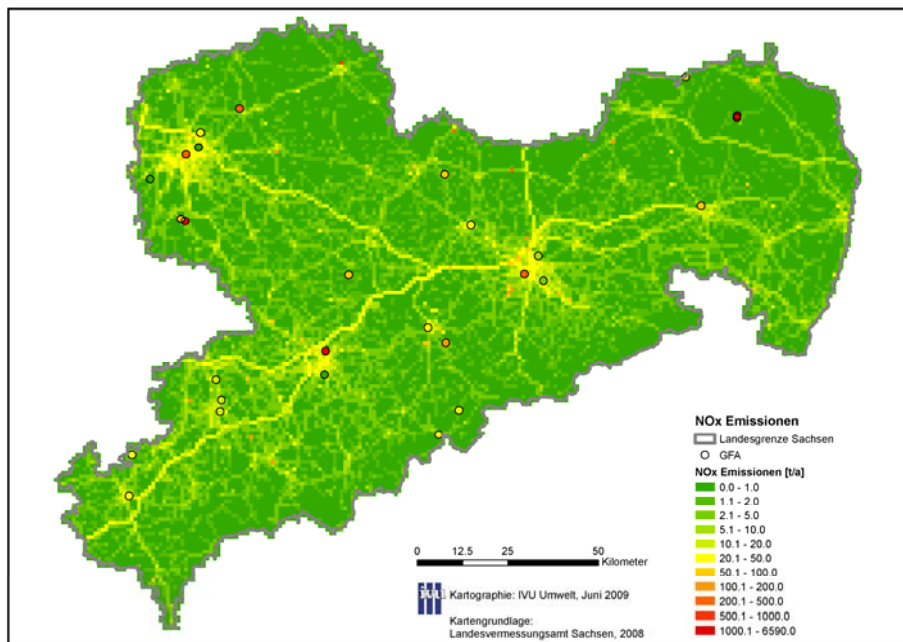


2. Zwischenbericht

Tendenzen und Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen



für das

Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
August-Böckstiegel-Straße 1
01326 Dresden Pillnitz

von

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
79110 Freiburg



in Zusammenarbeit mit

Heinz Steven
TÜV Nord Mobilität GmbH & CO. KG
IFM – Antrieb / Emissionen



2. Zwischenbericht

Tendenzen und Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen

für das

Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
August-Böckstiegel-Straße 1
01326 Dresden Pillnitz

bearbeitet von:

Volker Diegmann
Dr. Lina Neunhäuserer
Heike Wursthorn

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
D-79110 Freiburg
Tel: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 0
Fax: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 12
info@ivu-umwelt.de
www.ivu-umwelt.de

und

Heinz Steven
TÜV Nord Mobilität GmbH & CO. KG
IFM – Antrieb / Emissionen

Vorgelegt am 14.12.2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Problemstellung	1
1.1	Einordnung des Vorhabens	1
1.2	Ziele des Vorhabens	1
2	Inhalt des 2. Zwischenberichts	1
3	Ermittlung der Tendenzen für die NO ₂ -Belastung in Sachsen im Vergleich zum bundesdeutschen Trend.....	2
3.1	Statistische Analyse der sächsischen Daten	2
3.1.1	Datenverfügbarkeit	2
3.2	Vergleich der sächsischen NO ₂ -Messungen mit bundesdeutschen Messdaten.....	6
3.2.1	Jahresdaten Sachsen.....	6
3.2.2	Vergleich zum Romberg-Ansatz.....	9
3.3	Quantifizierung des meteorologischen Einflusses, Berücksichtigung der Ozonchemie..	10
3.3.1	Entwicklung der Ozonwerte und meteorologischer Komponenten im Jahresmittel	10
3.3.2	Statistische Analyse möglicher Einflussfaktoren	11
3.3.2.1	Betrachtete Stationen	11
3.3.2.2	Eingangsdaten	14
3.3.2.2.1	Immissionen	14
3.3.2.2.2	Meteorologische Daten.....	14
3.3.2.3	Einflussfaktoren Meteorologie	14
3.3.2.3.1	Korrelationsmatrizen.....	15
3.3.2.3.2	Multivariate Regressionsanalyse.....	17
3.4	Prüfung eines möglichen Bedarfs für die Weiterentwicklung des sächsischen Luftmessnetzes	17
3.4.1	Betrachtetes Messnetz.....	18
3.4.2	Methodik.....	19
3.4.2.1	Berechnungen mit FLADIS.....	19
3.4.2.2	Ausbreitungsrechnungen mit LASAT.....	19
3.4.2.2.1	Modellgebiet, Orographie, Meteorologie.....	19
3.4.2.2.2	Emissionen.....	20
3.4.2.2.3	Immissionsberechnung.....	21
3.4.3	Ergebnisse	22
4	Ermittlung der wesentlichen Verursacher für die NO ₂ -Belastung in Sachsen.....	26
4.1	Überprüfung der in den Luftreinhalteplänen getroffenen Aussagen	26
4.2	Vertiefende Analyse der Kraftfahrzeugtechnik und Abgasminderungstechnologien	28
4.2.1	Update der Flottenzusammensetzung in Sachsen anhand von KBA-Bestandsdaten	28
4.2.2	Zuordnung von Verkehrssituationen des neuen Handbuchs HBEfa 3.....	37
4.2.2.1	Beschreibung der Verkehrssituationen des HBEfa 3.....	37

4.2.2.2	Zuordnung für die Bergstraße in Dresden und die Lützner Straße in Leipzig.....	39
4.2.2.2.1	Bergstraße in Dresden	39
4.2.2.2.2	Lützner Straße in Leipzig.....	41
4.2.3	Transitverkehr von schweren Nutzfahrzeugen	44
4.2.4	Literaturrecherche Biodiesel.....	47
4.2.5	Emissionsfaktoren für Steigungen größer 6%	48
5	Prognose der Entwicklung bis 2020	51
5.1	Aussagen der Luftreinhaltepläne	51
5.1.1	Prognose 2010	51
5.1.2	Prognose 2015	53
5.1.3	Überprüfung der in den Luftreinhalteplänen getroffenen Annahmen.....	54
5.1.4	Übersicht über die NO ₂ -und NO _x -Immissionsentwicklung in den Nachbarländern.....	55
5.2	Prognose der Entwicklung für die Bergstraße und die Lützner Straße	56
6	Maßnahmen zur Minderung der NO ₂ -Belastung	56
6.1	Darstellung möglicher Minderungsmaßnahmen	56
6.2	Erkenntnisse zu Luftreinhaltemaßnahmen anderer Städte.....	59
6.2.1	Berlin	59
6.2.2	Köln	61
6.3	Potenziale und Wirksamkeit eines umweltsensitives Verkehrsmanagements auf die Minderung der NO ₂ -Belastung	62
7	Literaturverzeichnis	64
8	Anhang	67
8.1	Description of the new cycles for the ARTEMIS traffic situation schema	67
8.1.1	The ARTEMIS traffic situation schema.....	67
8.1.2	Database	67
8.1.3	Approach and results of the analysis of the databases	68
8.1.4	Driving cycle development.....	69
8.2	Annex A – Tables with cycle parameters.....	78
8.3	Bedeutung der Abkürzungen der Verkehrssituationen des neuen Handbuchs für Emissionsfaktoren	93
8.4	Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung	98
8.5	Online-Monitoring der Verkehrs- und Umweltbelastungen und die Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen	104
8.6	Anwendungen von FLADIS - Kopplung von Messnetz- und Modelldaten	109

Abkürzungsverzeichnis

a	Beschleunigung
AP	Aktionsplan
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BJ	Bezugsjahr
BTL	Biomass-to-Liquid
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d. h.	das heißt
ECE regulations	International vereinbarte, einheitliche technische Vorschriften für Fahrzeuge, Teile und Ausrüstungsgegenstände von Kraftfahrzeugen
EEA	European Environment Agency
EEV	extra low emission vehicles, Fahrzeuge mit sehr niedrigen Schadstoffemissionen
EGR	exhaust gas recirculation, Technologie zur Minderung von Stickoxiden im Abgas
EoI	Exchange of Information; Informationsaustausch Luftqualität innerhalb der EU (2001/752/EG)
EU	Europäische Union
EURO x	EURO 1 bis EURO 6, EURO I bis EURO VI; Abgasnormen
FT	Ferntransport
FuE	Forschung und Entwicklung
GFA	Großfeuerungsanlage
ggf.	gegebenenfalls
H	Hessen
Haus	Hausbrand
HB 2.1	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 2.1
HB 3	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3
HBEfa	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
Hum	relative Feuchte
Ind	Industrie – Gewerbe - Großfeuerungsanlagen
k. A.	keine Angabe
Kap.	Kapitel
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
Klein	Kleinverbraucher
Land	Landwirtschaft
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

LDV	light duty vehicles (leichte Nutzfahrzeuge)
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (bis 01.08.2008)
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (seit 01.08.2008)
LKW	Lastkraftwagen
LNfz	Leichte Nutzfahrzeuge
LOS	level of service
LRP	Luftreinhalteplan
LSA	Lichtsignalanlage
LUQS	Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes Nordrhein-Westfalen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
N	Niedersachsen
NEC	National Emission Ceilings
NL	Niederlande
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickstoffoxid
NRW	Nordrhein-Westfalen
O ₃	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PM10	Partikel (Particulate Matter) <10 µm (aerodynamischer Durchmesser)
Pre	Luftdruck
p _{stop}	prozentualer Anteil Stillstand
Rad	Strahlung
RB	Regierungsbezirk
RL	Richtlinie
RME	Rapsölmethylester
RP	Regierungspräsidium
RP	Rheinland-Pfalz
RPA	relative positive acceleration
RT	rigid truck (Solo-Lkw)
SCR	selektive katalytische Reduktion von Stickstoffoxiden in Abgasen
SNfz	Schwere Nutzfahrzeuge
SpLimit	speed limit (erlaubte Höchstgeschwindigkeit)
std_dev_v	Standardabweichung der Geschwindigkeit

Sum	Summe
Tem	Temperatur
TT/AT	trailer truck/articulated truck (Lkw mit Anhänger/Sattelzüge)
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
ÜS	Überschreitung
UVM	Umweltsensitives Verkehrsmanagement
v	Geschwindigkeit
v_10	10%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung
v_25	25%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung
v_75	75%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung
v_90	90%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung
v_ave	Mittlere Geschwindigkeit
v_max	Maximale Geschwindigkeit
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlagen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
veh	vehicles (Fahrzeuge)
VS	Verkehr Sonstige (Flugverkehr, Schifffahrt, Schienenverkehr)
vs.	versus
WHDC	worldwide harmonised heavy duty diesel engine type approval test procedure
WiG	Windgeschwindigkeit
WiR	Windrichtung
WMTC	worldwide harmonised motorcycle type approval test procedure
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
zul.	zulässig

1 Einführung und Problemstellung

1.1 Einordnung des Vorhabens

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) ist u. a. zuständig für die Überwachung der Luftqualität und die Prüfung von Maßnahmen zur Einhaltung von Grenzwerten bzw. zur Verminderung von Luftverunreinigungen.

Die NO₂-Belastung in Sachsen liegt in den drei Ballungsräumen Dresden, Chemnitz und Leipzig über den Grenzwerten für 2010 bzw. über den zurzeit geltenden Grenzwerten inklusive der Toleranzmarge. Diese Überschreitungen sind neben den Grenzwertüberschreitungen bei PM10 die Auslöser für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen. Die Luftreinhaltepläne müssen verhältnismäßige und verursachergerechte Maßnahmen zur Minderung der Belastung bis zur Einhaltung der Grenzwerte beinhalten.

Als Hauptverursacher für die NO₂-Belastung gilt der Straßenverkehr. Durch die Entwicklung der Motortechnik und der Abgasnachbehandlung sind bisher nicht ausreichend untersuchte Einflüsse auf die direkten NO₂-Emissionen und damit die Belastungen an verkehrsreichen Straßen entstanden. Die weitere Entwicklung auf technischem Gebiet und die Auswirkungen auf die Immissionsbelastung sind vor dem Hintergrund sich ändernder meteorologischer Bedingungen (Klimawandel) abzuschätzen. Nur so können weitere zielführende Maßnahmen in Luftreinhalteplänen erkannt und modelliert werden.

1.2 Ziele des Vorhabens

Um die NO₂-Belastung und ihre Entwicklung in Sachsen zu analysieren, wurde vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie das FuE-Vorhaben "Tendenzen und Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen" initiiert, zu dem mit diesem Text der 2. Zwischenbericht vorliegt. Die Ziele des Vorhabens sind:

- a) Ermittlung der Tendenzen für die NO₂-Belastung in Sachsen im Vergleich zum bundesdeutschen Trend
- b) Ermittlung der wesentlichen Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen
- c) Prognose der Entwicklung bis 2020
- d) Schlussfolgerungen für Maßnahmen zur Minderung der NO₂-Belastung

2 Inhalt des 2. Zwischenberichts

Der 2. Zwischenbericht stellt die Arbeiten im Projekt des Jahres 2009 vor. Er baut auf dem 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) auf und führt die dort durchgeführten Arbeiten mit aktuellen Daten weiter bzw. vertieft einzelne Themen. Der derzeitige Bearbeitungsstand der Arbeitspakete gemäß der Leistungsbeschreibung durch das Land Sachsen und des Angebots durch den Auftragnehmer wird beschrieben.

Im Arbeitspaket zur Ermittlung der Tendenzen für die NO₂-Belastung (Kapitel 3) wurde die Analyse der Entwicklung der Jahresmittelwerte der sächsischen Daten und die Quantifizierung des meteorologischen Einflusses aktualisiert. Die Berechnungen zur Prüfung eines möglichen Bedarfs für die Weiterentwicklung des sächsischen Luftmessnetzes wurden mit einem neuen Ansatz und ohne verkehrsnahen Stationen wiederholt, zudem wurden die individuellen Emissionshöhen der Großfeuerungsanlagen berücksichtigt.

Für das Arbeitspaket zur Ermittlung der wesentlichen Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen (Kapitel 4) wurden die Aussagen der Luftreinhaltepläne um Daten aus zwei im Jahr 2009 neu

veröffentlichen Luftreinhalteplänen ergänzt. Die getroffenen Annahmen zur Quellanalyse wurden überprüft. Im Bereich der Analyse der Kraftfahrzeugtechnik und Abgasminderungstechnologie wurden die Daten zur Flottenzusammensetzung in Sachsen aktualisiert. Zudem wurde der Einfluss von Transitverkehr, Biodiesel und Steigungen > 6 % auf die NO_x-Emissionen untersucht.

Für die Prognose der Entwicklung bis 2020 (Kapitel 5) wurden ebenfalls die Aussagen der Luftreinhaltepläne um Daten aus zwei im Jahr 2009 neu veröffentlichten Luftreinhalteplänen ergänzt. Die getroffenen Annahmen zur Prognose wurden überprüft.

In Kapitel 6 werden mögliche Maßnahmen zur Minderung der NO₂-Belastung dargestellt sowie erste Erkenntnisse aus den Luftreinhaltemaßnahmen anderer Städte und Potenziale und Wirksamkeit eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements beschrieben.

Mit Erscheinen des neuen HBEfa Ende 2009 / Anfang 2010 ist mit deutlichen Änderungen der Emissionsfaktoren für Kfz zu rechnen. Aus diesem Grund werden Arbeiten aus dem 1. Zwischenbericht, die auf dem HBEfa Version 2.1 (INFRAS (2004)) basieren, wie z. B. die Quantifizierung des Einflusses der Ozonchemie (Kapitel 3) oder die Untersuchung des Einflusses der Emissionsdatenbasis auf die Entwicklung der NO₂-Belastung (Kapitel 5), im vorliegenden 2. Zwischenbericht nicht fortgeführt, sondern erst im Endbericht wieder aufgegriffen. In Kapitel 4 wird bereits eine Zuordnung von Verkehrssituationen des neuen HBEfa für die Bergstraße in Dresden und die Lützner Straße in Leipzig durchgeführt.

3 Ermittlung der Tendenzen für die NO₂-Belastung in Sachsen im Vergleich zum bundesdeutschen Trend

3.1 Statistische Analyse der sächsischen Daten

Der Freistaat Sachsen betreibt zur Überwachung und Beurteilung der Luftqualität ein stationäres Luftgütemessnetz mit ca. 30 Messstationen. Erfasst werden an diesen Stationen u. a. die Konzentrationen von

- Stickstoffoxiden (NO_x, NO₂ und NO)
- Ozon (O₃).

Zusätzlich werden an allen Stationen auch meteorologische Komponenten gemessen.

Im 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) zum Projekt wurden für die vom Auftraggeber bereitgestellten Messdaten der letzten Jahre Cluster- und Trendanalysen auf Stundenwertbasis zur Stationsklassifizierung und Trendermittlung durchgeführt. Diese Analysen werden im Abschlussbericht, ergänzt um die Messdaten 2008 und 2009, wiederholt. Im vorliegenden 2. Zwischenbericht wird nur die Beschreibung der Datenverfügbarkeit als Basis für die Auswertungen auf Jahresmittelwertbasis in Kapitel 3.2 um das Jahr 2008 aktualisiert.

3.1.1 Datenverfügbarkeit

Für die Datenauswertung wurden Messzeitreihen aus den Jahren 1995 bis 2008 ausgewertet. Tabelle 3-1 zeigt für den Stoff NO₂ die Liste der 2008 in Betrieb befindlichen Messstationen, für die im Untersuchungszeitraum 01.01.1995 – 31.12.2008 Daten vorlagen, mit EoI-Klassifizierung, Messbeginn, Mittelwert über den angegebenen Zeitraum sowie die Anzahl der verfügbaren Werte bzw. deren Anteil bezogen auf den Untersuchungszeitraum. Die Messdaten lagen in stündlicher Auflösung vor.

Im Jahr 2008 wurden im sächsischen Luftmessnetz zwei Messstationen verlegt, zum einen die Verkehrsmessstation in Zwickau vom Dr.-Friedrichs-Ring in die Werdauer Straße und zum anderen zum zweiten Mal im Untersuchungszeitraum die städtische Hintergrundstation in Dresden, nach

dem Umzug vom Postplatz in die Straße An der Herzogin Garten zum Jahreswechsel 2005 / 2006 nun von dort in die Winckelmannstraße. Da die Messstellenverlegung in Dresden im Juni 2008 erfolgte, werden im Folgenden analog zu LFULG SACHSEN (2009) beide Stationen nicht betrachtet, da weder für die eine noch für die andere Station genügend Daten zur Berechnung von Jahresmittelwerten vorliegen.

Die Datenverfügbarkeit für NO₂ ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Sortierkriterium der Stationen entlang der Abszisse ist dabei der Mittelwert der NO₂-Immissionen über den Untersuchungszeitraum. Fehlwerte sind rot kodiert, die Graustufen bilden die Stundenwerte der gemessenen Konzentrationen ab. Abbildung 3-2 veranschaulicht die Anzahl der Fehlwerte der einzelnen Stationen.

Tabelle und Abbildungen zeigen, dass im Jahr 2001 eine (Leipzig-Lützner Str.) und im Jahr 2005 zwei (Chemnitz-Leipziger Str., Dresden-Bergstr.) Verkehrsmessstationen in Betrieb gingen, die im Mittel mit die höchsten NO₂-Werte messen. Zudem geht mit Verlegung der Verkehrsmessstelle in Zwickau vom Dr.-Friedrichs-Ring in die Werdauer Straße eine der seit 1995 kontinuierlich über den gesamten Untersuchungszeitraum messenden Stationen verloren.

Tabelle 3-1: Mittelwert und Verfügbarkeit für NO₂-Messungen der Messstationen im Zeitraum 1995 bis 2008

Stationsname	Kürzel	Höhe (m)	Eol Gebietstyp	Eol Stationstyp	Messbeginn	Mittelwert (µg/m ³)	verfügbare Werte	verfügb. Anteil (%)
Annaberg-Buchholz	Annaberg-R	545	urban	Hintergrund	01.09.1994	29.3	117363	95.6
Bautzen	Bautzen-U	203	urban	Hintergrund	01.09.1994	25.8	117675	95.9
Borna	Borna-V	145	urban	Verkehr	01.09.1994	35.4	116973	95.3
Chemnitz-Leipziger Str.	ChmtzLpz-V	327	urban	Verkehr	01.01.2005	57.9	32850	26.8
Chemnitz-Mitte	ChmtzMit-U	300	urban	Hintergrund	01.12.1990	30.6	115687	94.3
Chemnitz-Nord	ChmtzNor-V	296	urban	Verkehr	01.09.1994	38.9	117205	95.5
Collmburg	Collm-R	313	rural abgel.	Hintergrund	01.10.1998	12.5	86635	70.6
Delitzsch	Delitzsc-U	100	urban	Hintergrund	01.09.1994	24.7	117087	95.4
Dresden-Bergstr.	DrdnBerg-V	150	urban	Verkehr	01.01.2005	55.4	32805	26.7
Dresden-Nord	DrdnNord-V	112	urban	Verkehr	01.09.1994	45.7	115285	93.9
Freiberg	Freiberg-U	393	urban	Hintergrund	01.09.1994	30.8	117822	96.0
Glauchau	Glauchau-U	233	urban	Hintergrund	01.09.1994	28.6	117003	95.3
Görlitz	Goerlitz-V	210	urban	Verkehr	01.09.1994	31.3	116014	94.5
Hoyerswerda	Hoywerda-U	117	urban	Hintergrund	01.09.1994	18.6	116906	95.2
Klingenthal	Klinthal-U	540	urban	Hintergrund	01.09.1994	18.7	117473	95.7
Leipzig-Lützner Str.	LpzLuet-V	110	urban	Verkehr	01.01.2001	47.1	49030	39.9
Leipzig-Mitte	LpzMit-V	110	urban	Verkehr	01.12.1990	48.6	114840	93.6
Leipzig-West	LpzWest-U	115	urban	Hintergrund	01.09.1994	22.7	117339	95.6
Plauen-Süd	Plausued-V	343	urban	Verkehr	06.08.1998	33.0	87268	71.1
Radebeul-Wahnsdorf	RadeWahn-RU	246	rural stadtnah	Hintergrund	01.12.1967	18.5	114074	92.9
Schwarzenberg	Schwarbg-R	787	rural abgel.	Hintergrund	06.02.1998	12.3	92414	75.3
Zinnwald	Zinnwald-R	877	rural reg.	Hintergrund	01.05.1978	12.8	114101	93.0
Zittau-Ost	ZittOst-UR	230	vorurban	Hintergrund	01.07.1990	16.0	116402	94.8
Zwickau-Werdauer Str.	ZwickauW-V	267	urban	Verkehr	01.02.2008	32.5	7918	6.5

Farblegende
Verkehr
Städtisch Hintergrund
Vorstädt. Hintergrund
Ländlich stadtnah
Ländlich abgelegen/regional

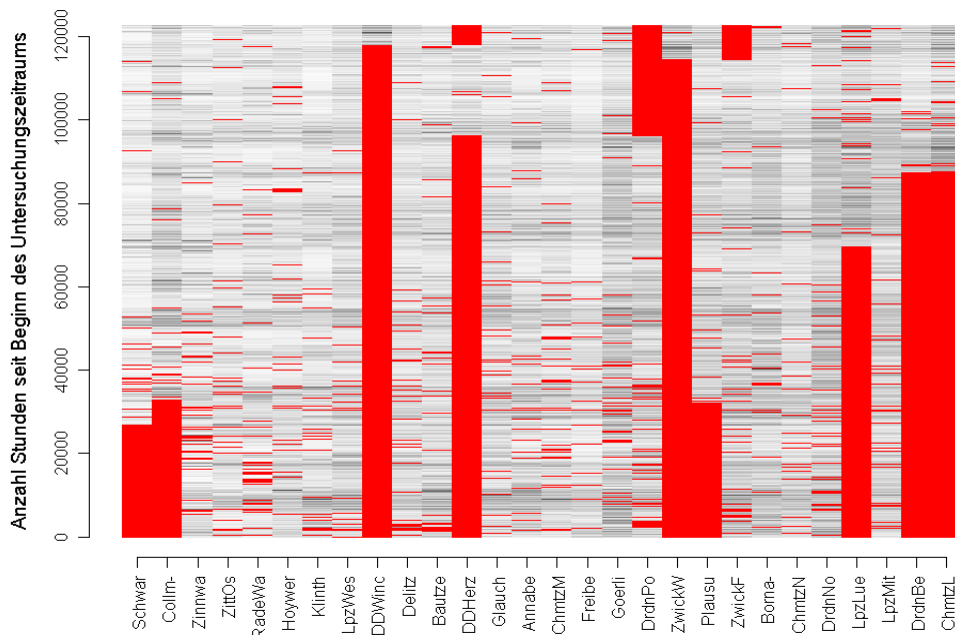


Abbildung 3-1: Datenverfügbarkeit für NO₂-Messungen von 1995 bis 2008.

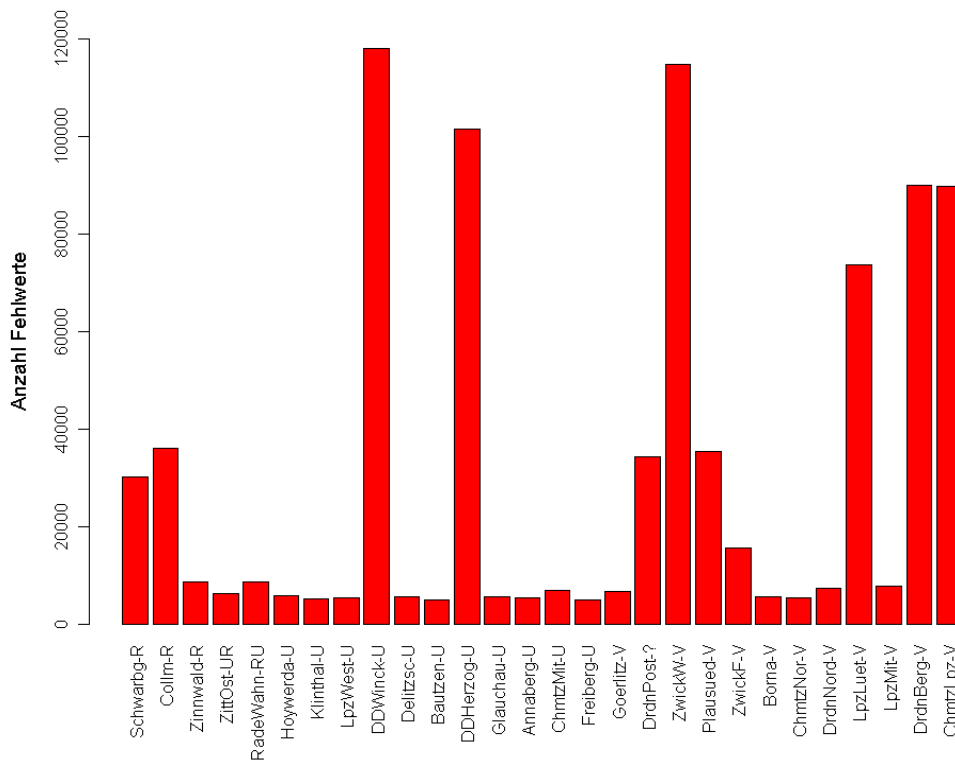


Abbildung 3-2: Anzahl Fehlwerte bei NO₂-Messungen von 1995 bis 2008.

3.2 Vergleich der sächsischen NO₂-Messungen mit bundesdeutschen Messdaten

Im 1. Zwischenbericht zum Projekt (IVU UMWELT (2009A)) wurde die Entwicklung der NO₂-Belastung in Sachsen auf Jahresmittelwertbasis mit der Situation im gesamten Bundesgebiet verglichen. Dieser Vergleich wird im Abschlussbericht, ergänzt um die Werte für 2008 und 2009, wiederholt.

Für den vorliegenden 2. Zwischenbericht wurde die Analyse der Entwicklung der Jahresmittelwerte der sächsischen Daten mit den Messdaten des Jahres 2008 aktualisiert. Die Jahresmittelwerte wurden aus den Zeitreihen der Messstationen, klassifiziert nach den verschiedenen Eol-Stationstypen, gebildet.

Die Aussagen von Trendanalysen sind immer abhängig vom betrachteten Zeitraum und der Anzahl der für diesen Zeitraum zur Verfügung stehenden Daten. Um das Gewicht einzelner Werte möglichst klein zu halten, ist es sinnvoll, einen möglichst langen Zeitraum zu berücksichtigen. Für die hier durchgeführten Untersuchungen lagen Daten für die Jahre 1995 – 2008 vor.

3.2.1 Jahresdaten Sachsen

Abbildung 3-3 (oben) zeigt die Entwicklung der Jahresmittelwerte von NO₂ für die Jahre 1995 bis 2008 getrennt nach Eol-Klassifizierung Ländlich, Städtisch und Verkehr. Dabei ist zum einen das Mittel für alle vorliegenden Messdaten einer Stationsklassifizierung gebildet worden und zum anderen nur das Mittel aller kontinuierlich über den gesamten untersuchten Zeitraum 1995 bis 2008 messenden Stationen. In Abbildung 3-3 (unten) ist die gleiche Darstellung für die Jahresmittelwerte von NO_x wiedergegeben. In beiden Abbildungen ist jeweils für die Mittelwerte der kontinuierlich messenden Stationen eine Trendgerade als Ergebnis einer linearen Regression eingezeichnet.

Die Jahresmittelwerte 2008 bestätigen sowohl für NO₂ als auch für NO_x die abnehmende Tendenz, wie sie bereits im 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) für den Untersuchungszeitraum 1995 – 2007 beschrieben wurde. Die Geradensteigungen der linearen Trendgeraden für die kontinuierlich messenden Stationen bleiben für die beiden Untersuchungszeiträume 1995 – 2007 und 1995 – 2008 sowohl für ländliche als auch für städtische Hintergrundstationen stabil.

Für die Verkehrsstationen sind die linearen Trendgeraden für die beiden Untersuchungszeiträume nicht vergleichbar, da für den Zeitraum 1995 – 2008 die Messstation Zwickau/Dr.-Friedrichs-Ring nicht mehr als kontinuierlich messende Station berücksichtigt werden kann und sich somit auch die Jahresmittel über alle kontinuierlich messenden Stationen ändern. Aber auch für das aktuelle Set kontinuierlich messender Verkehrsstationen zeigen die zugehörigen linearen Trendgeraden sowohl für NO₂ als auch für NO_x eine abnehmende Tendenz, wobei die Abnahme wie bereits im 1. Zwischenbericht für NO_x stärker und deutlicher ausfällt als für NO₂. Die leicht steigenden NO₂-Werte der Jahre 2004 bis 2006 werden durch die Daten 2008 nicht als Tendenz bestätigt.

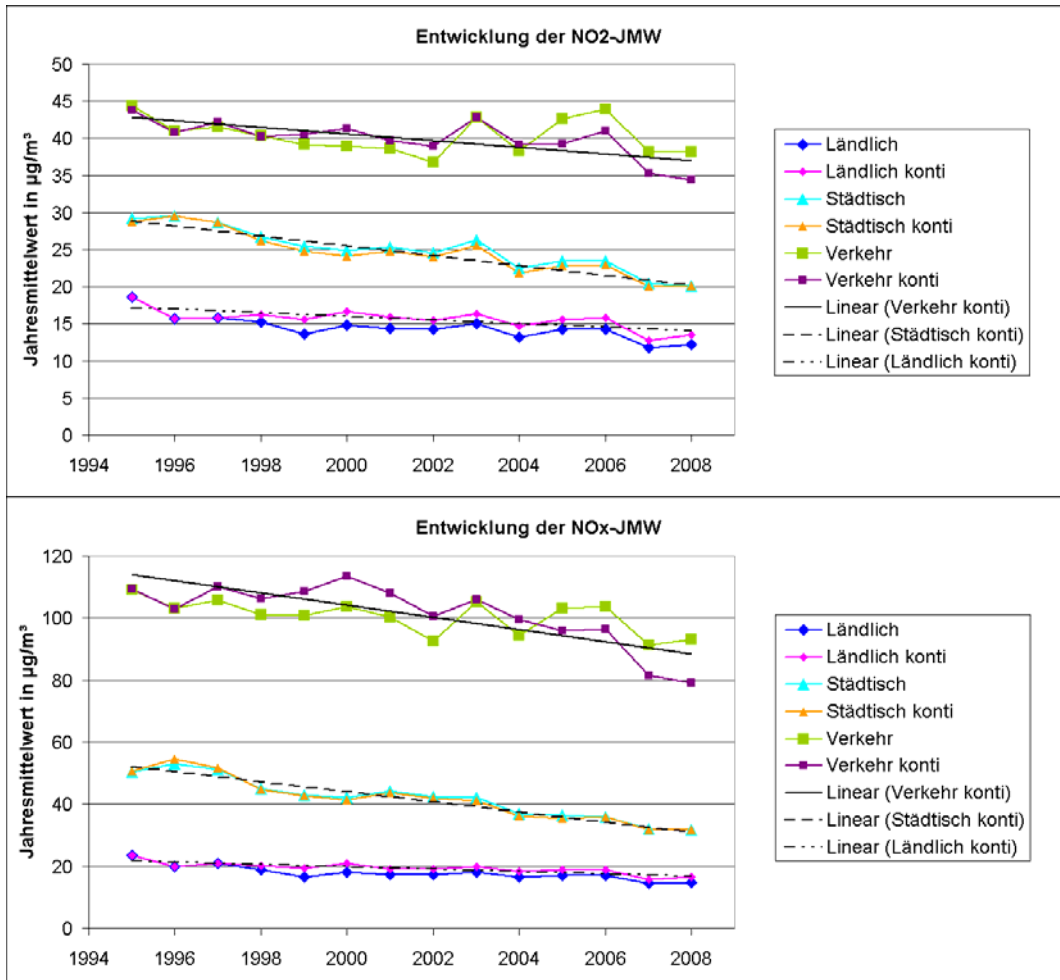


Abbildung 3-3: Entwicklung des NO₂- (oben) und NO_x- (unten) Jahresmittelwerts für verschiedene Stationstypen in Sachsen über den Zeitraum 1995 – 2008

Abbildung 3-4 zeigt die Jahresmittelwerte über alle kontinuierlich messenden Stationen für NO₂ (oben) und NO_x (unten), bezogen auf das Jahr 1995. Für die städtischen und ländlichen Hintergrundstationen unterscheiden sich die Ergebnisse nicht von denen aus dem 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)). Für beide Stationstypen ist über den Gesamtzeitraum betrachtet ein Rückgang bezüglich der NO₂- und NO_x-Konzentrationen zu verzeichnen, und zwar insbesondere für NO_x stärker für die städtischen als für die ländlichen Hintergrundstationen. Die Werte für 2008 liegen zwar für den ländlichen Hintergrund etwas höher als die Werte für 2007, aber in jedem Fall niedriger als alle Werte vor 2007.

Für die Verkehrsstationen sind die Ergebnisse nicht mit denen aus dem 1. Zwischenbericht vergleichbar, da bezogen auf den Zeitraum 1995 – 2008 die Messstation Zwickau/Dr.-Friedrichs-Ring keine kontinuierlich messende Station mehr ist und somit aus der Jahresmittelwertbildung über die kontinuierlich messenden Stationen herausfällt. NO₂ zeigt über den Gesamtzeitraum betrachtet eine relative Abnahme der Konzentrationen bezogen auf den Maximalwert im Jahr 1995, unterbrochen von hohen Werten in den Jahren 2003 und 2006. Für NO_x ändert sich nach der Herausnahme der Station Zwickau/Dr.-Friedrichs-Ring das Bild gegenüber dem 1. Zwischenbericht dahingehend, dass das Maximum der Zeitreihe nun erst im Jahr 2000 auftritt. Zwischen 1995 und 2000 ist relativ gesehen ein leichter Anstieg und zwischen 2000 und 2008 ein deutlicher Rückgang der NO_x-Konzentrationen an den Verkehrsstationen zu verzeichnen.

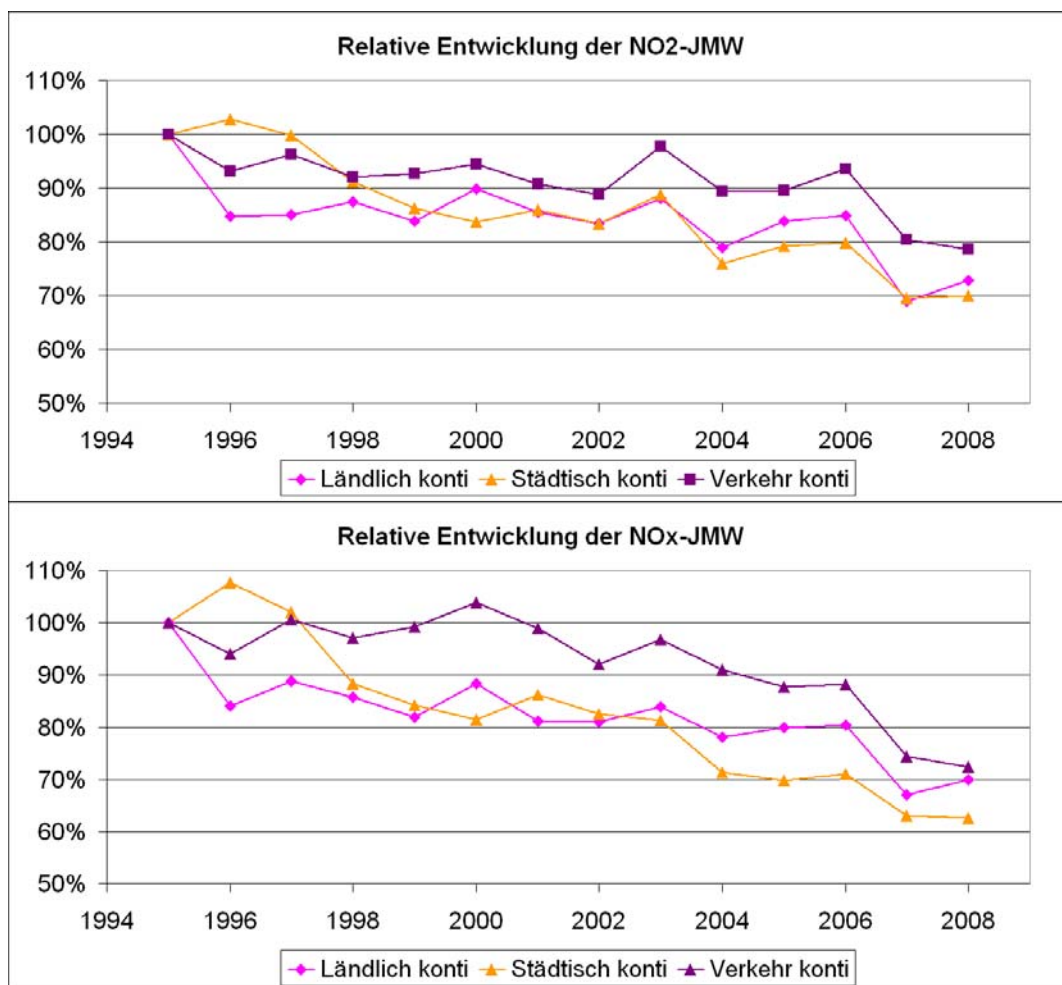


Abbildung 3-4: Relative Entwicklung des NO₂- (oben) und NO_x- (unten) Jahresmittelwerts für verschiedene Stationstypen in Sachsen über den Zeitraum 1995 – 2008

3.2.2 Vergleich zum Romberg-Ansatz

Im 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) wurde der Romberg-Ansatz (ROMBERG, E., R. BÖSINGER, A. LOHMEYER, R. RUHNKE, E. RÖTH (1996)) diskutiert und seine Anwendbarkeit auf die Daten in Sachsen und im Vergleich dazu auf die Daten im gesamten Bundesgebiet untersucht. Im Folgenden wird die Analyse für die sächsischen Daten, aktualisiert um das Jahr 2008, wiederholt.

In der Abbildung 3-5 ist dargestellt, wie sich das gemessene NO_2/NO_x -Verhältnis zum Romberg-Ansatz über den Untersuchungszeitraum verhält. Die Unterscheidung in die Stationstypisierung zeigt weiter deutlich die Abhängigkeit des NO_2/NO_x -Verhältnisses. Ländliche Stationen werden durch Romberg unterschätzt (Verhältnis > 100 %), während städtische Hintergrundstationen gut getroffen werden. Verkehrsstationen werden überraschenderweise eher überschätzt (Verhältnis < 100 %).

Für städtische und ländliche Hintergrundstationen ist das Verhältnis NO_2/NO_x zu Romberg-Ansatz 2008 gegenüber 2007 leicht angestiegen. Während das Verhältnis für die ländlichen Stationen einigermaßen stabil bleibt, bestätigt sich der leichte Anstieg der letzten Jahre für die städtische Stationen. Für die Verkehrsstationen ist nach dem deutlichen Anstieg des Verhältnisses in den Jahren 2005 und 2006 ein Rückgang für die Jahre 2007 und 2008 zu verzeichnen.

