



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

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

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

**BERECHNUNG DER IMMISSIONS-
SEITIGEN AUSWIRKUNGEN VON
VERKEHRLICHEN MASSNAHMEN DES
LUFTREINHALTEPLANS ILSFELD
-
ERGÄNZENDE MASSNAHMEN**

Auftraggeber: Regierungspräsidium Stuttgart
Postfach 800709
70507 Stuttgart

Dipl.-Umweltwiss. A. Friedrich
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

Mai 2011
Projekt 61851-10-01
Berichtsumfang 47 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	3
1 ZUSAMMENFASSUNG	6
2 AUFGABENSTELLUNG	8
3 EINGANGSDATEN UND EMISSIONSFAKTOREN.....	9
3.1 Lagedaten.....	9
3.2 Verkehr	9
3.3 Fahrzeugflotte.....	11
3.4 Emissionsfaktoren	15
3.4.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	16
3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	16
3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen	17
3.5 Meteorologische Daten.....	19
4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN	21
4.1 Auswirkungen der Emissionen der Straßenabschnitte	21
4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen.....	24
5 LITERATUR	31
A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....	35
A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSEN- NETZ	41

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung weder modifiziert noch auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. 98-Perzentilwerte (Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird). Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM10 / PM2.5

Mit Feinstaub bzw. PM10 / PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm bzw. 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Die PM2.5-Fraktion gelangt bei Inhalation vollständig bis in die Alveolen der Lunge; sie umfasst auch den wesentlichen Masseanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

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

Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

In untenstehender Tabelle werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Ahang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m³	
		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	

Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für Ilsfeld besteht seit März 2006 ein in der Endfassung vorliegender Luftreinhalte- und Aktionsplan, für den derzeit weiterführende Maßnahmen entwickelt werden. Für folgende Maßnahmen wurden Berechnungen der zu erwartenden Minderungen der Immissionen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführt:

M1 (Stufe 2) Ganzjähriges Fahrverbot in Ilsfeld ab dem 01.01.2012 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung

M1 (Stufe 3) Ganzjähriges Fahrverbot in Ilsfeld ab dem 01.01.2013 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung

Als Referenzzustand wird in Ilsfeld die derzeitige Regelung mit Umweltzone Stufe 1, (d.h. Fahrzeuge mit grüner, gelber und roter Plakette frei) für die Jahre 2011, 2012 und 2013 angesetzt, wobei sich bei der Diskussion der zukünftigen Veränderungen der Emissionen und Immissionen diese sich immer auf das Jahr 2011 beziehen.

Für die Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld werden die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf die Immissionen berechnet. Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Straßennetzes von Ilsfeld und Umgebung werden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des UBA (Auspuffemissionen), d.h. HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, der Fahrzeugflotte für Baden-Württemberg und der aktuellen Erkenntnisse bezüglich PM₁₀-Emissionen von Abrieb und Aufwirbelung die Änderungen der Emissionen und darauf basierend der Immissionen gegenüber dem Referenzfall aufgezeigt. Betrachtet werden die Schadstoffe NO₂ und PM₁₀.

Für die Prognose der Auswirkungen der Maßnahmen werden im ersten Schritt die Änderungen der Emissionen, d.h. der Schadstofffreisetzungen in den Straßenabschnitten, und im zweiten Schritt die Änderungen der Immissionen berechnet. Die Auswertungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Straßenabschnitte, an denen in den letzten Jahren zeitlich befristete verkehrsnaher Messstationen betrieben wurden.

Für die NO_x-Emissionen sind an den Straßenabschnitten im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße/Bahnhofstraße gegenüber dem Referenzzustand 2011 mit dem Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 95%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 sowie mit dem Referenzzustand 2013 (Stufe 1) noch ca. 94%, und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 81% der Emissionen zu erwarten. Die Maßnahmen entsprechend der Kennzeich-

nungsverordnung führen zu einer beschleunigten Flottenumstellung, wobei durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)** die intensivsten Reduktionen der NO_x-Emissionen zu erwarten sind.

Die PM10-Emissionen weisen an der König-Wilhelm-Straße gegenüber dem Referenzzustand 2011 (Stufe 1) mit dem Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 97%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 und dem Referenzfall 2013 (Stufe 1) noch ca. 94% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 88% der PM10-Emissionen auf. Die Maßnahmen entsprechend der Kennzeichnungsverordnung führen zu einer beschleunigten Flottenumstellung, wobei auch hier durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)** die intensivsten Verringerungen der PM10-Emissionen zu erwarten sind.

Die relativen Auswirkungen auf die Immissionen sind im Vergleich zu den Auswirkungen auf die Emissionen geringer, da auch nicht verkehrsbedingte und von außerhalb herangetragene Beiträge in den Immissionen enthalten sind.

Die berechneten NO₂-Immissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße liegen bei allen betrachteten Fällen deutlich über dem Grenzwert von 40 µg/m³. Gegenüber dem Referenzzustand 2011 (Stufe 1) weisen die NO₂-Belastungen mit dem Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 98%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 ca. 97%, mit dem Referenzfall 2013 (Stufe 1) ca. 96% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 92% der Gesamtbelastungen auf. Mit der Entwicklung der Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2013 sind Minderungen der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge zu erwarten, die allerdings entsprechend den Berechnungen an den betrachteten Straßenabschnitten im genannten Kreuzungsbereich nicht zur Einhaltung des seit 2010 geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ führen. Die beschriebenen Maßnahmen der Fahrverbote nach der Kennzeichnungsverordnung führen zu einer geringen Verringerung der NO₂-Gesamtbelastungen.

Die berechneten PM10-Immissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße liegen bei allen betrachteten Fällen über 29 µg/m³ und damit über dem Schwellenwert zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung. Gegenüber dem Referenzzustand 2011 (Stufe 1) weisen die PM10-Belastungen mit dem Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 99%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 und dem Referenzfall 2013 (Stufe 1) ca. 98% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 96% der Gesamtbelastungen auf. Mit der Entwicklung der Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2013 und mit den beschriebenen Maßnahmen der Kennzeichnungsverordnung sind geringe Minderungen der verkehrsbedingten PM10-Beiträge zu erwarten.

2 AUFGABENSTELLUNG

Im März 2006 wurde für Ilsfeld ein Luftreinhalte- und Aktionsplan erstellt, der in der Endfassung vorliegt und für den derzeit weiterführende Maßnahmen zur Verringerung der Luftschadstoffbelastungen entwickelt werden. Diese Maßnahmen beziehen sich auf den Kfz-Verkehr und sollen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Emissionen und Immissionen behandelt werden. Betrachtet werden die Schadstoffe NO₂ und PM10.

Folgende Maßnahmen werden betrachtet:

M1 (Stufe 2) Ganzjähriges Fahrverbot in Ilsfeld ab dem 01.01.2012 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung

M1 (Stufe 3) Ganzjähriges Fahrverbot in Ilsfeld ab dem 01.01.2013 für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppe 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung

Als Referenzzustand wird in Ilsfeld die derzeitige Regelung mit Umweltzone Stufe 1, (d.h. Fahrzeuge mit grüner, gelber und roter Plakette frei) für die Jahre 2011, 2012 und 2013 angesetzt, wobei sich bei der Diskussion der zukünftigen Veränderungen der Emissionen und Immissionen diese sich immer auf das Jahr 2011 beziehen.

Für die Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld sind die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf die Immissionen zu berechnen. Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Straßennetzes von Ilsfeld und Umgebung sind unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des UBA (Auspuffemissionen), d.h. HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1 und mit den aktuellen Erkenntnissen bezüglich Anteilen von Abrieb und Aufwirbelung an PM10 die Änderungen der Emissionen und darauf basierend der Immissionen gegenüber dem Referenzfall aufzuzeigen.

3 EINGANGSDATEN UND EMISSIONSFAKTOREN

Für die immissionsseitige Berechnung der Auswirkungen der Maßnahmen werden basierend auf den Verkehrsbelegungsdaten die auf den einzelnen Abschnitten freigesetzten Emissionen bestimmt und der Ausbreitungsrechnung zugeführt.

3.1 Lagedaten

Die Gemeinde Ilsfeld liegt südlich des Stadtgebietes von Heilbronn und nördlich des Ballungsgebietes der Region Stuttgart. Direkt östlich des Ortsbereichs verläuft die von Süden nach Norden orientierte Autobahn A 81 mit der Anschlussstelle Ilsfeld. Von der Anschlussstelle führt von Osten die Landesstraße L 1100 in den Ortskern von Ilsfeld und wird dort als Auensteiner Straße und König-Wilhelm-Straße bezeichnet. Im westlichen Bereich von Ilsfeld schwenkt die König-Wilhelm-Straße ab der Kreuzung mit der Lauffener Straße nach Norden und führt mit der L 1100 Richtung Flein und Heilbronn. Die Lauffener Straße (L 1105) führt vom Ortskern Ilsfeld nach Westen Richtung Lauffen am Neckar und zur B 27. Im Ortskern von Ilsfeld zweigt die Bahnhofstraße (K 2156) von der König-Wilhelm-Straße nach Süden ab. Im Westen von Ilsfeld zweigt die K 2083 von der König-Wilhelm-Straße Richtung Schozach und Lauffen ab. Die Lage des Betrachtungsgebietes mit dem Ortsbereich von Ilsfeld und der östlich gelegenen Anschlussstelle an die A 81 ist in **Abb. 3.1** aufgezeigt.

3.2 Verkehr

Für die Betrachtungen der verkehrsbedingten Maßnahmen zum Luftreinhalteplan Ilsfeld wurden Verkehrsbelegungsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Die Verkehrsbelegungsdaten basieren auf Auszügen der Verkehrsuntersuchung "Nordumfahrung Ilsfeld" (Stahl & Partner). Das sind für den Analysefall 2007 sowie den Prognosefall 2020 Angaben des durchschnittlichen werktäglichen Verkehrs (DTV_w) und der LKW-Fahrten. Nach Rücksprache mit dem Verkehrsgutachter sind für die Betrachtungen des Luftreinhalteplans die Verkehrszahlen des Analysefalls 2007 anzusetzen. Dabei wird für die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)**, Umweltzone Stufe 2 ab dem 1.1.2012, und **M1 (Stufe 3)**, Umweltzone Stufe 3 ab dem 1.1.2013, in dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass mit den Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** und **M1 (Stufe 3)** die Anzahl der Fahrten nicht verändert wird, sondern nur die Fahrzeugflotte der Fahrten innerhalb der Umweltzone variiert.

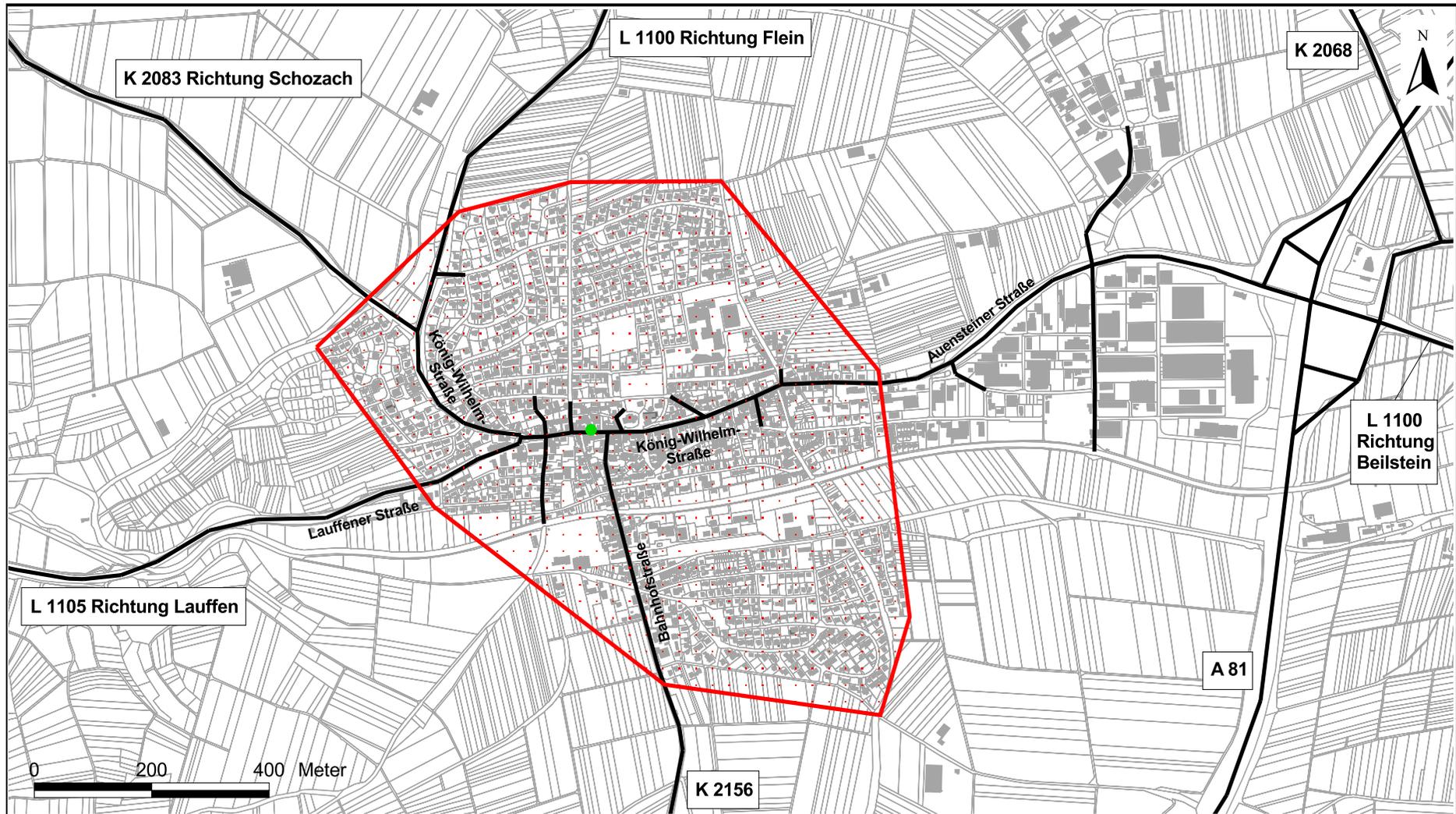


Abb. 3.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes mit dem Standort der SPOT-Messtation MP2 (grün). Die Umweltzone ist rot eingetragen.

