



**Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen  
von Tempo 40 im Rahmen  
der Erstellung des Luftreinhalteplans für Schramberg**

Auftraggeber: Regierungspräsidium Freiburg  
Schwendstraße 12  
D-79102 Freiburg

Durchführung: Ingenieurbüro Rau  
Bottwarbahnstraße 4  
D-74081 Heilbronn

AVISO GmbH  
Am Hasselholz 15  
D-52074 Aachen

---

## Inhaltsverzeichnis

|     |                                                                      |    |
|-----|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Einleitung .....                                                     | 1  |
| 2   | Fahrprofile .....                                                    | 2  |
| 2.1 | Die Messstrecke .....                                                | 2  |
| 2.2 | Auswertung der Fahrten .....                                         | 4  |
| 2.3 | Verkehrliche Grundlagendaten .....                                   | 8  |
| 3   | Emissionsberechnung .....                                            | 9  |
| 3.1 | Modell PHEM .....                                                    | 9  |
| 3.2 | Flottenzusammensetzung .....                                         | 10 |
| 3.3 | Emissionsfaktoren NO <sub>x</sub> .....                              | 11 |
| 3.4 | Jahresemissionen .....                                               | 13 |
| 3.5 | Einordnung der Ergebnisse .....                                      | 15 |
| 3.6 | Auswirkung auf die Immissionsbelastung im Bereich des Hotspots ..... | 19 |
| 4   | Zusammenfassung .....                                                | 23 |
| 5   | Literaturverzeichnis .....                                           | 25 |

## Abbildungsverzeichnis

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 2.1: | Lage der Messstrecke Ortsdurchfahrt Schramberg; Grafik: /RAU 2011a/ .....                                                                                                                                                                                                                        | 2  |
| Bild 2.2: | Fotos entlang der Ortsdurchfahrt von Schramberg (aufgenommen in Fahrtrichtung Westen, die Lage der Fotos s. Bild 2.1); Quelle: /RAU 2011a/ .....                                                                                                                                                 | 3  |
| Bild 2.3: | Fahrprofile Schramberg in Fahrtrichtung Osten. Oben: Messfahrten Juni 2013: „T50-Normalfahrten“ (blaue Linien, T50), Lkw-Folgefahrten (Lkw-FF, gelbe Linien), sowie im T50-Umfeld gefahrene „T40-fiktiv“ und T30-fiktiv“-Fahrten (grüne bzw. rote Linien); unten: Messfahrten Januar 2011 .....  | 6  |
| Bild 2.4: | Fahrprofile Schramberg in Fahrtrichtung Westen. Oben: Messfahrten Juni 2013: „T50-Normalfahrten“ (blaue Linien, T50), Lkw-Folgefahrten (Lkw-FF, gelbe Linien), sowie im T50-Umfeld gefahrene „T40-fiktiv“ und T30-fiktiv“-Fahrten (grüne bzw. rote Linien); unten: Messfahrten Januar 2011 ..... | 7  |
| Bild 2.5: | Jahresmittlere durchschnittliche Verkehrsstärken (DTV) für Kfz-gesamt und die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) im Untersuchungsgebiet Schramberg .....                                                                                                                                              | 8  |
| Bild 3.1: | Das Modell PHEM zur Erstellung der Basis-Emissionsfaktoren in HBEFA3.1, Quelle: /TU Graz 2011/ .....                                                                                                                                                                                             | 9  |
| Bild 3.2: | Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO <sub>x</sub> für die Messstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen .....                                                                                                                                            | 13 |
| Bild 3.3: | Jahresemission für die Ortsdurchfahrt Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad: 100%) .....                                                                                                              | 14 |
| Bild 3.4: | Emissionsfaktoren T50 NO <sub>x</sub> auf der Gesamtstrecke für Pkw und sNfz: Nach HBEFA3.1 (distributor 50, free bzw. heavy, Flotte 2010), nach den Messfahrten 2011 (Flotte 2010), nach den Messfahrten 2013 (Flotte 2010) sowie nach den Messfahrten 2013 (Flotte 2013, UZ gelb).....         | 16 |
| Bild 3.5: | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Nullfall 2013 mit T50; Umweltzone gelb .....                                                                                                                                                                                                          | 20 |
| Bild 3.6: | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall T40, 2013; Umweltzone gelb .....                                                                                                                                                                                                        | 21 |
| Bild 3.7: | NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte für den Vergleichsfall T30, 2013; Umweltzone gelb .....                                                                                                                                                                                                       | 22 |

## Tabellenverzeichnis

|           |                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 2.1: | Beschreibung der Teilabschnitte der Ortsdurchfahrt (von Westen nach Osten) .....                                                                                                                                                           | 3  |
| Tab. 2.2: | Anzahl der am 26. und 27. Juni 2013 durchgeführten Messfahrten nach Art und Richtung .....                                                                                                                                                 | 4  |
| Tab. 3.1: | Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz im Bezugsjahr 2013 unter Berücksichtigung einer Umweltzone gelb .....                                                                | 10 |
| Tab. 3.2: | Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO <sub>x</sub> für die Messstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Fahrtrichtung Osten (oben) und Westen (unten)..... | 12 |
| Tab. 3.3: | NO <sub>x</sub> -Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%) .....                                      | 14 |
| Tab. 3.4: | Mittlerer Gang auf den Messstrecken in Schramberg und Tübingen nach dem Gangwahlmodell von PHEM nach Fahrzeugart, zulässiger Höchstgeschwindigkeit und mittlerer Steigung .....                                                            | 18 |

## 1 Einleitung

Für die Ortsdurchfahrt Schramberg (B462, Oberndorfer Straße) wurden im Januar 2011 Messfahrten zur emissionsseitigen Wirkung einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h (T30) durchgeführt.

Ergebnis dieser Messfahrten war, dass durch eine Einführung von T30 für die Gesamtstrecke Reduktionen der jährlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen von ca. -1% erreichbar sind. Auf dem höher belasteten Teilabschnitt (Graf-von-Bissingen-Straße bis Roßwaldstraße) sind Minderungen von ca. -4% erreichbar, während auf dem geringer belasteten Teilabschnitt (Roßwaldstraße bis Gewerbepark H.A.U.) die NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. +5% zunehmen /RAU 2011a/.

Aufgrund der Emissionszunahme auf dem geringer belasteten Teilabschnitt wurde in Schramberg zunächst keine Geschwindigkeitsbeschränkung auf T30 eingeführt. Nachdem Messfahrten in Tübingen zeigten, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen durch ein Tempolimit von 40 km/h (T40) stärker gemindert werden können als durch T30, sollten die emissions- und immissionsseitigen Wirkungen von T40 auch in Schramberg untersucht werden.

Im Juni 2013 wurden auf der Ortsdurchfahrt Schramberg (B462, Oberndorfer Straße) daher Messfahrten unter Annahme einer fiktiven Geschwindigkeitsbeschränkung auf 40 km/h („T40 fiktiv“) durchgeführt. Um einen direkten Vergleich zu ermöglichen, wurden zusätzlich „T50-Normalfahrten“ und „T30-fiktiv“-Fahrten durchgeführt. Analog zur Auswertung der Fahrten aus 2011 wurden basierend auf den erhobenen Fahrprofilen mit dem Modell PHEM die Abgasemissionen für diese Fahrprofile berechnet.

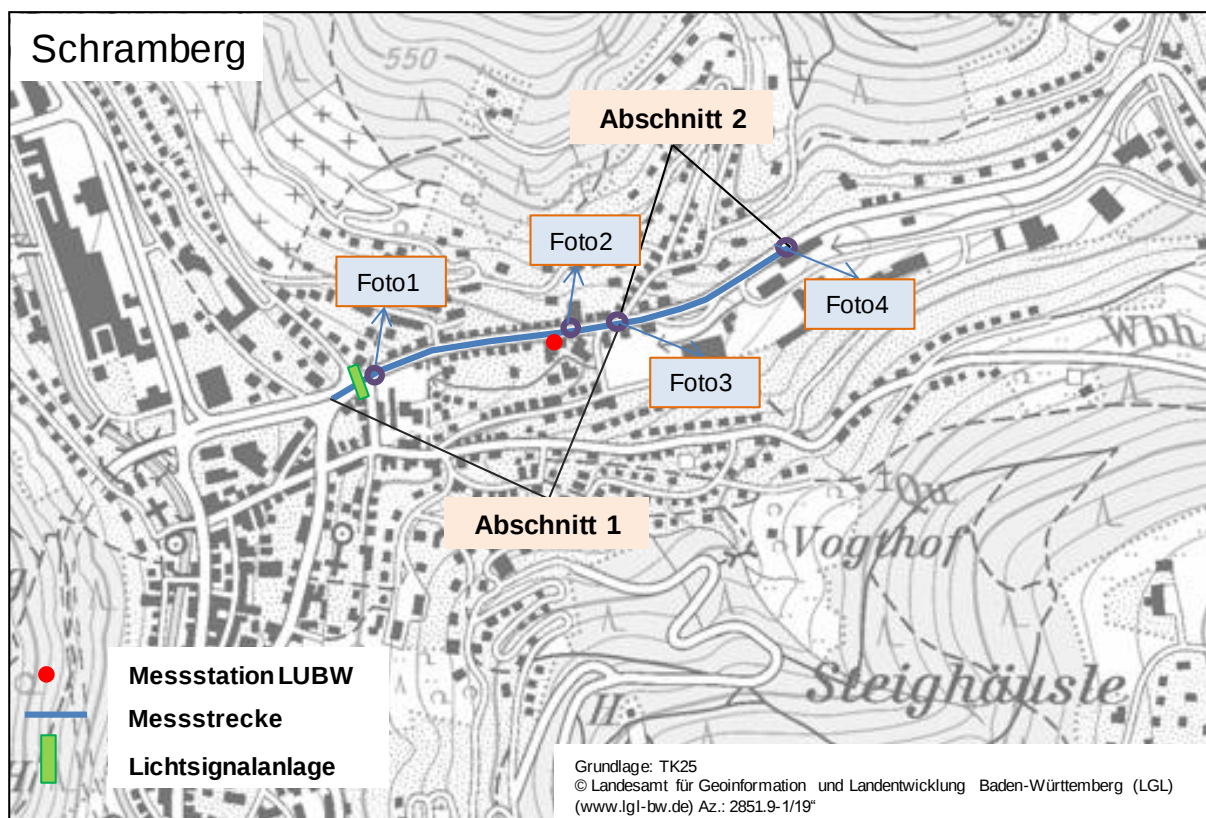
Die Ergebnisse sind in diesem Bericht dokumentiert.

