



**Prüfung weiterer Maßnahmen zur Minderung der  
lufthygienischen Belastung in der Eugen-Adolff-Straße in  
Backnang**

Auftraggeber: Stadtplanungsamt  
Stadt Backnang  
Stiftshof 16  
71522 Backnang

Durchführung: Ingenieurbüro Rau  
Bottwarbahnstraße 4  
D-74081 Heilbronn

Heilbronn, 12.02.2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise und Methodik</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchungsgebiet</b> .....	<b>4</b>
3.1	Untersuchungsgebiet und Ist-Bebauung.....	4
3.2	Geplante bauliche Änderung zur Berücksichtigung bei der Ausbreitungsrechnung.....	4
<b>4</b>	<b>Ermittlung der NO<sub>x</sub>-Emissionen</b> .....	<b>6</b>
4.1	Datengrundlagen.....	6
4.1.1	Fahrzeugbestand .....	6
4.1.2	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA3.3).....	7
4.1.3	Flottenzusammensetzung .....	7
4.1.4	Verkehrssituation nach HBEFA3.3 .....	8
4.1.5	Emissionsberechnung.....	8
4.2	Basisfall 2018 und Trendprognose für 2019 / 2020.....	9
4.3	Maßnahmen .....	11
4.3.1	Durchfahrtsverbot für Lkw>7,5 t zul. Gesamtgewicht.....	11
4.3.2	Einschätzung des Wirkungspotenzials für die Einführung von T30/T40.....	11
4.3.3	Kombination von Lkw-Durchfahrtsverbot und Einführung T30/T40.....	12
4.3.4	Einführung Radschutzstreifen .....	12
4.3.5	Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen .....	12
<b>5</b>	<b>Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Immissionen</b> .....	<b>14</b>
5.1	Abschätzung der zu erwartenden Immissionsbelastung am Hot Spot Eugen- Adolff-Straße .....	14
5.2	Mikroskalige, flächige Ausbreitungsrechnung .....	14
<b>6</b>	<b>Immissionsseitige Auswirkungen</b> .....	<b>15</b>
6.1	Beurteilungsgrundlagen.....	15
6.2	Bestimmung der Gesamtbelastung.....	15
6.2.1	Hintergrundbelastung.....	15
6.2.2	Jahresmittelwerte .....	15
6.2.3	Kurzzeitwerte .....	16
6.3	Ergebnisse .....	16

7	Anhang.....	25
8	Literaturverzeichnis .....	27

## Tabellenverzeichnis

Tab. 6-1:	Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [15].	15
Tab. 6-2:	Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet.	15
Tab. 6-3:	Fallbezeichnung und -beschreibung.	17

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Luftbild des Untersuchungsgebietes Eugen-Adolff-Straße, Maßstab 1:1000 (Plangebiet rot hinterlegt) [2].	5
Abb. 4-1:	Flottenzusammensetzung Backnang 2018 bis 2020 für Pkw, INfz (leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht), sNob (schwere Nutzfahrzeuge > 3,5 t zul. Gesamtgewicht ohne Busse) und Bus	8
Abb. 4-2:	Prognostizierte Trendentwicklung (ohne Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen) der Verkehrsbelastungen (DTV) und der NO <sub>x</sub> -Abgasemissionen des Straßenverkehrs für den Belastungsschwerpunkt Eugen-Adolff-Straße in Backnang 2018 bis 2020.	10
Abb. 4-3:	Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen (für NO <sub>x</sub> ) für den Maßnahmenfall „Verkehrslenkung und Parkleitsystem“ (VL), Belastungsschwerpunkt Eugen- Adolff-Straße.	13
Abb. 6-1:	Gegenüberstellung der berechneten Immissionskonzentration an der Luftmessstation für die betrachteten Fälle.	18
Abb. 6-2:	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeniveau – Basisfall (Istbebauung und Emissionen von 2018 E.-A.-Str.).	21
Abb. 6-3:	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeniveau für 2019: (Baulücke und Emissionen der Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).	22
Abb. 6-4:	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeniveau für 2020 (Baulücke und Emissionen für die Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).	23
Abb. 6-5:	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeniveau für 2020 (Istbebauung und Emissionen für die Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).	24

# 1 Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang

Im Bereich der Eugen-Adolff-Straße in Backnang, in der sich die Luftmessstation der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) befindet, wird der Immissionsgrenzwert für das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel aktuell überschritten. Zur Verbesserung der Luftqualität und möglichst kurzfristigen Einhaltung des Grenzwertes sind unterschiedliche verkehrliche Maßnahmen im Gespräch. Ziel dieses Gutachten ist es, die Wirkung dieser Maßnahmen zu bestimmen und zu bewerten.

Neben dem Basisfall für das Jahr 2018 sowie den Trendfällen (ohne Umsetzung einer Maßnahme) für die Jahre 2019 und 2020 werden folgende Maßnahmen, die allesamt den Verkehr betreffen, untersucht:

- ein LKW Durchfahrtsverbot (LKW-DV) > 7,5 t
- ein Tempolimit von 30 bzw. 40 km/h auf der Eugen-Adolff-Straße
- die Kombination von LKW-DV und Tempolimit
- die Kombination von LKW-DV und Tempolimit sowie einem Radschutzstreifen auf der Straßennordseite der Eugen-Adolff-Straße.

Zusätzlich geprüft wird die Auswirkung eines Gebäudeabrisses auf der Südseite der Eugen-Adolff-Straße. Dies ist allerdings keine Maßnahme, sondern stellt den Übergangszustand zwischen dem heutigen Istzustand und der später geplanten Bebauung dar.

Die Trendfälle sowie die Wirkung der ersten beiden Maßnahmen und deren Kombination werden im Sinne eines Screenings aus dem Messwert für das Jahr 2018 abgeleitet.

Die Bewertung der Wirkung eines zusätzlichen Radschutzstreifens sowie die Auswirkungen eines Gebäudeabrisses auf die Immissionssituation werden auf Basis mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsberechnungen ermittelt.

Das IB Rau wurde von der Stadt Backnang 13.12.2018 mit dieser Untersuchung beauftragt.

Das Gutachten gliedert sich wie folgt:

Kapitel 2 beschreibt die allgemeine Vorgehensweise und Methodik bei der Bestimmung und Bewertung der Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität. In Kapitel 3 wird das Untersuchungsgebiet mit der zu berücksichtigenden, baulichen Planung kurz beschrieben. Kapitel 4 umfasst die Emissionsbestimmung für den Straßenverkehr, basierend auf den zur Verfügung gestellten Verkehrsdaten. In Kapitel 5 werden die Methoden und Randbedingungen für die Ermittlung der Immissionskonzentration erläutert. Darauf aufbauend werden in Kapitel 6 die Vorgehensweise zur Ermittlung der Immissionsgesamtbelastung sowie die Ergebnisse der Immissionsprognose diskutiert und in Bezug zu den maßgeblichen Grenzwerten bewertet.

## 2 Vorgehensweise und Methodik

An der Luftmessstation Eugen-Adolff-Straße in Backnang werden seit 2016 Luftschadstoffmessungen durchgeführt. In den letzten drei Jahren wurde der NO<sub>2</sub>-Grenzwert deutlich überschritten. Im Rahmen der Luftreinhalteplanung wurden zur Verbesserung der lufthygienischen Situation verschiedene Maßnahmenzenarien entwickelt, die im Rahmen dieses Gutachtens untersucht werden.

Da an der Messstelle lediglich Überschreitungen für Stickstoffdioxid auftreten, werden in dieser Untersuchung nur Stickoxide betrachtet.

Erster Schritt der lufthygienischen Untersuchung ist die Ermittlung der durch den Verkehr in der Eugen-Adolff-Straße verursachten Emissionsbelastung. Dabei wird unter Berücksichtigung des Verkehrsaufkommens und des Verkehrsablaufs eine differenzierte Emissionsbestimmung durchgeführt.

Zweiter Schritt ist die Berechnung der Immissionsbelastung. Sie erfolgt zum einen durch eine Abschätzung der Immissionskonzentration, ausgehend von dem aktuellen Messwert in der Eugen-Adolff-Straße für das Jahr 2018 (Basisfall) und den Emissionsänderungen durch die entsprechenden Maßnahmen, zum anderen durch eine detaillierte Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung (Detailmodell) für die Maßnahmen, die durch Veränderungen der Bebauungsstruktur bzw. Lage der Quellen im Straßenraum geprägt sind.

Dritter Schritt ist die Ermittlung der statistischen Kennwerte (Jahresmittelwerte, Kurzzeitwerte) der Gesamtbelastung, die anhand der gültigen Grenzwerte bewertet werden. Hierzu werden zum einen meteorologische Daten, zum anderen Werte für die Hintergrundbelastung benötigt, die für das Untersuchungsgebiet repräsentativ sind. Im vorliegenden Fall wurde auf berechnete Ausbreitungsklassenstatistiken (SynAKS) zurückgegriffen, die flächendeckend in einem Raster von 500 x 500 m<sup>2</sup> für ganz Baden-Württemberg vorliegen. Für die Hintergrundbelastung wurden Messwerte der LUBW herangezogen. Die statistischen Kennwerte der Immissionsgesamtbelastung werden schließlich anhand der maßgeblichen Grenzwerte der 39. BImSchV bewertet.

Betrachtet werden in dieser Untersuchung folgende Fälle:

### **Basisfall 2018:**

Der Basisfall umfasst die verkehrliche Istsituation (Bezugsjahr 2018) mit der derzeitigen Bebauung im Plangebiet. Das Bezugsjahr 2018 für die Emissionen wurde gewählt, um die an der Messstelle mit dem Detailmodell berechneten Immissionskonzentrationen mit dem Messwert für das Jahr 2018 vergleichen zu können.

### **Trendfälle 2019 und 2020:**

Diese beiden Trendfälle beschreiben die Emissionssituation für die Bezugsjahre 2019 und 2020 unter Berücksichtigung der ab dem Jahr 2019 vollständig auf Euro VI umgestellten Busflotte und

zusätzlich der ab 2020 im Green City Plan entwickelten Maßnahme „Verkehrslenkung und Parkleitsystem“ bei der derzeitigen Bebauung. Sie bilden die Basis für die Maßnahmenfälle.

**Maßnahmenfälle 2019 / 2020:**

Die folgenden zwei Einzelmaßnahmen wurden für die Bezugsjahre 2019 und 2020 untersucht:

- Lkw-Durchfahrtsverbot >7,5t
- Tempolimit 30 km/h / Tempolimit 40 km/h.

Zusätzlich wurde die Kombination dieser beiden Einzelmaßnahmen

- LKW-DV und Tempolimit 30 km/h / Tempolimit 40 km/h

sowie diese Kombination in Verbindung mit einem Radschutzstreifen auf der Straßennordseite

- LKW-DV, Tempolimit 30 km/h / Tempolimit 40 km/h und Radschutzstreifen (zum einen mit Baulücke (Eugen-Adolff-Straße 26 – 28) für 2019 und 2020 und zum anderen mit Istbebauung für 2020) geprüft.

