

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D - 76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

Telefax: +49 (0) 721 / 6 25 10 30

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Büroleiter: Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

**bekanntgegebene Stelle nach § 29b BImSchG
für den Aufgabenbereich O - Gerüche**

**LUFTREINHALTEPLAN WALZBACHTAL,
AUSWIRKUNGEN WEITERER MASSNAHMEN
AUF DIE LUFTMESSSTATION
SPOTMESSSTELLE „WALZBACHTAL
BAHNHOFSTRASSE“**

Auftraggeber: Regierungspräsidium Karlsruhe
Referat 54.1
Schlossplatz 1-3
76131 Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

Februar 2017, Endfassung März 2017
Projekt 63301-16-01
Berichtsumfang 36 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN | 1 |
| 1 ZUSAMMENFASSUNG | 3 |
| 2 AUFGABENSTELLUNG | 5 |
| 3 VORGEHENSWEISE | 6 |
| 3.1 Berechnungsverfahren..... | 6 |
| 3.2 Zusammenfassung der Beurteilungswerte..... | 6 |
| 4 EINGANGSDATEN | 8 |
| 4.1 Lagedaten..... | 8 |
| 4.2 Verkehrsdaten | 8 |
| 4.3 Fahrzeugflotte..... | 9 |
| 4.4 Emissionen | 13 |
| 4.4.1 Betrachtete Schadstoffe | 13 |
| 4.4.2 Methode zur Bestimmung der motorbedingten Emissionsfaktoren..... | 13 |
| 4.4.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes | 15 |
| 4.5 Meteorologische Daten | 17 |
| 4.6 Luftmessdaten im Betrachtungsgebiet..... | 18 |
| 5 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN | 22 |
| 5.1 Auswirkungen auf die Emissionen | 22 |
| 5.2 Auswirkungen auf die Immissionen..... | 24 |
| 6 LITERATUR | 29 |
| A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION | 32 |

Hinweise:

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

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.

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.

Emissionsgrenzwerte für Partikel und NO_x mit Geltungsjahr

| | | Euro 1 | Euro 2 | Euro 3 | Euro 4 | Euro 5 | Euro 6 |
|------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| PKW | Jahr | 1993 | 1996/97 | 2000 | 2005 | 2009 | 2014 |
| | Partikel [g/km] | 0.14 | 0.08 | 0.05 | 0.025 | 0,005 | 0,005 |
| | Jahr | 1992 | 1996 | 2000 | 2005 | 2009 | 2014 |
| | NO _x Diesel [g/km] | - | - | 0.50 | 0.25 | 0,18 | 0,08 |
| | NO _x Benzin [g/km] | - | - | 0.15 | 0.08 | 0,06 | 0,06 |
| LKW | Jahr | 1992/93 | 1995/96 | 2000/01 | 2005 | 2008 | 2012 |
| | Partikel [g/kWh] | 0.4 | 0.15 | 0.10 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| | Jahr | 1992 | 1998 | 2000 | 2005 | 2008 | 2012 |
| | NO _x [g/kWh] | 9.0 | 7.0 | 5.0 | 3.5 | 2.0 | 0.4 |

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für die erforderliche Fortschreibung des Luftreinhalteplans Walzbachtal waren u.a. immissionsseitige Wirkungsberechnungen bezüglich der NO₂-Jahresmittelwerte für den Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 durchzuführen.

Folgende Fälle bzw. Maßnahmen waren zu betrachten:

- Referenzzustand 2015
- Trendprognose 2017
- Trendprognose 2018
- Trendprognose 2019
- Trendprognose 2020
- Einführung einer „blauen Plakette“ 2019 und 2020

Weiterhin war abzuschätzen, um wieviel Prozent der motorisierte Kfz-Verkehr für eine Einhaltung des Jahresmittelwertes für NO₂ von 40 µg/m³ ab dem Jahr 2018 zu reduzieren wäre.

Für die Erarbeitung des Luftreinhalteplans für Walzbachtal wurden durch den Auftraggeber und die Gemeindeverwaltung Walzbachtal Verkehrsbelegungsdaten zur Verfügung gestellt.

Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Straßennetzes von Walzbachtal wurden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank für Auspuffemissionen des UBA, HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2 Stand 2014, mit aktuellen Anpassungen und auf der Grundlage der für den Bereich um Walzbachtal und Umgebung ermittelten Fahrzeugflotte mit dem Straßennetzmodell PROKAS die Emissionen und darauf basierend die Immissionen unter Berücksichtigung typisierter Randbebauung (Screeningmodell) berechnet und die Änderungen für die Betrachtungsfälle gegenüber dem Referenzfall aufgezeigt. Betrachtet wurde der Schadstoff NO₂.

Für den Straßenabschnitt am Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 wurden die oben genannten Fälle rechnerisch hinsichtlich der Emissionen und Immissionen betrachtet. In **Abb. 1.1** sind die berechneten NO₂-Immissionen für alle betrachteten Szenarien dargestellt. Damit wird entsprechend den Berechnungen bei vergleichbarer Verkehrsstärke am Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ eine Über-

schreitung der Schwelle der NO_2 -Konzentration von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab dem Jahr 2020 vermieden. Weiter ermöglicht die weitgehende Maßnahme „blaue Plakette“ eine NO_2 -Konzentration unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; eine entsprechende Minderung wäre ab dem Jahr der Einführung solch einer Plakettenregelung erreichbar.

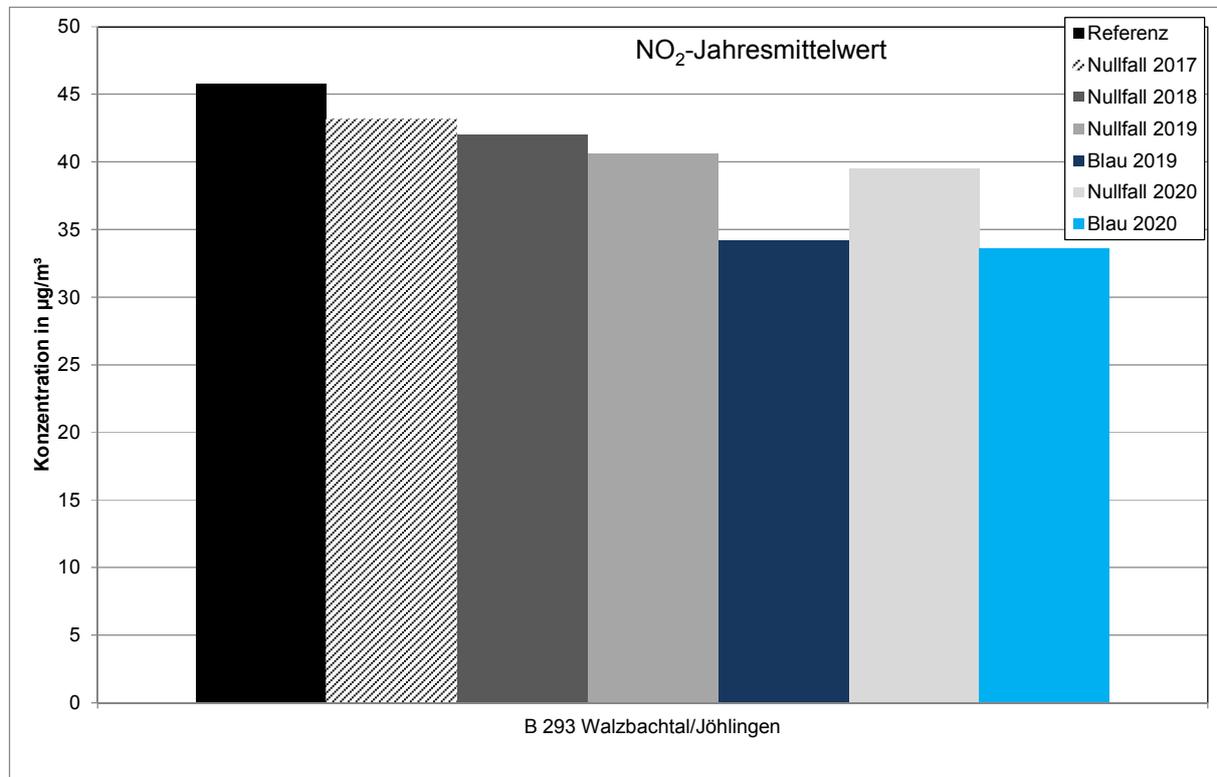


Abb. 1.1: NO_2 -Immissionen am Standort B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen für die Szenarien

Sofern der Verkehr nur auf der B 293 zwischen der Kreuzung mit der Jöhlinger Straße (nördlich) und der Straße Im Gageneck (südwestlich) verringert werden könnte, wäre eine entsprechende Reduzierung der Verkehrsstärke um 10% im Jahr 2018 erforderlich, um den NO_2 -Immissionswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Spotmessstelle nicht zu überschreiten. Unter der Annahme, dass der SV-Verkehr nicht wesentlich beeinflusst werden sollte, wäre 2018 eine Reduktion des Leichtverkehrs (PKW und Lieferwagen) in dem kurzen Abschnitt der B 293 an der Messstelle um ca. 15% erforderlich.

Im Jahr 2019 wäre eine verkehrliche Reduktion um ca. 2% bzw. eine Reduktion des Leichtverkehrs (PKW und Lieferwagen) um ca. 4% erforderlich.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für die erforderliche Fortschreibung des Luftreinhalteplans Walzbachtal sind u.a. immissionsseitige Wirkungsberechnungen bezüglich der NO₂-Jahresmittelwerte durchzuführen. Die immissionsseitige Wirkung der Maßnahmen ist für den Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 aufzuzeigen. Basierend auf den Immissionsberechnungen für den Referenzfall erfolgen Immissionsmodellierungen für die zu betrachtenden Prognosehorizonte und Maßnahmen sowie vergleichende Darstellungen. Es sollten Maßnahmen betrachtet werden, die einen Weg zur dauerhaften Grenzwerteinhaltung ermöglichen.

Da in Walzbachtal die PM10-Grenzwerte sicher eingehalten werden, wird keine Untersuchung zu Feinstaub benötigt.

Folgende Fälle bzw. Maßnahmen sind zu betrachten:

- Referenzzustand 2015
- Trendprognose 2017
- Trendprognose 2018
- Trendprognose 2019
- Trendprognose 2020
- Einführung einer „blauen Plakette“ 2019 und 2020

Weiterhin ist abzuschätzen, um wieviel Prozent der motorisierte Kfz-Verkehr für eine Einhaltung des Jahresmittelwertes für NO₂ von 40 µg/m³ ab dem Jahr 2018 zu reduzieren wäre.