## 2 Fahrprofile

Am 26.06.2013 und 27.06.2013 wurden in Schramberg in allen Tageszeitbereichen zwischen 6 Uhr morgens und 22 Uhr abends mit einem Pkw Messfahrten zur Bestimmung der Auswirkung einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 40 km/h („T40-fiktiv“) entlang der Ortsdurchfahrt durchgeführt. Um einen direkten Vergleich mit der Untersuchung aus 2011 zu ermöglichen, wurden im gleichen Zeitraum zusätzlich T30-Fahrten („fiktiv“) durchgeführt.

### 2.1 Die Messstrecke

Die untersuchte Messstrecke ist in Bild 2.1 dargestellt. Untersucht wurde der Bereich der Ortsdurchfahrt Schramberg (B462, Oberndorfer Straße). Es existiert eine Lichtsignalanlage (LSA) an der untersuchten Strecke.



**Bild 2.1:** Lage der Messstrecke Ortsdurchfahrt Schramberg; Grafik: /RAU 2011a/

Für die Untersuchungen wurde die Ortsdurchfahrt in 2 Abschnitte unterteilt. Diese Teilabschnitte sind in Tab. 2.1 kurz beschrieben. Der Abschnitt 1 weist eine sehr starke Steigung (Richtung Ost) von über 10% auf. Beim Abschnitt 2 liegt die durchschnittliche Steigung/Gefälle bei ca. 3%. Abschnitt 1 enthält die Messstation der LUBW. In Bild 2.2 sind Bilder aus den einzelnen Abschnitten dargestellt (Lage der Fotos s. Bild 2.1).

**Tab. 2.1: Beschreibung der Teilabschnitte der Ortsdurchfahrt (von Westen nach Osten)**

| Abschnittsnr. | Straße             | Abschnitt                                                              |                   |
|---------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|               |                    | von                                                                    | bis               |
| 1             | Oberndorfer Straße | östlich Kpt. Oberndorfer Straße/Graf-von Bissingen-Straße/Schloßstraße | Roßwaldstraße     |
| 2             | Oberndorfer Straße | Roßwaldstraße                                                          | Gewerbepark H.A.U |

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



**Bild 2.2: Fotos entlang der Ortsdurchfahrt von Schramberg (aufgenommen in Fahrtrichtung Westen, die Lage der Fotos s. Bild 2.1); Quelle: /RAU 2011a/**

## 2.2 Auswertung der Fahrten

Insgesamt wurden 178 Fahrten in allen Tageszeitbereichen zwischen 6 Uhr morgens und 22 Uhr abends mit einem Pkw durchgeführt. Es wurden dabei Normalfahrten, Lkw-Verfolgungsfahrten sowie T40-fiktiv- und T30-fiktiv-Fahrten unterschieden, wobei der Schwerpunkt auf den Normalfahrten und T40-fiktiv-Fahrten lag. Die Anzahl der Fahrten ist in Tab. 2.2 dargestellt. Bei der Durchführung der Fahrten wurde beachtet, die unterschiedlichen Möglichkeiten der Fahrtenbeziehungen am Anfangs- und Endknotenpunkt ausreichend abzudecken.

Die Daten zu Geschwindigkeit, Drehzahl und Uhrzeit wurden an der OBD2-Schnittstelle am Fahrzeug in hoher zeitlicher Auflösung (0,2 Sec-Takt) abgenommen. Zusätzlich wurden zeitsynchron mit einem GPS-Gerät die Zeit und die Koordinaten der Fahrstrecke erfasst.

**Tab. 2.2: Anzahl der am 26. und 27. Juni 2013 durchgeführten Messfahrten nach Art und Richtung**

| Fahrtart                             | Anzahl |
|--------------------------------------|--------|
| Normalfahrt T50 Richtung Osten       | 33     |
| Normalfahrt T50 Richtung Westen      | 33     |
| T40 Richtung Osten                   | 36     |
| T40 Richtung Westen                  | 48     |
| T30 Richtung Osten                   | 7      |
| T30 Richtung Westen                  | 6      |
| Lkw-Verfolgungsfahrt Richtung Osten  | 14     |
| Lkw-Verfolgungsfahrt Richtung Westen | 1      |

In Bild 2.3 und Bild 2.4 (oben) sind die aktuell gemessenen Fahrprofile dargestellt. Es ist für alle Messfahrten die aktuelle Fahrgeschwindigkeit über die gefahrene Wegstrecke aufgetragen.

Die Lage der LSA ist bei den Fahrprofilen in beiden Fahrtrichtungen erkennbar, da dort bei vielen Fahrten ein Abbremsen auf Stand erfolgte. Insbesondere in Fahrtrichtung Westen musste teilweise mehrfach vor der LSA gehalten werden.

Die Höchstgeschwindigkeit, die im Abschnitt erreicht wurde, liegt für die Pkw bei der Normalfahrt T50 überwiegend im Bereich von 50 km/h, sowohl in Fahrtrichtung Osten als auch in Fahrtrichtung Westen. Für die Lkw in Fahrtrichtung Osten liegt das Geschwindigkeitsniveau aufgrund der Steigungsstrecke etwas unter dem für die Pkw. Die T40- und T30-Fahrten sind in den Diagrammen ebenfalls dargestellt und zeigen insgesamt ein entsprechend niedrigeres Geschwindigkeitsniveau.

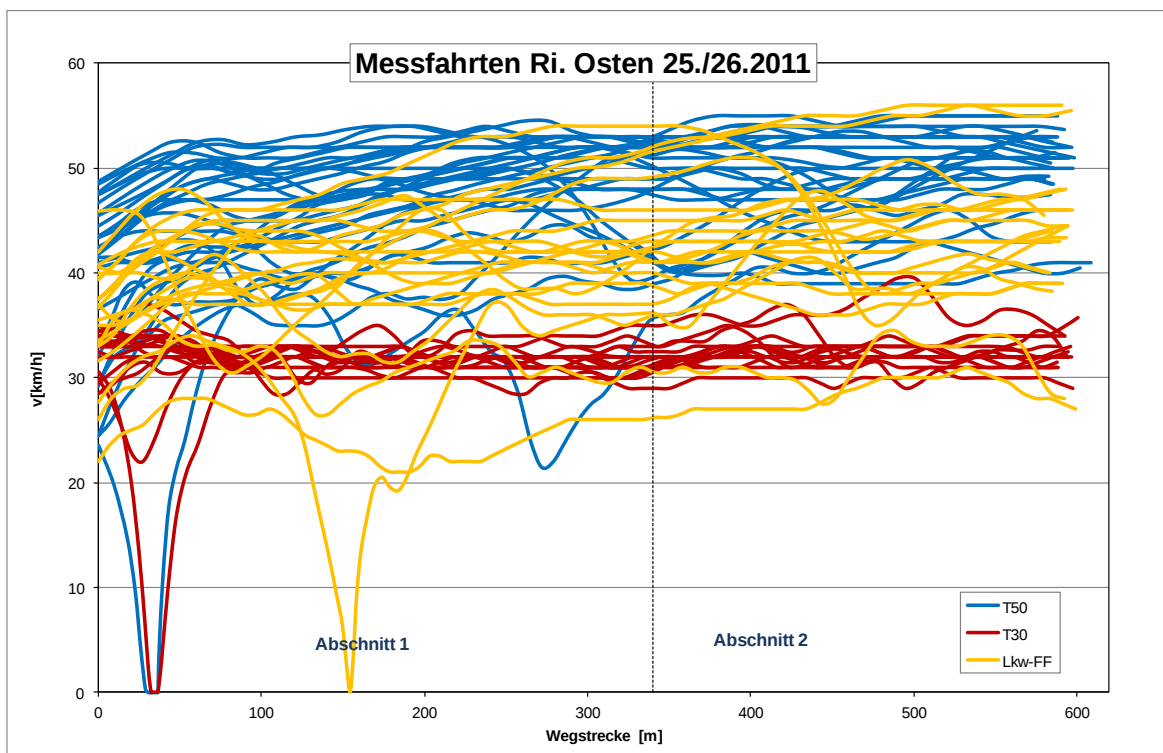
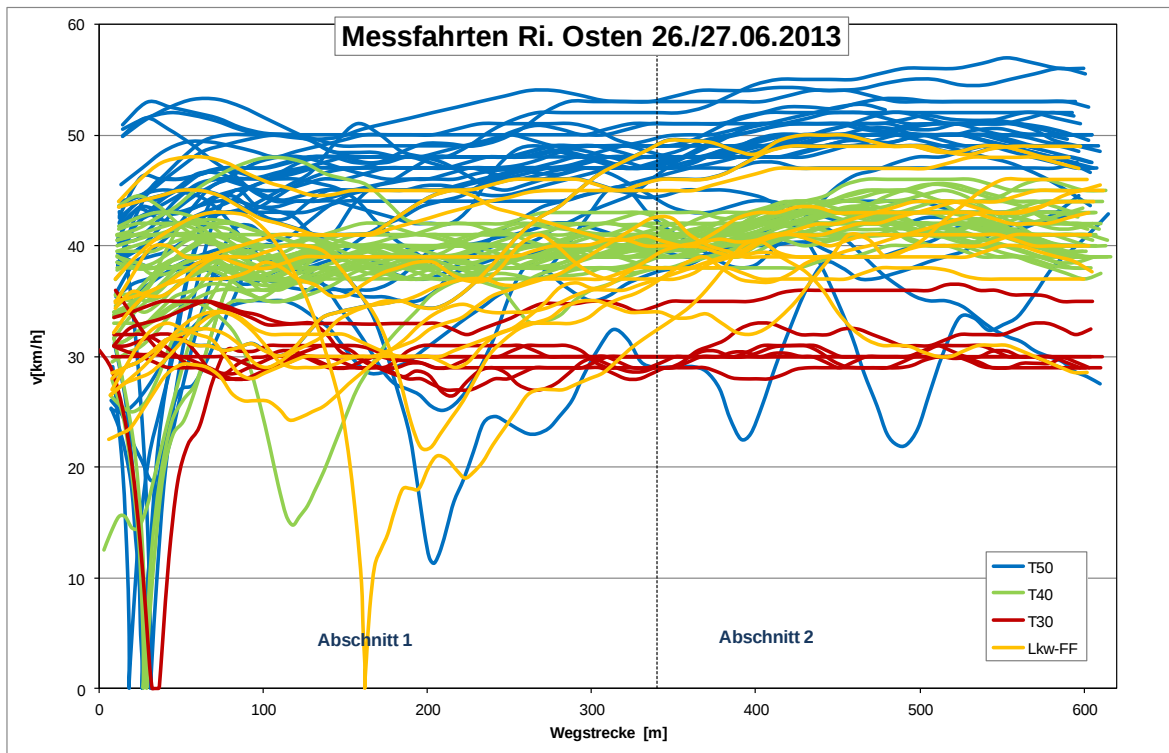
Zum Vergleich sind in Bild 2.3 und Bild 2.4 (jeweils unten) die Fahrprofile der Messfahrten vom 2011 /RAU 2011a/ dargestellt.

