



Wind · Wasser · Umwelt

BESTIMMUNG DER EMISSIONS- UND IMMISSIONSSEITIGEN AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHME UMWELTZONE GELB UND GRÜN IM ZUSAMMENHANG MIT DER AKTUALISIERUNG DES LUFTREINHALTEPLANS DES REGIERUNGSPRÄ-SIDIUMS KARLSRUHE FÜR DIE BEZUGSJAHRE 2012 UND 2013 - TEILPLAN MÜHLACKER -

Auftraggeber: Regierungspräsidium Karlsruhe

Am Schlossplatz 1-3

76131 Karlsruhe

Durchführung: Ingenieurbüro Rau (Federführung)

Bottwarbahnstraße 4

74081 Heilbronn

AVISO GmbH Am Hasselholz 15

52074 Aachen





Inhaltsverzeichnis

In	haltsv	erzeichnis	I
Α	bbildur	ngsverzeichnis	
Ta	abeller	nverzeichnis	
1	Auf	gabenstellung, Einleitung	1
2	Ver	kehrliche Grundlagedaten	3
3	Maí	Inahme Umweltzone	6
4	Gru	ındlagen der Emissionsberechnung (HBEFA3.1)	8
	4.1	Flottenzusammensetzung 2012 und 2013	8
	4.2	Verkehrssituation nach HBEFA3.1	.11
	4.3	Emissionsfaktoren NO _X und PM10-Abgas	.11
	4.4	Emissionsfaktoren PM10 durch Aufwirbelung und Abrieb	.13
5	Sch	nadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs	.13
6	lmn	nissionsberechnung	.16
	6.1	Modellvorgaben	.16
	6.2	Umfang der Berechnungen	.18
	6.3	Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO ₂ und PM10	.18
	6.3.		
	6.3. 6.3.	3	
7		.3 Bestimmung der Gesamtbelastungebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen	
′	7.1	Beurteilungsgrundlagen	
			.23
	7.2	Immissionskonzentrationen im Bereich der Stuttgarter Straße für die Trendszenarien 2012 und 2013 sowie die Maßnahme Verschärfung der	
		Umweltzone 2013	.23
	7.2.	.1 Trendprognose 2012	.24
	7.2.	2 Trendprognose 2013	.24
	7.2.	.3 Maßnahme Verschärfung Umweltzone 2013	.25
	7.3	Vergleich der immissionsseitigen Maßnahmenwirkung im Bereich des	
		Messpunktes	
	7.4	Abschätzung der immissionsseitigen Auswirkung eines Tempolimits von 30 km/h auf der B10 im Bereich des Messpunktes	
8	Lite	raturverzeichnis	.35





Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1:	Lage des Hot Spot Stuttgarter Straße (B10) in Mühlacker (Quelle der Karte /LRP MÜHLACKER/)	3
Bild 4.1:	NO _X -Emissionsfaktoren für PKW, INfz und sNfz, Mühlacker 2012 (SG1,2)	.12
Bild 4.2:	PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für PKW, INfz und sNfz, Mühlacker 2012 (SG1,2)	.12
Bild 6.1:	Lageplan des Innenstadtbereiches von Mühlacker mit den Messpunkten an de Stuttgarter Straße	
Bild 6.2:	Typische Häufigkeitsverteilungen (% der Jahresstunden) der Windrichtungen (°) im Innenstadtbereich von Mühlacker; Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken. Die Markierung zeigt das Gebiet um den Hot Spot in der Stuttgarter Straße	. 20
Bild 6.3:	Die für die Immissionsberechnungen gewählte Häufigkeitsverteilung (% der Jahresstunden) der Windrichtungen (30°-Schritte); Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistik	. 21
Bild 7.1:	NO ₂ -Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2012	. 28
Bild 7.2:	PM10-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2012	29
Bild 7.3:	NO ₂ -Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2013	30
Bild 7.4:	PM10-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2013	31
Bild 7.5:	NO ₂ -Jahresmittelwerte für die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013	32
Bild 7.6:	PM10-Jahresmittelwerte für die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013	33





Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) in Kfz/24h für die Jahre 2007, 2008 und 2009, abgeleitet aus den Daten der kontinuierlichen Verkehrszähleinrichtung der LUBW und auf Jahreswerte hochgerechnete Daten einer Kurzzeitzählung am 14./15.07.2010 für den Hot Spot Stuttgarter Straße in Mühlacker	5
Tab. 3.1:	Kennzeichnungsverordnung Stand 10. Okt. 2006 mit Änderung Nov. 2007	7
Tab. 4.1:	Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Mühlacker für die Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz, Bezugsjahre 2012 (SG1,2), 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3)	10
Tab. 5.1:	Jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV), NO _X - und PM10-Jahresemissionen für den B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2012 (SG1,2)	14
Tab. 5.2:	DTV-Werte, NO _X - und PM10-Emissionen für die B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3) im Vergleich zu Bezugsjahr 2012 (SG1,2)	15
Tab. 7.1:	Lufthygienische Grenzwerte der EU-Richtlinie (39. BImSchV) für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO2 und PM10	23
Tab. 7.2:	Gemessene und berechnete Immissionsgesamtbelastung von NO ₂ und PM10 im Bereich der Messstelle in der Stuttgarter Straße (Hot Spot)	25





1 Aufgabenstellung, Einleitung

Die neue EU-Richtlinie 2008/50/EG wurde mit der /39. BlmSchV/ in deutsches Recht umgesetzt, sie ist am 06.08.2010 in Kraft getreten. Gleichzeitig wurden die /22. BlmSchV/ und die 33. BlmSchV aufgehoben. In der 22. BlmSchV waren zuvor die Umsetzungen der Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG, der Richtlinie 1999/30/EG und der Richtlinie 2000/69/EG geregelt worden.

In der 39. BImSchV sind die bisherigen Regeln aus der 22. BImSchV im Wesentlichen weiter enthalten. Neu hinzugekommen sind Begrenzungen für PM2,5.

Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV führen bei einer Überschreitung dieser Grenzwerte gemäß §47 BImSchG zwingend zur Aufstellung eines Luftqualitätsplans (LQP) für das betreffende Gebiet.

Das Land Baden-Württemberg hat in den vergangenen Jahren Messungen und Berechnungen der relevanten Luftschadstoffe für ausgewählte Gebiete durchgeführt und eine Bewertung der Ergebnisse unter Anwendung der Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV bzw. 39. BImSchV vorgenommen.

Aufgrund der Ergebnisse von Messungen an der Stuttgarter Straße (B 10) in Mühlacker war für die Stadt bereits ein Luftreinhalteplan/Aktionsplan erstellt worden. Hierfür hatte das Ingenieurbüro Rau, Heilbronn, im Auftrag des RP Karlsruhe im Jahre 2006 für den Belastungsschwerpunkt Stuttgarter Straße für die Prognosejahre 2010 und 2012 die zu erwartenden Stickstoffdioxidemissionen und -immissionen ermittelt /RAU 2006a/. In einer weiteren Untersuchung im Jahre 2006 wurde die PM10-Belastung für das Prognosejahr 2008 für den Hot Spot Stuttgarter Straße bestimmt /RAU 2006b/. Unter anderem wurde dabei auch die geplante Maßnahme "Umweltzone" in ihrer emissions- und immissionsseitigen Auswirkung betrachtet. In einer weiteren Studie wurden in Ergänzung zu den oben zitierten Arbeiten die NO₂- und PM10-Belastungen für das Prognosejahr 2009 ermittelt /RAU 2008/, wobei ebenfalls die Auswirkung eines Fahrverbotes von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 gemäß Kennzeichnungsverordnung (Maßnahme "Fahrverbot Umweltzone") untersucht wurde.

Zur Aktualisierung des Luftreinhalteplans werden in diesem Bericht nun die Ergebnisse der Berechnungen zur Abschätzung der Wirkung der Umweltzone "gelb" (Schadstoffgruppe 1 und 2 sind ausgeschlossen) und "grün" (Schadstoffgruppe 1, 2 und 3 sind ausgeschlossen) auf der Basis aktualisierter Emissionsdaten vorgestellt. Untersucht werden die emissionsund immissionsseitigen Belastungen im Bereich des Hot Spots Stuttgarter Straße für die Trendprognose "gelbe Umweltzone 2012", die Trendprognose "gelbe Umweltzone 2013" und die Maßnahme "Verschärfung der Umweltzone 2013".

An einigen Stellen dieses Berichtes wird auf die ausführlicheren Darstellungen der Berichte /RAU 2006a, RAU 2006b sowie /Rau 2008/ verwiesen.





Der Bericht ist folgendermaßen gegliedert:

In den Kapiteln 2 bis 5 werden die verkehrlichen Datengrundlagen (Kapitel 2), die Maßnahme "Umweltzone" (Kapitel 3), die Grundlagen der Emissionsermittlung (Kapitel 4) und die Schadstoffemissionen für die Prognosejahre 2012 und 2013 sowie die emissionsseitige Maßnahmenwirkung verschärfte Umweltzone "grün" im Bereich des Hot Spots beschrieben (Kapitel 5). In Kapitel 6 wird die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Immissionsgesamtbelastung für NO₂ und PM10 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 wie bereits bei den Vorgängerprojekten von unserem Kooperationspartner AVISO GmbH, Aachen, im Unterauftrag erarbeitet.