### **3 Untersuchungsgebiet**

#### **3.1 Untersuchungsgebiet und Ist-Bebauung**

Die Eugen-Adolff-Straße liegt südlich der historischen Innenstadt von Backnang. Die Straße führt, von Osten kommend, zum einen Richtung Westen zur Bundesstraße B14 und zum anderen in Richtung Norden in das Stadtzentrum von Backnang. Auf der Straßensüdseite befinden sich vornehmlich Gebäude mit gewerblicher Nutzung. Weiter südlich, weitestgehend parallel zum Straßenverlauf, verläuft ein Schienenweg der Deutschen Bahn mit Regional- und Güterverkehr. Die Straßennordseite ist weitgehend durch Wohnbebauung geprägt. Aufgrund der dichten, teilweise geschlossenen Bebauung hat die Eugen-Adolff-Straße Straßenschluchtcharakter mit eher schlechten Austauschbedingungen. Die Gebäude Eugen-Adolff-Straße 26 – 28, die in nächster Zukunft abgerissen werden sollen, sind in Abb. 3-1 rot umrandet. Die Luftbildaufnahme stellt in etwa das Untersuchungsgebiet dar.

#### **3.2 Geplante bauliche Änderung zur Berücksichtigung bei der Ausbreitungsrechnung**

Vorgesehen ist der Abriss der Gebäude Eugen-Adolff-Straße 26 - 28, wobei zu einem späteren Zeitpunkt wieder eine Bebauung realisiert wird. Die durch den Abriss entstehende Baulücke umfasst einen Streckenabschnitt von ca.100 m. Dadurch wird die bisher geschlossene Bebauungsstruktur auf der Straßensüdseite aufgebrochen und das lokale Strömungs- und Ausbreitungsfeld verändert.

Die durch den Abriss zu erwartenden lokalen Veränderungen und deren Einfluss auf das Strömungs- und Ausbreitungsfeld wurden bereits im September 2018 mit dem Ausbreitungsmodell Miskam mikroskalig modelliert [1].

Im Rahmen dieser Untersuchung wird nun zusätzlich für den baulichen Istzustand sowie den „Zwischenzustand“ mit Gebäudeabbriss die Auswirkung eines Radschutzstreifens auf der Straßennordseite auf die Immissionsbelastung untersucht. Hierbei erfolgt eine Verlagerung der Fahrspuren auf dem gesamten, zu untersuchenden Streckenabschnitt um 1,5 m Richtung Süden.





Abb. 3-1: Luftbild des Untersuchungsgebietes Eugen-Adolf-Strasse, Maßstab 1:1000 (Plangebiet rot hinterlegt) [2].

## 4 Ermittlung der NO<sub>x</sub>-Emissionen

Der Fokus der Betrachtungen liegt hier auf den NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs. Im Abgas von Fahrzeugen treten sowohl NO- als auch NO<sub>2</sub>-Emissionen auf. Die Summe der beiden Komponenten wird als NO<sub>x</sub>-Emission ausgewiesen. Die Abgasgesetzgebung (Euro-Normstufen) bezieht sich auf die Regelung der maximal zulässigen Höhe dieser NO<sub>x</sub>-Emissionen unter definierten Randbedingungen.

Der Anteil der NO<sub>2</sub>-Emissionen an den NO<sub>x</sub>-Emissionen liegt im Bereich von 5% (Benziner) bis ca. 50% (Diesel-Pkw Euro 4 mit Partikelfilter) und hängt maßgeblich von den eingesetzten Abgasnachbehandlungssystemen ab. Sowohl die NO- als auch die NO<sub>2</sub>-Emissionen tragen zu den NO<sub>2</sub>-Gesamtimmissionen (vgl. Kap.5) bei, die NO<sub>2</sub>-Abgasemissionen vollständig und die NO-Emissionen zu dem Teil, zu dem sie durch photochemische Umwandlungsprozesse in NO<sub>2</sub> umgewandelt werden (Ozonchemie).

Die Emissionsberechnungen für die hier vorliegende Untersuchung wurden im Prinzip analog zu den Arbeiten für den Masterplan Backnang durchgeführt, wobei teilweise eine Aktualisierung der Grundlagedaten erfolgte.

### 4.1 Datengrundlagen

Die Emissionen des Straßenverkehrs sind neben der Fahrzeugtechnik (Flottenzusammensetzung) vor allem von der Verkehrsmenge und der Verkehrssituation bzw. Verkehrsqualität (frei fließend bis zu Stau) abhängig.

Die wichtigsten Eingangsdaten für die Emissionsberechnungen werden im Folgenden kurz erläutert.

#### 4.1.1 Fahrzeugbestand

Für die Berechnung der NO<sub>x</sub>-Abgasemissionen des Straßenverkehrs stellt die Flottenzusammensetzung eine wichtige Eingangsgröße dar. Diese leitet sich aus dem Fahrzeugbestand unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fahrleistungsanteile ab.

Vom Kraftfahrt-Bundesamt werden für den Pkw-Bestand differenzierte Daten auf Kreisebene regelmäßig veröffentlicht [3]. Der Anteil der Diesel-Pkw am Bestand (Stand 01.01.2018) liegt für das Analysejahr im Zulassungsbezirk Rems-Murr-Kreis bei 31,5%. Der Anteil der Pkw, die bereits die Euro 6 Norm erfüllen, liegt bei 21,2%. Der Dieselanteil an den Euro-6-Pkw liegt bei 36,4%.

Für die Trendprognose 2020 wird davon ausgegangen, dass sich aufgrund der kontinuierlichen Neuzulassungen und Fahrzeughöschungen der Anteil der Pkw, die die Euro 6 Norm einhalten, stetig erhöhen wird. Der Anteil der Diesel-Pkw an den Pkw-Neuzulassungen wurde aufgrund der Entwicklungen in den letzten zwei Jahre aktuell mit ca. 35% etwas niedriger angesetzt als in früheren Prognosen. Für die Diesel-Pkw muss ab September 2019 Euro 6dtemp und ab September 2021 Euro 6dfinal eingehalten werden. Dies wird aufgrund der damit verknüpften

verschärften Randbedingungen für die Einhaltung der Abgasgrenzwerte (RDE Real Driving Emissions) zu deutlich niedrigeren NO<sub>x</sub>-Realemissionen führen und wurde bei den Emissionsberechnungen entsprechend berücksichtigt.

Bezüglich des Anteils von E-Fahrzeugen wurde ausgehend vom aktuellen Stand (2018 sind 0,15% der gemeldeten Pkw E-Fahrzeuge [3]) für die Trendprognose ein deutlicher Anstieg bei den Neuzulassungen angesetzt.

Entsprechende Entwicklungen führen auch bei den Nutzfahrzeugen zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Fahrzeugbestandes im Hinblick auf das Emissionsverhalten, wobei bei den schweren Nutzfahrzeugen der Anteil der Fahrzeuge, die die Euro VI Norm einhalten, schon heute größer ist als bei den Pkw.

#### **4.1.2 Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA3.3)**

Wesentliche Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen stellt das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs aktuell in der Version 3.3 (HBEFA3.3) [4] dar. Dieses enthält pro Fahrzeugart für jede einzelne Fahrzeugschicht (unterschieden nach Motorkonzept, Euronormstufe, Hubraum, Gewichtsklasse, etc.) pro Verkehrssituation sogenannte Schichtemissionsfaktoren für verschiedene Abgaskomponenten. Die Schichtemissionsfaktoren geben die charakteristischen spezifischen Abgasemissionen für die betrachtete Verkehrssituation in g/(Fzg\*km) an. Diese wurden im Rahmen umfangreicher europäischer Projekte ermittelt, wobei zunächst typische Real-World-Fahrzyklen definiert und daraus die sogenannten Verkehrssituationen abgeleitet worden waren (Vgl. [5] und [6]).

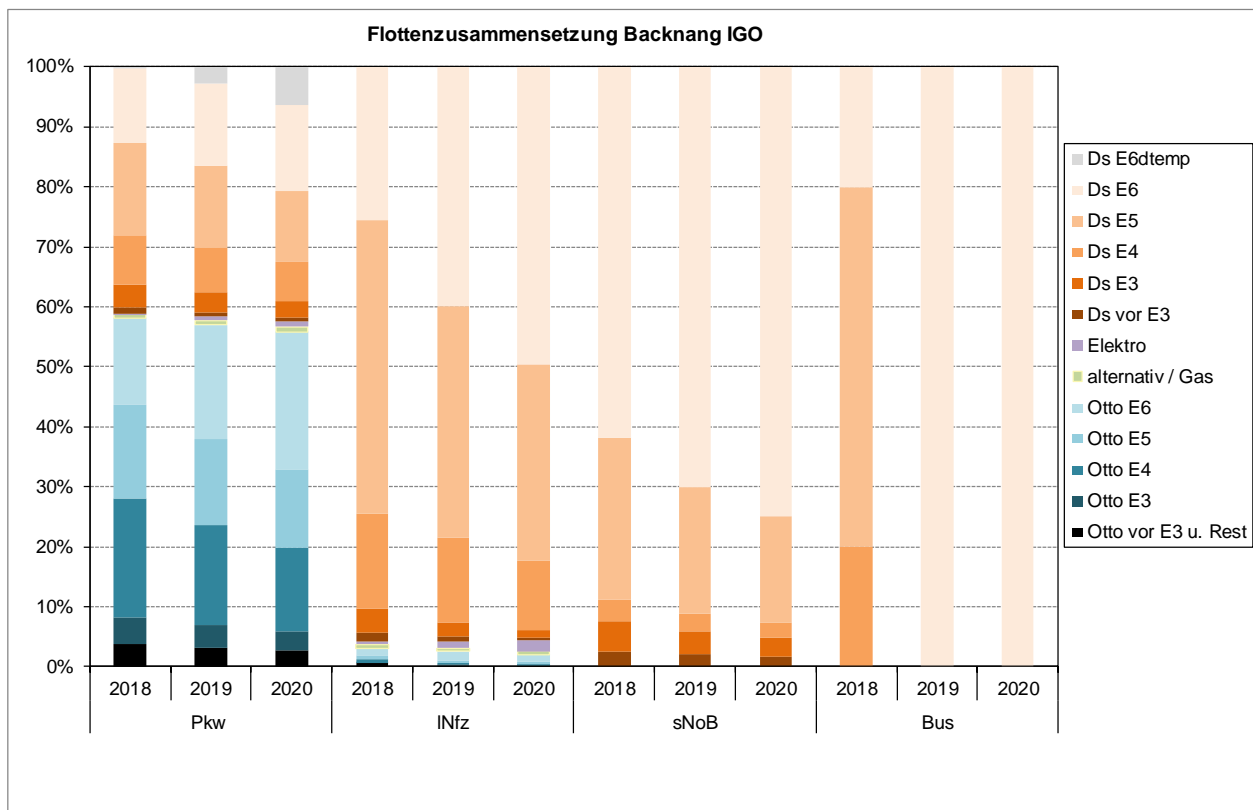
#### **4.1.3 Flottenzusammensetzung**

Die charakteristische Flottenzusammensetzung nach Fahrzeugschichten (differenziert gemäß der Aufteilung im HBEFA3.3) wurde unter Berücksichtigung der erwarteten Trendentwicklung für die Pkw und die leichten Nutzfahrzeuge (< 3,5 t zulässiges Gesamtgewicht) auf Basis der Prognose regionaler Bestandsdaten für den Rems-Murr-Kreis unter Berücksichtigung der Methodik zur Bestandsprognose aus dem landesweiten Emissionskatasters BW abgeleitet. Es wurden hierbei die aktuellsten Daten aus dem landesweiten Emissionskataster BW berücksichtigt.