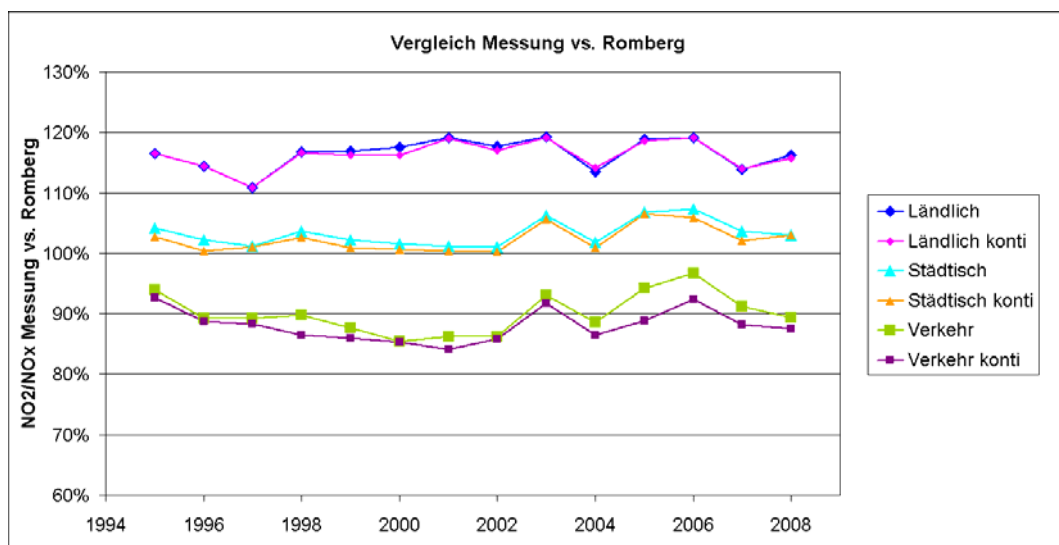


Abbildung 3-5: Vergleich des gemessenen NO_2/NO_x -Verhältnisses zum Romberg-Ansatz gemittelt für verschiedene Stationstypen in Sachsen

In Abbildung 3-6 ist für fünf ausgewählte Jahre dargestellt, wie sich das Verhältnis Messung NO_2/NO_x zum Romberg-Ansatz in Abhängigkeit des NO_2 -Jahresmittelwerts darstellt. Wie schon im 1. Zwischenbericht ist zu erkennen, dass bei einem niedrigen NO_2 -Niveau der Romberg-Ansatz eher überschätzt (Verhältnis < 100 %), während er bei höheren Konzentrationen eher unterschätzt. Dabei ist das hohe Konzentrationsniveau nur mit wenigen Werten vertreten. In den Jahren 2005 und 2006 traten an einzelnen Messstationen (an den 2005 neu hinzugekommenen Verkehrsstationen Chemnitz-Leipziger Straße und Dresden-Bergstraße) hohe NO_2 -Konzentrationen auf, die durch den Romberg-Ansatz unterschätzt werden. In den Jahren 2007 und 2008 wurden keine NO_2 -Konzentrationen in dieser Höhe ermittelt.

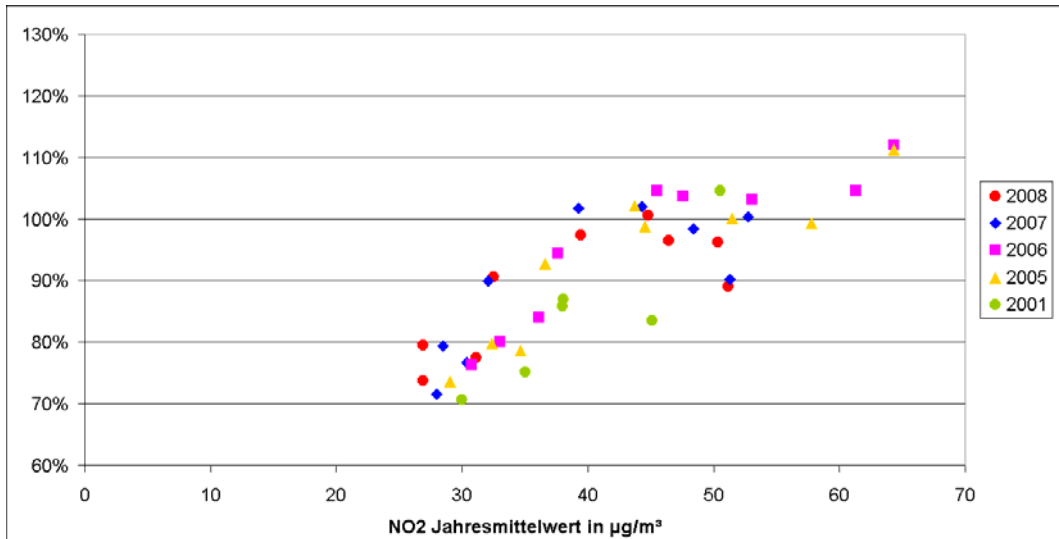


Abbildung 3-6: Verhältnis des NO₂/NO_x-Anteils aus Messungen zum Rombergansatz gegenüber gemessenen NO₂-Jahresmittelwerten in Sachsen

3.3 Quantifizierung des meteorologischen Einflusses, Berücksichtigung der Ozonchemie

3.3.1 Entwicklung der Ozonwerte und meteorologischer Komponenten im Jahresmittel

In Abbildung 3-7 ist analog zum 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) die Entwicklung der über die verschiedenen Stationstypen gemittelten Ozonkonzentration für den Zeitraum 1995 bis 2008 in Sachsen dargestellt. Das Ozonniveau liegt an den ländlichen Hintergrundstationen am höchsten, während das Niveau im direkten Verkehrsumfeld am niedrigsten ist.

Die Werte für das Jahr 2008 liegen für alle drei Stationstypen unter den Werten für 2007. Die linearen Trendgeraden zeigen zwar bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum für alle drei Stationstypen weiterhin einen Anstieg der Ozonwerte an. Mit den niedrigen Werten für 2008 und den hohen Werten für 2003 lässt sich aber insbesondere für die städtischen und die ländlichen Hintergrundstationen zwischen 2003 und 2008 eine eher abnehmende Tendenz erkennen. Ob sich dies zu einem Trend stabilisiert oder die sich über den betrachteten Gesamtzeitraum ergebende steigende Tendenz erhalten bleibt, können erst zukünftige Messwerte zeigen. Für die Verkehrsstationen bleibt der Trend zu leicht steigenden Ozonwerten trotz des niedrigeren Wertes 2008 bestehen.

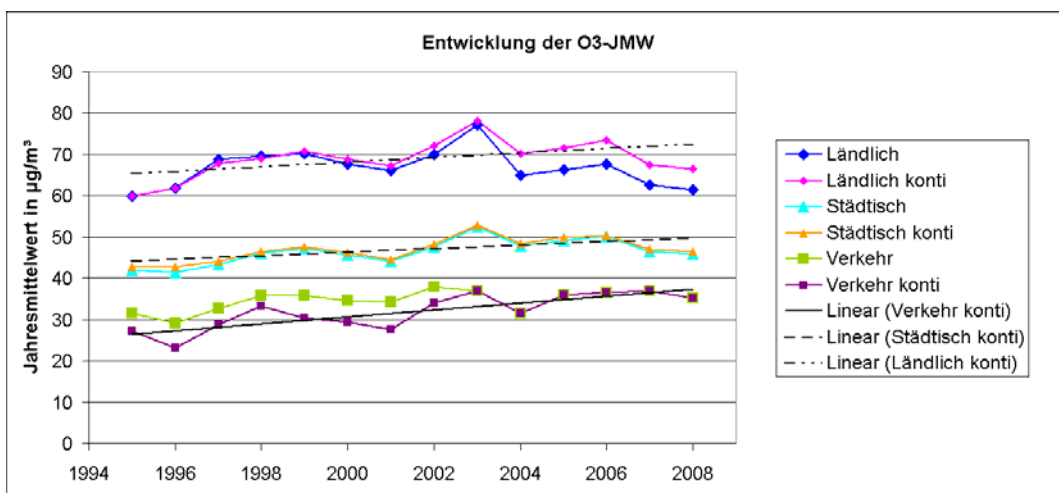


Abbildung 3-7: Ozon-Jahresmittelwerte für verschiedene Stationstypen für die sächsischen Messungen über den Zeitraum 1995 – 2008

Die Entwicklung der Jahresmittelwerte der meteorologischen Größen (Temperatur, Windgeschwindigkeit, Strahlung, relative Luftfeuchte und Luftdruck) wurde im 1. Zwischenbericht für den Zeitraum 1995 – 2007 dargestellt. Sie wird im Abschlussbericht erneut betrachtet, ergänzt um die Werte für die Jahre 2008 und 2009.

3.3.2 Statistische Analyse möglicher Einflussfaktoren

Im 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) wurde eine statistische Analyse möglicher Einflussfaktoren auf die NO₂-Zusatzbelastung im Straßenraum durchgeführt. Als mögliche Einflussfaktoren wurden

- die NO_x-Zusatzbelastung,
- die Anzahl der Kraftfahrzeuge,
- die NO₂-Emissionen des Kfz-Verkehrs,
- das NO₂/NO_x-Emissionsverhältnis,
- die photochemischen Reaktionen von NO, NO₂ und O₃ sowie
- die Meteorologie

betrachtet. Als Zusatzbelastung wird dabei der Anteil der Schadstoffbelastung bezeichnet, der aus dem Kraftfahrzeugverkehr der engeren Umgebung der Messstelle stammt.

Die Emissionsgrößen wurden im 1. Zwischenbericht mit dem Emissionsmodell IMMIS^{em} (IVU UMWELT (2008)) auf Basis des HBEfa Version 2.1 (INFRAS (2004)) bestimmt. Mit der Aktualisierung des HBEfa ist mit deutlichen Änderungen der Emissionsfaktoren für Kfz zu rechnen. Da das neue HBEfa jedoch aktuell nur als Beta-Version vorliegt, wird im 2. Zwischenbericht auf die Analyse der Einflussfaktoren Emissionen und Ozonchemie verzichtet und nur der Zusammenhang zwischen NO₂-Zusatzbelastung und den meteorologischen Größen mit Hilfe von Korrelationsmatrizen und multivariaten Regressionsanalysen untersucht. Dazu wurde die entsprechende Datengrundlage aus dem 1. Zwischenbericht um die Daten des Jahres 2008 erweitert.

3.3.2.1 Betrachtete Stationen

Die Bestimmung der Korrelationsmatrizen und die multivariaten Regressionsanalysen wurden für die Verkehrsmessstationen Dresden-Bergstraße (Abbildung 3-8) und Leipzig-Lützner Straße (Abbildung 3-9) durchgeführt. Für beide Stationen liegen Daten aus Verkehrszählungen vor.

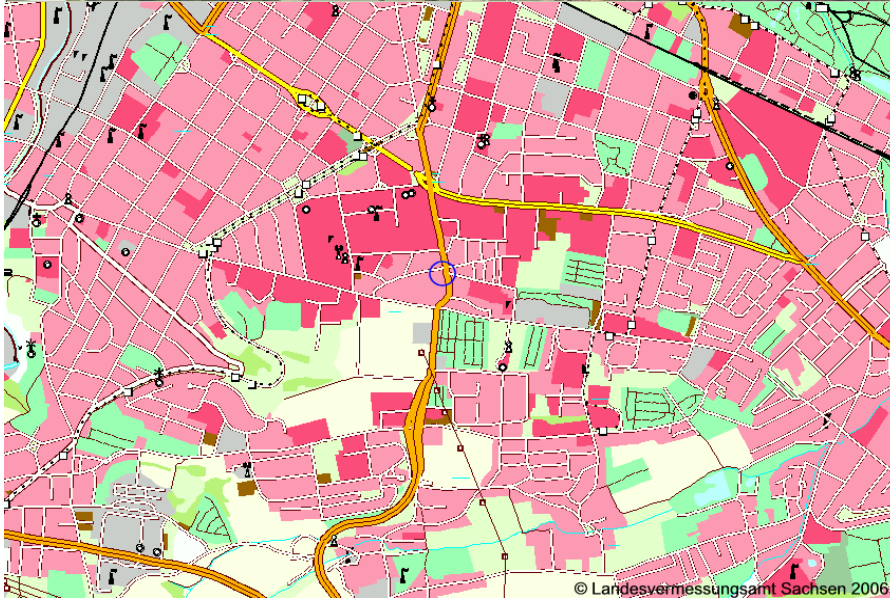
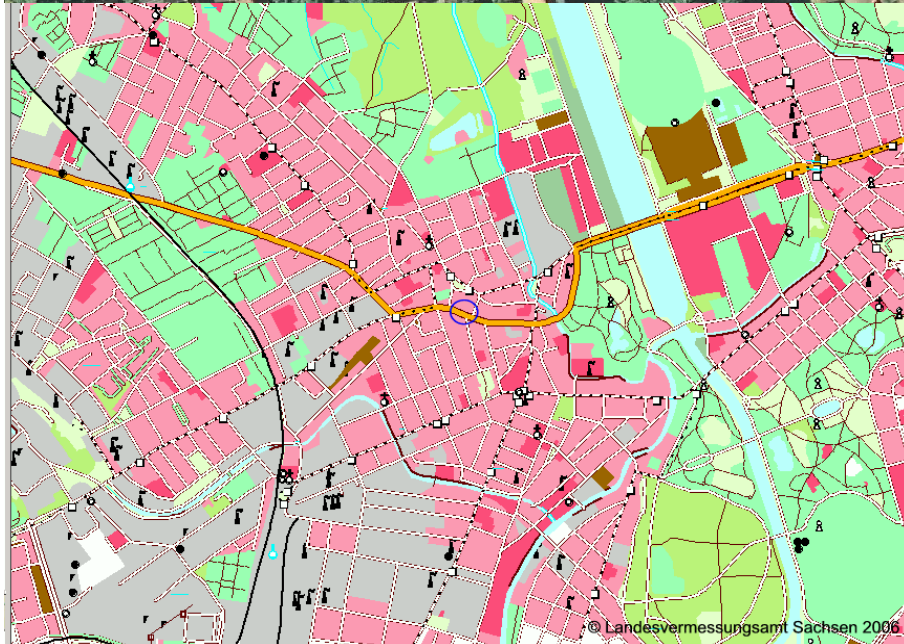


Abbildung 3-8: Luftbild, Umgebungskarte und Foto der Station Dresden-Bergstraße



© Landesvermessungsamt Sachsen 2006



© Landesvermessungsamt Sachsen 2006



Abbildung 3-9: Luftbild, Umgebungskarte und Foto der Station Leipzig-Lützner Straße

3.3.2.2 Eingangsdaten

Sowohl die Daten der Immissionsmessungen als auch die meteorologischen Daten sind, sofern nicht anders aufgeführt, Stundenmittelwerte.

3.3.2.2.1 Immissionen

Messstationen, die Immissionsmessungen durchführen, messen die Gesamtbelastung. Diese kann man sich zusammengesetzt denken aus einer Vorbelastung, das ist die Überdach-Konzentration, und einer Zusatzbelastung, das ist die Konzentration, die aus dem Kraftfahrzeugverkehr der engeren Umgebung der betrachteten Messstelle stammt. Um die Zusatzbelastung aus Immissionsmessungen zu ermitteln, muss die Vorbelastung bekannt sein. Da die Überdach-Konzentration nicht gemessen wird, wurde auf die urbane Hintergrundstation zurückgegriffen, die der betreffenden Messstelle am nächsten liegt. Dieses sind für die beiden hier untersuchten Verkehrs-Messstationen (Kapitel 3.3.2.1):

Tabelle 3-2: Messstationen Verkehr mit zugehöriger Hintergrundstation und Entfernung zwischen den Stationen

Messstation Verkehr	Messstation Hintergrund	Entfernung [km]
Dresden-Bergstraße	Radebeul-Wahnsdorf	11.11
Leipzig-Lützner Straße	Leipzig-West	3.28

Für Dresden wurde statt der näher gelegenen städtischen Hintergrundstation Dresden-HerzoginGarten die Station Radebeul-Wahnsdorf verwendet. Für Dresden-HerzoginGarten liegen Daten vom 01.01.2006 bis einschließlich 15.06.2008 vor, mithin für einen Zeitraum von zweieinhalb Jahren. Dieser Zeitraum wird insbesondere im Hinblick auf die statistische Analyse des meteorologischen Einflusses in Kapitel 3.3.2.3 als zu kurz erachtet. Von der stattdessen gewählten Station Radebeul-Wahnsdorf liegen dagegen Daten für den gesamten Untersuchungszeitraum 1995 – 2008 vor.

Aus den Daten der Hintergrundmessstellen nach Tabelle 3-2 wurde auch das stündliche photochemische Gleichgewicht für die beiden Messstationen berechnet.

3.3.2.2.2 Meteorologische Daten

Als meteorologische Größen wurden Windgeschwindigkeit und -richtung, Temperatur, Strahlung, relative Luftfeuchte und Luftdruck auf Zusammenhänge mit der NO₂-Zusatzbelastung untersucht. Unter der Annahme, dass die Hintergrundstationen (Tabelle 3-2) ungestört von Bebauungseinflüssen sind, wurden die dort gemessenen Windvariablen verwendet. Für die übrigen meteorologischen Variablen wurden direkt die Messwerte der jeweiligen Verkehrsmessstelle verwendet, sofern sie dort gemessen wurden, ansonsten ebenfalls die Messwerte der zugehörigen Hintergrundstation.

3.3.2.3 Einflussfaktoren Meteorologie

Es wurde der Einfluss der meteorologischen Variablen auf die hintergrundbereinigte NO₂-Konzentration (Zusatzkonzentration) analysiert.

3.3.2.3.1 Korrelationsmatrizen

Die Korrelationsmatrizen wurden auf der Basis der stündlichen Messwerte ermittelt. Tabelle 3-3 führt die im Folgenden auf ihre Beziehung zur NO₂-Zusatzbelastung untersuchten Variablen auf:

Tabelle 3-3: Beschreibung der Variablennamen in den Korrelationsmatrizen

Variable	Bedeutung
NO2	NO ₂ -Zusatzbelastung
WiR	Windrichtung
WiG	Windgeschwindigkeit
Tem	Temperatur
Rad	Strahlung
Hum	relative Feuchte
Pre	Luftdruck

Abbildung 3-10 und Abbildung 3-11 zeigen die Korrelationsmatrizen für die beiden betrachteten Messstationen. Ein wirklich enger Zusammenhang der NO₂-Zusatzbelastung mit einer der untersuchten meteorologischen Größen besteht weiterhin nicht, die Ergebnisse zeigen keine großen Unterschiede zum 1. Zwischenbericht. Korrelationskoeffizienten in der Größenordnung 0.36 bis 0.47 treten für Temperatur und relative Feuchte auf. Für die Strahlung ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0.27 bis 0.31.

Die Station Leipzig-Lützner Straße liegt in einer klassischen Straßenschlucht. Auch die Lage der Station Dresden-Bergstraße kann ansatzweise als Straßenschlucht bezeichnet werden. Hier ist das Windfeld durch die sich ausbreitende Wirbelströmung definiert. Für beide Stationen läßt sich ein Korrelationskoeffizient von rund 0.25 zwischen NO₂-Zusatzbelastung und Windgeschwindigkeit ermitteln.

Die Korrelationskoeffizienten in Zusammenhang mit der Windrichtung sind nicht interpretierbar, da es sich um eine zyklische Variable handelt.

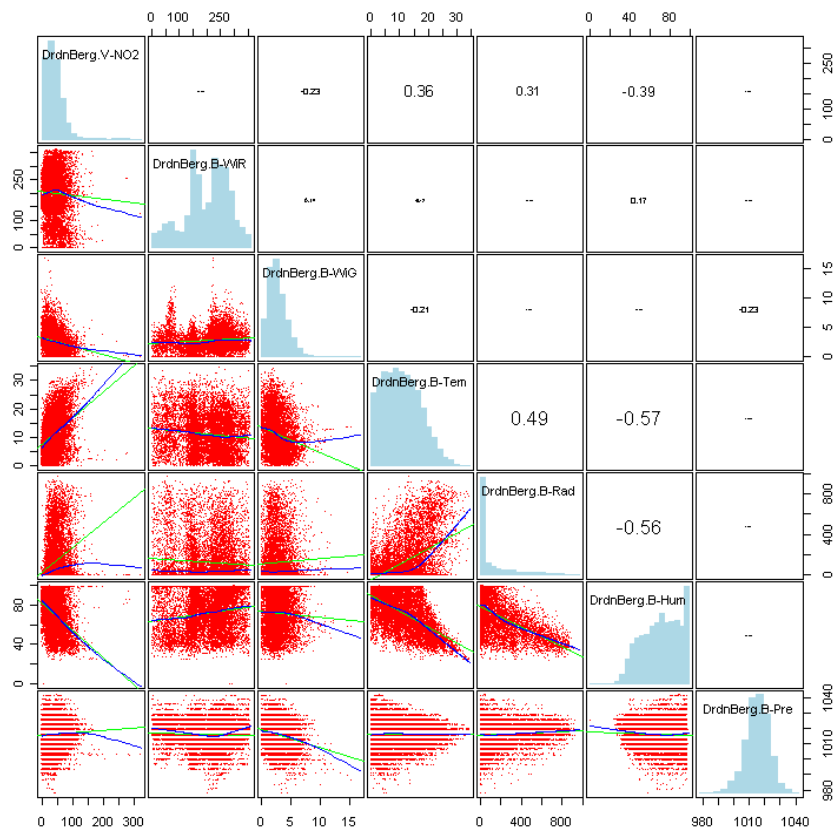


Abbildung 3-10: Korrelationsmatrix Meteorologie Dresden-Bergstraße

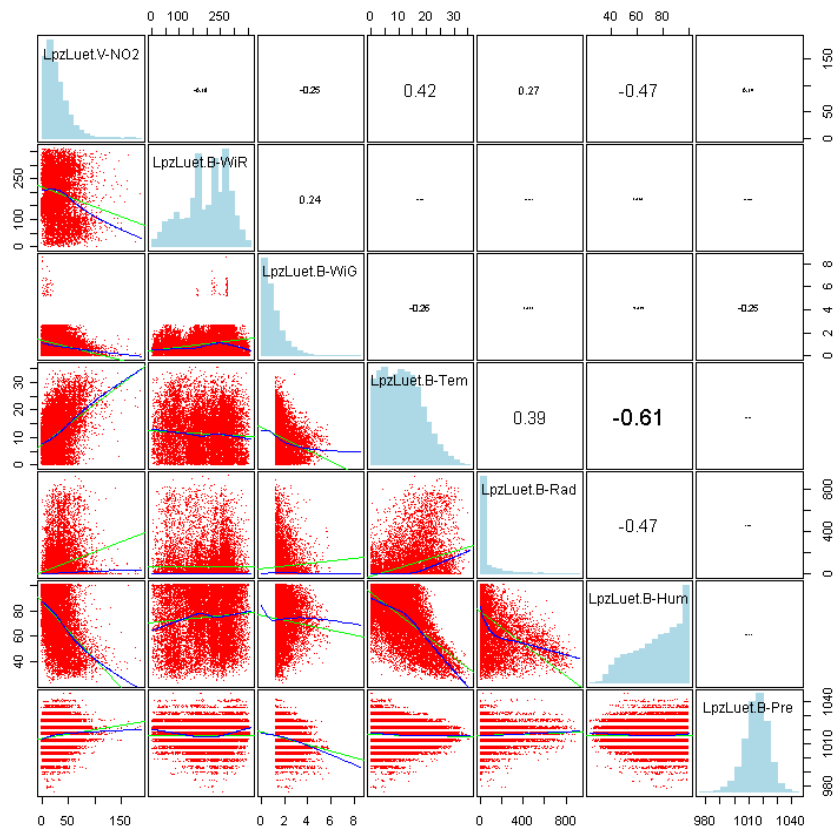


Abbildung 3-11: Korrelationsmatrix Meteorologie Leipzig-Lützner Straße

3.3.2.3.2 Multivariate Regressionsanalyse

Für die beiden betrachteten Stationen wurde eine Regressionsanalyse mit Stundenwerten von der NO₂-Zusatzbelastung auf die meteorologischen Variablen durchgeführt.

Hierbei wurde die zyklische Variable "Windrichtung" in acht Dummy-Variablen, entsprechend den 45°-Sektoren, umgewandelt. Die Dummy-Variable für den Sektor von 0° bis 45° ist "Eins", wenn der Wind aus der Richtung von 0° bis 45° kommt, sonst "Null", bei den anderen sieben Windrichtung-Dummies verhält es sich entsprechend.

Der Bezugszeitraum der Regressionsanalysen ist der Untersuchungszeitraum 1995 – 2008. Aufgrund von Fehlwerten gehen für die Station Dresden-Bergstraße rund 28000 Stundenwerte in die Analyse ein und für Leipzig-Lützner Straße rund 41000. D. h., im Mittel über die beiden Straßen gehen circa 35'000 Stundenwerte in die Berechnung ein, das sind knapp vier Jahre. Der hohe Anteil an nicht berücksichtigten Stunden kommt dadurch zustande, dass die multivariate Regressionsanalyse nur Stunden berücksichtigt, in denen für alle betrachteten Variablen ein Wert vorliegt.

Der sich aus den beiden Regressionsanalysen ergebende Erklärungswert liegt im Mittel bei 0.35, d. h. es werden rund ein Drittel der Variation in den NO₂-Zusatzbelastungen durch die Variation in den meteorologischen Variablen erklärt. Im Einzelnen ergibt sich ein Erklärungswert von rund 31 % für die Station Dresden-Bergstraße und von rund 38 % für die Station Leipzig-Lützner Straße. Damit entsprechen die Ergebnisse in etwa denen des 1. Zwischenberichts.

3.4 Prüfung eines möglichen Bedarfs für die Weiterentwicklung des sächsischen Luftmessnetzes

Im Rahmen des 1. Zwischenberichts (IVU UMWELT (2009A)) wurde das Luftmessnetz des Freistaats Sachsen auf redundante bzw. für die flächenhafte Aussage wichtige Messstandorte untersucht. Dazu wurden Berechnungen mit FLADIS (IVU UMWELT (2006A)) auf Basis der sächsischen Messdaten für NO_x für das Jahr 2006 durchgeführt. Zum einen wurde das Ergebnis einer reinen Interpolation der Messdaten betrachtet, zum anderen wurde das Interpolationsergebnis mit den Ergebnissen einer Ausbreitungsrechnung mit dem Modell LASAT (JANICKE (2007)) gekoppelt, um in Bereichen abseits der Messstationen zusätzliche Informationen wie Orographie, Meteorologie und Emissionsstruktur zu nutzen. Für beide Ansätze wurde eine Kreuzvalidierung gemäß VDI Richtlinie 4280 Blatt 5 (KRDL (2009)) durchgeführt, um Aussagen über den Einfluss einzelner Stationen auf die flächenhafte Darstellung der NO_x-Verteilung zu erhalten.

Aufgrund der im 1. Zwischenbericht erzielten Ergebnisse wurde für den vorliegenden 2. Zwischenbericht eine weitere Berechnung unter Berücksichtigung der folgenden zwei Punkte durchgeführt:

- Im 1. Zwischenbericht wurde allen Industriequellen zunächst eine pauschale Emissionshöhe zugewiesen. Die Industriequellen haben mit rund 40% einen großen Anteil an den NO_x-Emissionen, und es zeigte sich, dass die Emissionshöhe einen sensitiven Parameter darstellt. Im vorliegenden Bericht wurden daher die individuellen Emissionshöhen der Großfeuerungsanlagen (GFA) bei der LASAT-Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Den Industriequellen, die keine GFA sind, wurde weiterhin eine pauschale Emissionshöhe zugewiesen.

- Die Ergebnisse sowohl der reinen Interpolation der Messdaten als auch der Kopplung von Interpolation und LASAT-Modellergebnissen aus dem 1. Zwischenbericht zeigten im Dreieck der Stationen Chemnitz-Mitte, Glauchau und Annaberg-Buchholz verhältnismäßig hohe Konzentrationen, die emissionsseitig nicht erklärt wurden. Als möglicher Grund dafür wurde vermutet, dass die verwendeten städtischen Hintergrundstationen eine lokale Situation messen, deren räumliche Repräsentativität durch das Interpolationsverfahren überschätzt wird. Tatsächlich liegen zwei der drei genannten Stationen (Glauchau und Annaberg-Buchholz) sowie die Station Freiberg verkehrsnah. Im vorliegenden Bericht wurde daher die flächenhafte Darstellung der Konzentrationsverteilung mit dem in Kapitel 3.4.2.1 beschriebenen Ansatz und ohne die verkehrsnahen Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz und Freiberg neu berechnet. Für die Station Chemnitz-Mitte wird davon ausgegangen, dass sie den Hintergrund des Erzgebirgsvorland aufgrund lokaler Einflüsse etwas höher abbildet, als dies vermutlich der Realität entspricht. Sie wurde jedoch bei der Berechnung weiterhin berücksichtigt.

3.4.1 Betrachtetes Messnetz

Abbildung 3-12 zeigt die NO_x-Messstationen mit Daten für das Bezugsjahr 2006. Da es um flächenhafte Aussagen geht, werden verkehrsnahen Stationen nicht berücksichtigt. Dazu werden im vorliegenden Bericht in Absprache mit dem Auftraggeber auch die Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz und Freiberg gezählt. Damit verbleiben 12 Messstationen, die bei der Berechnung der flächenhaften Darstellung der Konzentrationsverteilung berücksichtigt werden. Tabelle 3-4 listet die Stationen mit den zugehörigen Stationscodes und der EoI-Typisierung auf. Die Typen "ländlich regional" und "ländlich abgelegen" sowie "ländlich stadtnah" und "vorstädtischer Hintergrund" wurden dabei jeweils zusammengefasst.

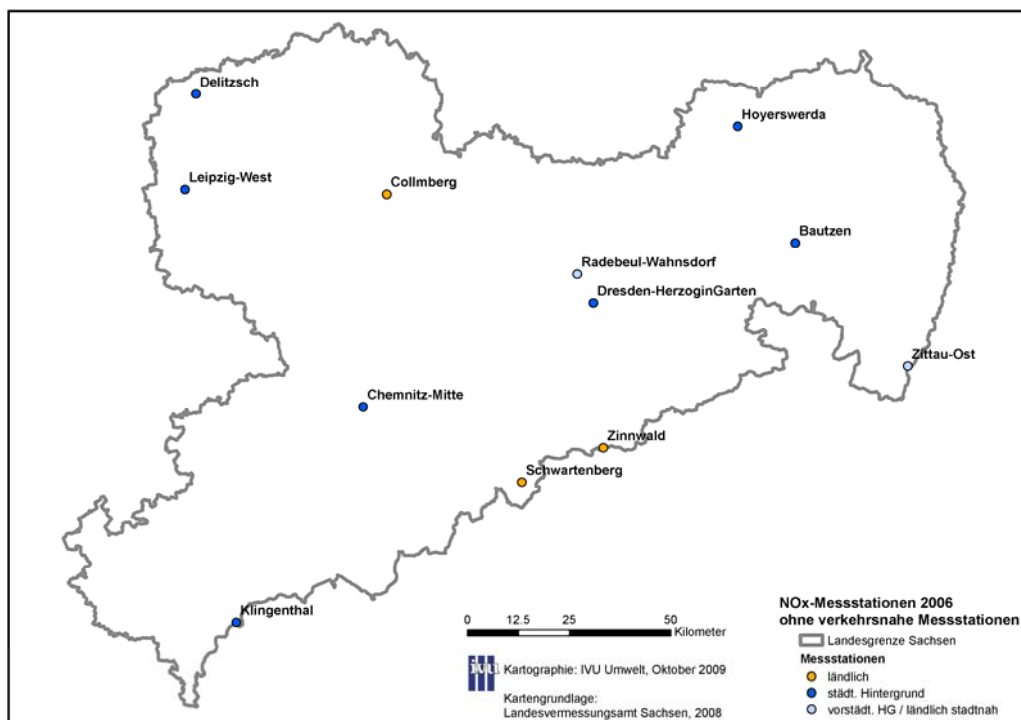


Abbildung 3-12: NO_x-Messstationen im Bezugsjahr 2006 ohne verkehrsnahen Messstationen.

Tabelle 3-4: Namen der verwendeten Messstationen mit Code und Typisierung.

Messstation	Code	Typisierung
Bautzen	DESN004	städtischer Hintergrund
Chemnitz-Mitte	DESN011	städtischer Hintergrund
Collmburg	DESN076	ländlich regional / ländlich abgelegen
Delitzsch	DESN012	städtischer Hintergrund
Dresden-HerzoginGarten	DESN085	städtischer Hintergrund
Hoyerswerda	DESN050	städtischer Hintergrund
Klingenthal	DESN024	städtischer Hintergrund
Leipzig-West	DESN059	städtischer Hintergrund
Radebeul-Wahnsdorf	DESN051	vorstädtischer Hintergrund / ländlich stadtnah
Schwartenberg	DESN074	ländlich regional / ländlich abgelegen
Zinnwald	DESN052	ländlich regional / ländlich abgelegen
Zittau-Ost	DESN045	vorstädtischer Hintergrund / ländlich stadtnah

3.4.2 Methodik

3.4.2.1 Berechnungen mit FLADIS

Zur Berechnung der flächenhaften Darstellung der NO_x-Verteilung in Sachsen wurden im ersten Schritt die Messwerte der Stationen aus Kapitel 3.4.1 um die durch LASAT an den Stationsorten ermittelte Zusatzbelastung bereinigt. Anschließend wurden die bereinigten Messwerte interpoliert, so dass sich eine Abschätzung des großräumigen Hintergrunds in Sachsen ergab. Als Interpolationsverfahren wurde dabei die Hardy'sche Multiquadriken-Methode verwendet. Im letzten Schritt wurden der großräumige Hintergrund und die Ergebnisse der LASAT-Ausbreitungsrechnung addiert, um die aus Hintergrund und berücksichtigten Emissionen resultierende Gesamtbelastung zu erhalten.

Die Rechenschritte wurden mit FLADIS für jeden Zeitschritt der stündlich aufgelösten Zeitreihe 2006 durchgeführt. Ebenfalls für jeden Zeitschritt wurde eine Kreuzvalidierung nach dem "leave-one-out"-Verfahren gemäß der VDI Richtlinie 4280 Blatt 5 (KRdL (2009)) zur Beurteilung des Ansatzes vorgenommen.

Die hier beschriebene Vorgehensweise unterscheidet sich von dem in FLADIS als Standard zur Kopplung von Messung und Modell implementierten Ansatz dahingehend, dass bei Letzterem eine Interpolation der gemessenen Gesamtbelastung durchgeführt wird, deren Ergebnis mit dem Ergebnis der Ausbreitungsrechnung (hier aus LASAT) über einen Wichtungsfaktor gekoppelt wird. Bei der für den 2. Zwischenbericht implementierten Vorgehensweise hingegen wird die Differenz aus gemessener Gesamtbelastung und berechneter Zusatzbelastung interpoliert. Damit soll erreicht werden, dass die räumliche Repräsentativität der zu interpolierenden Daten der räumlichen Skala des Interpolationsverfahrens besser angepasst ist.

3.4.2.2 Ausbreitungsrechnungen mit LASAT

3.4.2.2.1 Modellgebiet, Orographie, Meteorologie

Modellgebiet, Orographie und Meteorologie wurden unverändert aus dem 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) übernommen.

3.4.2.2.2 Emissionen

Für die Ausbreitungsrechnungen standen NO_x-Emissionen für die Quellgruppen Industrie, Verkehr, Hausbrand, Kleinverbraucher und Landwirtschaft für das Bezugsjahr 2004 bzw. 2005 in ihrer horizontalen räumlichen Verteilung zur Verfügung. Für die Großfeuerungsanlagen (GFA) lagen zudem Informationen über Emissionshöhe, Temperatur und Volumenstrom des Abgases der einzelnen Quellen vor. Abbildung 3-13 zeigt die Summe der Emissionen der berücksichtigten Quellgruppen im für die LASAT-Rechnungen verwendeten 1 km-Raster. Deutlich sind das Straßennetz und bewohnte Flächen zu erkennen. Die GFA wurden in der LASAT-Rechnung als Punktquellen berücksichtigt und sind in Abbildung 3-13 als Punkte dargestellt.

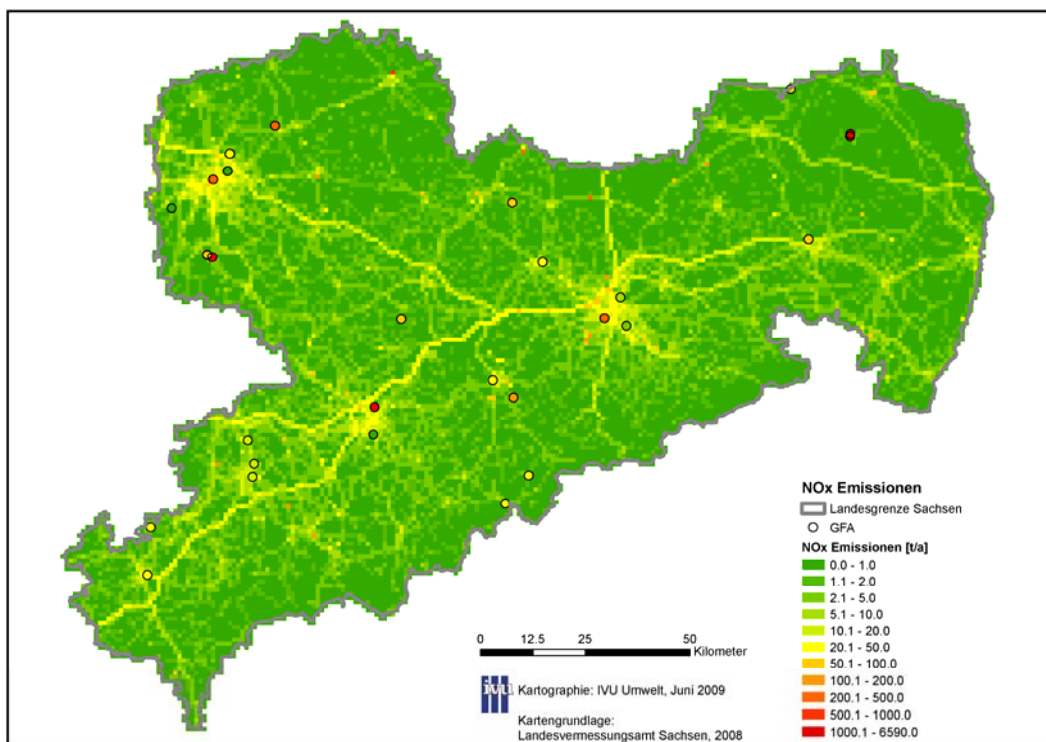


Abbildung 3-13: NO_x-Emissionen als Summe der Quellen Industrie (ohne GFA), Verkehr, Hausbrand, Kleinverbraucher und Landwirtschaft im 1 km-Raster. NO_x-Emissionen der GFA als Punktquellen.

In Tabelle 3-5 ist die Summe der NO_x-Emissionen bezogen auf die Quellgruppe und insgesamt sowie der Anteil der einzelnen Quellgruppen an der Gesamtsumme der NO_x-Emissionen aufgelistet. Für die zur Verfügung gestellten Emissionsdaten waren nur für die GFA Emissionshöhen vorgegeben. Es wurden die in Tabelle 3-5 angegebenen Werte verwendet.

Tabelle 3-5: Emissionshöhe, Emissionsmenge und Anteil der einzelnen Quellgruppen.

Quellart	Emissionshöhe [m]	NO_x [t/a]	Anteil [%]
Industrie (GFA)	individuell vorgegeben	21509.1	31.6
Industrie (sonstige)	40	6589.6	9.7
Verkehr	0.5	34664.6	50.9
Hausbrand	20	3320.7	4.9
Kleinverbraucher	5	1114.3	1.6
Landwirtschaft	1	857.5	1.3
Summe	-	68055.8	100

3.4.2.2.3 Immissionsberechnung

Abbildung 3-14 zeigt die Ergebnisse der LASAT-Ausbreitungsrechnungen auf Basis der beschriebenen Eingangsdaten für die Modellschicht 3-5 m, die die Höhe der Messstationen (Probenahme in 3.5 m Höhe) umfasst. Die Ergebnisse weisen die höchsten Konzentrationen im Bereich der Städte Dresden, Chemnitz und Leipzig sowie entlang der Autobahnen auf. Aufgrund der Berücksichtigung der individuellen Emissionshöhen der GFA, die z. T. weit über 100 m betragen, zeigen sich einzelne Industriequellen nicht mehr so dominant in den berechneten Immissionen wie im 1. Zwischenbericht, haben aber durchaus noch Einfluss auf die Immissionsbelastung, wie z. B. im Bereich Boxberg in der Oberlausitz.

Abseits der Emissionsquellen wurden von LASAT Konzentrationswerte nahe Null ermittelt. Dies ist darin begründet, dass in der Ausbreitungsrechnung nur die Emissionen innerhalb Sachsens berücksichtigt wurden, nicht jedoch diejenigen, die außerhalb Sachsens liegen und als großräumiger Hintergrund in den Messwerten erscheinen.

