



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

Auftraggeber: Regierungspräsidium Freiburg
Schwendstraße 12
79102 Freiburg

Durchführung: Ingenieurbüro Rau (Federführung)
Bottwarbahnstraße 4
74081 Heilbronn

AVISO GmbH
Am Hasselholz 15
52074 Aachen

Heilbronn, 10.03.2014

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>i</i>
<i>1 Einleitung</i>	<i>1</i>
<i>2 Messfahrten</i>	<i>2</i>
2.1 Die Messstrecke.....	2
2.2 Auswertung der Fahrten.....	4
2.3 Verkehrliche Grundlagendaten.....	5
<i>3 Emissionsberechnung</i>	<i>6</i>
3.1 Modell PHEM	6
3.2 Flottenzusammensetzung	7
3.3 Emissionsfaktoren NO _x	9
3.4 Jahresemissionen	12
3.5 Auswirkung auf die Immissionsbelastung im Bereich des Hotspots.....	18
<i>4 Anhang</i>	<i>20</i>
<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>25</i>

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 west, die Lage der Fotos s. Bild 2.1); Quelle: /RAU 2011a/	4
Bild 2.3:	Jahresmittlere durchschnittliche Verkehrsstärken (DTV) für Kfz-gesamt und die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) im Untersuchungsgebiet Schramberg, Quelle: /RAU 2013/	5
Bild 3.1:	Das Modell PHEM zur Erstellung der Basis-Emissionsfaktoren in HBEFA3.1, Quelle: /TU Graz 2011/	7
Bild 3.2:	Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz im Bezugsjahr 2013 ohne Umweltzone (UZ) sowie unter Berücksichtigung einer UZ gelb und einer UZ grün	9
Bild 3.3:	Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO _x für die Gesamtstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen	11
Bild 3.4:	Grafische Darstellung Tab. 3.2	14
Bild 3.5:	Grafische Darstellung Tab. 3.3	16
Bild 3.6:	NO _x -Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Fahrtrichtungen und Fahrzeugarten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%) ...	17
Bild 3.7:	Minderungen der NO ₂ -Immissionsgesamtbelastung am Hot Spot.....	19

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Beschreibung der Teilabschnitte der Ortsdurchfahrt (von Westen nach Osten) ...	3
Tab. 3.1:	Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz im Bezugsjahr 2013 ohne Umweltzone (UZ) sowie unter Berücksichtigung einer UZ gelb und einer UZ grün	8
Tab. 3.2:	NO _x -Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Abschnitten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)	13
Tab. 3.3:	NO _x -Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Fahrtrichtungen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)	15
Tab. 3.4:	Gegenüberstellung NO ₂ -Immissionsgesamtbelastung am Hot Spot für die verschiedenen Maßnahmen	18
Tab. 4.1:	Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO _x bei T50 und T30 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Osten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Osten, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün	21
Tab. 4.2:	Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO _x bei T50 und T40 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Osten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Osten, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün	22
Tab. 4.3:	Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO _x bei T50 und T30 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Westen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Westen, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün	23
Tab. 4.4:	Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO _x bei T50 und T40 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Westen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Westen, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün	24

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 der Auswertungen dieser Messfahrten war, dass sich durch eine Einführung von T30 auf dem höher belasteten Teilabschnitt (Graf-von-Bissingen-Straße bis Roßwaldstraße) Minderungen und auf dem geringer belasteten Teilabschnitt (Roßwaldstraße bis Gewerkepark H.A.U.) Zunahmen der NO_x-Emissionen ergeben haben, vergl. Tab. 3.2 /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_x-Emissionen durch ein Tempolimit von 40 km/h (T40) dort 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 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.

Anders als in Tübingen ergaben die Auswertungen der Messfahrten in Schramberg, dass die NO_x-Emissionen durch ein Tempolimit auf 40 km/h weniger stark gesenkt werden als durch ein Tempolimit von T30. Dies ist auf eine aufgrund der Steigung für T40 ungünstigere Gangwahl zurückzuführen /RAU 2013/.

Für die Auswertungen der Messfahrten von Juni 2013 wurde eine Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen in Schramberg zum Bezugsjahr 2013 unter Berücksichtigung einer Umweltzone gelb angesetzt. In dieser ergänzenden Untersuchung werden Auswertungen dieser Messfahrten auf Basis der Flottenzusammensetzung zum Bezugsjahr 2013 ohne Umweltzone und unter Berücksichtigung einer Umweltzone grün vorgestellt.

2 Messfahrten

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 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.

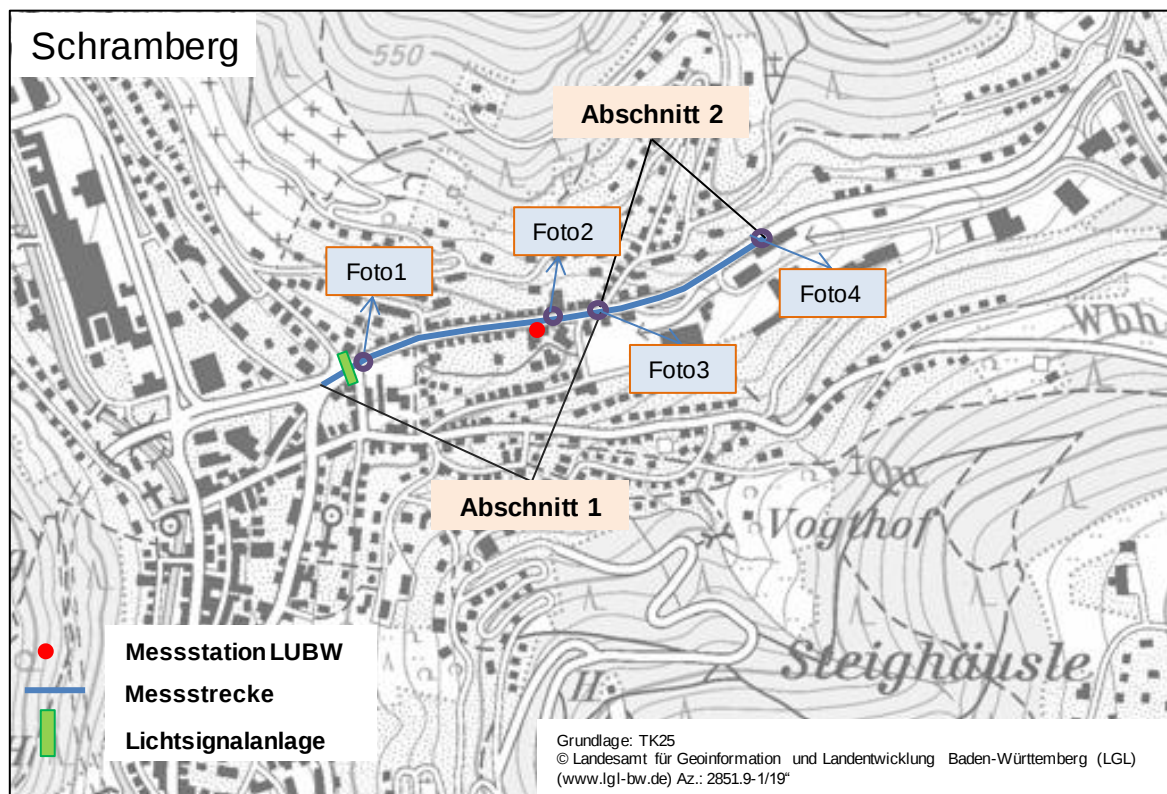


Bild 2.1: Lage der Messstrecke Ortsdurchfahrt Schramberg; Grafik: /RAU 2011a/

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 für NO₂ und PM10. 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 west, die Lage der Fotos s. Bild 2.1); Quelle: /RAU 2011a/

2.2 Auswertung der Fahrten

Insgesamt wurden für /RAU 2013/ 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.

