

**BESTIMMUNG DER EMISSIONS- UND IMMISSIONSSEITIGEN AUSWIRKUNGEN  
VON MASSNAHMEN IM ZUSAMMENHANG MIT DEM  
LUFTREINHALTE-/AKTIONSPLAN DES REGIERUNGSPRÄSIDIUMS  
KARLSRUHE  
- TEILPLAN MÜHLACKER -**

Auftraggeber:           Regierungspräsidium Karlsruhe  
                                  Am Schlossplatz 1-3  
                                  76131 Karlsruhe

Durchführung:           Ingenieurbüro Rau (Federführung)  
                                  Bottwarbahnstraße 4  
                                  74081 Heilbronn

AVISO GmbH  
Adalbertsteinweg 34  
52070 Aachen

28. Dezember 2006

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
1 Aufgabenstellung, Einleitung .....	1
2 Verkehrliche Grundlagendaten .....	2
3 Grundlagen der Emissionsberechnung.....	4
3.1 Bestandszusammensetzung 2008.....	4
3.2 PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für Diesel .....	7
3.3 Abgasemissionsfaktoren PM10-Otto .....	8
3.4 PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb .....	9
4 Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs Trend-prognose 2008 .....	12
5 Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen am Hot Spot .....	13
6 Immissionsberechnung .....	18
6.1 Umfang der Berechnungen .....	19
6.2 Bestimmung statistischer Kenngrößen für PM10.....	19
6.2.1 Windstatistik.....	20
6.2.2 Hintergrundbelastung.....	21
6.2.3 Bestimmung der Gesamtbelastung .....	21
7 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen .....	22
7.1 Beurteilungsgrundlagen .....	22
7.2 Immissionskonzentrationen an der B10 für das Trend-szenarium 2008 und die Maßnahme Umweltzone .....	22
7.2.1 Trendprognose 2008.....	22
7.2.2 Maßnahme Umweltzone 2008.....	23
7.3 Zusammenfassung.....	23
8 Literaturverzeichnis .....	27

## Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1:	Bereich um den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße) in Mühlacker .....	2
Bild 3.1:	Entwicklung der Pkw-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet .....	5
Bild 3.2:	Entwicklung der INfz-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet .....	6
Bild 3.3:	Entwicklung der sNfz-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet .....	6
Bild 3.4:	PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für das Untersuchungsgebiet, Bezugsjahr 2008 für Innerortsstraßen (IGO), Außerortsstraßen (AGO) und Autobahnen (BAB) (sinkende Geschwindigkeiten bei innerörtlichen Verkehrssituationen sind verbunden mit größeren Störungen im Verkehrsablauf; daher sind diese Emissionsfaktoren zur Ableitung von anderen Verkehrssituationen wie z.B. T30 nicht geeignet) .....	8
Bild 5.1:	Bereich der geplanten Umweltzone in der Stadt Mühlacker / REG.PRÄSID KARLSRUHE 2005/ .....	14
Bild 6.1:	Lageplan des Untersuchungsgebietes B10, Mühlacker Topografische Karte und Luftbilder, Umwelt-Daten und Karten online (UDO), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), <a href="http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de">http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de</a> .....	18
Bild 6.2:	Synthetische Windstatistik für das Untersuchungsgebiet in Mühlacker .....	20
Bild 7.1:	PM10-Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet Stuttgarter Straße, Mühlacker, für die Trendprognose 2008.....	25
Bild 7.2:	PM10-Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet Stuttgarter Straße, Mühlacker: Maßnahme Umweltzone .....	26

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) in Kfz/24h für das Prognosejahr 2008 und Schwerverkehrsanteile für den Hot Spot Stuttgarter Straße und angrenzende Straßen .....	3
Tab. 3.1:	Spezifische Partikelemissionsfaktoren für Fahrzeuge mit Ottomotoren in mg/(Fz*km) nach /BWPLUS 2001, EMPA 2000/ .....	9
Tab. 3.2:	Mittlere PM10-Emissionsfaktoren durch Abrieb und Aufwirbelung für Kfz und für leichte Motorwagen (LMW) und schweren Motorwagen (SMW) aus /BUWAL 2003/ .....	9
Tab. 3.3:	PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb differenziert nach Verkehrssituationen .....	10
Tab. 4.1:	Jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken und PM10-Jahresemissionen für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2008.....	12
Tab. 5.1:	Kennzeichnungsverordnung vom 10.Oktober 2006 .....	15
Tab. 5.2:	Fahrzeugkonzepte und deren Anteil an der Fahrleistung (innerorts) differenziert nach Fahrzeugarten, Prognosejahr 2008 .....	16
Tab. 5.3:	Vergleich der DTV-Werte und PM10-Emissionen für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, Maßnahme Umweltzone 2008.....	17
Tab. 7.1:	Lufthygienische Grenzwerte der 22.BImSchV für PM10.....	22

# 1 Aufgabenstellung, Einleitung

Das Ingenieurbüro Rau, Heilbronn, erhielt vom Regierungspräsidium Karlsruhe den Auftrag, die PM10-Belastungen für das Prognosejahr 2008 zu ermitteln. Die Arbeiten stehen in Ergänzung zu den Arbeiten, die zur Ermittlung der NO<sub>2</sub>-Belastungen in Mühlacker, Belastungsschwerpunkt B10 (Stuttgarter Straße), für die Prognosejahre 2010 und 2012 bereits durchgeführt worden sind /RAU 2006/. Es wurden Berechnungen für die Trendprognose 2008 und zu den Wirkungen eines auf das Jahr 2008 vorgezogenen Fahrverbotes von Fahrzeugen der Schadstoffgruppe 1 gemäß Kennzeichnungsverordnung (Umweltzone) durchgeführt.

An einigen Stellen dieses Berichtes wird auf eine ausführlichere Darstellung des Berichts 2006 /RAU 2006/ verwiesen.

Der Bericht ist folgendermaßen gegliedert:

In den Kapiteln 2 bis 5 werden die verkehrlichen Datengrundlagen (Kapitel 2), die Grundlagen der Emissionsermittlung (Kapitel 3), die Schadstoffemissionen für das Prognosejahr 2008 (Kapitel 4) und die emissionsseitigen Maßnahmenwirkungen im Bereich des Hot Spots sowie im gesamtstädtischen Raum (Kapitel 5) beschrieben. Kapitel 6 beschreibt die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Immissionsgesamtbelastung für PM10. Kapitel 7 umfasst die Ergebnisse der Immissionsberechnungen und die Bewertung der Ergebnisse. Die für die Bearbeitung verwendete Literatur ist in Kapitel 8 zusammengestellt.

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

## 2 Verkehrliche Grundlagedaten

Der bisher betrachtete Hot Spot in Mühlacker lag an der B10 (Bereich Stuttgarter Straße, vgl. Bild 2.1) im Nahbereich der Einmündung der Hindenburger Straße; seit Anfang des Jahres 2006 werden Spotmessungen ebenfalls auf der Südseite der Stuttgarter Straße, allerdings ein wenig weiter östlich im Bereich des Gebäudes Nr. 48 durchgeführt (Stationscode: DEBW 128).

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

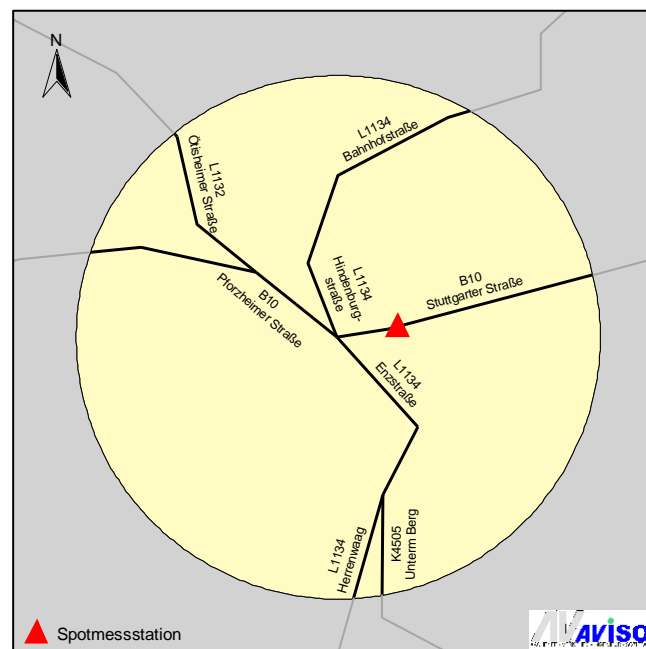


Bild 2.1: Bereich um den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße) in Mühlacker

Ausgangspunkt der Ermittlung der verkehrlichen Grundlagedaten für das Untersuchungsgebiet in Mühlacker waren die Daten, die im Rahmen von /RAU 2006/ für das Jahr 2010, ausgehend von einer aktualisierten Datengrundlage für 2005 ermittelt worden waren.

Es wurde dabei für die Prognose der Verkehrsdaten von 2005 bis 2010 (bzw. 2012) in Anlehnung an die für Pforzheim vorliegenden Daten zur Trendprognose 2020 /REG.PRÄSID KARLSRUHE 2001/ von einem weiteren leichten Zuwachs der Verkehrsbelastungen ausgegangen (+4% bis 2010). Die Verkehrsbelastungen für das Jahr 2008 wurden durch Interpolation zwischen den Jahren 2005 und 2010 ermittelt.