Der Ansatz für die „blaue Plakette“ wird vorgegeben mit der **Tab. 2.1**.

| | | |
|--|--|---------|
| Benzin-Pkw | ab Euro 3 | |
| CNG/LPG-Fahrzeuge (auch LKW und Busse) | ab Euro 3 | |
| E-Fahrzeuge ohne Verbrennungsmotor (BEV, FCEV) | alle Fahrzeuge | |
| Diesel-Pkw und leichte Diesel-Nutzfahrzeuge | Fahrzeuge mit nachgerüsteter DeNO _x -Technik, wenn sie die NO _x -Werte von Euro 6 einhalten | Euro 6 |
| Lkw und Busse > 2,61 t (Diesel) | Fahrzeuge mit nachgerüsteter DeNO _x -Technik, wenn sie die NO _x -Werte von Euro VI einhalten | Euro VI |

Tab. 2.1: Kfz, für die eine „blaue Plakette“ vergeben werden kann

Weiterhin ist abzuschätzen, um wieviel Prozent der motorisierte Kfz-Verkehr für eine Einhaltung des Jahresmittelwertes für NO₂ von 40 µg/m³ ab dem Jahr 2018 zu reduzieren wäre.

3 VORGEHENSWEISE

3.1 Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren PROKAS ermöglicht die Berücksichtigung des detaillierten Straßennetzes und der typisierten Randbebauung in Form eines Screeningmodells und einer für das Untersuchungsgebiet repräsentativen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik.

Auf der Grundlage der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden unter Berücksichtigung der Informationen des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) bestimmt. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik. Sie basiert auf der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (VDI, 2003).

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisiert berücksichtigten Randbebauung werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A1) 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) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes 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.

3.2 Zusammenfassung der Beurteilungswerte

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten Beurteilungswerte für NO₂, ergänzt um die Nennung der Feinstaubbeurteilungswerte (PM₁₀, PM_{2.5}), zusammenfassend

dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

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

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

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

In dieser Ausarbeitung beschränkt sich die Betrachtung auf die NO₂-Jahresmittelwerte, da die anderen genannten Beurteilungswerte im Betrachtungsgebiet entsprechend den vorliegenden Messdaten weder erreicht noch überschritten werden (siehe Kap. 4.6).

4 EINGANGSDATEN

Für die Erarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden vom Auftraggeber, der Gemeindeverwaltung Walzbachtal und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) Lagedaten und Verkehrsdaten digital übergeben. Diese werden für die Ausbreitungsrechnungen in das Straßennetzmodell mit typisierter Randbebauung integriert.

Weiterhin werden verfügbare Fachinformationen für Klima und Lufthygiene ausgewertet.

4.1 Lagedaten

Das Siedlungsgebiet von Walzbachtal ist auf mehrere, nicht direkt zusammenhängende Ortsteile verteilt, wobei der Ortsteil Jöhlingen mit der B 293 durchfahren wird. Das Gemeindegebiet von Walzbachtal liegt im Kraichgau östlich von Karlsruhe. Die B 293 verbindet die Stadt Bretten im Osten mit der B 10 in Berghausen bzw. weiter westlich mit dem Stadtgebiet von Karlsruhe und quer dabei Jöhlingen. Die aktuell betriebene Messstation Walzbachtal zur Erfassung der Luftschadstoffbelastungen liegt in Jöhlingen an der Randbebauung der B 293, die nach Süden ansteigt und die in Dammlage geführte Bahnlinie quert. Die Lage des Betrachtungsgebietes mit dem Straßennetz ist in **Abb. 4.1** aufgezeigt. Dort ist die Lage der derzeit aktiven Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ gekennzeichnet.

Direkt an dem Abschnitt der B 293 an der Spotmessstelle gilt ein Tempolimit von 30 km/h; diese Regelung beginnt etwa an der Bahnunterführung und erstreckt sich Richtung Bretten auf eine Länge von wenigen hundert Metern. Daran schließen innerorts Abschnitte mit einem üblichen innerörtlichen Tempolimit von 50 km/h an und daran dann außerörtliche Temporegelungen. In dem relativ kurzen Streckenabschnitt der B 293 mit Tempolimit 30 km/h befindet sich eine scharfe Kurve in Kombination mit einer vorfahrtsberechtigten Kreuzung, womit ein flüssiger und ungestörter Verkehrsfluss dort nicht gegeben ist; die örtliche Verkehrssituation wird dementsprechend in Anlehnung an die im HBEFA aufgeführte Nomenklatur für Tempo 30 Regelungen für Nebenstraßen aufgefasst.

4.2 Verkehrsdaten

Für einige Straßen von Walzbachtal liegen Daten aus Verkehrszählungen vor. Das sind ganztägige automatische Zählungen vom Herbst 2013. In Jöhlingen wurden die Zählungen an der Jöhlingerstraße 1, d.h. der B 293 Richtung Bretten sowie an zwei Standorten der Jöhlingerstraße an der Ortsdurchfahrt und am Ortsausgang Richtung Weingarten durchgeführt. Weitere Standorte lagen an nach Nordosten führenden Straßen (Grombacher Straße

und Gondelsheimer Straße) und an der Dammstraße im Ortszentrum. Die Verkehrsdaten wurden als Stundenwerte für die Zähltag digital durch die Gemeindeverwaltung Walzbachtal übergeben, wobei die Auswertungen und Zusammenstellung von der Cichon Automatisierungstechnik GmbH durchgeführt wurden.

Im Ortsbereich von Jöhlingen liegen für die B 293 Richtung Süden keine Zählwerte für 2013 vor.

Weiter liegen für Walzbachtal Daten der Verkehrsanalyse 2006 vor in Form einer „Verkehrsuntersuchung B 10/B 293, Umgehung Berghausen-Jöhlingen, Fortschreibung“ vom Ingenieurbüro für Verkehrswesen Koehler, Leutwein und Partner GBR vor. Das beinhaltet werktägige Verkehrsbelegungen für alle Abschnitte der Ortsdurchfahrt Jöhlingen.

Der Vergleich der Zählzeiten von 2013 und 2006 zeigt, dass 2006 entlang der B 293 höhere Verkehrsbelegungen erfasst wurden. Das trifft auch auf den Vergleich der Außerortszählstelle an der B 293 zwischen Jöhlingen und Berghausen der Jahre 2010 und 2014 (Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg) zu.

Für 2013 wurde an der Jöhlingerstraße/B 293 Richtung Bretten ein werktäglicher Verkehr von 16 390 Kfz/24h bei einem SV-Anteil von 7.6%, für die Jöhlingerstraße im Ortsbereich Richtung Weingarten 9 700 Kfz/24h bei einem SV-Anteil von 1.4% erfasst. Aus den Verhältnissen der Verkehrsbelegung der B 293 Richtung Bretten und der B 293 Richtung Berghausen der Zählung 2006, den Daten der Außerortszählung und den Zählzeiten 2013 wird für den Abschnitt der B 293 an der Spotmessstelle ein werktäglicher Verkehr von 13 600 Kfz/24h bei einem SV-Anteil von 8.6% abgeleitet.

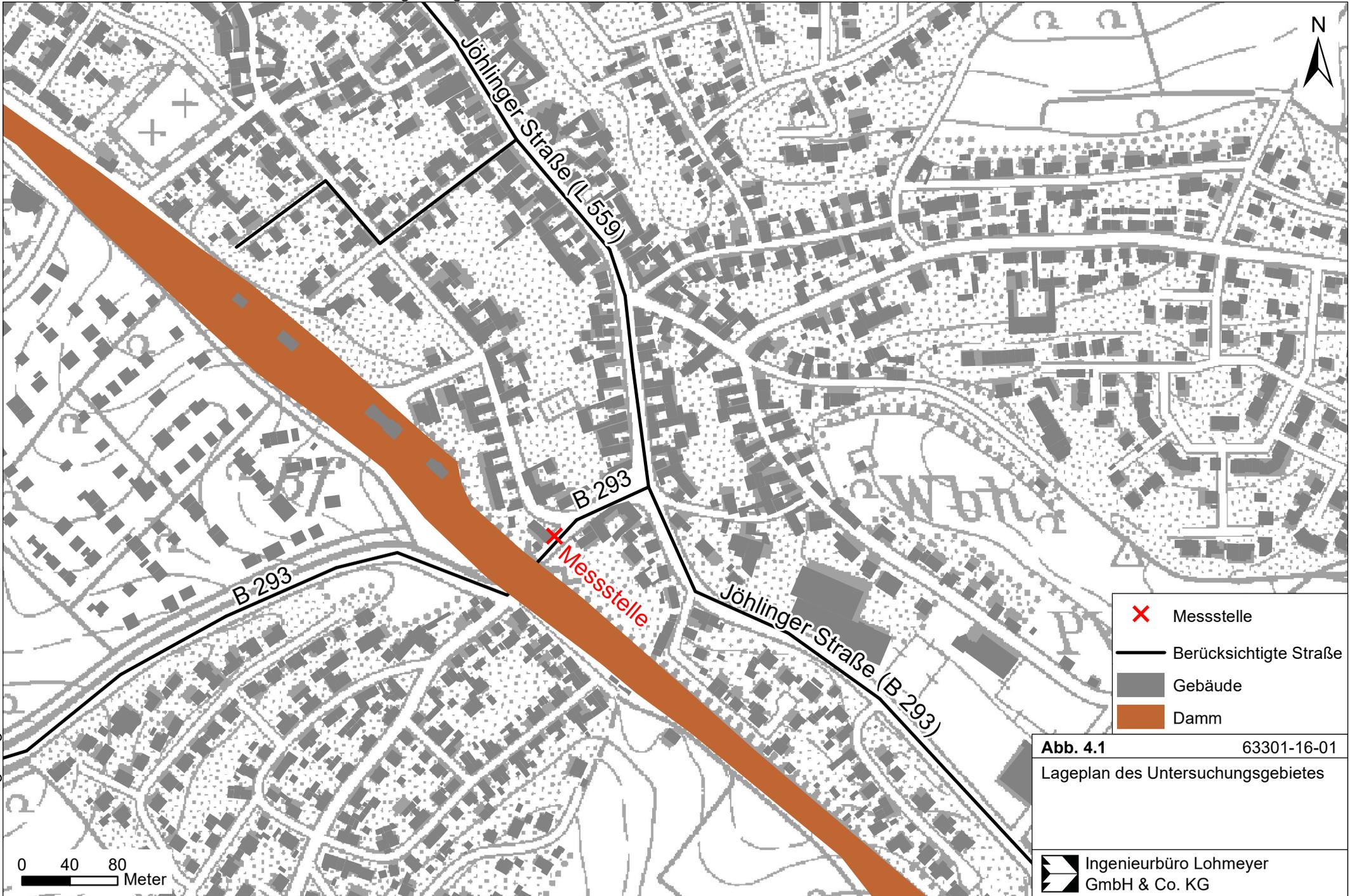
Die für den Referenzzustand genannten Verkehrsbelegungsdaten werden unverändert für die Prognosejahre 2017 bis 2020 angesetzt.

