



**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

LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN FÜR DEN STADTUMBAU LEONBERG-MITTE

Auftraggeber: Stadt Leonberg
Stadtplanungsamt
Belforter Platz 1
71229 Leonberg

Dipl.-Met. K. Lehner
Dipl.-Geogr. T. Nagel

Dr.-Ing. W. Bächlin

September 2010
Projekt 61769-10-01
Berichtsumfang 64 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG FÜR DAS BEBAUUNGSPLANGEBIET	3
2 ZUSAMMENFASSUNG DES LUFTSCHADSTOFFGUTACHTENS	6
3 AUFGABENSTELLUNG	8
4 VORGEHENSWEISE	9
4.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe	9
4.2 Berechnungsverfahren	10
4.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte der Luftschadstoffe	11
5 EINGANGSDATEN	14
5.1 Lagedaten.....	14
5.2 Verkehrsdaten	14
5.3 Meteorologische Daten.....	18
5.4 Schadstoffhintergrundbelastung	21
6 EMISSIONEN	25
6.1 Betrachtete Schadstoffe	25
6.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	25
6.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	25
6.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	26
6.3 Emissionen pro Fahrzeug	28
6.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	30
6.5 Emissionen des ruhenden Verkehrs	30
7 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN	32
7.1 Stickstoffdioxidimmissionen	32
7.2 Feinstaubimmissionen (PM10)	34
7.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)	39

8 MASSNAHMEN	42
Mögliche Maßnahmen	42
9 LITERATUR	44
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN	49
A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION	53
A3 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE	59

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 oder anderen Emittenten ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff 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 / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert, 98-Perzentilwert 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. Der Gesetzgeber hat deshalb zusätzlich

zum Jahresmittelwert z.B. den so genannten 98-Perzentilwert (oder 98-Prozent-Wert) der Konzentrationen eingeführt. Das ist derjenige Konzentrationswert, der in 98% der Zeit des Jahres unterschritten wird.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte 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 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. 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 Massenanteil des anthropogen erzeugten Aerosols, wie Partikel aus Verbrennungsvorgängen und Sekundärpartikel.

1 ZUSAMMENFASSUNG FÜR DAS BEBAUUNGSPLANGEBIET

Der Stadtumbau Leonberg-Mitte ist mit dem Abriss vorhandener Gebäude und der Planung der Neugestaltung dieses Geländes in Bearbeitung. Das Plangebiet wird durch folgende Straßen begrenzt: Lindenstraße, Bahnhofstraße und Eltinger Straße. Für diese Planungen werden Aussagen über die Auswirkungen auf die Immissionen vorgelegt.

Betrachtet werden ein Planfall mit modifizierten Verkehrsbelegungen sowie der Referenzzustand ohne bauliche Änderungen. Die Beurteilung erfolgt relativ zum Referenzzustand und im Vergleich zu bestehenden Beurteilungsgrößen; das sind für die Immissionen NO₂, PM10 und PM2.5 die bestehenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV.

Im Gutachten werden die Immissionen ermittelt, die durch den Kfz-Verkehr unter Berücksichtigung der vorherrschenden Schadstoffhintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Betrachtet werden die Emissionen im Bezugsjahr 2012, dem frühesten Jahr der Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung. Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Einbeziehung der typisierten Randbebauung, der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung.

Die Immissionsberechnungen zeigen, dass im Stadtgebiet von Leonberg aufgrund des Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen erhöhte Luftschadstoffbelastungen vorliegen. Die Beurteilungswerte der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte und PM10-Kurzzeitbelastungen werden teilweise an den Hauptverkehrsstraßen im Betrachtungsgebiet erreicht und überschritten. Im Hinblick auf die Beurteilungswerte sind die NO₂-Kurzzeitbelastungen, die PM10-Jahresmittelwerte und die PM2.5-Jahresmittelwerte nicht als kritisch einzustufen.

Im Prognosenullfall sind im Bereich des Plangebietes erhöhte NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) an der Randbebauung der Eltinger Straße (Teilabschnitt im Bereich der Post) mit bis zu 49 µg/m³ sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit leicht über 40 µg/m³ berechnet. Im übrigen Plangebiet werden NO₂-Immissionen unter 40 µg/m³ berechnet. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die NO₂- Immissionen als hoch bis geringfügig überschreitend (Bahnhof- und südlicher

Abschnitt der Eltinger Straße), teils als deutlich überschreitend (Eltinger Straße im Bereich des Postareals) zu bezeichnen.

Die berechneten PM10-Belastungen im Prognosenullfall zeigen, dass an der Eltinger Straße (Teilabschnitt im Bereich der Post) PM10-Jahresmittelwerte über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im übrigen Untersuchungsgebiet unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten sind. Damit wird der Grenzwert der PM10-Kurzzeitbelastungen an der Randbebauung der Eltinger Straße im Prognosenullfall teilweise überschritten. In Bezug auf den jahresmittleren Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM10-Immissionen als leicht erhöht bis erhöht (Eltinger Straße im Bereich des Postareals) einzustufen.

Für den Planfall mit Verkehrszuwachs auf allen Hauptverkehrsstraßen in der direkten Umgebung des Plangebietes zeichnen sich gegenüber dem Prognosenullfall leichte Zunahmen im Hinblick auf die Immissionen ab, die jedoch überwiegend zu keiner Änderung der Beurteilung führen. Hohe NO₂-Immissionen sind an der Eltinger Straße mit bis zu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Im Bereich des Postareals), sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit leicht über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Auch im Bereich der Kreuzung mit der Lindenstraße und an der geplanten Tiefgarageneinfahrt an der Eltinger Straße sind teilweise an der Randbebauung NO₂-Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen für den Planfall an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die NO₂-Immissionen als hoch bis geringfügig überschritten, teilweise auch deutlich überschritten zu bezeichnen.

Die PM10-Immissionen (Planfall) an der Eltinger Straße liegen über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im übrigen Untersuchungsgebiet unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert der PM10-Kurzzeitbelastungen wird auch im Planfall an der Randbebauung der Eltinger Straße teilweise überschritten. In Bezug auf den jahresmittleren Grenzwert sind die PM10-Belastungen als leicht erhöht bis erhöht zu bezeichnen.

Der Grenzwert für PM2.5 wird im gesamten Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nicht überschritten. Die PM2.5-Belastungen sind im Bezug auf den Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als leicht erhöht bis erhöht zu bezeichnen.

Aus lufthygienischer Sicht ist zusammenfassend festzuhalten, dass aufgrund der mit den Planungen verbundenen Verkehrszunahmen auch gewisse Erhöhungen der NO₂-, PM10-

und PM2.5-Immissionen entlang den Hauptverkehrsstraßen zu erwarten sind. Dort sind schon im Prognosenullfall hohe und teilweise Grenzwert überschreitende Immissionen gegeben; gegenüber dem Prognosenullfall sind im Planfall überwiegend keine Änderungen der Beurteilungen der Immissionen im Hinblick auf die jeweiligen Grenzwerte zu erwarten.

Im Falle von geplanten Wohnbebauungen auf dem Postareal sind aufgrund der NO₂- und PM10- Belastungen Belüftungen der Räumlichkeiten zur Eltinger Straße und zur Tiefgarage in diesen Fassadenbereichen zu vermeiden. Eine Belüftung der Aufenthalts- und Wohnräume ist nur über die straßenabgewandte Gebäudeseiten bzw. den Dachbereich vorzusehen.

2 ZUSAMMENFASSUNG DES LUFTSCHADSTOFFGUTACHTENS

In Leonberg ist die Umgestaltung des bebauten Bereichs südlich der Altstadt vorgesehen. Der Stadtumbau Leonberg-Mitte ist mit dem Abriss vorhandener Gebäude und der Planung der Neugestaltung dieses Geländes in Bearbeitung. Das Plangebiet wird durch folgende Straßen begrenzt: Lindenstraße, Bahnhofstraße und Eltinger Straße. Für diese Planungen werden Aussagen über die Auswirkungen auf die Immissionen vorgelegt.

Betrachtet werden ein Planfall mit modifizierten Verkehrsbelegungen sowie der Referenzzustand ohne bauliche Änderungen. Die Beurteilung erfolgt relativ zum Referenzzustand und im Vergleich zu bestehenden Beurteilungsgrößen; das sind für die Immissionen NO₂, PM10 und PM2.5 die bestehenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV.

Im vorliegenden Gutachten werden die Immissionen ermittelt, die durch den Kfz-Verkehr unter Berücksichtigung der vorherrschenden Schadstoffhintergrundbelastung und der lokalen Windverhältnisse zu erwarten sind. Betrachtet werden die Emissionen im Bezugsjahr 2012, dem frühesten Jahr der Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung. Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Einbeziehung der typisierten Randbebauung, der lokalen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik, der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen sowie der aus Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung.

Die Immissionsberechnungen zeigen, dass im Stadtgebiet von Leonberg aufgrund des Verkehrs auf den Hauptverkehrsstraßen erhöhte Luftschadstoffbelastungen vorliegen. Die Beurteilungswerte der 39. BImSchV für NO₂-Jahresmittelwerte und PM10-Kurzzeitbelastungen werden teilweise an den Hauptverkehrsstraßen im Betrachtungsgebiet erreicht und überschritten. Im Hinblick auf die Beurteilungswerte sind die NO₂-Kurzzeitbelastungen, die PM10-Jahresmittelwerte und die PM2.5-Jahresmittelwerte nicht als kritisch einzustufen.

Im Prognosenullfall sind hohe NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) an der Randbebauung der Grabenstraße mit bis zu 63 µg/m³ und an der Eltinger Straße mit bis zu 49 µg/m³ sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit leicht über 40 µg/m³ berechnet. Im übrigen Untersuchungsgebiet werden NO₂-Immissionen unter 40 µg/m³ berechnet. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die NO₂-Immissionen als hoch bis geringfügig überschritten, teils als deutlich überschritten zu bezeichnen. Die berechneten PM10-Belastungen im Prognosenullfall zeigen, dass an der Grabenstraße und an der Eltinger Straße PM10-Jahresmittelwerte über 28 µg/m³ und im

übrigen Untersuchungsgebiet unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten sind. Damit wird der Grenzwert der PM10-Kurzzeitbelastungen an der Randbebauung der Grabenstraße und der Eltinger Straße im Prognosenullfall teilweise überschritten. In Bezug auf den jahresmittleren Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die PM10-Immissionen als leicht erhöht bis erhöht einzustufen.

Für den Planfall mit Verkehrszuwachs auf allen Hauptverkehrsstraßen in der direkten Umgebung des Plangebietes zeichnen sich gegenüber dem Prognosenullfall leichte Zunahmen im Hinblick auf die Immissionen ab, die jedoch überwiegend zu keiner Änderung der Beurteilung führen. Hohe NO_2 -Immissionen sind an der Grabenstraße mit bis zu $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Eltinger Straße mit bis zu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit leicht über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Auch im Bereich der Kreuzung mit der Lindenstraße und an der geplanten Tiefgarageneinfahrt an der Eltinger Straße sind teilweise an der Randbebauung NO_2 -Immissionen über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. Der ab dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen für den Planfall an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten. In Bezug auf den Grenzwert sind die NO_2 -Immissionen als hoch bis geringfügig überschritten, teilweise auch deutlich überschritten zu bezeichnen. Die PM10-Immissionen an der Eltinger Straße und an der Grabenstraße liegen über $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und im übrigen Untersuchungsgebiet unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert der PM10-Kurzzeitbelastungen wird auch im Planfall an der Randbebauung der Grabenstraße und der Eltinger Straße teilweise überschritten. In Bezug auf den jahresmittleren Grenzwert sind die PM10-Belastungen als leicht erhöht bis erhöht bzw. an der Grabenstraße als hoch zu bezeichnen.

Der Grenzwert für PM2.5 wird im gesamten Untersuchungsgebiet sowohl im Prognosenullfall als auch im Planfall nicht überschritten. Die PM2.5-Belastungen sind im Bezug auf den Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als leicht erhöht bis erhöht und als hoch an der Grabenstraße zu bezeichnen.

Aus lufthygienischer Sicht ist zusammenfassend festzuhalten, dass aufgrund der mit den Planungen verbundenen Verkehrszunahmen auch gewisse Erhöhungen der NO_2 -, PM10- und PM2.5-Immissionen entlang den Hauptverkehrsstraßen zu erwarten sind. Dort sind schon im Prognosenullfall hohe und teilweise Grenzwert überschreitende Immissionen gegeben; gegenüber dem Prognosenullfall sind im Planfall keine überwiegenden Änderungen der Beurteilungen der Immissionen im Hinblick auf die jeweiligen Grenzwerte zu erwarten. In Kapitel 7 werden mögliche Maßnahmen zur Senkung der verkehrsbedingten Zusatzbelastungen diskutiert.

3 AUFGABENSTELLUNG

In Leonberg ist der Stadtumbau Mitte mit dem Abriss vorhandener Gebäude und der Planung und der Neugestaltung dieses Geländes in Bearbeitung. Für eine aktualisierte Planvariante sind u.a. Aussagen zu den Luftschadstoffbelastungen und der Verträglichkeit mit den geplanten Nutzungen zu erarbeiten.

Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens ist eine Prognose der Auswirkungen der Planungen auf die Luftschadstoffbelastungen erforderlich. Weiterhin sind die Auswirkungen innerhalb des Stadtgebietes auf zuführenden Hauptverkehrsstraßen aufzuzeigen und mögliche Maßnahmen zur Verringerung hoher Belastungen anzugeben. Zu betrachten sind entsprechend der aktuellen 39. BImSchV die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5.

4 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen des vorliegenden lufthygienischen Gutachtens ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v.a. die 39. BImSchV, die bei unveränderten Grenzwerten für NO₂ und PM10 von der 22. BImSchV aktuell in die 39. BImSchV überführt wurde.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o.g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v.a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel PM10 und PM2.5. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Da die 23. BImSchV seit Juli 2004 außer Kraft gesetzt ist, ist die Betrachtung der Schadstoffkomponente Ruß rechtlich nicht mehr erforderlich. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

4.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang 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/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert seit 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert ab 2015	25	

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

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe **Tab. 3.2**) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

4.2 Berechnungsverfahren

Für die vorliegende Aufgabenstellung wird das Straßennetzmodell PROKAS (Beschreibung: www.lohmeyer.de/modelle/prokas_detail.htm) unter Berücksichtigung von lokal repräsentativen Windverhältnissen angewendet; mit diesem Verfahren können Straßennetze und in typisierter Form die Randbebauung berücksichtigt werden. Diese Vorgehensweise wurde auch den Berechnungen für die Maßnahmen des Luftreinhalteplans für Leonberg zugrundegelegt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 3.1 (UBA, 2010) bestimmt. Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM₁₀) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 3.1 nicht behandelt. Die Feinstaub-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage von Ergebnissen aktueller Forschungsarbeiten (BAST, 2005).

Für die nicht motorbedingten PM_{2.5}-Emissionen durch Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenfahrbahn werden Werte von europäischen Datenbanken (z.B. CORINAIR oder RAINS) als erste Abschätzung genutzt. Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik.

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen sowie der typisierten Randbebauung nach Straßenraumbreite, Bebauungshöhe und Lückigkeit werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 4.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

4.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte der Luftschadstoffe

Die 39. BImSchV definiert u.a. als Kurzzeitgrenzwert für NO₂ einen Stundenmittelwert von 200 µg/m³, 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 µg/m³ bis 170 µg/m³ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, 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 µg/m³ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 39. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM₁₀-Konzentrationen von 50 µg/m³ 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 PM10-Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM10-Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 4.1**). 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 der **Abb. 4.1** 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. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).

