



Wind · Wasser · Umwelt

## **Untersuchung Schramberg erweiterte Umweltzone 2013**

### **Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen der Maßnahme „grüne Umweltzone 2013“ im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Schramberg**

Auftraggeber:           Ministerium für Verkehr und Infrastruktur  
Hauptstätter Straße 67  
70178 Stuttgart

Durchführung:       Ingenieurbüro Rau (Auftragnehmer)  
Dipl.-Ing. M. Rau;  
B.Sc. F. Hüftle  
Bottwarbahnstraße 4  
74081 Heilbronn

AVISO GmbH  
Am Hasselholz 15  
52074 Aachen

31.10.2012

## Inhaltsverzeichnis

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Aufgabenstellung und Einleitung .....   | 1  |
| 2     | Maßnahme Umweltzone.....  | 2  |
| 3     | Verkehrsdaten.....  | 3  |
| 4     | Grundlagen der Emissionsberechnung (HBEFA3.1).....  | 6  |
| 4.1   | Flottenzusammensetzung 2010 und 2013.....   | 6  |
| 4.2   | Verkehrssituation nach HBEFA3.1 .....   | 7  |
| 4.3   | Emissionsfaktoren NO <sub>x</sub> .....   | 9  |
| 5     | Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs .....   | 10 |
| 6     | Immissionsberechnung .....  | 13 |
| 6.1   | Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM.....   | 13 |
| 6.2   | Untersuchungsgebiet und Modellvorgaben .....  | 13 |
| 6.3   | Umfang der Berechnungen .....   | 16 |
| 6.4   | Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO <sub>2</sub> .....                             | 16 |
| 6.4.1 | Windstatistik.....  | 17 |
| 6.4.2 | Hintergrundbelastung.....   | 19 |
| 6.4.3 | Bestimmung der Gesamtbelastung .....  | 20 |
| 7     | Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen .....                                 | 21 |
| 7.1   | Beurteilungsgrundlagen .....  | 21 |
| 7.2   | Immissionskonzentrationen im Untersuchungsgebiet für alle<br>untersuchten Szenarien ..... | 21 |
| 7.2.1 | Nullfall 2010 .....   | 21 |
| 7.2.2 | Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, ohne Ausnahme“ .....                 | 23 |
| 7.2.3 | Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, mit Ausnahme“ .....                  | 24 |
| 7.2.4 | Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, ohne Ausnahme“ .....                  | 25 |
| 7.2.5 | Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, mit Ausnahme“ .....                   | 26 |
| 7.3   | Vergleich der immissionsseitigen Maßnahmenwirkung .....                                   | 33 |
| 8     | Literaturverzeichnis .....  | 35 |
|       | Anhang A .....  | A1 |

## Abbildungsverzeichnis

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Abb. 1:  | Jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) im Untersuchungsgebiet .....<br>Schramberg, Analysejahr 2010 (Nullfall).....                 | 5  |
| Abb. 2:  | NO <sub>x</sub> -Emissionsfaktoren für PKW, INfz und sNfz,.....<br>Schramberg Analyse-Nullfall 2010 .....   | 9  |
| Abb. 3:  | NO <sub>x</sub> -Emissionen Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet Schramberg,.....<br>Analysejahr 2010 (Nullfall) .....                             | 11 |
| Abb. 4:  | Lageplan des Untersuchungsgebietes Schramberg mit.....<br>MISKAM-Rechengebiet (rot) und Auswertebereich (blau).....                                 | 15 |
| Abb. 5:  | Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen im Umkreis von Schramberg;.....<br>Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken .....              | 18 |
| Abb. 6:  | Gewählte Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für die Immissions- .....<br>berechnungen; Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistik ..... | 19 |
| Abb. 7:  | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Nullfall 2010 .....  | 28 |
| Abb. 8:  | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, .....<br>DTV reduziert, ohne Ausnahme“ .....                       | 29 |
| Abb. 9:  | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, .....<br>DTV reduziert, mit Ausnahme“ .....                        | 30 |
| Abb. 10: | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, .....<br>DTV konstant, ohne Ausnahme“ .....                        | 31 |
| Abb. 11: | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, .....<br>DTV konstant, mit Ausnahme“ .....                         | 32 |

## Tabellenverzeichnis

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Tab. 1: | Kennzeichnungsverordnung Stand 10. Okt. 2006 mit Änderung Nov. 2007 .....  | 2  |
| Tab. 2: | Gegenüberstellung der Jahresfahrleistungen im Untersuchungsgebiet.....<br>Schramberg für den Analysefall 2010 (Nullfall) und die verschiedenen.....<br>Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert nach Fahrzeugarten ..... | 4  |
| Tab. 3: | Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die .....   |    |
|         | Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz, alle das Analysejahr 2010 (Nullfall).....  |    |
|         | und die zwei Fälle grüne Umweltzone 2013 (ohne bzw. mit 20% Ausnahmen).....  | 8  |
| Tab. 4: | Jahresfahrleistung (JFL) und NO <sub>x</sub> -Gesamtemissionen für das Untersuchungs-.....   |    |
|         | gebiet Schramberg, Analysefall 2010 (Nullfall) und Maßnahmenfälle für die.....   |    |
|         | verschiedenen Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert.....  |    |
|         | nach Fahrzeugarten.....  | 12 |
| Tab. 5: | Lufthygienische Grenzwerte der EU-Richtlinie (39. BImSchV) für den .....   |    |
|         | verkehrsrelevanten Luftschadstoff NO <sub>2</sub> .....  | 21 |
| Tab. 6: | Berechnete Immissionskonzentrationen von NO <sub>2</sub> der 5 Szenarien für die am .....  |    |
|         | höchsten belasteten Bereiche im Untersuchungsgebiet Schramberg.....  | 33 |

## 1 Aufgabenstellung und Einleitung

Für Schramberg wurden im Jahr 2011 Berechnungen zur Emissions- und Immissionsbelastung am Belastungsschwerpunkt Oberndorfer Straße für die Jahre 2010 bis 2013 zur Analyse der Belastungssituation und der Wirkungen verschiedener Maßnahmen wie bspw. der Einrichtung einer Umweltzone durchgeführt.

In einer weitergehenden Betrachtung wurde nun das Untersuchungsgebiet ausgeweitet und das gesamte höher belastete Hauptstraßennetz in Schramberg untersucht. Es wurden Berechnungen für das Analysejahr 2010 und daran anschließend für das Jahr 2013 mit Berücksichtigung einer grünen Umweltzone durchgeführt.

Im Folgenden werden die Datengrundlagen sowie die Vorgehensweise zur Ermittlung der emissions- und immissionsseitigen Wirkungen der Maßnahmen erläutert und die Ergebnisse der Emissions- und Immissionsberechnungen beschrieben.

Der Bericht ist folgendermaßen gegliedert:

In Kapitel 2 wird die Maßnahme Umweltzone vorgestellt. In Kapitel 3 werden die Verkehrsdaten diskutiert. Kapitel 4 umfasst die Grundlagen der Emissionsberechnungen, Kapitel 5 die Emissionsbestimmung. In Kapitel 6 wird die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Immissionsgesamtbelastung für NO<sub>2</sub> erläutert. Kapitel 7 umfasst die Darstellung der Ergebnisse der Immissionsberechnungen und die Bewertung der Ergebnisse. Die für die Bearbeitung eingesetzte Literatur ist in Kapitel 8 zusammengestellt.

Die in den Kapiteln 2 bis 5 dargestellten Ergebnisse wurden von unserem Kooperationspartner AVISO GmbH, Aachen, im Unterauftrag erarbeitet.

## 2 Maßnahme Umweltzone

Mit der in Tab. 1 vorliegenden Kennzeichnungsverordnung (10. Oktober 2006, am 01.03.2007 in Kraft getreten) kann in einem Gebiet (Umweltzone) eine Durchfahrtsbeschränkung für Kraftfahrzeuge, die die Anforderungen für bestimmte Schadstoffgruppen nicht erfüllen, umgesetzt werden.

In der Kennzeichnungsverordnung ist die Einteilung der Fahrzeuge in vier Schadstoffgruppen (SG) und die Vergabe von drei verschiedenen Plaketten geregelt (vgl. Tab. 1). Demnach erhalten Diesel-Fahrzeuge mit der Schadstoffnorm Euro 1/I und schlechter und Otto-Fahrzeuge vor Euro 1 (Ausnahme G-Kat nach US-Norm (Anlage XXIII)) keine Plakette. Für die übrigen Fahrzeuge werden bei Diesel-Fahrzeugen in Abhängigkeit der eingehaltenen Euro-Norm drei verschiedene Plaketten vergeben.

Durch erfolgreiche Nachrüstung eines Partikelfilters können Autofahrer die Eingruppierung in eine bessere Schadstoffgruppe erreichen.

Für Schramberg werden die Untersuchungen für den Maßnahmenfall grüne Umweltzone im Jahr 2013 durchgeführt und die Ergebnisse vergleichend dem Analysefall 2010 (Nullfall) gegenübergestellt.

**Tab. 1: Kennzeichnungsverordnung Stand 10. Okt. 2006 mit Änderung Nov. 2007**

| KennzeichnungsVO vom 10. Oktober 2006 mit Änderung Stand November 2007               |                                       | SG 1 <sup>3)</sup><br>ohne Plakette | SG 2 <sup>3)</sup><br>rot mit Ziffer 2 | SG 3 <sup>3)</sup><br>gelb mit Ziffer 3 | SG 4 <sup>3)</sup><br>grün mit Ziffer 4 |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|---|---|
| Pkw /INfz  | sNfz                                  |                                     |  |   |   |
| Diesel Euro 1 <sup>1)</sup> und davor  | Diesel Euro I <sup>1)</sup> und davor |                                     |  |   |   |
| Diesel Euro 2 <sup>1)</sup>  | Diesel Euro II <sup>1)</sup>          |                                     |  |   |   |
| Diesel Euro 3 <sup>1)</sup>  | Diesel Euro III <sup>1)</sup>         |                                     |  |   |   |
| Diesel Euro 4  | Diesel Euro IV, V, EEV <sup>2)</sup>  |                                     |  |   |   |
| Otto vor Euro 1 (ohne Gkat Anlage XXIII <sup>4)</sup> )                              |                                       |                                     |  |   |   |
| Otto ab Euro 1, Gkat Anlage XXIII <sup>4)</sup> , Elektro-, Brennstoffzellenfahrzeug |                                       |                                     |  |   |   |

<sup>1)</sup> Die Ausrüstung mit einem Partikelminderungssystem entsprechend der StVZO kann zu einer Heraufsetzung der Schadstoffgruppe führen (Anlage XXVI für Pkw und Anlage XXVII für INfz und sNfz)

<sup>2)</sup> EEV = Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

<sup>3)</sup> Schadstoffgruppe

<sup>4)</sup> Nachträglich wurden Fahrzeuge, die von der Anlage XXIII erfasst werden (Emissionsschlüsselnr. 01, 02), und Fahrzeuge, die durch die 52. Ausnahmereverordnung zur StVZO erfasst werden (Emissionsschlüsselnr. 77) den Euro1-Fzgen gleichgestellt.

### 3 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten zur Beschreibung der Verkehrsbelastung im Analysejahr 2010 und des Maßnahmenfalls 2013 mit grüner Umweltzone im Stadtgebiet Schramberg wurden analog zum Vorgehen in der vorangegangene Untersuchung des IB Rau aus dem Jahr 2011 (1) aus der vorliegenden Verkehrsuntersuchung für Schramberg (2) abgeleitet. Die aus dieser Untersuchung streckenabschnittsbezogen vorliegenden, durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken ( $DTV_w$ ) wurden auf die für die Emissionsberechnung benötigten jahresmittleren durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV), die Wochenend- und Urlaubszeiten berücksichtigen, umgerechnet.

Zusätzlich wurden die Ergebnisse der SVZ2010 (Straßenverkehrszählung 2010), die für einige Streckenabschnitte vorliegen, herangezogen. Diese zeigen eine gute Übereinstimmung zu den Verkehrsdaten aus der Verkehrsuntersuchung für den Analysefall 2010.

Zur Ermittlung der Emissionen des Straßenverkehrs sind neben den Daten zur Verkehrsstärke auch Informationen zur Verkehrszusammensetzung notwendig. In den vorliegenden Betrachtungen werden die Fahrzeugarten Pkw (Personenkraftwagen), INfz (leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zul. GG), sNfz (schwere Nutzfahrzeuge > 3,5 t zul. GG mit Busse) und Krad (Krafträder) unterschieden.

Für die Belastungen durch (Linien-)Busse wurde der aktuelle Fahrplan ausgewertet. Die Verkehrsbelastungen der Kräder wurden dem landesweiten Emissionskataster Baden Württemberg (3) entnommen.

Die Verkehrsstärken auf den untersuchten Straßenabschnitten in Schramberg sind in Abb. 1 für das Analysejahr 2010 dargestellt. Deutlich zeigt sich die vergleichsweise sehr hochbelastete B462 (14.000 bis 18.000 Kfz/24h), an der auch der bereits untersuchte Belastungsschwerpunkt Oberndorfer Straße liegt. Auffallend sind auch die hohen Anteile der schweren Nutzfahrzeuge mit über 10%.

Neben den Verkehrsbelastungen für das Analysejahr 2010 sind in der vorliegenden Verkehrsuntersuchung für Schramberg (2) auch Verkehrsbelastungen für die Maßnahmenfälle „2013 grüne Umweltzone ohne Ausnahmen“ und „2013 grüne Umweltzone mit Ausnahmen“ enthalten. Es wird dort für die Oberndorfer Straße für den Fall ohne Ausnahmen eine Reduktion der Kfz-Verkehrsbelastungen von knapp 11% prognostiziert.