Die ermittelten durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken für die Stuttgarter Straße und die angrenzenden Straßen sind für die Trendprognose 2008 der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 2.1: *Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) in Kfz/24h für das Prognosejahr 2008 und Schwerverkehrsanteile für den Hot Spot Stuttgarter Straße und angrenzende Straßen*

	DTV in Kfz/24h	sNfz in %
Stuttgarter Straße (B10)	18.490	13,8%
Pforzheimer Straße (B10)	21.532	13,8%
Enzstraße	16.420	3,1%
Hindenburgstr. / Bahnhofstr.	10.576	5,5%

Die höchsten Belastungen treten auf der B10 auf, wobei der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge mit knapp 14% sehr hoch ist. Die Ergebnisse der Dauerzählstelle an der B10 im Bereich Vaihingen/Enz (etwas östlich von Mühlacker gelegen) zeigen insbesondere in den letzten Jahren einen deutlichen Anstieg des Schwerverkehrsanteil der B10. Eine Ursache hierfür ist in der Lage der B10, die sich als Ausweichstrecke für Mautausweichverkehr (von der Autobahn) anbietet, zu sehen.

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 etc.) und weitere Angaben z. B. zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Die Daten wurden aus /RAU 2006/ übernommen.

### 3 Grundlagen der Emissionsberechnung

Die Emissionen aus dem Kfz-Verkehr werden fahrzeugseitig wesentlich durch den im realen Verkehr zu beobachtenden Flottenmix bestimmt. Da die Beobachtung der Bestandszusammensetzung im Verkehr zumindest flächendeckend für den jeweiligen Untersuchungsraum unmöglich ist, wird für das regionsspezifische Emissionsverhalten i. d. R. der im entsprechenden regionalen Fahrzeugregister gemeldete Bestand zugrunde gelegt. Dieser so genannte statische Bestand wird in einem zweiten Schritt mit einer spezifischen Jahresfahrleistung für einzelne Kfz-Klassen und Straßenarten gewichtet. Das Ergebnis ist ein regionsspezifischer dynamischer Flottenmix für die verschiedenen Straßenarten.

Auf der anderen Seite stehen Emissionsfaktoren, die in Form des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, aktuell in der Version 2.1 /INFRAS 2004/ vorliegen. Als Ergebnis umfangreicher Programme zur Ermittlung des Fahr- und Emissionsverhaltens sind diese Emissionsfaktoren für Pkw, INfz, sNfz (Lkw, Last-/Sattelzug, Bus) und Krad ermittelt worden. Die so genannten Schichtemissionsfaktoren liegen pro Fahrzeuggruppe für einzelne Fahrzeug-Schichten, die sich aufgrund der Antriebsart, des eingesetzten Schadstoffminderungskonzeptes, der Hubraumklasse sowie des Zulassungsjahres unterscheiden, vor. Diese Schichtemissionsfaktoren bilden die Grundlage der Berechnung von regionsspezifischen Emissionsfaktoren.

Durch Verknüpfung des regionsspezifischen dynamischen Flottenmix mit den Schichtemissionsfaktoren der verschiedenen Fahrzeugschichten einer Fahrzeuggruppe können untersuchungsgebietsspezifische Basisemissionsfaktoren für die einzelnen Fahrzeuggruppen (Pkw, INfz, sNfz und Krad) abgeleitet werden.

#### 3.1 Bestandszusammensetzung 2008

Die charakteristische Bestandszusammensetzung wird aus der Zusammensetzung des gemeldeten Kfz-Bestands abgeleitet, wobei einzelne so genannte Fahrzeugschichten differenziert werden, die sich aufgrund der Antriebsart, des eingesetzten Schadstoffminderungskonzeptes, der Hubraumklasse sowie des Zulassungsjahres unterscheiden. Die spezifischen Emissionen für die verschiedenen Bestandsschichten liegen in Form des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs /INFRAS 2004/ für unterschiedliche Geschwindigkeiten/Verkehrssituationen pro Straßenkategorie (innerorts, außerorts, Autobahn) und pro Bestandsschicht vor.

Um den für das Untersuchungsgebiet in den betrachteten Bezugsjahren repräsentativen statischen Pkw-Bestand entsprechend der Bestandsschichtung der vorhandenen Schichtemissionsfaktoren einteilen zu können, wurden die Pkw-Bestandsdaten des Zulassungsbezirks Mühlacker zugrunde gelegt.



Um die zukünftige Bestandsentwicklung bis zum Prognosejahre 2008 zu ermitteln, wurde ausgehend von der aktuellen Bestandszusammensetzung 2005 eine Trendprognose in Anlehnung an /INFRAS 2004/ und analog zu dem Vorgehen in /RAU 2006/ für die Prognosejahre 2010 und 2012 durchgeführt. Dabei berücksichtigt ist die kontinuierliche Veränderung des Bestands durch Löschungen und Neuzulassungen, wobei die momentan gültigen gesetzlichen Regelungen (EURO2/3/4/5) dazu führen werden, dass sich die Fahrzeugflotte zu emissionsärmeren Fahrzeugen hin entwickeln wird. Bei den Neuzulassungen der Pkw wurde in Anlehnung an die relativ hohen Zulassungszahlen für Diesel in den letzten Jahren ein Dieselanteil von 40% angesetzt.

Das Emissionsverhalten von schweren Nutzfahrzeugen wird stärker vom überregionalen als vom regionalen Bestand bestimmt, daher wird die bundesmittlere Bestandszusammensetzung für die entsprechenden Bezugsjahre gemäß /INFRAS 2004/ den Berechnungen zugrunde gelegt.

In den folgenden Diagrammen sind die prognostizierten Entwicklungen der dynamischen Bestandszusammensetzungen 2008 bis 2012 für Innerortsstraßen für Pkw, INfz und sNfz dargestellt.

Grundsätzlich zeigt sich bei allen Fahrzeuggruppen, dass sich die Bestandszusammensetzung zukünftig verändern wird, hin zu Fahrzeugen, die die strengeren Abgasnormen (EURO4, EURO5) erfüllen.

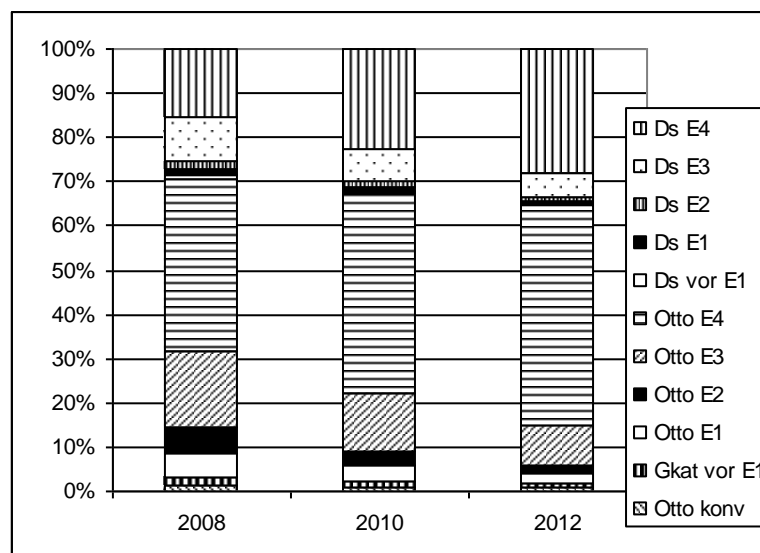


Bild 3.1: Entwicklung der Pkw-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet

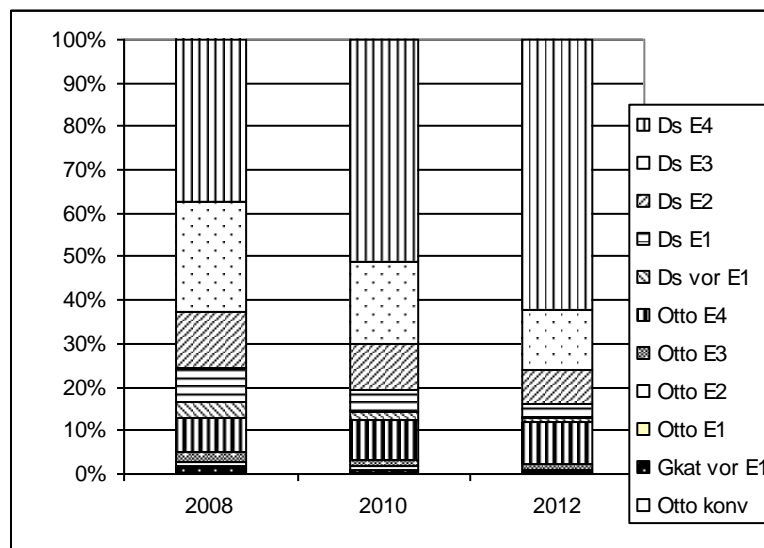


Bild 3.2: Entwicklung der INfz-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet

