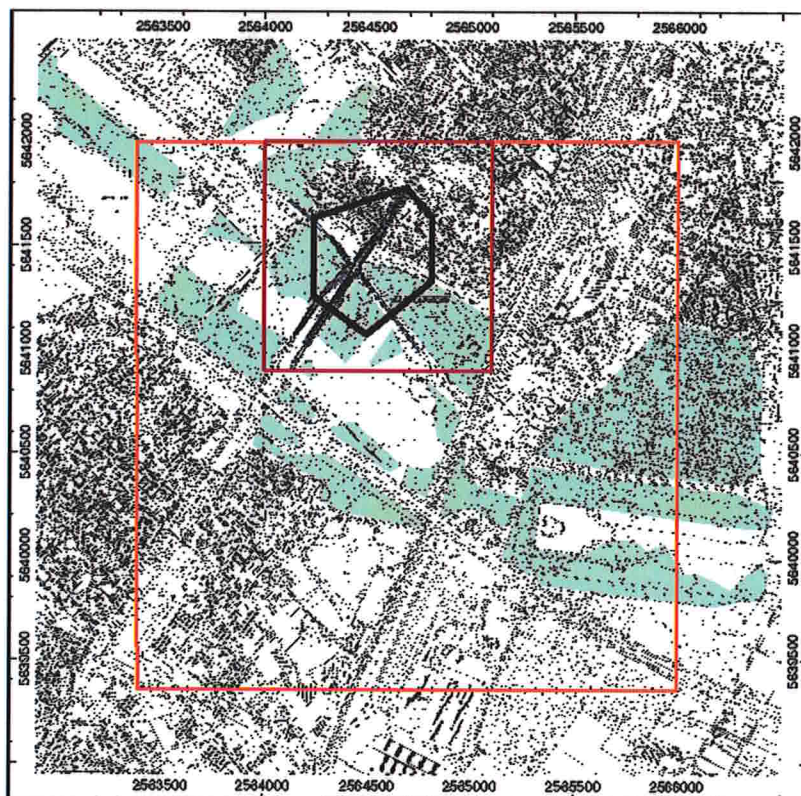


Abbildung 6-1: Die Simulationsgebiete (B 265 / L 34: rot umrandet; BAB 4: orange umrandet) und das Untersuchungsgebiet (schwarz umrandet) sowie die geplanten Umbauabschnitte (blau) [DGK5; Angaben in Gauß-Krüger-Koordinaten]; berücksichtigte Bewuchsflächen sind grün hinterlegt.

6.3 Berechnung der Zusatzbelastung

Da die Emissionen der betrachteten Stoffe nicht-linear voneinander abhängig sind, werden für jeden Stoff jeweils 36 Ausbreitungsrechnungen für jede 10°-Windrichtungsklasse

durchgeführt. Aus den berechneten Konzentrationen in jeder Gitterzelle wird mit Hilfe der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit und dem Tagesgang der Emissionen eine Häufigkeitsverteilung der Schadstoffimmissionen bestimmt. Die Summation über diese Verteilung ergibt den Jahresmittelwert der Zusatzbelastung der Zelle.

6.4 Berechnung der Gesamtbelastung

Die Schadstoff-Konzentration an einem Ort ergibt sich aus der Überlagerung von

1. *Hintergrundbelastung*, die durch den Beitrag weit entfernter Emittenten (Industrie, Gewerbe, Hausbrand, weiter entfernte Straßen) zustande kommt (siehe Kapitel 7.2) und der
2. *Zusatzbelastung* aufgrund der Straßenzüge im Untersuchungsgebiet.

Während sich die Jahresmittelwerte der Hintergrund- und Zusatzbelastung additiv überlagern, ist dies bei den Überschreitungshäufigkeiten von Kurzzeit-Schwellenwerten nicht der Fall.

Um die Überschreitungshäufigkeiten von Kurzzeit-Schwellenwerten (Definition siehe Kapitel 3.2) der Komponenten NO₂ und PM10 zu berechnen, wären Zeitreihen der Emissionen, der meteorologischen Bedingungen und der zeitgleich gemessenen Hintergrundbelastung erforderlich. Diese Zeitreihen liegen in der Regel nicht vor. In der Praxis werden die zu bestimmenden Überschreitungshäufigkeiten aus Korrelationsbetrachtungen vorhandener Messwerte abgeleitet.

Aus Messdaten des Umweltbundesamtes kann konservativ abgeleitet werden, dass ab Jahresmittelwerten von 55 µg/m³ von mehr als 18 **Überschreitungen der 200 µg/m³-Schwelle der Stundenmittelwerte** von NO₂ auszugehen ist (siehe: Leitfaden - Modellierung verkehrsbedingter Immissionen, Hrsg. LUBW, 2010; Kap. 3.8.3 dort). Aus diesen Messwerten kann man nachstehende konservative Beziehung zwischen den **Überschreitungshäufigkeiten f und den Jahresmittelwerten von NO₂** ableiten, die für die konservativen quantitativen Angaben der **Tabelle 7-4** herangezogen wurde:

$$f = 0,36 \cdot \exp(0,07 \cdot C(\text{NO}_2)) .$$

Zur Ermittlung der **Überschreitungshäufigkeiten der 50 µg/m³-Schwelle der Tagesmittelwerte von PM10** ist von der Bundesanstalt für Straßenwesen auf der Grundlage von Messwerten aller Bundesländer eine nicht-lineare Regressionsbeziehung veröffent-

licht worden (Bundesanstalt für Straßenwesen, 2005). Statistische Auswertungen zeigen darüber hinaus, dass auch die maximal zulässigen Überschreitungen des Tagesmittelwertes bei Jahresmittelwerten unter $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten werden. Daher wurde die nicht-lineare Regressionsbeziehung der BAST ("bestfit") ohne Sicherheitszuschlag benutzt.