2.3 Verkehrliche Grundlagendaten

Die verkehrlichen Grundlagen wurden in /RAU 2013/ aus der T30-Untersuchung für Schramberg /RAU 2011a/ übernommen und sind in Bild 2.3 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 %.

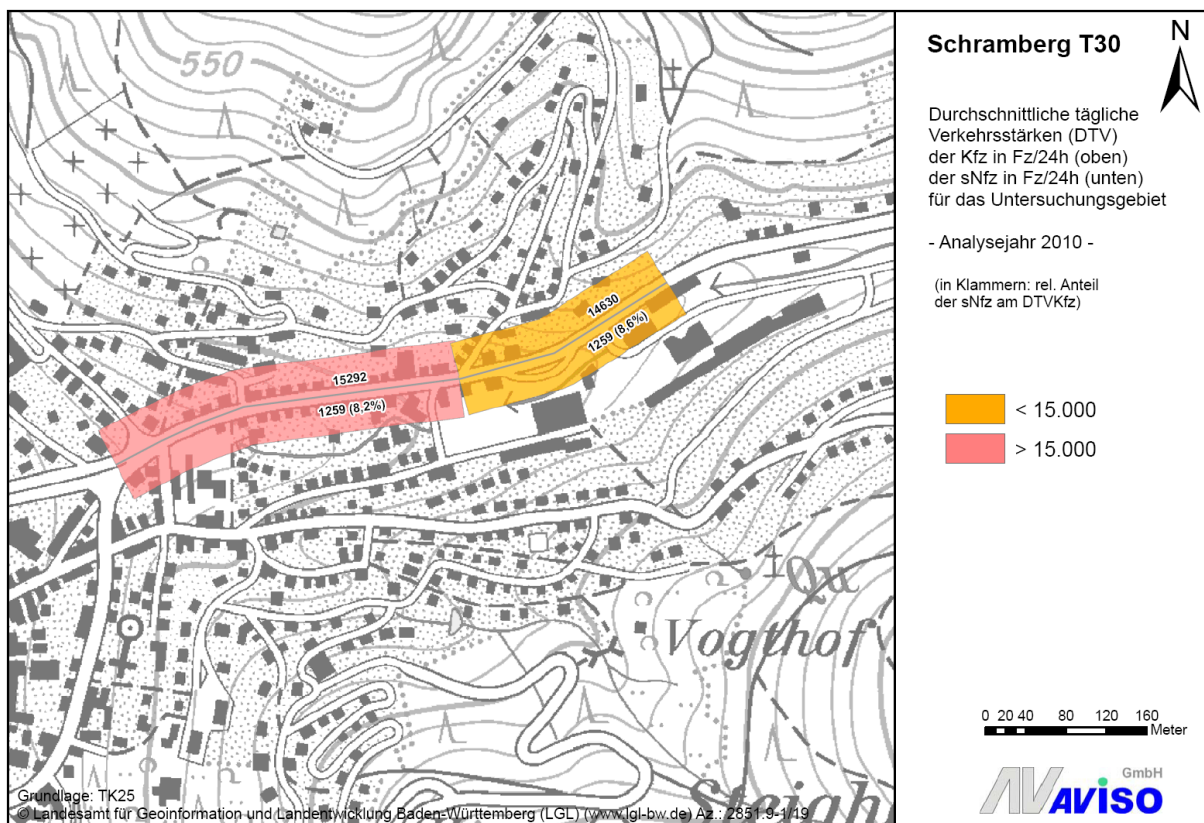


Bild 2.3: Jahresmittlere durchschnittliche Verkehrsstärken (DTV) für Kfz-gesamt und die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) im Untersuchungsgebiet Schramberg, Quelle: /RAU 2013/

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. 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

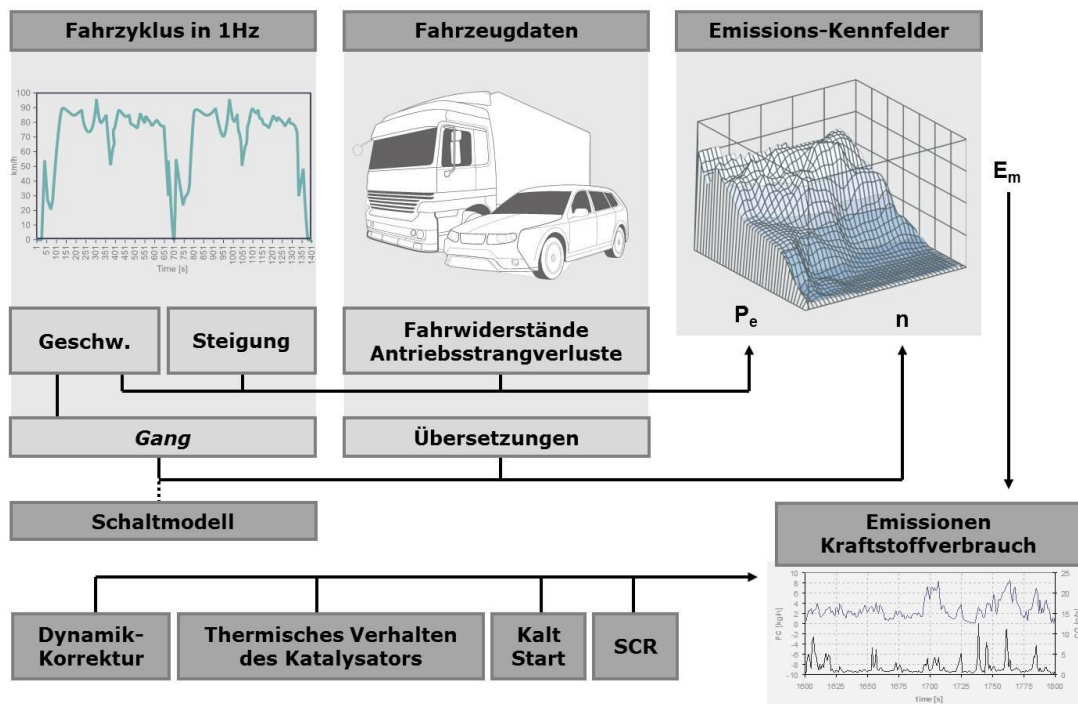


Bild 3.1: Das Modell PHEM zur Erstellung der Basis-Emissionsfaktoren in HBEFA3.1, Quelle: /TU Graz 2011/

3.2 Flottenzusammensetzung

Analog zur T30-Untersuchung in Schramberg /RAU 2011a/ wurden in /RAU 2013/ die Emissionen, die als Ergebnis der PHEM-Berechnungen für jedes 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. In /RAU 2013/ wurden die Berechnungen für das Bezugsjahr 2013 durchgeführt, dabei wurde die seit dem 01.07.2013 in Schramberg bestehende Umweltzone (gelb) berücksichtigt.