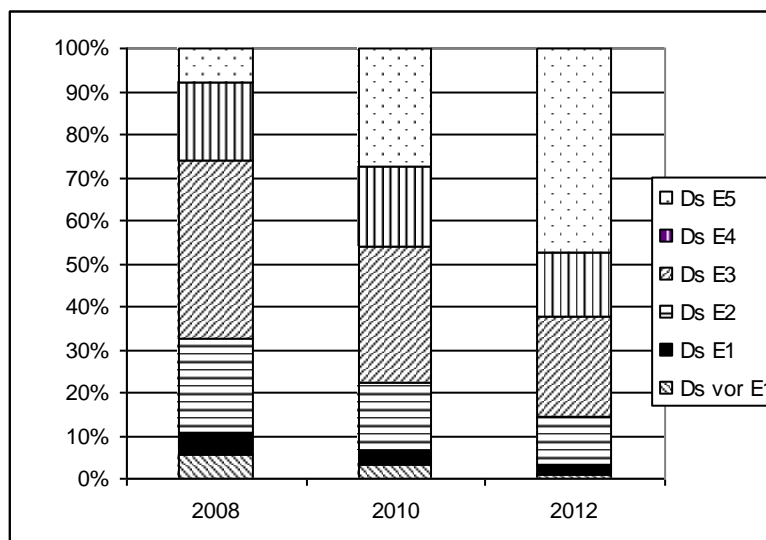


Bild 3.3: Entwicklung der sNfz-Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Untersuchungsgebiet

Bild 3.1 zeigt bis 2008 ein Anstieg des Diesel-Pkw-Anteils auf ca. 29% prognostiziert wird, bis 2012 auf 35%. Der Anteil der Pkws, die die EURO4-Norm einhalten, wird in 2008 bei ca. 54% liegen und bis 2012 auf 78% ansteigen.

Bei den sNfz (Bild 3.3) wird der Anteil der Fahrzeuge, die die EURO4-Norm oder EURO5-Norm einhalten 2008 bei ca. 26% und 2012 bei 63% liegen.

### 3.2 PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für Diesel

Auf der Grundlage der dynamischen Bestandszusammensetzung auf Schichtebene (vgl. Kap. 3.1) und der spezifischen Schichtemissionsfaktoren /INFRAS 2004/ wurde für das Jahr 2008 pro Fahrzeuggruppe spezifische Emissionsfaktoren pro Fahrmuster/Verkehrssituation ermittelt. Sie liegen für verschiedene Längsneigungsklassen (0%, +/-2%, +/-4%, +/-6%) vor.

Für PM10-Abgas sind die für das Prognosejahr 2008 ermittelten Emissionsfaktoren, aufgetragen über die mittlere Fahrgeschwindigkeit der Fahrmuster/Verkehrssituationen<sup>1</sup>, in Bild 3.4 dargestellt.

Die spezifischen Emissionsfaktoren geben die emittierte Schadstoffmenge in g pro Fahrzeug und gefahrenen Kilometer an.

Die Darstellungen zeigen deutlich, dass die spezifischen PM10-Abgas-Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge teilweise mehr als Faktor 10 größer sind als die der Pkw, d.h. dass die schweren Nutzfahrzeuge entsprechend überproportional zu den Gesamtemissionen beitragen.

Ebenso ist zu erkennen, dass die spezifischen PM10-Abgas-Emissionsfaktoren insbesondere für die schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) für Verkehrssituationen<sup>1</sup> mit geringeren Geschwindigkeiten ansteigen.

---

<sup>1</sup> Fahrmuster/Verkehrssituationen beschreiben das mittlere Fahrverhalten in einem Straßenabschnitt. Verkehrssituationen mit geringen Geschwindigkeiten weisen auf einen höheren Störungsgrad im Verkehrsablauf hin (d.h. mehr Verzögerungs-, Stillstands- und Beschleunigungsanteile)

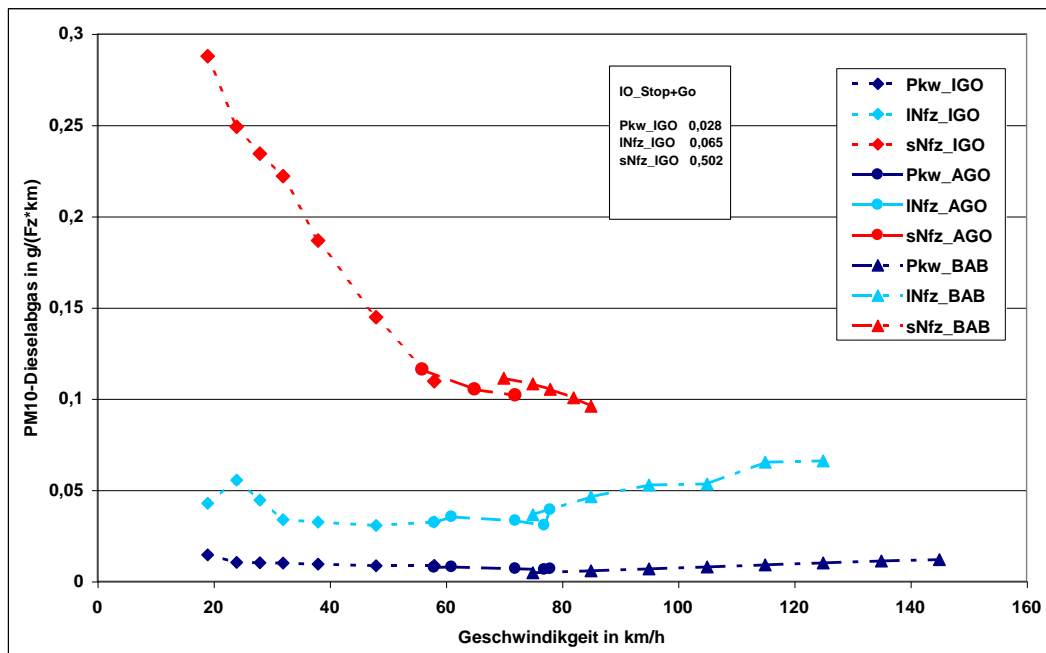


Bild 3.4: PM10-Abgas-Emissionsfaktoren für das Untersuchungsgebiet, Bezugsjahr 2008 für Innerortsstraßen (IGO), Außerortsstraßen (AGO) und Autobahnen (BAB) (sinkende Geschwindigkeiten bei innerörtlichen Verkehrssituationen sind verbunden mit größeren Störungen im Verkehrsablauf; daher sind diese Emissionsfaktoren zur Ableitung von anderen Verkehrssituationen wie z.B. T30 nicht geeignet)

### 3.3 Abgasemissionsfaktoren PM10-Otto

Die Partikelemissionen, die aus Dieselmotoren abgegeben werden, stellen zwar den überwiegenden Anteil, nicht aber die Gesamtmenge der Abgas-Partikelemissionen dar. In der Vergangenheit wurden ausschließlich die Abgas-Partikelemissionen der Dieselfahrzeuge ausgewiesen, da nur für diese Fahrzeugschichten die Partikelemissionen vermessen worden waren und entsprechende Basisemissionsfaktoren vorliegen /UBA 1994, INFRAS 2004/. Grund hierfür ist, dass bisher davon ausgegangen wurde, dass die Partikelemissionen aus Ottomotoren vernachlässigbar gering sind.

In jüngster Zeit wird aber auch verstärkt über die Partikelemissionen aus Ottomotoren und deren Anteil an den gesamten Partikelabgasemissionen diskutiert. Es liegen bisher nur einige Messungen an wenigen Einzelfahrzeugen vor. Die Ableitung von repräsentativen Emissionsfaktoren für die Gesamtflotte ist aufgrund dieser Datenlage noch nicht möglich.

Aufgrund der vorliegenden Literaturwerte werden die spezifischen Emissionsfaktoren zur Abschätzung der Partikelemissionen aus Ottomotoren wie in Tab. 3.1 aufgeführt angesetzt.

Tab. 3.1: Spezifische Partikelemissionsfaktoren für Fahrzeuge mit Ottomotoren in mg/(Fz\*km) nach /BWPLUS 2001, EMPA 2000/

		mg/(Fz*km)
Pkw	GKat	4,6
	ungeregelter Kat	8,2
	Ohne Kat	10,6
INfz	GKat	5,1
	Ukat	9,4
	Ohne Kat	10,6
Krad	4-Takt	18,0
	2-Takt	60,0

Bezüglich der Partikelgrößenverteilung wird angenommen, dass die Partikel vollständig der PM10-Fraktion zugerechnet werden können.

### 3.4 PM10-Emissionsfaktoren für 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.

Da die Datenbasis zur Ableitung der spezifischen Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb noch recht gering ist, wurde in jüngster Zeit verstärkt versucht, eine Verbesserung der Datenlage zu schaffen. So wurden in einer Schweizer Untersuchung /BUWAL 2003/ aus Messungen abgeleitete spezifische PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb für 6 ausgewählte Straßenabschnitte aufgeführt (vgl. Tab. 3.2).