Tabelle 3-6 enthält die Minimal-, Maximal- und Mittelwerte der Messwerte und der berechneten Konzentrationsverteilung. Auch hier wird noch einmal in den Minimalwerten das Fehlen des großräumigen Hintergrunds in den Modellergebnissen deutlich. Die Maximalwerte von Mess- und Modelldaten liegen nahe beieinander, wobei die räumliche Verortung der Maxima eine andere ist. Den maximalen gemessenen Jahresmittelwert für 2006 weist die Station Chemnitz-Mitte auf. In den Modellergebnissen sind die Maxima dort zu finden, wo die Autobahn A4 an Dresden und Chemnitz vorbeiführt.

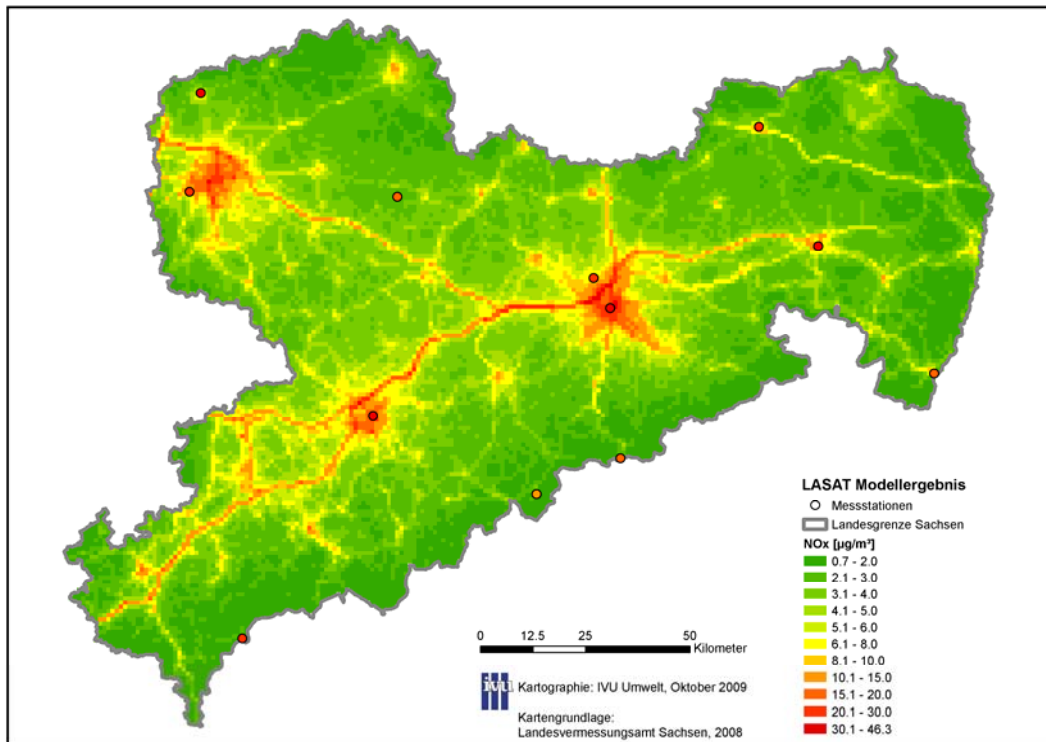


Abbildung 3-14: Verteilung der NO_x-Konzentrationen 2006 als Ergebnis der LASAT-Rechnung. Messwerte als farbige Kreise dargestellt.

Tabelle 3-6: Minima, Maxima und Mittelwerte der gemessenen und der mit LASAT modellierten NO_x-Konzentrationen in Sachsen.

	Minimum [µg/m ³]	Maximum [µg/m ³]	Mittelwert [µg/m ³]
Messwerte	14.8	47.1	26.3
Modellwerte	0.7	46.3	3.8

3.4.3 Ergebnisse

Abbildung 3-15 zeigt die Abschätzung des großräumigen Hintergrunds für NO_x in Sachsen, die sich ergibt, wenn die um die mit LASAT berechnete Zusatzbelastung bereinigten Messwerte interpoliert werden. Die gemessene Gesamtbelastung wird durch Punkte in der gleichen Farbskala dargestellt. Die Konzentrationswerte des großräumigen Hintergrunds liegen mit maximal 30.5 µg/m³ (Tabelle 3-7) z. T. deutlich unter der gemessenen Gesamtbelastung. Die größten Differenzen zwischen großräumigem Hintergrund und Gesamtbelastung, d. h. die höchste Zusatzbelastung, treten an den städtischen Hintergrundstationen von Dresden, Chemnitz und Leipzig auf.

Die Maximalwerte des großräumigen Hintergrunds wurden für den Bereich Chemnitz berechnet. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Station Chemnitz-Mitte aufgrund lokaler Einflüsse den Hintergrund des Erzgebirgsvorlands vermutlich etwas höher abbildet, als dies in der Realität der Fall ist. Die mit LASAT berechnete Zusatzbelastung ist mit einer Rastergröße von 1km offenbar noch nicht fein genug aufgelöst, um diese lokalen Einflüsse ausreichend zu erfassen und zu bereinigen.

Gleiches gilt für die drei hier nicht mehr berücksichtigten Stationen Freiberg, Glauchau und Annaberg-Buchholz. Die mit LASAT an diesen Stationsorten auf dem 1km-Raster berechnete Zusatzbelastung ist mit rund 5–11 µg/m³ viel zu gering, um die Einflüsse des lokalen

Straßenverkehrs dort zu korrigieren. Eine Verwendung dieser drei Stationen bei der Interpolation hätte demnach zu einem deutlich höheren großräumigen Hintergrund in diesem Bereich geführt. Ausschlaggebend für die berechnete NO_x -Verteilung ist demnach weniger der gewählte Berechnungsansatz als vielmehr die Auswahl der zu verwendenden Stationen. Stationen mit geringer räumlicher Repräsentativität sind für die Berechnung einer flächenhaften Darstellung der Konzentrationsverteilung nicht hinreichend geeignet. Eine Nicht-Berücksichtigung der Station Chemnitz-Mitte hätte andererseits zur Folge, dass im gesamten Südwesten Sachsens bis auf Klingenthal keine Messstation mehr als Stützstelle für eine Interpolation zur Verfügung gestanden hätte. Insofern wäre die Errichtung von Messstationen mit höherer räumlicher Repräsentativität gerade in diesem Bereich wünschenswert.

Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, Messwerte an verkehrsnahen oder anderweitig lokal beeinflussten Stationen über eine Nahfeldbetrachtung zu korrigieren, um die Anzahl räumlich repräsentativer Messstationen zu erhöhen. Bei einer Nahfeldbetrachtung wird für die Rasterzellen, in denen die entsprechenden Messstationen liegen, eine hoch aufgelöste Modellrechnung (im Meter- oder Dekameterbereich) durchgeführt und mit den Modellergebnissen im 1km-Raster verglichen. Daraus lassen sich objektive Korrekturfaktoren für die Messwerte bestimmen, die die unterschiedliche räumliche Repräsentativität von Messung und Modell berücksichtigen. Dieses Vorgehen wurde z. B. auch in DIEGMANN, V. (2009) angewendet (Kapitel 8.6).

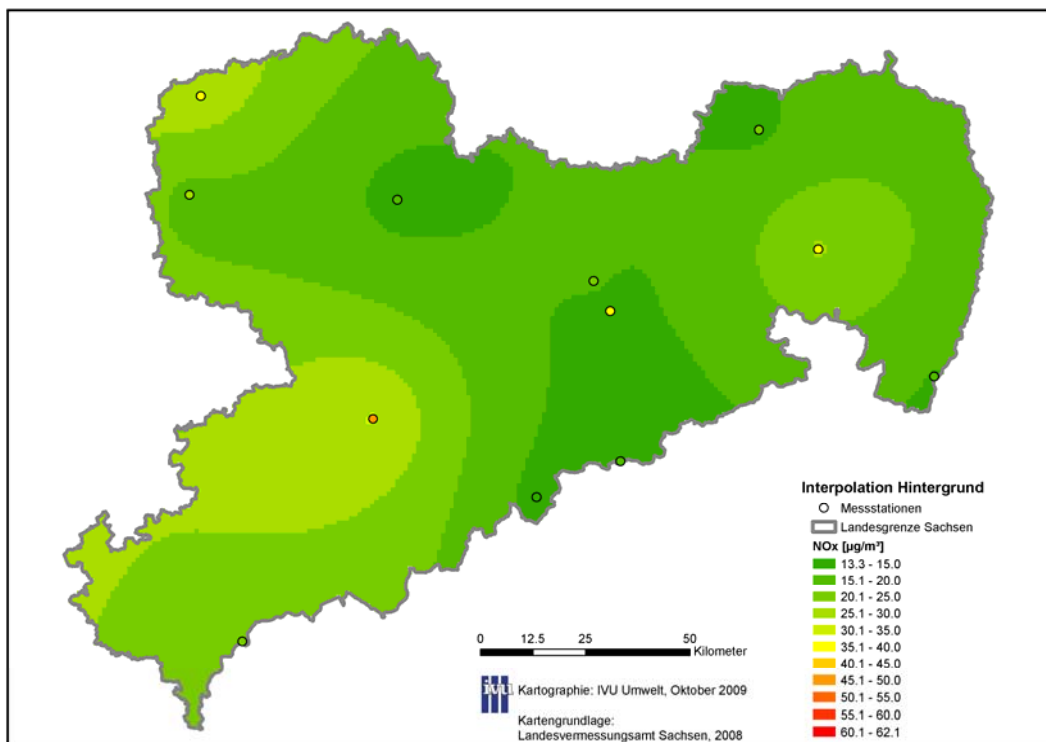


Abbildung 3-15: Verteilung der NO_x -Konzentrationen 2006 als Ergebnis der FLADIS-Rechnung: Großräumiger Hintergrund aus Interpolation der bereinigten Messwerte. Messwerte als farbige Kreise dargestellt.

In Abbildung 3-16 ist die Verteilung der NO_x -Gesamtbelastung als Summe aus großräumigem Hintergrund (Abbildung 3-15) und mit LASAT berechneter Zusatzbelastung (Abbildung 3-14) dargestellt. Maximalwerte ergeben sich wie zu erwarten auch hier im Bereich der Städte Dresden, Chemnitz und Leipzig sowie entlang der Autobahnen, insbesondere entlang der A4 und der A72.

Das berechnete Maximum liegt mit $62.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabelle 3-7) deutlich höher als das gemessene Maximum mit $47.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dabei ist jedoch die räumliche Verortung der Maxima eine andere. Den maximalen gemessenen Jahresmittelwert für 2006 weist die Station Chemnitz-Mitte auf. In den Modellergebnissen sind die Maxima dort zu finden, wo die Autobahn A4 an Dresden und Chemnitz vorbeiführt.

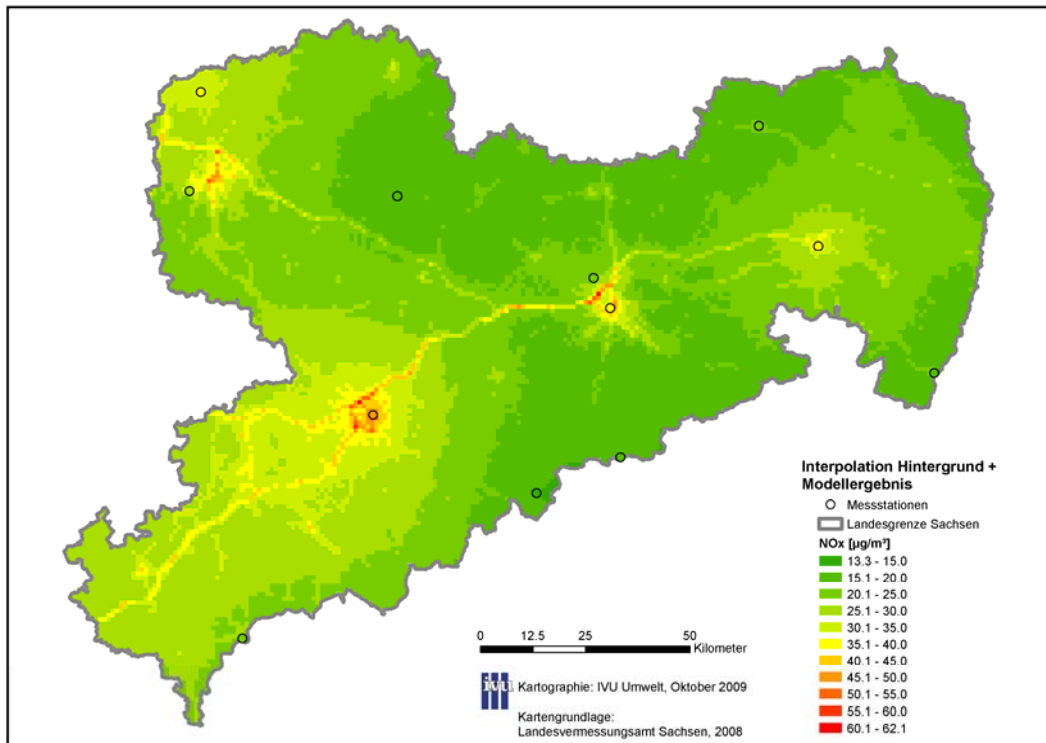


Abbildung 3-16: Verteilung der NO_x-Konzentrationen 2006 als Ergebnis der FLADIS-Rechnung: Gesamtbelastung als Summe aus großräumigem Hintergrund und Zusatzbelastung aus LASAT-Rechnung. Messwerte als farbige Kreise dargestellt.

In Tabelle 3-7 sind zusätzlich die entsprechenden Minimal-, Maximal- und Mittelwerte aus dem 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A), Tabelle 3-9) wiederholt. Diese Werte der gemessenen und der berechneten NO_x-Konzentrationen lassen sich jedoch nur eingeschränkt mit den aktuellen Ergebnissen vergleichen, da in den Ergebnissen des 1. Zwischenberichts die hier nicht mehr berücksichtigten Messstationen Glauchau, Annaberg-Buchholz und Freiberg enthalten sind.

Tabelle 3-7: Minima, Maxima und Mittelwerte der gemessenen und der mit FLADIS berechneten NO_x-Konzentrationen in Sachsen.

	Minimum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Maximum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Mittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ergebnisse 2. Zwischenbericht (ohne Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz, Freiberg)			
Messwerte	14.8	47.1	26.3
Interpolation Hintergrund	13.3	30.5	19.5
Interpolation Hintergrund + Modellergebnis	14.7	62.1	23.3
Ergebnisse 1. Zwischenbericht (mit Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz, Freiberg)			
Messwerte	14.8	55.3	31.0
nur Interpolation	14.8	54.0	30.8
nur Modellhintergrund, Industriequellen Höhe = 40 m	19.0	157.8	24.7
nur Modellhintergrund, keine Industriequellen	19.9	64.0	24.5
Interpolation + Modellhintergrund, Industriequellen Höhe = 40 m	16.2	63.8	28.9
Interpolation + Modellhintergrund, keine Industriequellen	16.3	48.6	28.7

Die Kreuzvalidierung für die Berechnung der in Abbildung 3-16 dargestellten Konzentrationsverteilung ergab einen Root Mean Square Error von $9.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und eine mittlere relative Abweichung von 33.2 % (Tabelle 3-8). Im 1. Zwischenbericht wurden Werte für den Root Mean Square Error von rund $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für die mittlere relative Abweichung von rund 44 % berechnet (in Tabelle 3-8 aus 1. Zwischenbericht, Tabelle 3-10, übernommen). Ein Grund für die niedrigeren Kennwerte der aktuellen Berechnung sind die geringeren relativen Abweichungen an den Stationen Schwartenberg und Klingenthal, die sich ergeben, wenn die Stationen Freiberg, Glauchau und Annaberg-Buchholz nicht bei der Interpolation berücksichtigt werden.

Tabelle 3-8: Root mean square error und mittlere relative Abweichung der Kreuzvalidierung für die FLADIS-Ergebnisse.

	root mean square error [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	mittlere relative Abweichung [%]
Ergebnisse 2. Zwischenbericht (ohne Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz, Freiberg)		
Interpolation Hintergrund + Modellergebnis	9.6	33.2
Ergebnisse 1. Zwischenbericht (mit Stationen Glauchau, Annaberg-Buchholz, Freiberg)		
nur Interpolation	15.6	54.4
Interpolation + Modellhintergrund, Industriequellen Höhe = 40 m	13.0	44.4
Interpolation + Modellhintergrund, keine Industriequellen	13.0	44.5

4 Ermittlung der wesentlichen Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen

4.1 Überprüfung der in den Luftreinhalteplänen getroffenen Aussagen

Es liegen folgende Luftreinhaltepläne für das Land Sachsen vor (Stand 30.09.2009):

- RP Chemnitz 2008: Luftreinhalteplan für die Stadt Chemnitz. Regierungspräsidium Chemnitz. 2008.
- RP Dresden 2008: Luftreinhalte- und Aktionsplan für die Stadt Dresden. Regierungspräsidium Dresden. 2008.
- RP Dresden 2008: Luftreinhalteplan für die Stadt Görlitz. Regierungspräsidium Dresden. 2008.
- LfUG Sachsen 2005: Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 2005.
- Stadt Leipzig: Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig. Entwurf. Stadt Leipzig, 2009.
- Landratsamt Vogtlandkreis: Luftreinhalteplan für die Stadt Plauen. Landratsamt Vogtlandkreis, 2009.

Tabelle 4-1 zeigt die bis zum 30.09.2009 vorgelegten sächsischen Luftreinhaltepläne im Überblick.

Tabelle 4-1: Luftreinhaltepläne in Sachsen

Gebiet	Überschreitung NO ₂	Typ	Stand	
Chemnitz	ja	LRP	Endfassung	12.06.2008
Dresden	ja	LRP/AP	Endfassung	19.05.2008
Görlitz	nein	LRP	Endfassung	April 2008
Leipzig	ja	LRP	Endfassung	15.09.2005
Leipzig	ja	Fortschreibung LRP	Entwurf	27.05.2009
Plauen	nein	LRP	Endfassung	24.09.2009

In fünf der sechs vorliegenden Luftreinhaltepläne wurden Daten zur verursacherbezogenen Quellanalyse bezogen auf den Schadstoff NO_x bzw. NO₂ vorgelegt. Obwohl Görlitz und Plauen keine NO₂-Überschreitung zu verzeichnen haben, wurden jeweils Daten zur verursacherbezogene Quellanalyse für NO_x genannt. Tabelle 4-2 führt die in den Luftreinhalteplänen getroffenen Aussagen zur Verursacheranalyse auf. Zu beachten ist, dass sich die Daten auf verschiedene Bezugsjahre beziehen.

Bei der verursacherbezogenen Quellanalyse wurden folgende Abkürzungen verwendet: Ferntransport (FT), Kfz-Verkehr (Kfz), Industrie - Gewerbe - Großfeuerungsanlagen (Ind), Verkehr Sonstige (VS - Flugverkehr, Schifffahrt, Schienenverkehr), Hausbrand (Haus), Kleinverbraucher (Klein), Landwirtschaft (Land) und Summe (Sum).

Tabelle 4-2: Verursacherbezogene Quellanalyse für NO_x bzw. NO₂

Messstation	BJ	FT in %	Kfz in %	Ind in %	VS in %	Haus in %	Klein in %	Land in %	Sum in %	Seite
Chemnitz - Leipziger Str.	2001 bis 2005	11	81	4	1	2	0.8	0.1	99.9	47
Dresden - Bergstr.	2001 bis 2005	12	74	7	3	4			100	46
Görlitz - Zeppelinstr.	2001 bis 2005	21	31	23	19	5		1	100	40
Leipzig - Mitte	1999 bis 2004	21	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	-	35
Leipzig - Mitte	2001 bis 2005	12	78	5	1	4		0.08	100.08	46
Plauen - Süd	2003 bis 2007	20	73	3	k. A.	4.1		0.3	100.4	32

BJ: Bezugsjahr
 FT: Ferntransport; Kfz: Kfz-Verkehr; Ind: Industrie, Gewerbe und Großfeuerungsanlagen; VS: Verkehr Sonstige (Flugverkehr, Schifffahrt, Schienenverkehr); Haus: Hausbrand; Klein: Kleinverbraucher; Land: Landwirtschaft; Sum: Summe
 k. A.: keine Angabe

In allen Plänen, zu denen eine Quellanalyse vorliegt, wird der Kfz-Verkehr als Hauptverursacher benannt. Die höchsten Werte bei der Belastung durch den Kfz-Verkehr finden sich in Chemnitz mit einem Anteil von 81 %. Die drei Pläne mit NO₂-Überschreitungen, zu denen eine Quellanalyse vorliegt, nennen Anteile des Kfz-Verkehrs von mindestens 70 %. In Görlitz und Plauen, wo keine NO₂-Überschreitung verzeichnet wurden, addieren sich die Immissionen des Gesamtverkehrs (Kfz + Sonstiger Verkehr) zu einem Anteil von 50 % (Görlitz) bzw. 76 % (Plauen).

Auffällig ist in Görlitz der hohe Anteil von Industrie, Gewerbe und Großfeuerungsanlagen, der 23 % ausmacht. Die Industriequellen zeigen in den drei Plänen mit NO₂-Überschreitungen, zu denen eine Quellanalyse vorliegt, einen Anteil von unter 10 %.

Der Anteil des Ferntransports wird in den drei Plänen mit NO₂-Überschreitungen, zu denen eine Quellanalyse vorliegt, mit ca. 10 % aufgeführt. Das Maximum des Ferntransports findet sich mit einem Anteil von 21 % in Görlitz, wo keine NO₂-Überschreitung verzeichnet wurde. Für Leipzig nennt der Luftreinhalteplan vom 15.09.2005 ebenfalls einen Ferntransportanteil von 21 %, im Entwurf der Fortschreibung vom 27.05.2009 werden nur noch 12 % angegeben. Möglicher Grund der Diskrepanz ist die unterschiedliche Methodik der Quellanalyse in den beiden Leipziger Plänen. In Plauen, wo wie in Görlitz keine NO₂-Überschreitung verzeichnet wurde, ist der Anteil des Ferntransports mit 20 % ebenfalls relativ hoch.

Die Quellanalyse wurde in den vorliegenden Luftreinhalteplänen auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt:

- In einem Plan (Leipzig, 15.09.2005) wurde nur der Anteil des Ferntransports an der Gesamtbelastung der innerstädtischen Verkehrsmessstationen bestimmt. Hierzu wurde das Verhältnis der Messwerte ländlicher Hintergrundstationen zu Verkehrsmessstation gebildet.
- In vier Plänen (Chemnitz, Dresden, Görlitz, Plauen) wurde die Quellanalyse auf der Basis von Referenzniveaus und Modellrechnungen durchgeführt. Dabei wurde angenommen, dass der Ferneintrag in den jeweils untersuchten Bereich dem regionalen Hintergrundniveau um diesen Bereich entspricht. Das regionale Hintergrundniveau wurde jeweils der Modellrechnung

IMMIKART FS Sachsen des LfULG entnommen. Der Beitrag des Kfz-Verkehrs wurde mit dem Modell PROKAS ermittelt und an der Messstation mit den Messwerten kalibriert. Der Beitrag der restlichen Quellen der Stadt wurde prozentual auf die erhobenen Emissionsdaten aufgeteilt.

- In einem Plan (Leipzig, Entwurf der Fortschreibung, 27.05.2009) ist die Methodik der Quellanalyse nur verkürzt beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Methodik derjenigen der Pläne Chemnitz, Dresden, Görlitz und Plauen entspricht.

Eine kritische Überprüfung der Beschreibung der Quellanalyse ergibt, dass die Kalibrierung zur Bestimmung des Beitrags des Kfz-Verkehrs und damit die Aufteilung auf die Quellen „Kfz-Verkehr“ und „restliche Quellen der Stadt“ nicht nachvollziehbar ist.

Zusätzlich vernachlässigt die Aufteilung der „restlichen Quellen der Stadt“ entsprechend der Emissionsanteile der städtischen Verursacher, dass bei der Transmission zum Hotspot Bergstraße sehr unterschiedliche Verhältnisse je nach Quellart und –ort zum Tragen kommen. Einer Modellberechnung des Beitrags des städtischen Hintergrunds im Hotspot, die neben dem Straßenverkehr auch die anderen Quellen berücksichtigt, wäre der Vorzug zu geben.

Soweit in der Verursacheranalyse der vorliegenden Luftreinhaltepläne der Romberg-Ansatz zur Ableitung des NO₂-Jahresmittelwertes aus modellierten NO_x-Konzentrationen angewendet wurde, kann nach den Auswertungen in Kapitel 3.2.2 abgeleitet werden, dass dieses Verfahren unter den Bedingungen in Sachsen bisher nicht zu einer Fehlinterpretation führt, da es bezogen auf Verkehrsmessstellen in Sachsen weiterhin einen eher konservativen Ansatz darstellt.

4.2 Vertiefende Analyse der Kraftfahrzeugtechnik und Abgasminderungstechnologien

Autor der Analyse der Kraftfahrzeugtechnik in Kapitel 4.2 ist Heinz Steven (TÜV Nord).

4.2.1 Update der Flottenzusammensetzung in Sachsen anhand von KBA-Bestandsdaten

Für den Flottenmix wurden die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten gesichtet und analysiert. Für LNfz und SNfz liegen statistischen Bestandsdaten zu Gesamtgewichtsklassen und Emissionsstufen zum Stichtag 1. Januar 2009 vor. Eine entsprechende Excel-Tabelle wurde den Auftragnehmern vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Diese wurde für die Städte Dresden und Leipzig ausgewertet. Die Lkw mit Gesamtmassen bis 2800 kg und bis 3500 kg bilden die Kategorie „Leichte Nutzfahrzeuge“. Daher wurden deren Bestandszahlen zusammengefasst ausgewertet. Die Anteile an den einzelnen Schadstoffklassen (EURO 1 bis 4) sind in Abbildung 4-1 dargestellt. Die größten Anteile entfallen auf EURO 3 Fahrzeuge, gefolgt von EURO 2 und EURO 1. Die derzeit aktuelle Emissionsstufe (EURO 4) weist die geringsten Anteile auf. Die unter „Sonstige“ subsummierten Fahrzeuge werden der Emissionsstufe „vor EURO 1“ zugeordnet. Die wenigen EEV-Fahrzeuge (3 in Dresden und 1 in Leipzig) wurden vernachlässigt.

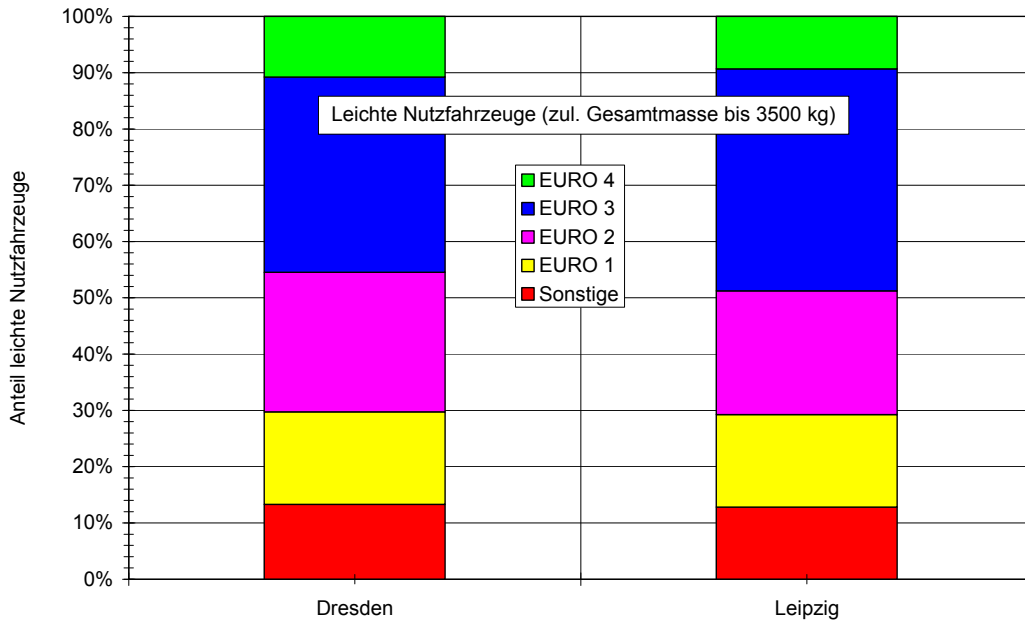


Abbildung 4-1: Leichte Nutzfahrzeuge, Anteile nach Schadstoff-Emissionsstufen

Für Nutzfahrzeuge über 3500 kg zul. Gesamtmasse ist die derzeit gültige Emissionsstufe EURO 5 (ab 2008). Bei den kleinen Lkw (bis 7500 kg zul. Gesamtmasse) ist deren Anteil aber unter 2 % (siehe Abbildung 4-2). Es überwiegen EURO 2 und EURO 3 Fahrzeuge sowie „Sonstige“.

Für Lkw mit zul. Gesamtmasse zwischen 7501 kg und 12000 kg liegt der Anteil der EURO 5 Fahrzeuge deutlich höher (zwischen 4 % und 7 %, siehe Abbildung 4-3). Aber auch hier überwiegen Fahrzeuge der Emissionsstufen EURO 2 und 3.

Für Lkw mit zul. Gesamtmasse über 12000 kg beträgt der Anteil der EURO 5 Fahrzeuge 13 % (siehe Abbildung 4-4), er ist damit bereits größer als der Anteil der sonstigen Fahrzeuge. EURO 2 und EURO 3 Fahrzeuge machen etwa 60% des Bestands aus.

Während die Unterschiede hinsichtlich der Emissionsstufen zwischen Dresden und Leipzig bei den leichten und schweren Nutzfahrzeugen relativ gering sind, ergeben sich bei den Kraftomnibussen signifikante Unterschiede (siehe Abbildung 4-5). Die Zusammensetzung des Bestandes in Dresden ähnelt der bei den schweren Nutzfahrzeugen, die Zusammensetzung in Leipzig ist in zwei Punkten völlig anders. Zum einen besteht 12 % der Flotte aus EEV-Fahrzeugen (Fahrzeuge mit sehr niedrigen Schadstoffemissionen), zum anderen ist der Anteil „Sonstige“ außergewöhnlich hoch. Hier besteht noch Erklärungsbedarf.

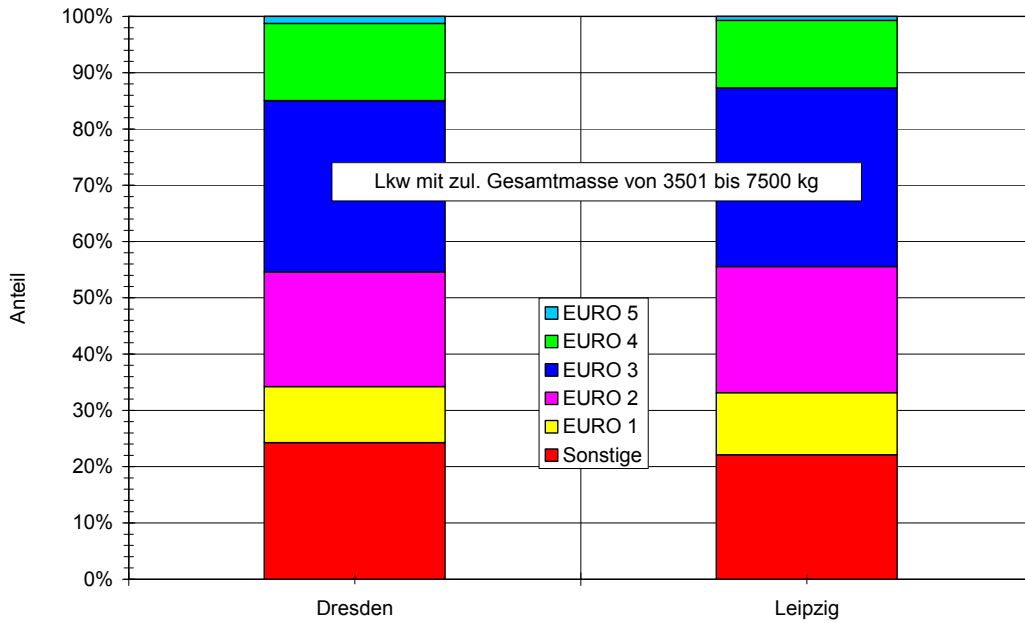


Abbildung 4-2: Lkw bis 7500 kg Gesamtmasse, Anteile nach Schadstoff-Emissionsstufen

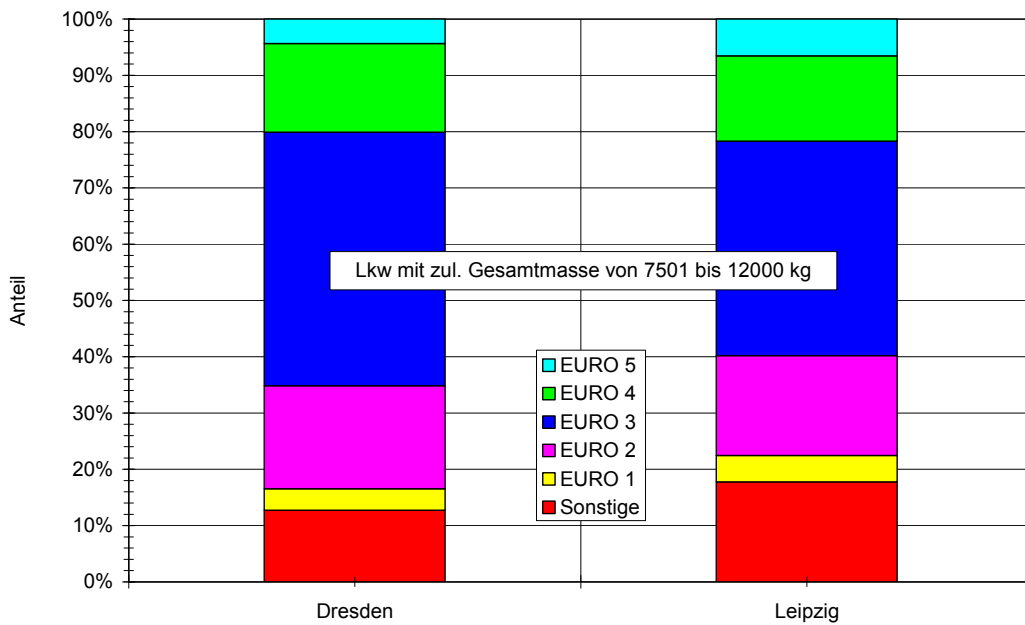


Abbildung 4-3: Lkw bis 12000 kg Gesamtmasse, Anteile nach Schadstoff-Emissionsstufen

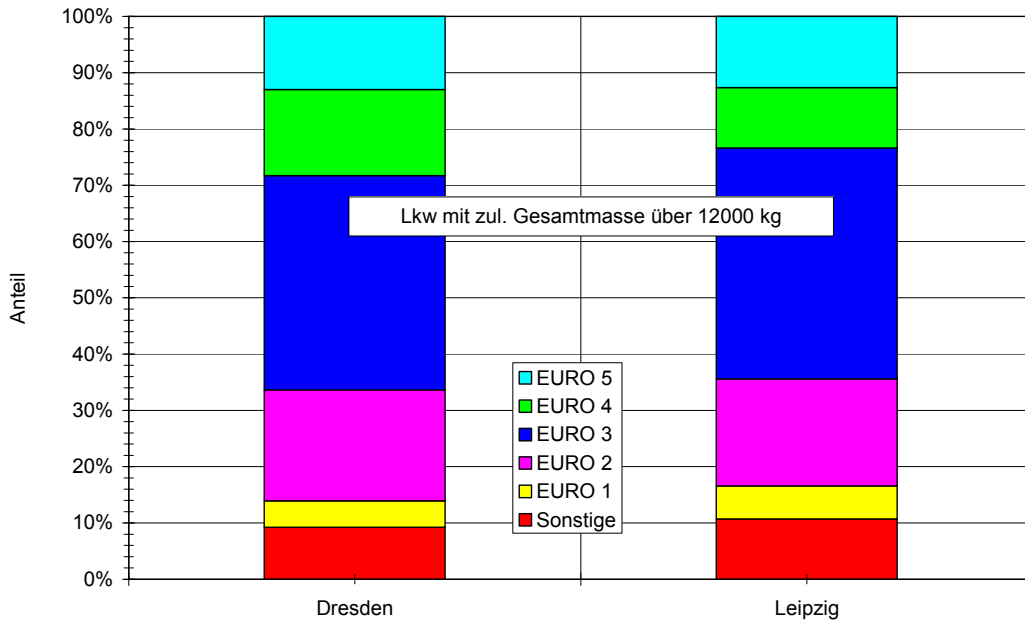


Abbildung 4-4: Lkw über 12000 kg Gesamtmasse, Anteile nach Schadstoff-Emissionsstufen

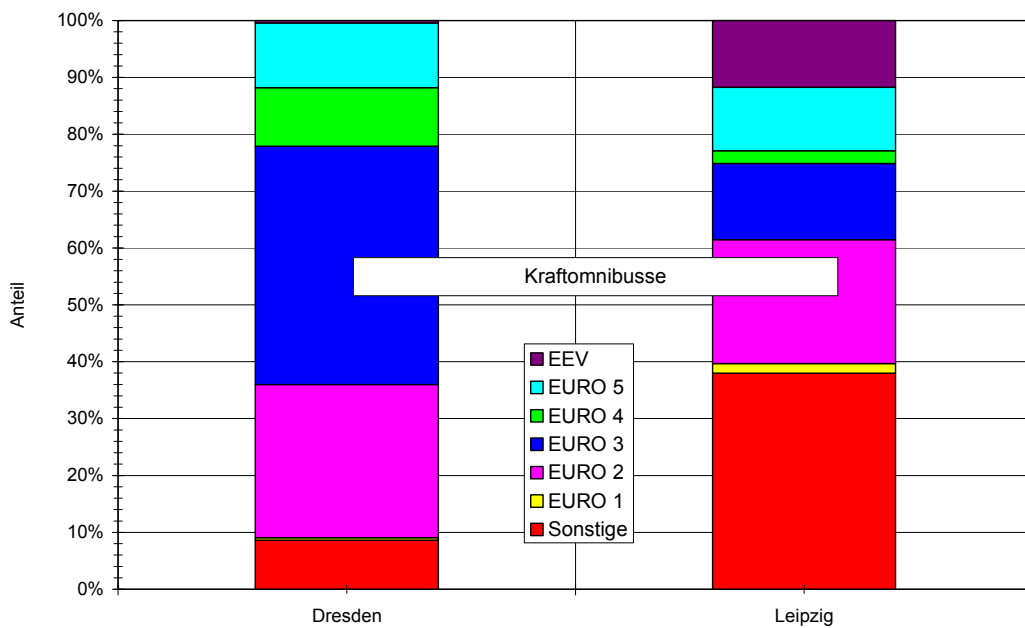


Abbildung 4-5: Kraftomnibusse, Anteile nach Schadstoff-Emissionsstufen

In einer weiteren Excel-Datei (Verkehrszahlen_Sachsen.xls) werden Angaben zu Fahrleistungen von Lkw und Last- und Sattelzügen für Bezugsjahre zwischen 1996 und 2006 gemacht. Diese Werte sind entsprechenden Werten aus Tremod in Abbildung 4-6 gegenübergestellt. Das Land Sachsen hat demnach bei ähnlichem zeitlichen Trend einen um ca. 10 % höheren Anteil an Last- und Sattelzügen und einen entsprechend geringeren Anteil an Solo-Lkw als der Bundesdurchschnitt. Dies wird bei den Fahrleistungsgewichtungen entsprechend berücksichtigt.

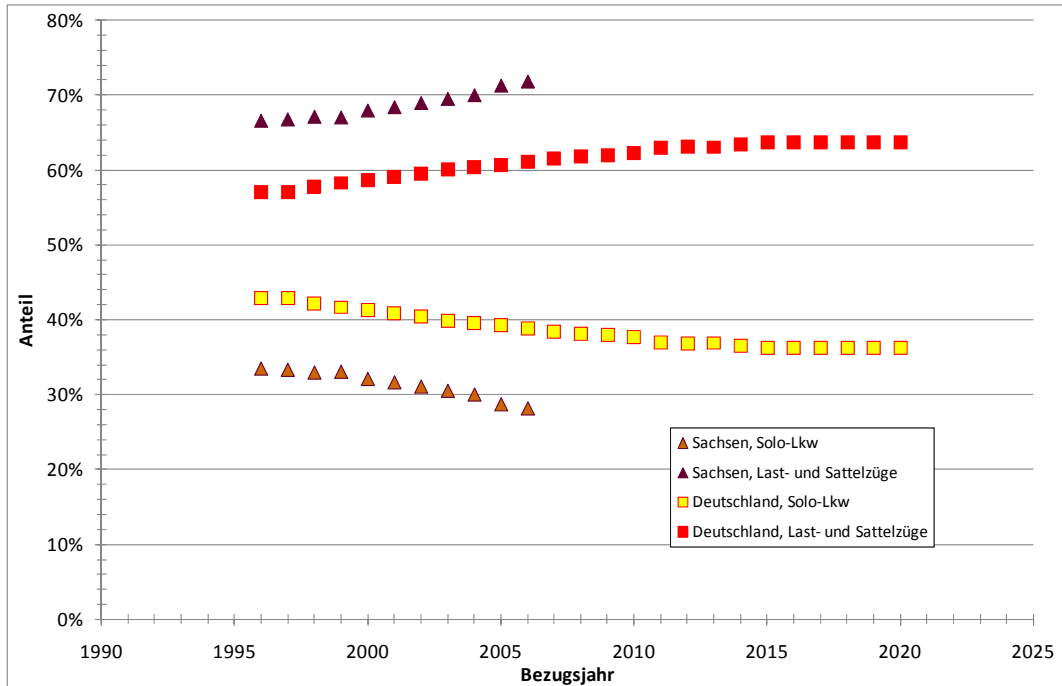


Abbildung 4-6: Vergleich der Fahrleistungsanteile von Solo-Lkw und Last- und Sattelzügen für Sachsen und Deutschland gesamt

Für Pkw liegen aus KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009A) und KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009B) statistische Angaben des KBA zu den Anteilen von Benzin/Diesel, Emissionsstufen und von Hubraumklassen für Sachsen und das Bundesgebiet insgesamt für das Bezugsjahr 2008 (Stichtag 01.01.2009) vor. Die Anteile Benzin/Diesel sind in Tabelle 4-3 zusammengestellt. Der Anteil an Diesel-Pkw ist in Sachsen um 7,5 % geringer als im Bundesdurchschnitt. Allerdings liegen die Diesel-Anteile in Leipzig und mehr noch in Dresden über dem Landesdurchschnitt.