In der hier vorliegenden Untersuchung wird die grüne Umweltzone 2013 in den folgenden Ausprägungen in Bezug auf die Verkehrsbelastungen untersucht:

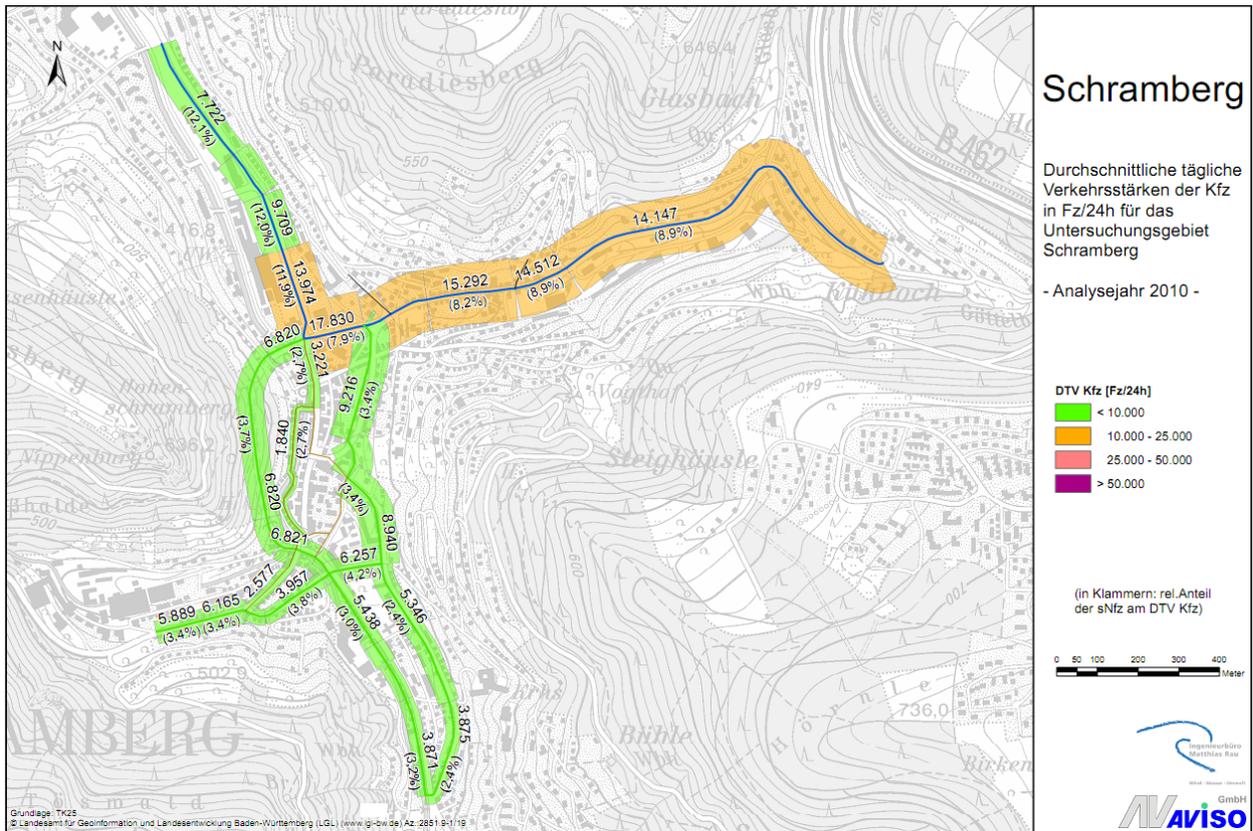
**A** Es werden die Reduktionen der Verkehrsbelastungen durch die grüne Umweltzone gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg (2) berücksichtigt (DTV\_red). Dabei wird zum einen der Fall ohne Ausnahmen (d.h. es wurden die in (2) ausgewiesenen Reduktionen der Verkehrsbelastungen für den Fall grüne Umweltzone 2013 ohne Ausnahmen übernommen) und der Fall mit 20% Ausnahmen (d.h. es wurden die Reduktionen, die in Fall 1 berücksichtigt sind, um 20% gemindert) unterschieden.

**B** Es wird angenommen, dass sich die Verkehrsbelastungen im Maßnahmenfall grüne Umweltzone im Vergleich zum Analysefall nicht verändern (DTV\_konstant). Erfahrungen aus anderen Städten wie z. B. Berlin oder auch für die Umweltzone im Ruhrgebiet zeigen, dass es dort nach Einführung der Umweltzone nicht zu signifikanten Veränderungen der Verkehrsbelastungen auf den Strecken innerhalb oder außerhalb der Umweltzone gekommen ist (4), (5).

Eine Gegenüberstellung der Verkehrsbelastungen für das Untersuchungsgebiet Schramberg für das Analysejahr 2010 und für die verschiedenen Szenarien grüne Umweltzone 2013 sind in Tab. 2 aufgeführt.

**Tab. 2: Gegenüberstellung der Jahresfahrleistungen im Untersuchungsgebiet Schramberg für den Analysefall 2010 (Nullfall) und die verschiedenen Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert nach Fahrzeugarten**

| Untersuchungsgebiet Schramberg |  | Pkw           | INfz        | sNfz          | Krad        | Kfz           |
|--------------------------------|--|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
|                                | 2010 Nullfall (10N)  | 17,6          | 0,5         | 1,4           | 0,5         | 20,0          |
| JFL                            | 2013 grüne UZ, DTV reduziert, ohne Ausn. (13sg4_DTVred_oA) | 15,8          | 0,5         | 1,1           | 0,5         | 17,9          |
| Mio                            | 2013 grüne UZ, DTV reduziert, mit Ausn. (13sg4_DTVred_mA)  | 16,1          | 0,5         | 1,2           | 0,5         | 18,3          |
| Kfz-km/a                       | 2013 grüne UZ, DTV konstant, ohne Ausn. (13sg4_DTVkon_oA)  | 17,6          | 0,5         | 1,4           | 0,5         | 20,0          |
|                                | 2013 grüne UZ, DTV konstant, mit Ausn. (13sg4_DTVkon_mA)   | 17,6          | 0,5         | 1,4           | 0,5         | 20,0          |
|                                | <i>Diff % 13sg4_DTVred_oA / 10N</i>                        | <i>-10,4%</i> | <i>0,0%</i> | <i>-19,1%</i> | <i>0,0%</i> | <i>-10,5%</i> |
|                                | <i>Diff % 13sg4_DTVred_mA / 10N</i>                        | <i>-8,3%</i>  | <i>0,0%</i> | <i>-15,3%</i> | <i>0,0%</i> | <i>-8,4%</i>  |
|                                | <i>Diff % 13sg4_DTVkon_oA / 10N</i>                        | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i> | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i> | <i>0,0%</i>   |
|                                | <i>Diff % 13sg4_DTVkon_mA / 10N</i>                        | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i> | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i> | <i>0,0%</i>   |



**Abb. 1: Jahresdurchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) im Untersuchungsgebiet Schramberg, Analysejahr 2010 (Nullfall)**

## 4 Grundlagen der Emissionsberechnung (HBEFA3.1)

Wesentliche Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen stellt das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs aktuell in der Version 3.1 (HBEFA 3.1) dar (6).

Die HBEFA3.1-Datenbank enthält pro Fahrzeugart für jede einzelne Fahrzeugschicht (unterschieden nach Motorkonzept, Euronormstufe, Hubraum, Gewichtsklasse, etc.) pro Verkehrssituation sogenannte Schichtemissionsfaktoren für verschiedene Abgaskomponenten. Die Schichtemissionsfaktoren geben die charakteristischen spezifischen Abgasemissionen für die betrachtete Verkehrssituation in  $g/(Fzg \cdot km)$  an. Diese Schichtemissionsfaktoren wurden im Rahmen umfangreicher europäischer Projekte ermittelt, wobei zunächst typische Real-World-Fahrzyklen definiert und daraus die sogenannten Verkehrssituationen abgeleitet worden waren (vgl. z.B. Hausberger 2010 (7)).

In HBEFA 3.1 sind zur Ermittlung der Emissionsfaktoren je Fahrzeugart typische bundesmittlere Flottenzusammensetzungen für Autobahn, Außerortsstraßen oder Innerortsstraßen hinterlegt.

Da aber die Flottenzusammensetzung sich regional insbesondere für die Pkw und INfz durchaus von der bundesmittleren Flottenzusammensetzung unterscheiden kann, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung für die Pkw und INfz eine regionale Flottenzusammensetzung berücksichtigt.

### 4.1 Flottenzusammensetzung 2010 und 2013

Die Daten zur Flottenzusammensetzung (dynamischer Bestand) basieren auf der Datengrundlage des landesweiten Emissionskatasters Straßenverkehr (3), die pro Zulassungsbereich und Bezugsjahr Daten zum dynamischen Bestand enthält.

Für Schramberg sind dort für die Fahrzeuggruppen Pkw und INfz die Bestandsdaten des Zulassungsbezirks Schramberg berücksichtigt, aus denen mittels einer Fahrleistungsgewichtung die Flottenzusammensetzung für Innerortsstraßen abgeleitet worden war.

Das Emissionsverhalten von schweren Nutzfahrzeugen wird stärker vom überregionalen als vom regionalen Bestand bestimmt, daher wurde für die schweren Nutzfahrzeuge die aktuelle bundesmittlere Flottenzusammensetzung aus HBEFA3.1 für das Bezugsjahr 2010 und 2013 verwendet.

Bei der Ermittlung der Flottenzusammensetzung für die Maßnahmenfälle Umweltzone wurde die Flottenzusammensetzung des betrachteten Bezugsjahres entsprechend modifiziert. Es wurden die Fahrzeuge, die nicht in die Umweltzone einfahren dürfen, aus der Flotte entfernt

und die verbleibenden Fahrzeuge wieder auf 100% normiert (d.h. die verbleibenden Flottenanteile wurden entsprechend ihrem Anteil an der Gesamtflotte umgeschichtet).

Im Fall ohne Ausnahmen wurden alle Fahrzeuge ausgesperrt, die die Anforderungen an die Schadstoffgruppe nicht erreichen.

Im Fall mit 20% Ausnahmen wurde angenommen, dass 20% der ausgesperrten Fahrzeuge eine Ausnahmegenehmigung erhalten werden und daher in der Flotte verbleiben.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Bestandszusammensetzung für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (INfz) und die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) auf Innerortsstraßen für das Analysejahr 2010 (Nullfall) und die zwei Fälle grüne Umweltzone 2013 mit und ohne Ausnahmen dargestellt.

## 4.2 Verkehrssituation nach HBEFA3.1

Die Schichtemissionsfaktoren sind in HBEFA 3.1 für unterschiedliche Fahr-/Straßen- und Verkehrszustände angegeben. Diese wurden in einem Schema von Verkehrssituationen kategorisiert. Für die Emissionsberechnung war es notwendig, jedem Streckenabschnitt eine Hauptverkehrssituation zuzuordnen.

Der B462, an der auch der Streckenabschnitt Oberndorfer Straße (Standort der Messstelle) liegt, wurde die Hauptverkehrssituation „Distributor/Speed Limit 50km/h“ zugewiesen, da es sich um eine verkehrlich stark belastete innerörtliche Hauptverkehrsstraße mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit 50 km/h handelt. Für die übrigen Streckenabschnitte wurde die Hauptverkehrssituation aus dem Landesemissionskataster Straßenverkehr übernommen bzw. für die Abschnitte, die dort nicht enthalten sind, anhand von Lage, Funktion und der Verkehrsbelastung festgelegt.

Neben der Hauptverkehrssituation ist der Störungsgrad im Verkehrsablauf (Level of Service) zur vollständigen Bestimmung der Verkehrssituation notwendig. Dieser wurde über die Berechnung des Tagesgangs der Verkehrsstärken und des stündlichen Auslastungsgrades abgeleitet.

**Tab. 3: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz, alle das Analysejahr 2010 (Nullfall) und die zwei Fälle grüne Umweltzone 2013 (ohne bzw. mit 20% Ausnahmen)**

|             | 2010           | 2013<br>Trend | 2013<br>SG1,2,3 oA* | 2013<br>SG1,2,3 mA* |       |
|-------------|----------------|---------------|---------------------|---------------------|-------|
| <b>Pkw</b>  | Otto vor E1    | 0,7%          | 0,4%                | 0,0%                | 0,1%  |
|             | Otto E1        | 4,6%          | 2,6%                | 2,9%                | 2,8%  |
|             | Otto E2        | 5,4%          | 2,7%                | 3,0%                | 2,9%  |
|             | Otto E3        | 20,5%         | 14,4%               | 16,4%               | 15,9% |
|             | Otto E4        | 29,0%         | 23,2%               | 26,3%               | 25,6% |
|             | Otto E5        | 1,2%          | 12,1%               | 13,7%               | 13,4% |
|             | Otto E6        | 0,0%          | 1,4%                | 1,6%                | 1,6%  |
|             | Gas/Alternativ | 0,4%          | 0,6%                | 0,7%                | 0,7%  |
|             | Ds vor E1      | 0,4%          | 0,2%                | 0,0%                | 0,1%  |
|             | Ds E1          | 1,1%          | 0,6%                | 0,0%                | 0,1%  |
|             | Ds E2          | 3,2%          | 2,2%                | 0,0%                | 0,5%  |
|             | Ds E3          | 13,2%         | 8,6%                | 0,0%                | 1,9%  |
|             | Ds E4          | 19,2%         | 15,1%               | 17,1%               | 16,7% |
|             | Ds E5          | 1,1%          | 15,3%               | 17,4%               | 16,9% |
|             | Ds E6          | 0,1%          | 0,7%                | 0,8%                | 0,8%  |
| <b>INfz</b> | Otto vor E1    | 0,2%          | 0,0%                | 0,0%                | 0,0%  |
|             | Otto E1        | 0,1%          | 0,0%                | 0,0%                | 0,0%  |
|             | Otto E2        | 0,6%          | 0,2%                | 0,2%                | 0,2%  |
|             | Otto E3        | 0,6%          | 0,3%                | 0,3%                | 0,3%  |
|             | Otto E4        | 2,0%          | 1,3%                | 1,7%                | 1,6%  |
|             | Otto E5        | 0,0%          | 1,1%                | 1,3%                | 1,3%  |
|             | Otto E6        | 0,0%          | 0,0%                | 0,0%                | 0,0%  |
|             | Gas/Alternativ | 0,0%          | 0,0%                | 0,1%                | 0,1%  |
|             | Ds vor E1      | 0,7%          | 0,0%                | 0,0%                | 0,0%  |
|             | Ds E1          | 2,1%          | 0,2%                | 0,0%                | 0,1%  |
|             | Ds E2          | 12,3%         | 4,8%                | 0,0%                | 1,1%  |
|             | Ds E3          | 28,2%         | 14,0%               | 0,0%                | 3,3%  |
|             | Ds E4          | 52,5%         | 40,9%               | 50,6%               | 48,3% |
|             | Ds E5          | 0,7%          | 36,0%               | 44,5%               | 42,5% |
|             | Ds E6          | 0,0%          | 1,0%                | 1,3%                | 1,2%  |
| <b>sNfz</b> | Ds vor E I     | 5,4%          | 2,4%                | 0,0%                | 0,6%  |
|             | DS E I         | 3,0%          | 1,4%                | 0,0%                | 0,4%  |
|             | Ds E II        | 12,1%         | 6,6%                | 0,0%                | 1,7%  |
|             | Ds E III       | 27,5%         | 15,3%               | 0,0%                | 3,9%  |
|             | Ds E IV        | 15,5%         | 9,2%                | 12,4%               | 11,6% |
|             | Ds E V         | 36,6%         | 62,1%               | 83,6%               | 78,2% |
|             | Ds E VI        | 0,0%          | 2,9%                | 3,9%                | 3,7%  |

oA: ohne Ausnahmeregelung

mA: mit Ausnahmeregelung

### 4.3 Emissionsfaktoren NO<sub>x</sub>

Die Abgas-Emissionsfaktoren wurden für die Schadstoffe NO<sub>x</sub> unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Annahmen zur Bestands- und Flottenzusammensetzung und der Schichtemissionsfaktoren aus HBEFA 3.1 für die Fahrzeugarten Pkw, INFz, sNfz für die drei untersuchten Fälle ermittelt.

In Abb. 2 sind für die Stadt Schramberg für ausgewählte Hauptverkehrssituationen die Abgas-Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> für den Analyse-Nullfall 2010 dargestellt. Diese spezifischen Emissionsfaktoren geben die emittierte Schadstoffmenge in g/(Fz\*km) an.

Deutlich zu erkennen ist, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) teilweise Faktor 10 höher sind als die der Pkw.

Für die Prognose 2013 mit grüner Umweltzone ohne/mit Ausnahmen ergeben sich aufgrund der verbesserten Flottenzusammensetzung hin zu emissionsärmeren Fahrzeugen (zum einen aufgrund der allgemeinen Flottenentwicklung und zum anderen verstärkt durch die Aussperrung der Fahrzeuge ohne grüne Plakette) im Prinzip ähnliche Verhältnisse wie in Abb. 2 für 2010 dargestellt, aber auf einem insgesamt niedrigerem Niveau.