Für die A 81 werden die Verkehrsdaten der Verkehrszählung 2007 entnommen (BASt, 2009).

Die für die zu betrachtenden Maßnahmen angesetzten Verkehrsdaten im Untersuchungsgebiet sind in **Abb. 3.2** dargestellt.

3.3 Fahrzeugflotte

Die Zusammensetzungen der dynamischen Fahrzeugflotten, d.h. die Zusammensetzung der auf den Straßen verkehrenden Fahrzeuge, sind für innerstädtische Bereiche der dynamischen Flottenzusammensetzung für Baden-Württemberg (AVISO, 2009) für die zu betrachtenden Bezugsjahre 2011, 2012 und 2013 entnommen und in **Abb. 3.3** aufgezeigt. Dabei ist zu beachten, dass die dynamische Fahrzeugflotte nicht direkt vergleichbar ist mit den Bestandszahlen für eine Region, die die statische Flottenzusammensetzung basierend auf den Zulassungszahlen angibt.

Der Anteil der dieselbetriebenen PKW-Fahrten umfasst im Jahr 2011 ca. 38%, im Jahr 2012 ca. 39% und im Jahr 2013 ca. 41%; der Anteil der dieselbetriebenen leichten Nutzfahrzeugfahrten umfasst in allen zwei Bezugsjahren 2011, 2012 und 2013 ca. 96%; bei den Bussen und schweren Nutzfahrzeugen setzen sich die Fahrten ausschließlich aus dieselbetriebenen Fahrzeugen zusammen.

Für die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** und **M1 (Stufe 3)** sowie für den Referenzzustand (Stufe 1) werden die in der Datengrundlage beschriebenen Zusammensetzungen der Fahrzeugflotten verändert, indem die vom Fahrverbot betroffenen Fahrzeugarten aus der Fahrzeugflotte ausgeschlossen werden unter Berücksichtigung, dass ein Anteil von 20% dieser Fahrten aufgrund von Ausnahmegenehmigungen dennoch erfolgt. In **Abb. 3.4** sind die prozentualen Anteile der Fahrten im Innerortsverkehr aufgezeigt, die von dem Fahrverbot betroffen sind.

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2012 durch die Maßnahme **M1 (Stufe 2)**, Umweltzone 2, ca. 4% der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Der Wirtschaftsverkehr wird überwiegend mit dieselbetriebenen Kfz durchgeführt; durch das Fahrverbot sind ca. 8% der Lieferwagenfahrten und ca. 11% der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umsetzung der Maßnahme wird berücksichtigt, dass im Wirtschaftsverkehr nur notwendige Fahrten durchgeführt werden und deshalb eine vollständige Verlagerung der Fahrten auf Fahrzeuge erfolgt, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Bei den PKW-Fahrten ist nur ein kleiner

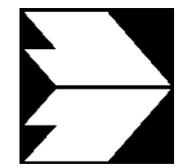
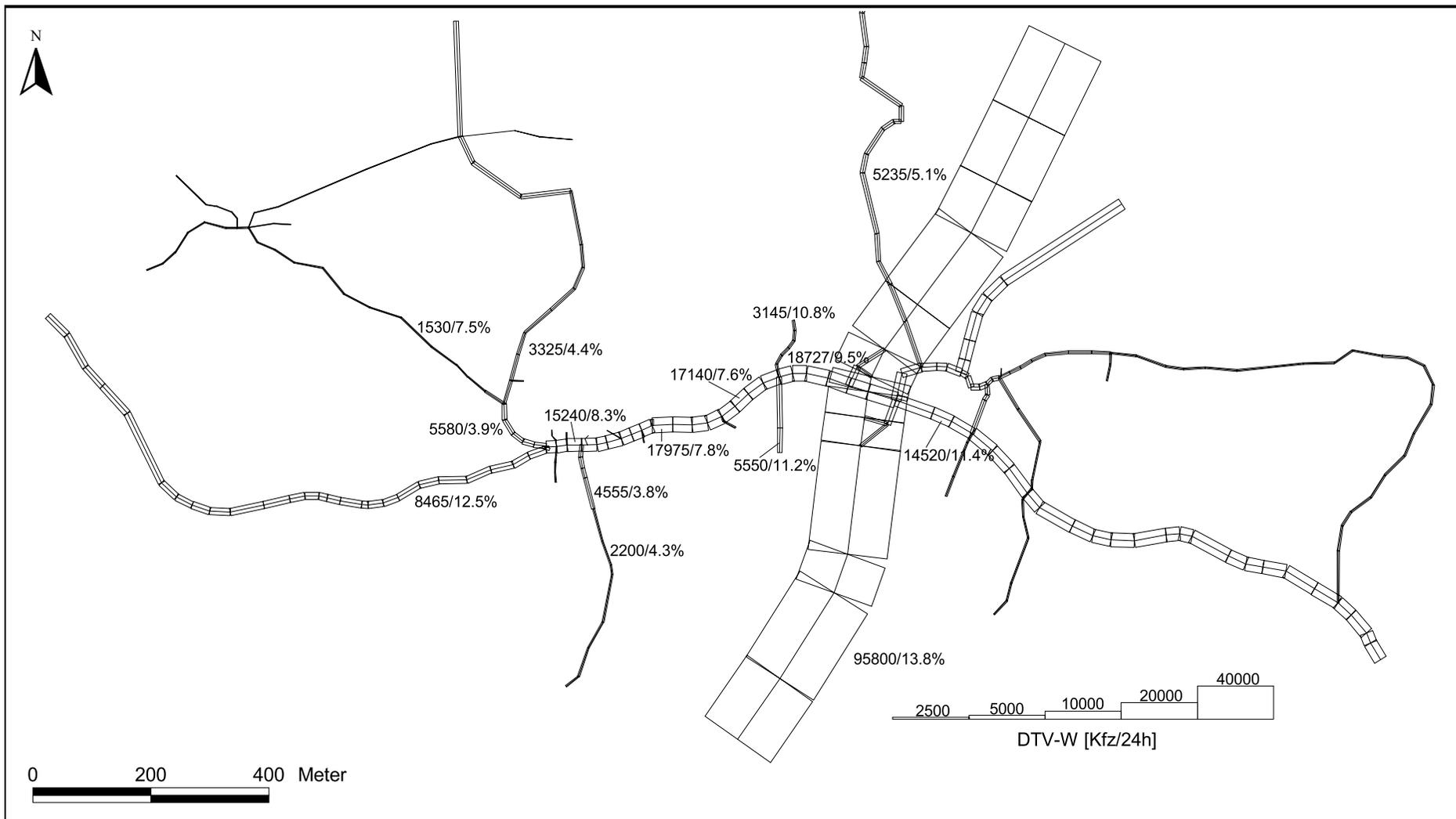


Abb. 3.2: Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für Referenzfälle 2011, 2012 und 2013 sowie die Maßnahmen M1 (Stufe 2) und M1 (Stufe 3).

Dynamische Fahrzeugflotte innerorts

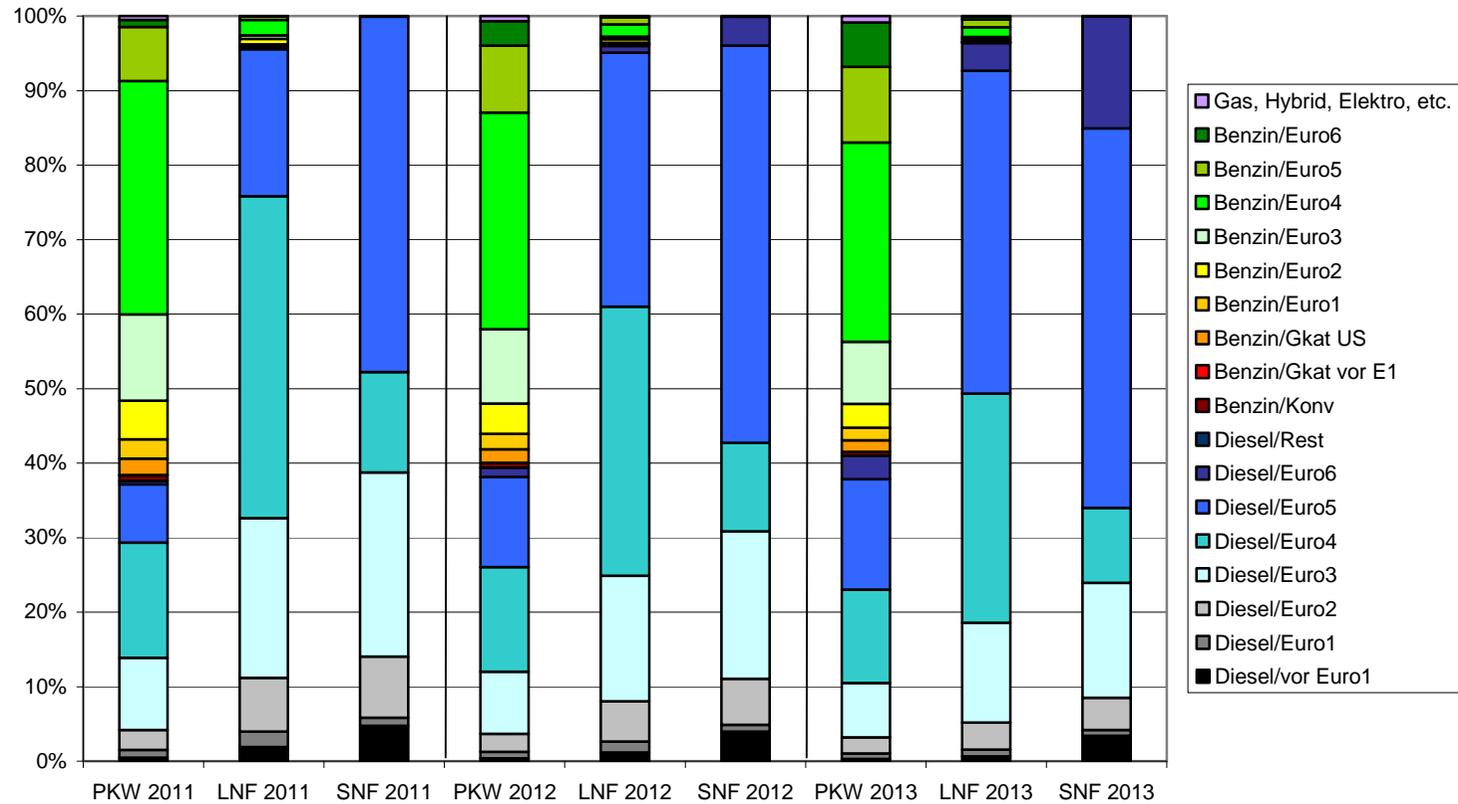


Abb. 3.3: Zusammensetzung der dynamischen Kfz-Flotte für die Jahre 2011, 2012 und 2013 unterteilt nach PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Reisebusse, Linienbusse und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Anteil der von Maßnahmen betroffenen Fahrten

