



**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

**GUTACHTEN ZU
IMMISSIONSAUSWIRKUNGEN VON
VERKEHRLICHEN MASSNAHMEN IM
LUFTREINHALTEPLAN HEIDENHEIM**

Auftraggeber: Regierungspräsidium Stuttgart
Postfach 800709
70507 Stuttgart

Dipl.-Geogr. T. Nagel
Dr.rer.nat. J. Richters

Dr.-Ing. W. Bächlin

Juli 2010, Juli 2011
Projekt 61681-10-01
Berichtsumfang 52 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	4
2 AUFGABENSTELLUNG	8
3 EINGANGSDATEN UND EMISSIONSFAKTOREN.....	9
3.1 Lagedaten.....	9
3.2 Verkehr	12
3.3 Fahrzeugflotte.....	14
3.4 Emissionsfaktoren	17
3.4.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	17
3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	18
3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen	19
3.5 Meteorologische Daten.....	21
4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN	26
4.1 Auswirkungen auf Emissionen der Straßenabschnitte.....	26
4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen.....	28
5 LITERATUR	32
A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION.....	36
A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSTRASSEN- NETZ HEIDENHEIM.....	44

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (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 gröÙenselektierenden Lufterlass 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

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für die Stadt Heidenheim wird derzeit ein Luftreinhalte- und Aktionsplan erstellt. Für die Maßnahmen wurden Berechnungen der zu erwartenden Minderungen der Immissionen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführt:

- Trendfall** Verkehrssituation im Jahr 2011/12 ohne Maßnahmen.
- M1, Stufe 1 und 2** ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit gelber und grüner Plakette frei.
- M2** Geschwindigkeitsbeschränkungen auf ausgewählten Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim.
- M1, Stufe 3** ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2013, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.

Als Referenzzustand wird in Heidenheim die derzeitige Regelung ohne Umweltzone und ohne zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkung angesetzt. Die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, wurde von Mitte 2011 auf Anfang 2012 verschoben; in dieser Ausarbeitung wird angesetzt, dass auch Anfang 2012 eine vergleichbare Fahrzeugflottenzusammensetzung wie für 2011 vorherrscht. Die Maßnahme M2 umfasst Geschwindigkeitsbeschränkungen von 70 km/h bzw. 60 km/h auf 50 km/h auf Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen und wurde um die Einführung einer ganztägigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h auf der B 466 in der Umgebung der Messstelle erweitert.

Für die Erarbeitung des Luftreinhalte- und Aktionsplans für Heidenheim wurden die für das Jahr 2010 ermittelten Verkehrsbelegungsdaten der Stadtverwaltung Heidenheim herangezogen.

Für den Standort der verkehrsbezogenen Luftmessstation in Heidenheim werden jeweils die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf die Immissionen berechnet. Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Heidenheimer Straßennetzes werden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des UBA (Auspuffemissionen), d.h. HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Stand 2010 auf der Grundlage der für Baden-Württemberg ermittelten Fahrzeugflotte und mit den aktuellen

Erkenntnissen bezüglich nicht motorbedingter PM10-Beiträge 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.

Für NO_x-Freisetzungen sind auf dem Straßenabschnitt an der Luftmessstation in Heidenheim gegenüber dem Trendfall 2011/12 mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 96%, mit der Maßnahme M2 ca. 96%, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 93%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 92%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, ca. 82%, mit der Maßnahme M2 im Jahr 2013 ca. 88% und mit der Maßnahme M1, Stufe 3 und M2 ca. 79% der NO_x-Emissionen zu erwarten. Die genannten Maßnahmen tragen zur Minderung der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen bei.

Die PM10-Emissionen weisen auf dem Straßenabschnitt an der Luftmessstation gegenüber dem Trendfall 2011/12 mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 95%, mit der Maßnahme M2 unveränderte, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 95%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme mit der Maßnahme M1, Stufe 3, ca. 87%, mit der Maßnahme M2 im Jahr 2013 ca. 94% und mit der Maßnahme M1, Stufe 3, und M2 ca. 87% auf. Die genannten Maßnahmen tragen zur Minderung der verkehrsbedingten PM10-Emissionen bei.

Bei den PM10-Emissionen ist zu beachten, dass der nicht motorbedingte Anteil durch die betrachteten Maßnahmen nicht verringert wird, da die Verkehrsbelastung unverändert berücksichtigt wurde, daher fallen die Reduktionen gegenüber NO_x geringer aus.

Die relativen Auswirkungen auf die Immissionen sind gegenüber den Emissionen geringer, da auch nicht verkehrsbedingte Beiträge in den Luftschadstoffbelastungen enthalten sind.

Die Immissionsberechnungen für die Wilhelmstraße an der Messstation in Heidenheim wurden basierend auf den beschriebenen Verkehrsbelegungsdaten und den Emissionsfaktoren für den Istzustand im Jahr 2009 durchgeführt und weisen für NO₂- und PM10-Jahresmittelwerte gute Übereinstimmungen mit den Messdaten auf; die abgeleiteten PM10-Überschreitungstage sind aufgrund des konservativen Ansatzes gegenüber den Messdaten etwas höher.

Die NO₂-Jahresmittelwerte weisen an der Luftmessstation gegenüber dem Istzustand 2009 im Trendfall im Jahr 2011/12 ca. 97%, mit der Maßnahme mit M1, Stufe 1 und 2, ca. 95%, M2 ca. 96%, mit M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 94%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 90%, mit M2 im Jahr 2013 ca. 92% und mit M1, Stufe 3, und M2 ca. 89% der Gesamtbelastung auf. Die berechneten NO₂-Immissionen verringern sich an der Wilhelmstraße ausgehend vom Istzustand 2009 mit 54 µg/m³ durch die weitestgehenden Maßnahmen bis auf ca. 48 µg/m³.

Die PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) weisen an der Luftmessstation gegenüber dem Istzustand 2009 im Trendfall im Jahr 2011/12 ca. 97%, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 94%, mit M2 ca. 97%, mit M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 94%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 91%, mit M2 im Jahr 2013 ca. 94% und mit M1, Stufe 3, und M2 ca. 91% der Gesamtbelastung auf. Die PM₁₀-Belastungen verringern sich an der Wilhelmstraße ausgehend vom Istzustand 2009 mit 26 µg/m³ auf ca. 24 µg/m³ durch die weitestgehenden Maßnahmen.

Für Feinstaub werden auch die Auswirkungen auf die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ bezogen auf die Messdaten betrachtet. Im Jahr 2009 sind in der Wilhelmstraße ca. 26 Überschreitungstage abgeleitet, im Trendfall im Jahr 2011/12 sind es ca. 24 Tage, mit den weitestgehenden Maßnahmen M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 20 Tage im Jahr.

Die Darstellungen für das gesamte Hauptverkehrsstraßennetz von Heidenheim ergeben, dass außer dem Straßenabschnitt an der Messstelle „Wilhelmstraße“ nahezu an allen Hauptverkehrsstraßen mit Randbebauung in den Talbereichen NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) berechnet sind, die über dem Grenzwert liegen. Für die Maßnahme M2 ist abzulesen, dass die immissionsseitigen Wirkungen der Geschwindigkeitsbeschränkung im Wesentlichen auf die jeweiligen Bereiche beschränkt bleiben. Die Maßnahmen der Umweltzone (M1, Stufe 1 und 2, und M1, Stufe 3) führen gegenüber dem Trendfall zu verringerten Konzentrationen, die auch die Anzahl der Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen verringern und an einer großen Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte eine Unterschreitung erwarten lässt.

Die berechneten PM₁₀-Immissionen (Jahresmittelwerte) für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim ergeben an der Randbebauung Konzentrationen unter 29 µg/m³; damit wird dort eine Einhaltung der PM₁₀-Jahresmittelwerte und der PM₁₀-

Kurzzeitbelastungsgrenzwerte erwartet. Diese Beurteilungen treffen auch auf alle betrachteten Maßnahmen mit den etwas verringerten PM10-Immissionen zu.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen der Berechnungen zu schließen, dass durch die jeweiligen Umweltzonen und den damit vorgezogenen Erneuerungen der Kfz-Fahrzeugflotte Verringerungen der motorbedingten Schadstofffreisetzungen verbunden sind, die auch zu Verringerungen der NO₂- und PM10-Immissionen führen. Die deutliche Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes an der Messstation Heidenheim wird durch die Maßnahmen entsprechend der Berechnungsergebnisse verringert; eine Einhaltung des Grenzwertes ist dort jedoch nicht direkt ableitbar.

2 AUFGABENSTELLUNG

Für die Stadt Heidenheim, für die seit dem Jahr 2010 ein Luftreinhalte- und Aktionsplan erstellt wird, sollen die Auswirkungen der Einführung einer Umweltzone sowie Geschwindigkeitseinschränkungen untersucht und bewertet werden. Es sind die immissionsseitigen Auswirkungen der Maßnahmen zu prognostizieren. Betrachtet werden die Schadstoffe NO₂ und PM10.

Folgende Maßnahmen werden betrachtet:

- Trendfall** Verkehrssituation im Jahr 2011/12 ohne Maßnahmen.
- M1, Stufe 1 und 2** ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit gelber und grüner Plakette frei.
- M2** Geschwindigkeitsbeschränkungen auf ausgewählten Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim.
- M1, Stufe 3** ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2013, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei.

Als Referenzzustand wird in Heidenheim die derzeitige Regelung ohne Umweltzone und ohne zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkung angesetzt. Die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, wurde von Mitte 2011 auf Anfang 2012 verschoben; in dieser Ausarbeitung wird angesetzt, dass auch Anfang 2012 eine vergleichbare Fahrzeugflottenzusammensetzung wie für 2011 vorherrscht. Die Maßnahme M2 umfasst Geschwindigkeitsbeschränkungen von 70 km/h bzw. 60 km/h auf 50 km/h auf Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen und wurde um die Einführung einer ganztägigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h auf der B 466 in der Umgebung der Messstelle erweitert.

Für den Standort der verkehrsbezogenen Messstation in Heidenheim werden die Auswirkungen der oben genannten Maßnahmen auf die Immissionen berechnet. Aus den verfügbaren Verkehrsdaten des Straßennetzes werden unter Berücksichtigung der aktuellen Emissionsdatenbank des UBA (Auspuffemissionen), d.h. HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.1, Stand 2010 auf der Grundlage der für Baden-Württemberg ermittelten dynamischen Fahrzeugflotte und mit den aktuellen Erkenntnissen bezüglich nicht motorbedingter PM10-Beiträge die Änderungen der Emissionen und darauf basierend der Immissionen gegenüber dem Referenzfall aufgezeigt.

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.

Im Februar 2010 wurde das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs – HBEFA –, Version 3.1 veröffentlicht. Damit stellt die Datenbasis des HBEFA, Version 3.1 die aktuelle Emissionsdatenbasis für den Kfz-Verkehr dar. Die Informationen der fahrzeugflottenspezifischen Emissionsfaktoren im Handbuch basieren auf Emissionsmessungen an unterschiedlichen, repräsentativen Kfz mit den entsprechenden Motorenkonzepten sowie einer angesetzten Flottenzusammensetzung der Kfz in Deutschland. Für Baden-Württemberg wurden auf der Grundlage der gemeldeten Kfz auch für die hier zu betrachtenden Jahre 2011/12 und 2013 die dynamischen Flottenzusammensetzungen prognostiziert (AVISIO, 2009) und zur Verfügung gestellt.

Ergänzend zu der genannten Emissionsdatenbank wurden verkehrstechnische Erhebungen zum Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen durchgeführt und für die vorliegenden Ausarbeitungen zur Verfügung gestellt.

Für das verkehrsbedingte Feinstaubaufkommen sind neben den „motorbedingten“ Emissionen auch „nicht motorbedingte“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Beiträge zu berücksichtigen. Dies basiert auf aktuellen Angaben der Fachliteratur.

3.1 Lagedaten

Die Stadt Heidenheim liegt im östlichen Bereich der Schwäbischen Alb, ca. 70 km östlich von Stuttgart, ca. 15 km südlich von Aalen und ca. 30 km nördlich von Ulm. Die Lage des Betrachtungsgebietes mit dem Stadtgebiet von Heidenheim ist in **Abb. 3.1** aufgezeigt. Dort ist die Lage der Messstation Heidenheim gekennzeichnet.

Das Siedlungsgebiet von Heidenheim befindet sich überwiegend im von Norden nach Süden orientierten Tal der Brenz sowie im von Westen nach Osten orientierten Stubental, das ins Brenztal gerichtet ist; von diesen Talbereichen erstrecken sich die Siedlungsbereiche in die Randhänge und anschließende Kuppenlagen. In **Abb. 3.2** ist eine Reliefdarstellung des Stadtgebietes von Heidenheim aufgezeigt.

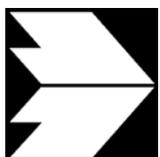
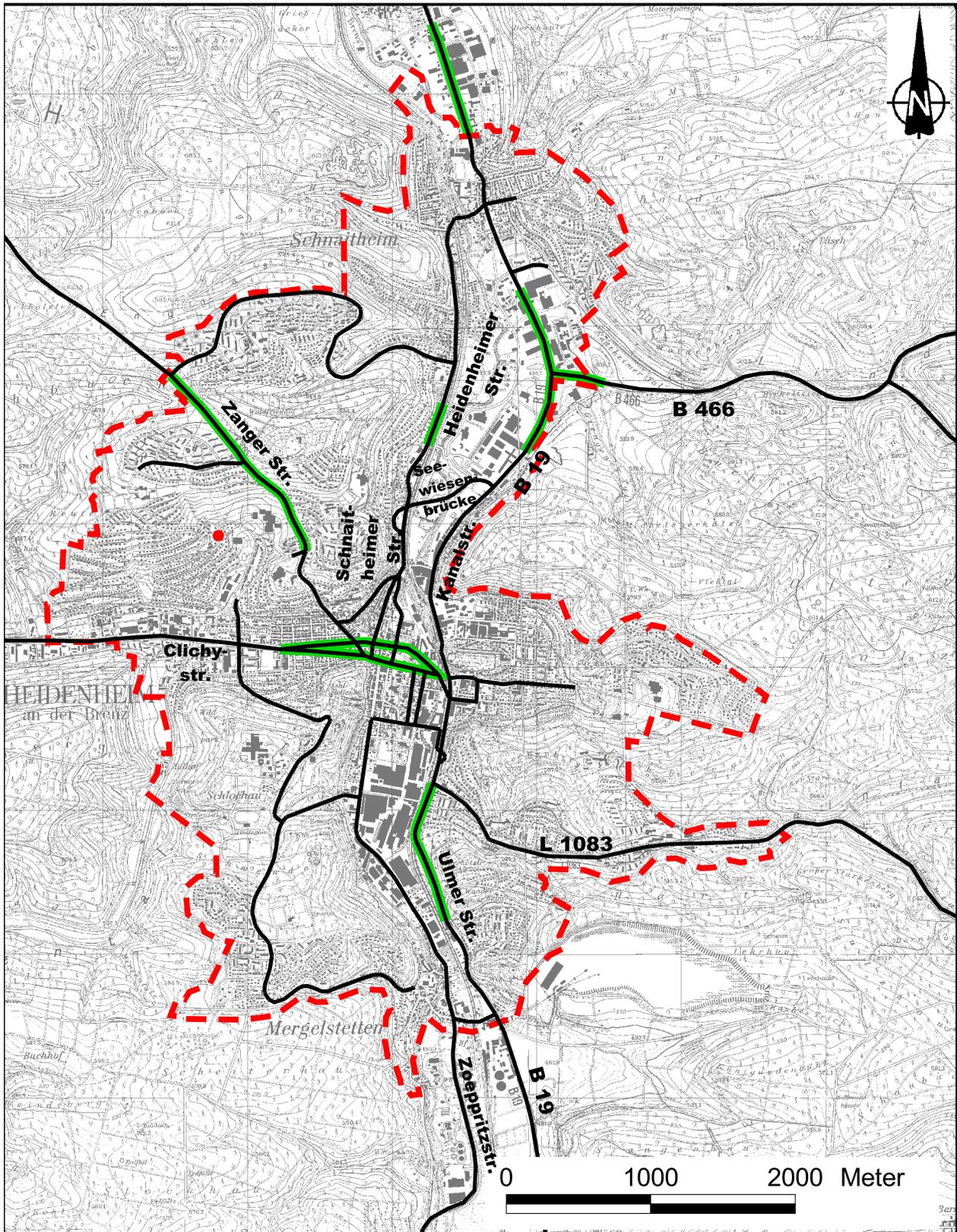