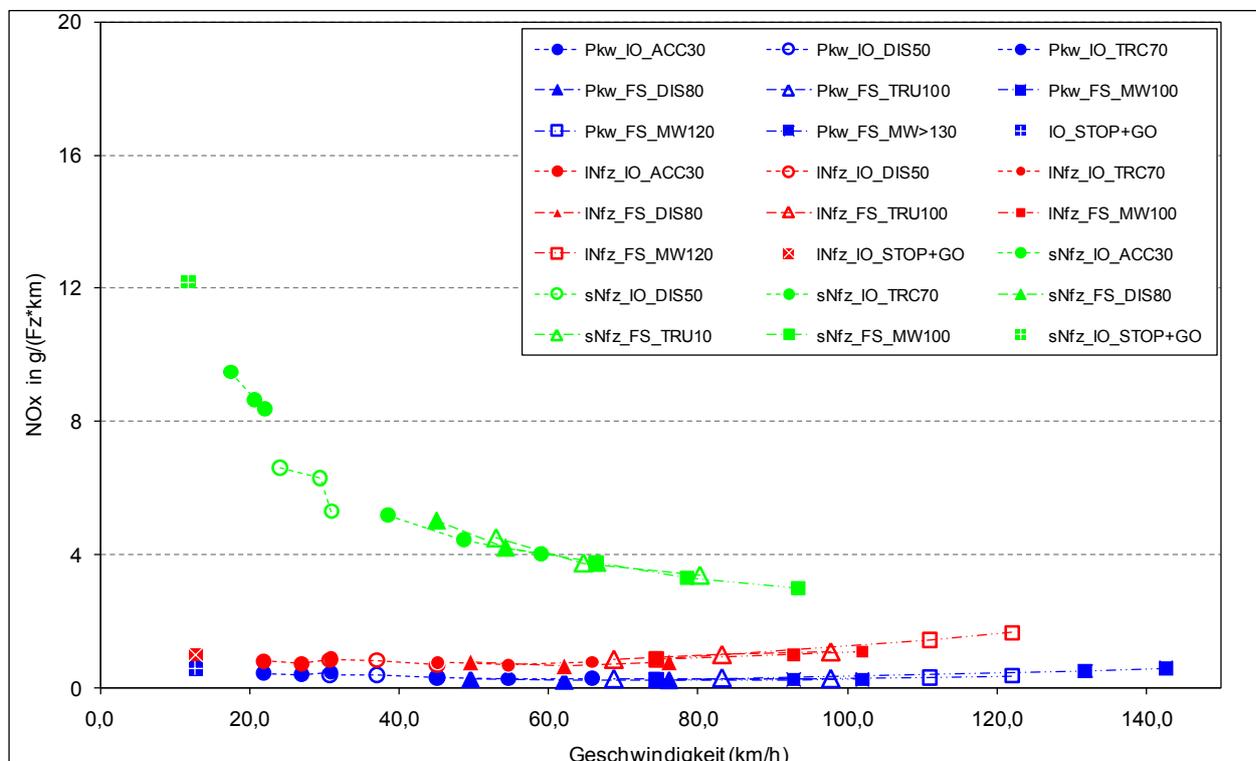


Abb. 2: NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren für PKW, INFz und sNfz, Schramberg Analyse-Nullfall 2010

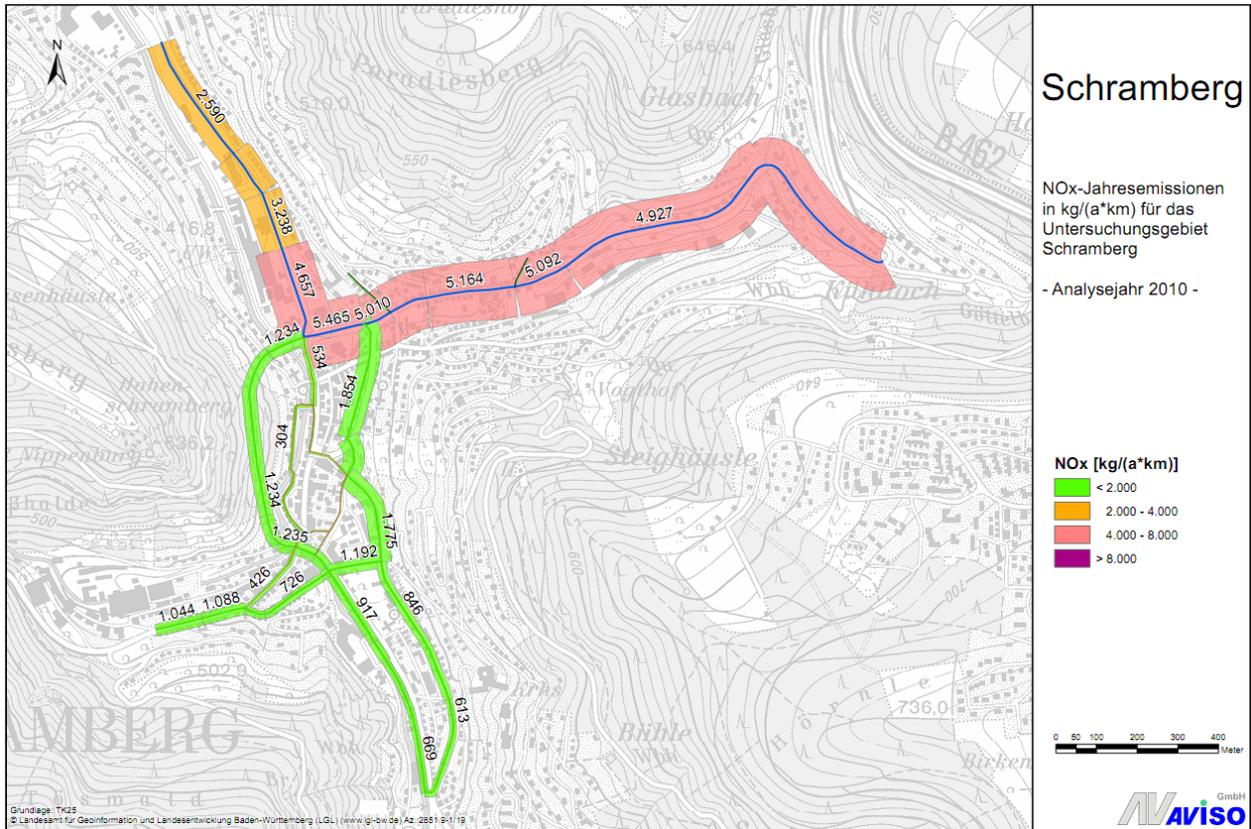
## 5 Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs

Unter Verwendung der in Kap. 3 dargestellten Verkehrsdatenbasis und der in Kap. 4.3 beschriebenen  $\text{NO}_x$ -Emissionsfaktoren wurden die Emissionen berechnet. Die pro Tagesgruppe ermittelten stündlichen Emissionen wurden zu Jahreswerten aggregiert. In Abb. 3 sind die streckenbezogenen  $\text{NO}_x$ -Emissionsdichten für das Analysejahr 2010 (Nullfall) dargestellt; in Tab. 4 sind die Emissionen für das Untersuchungsgebiet aufgeführt.

Für die grüne Umweltzone 2013 werden für die zwei Szenarien mit reduzierten Verkehrsbelastungen  $\text{NO}_x$ -Emissionsreduktionen im Vergleich zum Analysefall 2010 (Nullfall) von -44% im Fall ohne Ausnahmen und -38% im Fall mit Ausnahmen ermittelt. Diese deutlichen Reduktionen sind zum einen auf die verkehrliche Entlastung im Fall grüne Umweltzone gegenüber dem Analyse-Nullfall 2010 (-11% bzw. -8%) und zum anderen vor allem auf die Verbesserungen der Flotte (allgemeine Flottenentwicklung 2012 bis 2013 und zusätzlich Aussperrung der Fahrzeuge ohne grüne Plakette) zurückzuführen.

Für das Szenario grüne Umweltzone ohne Reduktion der Verkehrsbelastungen ergibt sich im Vergleich zu Analyse 2010 eine Reduktion der  $\text{NO}_x$ -Emissionsbelastung im Untersuchungsgebiet von -33% im Fall ohne Ausnahmen und -29% im Fall mit Ausnahmen.

Für die einzelnen Streckenabschnitte sind die Ergebnisse im Anhang A tabellarisch aufgeführt.



**Abb. 3: NO<sub>x</sub>-Emissionen Straßenverkehr im Untersuchungsgebiet Schramberg, Analysejahr 2010 (Nullfall)**

**Tab. 4: Jahresfahrleistung (JFL) und NO<sub>x</sub>-Gesamtemissionen für das Untersuchungsgebiet Schramberg, Analysefall 2010 (Nullfall) und Maßnahmenfälle für die verschiedenen Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert nach Fahrzeugarten**

| Untersuchungsgebiet Schramberg                             |  | Pkw                 | INfz          | sNfz          | Krad         | Kfz           |
|--|--|---------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| JFL<br>Mio<br>Kfz-km/a                                     | 2010 Nullfall (10N)  | 17,6                | 0,5           | 1,4           | 0,5          | 20,0          |
|  | 2013 grüne UZ, DTV reduziert, ohne Ausn. (13sg4_DTVred_oA) | 15,8                | 0,5           | 1,1           | 0,5          | 17,9          |
|  | 2013 grüne UZ, DTV reduziert, mit Ausn. (13sg4_DTVred_mA)  | 16,1                | 0,5           | 1,2           | 0,5          | 18,3          |
|  | 2013 grüne UZ, DTV konstant, ohne Ausn. (13sg4_DTVkon_oA)  | 17,6                | 0,5           | 1,4           | 0,5          | 20,0          |
|  | 2013 grüne UZ, DTV konstant, mit Ausn. (13sg4_DTVkon_mA)   | 17,6                | 0,5           | 1,4           | 0,5          | 20,0          |
|  | <i>Diff % 13sg4_DTVred_oA / 10N</i>                        | <i>-10,4%</i>       | <i>0,0%</i>   | <i>-19,1%</i> | <i>0,0%</i>  | <i>-10,5%</i> |
|  | <i>Diff % 13sg4_DTVred_mA / 10N</i>                        | <i>-8,3%</i>        | <i>0,0%</i>   | <i>-15,3%</i> | <i>0,0%</i>  | <i>-8,4%</i>  |
|  | <i>Diff % 13sg4_DTVkon_oA / 10N</i>                        | <i>0,0%</i>         | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i>  | <i>0,0%</i>   |
|  | <i>Diff % 13sg4_DTVkon_mA / 10N</i>                        | <i>0,0%</i>         | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i>   | <i>0,0%</i>  | <i>0,0%</i>   |
|  | NO <sub>x</sub><br>t/a                                     | 2010 Nullfall (10N) | 6,3           | 0,4           | 8,3          | 0,0           |
| 2013 grüne UZ, DTV reduziert, ohne Ausn. (13sg4_DTVred_oA) |  | 4,1                 | 0,3           | 3,9           | 0,0          | 8,4           |
| 2013 grüne UZ, DTV reduziert, mit Ausn. (13sg4_DTVred_mA)  |  | 4,4                 | 0,3           | 4,5           | 0,0          | 9,3           |
| 2013 grüne UZ, DTV konstant, ohne Ausn. (13sg4_DTVkon_oA)  |  | 4,7                 | 0,3           | 5,0           | 0,0          | 10,1          |
| 2013 grüne UZ, DTV konstant, mit Ausn. (13sg4_DTVkon_mA)   |  | 4,9                 | 0,3           | 5,4           | 0,0          | 10,7          |
| <i>Diff % 13sg4_DTVred_oA / 10N</i>                        |  | <i>-34,5%</i>       | <i>-21,4%</i> | <i>-52,4%</i> | <i>-6,8%</i> | <i>-43,9%</i> |
| <i>Diff % 13sg4_DTVred_mA / 10N</i>                        |  | <i>-29,7%</i>       | <i>-19,3%</i> | <i>-45,9%</i> | <i>-6,7%</i> | <i>-38,3%</i> |
| <i>Diff % 13sg4_DTVkon_oA / 10N</i>                        |  | <i>-25,1%</i>       | <i>-20,7%</i> | <i>-39,7%</i> | <i>-6,5%</i> | <i>-32,9%</i> |
| <i>Diff % 13sg4_DTVkon_mA / 10N</i>                        |  | <i>-21,7%</i>       | <i>-18,7%</i> | <i>-34,9%</i> | <i>-6,5%</i> | <i>-28,8%</i> |

## 6 Immissionsberechnung

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung der Vorgehensweise bei der Immissionsberechnung. Des Weiteren werden die zu Grunde gelegten Eingangsdaten beschrieben.

### 6.1 Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM

Zur Bestimmung der zu erwartenden Immissionsbelastungen für die insgesamt 5 Szenarien wurden Immissionsberechnungen mit den für diese Szenarien prognostizierten Emissionen (siehe Kap. 5) durchgeführt. Für die Immissionsberechnungen wurde das nichthydrostatische, prognostische Strömungsmodell MISKAM eingesetzt, das am Institut für Physik der Atmosphäre Mainz entwickelt wurde (s. Eichhorn, 1989 (8)) und in der Version 6.00 (2010) vorliegt. Eine ausführliche Beschreibung des Modells ist in der zitierten Arbeit von Eichhorn gegeben. MISKAM gilt in seiner heutigen Version als Standardmodell und dient für andere Modellentwicklungen als Referenz- und Vergleichsmaßstab. Es handelt sich um ein dreidimensionales Strömungsmodell, das, gekoppelt mit einem entsprechenden Ausbreitungsmodell, die Berechnung der Ausbreitung auch in komplex bebautem Gelände erlaubt. Das Windfeld wird durch die numerische Lösung der Erhaltungsgleichungen für Impuls, Masse und Energie berechnet. Einzelne Gebäude und Hindernisse können somit explizit in ihrer Form aufgelöst werden. Als Turbulenzmodell wird ein Standard-k, $\epsilon$ -Modell eingesetzt.

### 6.2 Untersuchungsgebiet und Modellvorgaben

Das IB Rau hat als Teilaspekt des Luftreinhalteplans in Zusammenarbeit mit der AVISO GmbH im Jahr 2011 die verkehrsbedingte Emissions- und Immissionssituation für den Analyse-Nullfall sowie mehrere Maßnahmenfälle für den Bereich der Oberndorfer Straße untersucht. Die Einführung einer Umweltzone wird derzeit geprüft. Dabei muss untersucht werden, ob Grenzwertüberschreitungen ausschließlich in dem ursprünglich untersuchten Rechengebiet auftreten.

Aus diesem Grund wird in diesem Gutachten die Emissions- und Immissionssituation für den Ortskernbereich von Schramberg, in dem die Oberndorfer Straße, die Bahnhofstraße und die Hauptstraße zusammen treffen, detaillierter untersucht.

In einem ersten Schritt wurden für den Nullfall 2010 die Immissionsverhältnisse im Bereich des Ortskerns detailliert untersucht. In einem zweiten Schritt wurde die Wirkung von 4 Maßnahmenfällen untersucht. Diese setzen sich zusammen aus:

- Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV gemäß Verkehrsgutachten, ohne Ausnahmen“
- Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV gemäß Verkehrsgutachten, mit Ausnahmen“

- Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, konstante Verkehrsbelastung, ohne Ausnahmen“
- Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, konstante Verkehrsbelastung, mit Ausnahmen“

Die exakte Definition der Verkehrsdaten bzgl. der Maßnahmenfälle kann aus Kap. 3 entnommen werden.