Für die schweren Nutzfahrzeuge (>3,5 t zulässigem Gesamtgewicht), die überwiegend überregional eingesetzt werden, wurde die bundesmittlere Flottenzusammensetzung aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.3 (HBEFA3.3) verwendet. Bei der bundesmittleren innerörtlichen Flotte entfallen 29 % auf das Teilssegment Lkw 3,5–7,5 t.

Für die Busflotte wurde, gemäß den Angaben der Stadt, für das Basisjahr 2018 von 20% schlechter Euro V, 60% Euro V und 20% Euro VI Bussen und für die Prognosejahre 2019 und 2020 von 100% Euro VI Bussen ausgegangen.

Aggregiert auf Konzeptebene (Euronorm-Stufen) ist die Abb. 4-1 pro Fahrzeugkategorie die Flottenzusammensetzung für die Jahre 2018, 2019 und 2020 dargestellt.



**Abb. 4-1: Flottenzusammensetzung Backnang 2018 bis 2020 für Pkw, INfz (leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zul. Gesamtgewicht), sNoB (schwere Nutzfahrzeuge > 3,5 t zul. Gesamtgewicht ohne Busse) und Bus**

#### 4.1.4 Verkehrssituation nach HBEFA3.3

Die Emissionsfaktoren sind im HBEFA3.3 für unterschiedliche Fahr-/Straßen- und Verkehrszustände angegeben. Diese wurden in einem Schema von Verkehrssituationen kategorisiert und hängen im Wesentlichen von den Parametern Straßenfunktion, Ortslage, Tempolimit und Verkehrsqualität (Level of Service) ab. Für die Emissionsberechnung wird jedem Streckenabschnitt eine im Tagesgang variable Verkehrssituation zugeordnet. Die Verkehrssituation hängt maßgeblich von der Verkehrsqualität bzw. dem Störungsgrad des Verkehrsablaufs (Level of Service) ab. Dieser beschreibt die Qualität des Verkehrsflusses und wird über den Tagesgang der Verkehrsstärken und des Auslastungsgrades abgeleitet.

#### 4.1.5 Emissionsberechnung

Zur Emissionsberechnung wurde das Modell *roadTEIM* eingesetzt, das aus den folgenden drei Hauptmodulen besteht:

- (1) Das Emissionsfaktorenmodul basiert im Wesentlichen auf den Daten der HBEFA-Emissionsfaktorendatenbank (auf Fahrzeugschichtebene). Ergänzende Daten für weitere in HBEFA nicht enthaltene Schadstoffe und Schichten sind integriert. Des Weiteren wird zur Ermittlung der charakteristischen Emissionsfaktoren pro Fahrzeugart, insbesondere für die Pkw und INfz, die regionale Flottenzusammensetzung berücksichtigt. Die

Emissionsfaktoren werden pro Fahrzeugart für ausgewählte Bezugsjahre für alle relevanten Verkehrssituationen und Verkehrszustände (Level of Service) berechnet. Dabei wird ein Kaltstarteinfluss auf die Emissionshöhe berücksichtigt (in Abhängigkeit von typischen Fahrtweitenverteilungen, Außentemperatur und Motortemperatur bzw. Abstellzeit).

- (2) Im Verkehrsmodul werden pro Streckenabschnitt die zeitlich aufgelösten Daten der Verkehrsstärken (differenziert nach Fahrzeugarten) und des Verkehrsablaufs (Geschwindigkeit und Verkehrsablaufbedingungen in Abhängigkeit vom Störungsgrad von frei fließend bis Stop&Go) ermittelt. Standardmäßig werden Stundenwerte für die Tagesgruppen Mo-Fr, Sa und So berechnet. Auf Basis dieser Daten werden pro Streckenabschnitt die charakteristischen Verkehrssituationen gemäß der Definition in HBEFA für jede Tagesstunde abgeleitet.
- (3) Im Emissionsmodul werden die Emissionen pro Streckenabschnitt und Fahrzeugart auf Basis der Ergebnisse des Verkehrsmoduls und des Emissionsfaktorenmoduls berechnet. Die Ergebnisse werden zu Jahreswerten aggregiert. Die Daten können im Weiteren u.a. als Eingangsdaten für Immissionsberechnungen verwendet werden.

#### **4.2 Basisfall 2018 und Trendprognose für 2019 / 2020**

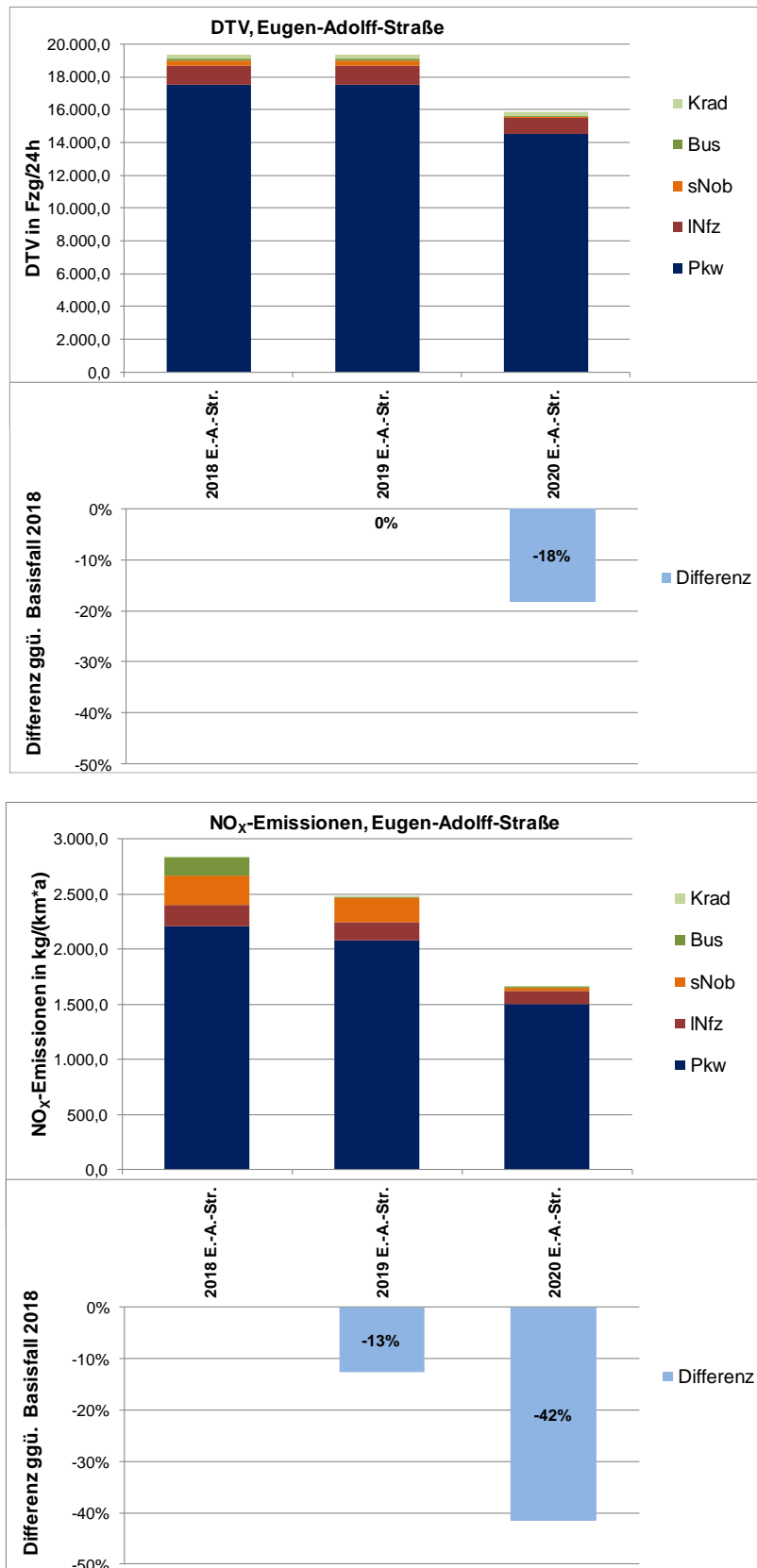
Die im Rahmen der Arbeiten für den Masterplan Backnang erstellte Verkehrsdatenbasis wurde für den Belastungsschwerpunkt Eugen-Adolff-Straße anhand aktueller Ergebnisse einer Verkehrszählung – hochgerechnet auf jahresmittlere Verhältnisse - und zusätzlichen Angaben zur Anzahl der im Linienverkehr verkehrenden Busse aktualisiert. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung liegt im Basisjahr 2018 bei ca. 19.500 Kfz/24h, der Anteil des Schwerverkehrs (schweren Nutzfahrzeuge und Busse) bei 2%.

Ergänzend wurde für die Trendprognose angenommen, dass die im Masterplan untersuchte Maßnahme „Verkehrlenkung und Parkleitsystem (VL)“ im Jahr 2020 bereits umgesetzt wird und daher in der Trendprognose zu berücksichtigen ist. Die Verkehrsbelastung für diesen Fall wurde aus der Verkehrsdatenbasis des Masterplans übernommen, wobei der jetzt separat betrachtete Linienbusverkehr entsprechend ergänzt wurde. Insgesamt führt diese Maßnahme zu einer deutlichen Reduktion der Verkehrsbelastung von -18%. Außerdem wird aufgrund des Lkw-Durchfahrtsverbots >7,5 t zul. Gesamtgewicht der Anteil des Schwerverkehrs deutlich reduziert.

Unter Berücksichtigung der Verkehrsdaten und der aus der charakteristischen Flottenzusammensetzung ermittelten Emissionsfaktoren pro Verkehrssituation wurden die Emissionsberechnungen sowohl für den Basisfall 2018 als auch für die Trendprognose 2019 und 2020 durchgeführt.

Die für den Belastungsschwerpunkt Eugen-Adolff-Straße ermittelten Ergebnisse sind in Abb. 4-2 dargestellt. Für die NO<sub>x</sub>-Emissionen ergeben sich Reduktionen, und zwar werden bis 2019 Minderungen von ca. -13%, bis 2020 sogar bis -42% bezogen auf die Ausgangssituation 2018 prognostiziert. Ursache liegt in der kontinuierlichen Veränderung der Fahrzeugflotte hin zu

emissionsärmeren Fahrzeugen und im Fall 2020 verstärkt durch die reduzierte Verkehrsbelastung.



**Abb. 4-2: Prognostizierte Trendentwicklung (ohne Umsetzung zusätzlicher Maßnahmen) der Verkehrsbelastungen (DTV) und der NO<sub>x</sub>-Abgasemissionen des Straßenverkehrs für den Belastungsschwerpunkt Eugen-Adolf-Straße in Backnang 2018 bis 2020.**

### 4.3 Maßnahmen

Im folgenden Kapitel werden die verkehrlichen und emissionsseitigen Wirkungen der Maßnahmen beschrieben.