6.5 Umwandlung $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$

Die Stickstoffoxide (NO_x = Summe aus NO und NO_2) werden zu über 70% in Form von NO emittiert. NO_2 entsteht erst während der Ausbreitung. Im Nahbereich von Straßen wird die $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$ -Umwandlung hauptsächlich vom Ozon-Angebot bestimmt. An sonnenscheinreichen Tagen steht Ozon, das sich unter anderem aus den Kfz-bedingten Schadstoffen NO_x und Kohlenwasserstoffen bildet, als Reaktionspartner für das NO zur Verfügung und führt zu einer erhöhten Umwandlung von NO in NO_2 . Dies hat zum einen zur Folge, dass die NO_2 -Konzentrationen an Straßen im Sommer sogar ein höheres Niveau als im Winter haben können und zum anderen, dass die Ozon-Konzentrationen in Straßennähe niedriger sind als in größerer Entfernung.

Die modellmäßige Erfassung der NO_x -Konversion für Episodenbetrachtungen ist sehr schwierig, da die Eingangsparameter, wie Hintergrundbelastung der Kohlenwasserstoffe, Ozon usw. in der Regel nicht vorliegen.

Für die Kenngröße *Jahresmittelwert* wurde deshalb durch Auswertung langjähriger Messreihen eine statistisch gesicherte Beziehung zwischen NO_x und NO_2 mit Hilfe eines empirischen Ansatzes abgeleitet (Romberg et. al., 1996; Bächlin et. al., 2008). Es zeigt sich, dass hohe NO_x -Konzentrationen meist mit kleinen NO_2/NO_x -Verhältnissen verbunden sind. Der Ansatz von Bächlin et. al. stellt die Grundlage für die hier berechneten NO_2 -Verhältnisse dar.

7 Schadstoffimmissionen

7.1 Überblick

Die Immissionsbelastung durch den Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet (hier Zusatzbelastung genannt) wurde gemäß Kapitel 6 berechnet. Kapitel 7.2 enthält eine Darstellung der allgemeinen Schadstoff-Hintergrundbelastung, die der Zusatzbelastung überlagert wird, um die Gesamtbelastung zu bestimmen.

Kapitel 7.3 behandelt die Immissionsverhältnisse für den Prognose-Null- und -Planfall, wobei als Bezugsjahr der Emissionsberechnung jeweils das Jahr 2030 angesetzt wurde.

7.2 Hintergrundbelastung

Als Hintergrundbelastung ist die Immissionsbelastung zu verstehen, die ohne die im Simulationsgebiet berücksichtigten Straßenzüge vorliegen würde. Die Immissionsbeiträge der berücksichtigten Straßen werden in den Ausbreitungsrechnungen als Zusatzbelastung erfasst.

Zur Ermittlung der urbanen Hintergrundbelastung wird auf Messdaten des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV NRW) innerhalb des Stadtgebietes von Köln zurückgegriffen (**Tabelle 7-1**). Berücksichtigt werden Messwerte der LANUV-Stationen Köln-Chorweiler (CHOR; EU-Code DENW053) sowie Köln-Rodenkirchen (RODE; EU-Code DENW059). Die für 2018 angenommenen Hintergrundbelastungen wurden als Mittelwerte über die Messwerte aus den Jahren 2014 – 2018 an diesen drei Messstationen angesetzt.

Tabelle 7-1: Berücksichtigte Messwerte des LANUV NRW (2014–2018) an den Stationen Köln-Chorweiler (CHOR; DENW053) und Köln-Rodenkirchen (RODE; DENW059); Jahresmittelwerte und maximale 1h-Werte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Überschreitungshäufigkeiten in Stunden / Jahr für NO_2 bzw. Tage / Jahr für PM_{10}

Schadstoff	Messwerte									
	2014		2015		2016		2017		2018	
	CHOR	RODE	CHOR	RODE	CHOR	RODE	CHOR	RODE	CHOR	RODE
NO_2 Jahresmittel	26	30	25	31	25	30	23	29	24	29
# 1h-Werte > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM_{10} Jahresmittel	18	20	20	20	18	18	17	19	18	19
# Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	7	8	5	4	0	2	4	6	4
$\text{PM}_{2,5}$ Jahresmittel	14	–	14	–	13	–	12	–	13	–

In **Tabelle 7-2** sind die für 2018 angenommenen urbanen Hintergrundbelastungen - basierend auf Mittelwerten der Messwerte des LANUV NRW ab 2014 -, sowie die damit für 2030 prognostizierten Hintergrundbelastungen aufgeführt. Für die Extrapolation auf das Bezugsjahr 2030 wurde auf volle $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aufgerundet sowie konservativ ein **stagnierender Trend** bis 2030 angenommen. Somit liegen die prognostizierten Hintergrund-Immissionswerte im Prognosejahr 2030 auf der sicheren Seite.

Tabelle 7-2: Angenommene Hintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet im Jahr 2018 als Mittelwerte der Messwerte an den betrachteten Messstationen in den Jahren 2014 – 2018, sowie die daraus durch Aufrundung extrapolierte Prognose für das Bezugsjahr 2030 unter der konservativen Annahme eines stagnierenden Trends.

Schadstoff	Annahme 2018	Prognose 2030
NO_2 Jahresmittel	27,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM_{10} Jahresmittel	18,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
$\text{PM}_{2,5}$ Jahresmittel	13,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

7.3 Ergebnisse der Immissionsprognose

Die **Abbildungen B bis E** im Anhang zeigen jeweils die berechneten Immissionsverhältnisse für den **Prognose-Null- und –Planfall im Bezugsjahr 2030**. Für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ sind die **Gesamtimmissionen** der Jahresmittelwerte (**Abbildungen**

B01, C01 und E01 für den Prognose-Nullfall sowie **B03, C03 und E03** für den Prognose-Planfall) und für PM10 zusätzlich der Kurzzeitwert als Überschreitungshäufigkeit der 50 µg/m³-Schwelle für Tagesmittelwerte (**Abbildungen D**) dargestellt. Außerdem sind für die Jahresmittelwerte der Luftschadstoffkomponenten NO₂, PM10 und PM2,5 die nur **durch die Abschnitte der B 265 und L 34 alleine verursachten Zusatzimmissionen** (**Abbildungen B02, C02 und E02** für den Prognose-Nullfall sowie **B04, C04 und E04** für den Prognose-Planfall) dargestellt. Es ist zu beachten, dass eine positive **Differenz der Gesamt-Immission abzüglich der Hintergrundbelastung und der Zusatz-Immission durch die B 265 und L 34** auf die Zusatzimmissionen durch die Bundesautobahn A 4 im Bereich der Planfeststellung zurückzuführen ist.