2 Verkehrliche Grundlagedaten

Die stark befahrene B10 stellt eine wichtige überregionale Verbindungsstraße dar und verläuft südlich des Ortskerns Mühlacker in Ost-West-Richtung. Der Ortskern und die nördlich davon liegenden Ortsteile werden primär durch die Bahnhofstraße erschlossen.

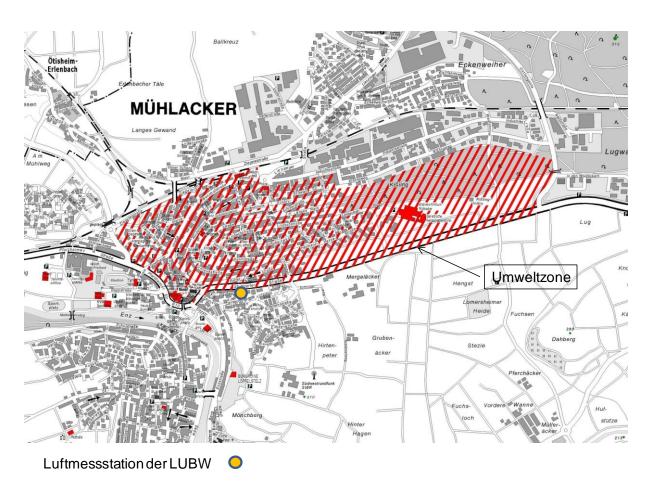


Bild 2.1: Lage des Hot Spot Stuttgarter Straße (B10) in Mühlacker (Quelle der Karte /LRP MÜHLACKER/)

Die im Luftreinhalteplan Mühlacker /LRP MÜHLACKER 2006/ festgelegte Umweltzone für Mühlacker ist in Bild 2.1 gekennzeichnet. Diese schließt die B10 im Bereich Stuttgarter Straße (westlich der Kreuzung mit der Enzstraße) und das gesamte Innenstadtgebiet ein. Eine Umfahrungsmöglichkeit in Ost-West-Richtung besteht über die nördlich der Umweltzone verlaufenden Straßen über die Ziegeleistraße bis zum Anschluss der Osttangente an die B10.

Die Hot Spot-Strecke Stuttgarter Straße verläuft demnach in der Umweltzone. Sie weist eine starke Steigung auf, die im Bereich von 4-8% liegt.





Seit dem 01.01.2009 ist das Befahren der Umweltzone ohne Plakette (rot, gelb, grün erlaubt) in Mühlacker verboten.

Seit 2007 werden von der LUBW im Nahbereich der Luftschadstoffmessstation Stuttgarter Straße in beide Fahrtrichtungen die Verkehrsdaten kontinuierlich mit Zählgeräten erfasst. Von der LUBW wurden die aktuellen Zähldaten für 2009 und die ersten 8 Monaten 2010 zur Verfügung gestellt. Die daraus ermittelten jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken für die Stuttgarter Straße sind für das Jahr 2009 der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Zusätzlich sind dort auch die jahresmittleren Verkehrsstärken für die Jahre 2007 und 2008 /LUBW 2008, LUBW 2009/ mit aufgeführt.

In den Jahren 2007 bis 2009 ist die Verkehrsstärke der Kfz kontinuierlich von 17.300 auf 14.190 Fzg/24h gesunken. Der Anteil der sNfz ist dabei von 6,3% auf 5,9% gesunken. Die Auswertung der Daten auf Monatsbasis für 2009 zeigt für September und Oktober die geringsten Verkehrsbelastungen (ca. 20% unter dem Jahresmittel, vermutlich verursacht durch Baustellentätigkeit). Der Vergleich für Januar-August 2010 zu 2009 zeigt für 2010 eine um 3,3% geringere Gesamt-Verkehrsbelastung wobei die schweren Nutzfahrzeuge nahezu konstant geblieben sind.

Zusätzlich waren am 14. und 15.7.2010 Kurzzeitzählungen mit differenzierter Erfassung der Fahrzeugarten an der Stuttgarter Straße durchgeführt worden. Diese Daten wurden richtlinienkonform auf jahresmittlere DTV-Werte hochgerechnet /LENSING 2003/. Die Ergebnisse sind auch in Tab. 2.1 aufgeführt. Die Gesamt-Verkehrsbelastungen 2010 liegen nach dieser Zählung ca. 6% unter den Werten aus der kontinuierlichen Zählung 2009.





Tab. 2.1: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) in Kfz/24h für die Jahre 2007, 2008 und 2009, abgeleitet aus den Daten der kontinuierlichen Verkehrszähleinrichtung der LUBW und auf Jahreswerte hochgerechnete Daten einer Kurzzeitzählung am 14./15.07.2010 für den Hot Spot Stuttgarter Straße in Mühlacker

kontinuierliche Verkehrszählung LUBW Stuttgarter Straße Mühlacker								
	DTV in Kfz/24h							
Jahr	Kfz INfz sNfz							
2007	17.300	1.090						
	3,9% 6,3%							
2008	15.600	15.600 600 950						
	3,8% 6,1%							
2009	14.190 497 834							
		3,5%	5,9%					

Hochrechnung der Kurzzeitzählung AVISO 14./15.7.2010									
Jahr Kfz INfz sNfz									
2010 13.300 479 705									
3,6% 5,3%									

Im Vergleich zu den in /RAU 2008/ verwendeten Verkehrsdaten haben die Verkehrsbelastungen an der Stuttgarter Straße in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen. In /Rau 2008/ sind vor allem auch deutlich höhere sNfz-Belastungen angesetzt worden, die aus den Daten einer städtischen Verkehrszählung und Informationen zur Entwicklung der sNfz-Belastung an der etwas weiter östlich von Mühlacker gelegenen Dauerzählstelle Vaihingen/Enz für die Jahre 2003 bis 2005 abgeleitet worden waren. Auch an dieser Dauerzählstelle wurden in den Jahren 2005 bis 2010 vor allem für die sNfz kontinuierlich sinkende Werte ermittelt (-23% sNfz von 2005 bis 2009).

Für die Emissionsberechnungen der Jahre 2012 und 2013 wurden die Verkehrsstärken 2009 aus Tab. 2.1 verwendet (die etwas höher liegen als die vorläufigen Werte 2010). Es wurde dabei angenommen, dass die Verkehrsstärken in den kommenden Jahren nicht weiter sinken werden.

Neben Angaben zu den Verkehrsstärken werden zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen eine Reihe weiterer Streckenparameter benötigt. Dies betrifft Daten zur Streckencharakterisierung (Anzahl Fahrstreifen, Ortslage, Knotenausrüstung mit Lichtsignalanlagen, Seitenstreifen, Mitteltrennung, Längsneigung etc.) und weitere Angaben, z. B. zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Die Daten wurden aus /RAU 2008/ übernommen.





3 Maßnahme Umweltzone

Mit der 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. Im November 2007 wurde eine Änderung der Kennzeichnungsverordnung vom Bundeskabinett beschlossen. Dies betrifft zum Einen die Nachrüstung der Dieselfahrzeuge mit Partikelfiltern, die jetzt sowohl für Pkw als auch für Nutzfahrzeuge umfassend in der Straßenverkehrsordnung (StVZO Anlage XXVI und Anlage XXVII) geregelt ist. Zum Anderen wurden die Pkw mit Gkat nach US-Norm den Otto-Pkw Euro 1 hinsichtlich ihrer Eingruppierung in die Schadstoffgruppe 4 gleichgestellt.

In der Kennzeichnungsverordnung ist die Einteilung der Fahrzeuge in vier Schadstoffgruppen (SG) und die Vergabe von drei verschiedenen Plaketten geregelt (vgl. Tab. 3.1). Demnach erhalten Diesel-Fahrzeuge mit der Schadstoffnorm Euro 1/I und schlechter und Otto-Fahrzeuge vor Euro 1 (Ausnahme Gkat 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. Die Nachrüstung von Diesel-Pkw mit einem Partikelfilter wurde steuerlich gefördert (im Zeitraum vom 01.01.2006 bis 31.12.2009), während Besitzer von Diesel-Pkw ohne Partikelfilter ab April 2007 bis März 2011 einen Steueraufschlag erhielten. Gemäß der Entscheidung des Bundeskabinetts vom 16.12.2009 wird diese staatliche Förderung der Rußfilter-Nachrüstung für Diesel-Pkw um ein Jahr, d.h. bis Ende 2010, verlängert. Neu hinzugekommen ist, dass nun auch die leichten Nutzfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3,5 Tonnen gefördert werden.