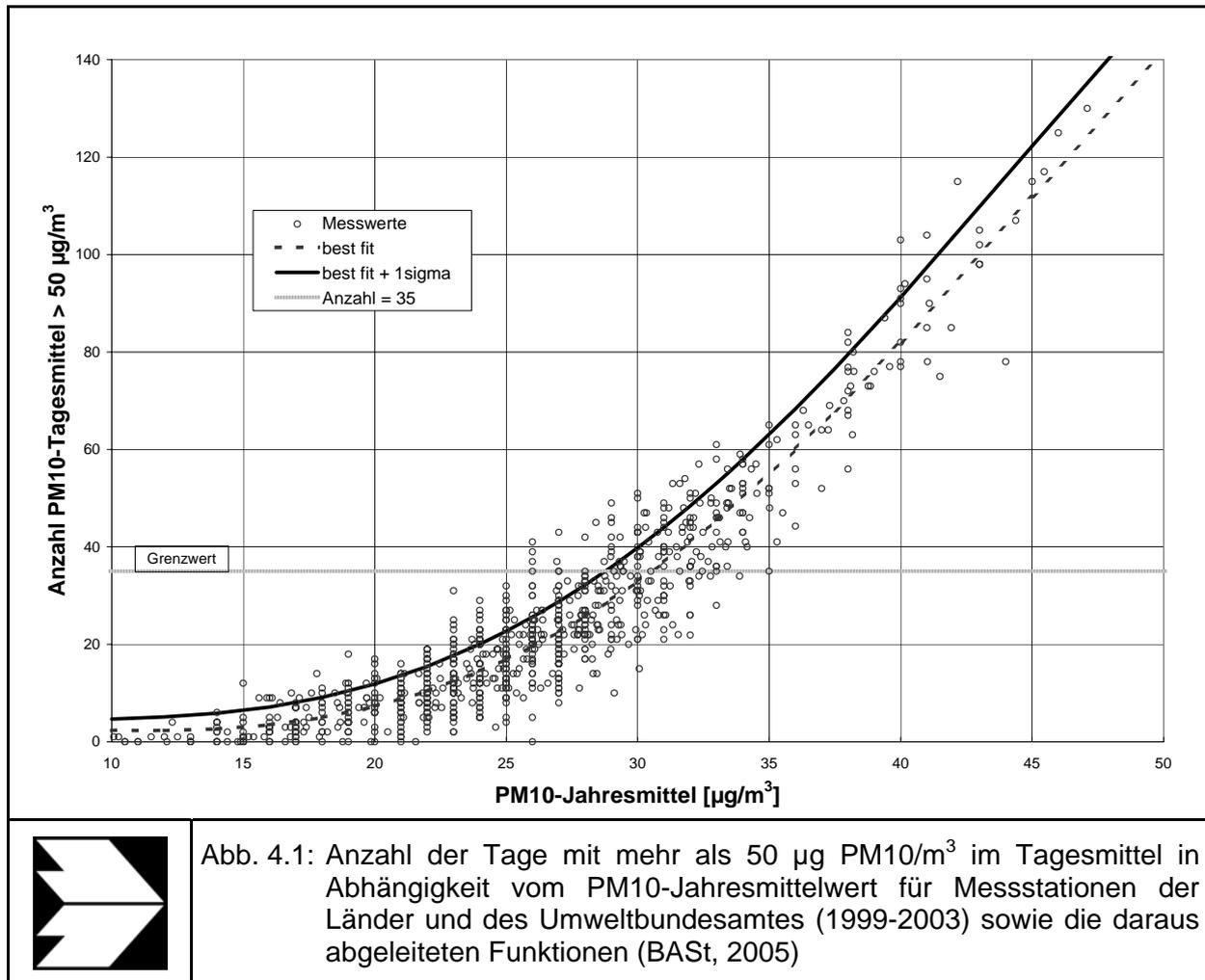
Zur Einstufung der Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung aus dem Jahresmittelwert werden ergänzend folgende Ausführungen zitiert (LUA, 2006):

„Aufgrund von Messungen können die folgenden Zusammenhänge zwischen dem Jahresmittelwert für PM10 und der Anzahl der Überschreitungstage für das Tagesmittel von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ formuliert werden:

- a) der Jahresmittelwert für PM10 ist kleiner als $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$: die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten;*
- b) der Jahresmittelwert für PM10 liegt zwischen $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$: die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird möglicherweise nicht eingehalten;*

c) der Jahresmittelwert für PM10 ist größer als $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$: die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelwertes wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten.

Dies zeigt, dass der Grenzwert für die Überschreitungshäufigkeit wesentlich strenger ist als der zulässige Jahresmittelwert für PM10 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



5 EINGANGSDATEN

Für die Erarbeitung des vorliegenden Gutachtens wurden vom Auftraggeber Lagedaten der bestehenden Bebauung von Leonberg als geschlossene Polygonzüge digital übergeben (ATKIS-Daten). Weiterhin wurden digital Auszüge aus topografischen Karten und dem Stadtplan sowie Luftbilder für das Betrachtungsgebiet zur Verfügung gestellt. Für das Stadtgebiet von Leonberg wurden räumlich hoch aufgelöste digitale Höhendaten übergeben, die Informationen über Geländehöhen und Objektoberkanten beinhalten. Aus den genannten Lagedaten wird die Bebauungstypisierung der Straßenabschnitte und deren Längsneigung abgeleitet.

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden für den Planfall und für den Prognosenullfall zur Verfügung gestellt. Weiterhin wurden aktuelle Planunterlagen vom 18.03.2010 und vom 19.07.2010 für die geplante Bebauung zur Verfügung gestellt.

5.1 Lagedaten

Die Stadt Leonberg liegt im westlichen Bereich des Ballungsgebietes der Region Stuttgart im Übergangsbereich des Glemswaldes zum Strohgäu. Der überwiegende Bereich der Siedlungsfläche ist in den durch das Glemstal geprägten, niederen Bereichen gelegen. Das Relief steigt nach Nordosten zum Engelberg und zur Gerlinger Heide an. Das Stadtgebiet wird von der Bundesstraße B 295 in nord-südlicher Richtung durchquert. (siehe **Abb. 4.1**).

Das geplante Baugebiet liegt direkt südlich der Altstadt an der Eltinger Straße (B 295) und damit zwischen der Altstadt und dem neueren, südlich anschließenden innerstädtischen Einkaufsbereich.

Überregionale Verkehrsströme verlaufen über die Autobahnen A 8 und A 81, die das Stadtgebiet von Leonberg im Süden und Osten tangieren bzw. durchfahren. Diese verkehrsbedingten Beiträge zu den Immissionen sind in den Berechnungen enthalten ohne in den grafischen Darstellungen explizit dargestellt zu sein.

5.2 Verkehrsdaten

Das prognostizierte Verkehrsaufkommen wurde durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Diese Daten sind als Prognoseabschätzung „Stadtumbau Leonberg-Mitte“ für die Analyse Status Quo 2009 (Oktober 2009) und das Szenario A „Analyse 2009 + Vollaufsiedlung“ (August 2010) durch die Planungsgruppe Kölz übergeben. Die Verkehrsdaten liegen als Angaben der Kfz pro 24 Stunden mit Angabe des LKW-Anteils vor. Angaben für den Kfz-Verkehr auf umliegenden Straßen wurden den Unterlagen der Untersuchung „Berechnung der immissionsseitigen Auswirkungen von verkehrlichen Maßnahmen des Luftreinhalte-/Aktionsplans Leonberg“ (Lohmeyer, 2006) entnommen. Die Verkehrsbelegungsdaten sind in **Abb. 4.2** und **Abb. 4.3** aufgezeigt.

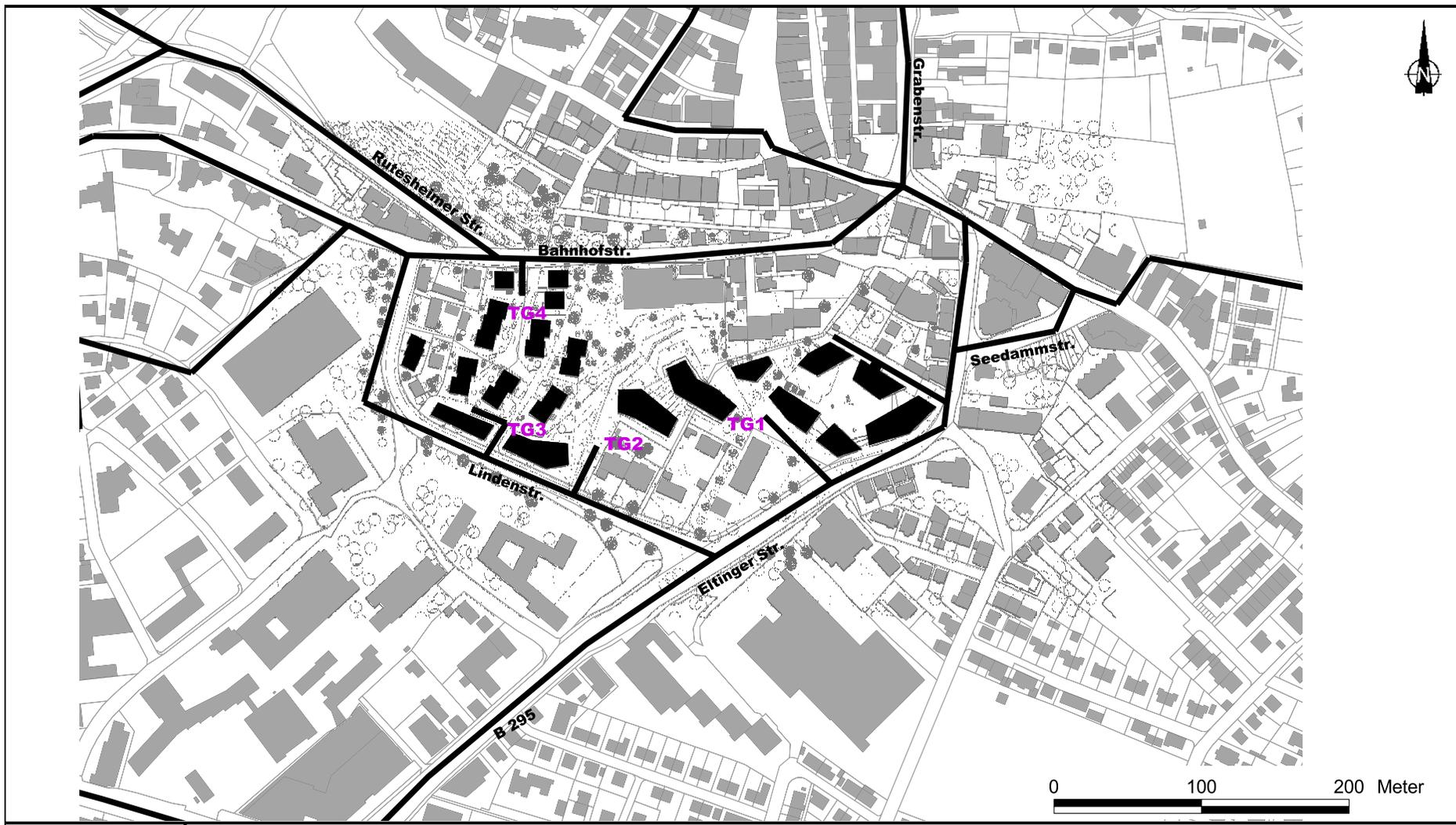


Abb. 4.1: Lageplan des Untersuchungsgebietes. Eingezeichnet sind: geplantes Straßennetz (schwarze Linien), bestehende Gebäude (grau) und geplante Gebäude (schwarz)