Wie bei der Auswertung der Messfahrten von 2011 /RAU 2011a/ wurde auch für die Messfahrten von 2013 eine Auswahl an Fahrten (T50, T40 und T30) getroffen, die auf den betrachteten Abschnitten eine vergleichbare und für den Tag der Messfahrten typische Anzahl an Störungen aufweist.

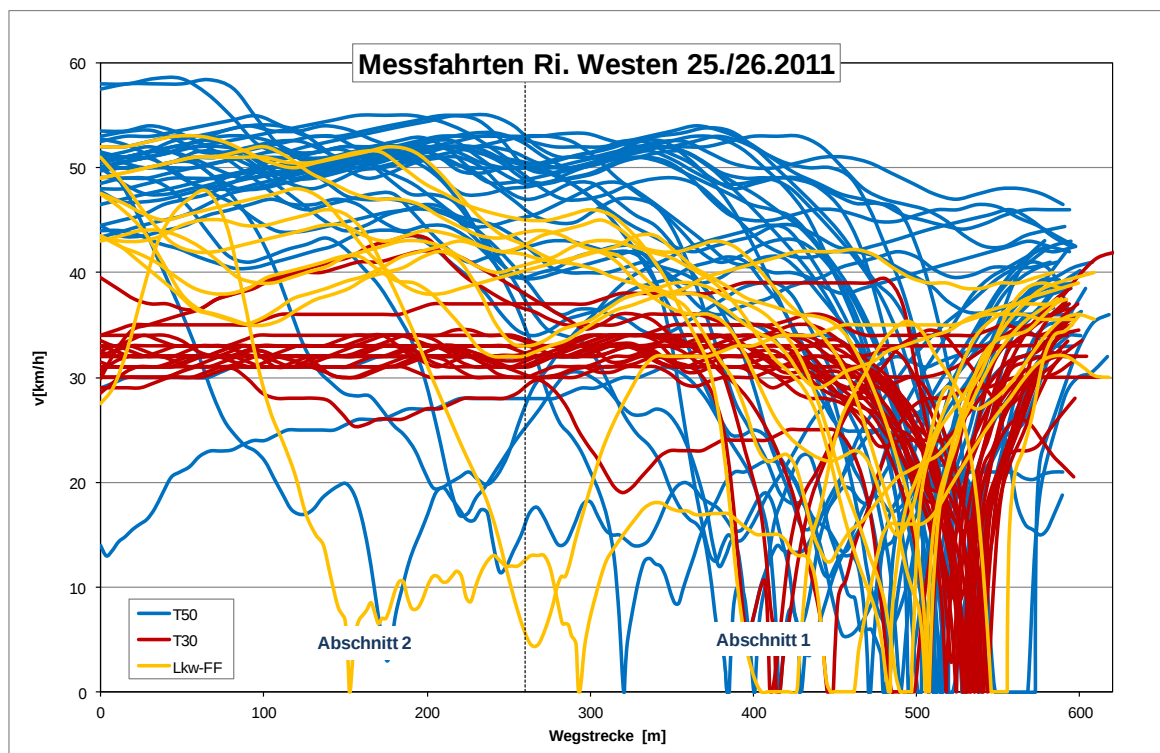
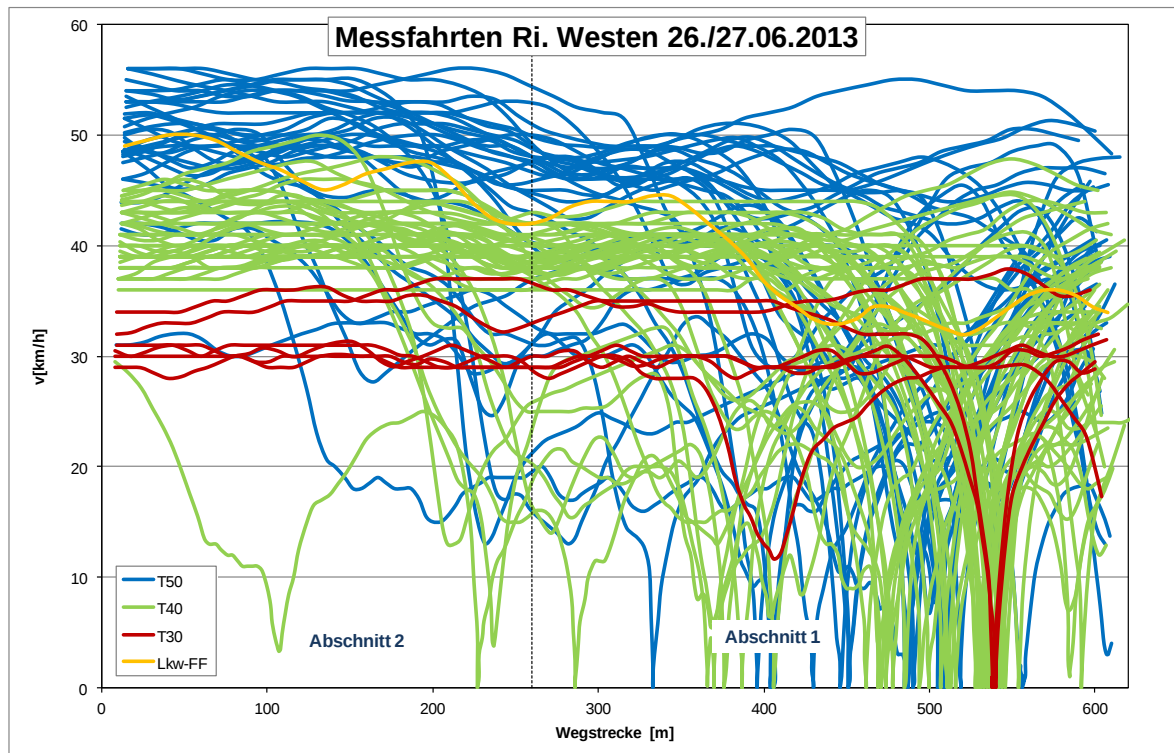
Bei den Fahrten im Juni 2013 gab es insgesamt mehr Störungen als bei den Fahrten im Januar 2011. Dies gilt insbesondere in Richtung Westen. Dort befand sich nach Angaben unserer Testfahrer eine Engstelle nach einer Wegstrecke von 400m aufgrund einer Fassadensanierung, die zwar prinzipiell ohne Abbremsen befahren werden konnte, bei ortsunkundigen Fahrern jedoch immer wieder zu Halten führte. Die Fahrprofile, die nach Einschätzung der Testfahrer durch diese Engstelle beeinflusst sind, wurden vor der Auswertung herausgenommen. Der Anteil der Fahrzeuge, die halten oder ihre Geschwindigkeit deutlich reduzieren mussten, ist dennoch bei den Fahrprofilen von 2013 höher als bei denen von 2011.

Um in den T30-Fahrten (fiktiv) in Richtung Westen auf eine vergleichbare Anzahl an Halten wie bei T40 und T50 zu kommen, wurden einige Fahrprofile von Januar 2011 dazu genommen.

In Richtung Westen konnte nur eine Lkw-Verfolgungsfahrt durchgeführt werden. In dieser Richtung besteht ein Gefälle, so dass sich das Fahrverhalten von Leicht- und Schwerverkehrsfahrzeugen nicht wesentlich unterscheidet. Daher wurden in der Auswertung für den Schwerverkehr zusätzlich zur Lkw-Folgefahrt die T50-Normalfahrten verwendet.



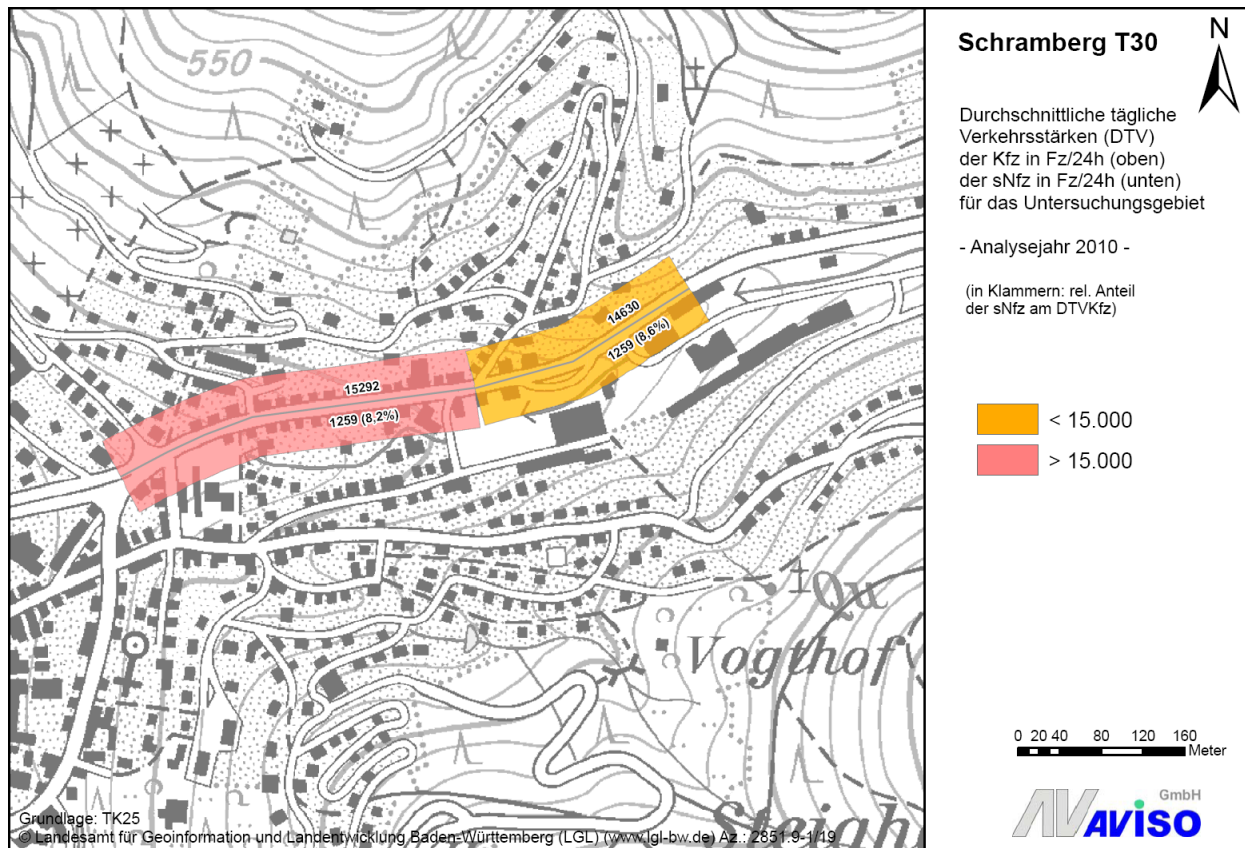
**Bild 2.3:** Fahrprofile Schramberg in Fahrtrichtung Osten. Oben: Messfahrten Juni 2013: „T50-Normalfahrten“ (blaue Linien, T50), Lkw-Folgefahrten (Lkw-FF, gelbe Linien), sowie im T50-Umfeld gefahrene „T40-fiktiv“ und T30-fiktiv“-Fahrten (grüne bzw. rote Linien); unten: Messfahrten Januar 2011