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über den gesamten Ortskern und wird im Süden durch die Weihergasse und im Norden durch die Schlossstraße eingegrenzt. Westlich und östlich wird das Gebiet durch den natürlichen Talverlauf begrenzt. Die Bebauung ist entlang der Hauptverkehrsstraßen relativ dicht und hat den Charakter von Straßenschluchten. Das Gebiet grenzt im Nordosten an das Untersuchungsgebiet aus dem Jahr 2011.

Für die Untersuchung wurde das in Abb. 4 dargestellte MISKAM-Rechengebiet (rot umrandet) mit einer Ausdehnung von ca. 316,7 m in Ost-West-Richtung und ca. 719,0 m in Nord-Süd-Richtung festgelegt.

Das Rechengebiet hat im Bereich der Hauptdurchgangsstraßen quer zur jeweiligen Straßenachse eine Gitterauflösung von 1,0 m in x- und y-Richtung. Die feine Auflösung des Straßenraumes ist erforderlich, um zum einen die Turbulenzstrukturen abbilden zu können und zum anderen die in dem VDI-Richtlinienentwurf (VDI 3783 (9)) angegebenen Mindestabstände zwischen Immissionsort, Beurteilungsort und Quelle einhalten zu können. Außerhalb dieser Kernbereiche nehmen die Maschenweiten bis zum Rand des Rechengebietes kontinuierlich auf bis zu 3 m zu. In der Vertikalen wurde bis in 2 m Höhe eine Gittermaschenweite von 0,4 m angesetzt. Von dieser Höhe an erfolgt bis zur mittleren Gebäudehöhe der Bebauung im Untersuchungsgebiet, eine kontinuierliche Spreizung der Maschenweite auf 1,0 m. Danach erfolgt in einem Übergangsbereich eine Spreizung auf 1,5 m. Ab der Höhe von 20 m bis zum oberen Modellrand erfolgt eine kontinuierliche Gitterspreizung um den Faktor 1,2. Der obere Modellrand wurde mit etwa der 4-fachen Höhe des höchsten Gebäudes im Modellgebiet festgesetzt, um eine Beeinflussung des Modelloberrandes durch das höchste Gebäude des Untersuchungsgebietes auszuschließen. Die Gebäudeumrisse wurden aus Katasterplänen entnommen. Die Gebäudehöhen wurden im Zuge einer intensiven Ortsbesichtigung sowie auf Basis von Luftbildaufnahmen ermittelt. Das Strömungs- und Ausbreitungsverhalten innerhalb des Untersuchungsgebietes wird durch das am Ost- und Westrand ansteigende Gelände geprägt. Dieser Geländeanstieg wurde näherungsweise in MISKAM durch Höhenstufen nachgebildet.

Die Kfz-Emissionen der innerhalb des festgelegten Untersuchungsgebietes liegenden Straßenabschnitte mit relevanter Emissionsbelastung wurden als horizontale bodennahe Linienquellen definiert. Die Emissionsfreisetzung erfolgt in einer mittleren Höhe von 0,6 m.

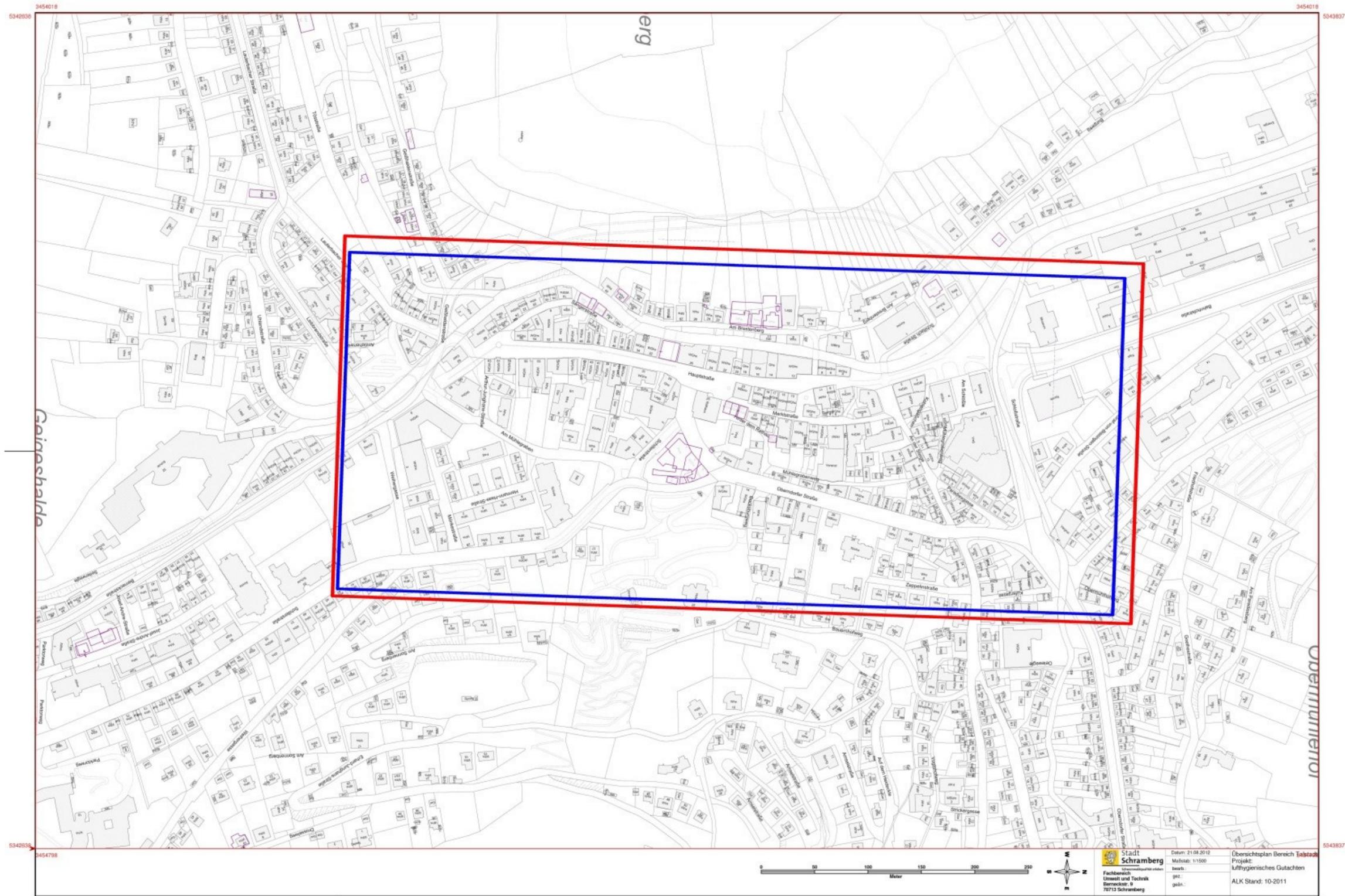


Abb. 4: Lageplan des Untersuchungsgebietes Schramberg mit MISKAM-Rechengebiet (rot) und Auswertgebiet (blau)

### 6.3 Umfang der Berechnungen

Die Berechnung der Immissionsbelastung durch die Kfz-Emissionen für die 5 Szenarien wurde für 12 Windrichtungen bei einer Referenzgeschwindigkeit durchgeführt. Die Konzentrationswerte bei anderen Windgeschwindigkeiten lassen sich unter der Annahme berechnen, dass sie in erster Näherung umgekehrt proportional zur Windgeschwindigkeit sind. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten führt diese Annahme eher zu einer Überschätzung der Immissionskonzentrationen durch den Straßenverkehr, da die Kfz-erzeugte Turbulenz zunehmend an Einfluss gewinnt. Allerdings ist die Bestimmung des Einflusses fahrzeuginduzierter Turbulenz und deren Berücksichtigung in Ausbreitungsmodellen zurzeit noch Gegenstand der Forschung. Durch die Nichtberücksichtigung der Kfz-erzeugten Turbulenz liegt man somit auf der sicheren Seite.

### 6.4 Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO<sub>2</sub>

Die 39. BImSchV (10), deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionsgrenzwerten für den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> auch Immissionsgrenzwerte für den Kurzzeitwert (Mittelungszeit 1 Stunde) von NO<sub>2</sub>, der nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 99,8%-Wert). Eine korrekte Berechnung eines 1-h-Kurzzeitwertes erfordert für denselben Zeitraum eine meteorologische Zeitreihe, Zeitreihen der Stundenmittelwerte der Hintergrundbelastung sowie detaillierte, möglichst stundenfeine Information bzgl. des Verkehrsablaufs. Diese Datengrundlage ist wenn dann nur für einen zurückliegenden Zeitraum vorhanden. Eine Prognose dieser zeitabhängigen Parameter für einen zukünftigen Zeitraum ist eher spekulativ. Allerdings ist es durchaus möglich, auf Basis der Höhe der Jahresmittelwerte Rückschlüsse auf eine mögliche Überschreitung des NO<sub>2</sub>-Kurzzeitwertes zu ziehen. Die sehr umfangreichen Messergebnisse der letzten Jahre in Baden-Württemberg im Rahmen von Spotmessungen an stark verkehrsbelasteten Straßen zeigen, dass die maximal zulässigen 18 Überschreitungen des 1-h-Wertes mit hoher Wahrscheinlichkeit dann nicht eingehalten werden, wenn der Jahresmittelwert über 80 µg/m<sup>3</sup> liegt (LUBW, 2011 (11)). Dieses Niveau wird im Untersuchungsgebiet, wie die Ergebnisse in Kapitel 7.2 zeigen werden, nicht erreicht. In Baden-Württemberg wurden in den letzten Jahren bis auf zwei verkehrsnahe Messstellen in Stuttgart keine Überschreitungen des 99,8%-Grenzwertes für NO<sub>2</sub> festgestellt. Die maximal zulässigen 18 Überschreitungen des Kurzzeitwertes können offensichtlich selbst an verkehrsreichen Straßen mit hoher Emissionsbelastung derzeit durchgängig eingehalten werden. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich daher auf die Ermittlung der NO<sub>2</sub>- Jahresmittelwerte.

### 6.4.1 Windstatistik

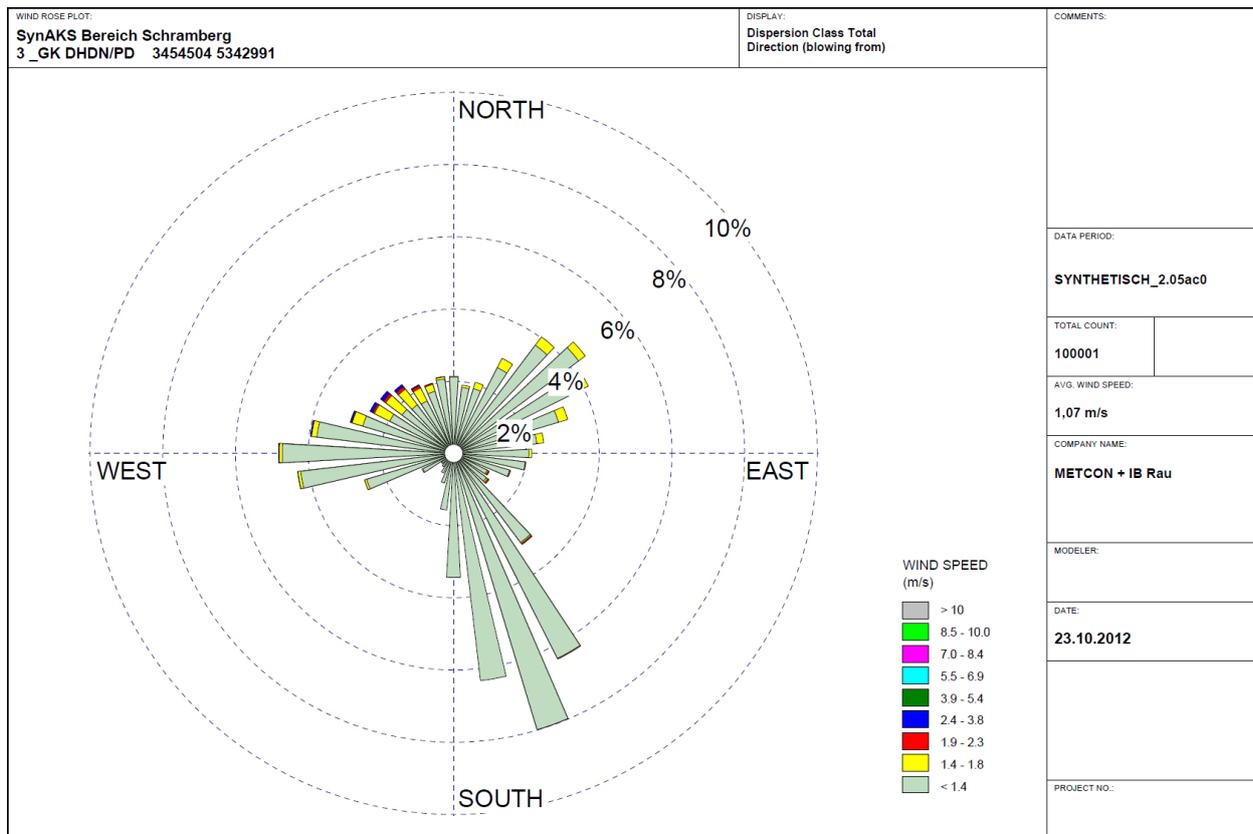
Für die Bestimmung der Jahresmittelwerte wird eine für das Untersuchungsgebiet repräsentative Windstatistik mit den Parametern Windrichtung und Windgeschwindigkeit benötigt. Durch Gewichtung der für jede Anströmrichtung und Windgeschwindigkeitsklasse bestimmten Immissionskonzentrationsfelder mit der prozentualen Häufigkeit der entsprechenden Ausbreitungssituation werden die Jahresmittelwerte bestimmt.

Auf Grund der starken topographischen Gliederung sowie der ausgeprägten Talverläufe im Bereich von Schramberg variieren die Verteilungen der Windrichtungen sowie die mittleren Windgeschwindigkeiten kleinräumig sehr stark. Dies zeigen berechnete Windstatistiken für den Zeitraum 2001 bis 2010, die von der ARGE IB Rau / METCON im Auftrag der LUBW Karlsruhe flächendeckend in einem Raster von 500 m x 500 m für das ganze Land Baden-Württemberg erstellt wurden. Abb. 5 zeigt die synthetischen Windrosen für den Bereich des Ortskerns von Schramberg (Berneckstraße). Verwendet wurde die AKS (siehe Abb. 6), die der gelb umrandeten Windrose entspricht. Diese zeigt sehr gut die Einflüsse der einmündenden Täler auf die Hauptwindrichtungen, die aus südlichen Richtungen (Süd und Südsüdost) sowie aus Westen zu erwarten sind. Die synthetische Windrose zeigt aber auch eine höhere Häufigkeit für Windrichtungen aus Nordost, die auf das aus Nordost einmündende Tal im Norden des Untersuchungsgebiets zurückzuführen sind.