#### 4.3.1 Durchfahrtsverbot für Lkw > 7,5 t zul. Gesamtgewicht

Es wird ein Lkw-Durchfahrtsverbot für Lkw > 7,5 t zul. Gesamtgewicht angesetzt. Es wurde angenommen, dass die Lkw > 7,5 t zu 100 % ausgesperrt werden. Die Lkw bis 7,5 t zul. GG können weiterhin fahren, dies sind 29 % der gesamten schweren Nutzfahrzeuge > 3,5 t. Entsprechend wurde die Flottenzusammensetzung für die schweren Nutzfahrzeuge so angepasst, dass nur noch die Schichten der Lkw 3,5-7,5 t berücksichtigt wurden und die Emissionsfaktoren neu ermittelt.

#### 4.3.2 Einschätzung des Wirkungspotenzials für die Einführung von T30/T40

Im Hinblick auf die Wirkung eines Tempolimits T30 oder T40 an Hauptverkehrsstraßen auf die Luftschadstoffemissionen gibt es keine eindeutige Wirkungsrichtung. Es hängt vor allem von den lokalen Randbedingungen ab, ob durch solch ein Tempolimit die Emissionen reduziert werden können. Im Auftrag der LUBW wurde von AVISO auf Basis der Ergebnisse von umfangreichen Messfahrten zur Wirkungsermittlung von T30 in verschiedenen Städten in BW ein sogenanntes Ersteinschätzungsschema für die Ableitung der Wirkungsrichtung von T30 erstellt [7], das hier für die Situation in Backnang angewendet wurde.

Wie in der Zusammenfassung der Ergebnisse aus [7] beschrieben (vgl. Anhang), zeigt die Einführung von T30 dann eine positive Wirkung (Emissionsreduktion), wenn der Verkehrsablauf im Ist-Zustand Störungen (und vergleichsweise wenig Konstantfahrt-Phasen) aufweist. Auch treten bei Steigungsstrecken und höheren Lkw-Anteilen tendenziell eher positive Wirkungen auf.

Bei den durch Messfahrten in BW ermittelten Wirkungspotenzialen für T30 statt T50 an Hauptverkehrsstraßen lag die Änderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Bereich von 0% bis -10%. Für T40 wird von ähnlichen Abhängigkeiten ausgegangen, die Wirkung kann tendenziell sogar etwas besser sein als für T30. Dies hängt stark von den lokalen Randbedingungen ab. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Wirkung für Situationen mit einer vergleichbaren Anzahl von Störungen bei T50 und T30/T40 gültig ist, d.h. die Minderung sich überwiegend durch das Kappen der Emissionsspitzen bei den Beschleunigungsvorgängen ergibt. Wird bei der Einführung von T30/T40 zusätzlich eine Verflüssigung des Verkehrsablaufs erzielt, d.h. die Anzahl der Störungen reduziert, sind auch noch höhere Minderungen möglich, da die emissionsintensiven Beschleunigungsphasen komplett entfallen.

In der Literatur finden sich nur wenige Beispiele für die Ermittlung emissionsseitiger Wirkungen durch T30 oder T40. Für Berlin wurden vergleichsweise hohe Wirkungen durch die Einführung von T30 ermittelt, abgeleitet aus der Gegenüberstellung von gemessenen Immissionen an verschiedenen Straßen [8]. Die immissionsseitigen Minderungen lagen bei -5 µg/m<sup>3</sup> und darüber.

Aktuell werden für Berlin Messfahrten zur Überprüfung und Evaluation der Einführung von T30 auf ausgewählten Abschnitten von Hauptverkehrsstraßen durchgeführt. Ergebnisse hierzu liegen noch nicht vor.

Im Rahmen einer aktuellen Untersuchung für Freiburg [9] wurde für die Einführung von T30 auf der B31 eine immissionsseitige Wirkung von  $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt, wobei eine zusätzliche Optimierung der Lichtsignalanlagen angenommen wurde. Die Basis dieser Wirkungsermittlung bildeten Messfahrten.

Für Stuttgart wurde im Fall einer Einführung von T40 an Steigungsstrecken von einer Reduktion der  $\text{NO}_x$ -Emissionen von -5% ausgegangen [10].

Für Tübingen wurde in [11] eine  $\text{NO}_x$ -Emissionsminderung von -2% für T30 statt T50 und in [12] eine zusätzliche Emissionsminderung von ca. -3-4% für T40 ermittelt, wobei ein Befolgungsgrad von 100% vorausgesetzt wurde.

Für den Belastungsschwerpunkt an der Eugen-Adolff-Straße in Backnang wurde eine Ersteinschätzung zur Wirkungsrichtung der Einführung von T30 gemäß Ersteinschätzungsschema aus [7] durchgeführt. Aufgrund der vorhandenen Störungsstellen (Lichtsignalanlagen, Kurvigkeit, Grundstückzufahrten) wurde ein Konstantfahrtanteil im Bereich von ca. 30-40% abgeschätzt. Unter Berücksichtigung des lokalen Lkw-Anteils (1-2%) und der Steigung (ca. 2%) ergibt sich gemäß Ersteinschätzungsschema eine schwache positive Wirkungsrichtung. Für die Emissionsberechnung wurde entsprechend eine Minderung der  $\text{NO}_x$ -Emissionen von -3% angesetzt.

Für T40 wird davon ausgegangen, dass die Wirkung in einer ähnlichen Größenordnung wie für T30 liegt. Daher werden die Ergebnisse der Wirkungsermittlung für T30/T40 ausgewiesen.

Eine genauere quantitative Ermittlung der Maßnahmenwirkung ist z.B. auf Basis von Messfahrten (T50 und T30/T40) möglich, um die lokalen Gegebenheiten konkret zu berücksichtigen.

#### **4.3.3 Kombination von Lkw-Durchfahrtsverbot und Einführung T30/T40**

Zusätzlich wurde die emissionsseitige Wirkung der Kombination der beiden Maßnahmen Lkw-Durchfahrtsverbot und Einführung von T30/T40 ermittelt.

#### **4.3.4 Einführung Radschutzstreifen**

Die Maßnahme „Einführung eines Radschutzstreifens“ auf der Straßennordseite der Eugen-Adolff-Straße beinhaltet nur die Verlagerung der Emissionen 1,5 m nach Süden. Die Höhe der Emissionen bleibt unverändert. Untersucht wurde der Einfluss des Radschutzstreifens auf die Immissionsbelastung für die Emissionsfälle 2019 Lkw + T30/T40 und 2020 Lkw + T30/T40.

#### **4.3.5 Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen**

Die Ergebnisse der Emissionsberechnungen sind in Abb. 4-3 dargestellt. Durch die Maßnahme „Lkw-Durchfahrtsverbot“ werden für das Jahr 2019 Minderungen der  $\text{NO}_x$ -Emissionen von -8%



für die Eugen-Adolf-Straße prognostiziert. Für das Prognosejahr 2020 fällt die Minderung geringer aus, da bereits der Trendfall 2020 eine deutliche Reduktion des Lkw-Verkehrs enthält und daher die zusätzliche Aussperrung der Lkw >7,5 t zul. Gesamtgewicht nur noch eine Minderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von -1% bewirkt.

Für die Maßnahme „T30/T40“ wurden Reduktionen der NO<sub>x</sub>-Emissionen von -3% ermittelt. Für die Maßnahmenkombination liegen die NO<sub>x</sub>-Emissionsreduktion bei -10% in 2019 und bei -4% in 2020.

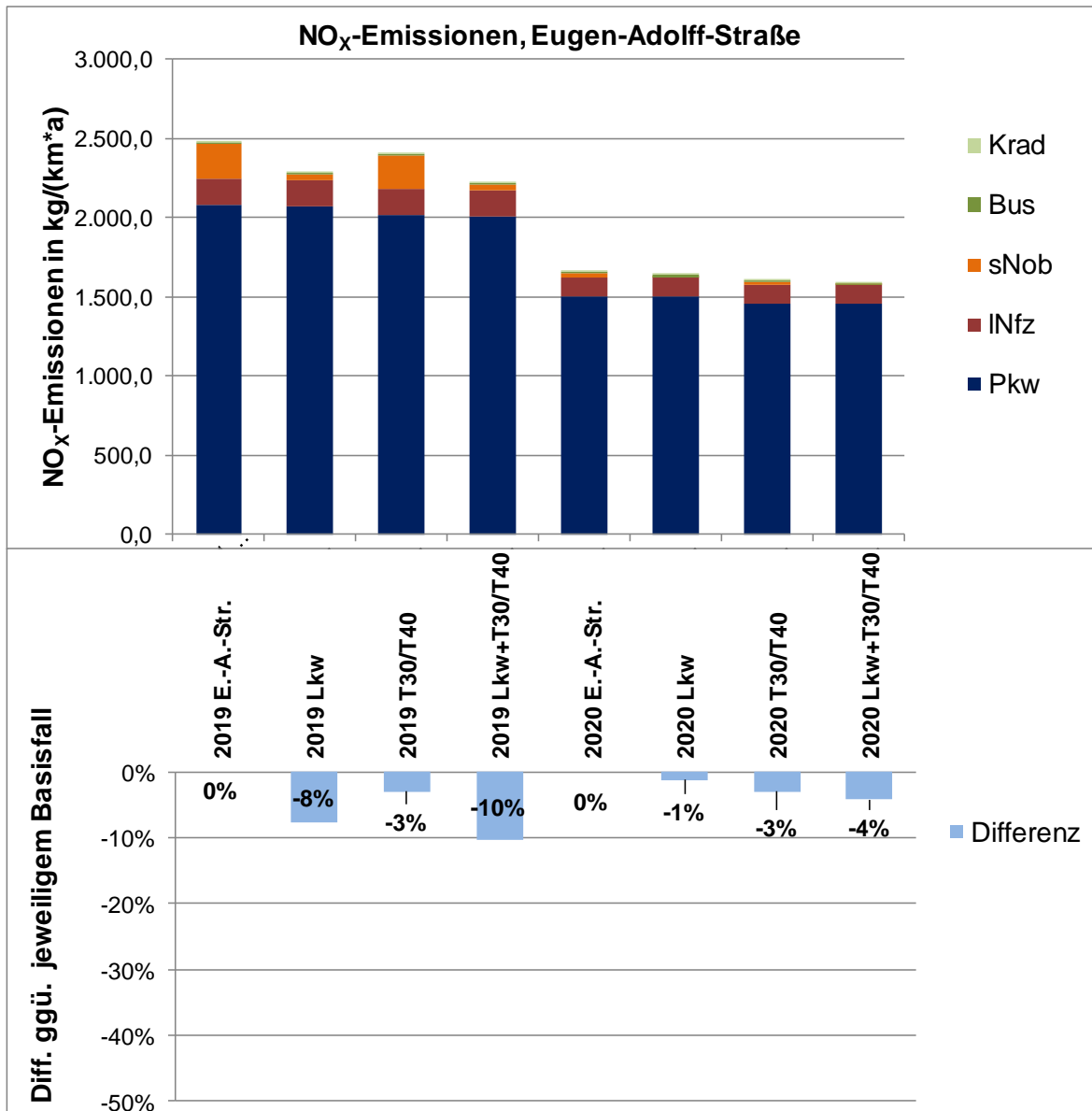


Abb. 4-3: Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen (für NO<sub>x</sub>) für den Maßnahmenfall „Verkehrlenkung und Parkleitsystem“ (VL), Belastungsschwerpunkt Eugén-Adolf-Straße.