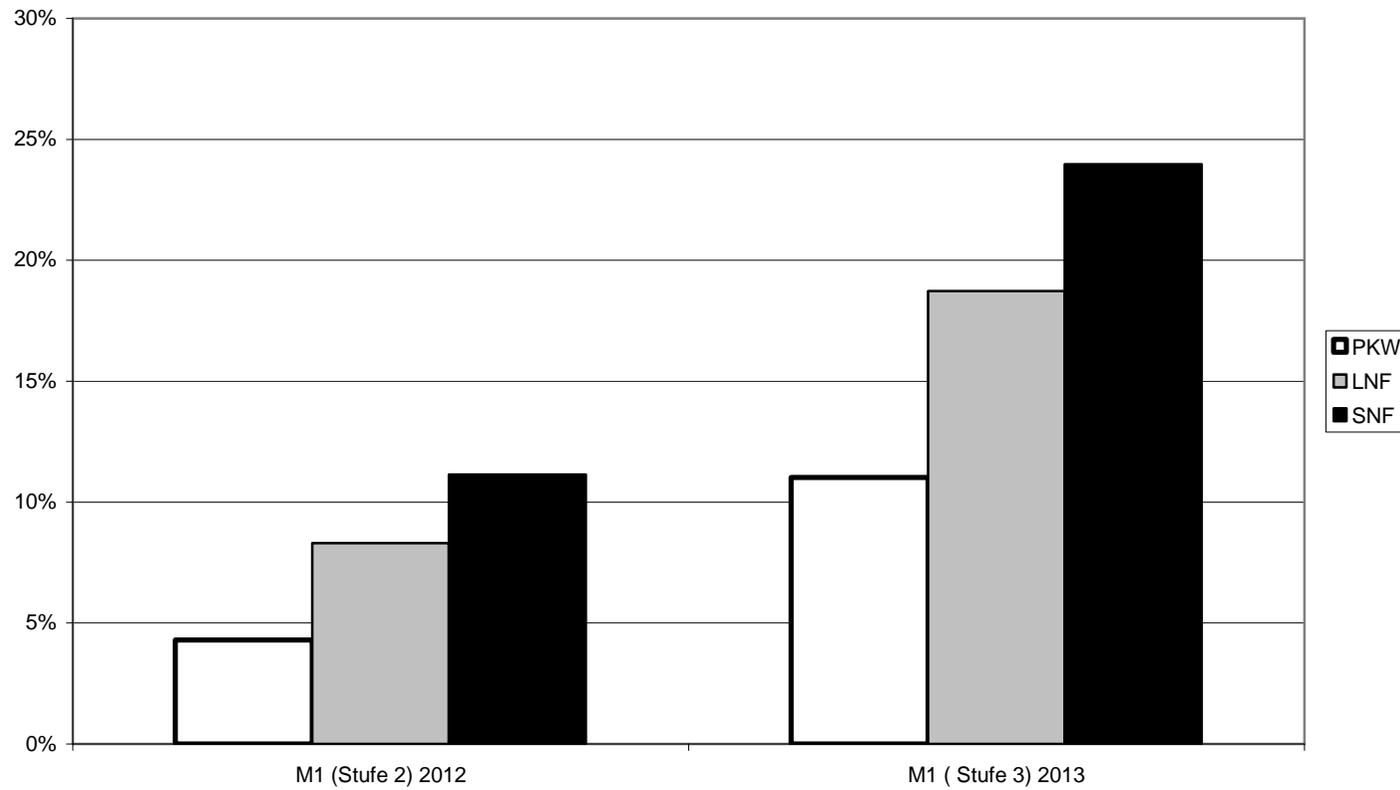


Abb. 3.4: Anteil der von den Fahrverboten betroffenen Fahrten im Referenzzustand und beiden Maßnahmen M1 (Stufe 2) und M1 (Stufe 3) getrennt für PKW, Lieferwagen (LNF) und LKW (SNF)

Anteil der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Hier kann angenommen werden, dass diese Fahrten zum Teil durch Fahrten mit Fahrzeugen ersetzt werden, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind oder ganz entfallen. Aufgrund des geringen Anteils der möglicherweise entfallenden Fahrten wurde keine erneute Verkehrsumlegung durchgeführt.

Für den PKW-Verkehr wird ebenfalls rechnerisch eine Änderung der Fahrzeugflotte durchgeführt.

Im Jahr 2013 sind von den PKW-Fahrten durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)**, Umweltzone 3, ca. 11% der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Der Wirtschaftsverkehr wird überwiegend mit dieselbetriebenen Kfz durchgeführt; durch das Fahrverbot sind ca. 19% der Lieferwagenfahrten und ca. 24% der LKW-Fahrten betroffen. Für die rechnerische Umwertung der Maßnahme wird auch hier berücksichtigt, dass im Wirtschaftsverkehr nur notwendige Fahrten ohne Ausnahmegenehmigungen auf Fahrzeuge erfolgt, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Damit ist eine Änderung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte des Wirtschaftsverkehrs verbunden. Diese Annahme wurde auch auf den PKW-Verkehr übertragen und ebenfalls rechnerisch eine Änderung der Fahrzeugflotte durchgeführt.

3.4 Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die PKW, die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2010) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren der Partikel (PM10, PM2.5) setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

3.4.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) 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 zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2010) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Längsneigungen der Straßen sind den Lagedaten entnommen.

3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufriedenstellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub in Anlehnung an BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) verwendet. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragenen Straßenstaub die in **Tab. 3.1** bis **Tab. 3.3** exemplarisch für innerörtliche Verkehrssituationen in Ilsfeld aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt, da dieser Prozess nur in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen

Für die Referenzfälle im Jahr 2012 und 2013 mit Umweltzone 1 und die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** und **M1 (Stufe 3)** werden für die Bezugsjahre 2012 und 2013 die Emissionsfaktoren gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) geändert, indem die Fahrzeugflottensammensetzung variiert wird. Dabei wurden die Anteile der Fahrten herausgenommen, die vom jeweiligen Fahrverbot unter Berücksichtigung von Ausnahmegenehmigungen betroffen sind. Die entfallenen Fahrten werden anteilmäßig auf die restlichen Fahrten entsprechend der bestehenden Verteilung auf die Fahrzeugkonzepte verteilt. Damit wird die Fahrzeugflotte erneuert; durch die anteilmäßige Aufteilung entsprechend der vorliegenden Verteilung wird berücksichtigt, dass auch gebrauchte Fahrzeuge die entfallenen ersetzen, also nicht immer die neuste verfügbare Technik eingesetzt wird.

Entsprechend der Kennzeichnungsverordnung besteht für Dieselfahrzeuge auch die Möglichkeit der Nachrüstung mit Partikelfiltern für einen Teil der Fahrzeuge. Bei Berücksichtigung der möglichen Partikelfilternachrüstung ergeben sich für PKW und leichte Nutzfahrzeuge gegenüber der Verteilung auf die nicht vom Verbot betroffenen Fahrzeugkonzepte geringere Minderungen der Emissionsfaktoren der Fahrzeugflotte, bei schweren Nutzfahrzeugen zeichnen sich geringere Minderungen der NO_x-Emissionsfaktoren, aber leicht höhere Minderungen der Partikel-Emissionsfaktoren ab. Die rechnerische Umsetzung der Maßnahmen erfolgt in dieser Untersuchung entsprechend der Verteilung auf die nicht vom Verbot betroffenen Fahrzeugkonzepte.

Verkehrssituation (Kürzel)	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2011					
	NO _x		PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
	LV	SV	LV	SV	LV	SV
S1-IO-HVS50	0.275	4.426	0.022	0.2	0.0132	0.0562
S1-IO-HVS50d	0.358	5.241	0.03	0.3	0.0152	0.0687
S1-IO-HVS50d_2	0.368	4.465	0.03	0.3	0.0155	0.0717
S1-IO-HVS50g	0.482	6.163	0.04	0.38	0.0190	0.0925

Tab. 3.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz entlang der Ortsdurchfahrt von Ilsfeld für das Bezugsjahr 2011 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Baden-Württemberg für den Referenzfall Umweltzone Stufe 1 (S1).

Verkehrssituation (Kürzel)	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2012					
	NO _x		PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
	LV	SV	LV	SV	LV	SV
S1-IO-HVS50	0.260	4.138	0.022	0.2	0.0113	0.0476
S1-IO-HVS50d	0.341	4.957	0.03	0.3	0.0130	0.0583
S1-IO-HVS50d_2	0.349	4.078	0.03	0.3	0.0132	0.0607
S1-IO-HVS50g	0.461	5.809	0.04	0.38	0.0163	0.0802
S2-IO-HVS50	0.253	4.047	0.022	0.2	0.0096	0.0446
S2-IO-HVS50d	0.332	4.889	0.03	0.3	0.0109	0.0551
S2-IO-HVS50d_2	0.340	3.921	0.03	0.3	0.0111	0.0573
S2-IO-HVS50g	0.449	5.746	0.04	0.38	0.0139	0.0763

Tab. 3.2: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz entlang der Ortsdurchfahrt von Ilsfeld für das Bezugsjahr 2012 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Baden-Württemberg für den Referenzfall Umweltzone Stufe 1 (S1) und die Maßnahme M1 Umweltzone Stufe 2 (S2).

Die in der Ortsdurchfahrt von Ilsfeld angesetzten Verkehrssituationen sind in **Tab. 3.1** bis **Tab. 3.3** aufgeführt, klassifiziert wie im HBEFA (UBA, 2010) für Längsneigungen in 2%-Stufen. Mit diesen Tabellen ist ein Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren in den zu betrachtenden Bezugsjahren gegeben. Es werden innerhalb der Umweltzone folgende Verkehrssituationen herangezogen:

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

IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr

IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr

Verkehrssituation (Kürzel)	spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2013					
	NO _x		PM10 (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
	LV	SV	LV	SV	LV	SV
S1-IO-HVS50	0.248	3.711	0.022	0.2	0.0099	0.0400
S1-IO-HVS50d	0.327	4.488	0.03	0.3	0.0114	0.0490
S1-IO-HVS50d_2	0.335	3.635	0.03	0.3	0.0116	0.0510
S1-IO-HVS50g	0.445	5.247	0.04	0.38	0.0142	0.0683
S3-IO-HVS50	0.226	3.362	0.022	0.2	0.0059	0.0226
S3-IO-HVS50d	0.292	4.218	0.03	0.3	0.0067	0.0282
S3-IO-HVS50d_2	0.299	3.044	0.03	0.3	0.0069	0.0289
S3-IO-HVS50g	0.398	4.892	0.04	0.38	0.0090	0.0464

Tab. 3.3: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz entlang der Ortsdurchfahrt von Ilsfeld für das Bezugsjahr 2013 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Baden-Württemberg für den Referenzfall Umweltzone Stufe 1 (S1) und die Maßnahme M1 Umweltzone Stufe 3 (S3).

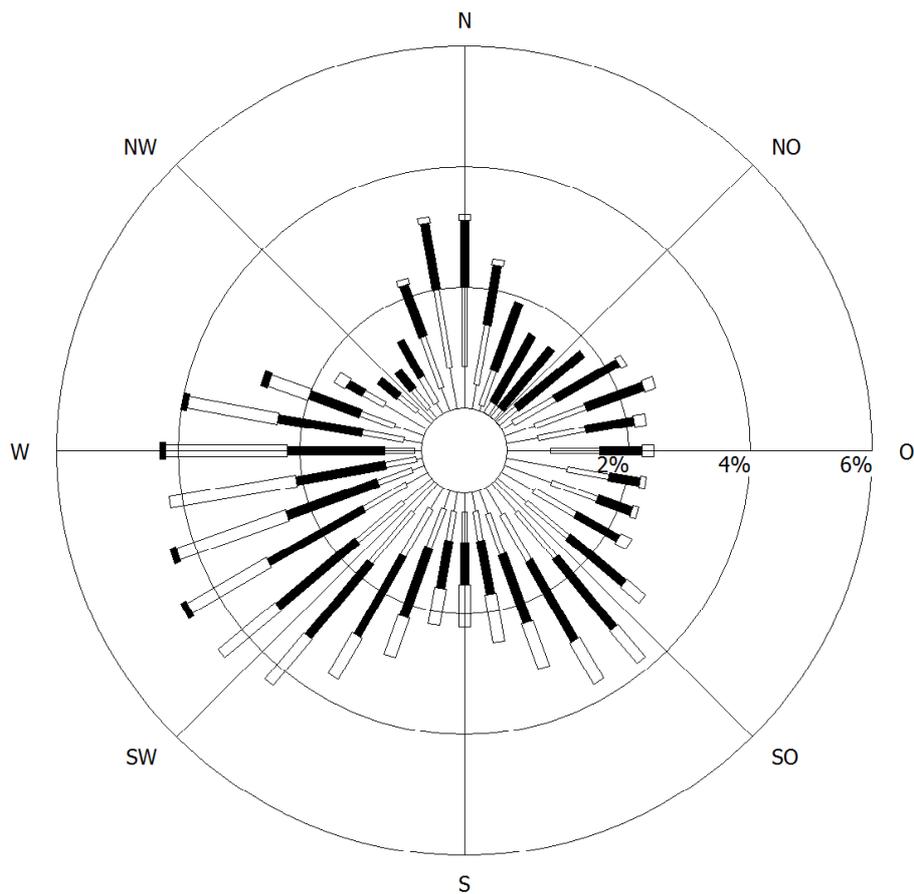
3.5 Meteorologische Daten

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

Für die Umgebung von Ilsfeld liegt entsprechend den Ausweisungen der CD „Windstatistiken in Baden-Württemberg“ (LfU, 2000) eine Windstatistik basierend auf Winddaten aus den Jahren 1996 bis 1998 vor; allerdings sind die Messdaten nicht mehr verfügbar, sodass keine fein aufgelöste Windstatistik daraus ableitbar ist.