Im Jahre 1993 bis Mitte 1994 wurde nahezu an derselben Stelle im Bereich der Berneckstraße von der LUBW eine Messstelle betrieben. Diese Messungen spiegeln ebenfalls den Einfluss des Haupttals in Nord-Süd-Richtung wieder. Allerdings werden die Winde aus den einmündenden Tälern nicht wieder gegeben. Dies zeigt die Komplexität dieser Situation mit einer stark lokalen Prägung der Strömungsverhältnisse. Die Messung ist lokal geprägt und somit nicht für eine Übertragung an eine beliebige andere Stelle im Untersuchungsgebiet geeignet. Die synthetisch berechneten Windrosen, die auf einem Rechenraster von 500 m beruhen, geben die sich in den einzelnen engen Tälern ausbildenden Strömungen nur teilweise wieder. Insgesamt erscheint uns die synthetische AKS jedoch plausibler und damit für das Untersuchungsgebiet repräsentativer.

Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit der synthetischen Windrose, bezogen auf 10 m Höhe, liegt bei etwa 1,0 m/s und somit auf dem niedrigen Niveau, das seinerzeit auch an der Messstelle der LUBW registriert wurde.





**Abb. 6: Gewählte Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für die Immissionsberechnungen; Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistik**

### 6.4.2 Hintergrundbelastung

Die Berechnungen mit MISKAM liefern als Ergebnis die durch die Straßenemissionen verursachten Immissionszusatzbelastungen. Die Immissionsgesamtbelastung an einem Ort ergibt sich durch Überlagerung der berechneten Zusatzbelastung mit der Hintergrundbelastung, die durch Gewerbe, Hausbrand und Industrie sowie die Kfz-Immissionen außerhalb des Untersuchungsgebietes bestimmt wird.

In dem Bericht „Luftreinhalte- und Aktionspläne für Baden-Württemberg, Grundlagenband 2009“ der LUBW (12) wird für Schramberg für die NO<sub>2</sub>-Hintergrundbelastung von NO<sub>2</sub> für das Jahresmittel ein Wert von 20 µg/m<sup>3</sup> angegeben. Dieser Wert wird für den Nullfall 2010 mit Bezugsjahr 2010 zu Grunde gelegt. Unter Berücksichtigung eines Rückgangs der Hintergrundbelastung bis zum hier relevanten Jahr 2013 werden die Hintergrundbelastungswerte in Anlehnung an die in der MLuS 2002 (13) gegebenen gebietstypischen Reduktionsfaktoren für Hintergrundbelastungswerte abgemindert. Danach ist für das Jahr 2013 von einer Reduzierung des Hintergrundniveaus für NO<sub>2</sub> auf 19,4 µg/m<sup>3</sup> auszugehen. Hierbei handelt es sich eher um eine konservativ abgeschätzte Reduktion.

### 6.4.3 Bestimmung der Gesamtbelastung

Mit den charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung wird durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die statistische Kenngröße (Jahresmittelwert für  $\text{NO}_2$ ) der Gesamtbelastung zum Vergleich mit dem Grenzwert berechnet. Die Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten erfolgt durch Addition der Jahresmittelwerte.

Da mit den derzeit verfügbaren mikroskaligen Modellen, so auch mit MISKAM, nur die Ausbreitung inerte Schadstoffe simuliert werden kann, andererseits jedoch die Konzentrationen des reaktiven Schadstoffs  $\text{NO}_2$  bestimmt und beurteilt werden muss, muss bei der Berechnung der statistischen Kenngrößen für  $\text{NO}_2$  die  $\text{NO-NO}_2$ -Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von  $\text{NO}_x$  nach  $\text{NO}_2$  ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur, usw., abhängig. Bisher gibt es noch kein hinreichend validiertes Chemiemodell, mit dem die sehr schnelle Umwandlung auf kleinem Raum in bebauten Gebieten hinreichend genau beschrieben werden könnte. Stand der Technik ist es derzeit, die Umwandlung mittels des empirischen Modells von Romberg (14) das den  $\text{NO-NO}_2$ -Umwandlungsgrad als Funktion der  $\text{NO}_x$ -Gesamtmission beschreibt, zu bestimmen. Diese empirische Beziehung wurde aus Messdaten Mitte der 90er Jahre abgeleitet. Es ist mittlerweile bekannt, dass sich emissionsseitig das  $\text{NO-NO}_2$ -Verhältnis verändert hat und vermutlich im Zuge weiterer Verbesserungen bei der Abgastechik weiter verändern wird. Ein Indiz dafür ist unter anderem, dass in den letzten Jahren Messungen an verkehrsreichen Straßen einen Rückgang bei den  $\text{NO}_x$ -Immissionen, nicht aber bei den  $\text{NO}_2$ -Immissionen gezeigt haben. Diese Verschiebung zu einer höheren  $\text{NO}_2$ -Emission wird auch Auswirkungen auf die Umwandlung von  $\text{NO}_x$  zu  $\text{NO}_2$  haben. Wie sich die Umwandlung zukünftig ändern wird, ist allerdings zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorherzusagen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Romberg-Ansatz die Immissionskonzentrationen für Werte im Bereich des Grenzwertes noch befriedigend genau wiedergibt. Bei deutlich höheren Konzentrationen werden mit dem Romberg-Ansatz gegenüber Ansätzen mit Berücksichtigung einfacher Chemie niedrigere  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen berechnet. Für die vorliegende Untersuchung wird für die Umwandlung der empirische Modellansatz nach Düring (15) herangezogen, der den  $\text{NO-NO}_2$ -Umwandlungsgrad als Funktion der  $\text{NO}_x$ -Gesamtmission und der  $\text{O}_3$ -Hintergrundkonzentration beschreibt.

## 7 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen

### 7.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionskonzentrationen von NO<sub>2</sub> werden die Grenzwerte der EU-Richtlinie 2008/50/EG herangezogen, die mit der 39. BImSchV (10) in deutsches Recht umgesetzt wurde und seit 06.08.2010 in Kraft ist. Die Grenzwerte sind in Tab. 5 zusammengestellt. Wie dieser Tabelle zu entnehmen ist, müssen die Grenzwerte für NO<sub>2</sub> seit Beginn des Jahres 2010 eingehalten werden.

**Tab. 5: Lufthygienische Grenzwerte der EU-Richtlinie (39. BImSchV) für den verkehrsrelevanten Luftschadstoff NO<sub>2</sub>**

| Luft-schadstoff | Immissions-wert       | Statistische Definition   | Zeitpunkt, ab wann der Grenzwert eingehalten werden muss |
|-----------------|-----------------------|---|--|
| NO <sub>2</sub> | 40 µg/m <sup>3</sup>  | Jahresmittelwert (Kalenderjahr)   | gültig seit 01.01.2010                                   |
|                 | 200 µg/m <sup>3</sup> | 1 Stunde; 200 µg/m <sup>3</sup> dürfen bis zu 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden |  |

### 7.2 Immissionskonzentrationen im Untersuchungsgebiet für alle untersuchten Szenarien

Die flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für NO<sub>2</sub> für das Untersuchungsgebiet Schramberg sind für alle fünf untersuchten Szenarien in den Abb. 7 bis Abb. 11 farblich dargestellt. Die Farbskala ist so gewählt, dass Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für den Jahresmittelwert dunkelrot erscheinen. Die Bezugshöhen in den Abbildungen entsprechen mit 1,5 m über Grund etwa der Atemzone nach 39. BImSchV.

#### 7.2.1 Nullfall 2010

Der Nullfall 2010 beschreibt emissionsseitig den Fahrzeugbestand und die Fahrleistung des Jahres 2010 gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg aus dem Jahr 2010 (2).

Abb. 7 zeigt entlang

- des von Süd nach Nord verlaufenden Straßenzugs Schillerstraße / Oberndorferstraße deutliche Überschreitungen des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> über die gesamte Strecke. Im Gebäudenahenbereich treten hauptsächlich an der Schillerstraße 20; 22 bis 24 sowie

an der Hausnummer 26, Grenzwertüberschreitungen mit Werten von bis zu  $46,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf. Im Bereich der Oberndorferstraße sind die Grenzwertüberschreitungen im gebäudenahen Bereich deutlich häufiger und überschreiten nördlich der Hausnummer 7 im gesamten Verlauf bis zur Einmündung Schloßstraße auf beiden Straßenseiten den Grenzwert (Hausnummer 14;15; 18-23; 26;27;29; 31-34; 36-39; 41): Im Maximum werden Werte bis zu  $58,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hausnummer 21) erreicht.

- des von West nach Ost verlaufenden Straßenzugs Schloßstraße – Oberndorferstraße deutliche Überschreitungen des Grenzwertes im gebäudenahen Bereich auf der südlichen Straßenseite mit Werten von bis zu  $53,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der zur Schloßstraße zugewandten Gebäudefassade der Gebäude Am Schlöble 1 und 2. An dem Gebäude Paradiesgasse 17 werden Werte von ca.  $43,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht, punktuell im Bereich der Oberndorferstraße 51 ca.  $46,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- der nach Nord verlaufenden Bahnhofstraße mit Werten von maximal  $38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 5, keine Grenzwertüberschreitungen.
- des nördlichen Abschnitts der Hauptstraße bis zum Abzweig Am Brestenberg mit Werten von ca.  $35,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf der Höhe der Hauptstraße Nr. 7 keine Grenzwertüberschreitungen im Nahbereich der Gebäude.
- des Abschnitts Am Brestenberg keine Grenzwertüberschreitungen im Gebäudenahbereich. Lediglich in dessen Verlängerung entlang der Sänglerstraße treten an den Hausnummern 14 bis 24 mit Werten bis zu  $42,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Grenzwertüberschreitungen auf. Allerdings scheinen die in diesem Bereich zugrunde gelegten Verkehrszahlen sehr konservativ angesetzt zu sein, da diese Straße in einer Fußgängerzone endet und somit so gut wie kein Durchgangsverkehr zu erwarten ist.
- der Geißhaldenstraße mit Werten im gebäudenahen Bereich von max.  $38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich von Hausnummer 1 keine Grenzwertüberschreitungen.
- des Bereichs um den südlichen Tunnelausgang massive Grenzwertüberschreitungen aufgrund der hier ausströmenden Tunnelluft. Diese wird jedoch relativ zügig verdünnt, so dass an den nächstgelegenen Gebäuden mit Werten von  $32,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine Grenzwertüberschreitungen mehr zu erwarten sind.
- der Weihergasse im gesamten Straßenbereich keine Grenzwertüberschreitungen; der höchste Wert im Gebäudenahbereich erreicht ca.  $33,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Höhe der Hausnummer 11.

## 7.2.2 Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, ohne Ausnahme“

Bei dem Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV red\_oA“ wird emissionsseitig die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2013 gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg aus dem Jahr 2010 (2) berücksichtigt.

Abb. 8 zeigt entlang

- des von Süd nach Nord verlaufenden Straßenzugs Schillerstraße / Oberndorferstraße Überschreitungen des Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über die gesamte Strecke im Straßenkernbereich. Im Gebäudenahbereich treten an der Schillerstraße 20; 22 bis 24 sowie an der Hausnummer 26 keine Grenzwertüberschreitungen auf. Die hier maximal erreichten Immissionswerte liegen bei  $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Bereich der Oberndorferstraße treten Grenzwertüberschreitungen im gebäudenahen Bereich auf. Im gesamten Verlauf bis zur Einmündung Schloßstraße wird nur an den Gebäuden mit der Hausnummer 21; 22 und 23 der Grenzwert knapp überschritten. Der höchste Wert wird mit  $44,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nach wie vor im Nahbereich der Hausnummer 21 erreicht.
- des von West nach Ost verlaufenden Straßenzugs Schloßstraße – Oberndorferstraße im gebäudenahen Bereich keine Grenzwertüberschreitungen. Auf der südlichen Straßenseite werden Werte von bis zu  $38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der der Schloßstraße zugewandten Gebäudefassade der Gebäude Am Schlöble 1 und 2 erreicht. An dem Gebäude Paradiesgasse 17 werden Werte von ca.  $33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht, sowie Werte von punktuell ca.  $34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der Oberndorferstraße 51.
- der nach Nord verlaufenden Bahnhofstraße mit Werten von bis zu  $32,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich (Hausnummer 5) keine Grenzwertüberschreitungen.
- des nördlichen Abschnitts der Hauptstraße bis zum Abzweig Am Brestenberg mit Werten von max.  $30,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf der Höhe der Hauptstraße Nr. 7 keine Grenzwertüberschreitungen im Nahbereich der Gebäude auf.
- des Abschnitts Am Brestenberg keine Grenzwertüberschreitungen im Gebäudenahbereich. Auch in dessen Verlängerung entlang der Sängerstraße werden entlang der Hausnummern 14 bis 24 punktuell nur  $35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht.
- der Geißhaldenstraße keine Grenzwertüberschreitungen. Im gebäudenahen Bereich wird mit max.  $32,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Hausnummer 1) der Grenzwert deutlich unterschritten.
- des Bereichs um den südlichen Tunnelausgang massive Grenzwertüberschreitungen. An den nächstgelegenen Gebäuden treten mit Werten von  $27,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine Grenzwertüberschreitungen mehr auf.

- der Weihergasse keine Grenzwertüberschreitungen. Der höchste Wert im Gebäudenahbereich erreicht ca.  $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Höhe der Hausnummer 11.

### 7.2.3 Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, mit Ausnahme“

Bei dem Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV red\_mA“ wird emissionsseitig die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2013 gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg aus dem Jahr 2010 (2) berücksichtigt.

Abb. 9 zeigt entlang

- des von Süd nach Nord verlaufenden Straßenzugs Schillerstraße / Oberndorferstraße Überschreitungen des Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über die gesamte Strecke. Im gebäudenahen Bereich treten an der Schillerstraße 20; 22 bis 24 sowie an der Hausnummer 26 keine Grenzwertüberschreitungen auf. Die hier maximal erreichten Immissionswerte liegen mit  $39,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nur knapp unterhalb des Grenzwertes. Im Bereich der Oberndorferstraße treten Grenzwertüberschreitungen im gebäudenahen Bereich auf. Im gesamten Verlauf bis zur Einmündung Schloßstraße wird an den Gebäuden mit der Hausnummer 21; 22; 23 und 27 der Grenzwert überschritten. Der höchste Wert wird mit  $47,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Nahbereich der Hausnummer 21 erreicht.
- des von West nach Ost verlaufenden Straßenzugs Schloßstraße / Oberndorferstraße im gebäudenahen Bereich knappe Grenzwertüberschreitungen. Entlang der südlichen Straßenseite werden Werte von bis zu  $40,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der der Schloßstraße zugewandten Gebäudefassade der Gebäude Am Schlößle 1 und 2 erreicht. An dem Gebäude Paradiesgasse 17 werden nur ca.  $34,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht, entlang der Oberndorferstraße 51 wird mit ca.  $35,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der Grenzwert ebenfalls unterschritten.
- der nach Nord verlaufenden Bahnhofstraße mit Werten von bis zu  $33,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 5 keine Grenzwertüberschreitungen.
- des nördlichen Abschnitts der Hauptstraße bis zum Abzweig Am Brestenberg mit Werten von ca.  $31,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf der Höhe der Hauptstraße Nr. 7 keine Grenzwertüberschreitungen im Nahbereich der Gebäude.
- des Abschnitts Am Brestenberg keine Grenzwertüberschreitungen im Gebäudenahbereich. Auch in dessen Verlängerung entlang der Sängerstraße werden entlang der Hausnummern 14 bis 24 punktuell nur  $36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht.
- der Geißhaldenstraße keine Grenzwertüberschreitungen. Mit Werten von max.  $34,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 1 wird der Grenzwert ebenfalls

deutlich unterschritten.