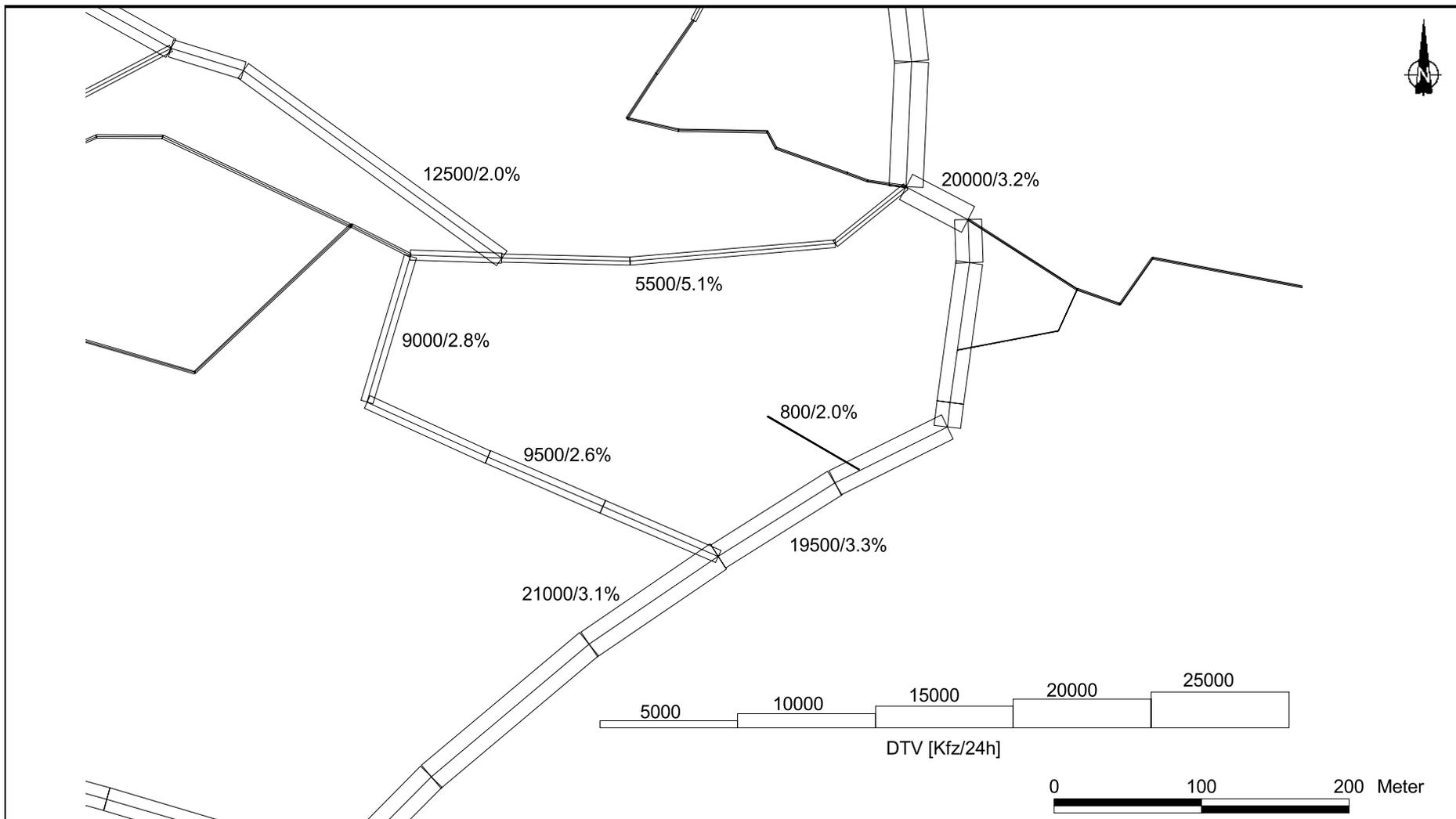


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Nullfall

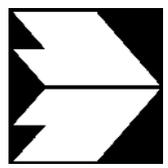
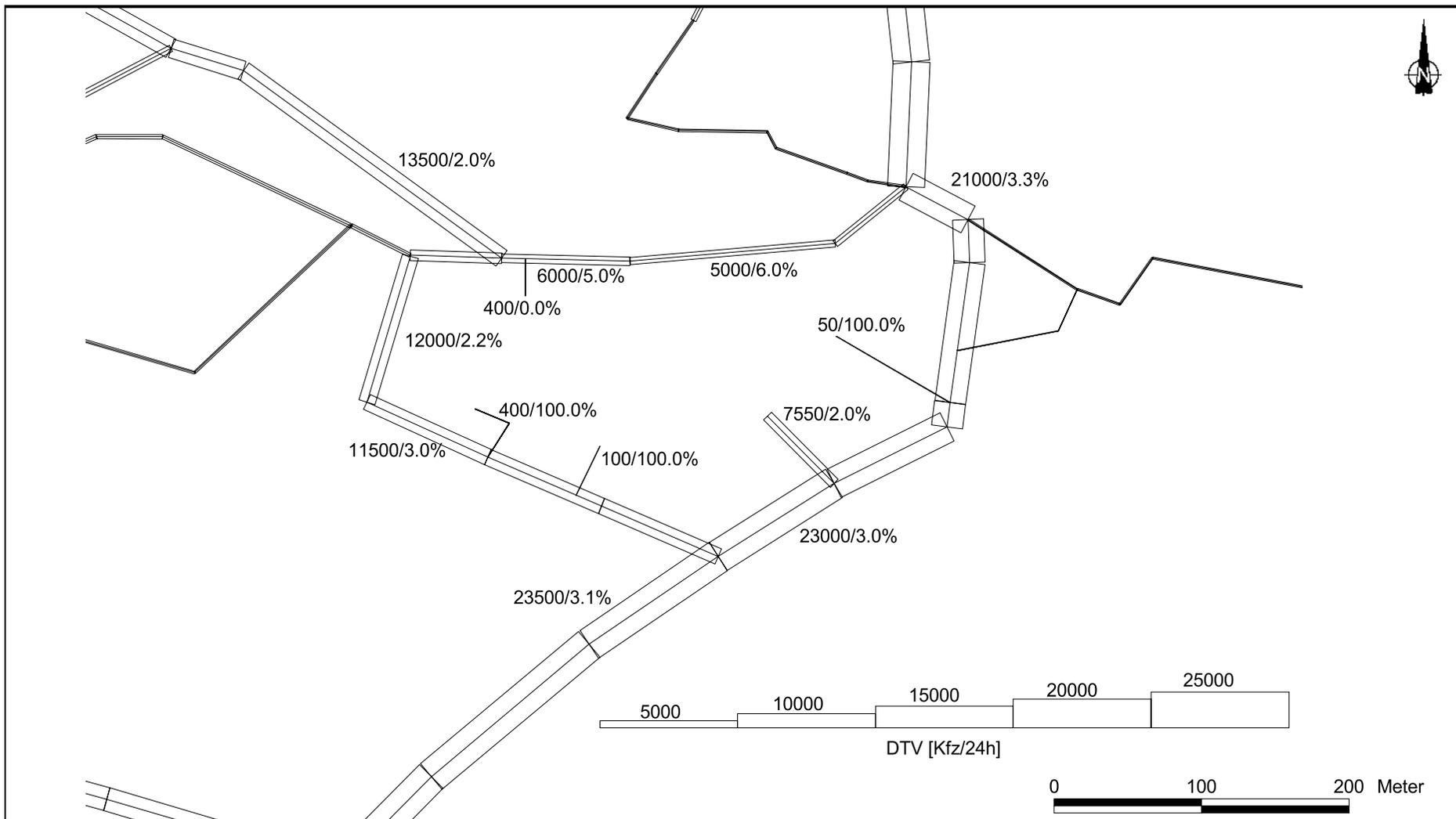


Abb. 4.3: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

In den Planunterlagen wird auf geplante Stellplatzanlagen innerhalb des Plangebietes hingewiesen, die in Tiefgaragen untergebracht werden. Detaillierte Angaben über die Lage der Parkbauten und deren Entlüftungskonzepte liegen nicht vor. Aufgrund der bestehenden Immissionsverhältnisse in Leonberg und den stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen in der Umgebung des Plangebietes wird in diesem Gutachten davon ausgegangen, dass die Entlüftung der Tiefgarage auf dem Postareal (TG1) und der Anlieferung des Einkaufszentrums Wüstenrotareal (TG2) über das Dachniveau erfolgen wird. Für die beiden Tiefgaragen am westlichen Bereich des Wüstenrotareals (TG3, TG4) wird eine Entlüftung über Schächte in Bodennähe angenommen. Die Anzahl der ein- und ausfahrenden Fahrzeuge wird aus den oben genannten Angaben über das Verkehrsaufkommen im Untersuchungsgebiet entnommen (s. **Abb. 4.3**).

Seit dem 01. März 2008 gibt es in Leonberg eine Umweltzone in der derzeit ein Fahrverbot bis zur Einführung der zweiten Stufe für Fahrzeuge der Schadstoffklasse eins (keine Plakette) gilt. Die daraus resultierende Änderung der Fahrzeugflotte wurde in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Für Werktage, Samstage und Sonntage wurde der Verkehrstagesgang den typisierten Tagesgängen für innerörtliche Gebiete aus der Literatur (Schmidt, G., Thomas, B., 1996) entnommen.

5.3 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 das Stadtgebiet von Leonberg liegen Windmessdaten vor, die im Rahmen der klimaökologischen Analyse (Ökoplana, 1993) erhoben wurden. Mehrjährige Messreihen für die Jahre 1989 bis 1992 liegen für die über dem Stadtgebiet gelegene Station „Engelberg“ und die städtische Station „Feuerwehr“ in der Stadtverwaltung Leonberg vor.

Die Station „Feuerwehr“ liegt innerhalb des Stadtgebietes von Leonberg am Rand des Stadtparks und ca. 600 m südlich des Plangebietes. Die Windrose ist in **Abb. 4.4** (oben) dargestellt. Die Hauptwindrichtung wird durch südwestliche bis südliche Winde geprägt, als häufige Nebenwindrichtungen wurden nordöstliche sowie nordwestliche Winde erfasst.

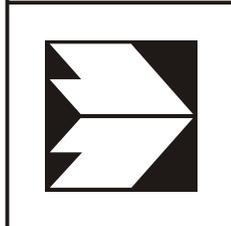
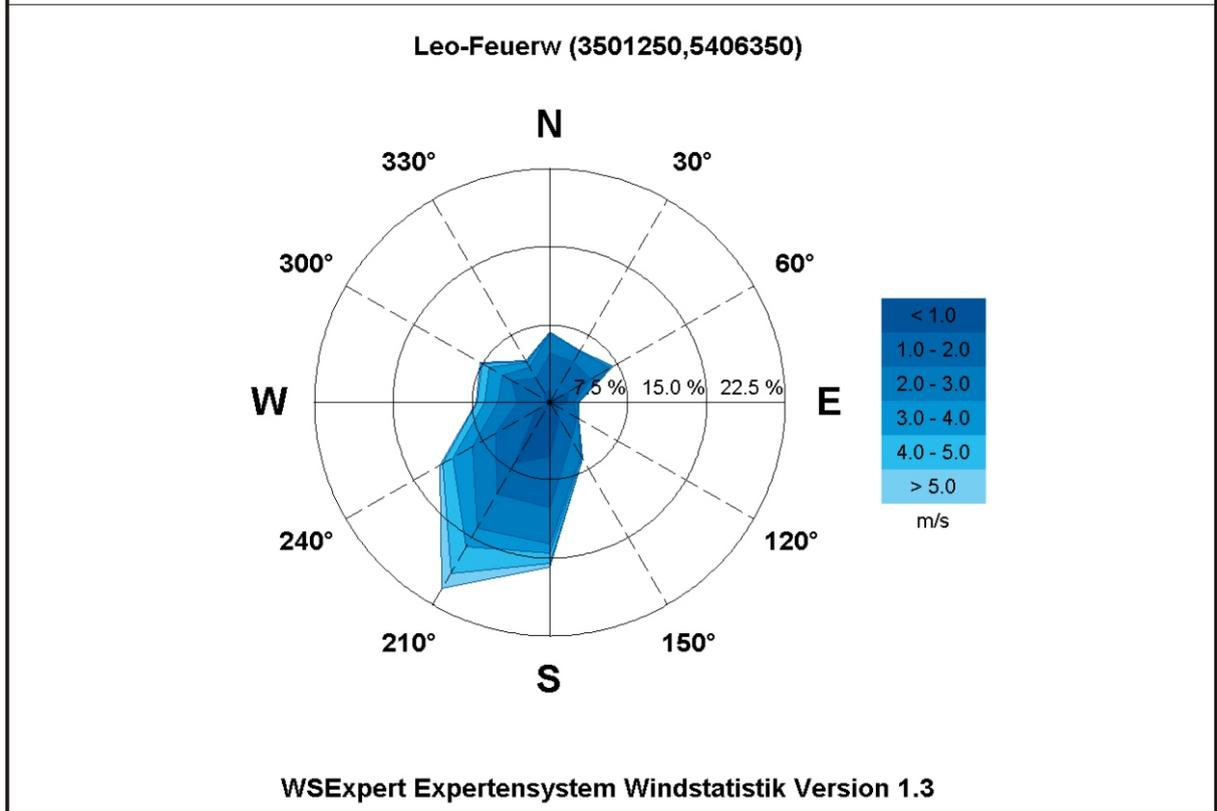
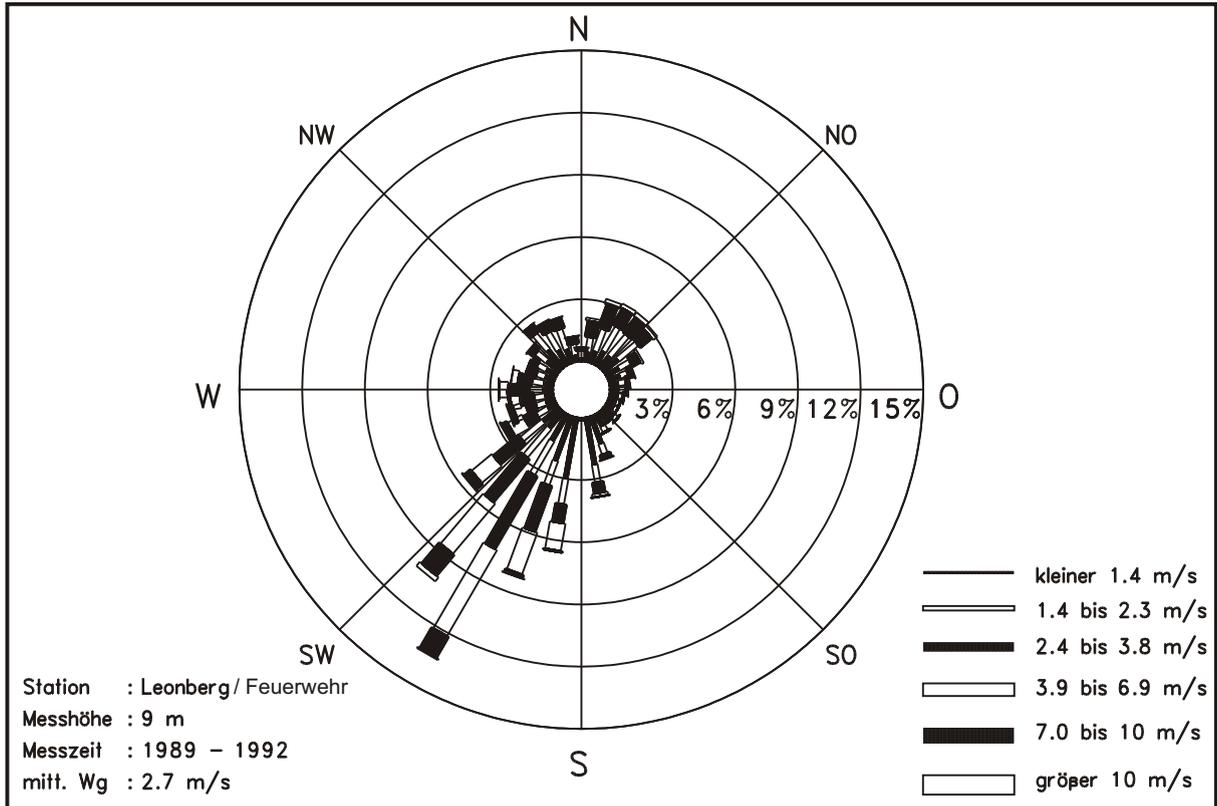
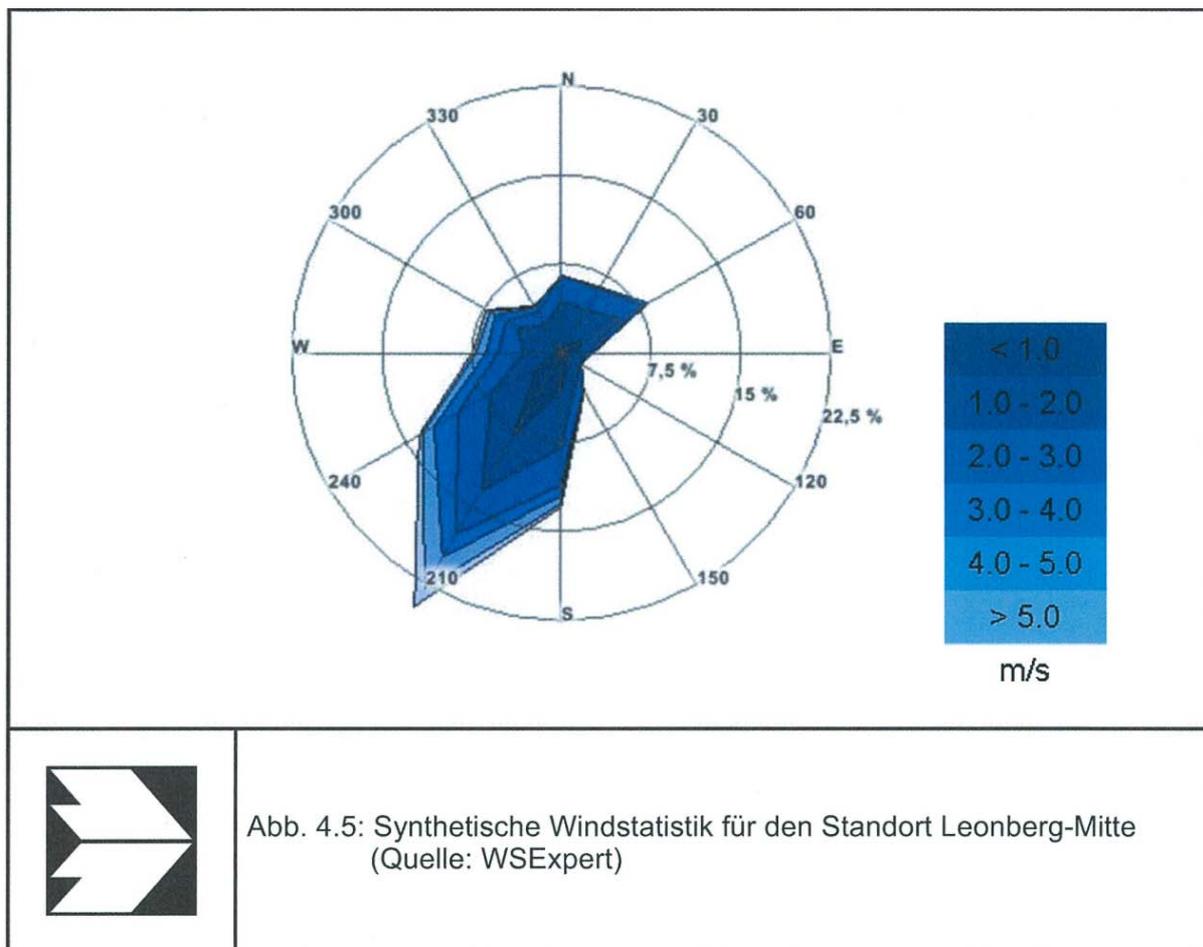


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung an der Station Leonberg-Feuerwehr.
 Oben: Gemessen, Quelle: Ökoplana (1993)
 Unten: synthetisch, Quelle: WSExpert

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit beträgt für den gesamten Erfassungszeitraum ca. 2.7 m/s.