Abb. 3.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes.
Straßen mit zusätzlicher Geschwindigkeitsbegrenzung sind grün eingezeichnet.
Die Lage der Messstation ist als roter Punkt und die Umweltzone rot gestrichelt dargestellt

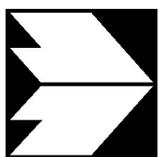
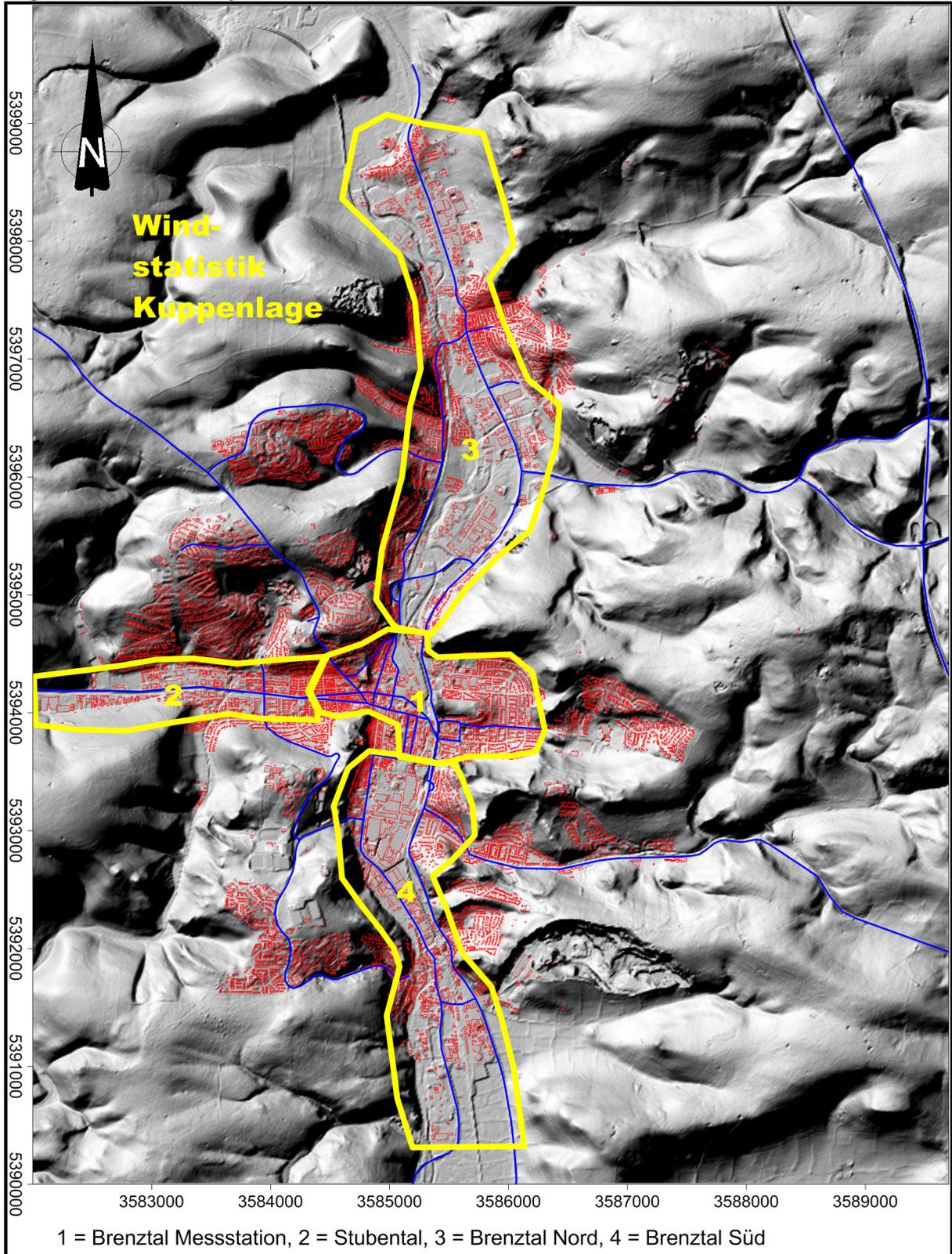


Abb. 3.2: Reliefdarstellung des Stadtgebietes von Heidenheim. Bereiche vergleichbarer Windverhältnisse für die Immissionsberechnungen

3.2 Verkehr

Für die rechnerische Betrachtung der Maßnahmen werden die für das Jahr 2010 ermittelten Verkehrsbelegungsdaten der Stadtverwaltung Heidenheim herangezogen. Das sind Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke in Kfz/24h ergänzt durch pauschale Angaben für den LKW-Anteil, die aktuell durch Kurzzeitmessungen ergänzt wurden. Diese Verkehrsdaten sind als Übersichtsdarstellung in **Abb. 3.3** aufgezeigt.

Für die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1 und 2 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2012, d.h. Kraftfahrzeuge mit gelber und grüner Plakette frei und M1, Stufe 3, ganzjähriges Fahrverbot in der Umweltzone Heidenheim für Kraftfahrzeuge der Schadstoffgruppen 1, 2 und 3 nach der Kennzeichnungsverordnung ab 01.01.2013, d.h. Kraftfahrzeuge mit grüner Plakette frei, wird die Verkehrsbelegung des Netzes für das Jahr 2010 vorausgesetzt. D.h. für die zu betrachtenden Maßnahmen werden jeweils die selben Verkehrsbelegungsdaten verwendet.

Für den Standort der Messstation Heidenheim in der Wilhelmstraße sind 19 500 Kfz/24h mit einem LKW-Anteil von 5% angegeben.

Die Maßnahme M2 sieht zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkungen ausgehend von bisher erlaubten 60 km/h bzw. 70 km/h auf 50 km/h auf Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen vor, die in **Abb. 3.1** hervorgehoben sind. Auf diesen Teilabschnitten werden die Auswirkungen des durch die Geschwindigkeitsbeschränkungen zu erwartenden homogenisierten Verkehrsflusses in den Emissionsberechnungen berücksichtigt. Für die Hauptverkehrsstraßenabschnitte der B 466 in der Umgebung der Messstelle ist eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h vorgesehen; das betrifft Abschnitte der Clichystraße, Brenzstraße, Theodor-Heuss-Straße, Olgastraße und Wilhelmstraße.

Ergänzend werden an weiteren innerstädtischen Straßenabschnitten Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 30 km/h in den Nachtstunden (22 Uhr bis 6 Uhr) genannt. Emissionsseitig sind durch diese zeitlich begrenzte Geschwindigkeitsbeschränkung keine nennenswerten Einflüsse zu erwarten, da in den Nachtstunden meist weniger als 10% des Tagesverkehrs stattfindet.

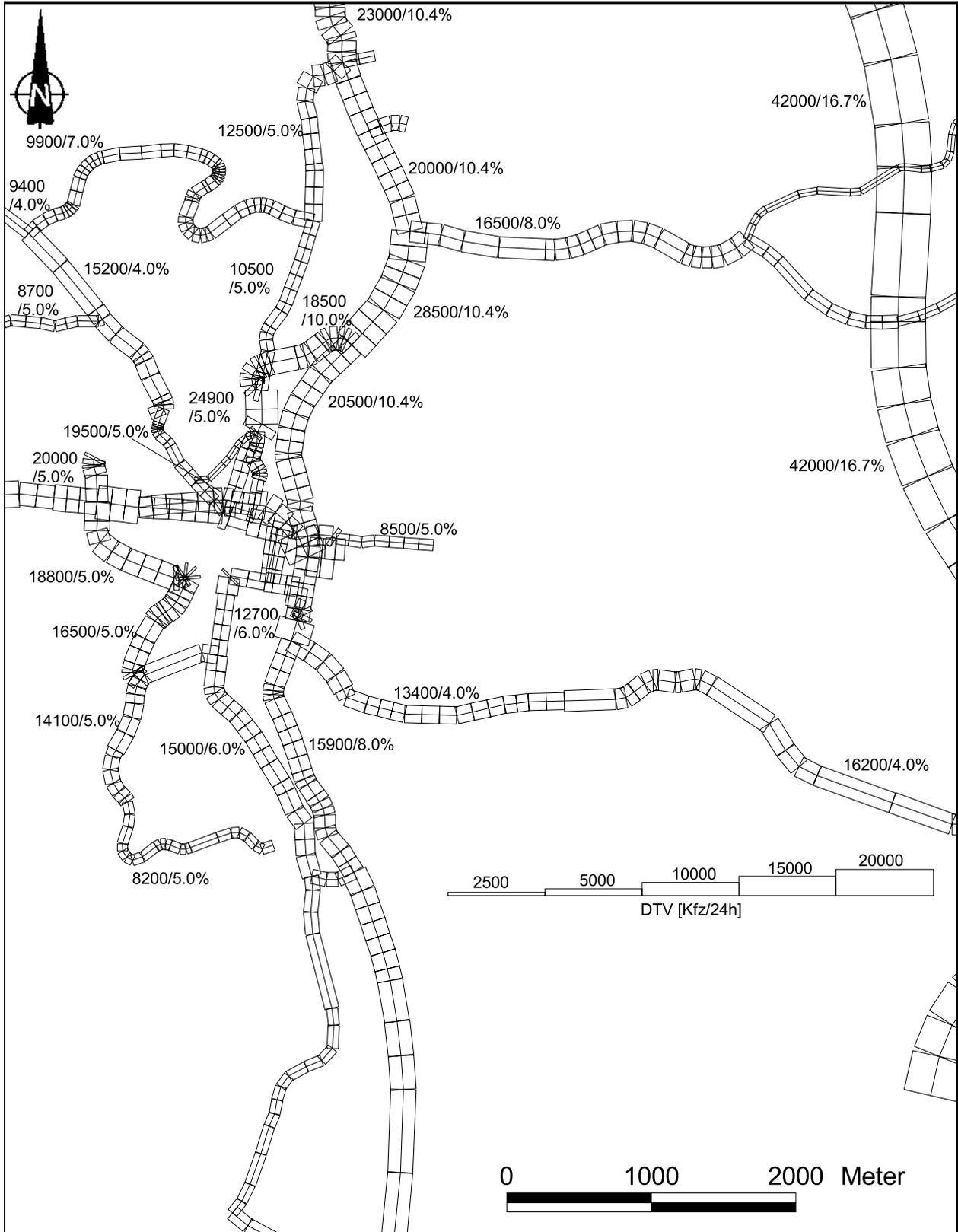


Abb. 3.3: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Trendfall

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. 3.4** 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 2011/12 ca. 37.6% und im Jahr 2013 ca. 40%; der Anteil der dieselbetriebenen leichten Nutzfahrzeugfahrten umfasst im Jahr 2011/12 ca. 95.6% und im Jahr 2013 ca. 96.4%; bei den Bussen und schweren Nutzfahrzeugen setzen sich die Fahrten ausschließlich aus Dieselbetriebenen zusammen.

Für die Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2, und M1, Stufe 3, 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. 3.5** sind die prozentualen Anteile der innerörtlichen Fahrten aufgezeigt, die von dem Fahrverbot betroffen sind.

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2011/12 durch die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 5% der Fahrten vom Fahrverbot betroffen. Der Wirtschaftsverkehr wird überwiegend mit dieselbetriebenen Kfz durchgeführt; durch das Fahrverbot sind ca. 12% der Lieferwagenfahrten und ca. 14% 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 ohne Ausnahmegenehmigungen 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 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.

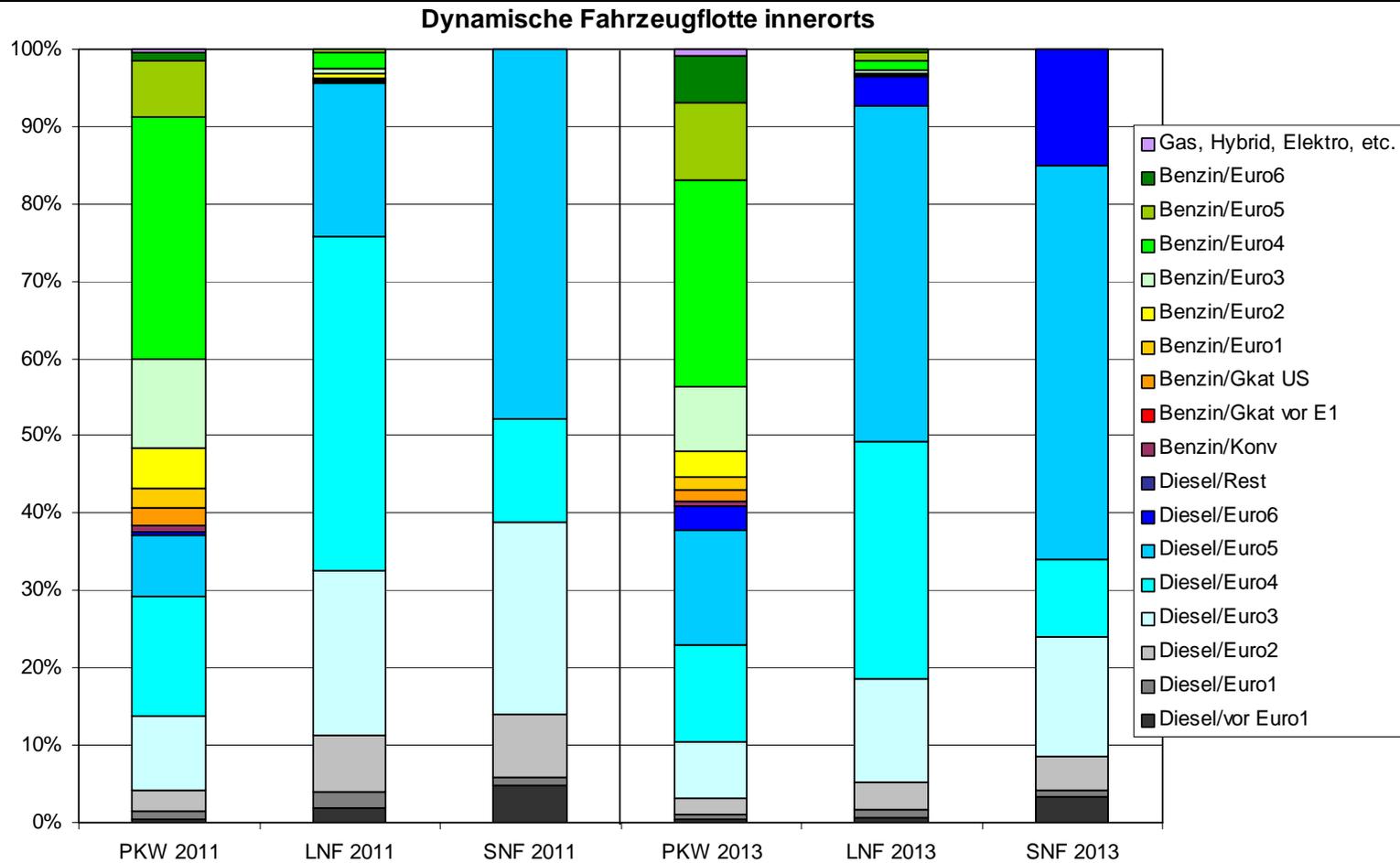


Abb. 3.4: Zusammensetzung der innerörtlichen dynamischen Kfz-Flotte für die Jahre 2011 und 2013 für Baden-Württemberg, unterteilt nach PKW, leichte Nutzfahrzeuge (LNF), Reisebusse, Linienbusse und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