**Bild 2.4:** Fahrprofile Schramberg in Fahrtrichtung Westen. Oben: Messfahrten Juni 2013: „T50-Normalfahrten“ (blaue Linien, T50), Lkw-Folgefahrten (Lkw-FF, gelbe Linien), sowie im T50-Umfeld gefahrene „T40-fiktiv“ und T30-fiktiv“-Fahrten (grüne bzw. rote Linien); unten: Messfahrten Januar 2011

## 2.3 Verkehrliche Grundlagendaten

Die verkehrlichen Grundlagen wurden aus der T30-Untersuchung für Schramberg /RAU 2011a/ übernommen und sind in Bild 2.5 dargestellt. Die Verkehrsstärken liegen in dem betrachteten Gebiet im Bereich von 14.000 – 16.000 Kfz/24h, der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge im Mittel bei ca. 8%.



**Bild 2.5: Jahresmittlere durchschnittliche Verkehrsstärken (DTV) für Kfz-gesamt und die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) im Untersuchungsgebiet Schramberg**

### 3 Emissionsberechnung

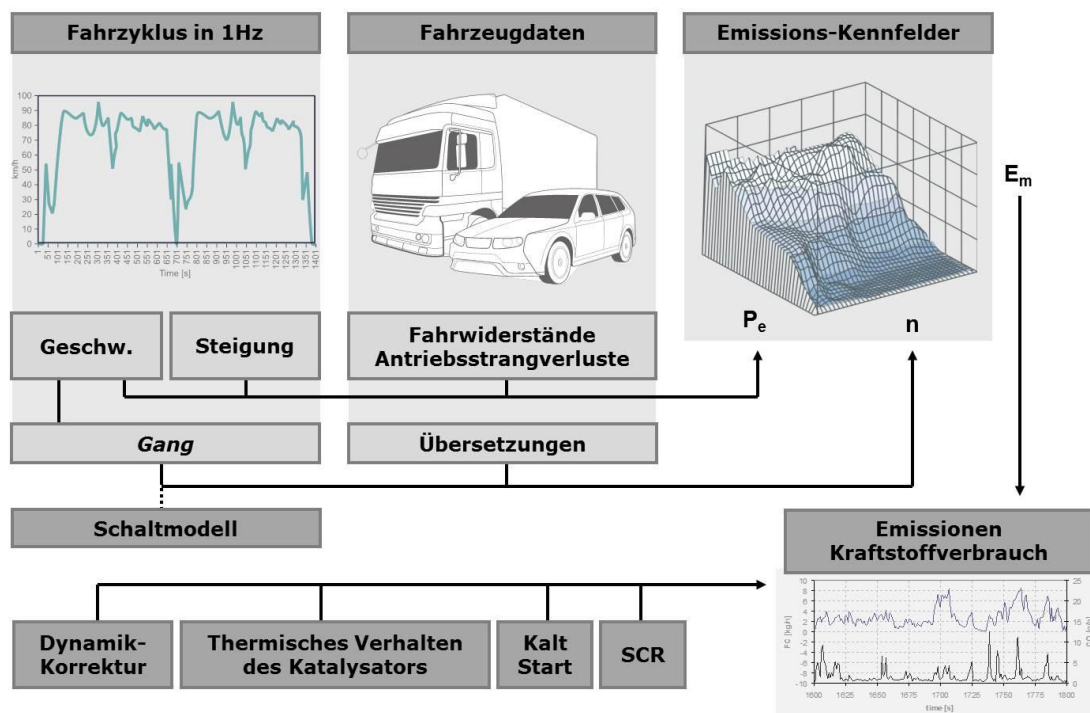
#### 3.1 Modell PHEM

Das Modell PHEM /HAUSBERGER 2010/ basiert auf umfangreichen Emissionskennfeldern einzelner Fahrzeugschichten, die es ermöglichen, das Fahrverhalten (einschließlich Schaltverhalten) zu simulieren und emissionsseitig zu berechnen. PHEM ist schematisch in Bild 3.1 dargestellt. Die Emissionskennfelder wurden auch zur Ableitung der spezifischen Schichtemissionsfaktoren der Verkehrssituationen des HBEFA3.1 /HBEFA 2010/ verwendet.

Eingangsdaten der Berechnungen bilden die Fahrprofile in 1 Hz-Taktung (Zeit, Geschwindigkeit, Drehzahl und Steigung/Gefälle). Die Ergebnisse liegen ebenfalls in 1 Hz-Taktung vor. Dies sind neben den Emissionen verschiedener Schadstoffe auch weitere Daten z.B. zur Beschreibung der Fahrdynamik wie Geschwindigkeit und RPA (relative positive acceleration). Zusätzlich werden für jede Fahrkurve mittlere Werte angegeben.

Das Ergebnis von PHEM sind sogenannte „warme“ Emissionen, d.h. Emissionen von Fahrzeugen mit warmem Motor. Kaltstartzuschlagsemissionen werden mit PHEM nicht ermittelt. Die vorliegenden Berechnungen wurden für alle Fahrprofile und alle relevanten Fahrzeugschichten der Pkw, Infz und sNfz durchgeführt.

## **PHEM** Passenger car and Heavy duty Emission Model



**Bild 3.1:** Das Modell PHEM zur Erstellung der Basis-Emissionsfaktoren in HBEFA3.1, Quelle: /TU Graz 2011/

### 3.2 Flottenzusammensetzung

Analog zur T30-Untersuchung in Schramberg /RAU 2011a/ wurden die Emissionen, die als Ergebnis der PHEM-Berechnungen für jedes synthetische Fahrprofil pro Fahrzeugschicht vorliegen, zu mittleren Emissionsfaktoren aggregiert. Zunächst wurde für jede Schicht einzeln über alle Fahrten gemittelt. Im nächsten Schritt wurde, unter Berücksichtigung der Anteile der aktuellen Flottenzusammensetzung in Schramberg, über die Schichtemissionen der Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz für T50 und T30 gemittelt.

In der Auswertung von /RAU 2011a/ wurde die Flottenzusammensetzung für das Jahr 2010 verwendet. Diese folgt aus dem dynamischen Bestand im Zulassungsbezirk Rottweil für die Pkw und Infz sowie der bundesmittleren Flottenzusammensetzung für die sNfz. Um die aktuelle Situation zu berücksichtigen, wurde in der vorliegenden Auswertung das Jahr 2013 als Bezugsjahr gewählt. Außerdem wurde die seit dem 01.07.2013 in Schramberg bestehende Umweltzone (gelb) berücksichtigt. Die resultierende Flottenzusammensetzung ist in Tab. 3.1 ausgewiesen.

**Tab. 3.1: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz im Bezugsjahr 2013 unter Berücksichtigung einer Umweltzone gelb**

| Pkw            |        | Infz           |        | sNfz     |        |
|----------------|--------|----------------|--------|----------|--------|
| Otto E1        | 2,6%   | Otto E1        | 0,0%   |          |        |
| Otto E2        | 2,8%   | Otto E2        | 0,2%   |          |        |
| Otto E3        | 14,9%  | Otto E3        | 0,3%   |          |        |
| Otto E4        | 24,0%  | Otto E4        | 1,4%   |          |        |
| Otto E5        | 12,5%  | Otto E5        | 1,1%   |          |        |
| Otto E6        | 1,5%   | Otto E6        | 0,0%   |          |        |
| Gas/Alternativ | 0,6%   | Gas/Alternativ | 0,0%   |          |        |
| Ds E3          | 8,9%   | Ds E3          | 14,8%  | Ds E III | 17,1%  |
| Ds E4          | 15,6%  | Ds E4          | 43,1%  | Ds E IV  | 10,3%  |
| Ds E5          | 15,8%  | Ds E5          | 37,9%  | Ds E V   | 69,3%  |
| Ds E6          | 0,7%   | Ds E6          | 1,1%   | Ds E VI  | 3,3%   |
| gesamt         | 100,0% | gesamt         | 100,0% | gesamt   | 100,0% |

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

Analog zur T30-Auswertung der Messfahrten von 2011 in Schramberg /RAU 2011a/ können auf Basis der synthetischen Fahrprofile für alle drei Fahrzeuggruppen mittlere „warme“ T50-, T40- und T30-Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> auf den Messstrecken abgeleitet werden.

In Tab. 3.2 sind die so gebildeten NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren für die in Tab. 2.1 eingetragenen Teilabschnitte sowie getrennt nach Fahrtrichtungen ausgewiesen. Ebenfalls angegeben sind die Standardabweichungen aus der Mittelung über die Fahrten jeweils als Absolutwert und als relativer Anteil. Im unteren Teil der Tabellen ist jeweils die Veränderung von T40 gegenüber T50 und von T30 gegenüber T50 angegeben.

Obwohl die Bestimmungen der Emissionsfaktoren für Pkw und INfz auf den gleichen Fahrprofilen basieren, sind die Wirkungen zum Teil gegensätzlich. Dies kann unter anderem auf unterschiedliche Schaltpunkte in der Gangwahl zurückgeführt werden.

#### Fahrtrichtung Osten (Steigung)

Bei den Pkw kommt es durch T40 gegenüber T50 auf der Gesamtstrecke zu Zunahmen der Emissionsfaktoren um ca. 6%, bei den INfz zu Abnahmen um ca. -16%. Bei den sNfz ergeben sich Abnahmen um ca. -4%.