In der vorliegenden Ergänzung zu /RAU 2013/ wurden die Wirkungen von T30 und T40 zusätzlich für eine Situation ohne Umweltzone sowie für eine grüne Umweltzone ermittelt. Die entsprechenden Flottenzusammensetzungen sind in Tab. 3.1 ausgewiesen und in Bild 3.2 grafisch dargestellt.

Tab. 3.1: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz im Bezugsjahr 2013 ohne Umweltzone (UZ) sowie unter Berücksichtigung einer UZ gelb und einer UZ grün

Pkw	UZ keine	UZ gelb	UZ grün	Infz	UZ keine	UZ gelb	UZ grün	sNfz	UZ keine	UZ gelb	UZ grün
Otto E0	0,4%	0,0%	0,0%	Otto E0	0,0%	0,0%	0,0%				
Otto E1	2,6%	2,6%	2,9%	Otto E1	0,0%	0,0%	0,0%				
Otto E2	2,7%	2,8%	3,0%	Otto E2	0,2%	0,2%	0,2%				
Otto E3	14,4%	14,9%	16,4%	Otto E3	0,3%	0,3%	0,3%				
Otto E4	23,2%	24,0%	26,3%	Otto E4	1,3%	1,4%	1,7%				
Otto E5	12,1%	12,5%	13,7%	Otto E5	1,1%	1,1%	1,3%				
Otto E6	1,4%	1,5%	1,6%	Otto E6	0,0%	0,0%	0,0%				
Gas/alternativ	0,6%	0,6%	0,7%	Gas/alternativ	0,0%	0,0%	0,1%				
Diesel E0	0,2%	0,0%	0,0%	Diesel E0	0,0%	0,0%	0,0%	Diesel E 0	2,4%	0,0%	0,0%
Diesel E1	0,6%	0,0%	0,0%	Diesel E1	0,2%	0,0%	0,0%	Diesel E I	1,4%	0,0%	0,0%
Diesel E2	2,2%	0,0%	0,0%	Diesel E2	4,8%	0,0%	0,0%	Diesel E II	6,6%	0,0%	0,0%
Diesel E3	8,6%	8,9%	0,0%	Diesel E3	14,0%	14,8%	0,0%	Diesel E III	15,3%	17,1%	0,0%
Diesel E4	15,1%	15,6%	17,1%	Diesel E4	40,9%	43,1%	50,6%	Diesel E IV	9,2%	10,3%	12,4%
Diesel E5	15,3%	15,8%	17,4%	Diesel E5	36,0%	37,9%	44,5%	Diesel E V	62,1%	69,3%	83,6%
Diesel E6	0,7%	0,7%	0,8%	Diesel E6	1,0%	1,1%	1,3%	Diesel E VI	2,9%	3,3%	3,9%
gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	gesamt	100,0%	100,0%	100,0%

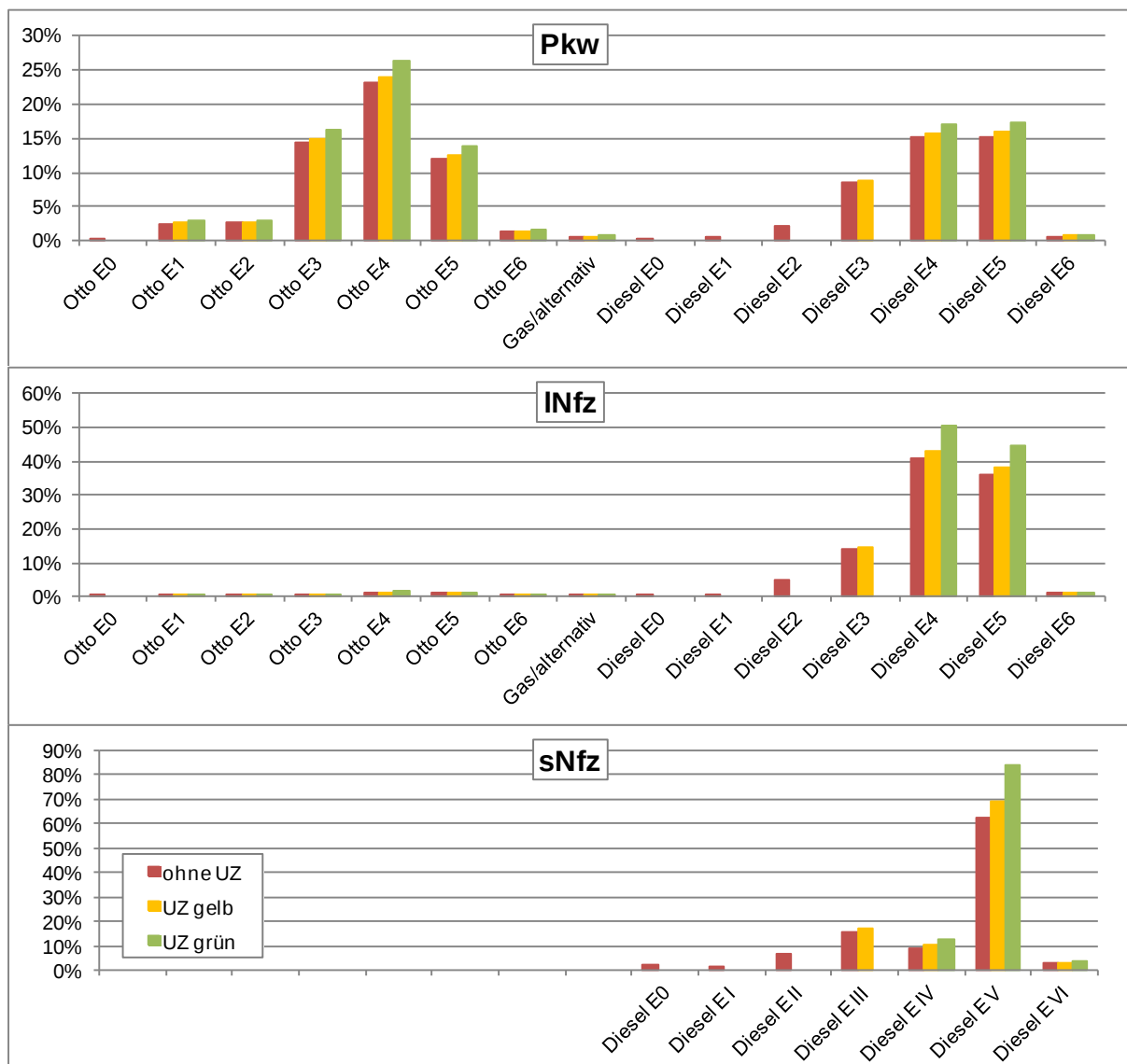


Bild 3.2: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Schramberg für die Fahrzeuggruppen Pkw, Infz und sNfz im Bezugsjahr 2013 ohne Umweltzone (UZ) sowie unter Berücksichtigung einer UZ gelb und einer UZ grün

3.3 Emissionsfaktoren NO_x

Für diese Flottenzusammensetzungen wurden analog zum Vorgehen in /RAU 2013/ für alle drei Fahrzeuggruppen mittlere „warme“ T50-, T40- und T30-Emissionsfaktoren für NO_x auf den Messstrecken abgeleitet.