Im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) wurden synthetische Windrosen im 500 m Raster für Baden-Württemberg berechnet und in das Expertensystem Windstatistik eingegliedert. In der Version WSExpert 1.3 ist auch der Bereich von Leonberg enthalten, für den Windstatistiken vorliegen. Für den Standort „Feuerwehr“ in Leonberg ist diese Windrose in **Abb. 4.4** (unten) aufgezeigt, sie zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Messdaten. Die Hauptwindrichtung wird durch südwestliche bis südliche Winde geprägt, als häufige Nebenwindrichtungen sind nordöstliche bis nördliche Winde ermittelt. Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit wird unter Berücksichtigung der städtischen Bebauung mit ca. 2 m/s angegeben.

Weiterhin liegt für den Standort „Leonberg Mitte“ eine synthetische Windstatistik vor, die in **Abb. 4.5** aufgezeigt ist. Die Hauptwindrichtung wird durch südwestliche bis südliche Winde geprägt, als häufige Nebenwindrichtungen sind nordöstliche bis nördliche Winde aufgezeigt.



Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit wird unter Berücksichtigung der städtischen Bebauung mit ca. 2 m/s angegeben.

Für die Ausbreitungsrechnungen werden die an der Station „Feuerwehr“ erfassten Winddaten unter Berücksichtigung der Rauigkeit in der Umgebung des Plangebietes herangezogen, wobei die Ausbreitungsklassen aus den Angaben der Wetterstation Stuttgart Flughafen abgeleitet werden.

5.4 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Vorbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Vorbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Aktuelle Informationen über die Luftschadstoffbelastungen liegen für Leonberg an der straßennahen SPOT-Messstelle vor.

In den Jahren 2004 und 2005 wurden in Leonberg im Rahmen des so genannten SPOT-Messprogramms des Landes Baden-Württemberg Messdaten an der innerstädtischen nord-südlichen Durchfahrt an vier Messstellen an der Grabenstraße und an einer weiteren Messstelle etwas abseits der Straße erfasst. An einer der vier straßennahen Messstellen werden weiterhin Messdaten erfasst. **Tab. 4.1** zeigt eine Zusammenstellung der Messdaten für NO₂ und PM₁₀ in Leonberg für die Straßenmesspunkte an der Grabenstraße (MP1 bis MP4) und die Messung im Stadtbereich, am Müllergässle, in größerem Abstand zu den Hauptverkehrsstraßen (Hintergrund). Die Messpunkte MP1 und MP2 liegen am westlichen, die Messpunkte MP3 und MP4 am östlichen Straßenrand im Nahbereich bestehender Bebauung. Der Messpunkt MP4 unterlag von 2004 zu 2005 einer Änderung der örtlichen Gegebenheiten, da das nächstgelegene Gebäude abgerissen und der Messpunkt etwas verlegt wurde.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	MP1	MP2	MP3	MP4	Hintergrund
NO ₂ -Jahresmittel [µg/m ³]	2004	83	65	77	62	33
	2005	85	67	76	52	36
	2006	-	-	-	53	-
	2007	-	-	-	72	-
	2008	-	-	-	67	-
	2009	-	-	-	69	-
NO ₂ -98-Perzentil [µg/m ³]	2004	-	-	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	125	-
	2007	-	-	-	173	-
	2008	-	-	-	151	-
	2009	-	-	-	158	-
PM10-Jahresmittel [µg/m ³]	2004	-	-	-	-	-
	2005	-	-	-	27	-
	2006	-	-	-	29	-
	2007	-	-	-	33	-
	2008	-	-	-	32	-
	2009	-	-	-	31	-
PM10-Überschreitung (Anzahl Tage über 50 µg/m ³)	2004	-	-	-	-	-
	2005	-	-	-	16	-
	2006	-	-	-	39	-
	2007	-	-	-	48	-
	2008	-	-	-	39	-
	2009	-	-	-	34	-

Tab. 4.1: Jahreskenngößen der Luftschadstoff-Messwerte in [µg/m³] an den Messpunkten Leonberg-Grabenstraße (LUBW 2005-2010)

Die LUBW betreibt das Messnetz für Luftschadstoffe in Baden-Württemberg. In den Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u.a. Angaben zu den statistischen Kenngößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LUBW 2004-2010). Die vorliegenden Daten für dem Untersuchungsgebiet nächstgelegene Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.2** aufgeführt.

Schadstoffkomponente	Zeitraum	Ludwigsburg	Stuttgart Zuffenhausen	Stuttgart Bad Cannstatt	Stuttgart Mitte	Pforzheim Mitte	Waiblingen
NO ₂ -Jahresmittel [µg/m ³]	2003	33	50	35	80	30	26
	2004	27	40	33	77	27	29
	2005	32	43	33	74	32	28
	2006	34	46	34	83	30	32
	2007	29	43	33	75	28	27
	2008	28	42	33	74	-	28
	2009	28	46	34	76	-	30
NO ₂ -98-Perzentil [µg/m ³]	2003	91	117	85	165	78	69
	2004	77	104	79	156	70	75
	2005	87	101	79	153	76	75
	2006	95	116	89	178	81	84
	2007	81	106	80	153	70	69
	2008	72	105	78	149	-	71
	2009	79	114	84	157	-	76
PM10-Jahresmittel [µg/m ³]	2003	26	31	28	39	25	25
	2004	22	27	23	34	21	22
	2005	22	28	24	35	22	23
	2006	25	29	26	37	24	24
	2007	20	23	23	31	20	20
	2008	19	21	19	27	-	18
	2009	20	23	20	26	-	20
PM10-Überschreitung (Anzahl Tage über 50 µg/m ³)	2003	22	40	23	60	21	20
	2004	14	29	14	42	9	9
	2005	11	26	12	37	13	13
	2006	26	35	30	47	24	25
	2007	13	21	16	32	16	12
	2008	7	11	10	14	-	6
	2009	16	19	15	19	-	15
PM2.5-Jahresmittel [µg/m ³]	2003	-	-	-	-	-	-
	2004	-	-	-	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-	-
	2006	-	-	20	22	-	-
	2007	-	-	16	17	-	-
	2008	-	-	14	17	-	-
	2009	-	-	16	19	-	-

Tab. 4.2: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in [µg/m³] an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUBW 2004-2010)

In der vorliegenden Studie werden für die Immissionsprognosen die Werte in **Tab. 4.3** für die Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet angesetzt. Diese sind aus den verfügbaren Messdaten der nächstgelegenen Stationen und unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Vergleichen von Berechnungs- und Messdaten an der Grabenstraße in Leonberg abgeleitet. Da in der Umgebung des Untersuchungsgebietes nur sehr wenige Messdaten für PM2.5 vorliegen, wurde die angesetzte Hintergrundbelastung für PM2.5 aus den Messdaten der städtischen Station Stuttgart-Bad Cannstatt abgeleitet, an der höhere Immissionen gemessen werden als sie in Leonberg zu erwarten sind.

Schadstoff	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	98-Perzentilwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
NO ₂	28	90
PM10	22	--
PM2.5	16	--

Tab. 4.3: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet im Bezugsjahr 2010

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o.a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen Abschätzungen (MLuS 02, 2005) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der NO₂-Immissionen um ca. 2%. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Auf eine Berücksichtigung dieser Reduktion wird in dieser Untersuchung verzichtet.

6 EMISSIONEN

6.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM10 erreicht, zudem ist in der 39. BImSchV ein Grenzwert für PM2.5 angegeben, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Zudem wird

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

6.2.1 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. 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 ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt. Die Verkehrssituationen im Untersuchungsgebiet werden entsprechend den Gegebenheiten auf den einzelnen Streckenabschnitten und den Auswahlmöglichkeiten des HBEFA festgelegt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

- IOS-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
- IOS-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IOSK-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Lichtsignalanlage
- IOS-NS50: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h
- IOS-NS50d: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
- IOS-NS30d: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
- IOS-NS30g: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, gesättigter Verkehr

Da das aktuelle HBEFA 3.1 für Lichtsignalanlagen gesteuerte Kreuzungen keine gesonderten Emissionsfaktoren angibt, werden diese durch eine ungünstigere Verkehrssituationseinstufung (Level of Service) und damit verbundene höhere Emissionszuweisung nachgebildet; für Lichtsignalanlagen gesteuerte Kreuzungen mit hohen Störungen in Hauptverkehrszeiten mit entsprechenden Standanteilen, geringen mittleren Durchschnittsgeschwindigkeiten und entsprechend erhöhten Emissionen wird Hilfsweise zusätzlich ein Stauanteil mit eingerechnet (IOSK-HVS50). Die hier verwendeten Emissionen sind in **Tab. 5.1** dargestellt.

6.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen 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 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 eingetragem Straßenstaub die in der **Tab. 5.1** aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [g/km] 2012							
Verkehrssituation (Kürzel)	Geschwindigkeit [km/h]	NO _x		Partikel (PM10) (nur Abrieb und Auwirb.)		Partikel (PM2.5) (nur Abrieb und Auwirb.)		Partikel (nur Abgas)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
IOS-HVS50	45.1	0.281	4.798	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0089	0.0654
IOS-HVS50_2	45.1	0.296	4.201	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0091	0.0679
IOS-HVS50_4	45.1	0.322	4.273	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0095	0.0714
IOS-HVS50_6	45.1	0.376	5.063	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0104	0.0790
IOS-HVS50d	37.1	0.367	5.815	0.04	0.38	0.02	0.085	0.0109	0.0912
IOS-HVS50d_2	37.1	0.377	5.203	0.04	0.38	0.02	0.085	0.0110	0.0914
IOS-HVS50d_4	37.1	0.393	5.019	0.04	0.38	0.02	0.085	0.0110	0.0932
IOS-HVS50d_6	37.1	0.435	5.519	0.04	0.38	0.02	0.085	0.0120	0.0995
IOSK-HVS50_6	-	0.469	6.446	0.05	0.45	0.02	0.085	0.0132	0.1151
IOS-NS50	45.8	0.291	5.648	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0093	0.0892
IOS-NS50_4	45.8	0.307	4.905	0.03	0.30	0.02	0.085	0.0092	0.0919
IOS-NS50d	34.6	0.357	5.987	0.05	0.45	0.02	0.085	0.0104	0.0895
IOS-NS30d	27.1	0.362	8.051	0.05	0.45	0.02	0.085	0.0113	0.1188
IOS-NS30d_6	27.1	0.436	6.993	0.05	0.45	0.02	0.085	0.0127	0.1306
IOS-NS30g	22.0	0.406	8.902	0.09	0.80	0.02	0.085	0.0125	0.1326
IOS-NS30g_6	22.0	0.465	7.590	0.09	0.80	0.02	0.085	0.0133	0.1414

Tab. 6.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2012

Die nicht motorbedingten PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) werden in der vorliegenden Untersuchung entsprechend der im Emission Inventory Guidebook von EMEP/CORINAIR (CORINAIR, 2007) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Eine Differenzierung in verschiedene Straßentypen (z.B. Bundesautobahn oder Innerorts) ist durch eine dort angegebene Geschwindigkeitsabhängigkeit (für Reifen und Bremsabrieb)

möglich. Eine Differenzierung in Verkehrssituationen erfolgte nicht. Für die PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) können daraus die in **Tab. 5.2** und in **Tab 5.3** dargestellten Werte abgeleitet werden:

	Reifenabrieb		Bremsabrieb		Straßenabrieb	
	PM2.5 [mg/km]					
	BAB	Innerorts	BAB	Innerorts	BAB	Innerorts
PKW	4	6	1	5	6	6
Leichte Nutzfahrzeuge	6	10	1	8	6	6
Schwere Nutzfahrzeuge	17	26	3	29	30	30
Motorräder	2	3	0	3	2	2

Tab. 6.2: Beitrag zu den PM2.5-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Straßenbelag) entsprechend CORINAIR (2007)

	Nicht motorbedingte PM2.5-Emissionsfaktoren [mg/km]	
	BAB	Innerorts
PKW	11	17
Leichte Nutzfahrzeuge	13	24
Schwere Nutzfahrzeuge	50	85
Motorräder	4	8

Tab. 5.3: Nicht motorbedingte PM2.5-Emissionsfaktoren nach CORINAIR (2007)

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess 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.

6.3 Emissionen pro Fahrzeug

Die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen sowie die Längsneigungen der betrachteten Straßen (falls ungleich Null durch Unterstrich von den Verkehrssituationen getrennt) und klassifiziert wie im HBEFA (UBA, 2010) für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen, sind in **Abb. 5.1** beispielhaft für die Planvariante aufgezeigt. **Tab. 5.1** gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen und zugehörigen Emissionsfaktoren unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten. Die Emissionen werden für das Jahr 2012 berechnet; das entspricht einer konservativen Vorgehensweise, da gegenüber späteren Jahren höhere Emissionen aus der Datenbank ausgelesen werden.

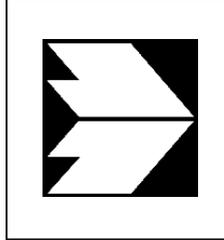
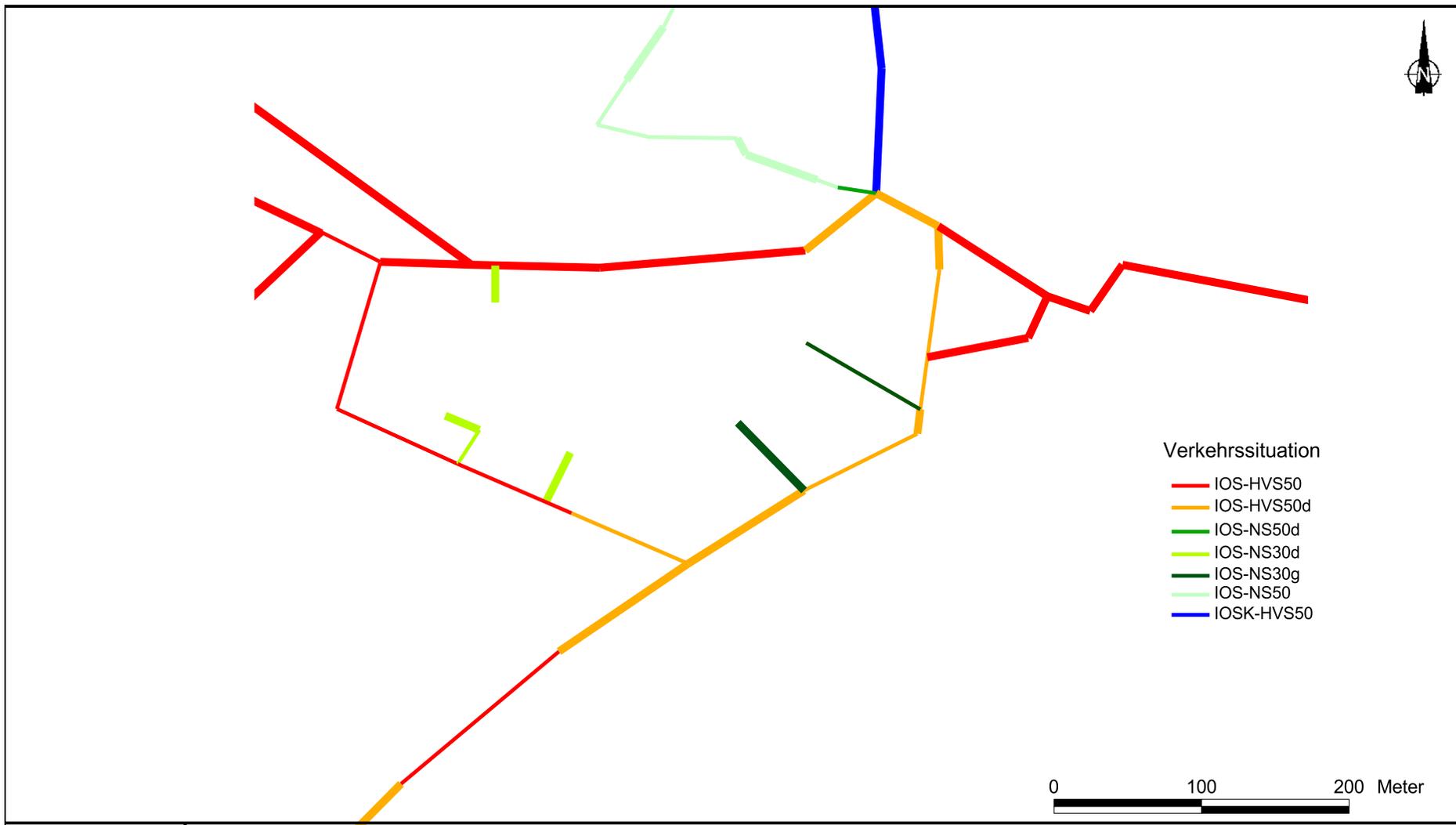


Abb. 5.1: Verkehrssituationen für die Planvariante auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet.
Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet

6.4 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. Zudem besteht in Leonberg eine Umweltzone, die sich auf die Flottenzusammensetzung und damit ebenfalls auf die Emissionen auswirkt. In Anhang A3 sind die räumlichen Verteilungen der Emissionen für die Schadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ dargestellt.