Im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) wurden synthetische Windrosen im 500 m Raster für Baden-Württemberg berechnet und im Internet veröffentlicht (LUBW, Internet). Die Windrose für Ilsfeld ist in **Abb. 3.5** aufgezeigt. Die Hauptwindrichtungen werden durch südwestliche bis westliche Windrichtungen geprägt; eine weitere Hauptwindrichtung stellen Winde aus südöstlichen bis südlichen Richtungen dar. Winde aus nordöstlicher bis nördlicher Richtung weisen auch eine deutliche Häufigkeit auf. Das Relief prägt damit insbesondere durch die Ausrichtung des Tals der Schozach die bodennahen Windverhältnisse. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2.3 m/s.

Für die Ausbreitungsrechnungen wird die synthetische Windrose für den Standort Ilsfeld herangezogen. Die Ausbreitungsklassen wurden anhand der aus den Bewölkungsangaben der Wetterstation Stuttgart-Schnarrenberg abgeleiteten Häufigkeitsverteilung mit dem Verfahren nach Kolb (1976) auf den Standort Ilsfeld übertragen.



Station	: Ilsfeld-AK	Häufigkeit ABK	—	kleiner 1.4 m/s
Rechtswert	:	I : 13.7 %	▬	1.4 bis 2.3 m/s
Hochwert	:	II : 23.1 %	▬	2.4 bis 3.8 m/s
Meßhöhe	: 10.0 m	III/1 : 34.8 %	▬	3.9 bis 6.9 m/s
Wind.Geschw.	: 2.3 m/s	III/2 : 15.2 %	▬	7.0 bis 10 m/s
		IV : 8.1 %	▬	größer 10 m/s
		V : 5.1 %	▬	

Abb. 3.5: Windstatistik für Ilsfeld, Quelle: Daten- und Kartendienst der LUBW (LUBW, Internet)

4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

4.1 Auswirkungen der Emissionen der Straßenabschnitte

Basierend auf den o.g. Flotten- und Emissionsdaten werden die Emissionen für die Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld berechnet. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse konzentriert sich im Folgenden auf den Straßenabschnitt der König-Wilhelm-Straße, an dem Immissionsmessdaten der SPOT-Messungen vorliegen.

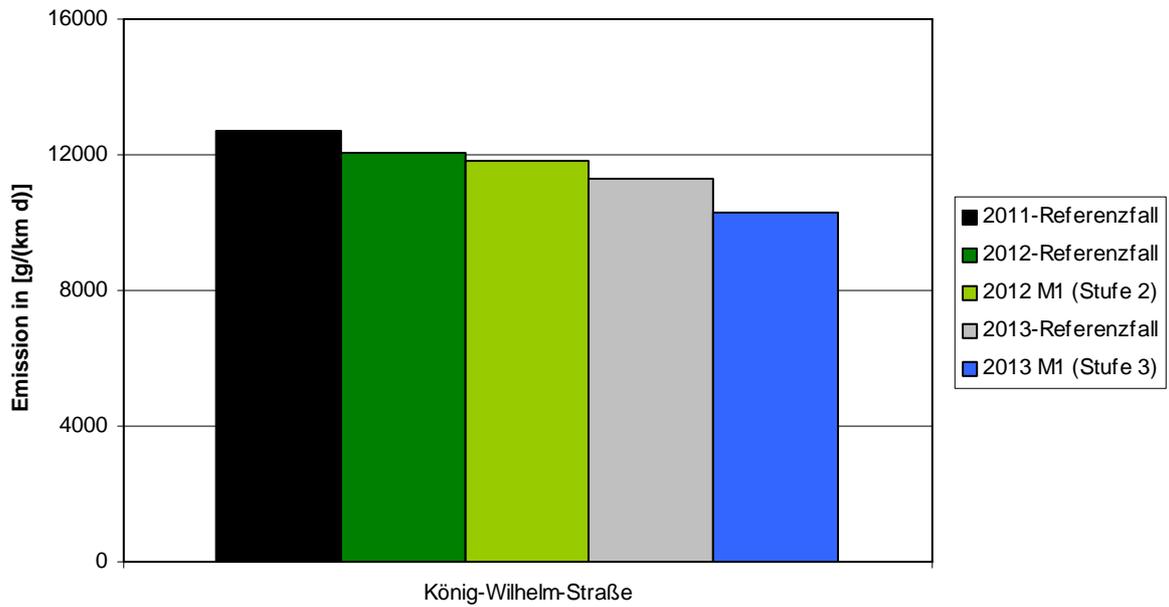
Mit den in Kap. 3 aufgeführten Auswertungen der Emissionsfaktoren durch Modifizierungen der Flotte werden folgend die Emissionen der genannten Streckenabschnitte für die Bezugsjahre 2011, 2012 und 2013 jeweils ohne und mit Maßnahmen aufgeführt.

Die berechneten mittleren täglichen NO_x -Emissionen sind an **Abb. 4.1** (oben) und als relative Darstellungen bezogen auf die Emissionsmodellierung des Referenzzustandes, d.h. den Nullfall im Jahr 2011 (Stufe 1) in **Abb. 4.1** (unten) aufgezeigt.

Bei den betrachteten Maßnahmen zeigen sich leichte Unterschiede in den Emissionen. Gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) nehmen die NO_x -Emissionen im Referenzfall 2012 (Stufe 1) aufgrund der zeitlichen Entwicklung der Flottenzusammensetzung bis auf 95% des Referenzzustandes 2011 ab. Gegenüber dem Referenzzustand 2011 sind in der König-Wilhelm-Straße mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Bezugsjahr 2012 ca. 93%, im Referenzfall 2013 89% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 81% der Emissionen zu erwarten. Die Maßnahmen entsprechend der Kennzeichnungsverordnung führen zu einer beschleunigten Flottenumstellung, wobei durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 die größten Reduktionen der NO_x -Emissionen zu erwarten sind.

Bei den Partikelemissionen wird die Summe aus "motorbedingten" und "nicht motorbedingten" Beiträgen betrachtet. Die PM_{10} -Emissionen weisen in der König-Wilhelm-Straße gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) mit dem Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 97%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Bezugsjahr 2012 und dem Referenzfall 2013 (Stufe 1) ca. 94% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 88% der Emissionen auf (**Abb. 4.2**). Die Maßnahmen entsprechend der Kennzeichnungsverordnung führen zu einer beschleunigten Flottenumstellung, wobei durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 die größten Reduktionen der PM_{10} -Emissionen zu erwarten sind.

NO_x-Emissionen an der König-Wilhelm-Straße



NO_x-Emissionen an der König-Wilhelm-Straße relativ zum Referenzfall 2011

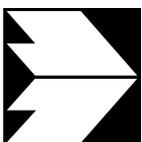
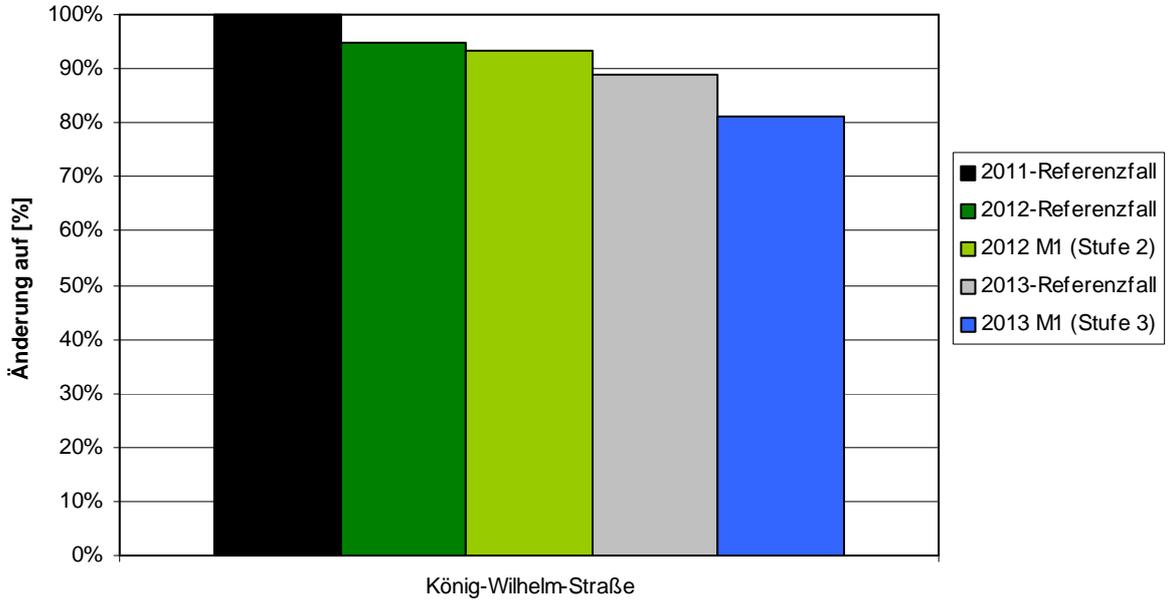
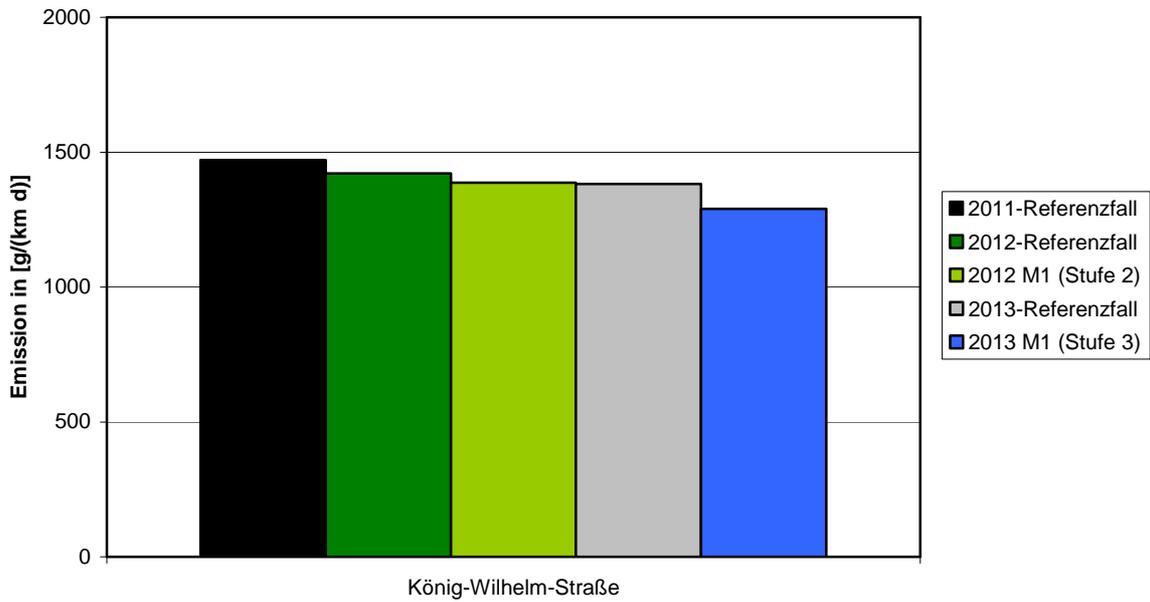


Abb. 4.1: NO_x-Emissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße in Ilsfeld.
 oben: Emissionen in [g/(km d)]
 unten: Relative Änderung der Emissionen gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) in %