In Bild 3.3 sind die so gebildeten NO_x -Emissionsfaktoren für Pkw, Infz und sNfz auf den Gesamtstrecken in beiden Fahrtrichtungen grafisch dargestellt.

Für die unterschiedlichen Flottenzusammensetzungen sind die Wirkungen von T30 bzw. T40 ggü. T50 ähnlich, ohne Umweltzone sind sie am stärksten ausgeprägt, in einer Umweltzone grün am schwächsten.

Obwohl die Bestimmungen der Emissionsfaktoren für Pkw und INfz auf den gleichen Fahrprofilen basieren, sind die Wirkungen bei einer Einführung von T30 bzw. T40 gegenüber T50 unterschiedlich. Dies kann auf die unterschiedlichen Schaltpunkte und die verschiedene Anzahl an Gängen bei Pkw, INfz und sNfz zurückgeführt werden.

Fahrtrichtung Osten

- Bei den Pkw liegen NO_x -Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Osten bei T40 höher und bei T30 niedriger als bei T50.
- Bei den INfz liegen die NO_x -Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Osten bei T40 niedriger als bei T50, bei T30 sind sie vergleichbar mit denen bei T40.
- Bei den sNfz liegen die NO_x -Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Osten bei T40 niedriger als bei T50, bei T30 sind sie vergleichbar mit denen bei T50.

Fahrtrichtung Westen

- Bei den Pkw liegen NO_x -Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Westen bei T40 höher als bei T50 und bei T30 höher als bei T40.
- Bei den INfz sind die NO_x -Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Westen bei T40 vergleichbar mit denen bei T50, bei T30 sind sie höher.
- Bei den sNfz gibt es nahezu keine Änderungen der Emissionsfaktoren durch ein Tempolimit.

Insgesamt sind die Emissionsfaktoren in Fahrtrichtung Osten (bergauf) deutlich höher als in Fahrtrichtung Westen. Diese Unterschiede aufgrund der Steigung sind bei den sNfz besonders groß.

In Tab. 4.1 bis Tab. 4.4 im Anhang sind die NO_x -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. Die extrem kleinen Emissionsfaktoren in Abschnitt 2 in Fahrtrichtung Westen bei den sNfz in einer Umweltzone grün sind darauf zurückzuführen, dass ab EU IV der Motor im Leerlauf komplett abschaltet, so dass (nahezu) kein NO_x mehr emittiert wird.

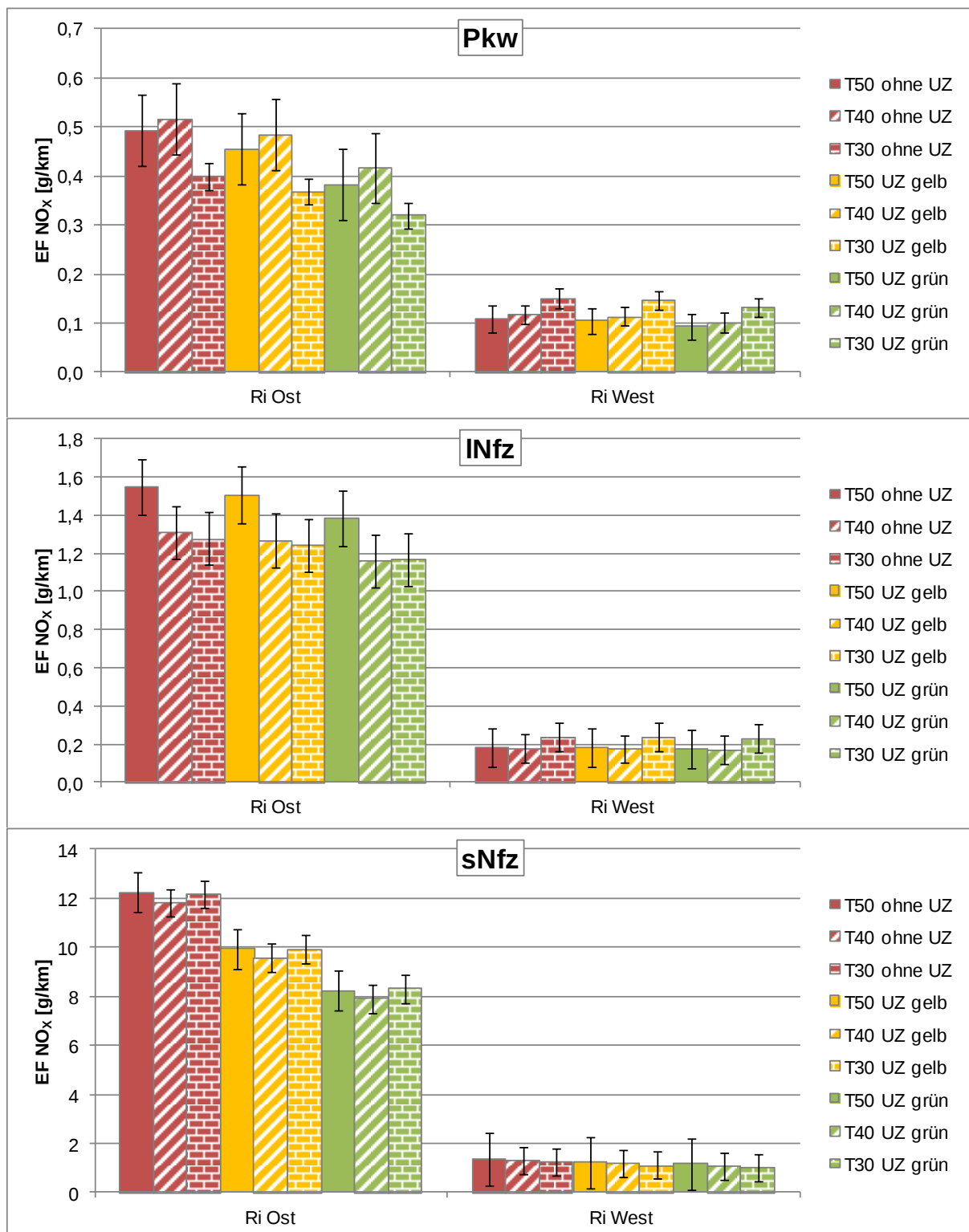


Bild 3.3: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO_x für die Gesamtstrecken in Schramberg, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen

3.4 Jahresemissionen

Über den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV, s. Bild 2.3) können jahresmittlere Emissionsdichten berechnet werden. Dazu tragen neben den warmen Abgas-Emissionen auch Kaltstartzuschläge bei. Diese wurden aus der T30-Untersuchung für Schramberg übernommen. Dabei wurde angenommen, dass sich die Kaltstartzuschläge für T30 und T40 nicht unterscheiden.