Tab. 5.4 zeigt exemplarisch für die Rutesheimer Straße zwischen Mühlstraße und Bahnhofstraße die Verkehrskenndaten und berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten.

Variante	DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	mittlere Emissionsdichte		
				NO_x [mg/(m*s)]	PM_{10} [mg/(m*s)]	$\text{PM}_{2.5}$ [mg/(m*s)]
Prognosenullfall	12 500	2.0	IOS-HVS50_6	0.069	0.0069	0.0048
Planvariante	13 500	2.0	IOS-HVS50_6	0.075	0.0074	0.0052

Tab. 5.4: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die Rutesheimer Straße zwischen Mühlstraße und Bahnhofstraße für den Prognosenullfall und die Planvariante im Jahr 2012

6.5 Emissionen des ruhenden Verkehrs

Innerhalb der geplanten Tiefgaragen und der Anlieferung werden durch das An- und Abfahren der Stellplätze sowie durch Rangier- und Startvorgänge verkehrsbedingte Emissionen freigesetzt. Mit den Emissionsfaktoren für das Prognosejahr 2012 werden die Emissionen pro Tag für Stellplätze in den Stellplatzanlagen ermittelt. Die Anzahl der Fahrzeuge pro Tag wird entsprechend den Angaben in Kap. 4.2 angesetzt. Die in den Stellplatzanlagen zurückgelegten mittleren Fahrweglängen wurden anhand der Lagepläne abgeschätzt und mit entsprechenden Angaben in der Literatur (Richter et al., 1997) verglichen. Auf der Zufahrt und in der Stellplatzanlage wird ein stockender Verkehrsfluss angenommen.

Tab. 5.5 zeigt eine Aufstellung der mit der Nutzung der Stellplatzanlagen verbundenen täglichen Emissionen. Darin sind die Beiträge durch die Zu- und Abfahrt, Rangiermanöver und die Startvorgänge zusammengefasst.

	NO _x [g/Tag]	Partikel [g/Tag]
Tiefgarage Postareal	1 420.3	67.7
Anlieferung Wüstenrotareal	82.5	3.0
Tiefgaragen westlich des Wüstenrotareals	30.7	1.5

Tab. 6.5: Mittlere Gesamtemissionen des ruhenden Verkehrs in den Stellplatzanlagen für das Prognosejahr 2012 in [g/Tag]

Es wird davon ausgegangen, dass die genannten Emissionen für die Tiefgarage auf dem Postareal (TG1) und für die Anlieferung auf dem Wüstenrotareal (TG2) überwiegend über Dach abgeleitet werden; hier wird angesetzt, dass 5% der Emissionen über die Öffnung der Zu- und Ausfahrt freigesetzt werden. Für die beiden Tiefgaragen westlich des Wüstenrotareals (TG3, TG4) wird eine Entlüftung über Schächte in Bodennähe angenommen; hier wird eine Entlüftung über die Zu- und Abfahrt von 10% angenommen.

7 ERGEBNISSE DER IMMISSIONSBERECHNUNGEN

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen, bestehend aus der Überlagerung der Hintergrundbelastung und der verkehrsbedingten Zusatzbelastung innerhalb des Untersuchungsgebietes, werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Für die Straßenabschnitte mit dichter Randbebauung werden die jeweiligen Straßenabschnitte entsprechend den berechneten Immissionen eingefärbt dargestellt und geben die Immissionen an der nächstgelegenen Randbebauung an. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen wurde der kleinste Wert entsprechend der angesetzten Hintergrundbelastung zugeordnet. Beurteilungsrelevanten Kenngrößen sind einheitliche Farben zugeordnet. Damit werden derzeit geltende Beurteilungswerte mit gelben bzw. roten Farben belegt.

Die **Abb. 6.1** bis **Abb. 6.6** zeigen die ermittelten Immissionskenngrößen für den Prognose-nullfall ohne bauliche Änderungen und den Planfall für das Prognosejahr 2012, dem frühesten Jahr der möglichen Fertigstellung wesentlicher Teile der Planung. Es wird jeweils die Gesamtbelastung von NO₂ und Feinstaub (PM10 und PM2.5) in ca. 1.5 m über Grund dargestellt und diskutiert.

7.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Die **Abb. 6.1** und **Abb. 6.2** zeigen die berechneten NO₂-Immissionen in Bodennähe. Im Prognose-nullfall ohne bauliche Änderungen im Bebauungsplangebiet werden die NO₂-Gesamtbelastungen (Jahresmittelwerte) insbesondere durch den intensiven Verkehr auf den Hauptverkehrsstraßen mit dichter Randbebauung geprägt. Hohe NO₂-Immissionen sind an der Grabenstraße mit bis zu 63 µg/m³ und der Eltinger Straße mit bis zu 49 µg/m³ sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit knapp über 40 µg/m³ berechnet (**Abb. 6.1**). An der Bebauung an der Lindenstraße werden NO₂-Immissionen unter 40 µg/m³, überwiegend unter 36 µg/m³ berechnet. An der vom Straßenrand abgerückten Bebauung sind NO₂-Immissionen unter 40 µg/m³ prognostiziert. Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von 40 µg/m³ wird entsprechend den Immissionsberechnungen an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten.

Damit sind die NO₂-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Prognose-nullfall an der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen in Bezug auf den Grenzwert von 40 µg/m³ als hoch und gering überschreitend, in Teilbereichen bis deutlich überschreitend zu bezeichnen.



Abb. 6.1: Jahresmittelwerte der NO2-Konzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] für den Nullfall 2012

In **Abb. 6.2** sind die berechneten NO_2 -Immissionen in Bodennähe für den Planfall mit entsprechendem Verkehrszuwachs dargestellt. Da auf fast allen Straßenabschnitten in der direkten Umgebung des Plangebietes höhere Verkehrsbelegungen vorgegeben sind, zeichnen sich gegenüber dem Prognosenullfall leichte Erhöhungen im Hinblick auf die Immissionen ab. Hohe NO_2 -Immissionen sind an der Grabenstraße mit bis zu $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und der Eltinger Straße mit bis zu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sowie an der Bahnhofstraße und der Rutesheimer Straße mit leicht über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet (**Abb. 6.2**). An der geplanten Zufahrt an der Eltinger Straße zur Tiefgarage werden ebenfalls hohe NO_2 -Immissionen mit bis zu $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der geplanten Bebauung prognostiziert. Auch im Kreuzungsbereich Lindenstraße/Eltinger Straße sind teilweise an der Randbebauung NO_2 -Immissionen leicht über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prognostiziert. An der vom Straßenrand abgerückten Bebauung und im Plangebiet sind NO_2 -Immissionen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erwarten. Der seit dem Jahr 2010 geltende Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen für den Planfall an den nächstgelegenen Gebäuden der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen im Stadtgebiet teilweise deutlich überschritten. Damit sind die NO_2 -Belastungen (Jahresmittelwerte) im Planfall an der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als hoch und gering überschreitend, in Teilbereichen bis deutlich überschreitend zu bezeichnen; gegenüber dem Prognosenullfall sind mit Ausnahme der Eltinger Straße und der Bahnhofstraße, keine wesentlichen Änderungen der Beurteilung der NO_2 -Immissionen im Hinblick auf den Grenzwert zu erwarten. An der geplanten Bebauung auf dem Postareal ist eine Belüftung über Öffnungen zur Eltinger Straße und zur Tiefgarage zu vermeiden.

Die 39. BImSchV (2010) sieht eine Bestimmung der Kurzzeitbelastung von NO_2 vor (siehe Abschnitt 3.3). Entsprechend den Ableitungen aus Messdaten kann geschlossen werden, dass bei einer Einhaltung von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98-Perzentilwert) auch der Grenzwert der Kurzzeitbelastung eingehalten wird. Die berechneten NO_2 -Kurzzeitbelastungen (98-Perzentilwerte) führen bei den betrachteten Varianten an der bestehenden Bebauung in der direkten Umgebung des Bauungsplangebietes zu Konzentrationen unter $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dementsprechend ist zu erwarten, dass im Bauungsplangebiet und dessen direkter Umgebung im Prognosejahr 2012 der neue Grenzwert an der bestehenden Bebauung im Prognosenullfall und im Planfall nicht überschritten wird. Auf grafische Darstellungen wird deshalb verzichtet.

7.2 Feinstaubimmissionen (PM10)

Für die Bewertung der Feinstaubimmissionen liegen zwei Beurteilungsgrößen vor. Diese sind der Jahresmittelwert und der Kurzzeitwert, der max. 35 Überschreitungen eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ in einem Jahr erlaubt. Die Auswertungen von Messdaten



Abb. 6.2: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] für die Planvariante im Jahr 2012. Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Gebäude schwarz eingezeichnet

zeigen, dass der Kurzzeitwert die strengere Größe darstellt. Entsprechend den Ausführungen in Kap. 3 gibt es für den Kurzzeitwert einen Schwellenwert. Dieser besagt, dass ab einem PM10-Jahresmittelwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Kurzzeitwert überschritten ist. Im folgenden werden die berechneten PM10-Jahresmittelwerte dargestellt und mit Blick auf die beiden Werte von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ diskutiert.

Die Ergebnisse der PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) sind für den Prognosenullfall in **Abb. 6.3** aufgeführt. Nur im direkten Nahbereich der Hauptverkehrsstraßen Eltinger Straße und Grabenstraße werden erhöhte PM10-Immissionen berechnet. An der Grabenstraße sind PM10-Immissionen bis $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an der Eltinger Straße unter $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den anderen betrachteten Straßen unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Bebauungsplangebiet und dessen Nahbereich an den nächstgelegenen Gebäuden der Hauptverkehrsstraßen nicht überschritten. Damit sind die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) an der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen in der direkten Umgebung des Bebauungsplangebietes in Bezug auf den jahresmittleren Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Prognosenullfall als leicht erhöht bis erhöht zu bezeichnen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den vorliegenden Berechnungsergebnissen an der Grabenstraße und stellenweise an der Eltinger Straße überschritten.

In **Abb. 6.4** sind die berechneten PM10-Immissionen (Jahresmittelwerte) für den Planfall mit entsprechendem Verkehrszuwachs dargestellt. An der Grabenstraße werden PM10-Immissionen unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Eltinger Straße werden PM10-Immissionen unter $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an den anderen betrachteten Straßen unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berechnet. Der seit dem Jahr 2005 geltende Grenzwert für PM10-Jahresmittelwerte von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird entsprechend den Immissionsberechnungen im Bebauungsplangebiet und dessen Nahbereich im Planfall an den nächstgelegenen Gebäuden der Hauptverkehrsstraßen nicht überschritten. Damit sind auch hier die PM10-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Planfall an der Randbebauung der Hauptverkehrsstraßen in der direkten Umgebung des Bebauungsplangebietes in Bezug auf den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als leicht erhöht bis erhöht und an der Grabenstraße als hoch zu bezeichnen. Der Schwellenwert von $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zur Ableitung der PM10-Kurzzeitbelastung wird entsprechend den vorliegenden Berechnungsergebnissen stellenweise an der Eltinger Straße und an der Grabenstraße mit dichter Randbebauung überschritten. Gegenüber dem Prognosenullfall sind entlang den Hauptverkehrsstraßen geringe Erhöhungen der PM10-Immissionen aufgrund der Verkehrszunahme zu erwarten.

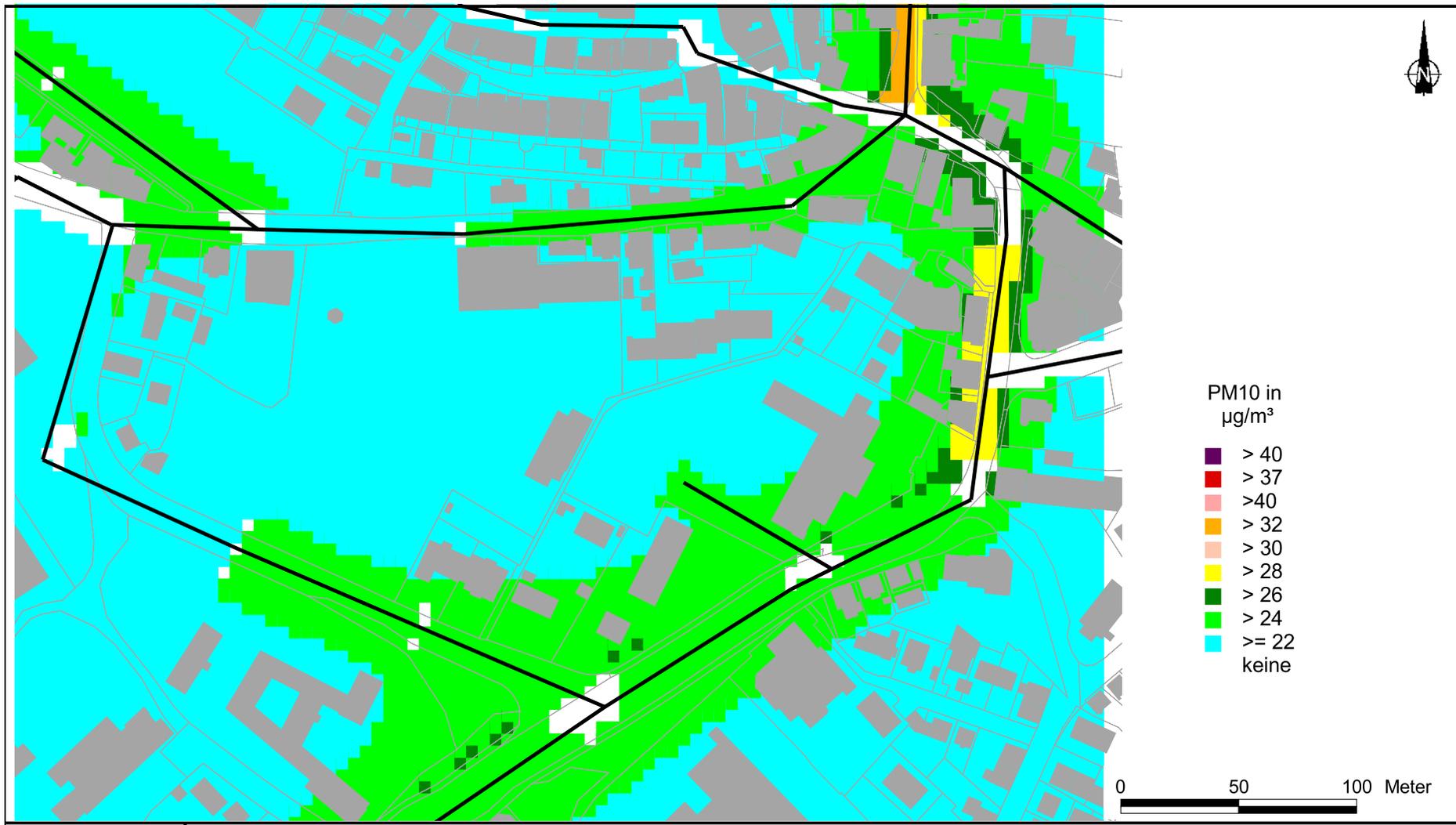


Abb. 6.3: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ für den Nullfall 2012