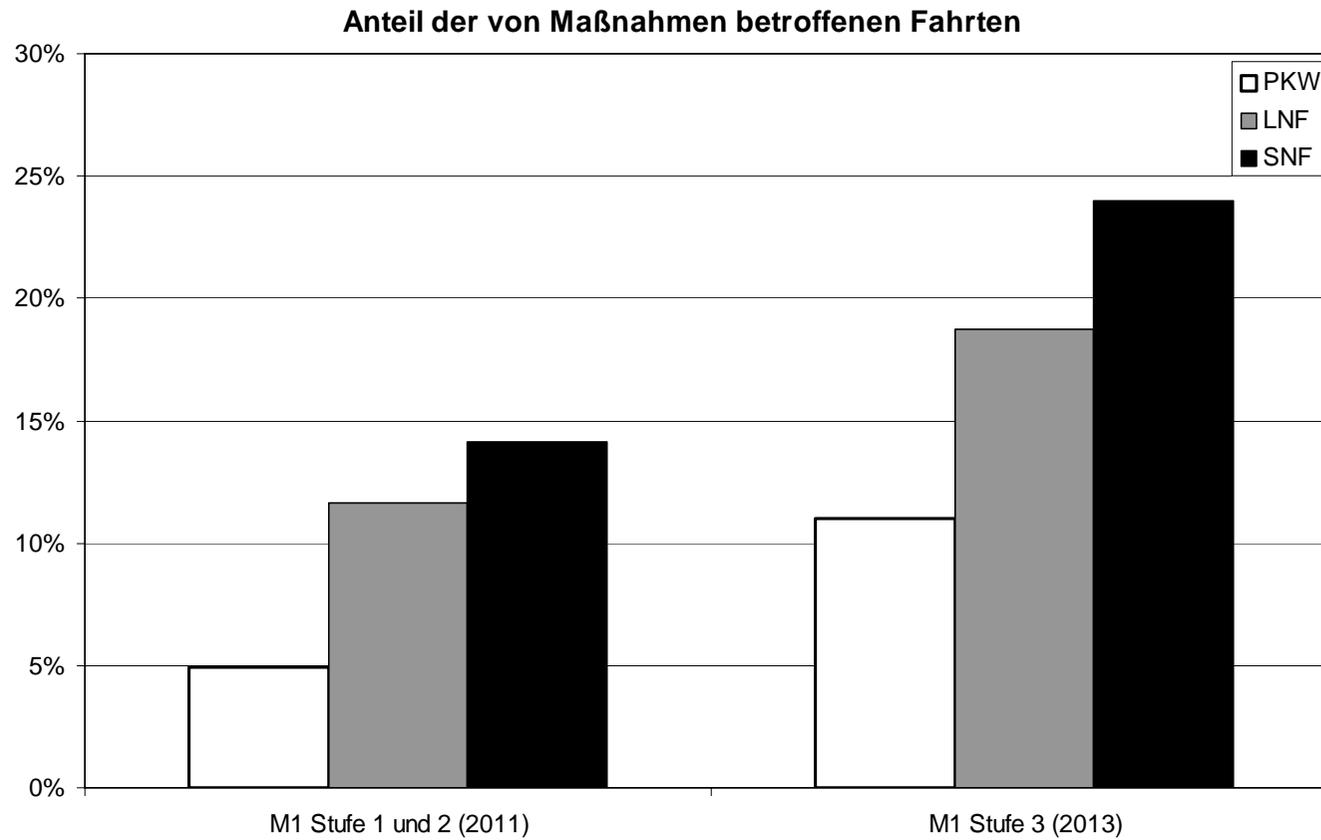


Abb. 3.5: Anteil der von den Fahrverboten der Maßnahmen M1 Stufe 1 und 2 und M1 Stufe 3 betroffenen Fahrten getrennt für PKW, Lieferwagen (LNF) und LKW

Von den PKW-Fahrten sind im Jahr 2013 durch die Maßnahme M1, Stufe 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 Umsetzung der Maßnahme wird auch hier berücksichtigt, dass im Wirtschaftsverkehr nur notwendige Fahrten durchgeführt werden und deshalb eine vollständige Verlagerung der 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 PKW und LKW unterschieden. Die Fahrzeugart PKW enthält dabei die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) und Motorräder, die Fahrzeugart LKW versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen.

Im Folgenden werden die Grundlagen der „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ Emissionsfaktoren beschrieben, dann erfolgt die Anwendung für Heidenheim im Zusammenhang mit möglichen Emissionsminderungen.

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) unter Berücksichtigung der dynamischen Kfz-Flottenzusammensetzung für Baden-Württemberg berechnet. Sie hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.)
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z.B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr)
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab)

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 Längsneigung der Straßen wurde aus dem digitalen Geländemodell abgeleitet.

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 zufrieden stellender 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 entsprechend der in BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die Summe aus Reifen-, Brems- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragene Straßenstaub die in **Tab. 3.1** und **Tab. 3.2** exemplarisch für die innerstädtischen Verkehrssituationen an der verkehrsnahen Messstelle in Heidenheim aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln aus heißen Abgasen während der Abkühlung und Ausbreitung wird im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt, da dieser Prozess nur in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen dominiert (Filliger et al., 1999).

3.4.3 Emissionsfaktoren mit möglichen technischen Minderungen

Für die Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2, und M1, Stufe 3, werden für die Bezugsjahre 2011/12 und 2013 die Emissionsfaktoren geändert, indem die Fahrzeugflottenzusammensetzung 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 neueste verfügbare Technik eingesetzt wird.

Entsprechend der Kennzeichnungsverordnung besteht für Dieselfahrzeuge auch die Möglichkeit der Nachrüstung mit Partikelfiltern für einen Teil der Fahrzeuge. Mit 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.

Die an der verkehrsnahen Messstelle in Heidenheim angesetzten Verkehrssituationen sind in **Tab. 3.1** und **Tab. 3.2** aufgeführt. Mit diesen Tabellen ist ein Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren in den zu betrachtenden Bezugsjahren gegeben. In der Wilhelmstraße werden folgende Verkehrssituationen herangezogen, wobei vor der Ampel der dichte Verkehr angesetzt wird:

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

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

Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit in [km/h]	Spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2011					
		NO _x		Partikel (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IO-HVS50	45.0	0.237	4.518	0.03	0.3	0.0103	0.0706
IO-HVS50d	37.0	0.318	5.321	0.04	0.38	0.0125	0.0854
M1-IO-HVS50	45.0	0.224	4.429	0.03	0.3	0.0074	0.0594
M1-IO-HVS50d	37.0	0.300	5.247	0.04	0.38	0.0089	0.0726

Tab. 3.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz an der verkehrsnahen Messstelle für das Bezugsjahr 2011 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Baden-Württemberg für den Trendfall und für die Maßnahme M1 , Stufe 1 und 2

Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit [km/h]	Spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] für das Bezugsjahr 2013					
		NO _x		Partikel (nur Abrieb und Aufwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IO-HVS50	45.0	0.223	3.900	0.03	0.3	0.0077	0.0542
IO-HVS50d	37.0	0.299	4.646	0.04	0.38	0.0093	0.0656
M1-IO-HVS50	45.0	0.195	3.680	0.03	0.3	0.0039	0.0356
M1-IO-HVS50d	37.0	0.257	4.452	0.04	0.38	0.0046	0.0436

Tab. 3.2: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz an der verkehrsnahen Messstelle für das Bezugsjahr 2013 nach HBEFA unter Berücksichtigung der Flotte für Baden-Württemberg für den Trendfall und für die Maßnahme M1 , Stufe 3

Für die Teilabschnitte der Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim, auf denen zusätzliche Geschwindigkeitsbeschränkungen gegenüber dem heutigen Zustand als Maßnahme vorgesehen werden, wird eine Homogenisierung des Verkehrsflusses angenommen. Damit wird dort gewechselt von der Verkehrssituation

IO-HVS60d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 60 km/h, dichter Verkehr auf die oben genannte Verkehrssituation IO-HVS50.

Für die Straßenabschnitte der Hauptverkehrsstraßen in der Umgebung der Messstelle in Heidenheim, für die eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h vorgesehen ist, wurden durch AVISO (2011) Messfahrten zur Erfassung des Verkehrsflusses im derzeitigen Zustand und mit Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h im Baustellenbereich durchgeführt; diese Verkehrsflussdaten wurden mit der Emissionsdatenbank der TU Graz kombiniert und daraus relative Änderungen der Emissionsfaktoren für PKW, leichte Nutzfahrzeuge und schwere Nutzfahrzeuge durch AVISO abgeleitet; ergänzend wurden Erfahrungswerte aus weiteren simulierten Tempo 30-Fahrten berücksichtigt. Diese relativen Änderungen ergaben in Ost-Westrichtung NO_x -Minderungen für PKW um ca. 3.4%, für LNF um ca. 16.5% und für LKW um ca. 3%, motorbedingte Partikelminderungen für PKW um ca. 0.2%, für LNF um ca. 1.4% und für LKW um ca. 5.2%; in West-Ostrichtung umfassen sie für PKW bei NO_x keine Minderungen, für LNF um ca. 11.2% und für LKW um ca. 1.5%, motorbedingte Partikeländerungen für PKW ergaben Zunahmen um ca. 2.8%, für LNF Zunahmen um ca. 0.6% und für LKW Minderungen um ca. 2.2%.

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.

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).

Entsprechend den Darstellungen in Kap. 3.1 und **Abb. 3.2** weist das Siedlungsgebiet von Heidenheim mit der Lage im Tal der Brenz ein ausgeprägtes Relief auf. Das Betrachtungsgebiet wurde in Teilbereiche entlang der Täler unterteilt, in denen homogene Windverhältnisse zu erwarten sind. Jedem dieser Teilbereiche wird eine der oben genannten synthetischen Windrosen zugeordnet. Die Windrosen sind in **Abb. 3.6** und **Abb. 3.7** dargestellt, wobei die Hauptwindrichtungen jeweils der Orientierung der Täler entspricht. An der Messstation Heidenheim in der Wilhelmstraße dominieren nördliche und südliche Windrichtungen, wobei aus westlichen Richtungen entsprechend der Ausrichtung des Stubachtals ebenfalls nennenswerte Häufigkeiten auftreten.

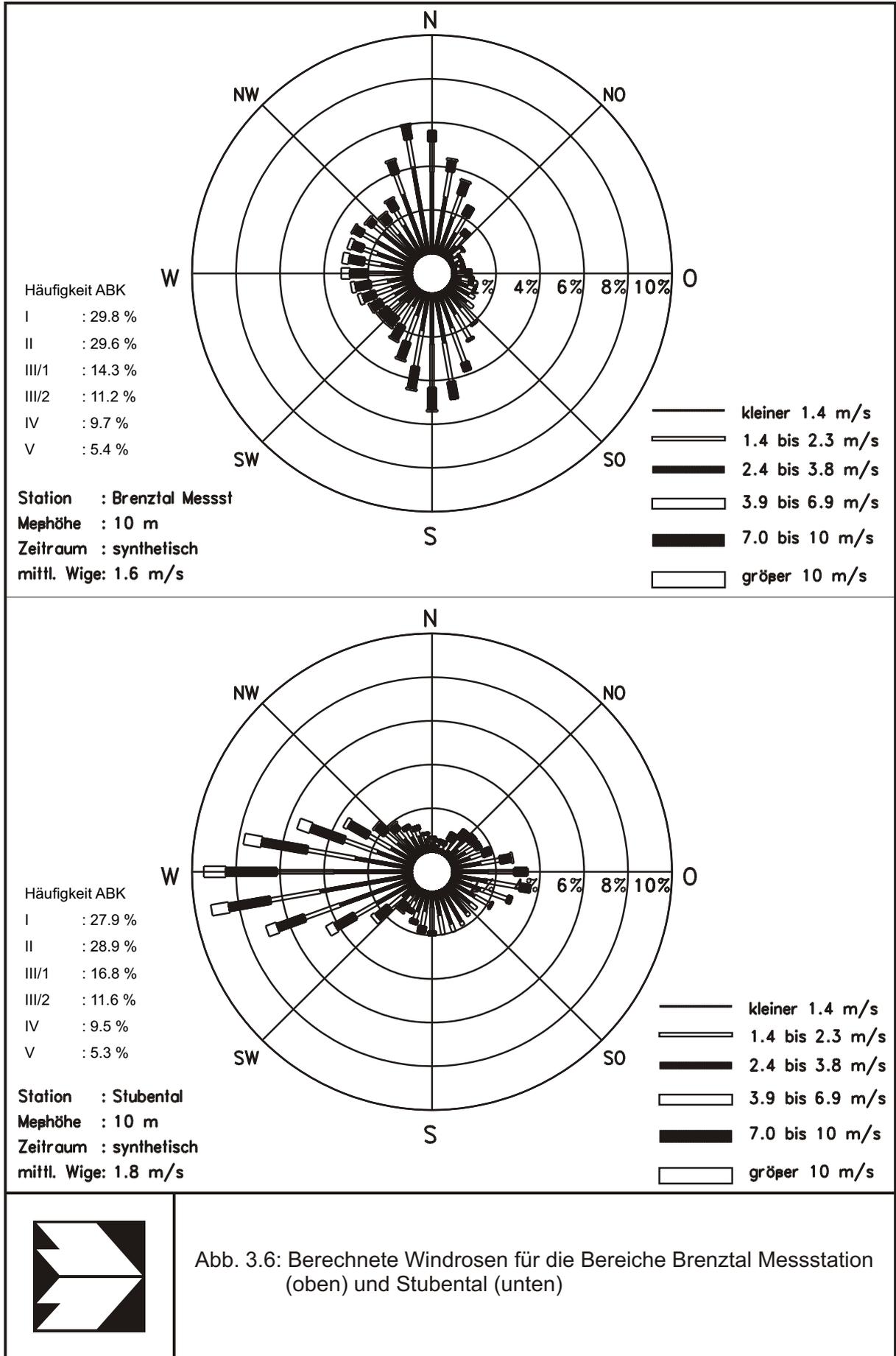


Abb. 3.6: Berechnete Windrosen für die Bereiche Brenztal Messstation (oben) und Stubental (unten)