Tab. 3.2: Mittlere PM10-Emissionsfaktoren durch Abrieb und Aufwirbelung für Kfz und für leichte Motorwagen (LMW) und schweren Motorwagen (SMW) aus /BUWAL 2003/

Straßenabschnitt		EF PM10 g/(km*Kfz)	LMW g/(km*LMW)	SMW g/(km*SMW)
Aathal	außerorts, Tempo 50, Ebene	0,044	0,033	0,207
Birrhard (flüssiger Verkehr)	Autobahn, Tempo 120, Ebene	0,05	0,047	0,074
Humlikon	Autobahn, Tempo 100/80, Ebene	0,037	0,022	0,144
Rosengartenstraße	innerorts, Tempo 50, Steigung/Gefälle 8%	0,022	0,017	0,115
Schimmelstraße	innerorts, Tempo 50, bei LSA, Ebene	0,142	0,092	0,819
Weststraße	innerorts, Tempo 50, 50m von LSA, Ebene	0,075	0,039	0,383

In Anknüpfung an die Vorgehensweise in /BUWAL 2003/ wurden in /DÜRING 2004a, DÜRING 2004b/ PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb veröffentlicht, die

durch Auswertung verschiedener aktueller Messdaten ermittelt wurden. Es wurde dabei versucht, die Emissionsfaktoren (analog zu den Abgas-Emissionsfaktoren) kompatibel zu den Verkehrssituationen nach /INFRAS 2004/ anzugeben.

Auf der Grundlage dieser Daten wurde ein Berechnungsansatz zur Ermittlung der PM10-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb abgeleitet /SCHNEIDER 2006/. Die danach ermittelten spezifischen Emissionsfaktoren sind in Tab. 3.3 aufgeführt.

Tab. 3.3: PM10-Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb differenziert nach Verkehrssituationen<sup>2</sup>

Hauptverkehrssituation	Störungsgrad (1 =gering, 2=mittel 3=groß)	Messstellen Aahrtal/ Rosengrt.str.	Messstelle Weststraße	Messstelle Schimmelstr.	PM10-Emissionsfaktor Aufwirbelung und Abrieb	
		Charakterisierung:				
		abgeleitete Pkw / sNfz * 22 / 200 mg/(Fz*km)	mittl. Pkw / sNfz 40 / 380 mg/(Fz*km)	stockender innerörtlicher Verkehr im Abschnitt Pkw / sNfz 90 / 800 mg/(Fz*km)		
		Anteil an Gewichtung			Pkw/INfz	sNfz
					mg/(Fz*km)	
HVS>50	1	100%			22	200
	2	70%	30%		27	250
	3	30%	70%		35	330
HVS	1	100%			22	200
	2	50%	50%		31	290
	3		90%	10%	45	420
LSA	1	90%		10%	29	260
	2	40%	40%	20%	43	390
	3		60%	40%	60	550
NS	1	90%		10%	29	260
	2	40%	40%	20%	43	390
	3		40%	60%	70	630
KERN	1	80%	10%	10%	31	280
	2	40%	40%	20%	43	390
	3		40%	60%	70	630
Stop&Go				100%	90	800

\* Werte analog Außerorts-PM10-Emissionsfaktoren

<sup>2</sup> Hauptverkehrssituationen:

HVS>50 = vorfahrtsberechtigige Hauptverkehrsstraße mit Tempolimit > 50 km/h innerorts

HVS = vorfahrtsberechtigige Hauptverkehrsstraße innerorts

LSA = lichtsignalgeregelte Hauptverkehrsstraße innerorts

NS = Nebenstraße innerorts

KERN = Innerortsstraße im Stadtkern

Es wird davon ausgegangen, dass der Fahrbahnbelag bei den Messungen typisch für eine asphaltierte Straße mit guter Beschaffenheit war und auch im Seitenbereich keine unbefestigten Bereiche (als Quelle für PM10) vorlagen, so dass die in Tab. 3.3 aufgeführten Emissionsfaktoren für einen guten Straßenzustand gelten.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass diese Emissionsfaktoren noch als sehr grob einzuschätzen sind, da diese aus einigen wenigen Messergebnissen abgeleiteten Werte auf alle Verkehrssituationen und Streckenabschnitte angewendet und verallgemeinert werden, ohne irgendwelche weiteren Einflüsse oder streckenspezifische Charakteristika zu berücksichtigen.

## 4 Schadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs Trendprognose 2008

Unter Verwendung der in Kap. 2 dargestellten Verkehrsdatenbasis und der in Kap. 3 beschriebenen PM10-Emissionsfaktoren wurden die PM10-Emissionen für die Trendprognose 2008 streckenspezifisch für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße) und die angrenzenden Straßenabschnitte berechnet.

Die pro Tagesgruppe ermittelten stündlichen Emissionen wurden zu Jahreswerten aggregiert.

Tab. 4.1 zeigt die Jahresfahrleistungen und Gesamtemissionen differenziert nach Fahrzeuggruppen für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße).

Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) an der Fahrleistung liegt für die B10 (Stuttgarter Straße) bei 13,8%. Der Anteil der sNfz an den PM10-Gesamtemissionen liegt mit 63% noch höher, d.h. die schweren Nutzfahrzeuge tragen deutlich überproportional zu den Emissionen bei. Der Anteil der PM10-Emissionen Aufwirbelung und Abrieb an den PM10-Gesamtemissionen liegt bei 62%.

*Tab. 4.1: Jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken und PM10-Jahresemissionen für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, 2008*

		Pkw	Infz	sNfz	Kfz	
DTV	Kfz/24h	15.165	765	2.560	18.490	
		82,0%	4,1%	13,8%	100,0%	
PM 10 Abgas	kg/(a*km)	97	15	230	342	
		28,4%	4,4%	67,2%	100,0%	38%
PM10 Aufwirbelung/Abrieb	kg/(a*km)	210	11	340	561	
		37,4%	2,0%	60,6%	100,0%	62%
PM10 Gesamt		307	26	570	903	
		34,0%	2,9%	63,1%	100,0%	100%



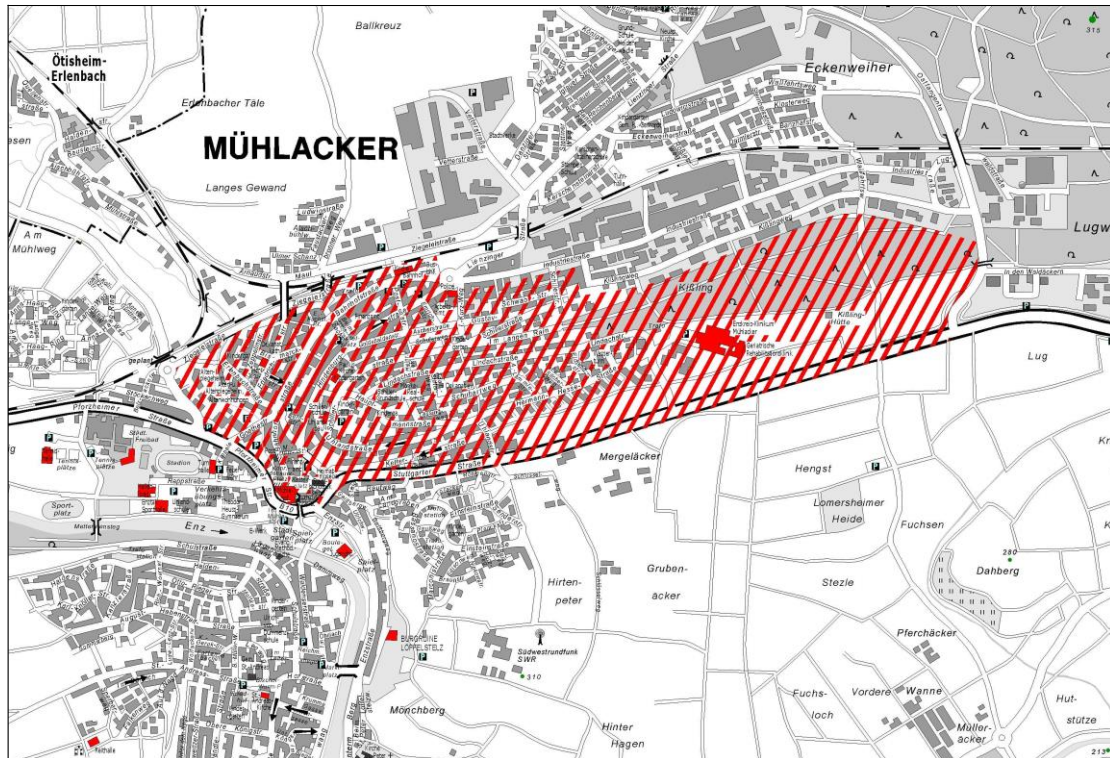
## 5 Emissionsseitige Maßnahmenwirkungen am Hot Spot

Vom Regierungspräsidium Karlsruhe wurden in Zusammenarbeit mit der Stadt Mühlacker im Zuge der Aufstellung eines Luftreinhalteplanes (für NO<sub>2</sub>) verschiedene Maßnahmen vorrangig zur Entlastung der B10 vorgeschlagen /REG.PRÄSID KARLSRUHE 2005/, darunter auf die Maßnahme der Einführung eines flächenhaften Fahrverbotes in einer Umweltzone ab 01.01.2010 für Kfz der Schadstoffgruppe 1 (gemäß Kennzeichnungsverordnung).