Durch T30 ergeben sich gegenüber T50 bei Pkw und INfz Abnahmen (-19% bzw. -17%), während die Emissionsfaktoren der sNfz nahezu konstant bleiben.

#### Fahrtrichtung Westen (Gefälle)

Aufgrund des Gefälles sind die Emissionsfaktoren für alle Fahrzeugarten in Richtung Westen deutlich niedriger als in Richtung Osten. T40 führt gegenüber T50 bei den Pkw zu einer Erhöhung der Emissionsfaktoren (+8%), bei INfz und sNfz zu einer leichten Erniedrigung (-3% bzw. -4%).

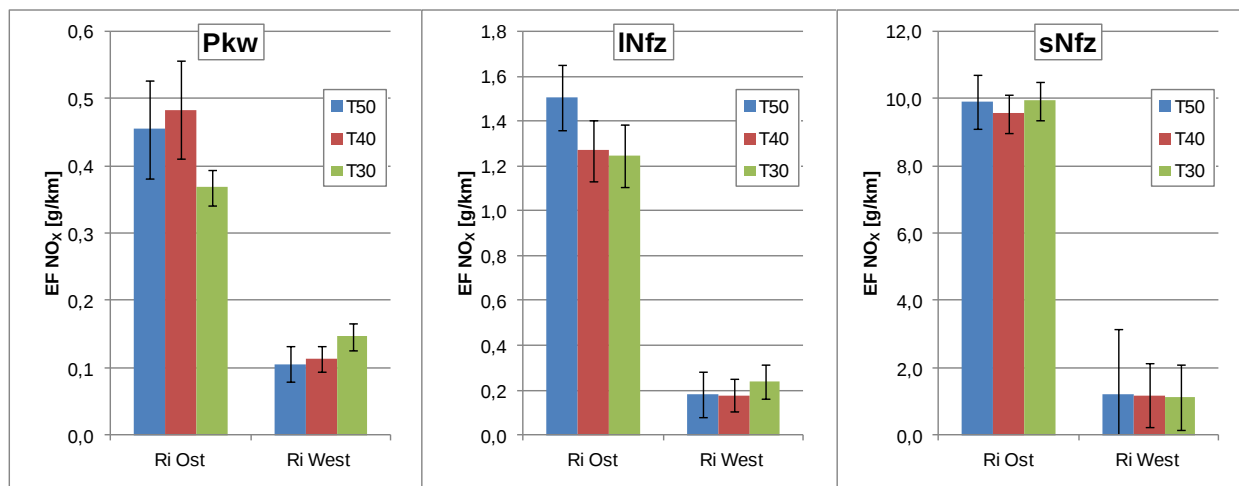
Durch T30 ergeben sich gegenüber T50 bei Pkw und INfz Zunahmen (+39% bzw. +32%), während die Emissionsfaktoren der sNfz um ca. -9% abnehmen.

**Tab. 3.2: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub> für die Messstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Fahrtrichtung Osten (oben) und Westen (unten)**

| Efaktor NOx         | Pkw  |             |             | INFz |             |             | sNFz  |             |             |
|---------------------|------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| [g/km]              | MW   | stddev abs. | stddev rel. | MW   | stddev abs. | stddev rel. | MW    | stddev abs. | stddev rel. |
| T50 N Ri Ost        |      |             |             |      |             |             |       |             |             |
| gesamt              | 0,45 | 0,07        | 16%         | 1,51 | 0,15        | 10%         | 9,92  | 0,80        | 8%          |
| Abschnitt 1         | 0,51 | 0,17        | 32%         | 1,65 | 0,44        | 26%         | 10,80 | 1,72        | 16%         |
| Abschnitt 2         | 0,39 | 0,07        | 17%         | 1,33 | 0,18        | 13%         | 8,78  | 1,22        | 14%         |
| T40 Ri Ost          |      |             |             |      |             |             |       |             |             |
| gesamt              | 0,48 | 0,07        | 15%         | 1,27 | 0,14        | 11%         | 9,56  | 0,58        | 6%          |
| Abschnitt 1         | 0,51 | 0,09        | 18%         | 1,29 | 0,23        | 18%         | 10,36 | 1,31        | 13%         |
| Abschnitt 2         | 0,45 | 0,12        | 27%         | 1,24 | 0,24        | 19%         | 8,51  | 1,09        | 13%         |
| T30 Ri Ost          |      |             |             |      |             |             |       |             |             |
| gesamt              | 0,37 | 0,03        | 7%          | 1,24 | 0,14        | 11%         | 9,93  | 0,58        | 6%          |
| Abschnitt 1         | 0,38 | 0,06        | 17%         | 1,29 | 0,28        | 22%         | 10,31 | 1,56        | 15%         |
| Abschnitt 2         | 0,36 | 0,03        | 9%          | 1,19 | 0,23        | 19%         | 9,44  | 0,86        | 9%          |
| Änderung T50 -> T40 |      |             |             |      |             |             |       |             |             |
| gesamt              | 6%   |             |             | -16% |             |             | -4%   |             |             |
| Abschnitt 1         | -1%  |             |             | -22% |             |             | -4%   |             |             |
| Abschnitt 2         | 17%  |             |             | -6%  |             |             | -3%   |             |             |
| Änderung T50 -> T30 |      |             |             |      |             |             |       |             |             |
| gesamt              | -19% |             |             | -17% |             |             | 0%    |             |             |
| Abschnitt 1         | -26% |             |             | -22% |             |             | -5%   |             |             |
| Abschnitt 2         | -8%  |             |             | -10% |             |             | 8%    |             |             |

| Efaktor NOx<br>[g/km] | Pkw         |             |             | INFz        |             |             | sNFz        |             |             |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                       | MW          | stddev abs. | stddev rel. | MW          | stddev abs. | stddev rel. | MW          | stddev abs. | stddev rel. |
| <b>T50 N Ri West</b>  |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>gesamt</b>         | <b>0,11</b> | <b>0,03</b> | <b>25%</b>  | <b>0,18</b> | <b>0,10</b> | <b>55%</b>  | <b>1,23</b> | <b>1,06</b> | <b>86%</b>  |
| Abschnitt 1           | 0,13        | 0,08        | 59%         | 0,23        | 0,19        | 84%         | 2,13        | 3,20        | 150%        |
| Abschnitt 2           | 0,08        | 0,02        | 25%         | 0,12        | 0,06        | 50%         | 0,05        | 0,04        | 86%         |
| <b>T40 Ri West</b>    |             |             |             |             |             |             |             | 0,00        |             |
| <b>gesamt</b>         | <b>0,11</b> | <b>0,02</b> | <b>17%</b>  | <b>0,18</b> | <b>0,07</b> | <b>42%</b>  | <b>1,18</b> | <b>0,53</b> | <b>45%</b>  |
| Abschnitt 1           | 0,14        | 0,07        | 54%         | 0,23        | 0,17        | 77%         | 2,01        | 2,43        | 121%        |
| Abschnitt 2           | 0,08        | 0,01        | 17%         | 0,11        | 0,05        | 42%         | 0,10        | 0,04        | 45%         |
| <b>T30 Ri West</b>    |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>gesamt</b>         | <b>0,15</b> | <b>0,02</b> | <b>13%</b>  | <b>0,24</b> | <b>0,07</b> | <b>31%</b>  | <b>1,12</b> | <b>0,53</b> | <b>48%</b>  |
| Abschnitt 1           | 0,16        | 0,06        | 34%         | 0,27        | 0,14        | 54%         | 1,88        | 1,80        | 96%         |
| Abschnitt 2           | 0,13        | 0,02        | 13%         | 0,20        | 0,06        | 31%         | 0,12        | 0,06        | 48%         |
| Änderung T50 -> T40   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>gesamt</b>         | <b>8%</b>   |             |             | <b>-3%</b>  |             |             | <b>-4%</b>  |             |             |
| Abschnitt 1           | 7%          |             |             | -2%         |             |             | -6%         |             |             |
| Abschnitt 2           | 10%         |             |             | -5%         |             |             | 102%        |             |             |
| Änderung T50 -> T30   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>gesamt</b>         | <b>39%</b>  |             |             | <b>32%</b>  |             |             | <b>-9%</b>  |             |             |
| Abschnitt 1           | 27%         |             |             | 18%         |             |             | -12%        |             |             |
| Abschnitt 2           | 64%         |             |             | 67%         |             |             | 153%        |             |             |

In Bild 3.2 sind die  $\text{NO}_x$ -Emissionsfaktoren für Pkw, INfz und sNfz auf den Gesamtstrecken in beiden Fahrtrichtungen grafisch dargestellt.



**Bild 3.2:** Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für  $\text{NO}_x$  für die Messstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen

### 3.4 Jahresemissionen

Über den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV, s. Bild 2.5) können jahresmittlere Emissionsdichten berechnet werden. Dazu tragen neben den warmen Abgas-Emissionen auch Kaltstartzuschläge bei. Diese wurden aus der T30-Untersuchung für Schramberg T30 übernommen. Dabei wurde angenommen, dass sich die Kaltstartzuschläge für T30 und T40 nicht unterscheiden.

In Tab. 3.3: sind die durch T40 bzw. T30 gegenüber T50 verursachten Emissionsänderungen für  $\text{NO}_x$  auf den untersuchten Strecken bei einem angenommenen Befolgungsgrad für T40 und T30 von 100% ausgewiesen. Geht man von einem geringeren Befolgungsgrad aus, dann verringern sich entsprechend auch die ausgewiesenen Wirkungen.