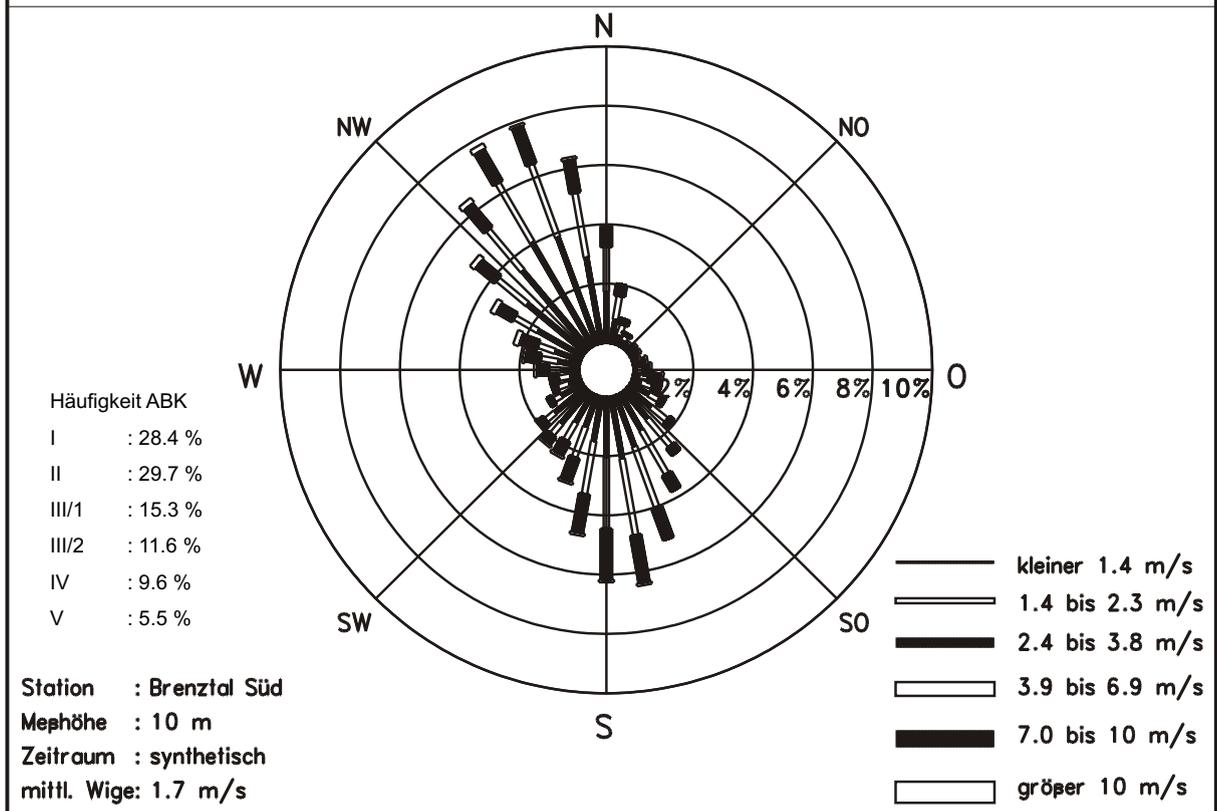
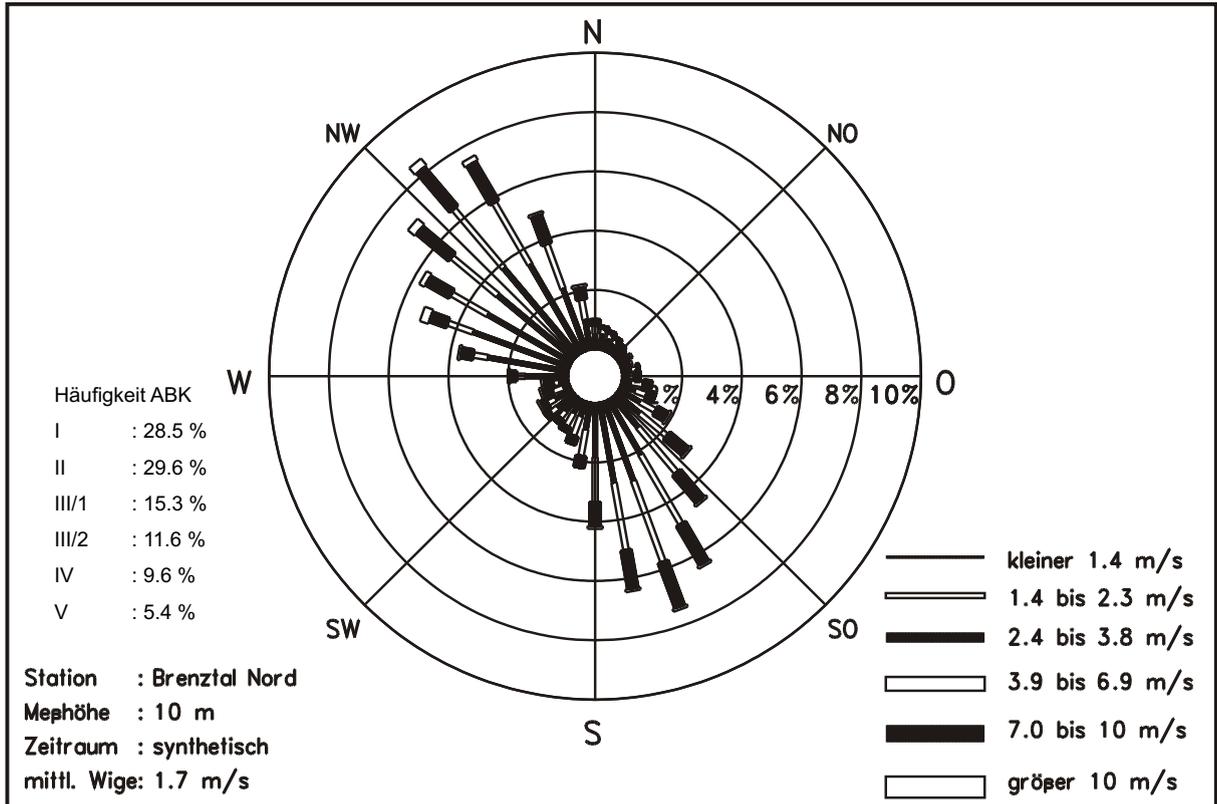


Abb. 3.7: Berechnete Windrosen für die Bereiche Brenztal Nord (oben) und Brenztal Süd (unten)

Direkt westlich von Heidenheim, in Steinheim am Albuch, wurden durch Meteomedia Windmessungen durchgeführt. Diese Messstation liegt nicht im Talbereich und erfasst dort die regional vorherrschenden Windrichtungshäufigkeiten (**Abb. 3.8** unten). Als Hauptwindrichtungen werden südwestliche bis westliche Richtungen erfasst, ostsüdöstliche Winde bilden ein Nebenmaximum. Die für diesen Bereich ausgelesene synthetische Windrose (**Abb. 3.8** oben) zeigt eine zufrieden stellende Übereinstimmung mit den Messdaten. Diese Winddaten werden für die Kuppenbereiche von Heidenheim herangezogen.

Für die Immissionsberechnungen werden die Daten der synthetischen Windrosen für die jeweiligen Bereiche verwendet. Die Ausbreitungsklassen wurden von der aus den Bewölkungsangaben der Wetterstation Stötten abgeleiteten Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen mit dem Verfahren nach Kolb (1976) auf die Standorte in Heidenheim übertragen.

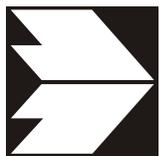
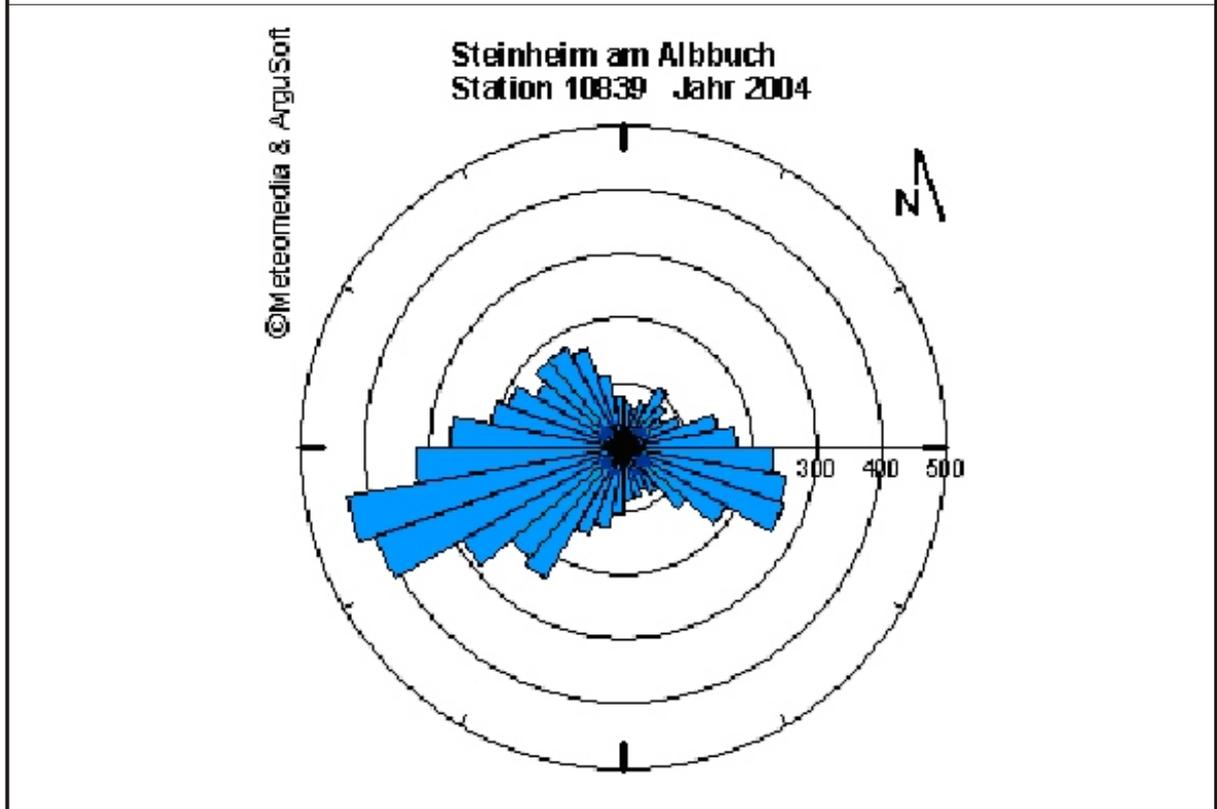
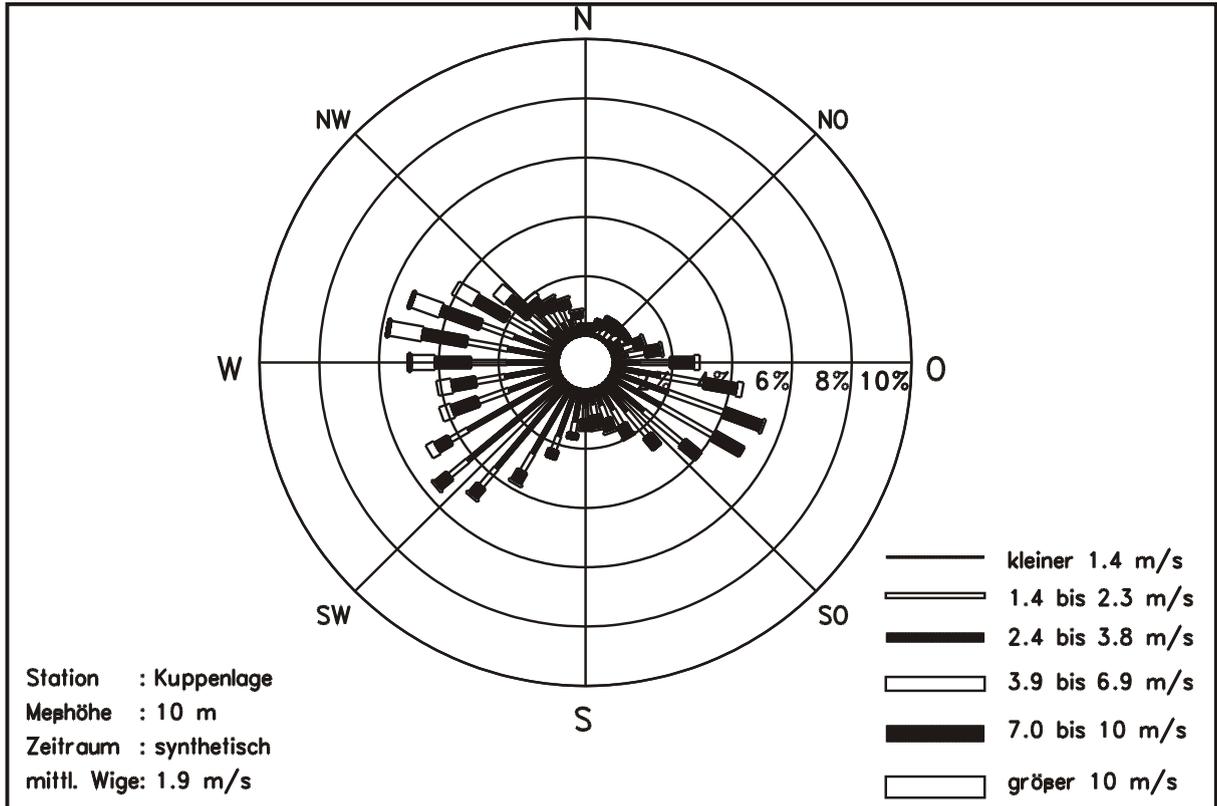


Abb. 3.8: Berechnete Windrosen für die Kuppenlagen (oben) und gemessene Windverteilung an der Station Steinheim am Albuch (unten)

4 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

4.1 Auswirkungen auf Emissionen der Straßenabschnitte

Basierend auf den o.g. Flotten- und Emissionsdaten werden die Emissionen für die Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim berechnet. Die Darstellung der Berechnungsergebnisse konzentriert sich im Folgenden auf die Wilhelmstraße, an der Immissionsmessdaten vorliegen.

Mit den in Kap. 3 aufgeführten Emissionsfaktoren für die modifizierte Flotte werden folgend die Emissionen der genannten Streckenabschnitte für die Bezugsjahre 2011/12 und 2013 jeweils mit den jeweiligen Maßnahmen aufgeführt.

Die berechneten mittleren täglichen Emissionen sind in **Abb. 4.1** (oben) und als relative Darstellungen, bezogen auf die Emissionsmodellierung des Ausgangszustandes im Bezugsjahr 2011/12, in **Abb. 4.1** (unten) aufgezeigt. Bei den Darstellungen sind die Summe aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ Partikelemissionen sowie die NO_x-Emissionen betrachtet.