4.3 Fahrzeugflotte

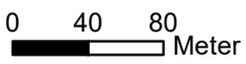
Aus den statistischen Angaben der Fahrzeugzulassungen des Kraftfahrtbundesamtes (KBA, 2016) wurde für die Zulassungsbezirke um Walzbachtal der Bestand an Kraftfahrzeugen mit dem Stand 1.1.2015 ausgelesen. In dieser Zusammenstellung sind die zugelassenen PKW unterteilt nach Antriebsart und Euro-Stufen enthalten. Die Lage von Walzbachtal an der B 293 zwischen Karlsruhe und Heilbronn bzw. Ludwigsburg lässt regelmäßige tägliche PKW-Fahrten der Regierungsbezirke Karlsruhe, Stuttgart und zum Teil aus dem südöstlichen Rheinland-Pfalz dominieren. Für einen Überblick der Zusammensetzung der PKW-Flotte wurden die Angaben für die genannten Bereiche ausgelesen.

Richtung Weingarten

N



Richtung Berghausen



-  Messstelle
-  Berücksichtigte Straße
-  Gebäude
-  Damm

Abb. 4.1 63301-16-01
Lageplan des Untersuchungsgebietes

 Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Richtung Bretten

Die Flottenzusammensetzungen der gemeldeten PKW sind in **Abb. 4.2** als Anteile an der jeweiligen PKW-Summe für die Regierungsbezirke Karlsruhe und Stuttgart dargestellt und ergänzt um die zusammengefasste gemeldete Flotte inklusive der südöstlichen Zulassungsbezirke von Rheinland-Pfalz.

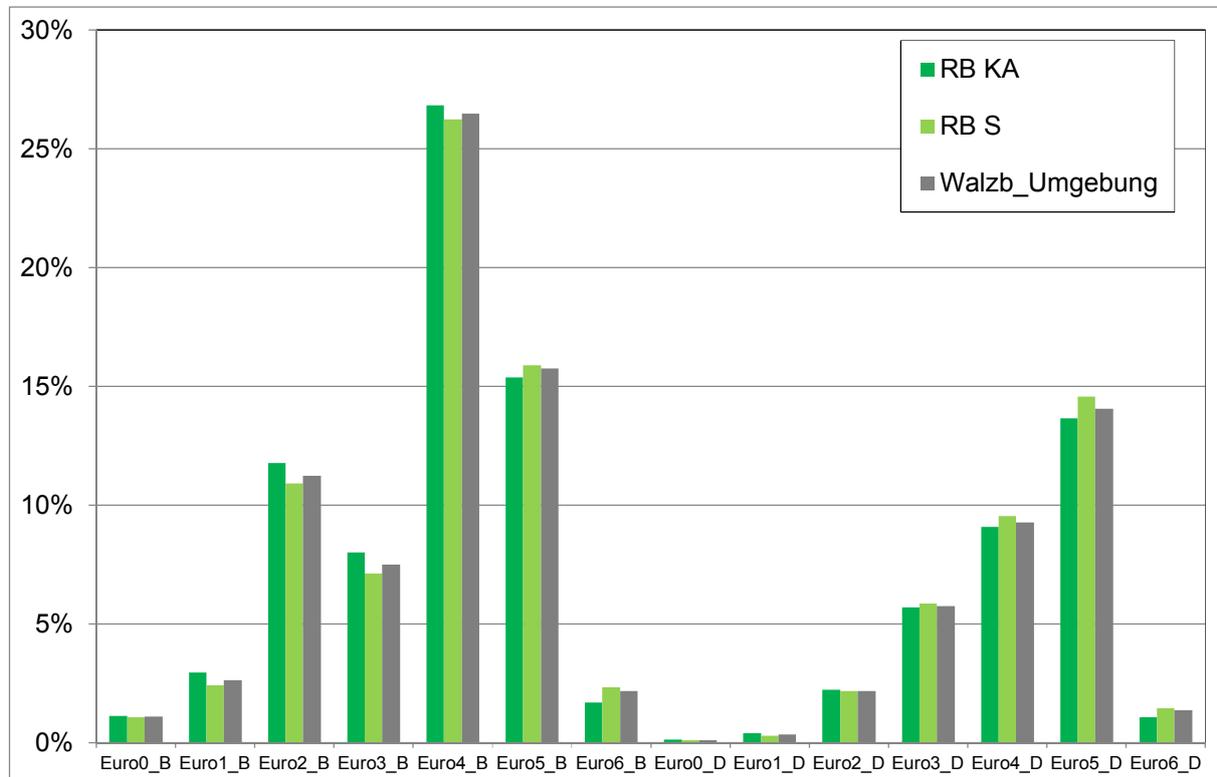


Abb. 4.2: PKW-Flottenzusammensetzung 2015 entsprechend Fahrzeugzulassungen für Walzbachtal und Umgebung (Quelle: KBA, 2015)

Die gemeldeten Fahrzeugflotten der beiden Bezirke weisen gewisse Unterschiede auf, wobei im Regierungsbezirk Stuttgart (hier bezeichnet als RB S) der Anteil neuer Fahrzeuge (Euro5 und Euro6) und der Anteil der PKW mit Dieselmotoren gegenüber dem Regierungsbezirk Karlsruhe (hier bezeichnet RB KA) höher ausfällt. Da keine detaillierten Analysedaten über die im täglichen Verkehr in Walzbachtal betriebenen PKW vorliegen und sich die Fahrten aus unterschiedlichen Herkunftsbereichen zusammensetzen, wird für die emissionsseitigen Betrachtungen die zusammengefasste Flotte aus den Regierungsbezirken Karlsruhe, Stuttgart und dem südöstlichen Rheinland-Pfalz (hier bezeichnet Walzb_Umgebung) herangezogen. Diese statische Flottenzusammensetzung für PKW wird in Analogie zur Vorgehensweise im HBEFA in eine dynamische Flottenzusammensetzung für das Jahr 2015

überführt. Die Flottenzusammensetzung der anderen Fahrzeuggruppen wird aus HBEFA übernommen.

Die oben beschriebene Flottenzusammensetzung wurde auch für das Jahr 2016 ermittelt (KBA, 2016) und wird auf die folgenden Jahre 2017 bis 2020 in Analogie zum HBEFA übertragen. In **Abb. 4.3** sind die dynamischen Flottenzusammensetzungen für das Betrachtungsgebiet für die Jahre 2015, 2018 und 2020 aufgezeigt.

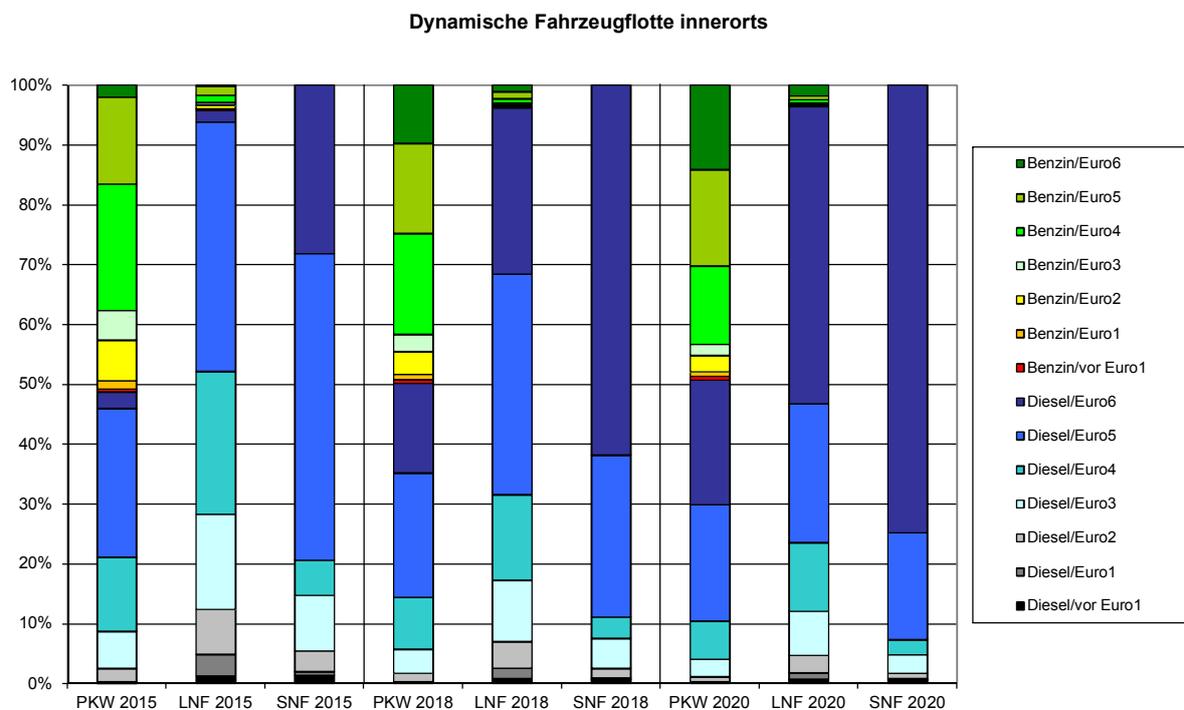


Abb. 4.3: Zusammensetzung der innerörtlichen dynamischen Kfz-Flotte für das Betrachtungsgebiet für die Jahre 2015, 2018 und 2020 unterteilt nach PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Der Anteil der dieselbetriebenen PKW-Fahrten umfasst im Jahr 2015 ca. 49%, im Jahr 2018 ca. 50% und im Jahr 2020 ca. 51%; der Anteil der dieselbetriebenen leichten Nutzfahrzeugfahrten umfasst im Jahr 2015 knapp 96% und in den Jahren 2018 und 2020 ca. 96%; bei den Bussen und schweren Nutzfahrzeugen setzen sich die Fahrten ausschließlich aus Dieselbetriebenen zusammen.