In Tab. 3.2 (differenziert nach Abschnitten) und Tab. 3.3 (differenziert nach Fahrtrichtungen) sind die durch T40 bzw. T30 gegenüber T50 verursachten Emissionsänderungen für NO_x auf den untersuchten Strecken bei einem angenommenen Befolgungsgrad für T40 und T30 von 100 % jeweils für eine Fahrzeugflotte 2013 ohne Umweltzone sowie unter Berücksichtigung einer Umweltzone gelb und grün ausgewiesen. Geht man von einem geringeren Befolgungsgrad aus, dann verringern sich entsprechend auch die ausgewiesenen Wirkungen.

In Bild 3.4 bzw. Bild 3.5 sind die Werte bei angenommenem Befolgungsgrad von 100 % grafisch dargestellt.

Die Wirkungsrichtungen von T30 bzw. von T40 sind für die unterschiedlichen Flottenzusammensetzungen gleich, ohne Umweltzone sind sie jeweils am stärksten ausgeprägt, bei einer Umweltzone grün am geringsten:

- T40 führt ohne UZ gegenüber T50 zu Minderungen der Emissionen von -1,1 %, in einer gelben UZ von -0,6 % und in einer grünen UZ von -0,2 %. Dies resultiert jeweils aus Minderungen in Abschnitt 1 und Erhöhungen in Abschnitt 2.
- Bei T30 sind die Wirkungen etwas stärker: T30 führt ohne UZ gegenüber T50 zu Minderungen der Emissionen von -3,9 %, in einer gelben UZ von -3,5 % und in einer grünen UZ von -2,0 %. Auch bei T30 resultiert dies jeweils aus Minderungen in Abschnitt 1 und Erhöhungen in Abschnitt 2.

Die richtungsgetrennte Betrachtung zeigt, dass sowohl T30 wie auch T40 jeweils in Fahrtrichtung Osten (Steigung) zu Minderungen und in Fahrtrichtung Westen (Gefälle) zu Zunahmen der NO_x-Emissionen führen. Auch hier sind die Wirkungen bei T30 stärker ausgeprägt als bei T40.

In Bild 3.6 sind die NO_x-Jahresemissionen nach Fahrzeugarten aufgeteilt dargestellt. Obwohl die sNfz nur 8 % zur Flotte beitragen (s. Abschnitt 2.3), ist ihr Beitrag zu Emissionen in Fahrtrichtung Osten etwa doppelt so hoch wie der der Pkw. Dies ist der Grund dafür, dass die Wirkung von T30, die bei Pkw und INfz stark positiv ist, deutlich gedämpft wird.

Tab. 3.2: NO_x-Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Abschnitten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)

NO _x Emissionen [kg/(km*a)]	ohne UZ		UZ gelb		UZ grün	
	NOx gesamt		NOx gesamt		NOx gesamt	
T50						
gesamt	4.852		4.184		3.571	
Abschnitt 1	5.533		4.843		4.209	
Abschnitt 2	4.027		3.385		2.788	
T40						
gesamt	4.799		4.161		3.562	
Abschnitt 1	5.362		4.706		4.110	
Abschnitt 2	4.123		3.505		2.894	
T30						
gesamt	4.665		4.038		3.490	
Abschnitt 1	5.033		4.408		3.874	
Abschnitt 2	4.227		3.595		3.026	
Änderung	ggü. T50	ggü. T40	ggü. T50	ggü. T40	ggü. T50	ggü. T40
T40						
gesamt	-1,1%		-0,6%		-0,2%	
Abschnitt 1	-3,1%		-2,8%		-2,4%	
Abschnitt 2	2,4%		3,6%		3,8%	
T30						
gesamt	-3,9%	-2,8%	-3,5%	-3,0%	-2,2%	-2,0%
Abschnitt 1	-9,0%	-6,1%	-9,0%	-6,3%	-8,0%	-5,8%
Abschnitt 2	5,0%	2,5%	6,2%	2,6%	8,6%	4,6%

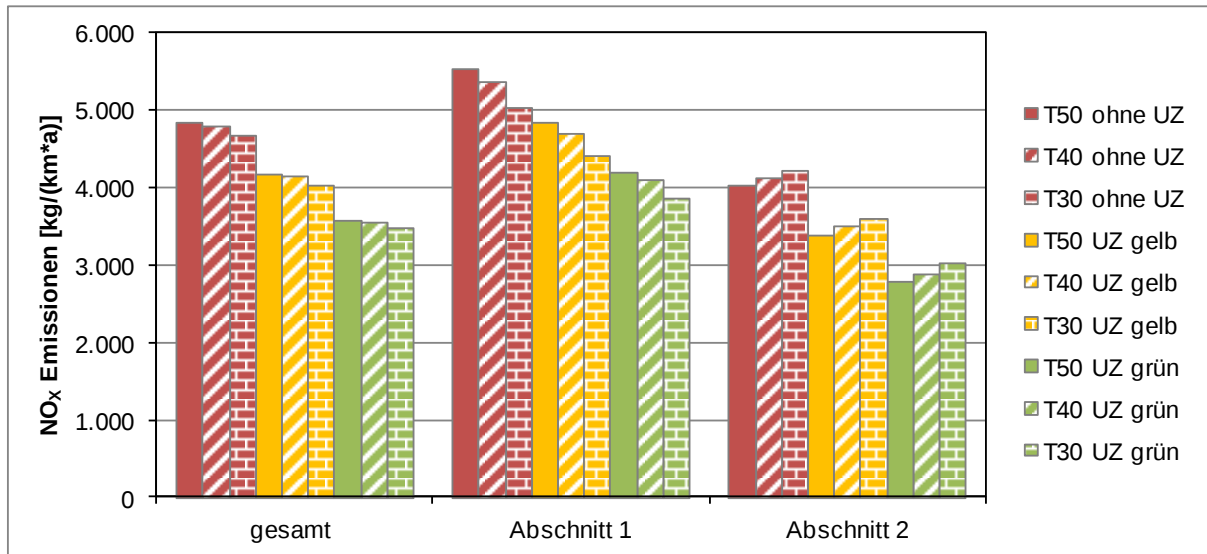


Bild 3.4: Grafische Darstellung Tab. 3.2

Tab. 3.3: NO_x-Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Fahrtrichtungen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)

NO _x Emissionen [kg/(km*a)]	ohne UZ		UZ gelb		UZ grün	
	NOx gesamt		NOx gesamt		NOx gesamt	
T50						
Querschnitt	4.852		4.184		3.571	
Ri Ost	4.187		3.559		2.989	
Ri West	664		626		582	
T40						
Querschnitt	4.799		4.161		3.562	
Ri Ost	4.128		3.527		2.979	
Ri West	671		634		582	
T30						
Querschnitt	4.665		4.038		3.490	
Ri Ost	3.922		3.335		2.842	
Ri West	743		703		648	
Änderung	ggü. T50	ggü. T40	ggü. T50	ggü. T40	ggü. T50	ggü. T40
T40						
Querschnitt	-1,1%		-0,6%		-0,2%	
Ri Ost	-1,4%		-0,9%		-0,3%	
Ri West	1,0%		1,4%		0,1%	
T30						
Querschnitt	-3,9%	-2,8%	-3,5%	-3,0%	-2,2%	-2,0%
Ri Ost	-6,3%	-5,0%	-6,3%	-5,4%	-4,9%	-4,6%
Ri West	11,8%	10,7%	12,4%	10,8%	11,4%	11,3%