Im Aktionsplan Mühlacker, der momentan aufgrund der hohen PM10-Belastungen erstellt wird, wird die Maßnahme eines flächenhaften Fahrverbotes in der Umweltzone von dem Prognosejahr 2010 auf das Jahr 2008 vorgezogen. Für diese Maßnahme werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Abschätzungen zu den emissions- und immissionsseitigen Wirkungen für den Hot Spot Stuttgarter Straße, der innerhalb der Umweltzone liegen wird, durchgeführt.

Im Folgenden werden die Datengrundlagen zur Ermittlung der emissionsseitigen Wirkungen pro Maßnahme erläutert, die Ergebnisse der Emissionsberechnungen beschrieben und den entsprechenden Ergebnissen der Trendprognose gegenübergestellt.

Die im Luftreinhalteplan Mühlacker festgelegte Umweltzone für Mühlacker ist in Bild 5.1 dargestellt. Es schließt die B10 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.



*Bild 5.1: Bereich der geplanten Umweltzone in der Stadt Mühlacker / REG.PRÄSID KARLSRUHE 2005/*

Mit der vorliegenden Kennzeichnungsverordnung (10. Oktober 2006, die Verordnung tritt am 1.3.2007 in Kraft) kann in einem Gebiet (Umweltzone) eine Durchfahrtsbeschränkung für Kraftfahrzeuge, die die Anforderungen für bestimmte Schadstoffgruppen nicht erfüllen, umgesetzt werden.

In der Kennzeichnungsverordnung ist die Einteilung der Fahrzeuge in vier Schadstoffgruppen (SG) und die Vergabe von drei verschiedenen Plaketten geplant, wie in Tab. 5.1 dargestellt. Demnach erhalten Diesel-Fahrzeuge mit der Schadstoffnorm Euro 1/I und schlechter und Otto-Fahrzeuge vor Euro1 keine Plakette. Für die übrigen Fahrzeuge werden drei verschiedene Plaketten vergeben, je nachdem welche Euro-Norm eingehalten wird.

Durch erfolgreiche Nachrüstung eines Partikelfilters können Autofahrer die Eingruppierung in eine bessere Schadstoffgruppe erreichen. Der Bundesrat hat die Bundesregierung aufgefordert, entsprechende Regelungen für die Nachrüstung von EURO1-Diesel-Pkw und vor allem auch für die Nachrüstung von Nutzfahrzeugen zügig zu ergänzen.

Wenn von der Durchfahrtsbeschränkung in der geplanten Umweltzone z. B. alle Fahrzeuge, die nicht der Schadstoffgruppe 2 oder einer höheren Klasse zugeordnet werden, betroffen sein sollen, sind dies gemäß der Kennzeichenverordnung alle Dieselfahrzeuge schlechter als EURO 2 (ausschließlich Diesel, die mit Partikelfilter nachgerüstet sind und somit den Standard EURO 2 erfüllen) und alle Otto-Fahrzeuge schlechter EURO 1, also Schadstoffgruppe 1. Hierzu gehören auch die Fahrzeuge, die mit einem U-Kat ausgerüstet sind.

Tab. 5.1: Kennzeichnungsverordnung vom 10. Oktober 2006

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

<sup>1)</sup> Die Ausrüstung mit einem Partikelminderungssystem entsprechend der StVZO kann zu einer Heraufsetzung der Schadstoffgruppe führen (bisher möglich für Pkw (bei erreichter Partikelminderungsstufe PM1-PM4) nach Anlage XXVI; demnächst zusätzlich für PM0 bei Pkw (geplante Änderung der Anlage XXVI) und für Nutzfahrzeuge (geplante Anlage XXVII für INfz und sNfz))

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

<sup>3)</sup> Schadstoffgruppe

Es wurden für Mühlacker für die folgende Fahrverbotsmaßnahme Berechnungen durchgeführt:

- Fahrverbot ab 1.1.2008 für alle Kfz ohne Plakette (Schadstoffgruppe 1)

Um die emissionsseitige Wirkung einer Umweltzone zu ermitteln, werden für das Gebiet bzw. ausgewählte Straßenzüge in dem Gebiet der Umweltzone Emissionsberechnungen durchgeführt. 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.

Es wird zur Wirkungsabschätzung der Umweltzone für 2008 angenommen, dass alle Diesel-Fahrzeuge schlechter EURO 2/II und alle Otto-Fahrzeuge schlechter EURO 1 mit einem Durchfahrtsverbot belegt sind, d. h. nur Fahrzeuge der Schadstoffgruppen 2, 3 und 4 fahren dürfen. Dabei wurden keine Ausnahmen von der Regel berücksichtigt. Generell zugelassen sind in Umweltzonen allerdings Kräder.

Der Maximaleffekt einer Durchfahrtsperre tritt dann ein, wenn sich die Fahrleistung in der Umweltzone um die vom Fahrverbot betroffenen Fahrzeuge verringert. In Realität wird die Maßnahmenwirkung in der Umweltzone ggf. geringer ausfallen, da sich komplexe Verkehrsverlagerungen aufgrund des Durchfahrtsverbots für eine Teilmenge der Fahrzeugflotte durch das Gebiet der Umweltzone ergeben werden. So kann durch die veränderten (reduzierten) Verkehrsstärken in der Umweltzone und den damit ggf. besseren Reisezeiten die Attraktivität dieser Strecken für abgasarme Fahrzeuge deutlich ansteigen. Diese Zusammenhänge können nur mit dem Verkehrsmodell modelliert werden, wobei der Untersuchungsraum auch

entsprechend groß zu wählen ist, so dass alle Verkehrsverlagerungen realistisch abgebildet werden können. In Mühlacker wurde der Bereich der Umweltzone so konzipiert, dass eine Möglichkeit der lokalen Umfahrung nördlich der Umweltzone besteht.

Auch wird es möglicherweise zu einer verstärkten Flottenveränderung (im Vergleich zur erwarteten Trendentwicklung) kommen, wenn nach Realisierung der Umweltzone Altfahrzeuge, die vom Fahrverbot betroffen sind, schneller als gewöhnlich durch neuere Fahrzeuge ersetzt werden, die nicht vom Fahrverbot betroffen sind. Eine Prognose wie schnell dies geschehen wird, ist schwierig. Ebenso ist die Frage schwierig zu beantworten, ob der starke Zuwachs bei Diesel-Pkw der letzten Jahre dann noch weiter anhält.

Um eine erste Aussage über die mögliche Wirkung einer Umweltzone zu bekommen, wird daher in einer Maximalabschätzung die Annahme zu Grunde gelegt, dass sich die Fahrleistung gegenüber der Trendsituation in der Umweltzone um den Anteil der Fahrzeuge, die vom Fahrverbot betroffen sind, reduziert. Die in der Umweltzone verkehrende Fahrzeugflotte wird sich aus den vom Fahrverbot nicht betroffenen Fahrzeugen zusammensetzen und damit deutlich schadstoffärmer sein.

Ausgehend von den dynamischen Bestandszusammensetzungen, die für den Trend 2008 prognostiziert wurden, wurde die Abschätzung der Maßnahmenwirkung durch Ausgrenzung aller betroffenen Fahrzeugarten für die Umweltzone auf der Grundlage der Daten in Tab. 5.2 ermittelt.

Im Maßnahmenfall „Verbot für Diesel schlechter Euro 2/III und Otto schlechter EURO 1 (Schadstoffgruppe 1)“ sind im Jahr 2008 demnach ca. 5% der Pkw-Fahrleistung und 11% der Fahrleistung der schweren Nutzfahrzeuge (sNfz) von einem Durchfahrverbot betroffen.

Tab. 5.2: Fahrzeugkonzepte und deren Anteil an der Fahrleistung (innerorts) differenziert nach Fahrzeugarten, Prognosejahr 2008

2008	Ds vor Euro 1	Ds Euro1	Ds Euro 2	Ds Euro 3	Ds Euro 4	Ds Euro 5	Otto konv	Gkat vor Euro1	Gkat Euro 1	Gkat Euro 2	Gkat Euro 3	Gkat Euro 4
Pkw	0,7%	1,2%	2,1%	9,8%	15,4%	0,0%	1,4%	1,9%	5,4%	5,7%	17,5%	38,9%
INfz	3,7%	8,0%	12,9%	25,2%	37,4%	0,0%	0,2%	1,6%	0,0%	1,1%	2,0%	7,9%
sNfz	5,6%	5,1%	22,1%	41,0%	18,5%	0,0%						

Die Emissionsfaktoren für die Umweltzone wurden unter Berücksichtigung der veränderten dynamischen Bestandszusammensetzungen neu ermittelt, wobei die vom Verbot betroffenen Fahrzeugschichten im Vergleich zum Trend 2008 herausgenommen wurden.

Insgesamt ergibt sich dadurch ein im Vergleich zum Trend 2008 niedrigeres spezifisches Emissionsverhalten der Fahrzeugflotte, da die älteren hoch emittierenden Fahrzeuge ausgeschlossen sind.

Die Emissionsberechnungen wurden für die Umweltzone ansonsten analog zur Trendprognose 2008 durchgeführt.

Geht man, wie oben beschrieben im Sinne einer Maximalabschätzung der Maßnahmenwirksamkeit, davon aus, dass die vom Verbot betroffenen Fahrzeuge bzw. deren Fahrleistung in dem Streckenabschnitt ersatzlos entfallen, dann ergeben sich die in Tab. 5.3 dargestellten maximalen Fahrleistungs- und Emissionsreduktionen für den Hot Spot Stuttgarter Straße. Voraussichtlich werden die aus der Umweltzone verlagerten Verkehre und Emissionen an anderen Stellen zusätzlich hinzukommen, ggf. mit einer insgesamt erhöhten Fahrtstrecke.