Wenn von der Durchfahrtsbeschränkung in der geplanten Umweltzone z. B. alle Fahrzeuge, die nicht der Schadstoffgruppe 3 oder einer höheren Klasse zugeordnet werden, betroffen sein sollen, sind dies gemäß der Kennzeichnungsverordnung alle Dieselfahrzeuge schlechter als Euro 3 (ausschließlich Diesel, die mit Partikelfilter nachgerüstet sind und dadurch den Standard Euro 3 erfüllen) und alle Otto-Fahrzeuge schlechter Euro 1.





Tab. 3.1: Kennzeichnungsverordnung Stand 10. Okt. 2006 mit Änderung Nov. 2007

KennzeichnungsVO vom Änderung Stand Novemb	SG 1 ³⁾	SG 2 ³⁾	SG 3 ³⁾	SG 4 ³⁾	
7	o. 200 .	ohne Plakette	rot mit Ziffer 2	gelb mit Ziffer 3	grün mit Ziffer 4
Pkw /INfz	sNfz				
Diesel Euro 1 ¹⁾ und davor	Diesel Euro I ¹⁾ und davor				
Diesel Euro 2 1)	Diesel Euro II 1)				
Diesel Euro 3 1)	Diesel Euro III 1)				
Diesel Euro 4	Diesel Euro IV, V, EEV 2)				
Otto vor Euro 1 (ohne Gkat Anlage XXIII 4))					
Otto ab Euro 1, Gkat Anlage XXIII ⁴⁾ , Elektro-, Brennstoffzellenfahrzeug					

¹⁾ 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)

Um die emissionsseitige Wirkung einer Umweltzone zu ermitteln, werden die Emissionen für das Gebiet bzw. ausgewählte Straßenzüge in dem Gebiet der Umweltzone berechnet. Die potentielle Wirkung auf die außerhalb dieses Gebiets liegenden Strecken kann im Rahmen dieser groben Maßnahmenabschätzung nicht erfasst werden. Hierzu müssten die durch die Sperrung entstehenden komplexen Verkehrsverlagerungen mit Hilfe eines Umlegungsmodells abgebildet werden.

Erste Erfahrungen aus Berlin zeigen, dass es dort nach Einführung der Umweltzone nicht zu signifikanten Veränderungen der Verkehrsbelastungen auf den Strecken innerhalb oder außerhalb der Umweltzone gekommen ist /LUTZ 2010/. Auch von anderen Städten liegen keine entsprechenden Erkenntnisse aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit den realisierten Umweltzonen vor.

Die Entwicklung der Verkehrsbelastung an der Stuttgarter Straße von 2007 bis 2009 zeigt zwar eine kontinuierliche Abnahme, aber keinen signifikanten Effekt, der der Einführung der Umweltzone am 1.1.2009 zugeschrieben werden könnte. Daher wurde auch für die Berechnungen für Mühlacker angenommen, dass die Verkehrsstärken auch bei einer Verschärfung der Umweltzone sich nicht verändern werden.

²⁾ EEV = Enhanced Environmentally Friendly Vehicle

³⁾ Schadstoffgruppe

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





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 (HBEFA3.1) dar /HBEFA 2010/.

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*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/).

In HBEFA3.1 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 2012 und 2013

Die Daten zur Flottenzusammensetzung (dynamischer Bestand) basieren auf der Datengrundlage des landesweiten Emissionskatasters Straßenverkehr /AVISO 2009/, die pro Zulassungsbereich und Bezugsjahr Daten zum dynamischen Bestand enthält.

Für Mühlacker sind dort für die Fahrzeuggruppen Pkw und INfz die Bestandsdaten des Zulassungsbezirks Enzkreis berücksichtigt, aus denen mittels einer Fahrleistungsgewichtung die Flottenzusammensetzung für Innerortsstraßen abgeleitet worden war. Es wurde eine Anpassung an die Fahrzeugschichtendefinition aus dem aktuellen HBEFA3.1 /HBEFA2010/durchgeführt.

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 2012 bzw. 2013 verwendet.

Seit 01.01.2009 ist in Mühlacker eine Umweltzone realisiert und es dürfen momentan nur noch Fahrzeuge mit einer Plakette (rot, gelb, grün) in dieses Gebiet (vgl. Bild 2.1 und Kap.3) einfahren.





Am 01.01.2012 wird eine Verschärfung der Umweltzone in Kraft treten; dann dürfen nur noch Fahrzeuge mit gelber oder grüner Plakette einfahren. Eine weitere Verschärfung ist für 2013 geplant, so dass dann nur noch Fahrzeuge mit grüner Plakette einfahren dürfen.

Dies wurde bei der Ermittlung der Flottenzusammensetzung berücksichtigt, indem die Flottenzusammensetzung entsprechend modifiziert wurde. 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).

In Tab. 4.1 ist die prognostizierte Entwicklung der Bestandszusammensetzung für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (INFz) und schwere Nutzfahrzeuge (sNfz) auf Innerortsstraßen von 2012 (SG1,2), 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3) dargestellt.

Grundsätzlich zeigt sich bei allen Fahrzeuggruppen, dass die Bestandszusammensetzung sich weiter kontinuierlich verändern wird, hin zu Fahrzeugen, die die strengeren Abgasnormen (Euro 4, Euro 5, Euro 6) erfüllen.

Aufgrund der bereits realisierten bzw. für 2012 vorgesehenen verschärften Umweltzone (Einfahrverbot für Fahrzeuge Schadstoffgruppe 1 und 2) sind keine Diesel-Fahrzeuge Euro 0/1/2 und keine Otto-Fahrzeuge vor Euro 1 in der Flottenzusammensetzung 2012 (SG1,2) und 2013 (SG1,2) vorhanden. In der Flottenzusammensetzung 2013 (SG1,2,3) sind zusätzlich die Dieselfahrzeuge Euro 3 ausgesperrt.

Es wurden keine Ausnahmen für das Befahren der Umweltzone berücksichtigt. Für die Kräder gibt es keine Beschränkungen.





Tab. 4.1: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für Mühlacker für die Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz, Bezugsjahre 2012 (SG1,2), 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3)

		2012 501 2	2012 501 2	2013 SG1,2,3
		2012 SG1,2	2013 SG1,2	2013 5G1,2,3
Pkw				
	Otto vor E1	-	-	-
	Otto E1	3%	3%	3%
	Otto E2	4%	3%	3%
	Otto E3	19%	17%	18%
	Otto E4	27%	25%	27%
	Otto E5	10%	13%	14%
	Otto E6	0%	1%	2%
	Gas/Alternativ	1%	1%	1%
	Ds vor E1	-	-	-
	Ds E1	-	-	-
	Ds E2	-	-	-
	Ds E3	8%	7%	-
	Ds E4	16%	15%	16%
	Ds E5	11%	16%	17%
	Ds E6	0%	1%	1%
INfz				
IINIZ	Otto vor E1			
	Otto E1	0%	0%	0%
	Otto E2	0%	0%	0%
	Otto E3	0%	0%	0%
	Otto E4	2%	2%	2%
		2% 1%		2% 1%
	Otto E5		1%	
	Otto E6	0%	0%	0%
	Gas/Alternativ	0%	0%	0%
	Ds vor E1	-	-	-
	Ds E1	-	-	-
	Ds E2	-	-	-
	Ds E3	17%	12%	-
	Ds E4	57%	45%	51%
	Ds E5	22%	39%	44%
	Ds E6	1%	1%	1%
sNfz				
	Ds vor E I	-	-	-
	Ds E I	-	-	-
	Ds E II	-	-	-
	Ds E III	21%	17%	-
	Ds E IV	13%	10%	6%
	Ds E V	66%	69%	90%
	Ds E VI	0%	3%	4%





4.2 Verkehrssituation nach HBEFA3.1

Die Schichtemissionsfaktoren sind in HBEFA3.1 für unterschiedliche Fahr-/Straßen- und Verkehrszustände angegeben. Diese wurden in einem Schema von Verkehrssituationen kategorisiert. In HBEFA3.1 wurde im Vergleich zum HBEFA2.1 ein neues Verkehrssituationsschema verwendet. Der Strecke Stuttgarter Straße wurde die Hauptverkehrssituation "Distributor/Speed Limit 50km/h" zugewiesen, da es sich um eine verkehrlich hoch belastete innerörtliche Hauptverkehrsstraße mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit 50 km/h handelt.

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

4.3 Emissionsfaktoren NO_X und PM10-Abgas

Die Abgas-Emissionsfaktoren wurden für die Schadstoffe NO_X und PM10 unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Annahmen zur Bestands- und Flottenzusammensetzung und der Schichtemissionsfaktoren aus HBEFA3.1 für die Fahrzeugarten Pkw, INfz, sNfz für die Bezugsjahre 2012 (SG1,2), 2013 (SG1,2) und 2103 (SG1,2,3) ermittelt.

In den nachfolgenden Bildern sind für die Stadt Mühlacker für ausgewählte Hauptverkehrssituationen die Abgas-Emissionsfaktoren für NO_X und PAR-Abgas (Partikel-Abgas) für das Bezugsjahr 2012 (SG1,2) dargestellt.