PM10-Emissionen an der König-Wilhelm-Straße



PM10-Emissionen an der König-Wilhelm-Straße relativ zum Referenzfall 2011

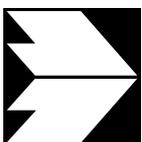
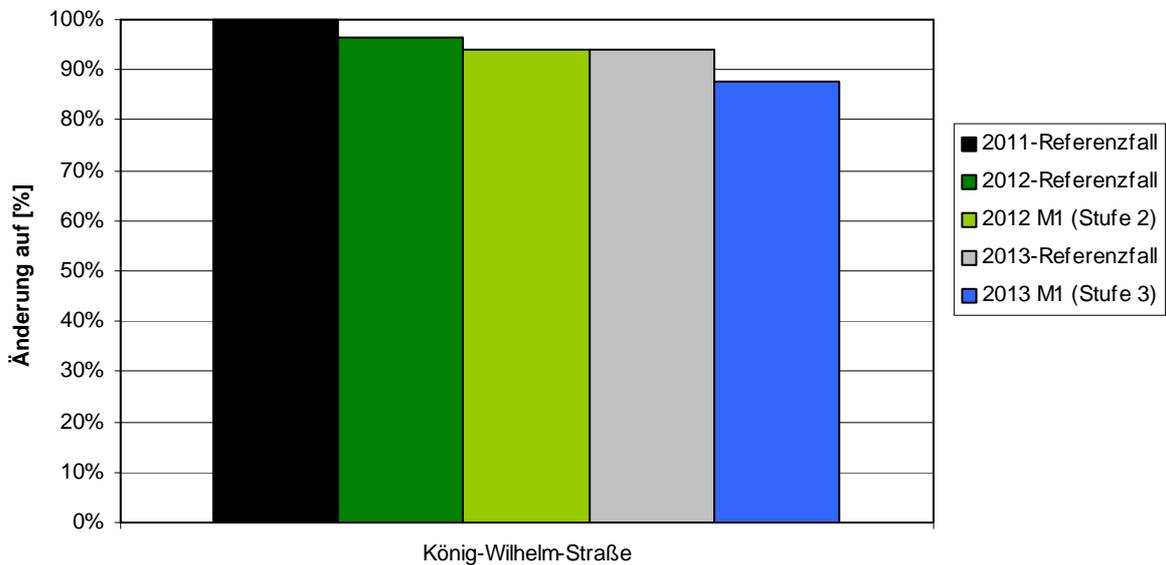


Abb. 4.2: PM10-Emissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße in Ilsfeld.
 oben: Emissionen in [g/(km d)]
 unten: Relative Änderung der Emissionen gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) in %

Bei den PM10-Emissionen ist zu beachten, dass der nicht motorbedingte Anteil durch die betrachteten Maßnahmen nur dann verringert würde, wenn auch die Verkehrsbelastung verringert würde; die Auswirkungen der Maßnahmen der Fahrverbote entsprechend der Kennzeichnungsverordnung wirken nur hinsichtlich der Verringerung der motorbedingten PM10-Emissionen und werden durch gleich bleibende Anteile der nicht motorbedingten Beiträge abgeschwächt. Die "nicht motorbedingten" Beiträge der PM10-Belastungen sind überwiegend der größeren Fraktion zuzuschreiben und damit gegenüber den sehr feinen motorbedingten Partikeln weniger lungengängig.

4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen

Seit dem Jahr 2004 werden im Ortsbereich von Ilsfeld an mehreren Standorten Messdaten erfasst. **Tab. 4.1** zeigt eine Zusammenstellung dieser SPOT-Messdaten in Ilsfeld für die Straßenmessstationen MP1 bis MP4 an der König-Wilhelm-Straße und den Messstandort MP5 im Ortsbereich an der Karlstraße. Die Straßenmessstationen MP2 und MP1 liegen westlich der Kreuzung mit der Bahnhofstraße, der Messpunkt MP3 direkt an der Kreuzung und MP4 östlich dieser Kreuzung. Die Straßenmessstation MP2 steht straßenrandnah in einer Bebauungslücke, während die anderen Stationen direkt an der Randbebauung gelegen sind. Die Messstation MP5 befindet sich an der Karlstraße in größerem Abstand zur Hauptverkehrsstraße und ist als Messpunkt im Ortsbereich aufzufassen. Die Messungen an den Standorten MP1, MP3 und MP4 wurden zum Ende des Jahres 2006, die Messungen am Standort MP5 zum Ende des Jahres 2009 eingestellt. Im Jahr 2010 erfolgte eine Neugestaltung der König-Wilhelm-Straße. Im Zuge der Baumaßnahmen wurden die Messungen am Standort MP2 von Juni bis Dezember 2010 ebenfalls vorübergehend eingestellt. Der Vergleich der MP2-Messwerte des ersten Halbjahres 2010 mit Messwerten von SPOT-Stationen in Heilbronn und Ludwigsburg ergab, dass am Standort MP2 im Jahr 2010 ähnliche Jahresmittelwerte wie im Jahr 2009 zu erwarten sind.

Für die Beschreibung der Auswirkungen der möglichen Maßnahmen basierend auf den vorgestellten Emissionsermittlungen werden Ausbreitungsrechnungen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS und dem Bebauungsmodul PROKAS_B durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurden für das Jahr 2010 die Immissionen für den in der Bebauungslücke befindlichen Messstandort MP2 mit einem NO₂-Jahresmittelwert von 51 µg/m³ und einem PM10-Jahresmittelwert von 30 µg/m³ berechnet, welche gut mit den Messdaten der Station MP2 in Ilsfeld übereinstimmen. Für diese Modellierung wurde eine Hintergrundbelas-

tung von $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} angesetzt, welche ebenfalls gut mit Messdaten umliegender Stationen ohne direkten Verkehrseinfluss (z.B. Ludwigsburg und Aalen) übereinstimmt.

In einem nächsten Schritt erfolgte, wie auch in der Folge für die Maßnahmen, die Bestimmung der Immissionen entlang der König-Wilhelm-Straße. Bedingt durch die dortige dichtere Bebauung werden an der zum Fahrbahnrand nächstgelegenen Bebauung höhere Immissionen berechnet. Diese gegenüber der Station MP2 erhöhten Immissionen wurden ebenso in den vergangenen Jahren an den direkt an der Randbebauung gelegenen Stationen MP1, MP3 und MP4 gemessen. In **Tab. 4.2** sind die für das Jahr 2010 berechneten Immissionen an der König-Wilhelm-Straße westlich und östlich der Bahnhofstraße sowie für den Ortsbereich aufgeführt.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Ilsfeld Straße MP2	Ilsfeld Straße MP1	Ilsfeld Straße MP3	Ilsfeld Straße MP4	Ilsfeld Ortsbereich MP5, Hint.
NO ₂ -Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2004	57	71	66	61	28
	2005	57	82	70	65	30
	2006	52	66	59	59	26
	2007	49	-	-	-	22
	2008	50	-	-	-	27
	2009	50	-	-	-	-
PM ₁₀ -Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2004	33	-	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-
	2006	36	-	-	-	-
	2007	31	-	-	-	-
	2008	30	-	-	-	-
	2009	29	-	-	-	-
PM ₁₀ -Überschreitung [Anzahl]	2004	52	-	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-
	2006	60	-	-	-	-
	2007	43	-	-	-	-
	2008	34	-	-	-	-
	2009	37	-	-	-	-

Tab. 4.1: Messdaten 2004 bis 2009 an den Messstationen in Ilsfeld. (LUBW, 2005-2010), PM₁₀-Überschreitung = Anzahl der Tage über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hint. = Hintergrund.

Es wird eine deutliche Überschreitung des Grenzwertes für NO₂ an der König-Wilhelm-Straße gemessen. Die berechneten Ergebnisse zeigen ebenfalls eine deutliche Grenzwertüberschreitung in diesem Bereich. Die berechneten PM10-Immissionen weisen zudem zufriedenstellende Übereinstimmungen mit den Messdaten auf.

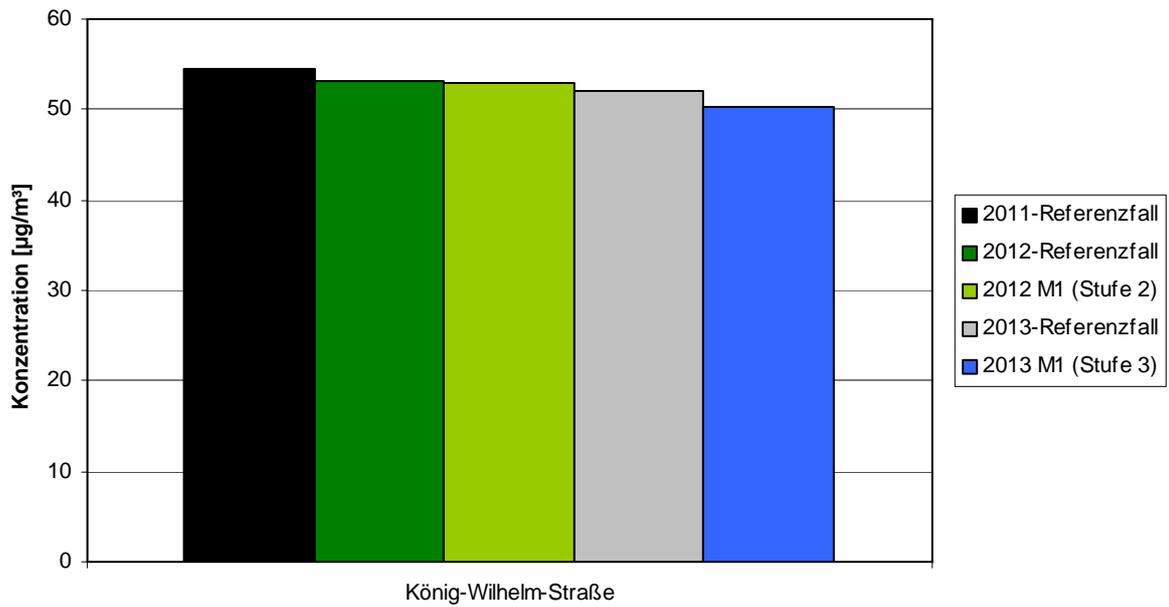
	NO₂- Jahresmittel- wert [µg/m³]	PM10- Jahresmittel- wert [µg/m³]	PM10 Anzahl Über- schrei- tungstage
König-Wilhelm-Straße westl. Bahnhofstr.	55	33	51
König-Wilhelm-Straße östl. Bahnhofstr.	56	33	52
Ortsbereich, Karlstraße	26	21	13

Tab. 4.2: Berechnete Immissionen an den Messstationen Ilsfeld für das Jahr 2010.

Mit der selben Vorgehensweise werden basierend auf den prognostizierten Verkehrsbelegungsdaten für die zu betrachtenden Jahre 2011, 2012 und 2013 Immissionsberechnungen für die genannten Maßnahmen und Jahre durchgeführt. Die Ergebnisse werden zusammenfassend für den Bereich der König-Wilhelm-Straße westlich der Bahnhofstraße als Konzentrationen und als relative Änderungen dargestellt, um die Auswirkungen der Maßnahmen und der zeitlichen Entwicklungen der Kfz-Flotte auf die Gesamtbelastungen zu beschreiben.

In **Abb. 4.3** (oben) sind die berechneten Jahresmittelwerte für NO₂ und in **Abb. 4.3** (unten) die relativen Änderungen der berechneten NO₂-Immissionen für die Jahre 2011, 2012 und 2013 sowie die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** und **M1 (Stufe 3)** bezogen auf den Referenzfall 2011 für den Straßenabschnitt westlich der Bahnhofstraße aufgezeigt. Im Anhang A2 sind die berechneten Immissionen für die betrachteten Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld grafisch dargestellt. Gegenüber dem Referenzzustand 2011 (Stufe 1) weisen die NO₂-Belastungen an der König-Wilhelm-Straße im Referenzfall 2012 (Stufe 1) ca. 98%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 ca. 97%, im Referenzzustand 2013 (Stufe 1) ca. 96% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 92% der Gesamtbelastungen auf. Mit der Entwicklung der Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2013 sind Minderungen der verkehrsbedingten NO₂-Beiträge zu erwarten, die allerdings entsprechend den Berechnungen an dem betrachteten Straßenabschnitt nicht zur Einhaltung des geltenden Grenzwertes von 40 µg/m³ führen. Die beschriebenen Maßnahmen der Fahrverbote nach der Kennzeichnungsverordnung führen zu einer geringen Verringerung der NO₂-Gesamtbelastungen.