Die **Abbildungen B – E** des Angangs zeigen die Immissionssituation jeweils in Höhe des Erdgeschosses. Das Untersuchungsgebiet ist das in den Abbildungen schwarz umrandete Gebiet.

Der kleinste dargestellte Wert liegt im Bereich der jeweiligen Hintergrundbelastung, während die Werteklasse unterhalb des roten Bereichs maximal bis zum jeweilig relevanten Grenzwert reicht.

Die höchsten Luftschadstoffimmissionen innerhalb des Untersuchungsgebietes treten erwartungsgemäß in beiden Prognosefällen 2030 im Bereich der Fahrspuren der B 265 und L 34 auf.

Die höchsten Konzentrationen an Fassaden von Bestandsgebäuden mit zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen vorgesehenen Räumen im Untersuchungsgebiet (sog. beurteilungsrelevante Fassaden) treten im Jahresmittel in beiden Prognosefällen 2030 an Bestandsfassaden an der B 265 (Luxemburger Straße) nordöstlich des Knotenpunktes B 265 / L 34 auf (repräsentative Aufpunkte AP02 und AP03). Die beaufschlagten Fassaden liegen im Straßenraum der B 265 an den Richtungsfahstreifen nach Südwesten.

7.4 Detaillierte Darstellung der Immissionssituation für das Bezugsjahr 2030

Um detailliert zu prüfen, inwieweit die Grenzwerte der 39. BImSchV eingehalten werden und welche Zusatzimmissionen durch die Emissionen der B 265 und L 34 zu erwarten sind, werden die Konzentrationen an 13 repräsentativen Aufpunkten von Fassadenabschnitten betrachtet. Die Lage der Aufpunkte ist in der folgenden **Abbildung 7-1** und

zusätzlich in der **Abbildung A** im Anhang dargestellt. **Tabelle 7-3** enthält detaillierte Angaben zur Lage der Aufpunkte.

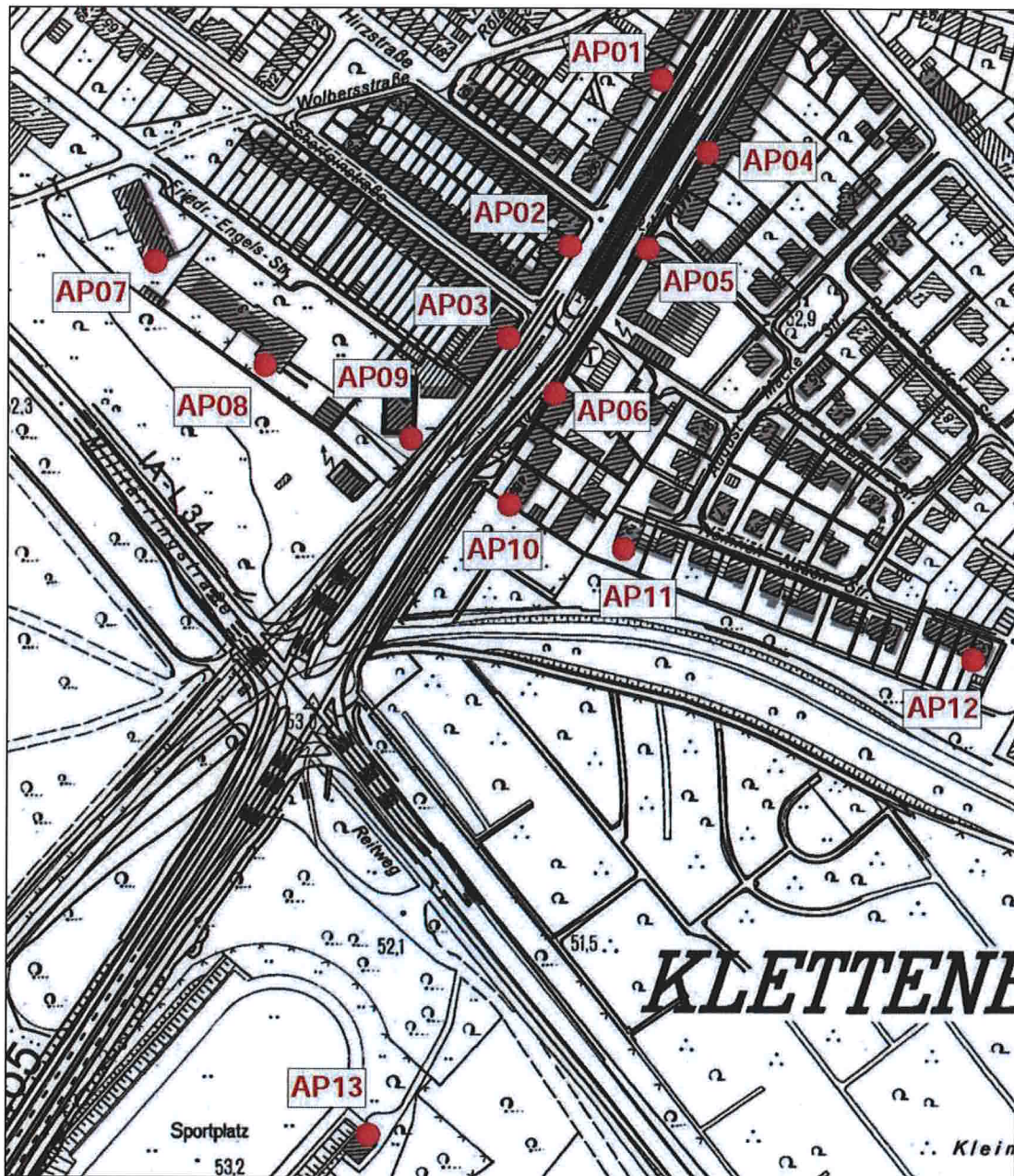


Abbildung 7-1: Lage der repräsentativen Aufpunkte AP01 – AP13 (rot; siehe auch Abbildung A im Anhang) im Untersuchungsgebiet, an denen die Immissionen für NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} ausgewertet wurden. Die Lagebeschreibung ist in Tabelle 7-3 dokumentiert.