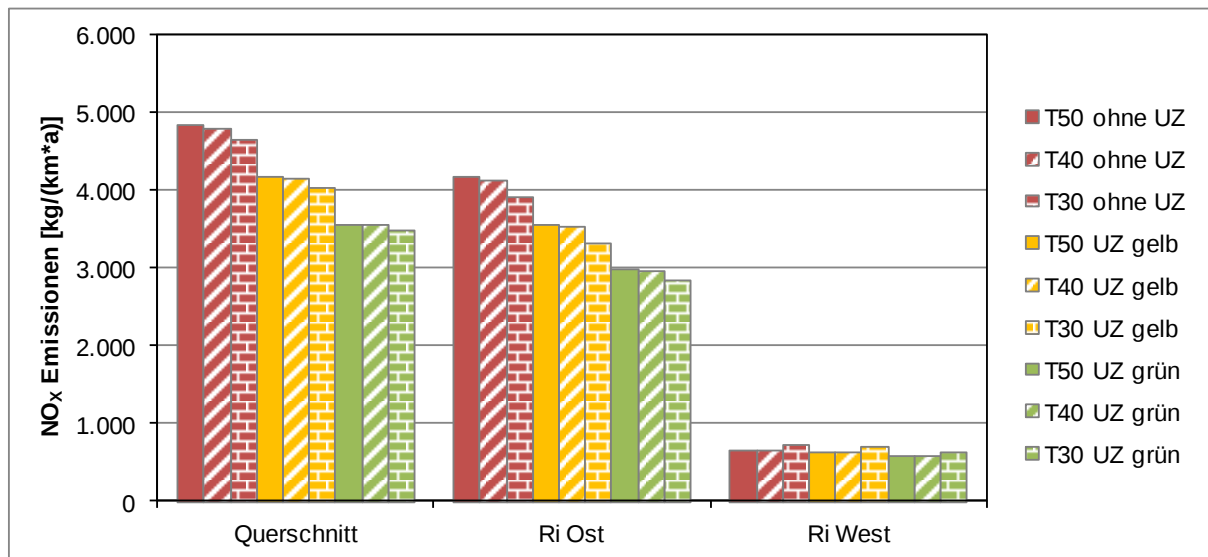


Bild 3.5: Grafische Darstellung Tab. 3.3

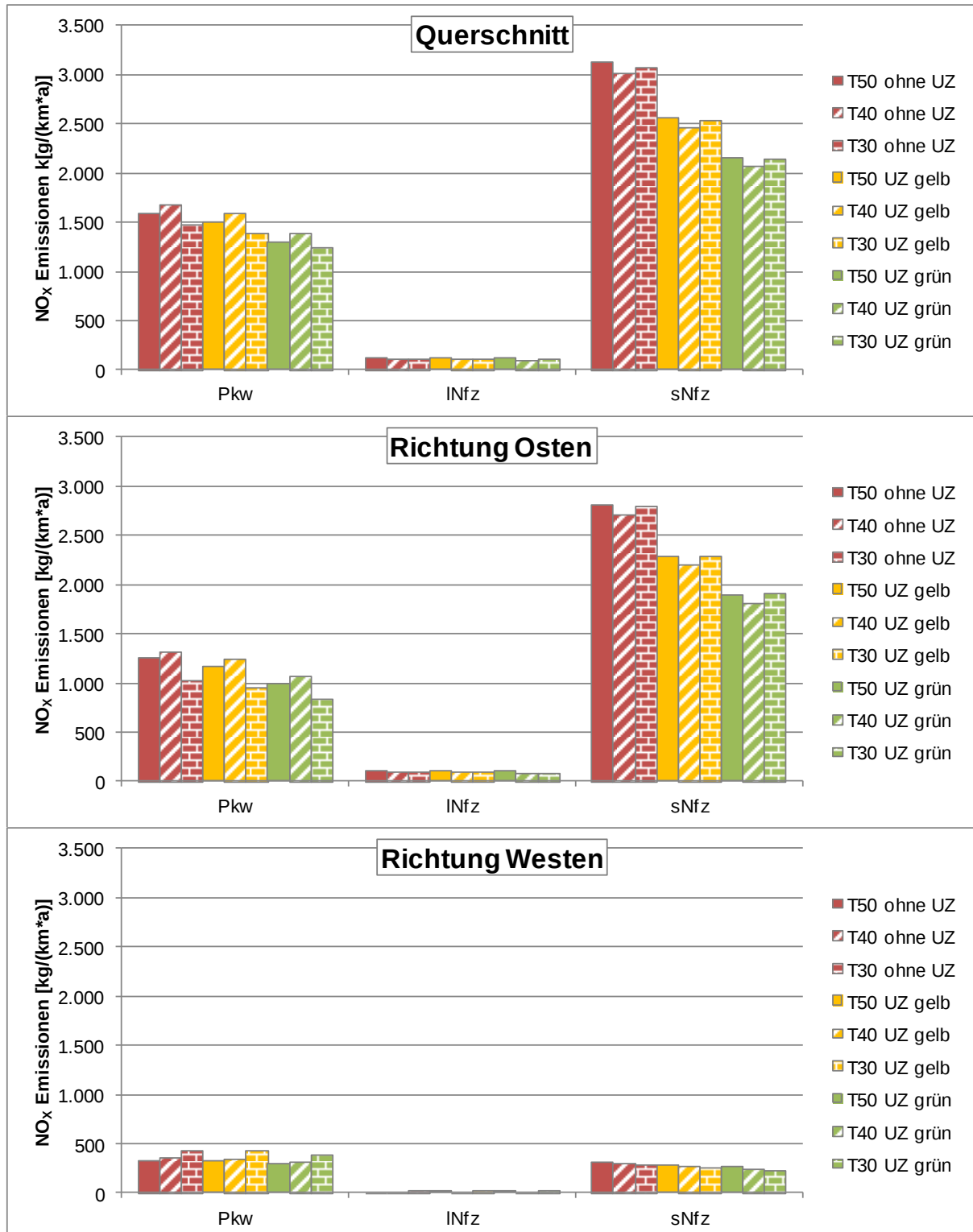


Bild 3.6: NO_x-Jahresemissionen für die Ortsdurchfahrt Schramberg nach Fahrtrichtungen und Fahrzeugarten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile (angenommener Befolgungsgrad 100%)

3.5 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 diese ergänzende Untersuchung werden, basierend auf den mit dem Feinscreening-Modell MISKAM am Hot Spot ermittelten Immissionskonzentrationen, die NO_2 -Jahresmittelwerte für alle aktuell untersuchten Zustände 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 NO_x zu NO_2 berücksichtigt.