Für die Umweltzonen werden gegenüber dem Referenzfall geringere Emissionen berechnet. In dem betrachteten Straßenabschnitt der Wilhelmstraße sind gegenüber dem Trendfall 2011/12 mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 96%, mit der Maßnahme M2 ca. 96%, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 93%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 92%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, ca. 82%, mit der Maßnahme M2 im Jahr 2013 ca. 88% und mit der Maßnahme M1, Stufe 3 und M2 ca. 79% der NO_x-Emissionen zu erwarten. Die genannten Maßnahmen tragen zur Minderung der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen bei.

Die PM10-Emissionen weisen in den betrachteten Straßenabschnitten gegenüber dem Referenzzustand 2011/12 mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 95%, mit der Maßnahme M2 unveränderte, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 95%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme mit der Maßnahme M1, Stufe 3, ca. 87%, mit der Maßnahme M2 im Jahr 2013 ca. 94% und mit der Maßnahme M1, Stufe 3, und M2 ca. 87% auf. Bei den PM10-Emissionen ist zu beachten, dass der nicht motorbedingte Anteil nur dann verringert wird, wenn auch die Verkehrsbelastung verringert wird; die Auswirkungen der Maßnahmen hinsichtlich der Verringerung der motorbedingten PM10-Emissionen werden durch die gleich bleibenden Anteile der nicht motorbedingten Beiträge deutlich abgeschwächt. Die „nicht motorbedingten“ Beiträge der PM10-Belastungen sind überwiegend der größeren Fraktion zuzuschreiben und damit gegenüber den sehr feinen motorbedingten Partikeln weniger lungengängig.

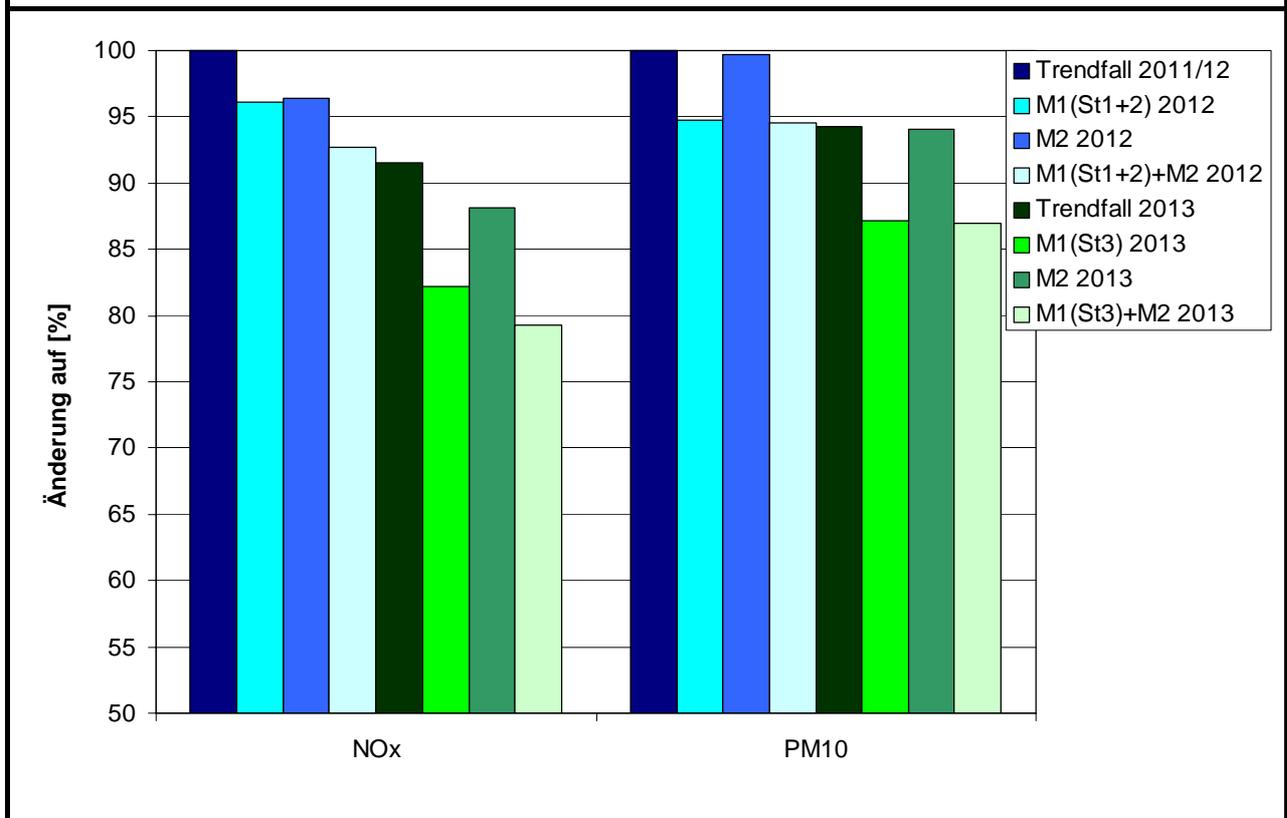
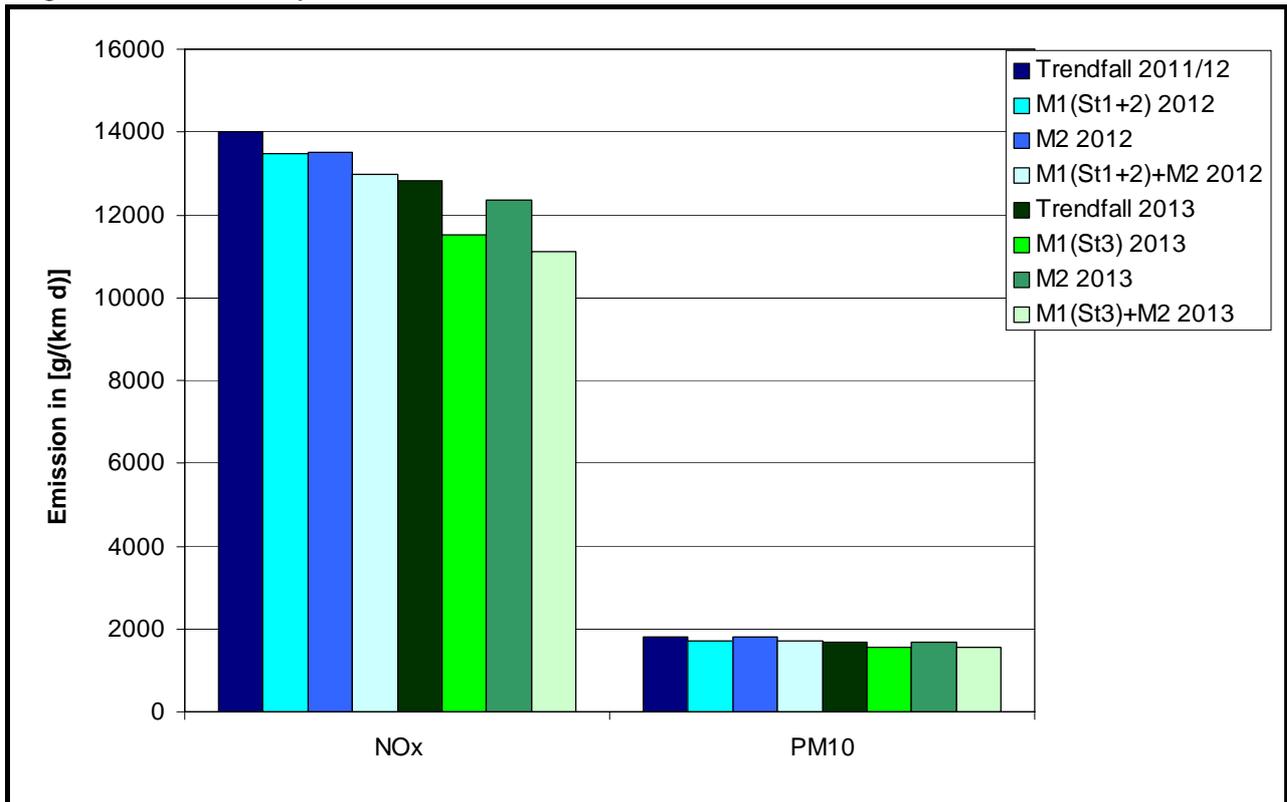


Abb. 4.1: Emissionen an der Luftmessstation in der Wilhelmstraße in Heidenheim für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
 oben: Emission in g/(km d),
 unten: Relative Änderung gegenüber dem Trendfall im Jahr 2011/12 in %; zur Verdeutlichung ist nur ein Ausschnitt der vertikalen Achse dargestellt

4.2 Auswirkungen auf Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen

Seit 2007 werden in Heidenheim an der Wilhelmstraße Messungen durch die LUBW durchgeführt. Weiterhin liegen in der weiteren Umgebung von Heidenheim Messdaten vor. **Tab. 4.1** zeigt eine Zusammenstellung der Messdaten in der Wilhelmstraße und in der Umgebung von Heidenheim für die Jahre 2003 bis 2010.

Schadstoffkomponente		Heidenheim Wilhelmstr.	Aalen	Ulm	Plochingen	Welzheimer Wald	Ulm Zinglerstr.
NO ₂ -Jahresmittel	2003	--	25	26	37	8	--
	2004	--	21	27	34	9	--
	2005	--	24	28	37	10	--
	2006	--	24	29	37	11	--
	2007	53	23	28	35	10	61
	2008	53	22	29	36	9	63
	2009	55	23	28	37	10	--
	2010	53	22	28	35	--	63
NO ₂ -98-Perzentil	2003	--	70	69	93	32	--
	2004	--	60	67	92	37	--
	2005	--	73	77	96	35	--
	2006	--	71	75	103	46	--
	2007	--	62	73	93	42	--
	2008	125	61	70	94	38	--
	2009	--	69	68	101	41	--
PM10-Jahresmittel	2003	--	24	28	25	17	--
	2004	--	20	23	23	17	--
	2005	--	23	25	24	16	--
	2006	--	23	25	25	18	--
	2007	27	19	20	20	14	38
	2008	26	17	18	18	13	32
	2009	--	19	20	21	14	30
	2010	--	22	21	20	--	31
PM10-Überschreitungen (Anzahl der Tage über 50 µg/m ³)	2003	--	20	26	24	2	--
	2004	--	7	12	12	5	--
	2005	--	16	18	13	4	--
	2006	--	25	26	28	8	--
	2007	20	11	14	13	4	66
	2008	18	7	7	6	4	39
	2009	--	9	10	12	2	33
	2010	--	13	15	14	--	39

Tab. 4.1: Messdaten an den Messstationen in und in der Umgebung von Heidenheim. Quelle LUBW (2004 bis 2010, ergänzt für 2010 nach UBA, 2011)

Für die Anwendung der vorgestellten Emissionsermittlung und der darauf aufbauenden Maßnahmen werden Ausbreitungsrechnungen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS und dem Bebauungsmodul PROKAS_B durchgeführt. Die in den Berechnungen anzusetzende Hintergrundbelastung wird aus umliegenden Stationen abgeleitet und dann auf die verkehrsbeeinflusste Station Wilhelmstraße in Heidenheim angewendet, um einen Vergleich zwischen den Mittelwerten der Messdaten und den Berechnungsergebnissen zu erhalten. Bei den Berechnungen wird die Randbebauung typisiert nach Straßenraumbreite mit einer Länge von ca. 100 m berücksichtigt. Innerhalb dieser Straßenabschnitte wird eine einheitliche Immission berechnet. Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für die Wilhelmstraße an der Messstation in Heidenheim sind basierend auf den beschriebenen Verkehrsleistungsdaten und den Emissionsfaktoren für das Jahr 2009 in **Tab. 4.2** aufgeführt. Die berechneten NO₂-Belastungen und PM10-Jahresmittelwerte weisen eine gute Übereinstimmung mit den Messdaten auf; die abgeleiteten PM10-Überschreitungstage sind aufgrund des konservativen Ansatzes gegenüber den Messdaten etwas höher.

	NO ₂ - Jahresmittelwert [µg/m ³]	NO ₂ -98- Perzentilwert [µg/m ³]	PM10- Jahresmittelwert [µg/m ³]	PM10-Über- schreitungstage [Anzahl]
Wilhelmstraße Heidenheim	54	130	26	26

Tab. 4.2: Berechnete Immissionen an der Messstation in Heidenheim.

Mit der selben Vorgehensweise wurden die Immissionsberechnungen für die Maßnahme M1, M1, Stufe 1 und 2, bzw. M1, Stufe 3, und die Jahre 2011/12 und 2013 durchgeführt. Die Ergebnisse werden zusammenfassend für den genannten Straßenabschnitt als relative Änderungen dargestellt, um die Auswirkungen der Maßnahmen und der zeitlichen Entwicklungen der Kfz-Flotte auf die Gesamtbelastungen zu beschreiben.

In **Abb. 4.2** (oben) sind die berechneten Jahresmittelwerte für NO₂ und PM10 sowie in **Abb. 4.2** (unten) die relativen Änderungen der berechneten NO₂- und PM10-Belastungen für die Jahre 2011/12 und 2013 sowie für die Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2, M2 und M1, Stufe 3, bezogen auf den Istzustand 2009 aufgezeigt. Im Anhang A2 sind die berechneten Immissionen für die betrachteten Straßen in Heidenheim grafisch dargestellt.

Die berechneten NO₂-Immissionen verringern sich an der Wilhelmstraße ausgehend vom Istzustand 2009 mit 54 µg/m³ durch die weitestgehende Maßnahme bis auf ca. 48 µg/m³.