## 5 Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Immissionen

In diesem Kapitel werden das Vorgehen und die Eingangsdaten, die für die Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte, detailliert beschrieben. Bei der Immissionsermittlung wird 2-stufig vorgegangen, und zwar werden für den Fall „Einführung eines Radschutzstreifens“ auf der Straßennordseite“ Detailberechnungen mit dem Modell MISKAM durchgeführt, für alle weiteren Fälle werden Abschätzungen analog zum Masterplan für die Eugen-Adolff-Straße vorgenommen.

### 5.1 Abschätzung der zu erwartenden Immissionsbelastung am Hot Spot

#### Eugen-Adolff-Straße

Die prognostizierte Änderung der lokalen NO<sub>x</sub>-Emission ist proportional zu der Änderung der NO<sub>x</sub>-Immissionskonzentration. Somit lassen sich an der Messstelle die zu erwartenden Änderungen der NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentrationen bei einer Änderung der Emissionen unter Berücksichtigung der Ozonchemie sowie der zu erwartenden Abnahme der NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung in den nächsten Jahren ermitteln. Ausgangswert für das Abschätzverfahren ist der von der LUBW für den Zeitraum Januar bis November 2018 vorläufig ermittelte Messwert von 49 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub>.

Dieses Vorgehen erfolgt für die Trendprognosen sowie die Maßnahmenfälle Tempolimit 30/40 und Lkw Durchfahrtsverbot >7,5t auf Basis der in Kapitel 4 ermittelten Emissionen.

### 5.2 Mikroskalige, flächige Ausbreitungsrechnung

Zur Ermittlung der Auswirkungen, die die Veränderung der baulichen Strukturen aufgrund des Abrisses des Gebäudekomplexes Eugen-Adolff-Straße 26-28 und die Verlagerungen der Emissionen im Straßenraum um 1,5 m nach Süden durch die Einführung des Radschutzstreifens auf die Immissionssituation haben, muss eine detaillierte Strömungs- und Ausbreitungsmodellierung mit dem mikroskalierten Modell Miskam durchgeführt werden.

Das Modell MISKAM [13] [14] wurde an der Universität Mainz entwickelt und wird sowohl zu Forschungszwecken als auch im Rahmen gutachtlicher Tätigkeit eingesetzt. MISKAM beruht auf den grundlegenden strömungsmechanischen Grundgleichungen. Das Windfeld wird durch die numerische Lösung der Erhaltungsgleichungen für Impuls, Masse und Energie berechnet. Als Turbulenzmodell wird ein Standard-k,ε-Modell eingesetzt. Einzelne Gebäude und Hindernisse können explizit in ihrer Form aufgelöst werden. Das Modellsystem MISKAM umfasst ein Windfeldmodell sowie ein Eulersches Ausbreitungsmodell.

Die für die Windfeld- und Ausbreitungsmodellierung getroffenen Annahmen sind in [1] ausführlich beschrieben und wurden übernommen.

## 6 Immissionsseitige Auswirkungen

### 6.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionskonzentration von NO<sub>2</sub> werden die Grenzwerte der EU-Richtlinie 2008/50/EG herangezogen, die mit der 39. BImSchV [15], die seit 2010 in Kraft ist, in deutsches Recht umgesetzt wurde. Die Grenzwerte sind in Tab. 6-1 zusammengestellt.

Tab. 6-1: Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit [15].

Luftschadstoff	Immissionswert	statistische Definition	Zul. Übersch. Kalenderjahr	gültig
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert (1-Stundenmittel)	18 mal	seit 01.01.2010
	40 µg/m <sup>3</sup>	Grenzwert (Jahresmittel)	-	seit 01.01.2010

### 6.2 Bestimmung der Gesamtbelastung

Die Abschätzungen und die Berechnungen mit MISKAM liefern als Ergebnis die durch die Verkehrsemissionen für die einzelnen betrachteten Fälle im Untersuchungsgebiet verursachte Immissionszusatzbelastung. Die Immissionsgesamtbelastung ergibt sich durch Überlagerung der berechneten Zusatzbelastung mit der Hintergrundbelastung. Die Hintergrundbelastung ergibt sich aus den übrigen lokalen (städtischen) und regionalen Emissionsquellen und dem großräumigen Schadstofftransport.

#### 6.2.1 Hintergrundbelastung

Für den Istfall wurde der von der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg ermittelte Hintergrundmesswert im Bereich Backnang Burgplatz für das Jahr 2017 von 22 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> zugrunde gelegt [16]. Bis zum Jahr 2020 ist davon auszugehen, dass die Hintergrundbelastung abnehmen wird. Die Abschätzung der Abnahme der Hintergrundbelastung bis zum Prognosejahre 2020 basiert auf der IVU-Studie „Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010“ [17] und wurde in [18] beschrieben. Die so ermittelten Werte sind in Tab. 6-2 aufgeführt.

Tab. 6-2: Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet.

Szenario	2017	2018	2019	2020
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]
NO <sub>2</sub>	22,0	21,4	20,8	20,2

#### 6.2.2 Jahresmittelwerte

Mit den abgeleiteten charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung werden durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die statistischen Kenngrößen (Jahresmittelwerte für NO<sub>2</sub>) der Gesamtbelastung zum Vergleich mit den Grenzwerten berechnet. Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten muss bei Stickoxiden die NO-NO<sub>2</sub>-Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von

NO<sub>x</sub> nach NO<sub>2</sub> ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Stand der Technik war es bisher, die Umwandlung mittels des empirischen Modells nach Romberg [19], welches den NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsgrad als Funktion der NO<sub>x</sub>-Gesamtmission beschreibt, zu bestimmen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Romberg-Ansatz die Immissionskonzentrationen für Werte im Bereich des Grenzwertes befriedigend genau wiedergibt, aber für höhere Werte wegen des in den letzten Jahren angestiegenen Anteils der NO<sub>2</sub>-Direktemissionen unter den Messwerten liegt. Bei deutlich höheren Konzentrationen werden mit dem Romberg-Ansatz gegenüber Ansätzen mit Berücksichtigung einfacher Ozonchemie niedrigere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen berechnet.

Für die vorliegende Untersuchung wird aus diesem Grund für die Umwandlung der empirische Modellansatz nach Düring [20] herangezogen, der den NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsgrad als Funktion der NO<sub>x</sub>-Gesamtmission und der O<sub>3</sub>-Hintergrundkonzentration beschreibt. Hierzu werden die Messwerte für O<sub>3</sub> und NO von der nächstgelegenen Hintergrundmessstation in Ludwigsburg berücksichtigt, da an der Hintergrundstation vor Ort Ozon und NO nicht gemessen werden.

### 6.2.3 Kurzzeitwerte

Die 39. BImSchV [15], deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionswerten für die Jahresmittelwerte von NO<sub>2</sub> auch Immissionswerte für den Kurzzeitwert (Mittelungszeit 1 Stunde) von NO<sub>2</sub>, der nicht öfter als 18 Mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 99,8%-Wert). Messergebnisse an vielen bundesweiten Stationen an stark verkehrsbelasteten Straßen der letzten Jahre zeigen, dass die maximal zulässigen 18 Überschreitungen des 1-h-Wertes für NO<sub>2</sub> dann eingehalten werden können, wenn der Jahresmittelwert unter 60 µg/m<sup>3</sup> liegt. Ab einem Jahresmittelwert von 80 µg/m<sup>3</sup> hingegen kann von einer Überschreitung des Kurzzeitwertes ausgegangen werden [21]. Im Vorgriff sei darauf hingewiesen, dass die berechneten NO<sub>2</sub>-Immissionskonzentrationen in der Eugen-Adolff-Straße deutlich unter diesem Schwellenwert von 60 µg/m<sup>3</sup> liegen und somit keine Überschreitung des Kurzzeitwertes gegeben ist.

## 6.3 Ergebnisse

Die Abb. 6-1 zeigt eine Gegenüberstellung der abgeschätzten und berechneten Immissionskonzentrationen im Bereich der Luftmessstation der LUBW für alle berechneten Fälle. Die Definition der Fallkürzel zu Abb. 6-1 ist in Tab. 6-3 zu finden.

Im Jahr 2018 (bis einschließlich November) wurde an der LUBW-Messstation Eugen-Adolff-Straße ein mittlerer Wert von 49 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> gemessen. Es handelt sich hierbei um einen vorläufigen und noch nicht endbestätigten Wert. Dieser Wert stellt die Basis für die Abschätzungen dar.

Tab. 6-3: Fallbezeichnung und -beschreibung.

Fallbezeichnung	Beschreibung	Methode
2018 E.-A.-Str.	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2018 / Busflotte Ist / Istbebauung	Miskam / Abschätzung
2019 E.-A.-Str.	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2019 / Busflotte alle Euro 6 / Istbebauung	Abschätzung
2019 Lkw	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2019 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / Istbebauung	Abschätzung
2019 T30/T40	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2019 / Busflotte alle Euro 6 / TL 30/40 / Istbebauung	Abschätzung
2019 Lkw+T30/T40	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2019 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / TL 30/40 / Istbebauung	Abschätzung
2019 Lkw+T30/T40 + BL + Rad	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2019 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / TL 30/40 / Istbebauung / Radschutzstreifen	Miskam
2020 E.-A.-Str.	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Istbebauung	Abschätzung
2020 Lkw	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Istbebauung	Abschätzung
2020 T30/T40	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / TL 30/40 / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Istbebauung	Abschätzung
2020 Lkw+T30/T40	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / TL 30/40 / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Istbebauung	Abschätzung
2020 Lkw+T30/T40 + BL + Rad	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / TL 30/40 / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Baulücke / Radschutzstreifen	Miskam
2020 Lkw+T30/T40 + IB + Rad	Flotte Stuttgarter Umland KBA 2020 / Busflotte alle Euro 6 / Durchfahrverbot LKW für LKW > 7,5t / TL 30/40 / Verflüssigung und Parkleitsystem aus GCP / Istbebauung / Radschutzstreifen	Miskam