Diese spezifischen Emissionsfaktoren geben die emittierte Schadstoffmenge in g pro Fahrzeug und km an.

Deutlich zu erkennen ist, dass die NO_X-Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) teilweise Faktor 10 höher sind als die der Pkw. Auch bei den PAR-Abgasemissionsfaktoren zeigt sich ein ähnliches Bild, wobei hier auch die Emissionsfaktoren der INfz in einer ähnlichen Größenordnung liegen wie die der sNfz, und damit deutlich über den Pkw-PAR-Abgasemissionsfaktoren.

Für die Prognosejahre 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3) ergeben sich aufgrund der verbesserten Flottenzusammensetzung hin zu emissionsärmeren Fahrzeugen im Prinzip ähnliche Verhältnisse wie in Bild 4.1 und Bild 4.2 für 2012 (SG1,2) dargestellt, auf einem jeweils etwas geringerem Niveau.





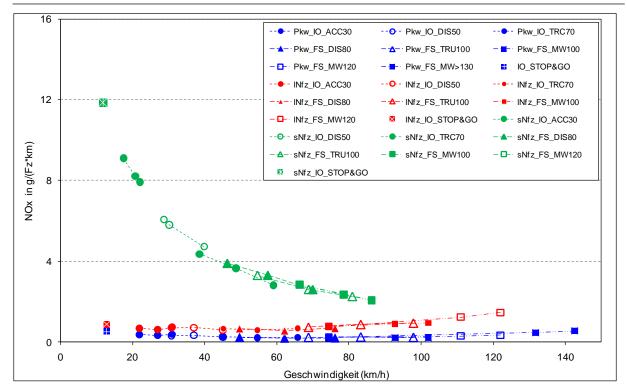


Bild 4.1: NO_X-Emissionsfaktoren für PKW, INfz und sNfz, Mühlacker 2012 (SG1,2)

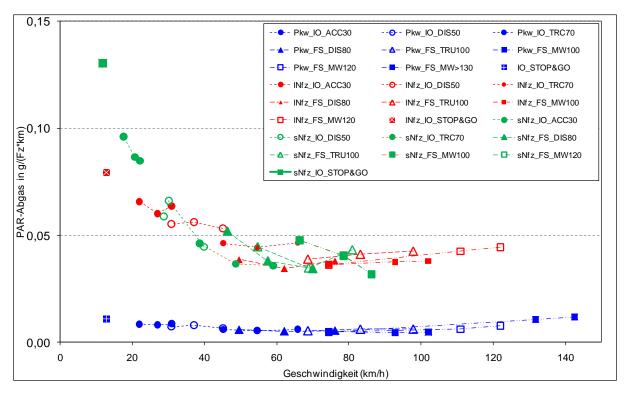


Bild 4.2: PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für PKW, INfz und sNfz, Mühlacker 2012 (SG1,2)





4.4 Emissionsfaktoren PM10 durch Aufwirbelung und Abrieb

Um die gesamten verkehrsbedingten PM10-Emissionen zu erfassen, müssen neben den Abgasemissionen die Emissionen infolge von Reifen-, Brems- und Kupplungsabrieb, Straßenabrieb und Aufwirbelung von Straßenstaub berücksichtigt werden.

Hierfür wurden nach einer ersten Plausibilitätsprüfung¹ die im landesweiten Emissionskataster verwendeten Emissionsfaktoren weiterhin genutzt, da noch keine umfassend aktualisierten Daten unter Berücksichtigung des HBEFA3.1 vorliegen. Es wurde dabei eine Übertragung auf die Verkehrssituationen in HBEFA3.1 berücksichtigt.

5 Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs

Unter Verwendung der in Kap. 2 dargestellten Verkehrsdatenbasis und der in Kap. 4 beschriebenen NO_{X^-} und PM10-Emissionsfaktoren wurden die Emissionen für die Trendprognose 2012 und 2013 und die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013 streckenspezifisch für die B10 (Stuttgarter Straße) und die angrenzenden Straßenabschnitte berechnet. Die pro Tagesgruppe ermittelten stündlichen Emissionen wurden zu Jahreswerten aggregiert.

Zusätzlich wurden die Ergebnisse aus /RAU 2010 (Mühlacker T30)/ berücksichtigt, um eine Korrektur der NO_X- und Partikel-Abgas-Gesamtemissionen, berechnet auf Basis von HBE-FA3.1, über die aus den Messungen abgeleiteten Emissionsfaktoren durchzuführen.

Tab. 5.1 zeigt die Jahresfahrleistungen und Gesamtemissionen differenziert nach Fahrzeuggruppen für die B10 (Stuttgarter Straße) für das Bezugsjahr 2012 (SG1,2). Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) an der Fahrleistung liegt für die B10 (Stuttgarter Straße) bei 5,9%. Der Anteil der sNfz an den PM10-Gesamtemissionen liegt mit 43% deutlich höher, d.h. die schweren Nutzfahrzeuge tragen überproportional zu den Emissionen bei. Der Anteil der PM10-Emissionen, Aufwirbelung und Abrieb an den PM10-Gesamtemissionen, liegt bei 75%.

_

Anzumerken ist hierzu, dass eine Aktualisierung der PM10-Emisisonsfaktoren Aufwirbelung und Abrieb für zwei ausgewählte Innerortsstreckenabschnitte mit Berücksichtigung von HBEFA3.1 im Vergleich zu den alten Emissionsfaktoren (Basis HBEFA2.1) keine signifikanten Abweichungen zeigte (ca. 10%). Hinweise auf Ergebnisse anderer Einzeluntersuchungen zeigen teilweise deutlichere Differenzen, wobei die Ursache hierfür auch noch weitere Gründe als die Veränderung der Datenbasis der Abgasemissionsfaktoren haben kann.





Tab. 5.1: Jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV), NO_X- und PM10-Jahresemissionen für den B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2012 (SG1,2)

		Pkw	INfz	sNfz	Kfz
DTV	[Kfz/24h]	12.858	497	834	14.189
		88,0%	3,5%	5,9%	100,0%
NOX	[kg/(km*a)]	1.788,2	172,2	1.453,9	3.414,4
		52,0%	5,0%	42,6%	100,0%
PM10 Abgas ges.	[kg/(km*a)]	48,4	13,3	22,6	84,3
		57,4%	15,8%	26,8%	100,0%
PM10 AWAR *	[kg/(km*a)]	157,9	6,0	91,7	255,6
		60,0%	2,4%	35,9%	100,0%
PM10-Gesamt	[kg/(km*a)]	206,3	19,4	114,2	339,9
		59,3%	5,7%	33,6%	100,0%

^{*} Aufwirbelung und Abrieb

In Tab. 5.2 sind die Emissionen für 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3) den Ergebnissen für 2012 (SG1,2) gegenübergestellt.

Für 2013 werden gegenüber 2012 (beide mit Umweltzone gelb, d.h. Schadstoffgruppe 1 und 2 sind ausgeschlossen) knapp 4% weniger NO_X-Emissionen und 12% weniger Partikel-Abgasemissionen prognostiziert. Da sich die PM10-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb nicht reduzieren, ergeben sich für die gesamten PM10-Emissionen Reduktionen von knapp 3%.

Für den Maßnahmenfall grüne Umweltzone 2013 werden noch etwas höhere Emissionsreduktionen im Vergleich zur Trend 2012 SG1,2 ermittelt, da noch mehr ältere Fahrzeuge aus der Flotte ausgeschlossen sind. Für NO_X liegen die Reduktionen bei -20%, für Partikel-Abgas sogar bei -43%. Die PM10-Gesamtemissionen sinken gegenüber dem Trend 2012 SG1,2 um 11%.