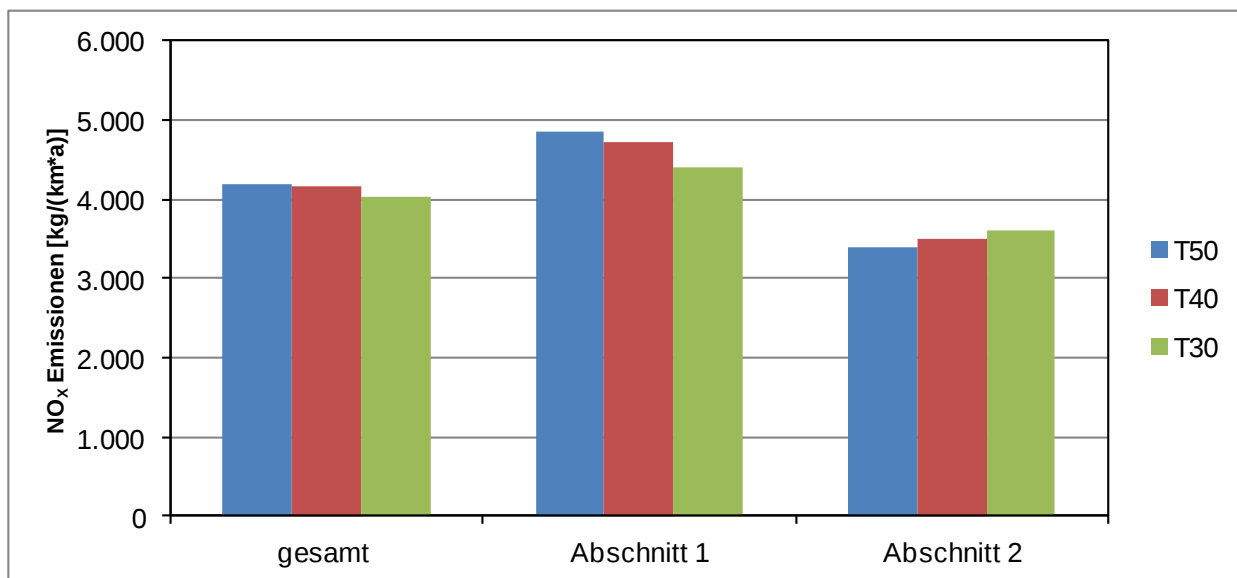
Für T40 ergeben sich auf der Gesamtstrecke  $\text{NO}_x$ -Emissionsminderungen von -0,6%, die sich aus einer Minderung auf dem höher belasteten Abschnitt 1 um -2,8% und einer Zunahme auf dem geringer belasteten Abschnitt 2 um 3,6% ergeben.

Für T30 sind die Änderungen stärker: Auf der Gesamtstrecke werden die  $\text{NO}_x$ -Emissionen bei einer Minderung um -9,0% auf dem höher belasteten Abschnitt 1 und einer Zunahme um 6,2% auf dem geringer belasteten Abschnitt 2 um insgesamt -3,5% gemindert.

In Bild 3.3 sind die Jahresemissionen bei angenommenem Befolgungsgrad von 100% für die Einzelabschnitte grafisch dargestellt.

**Tab. 3.3: NO<sub>x</sub>-Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)**

| jährliche NO <sub>x</sub> Emissionen [kg/(km*a)] | Abschnitt 1 | Abschnitt 2 | gesamte Strecke |
|--------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------|
| Jahresemissionen T50                             | 4.843       | 3.385       | 4.184           |
| Jahresemissionen T40                             | 4.706       | 3.505       | 4.161           |
| Jahresemissionen T30                             | 4.408       | 3.595       | 4.038           |
| Änderung T50 -> T40                              | -2,8%       | 3,6%        | -0,6%           |
| Änderung T50 -> T30                              | -9,0%       | 6,2%        | -3,5%           |



**Bild 3.3: Jahresemission für die Ortsdurchfahrt Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad: 100%)**

### 3.5 Einordnung der Ergebnisse

#### Vergleich der Emissionsfaktoren T50 auf Basis der Messfahrten mit denen nach HBEFA3.1

Üblicherweise werden zur Ermittlung der Emissionen auf einem Streckenabschnitt keine individuellen Messfahrten durchgeführt, sondern die Berechnung erfolgt auf der Basis des HBEFA3.1. Zu der Emissionsbestimmung muss dem Streckenabschnitt eine Hauptverkehrssituation und eine Steigung/Gefälle-Klasse zugewiesen werden. In Abhängigkeit des Tagesganges des Störungsgrades werden dann die Emissionen berechnet.

Dem betrachteten Streckenabschnitt wurde die Hauptverkehrssituation „Distributor Speed-Limit 50 km/h“ zugewiesen, da es sich um eine innerörtliche Hauptverkehrsstraße mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h handelt.

Angesichts der höheren Unsicherheiten auf den Einzelabschnitten sollen hier nur die Emissionsfaktoren für die Gesamtstrecke verglichen werden. Diese Strecke weist eine starke Steigung auf. Daher wird für den Vergleich mit dem Handbuch eine Steigung von 6% für die Gesamtstrecke angenommen.

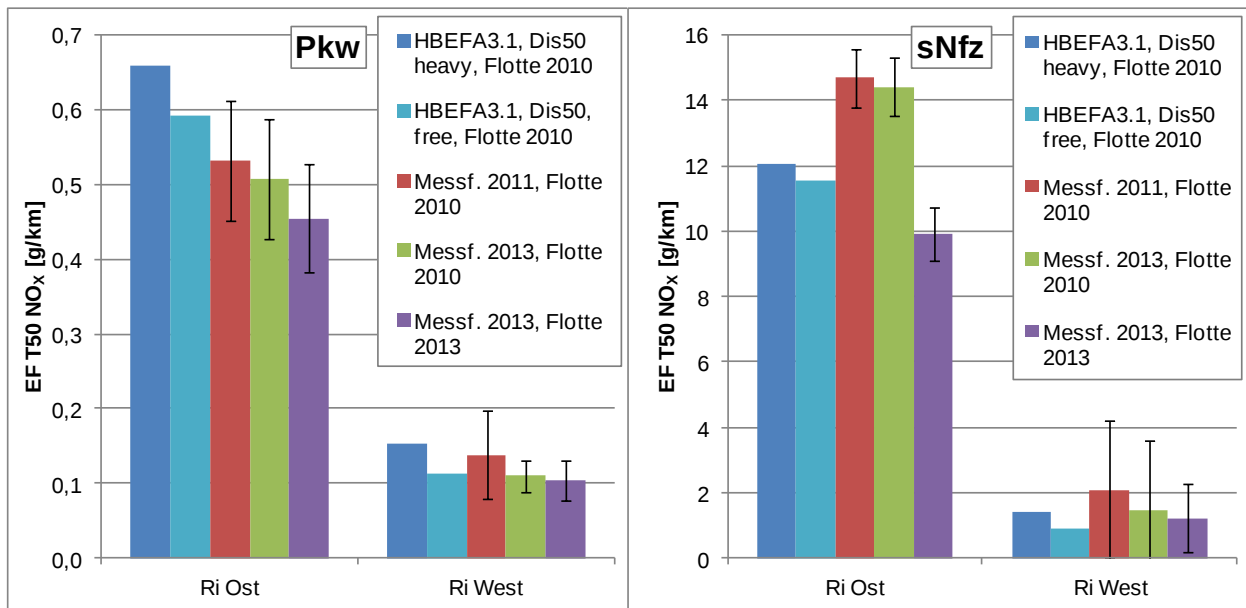
Für Pkw und schwere Nutzfahrzeuge sind die NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren nach HBEFA3.1 in Bild 3.4 den Emissionsfaktoren gegenübergestellt, die über die Messfahrten und PHEM-Berechnungen ermittelt wurden.

Dieser Vergleich wurde für die „warmen“ Emissionsfaktoren durchgeführt, da in HBEFA3.1 die warmen Emissionsfaktoren und der Kaltstartzuschlag (für Pkw und INfz) separat ausgewiesen werden und die PHEM-Berechnungen ausschließlich für den warmen Motor durchgeführt worden sind.

Aus den gemessenen Fahrprofilen konnte abgeleitet werden, dass der Störungsgrad im Tagzeitbereich im Bereich von geringen (free) bis mittleren Störungen (heavy) liegt.

Wird bei der Auswertung der Messfahrten für T50 von 2011 und 2013 die gleiche Flottenzusammensetzung zugrunde gelegt (Basisjahr 2010), so sind die resultierenden NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren für Pkw und sNfz in beiden Fahrtrichtungen im Rahmen ihrer Ungenauigkeiten vergleichbar. Für die Flottenzusammensetzung 2013 mit gelber Umweltzone sind die Emissionsfaktoren entsprechend niedriger.

Für die Pkw liegen die aus den Messfahrten abgeleiteten NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren in Richtung Osten unter den Emissionsfaktoren für die relevanten Verkehrssituationen nach HBEFA3.1 (jeweils Flotte 2010). In Richtung Westen sind die Werte vergleichbar.



**Bild 3.4: Emissionsfaktoren T50 NO<sub>x</sub> auf der Gesamtstrecke für Pkw und sNfz: Nach HBEFA3.1 (distributor 50, free bzw. heavy, Flotte 2010), nach den Messfahrten 2011 (Flotte 2010), nach den Messfahrten 2013 (Flotte 2010) sowie nach den Messfahrten 2013 (Flotte 2013, UZ gelb)**

Bei den schweren Nutzfahrzeugen liegen die aus den Messfahrten abgeleiteten NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren in beiden Richtungen über den zu erwartenden Werten nach dem Handbuch (jeweils Flotte 2010). Hier müssten deutliche Anteile an Verkehrssituationen mit großem Störungsgrad/Stop&Go-Verkehr angenommen werden, um eine Übereinstimmung mit dem Handbuch zu erzielen.

Wegen des hohen Lkw-Anteils auf der Messstrecke sind die für die konkrete Situation auf der Ortsdurchfahrt Schramberg aus den Messfahrten abgeleiteten Gesamtemissionen höher als die nach HBEFA3.1 berechneten:

- HBEFA 3.1 (Flotte 2010) 5.091 kg/(km·a)
- Messfahrten 2011 (Flotte 2010) 5.773 kg/(km·a)
- Messfahrten 2013 (Flotte 2010) 5.434 kg/(km·a)
- Messfahrten 2013 (Flotte 2013, UZ gelb) 4.184 kg/(km·a)

Den weiteren Betrachtungen wurden die Ergebnisse der Messfahrten 2013 (Flotte 2013, UZ gelb) zugrunde gelegt, da diese die konkrete aktuelle Situation auf der Messstrecke am besten abbilden.

## Vergleich der Ergebnisse der aktuellen Messfahrten mit denen von Januar 2011

Gegenüber der Auswertung der Messfahrten von Januar 2011 /RAU 2011a/ wurde in der vorliegenden Auswertung eine andere Flottenzusammensetzung zugrunde gelegt: Statt des Basisjahres 2010 ohne Beschränkungen wurde das Basisjahr 2013 mit einer Umweltzone gelb angesetzt. Dies führt, wie im vorherigen Abschnitt erläutert, zu einem insgesamt niedrigeren Emissionsniveau: Die jährlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen auf der Gesamtstrecke bei T50 betragen dadurch 4.184 kg/(km·a) statt 5.773 kg/(km·a).