4.4 Emissionen

4.4.1 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 und PM10 überschritten. In der vorliegenden Untersuchung werden die motorbedingten Schadstofffreisetzungen für NO_x und NO₂direkt betrachtet.

4.4.2 Methode zur Bestimmung der motorbedingten Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die im Mittel pro 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 (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.2 (UBA, 2014) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten PKW, INfz, LKW und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der

Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),

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

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das jeweils zu betrachtende Bezugsjahr der dynamischen Flottenzusammensetzung wie oben beschrieben entnommen und mit den spezifischen Emissionsangaben des HBEFA3.2 verbunden. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

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.

An der verkehrsnahen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 295 in Walzbachtal/Jöhlingen wird folgende Verkehrssituation herangezogen:

IO-NS30: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h

In der Folge dieses Straßenzuges werden zudem folgende Verkehrssituationen berücksichtigt:

IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h,

IO-HVSk50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, kurvig, Tempolimit 50 km/h,

Für die Prognosejahre weisen die dynamischen Flottenzusammensetzungen basierend auf HBEFA3.2 aus, dass innerorts und außerorts der Anteil PKW mit Diesel der Stufe Euro 6 zunimmt. Aktuell weisen Emissionsmessungen an Diesel-PKW mit Euro 6 höhere Werte auf als im HBEFA3.2 prognostiziert und es sind Diskussionen über entsprechende Anpassungen bzw. Aktualisierungen im Gange. Als Übergangsversion wird die Anwendung von Korrekturfaktoren durch das Umweltbundesamt vorgeschlagen, wobei entsprechende Veröffentlichungen bis Ende 2016 angekündigt waren und nun im Laufe 2017 erwartet werden. In Fachkreisen werden unterschiedliche Ansätze angesprochen, wobei auf Nachfrage bei Herrn Prof. Dr. S. Hausberger, Technische Universität Graz, für PKW Euro 6 innerorts ein Korrekturfaktor von 1.7, außerorts von 1.4 und auf Autobahnen keiner vorgeschlagen wird. Weiter

wird diskutiert, dass für die zukünftig erhältlichen Diesel-PKW Euro 6c in realitätsnahen Fahrzyklen gegenüber dem Emissionsgrenzwert Toleranzen eingeräumt werden. Da im HBEFA3.2 die Emissionsfaktoren der Diesel-PKW Euro 6c als Anteil an den Emissionen der Diesel-PKW Euro 6 angesetzt sind, werden in der vorliegenden Untersuchung die genannten Korrekturfaktoren auch auf die Diesel-PKW Euro 6c angewendet. Das betrifft beispielsweise die in **Abb. 4.3** dargestellten Anteile der Diesel-PKW Euro 6.

In **Tab. 4.1** sind die berücksichtigten Verkehrssituationen und die entsprechenden Emissionsfaktoren für motorbedingte NO_x -Emissionen sowie direkte motorbedingte NO_2 -Emissionen ($\text{NO}_{2\text{direkt}}$) für das Bezugsjahr 2015 unter Berücksichtigung der Fahrzeugflottenzusammensetzung vom Betrachtungsgebiet Walzbachtal/Jöhlingen für den Straßenabschnitt an der verkehrsnahen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ sowie für weitere Abschnitte in diesem Straßenzug in Jöhlingen aufgeführt.

| Straßenparameter | | spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2015 | | | |
|-------------------|--------------------------|---|-------|------------------------------|--------|
| Verkehrssituation | Geschwindigkeit (PKW) | NO_x | | $\text{NO}_{2\text{direkt}}$ | |
| | | LV | SV | LV | SV |
| IO-NS30_4 | 33.6 | 0.438 | 4.110 | 0.1187 | 0.4503 |
| IO-NS30 | 33.6 | 0.393 | 4.743 | 0.1036 | 0.4509 |
| IO-HVS50 | 49.0 | 0.288 | 3.182 | 0.0843 | 0.3086 |
| IO-HVSk50_4 | 35.0 | 0.505 | 3.923 | 0.1528 | 0.4275 |

Tab. 4.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für den Straßenabschnitt an der verkehrsnahen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ sowie benachbarte Abschnitte in diesem Straßenzug in Jöhlingen für das Bezugsjahr 2015

4.4.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und $\text{NO}_{2\text{direkt}}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-(SV)-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus.

Tab. 4.2 zeigt exemplarisch für die B 293 an der verkehrsbezogenen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten für das Bezugsjahr 2015.

| Straßenabschnitt | DTV [Kfz/24h] | SV-Anteil [%] | Verkehrssituation | Mittlere Emissionsdichte | |
|------------------|---------------|---------------|-------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | | | | NO _x [mg/(m*s)] | NO ₂ direkt mg/(m*s) |
| B 293 | 13 600 | 0.086 | IO-NS30_4 | 0.101 | 0.0200 |

Tab. 4.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen im Bezugsjahr 2015 für die B 293 an der verkehrsnahen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“

Ergänzend wurde auf der Grundlage der dynamischen Flottenzusammensetzung vom Betrachtungsgebiet eine Unterteilung der Fahrten nach den einzelnen Fahrzeuggruppen und Euro-Stufen für den Straßenabschnitt an der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ durchgeführt. In **Abb. 4.4** ist die Unterteilung nach PKW mit Benzinmotoren, PKW mit Dieselmotoren, leichte Nutzfahrzeuge (LNF) mit Benzin- und Dieselmotoren und schwere Nutzfahrzeug (SNF) mit den jeweiligen Euro-Stufen als Anteile am Gesamtverkehr in Prozent dargestellt.

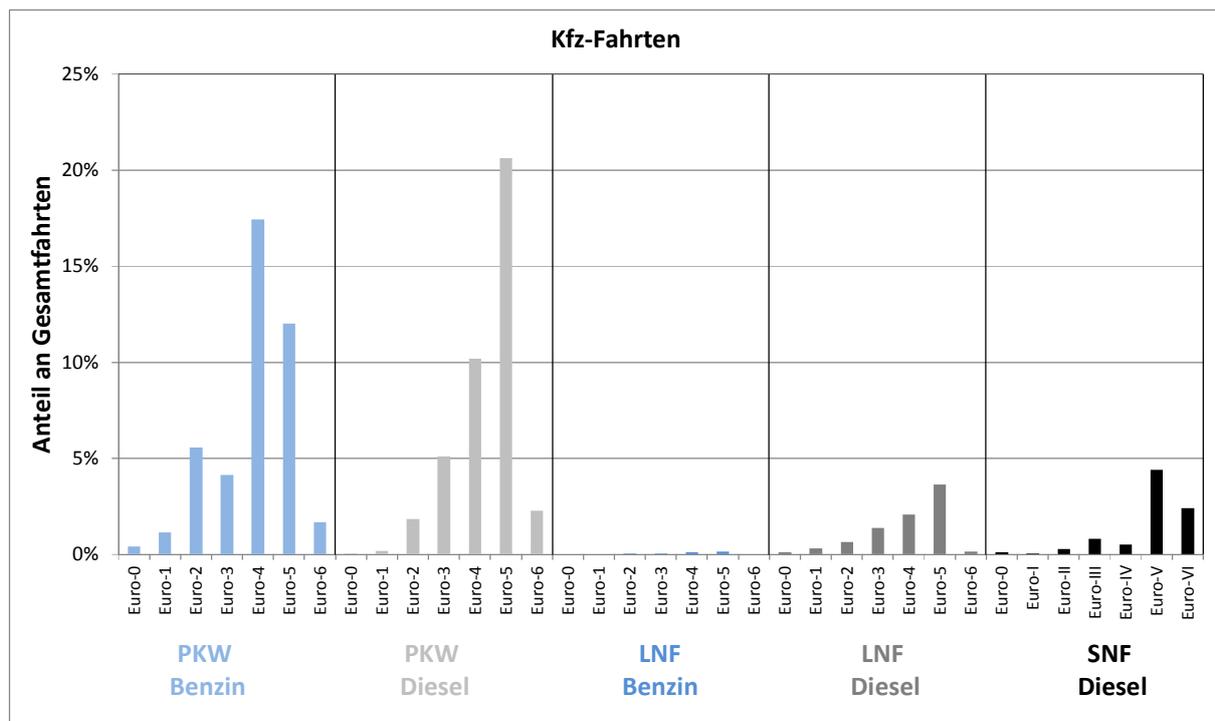


Abb. 4.4: Unterteilung der Fahrten an der B 293 nach Fahrzeuggruppen und Euro-Stufen als prozentuale Anteile am Gesamtverkehr

Diese Unterteilung erfolgt auch für die berechneten NO_x -Emissionen und ist in **Abb. 4.5** aufgezeigt.

Dementsprechend erfolgen ca. 42% der Fahrten auf der B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen mit benzinbetriebenen PKW und ca. 40% mit dieselbetriebenen PKW, während die leichten Nutzfahrzeuge mit ca. 9% und die LKW mit ca. 8.6% nur geringe Anteile an den Gesamtfahrten ausmachen. Die NO_x -Emissionen werden durch die dieselbetriebenen PKW mit ca. 39%, LNF mit ca. 10% und die LKW mit ca. 43% geprägt.