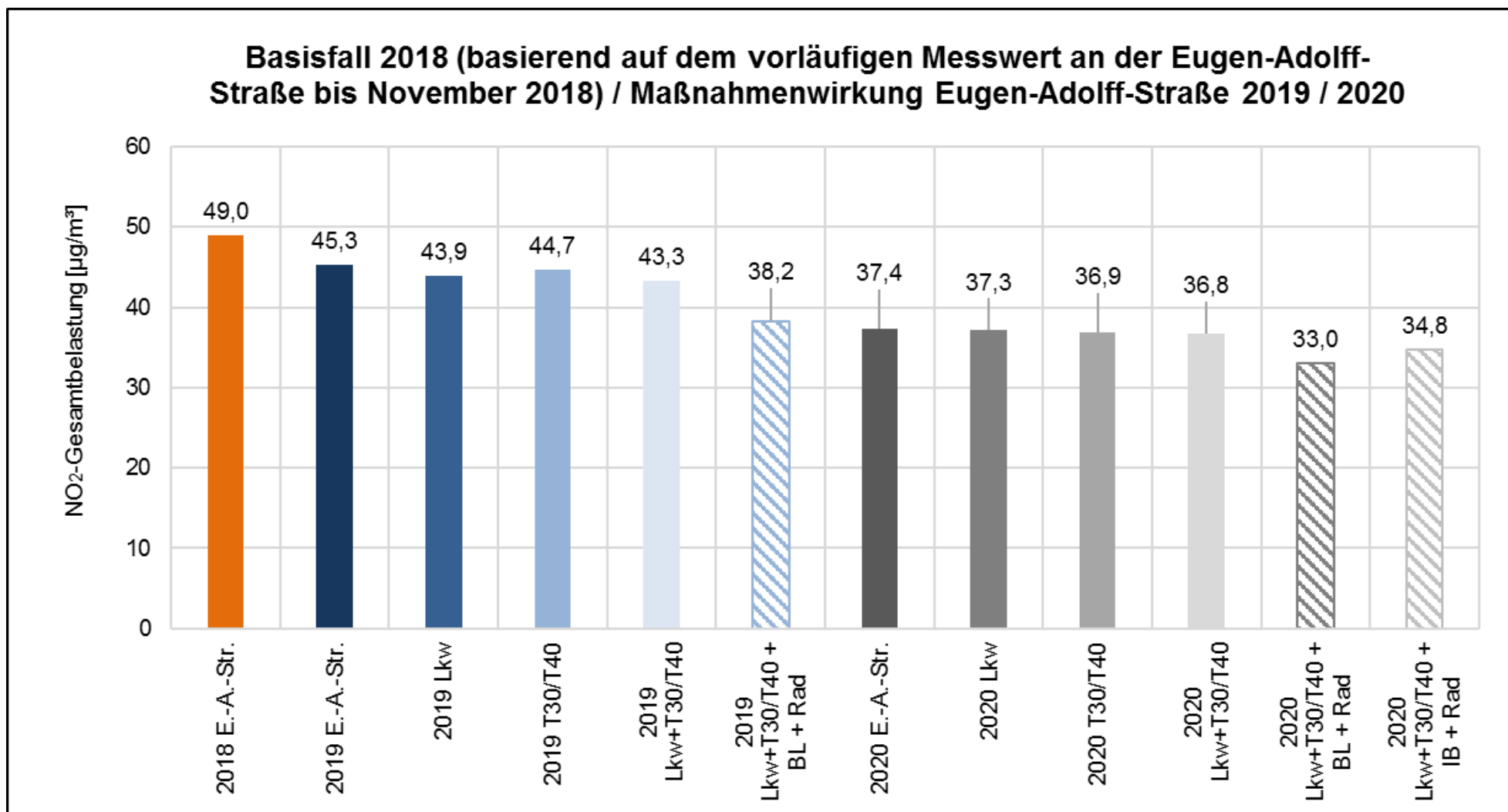


Abb. 6-1: Gegenüberstellung der berechneten Immissionskonzentration an der Luftmessstation für die betrachteten Fälle.

Er ist in Abb. 6-1 für das Jahr 2018 (Basisfall) als Balken in Orange dargestellt. Die Trendentwicklung in der Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2019 und die Erneuerung der Busflotte auf Euro 6 bewirken eine erhebliche Minderung der Immissionsbelastung auf  $45,3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$  (2019 E.-A.-Str.). Eine Verbesserung um  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ergibt sich durch ein zusätzliches Durchfahrverbot für Lkw > 7,5t (2019 Lkw). Ein Tempolimit auf 30 bzw. 40 km/h ist mit ca.  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  weniger wirksam (2019 T30/T40). Führt man beide Maßnahmen in 2019 (2019 Lkw+T30/40) durch, ergibt sich eine Gesamtminderung von ca.  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zur Entwicklung ohne zusätzliche Maßnahmen (2019 E.-A.-Str.). Werte unterhalb des festgelegten Immissionswertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  können durch die Verbesserung der Ausbreitungsbedingungen durch den Gebäudeabriss Eugen-Adolf-Str. 26-28 und die Einführung eines Radschutzstreifens auf der Straßennordseite bereits 2019 mit  $38,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2019 Lkw+T30/40+BL+Rad) erreicht werden.

Im Jahr 2020 ergibt sich durch die weiter fortschreitende Trendentwicklung der Fahrzeugflotte und die nun realisierten Maßnahmen des GCP Backnang (Verflüssigung und Parkleitsystem) [22] eine  $\text{NO}_2$  Immissionsbelastung von  $37,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , also eine Reduktion um fast  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Vergleich zum Trendfall „2019 E.-A.-Str.“. Die Maßnahmen Lkw Durchfahrverbot >7,5t und Tempolimit 30 bzw. 40 km/h (2020 Lkw, 2020 TL30/40, 2020 Lkw+TL30/40) bewirken 2020 eine Verminderung der Immissionsbelastung im Bereich von  $0,1$  bis  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ . Der Gebäudeabriss und der Radschutzstreifen führen zu einer zusätzlichen Verminderung der Immissionskonzentration an der Messstelle um ca.  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Würde die Baulücke zu einem späteren Zeitpunkt wieder mit ähnlicher Bebauung wie im Istzustand geschlossen werden, würde dies zu einem Anstieg der  $\text{NO}_2$ -Immissionskonzentration um ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  führen. Der Grenzwert würde auch in diesem Fall bei gleichzeitiger Umsetzung der Maßnahmen eingehalten werden können.

Die mit dem Detailmodell MISKAM flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für  $\text{NO}_2$  in 1,4 m Höhe über Geländeneiveau sind in den Abbildungen Abb. 6-2 bis Abb. 6-5 dargestellt.

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung für den Basisfall zeigt Abb. 6-2 (Ist-Bebauung mit Emissionen aus 2018). Die Luftmessstation ist durch einen türkisenen Punkt gekennzeichnet. Konzentrationen oberhalb des Grenzwertes für das Jahresmittel sind in der Legende rot dargestellt. Die  $\text{NO}_2$ -Immissionskonzentrationen im Jahresmittel liegen vor allem auf der Straße selbst, aber auch im Bereich der Gebäudefassaden entlang der Eugen-Adolf-Str., weiträumig oberhalb des Grenzwertes. An der Messstation wird ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $48,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  prognostiziert. Gemessen wurde bis einschließlich November 2018 ein Wert von  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ . Die Übereinstimmung von Messwert und Rechenwert ist somit als ausgesprochen gut zu bezeichnen.

In Abb. 6-3 sind die flächigen Immissionsbelastungen mit Baulücke und Wirkung aller untersuchten Maßnahmen für das Jahr 2019 dargestellt (2019 Lkw+T30/T40 + BL + Rad). Gegenüber dem Basisfall ist eine deutliche Verbesserung der Immissionsbelastung im

gebäudenahen Bereich auf der Nordseite der Eugen-Adolff-Straße zu erwarten. An einigen Gebäuden wird der Grenzwert allerdings immer noch überschritten, im Bereich des Messcontainers mit einem prognostizierten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 38,2 µg/m<sup>3</sup> allerdings eingehalten.

Die Abb. 6-4 zeigt dieselbe Situation im Jahr 2020. Sowohl auf der nördlichen als auch auf der südlichen Straßenseite ist im Bereich aller Gebäude eine Einhaltung des Grenzwertes für das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel gegeben. Im Bereich des Messcontainers wird ein Wert von 33 µg/m<sup>3</sup> berechnet.

In Abb. 6-5 ist die flächige Immissionsbelastung für das Jahr 2020 mit Umsetzung aller Maßnahmen, allerdings mit der heutigen Istbebauung dargestellt. Die Immissionssituation ist im Vergleich zu dem vorab betrachteten Bebauungsfall etwas ungünstiger. Allerdings wird weiterhin auf der nördlichen Straßenseite im Bereich der Gebäude der Grenzwert sicher eingehalten, der Wert am Messcontainer liegt bei ca. 35 µg/m<sup>3</sup>. Wenn die neue Bebauung genauso wie im Istfall realisiert werden würde, wäre mit Immissionskonzentrationen im Bereich des Grenzwertes bzw. mit Überschreitungen im Bereich der neuen Bebauung auf der Südseite zu rechnen. Daraus lässt sich schließen, dass die neue Bebauung gegebenenfalls etwas weiter vom Fahrbahnrand nach Süden versetzt und/oder mit Freiräumen zwischen einzelnen Gebäudekomplexen realisiert werden sollte.



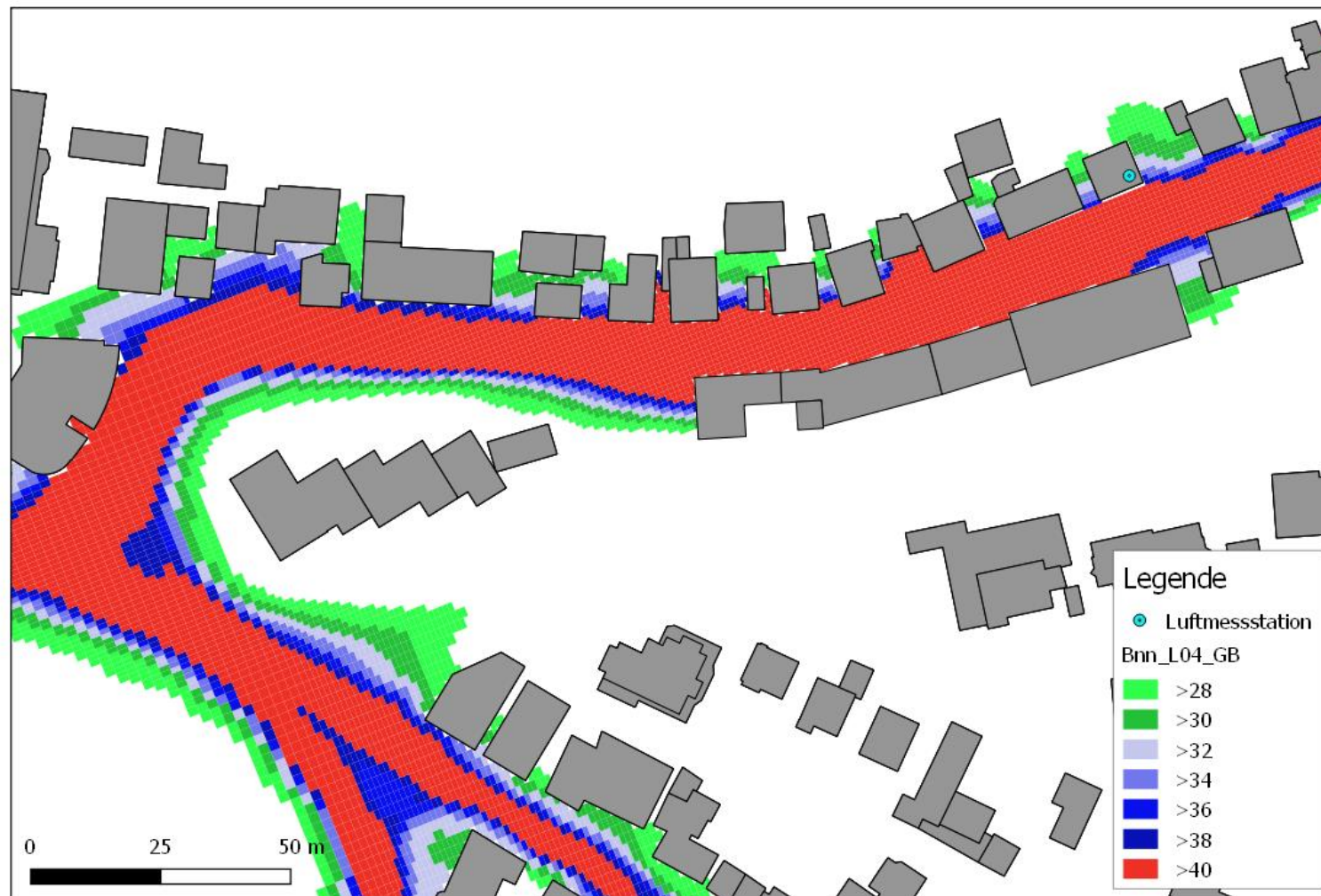


Abb. 6-2: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeneiveau – Basisfall (Istbebauung und Emissionen von 2018 E.-A.-Str.).