Tabelle 7-3: Lage der betrachteten repräsentativen Aufpunkte an beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden AP01 – AP13 im Untersuchungsgebiet in Köln (siehe Abbildung 7-1).

ID	Lage in 50937 / 50939 Köln
AP01	Luxemburger Str. 380, 50937 K.-Klettenberg
AP02	Luxemburger Str. 414, 50937 K.-Klettenberg
AP03	Luxemburger Str. 420-424, 50937 K.-Klettenberg
AP04	Luxemburger Str. 439, 50939 K.-Klettenberg
AP05	Luxemburger Str. 449, 50939 K.-Klettenberg
AP06	Luxemburger Str. 465, 50939 K.-Klettenberg
AP07	Friedrich-Engels-Str. 5, 50937 K.-Sülz
AP08	Friedrich-Engels-Str. 3, 50937 K.-Sülz
AP09	Luxemburger Str. 426, 50937 K.-Klettenberg
AP10	Luxemburger Str. 469, 50939 K.-Klettenberg
AP11	Heinrich-Nauen-Str. 2, 50939 K.-Klettenberg
AP12	Franz-Marc-Str. 28-32, 50939 K.-Klettenberg
AP13	Kölner Rugby Park 1, 50939 K.-Klettenberg

In den **Tabellen 7-4 und 7-5** sind die prognostizierten Immissionswerte für den Prognose-Null- und -Planfall 2030 an den repräsentativen Fassadenaufpunkten AP01 – AP13 in Höhe des Erdgeschosses ausgewiesen. Ergänzend sind die angesetzte Hintergrundbelastung und der jeweilige Grenzwert gemäß 39. BImSchV aufgeführt. Angegeben sind die **Immissionswerte (Tabelle 7-4)** sowie deren sog. **Ausschöpfungsgrad** (= Immissionswert im Verhältnis zum jeweiligen Grenzwert in %; **Tabelle 7-5**).

Die Aufpunkte AP02 und AP03 sind repräsentativ für die immissionsseitig am höchsten beaufschlagten beurteilungsrelevanten Fassaden innerhalb des Untersuchungsgebietes. Beide Aufpunkte befinden sich an nordöstlichen Fassaden im Straßenraum der Luxemburger Straße (B 265) nördlich des Knotens L 265 / L 34. Dort wirkt sich trotz einer Straßenbreite von über 30 m ein strömungsbedingter Straßenschluchteffekt auf die

Immissionssituation aus. Ein teilweise Rückgang der Immissionen im Prognose-Planfall an diesen Fassaden ist auf die planungsbedingte Verbesserung des Verkehrsflusses im Prognose-Planfall aufgrund der Beseitigung des Bahnübergangs zurückzuführen.

Der Grenzwert des **Jahresmittelwertes von NO₂** wird an allen beurteilungsrelevanten Fassaden innerhalb des Untersuchungsgebietes im Prognose-Nullfall 2030 mit nicht mehr als 39 µg/m³ und im Prognose-Planfall mit nicht mehr als 35 µg/m³ eingehalten (Aufpunkt AP02). Das entspricht einem Ausschöpfungsgrad des Grenzwertes von nicht mehr als 96 % im Nullfall bzw. 88 % im Planfall, wobei die urbane Hintergrundbelastung den Grenzwert schon zu 70 % ausschöpft. Damit macht die Zusatz-Immission durch die berücksichtigten lokalen Straßenabschnitte im Prognose-Nullfall 2030 maximal ca. 25 % und im Prognose-Planfall ca. 17% des Grenzwertes aus (Aufpunkt AP02). Der Beitrag der BAB 4 zur lokalen Immissions-Vorbelastung beträgt im Untersuchungsgebiet maximal 3 % des Grenzwertes (Aufpunkt AP13). Die Differenzen der Gesamt-Immission im Prognose-Plan- und -Nullfall weisen aus, dass die zu erwartenden NO₂-Immissionen des Prognose-Planfalls an allen betrachteten Aufpunkten im Vergleich zum Prognose-Nullfall abnehmen (Aufpunkte AP01 – AP11) bzw. gleich bleiben (Aufpunkt AP12 und AP13). Am maximal beaufschlagten Aufpunkt AP02 beträgt die Abnahme des Ausschöpfungsgrades im Prognose-Planfall ca. 8% im Vergleich zum Prognose-Nullfall.

Die Zahl der **Überschreitungen pro Jahr des Stundenmittelwertes von 200 µg/m³ bei NO₂** kann konservativ mit bis zu 5 Stunden / Jahr im Prognose-Nullfall bzw. 4 Stunden / Jahr im Prognose-Planfall 2030 an den am stärksten beaufschlagten Fassaden des Untersuchungsgebietes abgeschätzt werden. Das entspricht einem maximalen Ausschöpfungsgrad von 28 %. Die maximal zulässigen Überschreitungen (18 Stunden / Jahr) sind daher innerhalb des Untersuchungsgebietes sicher eingehalten.

Der Grenzwert für den Jahresmittelwert der **PM₁₀-Konzentration** ist mit bis zu 69 % Ausschöpfung (Aufpunkt AP02) in beiden Prognose-Fällen 2030 für die beurteilungsrelevanten Fassaden innerhalb des Untersuchungsgebietes eingehalten, wobei die urbane Hintergrundbelastung den Grenzwert schon zu 48 % ausschöpft. Die Zusatz-Immission durch die B 265 / L 34 macht im Prognose-Nullfall maximal ca. 20 % und im Prognose-Planfall ca. 14 % des Grenzwertes aus (Aufpunkt AP02). Der Beitrag der BAB 4 zur lokalen Vorbelastung beträgt innerhalb des Untersuchungsgebiet maximal 2 % des Grenzwertes (Aufpunkt AP13). Die Differenzen der Gesamt-Immissionen im Prognose-Plan- und Nullfall weisen aus, dass die zu erwartenden PM₁₀-Immissionen des Prognose-Planfalls an allen betrachteten Aufpunkten außer an AP12 im Vergleich

zum Prognose-Nullfall abnehmen und an AP12 gleich bleiben. Am maximal beaufschlagten Aufpunkt AP02 beträgt die Abnahme des Ausschöpfungsgrades im Prognose-Planfall ca. 6 % im Vergleich zum Prognose-Nullfall.