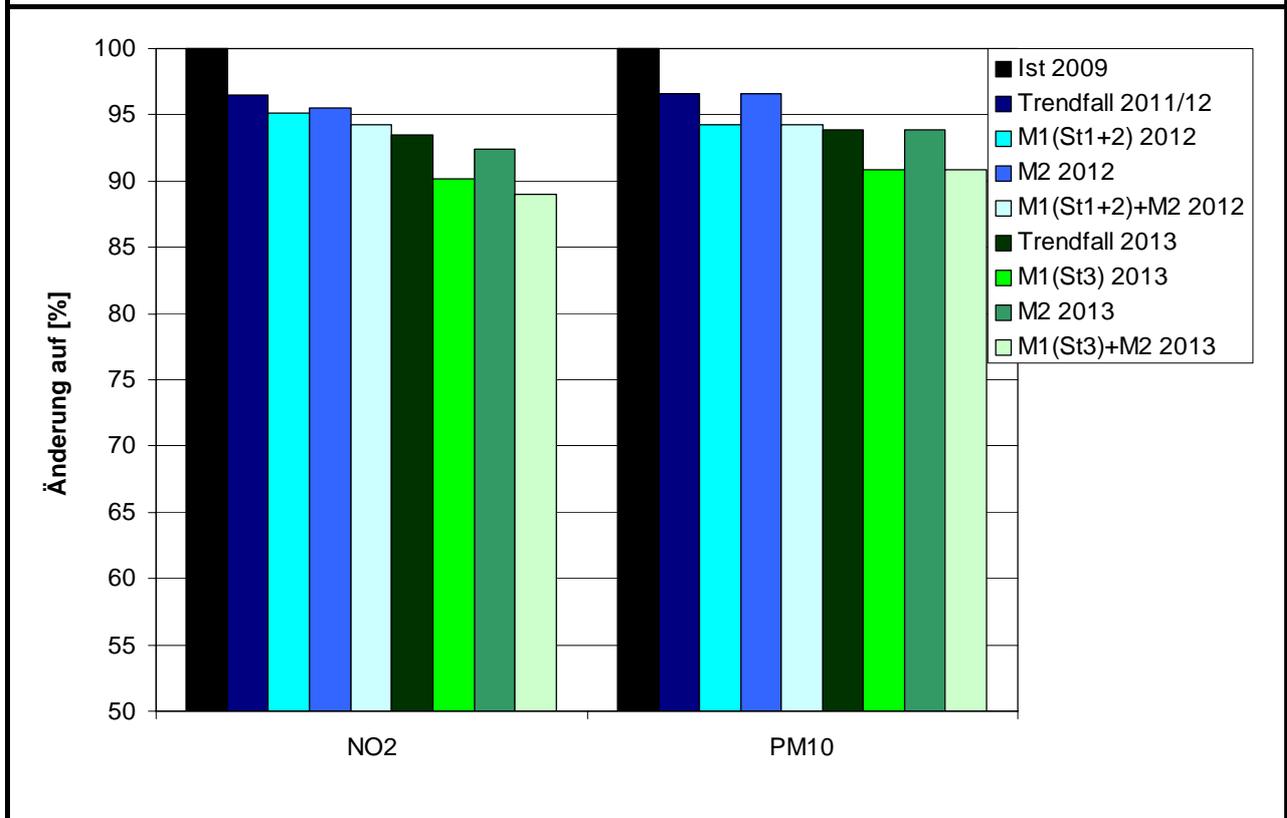
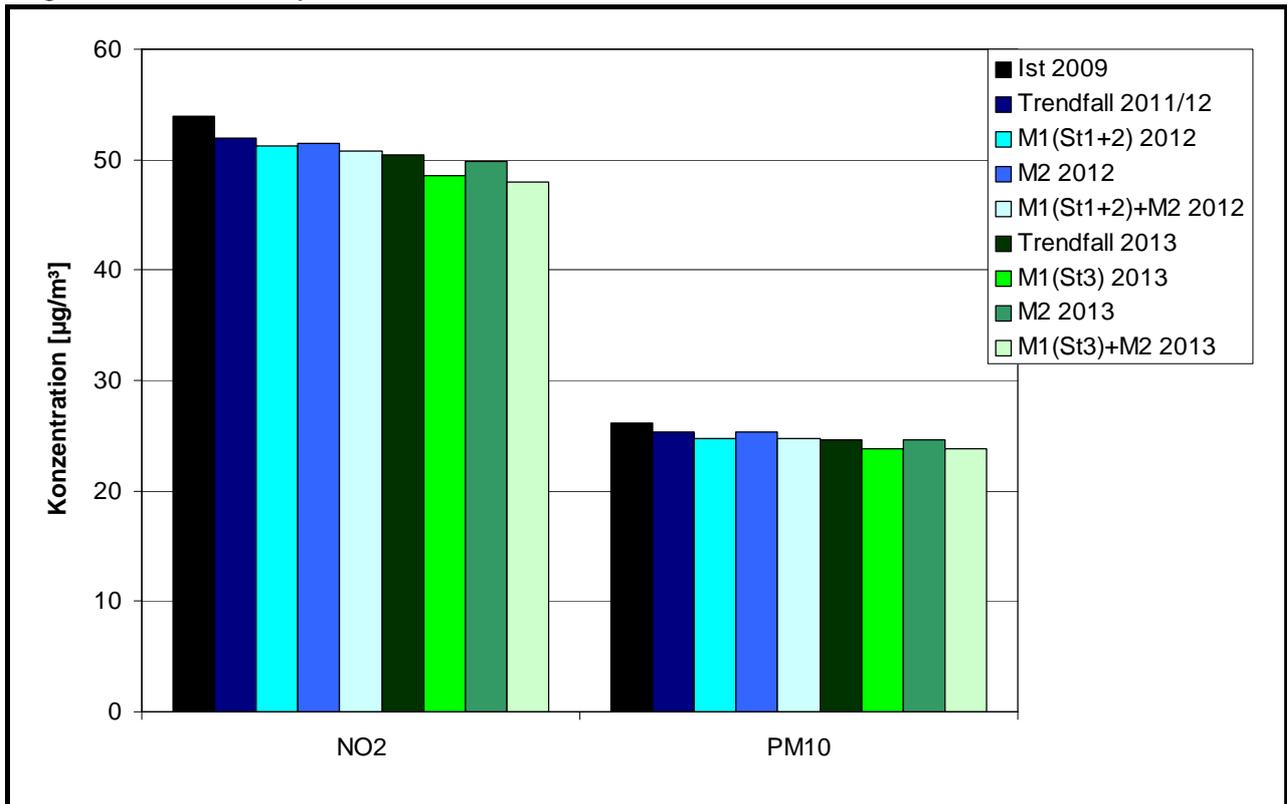


Abb. 4.2: Immissionen an der Messstelle Wilhelmstraße in Heidenheim für die betrachteten Maßnahmen und Fälle.
 oben: Immission in µg/m³,
 unten: Relative Änderung gegenüber dem Istzustand im Jahr 2009 in %; zur Verdeutlichung ist nur ein Ausschnitt der vertikalen Achse dargestellt

Gegenüber dem Istzustand 2009 weisen die NO₂-Immissionen im Jahr 2011/12 ca. 97%, mit der Maßnahme mit M1, Stufe 1 und 2, ca. 95%, M2 ca. 96%, mit M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 94%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 90%, mit M2 im Jahr 2013 ca. 92% und mit M1, Stufe 3, und M2 ca. 89% der Gesamtbelastung auf.

Die PM10-Belastungen verringern sich an der Wilhelmstraße ausgehend vom Istzustand 2009 mit 26 µg/m³ auf 24 µg/m³ durch die weitestgehende Maßnahme. Gegenüber dem Istzustand 2009 werden im Jahr 2011/12 ca. 97%, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, ca. 94%, mit M2 ca. 97%, mit M1, Stufe 1 und 2, und M2 ca. 94%, im Jahr 2013 ohne Umweltzone ca. 94%, mit der Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 91%, mit M2 im Jahr 2013 ca. 94% und mit M1, Stufe 3, und M2 ca. 91% der Gesamtbelastung erwartet.

Anhand der Jahresmittelwerte können Rückschlüsse auf die Anzahl an Überschreitungstagen mit Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ gezogen werden. Im Istzustand im Jahr 2009 sind in der Wilhelmstraße ca. 26 Überschreitungstage abgeleitet, im Jahr 2011/12 sind es ca. 24 Tage, mit der weitestgehenden Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 ca. 20 Tage im Jahr.

Insgesamt ist aus den Ergebnissen der Berechnungen zu schließen, dass durch die jeweiligen Umweltzonen und den damit vorgezogenen Erneuerungen der Kfz-Fahrzeugflotte Verringerungen der motorbedingten Schadstofffreisetzungen verbunden sind, die auch zu Verringerungen der NO₂- und PM10-Immissionen führen. Die deutliche Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes an der Messstation Heidenheim wird durch die Maßnahmen entsprechend der Berechnungsergebnisse verringert; eine Einhaltung des Grenzwertes ist jedoch nicht direkt ableitbar.

5 LITERATUR

22. BImSchV (2007): Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 22. BImSchV, Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 241). (nach Erscheinen der 39. BImSchV zurückgezogen)
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 Stuttgart für die Jahre 2011 und 2013 im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg.
- AVISO (2011): Tempo 30-Messfahrten und Maßnahmen der Verkehrsverflüssigung und – verstetigung in Heidenheim. Abschlussbericht Juni 2011. Bearbeitung: AVISO GmbH, Aachen im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.
- Bächlin, W., Böisinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).
- 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.

- 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.
- Filliger, P., Puybonnieux-Textier, V., Schneider, J. (1999): PM10 Population Exposure - Technical Report on Air Pollution, Prepared for the WHO Ministerial Conference for Environment and Health, London, June 1999, Published by Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications Bureau for Transport Studies, Berne, Switzerland.
- Flassak, Th., Bächlin, W., Bösing, 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.
- Lohmeyer, A., Nagel, T., Clai, G., Düring, I., Öttl, D. (2000): Bestimmung von Kurzzeitbelastungswerten - Immissionen gut vorhergesagt. In: Umwelt (kommunale ökologische Briefe) Nr. 01/05.01/2000.
- Lohmeyer (2004): Maßnahmebetrachtungen zu PM10 im Zusammenhang mit Luftreinhalteplänen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Projekt 60277, Dezember 2004. Gutachten im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart.
- LUA NRW (2006): Jahresbericht 2005, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Februar 2006, www.lua.nrw.de bzw. www.lanuv.nrw.de
- LUBW (2004-2011): Spotmessungen 2003 bis 2010 – Darstellung der Messergebnisse. Hrsg.: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

- 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 im Mai 2010)
- 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).
- 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/>.
- UBA (2011): Im Internet unter www.umweltbundesamt.de
- UMK (2004): Partikelemissionen des Straßenverkehrs. Endbericht der UMK AG „Umwelt und Verkehr“. Oktober 2004.

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

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS- ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

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

A1.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

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

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO₂ erfolgt nach Romberg et al. (1996) mit Aktualisierung für aktuelle Messdaten (Bächlin, 2007).

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.

A1.4 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

Die 22. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannweite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. A1.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit

einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. A1.1** dargestellt.

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

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM10-Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Die Berechnung der Anzahl der Überschreitungstage basiert auf dieser in **Abb. A1.1** dargestellten Funktion. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

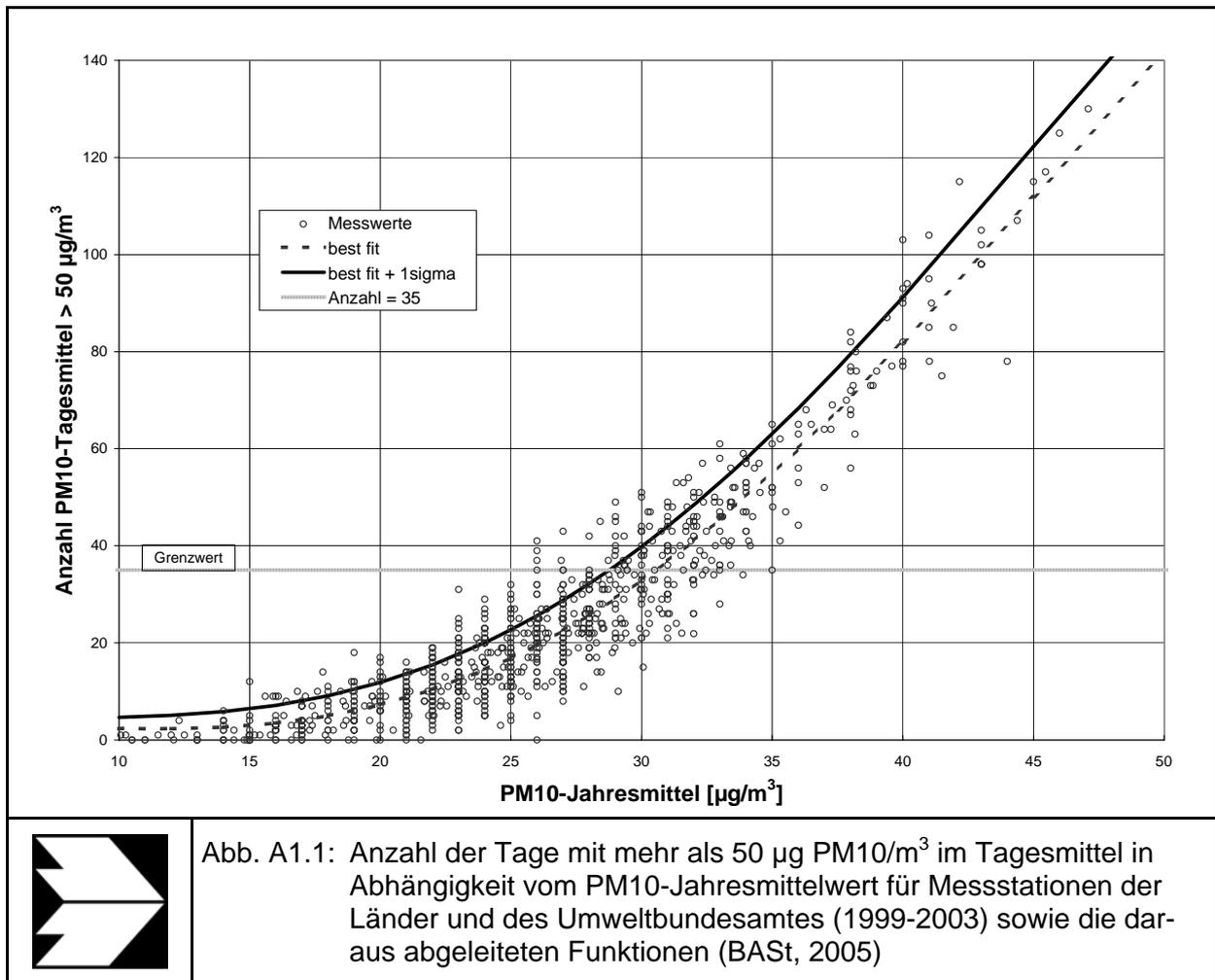


Abb. A1.1: Anzahl der Tage mit mehr als 50 µg PM10/m³ im Tagesmittel in Abhängigkeit vom PM10-Jahresmittelwert für Messstationen der Länder und des Umweltbundesamtes (1999-2003) sowie die daraus abgeleiteten Funktionen (BASt, 2005)

AN H A N G A 2:
IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSENNETZ
HEIDENHEIM

A2 IMMISSIONSDARSTELLUNGEN FÜR DAS HAUPTVERKEHRSSTRASSEN- NETZ HEIDENHEIM

In Kap. 4 sind die relativen Änderungen der Immissionen an dem betrachteten Straßenabschnitt der bestehenden verkehrsnahen Messstelle Wilhelmstraße in Heidenheim aufgeführt.

Die Berechnungen wurden für das gesamte Hauptverkehrsstraßennetz von Heidenheim durchgeführt. Diese Ergebnisse werden an den Straßenabschnitten mit bestehender Randbebauung für Bereiche von der zur Fahrbahn nächstgelegenen Bebauung und für Straßenabschnitte ohne Randbebauung für einen Immissionsort in ca. 10 m Abstand zur Straße grafisch aufgezeigt. In der Grafik sind Konzentrationswerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, d.h. über dem NO_2 -Grenzwert der 39. BImSchV, in gelben und roten Farben dargestellt.