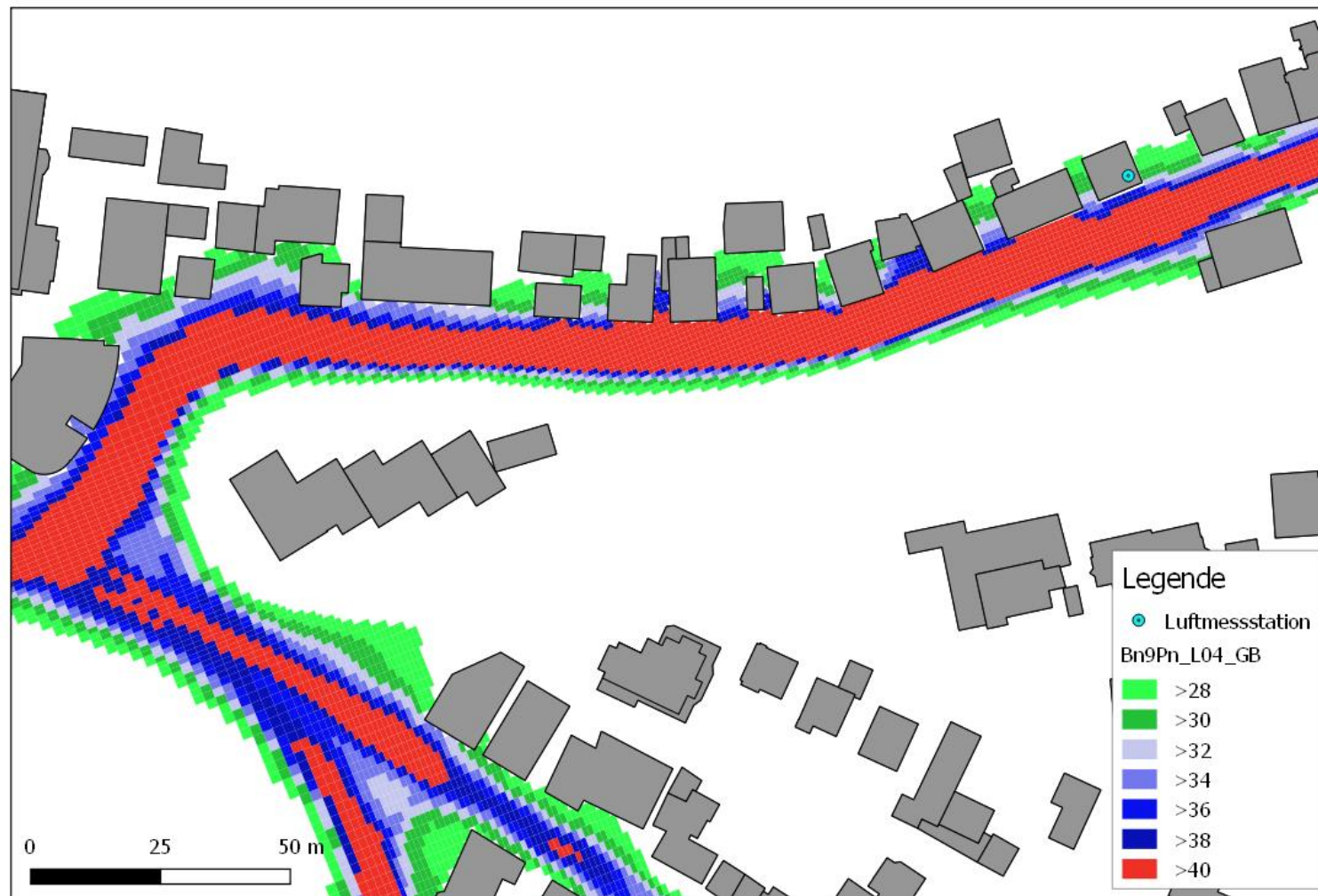


Abb. 6-3: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeneiveau für 2019: (Baulücke und Emissionen der Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).

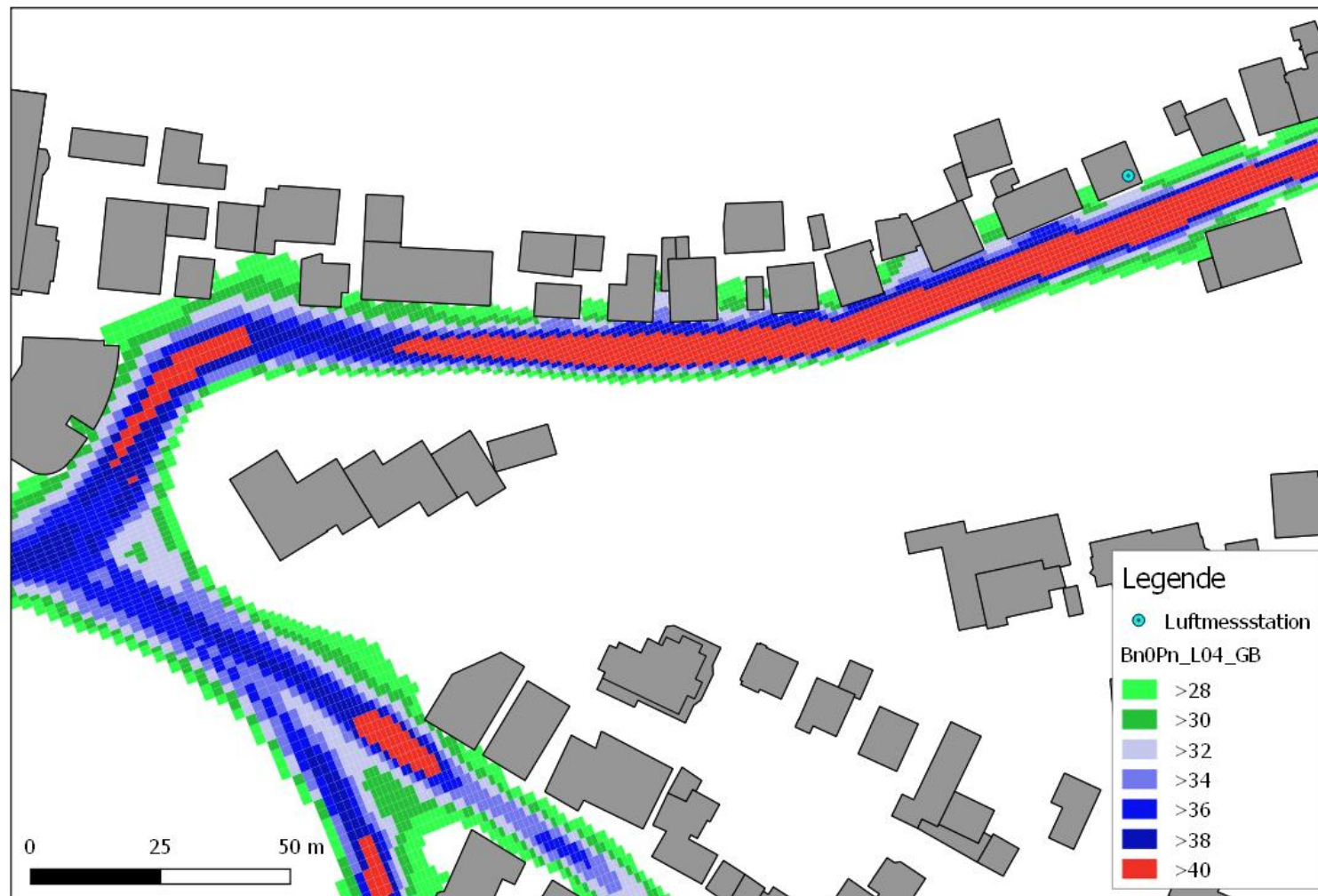


Abb. 6-4: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeneiveau für 2020 (Baulücke und Emissionen für die Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).