Tabelle 4-3: Anteile Benzin/Diesel/Sonstige bei Pkw für das Bezugsjahr 2008

Regierungsbezirk Statistische Kennziffer Zulassungsbezirk	SACHSEN, 01.01.2009										
	Insgesamt	Nach Kraftstoffarten					Nach Kraftstoffarten				
		Benzin	Diesel	Gas		sonstige	Benzin	Diesel	Gas		sonstige
				insgesamt	dar. Erdgas einschl. bivalent				insgesamt	dar. Erdgas einschl. bivalent	
1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	
RB CHEMNITZ											
CHEMNITZ, STADT	117 196	94 787	21 347	948	129	114	80.9%	18.2%	0.8%	0.1%	0.1%
ERZGEBIRGSKREIS	203 736	167 558	34 594	1 505	64	79	82.2%	17.0%	0.7%	0.0%	0.0%
MITTELSACHSEN	180 891	147 619	31 261	1 919	100	92	81.6%	17.3%	1.1%	0.1%	0.1%
VOGTLANDKREIS	135 194	111 174	23 008	949	47	63	82.2%	17.0%	0.7%	0.0%	0.0%
RB ZUSAMMEN	818 826	670 929	140 426	7 015	484	456	81.9%	17.1%	0.9%	0.1%	0.1%
RB DRESDEN											
DRESDEN, STADT	198 639	158 460	38 457	1 437	173	285	79.8%	19.4%	0.7%	0.1%	0.1%
BAUTZEN	179 094	147 234	30 109	1 642	27	109	82.2%	16.8%	0.9%	0.0%	0.1%
GOERLITZ	144 964	122 669	21 130	1 084	9	81	84.6%	14.6%	0.7%	0.0%	0.1%
MEISSEN	130 415	105 988	23 266	1 084	56	77	81.3%	17.8%	0.8%	0.0%	0.1%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	134 821	112 229	21 561	927	79	104	83.2%	16.0%	0.7%	0.1%	0.1%
RB LEIPZIG											
LEIPZIG, STADT	187 616	152 041	33 754	1 635	371	186	81.0%	18.0%	0.9%	0.2%	0.1%
LEIPZIG	143 930	115 887	26 325	1 665	103	53	80.5%	18.3%	1.2%	0.1%	0.0%
NORDSACHSEN	110 853	89 246	20 705	851	70	51	80.5%	18.7%	0.8%	0.1%	0.0%
RB ZUSAMMEN	442 399	357 174	80 784	4 151	544	290	80.7%	18.3%	0.9%	0.1%	0.1%
SACHSEN INSGESAMT	2 049 158	1 674 683	355 733	17 340	1 372	1 402	81.7%	17.4%	0.9%	0.1%	0.1%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	41321171	30639015	10290288	367146	60744	24722	74.1%	24.9%	0.9%	0.1%	0.1%

Eine entsprechende Statistik für Hubraumklassen ist in Tabelle 4-4 zusammengestellt. Der Anteil kleinerer Fahrzeuge ist in Sachsen deutlich größer als im Bundesdurchschnitt. Gegenüber 2005 sind gegenläufige Trends zwischen Sachsen und dem Bundesdurchschnitt festzustellen, allerdings

mit nicht signifikanten Veränderungen: Im Bundesdurchschnitt hat die niedrigste Hubraumklasse prozentual zugenommen, in Sachsen leicht abgenommen. Allerdings zeigen die Städte Dresden und Leipzig Abweichungen gegenüber dem Landesdurchschnitt.

Tabelle 4-4: Anteile an unterschiedlichen Hubraumklassen bei Pkw für das Bezugsjahr 2008

Regierungsbezirk Statistische Kennziffer Zulassungsbezirk	mit Hubraum in cm ³			insgesamt	mit Hubraum in cm ³			insgesamt
	bis 1399	1400 bis 1999	2000 und mehr		bis 1399	1400 bis 1999	2000 und mehr	
RB CHEMNITZ								
CHEMNITZ, STADT	40,343.00	65,959.00	10,875.00	117 177	34.4%	56.3%	9.3%	100.0%
ERZGEBIRGSKREIS	77,836.00	109,970.00	15,904.00	203 710	38.2%	54.0%	7.8%	100.0%
MITTELSACHSEN	66,550.00	99,195.00	15,119.00	180 864	36.8%	54.8%	8.4%	100.0%
VOGTLANDKREIS	50,147.00	73,688.00	11,320.00	135 155	37.1%	54.5%	8.4%	100.0%
ZWICKAU	69,388.00	98,156.00	14,215.00	181 759	38.2%	54.0%	7.8%	100.0%
RB ZUSAMMEN	304,264.00	446,968.00	67,433.00	818 665	37.2%	54.6%	8.2%	100.0%
RB DRESDEN								
DRESDEN, STADT	62,795.00	114,383.00	21,429.00	198 607	31.6%	57.6%	10.8%	100.0%
BAUTZEN	63,883.00	100,740.00	14,436.00	179 059	35.7%	56.3%	8.1%	100.0%
GOERLITZ	51,823.00	81,407.00	11,712.00	144 942	35.8%	56.2%	8.1%	100.0%
MEISSEN	45,411.00	73,233.00	11,742.00	130 386	34.8%	56.2%	9.0%	100.0%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	48,544.00	74,657.00	11,604.00	134 805	36.0%	55.4%	8.6%	100.0%
RB ZUSAMMEN	272,456.00	444,420.00	70,923.00	787 799	34.6%	56.4%	9.0%	100.0%
RB LEIPZIG								
LEIPZIG, STADT	63,117.00	104,259.00	20,196.00	187 572	33.6%	55.6%	10.8%	100.0%
LEIPZIG	51,137.00	79,981.00	12,786.00	143 904	35.5%	55.6%	8.9%	100.0%
NORDSACHSEN	39,953.00	61,399.00	9,476.00	110 828	36.0%	55.4%	8.6%	100.0%
RB ZUSAMMEN	154,207.00	245,639.00	42,458.00	442 304	34.9%	55.5%	9.6%	100.0%
SACHSEN INSGESAMT	730,927.00	1,137,027.00	180,814.00	2 048 768	35.7%	55.5%	8.8%	100.0%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	12,510,778.00	22,368,407.00	6,432,176.00	41 311 361	30.3%	54.1%	15.6%	100.0%

Die Statistiken für die Emissionsstufen von Benzinern und Diesel sind in Tabelle 4-5 und Tabelle 4-6 zusammengestellt. In Sachsen sind die Anteile an Pkw mit Emissionsstufen vor EURO 3 bei Benzinern etwas, bei Diesel deutlich geringer und die von Pkw der Emissionsstufe EURO 3 höher als im Bundesdurchschnitt.

Die entsprechenden Änderungen sind bei den Gewichtungsfaktoren zu berücksichtigen und zwar auch bei den LNfz, wobei der Handbuch-Trend für die zeitliche Entwicklung nach 2008 beibehalten werden sollte.

Tabelle 4-5: Statistische Angaben nach Emissionsstufen für Benzin-Pkw, Bezugsjahr 2008

Regierungsbezirk Zulassungsbezirk	benzinangetriebene Pkw nach Emissionsgruppen							
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	sonstige	Benzin gesamt
RB CHEMNITZ								
CHEMNITZ, STADT	10.3%	30.9%	18.1%	40.1%	0.1%		0.4%	100.0%
ERZGEBIRGSKREIS	10.8%	32.2%	18.5%	37.9%	0.1%		0.5%	100.0%
MITTELSACHSEN	13.0%	34.1%	17.5%	34.8%	0.1%		0.5%	100.0%
VOGTLANDKREIS	10.9%	31.3%	16.9%	40.2%	0.1%		0.6%	100.0%
ZWICKAU	11.0%	31.9%	16.9%	39.6%	0.1%		0.5%	100.0%
RB ZUSAMMEN	11.3%	32.2%	17.6%	38.3%	0.1%		0.5%	100.0%
RB DRESDEN								
DRESDEN, STADT	11.8%	31.5%	17.4%	38.8%	0.1%		0.3%	100.0%
BAUTZEN	14.6%	35.7%	16.5%	32.4%	0.1%		0.7%	100.0%
GOERLITZ	14.6%	36.7%	16.3%	31.7%	0.1%		0.7%	100.0%
MEISSEN	15.2%	34.7%	15.9%	33.5%	0.1%		0.6%	100.0%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	13.9%	34.9%	17.1%	33.4%	0.1%		0.6%	100.0%
RB ZUSAMMEN	13.9%	34.6%	16.7%	34.2%	0.1%		0.6%	100.0%
RB LEIPZIG								
LEIPZIG, STADT	13.2%	30.6%	17.3%	38.4%	0.1%		0.4%	100.0%
LEIPZIG	14.2%	33.0%	16.6%	35.6%	0.1%		0.6%	100.0%
NORDSACHSEN	14.9%	33.4%	16.0%	35.1%	0.1%		0.6%	100.0%
RB ZUSAMMEN	13.9%	32.1%	16.7%	36.6%	0.1%		0.5%	100.0%
SACHSEN INSGESAMT	12.8%	33.1%	17.1%	36.4%	0.1%		0.5%	100.0%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	13.6%	33.2%	15.6%	36.6%	0.1%		0.8%	100.0%

Tabelle 4-6: Statistische Angaben nach Emissionsstufen für Diesel-Pkw, Bezugsjahr 2008

Regierungsbezirk Zulassungsbezirk	dieselangetriebene Pkw nach Emissionsgruppen							
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6	sonstige	Diesel gesamt
RB CHEMNITZ								
CHEMNITZ, STADT	1.7%	14.6%	34.3%	48.1%	0.6%		0.8%	100%
ERZGEBIRGSKREIS	2.1%	17.7%	38.4%	40.8%	0.3%		0.6%	100%
MITTELSACHSEN	2.4%	18.8%	38.5%	39.0%	0.3%		1.0%	100%
VOGTLANDKREIS	2.3%	18.3%	37.8%	40.4%	0.4%		0.9%	100%
ZWICKAU	2.0%	17.1%	36.3%	43.6%	0.4%		0.5%	100%
RB ZUSAMMEN	2.1%	17.5%	37.2%	42.1%	0.4%		0.8%	100%
RB DRESDEN								
DRESDEN, STADT	2.1%	15.3%	33.6%	47.5%	0.6%		0.8%	100%
BAUTZEN	2.6%	18.0%	38.3%	39.7%	0.3%		1.0%	100%
GOERLITZ	3.1%	19.5%	38.6%	37.4%	0.3%		1.2%	100%
MEISSEN	2.7%	18.5%	37.7%	39.6%	0.4%		1.1%	100%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	2.8%	19.3%	38.2%	38.2%	0.4%		1.1%	100%
RB ZUSAMMEN	2.6%	17.7%	36.9%	41.3%	0.4%		1.0%	100%
RB LEIPZIG								
LEIPZIG, STADT	2.4%	15.8%	33.9%	46.0%	0.7%		1.2%	100%
LEIPZIG	2.7%	18.5%	38.4%	39.2%	0.3%		1.0%	100%
NORDSACHSEN	2.8%	18.0%	39.2%	38.6%	0.3%		1.1%	100%
RB ZUSAMMEN	2.6%	17.2%	36.7%	41.9%	0.5%		1.1%	100%
SACHSEN INSGESAMT	2.4%	17.5%	37.0%	41.7%	0.4%		0.9%	100%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	3.0%	19.6%	34.1%	41.3%	0.6%	0.0%	1.3%	100%

Die Fahrleistungsgewichtungen für die neuen Emissionsstufen sollen für Pkw und LNfz auf der Basis der in Abbildung 4-7 dargestellten Altersverteilung für Sachsen für 2008 bestimmt werden.

Diese stammt aus KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009B). Die Kurven entsprechen einem Durchschnittsalter von 8.1 Jahren für Sachsen und 8.1 Jahren für den Bundesdurchschnitt und für 2008. Die Abweichungen zwischen Sachsen und dem Bundesdurchschnitt sind in 2008 im Vergleich zu 2005 geringer geworden. Es kann gefolgert werden, dass hinsichtlich der Altersverteilung mit dem Bundesdurchschnitt gerechnet werden kann, dass also keine Korrekturen gegenüber dem Handbuch erforderlich sind. Damit sind auch die Tabellen 4-7 und 4-8 aus dem 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) entbehrlich.

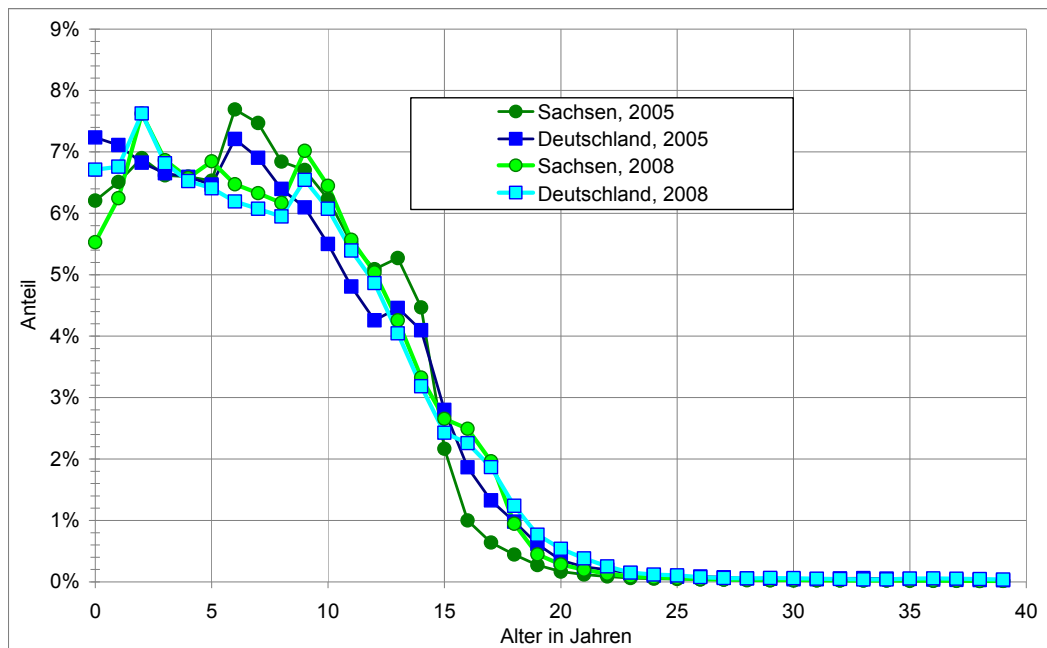


Abbildung 4-7: Altersverteilungen von Pkw und LNfz zur Bestimmung der Fahrleistungsanteile für EURO 5 und 6 (abgeleitet aus KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009B)).

Die Bestandszahlen der leichten Nutzfahrzeuge (bis 3500 kg zul. Gesamtmasse) sind in Tabelle 4-7 zusammengestellt. Der prozentuale Anteil dieser Fahrzeuge an der Summe von Pkw und LNfz ist in Sachsen größer als im Bundesdurchschnitt. Die Zusammensetzung der LNfz nach Gesamtmassenklasse unterscheidet sich in Sachsen ebenfalls deutlich vom Bundesdurchschnitt.

Tabelle 4-8 zeigt den Bestand an schweren Nutzfahrzeugen in 2008. Die Zusammensetzung nach Gesamtmassenklassen unterscheidet sich in Sachsen deutlich vom Bundesdurchschnitt. Dies gilt jedoch auch für die Städte Dresden und Leipzig im Vergleich zum Landesdurchschnitt.

Abbildung 4-8 zeigt die Verteilung der schweren Nutzfahrzeuge (Lkw und Sattelzugmaschinen) nach Fahrzeugalter für Sachsen und das Bundesgebiet für das Bezugsjahr 2008. Für das Durchschnittsalter ergeben sich folgende Werte: Sachsen: 8.1 Jahre für Lkw und 3.4 Jahre für Sattelzugmaschinen; Bundesdurchschnitt: 7.7 Jahre für Lkw und 3.8 Jahre für Sattelzugmaschinen. Es kann gefolgert werden, dass hinsichtlich der Altersverteilung mit dem Bundesdurchschnitt gerechnet werden kann, dass also keine Korrekturen gegenüber dem Handbuch erforderlich sind.

Tabelle 4-7: Leichte Nutzfahrzeuge nach zul. Gesamtmasse, Bezugsjahr 2008

Regierungsbezirk Statistische Kennziffer Zulassungsbezirk	Leichte Nutzfahrzeuge						Pkw + LNfz	Anteil LNfz
	mit zulässiger Gesamtmasse in kg			mit zulässiger Gesamtmasse in kg				
	bis 2800	2801 bis 3500	insgesamt	bis 2800	2801 bis 3500	insgesamt		
RB CHEMNITZ								
CHEMNITZ, STADT	4874	2231	7105	68.6%	31.4%	100.0%	124 282	5.7%
ERZGEBIRGSKREIS	8367	3884	12251	68.3%	31.7%	100.0%	215 961	5.7%
MITTELSACHSEN	7753	3483	11236	69.0%	31.0%	100.0%	192 100	5.8%
VOGTLANDKREIS	5704	2983	8687	65.7%	34.3%	100.0%	143 842	6.0%
ZWICKAU	8064	3676	11740	68.7%	31.3%	100.0%	193 499	6.1%
RB ZUSAMMEN	34762	16257	51019	68.1%	31.9%	100.0%	869 684	5.9%
RB DRESDEN								
DRESDEN, STADT	7936	3572	11508	69.0%	31.0%	100.0%	210 115	5.5%
BAUTZEN	8216	3699	11915	69.0%	31.0%	100.0%	190 974	6.2%
GOERLITZ	5703	2309	8012	71.2%	28.8%	100.0%	152 954	5.2%
MEISSEN	6028	2565	8593	70.2%	29.8%	100.0%	138 979	6.2%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	5995	2802	8797	68.1%	31.9%	100.0%	143 602	6.1%
RB ZUSAMMEN	33878	14947	48825	69.4%	30.6%	100.0%	836 624	5.8%
RB LEIPZIG								
LEIPZIG, STADT	8251	3412	11663	70.7%	29.3%	100.0%	199 235	5.9%
LEIPZIG	6709	2876	9585	70.0%	30.0%	100.0%	153 489	6.2%
NORDSACHSEN	5361	2434	7795	68.8%	31.2%	100.0%	118 623	6.6%
RB ZUSAMMEN	20321	8722	29043	70.0%	30.0%	100.0%	471 347	6.2%
SACHSEN INSGESAMT	88961	39926	128887	69.0%	31.0%	100.0%	2 177 655	5.9%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	1130655	671902	1802557	62.7%	37.3%	100.0%	43 113 918	4.2%

Tabelle 4-8: Bestand an schweren Nutzfahrzeugen im Jahr 2008

Regierungsbezirk Statistische Kennziffer Zulassungsbezirk	Schwere Nutzfahrzeuge											
	mit zulässiger Gesamtmasse in kg					insgesamt	mit zulässiger Gesamtmasse in kg					insgesamt
	3501 bis 5000	5001 bis 7500	7501 bis 12000	12001 bis 20000	20001 und mehr		3501 bis 5000	5001 bis 7500	7501 bis 12000	12001 bis 20000	20001 und mehr	
RB CHEMNITZ												
CHEMNITZ, STADT	364	385	232	270	367	1618	22.5%	23.8%	14.3%	16.7%	22.7%	100.0%
ERZGEBIRGSKREIS	786	604	542	486	536	2954	26.6%	20.4%	18.3%	16.5%	18.1%	100.0%
MITTELSACHSEN	554	824	731	504	711	3324	16.7%	24.8%	22.0%	15.2%	21.4%	100.0%
VOGTLANDKREIS	512	507	378	346	430	2173	23.6%	23.3%	17.4%	15.9%	19.8%	100.0%
ZWICKAU	540	604	513	454	686	2797	19.3%	21.6%	18.3%	16.2%	24.5%	100.0%
RB ZUSAMMEN	2756	2924	2396	2060	2730	12866	21.4%	22.7%	18.6%	16.0%	21.2%	100.0%
RB DRESDEN												
DRESDEN, STADT	518	786	393	384	472	2553	20.3%	30.8%	15.4%	15.0%	18.5%	100.0%
BAUTZEN	583	732	476	443	526	2760	21.1%	26.5%	17.2%	16.1%	19.1%	100.0%
GOERLITZ	418	443	286	308	499	1954	21.4%	22.7%	14.6%	15.8%	25.5%	100.0%
MEISSEN	427	517	435	383	464	2226	19.2%	23.2%	19.5%	17.2%	20.8%	100.0%
SAECHS.SCHWEIZ-OSTERZGEB	500	472	357	317	359	2005	24.9%	23.5%	17.8%	15.8%	17.9%	100.0%
RB ZUSAMMEN	2446	2950	1947	1835	2320	11498	21.3%	25.7%	16.9%	16.0%	20.2%	100.0%
RB LEIPZIG												
LEIPZIG, STADT	328	679	383	337	403	2130	15.4%	31.9%	18.0%	15.8%	18.9%	100.0%
LEIPZIG	341	660	478	406	568	2453	13.9%	26.9%	19.5%	16.6%	23.2%	100.0%
NORDSACHSEN	279	501	518	341	610	2249	12.4%	22.3%	23.0%	15.2%	27.1%	100.0%
RB ZUSAMMEN	948	1840	1379	1084	1581	6832	13.9%	26.9%	20.2%	15.9%	23.1%	100.0%
SACHSEN INSGESAMT	6150	7714	5722	4979	6631	31196	19.7%	24.7%	18.3%	16.0%	21.3%	100.0%
DEUTSCHLAND INSGESAMT	57428	227496	67049	83586	108558	544117	10.6%	41.8%	12.3%	15.4%	20.0%	100.0%

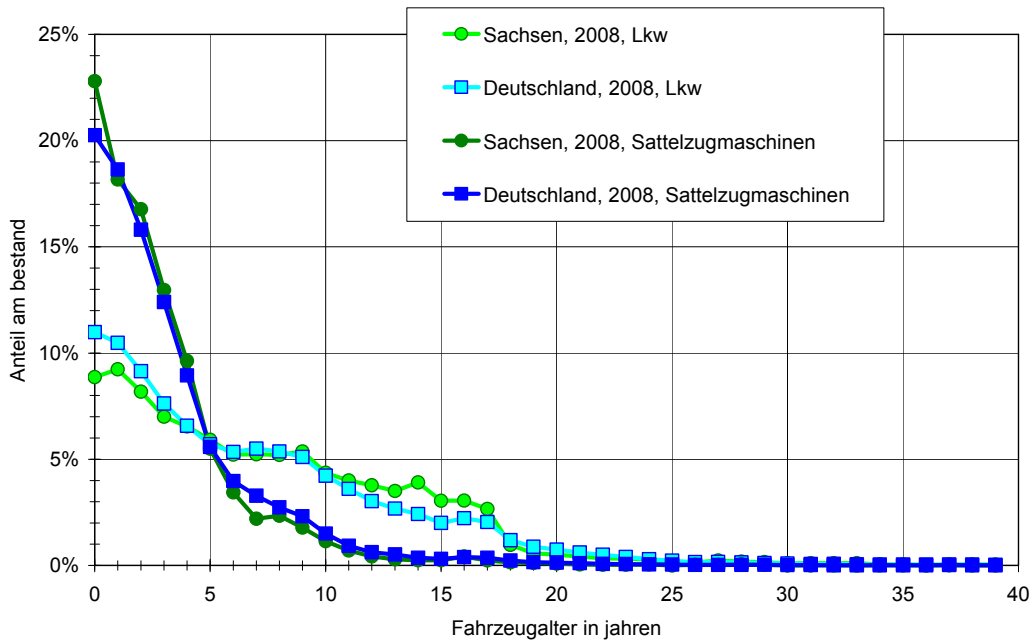


Abbildung 4-8: Verteilung der schweren Nutzfahrzeuge nach Fahrzeualter, Bezugsjahr 2008

4.2.2 Zuordnung von Verkehrssituationen des neuen Handbuchs HBEfa 3

4.2.2.1 Beschreibung der Verkehrssituationen des HBEfa 3

In den vergangenen Jahren wurde das EU-FE-Vorhaben ARTEMIS durchgeführt, in dem ein dem Handbuch ähnliches Modell entwickelt wurde. Das dort entwickelte Schema von Straßenkategorien und Verkehrssituationen ist wesentlich umfangreicher als das des HBEfa 2.1. Die Handbuch-Arbeitsgruppe hat sich entschieden, für das HBEfa 3 die positiven Ergebnisse aus dem ARTEMIS-Vorhaben zu übernehmen.

Das nachfolgende Schema wurde aus dem ARTEMIS-Vorhaben übernommen. Die 4 level of service bezeichnen unterschiedliche Verkehrsbelastungen (free, heavy, saturated, stop+go oder frei, starker Verkehr, gesättigter Verkehr, Stop+Go).

Tabelle 4-9: Schema der Straßentypen/Verkehrssituationen des HBEfa 3

area	road category	level of service	Speed limit in km/h											
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	no limit
rural	Motorway	4						X	X	X	X	X	X	X
	Semi-Motorway	4							X		X			
	TrunkRoad	4				X	X	X	X	X	X			
	Distributor-DistrictConnection	4			X	X	X	X	X	X				
	Distributor-DistrictConnection(withCurves)	4			X	X	X	X	X	X				
	LocalCollector	4			X	X	X	X						
	LocalCollector(withCurves)	4			X	X	X	X						
	Access-residential	4	X	X	X									
urban	Nat-Motorway(ThrougTraffic)	4						X	X	X	X	X	X	
	City-Motorway	4				X	X	X	X	X	X			
	Main(TrunkRoad)	4				X	X	X	X	X	X			
	City-TrunkRoad	4			X	X	X	X	X					
	Distributor-DistrictConnection	4			X	X	X	X						
	LocalCollector	4			X	X								
	Access-residential	4	X	X	X									

Für die Zyklenentwicklung wurden folgende in-use Fahrverhaltensdaten verwendet:

- Pkw:
 - Österreich 2007 (TU Graz in Graz),
 - Deutschland 1998 (FIGE in Aachen und Umgebung) und 2007 (TÜV Nord in Berlin im Rahmen des Projektes iQ Mobility),
 - Norwegen 2007 (im Rahmen des EU-Projektes SILENCE), England (2003), Niederlande, Pkw Zyklen aus dem ARTEMIS model
- Motorräder:
 - WMTC database und ECE Regulation 41 noise database
- Schwere Nutzfahrzeuge:
 - Europäischer Teil der WHDC database

Basis war ein Schema von Zielwerten für die Durchschnittsgeschwindigkeiten, die aus in-use Ergebnissen und Expertenschätzungen abgeleitet wurden. Randbedingungen:

- v_{ave}, v_{max} : Motorräder > Pkw > SNfz,
- p_{stop} : Motorräder < Pkw <= SNfz,
- Level of service:
 - $v_{free} > v_{heavy} > v_{saturated} > v_{stop+go}$,
 - $RPA_{free} < RPA_{heavy} < RPA_{saturated}$

RPA ist das zeitliche Integral über das Produkt aus Fahrgeschwindigkeit und positiver Beschleunigung, dividiert durch die Fahrstrecke, und ist ein guter Indikator für die Dynamik eines Zyklus.

Wie die 4 level of service zu interpretieren sind, geht aus Abbildung 4-9 hervor. Es muss erwähnt werden, dass für Innerorts-Hauptverkehrsstraßen der Zustand „frei“ praktisch nur nachts auftritt, am Tage variiert der level of service zwischen starker Verkehr und Stopp+go.

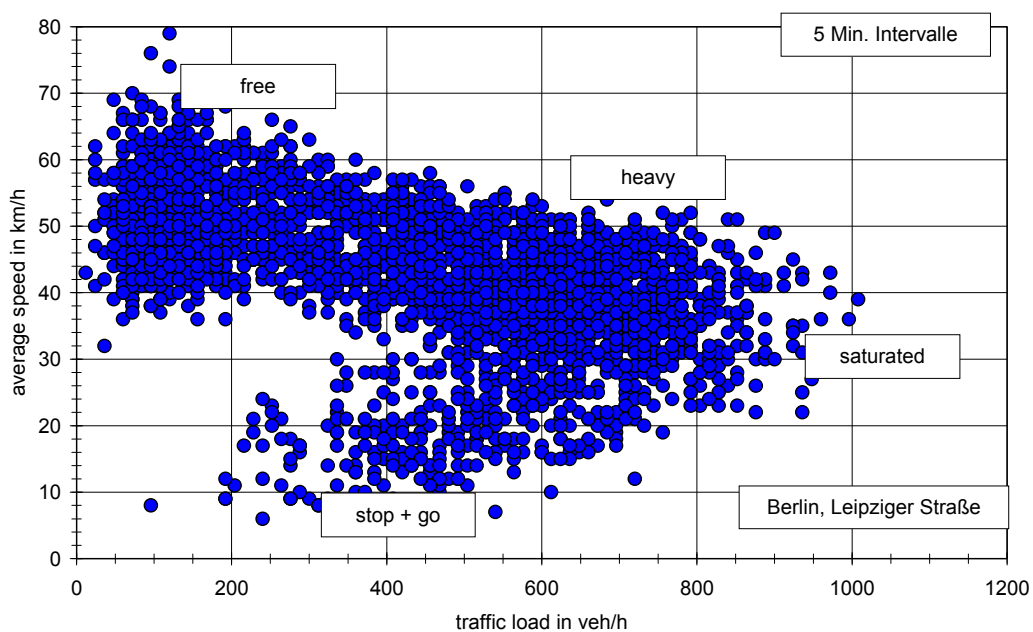


Abbildung 4-9: Fundamentaldiagramm mit Zuordnung der 4 level of service (Bild aus IQ MOBILITY (2008))

Nähere Einzelheiten zu der Zuordnung von Fahrzyklen zum Straßentypschemata aus Tabelle 4-9 findet man im Anhang in Kapitel 8.1.

4.2.2.2 Zuordnung für die Bergstraße in Dresden und die Lützner Straße in Leipzig

Für die Bergstraße in Dresden als auch die Lützner Straße in Leipzig wurden von der TU Dresden Verkehrssituationen und Verkehrsbelegungen durch Messfahrten mit einem Pkw erfasst (siehe TU DRESDEN (2006A) und TU DRESDEN (2006B)). In TU DRESDEN (2006B) ist die Methodik der Zuordnung der Verkehrssituationen des Handbuchs wie folgt beschrieben:

„Nach der an der TU Dresden entwickelten Methodik zur Bestimmung des Tagesganges der Verkehrssituationen wird nun so vorgegangen, dass jeder Stunde in jedem Abschnitt mindestens eine Fahrkurve zugeordnet und dann Stunden mit ähnlichen Kennwerten zusammengefasst werden. Wenn also z. B. in einem Abschnitt zwischen 08:00 Uhr und 15:00 Uhr keine signifikanten verkehrsstärkebedingten Unterschiede in den 7 Fahrkurven auftreten, dann werden diese 7 Fahrkurven zu einem Fahrprofil zusammengefasst und für diese die Kenngrößen Reisegeschwindigkeit, Fahrgeschwindigkeit und das Produkt aus Geschwindigkeit mal Beschleunigung bestimmt. Errechnet werden die Mittelwerte, die 10 %-, 25 %-, 75 %-, und 90 %-Percentile und die Standardabweichung. Weiterhin werden die Anteile an Standzeit und an Konstantfahrt ermittelt. Mit Hilfe dieser Kenngrößen ist es durch Vergleich mit den Kenngrößen der PKW-Fahrmuster möglich, die für den betreffenden Zeitraum am besten zutreffende Verkehrssituation auszuwählen.“

Die in TU DRESDEN (2006A) und TU DRESDEN (2006B) in den Anhängen dargestellten Verkehrssituationen als Ergebnisse des Vergleichs basieren natürlich auf dem Handbuch Version 2. In den folgenden Abschnitten wird die Zuordnung mit derselben Vorgehensweise auf die Verkehrssituationen des Handbuchs Version 3 aktualisiert. Da in TU DRESDEN (2006A) für einzelne Straßenabschnitte auch Linearkombinationen von Verkehrssituationen verwendet wurden, um die (gemessenen) statistischen Kennwerte möglichst genau zu erreichen, wurde hier mit den Verkehrssituationen des neuen Handbuchs in analoger Weise verfahren.

4.2.2.2.1 Bergstraße in Dresden

Für die Zuordnung wurden für die neuen HBEfa 3 Zyklen dieselben Kennwerte berechnet, wie im Anhang des Berichts der TU Dresden (siehe TU DRESDEN (2006A)) angegeben. Aus dem gesamten Zyklenpool wurden dann die nächstliegenden zugeordnet. Die Bezeichnungen entsprechen der im HBEfa 3 verwendeten Nomenklatur für die Verkehrssituationen.

1. Abschnitt 1, Richtung 1:
 - a. 50 % Rural, Distributor-District connection with curves, speedlimit 50 km/h, saturated,
 - b. 50 % Rural, Distributor-District connection with curves, speedlimit 50 km/h, Stop+Go,
2. Abschnitt 2, Richtung 1: Urban, city-trunk road, speedlimit 50 km/h, heavy,
3. Abschnitt 3, Richtung 1: Rural, Distributor-District connection, speedlimit 50 km/h, freeflow,
4. Abschnitt 4, Richtung 1:
 - a. 50 % Rural, Distributor-District connection, speedlimit 50 km/h, freeflow,
 - b. 50 % Rural, local collector, speedlimit 60 km/h, freeflow,
5. Abschnitt 1, Richtung 2: Rural, local collector with curves, speedlimit 60 km/h, heavy,
6. Abschnitt 2, Richtung 2: Urban, local collector, speed limit 60 km/h, saturated,

7. Abschnitt 3, Richtung 2: Rural, access-residential, speedlimit 50 km/h, freeflow,
8. Abschnitt 4, Richtung 2: Rural, Distributor-District connection with curves, speedlimit 50 km/h, saturated.

Die folgenden Tabellen zeigen die Kennwerte für die o. g. Verkehrssituationen. Die durch Messungen mit einem Pkw gewonnenen Kennwerte sind in TU DRESDEN (2006A) angegeben.

Es bedeuten:

- Reisegeschwindigkeit – Durchschnittsgeschwindigkeit einschließlich Stillstandsanteile,
- Fahrgeschwindigkeit – Durchschnittsgeschwindigkeit ohne Stillstandsanteile,
- Average – Durchschnitt,
- Std_dev_v – Standardabweichung der Geschwindigkeit,
- v_10 - 10%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_25 - 25%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_75 - 75%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_90 - 90%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung.

Tabelle 4-10: Reisegeschwindigkeiten

Verkehrssituation	Reisegeschwindigkeit in km/h					
	average	std_dev_v	v_10	v_25	v_75	v_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	48.95	9.82	37.74	45.99	54.53	59.10
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	22.04	20.47	0.00	0.00	40.32	50.99
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	16.01	14.50	0.00	0.00	28.66	38.31
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	29.94	19.30	0.00	10.92	46.84	51.11
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	55.10	13.66	37.97	50.27	65.07	67.83
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	36.18	16.41	8.56	26.81	48.86	53.15
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	43.96	13.24	28.20	36.50	52.43	59.51
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	41.36	14.90	15.80	40.56	49.55	53.24
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	34.21	19.28	0.00	21.17	48.81	53.96

Tabelle 4-11: Fahrgeschwindigkeiten

Verkehrssituation	Fahrgeschwindigkeit in km/h					
	average	std_dev_v	v_10	v_25	v_75	v_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	48.95	9.82	37.74	45.99	54.53	59.10
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	34.20	15.30	11.06	22.67	46.45	53.87
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	22.88	11.96	5.74	13.49	32.84	40.44
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	37.33	13.72	15.40	30.77	48.84	51.68
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	55.10	13.66	37.97	50.27	65.07	67.83
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	39.45	12.82	20.18	31.37	49.26	53.37
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	45.04	11.44	30.01	37.36	52.51	59.54
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	44.58	9.77	34.07	42.44	49.92	53.34
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	40.49	13.61	20.57	34.31	50.16	54.55

Tabelle 4-12: v*a

Verkehrssituation	v*a in m ² /s ³					
	average	std_dev_v	v*a_10	v*a_25	v*a_75	v*a_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	-0.07	3.85	-4.79	-1.95	2.04	4.15
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	-0.31	6.59	-7.83	-0.87	1.74	6.84
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	-0.25	3.60	-4.18	-1.50	0.36	3.86
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	-0.22	5.07	-4.85	-1.37	1.96	5.43
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	-0.10	5.63	-6.66	-3.01	3.22	6.82
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	-0.13	4.57	-4.37	-1.76	2.39	4.53
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	-0.16	6.15	-6.31	-3.80	3.21	6.87
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	-0.20	6.59	-5.24	-3.11	2.73	5.84
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	-0.22	6.10	-5.33	-2.05	2.65	6.42

4.2.2.2.2 Lützner Straße in Leipzig

Für die Lützner Straße in Leipzig wurde analog vorgegangen. Hier ergeben sich aber für verschiedene Abschnitte nach Tageszeit unterschiedliche Verkehrssituationen. Die Zuordnung ist nachstehend angegeben. Die Abkürzungen für die Bezeichnung der Verkehrssituationen sind im Anhang in Kapitel 8.3 erläutert.

- Abschnitt 1 Richtung I, zwischen Zschocherscher Straße und Birkenstraße (auswärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: LSA1, HB 3: URB/Access/40/Freeflow,
- Abschnitt 1 Richtung I, zwischen Zschocherscher Straße und Birkenstraße (auswärts), Zeit von 19:00 Uhr bis 15:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: RUR/Access/40/Freeflow
- Abschnitt 2 Richtung I, zwischen Birkenstraße und Odermannstraße (auswärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: Kern, HB 3: URB/Distr/70/St+Go
- Abschnitt 2 Richtung I, zwischen Birkenstraße und Odermannstraße (auswärts), Zeit von 19:00 Uhr bis 15:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: RUR/Access/40/Freeflow
- Abschnitt 3 Richtung I, zwischen Odermannstraße und Merseburger Straße (auswärts). Verkehrssituation: HB2.1: 87% Kern / 13% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/70/St+Go
- Abschnitt 4 Richtung I, zwischen Merseburger Straße und Cranachstraße (auswärts). Verkehrssituation: HB 2.1 HVS2, HB 3: RUR/Access/40/Freeflow
- Abschnitt 1 Richtung II, zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts), Zeit von 01:00 Uhr bis 04:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: RUR/Access/50/Freeflow
- Abschnitt 1 Richtung II, zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: 54% Kern / 46% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/50/St+Go
- Abschnitt 1 Richtung II, zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: 66% Kern / 34% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/50/St+Go
- Abschnitt 1 Richtung II, zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts)
 - Zeit von 04:00 Uhr bis 06:00 Uhr
 - und von 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr
 - und von 19:00 Uhr bis 01:00 UhrVerkehrssituation: HB 2.1: LSA3, HB 3: RUR/Distr-sin./50/Satur
- Abschnitt 2 Richtung II, zwischen Odermann und Birkenstraße (einwärts), Zeit von 01:00 Uhr bis 04:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: RUR/Access/50/Freeflow
- Abschnitt 2 Richtung II, zwischen Odermann und Birkenstraße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: LSA2, HB 3: URB/Access/50/Satur
- Abschnitt 2 Richtung II, zwischen Odermann und Birkenstraße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS4, HB 3: RUR/Local-sin./50/Heavy
- Abschnitt 2 Richtung II, zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts),
 - Zeit von 04:00 Uhr bis 06:00 Uhr
 - und von 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr
 - und von 19:00 Uhr bis 01:00 UhrVerkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: RUR/Access/50/Freeflow

- Abschnitt 3 Richtung II, zwischen Merseburger Straße und Odermannstraße (einwärts), Zeit von 01:00 Uhr bis 04:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: URB/Access/40/Freeflow
- Abschnitt 3 Richtung II, zwischen Merseburger Straße und Odermannstraße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS3, HB 3: URB/Access/30/Freeflow
- Abschnitt 3 Richtung II, zwischen Merseburger Straße und Odermannstraße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS3, HB 3: RUR/Access/30/Freeflow
- Abschnitt 3 Richtung II, zwischen Merseburger Straße und Odermannstraße (einwärts),
 - Zeit von 04:00 Uhr bis 06:00 Uhr
 - und von 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr
 - und von 19:00 Uhr bis 01:00 Uhr
 Verkehrssituation: HB 2.1: HVS2, HB 3: URB/Access/40/Freeflow
- Abschnitt 4 Richtung II, zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 01:00 Uhr bis 04:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: HVS 2, HB 3: RUR/Distr/50/Freeflow
- Abschnitt 4 Richtung II, zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: 64% Kern / 36% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/50/St+Go
- Abschnitt 4 Richtung II, zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr. Verkehrssituation: HB 2.1: 59% Kern / 41% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/50/St+Go
- Abschnitt 4 Richtung II, zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts),
 - Zeit von 04:00 Uhr bis 06:00 Uhr
 - und von 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr
 - und von 19:00 Uhr bis 01:00 Uhr
 Verkehrssituation: 64% Kern / 36% Stop & Go, HB 3: URB/Distr/50/St+Go

Die folgenden Tabellen zeigen die Kennwerte für die o. g. Verkehrssituationen. Die durch Messungen mit einem Pkw gewonnenen Kennwerte sind in TU DRESDEN (2006B) angegeben.