Die Abschätzung für die **Überschreitungshäufigkeit der 50 µg/m³-Schwelle durch die Tagesmittelwerte von PM10** anhand der Jahresmittelwerte ergibt innerhalb des Untersuchungsgebietes im Prognose-Nullfall im Bereich des Aufpunktes AP02 24 Tage / Jahr, was ca.69 % des Grenzwertes entspricht; an allen anderen Aufpunkten liegt die Überschreitungshäufigkeit mit bis zu 17 Tagen / Jahr (Aufpunkt AP03) niedriger. Im Prognose-Planfall nimmt der Immissionswert am maximal beaufschlagten Aufpunkt AP02 auf 17 Tage / Jahr ab; an den übrigen Aufpunkten erreicht er höchstens 13 Tage / Jahr (Aufpunkt AP04). Die Differenzen der Gesamt-Immissionen im Prognose-Plan- und Nullfall weisen aus, dass die zu erwartenden PM10-Überschreitungshäufigkeiten des Prognose-Planfalls an allen betrachteten Aufpunkten im Vergleich zum Prognose-Nullfall abnehmen (Aufpunkte AP01 – AP03 und AP10) bzw. gleich bleiben.

Der Grenzwert für den Jahresmittelwert der **PM2,5-Konzentration** ist mit bis zu 64 % Ausschöpfung (Aufpunkt AP02) in beiden Prognose-Fällen 2030 für die beurteilungsrelevanten Fassaden innerhalb des Untersuchungsgebietes eingehalten, wobei die urbane Hintergrundbelastung den Grenzwert schon zu 56 % ausschöpft. Die Zusatz-Immission durch die B 265 / L 34 macht in beiden Prognosefällen maximal ca. 8 % des Grenzwertes aus (Aufpunkt AP02). Der Beitrag der BAB 4 zur lokalen Vorbelastung beträgt innerhalb des Untersuchungsgebiet maximal ca. 1 % des Grenzwertes (Aufpunkt AP13). Die Differenzen der Gesamt-Immissionen im Prognose-Plan- und Nullfall weisen aus, dass die zu erwartenden PM2,5-Immissionen des Prognose-Planfalls an allen betrachteten Aufpunkten im Vergleich zum Prognose-Nullfall geringfügig abnehmen (Aufpunkte AP01 – AP03) bzw. gleich bleiben.

Tabelle 7-4: Immissionswerte an den Aufpunkten AP01 – AP13, die jeweils angesetzten Hintergrundbelastungen sowie die Beurteilungswerte (Grenzwerte) für das Bezugsjahr 2030 gemäß 39. BImSchV. Aufgeführt sind jeweils die Gesamt-Immission ("Gesamt") sowie die Zusatz-Immissionen durch die L 34 und B 265 ("Zusatz L+B"); außerdem ist die Differenz der Gesamt-Immission zwischen Plan- und Nullfall ausgewiesen. Eine Abnahme der Gesamt-Immission im Planfall bezogen auf den Nullfall ist grün markiert. Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Überschreitungshäufigkeiten für NO_2 sind in Stunden/Jahr und für PM_{10} in Tage/Jahr angegeben. [Anmerkung: Die Immissionsbeiträge der Bundesautobahn 4, die explizit als Vorbelastung berücksichtigt wurde, ergeben sich punktuell als Differenz der Gesamt-Immission abzüglich der Hintergrundbelastung und der Zusatz-Immissionen durch die L 34 und B 265.]

Aufpunkt Nr.:		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	Hintergrund	Grenzwert	
NO ₂ Jahresmittelwert [µg/m ³]																	
Nullfall 2030	Gesamt	34,6	38,5	35,6	32,9	31,2	31,3	29,3	29,5	30,1	30,0	29,3	28,9	29,2	28	40	
	Zusatz L+B	5,9	9,8	6,9	4,2	2,5	2,5	0,6	0,7	1,3	1,2	0,5	0,2	0,3			
Planfall 2030	Gesamt	32,8	35,3	33,4	32,5	30,8	30,9	29,1	29,3	29,8	29,7	29,1	28,9	29,2	28		
	Zusatz L+B	4,1	6,6	4,7	3,8	2,1	2,2	0,4	0,5	1,1	0,9	0,3	0,1	0,2			
Differenz Plan - Null		-1,8	-3,2	-2,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	0,0			
NO ₂ Überschreitungshäufigkeit [h / a]																	
Nullfall 2030	Gesamt	4	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-	18	
Planfall 2030	Gesamt	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-		
Differenz Plan - Null		0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
PM10 Jahresmittelwert [µg/m ³]																	
Nullfall 2030	Gesamt	24,0	27,4	24,9	23,0	21,4	21,4	19,8	19,9	20,4	20,3	19,8	19,5	19,7	19	40	
	Zusatz L+B	4,7	8,1	5,6	3,6	2,1	2,1	0,5	0,6	1,0	1,0	0,4	0,2	0,2			
Planfall 2030	Gesamt	22,7	25,0	23,3	22,6	21,2	21,2	19,7	19,8	20,3	20,1	19,7	19,5	19,6	19		
	Zusatz L+B	3,4	5,7	3,9	3,3	1,8	1,9	0,3	0,4	0,9	0,8	0,3	0,1	0,2			
Differenz Plan - Null		-1,3	-2,4	-1,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,1			
PM10 Überschreitungshäufigkeit [d / a]																	
Nullfall 2030	Gesamt	15	24	17	12	9	9	7	7	8	8	7	7	7	-	35	
Planfall 2030	Gesamt	12	17	13	12	9	9	7	7	8	7	7	7	7	-		
Differenz Plan - Null		-3	-7	-4	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0			
PM2,5 Jahresmittelwert [µg/m ³]																	
Nullfall 2030	Gesamt	15,2	15,9	15,4	15,2	14,7	14,7	14,3	14,3	14,4	14,4	14,3	14,2	14,3	14	25	
	Zusatz L+B	1,1	1,8	1,2	1,1	0,6	0,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1			
Planfall 2030	Gesamt	15,1	15,8	15,3	15,2	14,7	14,8	14,3	14,3	14,4	14,4	14,3	14,2	14,3	14		
	Zusatz L+B	1,0	1,6	1,1	1,1	0,6	0,6	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1			
Differenz Plan - Null		-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