Tab. 5.3: Vergleich der DTV-Werte und PM10-Emissionen für den Hot Spot B10 (Stuttgarter Straße), differenziert nach Fahrzeugarten, Maßnahme Umweltzone 2008

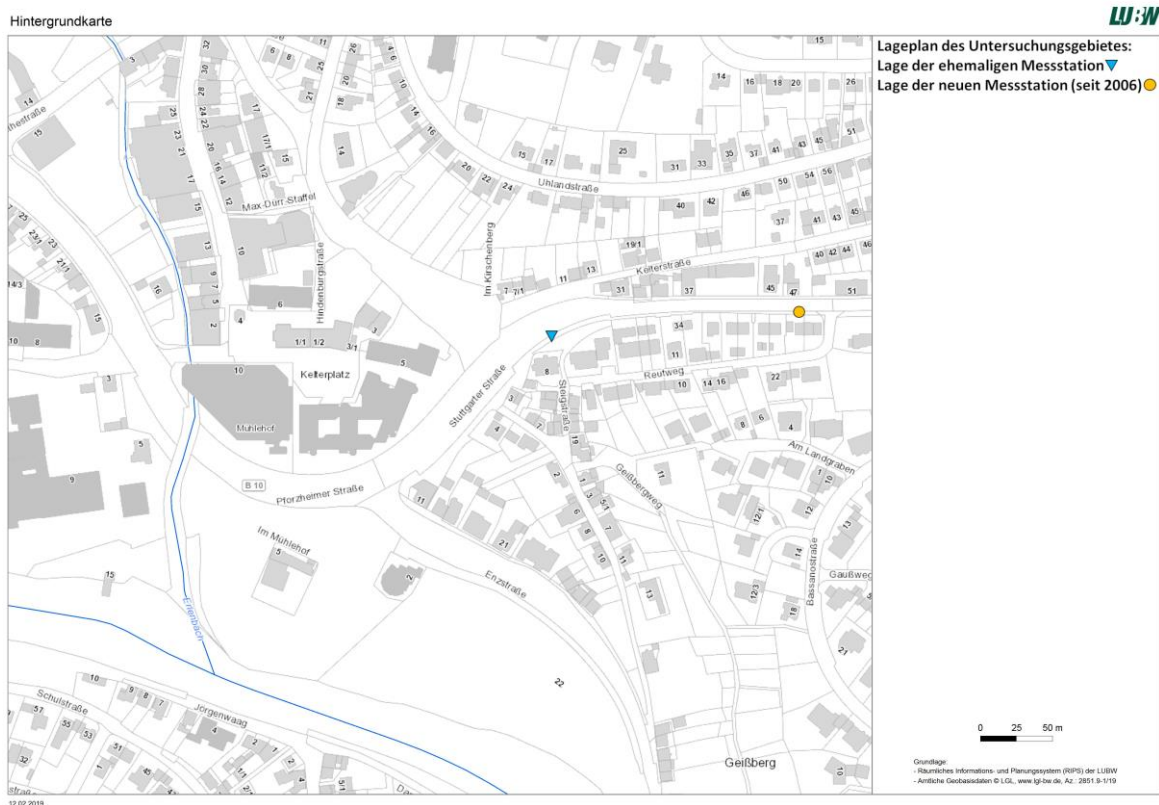
			Pkw	INfz	sNfz	Kfz
DTV	Kfz/24h	2008 Trend	15.165	765	2.560	18.490
		2008 Umweltz.	14.396	663	2.286	17.345
		Diff in %	-5,1%	-13,4%	-10,7%	-6,2%
PM 10 Abgas	kg/(a*km)	2008 Trend	97	15	230	342
		2008 Umweltz.	77	9	149	235
		Diff in %	-21,0%	-37,5%	-35,2%	-31,3%
PM10 Aufwirbelung/Abrieb	kg/(a*km)	2008 Trend	210	11	340	561
		2008 Umweltz.	180	8	261	450
		Diff in %	-14,1%	-25,0%	-23,2%	-19,8%
PM10 Gesamt	2008 Trend		307	26	570	903
	2008 Umweltz.		257	18	410	685
	Diff in %		-16,3%	-32,2%	-28,0%	-24,2%

Für den Maßnahmenfall Umweltzone 2008 werden für den Hot Spot Stuttgarter Straße Reduktionen von ca. 24% für die straßenverkehrsbedingten PM10-Emissionen im Vergleich zur Trendprognose 2008 prognostiziert, während der Fahrleistungsanteil der vom Verbot betroffenen Kfz hier bei ca. 6% liegt. Die vergleichsweise hohen Reduktionen der PM10-Abgasemissionen und der PM10-Emissionen durch Aufwirbelung und Abrieb resultieren aus den Veränderungen der Fahrzeugflotte hin zu emissionsärmeren Fahrzeugen, der Reduktion der Fahrleistung und der Verbesserung des Verkehrsablaufs (Abbau von hohen Störungen bis hin zu Stau in den Spitzenstunden).

In Realität wird die Maßnahmenwirkung in der Umweltzone (hier betrachtet für den Hot Spot) vermutlich eher geringer ausfallen, da sich komplexe Verkehrsverlagerungen aufgrund des Durchfahrtsverbots (für eine Teilmenge der Fahrzeugflotte) durch das Gebiet der Umweltzone ergeben werden. Dagegen kann der Effekt einer beschleunigten Flottenumwandlung (oder auch die Nachrüstung mit Partikelfiltern) aufgrund der Einrichtung der Umweltzone, der schwer einzuschätzen ist, zu einer weiteren Verbesserung des spezifischen Emissionsverhaltens der Fahrzeugflotte führen. Dieser Effekt wurde bei den durchgeführten Berechnungen nicht berücksichtigt.

## 6 Immissionsberechnung

Zur Bestimmung der zu erwartenden Immissionsbelastungen im Prognosejahr 2008 bei Realisierung der Umweltzone wurden Immissionsberechnungen mit den für das Jahr 2008 für die Maßnahme Umweltzone prognostizierten Emissionen durchgeführt. Es wurde dasselbe Untersuchungsgebiet wie in der Vorgängerstudie gewählt; damit konnte auf die bereits im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Wind- und Turbulenzfelder zurückgegriffen werden. Da grundsätzlich nichts an dem Rechengebiet und den für die Berechnungen gewählten Randbedingungen gegenüber der Studie Januar 2006 geändert wurde, wird auf die Modellbeschreibung und die Modellvorgaben (Kapitel 6.1 und 6.2) des Berichtes /Rau 2006/ verwiesen. In Bild 6.1 ist das Untersuchungsgebiet dargestellt. Eingetragen ist die Lage der ehemaligen Messstation sowie der Ort, an dem seit 2006 Spotmessungen durchgeführt werden.



**Bild 6.1:** Lageplan des Untersuchungsgebietes B10, Mühlacker  
 Topografische Karte und Luftbilder, Umwelt-Daten und Karten online (UDO),  
 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg  
 (LUBW), <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de> .

## 6.1 Umfang der Berechnungen

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

## 6.2 Bestimmung statistischer Kenngrößen für PM10

Die 22. BImSchV, deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte von PM10 auch Immissionsgrenzwerte für den Tagesmittelwert von PM10, der nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 90,4%-Wert). Das Problem ist, dass die typischerweise eingesetzten numerischen Modelle Kurzzeitwerte wie bspw. den Tagesmittelwert nicht genügend genau berechnen können. Dies belegen Vergleiche zwischen berechneten und gemessenen Tagesmittelwerten. Gründe für die Abweichungen sind unter anderem:

- Bei niedrigen Anströmgeschwindigkeiten bildet sich vor allem in dicht bebauten Gebieten unterhalb des mittleren Dachniveaus ein Strömungs- und Ausbreitungsfeld aus, das, sowohl was die Windgeschwindigkeit als auch die Windrichtung anbelangt, weitgehend vom Überdachwind abgekoppelt ist. Diffuse Prozesse sowie thermische Einflüsse werden in dieser Phase gleichbedeutend mit advektiven Prozessen. Diese komplexen Einflüsse sind bis heute noch nicht sicher quantifizierbar und werden mit gängigen numerischen Modellen noch nicht angemessen berücksichtigt. Je länger derartige Strömungssysteme andauern, desto ungenauer sind die Berechnungsergebnisse gerade bei Kurzzeitwerten.

Bei PM10 ist es zurzeit aus diesen Gründen noch Standard, den 90,4%-Wert auf der Basis einfach bestimmbarer statistischer Kenngrößen (Jahresmittelwert für PM10) abzuschätzen. Die Auswertung umfangreicher Messungen von kontinuierlich 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, S. ET AL, 1999/, 1,7 /FRIEDRICH 2001/ bzw.