Es bedeuten:

- Reisegeschwindigkeit – Durchschnittsgeschwindigkeit einschließlich Stillstandsanteile,
- Fahrgeschwindigkeit – Durchschnittsgeschwindigkeit ohne Stillstandsanteile,
- Average – Durchschnitt,
- Std_dev_v – Standardabweichung der Geschwindigkeit,
- v_10 - 10%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_25 - 25%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_75 - 75%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung,
- v_90 - 90%-Perzentil der Geschwindigkeitsverteilung.

Tabelle 4-13: Reisegeschwindigkeiten

Verkehrssituation	Reisegeschwindigkeit in km/h					
	average	std_dev	v_10	v_25	v_75	v_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	48.95	9.82	37.74	45.99	54.53	59.10
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	22.04	20.47	0.00	0.00	40.32	50.99
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	30.64	16.64	0.14	17.54	44.10	46.55
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	33.62	14.48	12.93	22.00	46.61	50.04
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	38.45	15.62	16.26	28.93	49.79	58.06
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	43.96	13.24	28.20	36.50	52.43	59.51
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	12.77	10.40	0.00	0.00	20.36	26.68
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	16.01	14.50	0.00	0.00	28.66	38.31
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30.88	10.39	18.94	26.21	38.67	40.57
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	36.79	13.98	19.11	30.60	46.40	52.33
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	27.00	18.66	0.00	9.71	42.74	51.80

Tabelle 4-14: Fahrgeschwindigkeiten

Verkehrssituation	Fahrgeschwindigkeit in km/h					
	average	std_dev	v_10	v_25	v_75	v_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	48.95	9.82	37.74	45.99	54.53	59.10
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	34.20	15.30	11.06	22.67	46.45	53.87
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	34.74	13.10	14.45	24.87	44.53	46.80
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	34.48	13.61	13.56	23.23	46.77	50.09
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	39.37	14.62	18.48	30.01	50.31	58.25
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	45.04	11.44	30.01	37.36	52.51	59.54
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	17.62	7.99	7.02	11.93	23.17	28.78
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	22.88	11.96	5.74	13.49	32.84	40.44
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	32.04	8.64	20.42	27.68	38.74	40.72
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	38.36	11.97	20.33	32.86	46.47	52.56
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	31.88	16.00	8.54	16.47	44.58	52.57

Tabelle 4-15: v*a

Verkehrssituation	v*a in m ² /s ³					
	average	std_dev	v*_a_10	v*_a_25	v*_a_75	v*_a_90
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	-0.07	3.85	-4.79	-1.95	2.04	4.15
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	-0.31	6.59	-7.83	-0.87	1.74	6.84
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	-0.18	4.26	-4.96	-1.25	2.03	4.50
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	-0.10	3.82	-4.24	-1.65	1.77	3.95
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	-0.20	5.72	-7.31	-3.16	3.16	6.53
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	-0.16	6.15	-6.31	-3.80	3.21	6.87
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	-0.19	3.06	-4.22	-1.44	1.06	3.42
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	-0.25	3.60	-4.18	-1.50	0.36	3.86
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	-0.35	6.50	-7.67	-3.17	3.39	7.24
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	-0.19	5.75	-5.83	-2.57	3.78	5.81
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	-0.16	4.33	-4.86	-1.01	1.40	4.23

Verbleibendes Problem: Für die Stausituationen mit sehr niedrigen Durchschnittsgeschwindigkeiten gibt es im HBEfa 3 keine Zyklen mehr. Dies betrifft die

- Lützner Straße Abschnitt 1 Richtung II zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr,
- Lützner Straße Abschnitt 1 Richtung II zwischen Birkenstraße und Zschocherscher Straße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr,
- Lützner Straße Abschnitt 4 Richtung II zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 06:00 Uhr bis 09:00 Uhr,
- Lützner Straße Abschnitt 4 Richtung II zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 15:00 Uhr bis 19:00 Uhr,
- Lützner Straße Abschnitt 4 Richtung II zwischen Cranachstraße und Merseburger Straße (einwärts), Zeit von 04:00 Uhr bis 06:00 Uhr, und von 09:00 Uhr bis 15:00 Uhr, und von 19:00 Uhr bis 01:00 Uhr.

Für diese Straßen- und Zeitabschnitte betragen die Durchschnittsgeschwindigkeiten (Reisege-
schwindigkeiten) 8.8 km/h bis 10 km/h. Die Stop+Go Verkehrssituation mit der niedrigsten Durch-
schnittsgeschwindigkeit des Handbuchs Version 3 weist einen Wert von 12.8 km/h auf. Die Unter-
schiede in der Emission können hier bis zu 40 % betragen (siehe z. B. Abbildung 4-13 bis
Abbildung 4-15).

4.2.3 Transitverkehr von schweren Nutzfahrzeugen

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Frage des Transitverkehrs von ausländischen schweren
Nutzfahrzeugen. Nach ILLGEN, P. & W. SCHMIDT (2006) ist deren Anteil in Sachsen mit knapp 20%
etwa doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt, wobei die Anteile ausländischer schwerer
Nutzfahrzeuge regional zwischen 15% und 60% variieren können (siehe ILLGEN, P. & W. SCHMIDT
(2006), Tabelle A 6-1). Dies ist insofern von Bedeutung, als im allgemeinen angenommen wird,
dass die ausländischen Fahrzeuge älter als inländische sind und damit höhere Emissionen
aufweisen. Dies mag bei kleineren Lkw durchaus noch der Fall sein, es ist jedoch fraglich, ob das
für Fernverkehrs-Last- und –Sattelzüge auch gültig ist.

Bei der Berechnung der Emissionen könnte der Einfluss der ausländischen Fahrzeuge dadurch
berücksichtigt werden, dass die Flottenzusammensetzung der schweren Nutzfahrzeuge
dahingehend modifiziert wird, dass für den ausländischen Anteil die Zusammensetzung nach
Emissionsstufen (vor EURO I bis EURO VI) gegenüber der Zusammensetzung der inländischen
Fahrzeuge „gealtert“ wird.

Zur besseren Einschätzung der Auswirkungen der Flottenzusammensetzungen sind in Abbildung
4-10 bis Abbildung 4-12 die Wichtungen aus dem HBEfa 3 für kleine, mittlere und schwere Lkw für
den Innerortsbereich angegeben. In Abbildung 4-13 bis Abbildung 4-15 sind beispielhaft die NO_x-
Emissionen für alle neuen Verkehrssituationen für Lkw mit zul. Gesamtmasse bis 7500 kg,
zwischen 14000 kg und 20000 kg und zwischen 34000 kg und 40000 kg angegeben. Die
Zusammensetzung nach Emissionsstufen hängt deutlich von der Fahrzeuggröße ab, bei den NO_x-
Emissionen wird deutlich, dass das Verhältnis SCR/EGR mindestens so bedeutend ist wie die
Frage des Anteils ausländischer Fahrzeuge. Für die anderen Gesamtgewichtsklassen ergeben sich
ähnliche Zusammenhänge.

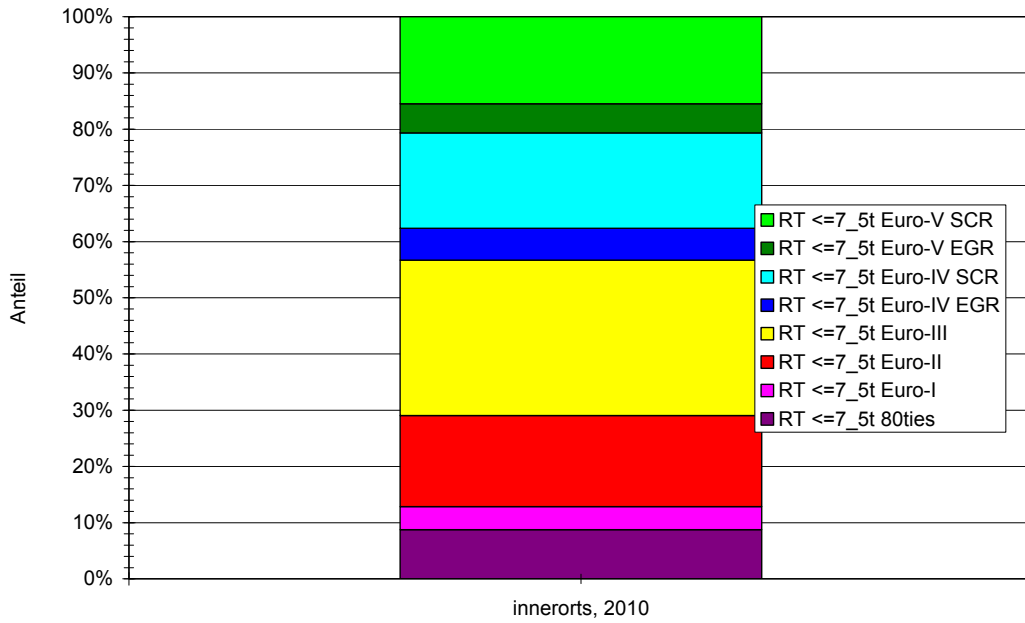


Abbildung 4-10: Zusammensetzung der Lkw bis 7,5 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

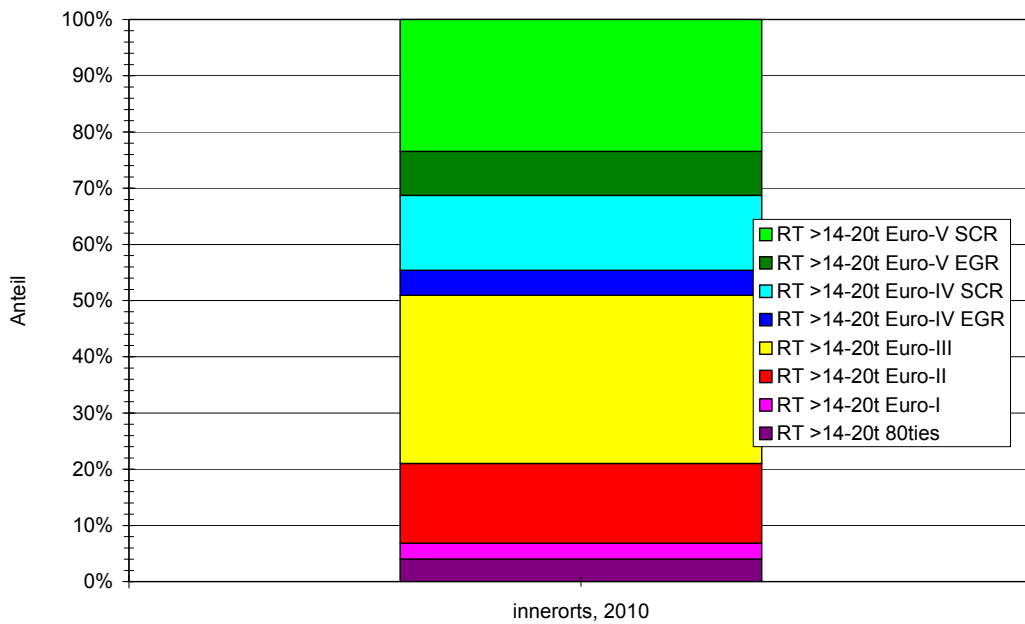


Abbildung 4-11: Zusammensetzung der Lkw von 14 t bis 20 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

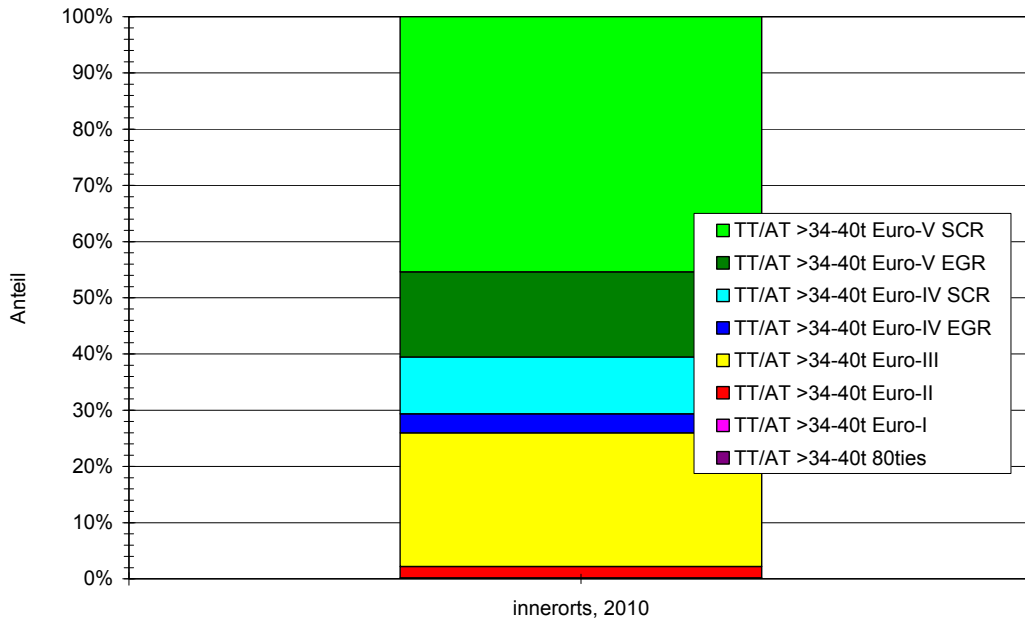


Abbildung 4-12: Zusammensetzung der Last- und Sattelzüge von 34 t bis 40 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

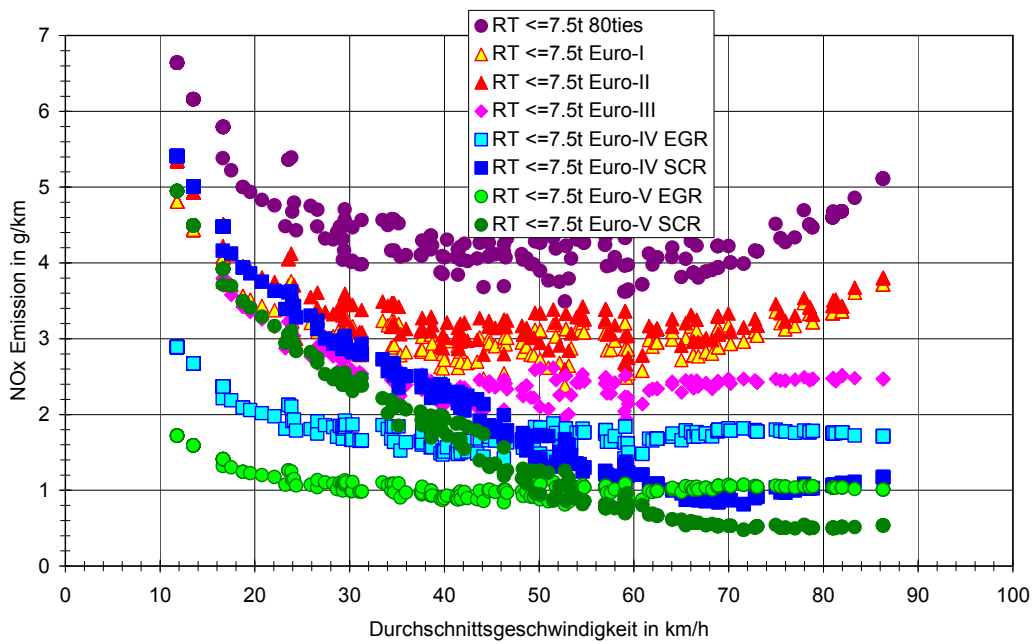


Abbildung 4-13: NO_x-Emissionen der Lkw bis 7,5 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

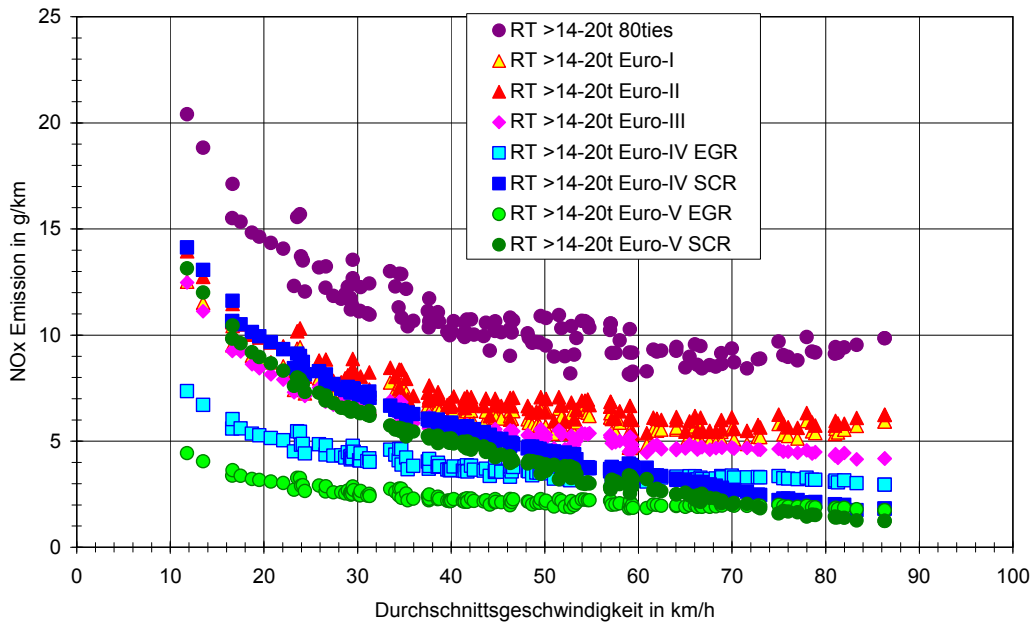


Abbildung 4-14: NO_x-Emissionen der Lkw von 14 t bis 20 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

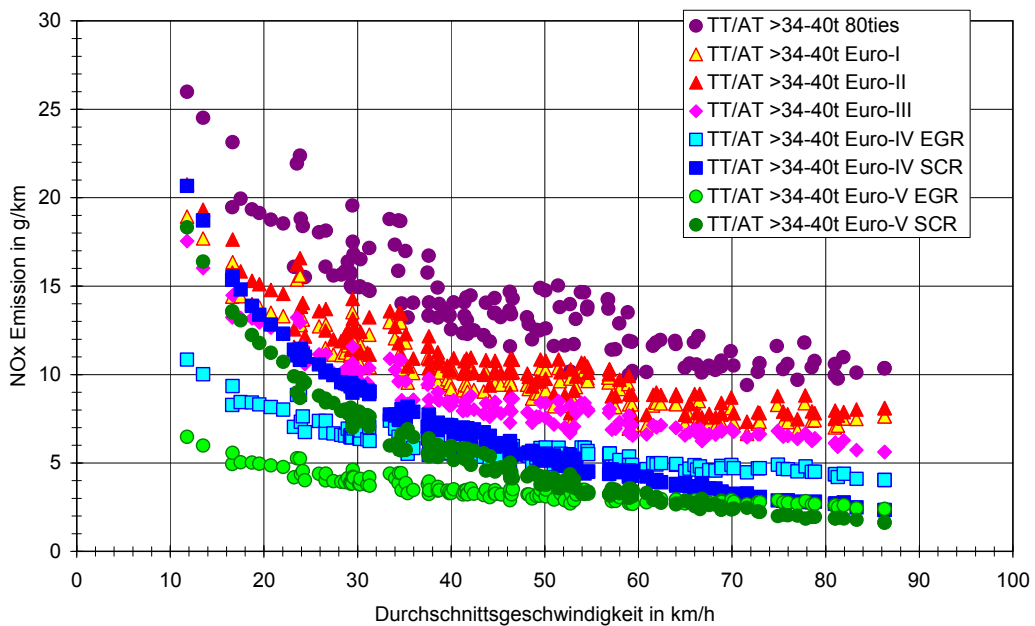


Abbildung 4-15: NO_x-Emissionen der Last- und Sattelzüge von 34 t bis 40 t zul. Gesamtmasse nach Emissionsstufen

4.2.4 Literaturrecherche Biodiesel

Im Rahmen des Projekts sollte auch recherchiert werden, welchen Einfluss die Verwendung von Biodiesel (RME – Rapsölmethylester) auf die NO_x-Emissionen hat. Das HBefa 3 stellt keine Emissionsfaktoren für alternative Kraftstoffe zur Verfügung, weil die Datenlage dazu nicht ausreicht. Allerdings ist sich die Handbuch-Arbeitsgruppe darin einig, dass Emissionsfaktoren für Biodiesel in zukünftigen Updates enthalten sein sollten. Die Situation wird dadurch erschwert, dass Biodiesel pur aber auch als Beimischung verwendet werden kann.

Eine Literaturrecherche hinsichtlich der Auswirkung der Verwendung von Biodiesel auf die NO_x-Emissionen ergab ein uneinheitliches Bild. Rothe fand bei einem EURO IV Lkw-Dieselmotor bei Verwendung von Biodieselbeimischungen eine Abnahme der NO_x-Emissionen um rund 9% (siehe ROTHE, D. (2005)). Es wurden jeweils die reinen Kraftstoffe sowie Beimischungen eines hydrierten Biodiesels (10% und 50%) zum Basiskraftstoff untersucht. Beim dem hydrierten Biodiesel wurden biologische Öle (Fettsäuren aus pflanzlichem und tierischem Ursprung) hydriert, wobei überwiegend n-Paraffine entstehen (BTL = Biomass-to-Liquid). Es handelte sich dabei also nicht um RME.

MUNACK ET AL. (2003) kamen bei einem EURO II Lkw-Dieselmotor zum gegenteiligen Ergebnis (Zunahme der NO_x-Emissionen um 10% bei Verwendung von RME gegenüber herkömmlichen Dieselmotor, siehe STEIN ET AL. (2003) und MUNACK ET AL. (2003)).

Fundiertere Aussagen zum Biodiesel wurden nicht gefunden.

4.2.5 Emissionsfaktoren für Steigungen größer 6%

Ein bedeutender Parameter für die Höhe der Schadstoffemissionen ist die Fahrbahnlängsneigung. Das HBefa stellt Emissionsfaktoren für Längsneigungsklassen zwischen -6% bis +6% mit Klassenbreiten von 2% zur Verfügung. Im Rahmen des Projekts wurde auch die Frage aufgeworfen, wie mit Steigungen > 6% (wie im Falle der Bergstraße in Dresden) zu verfahren ist.

Dazu wurde eine Auswertung der Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von der Längsneigung vorgenommen. Die Ergebnisse sind in den folgenden Bildern dargestellt. Gezeigt sind die Verhältnisse der NO_x-Emissionsfaktoren bei unterschiedlichen Längsneigungen gegenüber dem ebenen Fall für die Verkehrssituationen, die für die Bergstraße zur Anwendung kommen.

Abbildung 4-16 zeigt die Ergebnisse für Pkw. Zunächst ist festzustellen, dass die Kurven gut durch Polynome 3. Grades approximiert werden können, dass aber auch große Unterschiede zwischen den Verkehrszuständen bestehen. Bei stop+go ist der Längsneigungseinfluss am niedrigsten, bei freiem Verkehr mit Tempolimit 60 km/h am größten. Eine Extrapolation auf +8% Längsneigung ergibt Erhöhungen der NO_x-Emission zwischen 12 (stop+go) und 31% (freier Verkehr, Tempo 60) gegenüber der Längsneigung von 6%.

Bei leichten Nutzfahrzeugen ergeben sich ähnliche Trends, wobei die Unterschiede zwischen extrapolierten Werten bei 8% und den Werten bei 6% größer sind als bei den Pkw (20% bis 37%, siehe Abbildung 4-17).

Bei den schweren Nutzfahrzeugen kann man keine einheitlichen Approximationskurven für den gesamten Längsneigungsbereich verwenden, sondern muss zwischen Steigung und Gefälle unterscheiden (siehe Abbildung 4-18). Der positive Bereich kann aber ebenfalls durch Polynome approximiert werden (siehe Abbildung 4-19). Es ergeben sich bei 8% Steigerungsraten für NO_x zwischen 16% und 34% gegenüber 6% Längsneigung.

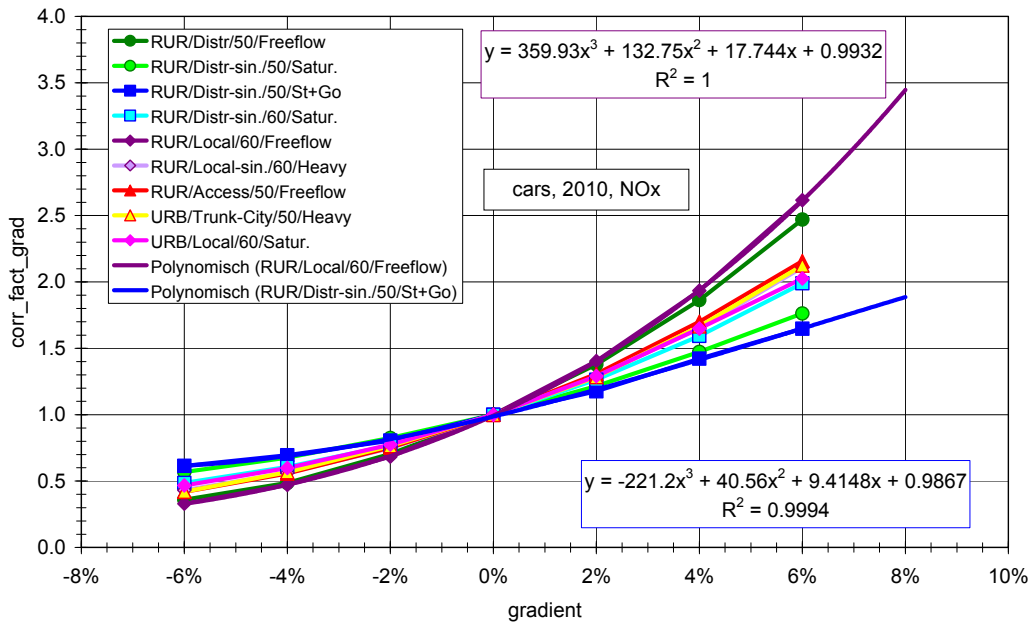


Abbildung 4-16: Verhältnis der NO_x-Emissionsfaktoren bei unterschiedlichen Längsneigungen gegenüber der ebenen Straße für unterschiedliche Verkehrssituationen bei Pkw

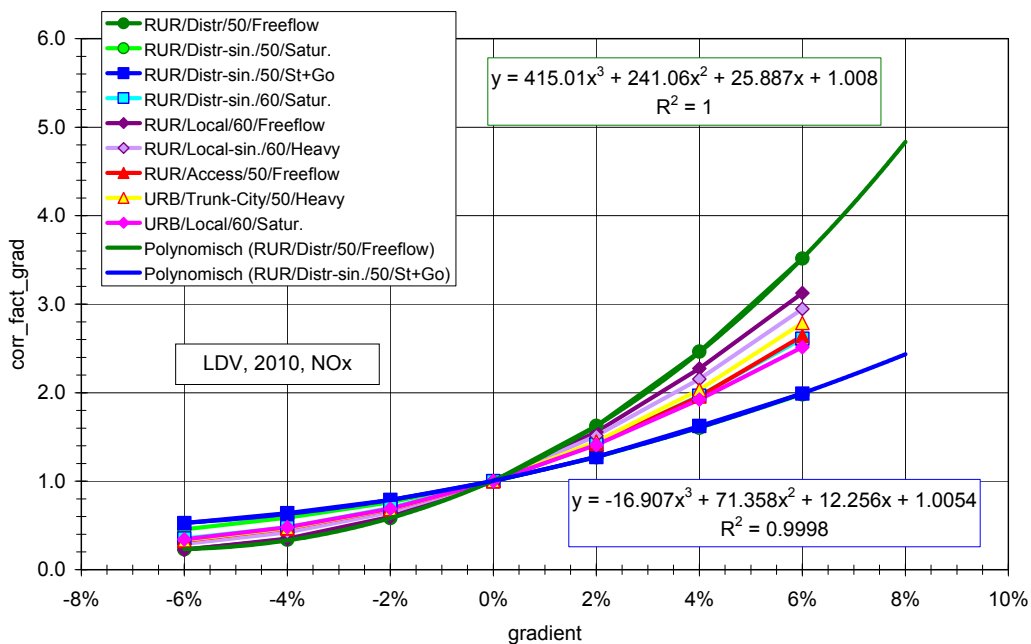


Abbildung 4-17: Verhältnis der NO_x-Emissionsfaktoren bei unterschiedlichen Längsneigungen gegenüber der ebenen Straße für unterschiedliche Verkehrssituationen bei leichten Nutzfahrzeugen

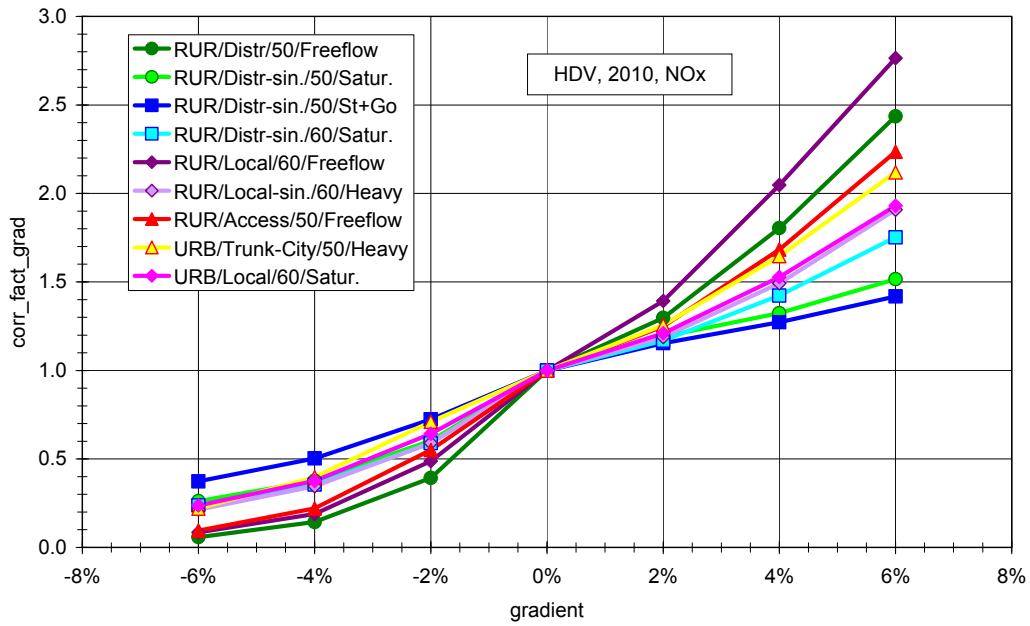


Abbildung 4-18: Verhältnis der NO_x-Emissionsfaktoren bei unterschiedlichen Längsneigungen gegenüber der ebenen Straße für unterschiedliche Verkehrssituationen bei schweren Nutzfahrzeugen

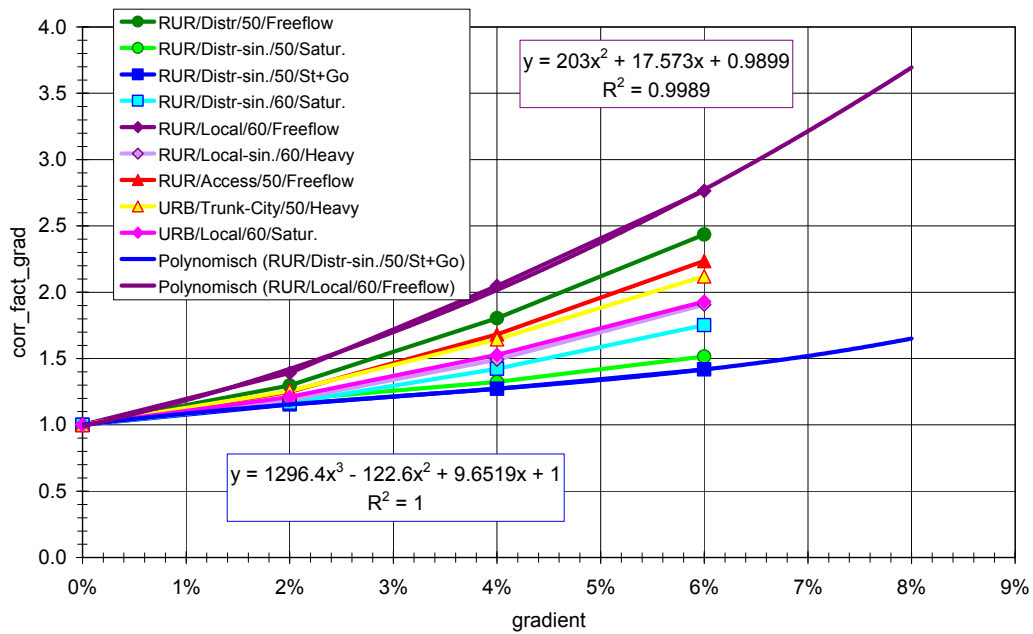


Abbildung 4-19: Verhältnis der NO_x-Emissionsfaktoren bei unterschiedlichen positiven Längsneigungen gegenüber der ebenen Straße für unterschiedliche Verkehrssituationen bei schweren Nutzfahrzeugen

5 Prognose der Entwicklung bis 2020

5.1 Aussagen der Luftreinhaltepläne

Der Grenzwert für NO₂ wird 2010 gültig. Luftreinhaltepläne zu NO₂ sollen auch Auskunft darüber geben, ob die Vorgaben in diesem Stichjahr eingehalten werden oder nicht.

Alle sechs vorliegenden Luftreinhaltepläne enthalten Prognosen der NO₂-Immissionsbelastung für 2010 bzw. 2011, drei der Pläne nennen Prognosen für 2015. Die Prognosen beruhen auf Modellberechnungen verschiedener Szenarien, in die Annahmen zur Entwicklung z. B. des Verkehrs, der Emissionsfaktoren und des NO₂/NO_x-Verhältnisses einfließen.

5.1.1 Prognose 2010

In Tabelle 5-1 werden als Zitate die Aussagen der Luftreinhaltepläne zur Einhaltung der Grenzwerte im Stichjahr 2010 aufgeführt. Zwei Pläne (Leipzig, Entwurf der Fortschreibung, und Plauen) haben die Prognosen für 2011 und nicht für 2010 aufgestellt, „...weil gemäß der RL 2008/50/EG der nächste Termin für die Erfüllung der PM10-Grenzwerte das Jahr 2011 ist. Zugunsten der Einheitlichkeit wurde auch NO₂ für 2011 ausgewiesen“.

Tabelle 5-1: Prognose 2010 bzw. 2011 als Zitat der Luftreinhaltepläne

Gebiet	Verdacht auf ÜS 2010	Prognose für 2010 bzw. 2011 als Zitat aus dem Plan	Seite
Chemnitz	Ja	Lagen die höchsten Konzentrationen für bewohnte Straßenabschnitte im Zeitraum 2001-05 noch bei 58 µg/m³ für NO ₂ , so können diese durch Umsetzung aller Maßnahmen auf 45 µg/m³ bis 2010 gesenkt werden. Hauptursache für diese Immissionsreduzierung sind neben dem technischen Fortschritt der Kfz-Technik vor allem die geplanten verkehrsregulierenden Maßnahmen.	65
Dresden	Ja	Das Regierungspräsidium Dresden hat sich daher entschieden, den Luftreinhalte- und Aktionsplan in der vorliegenden Fassung als 1. Schritt für eine Verbesserung der Luftqualität <i>ohne</i> eine Umweltzone, aber mit einer erheblichen Anzahl anderer Maßnahmen zu verabschieden. Somit können die ersten Maßnahmen zeitnah umgesetzt werden. In einem 2. Schritt sollen weitere Maßnahmen in den Luftreinhalte- und Aktionsplan aufgenommen werden. Nach jetziger Erkenntnislage ist die Einrichtung einer Umweltzone bis spätestens 2010 unausweichlich. Dies sollte Thema der Fortschreibung des Luftreinhalte- und Aktionsplans sein. ... Abschließend wird darauf hingewiesen, dass in allen modellierten Fällen Straßenabschnitte bleiben, für die die Grenzwerte mit diesem Maßnahmenpaket noch nicht eingehalten werden können. Für diese Abschnitte müssen im Einzelfall weitere Maßnahmen geprüft werden.	73
Görlitz	Nein	NO ₂ liegt sehr deutlich unter den Grenzwerten, so dass generell Grenzwertverletzungen unwahrscheinlich sind.	54
Leipzig	Ja	Die für PM10 getroffenen Aussagen treffen im Wesentlichen auch für NO ₂ zu. Hier ist der Einfluss des Verkehrs auf die Gesamtbelastung ... noch stärker. ... Im Rahmen der oben genannten Unsicherheiten könnten im Jahr 2010 im Stadtzentrum (Umgebung des Hauptbahnhofes, Jahnallee, Friedrich-Ebert-Straße, Käthe-Kollwitz-Straße) noch Überschreitungen auftreten. Die Jahnallee würde der Immissionsschwerpunkt bleiben. Außer dieser Straße sind noch Willi-Brandt-Platz, Dittrichring, Friedrich-Ebert-Straße, Käthe-Kollwitz-Straße, Wurzener Straße und Am Gothischem Bad zu beobachten. Für diese Straßen wäre ggf. eine langfristige Lösung (z. B. dauerhafte verkehrslenkende Maßnahmen für LKW) erforderlich.	61
Leipzig (Entwurf der Fortschreibung)	Ja	2011 werden für zwei Abschnitte der Käthe-Kollwitz-Straße (Dittrichring bis Thomasiusstraße), zwei Abschnitte der B181 (Leipziger Straße bis Miltitzer Straße), der Berliner Straße (Kurt-Schuhmacher-Straße bis Erich-Weinert-Straße) und Dufourstraße (Wundtstraße bis Flossplatz) mit NO ₂ -Gesamtbelastungen von 41,6 bis 40,6 geringfügige Überschreitungen des NO ₂ -Grenzwertes berechnet. Auch für diese Straßenabschnitte gelten analoge Aussagen zur Unsicherheit der Modellierung wie bereits für PM10 ausgeführt.	54
Plauen	Ja	Tab. 13-3, Tab. 13-4	97

In allen Plänen wurden Prognosedaten für das Jahr 2010 vorgelegt. In fünf dieser Pläne wurde der Verdacht auf eine Grenzwertüberschreitung im Jahr 2010 ausgesprochen.

Görlitz hat keine NO₂-Überschreitung zu verzeichnen und geht auch nicht von einer Grenzwertverletzung durch NO₂ für 2010 aus.

5.1.2 Prognose 2015

In Tabelle 5-2 werden als Zitate die Aussagen der Pläne mit dem Prognosehorizont 2015 aufgeführt.