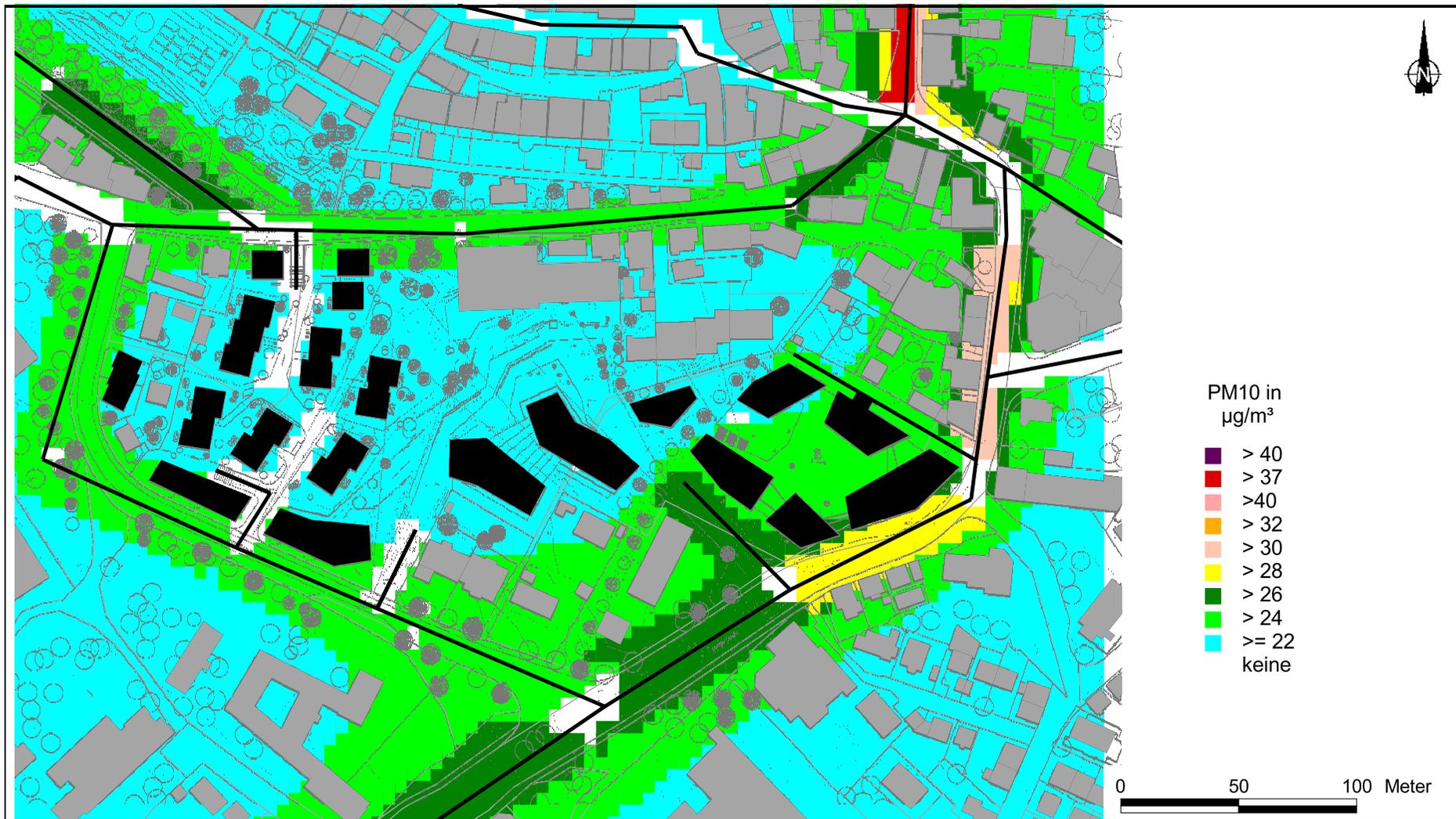


Abb. 6.4: Jahresmittelwerte der PM10-Konzentration in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ für die Planvariante im Jahr 2012.
Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Gebäude schwarz eingezeichnet

7.3 Feinstaubimmissionen (PM2.5)

In der 39. BImSchV ist ein Grenzwert für PM2.5 von 25 µg/m³ angegeben, der ab dem Jahr 2015 gilt, sowie ein Richtgrenzwert von 20 µg/m³ (Jahresmittelwert) der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist. Für den Grenzwert ist zusätzlich 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 betrachteten Prognosejahr 2012 ein PM2.5-Wert von ca. 27 µg/m³ einzuhalten.

Die berechneten PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) im Prognosenullfall sind in **Abb. 6.5** dargestellt. Nur im direkten Nahbereich der Hauptverkehrsstraßen werden erhöhte PM2.5-Immissionen berechnet. An der Grabenstraße sind PM2.5-Immissionen bis 24 µg/m³ und im übrigen Untersuchungsgebiet unter 20 µg/m³ berechnet. Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert für PM2.5-Jahresmittelwerte von 25 µg/m³ und die für das Jahr 2012 geltende Toleranzmarge (27 µg/m³) werden entsprechend den Immissionsberechnungen im Bebauungsplangebiet und dessen Nahbereich an den nächstgelegenen Gebäuden der Hauptverkehrsstraßen nicht überschritten. Damit sind die PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) an der Bebauung in der direkten Umgebung des Bebauungsplangebietes in Bezug auf den Grenzwert von 25 µg/m³ im Prognosenullfall als leicht erhöht bis erhöht bzw. an der Grabenstraße als hoch zu bezeichnen. Der Richtgrenzwert von 20 µg/m³, der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist, wird nur an der Bebauung an der Grabenstraße geringfügig überschritten.

In **Abb. 6.6** sind die für den Planfall berechneten PM2.5-Immissionen (Jahresmittelwerte) dargestellt. Gegenüber dem Prognosenullfall werden aufgrund des höheren Verkehrsaufkommens auch etwas höhere PM2.5-Immissionen berechnet. An der Grabenstraße werden PM2.5-Immissionen unter 25 µg/m³ berechnet, an der Eltinger Strasse werden PM2.5-Immissionen bis 21 µg/m³ berechnet und im übrigen Untersuchungsgebiet werden PM2.5-Belastungen unter 20 µg/m³ prognostiziert. Der ab dem Jahr 2015 geltende Grenzwert von 25 µg/m³ und die im Jahr 2012 geltende Toleranzmarge von 27 µg/m³ werden im Planfall an der Bebauung im Untersuchungsgebiet nicht überschritten. Damit sind die PM2.5-Belastungen (Jahresmittelwerte) an der Bebauung in der direkten Umgebung des Bebauungsplangebietes in Bezug auf den Grenzwert von 25 µg/m³ im Planfall als leicht erhöht bis erhöht bzw. an der Grabenstraße als hoch zu bezeichnen. Der Richtgrenzwert von 20 µg/m³, der ab dem Jahr 2020 einzuhalten ist, wird an der Bebauung an der Grabenstraße und teilweise an der Eltinger Straße geringfügig überschritten.

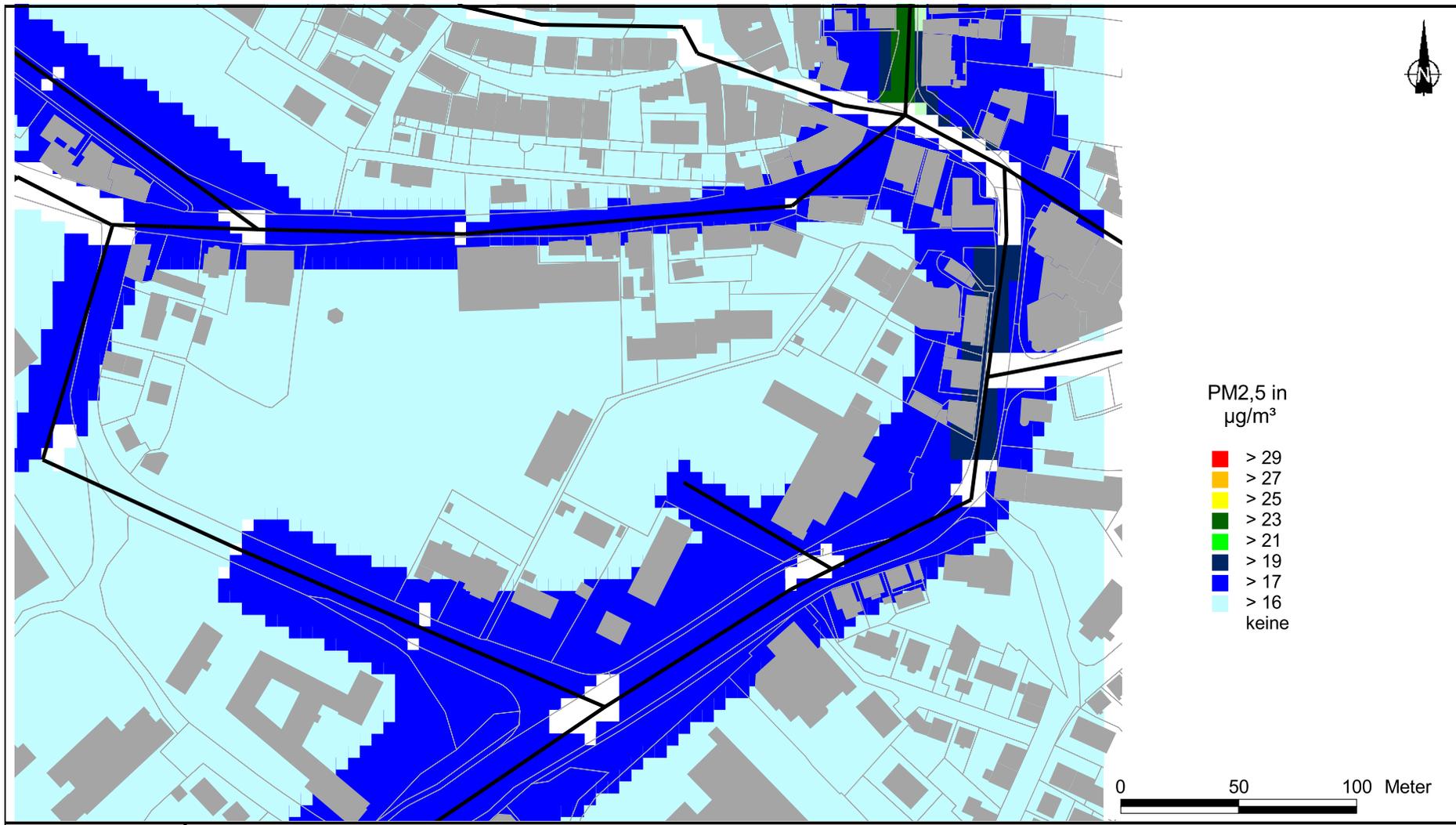


Abb. 6.5: Jahresmittelwerte der PM2,5-Konzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] für den Nullfall 2012

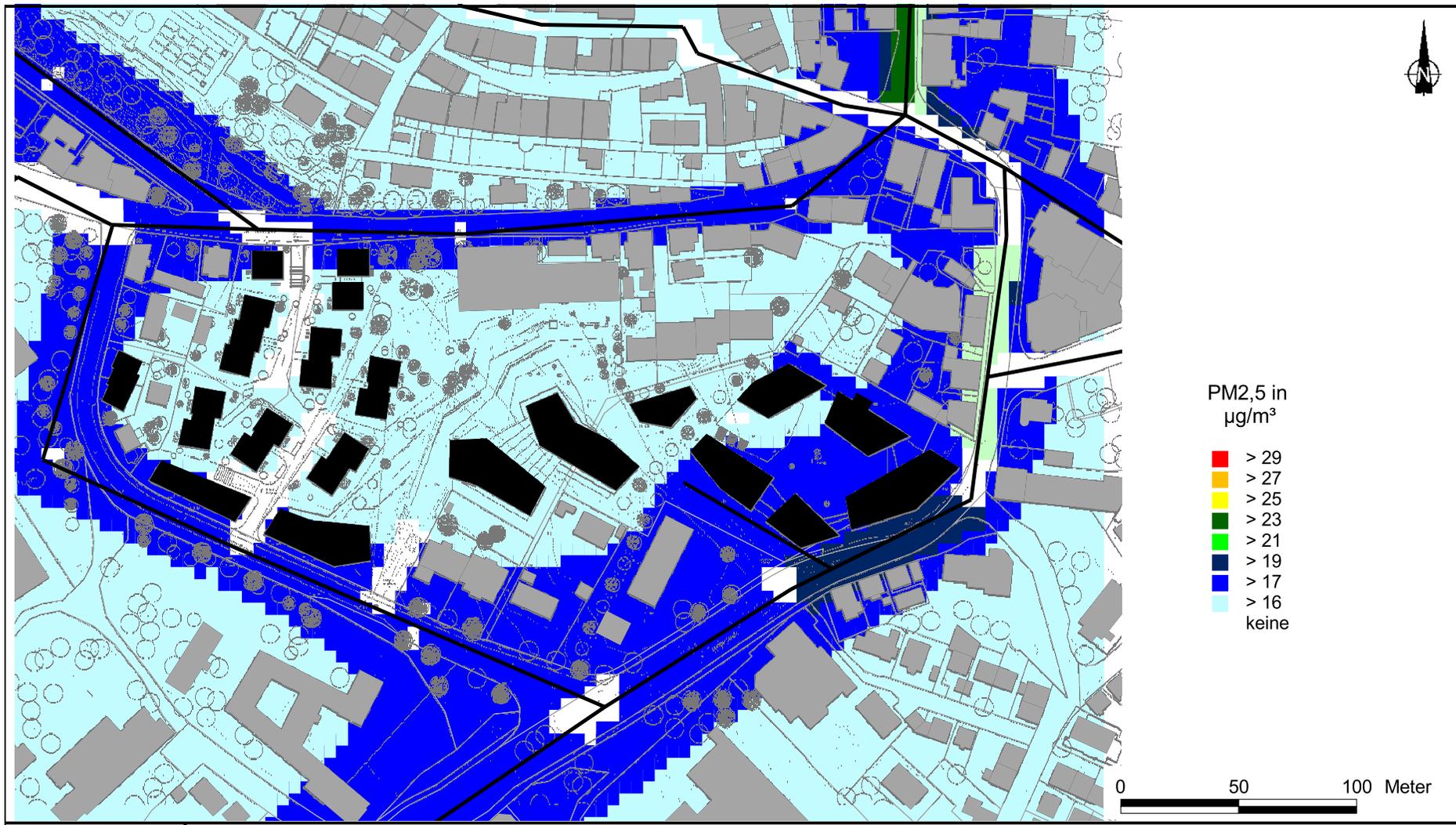


Abb. 6.6: Jahresmittelwerte der PM2,5-Konzentration in [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] für die Planvariante im Jahr 2012.
Bestehende Gebäude sind hellgrau, geplante Gebäude schwarz eingezeichnet

8 MASSNAHMEN

An den Hauptverkehrsstraßen in Leonberg, insbesondere an der Grabenstraße und an der Eltinger Straße, wird derzeit und im Prognosenullfall ohne bauliche Änderungen der Grenzwert von NO₂ und an der Grabenstraße und an der Eltinger Straße auch der Grenzwert für die Kurzzeitbelastung von PM10 überschritten (siehe **Kap. 6**). Mit den Planungen „Stadtumbau Leonberg Mitte“ wird der Verkehr auf den bestehenden Hauptverkehrsstraßen (Grabenstraße, Eltinger Straße, Lindenstraße, Bahnhofstraße...) etwas erhöht; das führt zu erhöhten verkehrsbedingten Beiträgen und zu leicht höheren Immissionen an der Randbebauung.