1,79 (worst-case-Fit nach /LOHMEYER 2001/). Bei einem zulässigen 24-Stundenwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahre 2005 liegen die Schwellenwerte für den Jahresmittelwert bei den oben zitierten Arbeiten zwischen 29 und  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Legt man die Ergebnisse dieser Studien zugrunde, dann ist bezogen auf den ab 2005 gültigen Grenzwert für den 24-h-Wert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei einem Jahresmittel von bis zu  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Unterschreitung des 90,4%-Wertes gegeben, bei einem Jahresmittel von  $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Überschreitung des 90,4%-Wertes.

Im Folgenden wird die Vorgehensweise für die Ermittlung des PM10-Jahresmittelwertes beschrieben.

### 6.2.1 Windstatistik

Für die Bestimmung des Jahresmittelwertes 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. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung wurde ausführlich dargelegt, dass die synthetische Windstatistik für den Bereich Mühlacker die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet am besten repräsentiert, da sie frei von lokalen Einflüssen ist und gleichzeitig die großräumigen, topographischen und vor allem die mittleren langjährigen Verhältnisse am besten wiedergibt. Die Windrose ist in Bild 6.2 dargestellt.

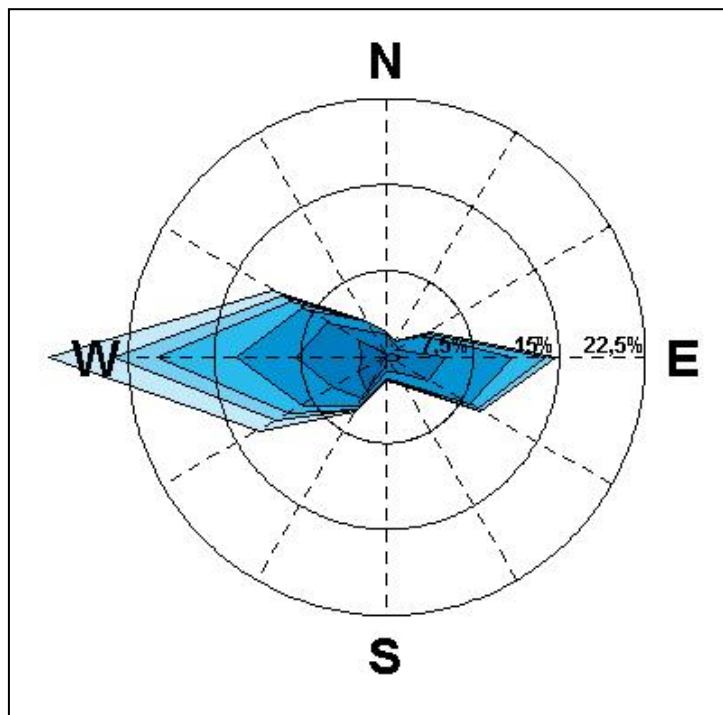


Bild 6.2: Synthetische Windstatistik für das Untersuchungsgebiet in Mühlacker



### 6.2.2 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 Mühlacker selbst ist keine Messstation vorhanden, die charakteristische Werte für den städtischen Hintergrund liefert. Die nächstgelegene Messstation ist die Station Pforzheim-Mitte. An dieser Station wurden in den Jahren 2002 bis 2005 PM10-Jahresmittelwerte zwischen 21 und 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Es ist nicht auszuschließen, dass die Messwerte an der Station Pforzheim-Mitte durch eine nahe gelegene, stark befahrene Straße beeinflusst werden. Das städtische Hintergrundniveau für den Zeitraum 2002 bis 2005 schätzen wir auf Grund der Erfahrung in anderen Städten für Pforzheim auf etwa 22-23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Das Immissionsniveau der Vorbelastung in Mühlacker dürfte eher etwas niedriger liegen als in Pforzheim. Wir gehen von einem Wert von 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  aus. In dem hier zu betrachtenden Prognosejahr 2008 ist ein Vorbelastungswert von ca. 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erwarten. Die Abminderung erfolgte in Anlehnung an die in der MLuS 2002 gegebenen gebietstypischen Reduktionsfaktoren für Vorbelastungswerte.

### 6.2.3 Bestimmung der Gesamtbelastung

Mit den charakteristischen Werten für die Vorbelastung werden durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die Jahresmittelwerte für PM10 der Gesamtbelastung zum Vergleich mit dem Grenzwert berechnet. Die Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten erfolgt durch Addition der Jahresmittelwerte.

## 7 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen

### 7.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der berechneten PM10-Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen wird der Grenzwert der 22. BImSchV herangezogen. Die seit 2005 gültigen Grenzwerte für PM10 (Jahresmittelwert und Kurzzeitwert) sind in der folgenden Tabelle 7.1 zusammengestellt.

Tab. 7.1: Lufthygienische Grenzwerte der 22. BImSchV für PM10

Luftschadstoff	Immissionswert	Statistische Definition	Zeitpunkt, bis zu dem der Grenzwert Gültigkeit hat bzw. bis zu dem er zu erreichen ist
PM10	40 µg/m <sup>3</sup> 50 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (Kalenderjahr) Tagesmittelwert; 50 µg/m <sup>3</sup> dürfen bis zu 35-mal im Kalenderjahr überschritten werden	Gültig seit 01.01.2005 gültig seit 01.01.2005

### 7.2 Immissionskonzentrationen an der B10 für das Trend-szenarium 2008 und die Maßnahme Umweltzone

Die flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung in 1,5 m Höhe für PM10 sind in den Bildern 7.1 und 7.2 für die Trendprognose 2008 sowie in den Bildern 7.3 und 7.4 für die Maßnahme Einrichtung einer Umweltzone 2008 dargestellt.

#### 7.2.1 Trendprognose 2008

Bei der Trendprognose 2008 wird emissionsseitig lediglich die Entwicklung des Fahrzeugbestandes und der Fahrleistung bis zum Jahr 2008 berücksichtigt.

Die immissionsseitig zu erwartende Auswirkung zeigt Bild 7.1. Entlang der B10 wird innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes im Bereich der Gebäude der seit 2005 einzuhalten Grenzwert für den PM10-Jahresmittelwert von 40 µg/m<sup>3</sup> sicher eingehalten. Die höchsten Werte werden stadtauswärts auf der Nordseite der B10 mit ca. 35-36 µg/m<sup>3</sup> erreicht. Auf der Südseite der Stuttgarter Straße sind die Wohngebäude östlich der nach Norden abgehenden Hindenburgstraße vom Straßenrand abgesetzt; die Werte sind dort

deutlich geringer. Weiter stadtauswärts erreichen die PM10-Konzentrationen auf der Südseite lokal 32-33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , großräumig 27-29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Entsprechend der in Kapitel 6.2 gemachten Ausführungen wird im Bereich der Gebäude auf der nördlichen Straßenseite der Kurzzeitwert von 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit Sicherheit mehr als die zulässigen 35 Mal pro Jahr überschritten. Im Bereich der Gebäude auf der Südseite der Stuttgarter Straße ist lokal mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Überschreitung des Kurzzeitwertes an mehr als 35 Tagen zu erwarten. Ansonsten kann innerhalb des Untersuchungsgebietes die maximal zulässige Anzahl der Überschreitungen eingehalten werden.

### **7.2.2 Maßnahme Umweltzone 2008**

Die Maßnahme Umweltzone 2008 bedeutet ein Fahrverbot für alle Kfz der Schadstoffgruppe 1. Der Ausgrenzung liegt die in Tab. 5.1 gegebene Kennzeichnungsverordnung zugrunde. Emissionsseitig wurde eine Maximalabschätzung der Maßnahmenwirkung durch Ausgrenzung aller betroffenen Fahrzeugarten für den Hot Spot auf der Grundlage der Daten in Tab. 5.3 durchgeführt. Die immissionsseitige Auswirkung dieser Maßnahme ist in Bild 7.2 dargestellt. Wie schon für die Trendprognose 2008 wird auch bei der Maßnahme Umweltzone der Grenzwert für den PM10-Jahresmittelwert weder erreicht noch überschritten. Auf der Südseite der Stuttgarter Straße liegen die Werte großräumig deutlich unter 26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und erreichen nur noch lokal 29-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auf der Nordseite, östlich der Hindenburgstraße, liegen die höchsten Jahresmittelwerte im Bereich von 29 bis 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit abnehmender Tendenz stadtauswärts.

Auf der Südseite der Stuttgarter Straße werden bei Realisierung der Umweltzone die maximal zulässigen 35 Überschreitungen des Kurzzeitwertes mit hoher Wahrscheinlichkeit eingehalten, auf der Nordseite, östlich der Einmündung der Hindenburgstraße, lokal überschritten.

Gegenüber der Trendprognose 2008 ist eine Verbesserung festzustellen.

## **7.3 Zusammenfassung**

Seit diesem Jahr werden in der Stuttgarter Straße PM10-Spotmessungen durchgeführt. Der Messpunkt Stuttgarter Straße liegt im Gehwegbereich vor dem zurückversetzten Gebäude Stuttgarter Straße Nr. 48 (siehe Bild 6.1). Bis Stichtag 4. Dezember 2006 wurde bereits an 52 Tagen eine Überschreitung des Kurzzeitwertes gemessen. Die Einzelwerte sind noch nicht verfügbar, so dass im Augenblick kein Mittelwert über den Messzeitraum im Jahre 2006 angegeben werden kann. Die Berechnungen für die Trendprognose 2008 bzw. die Maßnahme Umweltzone ergaben am Ort der Spotmessung Jahresmittelwerte von 29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Trendprognose 2008) sowie 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Umweltzone). Die Maßnahme Umweltzone im Jahr 2008 liefert am Ort der Spotmessung eine Reduktion der PM10-Jahresmittelwerte von 9%.