Tab. 5.2: DTV-Werte, NO_X- und PM10-Emissionen für die B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2013 (SG1,2) und 2013 (SG1,2,3) im Vergleich zu Bezugsjahr 2012 (SG1,2)

		Pkw	INfz	sNfz	Kfz
DTV [Kfz/24h]	alle Berechnugsfälle	12.858	497	834	14.189
NOX	2012 SG1,2	1.788,2	172,2	1.453,9	3.414,4
[kg/(km*a)]	2013 SG1,2	1.769,2	167,3	1.353,8	3.290,3
	2013 SG1,2,3	1.560,7	156,8	1.013,2	2.730,7
	Diff 2013 SG1,2 / 2012 SG1,2	-1,1%	-2,9%	-6,9%	-3,6%
	Diff 2013 SG1,2,3 / 2012 SG1,2	-12,7%	-9,0%	-30,3%	-20,0%
PM10 Abgas ges.	2012 SG1,2	48,4	13,3	22,6	84,3
[kg/(km*a)]	2013 SG1,2	43,1	10,4	20,7	74,3
	2013 SG1,2,3	25,8	9,3	13,0	48,1
	Diff 2013 SG1,2 / 2012 SG1,2	-10,9%	-21,8%	-8,1%	-11,9%
	Diff 2013 SG1,2,3 / 2012 SG1,2	-46,7%	-30,1%	-42,3%	-42,9%
PM 10 AWAR*	2012 SG1,2	157,9	6,0	91,7	255,6
[kg/(km*a)]	2013 SG1,2	157,9	6,0	91,7	255,6
	2013 SG1,2,3	157,9	6,0	91,7	255,6
	Diff 2013 SG1,2 / 2012 SG1,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	Diff 2013 SG1,2,3 / 2012 SG1,2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PM10 Gesamt	2012 SG1,2	206,3	19,4	114,2	339,9
[kg/(km*a)]	2013 SG1,2	201,0	16,5	112,4	329,9
	2013 SG1,2,3	183,7	15,4	104,7	303,7
	Diff 2013 SG1,2 / 2012 SG1,2	-2,6%	-15,0%	-1,6%	-2,9%
	Diff 2013 SG1,2,3 / 2012 SG1,2	-11,0%	-20,7%	-8,3%	-10,6%

^{*} Aufw irbelung und Abrieb





6 Immissionsberechnung

Zur Bestimmung der zu erwartenden Immissionsbelastungen für die Trendprognose 2012 und 2013 bzw. die Maßnahme "verschärfte Umweltzone 2013" wurden Immissionsberechnungen mit den für diese drei Szenarien prognostizierten Emissionen (s. Kapitel 2 bis 5) durchgeführt. Für den in dieser Untersuchung zu betrachtenden Hot Spot Stuttgarter Straße wurde dasselbe Strömungs- und Ausbreitungsmodell (MISKAM) und dasselbe Untersuchungsgebiet wie in der Vorgängerstudie gewählt /Rau 2006a/. Allerdings wurden die für die Ausbreitungsberechnungen benötigten Wind- und Turbulenzfelder neu ermittelt, da seit dem Jahr 2006 der Rechencode mehrfach ergänzt und modifiziert wurde und seit Anfang des Jahres 2010 in der Version 600 vorliegt. Bezüglich der allgemeinen Modellbeschreibung von MISKAM wird auf das Kapitel 6.1 des Berichtes /IB Rau 2006a/ verwiesen. Die Modellvorgaben für die Stuttgarter Straße sind im Folgenden kurz zusammengefasst.

6.1 Modellvorgaben

Die Stuttgarter Straße ist eine der großen Hauptdurchgangsstraßen (B 10) durch die Stadt Mühlacker. Die Messstelle befand sich in den Jahren 2002 und 2003 vor dem Haus Nr. 8 (südliche Straßenseite) am Mast einer Straßenbeleuchtung, schräg gegenüber der Einmündung der Hindenburgstraße. Die Messungen der letzten Jahre (seit 2005) erfolgten etwas weiter stadtauswärts auf Höhe des Hauses Nr. 48, ebenfalls am Mast einer Straßenbeleuchtung auf der südlichen Straßenseite. Gemäß der bundeseinheitlichen Messstellenliste ist diese neue Messstelle seit 2006 mit DEBW128 bezeichnet.

Das für die Modellrechnungen mit MISKAM gewählte Gebiet Stuttgarter Straße hat in etwa eine Größe von 450 m in Ost-West-Richtung und 240 m in Nord-Süd-Richtung und umfasst beide genannten Messstellen.

Das Rechengebiet hat im Bereich des Straßenraumes der Stuttgarter Straße eine horizontale Gitterauflösung von 1,0 m quer zur Straßenachse und 2,0 m in Längsrichtung. Die feine Auflösung in Querrichtung ist erforderlich, um die Strömungs- und Turbulenzstrukturen korrekt abzubilden. In Querrichtung nehmen die Maschenweiten außerhalb des Kernbereiches der Stuttgarter Straße bis zum Rand des Rechengebietes kontinuierlich zu. In der Vertikalen beträgt die Gittermaschenweite bis in 2,0 m Höhe 0,4 m. Damit sind die Definition der Kfz-Emissionen in einer mittleren Höhe von 0,6 m und die Ermittlung der Immissionskonzentrationen in der mittleren Standardhöhe von 1,5 m möglich. Bis zum oberen Modellrand, der mit der 4,5-fachen Höhe des höchsten Gebäudes im jeweiligen Modellgebiet festgesetzt wurde, um eine Beeinflussung des Modelloberrandes durch die höchsten Gebäude in den Untersuchungsgebieten weitgehend auszuschließen, erfolgt eine kontinuierliche Spreizung des Gitters. Die für die Modellrechnungen benötigten Gebäudestrukturen und Gebäudehöhen wur-





den im Jahre 2006 auf der Basis von Lageplänen, die von der Stadt Mühlacker zur Verfügung gestellt wurden, sowie im Rahmen einer intensiven Ortsbegehung ermittelt.

Die Kfz-Emissionen der zu betrachtenden Straßen wurden im numerischen Modell richtungsfein als Linienquellen vorgegeben. Neben den Emissionen der B10 wurden innerhalb des Untersuchungsgebietes die nach Norden abgehende Hindenburgstraße und die nach Süden abgehende Enzstraße betrachtet. Bei den weiteren Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes handelt es sich um schwach befahrene Nebenstraßen, deren Emissionen keinen maßgeblichen Einfluss auf die Immissionsbelastung im Bereich des hier interessierenden Abschnitts der B10 haben.

Ein Lageplan des Innenstadtbereiches von Mühlacker mit den unterschiedlichen Standorten der Messstation sowie dem MISKAM-Rechengebiet ist in Bild 6.1 dargestellt.

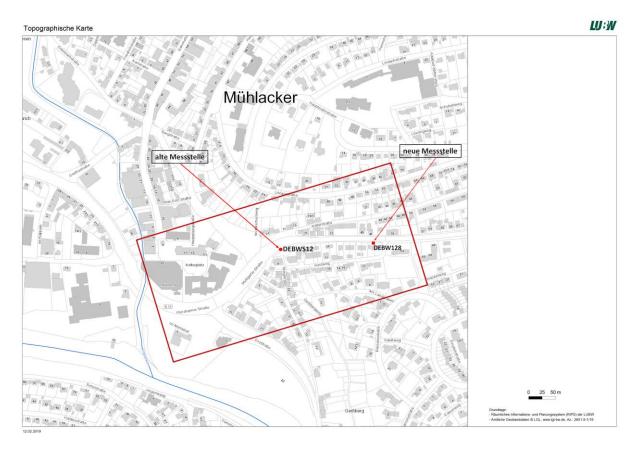


Bild 6.1: Lageplan des Innenstadtbereiches von Mühlacker mit altem und neuem Standort der Messstation an der Stuttgarter Straße.

Quelle: Topografische Karte und Luftbilder, Umwelt-Daten und Karten online (U-DO), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de.





6.2 Umfang der Berechnungen

Die Berechnung der Immissionsbelastung durch die Kfz-Emissionen für die drei Szenarien wurde für 12 Windrichtungen bei einer Referenzgeschwindigkeit durchgeführt. Die Konzentrationswerte bei anderen Windgeschwindigkeiten lassen sich unter der Annahme berechnen, dass sie in erster Nährung 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 eher auf der sicheren Seite.

6.3 Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO₂ und PM10

Die 39. BlmSchV, deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte von NO₂ und PM10 auch Immissionsgrenzwerte für den Kurzzeitwert (Mittelungszeit 1 Stunde) von NO₂, der nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 99,8%-Wert), sowie für den Tagesmittelwert von PM10, der nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf. Mit den vorliegenden Eingangsdaten und dem eingesetzten Berechnungsverfahren können direkt keine Kurzzeitwerte bestimmt werden. Hierzu wären eine meteorologische Zeitreihe, Zeitreihen der Stundenmittelwerte der Vorbelastung sowie detaillierte, möglichst stundenfeine Information bzgl. des Verkehrsablaufs notwendig. Diese Datengrundlage ist nicht vorhanden und wäre auch nur mit großem Aufwand zu erstellen. Es gibt jedoch empirische Ansätze, mit deren Hilfe eine Angabe zur Anzahl der Überschreitungen der Kurzzeitgrenzwerte für NO₂ und PM10 möglich ist.

So ist für NO_2 eine Unterschreitung des 99,8%-Wertes mit hoher Wahrscheinlichkeit sichergestellt, wenn der 98%-Wert der Gesamtbelastung für NO_2 einen Wert von ca. 115 µg/m³ (bezogen auf die seit 2010 geltenden Grenzwerte) unterschreitet. Diese Korrelation zwischen der Überschreitungshäufigkeit der Kurzzeitwerte und 98%-Werten wurde aus umfangreichen Messungen von /Lohmeyer et al., 2000/ abgeleitet.

Hierzu sei angemerkt, dass Messungen an den verkehrsreichen Straßen in Baden-Württemberg bis auf zwei verkehrsnahe Messstellen in Stuttgart in den letzten Jahren keine Überschreitungen des 99,8%-Grenzwertes für NO₂ ergeben haben. Die maximal zulässigen 18 Überschreitungen des Kurzzeitwertes können offensichtlich selbst an verkehrsreichen Straßen mit hoher Emissionsbelastung derzeit eingehalten werden. Auf eine Ableitung des 99,8%-Wertes wird aus diesem Grund in dieser Untersuchung verzichtet.