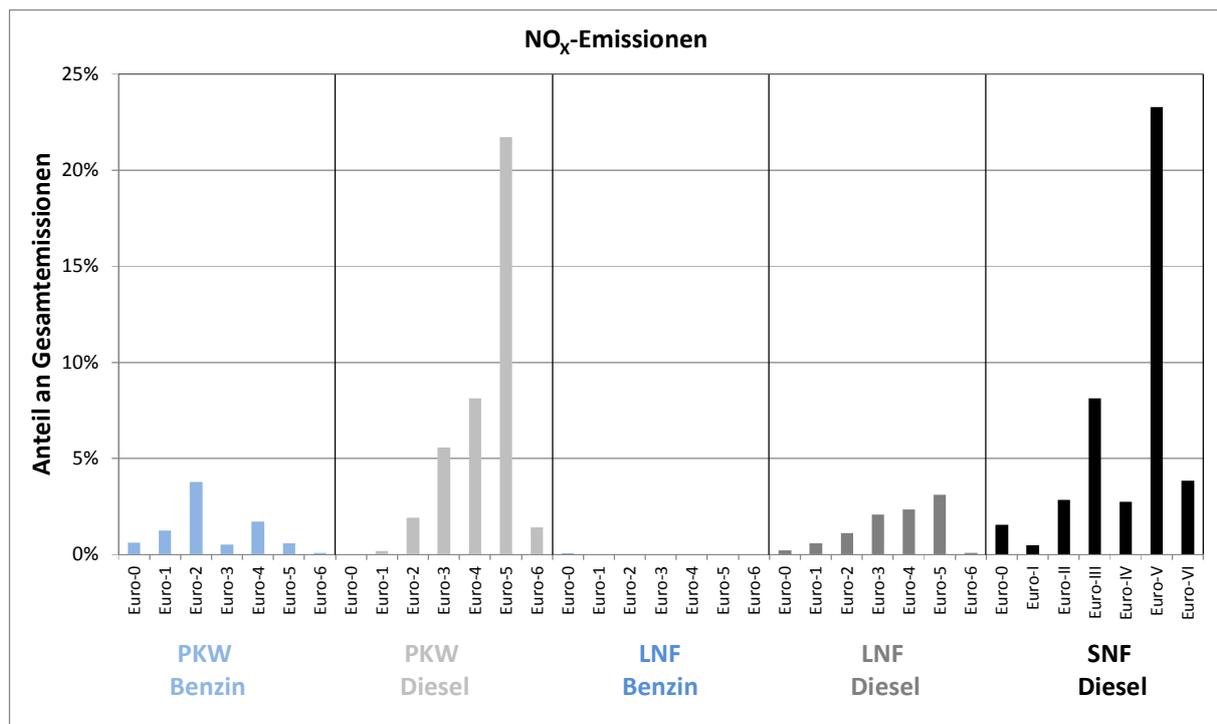


Abb. 4.5: Unterteilung der NO_x -Emissionen an der B 293 nach Fahrzeuggruppen und Euro-Stufen als prozentuale Anteile an den Gesamtemissionen NO_x

4.5 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der jahresbezogenen Kenngrößen der Windverhältnisse werden Winddaten benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

Für Walzbachtal/Jöhlingen liegen keine langjährigen Winddatenerfassungen vor. Für Baden-Württemberg liegen synthetische Windrosen im 500 m Raster vor, die durch metSoft GbR, Heilbronn, berechnet wurden. Aus diesem Datensatz wurde durch den Auftraggeber eine

repräsentative Ausbreitungsklassenstatistik für das Betrachtungsgebiet Walzbachtal/Jöhlingen übergeben.

Die Windrichtungsverteilung an dem Standort in Walzbachtal/Jöhlingen (**Abb. 4.6**) wird durch die Lage im Kraichgau geprägt. Die Hauptwindrichtung wird durch Winde aus südwestlicher Richtung dominiert; Winde aus dem östlichen Sektor und aus nord-nordwestlicher Richtung bilden weitere Häufigkeiten, wobei die Richtungsverteilung durch das umliegende Gelände beeinflusst ist. Die Windrichtungsverteilung wird als repräsentativ für die Lage des Siedlungsbereichs von Jöhlingen angesehen. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt in der Auswertehöhe ca. 2.6 m/s.

Für die Ausbreitungsberechnungen im Plangebiet werden die synthetischen Winddaten des Standortes für Walzbachtal/Jöhlingen (Quelle: metSoft GbR) unter Berücksichtigung der Rauigkeiten im Untersuchungsgebiet herangezogen.

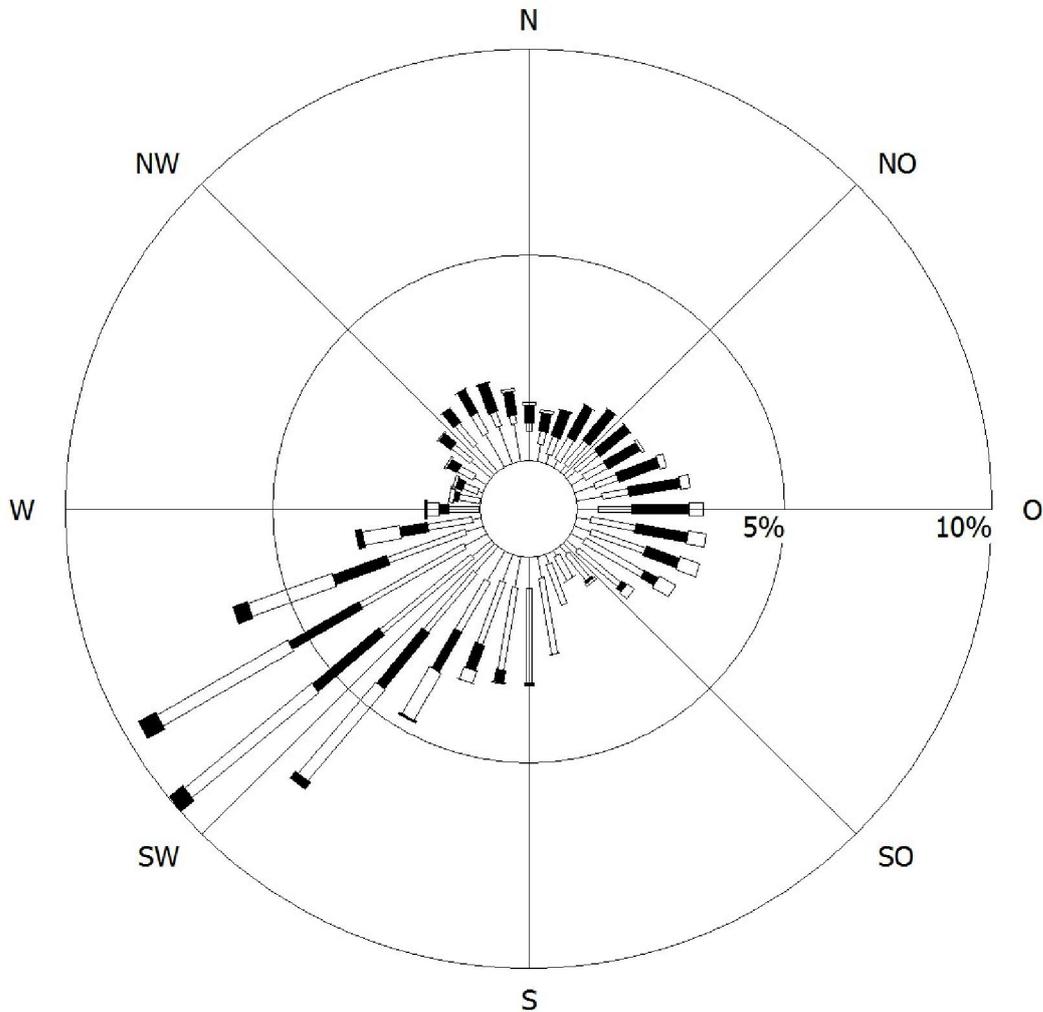
4.6 Luftmessdaten im Betrachtungsgebiet

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

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Baden-Württemberg. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe bis zum Jahr 2015 zu finden (LUBW, 2007 – 2016). Weiter sind auf Seiten der LUBW im Internet für Spot-Stationen und auf Seiten des Umweltbundesamtes u.a. für Dauermessstellen des Landes Baden-Württemberg Angaben für 2016 im Internet abrufbar, die hier mit der Kennung „v“ als vorläufige Werte aufgeführt werden.

Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.3** aufgeführt. Für Walzbachtal/Jöhlingen liegen die Messdaten an der B 293 vor, im Umkreis von ca. 20 km liegen weitere Messdaten von städtischen oder verkehrsnahen Stationen vor.

Windverteilung in Prozent



| | | | | |
|-------------|-------------|----------------|---|-----------------|
| Station | : Jöhlingen | Häufigkeit ABK | — | kleiner 1.4 m/s |
| Meßhöhe | : 10.0 m | I : 17.8 % | ▬ | 1.4 bis 2.3 m/s |
| Windgeschw. | : 2.6 m/s | II : 20.5 % | ▬ | 2.4 bis 3.8 m/s |
| | | III/1 : 35.9 % | ▬ | 3.9 bis 6.9 m/s |
| | | III/2 : 15.6 % | ▬ | 7.0 bis 10 m/s |
| | | IV : 6.0 % | ▬ | größer 10 m/s |
| | | V : 4.2 % | ▬ | |

Abb. 4.6: Windrose für den Standort Walzbachtal/Jöhlingen (Quelle: metSoft GbR)

Die in **Tab. 4.3** aufgeführten Messdaten zeigen, dass die erfassten Konzentrationen nur für NO₂-Jahresmittelwerte an den verkehrsnahen Stationen über der in der 39. BImSchV genannten Konzentrationsschwelle liegen. Die erfassten Feinstaubkonzentrationen (PM10) der letzten Jahre, die auch in **Tab. 4.3** aufgenommen sind, lassen an den aufgeführten Messstationen keine Konflikte mit den in der 39. BImSchV genannten Grenzwerten ablesen. Weiter ist festzustellen, dass an den städtischen Stationen die NO₂-Konzentrationen in den letzten Jahren geringe Änderungen aufweisen, während die PM10-Konzentrationen abgenommen haben. Das trifft auch auf PM2.5-Jahresmittelwerte an den umliegenden genannten Stationen zu, die in den letzten Jahren unter 15 µg/m³ lagen. Im Betrachtungsgebiet von Walzbachtal lassen die Messdaten keine Konflikte mit dem Beurteilungswert für den Stundenwert der NO₂-Immissionen ableiten.

Bezüglich der vorläufigen Messdaten für 2016 ist insbesondere für die verkehrsnahen Standorte zu beachten, dass eventuell durch Baustellentätigkeiten der Kfz-Verkehr zeitweise eingeschränkt war und daraus eventuell geringere Immissionen resultieren (z.B. Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße und Walzbachtal/Jöhlingen).