- des Bereichs um den südlichen Tunnelausgang massive Grenzwertüberschreitungen. An den nächstgelegenen Gebäuden treten mit Werten von  $28,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine Grenzwertüberschreitungen auf.
- der Weihergasse, dass im gesamten Straßenbereich der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten wird. Der höchste Wert im Gebäudenahbereich erreicht ca.  $29,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Höhe der Hausnummer 11.

#### 7.2.4 Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, ohne Ausnahme“

Der Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV kon\_oA“ beschreibt emissionsseitig den Fahrzeugbestand aus 2013 und die Fahrleistung des Jahres 2010 gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg aus dem Jahr 2010 (2).

Abb. 10 zeigt entlang

- des von Süd nach Nord verlaufenden Straßenzugs Schillerstraße / Oberndorferstraße Überschreitungen des Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über die gesamte Strecke. Im Gebäudenahbereich treten an der Schillerstraße 20; 22 bis 24 sowie an der Hausnummer 26 Grenzwertüberschreitungen auf. Die hier maximal erreichten Immissionswerte liegen bei  $40,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und somit knapp über dem Grenzwert. Im Bereich der Oberndorferstraße treten ebenfalls Grenzwertüberschreitungen im gebäudenahen Bereich auf. Im gesamten Verlauf bis zur Einmündung Schloßstraße wird an den Gebäuden mit der Hausnummer 19; 20; 21; 22; 23 und 29 der Grenzwert überschritten. Der höchste Wert wird mit  $50,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nach wie vor im Nahbereich der Hausnummer 21 erreicht.
- des von West nach Ost verlaufenden Straßenzugs Schloßstraße / Oberndorferstraße im gebäudenahen Bereich Grenzwertüberschreitungen. Auf der südlichen Straßenseite werden Werte von bis zu  $42,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der der Schloßstraße zugewandten Gebäudefassade der Gebäude Am Schlöble 1 und 2 erreicht. An dem Gebäude Paradiesgasse 17 wird der Grenzwert mit Werten von ca.  $36,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unterschritten. Sowie Werte von punktuell ca.  $36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der Oberndorferstraße 51.
- der nach Nord verlaufenden Bahnhofstraße mit Werten von bis zu  $34,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 5 keine Grenzwertüberschreitungen.
- des nördlichen Abschnitts der Hauptstraße bis zum Abzweig Am Brestenberg mit Werten von ca.  $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf der Höhe der Hauptstraße Nr. 7 keine

Grenzwertüberschreitungen im Nahbereich der Gebäude.

- des Abschnitts Am Brestenberg keine Grenzwertüberschreitungen im Gebäudenahbereich, auch in dessen Verlängerung entlang der Sänglerstraße werden entlang der Hausnummern 14 bis 24 punktuell nur  $37,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht.
- der Geißhaldenstraße keine Grenzwertüberschreitungen auf. Mit Werten von max.  $34,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 1 wird der Grenzwert deutlich unterschritten.
- des Bereichs um den südlichen Tunnelausgang massive Grenzwertüberschreitungen. An den nächstgelegenen Gebäuden treten mit Werten von  $29,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  keine Grenzwertüberschreitungen mehr auf.
- der Weihergasse, dass im gesamten Straßenbereich der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten wird. Der höchste Wert im Gebäudenahbereich erreicht ca.  $29,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Höhe der Hausnummer 11.

### 7.2.5 Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, mit Ausnahme“

Der Maßnahmenfall „2013 grüne UZ, DTV kon\_M A“ beschreibt emissionsseitig den Fahrzeugbestand aus 2013 und die Fahrleistung des Jahres 2010 gemäß der Verkehrsuntersuchung für Schramberg aus dem Jahr 2010 (2).

Abb. 11 zeigt entlang

- des von Süd nach Nord verlaufenden Straßenzugs Schillerstraße / Oberndorferstraße Überschreitungen des Grenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  über die gesamte Strecke. Im Gebäudenahbereich treten an der Schillerstraße 20; 22 bis 24 sowie an der Hausnummer 26 Grenzwertüberschreitungen auf. Die hier maximal erreichten Immissionswerte liegen bei  $42,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Bereich der Oberndorferstraße treten Grenzwertüberschreitungen im gebäudenahen Bereich auf. Im gesamten Verlauf bis zur Einmündung Schloßstraße wird an den Gebäuden mit der Hausnummer 15; 18-23; 27; 29 und 31 der Grenzwert überschritten. Der höchste Wert wird mit  $52,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Nahbereich der Hausnummer 21 erreicht.
- des von West nach Ost verlaufenden Straßenzugs Schloßstraße / Oberndorferstraße Überschreitungen des Grenzwertes im gebäudenahen Bereich. Entlang der südlichen Straßenseite werden Werte von bis zu  $44,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der zur Schloßstraße zugewandten Gebäudefassade der Gebäude Am Schloßle 1 und 2 erreicht. An dem Gebäude Paradiesgasse 17 wird mit ca.  $37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sowie mit Werten von ca.

38,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Bereich der Oberndorferstraße 51 der Grenzwert unterschritten.

- der nach Nord verlaufenden Bahnhofstraße mit Werten von bis zu 35,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im gebäudenahen Bereich von Hausnummer 5 keine Grenzwertüberschreitungen.
- des nördlichen Abschnitts der Hauptstraße bis zum Abzweig Am Brestenberg mit Werten von ca. 32,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  auf der Höhe der Hauptstraße Nr. 7 keine Grenzwertüberschreitungen im Nahbereich der Gebäude.
- des Abschnitts Am Brestenberg keine Grenzwertüberschreitungen im Gebäudenahbereich. Auch in dessen Verlängerung entlang der Sänglerstraße werden an den Hausnummern 14 bis 24 punktuell nur 38,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht.
- der Geißhaldenstraße keine Grenzwertüberschreitungen auf. Mit Werten von max. 35,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Gebäudenahbereich (Hausnummer 1) wird der Grenzwert unterschritten.
- des Bereichs um den südlichen Tunnelausgang massive Grenzwertüberschreitungen. An den nächstgelegenen Gebäuden treten mit Werten von 29,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  keine Grenzwertüberschreitungen mehr auf.
- der Weihergasse, dass im gesamten Straßenbereich der Grenzwert von 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten wird. Der höchste Wert im Gebäudenahbereich erreicht ca. 30,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in Höhe der Hausnummer 11.