NO₂-Gesamtbelastung an der König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld



NO₂-Gesamtbelastung an der König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld relativ zum Referenzfall 2011

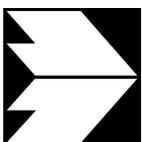
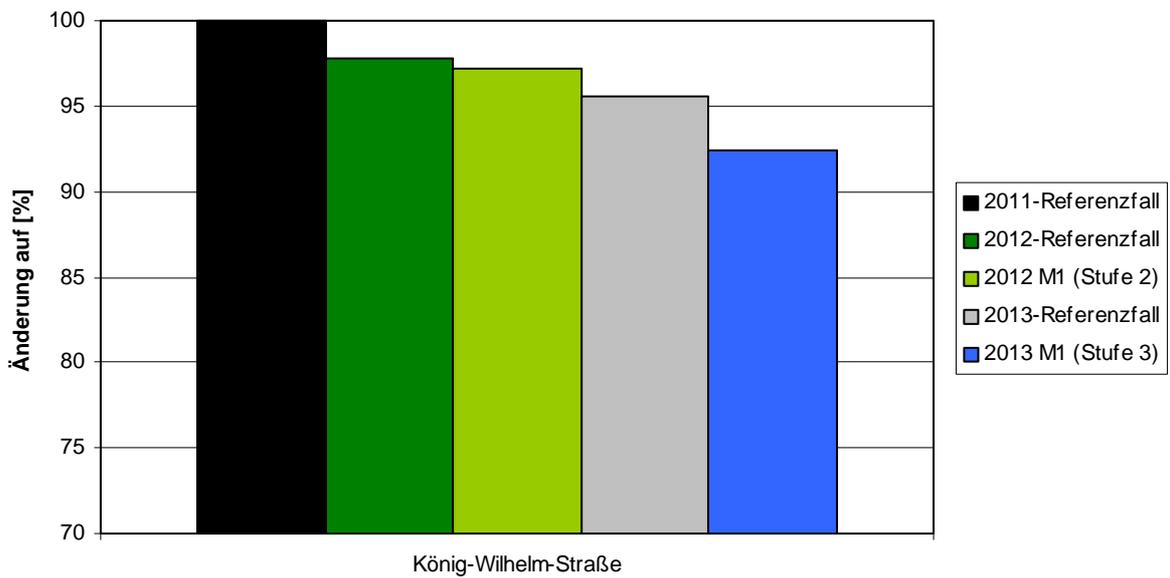


Abb. 4.3: NO₂-Immissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße in Ilsfeld.
oben: Immissionen in [µg/m³]
unten: Relative Änderung der Immissionen gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) in %; zur Verdeutlichung ist nur ein Ausschnitt der vertikalen Achse dargestellt.

Die prognostizierten PM10-Immissionen sind in **Abb. 4.4** aufgezeigt. Gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) weisen die PM10-Belastungen an der König-Wilhelm-Straße mit dem Referenzzustand 2012 (Stufe 1) ca. 99%, mit der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 und dem Referenzfall 2013 (Stufe 1) ca. 98% und mit der Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 ca. 96% der Gesamtbelastungen auf. Mit der Entwicklung der Fahrzeugflotte bis zum Jahr 2013 und mit den beschriebenen Maßnahmen der Kennzeichnungsverordnung sind geringe Minderungen der verkehrsbedingten PM10-Belastungen zu erwarten.

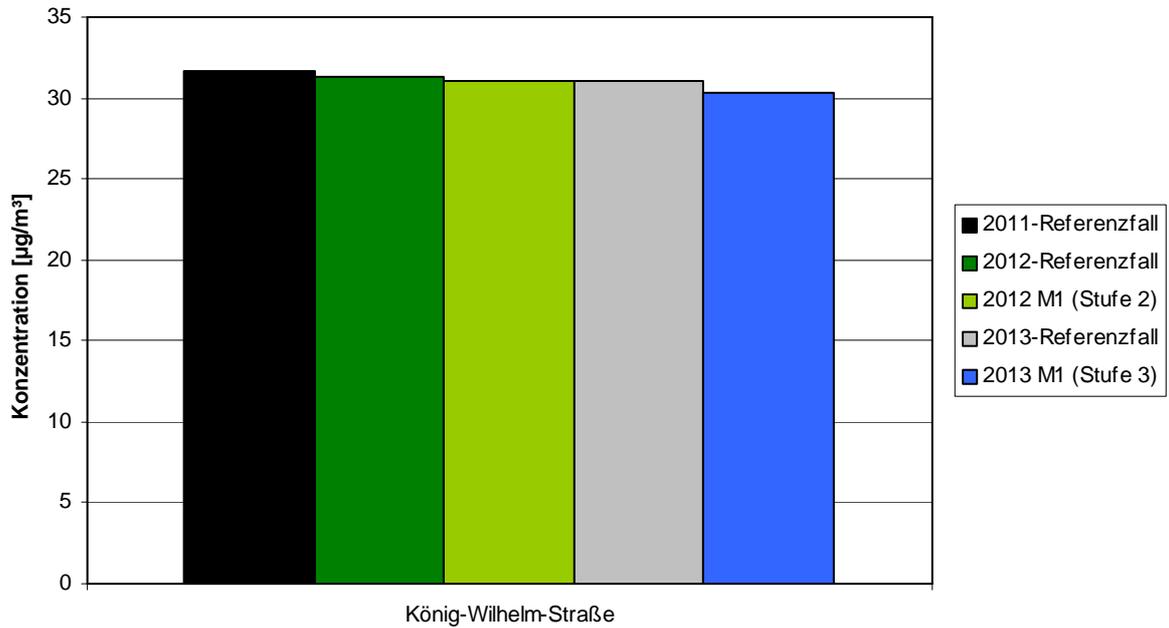
Für die Ableitung des PM10-Kurzzeitbelastungswertes, d.h. der Überschreitung eines PM10-Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen pro Jahr, werden in der Fachliteratur Schwellenwerte der PM10-Jahresmittelwerte genannt. So wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM10-Tagesmittelwerten größer $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 4.5**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM10-Überschreitungshäufigkeit vom PM10-Jahresmittelwert abgeleitet (BASt, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate ("best fit") und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion ("best fit + 1 sigma") sind ebenfalls in **Abb. 4.5** dargestellt. Diese wurden in der vorliegenden Arbeit für die Auswertung berücksichtigt. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz unter Berücksichtigung des Sicherheitszuschlags für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen nahezu identischen Verlauf wie der o.g. „best fit“ nach BASt (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM10-Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Weiterhin liegen Auswertungen durch die UMEG mbH für die Stationen in Baden-Württemberg und für das Jahr 2004 vor, die ab einem PM10-Jahresmittelwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf eine Überschreitung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes schließen lassen.

Aus den berechneten PM10-Jahresmittelwerten werden im Rahmen dieser Ausarbeitung mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) ab PM10-Jahresmittelwerten von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt. Danach ist an dem betrachteten Straßenabschnitt der König-Wilhelm-Straße eine Überschreitung des PM10-Kurzzeitbelastungswertes zu erwarten.

PM10-Gesamtbelastung an der König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld



PM10-Gesamtbelastung an der König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld relativ zum Referenzfall 2011

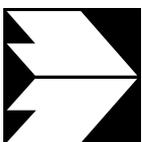
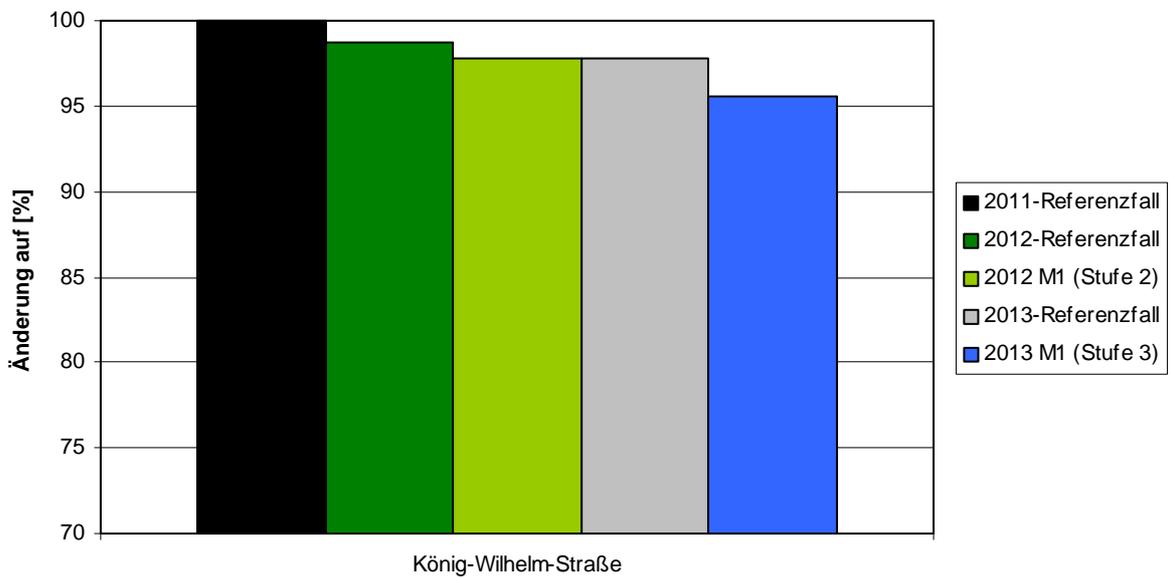
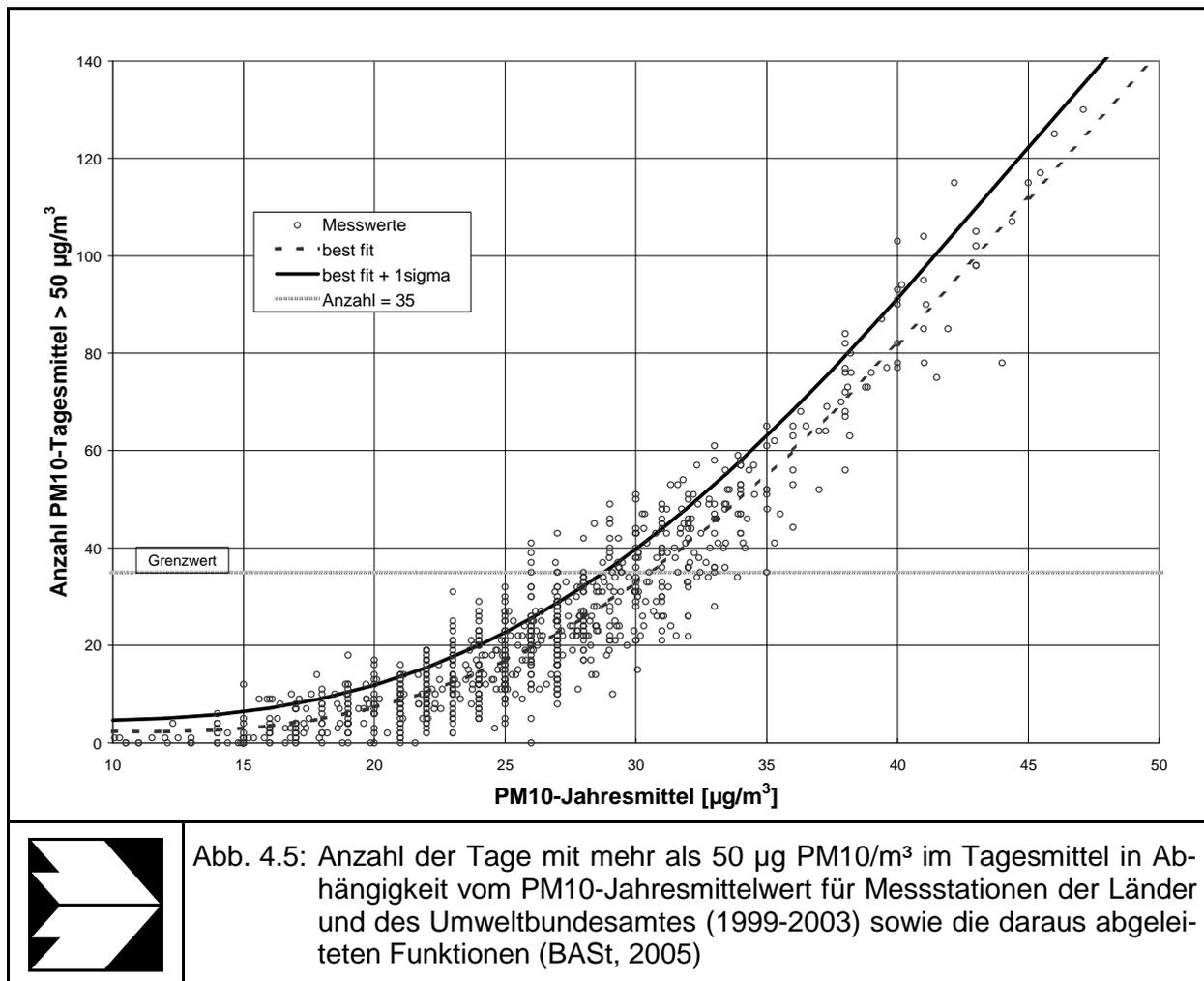


Abb. 4.4: PM10-Immissionen im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße / Bahnhofstraße in Ilsfeld.
oben: Immissionen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
unten: Relative Änderung der Immissionen gegenüber dem Referenzfall 2011 (Stufe 1) in %; zur Verdeutlichung ist nur ein Ausschnitt der vertikalen Achse dargestellt.



Ergänzend zu den PM10-Berechnungen ist zu erwähnen, dass in der 39. BImSchV auch ein Grenzwert für PM2.5 von 25 µg/m³ angegeben ist, der ab dem Jahr 2015 einzuhalten ist. Für den Grenzwert ist zudem eine Toleranzmarge von 5 µg/m³ angegeben. Sie verringert sich ab dem Jahr 2009 jährlich um ein siebtel bis auf 0 zum 1. Januar 2015. Damit ist in dem hier zu betrachtenden Prognosejahr 2012 ein Übergangsbeurteilungswert von ca. 27 µg/m³ und im Prognosejahr 2013 ein Übergangsbeurteilungswert von ca. 26 µg/m³ anzusetzen.