In Tab. 3.4 und Bild 3.7 sind analog zu den Emissionsminderungen für die einzelnen Szenarien (s. Bild 3.4 und Bild 3.5) die Minderungen der NO_2 -Immissionsgesamtbelastung am Hot Spot dargestellt. Im Jahr 2013 wurde im Bereich des Hot Spots bei gelber Umweltzone und T50 ein Jahresmittelwert für NO_2 von $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Abgeschätzt wird für das Jahr 2013 (Fall UZ gelb, die seit 01.07.2013 eingeführt ist) ein Wert von $52,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies ist vor dem Hintergrund der möglichen Unsicherheiten bei Prognoserechnungen eine gute Übereinstimmung.

Die maximale Minderung immissionsseitig ergibt sich zwischen dem Fall T50 ohne UZ und dem Fall T30 mit grüner UZ. Die Differenz beträgt im Jahresmittel $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tab. 3.4: Gegenüberstellung NO_2 -Immissionsgesamtbelastung am Hot Spot für die verschiedenen Maßnahmen

Maßnahme	NO_2 -Gesamtbelastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
T50 ohne UZ	55,7
T40 ohne UZ	55,0
T30 ohne UZ	53,7
T50 UZ gelb	52,9
T40 UZ gelb	52,3
T30 UZ gelb	51,0
T50 UZ grün	50,1
T40 UZ grün	49,6
T30 UZ grün	48,5

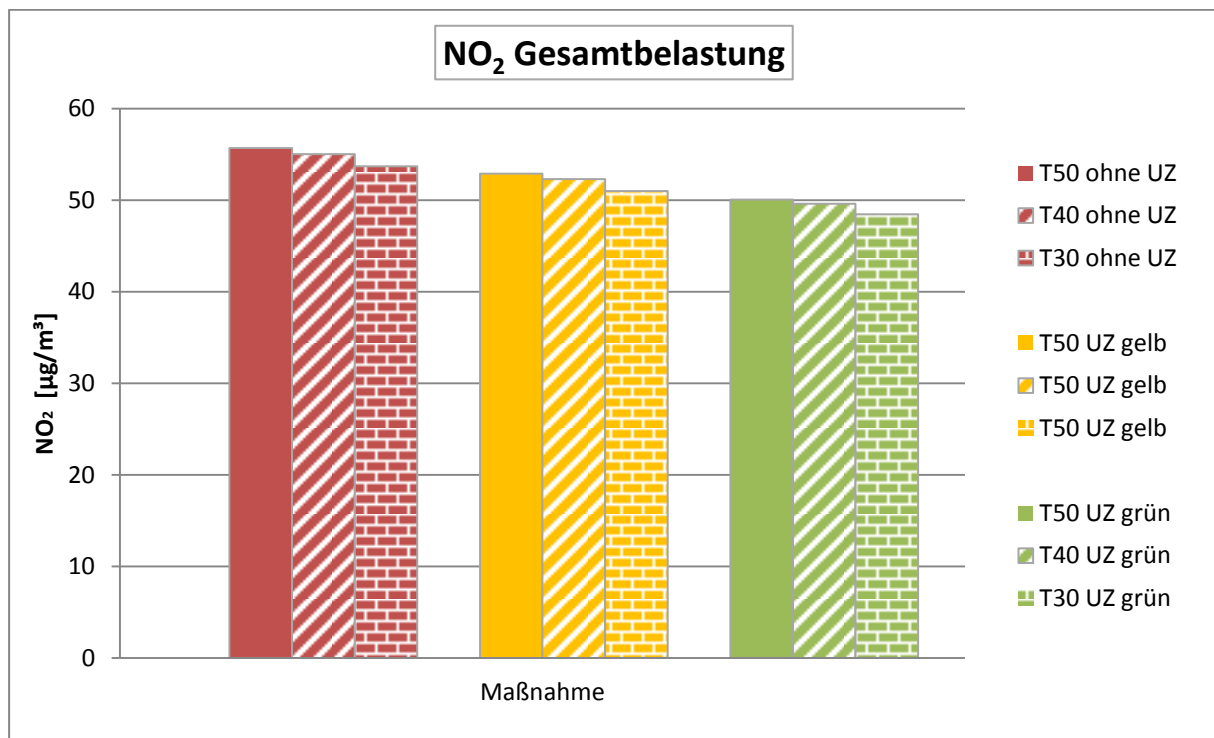


Bild 3.7: Minderungen der NO₂-Immissionsgesamtbelastung am Hot Spot

4 Anhang

Anhang A1: Emissionsfaktoren nach Fahrzeugarten für die untersuchten Flottenzusammensetzungen pro Abschnitt und pro Richtung

Tab. 4.1: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO_x bei T50 und T30 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Osten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Osten, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün

Efaktor NO _x [g/km]	Pkw			INFz			sNFz		
	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.
T50 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	0,49	0,07	15%	1,55	0,15	9%	12,25	0,80	7%
Abschnitt 1	0,55	0,17	31%	1,70	0,44	26%	13,11	2,41	18%
Abschnitt 2	0,42	0,07	16%	1,37	0,18	13%	11,14	1,00	9%
T50 UZ gelb 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%
T50 UZ grün Ri Ost									
gesamt	0,38	0,07	19%	1,38	0,15	11%	8,24	0,80	10%
Abschnitt 1	0,43	0,15	34%	1,53	0,42	28%	9,20	1,62	18%
Abschnitt 2	0,33	0,07	21%	1,20	0,16	13%	6,98	1,01	14%
T30 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	0,40	0,03	7%	1,28	0,14	11%	12,16	0,58	5%
Abschnitt 1	0,41	0,07	17%	1,32	0,29	22%	12,46	1,19	10%
Abschnitt 2	0,39	0,03	8%	1,22	0,23	19%	11,77	0,94	8%
T30 UZ gelb 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%
T30 UZ grün Ri Ost									
gesamt	0,32	0,03	8%	1,17	0,14	12%	8,32	0,58	7%
Abschnitt 1	0,33	0,06	18%	1,22	0,28	23%	8,78	1,44	16%
Abschnitt 2	0,31	0,03	9%	1,11	0,24	22%	7,71	0,79	10%
Änderung ggü. T50 bei gleicher Flotte									
T30 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	-18,9%			-17,6%			-0,8%		
Abschnitt 1	-25,8%			-22,1%			-5,0%		
Abschnitt 2	-8,0%			-10,7%			5,6%		
T30 UZ gelb Ri Ost									
gesamt	-19,0%			-17,4%			0,1%		
Abschnitt 1	-25,9%			-22,0%			-4,6%		
Abschnitt 2	-7,9%			-10,4%			7,6%		
T30 UZ grün Ri Ost									
gesamt	-16,3%			-15,4%			1,0%		
Abschnitt 1	-23,1%			-20,4%			-4,6%		
Abschnitt 2	-5,5%			-7,8%			10,5%		

Tab. 4.2: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO_x bei T50 und T40 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Osten, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Osten, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün

Efaktor NO _x [g/km]	Pkw			INFz			sNFz		
	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.
T50 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	0,49	0,07	15%	1,55	0,15	9%	12,25	0,80	7%
Abschnitt 1	0,55	0,17	31%	1,70	0,44	26%	13,11	2,41	18%
Abschnitt 2	0,42	0,07	16%	1,37	0,18	13%	11,14	1,00	9%
T50 UZ gelb 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%
T50 UZ grün Ri Ost									
gesamt	0,38	0,07	19%	1,38	0,15	11%	8,24	0,80	10%
Abschnitt 1	0,43	0,15	34%	1,53	0,42	28%	9,20	1,62	18%
Abschnitt 2	0,33	0,07	21%	1,20	0,16	13%	6,98	1,01	14%
T40 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	0,52	0,07	14%	1,31	0,14	11%	11,81	0,58	5%
Abschnitt 1	0,54	0,09	17%	1,33	0,24	18%	12,60	0,98	8%
Abschnitt 2	0,49	0,13	26%	1,28	0,24	19%	10,78	1,00	9%
T40 UZ gelb 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%
T40 UZ grün Ri Ost									
gesamt	0,42	0,07	17%	1,16	0,14	12%	7,91	0,58	7%
Abschnitt 1	0,44	0,08	19%	1,20	0,23	19%	8,80	1,22	14%
Abschnitt 2	0,39	0,12	30%	1,11	0,20	18%	6,75	0,90	13%
Änderung ggü. T50 bei gleicher Flotte									
T40 ohne UZ Ri Ost									
gesamt	5,1%			-15,5%			-3,7%		
Abschnitt 1	-1,6%			-21,9%			-3,9%		
Abschnitt 2	15,7%			-6,0%			-3,3%		
T40 UZ gelb Ri Ost									
gesamt	6,3%			-15,8%			-3,7%		
Abschnitt 1	-0,6%			-22,1%			-4,1%		
Abschnitt 2	17,5%			-6,2%			-3,1%		
T40 UZ grün Ri Ost									
gesamt	8,8%			-16,1%			-4,0%		
Abschnitt 1	2,1%			-21,3%			-4,4%		
Abschnitt 2	19,5%			-8,0%			-3,3%		

Tab. 4.3: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO_x bei T50 und T30 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Westen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Westen, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün

Efaktor NO _x [g/km]	Pkw			INFz			sNFz		
	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.
T50 ohne UZ Ri West									
gesamt	0,11	0,03	24%	0,18	0,10	54%	1,36	1,06	78%
Abschnitt 1	0,13	0,08	60%	0,23	0,20	84%	2,31	3,33	144%
Abschnitt 2	0,08	0,02	24%	0,12	0,06	49%	0,11	0,08	78%
T50 UZ gelb Ri West									
gesamt	0,11	0,03	25%	0,18	0,10	55%	1,23	1,06	86%
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%
T50 UZ grün Ri West									
gesamt	0,09	0,03	29%	0,17	0,10	58%	1,16	1,06	91%
Abschnitt 1	0,11	0,07	62%	0,22	0,19	86%	2,05	3,21	156%
Abschnitt 2	0,07	0,02	29%	0,11	0,06	52%	0,00	0,00	91%
T30 ohne UZ Ri West									
gesamt	0,15	0,02	13%	0,24	0,07	31%	1,24	0,53	43%
Abschnitt 1	0,17	0,06	34%	0,27	0,15	54%	2,04	1,86	91%
Abschnitt 2	0,13	0,02	13%	0,20	0,06	31%	0,20	0,09	43%
T30 UZ gelb Ri West									
gesamt	0,15	0,02	13%	0,24	0,07	31%	1,12	0,53	48%
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%
T30 UZ grün Ri West									
gesamt	0,13	0,02	14%	0,23	0,07	32%	1,02	0,53	52%
Abschnitt 1	0,15	0,05	35%	0,26	0,14	54%	1,80	1,82	101%
Abschnitt 2	0,12	0,02	14%	0,19	0,06	32%	0,00	0,00	52%
Änderung ggü. T50 bei gleicher Flotte									
T30 ohne UZ Ri West									
gesamt	38,6%			30,7%			-8,6%		
Abschnitt 1	26,8%			16,8%			-11,9%		
Abschnitt 2	65,0%			66,9%			87,4%		
T30 UZ gelb Ri West									
gesamt	38,9%			31,7%			-8,9%		
Abschnitt 1	27,5%			17,7%			-11,7%		
Abschnitt 2	63,8%			67,3%			152,7%		
T30 UZ grün Ri West									
gesamt	42,5%			33,6%			-12,3%		
Abschnitt 1	29,6%			19,4%			-12,3%		
Abschnitt 2	70,7%			68,7%			-28,0%		

Tab. 4.4: Mittlere („warme“) Emissionsfaktoren für NO_x bei T50 und T40 für die Messstrecke in Schramberg in Fahrtrichtung Westen, abgeleitet aus den mit PHEM berechneten Emissionen auf Basis der gemessenen Fahrprofile in Richtung Westen, jeweils ohne UZ, UZ gelb, UZ grün

Efaktor NO _x [g/km]	Pkw			INFz			sNFz		
	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.	MW	stddev abs.	stddev rel.
T50 ohne UZ Ri West									
gesamt	0,11	0,03	24%	0,18	0,10	54%	1,36	1,06	78%
Abschnitt 1	0,13	0,08	60%	0,23	0,20	84%	2,31	3,33	144%
Abschnitt 2	0,08	0,02	24%	0,12	0,06	49%	0,11	0,08	78%
T50 UZ gelb Ri West									
gesamt	0,11	0,03	25%	0,18	0,10	55%	1,23	1,06	86%
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%
T50 UZ grün Ri West									
gesamt	0,09	0,03	29%	0,17	0,10	58%	1,16	1,06	91%
Abschnitt 1	0,11	0,07	62%	0,22	0,19	86%	2,05	3,21	156%
Abschnitt 2	0,07	0,02	29%	0,11	0,06	52%	0,00	0,00	91%
T40 ohne UZ Ri West									
gesamt	0,12	0,02	16%	0,18	0,07	41%	1,30	0,53	41%
Abschnitt 1	0,14	0,08	54%	0,23	0,18	77%	2,17	2,54	117%
Abschnitt 2	0,09	0,01	16%	0,11	0,05	41%	0,15	0,06	41%
T40 UZ gelb Ri West									
gesamt	0,11	0,02	17%	0,18	0,07	42%	1,18	0,53	45%
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%
T40 UZ grün Ri West									
gesamt	0,10	0,02	19%	0,17	0,07	43%	1,08	0,53	49%
Abschnitt 1	0,12	0,07	56%	0,22	0,17	78%	1,90	2,44	128%
Abschnitt 2	0,07	0,01	19%	0,11	0,05	43%	0,00	0,00	49%
Änderung ggü. T50 bei gleicher Flotte									
T40 ohne UZ Ri West									
gesamt	7,9%			-3,1%			-4,3%		
Abschnitt 1	6,8%			-2,3%			-6,0%		
Abschnitt 2	10,1%			-5,3%			45,4%		
T40 UZ gelb Ri West									
gesamt	8,0%			-2,9%			-3,9%		
Abschnitt 1	7,3%			-2,0%			-5,7%		
Abschnitt 2	9,6%			-5,2%			101,7%		
T40 UZ grün Ri West									
gesamt	8,9%			-1,2%			-7,2%		
Abschnitt 1	8,6%			0,0%			-7,2%		
Abschnitt 2	9,8%			-4,0%			0,0%		

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

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>

RAU 2013

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