An den städtischen Stationen in Eggenstein, Karlsruhe-Nordwest und Pforzheim wurden in den letzten drei Jahren mittlere Ozonkonzentrationen zwischen 39 µg/m³ und 49 µg/m³ erfasst; für die Anwendung des vereinfachten Chemiemoduls zur Berücksichtigung der NO-NO₂-Konversion wird hier für Walzbachtal/Jöhlingen eine mittlere Ozonkonzentration von 43 µg/m³ angesetzt.

| Schadstoffkomponente | Zeitraum | Walzbachtal Bahnhofstraße | Pfinztal- Berghausen | Eggen- gen- stein | Karlsru- he- Nordwest | Karlsruhe Reinhold- Frank- Straße | Pforz- heim | Pforzheim Jahnstr. |
|---|----------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|--|----------------|-----------------------|
| NO ₂ Jahresmit- tel | 2007 | 58 | 58 | 24 | 23 | 52 | - | 52 |
| | 2008 | 59 | 57 | 23 | 23 | 50 | 28 | 52 |
| | 2009 | - | 55 | 25 | 25 | 52 | 29 | 46 |
| | 2010 | 52 | 52 | 25 | 25 | 45 | 31 | 52 |
| | 2011 | 53 | 52 | 24 | 23 | 49 | 29 | 49 |
| | 2012 | 53 | 47 | 24 | 23 | 52 | 26 | - |
| | 2013 | 47 | 46 | 23 | 23 | 48 | 26 | - |
| | 2014 | 46 | 43 | 24 | 23 | 46 | 26 | 40 |
| | 2015 | 46 | 40 | 24 | 24 | 45 | 27 | 42 |
| | 2016 | v42 | v38 | v22 | v23 | v39 | v25 | v40 |
| PM10 Jahresmit- tel | 2007 | 33 | 29 | 19 | 19 | 26 | - | 26 |
| | 2008 | 32 | 27 | 17 | 18 | 24 | 18 | 24 |
| | 2009 | 30 | 29 | 20 | 21 | 25 | 19 | 25 |
| | 2010 | 29 | 29 | 21 | 21 | 25 | 20 | 26 |
| | 2011 | 27 | 26 | 19 | 20 | 24 | 19 | - |
| | 2012 | 22 | 22 | 17 | 18 | 22 | 17 | - |
| | 2013 | 24 | 23 | 18 | 19 | 23 | 18 | - |
| | 2014 | - | 20 | 17 | 17 | 22 | 16 | - |
| | 2015 | - | 20 | 17 | 17 | 22 | 17 | - |
| | 2016 | - | v18 | v15 | v16 | v18 | v15 | - |
| PM10- Über- schreitung (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³) | 2007 | 34 | 24 | 8 | 12 | 16 | - | 22 |
| | 2008 | 37 | 14 | 4 | 7 | 10 | 7 | 10 |
| | 2009 | 30 | 29 | 14 | 15 | 20 | 10 | 23 |
| | 2010 | 36 | 35 | 16 | 20 | 22 | 17 | 25 |
| | 2011 | 28 | 24 | 9 | 14 | 18 | 10 | - |
| | 2012 | 11 | 9 | 4 | 4 | 8 | 7 | - |
| | 2013 | 16 | 13 | 7 | 7 | 13 | 6 | - |
| | 2014 | - | 9 | 7 | 8 | 12 | 5 | - |
| | 2015 | - | 4 | 3 | 3 | 7 | 4 | - |
| | 2016 | - | v1 | - | - | v1 | - | - |

Tab. 4.3: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUBW, 2008-2016, für 2016 vorläufige Werte aus dem Internet von LUBW und UBA)

5 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

5.1 Auswirkungen auf die Emissionen

Basierend auf den o.g. Flotten- und Emissionsdaten werden die Emissionen für die Straßen in Walzbachtal/Jöhlingen berechnet. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse konzentriert sich im Folgenden auf den Bereich der verkehrsnahen Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen.

Ausgehend von den in Kap. 4 aufgeführten Emissionsfaktoren für den Bestand (2015) und die zeitliche Entwicklung der Flottenzusammensetzung werden folgend die Emissionen der genannten Streckenabschnitte für die Prognosejahre 2017, 2018, 2019 und 2020 aufgeführt. Weiter wird rechnerisch die in der Aufgabenstellung genannte Maßnahme „Blaue Plakettenregelung“ für die Jahre 2019 und 2020 aufgegriffen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Emissionen betrachtet.

Die Ergebnisse für die berechneten NO_x -Emissionen und die motorbedingten direkten NO_2 -Emissionen sind in **Abb. 5.1** dargestellt und ausgedrückt als Emissionsdichten in Milligramm pro Meter und Sekunde ($\text{mg}/(\text{m s})$) über den Straßenquerschnitt. In **Abb. 5.2** ist jeweils die relative Entwicklung der Emissionen bezogen auf den Referenzzustand 2015 als Prozentangabe aufgetragen.

Danach führt die zeitliche Entwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung bei vergleichbarer Verkehrsstärke zu einer Verringerung der verkehrsbedingten NO_x -Emissionen (**Abb. 5.1**, in **Tab. 5.1** sind die entsprechenden Zahlenwerte aufgeführt). Für 2017 ist eine Verringerung um ca. 15%, für 2018 um ca. 21%, für 2019 um ca. 27% und für 2020 um ca. 32% gegenüber dem Referenzfall 2015 in der berechnet. Würde der genannte Straßenabschnitt in den Bereich der Einführung einer „blauen Plakettenregelung“ fallen, können erhebliche Verringerungen der NO_x -Emissionen um ca. 48% im Jahr 2019 und um ca. 51% im Jahr 2020 erzielt werden (dabei wurden pauschal 20% Ausnahmeregelungen für betroffene Fahrten berücksichtigt, also keine vollständige Befolgung).

Für direkte NO_2 -Emissionen sind die Berechnungsergebnisse in **Abb. 5.1** und als relative Änderungen in **Abb. 5.2** dargestellt (in **Tab. 5.1** sind die entsprechenden Zahlenwerte aufgeführt). Die Emissionsminderungen umfassen für 2017 eine Verringerung um ca. 6%, für 2018 um ca. 10%, für 2019 um ca. 15%, für 2020 um ca. 19% und mit Einführung einer „blauen Plakettenregelung“ um ca. 50% bis 52% in den Jahren 2019 und 2020 gegenüber dem Referenzfall 2015.

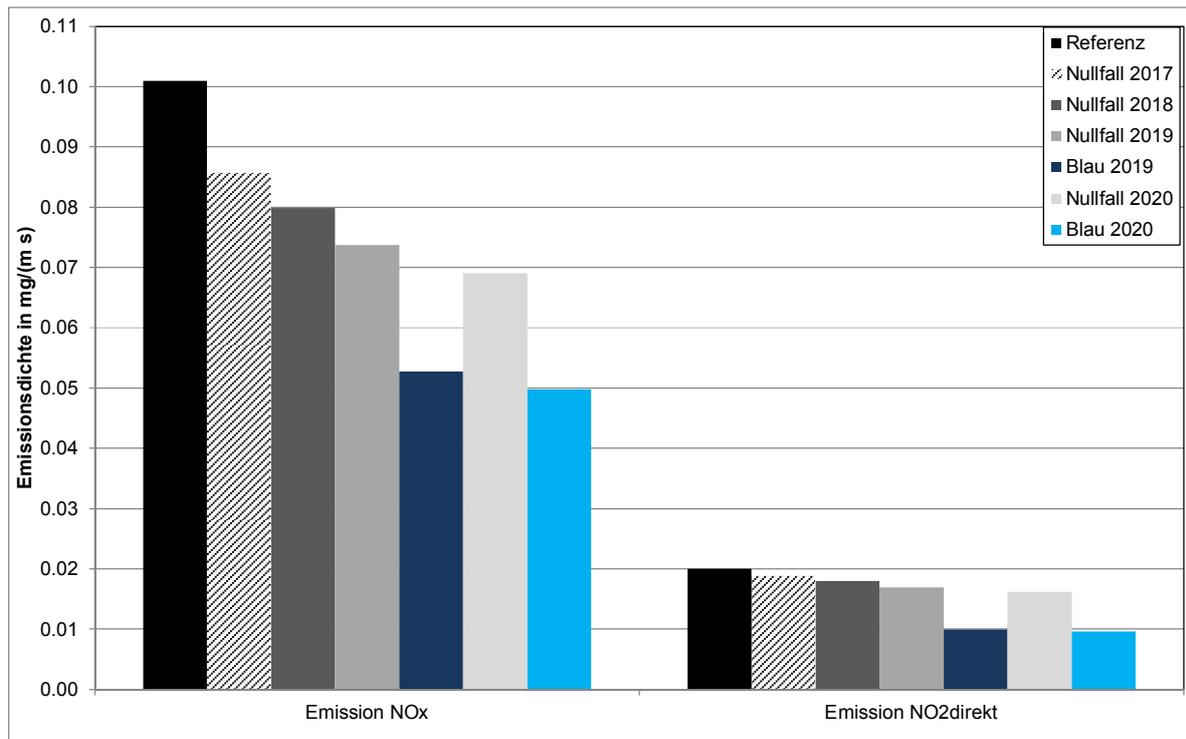


Abb. 5.1: NO_x- und direkte NO₂-Emissionen an der B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen für die Jahre 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 sowie für eine mögliche Einführung einer blauen Plakette 2019 und 2020

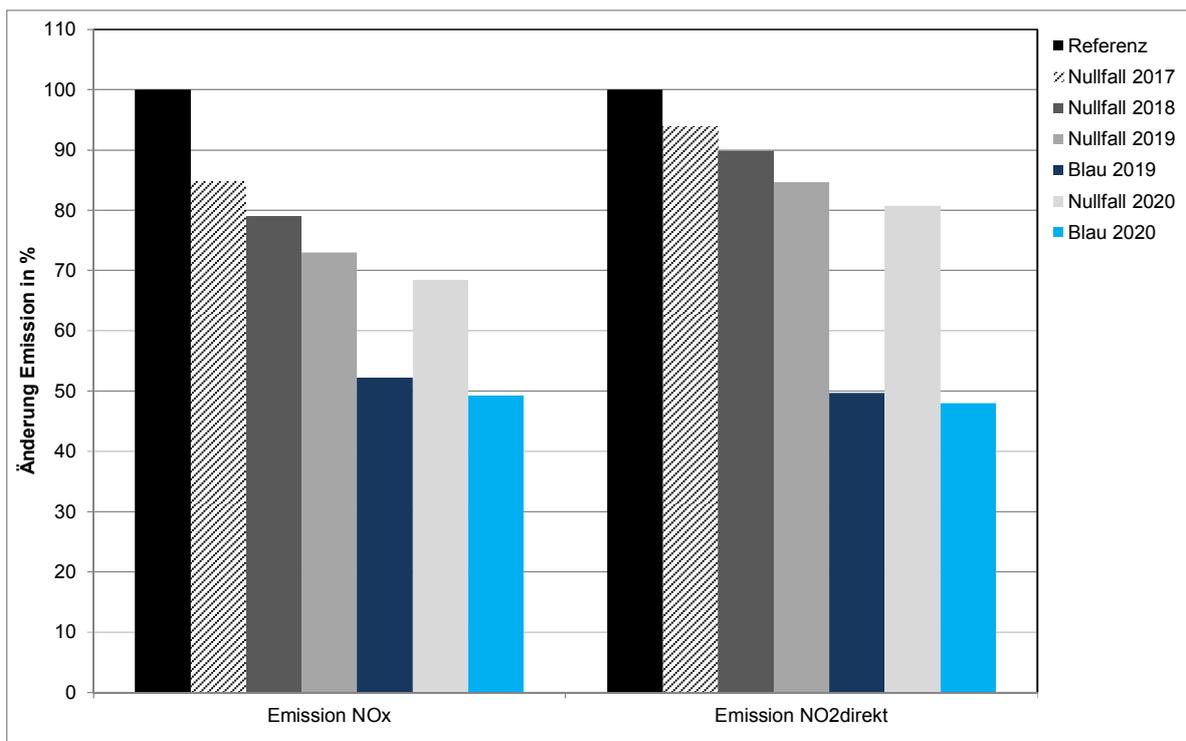


Abb. 5.2: Relative Änderung der NO_x-Emissionen an der B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen für die Jahre 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 sowie für eine mögliche Einführung einer blauen Plakette 2019 und 2020 bezogen auf den Referenzfall 2015 in %