Bei PM10 ist es derzeit ebenfalls noch Standard, den 90,4%-Wert auf der Basis des Jahresmittelwertes abzuschätzen. Die Auswertung umfangreicher Messungen von kontinuierlich





Wind · Wasser · Umwelt

betriebenen Dauermessstellen in Deutschland und europäischen Nachbarländern zeigt einen nahezu linearen Zusammenhang zwischen dem 90,4%-Wert der Tagesmittelwerte vom Jahresmittelwert. Die Schwankungsbreite ist verständlicherweise hoch. Der "Best fit" ergibt je nach Quelle ein Verhältnis zwischen dem 90,4%-Wert und dem Jahresmittelwert von 1,62 (Messstellen in Deutschland, Tschechien und Italien), 1,68 /Moorcroft et al., 1999/, 1,7 /Friedrich, 2001/ bzw. 1,79 (worst-case-fit nach /Lohmeyer et al., 2003/). Bei einem zulässigen 24-Stundenwert (Grenzwert incl. Toleranzmarge) von 50 μ g/m³ seit dem Jahre 2005 liegen die Schwellenwerte für den Jahresmittelwert bei den oben zitierten Arbeiten zwischen 28 und 31 μ g/m³. Das LANUV NRW kommt auf Grund der Auswertung der PM10-Messungen von bundesweit über 1000 Messstellen zu dem Ergebnis, dass ab einem Jahresmittel von 30 μ g/m³ in über 90% der Fälle von mehr als 35 Überschreitungstagen ausgegangen werden kann.

Legt man die Ergebnisse der LANUV-Studien zugrunde, dann ist bezogen auf den seit 2005 gültigen Grenzwert für den 24-h-Wert von 50 μ g/m³ bei einem Jahresmittel von bis zu 30 μ g/m³ mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Unterschreitung des 90,4%-Wertes gegeben, bei einem Jahresmittel von > 30 μ g/m³ mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Überschreitung des 90,4%-Wertes.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise für die Ermittlung der NO₂- und PM10-Jahresmittelwerte beschrieben.

6.3.1 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. Für die bisher für Mühlacker durchgeführten Untersuchungen wurde eine synthetisch berechnete Windstatistik der ARGE IB Rau/METCON herangezogen, die in etwa 1,4 km ostnordöstlich des Hot Spots liegt. Dieser synthetischen Windstatistik wurde seinerzeit der Vorzug vor gemessenen Daten gegeben, da sie die langjährigen, mittleren Windverhältnisse besser wiedergab als die etwas stärker lokal beeinflussten Messstationen des DWD bzw. von MeteoMedia. Mittlerweile liegen auch synthetische Windstatistiken in einem Raster von 500 m x 500 m für den Stadtbereich Mühlacker vor. Bild 6.2 zeigt für den Innenstadtbereich von Mühlacker die synthetischen Windrosen. Es ist deutlich zu sehen, dass im Kernbereich von Mühlacker die Winde aus westlicher Richtung dominieren mit einem sekundären Maximum für Winde aus Ost. Die jahresmittlere Windgeschwindigkeit liegt zwischen 2,0 und 2,2 m/s. Für die vorliegende Untersuchung wurde die in Bild 6.3 dargestellte Windrose gewählt.



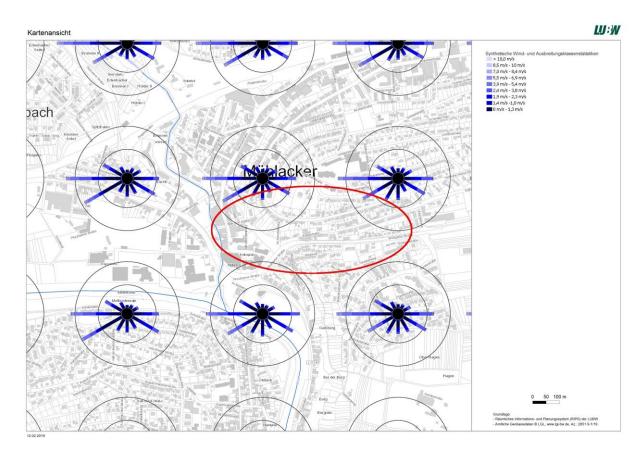


Bild 6.2: Typische Häufigkeitsverteilungen (% der Jahresstunden) der Windrichtungen (°) im Innenstadtbereich von Mühlacker; Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken. Die Markierung zeigt das Gebiet um den Hot Spot in der Stuttgarter Straße.

Quelle: Topografische Karte und Luftbilder, Umwelt-Daten und Karten online (U-DO), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de.





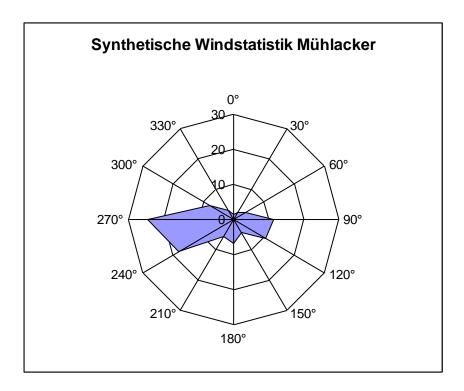


Bild 6.3: Die für die Immissionsberechnungen gewählte Häufigkeitsverteilung (% der Jahresstunden) der Windrichtungen (30°-Schritte); Basis: synthetische Ausbreitungsklassenstatistik

6.3.2 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 /LUBW, 2010/ wird für Mühlacker für die NO_2 -Hintergrundbelastung von NO_2 für das Jahresmittel ein Wert von 28 μ g/m³ angegeben. Für das Jahresmittel von PM10 ist für Mühlacker in dem zitierten Bericht kein Wert gegeben. Für andere mittelgroße Städte in Baden-Württemberg für das Jahr 2009 werden für die PM10-Hintergrundbelastung Werte zwischen 19 und 21 μ g/m³ genannt. Im Jahr 2007 wurde beispielsweise an der nächstgelegenen Immissionsmessstelle Pforzheim-Mitte ein Jahresmittel von 20 μ g/m³ gemessen. Konservativ schätzen wir den aktuellen Wert für die PM10-Hintergrundbelastung (2009) in Mühlacker auf 20 μ g/m³. Zur Berücksichtigung eines Rückgangs der Hintergrundbelastung bis zu den hier betrachteten Jahren 2012 und 2013 werden die Hintergrundbelastungswerte in Anlehnung an die in der MLuS 2002 gegebenen gebietstypischen Reduktionsfaktoren für Hin-





tergrundbelastungswerte abgemindert. Danach ist in den Prognosejahren 2012/2013 von einem Hintergrundbelastungswert von 27 μ g/m³ bei NO₂ und 19 μ g/m³ bei PM10 auszugehen.

6.3.3 Bestimmung der Gesamtbelastung

Mit den charakteristischen Werten für die Vorbelastung werden durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die statistischen Kenngrößen (Jahresmittelwerte für NO₂ und PM10) 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 inerter Schadstoffe simuliert werden kann, andererseits jedoch die Konzentrationen des reaktiven Schadstoffs NO₂ bestimmt und beurteilt werden muss, muss bei der Berechnung der statistischen Kenngrößen für NO₂ die NO-NO₂-Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von NO_x nach NO₂ ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur, um nur einige zu nennen, 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 /Romberg 1996/, das den NO-NO₂-Umwandlungsgrad als Funktion der NO_x-Gesamtimmission beschreibt, zu bestimmen. Diese empirische Beziehung wurde aus Messdaten Mitte der 90er Jahre abgeleitet. Es ist mittlerweile bekannt, dass sich emissionsseitig das NO-NO2-Verhältnis verändert hat und vermutlich im Zuge weiterer Verbesserungen bei der Abgastechnik weiter verändern wird. Ein Indiz dafür ist unter anderem, dass in den letzten Jahren Messungen an verkehrsreichen Straßen einen Rückgang bei den NO_x-Immissionen, nicht aber bei den NO₂-Immissionen gezeigt haben. Diese Verschiebung zu einer höheren NO₂-Emission wird auch Auswirkungen auf die Umwandlung von NO_x zu NO₂ haben. Wie sich die Umwandlung zukünftig ändern wird, ist allerdings zum jetzigen Zeitpunkt nicht vorherzusagen. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Romberg-Ansatz für Immissionskonzentrationen im Bereich des Grenzwertes (dies ist im Vorgriff auf Kapitel 7.2 hier gegeben) die Umwandlung der NO_x-Jahresmittelwerte zu NO₂-Jahresmittelwerten befriedigend genau wiedergibt.