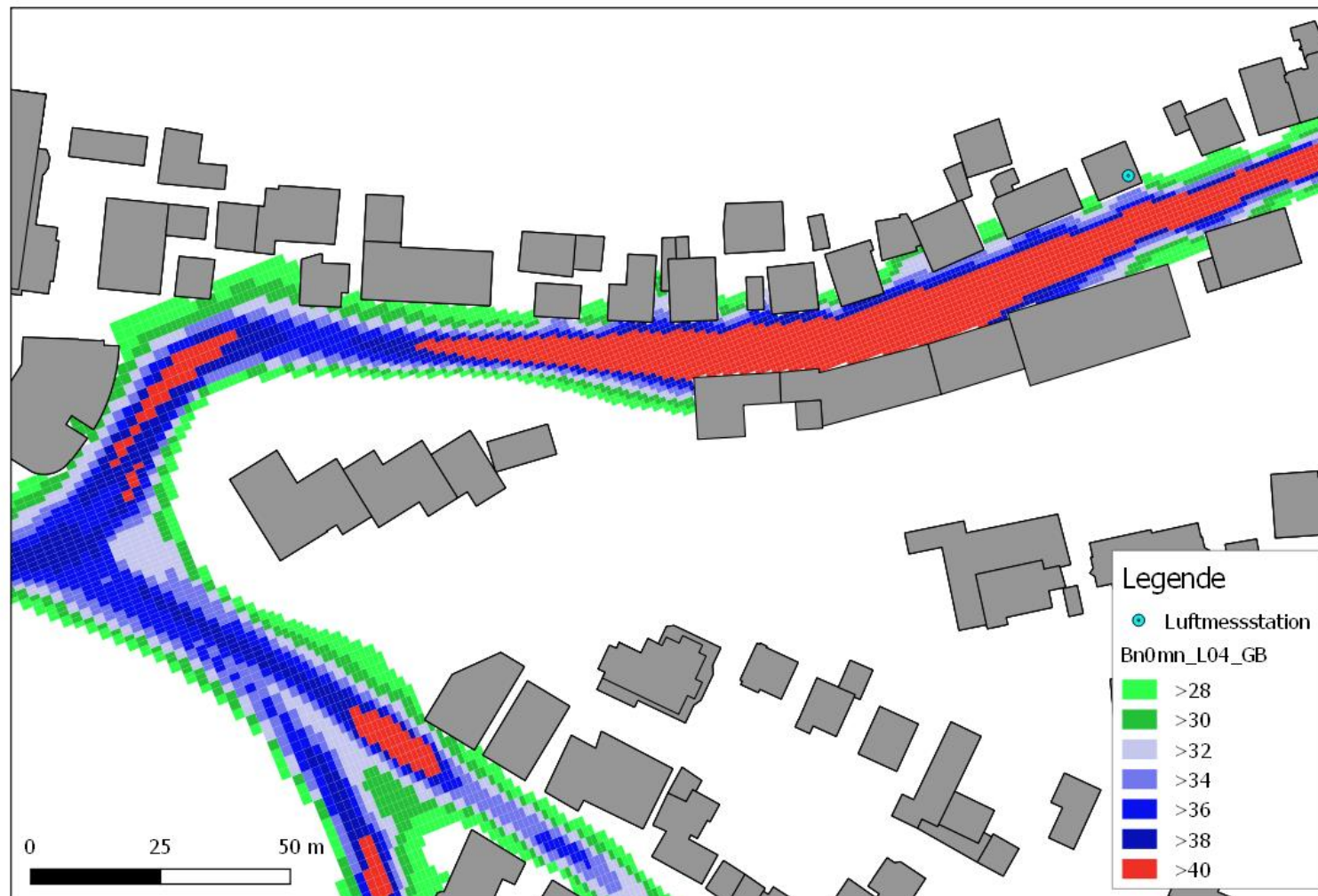


Abb. 6-5: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der Immissionsgesamtbelastung in 1,4 m Höhe über Geländeneiveau für 2020 (Istbebauung und Emissionen für die Maßnahmen Lkw, T30/T40, Radschutzstreifen).

## 7 Anhang

### Ersteinschätzungsschema T30

In verschiedenen Städten in Baden-Württemberg wurden detaillierte Untersuchungen zur Ermittlung der Wirkung von T30 an Hauptverkehrsstraßen auf die Luftschadstoffsituation durchgeführt. Im Auftrag der LUBW wurden die Ergebnisse dieser Untersuchungen aus insgesamt 13 Städten in Baden-Württemberg zusammenfassend ausgewertet [7]. Es ergaben sich die folgenden wesentlichen Ergebnisse:

Bei getrennter Auswertung für die drei Phasen Konstantfahrt, Beschleunigung und Verzögerung ergeben sich für T30 in den überwiegenden Fällen jeweils höhere Emissionsfaktoren als für T50 (NO<sub>x</sub> und PM10(Feinstaub)-Abgas). Die Emissionsfaktoren für Beschleunigung liegen dabei stets deutlich über den Emissionsfaktoren für Konstantfahrt und diese wiederum etwas höher als die für Verzögerungsphasen.

Wurden aber reale Strecken und die dafür ermittelten Emissionen betrachtet, dann ergab sich häufig (gemittelt über die gesamte Strecke) eine (leichte) Abnahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen für T30 im Vergleich zu T50, teilweise auch für PM10-Abgas. Grund hierfür sind zwei gegenläufige Effekte:

Effekt 1:

Die Emissionsfaktoren für Konstantfahrt, Beschleunigung und Verzögerung sind für T30 überwiegend größer als für T50. Die Ursachen hierfür sind

- (1) bei T30 wird oft in einem niedrigeren Gang gefahren (höhere Drehzahl)
- (2) bei gleichem Gang wird für die gleiche Strecke bei T30 eine längere Zeit benötigt
- (3) der Luftwiderstand spielt bei T30/T50 noch keine Rolle

Effekt 2:

Bei gleicher Art und Anzahl von Störungen bei T50 und T30 auf einer realen Strecke ergeben sich für T30 im Vergleich zu T50 verkürzte Beschleunigungs-/Verzögerungsphasen und erhöhte Konstantfahrtphasen. Die Verminderung der Beschleunigungs-/Verzögerungsphasen reduziert die Gesamtemissionen, da die Emissionsfaktoren hierfür deutlich höher sind als die für Konstantfahrt.

In Abhängigkeit von den vorherrschenden lokalen Gegebenheiten kann T30 je nach Dominanz von Effekt 1 oder Effekt 2 zu einer Erhöhung oder Minderung der Emissionen der Gesamtstrecke führen.

Es wurde in [7] gezeigt, dass der Konstantfahrtanteil bei T50 und dessen Änderung durch T30 eine maßgebende Größe zur Ermittlung der Wirkungsrichtung T50 auf T30 für die Abgasemissionen darstellt. Für Konstantfahrtanteile T50 größer ca. 60% ergeben sich überwiegend NO<sub>x</sub>-Emissionszunahmen durch T30, für kleinere Konstantfahrtanteile häufiger Abnahmen.

Auf Basis der umfangreichen Datenauswertung wurde in [7] ein Ersteinschätzungsschema zur Ermittlung der Wirkungsrichtung bei Einführung von T30 auf Hauptverkehrsstraßen entwickelt.

### Ersteinschätzung T40

Mit Hilfe des Ersteinschätzungsschemas aus [7] kann die Wirkung der Einführung von T30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NO<sub>x</sub>- und PM10-Abgasemissionen ermittelt werden. Aussagen zu T40 sind damit direkt nicht möglich. Ausgehend von den Ergebnissen für T30 (vgl. oben) und unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte ist es jedoch auch möglich, die Wirkungsrichtung für T40 einzuschätzen:

- Die Emissionsfaktoren bei Einzelbetrachtung der Konstantfahrt-, Beschleunigungs-/Verzögerungsphasen liegen für T40 über denen für T50, aber unter denen für T30 (vgl. STEVEN/Kleinebrahm<sup>1</sup>)
- Auch für T40 ergibt sich eine Verminderung der Beschleunigungs-/Verzögerungsphasen im Vergleich zu T50, diese ist aber geringer ausgeprägt als für T30

Daher ist davon auszugehen, dass die zwei gegenläufigen Effekte, die die Wirkung von T30 beeinflussen, weniger ausgeprägt auch für T40 zutreffen. Daher ist für T40 die gleiche Wirkungsrichtung wie für T30 zu erwarten.

---

<sup>1</sup> Vermessung des Abgasemissionsverhaltens von zwei Pkw und einem Fahrzeug der Transporterklasse im realen Straßenbetrieb in Stuttgart mittels PEMS Technologie, im Auftrag der LUBW, TÜV Nord 2012

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Ingenieurbüro Rau, „Lufthygienische Untersuchung zur Auswirkung einer baulichen Veränderung auf dem Grundstrück Eugen-Adolff-Straße 26-28,“ Stadtplanungsamt Backnang, Heilbronn, 2018.
- [2] Stadt Backnang, *E-Mail: Luftbild (Stand 2016) des westlichen Abschnitts der Eugen-Adolff-Straße zwischen den Knoten Adenauerplatz und Annonay-Straße im Maßstab 1:1.000 als PDF*, Backnang, 29.08.2018.
- [3] Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), *Fahrzeugzulassungen (FZ) - Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken*, 2018.
- [4] INFRAS AG, *HBEFA 3.3 - Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs - Version 3.3*, U. Dessau, Hrsg., Bern/Schweiz, 2017.
- [5] Hausberger, S.; et al., *Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3*, Graz: TU Graz Institute for internal combustion engines and thermodynamics, 2009.
- [6] Hausberger, S. et. al, *Update of Emissions Factors for EURO 5 and EURO 6 vehicle for the HBEFA Version 3.2*, Graz: TU Graz Institute for internal combustion engines and thermodynamics, 2013.
- [7] AVISO GmbH, „Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NOX- und PM10-Emissionen,“ LUBW, Karlsruhe, 2012.
- [8] LK Argus GmbH, „Wirkung von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen,“ Umweltbundesamt, Dessau, 2016.
- [9] Ingenieurbüro Rau, „3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Freiburg - Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen mehrerer verkehrlicher Maßnahmen-Gutschten Block 2.1-,“ Regierungspräsidium Freiburg, Freiburg, 2018.
- [10] AVISO GmbH, Ingenieurbüro Rau, PTV TC GROUP, „Gesamtwirkungsgutachten zur immissionsseitigen Wirkungsermittlung der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Stuttgart,“ Regierungspräsidium Stuttgart, Stuttgart, 2017.
- [11] Ingenieurbüro Rau, „Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 auf einem Straßenabschnitt im Innenstadtbereich von Tübingen im Rahmen der Fortschreibung der Luftreinhaltepläne des Regierungspräsidiums Tübingen - Teilplan Tübingen,“ Regierungspräsidium Tübingen, Tübingen, 2011.

- [12] Ingenieurbüro Rau, „Vergleich der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 40 und Tempo 30 auf einem Straßenabschnitt im Innenstadtbereich von Tübingen im Rahmen der Fortschreibung der Luftreinhaltepläne des Regierungspräsidiums Tübingen - Teilplan Tübingen,“ Regierungspräsidium Tübingen, Tübingen, 2013.
- [13] Eichhorn, J., *MISKAM Handbuch zu Version 6*, Wackernheim: giese-eichhorn umweltmeteorologische software, 2011.
- [14] Eichhorn, J., *Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen, mikroskaligen Stadtklimamodells. Diss. Meteorol. Inst. Univ. Mainz, Mainz, 1989.*
- [15] 39. *BImSchV Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)*, 2010.
- [16] Gesprächsnotiz des Besprechungstermins mit der Stadt Backnang am 09.07.2018 .
- [17] IVU Umwelt GmbH, *Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010*, M. u. N. B. LUBW Landesanstalt für Umwelt, Hrsg., Karlsruhe, 2014.
- [18] Ingenieurbüro Rau, AVISO GmbH, „Dokumentation zum Masterplan-Nachhaltige Mobilität für die Stadt Backnang,“ Stadt Backnang, Backnang, 2018.
- [19] Romberg, E.; et al, *NO-NO<sub>2</sub>-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase*, Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Nr. 56 Jahrgang 1996, pp.215-218, 1996.
- [20] Düring, I.; Bächlin, W.; Ketzler, M.; Baum, A.; Friedrich, U.; Wurzler, S., *A new simplified NO/NO<sub>2</sub> conversion model under consideration of direct NO<sub>2</sub>-emissions*, Stuttgart: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073 © by Gebrüder Borntraeger 2011 (published online), 2011.
- [21] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, *„Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.1 - Aktualisiert auf HBEFA 3.2 -“*, LUBW, Hrsg., Freiburg, 2015.
- [22] Institut Stadt, Mobilität, Energie GmbH; brenner BERNARD ingenieure GmbH; KARAJAN Ingenieure; Ingenieurbüro Rau, AVISO GmbH; telent GmbH, „Masterplan Green City Backnang - Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Luftqualität,“ Stadtplanungsamt Backnang, Backnang, 2018.