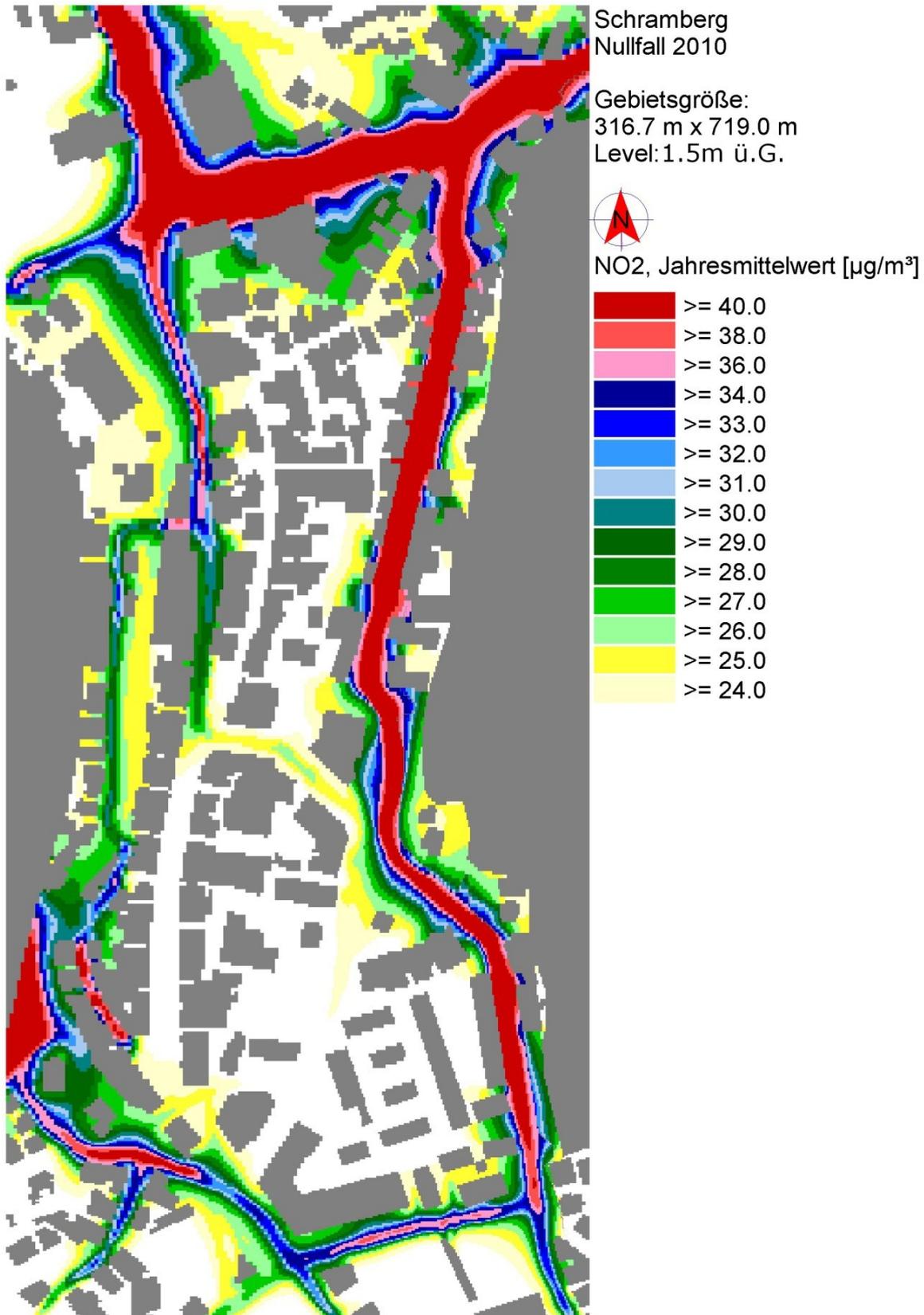


Abb. 7: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Nullfall 2010

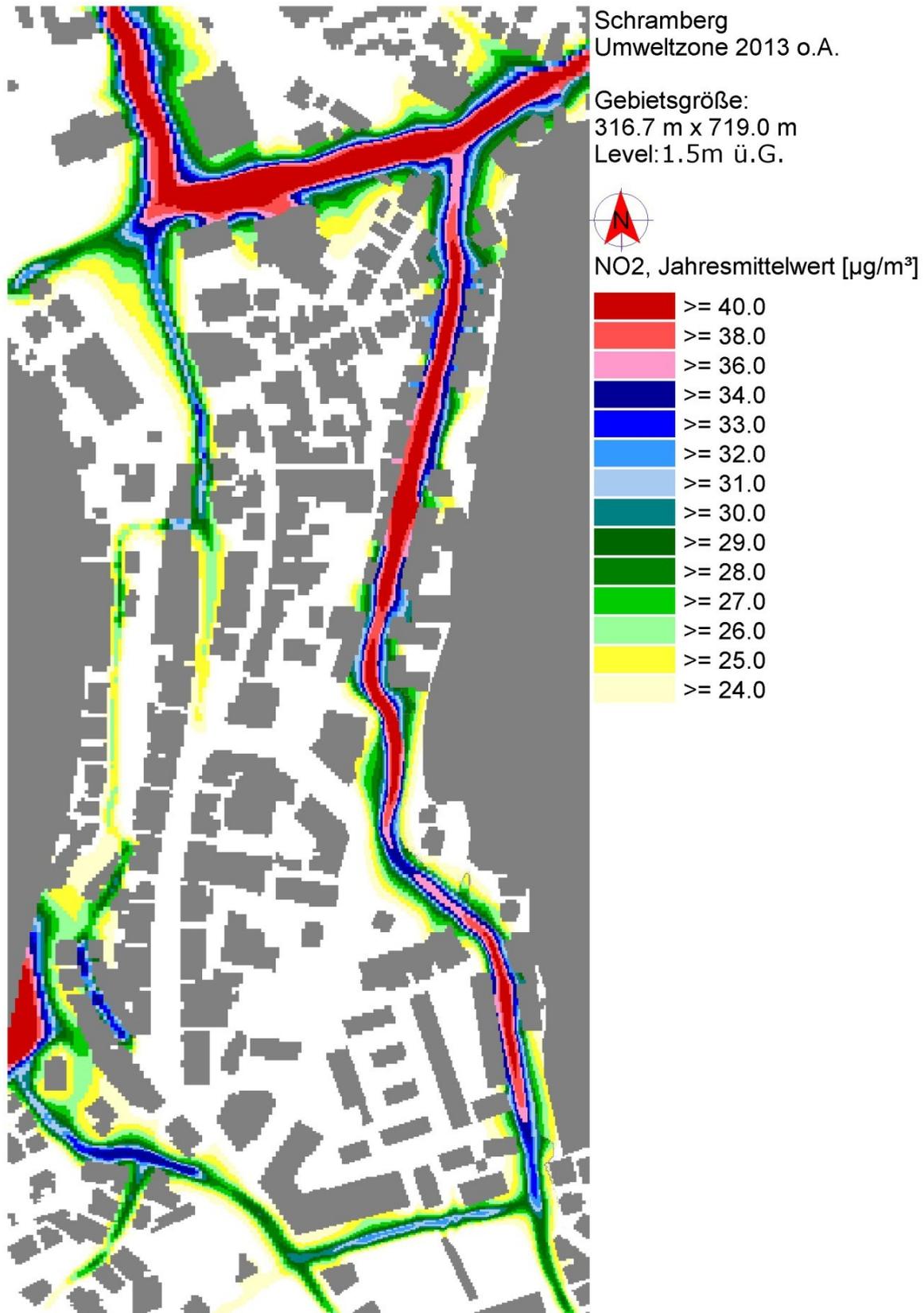


Abb. 8: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, ohne Ausnahme“

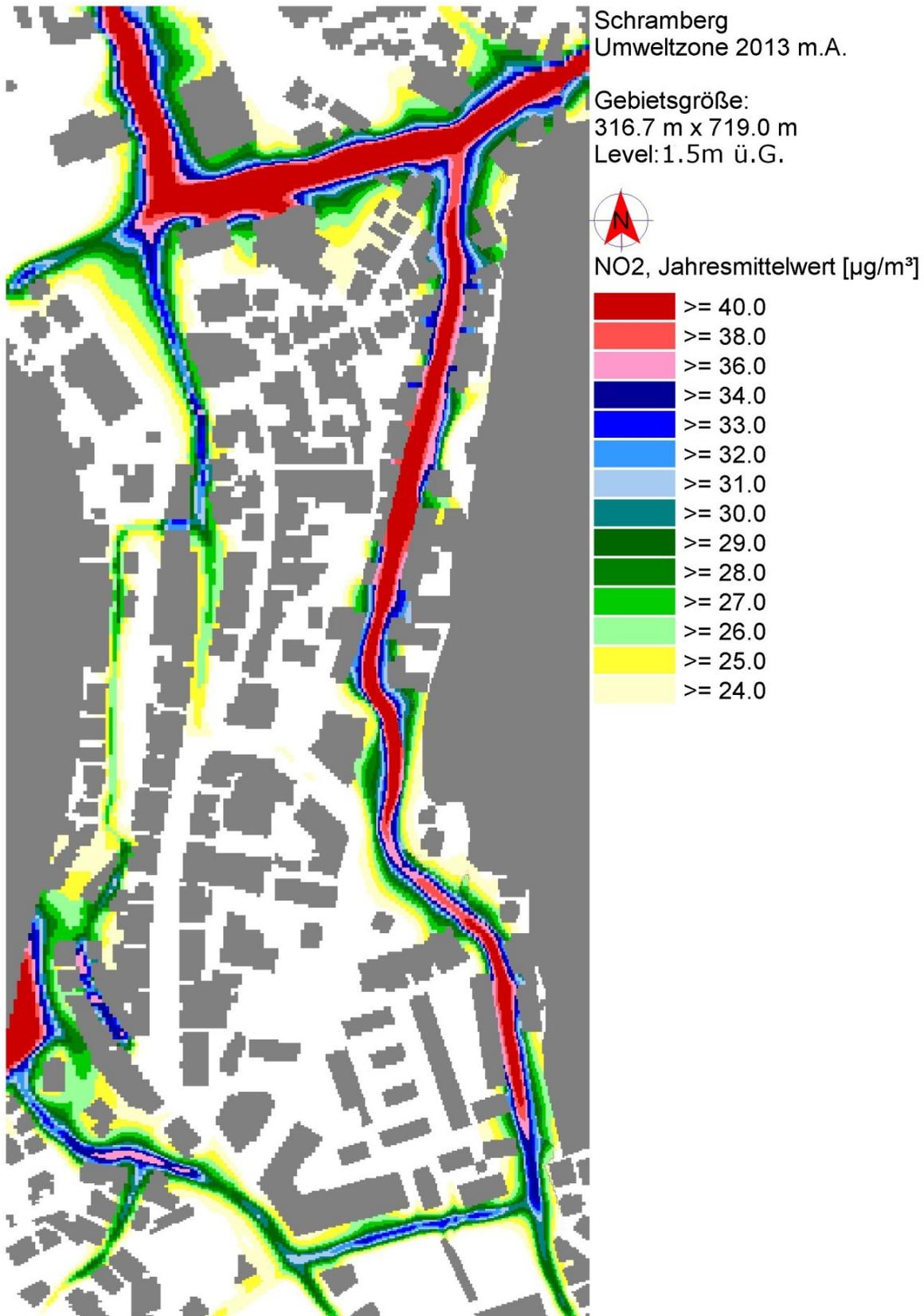


Abb. 9: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV reduziert, mit Ausnahme“

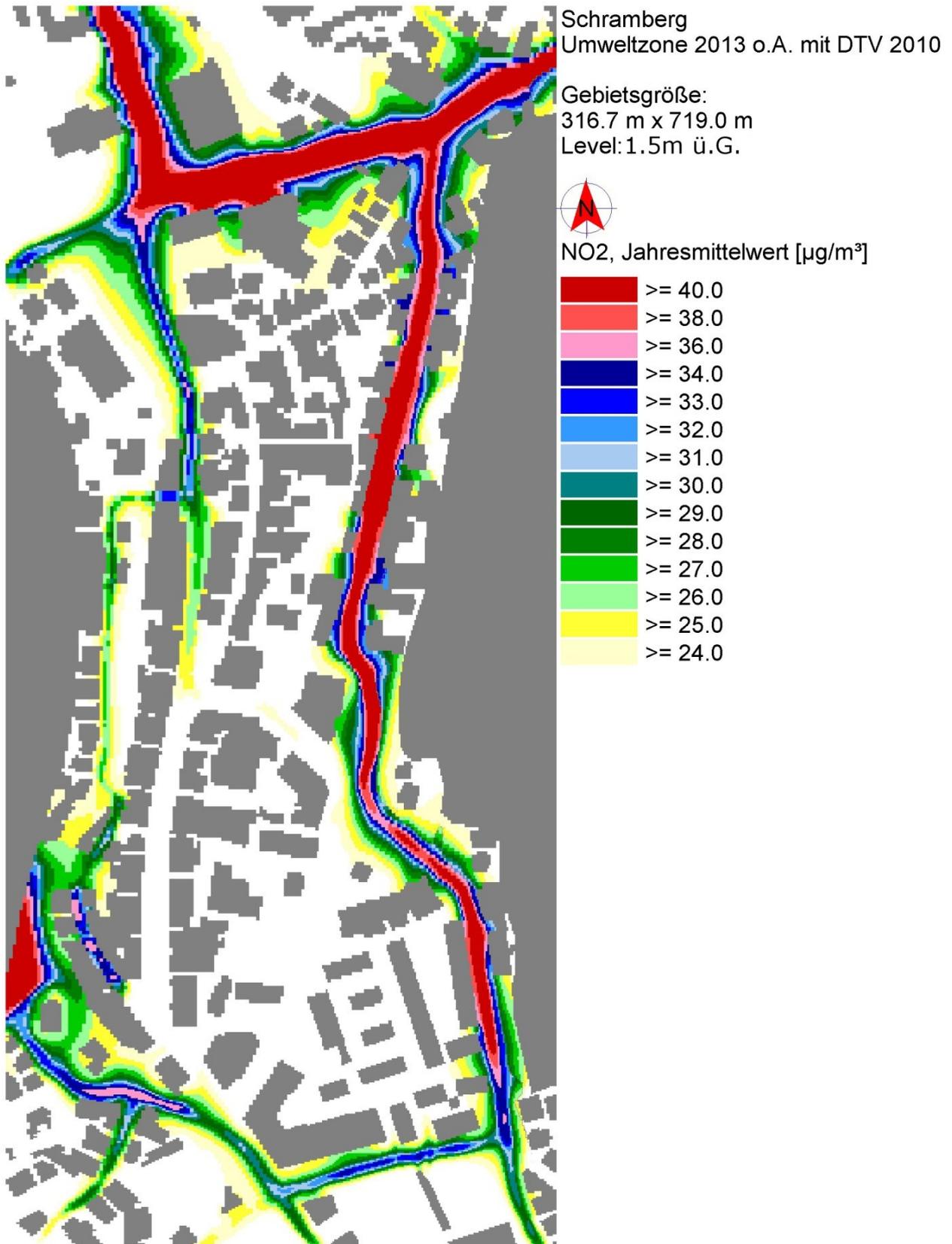


Abb. 10: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, ohne Ausnahme“

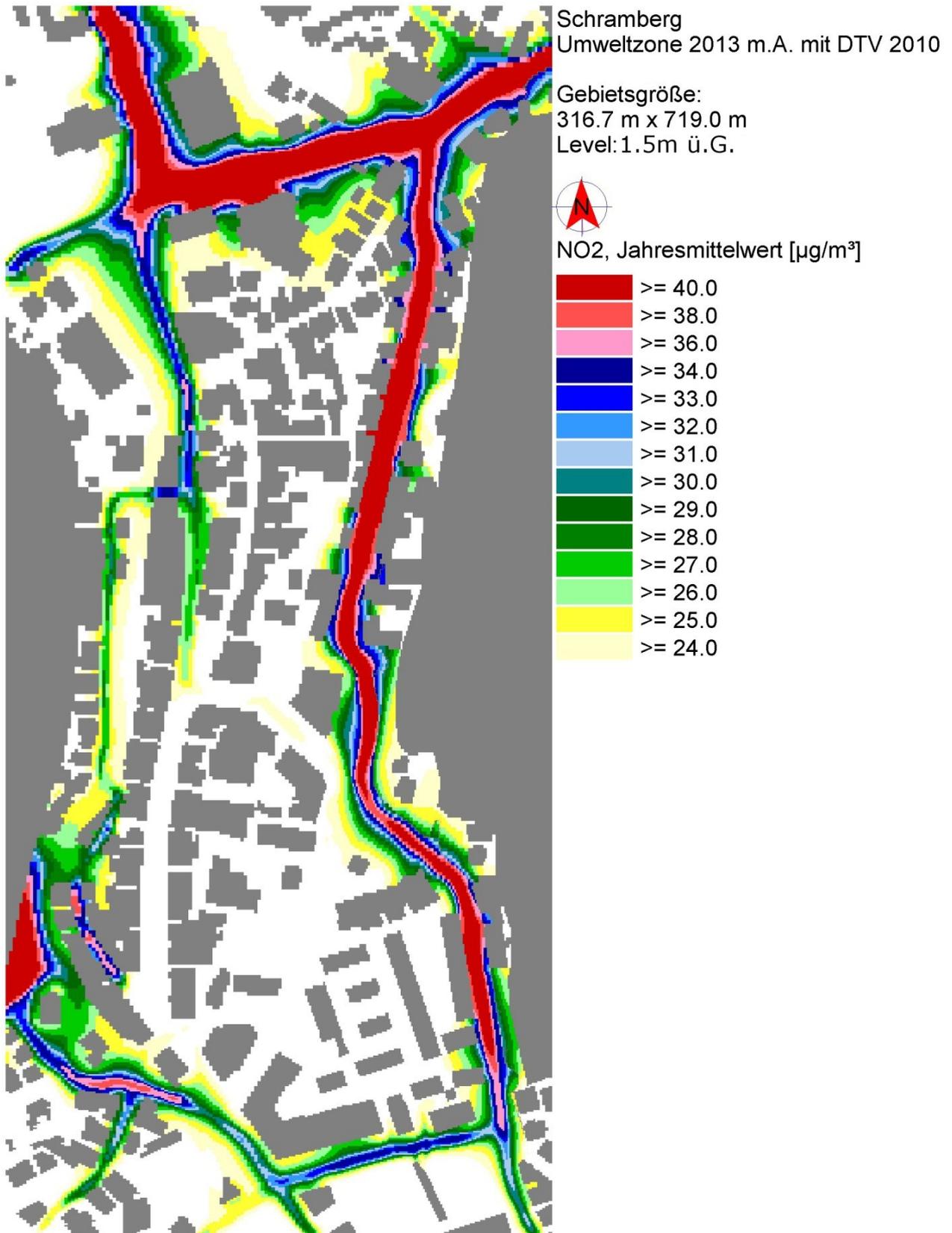


Abb. 11: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall „2013 grüne Umweltzone, DTV konstant, mit Ausnahme“

### 7.3 Vergleich der immissionsseitigen Maßnahmenwirkung

In Tab. 6 sind die Immissionskonzentrationen für die am höchsten belasteten Bereiche im Untersuchungsgebiet für alle Szenarien zusammengestellt.

**Tab. 6: Berechnete Immissionskonzentrationen von NO<sub>2</sub> der 5 Szenarien für die am höchsten belasteten Bereiche im Untersuchungsgebiet Schramberg**

|  | Nullfall<br>2010     | 2013 grüne<br>UZ, DTV<br>red_oA | 2013 grüne<br>UZ, DTV<br>red_mA | 2013 grüne<br>UZ, DTV<br>kon_oA | 2013 grüne<br>UZ, DTV<br>kon_mA |
|--|----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Abschnitt  | [µg/m <sup>3</sup> ] | [µg/m <sup>3</sup> ]            | [µg/m <sup>3</sup> ]            | [µg/m <sup>3</sup> ]            | [µg/m <sup>3</sup> ]            |
| Schillerstraße<br>20; 22-24; 26 GNB <sup>1</sup>                       | 46,1                 | 37,6                            | 39,3                            | 40,7                            | 42,3                            |
| Oberndorferstraße 21 GNB <sup>1</sup>                                  | 58,5                 | 44,9                            | 47,5                            | 50,3                            | 52,8                            |
| Schloßstraße/Oberndorferstraße<br>Am Schlößle 1 und 2 GNB <sup>1</sup> | 53,9                 | 38,5                            | 40,2                            | 42,6                            | 44,4                            |
| Schloßstraße/Oberndorferstraße<br>Paradiesgasse 17 GNB <sup>1</sup>    | 43,9                 | 33,4                            | 34,8                            | 36,4                            | 37,6                            |
| Oberndorferstraße 51 GNB <sup>1</sup>                                  | 46,2                 | 34,3                            | 35,7                            | 36,9                            | 38,1                            |
| Bahnhofstraße 5 GNB <sup>2</sup>                                       | 38,6                 | 32,5                            | 33,8                            | 34,7                            | 35,8                            |
| Hauptstraße 7 GNB <sup>1</sup>   | 35,7                 | 30,2                            | 31,3                            | 31,7                            | 32,6                            |
| Sängerstraße 14-24 GNB <sup>1</sup>                                    | 42,9                 | 35,4                            | 36,9                            | 37,4                            | 38,7                            |
| Geißhaldenstraße 1 GNB <sup>1</sup>                                    | 38,5                 | 32,7                            | 34,0                            | 34,5                            | 35,6                            |
| Nächstes Gebäude am<br>Südlichen Tunnelausgang GNB <sup>1</sup>        | 32,1                 | 27,9                            | 28,8                            | 29,1                            | 29,9                            |
| Weihergasse 11 GNB <sup>1</sup>  | 33,0                 | 28,5                            | 29,4                            | 29,8                            | 30,6                            |

<sup>1</sup>GNB Gebäudenahbereich

Die oben stehende Tabelle zeigt in Ergänzung zu den Abbildungen, dass die Emissionsänderung infolge der Entwicklung des Fahrzeugbestandes von dem Nullfall 2010 zu den Maßnahmenfällen 2013 bereits eine Minderung der Gesamtimmisionsbelastung gegenüber der heutigen Situation bringt.

Die erweiterte Umweltzone 2013 würde, wie der Tab. 6 zu entnehmen ist, in einigen Bereichen zur Entschärfung der Immissionsituation führen. Allerdings wird die Umweltzone in dem Straßenabschnitten Schillerstraße / Oberndorferstraße und Schloßstraße / Oberndorferstraße nicht dazu führen, dass der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Gebäudenahbereich überall unterschritten werden kann.

Die Betrachtung der Umweltzonen mit und ohne Ausnahme bringt immissionsseitig in den in Tab. 6 angegebenen Bereichen Unterschiede von bis zu 5%.

Im Falle „Umweltzone, DTV konstant“ fällt die Immissionsminderung verständlicherweise deutlich geringer aus, da die höheren Verkehrszahlen aus dem Jahr 2010 zugrunde gelegt sind.