Während somit am Ort der Messung Stuttgarter Straße Nr. 48 für das Prognosejahr mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden kann, dass nicht mehr als 35 Überschreitungen auftreten, ist dies bei Einrichtung einer Umweltzone in jedem Fall sichergestellt.

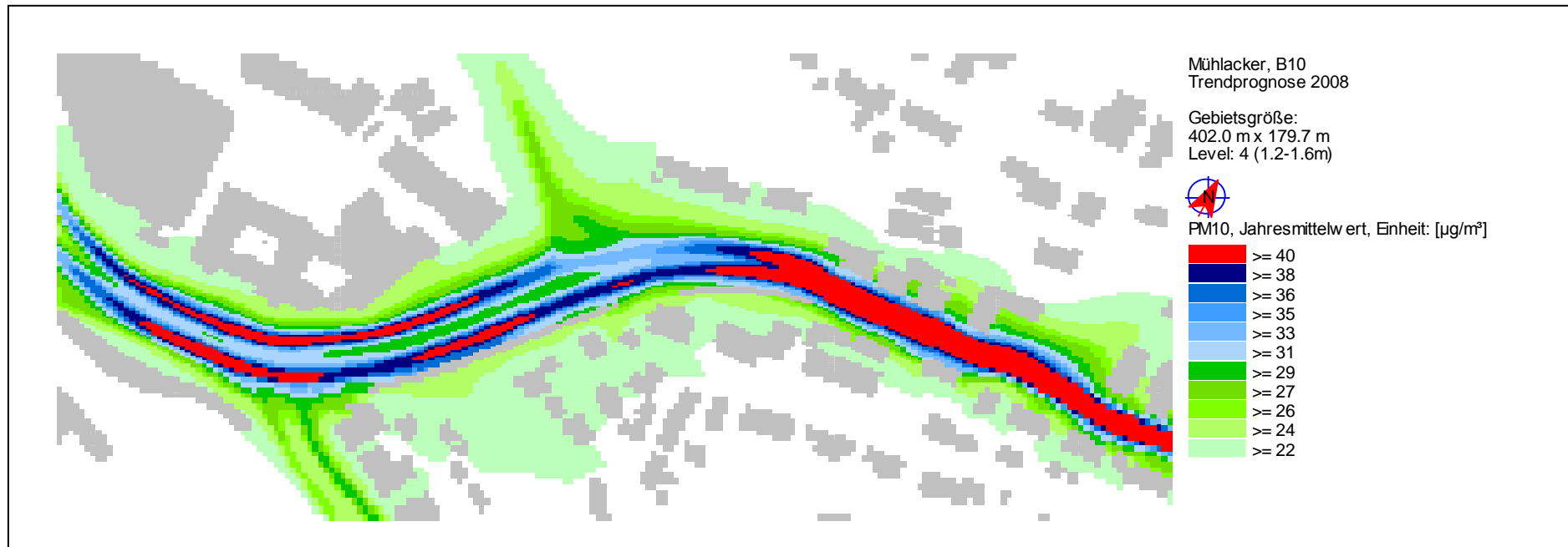


Bild 7.1: PM10-Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet Stuttgarter Straße, Mühlacker, für die Trendprognose 2008

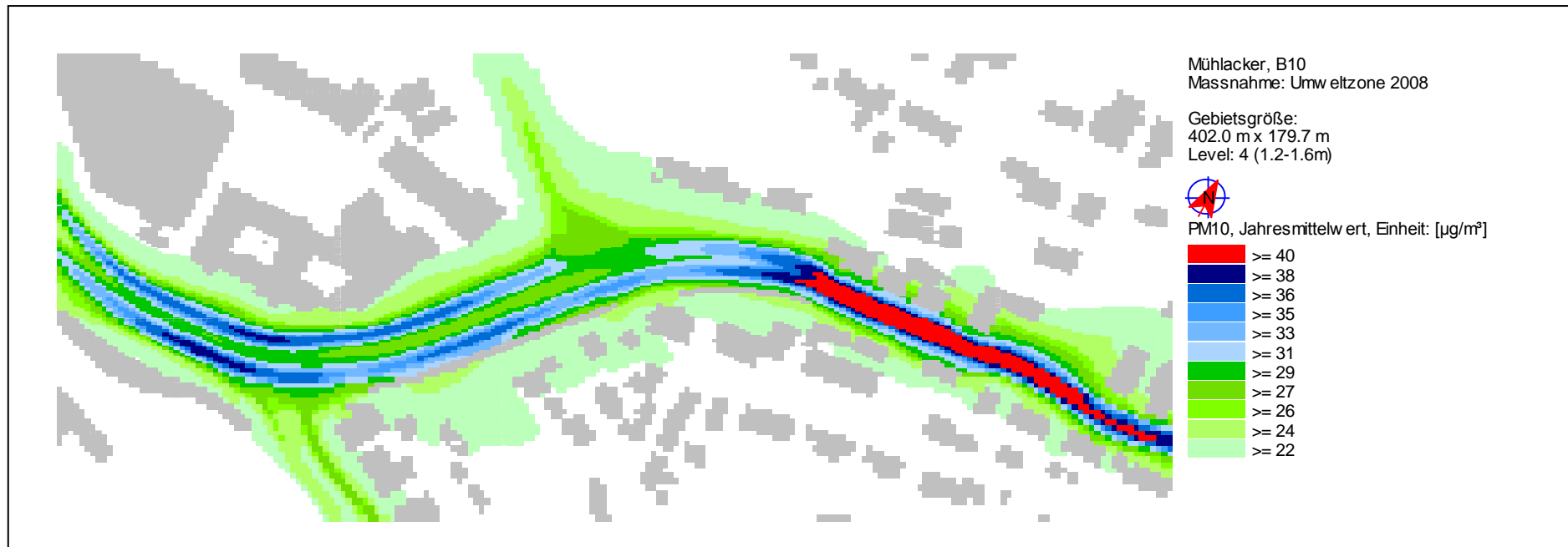


Bild 7.2: PM10-Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet Stuttgarter Straße, Mühlacker: Maßnahme Umweltzone

## 8 Literaturverzeichnis

### BUWAL 2003

Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Forschungsprojekt ASTRA 2000/415, PSI und EMPA, im Auftrag des BUWAL, Bern, Juli 2003

### BWPLUS 2001

Ermittlung der Feinststaubbemissionen in Baden-Württemberg und Betrachtung möglicher Minderungsmaßnahmen, Zwischenbericht zur ersten Projektphase, Thomas Pregger, Rainer Friedrich, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart, Oktober 2001

### DÜRING 2004a

Modellierung nicht motorbedingter PM10-Emissionen von Straßen, Düring, I. et al., in: VDI KRdL-Experten-Forum Staub und Staubinhalstoffe 10./11. November 2004, KRdL-Schriftenreihe 33, Düsseldorf 2004

### DÜRING 2004b

Berechnung der Kfz-bedingten Feinstaubemissionen infolge Aufwirbelung und Abrieb für das Emissionskataster Sachsen, Arbeitspakete 1 und 2, im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Dresden 2004

### EMPA 2000

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Martin Mohr, Forschungsbericht Nr. 200069, Partikelaustritt von benzinbetriebenen Personenwagen, Untersuchung zur Partikelanzahl und -masse sowie den Messverfahren, 2000

### FRIEDRICH 2001

Berechnung der Schwebstaub-PM<sub>10</sub>-Immissionen an Brandenburger Straßen. Fachtagung am 20. Juni 2001 im Bayerischen Landesamt für Umweltschutz: Feinstaub-(PM<sub>10</sub>)-Immissionen-Schwerpunkt Verkehr. Tagungsunterlagen.

### INFRAS 2004

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 2.1, Bern, 2004

### LOHMEYER 2001

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.

### 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.

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

RAU 2006

Bestimmung der emissions- und immissionsseitigen Auswirkungen von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Luftreinhalteplan des RP Karlsruhe – Teilplan Mühlacker

REG.PRÄSID. KARLSRUHE 2001

Regierungspräsidium Karlsruhe, B 294 Westtangente Pforzheim, Aktualisierung der Verkehrsprognose, März 2001

REG.PRÄSID KARLSRUHE 2005

Regierungspräsidium Karlsruhe, Luftreinhalte-/Aktionsplan für den Regierungsbezirk Karlsruhe, Teilplan Mühlacker, Karlsruhe, 2005

SCHNEIDER 2006

Ermittlung der durch Aufwirbelung und Abrieb im Straßenverkehr verursachten PM10-Emissionen – Ein modifizierter Ansatz; C. Schneider, A. Niederau, T. Schulz, A. Brandt; aus: Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Oktober 2006

STADT MÜHLACKER 2005

Datenlieferung der Stadt Mühlacker zu Verkehrsdaten im Gebiet, erhalten am 18.11.2005

UBA 1994

Umweltbundesamt (Hrsg.), Abgasemissionsfaktoren vom Pkw in der Bundesrepublik Deutschland, Abschlussbericht, UBA-FB-91-042, Berlin, 1994