Bei diesen Netzberechnungen wird auch die Maßnahme M2, Geschwindigkeitsbeschränkungen auf ausgewählten Teilabschnitten der Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim, berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Berechnungen für NO_2 -Jahresmittelwerte für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet von Heidenheim werden für das Jahr 2011/12 im Trendfall, mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, der Maßnahme M2 und die Kombination der Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2, und M2 sowie für das Jahr 2013 mit der Maßnahme M1, Stufe 3, in **Abb. A2.1 bis Abb. A2.5** dargestellt. Aus der Darstellung für den Trendfall 2011/12 (**Abb. A2.1**) ist ablesbar, dass außer dem Straßenabschnitt an der Messstelle „Wilhelmstraße“ nahezu an allen Hauptverkehrsstraßen mit Randbebauung in den Talbereichen Konzentrationen berechnet sind, die über dem Grenzwert liegen. Mit der Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, sind gegenüber dem Trendfall etwas geringere Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen berechnet, die jedoch nur an wenigen Straßenabschnitten ein zusätzliches Unterschreiten des Grenzwertes erwarten lassen (**Abb. A2.2**). Im Vergleich dazu ist aus **Abb. A2.3** (siehe auch Abb. 3.1) für die Maßnahme M2 abzulesen, dass die immissionsseitige Wirkung der Geschwindigkeitsbeschränkung im Wesentlichen auf die jeweiligen Bereiche beschränkt bleibt. Damit ist z.B. in der Umgebung der Kreuzung B 19 / B 466 entlang der B 19 und an der Ulmer Straße eine etwas geringere NO_2 -Immission prognostiziert. Auch mit der Kombination der Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2, und M2 sind in der Umgebung der Kreuzung B 19 / B 466 entlang der B 19 an den gewerblichen Nutzungen NO_2 -Immissionen etwas über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Abb. A2.4**). Auch mit der Maßnahme M1, Stufe 3, im Jahr 2013 (**Abb. A2.5**) sind teilweise für Straßenabschnitte der Hauptverkehrsstraßen mit Randbebauung in

den Tallagen von Heidenheim NO_2 -Jahresmittelwerte über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert; die Maßnahme führt gegenüber dem Trendfall zu verringerten Konzentrationen, die auch die Anzahl der Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitungen verringert und an einer großen Anzahl der Hauptverkehrsstraßenabschnitte eine Unterschreitung erwarten lässt.

In **Abb. A2.6** und **Abb. A2.7** sind die berechneten PM_{10} -Jahresmittelwerte für den Trendfall im Jahr 2011/12 und die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, für alle betrachteten Hauptverkehrsstraßen in Heidenheim aufgezeigt. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM_{10} -Kurzzeitbelastung (siehe Kap. A1.4), d.h. mehr als 35 Überschreitungen pro Jahr eines PM_{10} -Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ist in den Grafiken mit der gelben Farbe versehen. An allen gelb und in roten Farbtönen gekennzeichneten Straßenabschnitten kann eine Überschreitung des PM_{10} -Kurzzeitbelastungswertes bei entsprechenden Nutzungen erwartet werden. Aus **Abb. A2.6** ist abzulesen, dass entsprechend den beschriebenen Vorgehensweisen an den betrachteten Straßenabschnitten mit Randbebauung PM_{10} -Jahresmittelwerte unter $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet sind; damit wird dort eine Einhaltung der PM_{10} -Kurzzeitbelastungsgrenzwerte erwartet. Diese Beurteilungen treffen auch auf die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2, zu (**Abb. A2.7**).

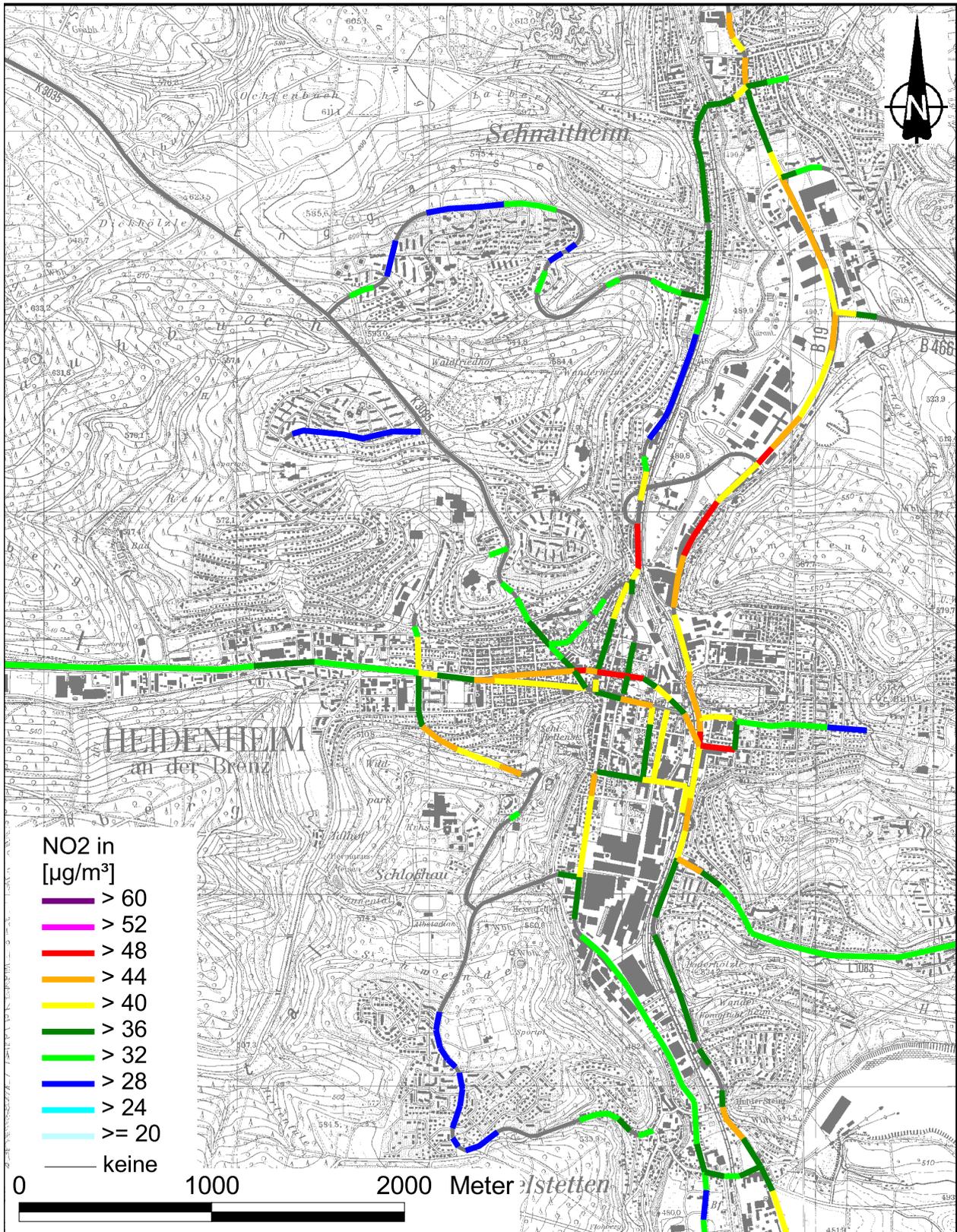


Abb. A2.1: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Trendfall im Jahr 2011/12

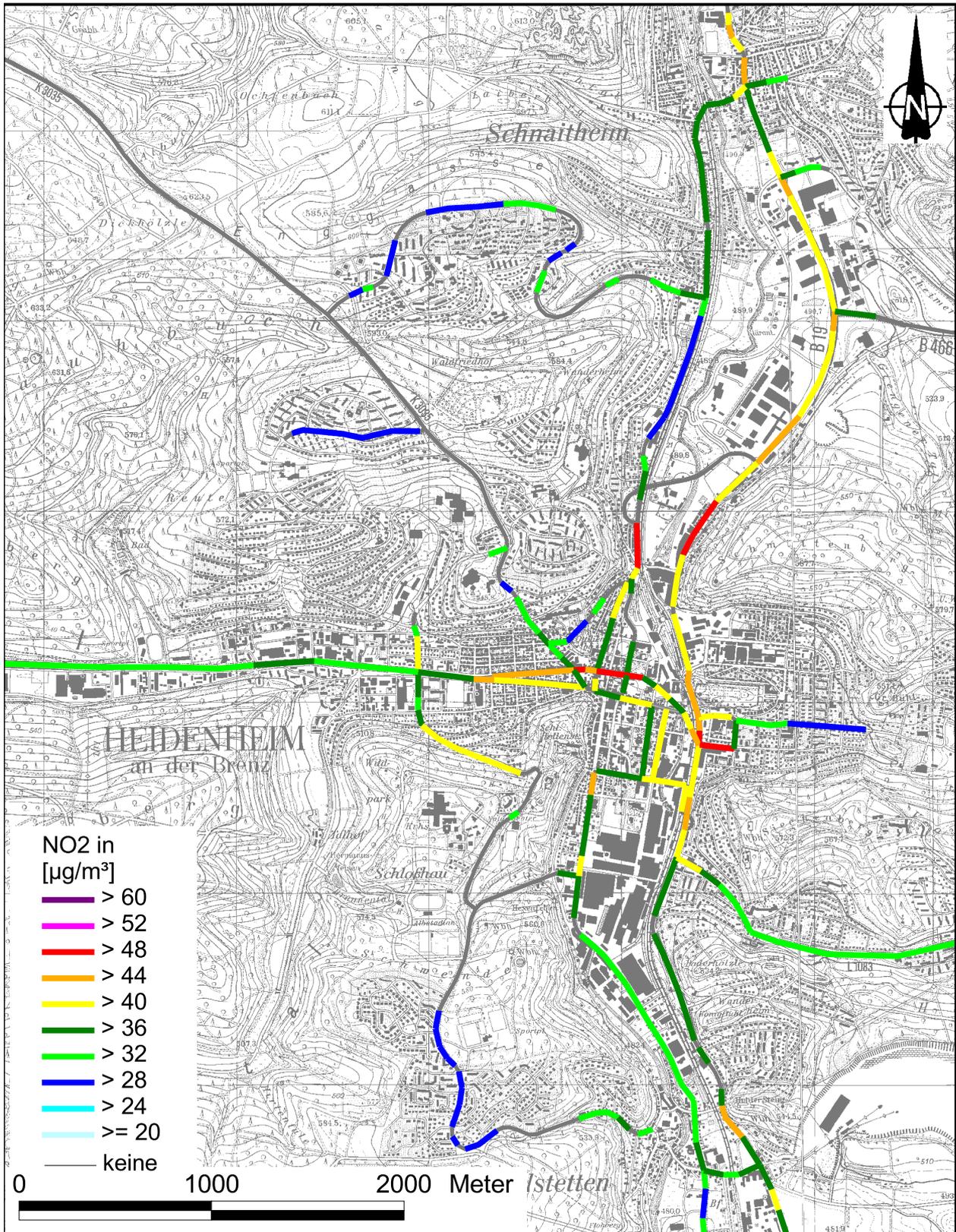


Abb. A2.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2 im Jahr 2012

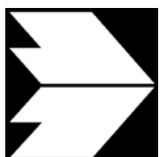
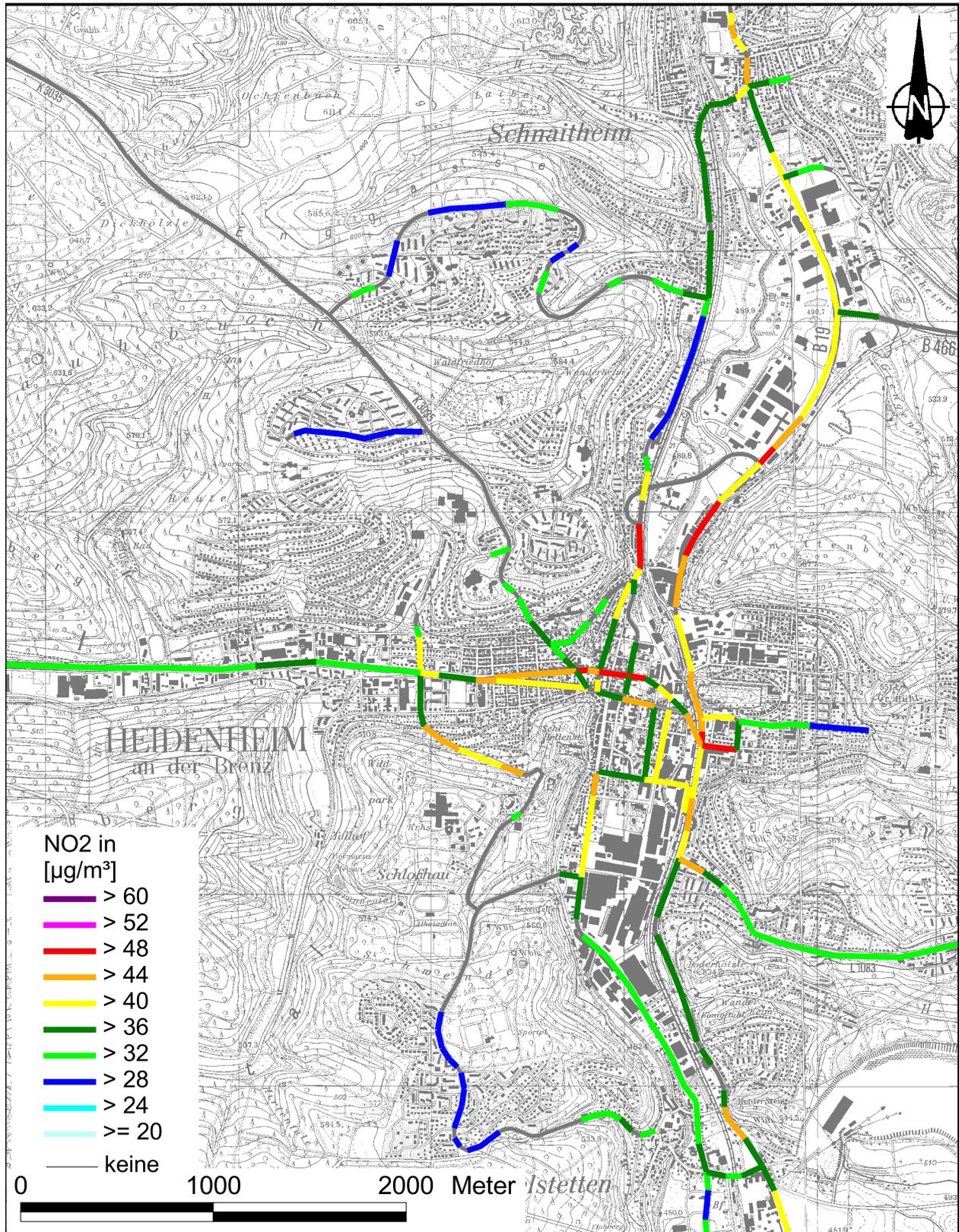


Abb. A2.3: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M2 im Jahr 2012.
(Die Abschnitte mit zusätzlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen sind in Abb. 3.1 dargestellt)