Die im Juni 2013 durchgeführten Messfahrten enthalten auch nach der Bereinigung um die Effekte einer kurzfristigen Baustelle (siehe Abschnitt 2.2) mehr Störungen und Halte als die Fahrprofile von Januar 2011. Dies verstärkt die positive Wirkung von T30 (s. Ersteinschätzungsschema, /AVISO 2012/). Auf der Gesamtstrecke wird statt einer Emissionsminderung um -0,8% (2011) eine Minderung um -3,5% (2013) erreicht.

Die Wirkungsrichtungen sind sowohl auf der Gesamtstrecke wie auch auf den Einzelstrecken gleich: Auf Abschnitt 1 (10% Längsneigung, mittlere Anzahl Störungen) führt T30 zu NO<sub>x</sub>-Minderungen, auf Abschnitt 2 (3% Längsneigung, geringe Anzahl Störungen) führt T30 zu NO<sub>x</sub>-Zunahmen:

*Ermittelte Wirkung bei Einführung von T30:*

|                      | <i>Auswertung<br/>Messfahrten 2013</i> | <i>Auswertung<br/>Messfahrten 2011</i> |
|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Gesamtstrecke</i> | -3,5%                                  | -0,8%                                  |
| <i>Abschnitt 1</i>   | -9,0%                                  | -4,1%                                  |
| <i>Abschnitt 2</i>   | +6,2%                                  | +5,0%                                  |

## Vergleich mit der T40-Auswertung der Messfahrten in Tübingen

Auf der Messstrecke in Schramberg liegen die Gesamtemissionen sowohl auf der Gesamtstrecke wie auch auf den Einzelabschnitten bei T40 zwischen denen bei T30 und T50. Dies ist auf der Messstrecke in Tübingen anders: Dort hat sich T40 als günstiger als T30 und als T50 herausgestellt.

Grund dafür ist die Gangwahl, welche die Emissionen beeinflusst: Ein kleinerer Gang entspricht einer höheren Drehzahl, was zu erhöhten Emissionen führt, s. /AVISO 2012/. Der mittlere Gang auf einer Strecke hängt ab von der Steigung (kleinerer Gang bei hoher Steigung) und dem Störungsgrad (kleinerer Gang beim Anfahren).

Dem Emissionsmodell PHEM ist ein Gangwahlmodell vorgeschaltet, das für jede Fahrzeugschicht in Abhängigkeit von Motorleistung, Fahrzeugmasse, Steigung und entsprechend dem Fahrprofil zu leistender Beschleunigungsarbeit den optimalen Gang bestimmt. Für das Testfahrzeug stimmt der so ermittelte Gang gut mit dem tatsächlich gefahrenen Gang überein. In Tab. 3.4 sind die von PHEM bestimmten mittleren Gänge auf den Messstrecken in Schramberg nach Fahrzeugart, zulässiger Höchstgeschwindigkeit und mittlerer Steigung vergleichend mit denen in Tübingen ausgewiesen.

**Tab. 3.4: Mittlerer Gang auf den Messstrecken in Schramberg und Tübingen nach dem Gangwahlmodell von PHEM nach Fahrzeugart, zulässiger Höchstgeschwindigkeit und mittlerer Steigung**

| Pkw                                      |     |     | INfz |     |     | sNfz |     |     |
|------------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|
| T50                                      | T40 | T30 | T50  | T40 | T30 | T50  | T40 | T30 |
| Schramberg, Richtung Osten, +6% Steigung |     |     |      |     |     |      |     |     |
| 2,7                                      | 2,4 | 2,0 | 3,6  | 3,4 | 2,7 | 9,3  | 8,7 | 8,0 |
| Schramberg, Richtung Westen, -6% Gefälle |     |     |      |     |     |      |     |     |
| 3,0                                      | 2,7 | 2,1 | 4,0  | 3,6 | 3,0 | 9,5  | 8,8 | 8,0 |
| Tübingen, Ebene                          |     |     |      |     |     |      |     |     |
| 2,4                                      | 2,4 | 2,1 | 3,2  | 3,2 | 2,8 | 8,6  | 8,4 | 7,7 |

In den Auswertungen für Tübingen ist der über die Messstrecke gemittelte Gang bei T40 nahezu gleich dem bei T50, während der bei T30 deutlich kleiner ist. In Schramberg dagegen liegt der mittlere Gang bei T40 zwischen denen bei T50 und T30.

Die positive Wirkung von T40 in Tübingen (Ebene) ergibt sich also daraus, dass einerseits Beschleunigungsphasen gegenüber T50 wegfallen, andererseits noch nicht in einem niedrigeren Gang gefahren wird. Dies ist in Schramberg (hohe Längsneigung) anders. Hier liegt T40 sowohl bei der Gangwahl als auch bei den Emissionen zwischen T50 und T30.

### 3.6 Auswirkung auf die Immissionsbelastung im Bereich des Hotspots

Im Rahmen der Untersuchungen zur Maßnahmenwirkung /Rau 2011b/ wurden für mehrere Maßnahmenfälle die Immissionskonzentrationen im Bereich des Hot Spots Oberndorfer Straße mit dem Feinscreening-Modell MISKAM berechnet. Für die im Jahr 2011 durchgeführten T30-Messfahrten wurde in /Rau 2011a/ im Bereich des Hot Spots, basierend auf diesen Feinscreening-Berechnungen, eine Luftschadstoffkonzentration für  $\text{NO}_2$  von  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel prognostiziert. Auf Grund der Tatsache, dass im Rahmen der aktuellen Messfahrten für T40 auch die Emissionen für T50 sowie T30 für das aktuelle Bezugsjahr 2013 ermittelt wurden, werden im Rahmen dieser Untersuchung die  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte am Hot Spot für alle drei Zustände auf Basis der MISKAM-Berechnungen abgeschätzt. Dabei wird von einer Hintergrundbelastung im Jahr 2013 von  $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entsprechend /IBRau 2011b/ ausgegangen. Des Weiteren wird die nicht-lineare Umwandlung von  $\text{NO}_x$  zu  $\text{NO}_2$  berücksichtigt. Die flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für  $\text{NO}_2$  für das Untersuchungsgebiet Oberndorfer Straße sind für alle drei untersuchten Fälle, die sich hinsichtlich der Geschwindigkeit unterscheiden, in den Bildern Bild 3.5 bis Bild 3.7 dargestellt. Die Farbskala ist so gewählt, dass Überschreitungen des geltenden Grenzwertes für den Jahresmittelwert rot erscheinen. Die Bezugshöhen in den Abbildungen entsprechen mit 1,4 m über Grund etwa der Atemzone nach 39. BImSchV.

Als Nullfall ist die aktuelle Umweltzone (gelb), die seit 01.07.2013 eingeführt ist, mit T50 bezeichnet, wobei die Emissionen aus den aktuellen Messfahrten (s. Kapitel 3.4) abgeleitet wurden. Die drei Fälle unterscheiden sich nur marginal bzgl. der flächig berechneten Immissionskonzentrationen. Im Gebäudenahbereich entlang der Oberndorfer Straße sind bei T40 und T30 lokal geringfügige Immissionsminderungen erkennbar. Von Interesse sind die Werte am Hot Spot. An diesem ergibt sich für den Nullfall 2013 ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel von  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dieser Wert stimmt gut mit der Messung für das Jahr 2012 ( $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) überein. Bei T40 verringert sich dieser Wert geringfügig um  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf  $52,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die zu Vergleichszwecken ebenfalls untersuchte Situation T30 führt zu einer weiteren Minderung auf  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

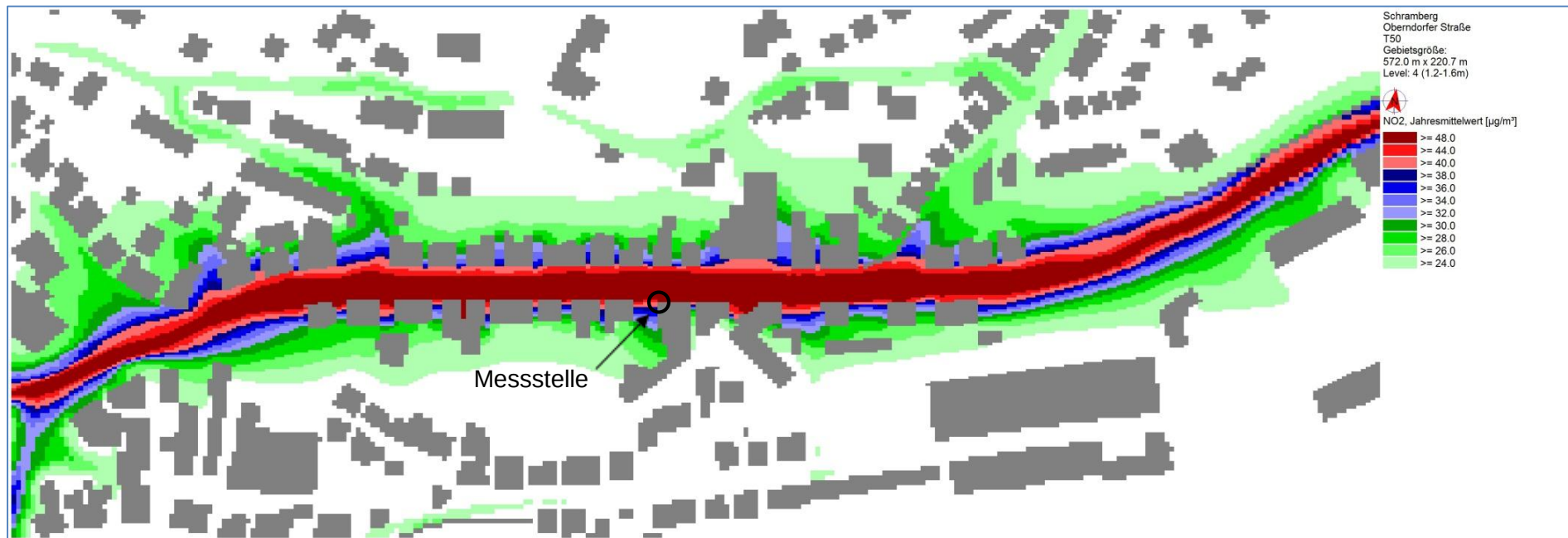


Bild 3.5: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Nullfall 2013 mit T50; Umweltzone gelb