7 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen

7.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionskonzentrationen von NO₂ und PM10 werden die Grenzwerte der EU-Richtlinie 2008/50/EG herangezogen, die mit der 39. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt wurde und seit 06.08.2010 in Kraft getreten ist. Die Grenzwerte sind in Tab. 7.1 zusammengestellt. Wie aus Tabelle 7.1 zu entnehmen ist, müssen die Grenzwerte für NO₂ seit Beginn des Jahres 2010 eingehalten werden. Die Grenzwerte für PM10 gelten seit Anfang 2005.

Tab. 7.1: Lufthygienische Grenzwerte der EU-Richtlinie (39. BImSchV) für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO₂ und PM10

Luftschadstoff	Immissionswert	Statistische Definition	Zeitpunkt, seit dem der Grenzwert eingehalten werden muss
NO ₂	40 μg/m³ 200 μg/m³	Jahresmittelwert (Kalenderjahr) 1 Stunde; 200 µg/m³ dürfen bis zu 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden	gültig seit 01.01.2010 gültig seit 01.01.2010
Partikel (PM10)	40 μg/m³ 50 μg/m³	Jahresmittelwert (Kalenderjahr) 24 Stunden; 50 µg/m³ dürfen bis zu 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden	gültig seit 01.01.2005 gültig seit 01.01.2005

7.2 Immissionskonzentrationen im Bereich der Stuttgarter Straße für die Trendszenarien 2012 und 2013 sowie die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013

Die flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für NO₂ und PM10 für das Untersuchungsgebiet Stuttgarter Straße sind in den Bildern 7.1 bis 7.6 für die Trendprognosen 2012 und 2013 sowie die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013 dargestellt. Die Farbskalen sind so gewählt, dass Überschreitungen der geltenden Grenzwerte für die Jahresmittelwerte jeweils rot erscheinen. Die Bezugshöhen in den Abbildungen entsprechen mit 1,4 m über Grund etwa der Atemzone nach 39. BImSchV.





7.2.1 Trendprognose 2012

Bei der Trendprognose 2012 wird emissionsseitig die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2012 berücksichtigt. Auf den Straßenabschnitten innerhalb der Umweltzone werden die Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 und 2 ausgeschlossen (Umweltzone gelb).

Die immissionsseitig zu erwartende Auswirkung auf NO_2 zeigt Bild 7.1. Entlang der B10 innerhalb des Untersuchungsgebietes sind zum Teil deutliche Überschreitungen des seit 2010 einzuhaltenden Grenzwertes für den Jahresmittelwert von NO_2 von 40 μ g/m³ zu erwarten. Auf der Nordseite der B10 liegen die Immissionskonzentrationen im gebäudenahen Bereich zwischen 40 und 43 μ g/m³ und somit über dem Grenzwert. Auf der Südseite sind die Wohngebäude östlich der Einmündung der Hindenburgstraße von der Stuttgarter Straße abgesetzt. Dort wird im gebäudenahen Bereich der Grenzwert eingehalten. Allerdings ist im Gehwegbereich (dort ist auch die Messstelle DEBW128 lokalisiert) mit deutlich höheren Konzentrationen mit Werten zwischen 45 und 48 μ g/m³ zu rechnen.

Das PM10-Immissionsniveau ist verglichen mit dem NO_2 -Immissionsniveau gering. Die Jahresmittelwerte (Bild 7.2) erreichen im gebäudenahen Bereich auf der Nordseite der B10 24 bis 26 µg/m³. Auf der Südseite, östlich der Hindenburgstraße, liegen die PM10-Jahresmittelwerte im Bereich der Gebäude unter 22 µg/m³. Im Gehwegbereich erreichen die Immissionskonzentrationen dagegen Werte zwischen 24 und 25 µg/m³. Der Grenzwert für das PM10-Jahresmittel wird im gesamten Untersuchungsgebiet, sowohl im gebäudenahen Bereich als auch im Bereich der Gehsteige sicher eingehalten. Des Weiteren wird der Schwellenwert von 30 µg/m³ deutlich unterschritten, so dass eine Einhaltung der zulässigen 35 Überschreitungen des PM10-Kurzzeitwertes gegeben ist.

7.2.2 Trendprognose 2013

Bei der Trendprognose 2013 wird emissionsseitig die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2013 berücksichtigt. Auf den Straßenabschnitten innerhalb der Umweltzone werden wie bei der Trendprognose die Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1 und 2 ausgeschlossen (Umweltzone gelb).

Bei NO₂ (Bild 7.3) ist lokal ein geringfügiger Rückgang der Immissionskonzentrationen gegenüber der Trendprognose 2012 zu erkennen. Das NO₂-Jahresmittel von 40 μg/m³ wird östlich der Hindenburgstraße im Bereich der Gebäude auf der Nordseite bzw. im Gehwegbereich auf der Südseite jedoch weiterhin durchgängig überschritten (Bild 7.3).

Die Immissionsverteilung für das PM10-Jahresmittel ist für die Trendprognose 2013 (Bild 7.4) fast nicht von dem für die Trendprognose 2012 zu unterscheiden. Der Rückgang dürfte sich in einem Bereich von unter 1 μ g/m³ bewegen. Der Grenzwert für das PM10-Jahresmittel wird ebenso eingehalten wie die maximal zulässigen 35 Überschreitungen des PM10-Kurzzeitwertes.





7.2.3 Maßnahme Verschärfung Umweltzone 2013

Bei der Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013 wird emissionsseitig die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2013 berücksichtigt. Auf den Straßenabschnitten innerhalb der Umweltzone werden nun die Fahrzeuge der Schadstoffgruppe 1, 2 und 3 ausgeschlossen (Umweltzone grün).

Auf der Nordseite der B10 ist bei den NO_2 -Jahresmittelwerten (Bild 7.5) ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Die Werte liegen im gebäudenahen Bereich unter dem Grenzwert für das Jahresmittel. Auf der Südseite nehmen die Werte ebenfalls gegenüber der Trendprognose 2013 ab, liegen jedoch im Gehwegbereich mit bis zu 44 μ g/m³ nach wie vor deutlich über dem Grenzwert.

Die Immissionsverteilung für das PM10-Jahresmittel zeigt für die betrachtete Maßnahme (Bild 7.6) gegenüber der Trendprognose 2013 einen weiteren Rückgang der Konzentrationswerte sowohl im gebäudenahen Bereich (Nordseite) als auch im Gehwegbereich (auf der Südseite). Wie schon bei den Trendprognose 2012 und 2013 wird der Grenzwert für das PM10-Jahresmittel ebenso eingehalten wie die maximal zulässigen 35 Überschreitungen des PM10-Kurzzeitwertes.

7.3 Vergleich der immissionsseitigen Maßnahmenwirkung im Bereich des Messpunktes

In Tab. 7.2 sind die Immissionskonzentrationen, die im Bereich des Messpunktes an der B10 für die beiden Trendprognosen 2012 und 2013 sowie die Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013 berechnet wurden, zusammengestellt. Zur Orientierung sind die an der Messstelle im Jahre 2009 ermittelten Werte mit aufgeführt.

Tab 7.2: Gemessene und berechnete Immissionsgesamtbelastung von NO₂ und PM10 im Bereich der Messstelle an der B10 (Hot Spot)

Messwerte 2009		Trendprognose 2012		Trendprognose 2013		Maßnah schärfun 20	-
NO ₂ -JMW [μg/m³]	PM10- JMW [µg/m³]	NO ₂ -JMW [µg/m³]	PM10- JMW [µg/m³]	NO ₂ -JMW [µg/m³]	PM10- JMW [µg/m³]	NO ₂ -JMW [µg/m³]	PM10- JMW [µg/m³]
60	28	47,1	24,1	46,6	24,0	44,0	23,6
Reduktion gegenüber Trendprognose 2012				1,0 %	<1,0%	6,5%	2,1%





Die Emissionsänderung alleine infolge der Änderung der Flottenzusammensetzung zwischen den Jahren 2012 und 2013 bei unveränderter Umweltzone "gelb" bringt nur eine geringfügige Minderung der Gesamtbelastung, sowohl bei NO₂ als auch bei PM10. Mit der Maßnahme Verschärfung Umweltzone 2013 werden im Bereich des Hot Spots an der B10 gegenüber der Trendprognose 2012 Immissionsentlastungen im Jahresmittel von maximal 6,5% bei NO₂ und ca. 2,1% bei PM10 erreicht.

7.4 Abschätzung der immissionsseitigen Auswirkung eines Tempolimits von 30 km/h auf der B10 im Bereich des Messpunktes

Für die Stuttgarter Straße in Mühlacker wird die Einführung einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 km/h im Rahmen der Lärmaktionsplanung diskutiert. In diesem Zusammenhang wurde in einer separaten Untersuchung überprüft, ob dies auch im Hinblick auf die Luftqualität günstig zu bewerten ist /RAU 2010/. Im folgenden Abschnitt wird, basierend auf dieser Studie, eine Abschätzung der Auswirkung von Tempo 30 im bereich des Messpunktes durchgeführt.