Tabelle 5-2: Prognose 2015 als Zitat der Luftreinhaltepläne

Gebiet	Verdacht auf ÜS 2015	Prognose für 2015 als Zitat aus dem Plan	Seite
Chemnitz	Ja	Der NO ₂ -Grenzwert kann auch 2015 noch nicht an allen prognostizierten Straßenabschnitten eingehalten werden, jedoch sind die berechneten Überschreitungen nur noch so gering, dass sie deutlich unter den Fehlergrenzen des Modells liegen. Die verkehrswirksame Umsetzung der geplanten (Kap. 8) und zusätzlichen (Kap. 9) Maßnahmen führt 2015 zu einem starkem Rückgang der höchsten absoluten Konzentrationen bei NO ₂ von 58 µg/m ³ auf 44 µg/m ³ .	66
Dresden	k. A.	k. A.	-
Görlitz	k. A.	k. A.	-
Leipzig	k. A.	k. A.	-
Leipzig (Entwurf der Fortschreibung)	Nein	Ein Blick auf die Ergebnisse der Modellierung für die zwei Szenarien 2015 zeigt, dass die Umweltzone bis dahin und vermutlich darüber hinaus erhalten bleiben muss. Während die PM10-Belastungen auf Grund des hohen Aufwirblungsanteil kaum weiter zurückgehen, reduzieren sich die NO ₂ -Belastungen noch einmal deutlich. Mit der Umweltzone werden für alle Straßenabschnitte die Grenzwerte eingehalten. Die lufthygienische Situation kann in Leipzig nur durch ein ganzes Bündel von Maßnahmen ausreichend verbessert werden, um zukünftig die Grenzwerte für PM10 und NO ₂ einzuhalten. Die weitest reichende und effektivste Maßnahme ist dabei die Einführung eine Umweltzone, die einen Großteil des Stadtgebiets umfasst. Die Berechnungen zeigten sehr deutlich, dass eine kleinere Umweltzone auf Grund fehlender Alternativstrecken nicht zu dem gewünschten Erfolg führt.	54
Plauen	Nein	Alle Modellierungsergebnisse wurden zum Schutz der Bevölkerung mit konservativen, d. h. mit tendenziell schärferen Parametern, gewonnen. Daher wird davon ausgegangen, dass in der Regel vor allem in den hochbelasteten Straßenabschnitten die berechneten Konzentrationen die tatsächlichen eher überschätzen. Aufgrund dieses und des systembedingten Modellierungsfehlers werden berechnete Straßenabschnitte, bei denen die modellierte NO ₂ -Konzentration < 44 µg/m ³ beträgt, nicht als Grenzwertüberschreitung betrachtet. ... Der Vergleich der Ergebnisse in Abb. 6-1 zeigt, dass für 2015 die Kombination der Maßnahmen Ausbau der Trockentalstraße ... (Prognose 6) zu den stärksten Reduzierungen der Immissionsbelastungen führt. In Prognose 6 gelingt es 2015 erstmals für alle Straßenabschnitte der Stadt Plauen die Grenzwerte im oben erwähnten 10 % Rahmen einzuhalten.	47/48

In drei Luftreinhalteplänen wurden Prognosedaten für das Jahr 2015 vorgelegt. Davon wurde in einem (Chemnitz) der Verdacht auf eine Grenzwertüberschreitung im Jahr 2015 ausgesprochen. In

den beiden anderen Plänen (Leipzig, Entwurf der Fortschreibung, und Plauen) wurde prognostiziert, dass die Grenzwerte im Jahr 2015 eingehalten werden, wenn die jeweils geplanten Minderungsmaßnahmen im vollen Umfang umgesetzt werden.

5.1.3 Überprüfung der in den Luftreinhalteplänen getroffenen Annahmen

Die Prognosen der NO₂-Immissionsbelastung in den sechs für Sachsen vorliegenden Luftreinhalteplänen beruhen auf folgenden Annahmen:

- durchschnittliche Meteorologie
- keine Veränderung der nicht-verkehrlichen Emissionen
- Prognose der Verkehrsbelegung
- Prognose der Emissionsfaktoren des Kfz-Verkehrs
- Änderung des NO₂/NO_x-Verhältnisses im Kfz-Abgas

In fünf der sechs Luftreinhaltepläne wird bei der Prognose von durchschnittlichen meteorologischen Bedingungen ausgegangen. Nur im Luftreinhalteplan Görlitz wird der Einfluss ungünstiger meteorologischer Bedingungen auf die Immissionsbelastung über einen einfachen Ansatz berücksichtigt. Insbesondere die im Luftreinhalteplan Plauen prognostizierte sehr knappe Einhaltung des Grenzwerts für den NO₂-Jahresmittelwert im Jahr 2015 ist daher unter der Einschränkung der tatsächlich eintretenden meteorologischen Bedingungen zu sehen.

Die nicht-verkehrlichen Emissionen haben innerstädtisch einen im Vergleich zum Kfz-Verkehr geringen Einfluss auf die NO₂-Immissionsbelastung (Tabelle 4-2). Die Annahme gleichbleibender nicht-verkehrlicher Emissionen wird daher als gerechtfertigt angesehen.

In den sechs Luftreinhalteplänen werden unterschiedliche Annahmen bezüglich der Entwicklung der Verkehrsbelegung getroffen. Zum Teil werden die Werte von 2005 beibehalten, zum Teil wird eine sinkende oder steigende Verkehrsbelegung prognostiziert. In UBA ÖSTERREICH (2008) wird die Verkehrsbelegung als entscheidend für die Entwicklung der NO₂-Immissionen bezeichnet. Daher wird dort alternativ zur eigentlichen Verkehrsprognose ein Nullwachstum bzw. das doppelte Wachstum angesetzt - UBA ÖSTERREICH (2008) geht von wachsenden Verkehrszahlen aus - und die Immissionsprognose durchgeführt, um die Sensitivität der prognostizierten Immissionen auf die Verkehrsbelegung erfassen zu können.

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der Immissionsprognose ist die Prognose der Emissionsfaktoren. Die Emissionsfaktoren des Kfz-Verkehrs wurden in den Luftreinhalteplänen in fünf von sechs Fällen nach HBEfa Version 2.1 (INFRAS (2004)) zunächst für die Analyse der Ist-Situation ermittelt.

Darauf aufbauend wurde basierend auf dem sächsischen Trend der NO₂-Immissionen der letzten 10 Jahre eine Reduktion vorgenommen, die berücksichtigen soll, dass sich in aktueller Zeit das NO₂/NO_x-Verhältnis offenbar hin zu höheren NO₂-Werten verschiebt (z. B. IVU UMWELT (2005), LAMBRECHT, U. (2006)). Diese Vorgehensweise kann auf Grund der Kürze der beigefügten Erläuterungen hier nicht beurteilt werden kann. Insbesondere wird nicht deutlich, inwieweit der Trend in den Immissionen auf die Entwicklung der Emissionen übertragen wurde.

Mit Erscheinen des neuen HBEfa Ende 2009 / Anfang 2010 werden die Prognosen sowohl der NO_x-Emissionen als auch der NO₂-Direktemissionen auf eine neue Datengrundlage gestellt.

5.1.4 Übersicht über die NO₂- und NO_x-Immissionsentwicklung in den Nachbarländern

Deutschland grenzt an die EU-Mitgliedsstaaten Dänemark, Polen, Tschechien, Österreich, Frankreich, Luxemburg, Belgien und die Niederlande sowie an das Nicht-EU-Mitglied Schweiz. Berichte zur allgemeinen NO₂- und NO_x-Immissionsentwicklung in diesen Ländern konnten trotz intensiver Recherche nicht gefunden werden. Insbesondere für NO_x wird häufig die Emissions-, nicht jedoch die Immissionsentwicklung untersucht. Mit Hilfe der AirBase-Datenbasis (EIONET (2009)) könnte eine Analyse der Entwicklung der NO₂-Konzentrationen in den Nachbarländern durchgeführt werden. Der Aufwand dafür ist im vorliegenden Projekt nicht abgedeckt.

Als Anhaltspunkt zeigt Abbildung 5-1 die Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte zwischen 1997 und 2007 für die städtischen und vorstädtischen Hintergrundstationen der Mitgliedsstaaten der European Environment Agency (EEA) mit Ausnahme von Zypern, Island, Liechtenstein, Luxemburg, Malta, Norwegen und der Türkei. Die EEA-Mitgliedsstaaten umfassen dabei die 27 Mitgliedsstaaten der EU sowie Island, Liechtenstein, Norwegen, Schweiz und Türkei. Zusätzlich zur Entwicklung der Jahresmittelwerte ist hellblau der Korridor dargestellt, in dem sich die Konzentrationswerte bewegen, die von 10 % bzw. 90 % der betrachteten Stationen nicht überschritten wurden.

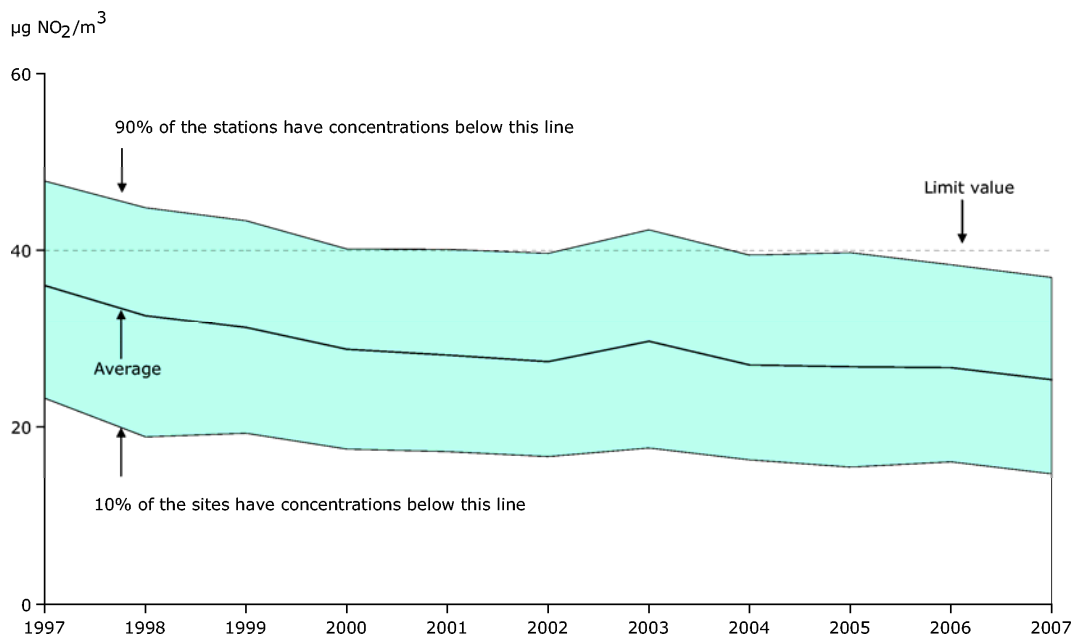


Abbildung 5-1: NO₂-Jahresmittelwerte 1997 – 2007, gemittelt über die Messwerte der städtischen und vorstädtischen Hintergrundstationen der EEA-Mitgliedsstaaten mit Ausnahme von Zypern, Island, Liechtenstein, Luxemburg, Malta, Norwegen und der Türkei. Copyright: EEA, COPENHAGEN (2009)

Nach Abbildung 5-1 gehen die NO₂-Konzentrationen in Europa für städtische und vorstädtische Hintergrundstationen im Mittel zurück. Eine Ausnahme davon bildet das Extremjahr 2003, für das ein leichter Anstieg der mittleren Konzentrationen zu beobachten ist. Dies deckt sich mit dem abnehmenden Trend der NO₂-Jahresmittelwerte der kontinuierlich messenden städtischen Hintergrundstationen in Sachsen (Kapitel 3.2.1) und im gesamten Bundesgebiet (IVU UMWELT (2009A)). Dabei liegt der Wertebereich der in Abbildung 5-1 dargestellten NO₂-Jahresmittelwerte mit 25 – 36 µg/m³ etwas höher als der Wertebereich der sächsischen (20 – 29 µg/m³) bzw. gesamtdeutschen (22 – 31 µg/m³) städtischen Hintergrundstationen.

5.2 Prognose der Entwicklung für die Bergstraße und die Lützner Straße

Im 1. Zwischenbericht (IVU UMWELT (2009A)) wurden mit dem Emissionsmodell IMMIS^{em} (IVU UMWELT (2008)) Rechnungen für die Bergstraße in Dresden und die Lützner Straße in Leipzig durchgeführt, um die Entwicklung der berechneten NO_x- und NO₂-Emissionen von 1995 bis 2020 unter Einfluss der Emissionsfaktoren und der Flottenzusammensetzung zu untersuchen. Grundlage der Berechnungen waren zum einen zwei Sätze von Emissionsfaktoren, aus HBEfa Version 2.1 (INFRAS (2004)) und aus modifizierten Emissionsdaten, die vom TÜV Nord für den 1. Zwischenbericht erstellt worden waren. Zum anderen wurde die Flottenzusammensetzung variiert zwischen HBEfa Version 2.1 (INFRAS (2004)) und Daten zur sächsischen Flotte.

Mit der Aktualisierung des HBEfa ist mit deutlichen Änderungen der Emissionsfaktoren für Kfz zu rechnen. Das neue HBEfa liegt jedoch aktuell erst als Beta-Version vor. Eine erneute Untersuchung der Emissionsentwicklung für die beiden Straßen wird daher erst nach Erscheinen des neuen HBEfa durchgeführt und ist für den Endbericht des vorliegenden Projekts geplant.

6 Maßnahmen zur Minderung der NO₂-Belastung

6.1 Darstellung möglicher Minderungsmaßnahmen

Aktuelle Studien (z. B. UBA ÖSTERREICH (2008), KURTENBACH ET AL. (2009)) zeigen, dass zur Einhaltung des NO₂-Grenzwerts die NO_x-Emissionen gesenkt werden müssen und dabei der Anteil der NO₂-Direktemissionen wieder zurückgehen muss.

In den Luftreinhalteplänen in Sachsen wird in den Verursacheranalysen zu NO_x bzw. NO₂ der Straßenverkehr als Hauptverursacher identifiziert (Kapitel 4.1). Dementsprechend sind zur Senkung der NO₂-Immissionsbelastung Maßnahmen sinnvoll, die auf die Minderung der Emissionen des Straßenverkehrs abzielen.

In IVU UMWELT (2009B) wird der aktuelle Sachstand bei der Erstellung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen in Deutschland mit Hilfe einer eingehenden Analyse bis 31.08.2008 veröffentlichter Pläne beschrieben. Es wurden die bis zu diesem Stichtag vorgelegten 132 Veröffentlichungen, d. h. Pläne, Fortschreibungen und Entwürfe, ausgewertet und 1383 Maßnahmen in ein sogenanntes Maßnahmenschema integriert.

Der Schwerpunkt aller Maßnahmen liegt mit 79,1 % bei Maßnahmen der Quellgruppe *Kfz-Verkehr* (Abbildung 6-1). Auf die Quellgruppe *Stationäre Quellen* beziehen sich 16,6 % der Maßnahmen. Zur Quellgruppe *Sonstige Quellen* zählen 2,8 % der Maßnahmen. Die Maßnahmen der Quellgruppe *Sonstiger Verkehr* haben einen Anteil von 1,1 %, die der Quellgruppe *Landwirtschaft* haben einen nur geringen Anteil von unter 0,3 %.

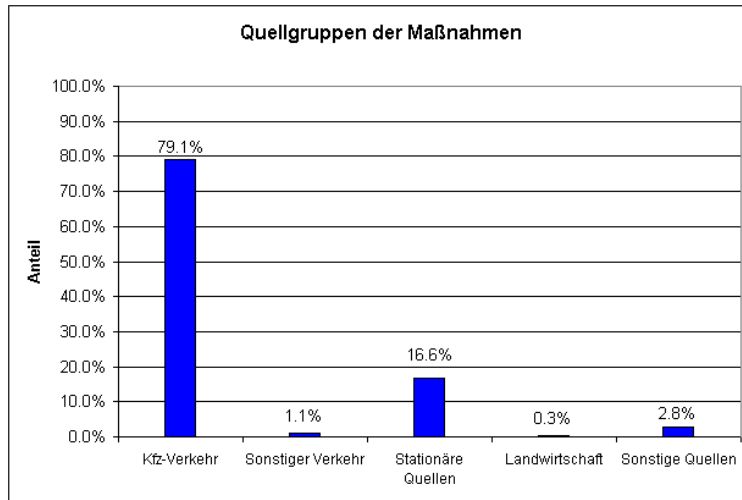


Abbildung 6-1: Quellgruppen – Anteile der Maßnahmen

Eine genauere Analyse der Quellgruppe Kfz-Verkehr zeigt, dass mit 36 % Maßnahmen aus dem Handlungsfeld *Verkehrsmanagement* überwiegen (Abbildung 6-2). Das Handlungsfeld *Modal-Split* folgt mit 23 % der genannten Maßnahmen. Zum Handlungsfeld *Fahrzeugtechnik und Kraftstoffe* gehören 11 % der Maßnahmen. Das Handlungsfeld *Sonstige* hat einen Anteil von 13 %, hierzu zählen u. a. Gesetze, Straßenreinigung oder Öffentlichkeitsarbeit.

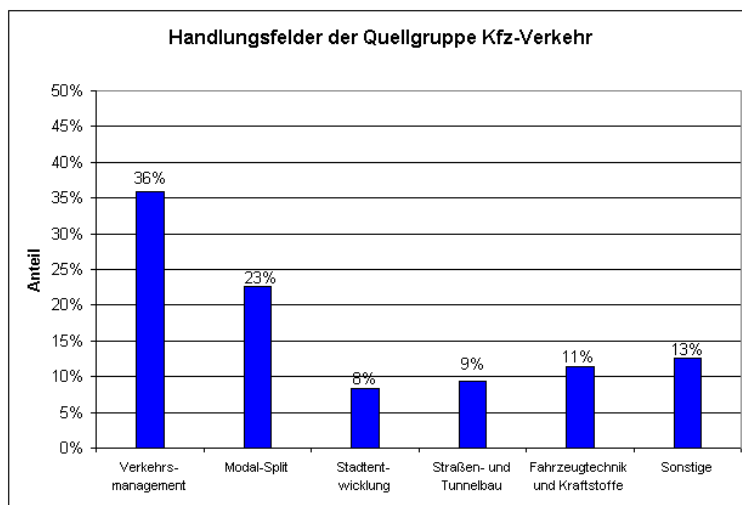


Abbildung 6-2: Handlungsfelder der Quellgruppe Kfz-Verkehr – Anteile der Maßnahmen

Tabelle 6-1 zeigt die Rangordnung der in den 132 Luftreinhalte- und Aktionsplänen am meisten genannten Maßnahmen nach der Häufigkeit ihrer Nennung. Ansätze für die Umsetzung der Maßnahme Verkehrsflussoptimierung werden in Kapitel 6.3 beschrieben. In Kapitel 6.2 werden erste Veröffentlichungen zur Wirksamkeit bestehender Umweltzonen ausgewertet.

Tabelle 6-1: Rangordnung der Maßnahmen nach Häufigkeit – Top 10

Anzahl	Anteil in %	Standard-Maßnahme	Quellgruppe
81	6,3	Emissionsarme Antriebsarten im ÖPNV und bei städtischen Fahrzeugen	Kfz-Verkehr
67	5,2	Verkehrsflussoptimierung	Kfz-Verkehr
57	4,5	ÖPNV, Attraktivitätssteigerung	Kfz-Verkehr
54	4,2	Fahrradverkehr, Attraktivitätssteigerung	Kfz-Verkehr
49	3,8	Baustellenrichtlinie / Staubminderungsplan	Stationäre Quellen
47	3,7	Bau Ring-, Ausfall- oder Umgehungsstraße	Kfz-Verkehr
37	2,9	Öffentlichkeitsarbeit Luftreinhalteplan	Kfz-Verkehr
35	2,7	LKW-Durchfahrtsverbot	Kfz-Verkehr
32	2,5	Umweltzone mit zeitlicher Staffelung	Kfz-Verkehr
32	2,5	Begrünung	Kfz-Verkehr

Zurzeit wird im Auftrag der BAST die Datenbank MARLIS aktualisiert. „In der Datenbank MARLIS sind Maßnahmen zur Luftreinhaltung an Verkehrswegen und deren Auswirkung auf die Luftschadstoffkonzentrationen ausführlich beschrieben und bewertet.“ (BAST (2007)). Die erste Aktualisierung soll noch im Jahr 2009 veröffentlicht und dann jährlich wiederholt werden.

In der Studie UBA ÖSTERREICH (2008) werden folgende Maßnahmen für die Minderung der verkehrsbedingten NO₂-Immissionen vorgeschlagen:

- Maßnahmen zur Steuerung des Gesamtverkehrsaufkommens, Gesamtverkehrskonzept
- Schaffung von fahrleistungs- und emissionsabhängigen Kostenstrukturen (Verursacherprinzip)
- Umsetzung der Verkehrsmaßnahmen des NEC-Programms (National Emission Ceilings, RL 2001/81/EG) zur Senkung der NO_x-Emissionen
- Geschwindigkeitsbeschränkungen mit Section Control auf Autobahnen und Schnellstraßen (Flexible Verkehrsbeeinflussung)
- Integration verkehrs- und umweltpolitischer Zielsetzungen in die Raumplanung (-> Vorrang ÖPNV)
- Anreize zum Umstieg auf ÖPNV (ggf. in Kombination mit Car Sharing), Förderung der Fuß- und Radwegeinfrastruktur
- langfristige Maßnahmen: fiskalische Anreize zur Reduzierung des Dieselanteils bei Pkw-Neuzulassungen, Anreize zur vorzeitigen Erfüllung der Emissionsgrenzwerte (EURO 6), Festlegung stringenter EURO VI-Abgasnormen, Förderung der Entwicklung und des Einsatzes NO₂-reduzierender Abgasnachbehandlungssysteme

Zur Maßnahme „Flexible Verkehrsbeeinflussung“ gibt es Untersuchungen im Großraum Graz. Hier wurden entlang der Autobahnen A 2 und A 9 Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) errichtet (LAND STEIERMARK (2009)). Damit wurden je nach Belastungssituation mit Luftschadstoffen flexible Tempolimits auf den Autobahnen gesetzt. In LAND STEIERMARK (2009) werden Minderungen durch Temporeduktionen auf die Stickoxid-Emissionen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen entsprechend der Abbildung 6-3 aufgeführt.

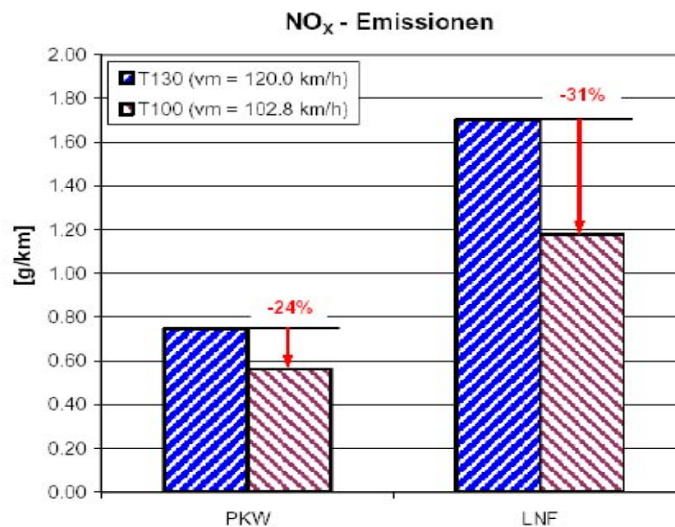


Abbildung 6-3: Minderung der NO_x-Emissionen bei einer Reduktion von Tempolimits im Großraum Graz. Aus: LAND STEIERMARK (2009).

6.2 Erkenntnisse zu Luftreinhaltemaßnahmen anderer Städte

Im Jahr 2009 wurden erste Studien zur Wirksamkeit von Umweltzonen veröffentlicht. Im Folgenden werden kurz die Methoden und Ergebnisse der Veröffentlichungen zu den Umweltzonen in Berlin (SENAT BERLIN (2009)) und Köln (LANUV (2009)) bezüglich NO_x bzw. NO₂ beschrieben. Die Auswertung zur Umweltzone München von CYRYS, J.; PETERS, A.; WICHMANN, H. - E. (2009) bezieht sich nur auf die Wirkung im Hinblick auf PM10.

6.2.1 Berlin

Für die Umweltzone Berlin wurden in SENAT BERLIN (2009) umfangreiche Untersuchungen zu Wirkungen auf die Verkehrsströme und Flottenzusammensetzungen angestellt, aus denen dann Wirkungen auf die verkehrsbedingten Emissionen und auf die Luftqualität abgeleitet wurden (Abbildung 6-4). Die Umweltzone umfasst die Berliner Innenstadt innerhalb des S-Bahnringes ("Großer Hundekopf") und hat eine Fläche von circa 88 km², in der etwa 1 Million der 3.4 Millionen Einwohner Berlins wohnen. In der untersuchten Ausgestaltung der Berliner Umweltzone müssen in der Stufe 1 ab dem 01.01.2008 Fahrzeuge (Lkw und Pkw) mindestens die Anforderungen der Schadstoffgruppe 2 erfüllen.

Ansätze zur Evaluierung der Umweltzone

1. Wirkung auf den Verkehr

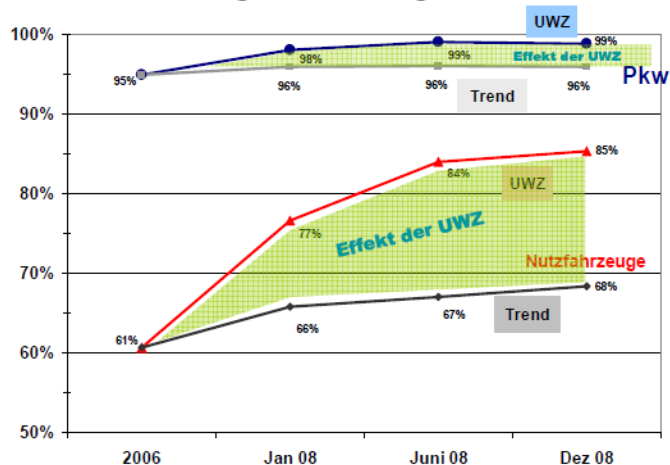
- **Wirkung auf die Verkehrsströme**
 - Rückgang der Verkehrsstärke innerhalb der Umweltzone?
 - Verlagerung auf Strecken außerhalb der Umweltzone?
 - Vermeidung von Kfz-Fahrten?
- **Veränderung der Flottenzusammensetzung**
 - Flottenzusammensetzung nach Zulassungszahlen
 - aktive Flotte auf der Straße innerhalb und außerhalb der Umweltzone

2. Wirkung auf die Luftgüte

- **Veränderung der verkehrsbedingten Emissionen**
 - Modellierung der Auspuffemissionen
 - Vergleich mit bundesweiter Fahrzeugflotte
- **Auswirkung auf die Luftqualität**
 - Auswertung der Messnetzdaten: PM10, Ruß, NO_x
 - Modellierung der Luftqualität mit den veränderten Emissionsdaten

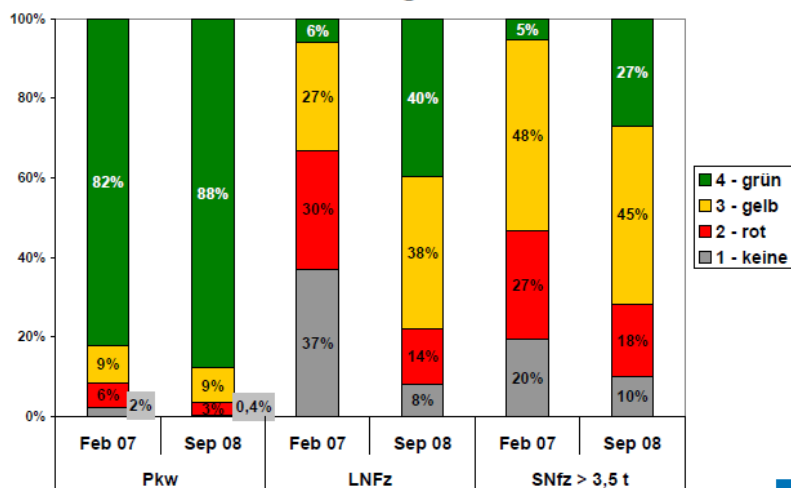
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Referat III D

Anteil der in Berlin zugelassenen Fahrzeuge der Schadstoffgruppen 2, 3 und 4 mit roter, gelber oder grüner Plakette



Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Referat III D

Flottenanteile an der Frankfurter Allee vor und nach Einführung der Umweltzone



Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Referat III D

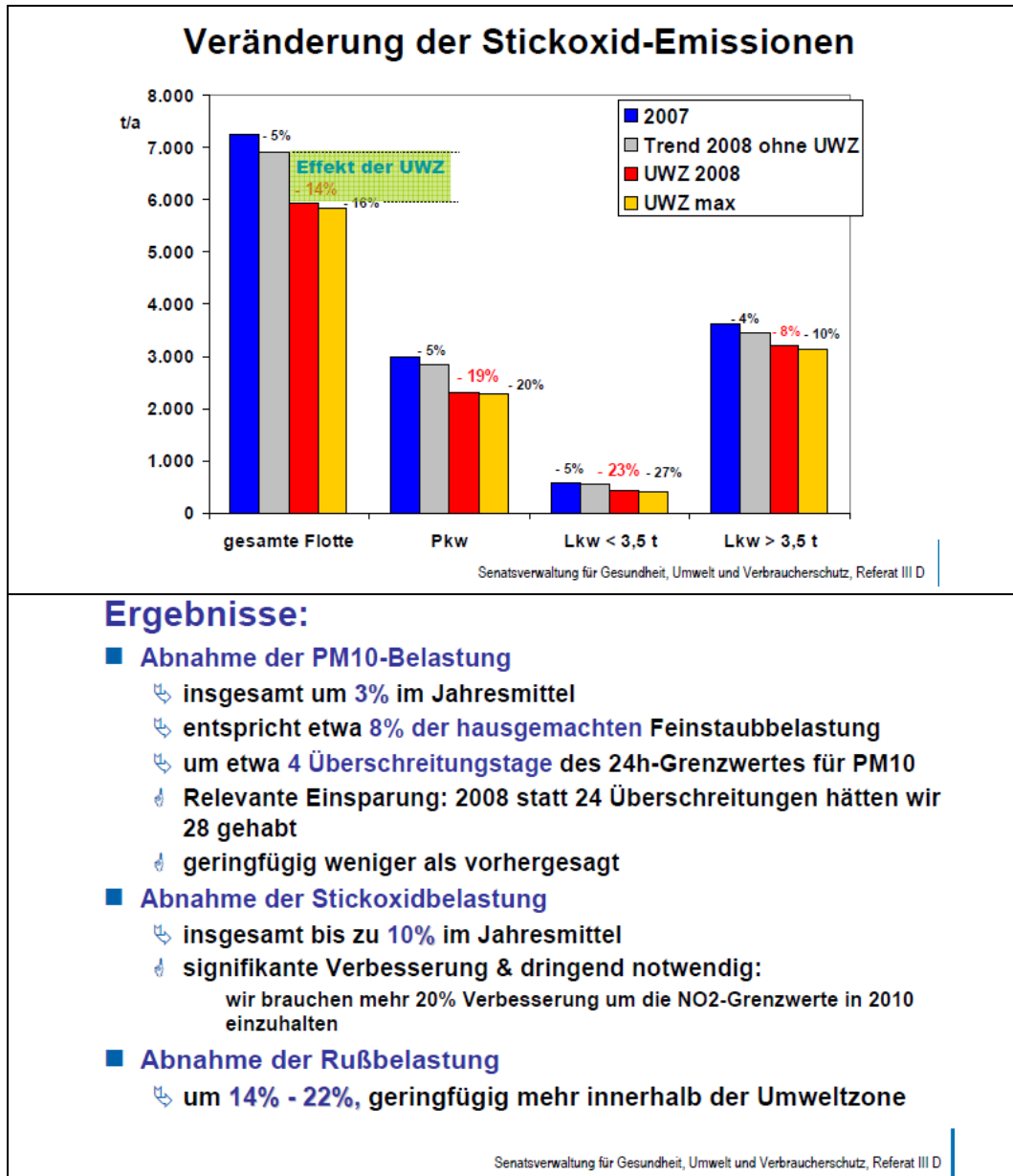


Abbildung 6-4: Methodik und Ergebnisse der Evaluierung der Wirkungen der Umweltzone in Berlin. Aus: SENAT BERLIN (2009)

Bei den Auswertungen von Verkehrsströmen wurden keine Verlagerungen auf Straßen außerhalb der Umweltzone festgestellt. Bei den Änderungen der Flottenzusammensetzung der Kfz wurden deutliche Verbesserungen festgestellt. So wurden an Hand von Kennzeichenerfassungen 50-80 % weniger Fahrzeuge mit hohem Schadstoffausstoß (= keine Plakette) sowohl innerhalb als auch außerhalb der Umweltzone gezählt.

Als Ergebnis der Analyse der Luftqualität wurden Minderungen der NO_x-Emissionen um 14 % und der NO_x-Immissionen um 10 % bezogen auf den Jahresmittelwert festgestellt.

6.2.2 Köln

Seit 01.01.2008 gibt es in Köln eine Umweltzone. Sie umfasst die Innenstadt sowie Teile von Deutz und von Mülheim und erlaubt die Einfahrt für Fahrzeuge, die, wie in Berlin, mindestens die Anforderungen der Schadstoffgruppe 2 erfüllen. In LANUV (2009) werden die „Auswirkungen der

Umweltzone Köln auf die Stickstoffdioxid-Belastung ... anhand von Messergebnissen des Luftqualitätsmessnetzes (LUQS) im Raum Köln (siehe Abbildung 6-5) untersucht. Verglichen wurde die Luftqualität von gleichen Zeiträumen vor Einführung der Umweltzone (2007) und nach ihrer Einführung (2008) an insgesamt 6 Messpunkten mit hoher Verkehrsbelastung für NO₂ ... im Bereich der Umweltzone. Die Entwicklung der Luftqualität an den Belastungsschwerpunkten wurde mit der an urbanen Hintergrundstationen im Raum Köln verglichen, um meteorologiebedingte großräumige Belastungsunterschiede zwischen den Jahren 2007 und 2008 zu berücksichtigen.“

Die Auswertungen des LANUV belegen anhand der NO₂-Messdaten einen Rückgang der Belastung im Mittel um 1.5 % als Effekt der Einführung der Umweltzone.

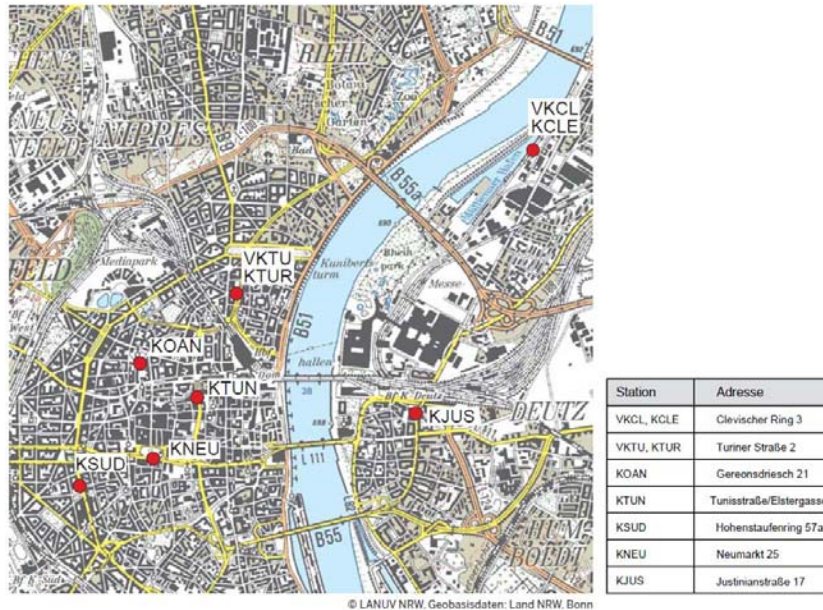


Abbildung 6-5: Messstellen in der Innenstadt von Köln. Aus: LANUV (2009)

6.3 Potenziale und Wirksamkeit eines umweltsensitives Verkehrsmanagements auf die Minderung der NO₂-Belastung

Wie in Kapitel 6.1 beschrieben, werden Maßnahmen zur Optimierung des Verkehrsflusses am zweithäufigsten als Maßnahme in den Luftreinhalteplänen in Deutschland genannt. Auf dem 2. Freiburger Workshop Luftreinhaltung und Modelle wurden die „Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung“ (GÄBLER, G. (2009)) und ein „Online-Monitoring der Verkehrs- und Umweltbelastungen im Straßennetz und die Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen in Berlin“ (GIEHLER, R. (2009)) vorgestellt und diskutiert. Die Vortragsunterlagen der beiden Vorträge sind diesem Bericht als Anlage beigefügt (Kapitel 8.4 und 8.5).

GÄBLER, G. (2009) zeigt in seinem Vortrag das Potential von Verkehrsmaßnahmen zur Reduzierung der Luftschadstoffbelastungen auf und beschreibt die Notwendigkeit, dass gerade bei temporären verkehrlichen Maßnahmen die räumlichen Effekte der jeweiligen Maßnahme überwacht werden müssen. Diese Überwachung kann mit Hilfe eines Monitoringsystems erfolgen. Der Vortrag beschreibt die Anforderungen, die an ein solches System gestellt werden, damit es für Planung, operativen Betrieb und Archivierung innerhalb eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements verwendet werden kann. Verkehrsmanagementsysteme sind mittlerweile in vielen Städten verbreitet und werden dort vornehmlich für die Steuerung und das Management des Verkehrs-

aufkommens eingesetzt. Die Berücksichtigung von Umweltaspekten wie z. B. der Luftqualität und der Lärmbelastung durch ein entsprechendes Monitoringsystem führt zu einem umweltsensitiven Betrieb der Verkehrsmanagementsysteme. Als konkrete Umsetzung der genannten Anforderungen wird das Online-Monitoringsystem IMMIS^{mt} vorgestellt, das im Rahmen von Forschungsprojekten (iQ mobility (BEER, M.; GARBEN, M. (2008)) und UVM-BS (IVU UMWELT (2009c))) eingesetzt und hinsichtlich seiner Einsatzfähigkeit validiert wurde bzw. wird.

Aktuelle Ergebnisse aus dem Monitoring im Projekt UVM-BS (Umweltsensitives Verkehrsmanagement Braunschweig, IVU UMWELT (2009c)) zeigen, dass die planerisch ermittelten Wirkungen bezogen auf einen Hotspot und das Wirkungsumfeld der Maßnahmen durch die durchgeführten Testphasen bestätigt werden.

In GIEHLER, R. (2009) wird die Entwicklung des umweltorientierten Verkehrsmanagements in Berlin im Rahmen des Verbundprojekts iQ mobility und die Erprobung in einem Feldtest in der Leipziger Straße in Berlin beschrieben. Aufbauend auf den vorhandenen Infrastrukturen wurde ein Qualitätsmodul zur Online-Überwachung der verkehrlichen und der umweltseitigen Auswirkungen von verkehrsorganisatorischen Maßnahmen umgesetzt. Die Online-Überwachung dient zum einen als Grundlage für die Auswahl geeigneter Maßnahmen und zum anderen zur Erfolgskontrolle. Die Wirkungen unterschiedlicher situativ angepasster Maßnahmen wurden evaluiert und die Grenzen und Möglichkeiten von Verkehrssteuerungsmaßnahmen zur Reduzierung der Luft- und Lärmbelastungen aufgezeigt. Insbesondere wurden dabei die Wechselwirkungen zwischen verkehrlichen und umweltseitigen Einflussgrößen betrachtet.

Als Ergebnis des Feldversuchs zeigt der Vortrag, „dass eine Verbesserung des Verkehrsflusses zu einer deutlichen Reduzierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffimmissionen führt. Für die Verbesserung des Verkehrsflusses wurden verschiedene Maßnahmen mit unterschiedlicher Eingriffsschwere an (Koordinierung, Grünzeitdehnung, Zuflussdosierung) insbesondere in den Spitzenzeiten des Verkehrs untersucht. ... Im Mittel kann die ... NO₂-Zusatzkonzentration bis zu ... 10 % gemindert werden. Im Maximum bis 17%.“

Seit Abschluss des Projekts im Mai 2008 wird der Betrieb des Systems in Berlin weitergeführt und in Zukunft weiter ausgebaut.

7 Literaturverzeichnis

- BAST (2007): MARLIS - Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft in Bezug auf Immissionen an Straßen. URL
http://www.bast.de/nn_42544/DE/Publikationen/Datenbanken/MARLIS/MARLIS.html,
06.02.2007.
- BEER, M.; GARBEN, M. (2008): Ergebnisse von integrierten Verkehrsmanagementmaßnahmen in Berlin. In: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Verkehrsmanagement und Verkehrstechnologien. Mobile Zukunft mit intelligenten Verkehrssystemen. 2008.
- CYRYS, J.; PETERS, A.; WICHMANN, H. - E. (2009): Umweltzone München - Eine erste Bilanz. Umweltmed Forsch Prax 14 Nr. 3, S. 127-132. 2009.
- DIEGMANN, V. (2009): Anwendungen von FLADIS - Kopplung von Messnetz- und Modelldaten. 2. Freiburger Workshop "Luftreinhaltung und Modelle", 22.-23.6.2009, IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2009.
- EIONET (2009): European Topic Centre on Air and Climate Change. AirBase - The European Air Quality Database, <http://air-climate.eionet.europa.eu/databases/airbase/>
- EEA, COPENHAGEN (2009): European Environment Agency, <http://www.eea.europa.eu>
- GÄBLER, G. (2009): Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung. 2. Freiburger Workshop "Luftreinhaltung und Modelle", 22.-23.6.2009, IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2009.
- GIEHLER, R. (2009): Online-Monitoring der Verkehrs- und Umweltbelastungen im Straßennetz und die Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen in Berlin. 2. Freiburger Workshop "Luftreinhaltung und Modelle", 22.-23.6.2009, IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2009.
- ILLGEN, P. & W. SCHMIDT (2006): Konzeption eines Fachinformationssystems „Umwelt und Verkehr“. Zwischenbericht zum Eigenforschungsprojekt, August 2006.
- INFRAS (2004): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 2.1. Bern, 2004.
- iQ MOBILITY (2008): Feldversuche im Rahmen des von der Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung federführend durchgeführten und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projektes iQ mobility, März 2008.
- IVU UMWELT (2005): Ursachenanalyse für den Anstieg der NO₂-Immissionen an verkehrsnahen Messstellen. Endbericht. Auftraggeber: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- IVU UMWELT (2006A): FLADIS Handbuch zu Version 3.0. IVU Umwelt GmbH, Freiburg.
- IVU UMWELT (2008): IMMIS^{em/luft/lärm} – Handbuch zur Version 4.0. IVU Umwelt GmbH, Freiburg.
- IVU UMWELT (2009A): Tendenzen und Verursacher für die NO₂-Belastung in Sachsen. 1. Zwischenbericht. FE-Vorhaben. Unter Mitarbeit von TÜV Nord. Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- IVU UMWELT (2009B): Erneute Aktualisierung der Bestandsaufnahme der Luftreinhaltungs- und Aktionspläne. FKZ 363 01 194. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. 2009.
- IVU UMWELT (2009C): Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Braunschweig. Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) im Rahmen der Förderinitiative "Mobilität 21 - Kompetenznetzwerk für innovative Verkehrslösungen". Unter Mitarbeit von BELLIS GmbH Braunschweig, BLIC GmbH Berlin und VMZ Berlin Betreibergesellschaft mbH. 2009.
- JANICKE (2007): LASAT 3.0 Dispersion Modell. Reference Book. Janicke Consulting.

- KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009A): Statistische Mitteilungen, Reihe 2, Fahrzeugbestand, Sonderheft 1, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern am 1. Januar 2009 nach Zulassungsbezirken.
- KRAFTFAHRT-BUNDESAMT (2009B) : Statistische Mitteilungen, Fahrzeugzulassungen Bestand Fahrzeugalter, 1. Januar 2009.
- KRDL (2009): Planung von Immissionsmessungen - Ermittlung der Unsicherheit räumlicher Beurteilungen der Luftqualität. VDI-Richtlinie 4280 Blatt 5. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL.
- KURTENBACH ET AL. (2009): Kurtenbach, R.; Becker, K. - H.; Bruckmann, P.; Kleffmann, J.; Niedojadlo, A.; Wiesen, P.: Das innerstädtische "Stickstoffdioxid (NO₂)-Problem". Welchen Einfluss haben direkte Verkehrsemissionen? Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 69 Nr. 4, S. 146-149. 2009.
- LAMBRECHT, U. (2006): Ursachen der hohen NO₂-Belastung in Innenstädten. Beitrag von primärem NO₂ aus dem Abgas und der Ozonchemie. S. 25-35. In: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL (Hrsg.): KRdL-Expertenforum "Feinstaub und Stickstoffdioxid". KRdL-Schriftenreihe Band 36. Düsseldorf, 2006. ISBN 978-3-931384-55-5.
- LAND STEIERMARK (2009): Gemeindeinformation zum Thema Feinstaub PM₁₀, URL http://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/11118724_8549963/72474259/PM10%20Information_Luftreinhaltung_Graz.pdf, Graz, 29.6.2009.
- LANUV (2009): Auswirkungen der Umweltzone Köln auf die Luftqualität. Auswertung der Messdaten. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). 2009.
- LFULG SACHSEN (2009): Jahresbericht zur Immissionssituation 2008. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- LRP CHEMNITZ (2008): Luftreinhalteplan für die Stadt Chemnitz. Regierungspräsidium Chemnitz.
- LRPAP DRESDEN (2008): Luftreinhalte- und Aktionsplan für die Stadt Dresden. Regierungspräsidium Dresden.
- LRP GÖRLITZ (2008): Luftreinhalteplan für die Stadt Görlitz. Regierungspräsidium Dresden.
- LRP LEIPZIG (2005): Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- LRP LEIPZIG (2009): Luftreinhalteplan für die Stadt Leipzig. Entwurf. Stadt Leipzig, 2009.
- LRP PLAUEN (2009): Luftreinhalteplan für die Stadt Plauen. Landratsamt Vogtlandkreis, 2009.
- MUNACK ET AL. (2003): Munack, A., Capan, E., Schröder, O., Stein, H., J. Krahl: Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Untersuchung von Biodiesel und seinen Gemischen mit fossilem Dieselmotoren auf limitierte Emissionen. Gefördert durch die Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. Braunschweig und Coburg, Dezember 2003.
- ROMBERG, E., R. BÖSINGER, A. LOHMEYER, R. RUHNKE, E. RÖTH (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56 Nr. 6, S. 215-218.
- ROTHE, D. (2005): Physikalische und chemische Charakterisierung der Rußpartikelemission von Nutzfahrzeugdieselmotoren und Methoden zur Emissionsminderung. Dissertation TU München 2005.
- SENAT BERLIN (2009): Untersuchungen zur Wirkung der Berliner Umweltzone. Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin, Referat III D. 2009.

- STEIN ET AL. (2003): Stein, H., Munack, A., Dutz, M., Krahl, J., O. Schröder: Emissionsvergleich von Biodiesel mit schwedischem Dieselmotorkraftstoff MK1, Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 239, 2003.
- TU DRESDEN (2006A): Messtechnische Erfassung von Verkehrssituationen und Verkehrsbelegungen auf städtischen Hauptstraßen, Teil 1: Bergstraße Dresden. Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, 2006.
- TU DRESDEN (2006B): Messtechnische Erfassung von Verkehrssituationen und Verkehrsbelegungen auf städtischen Hauptstraßen, Teil 2: Lützner Straße Leipzig. Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, 2006.
- UBA ÖSTERREICH (2008): Auswirkungen der NO₂-Emissionen bei Diesel-Kfz auf die Immissionsbelastung. Umweltbundesamt Österreich. Report REP-0135. Wien, 2008.

8 Anhang

Kapitel 8.1 und 8.2 entstammen dem Entwurf zur Zyklenbeschreibung des neuen Handbuchs für Emissionsfaktoren HBEfa 3.

8.1 Description of the new cycles for the ARTEMIS traffic situation schema

8.1.1 The ARTEMIS traffic situation schema

The Handbook emission factors are based on driving cycles (vehicle speed time pattern) assigned to road categories/traffic situations. Within the ARTEMIS project a new road category/traffic situation schema was developed which covers a much broader range of road categories and traffic situations than the previous handbook version (see Table 1)

area	road category	level of service	Speed limit in km/h											
			30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	no limit
rural	Motorway	4						X	X	X	X	X	X	X
	Semi-Motorway	4							X		X			
	TrunkRoad	4				X	X	X	X	X	X			
	Distributor-DistrictConnection	4			X	X	X	X	X	X				
	Distributor-DistrictConnection(withCurves)	4			X	X	X	X	X	X				
	LocalCollector	4			X	X	X	X						
	LocalCollector(withCurves)	4			X	X	X	X						
	Access-residential	4	X	X	X									
urban	Nat-Motorway(ThrougTraffic)	4						X	X	X	X	X	X	
	City-Motorway	4				X	X	X	X	X	X			
	Main(TrunkRoad)	4				X	X	X	X	X				
	City-TrunkRoad	4			X	X	X	X	X					
	Distributor-DistrictConnection	4			X	X	X	X						
	LocalCollector	4			X	X								
	Access-residential	4	X	X	X									

Table 1: The ARTEMIS traffic situation schema

One main task of the development of HB 3 was to develop corresponding driving cycles for cars, trucks, coaches, buses and motorcycles.

8.1.2 Database

The following data was used for the cycle development:

- Cars
 - Graz, 1 vehicle, urban, rural and motorway, 27,8 h / 1475 km, 2007, Hausberger, TU Graz,
 - Berlin, 1 vehicle, 1 urban main street with traffic lights, 3 campaigns from 5 am to 9 pm, 94,4 h / 2177 km, 2007, within the IQmobility project,
 - Aachen and region, urban (40 km round trip) and rural (48 km round trip) with village passages. 11 vehicles, 3 different driving styles (economic, normal, hectical) for each vehicle, in total 212 h / 8172 km, 1998, FIGE by order of UBA,
 - Car cycles from the ARTEMIS model, 18,3 h / 1053 km,
 - Limited number of cycles from UK (2,6 h / 72 km) and NL (1,6 h / 95 km) delivered by TRL and TNO.
- Motorcycles
 - WMTC database and ECE R41 Informal group noise database. The WMTC database was used for the development of a new worldwide test bench driving cycle for the measurement of pollutant emissions and CO2 emissions of motorcycles. The ECE R41 Informal group noise database is currently used for the amendment of the noise measurement test procedure within the type approval procedure for motorcycles.

- Trucks and buses
 - The European part of the WHDC database. The WHDC database was used to develop a worldwide harmonised engine test bench cycle for the measurement of pollutant emissions within the certification procedure for heavy duty Diesel engines.

8.1.3 Approach and results of the analysis of the databases

In a first step homogenous vehicle speed pattern parts were separated and indexed in the databases either by accompanied additional information or by expert view. Then the following parameter were calculated for each part:

- Duration and distance,
- Stop duration, stop percentage, number of stops (absolute and per km),
- v_{min} , v_{max} , v_{ave} , $stddev_v$, v_{10} , v_{90} ,
- a_{min} , a_{max} , a_{pos_ave} , a_{10} , a_{90} ,
- $v*a_{min}$, $v*a_{max}$, $v*a_{ave}$, $v*a_{pos_ave}$,
- RPA, which is the integral of vehicle speed multiplied by the time interval and the positive acceleration, divided by the total distance of the cycle.
- number of modules

The most important parameters are v_{ave} , RPA, p_{stop} , n_{stop} and $n_{modules}$. RPA can be interpreted as acceleration in m/s^2 as well as specific acceleration work in $kWs/(kg*km)$. RPA represents quite good the dynamics of a cycle.

One possibility for the visualization of the dynamics of in-use driving behaviour is to plot the RPA, v_{ave} pair of each cycle in a x, y diagram. The average speed values of a cycle include the standstill time. Differences in standstill could lead to different average speed values even if the modules of two cycles are identical (see upper table in Figure 1). In order to eliminate this influence a module analysis was performed disregarding all standstill components. A module is a section of the cycle between 2 consecutive stops. Only modules with duration ≥ 30 s and $v*a_{ave}$ between -1 and 1 m^2/s^3 and $v_{end} = v_{start} \pm 5$ km/h were used in order to exclude "unbalanced" cycles (see Figure 1).

Figure 2 shows the RPA values versus average speed for the modules without any standstill components. The averages are shown as solid symbols. The average RPA value for cars is twice as high as for heavy duty vehicles, the distance between the average value for motorcycles and cars is almost the same as between cars and HDV. The differences in average speed reflect differences in the frequency distribution of different road categories and/or vehicle category related differences. Motorcycles have a higher potential to filter through the traffic stream than cars, The HDV data has a higher percentage of motorway and rural driving than the car data.

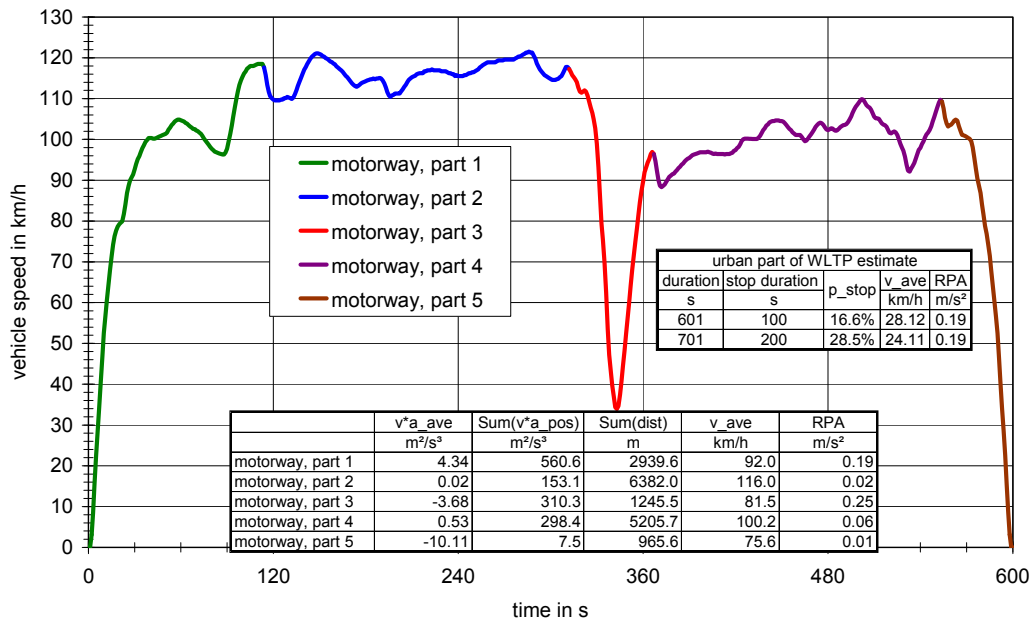


Figure 1: Cycle example to demonstrate the necessity for the exclusion of “unbalanced” cycles from the analysis

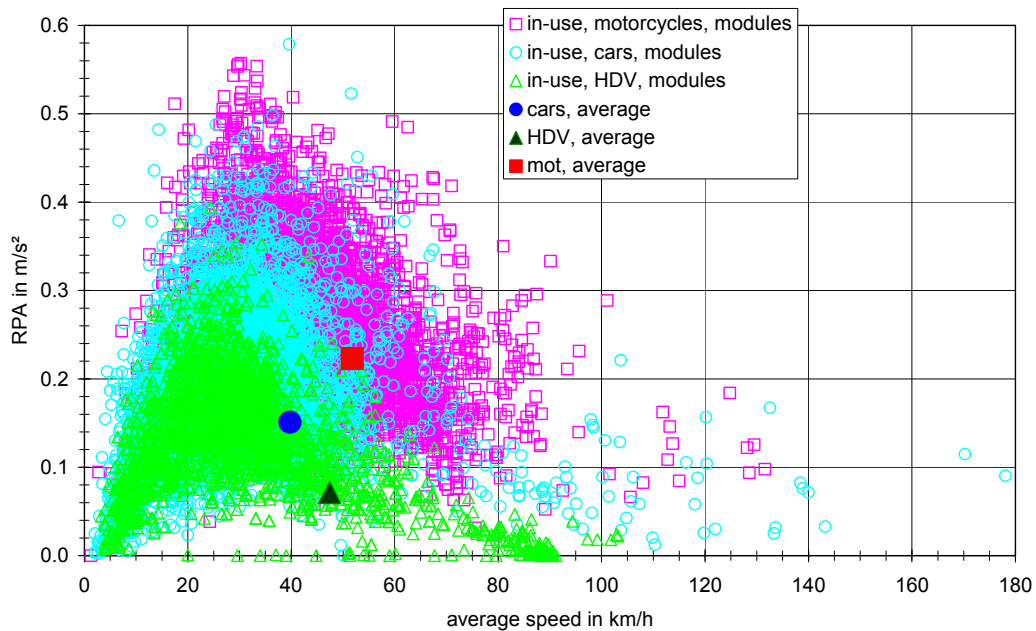


Figure 2: RPA versus average speed for the modules of the databases for cars, HDV and motorcycles

8.1.4 Driving cycle development

Basis of the allocation of driving pattern parts or combinations of parts to traffic situations was a schema of target values for v_{ave} . The target values were defined by a combination of in-use driving behaviour measurement results and expert guess, taking into account the following side conditions:

- v_{ave}, v_{max} : mot > cars > HDV,
- p_{stop} : mot < cars <= HDV,
- Level of service:
 - $v_{free} > v_{heavy} > v_{saturated} > v_{stop+go}$,
 - $RPA_{free} < RPA_{heavy} < RPA_{saturated}$

The following figures (Figure 3 to Figure 11) show the average speeds versus speed limit for different vehicle and road categories. Figure 12 and Figure 13 show the average speeds versus speed limit for cars for the different road categories for free flowing and heavy traffic.

Annex A – Tables with cycle parameters contains tables with v_{ave} , v_{max} , RPA and p_{stop} for all traffic situations separately for cars, heavy duty vehicles and motorcycles.

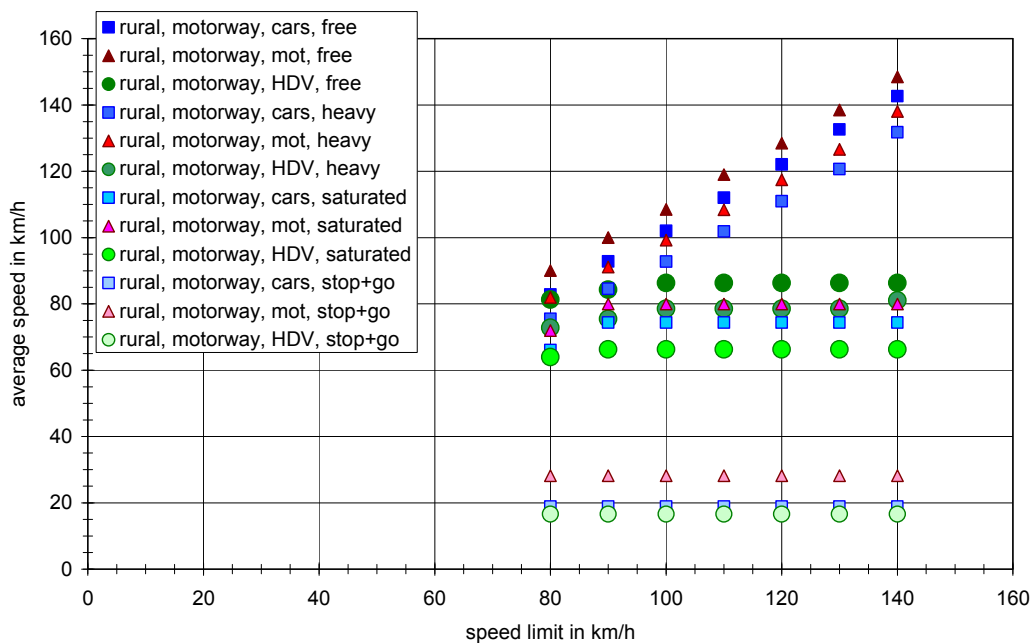


Figure 3: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for rural motorways and the 4 level of service

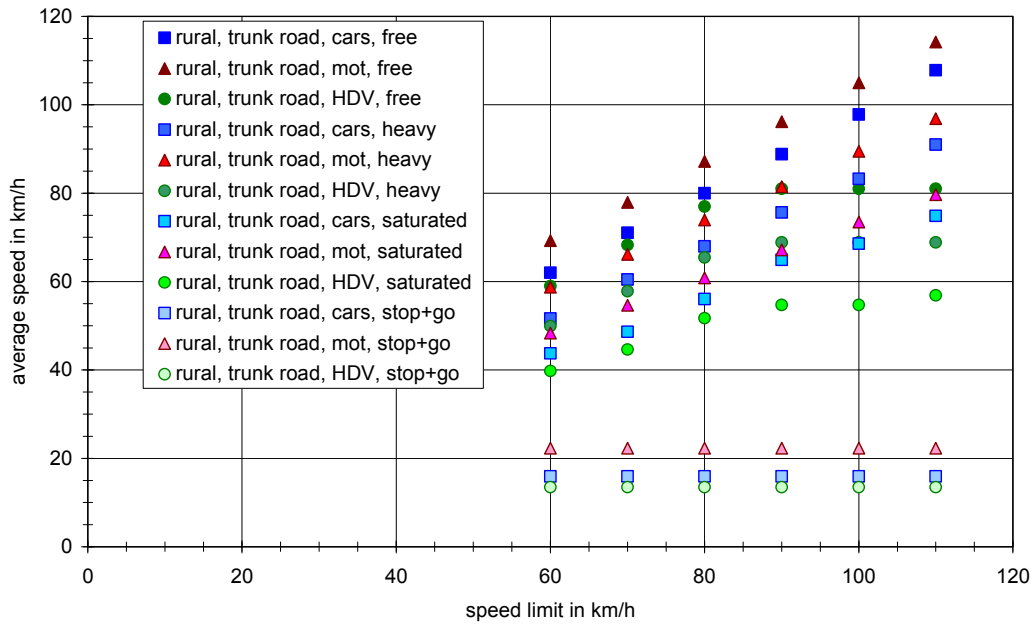


Figure 4: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for rural trunk roads and the 4 level of service

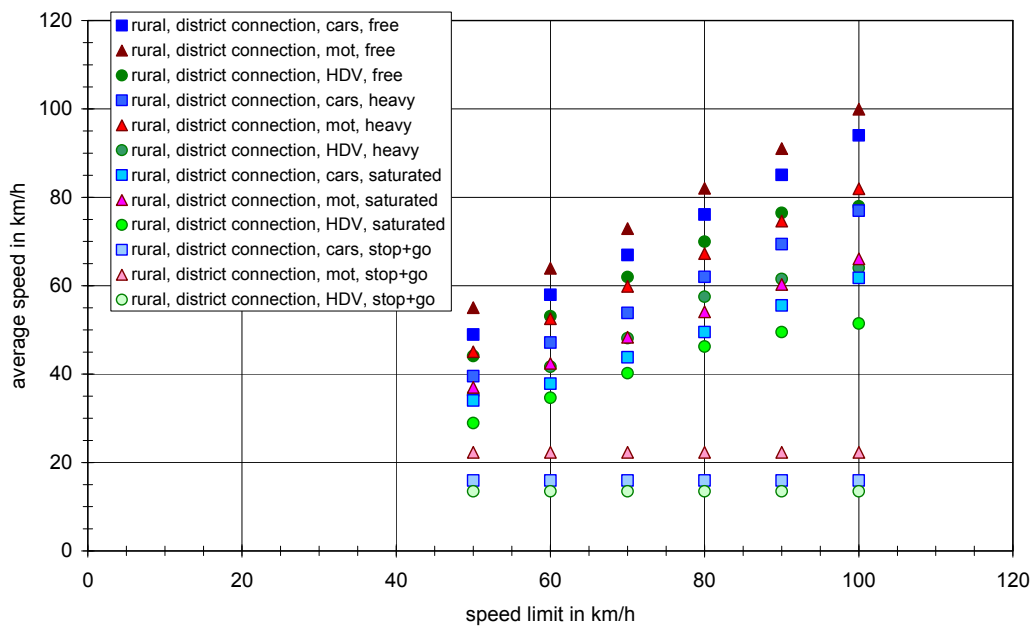


Figure 5: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for rural motorways and the 4 level of service

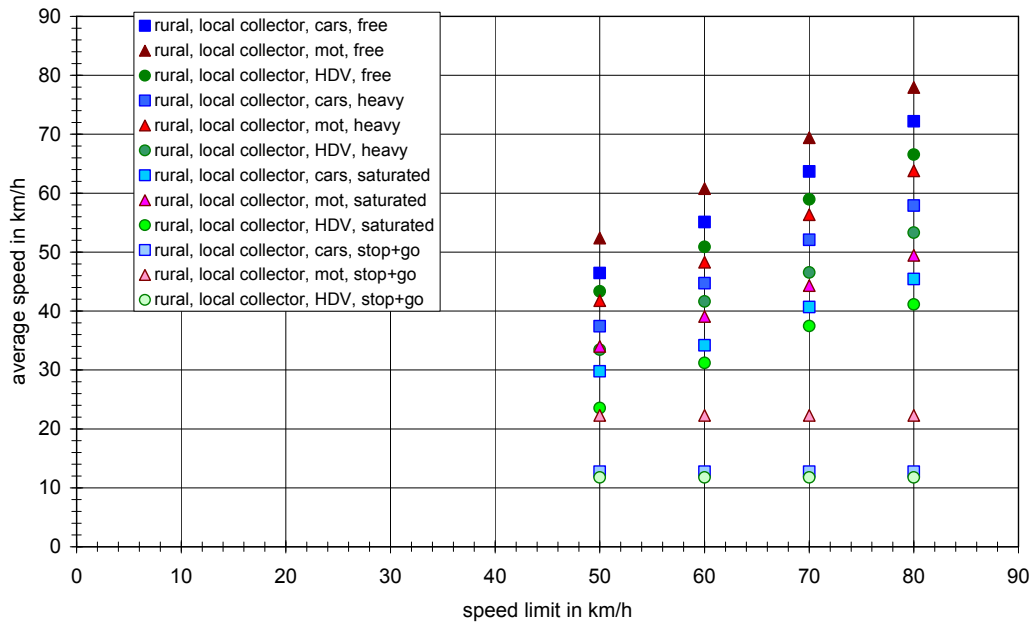


Figure 6: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for rural local collector roads and the 4 level of service

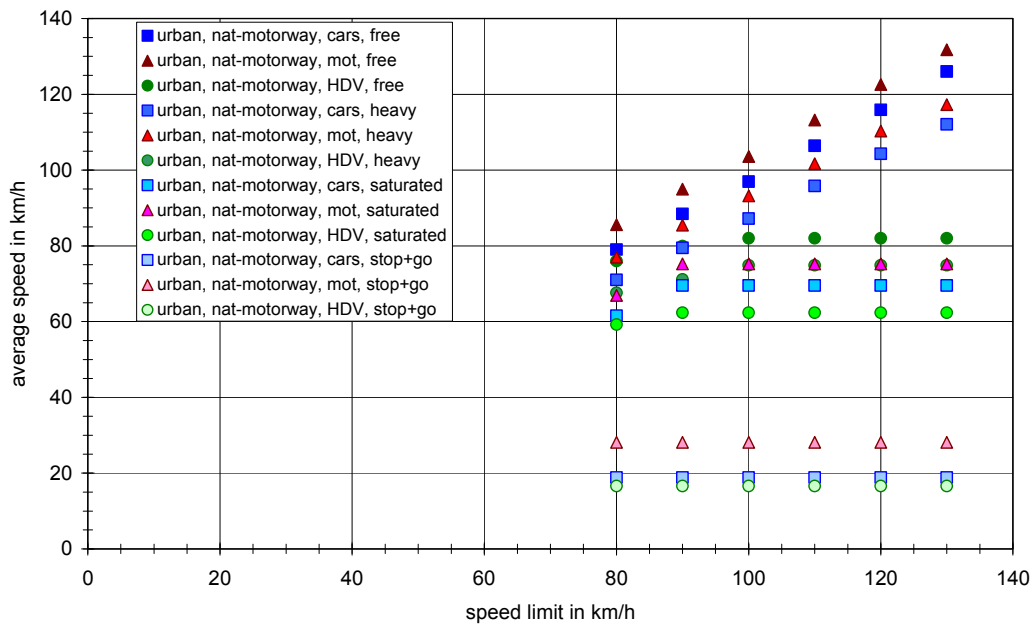


Figure 7: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for urban national motorways and the 4 level of service

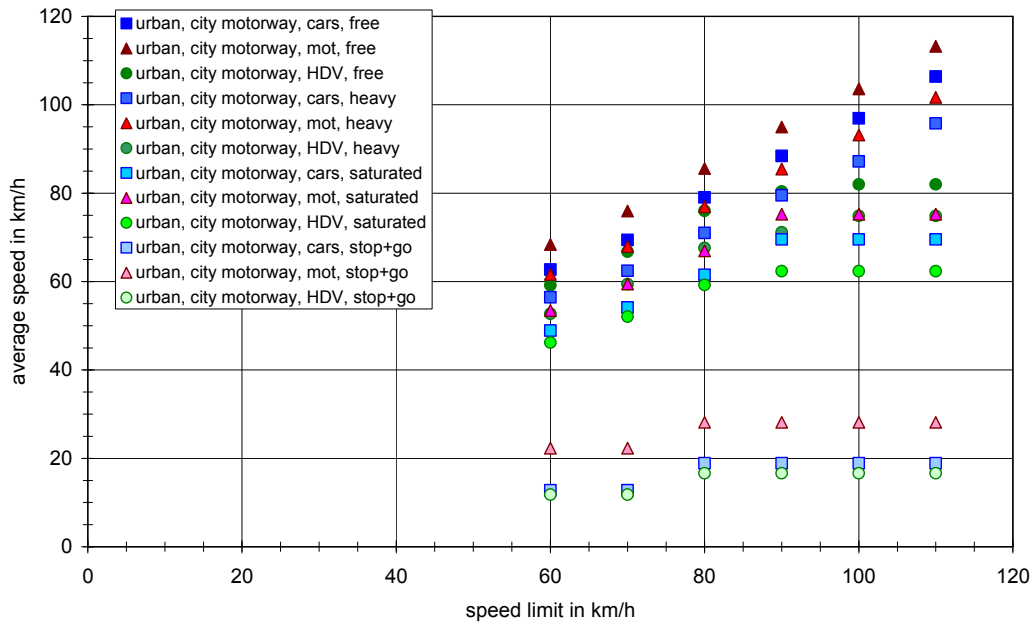


Figure 8: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for urban city motorways and the 4 level of service

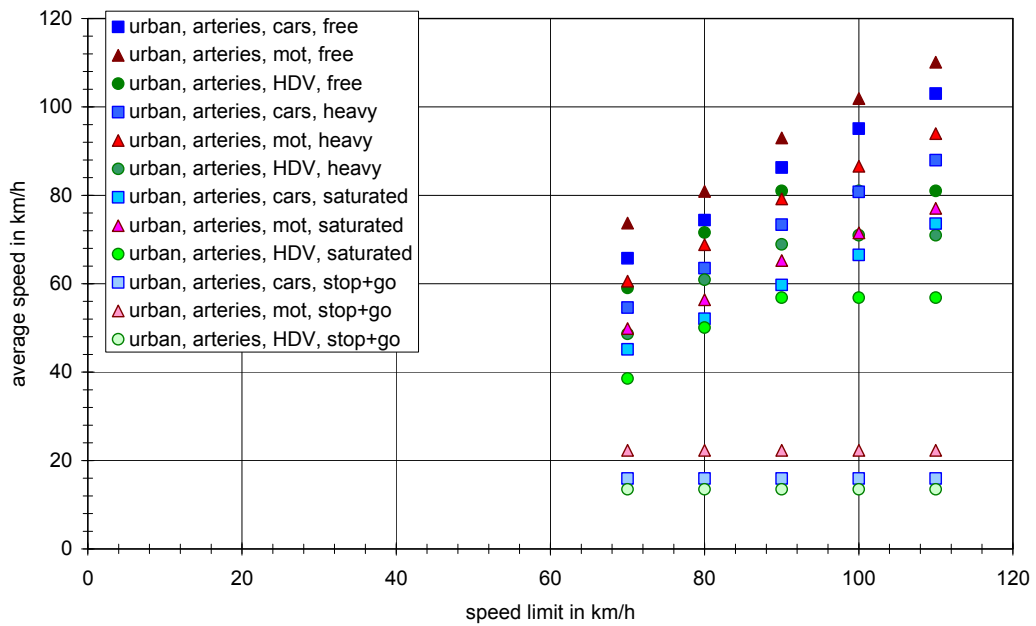


Figure 9: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for urban arteries and the 4 level of service

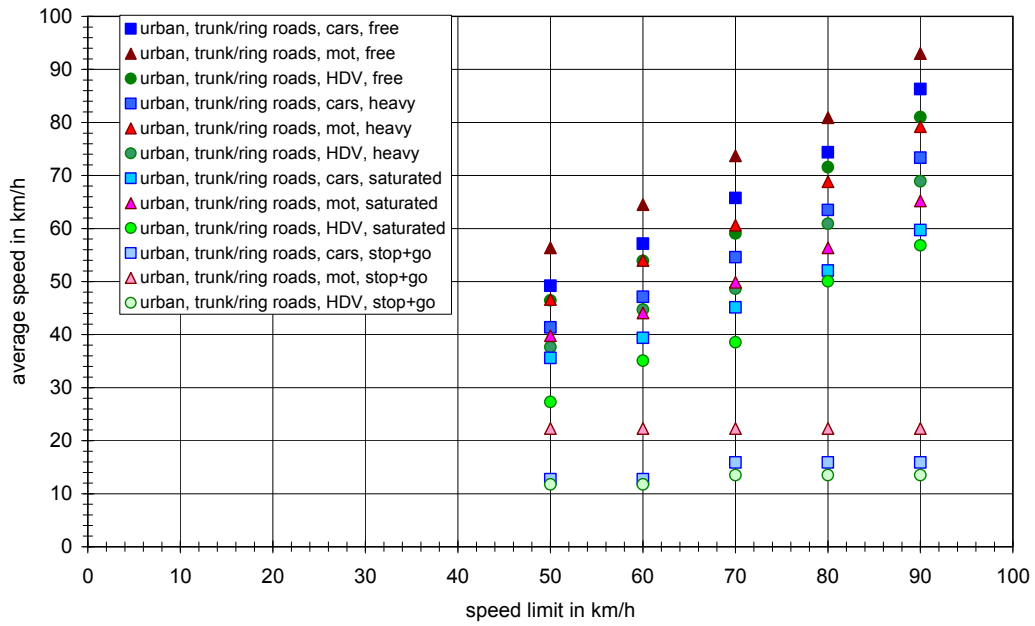


Figure 10: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for urban trunk/ring roads and the 4 level of service

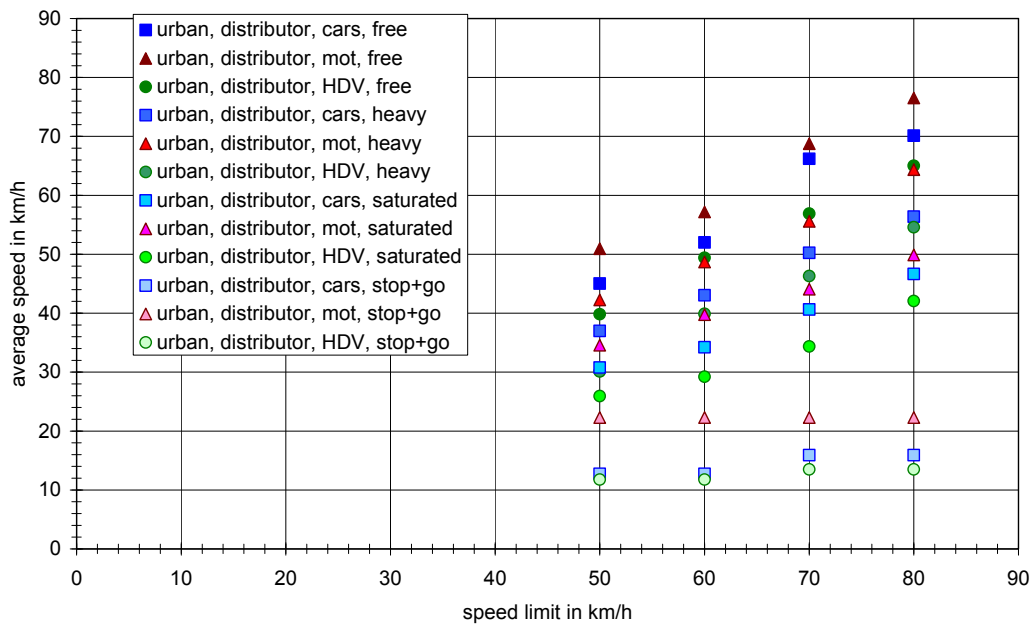


Figure 11: Average speeds versus speed limit for cars, motorcycles and heavy duty vehicles for urban distributor roads and the 4 level of service

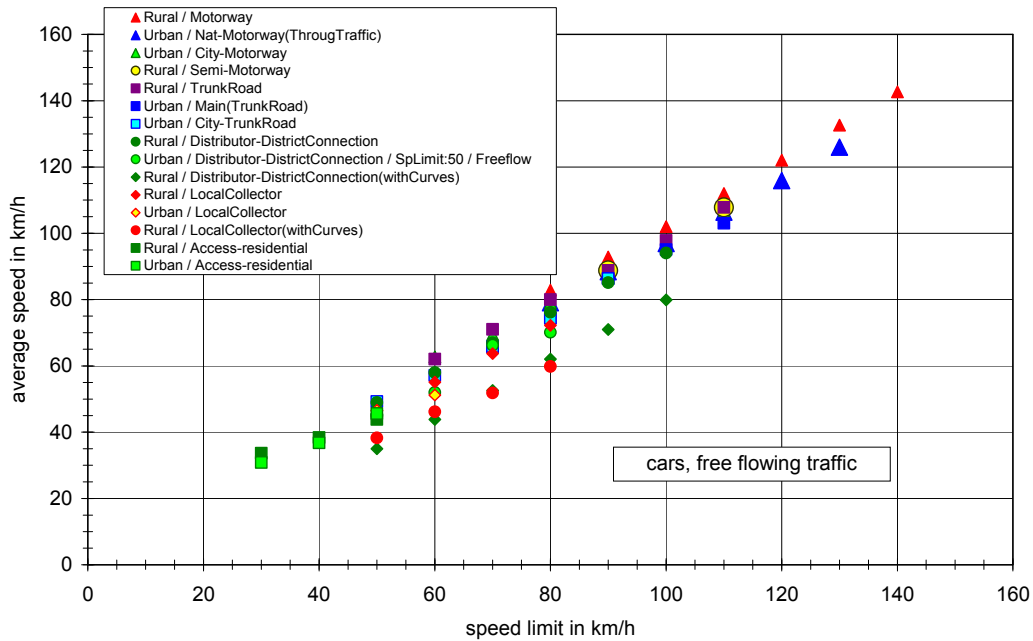


Figure 12: Average speeds versus speed limit for cars and free flowing traffic for the different road categories

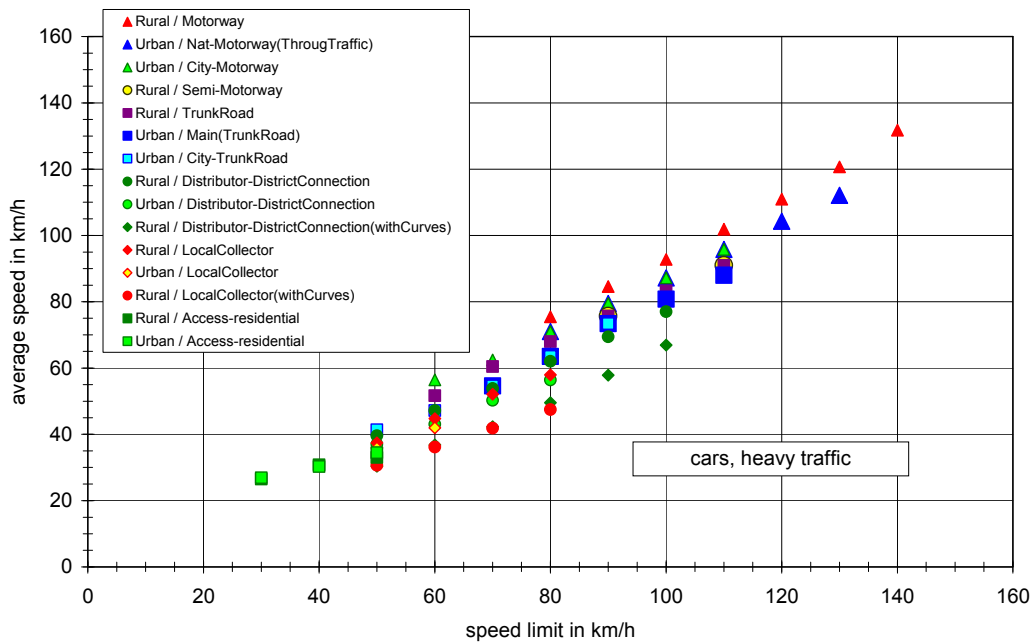


Figure 13: Average speeds versus speed limit for cars and heavy traffic for the different road categories

Figure 14 shows the comparison between the modules of the whole database and the modules of the new Handbook cycles for cars. Figure 15 and Figure 16 show corresponding comparisons for HDV and motorcycles. It can be seen that the modules of the handbook cycles cover the in-use data areas of RPA and average speed reasonably. It has to be checked in the next amendment step, whether the underrepresented areas of the in-use data have to be filled by additional cycle modules or not.

In addition to that, the chosen target values for average speed, RPA and standstill percentage need to be validated during the next amendment step by comparisons with measured traffic activity data and traffic flow model data.