Tabelle 7-5: Ausschöpfungsgrad als Verhältnis des jeweiligen Immissionswertes zum Grenzwert (in % des Grenzwertes) für das Bezugsjahr 2030. Aufgeführt sind jeweils die Gesamt-Immission ("Gesamt") sowie die Zusatz-Immissionen durch die L 34 und B 265 ("Zusatz L+B"). Gelb unterlegte Werte lägen im Bereich bis zu 10% unterhalb des jeweiligen Grenzwertes, für orange unterlegte Werte wäre der jeweilige Grenzwert überschritten.

Aufpunkt Nr.:		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	Hintergrund
NO ₂ Jahresmittelwert															
Nullfall 2030	Gesamt	87%	96%	89%	82%	78%	78%	73%	74%	75%	75%	73%	72%	73%	70%
	Zusatz L+B	15%	25%	17%	11%	6%	6%	2%	2%	3%	3%	1%	1%	1%	
Planfall 2030	Gesamt	82%	88%	84%	81%	77%	77%	73%	73%	75%	74%	73%	72%	73%	70%
	Zusatz L+B	10%	17%	12%	10%	5%	6%	1%	1%	3%	2%	1%	0%	1%	
NO ₂ Überschreitungshäufigkeit															
Nullfall 2030	Gesamt	22%	28%	22%	22%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	-
Planfall 2030	Gesamt	22%	22%	22%	22%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%	-
PM10 Jahresmittelwert															
Nullfall 2030	Gesamt	60%	69%	62%	58%	54%	54%	50%	50%	51%	51%	50%	49%	49%	48%
	Zusatz L+B	12%	20%	14%	9%	5%	5%	1%	2%	3%	3%	1%	1%	1%	
Planfall 2030	Gesamt	57%	63%	58%	57%	53%	53%	49%	50%	51%	50%	49%	49%	49%	48%
	Zusatz L+B	9%	14%	10%	8%	5%	5%	1%	1%	2%	2%	1%	0%	1%	
PM10 Überschreitungshäufigkeit															
Nullfall 2025	Gesamt	43%	69%	49%	34%	26%	26%	20%	20%	23%	23%	20%	20%	20%	-
Planfall 2025	Gesamt	34%	49%	37%	34%	26%	26%	20%	20%	23%	20%	20%	20%	20%	-
PM2,5 Jahresmittelwert															
Nullfall 2030	Gesamt	61%	64%	62%	61%	59%	59%	57%	57%	58%	58%	57%	57%	57%	56%
	Zusatz L+B	4%	7%	5%	4%	2%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	
Planfall 2030	Gesamt	60%	63%	61%	61%	59%	59%	57%	57%	58%	58%	57%	57%	57%	56%
	Zusatz L+B	4%	6%	4%	4%	2%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	

8 Zusammenfassung

Der Landesbetrieb Straßenbau NRW plant als Auftragsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland den Umbau des Knotenpunktes Luxemburger Straße (B 265) / Militärringstraße mit Beseitigung des Bahnübergangs der Stadtbahn in Köln-Klettenberg.

Im Rahmen der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens wurden wir durch den Landesbetrieb Straßenbau NRW, Regionalniederlassung Vile-Eifel, beauftragt, eine Aktualisierung der Luftschadstoffprognose aus dem Jahr 2018 zu den Kfz-bedingten Luftschadstoffimmissionen gemäß 39. BImSchV für den Planbereich sowie den Bereich der angrenzenden Wohnbebauung aufgrund aktualisierter gesetzlicher Rahmenbedingungen und anhand der inzwischen erfolgten Fortschreibung des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.1; Umweltbundesamt, 2019) zu den Eingangsdaten zu Emissionen sowie zur Hintergrundbelastung und aktuellen Messwerten aus den Jahren 2014 – 2018 vorzunehmen. Zusätzlich wurde die Überarbeitung aufgrund geringfügiger geometrischer Veränderungen am Knoten, des Wegfalls der freien Rechtsabbieger sowie der Erweiterung des Prognosehorizontes erforderlich.

Bezugsjahr der Emissionsberechnung für die beiden untersuchten Prognosefälle (Prognose-Null- und Planfall) ist das Jahr 2030. Die für das Bezugsjahr 2030 prognostizierten Emissionsfaktoren wurden gemäß „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ in der Version 4.1 (HBEFA 4.1; Umweltbundesamt, 2019) angesetzt.

Die Immissionsverhältnisse wurden mit Hilfe eines 3-dimensionalen Strömungs- und Ausbreitungsmodells für die relevanten Luftschadstoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} gemäß 39. BImSchV für das Bezugsjahr 2030 unter Berücksichtigung der standortrepräsentativen meteorologischen Verhältnisse unter Berücksichtigung der großräumigen Topografie, der Hintergrundbelastungen im Untersuchungsgebiet, der vorhandenen Bestandsbebauung, des derzeitigen bzw. geplanten Trassenverlaufs der L 34 und B 265 mit Beseitigung des Bahnübergangs der Stadtbahn sowie der lokalen Vorbelastung durch die relevanten Straßenabschnitte der südlich des Knotenpunktes verlaufenden Bundesautobahn 4 und deren Emissionen durch die Kraftfahrzeuge ermittelt.

Die höchsten Luftschadstoffimmissionen innerhalb des Untersuchungsgebietes treten erwartungsgemäß in beiden Prognosefällen 2030 im Bereich der Fahrspuren der Bundesstraße B 265 (Luxemburger Straße) sowie der Landesstraße L 34 (Militärring) auf.