Die Einführung einer Geschwindigkeitsbeschränkung innerorts von 30 km/h auch auf Hauptverkehrsstraßen (HVS) wird in jüngster Zeit immer wieder diskutiert, um Überschreitungssituationen von PM10 und/oder NO₂ zu beheben oder zumindest zu entschärfen. Einer Pressemitteilung des Umweltbundesamtes war jüngst zu entnehmen, dass durch die Einführung von 30 km/h im Vergleich zu 50 km/h eine Verminderung bei PM10 um 10 Überschreitungstage erreichbar sei. Diese Aussage gründet sich allerdings auf nur einen Feldversuch in Berlin (i.w. auf die Schildhornstraße). Aus früheren Jahren liegen einige wenige Untersuchungen zum Einfluss eines Tempolimits innerorts auf die Luftqualität vor, die in der Regel unter speziellen Randbedingungen durchgeführt wurden.

Ziel der oben genannten Studie war es, für die spezielle Situation an der Stuttgarter Straße in Mühlacker eine Aussage zum Einfluss eines Tempolimits T30 auf die PM10- und NO_{X} - Emissionsbelastung abzuleiten.

Anzumerken ist, dass in der zentralen Datenbasis zur Berechnung von Emissionen des Straßenverkehrs, dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA3.1), auch in der aktuellsten Version vom Februar 2010, keine Emissionsfaktoren enthalten sind, die die Situation T30 an Hauptverkehrsstraßen abbilden (sondern nur Emissionsfaktoren für Tempo30-Zonen mit Rechts-vor-Links-Regelung). Aus diesem Grund wurden mit Hilfe von Simulationsprogrammen Fahrprofile, die im realen Verkehr erhoben wurden (z.B. T50 und T30"fiktiv"), emissionsseitig "nachgefahren". Über ein solches Programm (PHEM) verfügt die TU Graz. Mit dem Programm PHEM wurden auch wesentliche Datengrundlagen des HBEFA3.1 ermittelt.





Zur Ermittlung der Situation an der Stuttgarter Straße in Mühlacker wurden daher Messfahrten für "T50-Normalfahrt" und "T30-fiktiv" durchgeführt und basierend auf den erhobenen Fahrzyklen mit dem Modell PHEM die Abgasemissionen für diese Fahrkurven berechnet.

Die über das Programm PHEM ermittelten Emissionsfaktoren für NO_x und Partikel-Abgas für die Fahrzeuggruppen Pkw, INfz und sNfz zeigen für beide Fahrtrichtungen überwiegend Minderungen durch T30 im Vergleich zur T50-Normalfahrt. Die Emissionsreduktionen liegen im Bereich von -3% bis -37%. Nur für die sNfz in Fahrtrichtung Osten (bergauf) wurden für T30 um 11% höhere Emissionsfaktoren ermittelt als für T50-Normalfahrt.

Die Emissionsfaktoren wurden abschließend eingesetzt, um die Jahresemissionen für NO_X und Partikel-Abgas zu berechnen, unter Berücksichtigung des Kaltstartzuschlags, dem vorhandenen Reduktionspotential für T30 (Anteil der Jahresstunden, die beeinflussbar sind) und einem Befolgungsgrad T30 von 100% und 50%.

Bei der Berechnung der PM10-Jahresemissionen wurden zusätzlich auch die PM10-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb berücksichtigt.

Für einen Befolgungsgrad von 100% wurde eine Reduktion der NO_X-Jahresemissionen von -12% und der PM10-Gesamtemissionen von -8% ermittelt.

Geht man nun davon aus, dass sich die prozentualen Minderungen der Jahresemissionen, die für das aktuelle Jahr 2010 aus den Befahrungen für die einzelnen Fahrzeugkategorien ermittelt wurden (s. Tab. 3.1 in /RAU 2010/) in gleicher Weise auf die im Rahmen dieser Studie untersuchte Maßnahme Verschärfung Umweltzone 2013 ermittelten Jahresemissionen (siehe Tab. 5.2 dieser Studie) anwenden lassen, so errechnen sich insgesamt emissionsseitige Minderungen von 12,4% für NO_x und 8,5% für PM10 bei zusätzlicher Realisierung der Maßnahme T30 zu der Maßnahme Verschärfung der Umweltzone 2013. Vorausgesetzt wird hierbei optimistisch ein Befolgungsgrad von 100%.

Unter Berücksichtigung der für das Jahr 2013 abgeschätzten Hintergrundbelastung errechnet sich hieraus im Bereich der Messstelle an der Stuttgarter Straße ein NO₂-bzw. PM10-Jahresmittelwert von 42,3 μg/m³ bzw. $23,2 \mu g/m^3$. Dies entspricht einer NO2-Immissionsminderung von 1,7 µg/m³ bzw. einer PM10-Immissionsminderung von 0,4 µg/m³ im Bereich der Messstelle. Bei Realisierung von Tempo 30 kann somit eine weitere Immissionsentlastung erzielt werden.

Heilbronn, 14.11.2010

M Ran

(Dipl.-Ing. M. Rau)









Bild 7.1: NO₂-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2012





Bild 7.2: PM10-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2012





Bild 7.3: NO₂-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2013





Bild 7.4: PM10-Jahresmittelwerte für die Trendprognose 2013





Bild 7.5: NO₂-Jahresmittelwerte für die Maßnahme "verschärfte Umweltzone 2013"





Bild 7.6: PM10-Jahresmittelwerte für die Maßnahme "verschärfte Umweltzone 2013"





8 Literaturverzeichnis

22. BIMSCHV 2002

Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte). In: BGBI I Nr. 66 vom 17.09.2002, S. 3626

39. BIMSCHV 2010

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen). In: BGBI. I S. 1065 (Nr. 40) vom 02.08.2010

RAU 2006a

Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Luftreinhalteplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe – Teilplan Mühlacker. AG: Regierungspräsidium Karlsruhe

RAU 2006b

Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Luftreinhalte-/Aktionsplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe – Teilplan Mühlacker. AG: Regierungspräsidium Karlsruhe

RAU 2008

Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen der Maßnahme Umweltzone im Zusammenhang mit dem Luftreinhalte-/Aktionsplan des Regierungspräsidiums Karlsruhe für das Bezugsjahr 2009 – Teilplan Pforzheim. AG: Regierungspräsidium Karlsruhe

LRP MÜHLACKER 2006

Luftreinhalteplan Mühlacker, RP Karlsruhe, 2006

LUBW 2008

Verkehrsstärken an ausgewählten Spotmessstellen, Auswertungen 2007, LUBW, Berichtsnummer 61-21/2008

LUBW 2009

Verkehrsstärken an ausgewählten Spotmessstellen, Auswertungen 2008, LUBW, Berichtsnummer 61-16/2009

LENSING 2003

Programm DMTG für Windows zum Auswerten, Hochrechnen und Visualisieren von Verkehrsdaten aus Kurz- und Langzeitzählungen, Büro für angewandte Statistik, Aachen, 2003

LUTZ 2010

NO₂-Belastung in deutschen Kommunen: Situation, Maßnahmen, Fortschritte, Probleme am Beispiel Berlin, Lutz M., Vortrag auf der Tagung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz





und Verkehr Baden-Württemberg: Herausforderung NO₂-Immissionen, Gesetzgebung, Luftbelastung, Lösungen, Heidelberg, 3./4. März 2010

HBEFA 2010

www.hbefa.net

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

AVISO 2009

Erstellung eines zukunftsfähigen Emissionskatasters Straßenverkehr für Baden-Württemberg, AVISO GmbH, im Auftrag der LUBW; Aachen, 2009

RAU 2010

Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 im Rahmen der Fortschreibung der Luftreinhaltepläne des Regierungspräsidiums Karlsruhe - Teilplan Mühlacker. AG: Regierungspräsidium Karlsruhe

LOHMEYER 2000

Vorschlag für eine Ermittlung des Kurzzeitwertes für NO₂ (99,8%), in: Umwelt-Kommunale ökologische Briefe Nr. 01, 05.01.2000

MOORCROFT, S. ET AL, 1999

Assistance with the review and assessment of PM10 concentrations in relation to the proposed EU Stage 1 Limit Values. Stanger Science Environment, Croydon, March 1999. Report for Department of the Environment, Transport and the Regions, the Welsh Office and the Scottish Office

FRIEDRICH 2001

Berechnung der Schwebstaub-PM₁₀-Immissionen an Brandenburger Straßen. Fachtagung am 20. Juni 2001 im Bayerischen Landesamt für Umweltschutz: Feinstaub-(PM₁₀)-Immissionen-Schwerpunkt Verkehr. Tagungsunterlagen

LOHMEYER 2003

Validierung von PM10-Immissionsberechnungen im Nahbereich von Strassen und Quantifizierung der Feinstaubbildung von Strassen. Bericht im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin, und des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Dresden

LUBW 2010

Luftreinhalte- /Aktionspläne für Baden-Württemberg. Grundlagenband 2009. LUBW Baden-Württemberg (Hrsg.)

MLUS 2002

Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln. Ausgabe 2002, geänderte Fassung 2005





ROMBERG 1996

NO-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für KFZ-Abgase. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 56, pp. 215-218