An den betrachteten Straßenabschnitten wird sowohl im Referenzfall als auch in den betrachteten Maßnahmenfällen der jeweils geltende Übergangsgrenzwert nicht überschritten. Mit den betrachteten Maßnahmen geht eine Verringerung der PM2.5-Immissionen einher.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen der Berechnungen zu schließen, dass die geplanten Maßnahmen der Fahrverbote nach der Kennzeichnungsverordnung zu Verringerungen der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen führen; durch die Maßnahme **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 sind die intensivsten Verringerungen zu erwarten.

5 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Luftqualitätsrichtlinie der EU durch Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) und BImSchG – Änderung in deutsches Recht umgesetzt. Im Internet unter www.bmu.de
- Aviso (2009): Prognose der dynamischen KFZ-Flotte für Baden-Württemberg für die Jahre 2010 und 2012 im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.
- Bächlin, W., Böisinger, R., Brandt, A., Schulz, T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4 – April.
- BAST (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.
- BAST (2005): PM₁₀-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM₁₀-Konzentrationen aus Messungen an der A 1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- BAST (2009): Verkehrsentwicklung auf den Bundesfernstraßen 2007. Bericht der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 178, Bergisch-Gladbach, Januar 2009.
- Düring, I., Lohmeyer, A. (2004): Modellierung nicht motorbedingter PM₁₀-Emissionen von Straßen. KRdL-Experten-Forum „Staub und Staubinhaltsstoffe“, 10./11. November 2004, Düsseldorf. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, KRdL-Schriftenreihe Band 33.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Böisinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Kolb, H. (1976): Vergleich verschiedener Methoden der Übertragung von Statistiken der Ausbreitungsverhältnisse in orographisch modifiziertem Gelände. In: Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. B. 24, S. 57-68.

- Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- Lfu (2000): Windstatistiken in Baden-Württemberg. interaktive Windrosenkarte (CD-ROM). Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.
- LUBW (Internet): Daten- und Kartendienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Karlsruhe. Im Internet unter <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de> (abgerufen am 12.04.2011)
- LUBW (2005-2010): Spotmessungen 2004 bis 2009 – Darstellung der Messergebnisse. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.
- LUBW (2011): Immissionsmessdaten. Herausgeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de
- Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.
- Romberg, E., Bösing, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhalte der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.
- Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).
- Stahl & Partner: Verkehrsuntersuchung Nordumfahrung Ilsfeld, Stahl und Partner -Verkehrs- und Straßenplanung, Schallschutz, Ludwigsburg.
- 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 (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1/Febr. 2010. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. Herunterladbar unter <http://www.hbefa.net/>.

UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.

VDI (2003): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, November 2003.

A N H A N G A 1

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt wird das mathematische Modell PROKAS zur Anwendung gebracht, 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.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996). Diese Vorgehensweise wurde durch Auswertungen von Messdaten der letzten Jahre bestätigt (Bächlin et al., 2006).

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 fahrzeug-induzierten 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 ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d.h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BAST (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen 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.

ANHANG A2:
IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSENNETZ

A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSEN- NETZ

In Kap. 4 sind die relativen Änderungen der Immissionen an der König-Wilhelm-Straße in Ilsfeld aufgeführt. Für den Referenzfall 2011 und die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 sowie **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 sind in **Abb. A2.1** bis **A2.3** die berechneten NO_2 -Jahresmittelwerte für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen dargestellt. Die Berechnungen erfolgen an den Straßenabschnitten mit bestehender Randbebauung für Bereiche vor der zur Fahrbahn nächstgelegenen Bebauung und für Straßenabschnitte ohne Randbebauung für einen Immissionsort in ca. 10 m Abstand zur Straße. In der Grafik sind Konzentrationswerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d.h. über dem ab 2010 gültigen NO_2 -Grenzwert der 39. BImSchV, in gelben und roten Farben dargestellt. An wenigen stark frequentierten Straßenabschnitten in Ilsfeld sind hohe NO_2 -Belastungen prognostiziert, die bei entsprechenden Nutzungen zu Überschreitungen des Grenzwertes führen.

In **Abb. A2.4** bis **A2.6** sind die berechneten PM_{10} -Jahresmittelwerte für den Referenzfall 2011 und die Maßnahmen **M1 (Stufe 2)** im Jahr 2012 sowie **M1 (Stufe 3)** im Jahr 2013 für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld aufgezeigt. In der Grafik sind Konzentrationswerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d.h. über dem PM_{10} -Grenzwert der 39. BImSchV, in gelben und roten Farben dargestellt. Die in der Maßnahme **M1 (Stufe 2)** geringfügig reduzierten PM_{10} -Belastungen führen in **Abb. A2.5** gegenüber dem Referenzfall (Stufe 1) im Jahr 2011 (**Abb. A2.4**) zu keinen Änderungen in der Farbskalierung.

Aus den berechneten PM_{10} -Jahresmittelwerten an den Hauptverkehrsstraßen in Ilsfeld werden für die grafischen Darstellungen des gesamten Hauptverkehrsstraßennetzes ab PM_{10} -Jahresmittelwerten von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) angesetzt. Das Überschreiten dieses Schwellenwertes ist in **Abb. A2.4** bis **A2.6** ab der grünen Farbdarstellung aufgezeigt, d.h. an allen grün, gelb und rot gekennzeichneten Straßenabschnitten kann eine Überschreitung des PM_{10} -Kurzzeitbelastungswertes bei entsprechenden Nutzungen erwartet werden. Insgesamt sind in Ilsfeld im Kreuzungsbereich König-Wilhelm-Straße/Bahnhofstraße hohe PM_{10} -Kurzzeitbelastungen berechnet.

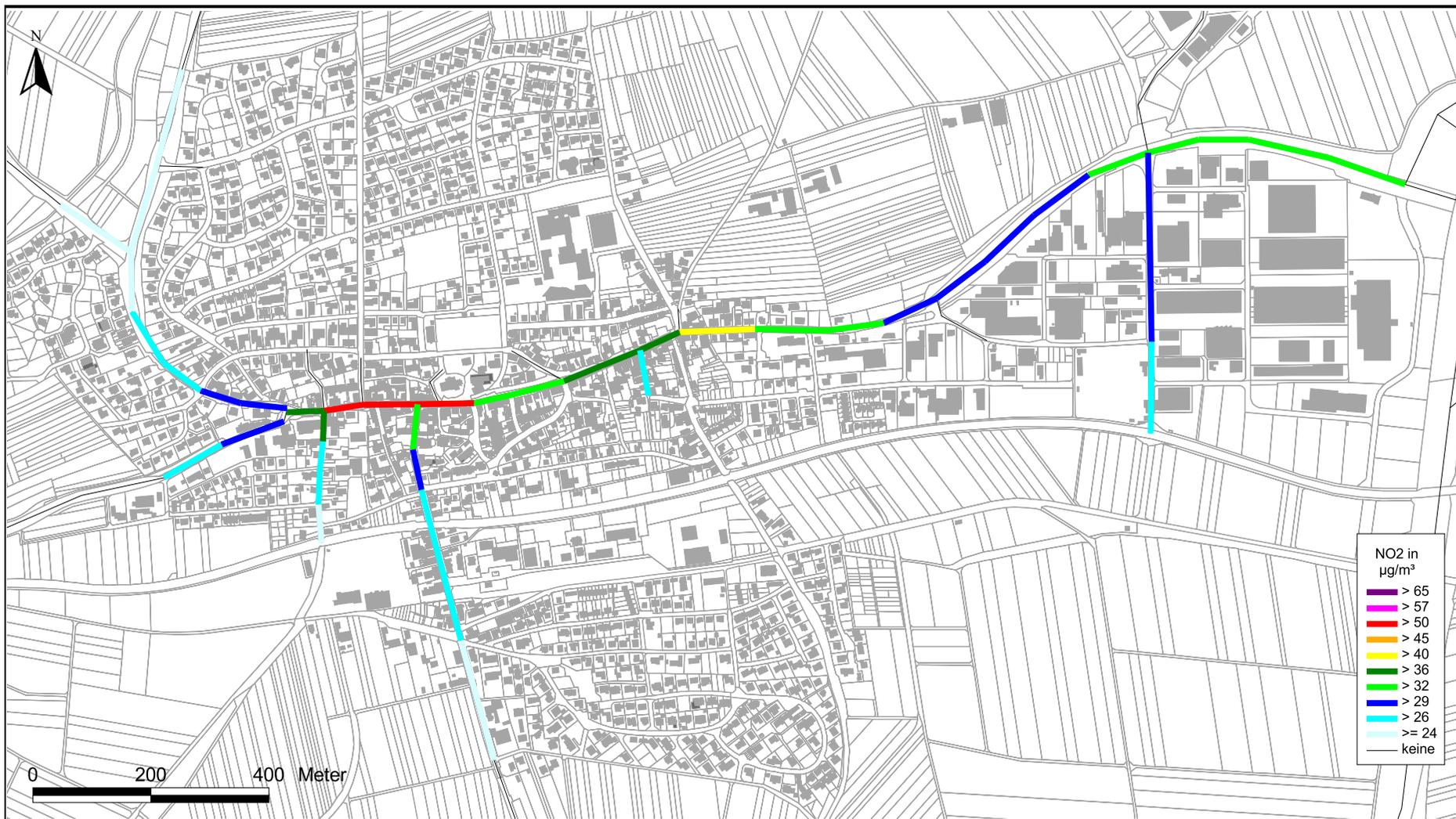


Abb. A2.1: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Referenzzustand mit Umweltzone Stufe 1 im Jahr 2012.

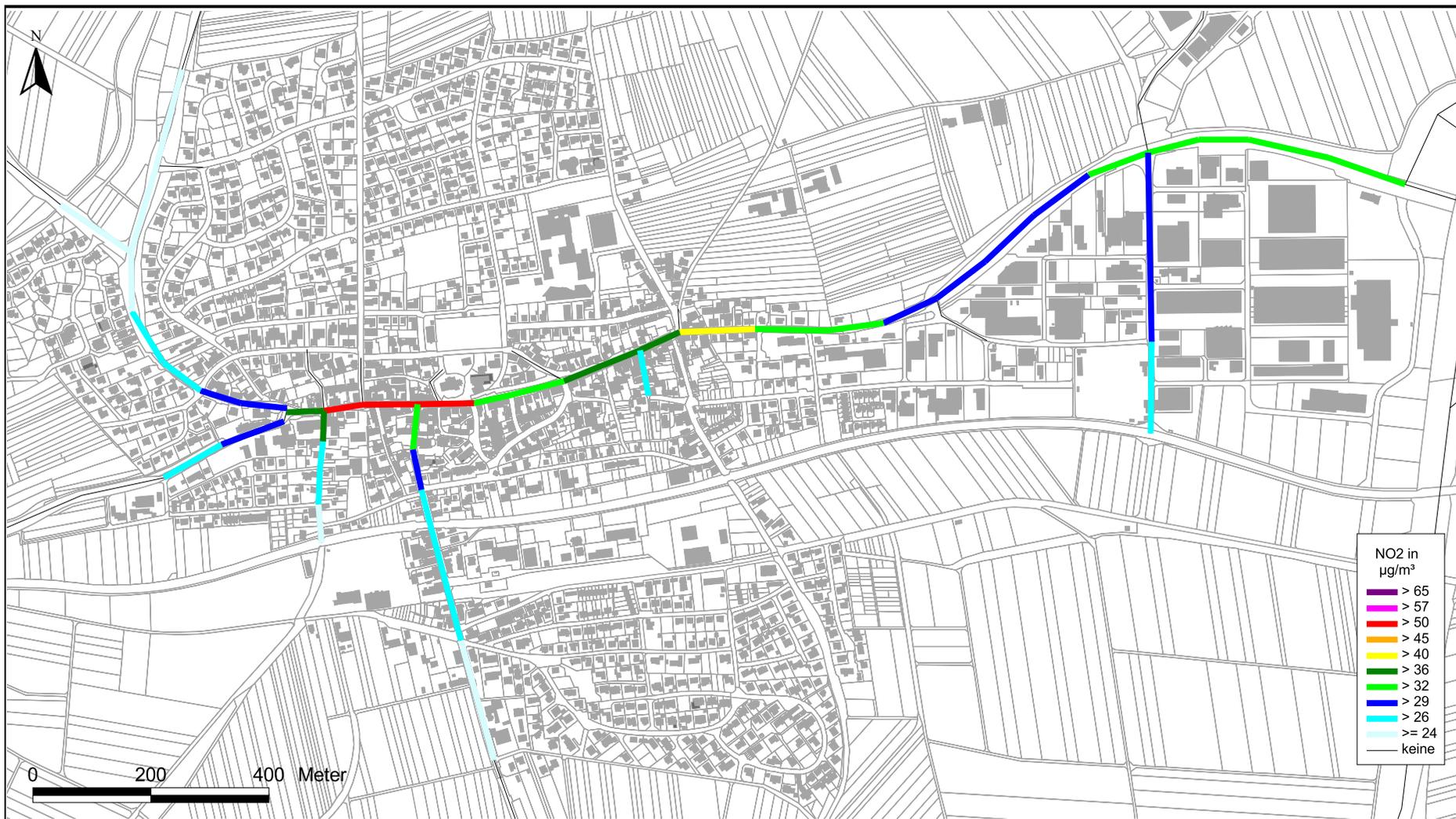


Abb. A2.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1 mit Umweltzone Stufe 2 im Jahr 2012.