## 8 Literaturverzeichnis

1. **IB Rau.** *Bestimmung der Emissions- und Immissionsseitigen Auswirkungen mehrerer Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Schramberg im Auftrag des RP Freiburg.* Heilbronn : s.n., 12. März 2011.
2. **MODUS CONSULT GmbH.** *Verkehrsuntersuchung zu den Auswirkungen von Maßnahmen auf den Straßenverkehr in Schramberg im Auftrag des RP Freiburg.* Ulm : s.n., 2010.
3. **AVISO GmbH.** *Erstellung eines zukunftsfähigen Emissionskatasters Straßenverkehr für Baden-Württemberg im Auftrag der LUBW.* Aachen : s.n., 2009.
4. **Lutz, M.** *NO<sub>2</sub>-Belastung in deutschen Kommunen: Situation, Maßnahmen, Fortschritte, Probleme am Beispiel Berlin.* [Vortrag auf der Tagung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg: Herausforderung NO<sub>2</sub>-Immissionen, Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen]. Heidelberg : s.n., 3./4.. März 2010.
5. **AVISO GmbH.** *Untersuchung für fünf Städte in Baden-Württemberg zu Wirkungen verkehrlicher Maßnahmen.* 2010. im Auftrag des RP Stuttgart, in Vorbereitung.
6. **HBEFA 3.1.** *Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA).* [Datenbank]. Januar 2010.
7. **Hausberger, S., et al.** *Emission factors from the model PHEM for the HBEFA Version 3, TU Graz Institute for internal combustion engines and thermodynamics.* Graz : s.n., Dezember 2009.
8. **Eichhorn.** *Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen, mikroskaligen Stadtklimamodells.* Diss. Meteorol. Inst. Univ. Mainz. Mainz : s.n., 1989.
9. **VDI-Richtlinie 3783, Blatt 9.** *Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmungen (Entwurfassung).* 31. 12 2003.
10. **39. BImSchV, 2010.** *Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065).* 02. August 2010.
11. **LUBW, [Hrsg.].** *Leitfaden: Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten.* 2011.
12. —. *Luftreinhalte- /Aktionspläne für Baden-Württemberg, Grundlagenband.* 2009.

13. **MLUS.** Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln : s.n., 2002. geänderte Fassung 2005.
14. **Romberg.** NO-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, pp.215-218. 1996.
15. **Düring.** Tendenzen der NO<sub>2</sub>-Belastung im Land Brandenburg von 1997 bis 2010. Immissionsschutz 3-10. 2010.

## **Anhang A**

### **Ergebnisse der Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs für die einzelnen Streckenabschnitte**

**Jahresmittlere durchschnittliche Verkehrsstärken (DTV)** für die Streckenabschnitte im Untersuchungsgebiet Schramberg, Analysefall 2010 (Nullfall) und Maßnahmenfälle für die verschiedenen Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert nach Fahrzeugarten (die ID-Zuordnung zu den Streckenabschnitten ist im Anschluss an die Tabellen in einem Bild dargestellt).

| ID-Nummer | Richtung | DTV in Kfz/24h      |  |   |   |  |
|-----------|----------|---------------------|--|---|---|--|
|           |          | 2010 Nullfall (10N) | 2013 grüne UZ DTV reduziert ohne Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV reduziert mit Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV konstant ohne Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV konstant mit Ausnahmen |
| 1         | 1        | 3.875               | 3.482                                      | 3.561                                     | 3.875                                     | 3.875                                    |
| 2         | 1        | 8.940               | 8.027                                      | 8.209                                     | 8.940                                     | 8.940                                    |
| 3         | 1        | 8.915               | 7.971                                      | 8.160                                     | 8.915                                     | 8.915                                    |
| 3         | 2        | 8.915               | 7.971                                      | 8.160                                     | 8.915                                     | 8.915                                    |
| 4         | 1        | 5.438               | 4.885                                      | 4.995                                     | 5.438                                     | 5.438                                    |
| 5         | 1        | 3.871               | 3.476                                      | 3.555                                     | 3.871                                     | 3.871                                    |
| 6         | 1        | 6.820               | 6.121                                      | 6.262                                     | 6.820                                     | 6.820                                    |
| 7         | 1        | 3.861               | 3.442                                      | 3.526                                     | 3.861                                     | 3.861                                    |
| 7         | 2        | 3.861               | 3.442                                      | 3.526                                     | 3.861                                     | 3.861                                    |
| 8         | 1        | 1.979               | 1.778                                      | 1.818                                     | 1.979                                     | 1.979                                    |
| 8         | 2        | 1.978               | 1.777                                      | 1.817                                     | 1.978                                     | 1.978                                    |
| 9         | 1        | 7.393               | 6.607                                      | 6.765                                     | 7.393                                     | 7.393                                    |
| 9         | 2        | 7.392               | 6.606                                      | 6.764                                     | 7.392                                     | 7.392                                    |
| 10        | 1        | 4.855               | 4.329                                      | 4.434                                     | 4.855                                     | 4.855                                    |
| 10        | 2        | 4.854               | 4.327                                      | 4.433                                     | 4.854                                     | 4.854                                    |
| 11        | 1        | 6.820               | 6.121                                      | 6.262                                     | 6.820                                     | 6.820                                    |
| 12        | 1        | 6.821               | 6.122                                      | 6.263                                     | 6.821                                     | 6.821                                    |
| 13        | 1        | 5.346               | 4.804                                      | 4.913                                     | 5.346                                     | 5.346                                    |
| 14        | 1        | 6.821               | 6.122                                      | 6.263                                     | 6.821                                     | 6.821                                    |
| 15        | 1        | 6.987               | 6.230                                      | 6.381                                     | 6.987                                     | 6.987                                    |
| 15        | 2        | 6.987               | 6.230                                      | 6.381                                     | 6.987                                     | 6.987                                    |
| 16        | 1        | 6.820               | 6.121                                      | 6.262                                     | 6.820                                     | 6.820                                    |
| 17        | 1        | 2.945               | 2.647                                      | 2.706                                     | 2.945                                     | 2.945                                    |
| 17        | 2        | 2.944               | 2.646                                      | 2.705                                     | 2.944                                     | 2.944                                    |
| 18        | 1        | 3.083               | 2.770                                      | 2.833                                     | 3.083                                     | 3.083                                    |
| 18        | 2        | 3.082               | 2.769                                      | 2.832                                     | 3.082                                     | 3.082                                    |
| 19        | 1        | 7.646               | 6.831                                      | 6.994                                     | 7.646                                     | 7.646                                    |
| 19        | 2        | 7.646               | 6.831                                      | 6.994                                     | 7.646                                     | 7.646                                    |
| 20        | 1        | 6.820               | 6.121                                      | 6.262                                     | 6.820                                     | 6.820                                    |
| 21        | 1        | 7.256               | 6.487                                      | 6.640                                     | 7.256                                     | 7.256                                    |
| 21        | 2        | 7.256               | 6.486                                      | 6.641                                     | 7.256                                     | 7.256                                    |
| 22        | 1        | 7.074               | 6.324                                      | 6.474                                     | 7.074                                     | 7.074                                    |
| 22        | 2        | 7.073               | 6.323                                      | 6.473                                     | 7.073                                     | 7.073                                    |
| 23        | 1        | 3.129               | 2.809                                      | 2.873                                     | 3.129                                     | 3.129                                    |
| 23        | 2        | 3.128               | 2.808                                      | 2.872                                     | 3.128                                     | 3.128                                    |
| 24        | 1        | 9.216               | 8.274                                      | 8.463                                     | 9.216                                     | 9.216                                    |
| 25        | 1        | 920                 | 827  | 846                                       | 920                                       | 920                                      |
| 26        | 1        | 1.840               | 1.654                                      | 1.691                                     | 1.840                                     | 1.840                                    |
| 27        | 1        | 3.221               | 2.896                                      | 2.962                                     | 3.221                                     | 3.221                                    |
| 28        | 1        | 2.577               | 2.318                                      | 2.369                                     | 2.577                                     | 2.577                                    |
| 29        | 1        | 184                 | 165  | 169                                       | 184                                       | 184                                      |
| 30        | 1        | 552                 | 496  | 508                                       | 552                                       | 552                                      |
| 31        | 1        | 368                 | 331  | 338                                       | 368                                       | 368                                      |
| 32        | 1        | 500                 | 448  | 459                                       | 500                                       | 500                                      |
| 32        | 2        | 500                 | 449  | 459                                       | 500                                       | 500                                      |
| 33        | 1        | 500                 | 448  | 459                                       | 500                                       | 500                                      |
| 33        | 2        | 500                 | 449  | 459                                       | 500                                       | 500                                      |

**NO<sub>x</sub>-Emissionen** für die Streckenabschnitte im Untersuchungsgebiet Schramberg, Analysefall 2010 (Nullfall) und Maßnahmenfälle für die verschiedenen Szenarien der grüne Umweltzone 2013, differenziert nach Fahrzeugarten (die ID-Zuordnung zu den Streckenabschnitten ist im Anschluss an die Tabellen in einem Bild dargestellt).

| ID-Nummer | Richtung | Länge [km] | NO <sub>x</sub> in [kg/(km*a)] |  |   |   |  |
|-----------|----------|------------|--------------------------------|--|---|---|--|
|           |          |            | 2010 Nullfall (10N)            | 2013 grüne UZ DTV reduziert ohne Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV reduziert mit Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV konstant ohne Ausnahmen | 2013 grüne UZ DTV konstant mit Ausnahmen |
| 1         | 1        | 0,26       | 612,8                          | 405,3                                      | 433,9                                     | 464,0                                     | 482,1                                    |
| 2         | 1        | 0,24       | 1.775,0                        | 1.131,8                                    | 1.213,5                                   | 1.385,9                                   | 1.434,0                                  |
| 3         | 1        | 0,15       | 4.197,8                        | 1.978,6                                    | 2.244,3                                   | 2.484,8                                   | 2.704,5                                  |
| 3         | 2        | 0,15       | 1.266,9                        | 746,4                                      | 816,4                                     | 1.008,9                                   | 1.039,8                                  |
| 4         | 1        | 0,26       | 916,7                          | 604,7                                      | 646,5                                     | 695,4                                     | 722,2                                    |
| 5         | 1        | 0,35       | 668,8                          | 440,3                                      | 471,5                                     | 507,7                                     | 527,2                                    |
| 6         | 1        | 0,09       | 1.234,4                        | 811,0                                      | 869,0                                     | 938,2                                     | 973,9                                    |
| 7         | 1        | 0,33       | 1.296,4                        | 835,4                                      | 898,8                                     | 997,1                                     | 1.032,3                                  |
| 7         | 2        | 0,33       | 1.293,4                        | 833,1                                      | 896,4                                     | 994,8                                     | 1.029,9                                  |
| 8         | 1        | 0,24       | 364,0                          | 240,0                                      | 257,0                                     | 276,8                                     | 287,3                                    |
| 8         | 2        | 0,24       | 361,5                          | 238,1                                      | 255,1                                     | 274,9                                     | 285,3                                    |
| 9         | 1        | 0,07       | 4.359,3                        | 2.063,9                                    | 2.339,3                                   | 2.476,2                                   | 2.717,6                                  |
| 9         | 2        | 0,07       | 650,9                          | 383,0                                      | 413,2                                     | 482,2                                     | 501,5                                    |
| 10        | 1        | 0,26       | 1.620,7                        | 1.044,4                                    | 1.122,9                                   | 1.246,4                                   | 1.290,5                                  |
| 10        | 2        | 0,26       | 1.617,2                        | 1.041,7                                    | 1.120,3                                   | 1.243,7                                   | 1.287,7                                  |
| 11        | 1        | 0,05       | 1.234,4                        | 811,0                                      | 869,0                                     | 938,2                                     | 973,9                                    |
| 12        | 1        | 0,05       | 1.234,5                        | 811,1                                      | 869,1                                     | 938,3                                     | 974,0                                    |
| 13        | 1        | 0,38       | 846,1                          | 559,4                                      | 598,2                                     | 640,7                                     | 665,6                                    |
| 14        | 1        | 0,04       | 1.234,5                        | 811,1                                      | 869,1                                     | 938,3                                     | 974,0                                    |
| 15        | 1        | 0,23       | 2.314,8                        | 1.491,8                                    | 1.603,5                                   | 1.780,1                                   | 1.843,0                                  |
| 15        | 2        | 0,23       | 2.342,1                        | 1.490,3                                    | 1.602,0                                   | 1.806,9                                   | 1.870,1                                  |
| 16        | 1        | 0,42       | 1.234,4                        | 811,0                                      | 869,0                                     | 938,2                                     | 973,9                                    |
| 17        | 1        | 0,12       | 522,3                          | 344,7                                      | 368,9                                     | 396,9                                     | 412,0                                    |
| 17        | 2        | 0,12       | 521,3                          | 344,0                                      | 368,2                                     | 396,1                                     | 411,2                                    |
| 18        | 1        | 0,11       | 545,5                          | 359,7                                      | 384,8                                     | 414,5                                     | 430,3                                    |
| 18        | 2        | 0,11       | 542,6                          | 357,5                                      | 382,5                                     | 412,2                                     | 428,0                                    |
| 19        | 1        | 0,32       | 4.479,5                        | 2.122,1                                    | 2.425,3                                   | 2.554,5                                   | 2.801,5                                  |
| 19        | 2        | 0,32       | 684,2                          | 398,4                                      | 430,8                                     | 509,3                                     | 529,3                                    |
| 20        | 1        | 0,08       | 1.234,4                        | 811,0                                      | 869,0                                     | 938,2                                     | 973,9                                    |
| 21        | 1        | 0,14       | 4.443,7                        | 2.099,3                                    | 2.378,9                                   | 2.504,1                                   | 2.751,3                                  |
| 21        | 2        | 0,14       | 648,3                          | 375,3                                      | 412,2                                     | 479,0                                     | 498,5                                    |
| 22        | 1        | 0,96       | 4.318,6                        | 2.048,6                                    | 2.322,9                                   | 2.427,4                                   | 2.668,1                                  |
| 22        | 2        | 0,96       | 608,8                          | 360,8                                      | 393,1                                     | 447,0                                     | 465,5                                    |
| 23        | 1        | 0,13       | 596,3                          | 391,4                                      | 419,1                                     | 453,9                                     | 471,0                                    |
| 23        | 2        | 0,13       | 595,2                          | 390,6                                      | 418,4                                     | 453,1                                     | 470,2                                    |
| 24        | 1        | 0,40       | 1.853,5                        | 1.168,1                                    | 1.275,0                                   | 1.452,8                                   | 1.502,5                                  |
| 25        | 1        | 0,23       | 152,2                          | 99,6                                       | 106,8                                     | 114,4                                     | 119,1                                    |
| 26        | 1        | 0,43       | 304,4                          | 199,2                                      | 213,5                                     | 228,8                                     | 238,1                                    |
| 27        | 1        | 0,17       | 533,8                          | 350,2                                      | 376,0                                     | 401,3                                     | 417,5                                    |
| 28        | 1        | 0,20       | 426,3                          | 280,5                                      | 299,3                                     | 320,4                                     | 333,5                                    |
| 29        | 1        | 0,07       | 30,4                           | 19,9                                       | 21,0                                      | 22,9                                      | 23,8                                     |
| 30        | 1        | 0,06       | 91,3                           | 59,7                                       | 64,6                                      | 68,6                                      | 71,4                                     |
| 31        | 1        | 0,15       | 60,9                           | 39,8                                       | 42,1                                      | 45,7                                      | 47,6                                     |
| 32        | 1        | 0,08       | 91,7                           | 62,2                                       | 68,7                                      | 71,4                                      | 74,2                                     |
| 32        | 2        | 0,08       | 88,8                           | 62,3                                       | 66,2                                      | 68,9                                      | 71,6                                     |
| 33        | 1        | 0,14       | 91,7                           | 62,2                                       | 68,7                                      | 71,4                                      | 74,2                                     |
| 33        | 2        | 0,14       | 88,8                           | 62,3                                       | 66,2                                      | 68,9                                      | 71,6                                     |

ID-Nummern der Streckenabschnitte (die Pfeilrichtung der Streckenabschnitte zeigt in Richtung 1, die Pfeilrichtungen spiegeln nicht die Fahrrichtungen wieder).