| | Emission NO _x | | Emission NO ₂ direkt | |
|---------------|--------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| | mg/(m s) | Rel. % | mg/(m s) | Rel. % |
| Referenz | 0.101 | 100.0 | 0.0200 | 100.0 |
| Nullfall 2017 | 0.086 | 84.9 | 0.0188 | 94.0 |
| Nullfall 2018 | 0.080 | 79.0 | 0.0180 | 89.8 |
| Nullfall 2019 | 0.074 | 73.0 | 0.0169 | 84.7 |
| Blau 2019 | 0.053 | 52.2 | 0.0099 | 49.7 |
| Nullfall 2020 | 0.069 | 68.4 | 0.0161 | 80.7 |
| Blau 2020 | 0.050 | 49.3 | 0.0096 | 48.0 |

Tab. 5.1: Emissionsdichte in mg/(m s) für die B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen und relativer Anteil zum Referenzfall in % für die betrachteten Szenarien (Werte zu **Abb. 5.1** und **Abb. 5.2**)

5.2 Auswirkungen auf die Immissionen

Mit den Daten der vorgestellten Emissionsermittlung für die Prognosejahre und Maßnahmen wurden Ausbreitungsrechnungen mit dem Straßennetzmodell PROKAS und dem Bebauungsmodul PROKAS_B durchgeführt. Die in den Berechnungen anzusetzende Hintergrundbelastung wird aus dem Vergleich der Berechnungs- und Messergebnisse des Ortsbereiches bzw. umliegender Stationen abgeleitet und dann auf den verkehrsbeeinflussten Stationsstandort angewendet, um einen Vergleich zwischen den Mittelwerten der Messdaten und den Berechnungsergebnissen sowie den Einflüssen des emittierenden Straßennetzes zu erhalten. Für NO₂ wurde eine Hintergrundbelastung von 20 µg/m³ angesetzt.

Bei den Berechnungen wird die Randbebauung typisiert nach Straßenraumbreite, Bebauungshöhe und Lückigkeit für Abschnitte mit einer Länge von ca. 100 m berücksichtigt. Innerhalb dieser Straßenabschnitte wird eine einheitliche Immission berechnet; mit diesem Berechnungsverfahren kann keine weitere kleinräumige Differenzierung erfolgen, sodass für den Straßenabschnitt der B 293 im Bereich der Spotmessstelle ein Rechenwert zugeordnet wird. Für feinere räumliche Auflösungen der berechneten Immissionen wäre der Einsatz eines mikroskaligen Rechenverfahrens mit Berücksichtigung von Gebäudeumströmungen erforderlich.

Die Ergebnisse werden zusammenfassend für den Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 als absolute Werte und als relative Änderungen dargestellt, um die Auswirkungen der Maßnahme und der zeitlichen Entwicklungen der Kfz-Flotte auf die Gesamtbelastungen zu beschreiben.

Ausgehend von den in Kap. 5.1 beschriebenen Emissionsberechnungen für den Referenzzustand 2015, die Trendprognosen 2017 bis 2020 sowie die Einführung einer möglichen „blauen Plakettenregelung“ wurden Immissionsberechnungen für NO₂-Jahresmittelwerte durchgeführt. Dargestellt werden die NO₂-Gesamtbelastungen, wobei die in den Berechnungen angesetzte Hintergrundbelastung nicht variiert wird. Die NO₂-Immissionen werden in µg/m³ angegeben; der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit wird in der 39. BImSchV mit 40 µg/m³ im Jahresmittel genannt.

Die zeitliche Entwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung führt bei vergleichbarer Verkehrsstärke zu einer Verringerung der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen und wirkt sich auch verringernd auf die Immissionen an dem verkehrsnahen Messstandort aus, wie in **Abb. 5.3** mit den berechneten NO₂-Immissionen in µg/m³ und in **Abb. 5.4** mit den daraus abgeleiteten relativen Anteilen in % bezogen auf den Referenzwert 2015 dargestellt ist (in **Tab. 5.2** sind die entsprechenden Zahlenwerte aufgeführt).

Mit den Immissionsberechnungen für den Referenzzustand 2015 wird der Messwert gut nachgebildet. Für 2017 ist an dem verkehrsnahen Standort B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen eine Verringerung der NO₂-Gesamtbelastung um ca. 6% mit Konzentrationsänderungen um 2.6 µg/m³, für 2018 um ca. 8% mit Konzentrationsänderungen um 3.8 µg/m³ und für 2019 um ca. 11% mit Konzentrationsänderungen um 5.2 µg/m³ prognostiziert. Für das Jahr 2020 ist an den Standorten eine Verringerung der NO₂-Gesamtbelastung um ca. 14% mit Konzentrationsänderungen um 6.3 µg/m³ berechnet. Mit der Einführung einer „blauen Plakettenregelung“ können erhebliche Verringerungen der NO₂-Immissionen um ca. 25% bis 27% in den Jahren 2019 und 2020 mit Konzentrationsänderungen um ca. 11.6 µg/m³ bis 12.2 µg/m³ erzielt werden.

Damit wird entsprechend den Berechnungen bei vergleichbarer Verkehrsstärke am Standort der Spotmessstelle „Walzbachtal Bahnhofstraße“ an der B 293 eine Überschreitung der Schwelle der NO₂-Konzentration von 40 µg/m³ ab dem Jahr 2020 vermieden. Weiter ermöglicht die weitgehende Maßnahme „blaue Plakette“ eine NO₂-Konzentration unter 40 µg/m³.

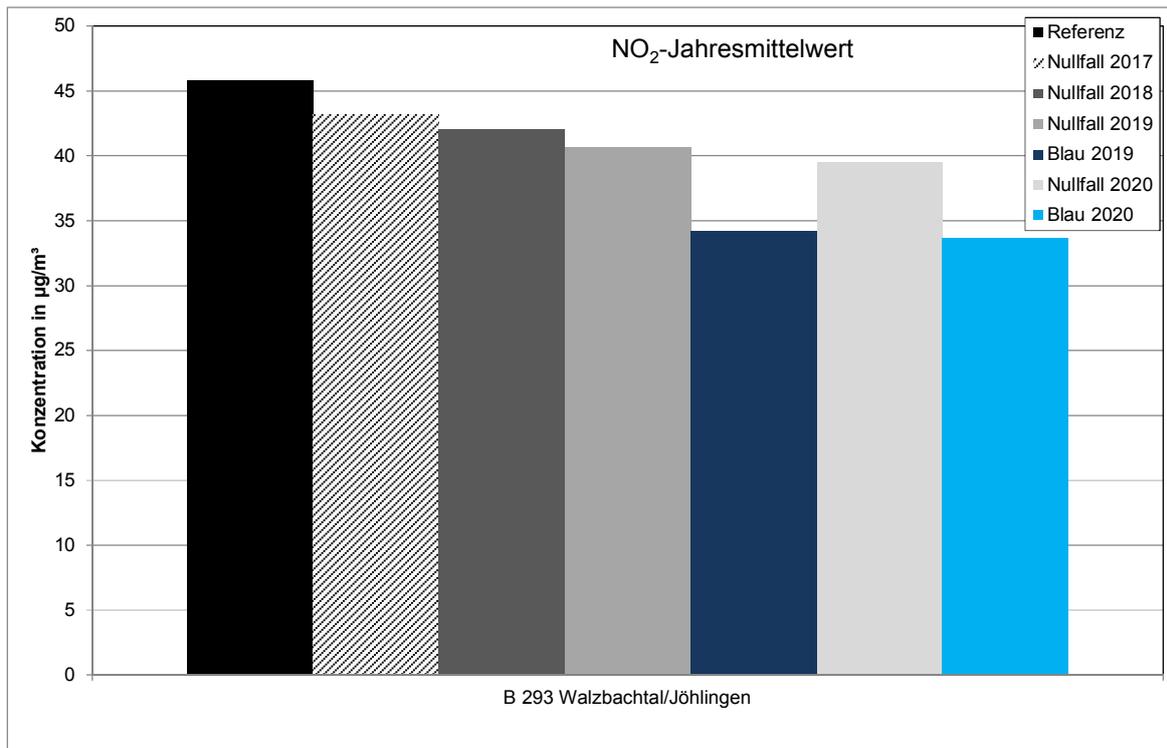


Abb. 5.3: NO₂-Immissionen am Standort B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen für die Jahre 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 sowie für eine mögliche Einführung einer blauen Plakette 2019 und 2020