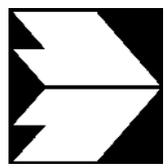
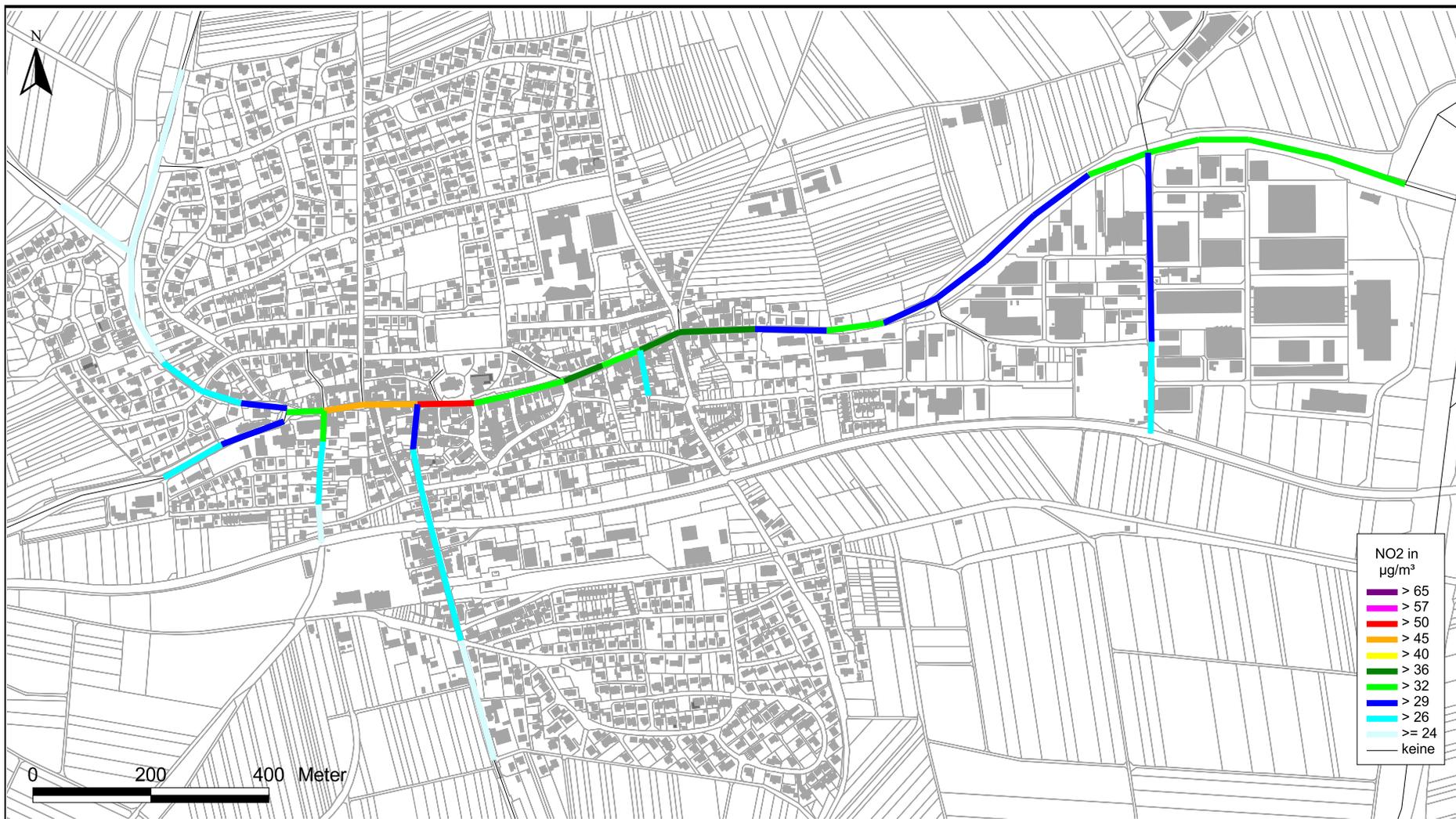


Abb. A2.3: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1 mit Umweltzone Stufe 3 im Jahr 2013.

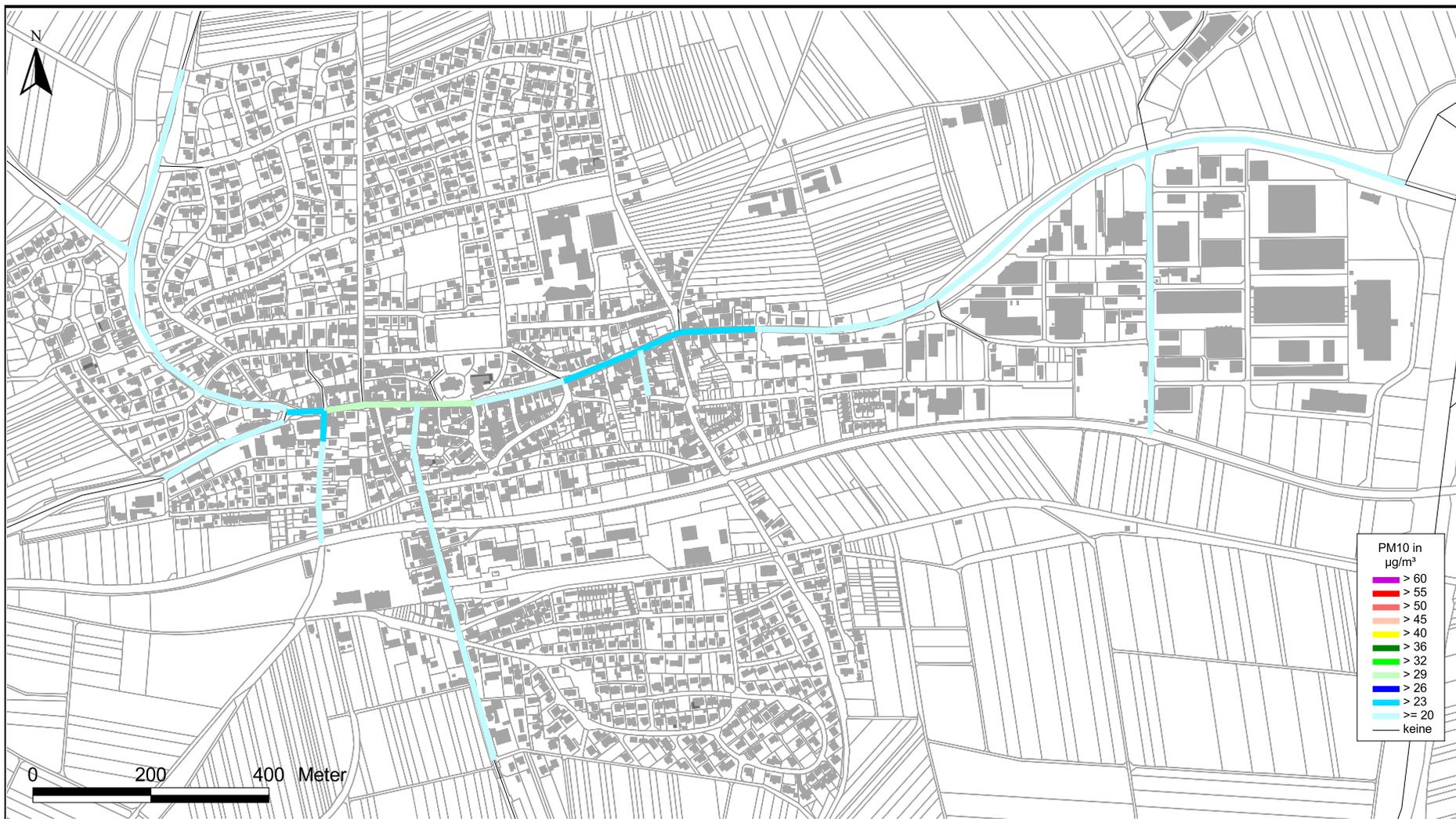


Abb. A2.4: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Referenzzustand mit Umweltzone Stufe 1 im Jahr 2012.

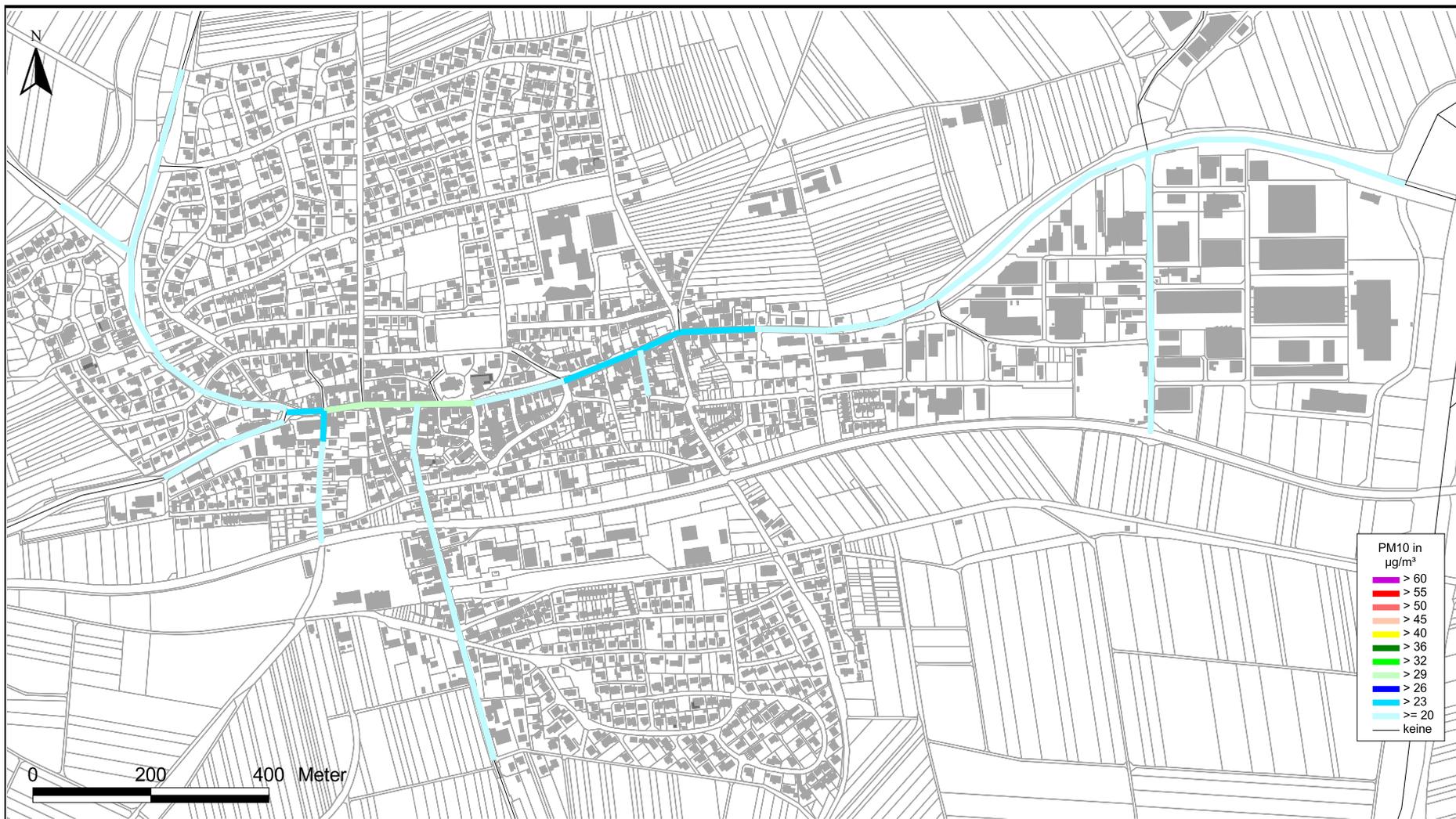


Abb. A2.5: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1 mit Umweltzone Stufe 2 im Jahr 2012.



Abb. A2.6: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1 mit Umweltzone Stufe 3 im Jahr 2013.