An allen beurteilungsrelevanten Fassaden im Untersuchungsgebiet werden die Grenzwerte der 39. BImSchV der relevanten Luftschadstoffkomponenten NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} sowohl im Prognose-Null- als auch im Prognose-Planfall 2030 eingehalten. Die Ausschöpfungsgrade (Verhältnis der Immissionen zum jeweiligen Grenzwert in %) der **Gesamtimmissionen** betragen im Untersuchungsgebiet für die Jahresmittelwerte von NO₂, PM₁₀ bzw. PM_{2,5} im Prognose-Nullfall 2030 nicht mehr als 96 %, 69 % bzw. 64 % und im Prognose-Planfall 2030 nicht mehr als 88 %, 63 % bzw. 63 % ; für die Überschreitungshäufigkeiten von NO₂ bzw. PM₁₀ (Kurzzeitwerte) ergeben sich in beiden Prognosefällen 2030 höchstens 28 % bzw. 69 % des jeweiligen Grenzwertes. Die Ausschöpfungsgrade der zu erwartenden **Zusatz-Immissionen durch die Fahrspuren der L 34 und B 265** betragen in beiden Prognose-Fällen für alle beurteilungsrelevanten Fassaden im Untersuchungsgebiet nicht mehr als 25 %, 20% bzw. 7 % des jeweiligen Grenzwertes der Jahresmittelwerte von NO₂, PM₁₀ bzw. PM_{2,5}.

Die berechneten Differenzen der Gesamtimmissionen im Prognose-Plan- und Nullfall an den repräsentativen Aufpunkten innerhalb des Untersuchungsgebietes weisen aus, dass die zu erwartenden Immissionen von NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} des Prognose-Planfalls an allen betrachteten Aufpunkten nicht höher als im Prognose-Nullfall liegen werden bzw. im günstigen Fall punktuell sogar um bis zu ca. 8 %, 6 % bzw. 1 % darunter liegen (Aufpunkt AP02). Die prognostizierten Abnahmen im Prognose-Planfall 2030 gegenüber dem Prognose-Nullfall 2030 sind bei gleichen Verkehrszahlen auf den in der Emissionsberechnung auf Grundlage der Verkehrsuntersuchung konservativ berücksichtigten verbesserten Verkehrsfluss im Bereich des Knotenpunktes B265 / L 34 im Planfall zurückzuführen. Insbesondere Schrankenphasen entfallen im Prognose-Planfall, da die Planung eine Unterführung des Knotenpunktes für Stadtbahnen der Kölner Verkehrsbetriebe AG (KVB) vorsieht.

Aus der Gesamt-Immission abzüglich der Zusatz-Immissionen durch die B 265 / L 34 und der jeweiligen Hintergrundbelastung ergibt sich die Zusatzbelastung (als Beitrag zur lokalen Vorbelastung) durch die Immissionen der südwestlich verlaufenden Trasse der Bundesautobahn A 4, die explizit bei der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt wurde. An den beurteilungsrelevanten Immissionspunkten im Untersuchungsgebiet ergeben sich für die Luftschadstoffkomponenten NO₂, PM₁₀ bzw. PM_{2,5} im Jahresmittel in beiden Prognosefällen nicht mehr als 1,0 µg/m³, 0,5 µg/m³ bzw. 0,2 µg/m³; d.h. die zu erwartende Zusatzbelastung durch die BAB 4 als Zuschlag zur urbanen Hintergrundbelastung liegt im Untersuchungsgebiet für die betrachteten Luftschadstoffkomponenten im Jahresmittel jeweils bei weniger als 3 % des jeweiligen Grenzwertes.

Das Verhältnis der Zusatz-Immission der B 265 / L 34 zur lokalen urbanen Hintergrundbelastung beträgt im Jahresmittel für NO₂, PM₁₀ bzw. PM_{2,5} maximal ca. 35 %, 43 % bzw. 13 % im Prognose-Nullfall und 24 %, 30 % bzw. 12 % im Prognose-Planfall am maximal beaufschlagten, beurteilungsrelevanten Aufpunkt AP02 im Untersuchungsgebiet.

Die Bedeutung der in der 39. BImSchV aufgeführten Luftschadstoffkomponenten Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Blei (Pb in der PM₁₀-Fraktion) und Benzol (C₆H₆) zur Beurteilung der lokalen Luftschadstoffsituation hat in den letzten Jahren aufgrund der Umsetzung weitreichender immissionsmindernder Maßnahmen, insbesondere aufgrund der Schadstoffreduktionen bei Kraftstoffen (Entschwefelung; bleifreies Benzin), stark abgenommen. Die Grenzwerte der 39. BImSchV für SO₂ zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden bundesweit flächendeckend eingehalten. Der Grenzwert der 39. BImSchV für den Jahresmittelwert von Blei in der PM₁₀-Fraktion wird, wie die Messreihen der Landesumweltämter der letzten Jahre belegen, mittlerweile flächendeckend deutlich unterschritten und nur noch selten und punktuell, z.B. im Umfeld Blei verarbeitender Industriebetriebe, zu einer relevanten Schadstoffkomponente. Für die Stickoxide (NO_x) als Summe von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) ist der Grenzwert der 39. BImSchV zum Schutz von Ökosystemen nur für Standorte relevant, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder mehr als 5 km von bebauten Gebieten und Bundesfernstraßen entfernt sind. Dieses Kriterium gilt im Übrigen für alle Grenzwerte zum Schutz von Ökosystemen der 39. BImSchV. Durch die Einführung des geregelten Katalysators bei Benzinfahrzeugen und die fortlaufende Modernisierung der Fahrzeugflotte ist der Grenzwert der 39. BImSchV für Kohlenmonoxid (CO) in den Städten mittlerweile flächendeckend deutlich unterschritten. Dies gilt ebenso für Benzol, das hauptsächlich durch Abgase von Benzinmotoren - insbesondere bei Kaltstartvorgängen - freigesetzt wird und dessen Grenzwert europaweit ab dem Jahr 2000 auf maximal ein Volumenprozent des Motorenbenzins begrenzt wurde. Daher ist davon auszugehen, dass mindestens in solchen Gebieten, deren Luftschadstoffsituation überwiegend durch Kfz-bedingte Verkehrsemissionen und -immissionen bestimmt wird, die oben genannten Luftschadstoffkomponenten der 39. BImSchV auch zukünftig unproblematisch bleiben.