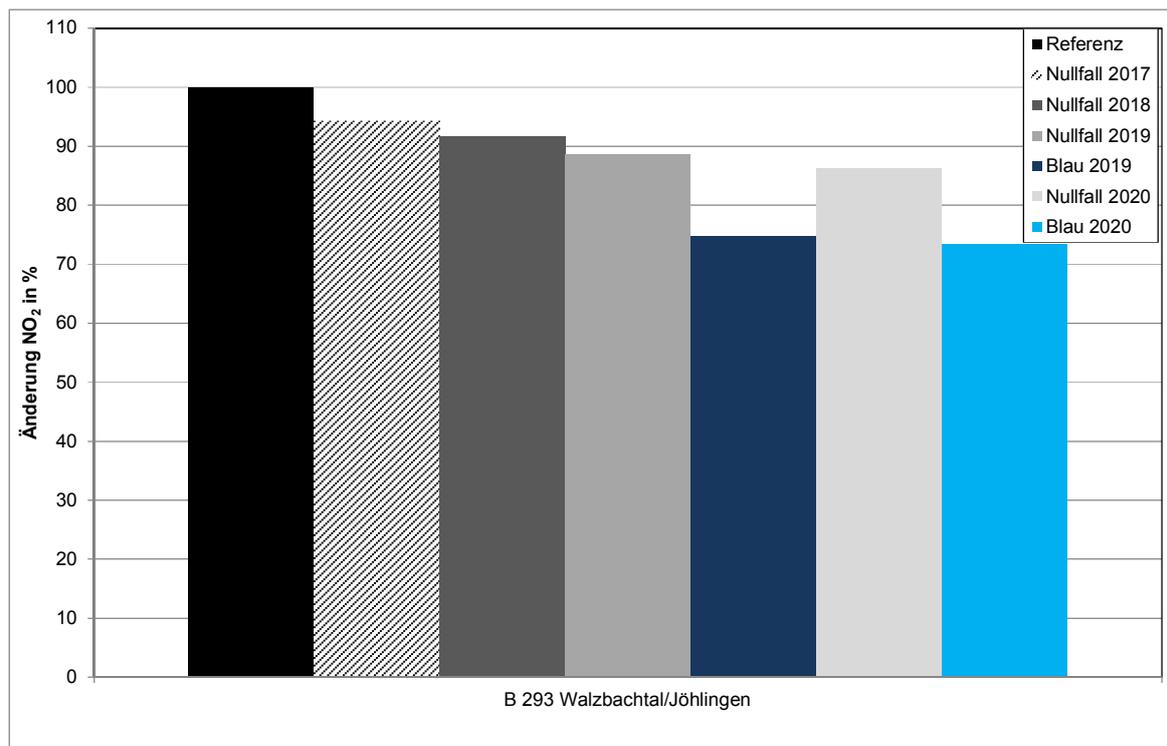


Abb. 5.4: Relative Änderung der NO₂-Immissionen am Standort B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen für die Jahre 2015, 2017, 2018, 2019, 2020 sowie für eine mögliche

Einführung einer blauen Plakette 2019 und 2020 bezogen auf den Referenzfall 2015 in %

| | Walzbachtal/Jöhlingen | |
|---------------|--------------------------|--------|
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Rel. % |
| Referenz | 45.8 | 100.0 |
| Nullfall 2017 | 43.2 | 94.3 |
| Nullfall 2018 | 42.0 | 91.7 |
| Nullfall 2019 | 40.6 | 88.6 |
| Blau 2019 | 34.2 | 74.7 |
| Nullfall 2020 | 39.5 | 86.2 |
| Blau 2020 | 33.6 | 73.4 |

Tab. 5.2: NO_2 -Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Standort an der B 293 in Walzbachtal/ Jöhlingen sowie relativer Anteil zum Referenzfall in % für die betrachteten Szenarien (Werte zu **Abb. 5.3** und **Abb. 5.4**)

Aufbauend auf den beschriebenen Ergebnissen der Emissionsberechnung und der Immissionsberechnung kann geschlossen werden, dass an der B 293 gegenüber dem Referenzfall eine Verringerung des Beitrags des motorisierten Kfz-Verkehrs um ca. 30% erforderlich ist, um den in der 39. BImSchV genannten NO_2 -Immissionswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht zu überschreiten. Dies trifft beispielsweise auf den Nullfall 2020 zu.

Solch intensive Minderungen der Beiträge des Kfz-Verkehrs lassen sich beispielsweise mit der Einschränkung der Fahrten mit Dieselmotoren schlechter EURO 6 erreichen, wie vorliegend mit dem Ansatz einer blauen Plakettenregelung betrachtet wurde. Eine entsprechende Minderung auf der gesamten B 293 in Walzbachtal/Jöhlingen wäre ab dem Jahr der Einführung solch einer Plakettenregelung erreichbar, beispielsweise schon ab dem Jahr 2017.

Für die erforderliche immissionsseitige Minderung an der Straßenrandbebauung in Jöhlingen zur Einhaltung des NO_2 -Immissionswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist eine Einschränkung der Emissionsbeiträge der B 293 in der Ortsdurchfahrt Jöhlingen ausreichend. Eine Einbeziehung weiterer Streckenabschnitte von Jöhlingen oder Streckenabschnitte weiterer Ortsteile von Walzbachtal in die Minderungsmaßnahme wird keine erheblichen zusätzlichen Wirkungen mit sich bringen.

Mit den Ergebnissen der Emissions- und Immissionsberechnungen für die Prognosejahre 2018 bis 2020 ohne weitere Eingriffe in den Kfz-Verkehr und mit gleichbleibender Verkehrsstärke auf der B 293 in Jöhlingen wurde abgeleitet, dass vor dem Jahr 2020 noch Überschreitungen des NO_2 -Immissionswertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten sind.

Sofern der Verkehr nur auf dem Streckenabschnitt der B 293 zwischen der Kreuzung mit der Jöhlinger Straße (nördlich) und der Straße Im Gageneck (südwestlich) verringert werden könnte, wäre eine entsprechende Reduzierung der Verkehrsstärke um 10% im Jahr 2018 erforderlich. Das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von 12 240 Kfz/24h und einer Reduktion der NO_x -Emissionen auf der B 293 um ca. 29% gegenüber dem Referenzfall. Unter der Annahme, dass der SV-Verkehr nicht wesentlich beeinflusst werden sollte, wäre eine Reduktion des Leichtverkehrs (PKW und Lieferwagen) in dem kurzen Abschnitt der B 293 an der Messstelle um ca. 15% erforderlich; das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von 11 735 Kfz/24h bei einem SV-Anteil von 10%.

Für die B 293 an der Spotmessstelle wäre im Jahr 2019 eine verkehrliche Reduktion um ca. 2% erforderlich. Das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von 13 328 Kfz/24h. Unter der Annahme, dass der SV-Verkehr nicht wesentlich beeinflusst werden sollte, wäre 2019 eine Reduktion des Leichtverkehrs (PKW und Lieferwagen) in dem kurzen Abschnitt der B 293 an der Messstelle um ca. 4% erforderlich; das entspricht einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke von 13 103 Kfz/24h bei einem SV-Anteil von 8.9%.

6 LITERATUR

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.
- 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.
- Cichon Automatisierungstechnik GmbH (2014): Automatische Verkehrszählungen in Walzbachtal vom Herbst 2013. Digitale Datenübergabe durch die Gemeindeverwaltung Walzbachtal, 2017.
- 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, Band 20, Heft 1 (2011),67-73.
<http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684>
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
(<http://bwplus.fzk.de>)
- Hausberger, S. (2016): Angaben zu möglichen Korrekturfaktoren für Diesel-PKW Euro6 für die Emissionsfaktoren des HBEFA3.2. Persönliche Mitteilung.
- Ingenieurbüro für Verkehrswesen Koehler, Leutwein und Partner GBR (2007): „Verkehrsun- tersuchung B 10/B 293, Umgehung Berghausen-Jöhlingen, Fortschreibung“. Auszüge mit grafischen Darstellungen aus dem Untersuchungsbericht.
- KBA (2015): Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugan- hängern nach Zulassungsbezirken 1. Januar 2015. Kraftfahrtbundesamt, Flensburg, April 2015.
- KBA (2016): Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugan- hängern nach Zulassungsbezirken 1. Januar 2016. Kraftfahrtbundesamt, Flensburg, April 2016.

- 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, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- LUBW (2007-2016): Kenngrößen der Luftqualität 2006 bis 2015. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- metSoft (2017): Synthetische Ausbreitungsklassenstatistik (E3469000_N5432500_Syn AKS). Herausgeber: metSoft GbR Heilbronn.
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe. (<http://bwplus.fzk.de>)
- 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). <http://bwplus.fzk.de>
- Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg: Außerortszählstelle an der B 293 zwischen Jöhlingen und Berghausen, Zählwerte der Jahre 2010 und 2014. Abgerufen im Internet. (<http://www.svz-bw.de/verkehrszaehlung.html>)
- TREMODO (2010): TREMOD – Transport Emission Model: Fortschreibung und Erweiterung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030". Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3707 45 101, Version 5.1, ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. 2010.
- UBA (2014): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.2 / Juli 2014. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie. Kfz-Emissionsbestimmung. Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782, Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, November 2003.

A N H A N G A 1:
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG
UND FEHLERDISKUSSION

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A1.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO₂-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A1.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

Im Falle von teilweise oder ganz geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen c^* in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen

und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A1.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

| | | | |
|--------|-------|---|---|
| wobei: | c | = | Abgaskonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
| | c^* | = | dimensionslose Abgaskonzentration [-] |
| | Q | = | emittierter Schadstoffmassenstrom [$\mu\text{g}/\text{m s}$] |
| | B | = | Straßenschluchtbreite [m] beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung |
| | u' | = | Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz [m/s] |

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Vorbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

| Typ | Randbebauung | Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite | Lückenanteil [%] |
|-----|--------------|---------------------------------------|------------------|
| 0* | locker | - | 61 - 100 |
| 101 | einseitig | 1:3 | 0 - 20 |
| 102 | " | 1:3 | 21 - 60 |
| 103 | " | 1:2 | 0 - 20 |
| 104 | " | 1:2 | 21 - 60 |
| 105 | " | 1:1.5 | 0 - 20 |
| 106 | " | 1:1.5 | 21 - 60 |
| 107 | " | 1:1 | 0 - 20 |
| 108 | " | 1:1 | 21 - 60 |
| 109 | " | 1.5:1 | 0 - 20 |
| 110 | " | 1.5:1 | 21 - 60 |
| 201 | beidseitig | 1:3 | 0 - 20 |
| 202 | " | 1:3 | 21 - 60 |
| 203 | " | 1:2 | 0 - 20 |
| 204 | " | 1:2 | 21 - 60 |
| 205 | " | 1:1.5 | 0 - 20 |
| 206 | " | 1:1.5 | 21 - 60 |
| 207 | " | 1:1 | 0 - 20 |
| 208 | " | 1:1 | 21 - 60 |
| 209 | " | 1.5:1 | 0 - 20 |
| 210 | " | 1.5:1 | 21 - 60 |

Tab. A1.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A1.3 Fehlerdiskussion

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

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq 5 \times$ Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil $\geq 61\%$) erfüllt ist.

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

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

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die KFZ-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

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

Für Emissionsfaktoren liegen derzeit noch keine statistischen Erhebungen über Fehlerbandbreiten vor. Deshalb wird vorläufig ein leicht erhöhter Schätzwert von ca. 20% angenommen.

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

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover,

und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10%, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

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