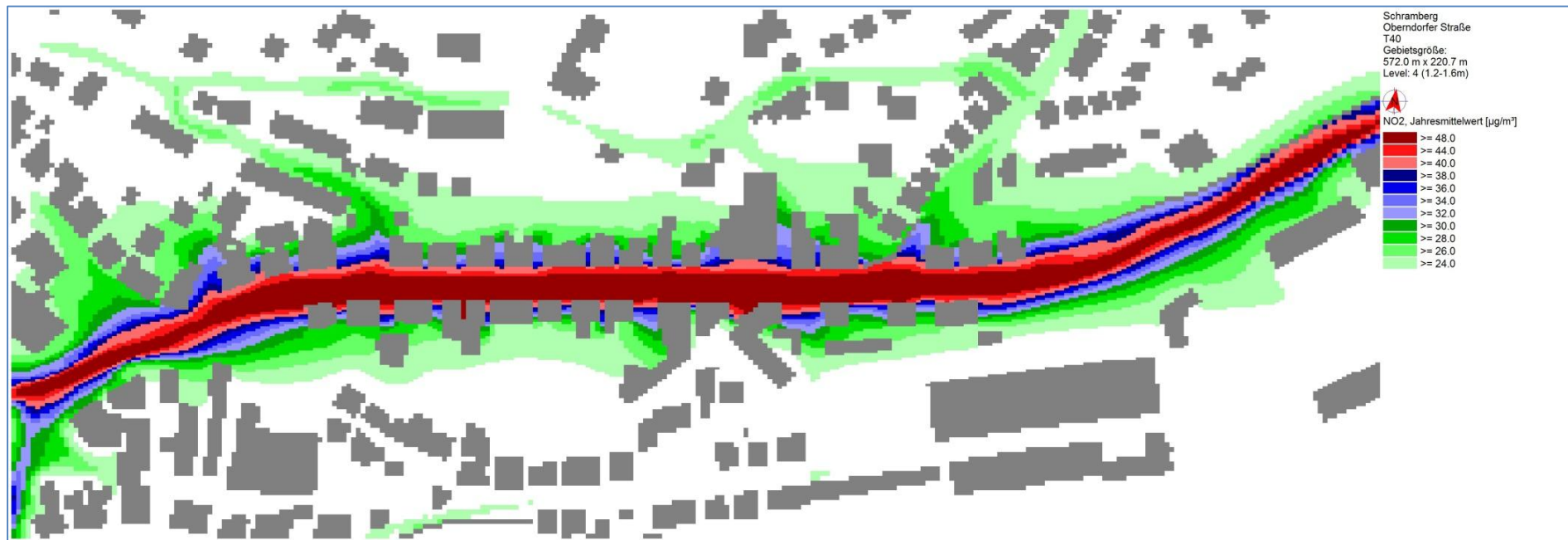


Bild 3.6: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Maßnahmenfall T40, 2013; Umweltzone gelb

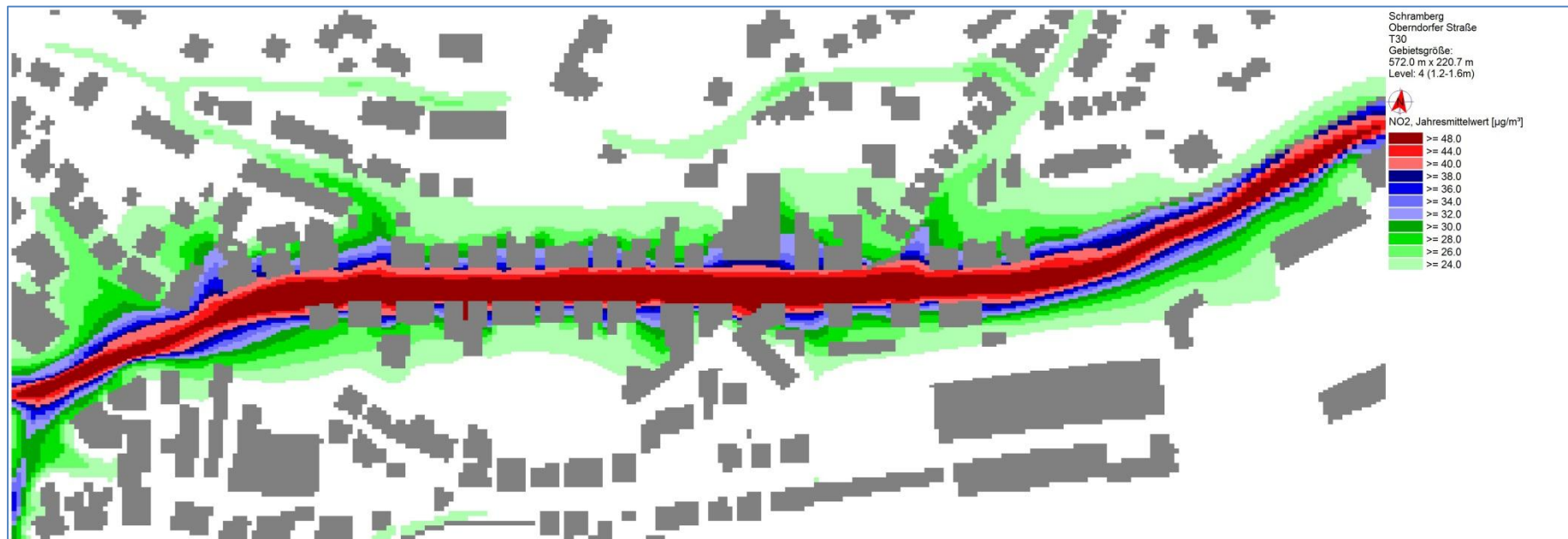


Bild 3.7: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für den Vergleichsfall T30, 2013; Umweltzone gelb

## 4 Zusammenfassung

Zur Ermittlung der Auswirkungen eines Tempolimits von 40 km/h in der Ortsdurchfahrt von Schramberg wurden am 26.06. und 27.06.2013 in Schramberg mit einem Pkw Messfahrten mit Tempo 50, Tempo 40 und 30 „fiktiv“ sowie Lkw-Verfolgungsfahrten durchgeführt. Zusätzlich wurde die Strecke mit Video erfasst und dokumentiert. Die Tempo 30-Fahrten dienen zu Vergleichszwecken mit den Untersuchungen aus dem Jahr 2011 /IBRau 2011a/.

Basierend auf den erhobenen Fahrzyklen wurden mit dem Modell PHEM der TU Graz die Abgasemissionen für diese Fahrprofile berechnet. Darauf aufbauend wurden unter Berücksichtigung des lokalen dynamischen Bestands und der von RP Freiburg zur Verfügung gestellten Verkehrsstärken „warme“ Emissionsfaktoren sowie jährliche Emissionen für NO<sub>x</sub> berechnet.

Richtung Osten (Steigung bis zu 10%) kommt es bei den Pkw bei T40 gegenüber T50 auf der Gesamtstrecke zu Zunahmen der Emissionsfaktoren um ca. 6%, bei den INfz zu Abnahmen um ca. -16%. Bei den sNfz ergeben sich Abnahmen um ca. -4%.

Bei T30 ergeben sich gegenüber T50 bei Pkw und INfz Abnahmen (-19% bzw. -17%), während die Emissionsfaktoren der sNfz nahezu konstant bleiben.

In Fahrtrichtung Westen (Gefälle) sind die Emissionsfaktoren aufgrund des Gefälles für alle Fahrzeugarten deutlich niedriger als in Richtung Osten. T40 führt gegenüber T50 bei den Pkw zu einer Erhöhung der Emissionsfaktoren (+8%), bei INfz und sNfz zu einer leichten Erniedrigung (-3% bzw. 4%).

Durch T30 ergeben sich gegenüber T50 bei Pkw und INfz Zunahmen (+39% bzw. +32%), während die Emissionsfaktoren der sNfz um ca. -9% abnehmen.

Über den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV, s. Bild 2.5) können jahresmittlere Emissionsdichten berechnet werden. Dazu tragen neben den warmen Abgas-Emissionen auch Kaltstartzuschläge bei. Diese wurden aus der T30-Untersuchung für Schramberg T30 übernommen. Dabei wurde angenommen, dass sich die Kaltstartzuschläge für T30 und T40 nicht unterscheiden. Wie schon bei der Untersuchung für T30 /IBRau 2011a/ wurde die Gesamtstrecke in zwei Abschnitte unterteilt. Auf Abschnitt 1 - dieser weist die Steigung von 10% in Fahrtrichtung Osten auf - sind die Verkehrswerte und damit die Emissionen deutlich höher. In diesem Abschnitt liegt auch die Messstation.

Für T40 ergeben sich auf der Gesamtstrecke NO<sub>x</sub>-Emissionsminderungen von -0,6%, die sich aus einer Minderung auf dem höher belasteten Abschnitt 1 um -2,8% und einer Zunahme auf dem geringer belasteten Abschnitt 2 um 3,6% ergeben.

---

Für T30 sind die Änderungen stärker: Auf der Gesamtstrecke werden die NO<sub>x</sub>-Emissionen bei einer Minderung um -9,0% auf dem höher belasteten Abschnitt 1 und einer Zunahme um 6,2% auf dem geringer belasteten Abschnitt 2 um insgesamt -3,5% gemindert. Bei den Berechnungen wurde ein Befolgungsgrad von 100% angenommen.

Die ermittelten Emissionsminderungen für T40 entsprechen einer Reduzierung der Immissionskonzentration am Hot Spot für das NO<sub>2</sub>-Jahresmittel gegenüber dem Nullfall 2013 mit gelber Umweltzone und T50 um 0,6 µg/m<sup>3</sup>. Bei T30 würde sich, basierend auf dieser aktuellen Untersuchung, die Immissionskonzentration im Bereich des Hot Spots gegenüber dem Nullfall um 2 µg/m<sup>3</sup> reduzieren.

## 5 Literaturverzeichnis

### **/AVISO 2012/**

Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NOx- und PM10-Emissionen, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/23231/aviso-bericht-wirkung-tempo30-2012.pdf?command=downloadContent&filename=aviso-bericht-wirkung-tempo30-2012.pdf>

### **/HAUSBERGER 2010/**

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, December 2009

### **/HBEFA 2010/**

[www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)

### **/RAU 2011a/**

Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 im Rahmen der Erstellung des Luftreinhalteplans für Schramberg, <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1331059/rpf-ref54.1-luftreinhalteplan-schramberg-bestimmung-auswirkung-t30.pdf>

### **/RAU 2011b/**

Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen mehrerer Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Schramberg, <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1331060/rpf-ref54.1-luftreinhalteplan-schramberg-bestimmung-auswirkung.pdf>