iMA cologne GmbH

Köln, den 20.03.2020

(Dr. W. Pook)

(Dr. P. Scherer)

Literatur

- **Rechtliche Grundlagen, Normen, Richtlinien, Verordnungen, Erlasse**

39. BImSchV: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes: Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist

Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist

EU-Richtlinie 2008/50/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 152/1 vom 11.06.2008, zuletzt geändert durch EU 2015/1480:2015-08-28 Richtlinie (EU) 2015/1480 der Kommission vom 28. August 2015 zur Änderung bestimmter Anhänge der Richtlinien 2004/107/EG und 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend Referenzmethoden, Datenvalidierung und Standorte für Probenahmestellen zur Bestimmung der Luftqualität

Umweltbundesamt, INFRAS: HBEFA 4.1, Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs - HBEFA Version 4.1.; Umweltbundesamt, Schweizer Umwelt- und Verkehrsforschungsinstitut INFRAS, September 2019

Verordnung (EU) 2016/1628 des europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG

VDI 3782 Blatt 7, 2003-11: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen

VDI 3783 Blatt 10, 2010-03: Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle – Gebäude- und Hindernisumströmung

- **Allgemeine Grundlagen**

ABC: Mikroskaliges Ausbreitungsmodell (Strömungsmodul Vers. 3.80; Turbulenzmodul Vers. 2.85; Ausbreitungsmodul Vers. 2.05), iMA Richter & Röckle Immissionen Meteorologie Akustik, Freiburg, 2014

Bächlin W., R. Bösinger, 2008: Untersuchungen zu Stickstoffdioxid-Konzentrationen, Los 1 Überprüfung der Rombergformel. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe. Projekt 60976-04-01, Stand: Dezember 2008. Gutachten im Auftrag von: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen.

Bundesanstalt für Straßenwesen BAST, 2005: PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Verkehrstechnik Heft V 125. Juni 2005

EMEP/EEA, 2016: Air pollutant emission inventory guidebook – 2016. European Environment Agency, Technical report No 21/2016. [www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016]

Groß, G., Röckle, R., Janssen, U., 1994: ASMUS – Ein numerisches Modell zur Berechnung der Strömung und der Schadstoffverteilung im Bereich einzelner Gebäude. – I: Das Strömungsfeld. Meteorologische Zeitschrift 3. S. 267-274

HBS – Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, 2015: FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrstechnik e. V., Ausgabe 2015

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2006: Feinstaub 2006, Entwicklung an den Spotmessstellen, Mai 2007

LUBW - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.2, Leitfaden, Stand: 04.2015

Richter, C.-J., Röckle, R., 1995: Methode zur Ermittlung von Kfz-bedingten Schadstoffkonzentrationen in bebauten Gebieten. UVP-Report 5, S. 233-235

Röckle, R., Richter, C.-J., 1995: Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen – Modellrechnungen. Projekt Europäisches Forschungszentrum, FZKA-PEF 136, Oktober 1995

Röckle, R.; Richter, C.-J., 1995: Berechnung Kfz-bedingter Immissionen im innerstädtischen Bereich. Umwelt Kommunal, Nr. 244, 24.10.1995, Umwelt Archiv I – IV

Röckle, R., Richter, C.-J., 1995: Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahbereich typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF 136, Oktober 1995

Röckle, R.; Richter, C.-J., 1996: Ausbreitung aus niedrigen Quellen - Einsatz dreidimensionaler Strömungs- und Diffusionsmodelle. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 6, 203 – 208

Röckle, R., Richter, C.-J., Salomon, Th., Dröscher, F., Kost, J., 1998: Ausbreitung von Emissionen in komplexer Bebauung – Vergleich zwischen numerischen Modellen und Windkanalmessungen. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF, September 1998, Förderkennzeichen: PEF 295002

Romberg, E., Bösing, R.; Lohmeyer, A.; Ruhnke, R.; Röth, E.-P.: NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 6/1996, 215 – 218

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, Tr. 1996: Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen der Luftreinhaltung, Forschungsbericht FZKA-PEF 138, Oktober 1996

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., 1999: Immissionsprognosen mit mikroskaligen Modellen. Vergleich von berechneten und gemessenen Größen. Forschungsbericht FZKA-BWPLUS, Januar 1999

Schmidt, W., Düring, I., Lohmeyer, A., 2011: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs; 2011

- **Projektbezogene Grundlagen**

Bezirksregierung Köln: Luftreinhalteplan für das Stadtgebiet Köln, Erste Fortschreibung 2012; Stand: 4/2012

Bezirksregierung Köln: Luftreinhalteplan für das Stadtgebiet Köln, Zweite Fortschreibung 2019; Stand: 4/2019

Deutscher Wetterdienst (DWD), Abteilung Klima- und Umweltberatung RKB Essen, 2009: Qualifizierte Prüfung der Übertragbarkeit einer Zeitreihe von Ausbreitungsklassen (AK-Term) nach der TA Luft 2002 und Bestimmung eines repräsentativen Jahres sowie der Übertragbarkeit einer mehrjährigen Häufigkeitsverteilung von Ausbreitungssituationen (Ausbreitungsklassenstatistik AKS) nach der TA Luft 2002 auf einen Streckenabschnitt der B 265n in 50354 Hürth-Hermülheim; Essen, März 2009

iMA cologne GmbH, 2009: Luftschadstoffprognose zu den Kfz-bedingten Immissionen zum Planfeststellungsverfahren für den Neubau der B 265n "Ortsumgehung Hürth-Hermülheim" in Hürth, März 2009

Landesbetrieb Straßenbau NRW, 2019: Übersichtslageplan zur Planfeststellung S 18 / B 265 / L 34 mit Bahnübergangsbeseitigung, Stand: März 2019 Vorabzug

PTV GROUP, 2019: Daten Militärring / Luxemburger Straße für Lärm- und Schadstoffberechnung, Mitteilung an Landesbetrieb Straßenbau NRW vom 01.02.2019

Stadt Köln, 2018: 3. Nahverkehrsplan Köln, Dokument 13-US/66/300/02.2018

Anhang