Die Einführung eines Fahrverbots für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 2 ab dem 01.01.2012 wird die Emissionen und damit die Immissionen verringern. Abschätzungen zeigen jedoch, dass die Auswirkungen zu gering sind, um die hohen NO₂-Werte deutlich zu senken; an den hoch belasteten Straßenabschnitten ist eine Einhaltung der Grenzwerte nicht gegeben.

Mögliche Maßnahmen

Die hohen Immissionen an den Hauptverkehrsstraßen sind vor allem auf die Emissionen des Verkehrs zurückzuführen. Mögliche Maßnahmen sollten somit darauf abzielen, die Emissionen des Verkehrs zu verringern. Dies umfasst die Verflüssigung des Verkehrs, die Verringerung der Emissionen der einzelnen Fahrzeuge und die Reduktion der Anzahl an Fahrten.

Der Mehrverkehr im Planfall gegenüber dem Prognosenullfall wird durch das Gewerbe (Einkauf) dominiert. Hilfreich kann sein, wenn die Zufahrt ins Parkhaus und der Anlieferung nur für Fahrzeuge mit grüner Plakette möglich ist.

Durch die Einführung eines zusätzlichen Fahrverbots für Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 3 im gesamten Stadtgebiet von Leonberg werden die Immissionen weiter gesenkt, sodass dadurch an Straßenabschnitten mit geringer Grenzwertüberschreitung, wie an der Bahnhofstrasse und an der Lindenstraße, möglicherweise eine Unterschreitung der Grenzwerte an der bestehenden Bebauung erwartet werden kann.

An der Eltinger Straße und insbesondere an der Grabenstraße liegen die Immissionen deutlich über dem Grenzwert; hier ist eine Verschärfung des Fahrverbots nicht ausreichend, um die Schadstoffbelastung soweit zu senken, dass die Grenzwerte eingehalten werden. An diesen beiden Straßen ist durch das hohe Verkehrsaufkommen und durch Lichtsignalanlagen ein dichter, teils gesättigter Verkehr gegeben. Zudem weist die Grabenstraße eine starke Längsneigung auf. Dies führt zu höheren Emissionen gegenüber einer ebenen

Straße. Am nördlichen Ende der Grabenstraße befindet sich eine Bushaltestelle, die sich im Bereich mit starker Steigung befindet.

Eine koordinierte Ampelschaltung im Zuge der Grabenstraße und der Eltinger Straße, eventuell mit zusätzlichen Ampeln mit Pförtnerfunktion, mit dem Ziel, dass der Verkehr in der Grabenstraße nicht in dem Bereich mit Steigung anhalten und anfahren muss, würde die Emissionen in diesen Bereichen senken. Dies gilt auch für die Busse; aus lufthygienischer Sicht ist eine Verlegung der Bushaltestelle in einen Straßenabschnitt ohne Steigung sinnvoll.

Eine weitere mögliche Maßnahme zur Senkung der Immissionen an der Grabenstraße und an der Eltinger Straße ist eine Entlastung der städtischen Straßen vom Durchfahrtsverkehr, wie durch den diskutierten Bau eines Altstadttunnels in Leonberg. Daten aus dem Luftschadstoffgutachten für die Planungen des Altstadttunnels (Lohmeyer, 2007) zeigen beispielsweise, dass an der Grabenstraße eine Reduktion des Verkehrs um etwa 50% und an der Eltinger Straße um etwa 25% - 30% zu erwarten sind.

9 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).
23. BImSchV (1996): Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV). In: BGBl. I, Nr. 66, S. 1962 (mit Erscheinen der 33. BImSchV zurückgezogen).
33. BImSchV. (2004): Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV). BGBl I, Nr. 36, S. 1612-1625 vom 20.07.2004.
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
- Bächlin, W., Bössinger, 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.
- CORINAIR (2007): EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook. EEA (European Environment Agency). Publish date: 05.12.2007. In: Technical report No 16/2007.
- 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.

EG-Richtlinie 2008/50/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union vom 11.06.2008, Nr. L152/1.

Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für Kfz-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe. (<http://bwplus.fzk.de>)

IFEU (2004): Auswirkungen neuer Erkenntnisse auf die Berechnungen der Partikel- und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs. Kurzstudie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg.

Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbacher, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

LfU (1993): Die Luft in Baden-Württemberg, Jahresbericht 1992. Hg.: Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe.

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, Raabe-Verlag, Berlin.

Lohmeyer (2001): Validierung von PM10-Immissionsberechnung im Nahbereich von Straßen und Quantifizierung der Feinstaubausbildung von Straßen. Auftraggeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin und Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden. Bericht des Ing.-Büro Lohmeyer, Karlsruhe und Dresden, Juni 2001. Herunterladbar unter www.Lohmeyer.de/literatur.htm

Lohmeyer (2003): Feinstaub- und Schadgasbelastungen in der Göttinger Straße, Hannover. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe. Projekt 1847, Februar 2003. Gutachten im Auftrag von Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ), Hannover.

Lohmeyer (2003): Quantifizierung der PM10-Emissionen durch Staubaufwirbelung und Abrieb von Strassen auf Basis vorhandener Messdaten. Erstellt vom Ingenieurbüro Lohmeyer (Feb. 2003) in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg und UMEG Karlsruhe

für das Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-Württemberg. Herunterladbar unter www.lohmeyer.de/literatur.htm.

Lohmeyer (2004): FE 02.222/2002/LRB, PM10-Emissionen an Außerortsstraßen. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, Projekt 70016-03-10, Berichtsentwurf vom 30.04.2004.

Lohmeyer (2006): Berechnung der immissionsseitigen Auswirkungen von verkehrlichen Maßnahmen des Luftreinhalte-/Aktionsplans Leonberg. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, Projekt 60555-05-01.

Lohmeyer (2007): Luftschadstoffgutachten für eine Innenstadtnahe Bebauung in Leonberg. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag der Stadt Leonberg, Projekt 60964-07-01.

LUA NRW (2006): Jahresberichte 2005. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen (www.lua.nrw.de).

LUBW (2004-2010): Messdaten 2003 bis 2009 an den Messpunkten in Leonberg. Herausgeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

LUBW (2005-2010): Messdaten 2004 bis 2009 an den Messpunkten in Leonberg. Herausgeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

MLuS 02 (2005): Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - MLuS 02 geänderte Fassung 2005. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Bergisch Gladbach, April 2005.

Ökoplana (1993): Klimaökologische Analyse im Stadtgebiet Leonberg unter besonderer Berücksichtigung des Strömungsgeschehens. Bearbeitet von Dr. Seitz, Ökoplana, Mannheim.

Planungsgruppe Kölz (2009, 2010): Prognoseabschätzung „Stadtumbau Leonberg-Mitte“ für die Analyse Status Quo, Oktober 2009 und die Prognose Szenario A „Analyse 2009 + Vollaufsiedlung“ (August 2010). Bearbeitet von Planungsgruppe Kölz, Ludwigsburg im Auftrag der Stadt Leonberg.

Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe. (<http://bwplus.fzk.de>)

- 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).
- Schmidt, G., Thomas, B. (1996): Hochrechnungsfaktoren für manuelle und automatische Kurzzeitmessungen im Innerortsbereich. Bericht der Fa. Heusch Boesefeldt GmbH, Aachen an das Bundesministerium für Verkehr, Bonn.
- UBA (2010): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.1 / Januar 2010. Hrsg.: Umweltbundesamt, Berlin. www.hbefa.net.
- UMK (2010): 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.
- WSExpert (2005): WSExpert, Expertensystem Windstatistik, Version 1.3. Bearbeitung METCON Dr. Bigalke, Ingenieurbüro Rau im Auftrag der LfU Baden-Württemberg bzw. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).

A N H A N G A1:
BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN
AN KFZ-STRASSEN

A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN

A1.1 Grenzwerte

Durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen entstehen eine Vielzahl von Schadstoffen, welche die menschliche Gesundheit gefährden können, z.B. Stickoxide (NO_x als Summe von NO und NO_2), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO_2), Benzol, Partikel, etc. Im vorliegenden Gutachten werden Konzentrationen bzw. Immissionen von Luftschadstoffen ermittelt. Deren Angabe allein vermittelt jedoch weder Informationen darüber, welche Schadstoffe die wichtigsten sind, noch einen Eindruck vom Ausmaß der Luftverunreinigung im Einflussbereich einer Straße. Erst ein Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z.B. Grenz- oder Vorsorgewerten lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Grenzwerte sind rechtlich verbindliche Beurteilungswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit, der Vegetation oder des Bodens, die einzuhalten sind und nicht überschritten werden dürfen. Die in Deutschland für den Einflussbereich von Straßen maßgebenden Grenzwerte sind in der 39. BImSchV (2010) benannt, dort als Immissionsgrenzwert bezeichnet. Bezüglich verkehrsbedingter Luftschadstoffe sind derzeit NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ von Bedeutung, gelegentlich werden zusätzlich noch die Schadstoffe Benzol, Blei und Kohlenmonoxid betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, weil es nach Erscheinen der 33. BImSchV (2004) und dem damit erfolgten Zurückziehen der 23. BImSchV (1996) dafür keinen gesetzlichen Beurteilungswert mehr gibt. Ruß ist Bestandteil von PM_{10} und wird damit indirekt erfasst. Die Grenzwerte der 39. BImSchV sind in **Tab. A1.1** angegeben.

Ergänzend zu diesen Grenzwerten nennt die 39. BImSchV Toleranzmargen; das sind in jährlichen Stufen abnehmende Werte, um die der jeweilige Grenzwert innerhalb festgesetzter Fristen überschritten werden darf, ohne in Deutschland die Erstellung von Luftreinhalteplänen zu bedingen. Diese Werte werden als Übergangsbeurteilungswerte bezeichnet, sofern sie aufgrund der zeitlichen Zusammenhänge in den Betrachtungen der Planungen Berücksichtigung finden.

Zusätzliche Luftschadstoffe zu den genannten werden meist nicht betrachtet, da deren Immissionen in Deutschland typischerweise weit unterhalb der geltenden Grenzwerte liegen. In der 39. BImSchV (2010) werden auch Zielwerte für $\text{PM}_{2.5}$, Arsen, Kadmium, Nickel und Benzo(a)pyren (BaP) in der Luft als Gesamtgehalt in der PM_{10} -Fraktion über ein Kalender-

jahr gemittelt festgesetzt. Ein Zielwert ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, um die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern. Die verkehrsbedingten Zusatzbelastungen dieser genannten Schadstoffe liegen selbst an stark befahrenen Hauptverkehrsstraßen meist deutlich unterhalb der Hintergrundbelastung und werden deshalb ebenfalls nicht mitbetrachtet.

Stoff	Mittelungszeit	Grenzwert	Geltungszeitpunkt
NO ₂	Stundenmittelwert	200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr	seit 2010
NO ₂	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2010
Partikel (PM10)	Tagesmittelwert	50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr	seit 2005
Partikel (PM10)	Jahresmittelwert	40 µg/m ³	seit 2005
Partikel (PM2.5)	Jahresmittelwert	25 µg/m ³	ab 2015
Blei	Jahresmittelwert	0.5 µg/m ³	seit 2005
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m ³	seit 2010
Kohlenmonoxid (CO)	8 h gleitender Wert	10 mg/m ³	seit 2005

Tab. A1.1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV (2010) für ausgewählte (verkehrsrelevante) Schadstoffe

Der Inhalt der am 11. Juni 2008 in Kraft getretenen EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit der 39. BImSchV in nationales Recht umgesetzt. Die Inhalte der 22. BImSchV und 33. BImSchV werden u.a. in der 39. BImSchV zusammengefasst, sodass diese beiden BImSchV aufgehoben werden. Ein neues Element der 39. BImSchV ist die Einführung eines Immissionsgrenzwertes für die Feinstaubfraktion PM2.5 (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 2.5 µm), der ab dem 1. Januar 2015 einzuhalten ist. Für davor liegende Jahre werden Toleranzmargen genannt, die hier im Kap. A1.2 beschrieben werden.

Die Möglichkeit zur Beantragung einer Fristverlängerung für die Einhaltung der Grenzwerte von PM10, NO₂ und Benzol unter bestimmten Randbedingungen wurde aus der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG übernommen. Zudem wird in der 39. BImSchV die Möglichkeit eröffnet, Emissionsbeiträgen aus natürlichen Quellen bei Grenzwertüberschreitungen besser zu berücksichtigen sowie deutlich gemacht, an welchen Orten eine Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte nicht vorgenommen werden muss.

A1.2 Vorsorgewerte

Da der Vergleich von Luftschadstoffkonzentrationen mit Grenzwerten allein noch nicht ausreichend ist, um eine Luftschadstoffkonzentration zu charakterisieren, gibt es zusätzlich zu den Grenzwerten so genannte Vorsorgewerte bzw. Zielwerte zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität.

Die 39. BImSchV weist als Zielwert einen PM2.5-Jahresmittelwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus, der bereits heute eingehalten werden sollte.

Um die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes für PM2.5 von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab dem Jahr 2015 einzuhalten, wird eine die Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erlassen, die sich ab dem 1. Januar 2009 jährlich um ein Siebentel (ca. $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vermindert.

In der 39. BImSchV wird als nationales Ziel gefordert, ab dem Jahr 2015 den Indikator für die durchschnittliche PM2.5-Exposition von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel einzuhalten. Die durchschnittliche PM2.5-Exposition für das Referenzjahr 2010 ist vom UBA festzustellen und basiert auf dem gleitenden Jahresmittelwert der Messstationen im städtischen und regionalen Hintergrund für die Jahre 2008 bis 2010. Ab dem Jahr 2020 soll als Zielwert eine reduzierte durchschnittliche PM2.5-Exposition eingehalten werden. Das Reduktionsziel beträgt in Abhängigkeit vom Ausgangswert im Referenzjahr 2010 bis zu 20%, mindestens jedoch soll das Ziel von $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht werden.

A1.3 Europäische Richtlinien zur Bewertung von Luftschadstoffen

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ist mit ihrer Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union am 11. Juni 2008 in Kraft getreten. Mit der 39. BImSchV hat die Bundesregierung die EU-Richtlinie weitgehend in nationales Recht umsetzt.

Im Unterschied zur 39. BImSchV soll nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie ab dem Jahr 2020 ein Richtgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel (Stufe 2 im Anhang XIV) zum Grenzwert werden. Im Jahr 2013 wird dieser Richtgrenzwert von der EU-Kommission anhand zusätzlicher Informationen über die Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt, die technische Durchführbarkeit und die Erfahrungen mit dem Zielwert in den Mitgliedstaaten überprüft.

A N H A N G A 2
BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONS-
ERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A2 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.

A2.1 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).

A2.2 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. A2.1** 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 Hintergrundbelastung 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. A2.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A2.3 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 Hintergrundbelastung.