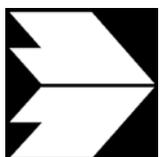
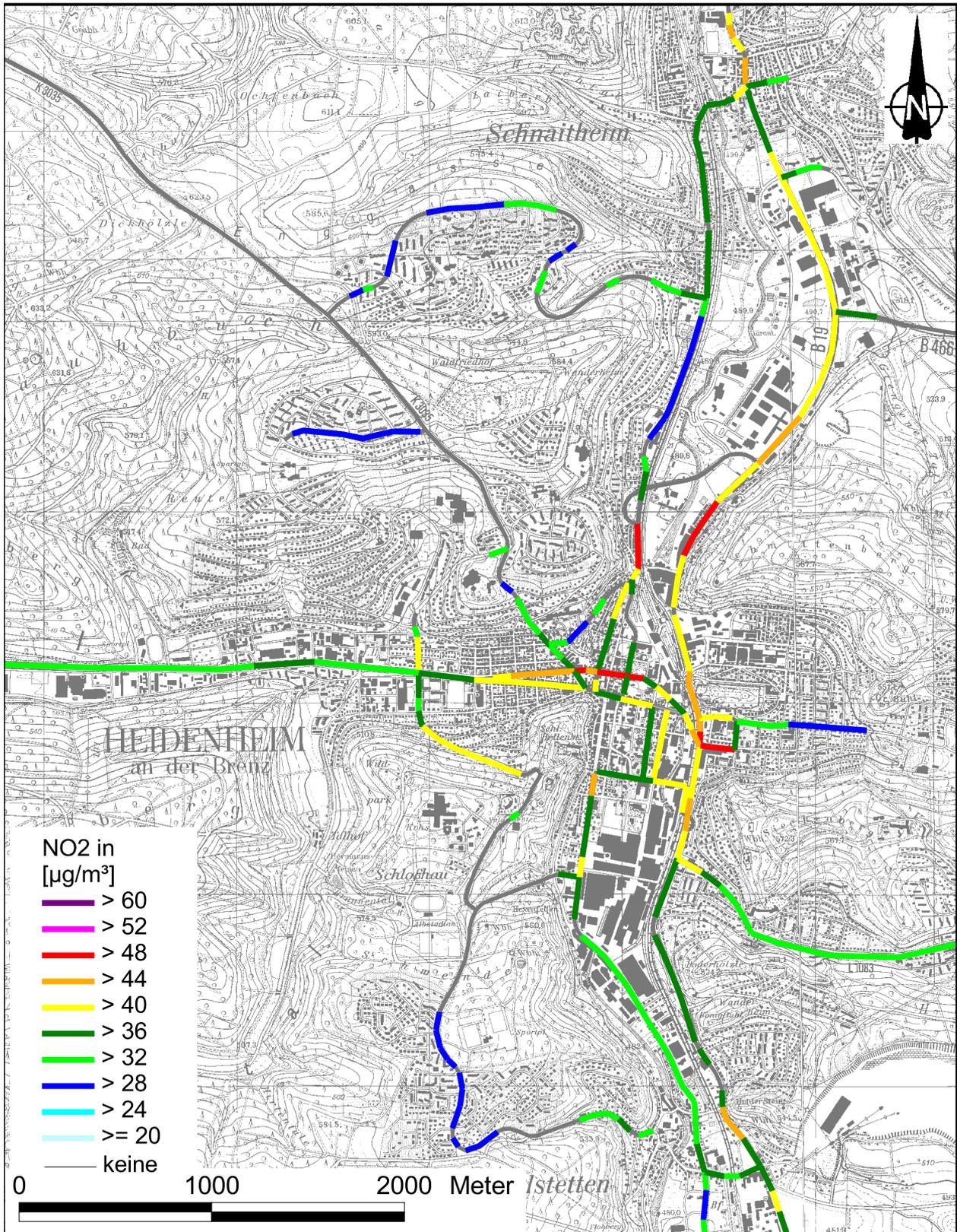


Abb. A2.4: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Kombination der Maßnahmen M1, Stufe 1 und 2 und M2 im Jahr 2012.
(Die Abschnitte mit zusätzlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen sind in Abb. 3.1 dargestellt)

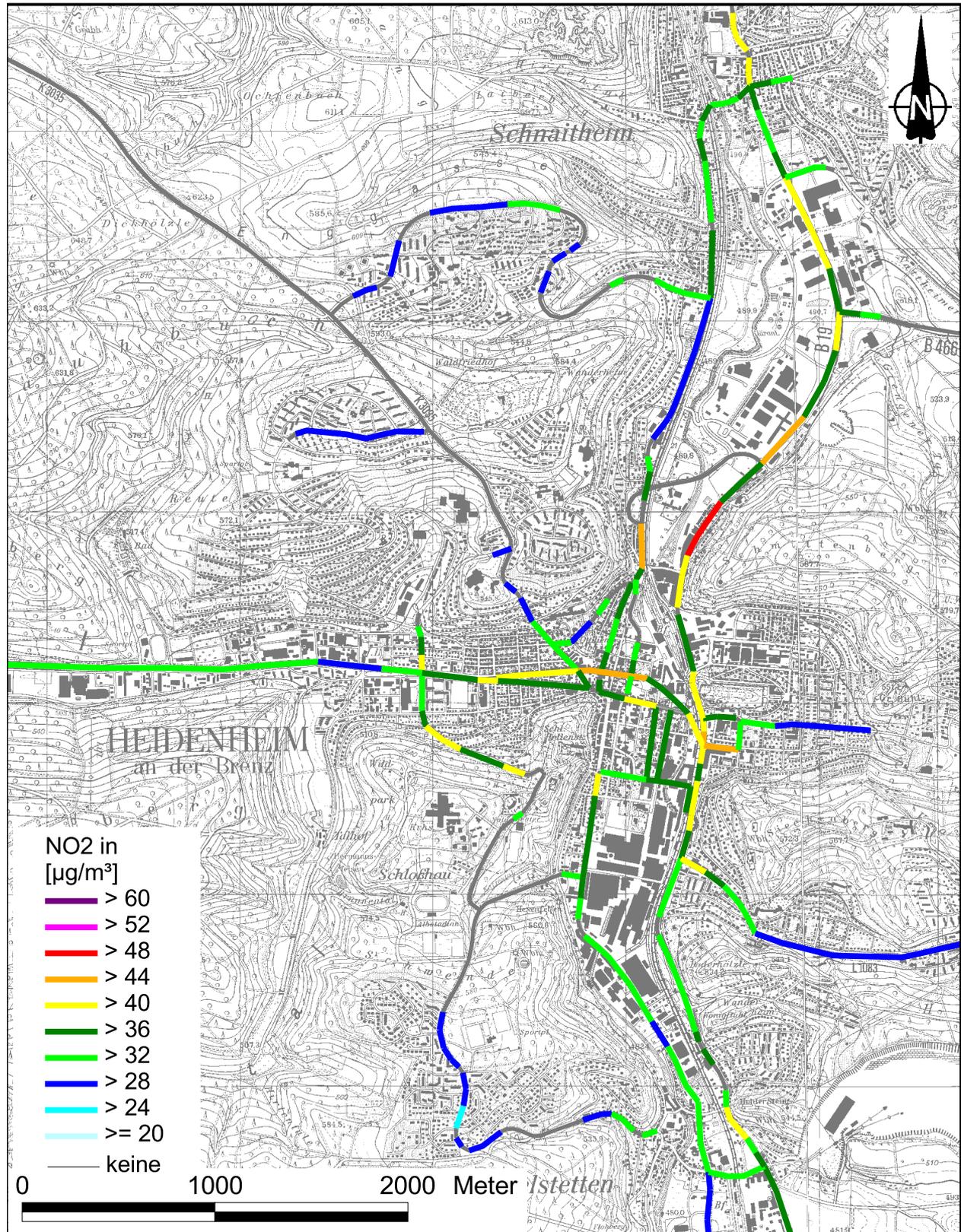


Abb. A2.5: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1, Stufe 3 und M2 im Jahr 2013

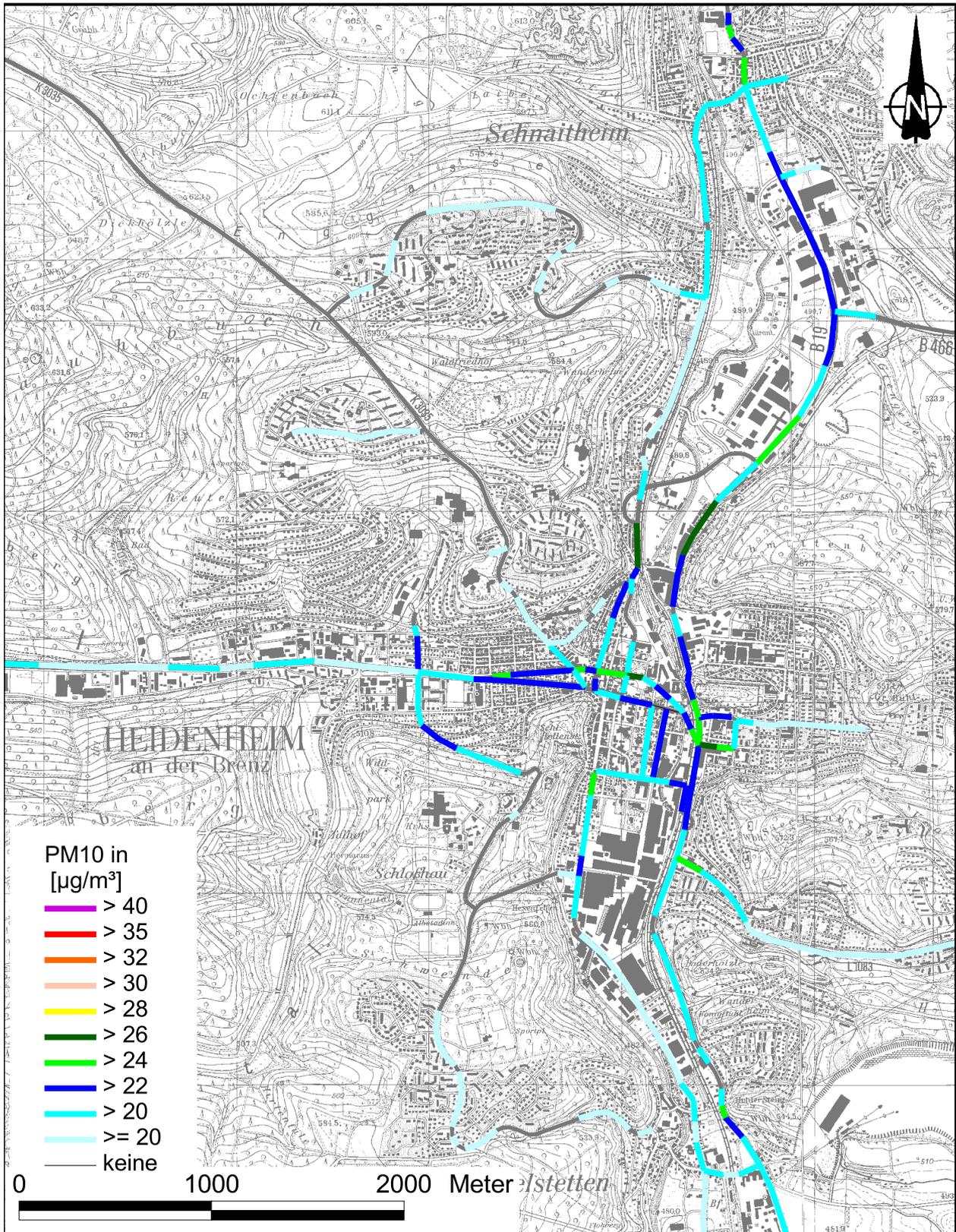


Abb. A2.6: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Trendfall im Jahr 2011/12

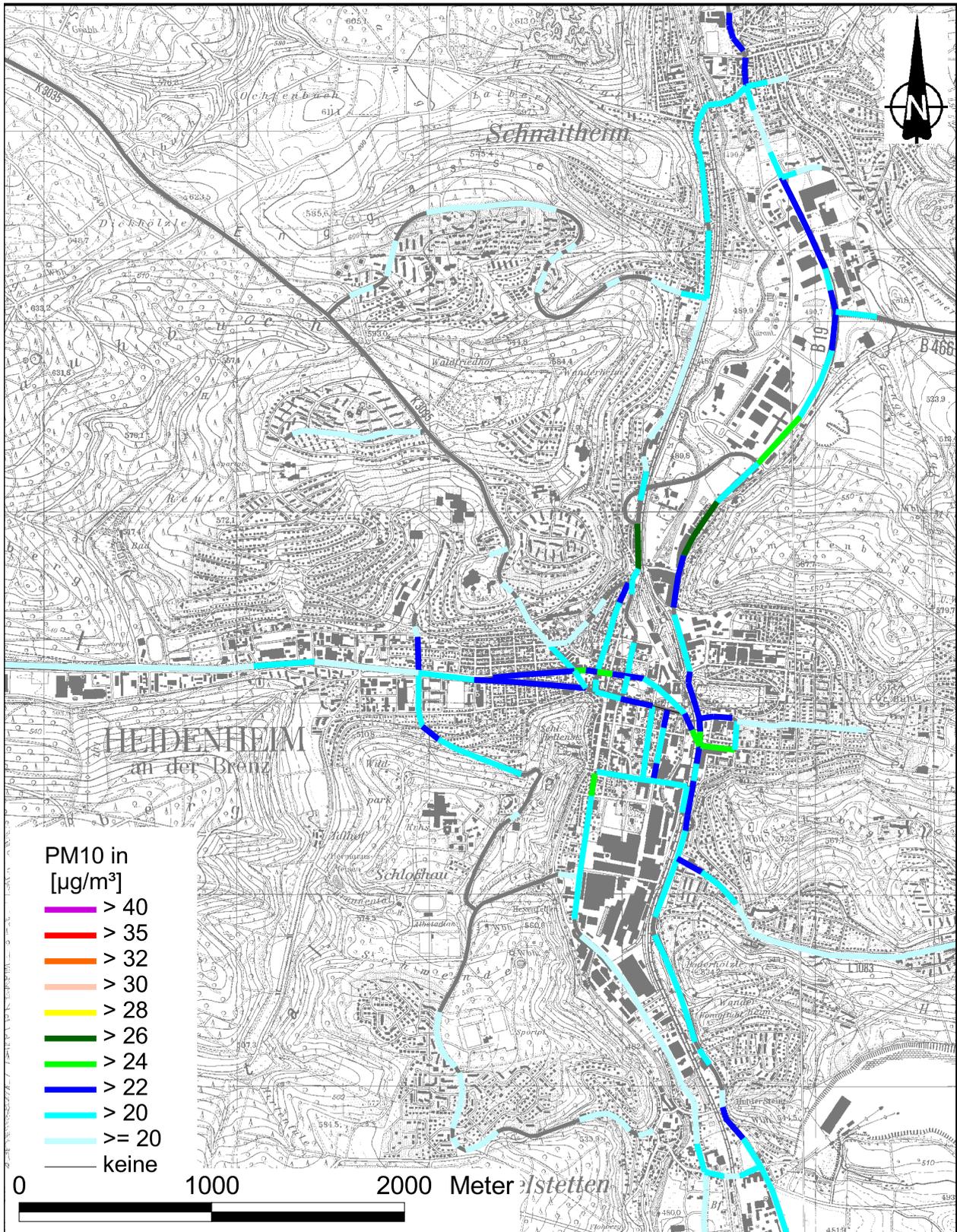


Abb. A2.7: PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für die Maßnahme M1, Stufe 1 und 2 im Jahr 2012