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq 5 \times$ Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil ≥ 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 Ver-

gleich 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 Hintergrundbelastung, d.h. dass die Auswirkungen auf die Gesamtmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A 3 :
EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

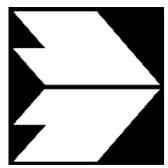


Abb. A3.1: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Nullfall im Jahr 2012



Abb. A3.2: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Jahr 2012

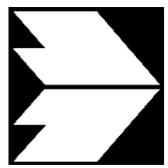
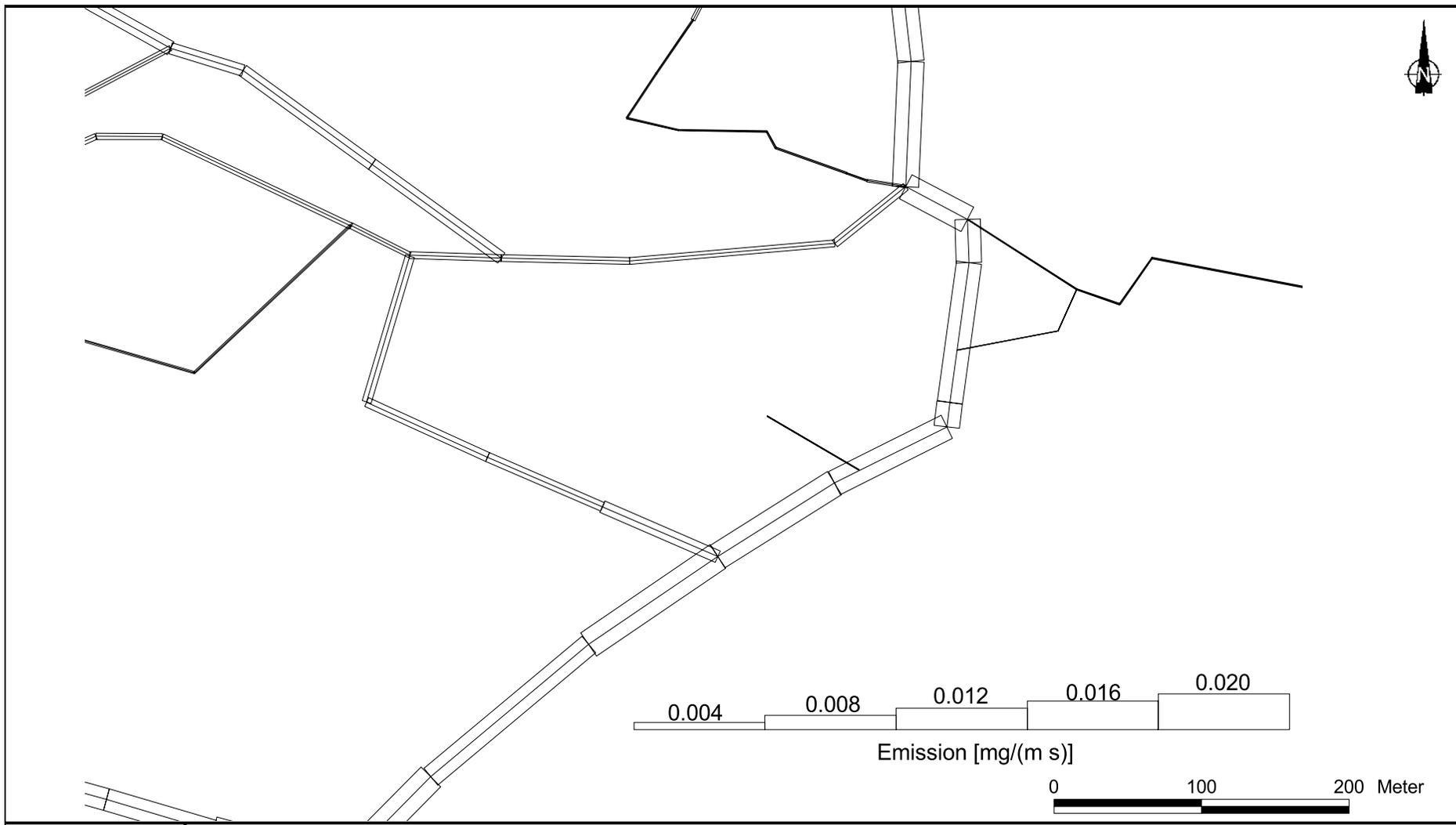


Abb. A3.3: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Nullfall im Jahr 2012

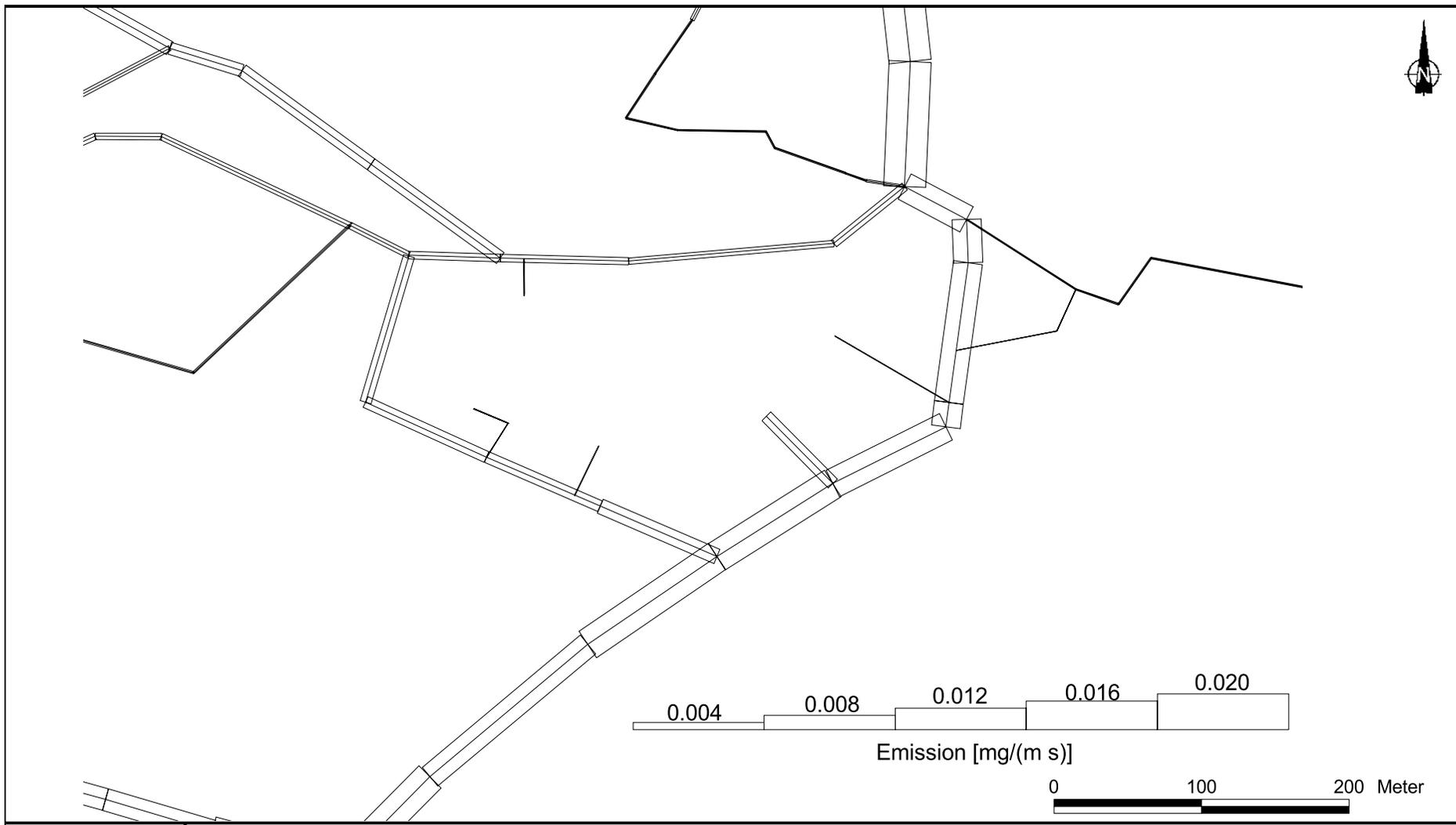


Abb. A3.4: Mittlere PM10-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Jahr 2012

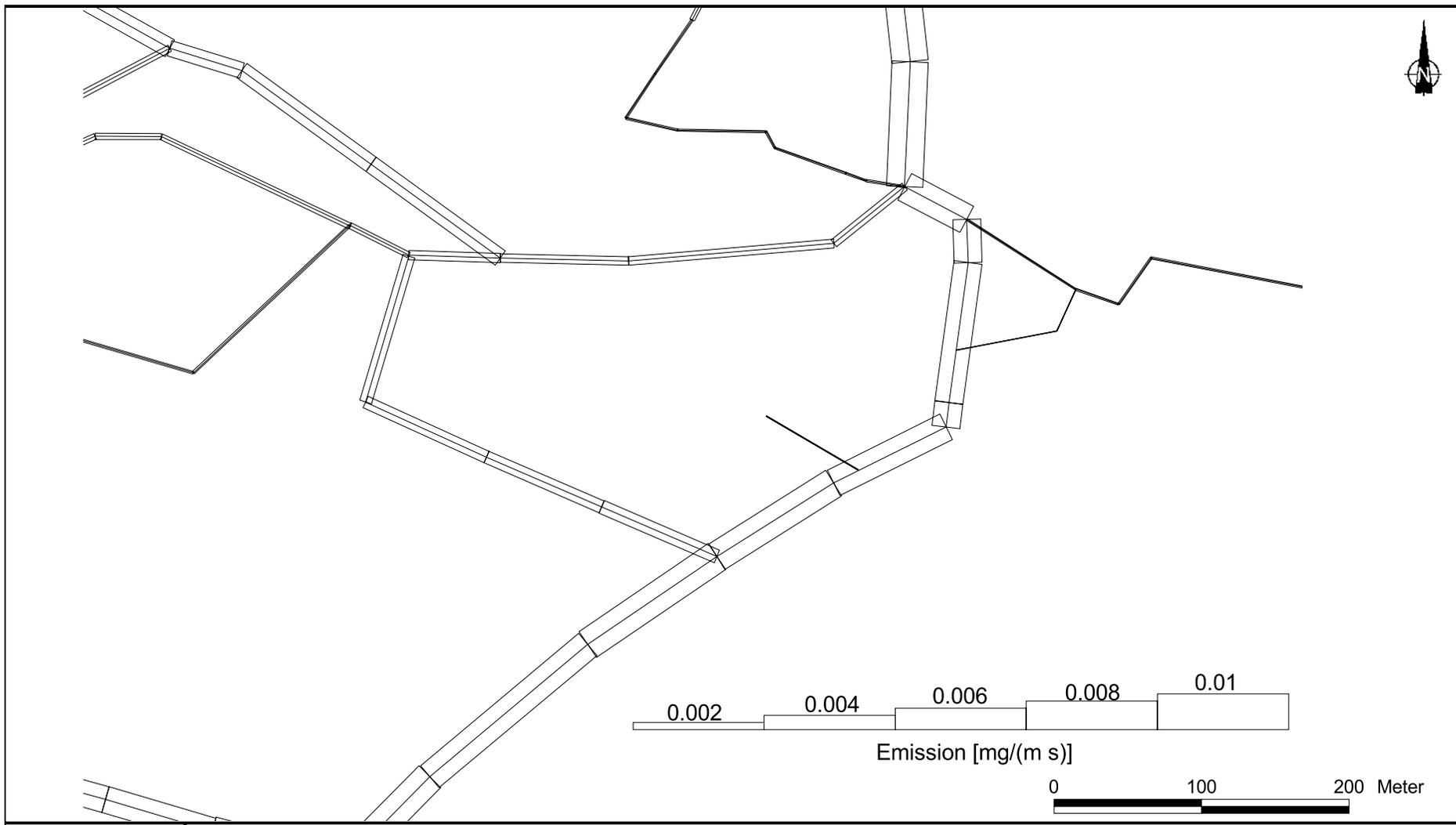


Abb. A3.5: Mittlere PM_{2,5}-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Nullfall im Jahr 2012

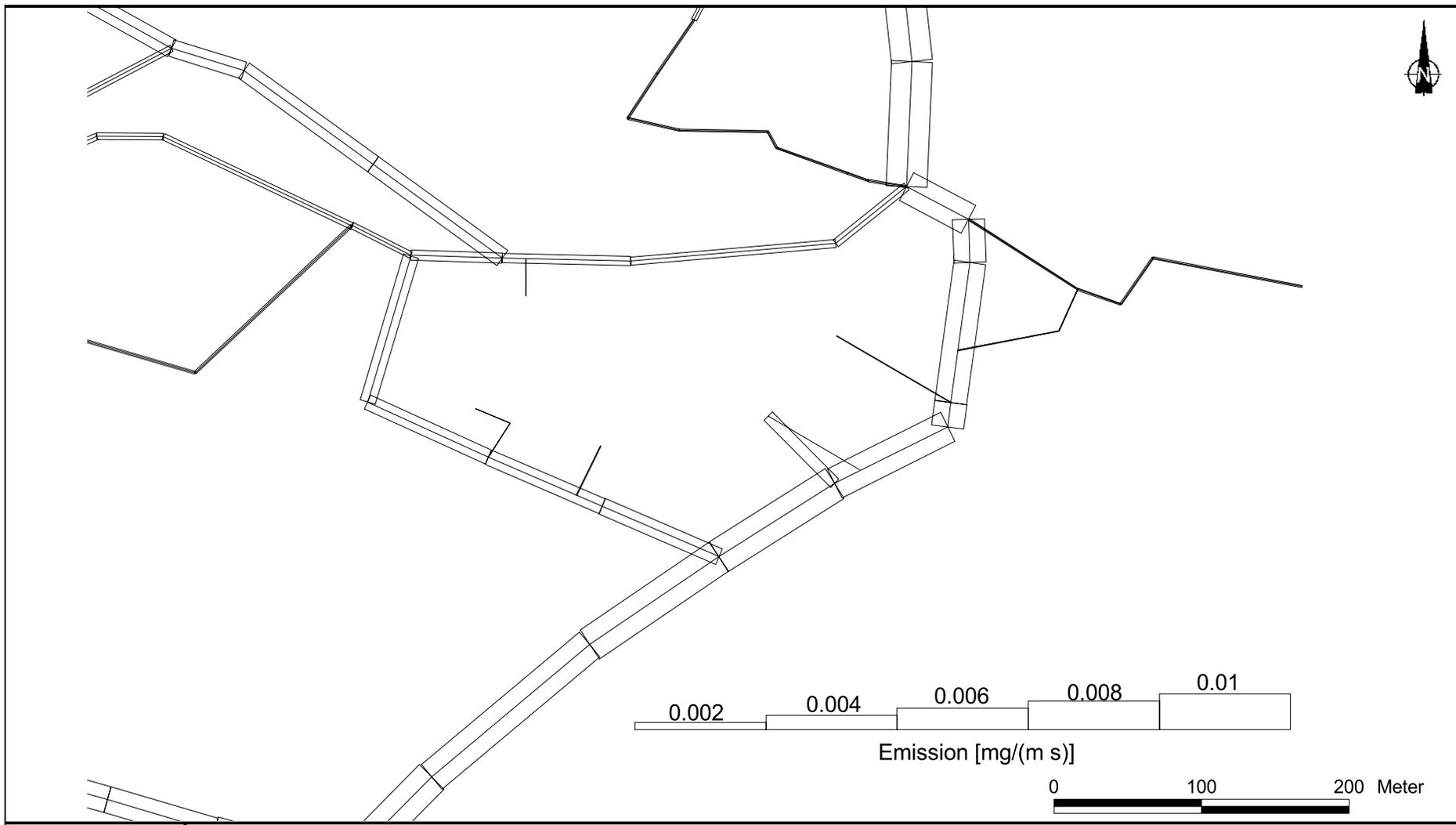


Abb. A3.6: Mittlere PM2,5-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall im Jahr 2012