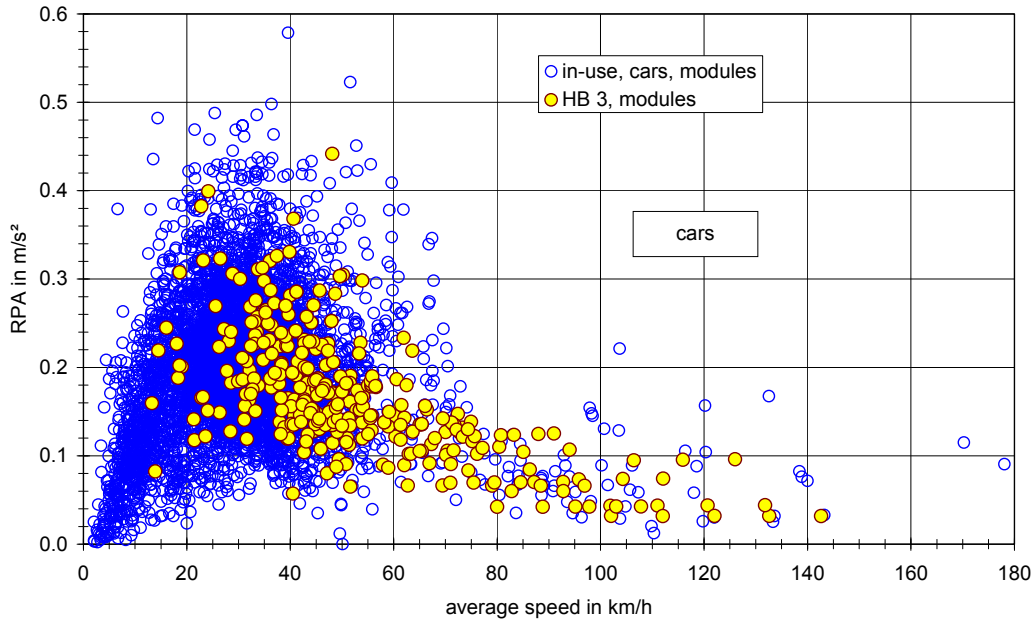


Figure 14: Comparison of RPA versus average speed for the modules of the car database and the new Handbook cycles

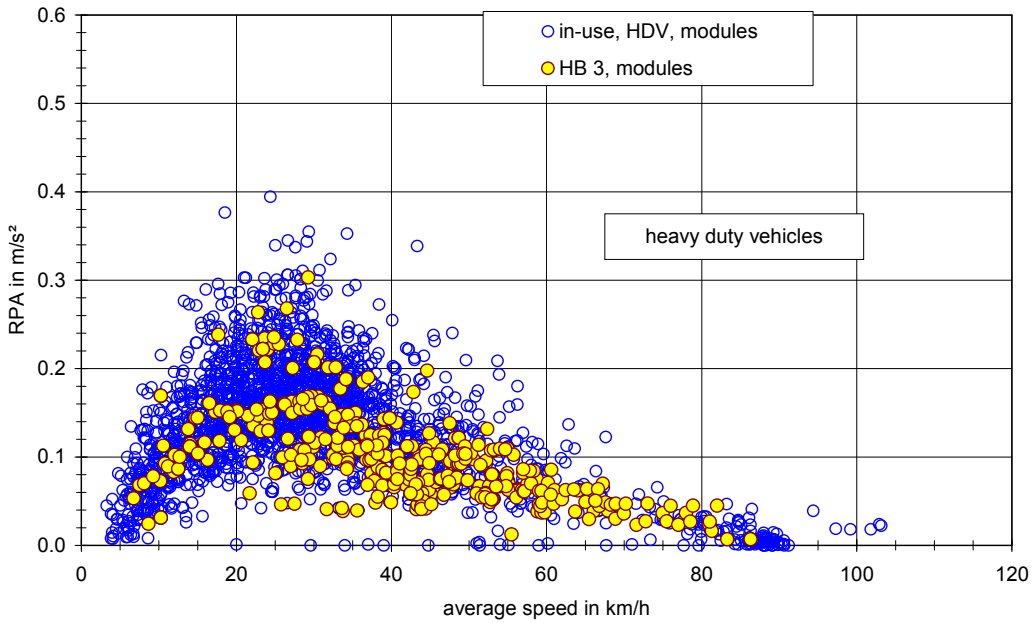


Figure 15: Comparison of RPA versus average speed for the modules of the HDV database and the new Handbook cycles

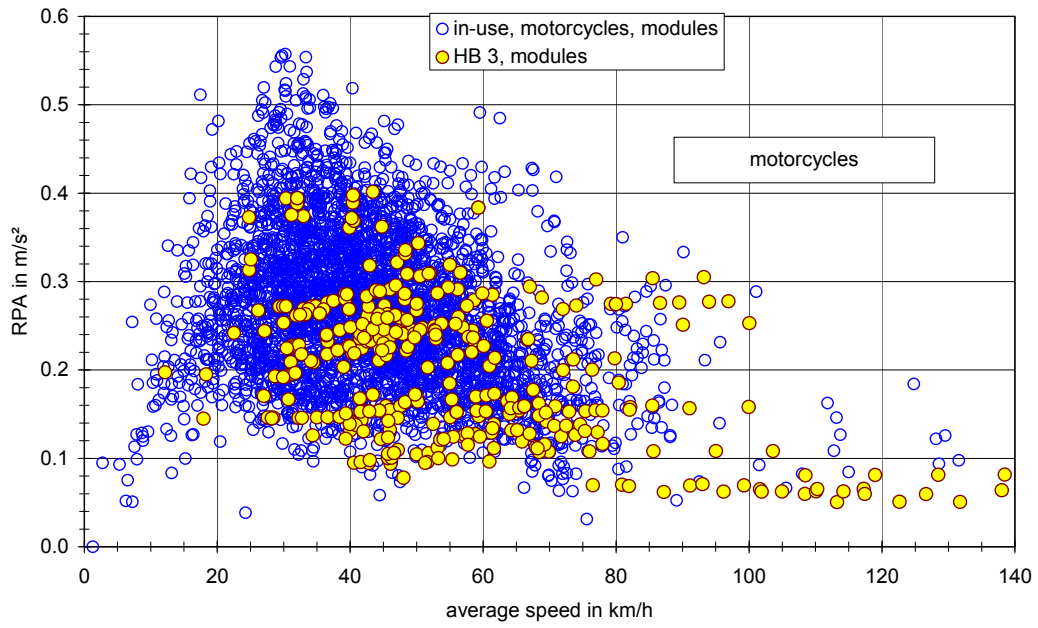


Figure 16: Comparison of RPA versus average speed for the modules of the motorcycle database and the new Handbook cycles

8.2 Annex A – Tables with cycle parameters

Traffic situation	cars and LDV				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	82.8	91.0	0.060	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	75.5	87.0	0.069	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	66.1	86.2	0.156	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	92.8	101.0	0.060	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	84.6	96.1	0.070	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	102.0	110.2	0.032	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	92.8	104.3	0.070	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	112.0	120.2	0.032	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	101.9	111.0	0.043	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Freeflow	120	122.0	130.2	0.032	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	111.0	120.1	0.043	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Stop+Go	120	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Freeflow	130	132.6	140.8	0.032	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	120.7	129.8	0.044	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Stop+Go	130	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Freeflow	140	142.6	150.8	0.032	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / HeavyTraffic	140	131.8	140.9	0.044	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / SaturatedTraffic	140	74.4	92.1	0.130	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Stop+Go	140	18.9	45.5	0.227	27.5%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	88.8	103.5	0.042	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	75.7	98.2	0.122	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	64.9	89.8	0.135	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	107.8	122.5	0.043	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	91.0	113.5	0.125	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	74.8	102.7	0.138	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	62.0	73.6	0.089	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	51.7	71.9	0.177	2.5%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	43.8	70.2	0.190	7.9%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	71.0	82.6	0.090	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	60.5	87.6	0.186	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	48.6	75.5	0.195	6.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	80.0	94.7	0.042	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	68.0	90.5	0.120	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	56.0	83.3	0.133	4.9%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	88.8	103.5	0.042	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	75.7	98.2	0.122	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	64.9	89.8	0.135	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Freeflow	100	97.8	112.5	0.042	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	83.3	105.8	0.124	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	68.6	97.0	0.137	3.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Stop+Go	100	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Freeflow	110	107.8	122.5	0.043	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	91.0	113.5	0.125	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	74.8	102.7	0.138	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Stop+Go	110	15.9	40.5	0.209	30.1%

Table A 1: Cars and LDV

Traffic situation	cars and LDV				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	49.0	68.1	0.087	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	39.6	66.9	0.164	6.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	34.0	66.0	0.248	11.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	58.0	77.1	0.090	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	47.1	76.0	0.172	5.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	37.8	73.7	0.198	10.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	67.0	86.1	0.091	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	53.8	84.1	0.178	4.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	43.8	81.0	0.209	8.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	76.1	92.1	0.102	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	62.0	81.4	0.102	2.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	49.5	80.0	0.155	4.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Freeflow	90	85.1	101.1	0.104	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	69.4	88.8	0.106	1.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	55.5	87.0	0.161	3.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Freeflow	100	94.0	110.1	0.107	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	77.0	96.1	0.109	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	61.8	96.6	0.146	2.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Stop+Go	100	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	35.0	73.0	0.219	8.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	30.4	55.5	0.160	20.2%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	22.0	56.0	0.281	35.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	43.9	78.0	0.180	6.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	36.8	64.4	0.177	15.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	29.9	55.2	0.161	19.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	52.5	86.6	0.185	5.5%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	42.3	69.6	0.156	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	34.3	62.4	0.173	18.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	62.0	81.0	0.102	1.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	49.5	77.4	0.161	7.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	39.1	66.1	0.153	8.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Freeflow	90	70.9	90.0	0.106	0.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	57.8	87.7	0.179	3.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	44.6	72.1	0.157	7.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Freeflow	100	79.9	99.0	0.110	0.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	66.9	98.1	0.116	2.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	50.2	78.1	0.161	7.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	15.9	40.5	0.209	30.1%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	46.5	70.7	0.171	1.9%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	37.4	62.1	0.182	3.5%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	29.8	57.6	0.279	9.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	55.1	72.8	0.124	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	44.7	66.8	0.178	3.7%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	34.2	65.9	0.215	6.3%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Freeflow	70	63.7	81.4	0.127	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	52.1	76.9	0.161	3.9%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	40.7	63.7	0.204	6.3%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Stop+Go	70	12.8	37.3	0.198	27.1%

Table A 2: Cars and LDV

Traffic situation	cars and LDV				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Freeflow	80	72.2	89.9	0.129	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	57.9	88.2	0.207	0.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	45.4	68.2	0.179	5.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Stop+Go	80	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	38.2	68.2	0.185	3.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	30.6	53.4	0.143	11.8%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	23.1	48.3	0.193	17.8%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	46.2	88.5	0.227	2.5%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	36.2	58.4	0.134	8.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	29.8	57.6	0.279	9.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	51.8	80.0	0.216	2.8%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	41.8	73.8	0.184	6.2%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	33.6	63.9	0.194	9.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	59.8	86.0	0.135	2.5%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	47.5	79.7	0.190	4.5%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	37.8	73.8	0.160	10.2%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	33.6	55.4	0.125	2.5%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	26.5	50.1	0.168	10.9%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	23.1	48.3	0.193	17.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	38.4	63.7	0.181	2.3%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	30.8	53.5	0.230	10.4%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	23.1	48.3	0.193	17.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	12.8	37.3	0.198	27.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	43.8	63.7	0.169	2.4%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	33.0	63.6	0.232	9.3%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	29.8	57.6	0.279	9.0%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Freeflow	80	79.0	97.8	0.066	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	71.0	82.5	0.069	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	61.5	83.8	0.157	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Freeflow	90	88.4	107.2	0.066	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	79.5	91.0	0.070	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Freeflow	100	96.9	115.7	0.066	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	87.2	98.7	0.070	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Freeflow	110	106.4	114.8	0.095	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	95.8	109.6	0.073	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Freeflow	120	115.9	124.3	0.095	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	104.3	118.1	0.074	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Stop+Go	120	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Freeflow	130	126.0	134.4	0.096	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	112.1	125.9	0.074	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Stop+Go	130	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Freeflow	60	62.7	81.5	0.066	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	56.5	76.1	0.179	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	48.9	71.2	0.154	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%

Table A 3: Cars and LDV

Traffic situation	cars and LDV				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Freeflow	70	69.4	88.2	0.066	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	62.5	82.1	0.180	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	54.1	76.4	0.155	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Stop+Go	70	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	79.0	97.8	0.066	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	71.0	82.5	0.069	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	61.5	83.8	0.157	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	88.4	107.2	0.066	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	79.5	91.0	0.070	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	96.9	115.7	0.066	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	87.2	98.7	0.070	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	106.4	114.8	0.095	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	95.8	109.6	0.073	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	69.6	88.0	0.142	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	18.9	45.5	0.227	27.5%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Freeflow	70	65.8	81.0	0.135	3.2%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	54.6	75.9	0.138	6.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	45.1	72.9	0.172	17.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Freeflow	80	74.4	88.9	0.083	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	63.5	87.7	0.218	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	52.1	85.7	0.228	2.8%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Freeflow	90	86.3	100.8	0.084	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	73.4	95.9	0.121	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	59.7	86.5	0.144	2.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Freeflow	100	95.1	109.8	0.042	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	80.8	103.3	0.123	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	66.5	91.6	0.114	2.2%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Freeflow	110	103.0	117.7	0.042	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	88.0	110.5	0.125	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	73.6	98.0	0.117	2.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Freeflow	50	49.2	75.8	0.182	3.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	41.4	65.2	0.160	7.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	35.6	64.4	0.177	17.8%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	57.2	83.8	0.150	3.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	47.1	73.0	0.154	7.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	39.4	61.0	0.143	18.4%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	65.8	81.0	0.135	3.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	54.6	75.9	0.138	6.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	45.1	72.9	0.172	17.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	74.4	88.9	0.083	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	63.5	87.7	0.218	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	52.1	85.7	0.228	2.8%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	86.3	100.8	0.084	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	73.4	95.9	0.121	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	59.7	86.5	0.144	2.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	15.9	40.5	0.209	30.1%

Table A 4: Cars and LDV

Traffic situation	cars and LDV				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	45.0	63.0	0.162	2.4%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	37.0	69.7	0.228	7.1%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	30.8	67.2	0.229	16.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	52.0	71.0	0.163	2.4%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	43.0	66.9	0.178	7.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	34.2	64.2	0.183	15.5%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	66.2	80.8	0.135	2.4%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	50.2	76.5	0.153	6.5%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	40.6	63.0	0.135	9.5%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	70.1	84.6	0.101	0.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	56.4	83.0	0.139	3.4%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	46.7	77.1	0.147	9.8%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	15.9	40.5	0.209	30.1%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	46.6	65.0	0.166	2.1%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	35.8	69.7	0.228	10.0%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	29.5	66.9	0.227	16.9%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	51.2	71.0	0.165	3.0%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	41.9	66.9	0.178	9.2%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	34.2	64.2	0.183	15.5%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	30.9	44.8	0.243	3.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	26.9	42.8	0.185	10.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	21.9	40.0	0.172	17.5%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	36.8	59.9	0.166	3.7%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	30.3	49.6	0.172	10.2%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	23.1	51.3	0.205	15.9%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	12.8	37.3	0.198	27.1%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	45.6	60.8	0.135	5.2%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	34.5	60.1	0.225	11.5%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	27.0	57.8	0.150	15.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	12.8	37.3	0.198	27.1%

Table A 5: Cars and LDV

Traffic situation	heavy duty vehicles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	81.3	85.2	0.016	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	72.8	80.5	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	64.0	80.9	0.062	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	83.3	87.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	75.5	83.2	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	86.3	90.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	78.5	86.3	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	86.3	90.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	78.5	86.3	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Freeflow	120	86.3	90.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	78.5	86.3	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Stop+Go	120	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Freeflow	130	86.3	90.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	78.5	86.3	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Stop+Go	130	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Freeflow	140	86.3	90.0	0.007	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / HeavyTraffic	140	81.0	88.8	0.027	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / SaturatedTraffic	140	66.3	81.5	0.050	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Stop+Go	140	16.6	46.3	0.148	27.7%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	81.0	90.4	0.023	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	68.9	82.0	0.030	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	54.7	87.9	0.086	4.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	81.0	90.4	0.023	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	68.9	82.0	0.030	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	56.9	81.2	0.082	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	59.0	73.9	0.046	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	50.0	66.0	0.067	2.7%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	39.8	64.0	0.067	9.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	68.3	80.8	0.046	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	57.8	74.0	0.070	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	44.6	72.5	0.072	7.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	77.0	86.4	0.023	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	65.5	78.6	0.030	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	51.7	85.1	0.085	4.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	81.0	90.4	0.023	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	68.9	82.0	0.030	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	54.7	87.9	0.086	4.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Freeflow	100	81.0	90.4	0.023	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	68.9	82.0	0.030	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	54.7	87.9	0.086	4.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Stop+Go	100	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Freeflow	110	81.0	90.4	0.023	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	68.9	82.0	0.030	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	56.9	81.2	0.082	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Stop+Go	110	13.5	41.3	0.141	30.6%

Table A 6: Heavy duty vehicles

Traffic situation	heavy duty vehicles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	44.1	64.4	0.050	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	35.3	64.0	0.066	6.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	28.9	63.4	0.107	12.5%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	53.1	73.9	0.052	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	41.7	71.1	0.069	5.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	34.7	62.5	0.074	11.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	62.0	80.5	0.052	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	48.1	79.0	0.073	4.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	40.2	68.8	0.079	8.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	70.0	79.4	0.036	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	57.5	74.9	0.048	1.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	46.2	68.9	0.090	5.2%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Freeflow	90	75.0	84.4	0.036	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	61.5	79.0	0.049	1.5%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	49.5	72.3	0.093	4.2%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Freeflow	100	78.0	87.4	0.037	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	64.0	81.5	0.050	1.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	51.4	74.3	0.095	3.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Stop+Go	100	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	29.6	68.8	0.114	10.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	23.2	50.5	0.099	24.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	16.6	49.2	0.094	26.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	37.6	74.3	0.073	6.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	28.2	59.4	0.098	16.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	24.3	50.2	0.086	20.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	45.3	82.7	0.077	5.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	37.6	64.6	0.081	9.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	27.4	57.4	0.096	19.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	57.1	74.5	0.048	2.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	44.6	73.0	0.086	7.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	35.9	61.1	0.079	10.5%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Freeflow	90	66.0	83.5	0.050	1.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	52.7	74.1	0.082	4.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	41.4	66.3	0.082	8.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Freeflow	100	66.0	83.5	0.050	1.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	52.7	74.1	0.082	4.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	41.6	73.0	0.086	8.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	13.5	41.3	0.141	30.6%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	43.4	61.2	0.042	2.5%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	33.4	60.7	0.144	3.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	23.5	51.0	0.157	19.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	50.9	68.0	0.059	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	41.6	59.7	0.041	3.7%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	31.2	56.5	0.103	6.5%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Freeflow	70	58.9	76.5	0.062	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	46.5	69.1	0.086	4.1%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	37.5	63.7	0.113	6.4%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Stop+Go	70	11.8	37.3	0.135	28.7%

Table A 7: Heavy duty vehicles

Traffic situation	heavy duty vehicles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Freeflow	80	66.5	84.1	0.064	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	53.3	75.5	0.068	1.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	41.1	60.5	0.041	6.2%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Stop+Go	80	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	34.4	61.7	0.145	3.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	25.8	48.4	0.118	11.8%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	18.7	43.0	0.119	20.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	42.3	60.5	0.046	2.5%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	29.4	53.4	0.084	11.1%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	23.5	51.0	0.157	19.8%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	48.3	69.2	0.069	2.7%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	38.7	65.8	0.076	7.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	30.3	70.8	0.111	10.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	54.2	79.9	0.092	2.9%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	43.7	71.1	0.080	5.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	34.0	69.0	0.121	9.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	31.2	47.3	0.122	2.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	23.8	47.4	0.161	11.9%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	18.7	43.0	0.119	20.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	34.6	61.7	0.145	2.4%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	26.6	53.5	0.115	11.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	18.7	43.0	0.119	20.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	11.8	37.3	0.135	28.7%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	39.6	68.4	0.085	2.1%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	30.2	58.4	0.106	10.4%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	23.5	51.0	0.157	19.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Freeflow	80	76.0	83.1	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	67.6	81.0	0.049	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	59.3	76.8	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Freeflow	90	78.9	86.0	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	70.2	81.9	0.047	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Freeflow	100	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Freeflow	110	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Freeflow	120	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Stop+Go	120	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Freeflow	130	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Stop+Go	130	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Freeflow	60	59.2	66.3	0.044	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	52.7	67.8	0.049	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	46.2	63.7	0.057	1.2%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%

Table A 8: Heavy duty vehicles

Traffic situation	heavy duty vehicles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Freeflow	70	66.8	73.9	0.045	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	59.4	72.0	0.048	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	52.1	69.6	0.059	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Stop+Go	70	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	76.0	83.1	0.045	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	67.6	81.0	0.049	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	59.3	76.8	0.062	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	78.9	86.0	0.045	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	70.2	81.9	0.047	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	82.0	89.1	0.045	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	73.0	84.7	0.047	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	62.4	79.9	0.062	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	16.6	46.3	0.148	27.7%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Freeflow	70	59.1	82.9	0.073	3.3%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	48.6	73.1	0.045	6.8%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	38.6	72.4	0.092	17.5%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Freeflow	80	71.6	81.0	0.023	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	60.9	72.6	0.047	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	50.1	70.0	0.092	3.2%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Freeflow	90	81.0	90.4	0.023	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	68.9	80.6	0.047	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	56.8	77.9	0.084	2.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Freeflow	100	81.0	90.4	0.023	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	68.9	80.6	0.047	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	56.8	77.9	0.084	2.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Freeflow	110	81.0	90.4	0.023	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	68.9	80.6	0.047	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	56.8	77.9	0.084	2.6%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Freeflow	50	46.4	73.0	0.073	4.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	37.6	71.2	0.121	7.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	29.2	58.0	0.098	17.1%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	53.9	79.9	0.092	3.4%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	44.7	73.0	0.073	7.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	35.1	59.0	0.101	17.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	59.1	82.9	0.073	3.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	48.6	73.1	0.045	6.8%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	38.6	72.4	0.092	17.5%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	71.6	81.0	0.023	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	60.9	72.6	0.047	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	50.1	70.0	0.092	3.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	81.0	90.4	0.023	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	68.9	80.6	0.047	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	56.8	77.9	0.084	2.6%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	13.5	41.3	0.141	30.6%

Table A 9: Heavy duty vehicles

Traffic situation	heavy duty vehicles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	39.8	61.7	0.079	2.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	30.1	57.2	0.105	7.7%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	28.7	56.0	0.091	14.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	49.4	69.7	0.065	2.4%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	39.9	62.8	0.045	8.2%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	29.2	61.0	0.100	16.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	56.9	77.9	0.084	2.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	46.3	73.0	0.075	6.8%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	34.3	60.2	0.111	12.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	65.0	80.1	0.049	0.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	54.6	79.8	0.068	3.7%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	42.1	74.7	0.087	10.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	13.5	41.3	0.141	30.6%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	41.4	62.6	0.079	2.3%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	29.2	57.2	0.105	10.5%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	26.6	60.5	0.091	16.1%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	49.1	69.7	0.065	3.0%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	38.5	62.8	0.051	9.5%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	29.2	61.0	0.100	16.0%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	22.0	43.0	0.119	5.9%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	20.7	42.0	0.118	11.4%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	17.5	40.0	0.116	17.0%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	29.4	58.6	0.148	4.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	23.9	43.5	0.109	10.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	19.5	43.0	0.119	16.8%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	11.8	37.3	0.135	28.7%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	31.0	57.2	0.105	5.1%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	29.4	53.5	0.115	11.5%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	24.1	51.5	0.113	16.8%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	11.8	37.3	0.135	28.7%

Table A 10: Heavy duty vehicles

Traffic situation	motorcycles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	90.0	99.0	0.250	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	81.9	98.2	0.069	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	72.0	97.2	0.268	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	100.0	109.0	0.252	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	91.1	107.4	0.069	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	108.5	121.6	0.081	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	99.2	115.5	0.069	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	119.0	132.1	0.081	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	108.4	122.0	0.060	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Freeflow	120	128.5	141.6	0.081	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	117.4	131.0	0.060	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:120 / Stop+Go	120	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Freeflow	130	138.5	151.6	0.081	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	126.6	140.2	0.060	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:130 / Stop+Go	130	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Freeflow	140	148.5	161.6	0.082	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / HeavyTraffic	140	138.0	152.0	0.064	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / SaturatedTraffic	140	80.0	107.3	0.274	0.0%
Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Stop+Go	140	28.2	55.9	0.232	7.8%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	96.2	113.9	0.062	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	81.5	108.8	0.274	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	67.2	109.9	0.210	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	114.2	131.9	0.062	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	96.9	124.2	0.277	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	79.7	122.4	0.213	0.0%
Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	69.3	96.9	0.116	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	58.7	79.9	0.153	2.1%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	48.3	78.0	0.197	3.4%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	78.0	105.6	0.116	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	66.2	87.4	0.159	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	54.6	87.3	0.208	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	87.2	104.9	0.062	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	74.0	101.3	0.272	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	60.8	99.0	0.204	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	96.2	113.9	0.062	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	81.5	108.8	0.274	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	67.2	109.9	0.210	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Freeflow	100	105.0	122.7	0.063	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	89.5	116.8	0.276	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	73.5	116.2	0.212	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Stop+Go	100	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Freeflow	110	114.2	131.9	0.062	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	96.9	124.2	0.277	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	79.7	122.4	0.213	0.0%
Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Stop+Go	110	22.3	47.7	0.257	8.3%

Table A 11: Motorcycles

Traffic situation	motorcycles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	55.0	72.4	0.146	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	45.0	71.0	0.328	4.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	37.0	69.0	0.184	6.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	63.9	81.3	0.150	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	52.6	81.1	0.281	2.9%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	42.4	74.8	0.192	5.2%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	72.9	90.3	0.152	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	59.9	88.5	0.286	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	48.3	78.0	0.197	3.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	82.0	99.4	0.155	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	67.3	89.0	0.148	1.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	54.1	84.1	0.161	4.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Freeflow	90	91.0	108.4	0.156	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	74.6	96.4	0.153	1.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	60.3	90.5	0.168	3.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Freeflow	100	99.9	117.3	0.158	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	82.0	103.8	0.158	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	66.1	96.5	0.174	2.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Stop+Go	100	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	40.8	73.0	0.189	5.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	35.0	63.6	0.178	6.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	32.1	63.0	0.177	8.5%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	49.2	77.6	0.278	3.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	39.6	71.4	0.187	5.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	32.7	62.5	0.176	7.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	58.2	86.8	0.285	1.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	47.7	86.0	0.199	5.2%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	36.5	68.5	0.184	7.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	68.3	106.0	0.162	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	53.2	86.0	0.195	2.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	44.4	77.5	0.192	3.6%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Freeflow	90	76.8	97.8	0.154	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	61.5	90.9	0.214	0.4%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	49.3	88.0	0.203	3.8%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Freeflow	100	85.3	106.8	0.160	0.0%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	68.0	98.1	0.221	1.1%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	53.2	86.0	0.195	2.7%
Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	52.4	75.7	0.126	0.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	41.8	70.4	0.393	2.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	34.0	64.0	0.178	4.6%
Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	60.8	74.3	0.096	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	48.3	71.3	0.293	1.5%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	39.1	65.9	0.361	2.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Freeflow	70	69.4	86.8	0.151	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	56.4	76.9	0.151	1.2%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	44.3	62.6	0.114	1.8%
Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%

Table A 12: Motorcycles

Traffic situation	motorcycles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s²	
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Freeflow	80	77.9	95.3	0.154	0.0%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	63.8	92.6	0.170	1.1%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	49.5	76.8	0.262	1.5%
Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow	50	42.8	78.6	0.311	2.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	35.4	68.6	0.302	3.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	27.2	58.6	0.291	5.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow	60	50.4	90.0	0.206	3.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	40.8	73.0	0.189	5.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	34.0	64.0	0.178	4.6%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow	70	56.1	90.4	0.154	1.9%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	45.5	78.0	0.196	4.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	35.5	68.6	0.302	3.0%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow	80	64.0	92.3	0.160	1.5%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	49.9	83.0	0.202	3.9%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	42.2	78.6	0.310	3.3%
Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	41.1	63.7	0.168	0.9%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	31.7	83.4	0.304	2.9%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	27.2	58.6	0.291	5.0%
Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	45.8	63.7	0.115	0.8%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	38.0	56.9	0.126	3.0%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	27.2	58.6	0.291	5.0%
Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	22.3	47.7	0.257	8.3%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	50.9	69.3	0.095	0.7%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	40.9	67.1	0.256	2.0%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	34.0	64.0	0.178	4.6%
Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Freeflow	80	85.6	104.5	0.108	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	77.0	95.3	0.302	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	66.9	85.7	0.128	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Freeflow	90	95.0	113.9	0.108	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	85.5	103.8	0.303	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Freeflow	100	103.6	122.5	0.108	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	93.2	111.5	0.304	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Freeflow	110	113.2	124.5	0.051	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	101.7	119.6	0.065	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Freeflow	120	122.6	133.9	0.051	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / HeavyTraffic	120	110.3	128.2	0.065	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / SaturatedTraffic	120	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Stop+Go	120	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Freeflow	130	131.8	143.0	0.051	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / HeavyTraffic	130	117.3	135.2	0.065	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / SaturatedTraffic	130	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Stop+Go	130	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Freeflow	60	68.4	87.3	0.107	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	61.6	85.0	0.111	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	53.5	72.2	0.121	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%

Table A 13: Motorcycles

Traffic situation	motorcycles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Freeflow	70	76.0	94.9	0.108	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	67.9	92.0	0.112	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	59.4	78.2	0.125	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Freeflow	80	85.6	104.5	0.108	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	77.0	95.3	0.302	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	66.9	85.7	0.128	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go	80	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow	90	95.0	113.9	0.108	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	85.5	103.8	0.303	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go	90	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Freeflow	100	103.6	122.5	0.108	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	93.2	111.5	0.304	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go	100	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow	110	113.2	124.5	0.051	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	101.7	119.6	0.065	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	75.2	94.0	0.131	0.0%
Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go	110	28.2	55.9	0.232	7.8%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Freeflow	70	73.7	93.7	0.138	1.2%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	60.6	86.0	0.239	2.7%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	49.9	83.0	0.202	3.9%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Freeflow	80	80.9	97.3	0.070	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	68.8	96.8	0.281	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	56.4	76.9	0.151	1.2%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Freeflow	90	93.0	109.4	0.071	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	79.2	106.5	0.274	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	65.2	86.5	0.158	1.5%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Freeflow	100	101.9	119.6	0.062	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / HeavyTraffic	100	86.6	113.9	0.275	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic	100	71.5	91.6	0.137	1.4%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Stop+Go	100	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Freeflow	110	110.1	127.8	0.063	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / HeavyTraffic	110	94.0	121.3	0.277	0.0%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic	110	77.1	99.0	0.194	1.1%
Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Stop+Go	110	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Freeflow	50	56.4	76.9	0.151	1.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	46.6	66.9	0.138	2.7%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	39.8	66.8	0.255	3.9%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow	60	64.5	88.0	0.136	1.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	54.0	73.7	0.124	2.8%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	44.1	69.7	0.120	4.7%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow	70	73.7	93.7	0.138	1.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	60.6	86.0	0.239	2.7%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	49.9	83.0	0.202	3.9%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow	80	80.9	97.3	0.070	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	68.8	96.8	0.281	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	56.4	76.9	0.151	1.2%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow	90	93.0	109.4	0.071	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic	90	79.2	106.5	0.274	0.0%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic	90	65.2	86.5	0.158	1.5%
Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go	90	22.3	47.7	0.257	8.3%

Table A 14: Motorcycles

Traffic situation	motorcycles				
	speed limit	v_ave	v_max	RPA	p_stop
	km/h	km/h	km/h	m/s ²	
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow	50	50.9	69.2	0.096	1.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	42.3	76.5	0.305	3.1%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	34.6	67.2	0.298	5.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow	60	57.2	79.2	0.373	1.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	48.7	76.5	0.195	3.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	39.8	66.8	0.255	3.9%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow	70	68.8	86.5	0.108	1.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic	70	55.6	84.1	0.153	2.6%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic	70	44.1	69.7	0.120	4.7%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go	70	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow	80	76.5	92.9	0.070	0.0%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic	80	64.4	83.7	0.132	1.2%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic	80	49.9	83.0	0.202	3.9%
Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go	80	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow	50	52.6	74.1	0.100	1.3%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	41.7	71.6	0.287	3.9%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	33.0	66.9	0.301	5.9%
Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow	60	56.8	79.2	0.373	1.9%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic	60	48.4	76.5	0.197	3.8%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic	60	39.8	66.8	0.255	3.9%
Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go	60	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow	30	32.6	45.7	0.269	1.0%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic	30	29.5	44.2	0.225	4.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic	30	24.3	42.0	0.209	4.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go	30	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow	40	41.0	63.7	0.168	1.2%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic	40	34.5	63.7	0.289	3.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic	40	27.5	58.6	0.298	4.6%
Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go	40	22.3	47.7	0.257	8.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow	50	45.7	67.1	0.172	1.3%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic	50	35.4	63.6	0.232	3.2%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic	50	32.8	62.2	0.177	5.7%
Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go	50	22.3	47.7	0.257	8.3%

Table A 15: Motorcycles

8.3 Bedeutung der Abkürzungen der Verkehrssituationen des neuen Handbuchs für Emissionsfaktoren

Tabelle 8-1: Bedeutung der Abkürzungen für die Verkehrssituationen des HBEfa 3

Abkürzung, Verkehrssituation	Bedeutung
RUR/MW/80/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/MW/80/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/MW/80/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/MW/80/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/MW/90/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:90 / Freeflow
RUR/MW/90/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic
RUR/MW/90/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
RUR/MW/90/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go
RUR/MW/100/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:100 / Freeflow
RUR/MW/100/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic
RUR/MW/100/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
RUR/MW/100/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go
RUR/MW/110/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:110 / Freeflow
RUR/MW/110/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic
RUR/MW/110/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
RUR/MW/110/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go
RUR/MW/120/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:120 / Freeflow
RUR/MW/120/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:120 / HeavyTraffic
RUR/MW/120/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:120 / SaturatedTraffic
RUR/MW/120/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:120 / Stop+Go
RUR/MW/130/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:130 / Freeflow
RUR/MW/130/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:130 / HeavyTraffic
RUR/MW/130/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:130 / SaturatedTraffic
RUR/MW/130/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:130 / Stop+Go
RUR/MW/>130/Freeflow	Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Freeflow
RUR/MW/>130/Heavy	Rural / Motorway / SpLimit:>130 / HeavyTraffic
RUR/MW/>130/Satur.	Rural / Motorway / SpLimit:>130 / SaturatedTraffic
RUR/MW/>130/St+Go	Rural / Motorway / SpLimit:>130 / Stop+Go
RUR/Semi-MW/90/Freeflow	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow
RUR/Semi-MW/90/Heavy	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic
RUR/Semi-MW/90/Satur.	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
RUR/Semi-MW/90/St+Go	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go
RUR/Semi-MW/110/Freeflow	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow
RUR/Semi-MW/110/Heavy	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic
RUR/Semi-MW/110/Satur.	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
RUR/Semi-MW/110/St+Go	Rural / Semi-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go
RUR/Trunk/60/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow
RUR/Trunk/60/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/60/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/60/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go
RUR/Trunk/70/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow
RUR/Trunk/70/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/70/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/70/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go
RUR/Trunk/80/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/Trunk/80/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/80/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/80/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/Trunk/90/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow
RUR/Trunk/90/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/90/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/90/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go
RUR/Trunk/100/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Freeflow
RUR/Trunk/100/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/100/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/100/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:100 / Stop+Go

Tabelle 8-2: Bedeutung der Abkürzungen für die Verkehrssituationen des HBEfa 3, Fortsetzung

Abkürzung, Verkehrssituation	Bedeutung
RUR/Trunk/110/Freeflow	Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Freeflow
RUR/Trunk/110/Heavy	Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / HeavyTraffic
RUR/Trunk/110/Satur.	Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
RUR/Trunk/110/St+Go	Rural / TrunkRoad / SpLimit:110 / Stop+Go
RUR/Distr/50/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow
RUR/Distr/50/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic
RUR/Distr/50/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/50/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go
RUR/Distr/60/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow
RUR/Distr/60/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic
RUR/Distr/60/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/60/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go
RUR/Distr/70/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow
RUR/Distr/70/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic
RUR/Distr/70/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/70/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go
RUR/Distr/80/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/Distr/80/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/Distr/80/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/80/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/Distr/90/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Freeflow
RUR/Distr/90/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / HeavyTraffic
RUR/Distr/90/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/90/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:90 / Stop+Go
RUR/Distr/100/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Freeflow
RUR/Distr/100/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / HeavyTraffic
RUR/Distr/100/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
RUR/Distr/100/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:100 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./50/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow
RUR/Distr-sin./50/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./50/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./50/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./60/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow
RUR/Distr-sin./60/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./60/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./60/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./70/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow
RUR/Distr-sin./70/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./70/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./70/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./80/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/Distr-sin./80/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./80/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./80/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./90/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Freeflow
RUR/Distr-sin./90/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./90/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./90/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:90 / Stop+Go
RUR/Distr-sin./100/Freeflow	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Freeflow
RUR/Distr-sin./100/Heavy	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / HeavyTraffic
RUR/Distr-sin./100/Satur.	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
RUR/Distr-sin./100/St+Go	Rural / Distributor-DistrictConnection(withCurves) / SpLimit:100 / Stop+Go
RUR/Local/50/Freeflow	Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow
RUR/Local/50/Heavy	Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic
RUR/Local/50/Satur.	Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
RUR/Local/50/St+Go	Rural / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go

Tabelle 8-3: Bedeutung der Abkürzungen für die Verkehrssituationen des HBEfa 3, Fortsetzung

Abkürzung, Verkehrssituation	Bedeutung
RUR/Local/60/Freeflow	Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow
RUR/Local/60/Heavy	Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic
RUR/Local/60/Satur.	Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
RUR/Local/60/St+Go	Rural / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go
RUR/Local/70/Freeflow	Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Freeflow
RUR/Local/70/Heavy	Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / HeavyTraffic
RUR/Local/70/Satur.	Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
RUR/Local/70/St+Go	Rural / LocalCollector / SpLimit:70 / Stop+Go
RUR/Local/80/Freeflow	Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/Local/80/Heavy	Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/Local/80/Satur.	Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/Local/80/St+Go	Rural / LocalCollector / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/Local-sin./50/Freeflow	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Freeflow
RUR/Local-sin./50/Heavy	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / HeavyTraffic
RUR/Local-sin./50/Satur.	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
RUR/Local-sin./50/St+Go	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:50 / Stop+Go
RUR/Local-sin./60/Freeflow	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Freeflow
RUR/Local-sin./60/Heavy	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / HeavyTraffic
RUR/Local-sin./60/Satur.	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
RUR/Local-sin./60/St+Go	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:60 / Stop+Go
RUR/Local-sin./70/Freeflow	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Freeflow
RUR/Local-sin./70/Heavy	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / HeavyTraffic
RUR/Local-sin./70/Satur.	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
RUR/Local-sin./70/St+Go	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:70 / Stop+Go
RUR/Local-sin./80/Freeflow	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Freeflow
RUR/Local-sin./80/Heavy	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / HeavyTraffic
RUR/Local-sin./80/Satur.	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
RUR/Local-sin./80/St+Go	Rural / LocalCollector(withCurves) / SpLimit:80 / Stop+Go
RUR/Access/30/Freeflow	Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow
RUR/Access/30/Heavy	Rural / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic
RUR/Access/30/Satur.	Rural / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic
RUR/Access/30/St+Go	Rural / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go
RUR/Access/40/Freeflow	Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow
RUR/Access/40/Heavy	Rural / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic
RUR/Access/40/Satur.	Rural / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic
RUR/Access/40/St+Go	Rural / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go
RUR/Access/50/Freeflow	Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow
RUR/Access/50/Heavy	Rural / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic
RUR/Access/50/Satur.	Rural / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
RUR/Access/50/St+Go	Rural / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go
URB/MW-Nat./80/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Freeflow
URB/MW-Nat./80/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./80/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./80/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:80 / Stop+Go
URB/MW-Nat./90/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Freeflow
URB/MW-Nat./90/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./90/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./90/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:90 / Stop+Go
URB/MW-Nat./100/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Freeflow
URB/MW-Nat./100/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./100/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./100/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:100 / Stop+Go
URB/MW-Nat./110/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Freeflow
URB/MW-Nat./110/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./110/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./110/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:110 / Stop+Go

Tabelle 8-4: Bedeutung der Abkürzungen für die Verkehrssituationen des HBEfa 3, Fortsetzung

Abkürzung, Verkehrssituation	Bedeutung
URB/MW-Nat./120/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Freeflow
URB/MW-Nat./120/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./120/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./120/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:120 / Stop+Go
URB/MW-Nat./130/Freeflow	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Freeflow
URB/MW-Nat./130/Heavy	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / HeavyTraffic
URB/MW-Nat./130/Satur.	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / SaturatedTraffic
URB/MW-Nat./130/St+Go	Urban / Nat-Motorway(ThrougTraffic) / SpLimit:130 / Stop+Go
URB/MW-City/60/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Freeflow
URB/MW-City/60/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / HeavyTraffic
URB/MW-City/60/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/60/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:60 / Stop+Go
URB/MW-City/70/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Freeflow
URB/MW-City/70/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / HeavyTraffic
URB/MW-City/70/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/70/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:70 / Stop+Go
URB/MW-City/80/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Freeflow
URB/MW-City/80/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / HeavyTraffic
URB/MW-City/80/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/80/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:80 / Stop+Go
URB/MW-City/90/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Freeflow
URB/MW-City/90/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / HeavyTraffic
URB/MW-City/90/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/90/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:90 / Stop+Go
URB/MW-City/100/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Freeflow
URB/MW-City/100/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / HeavyTraffic
URB/MW-City/100/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/100/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:100 / Stop+Go
URB/MW-City/110/Freeflow	Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Freeflow
URB/MW-City/110/Heavy	Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / HeavyTraffic
URB/MW-City/110/Satur.	Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
URB/MW-City/110/St+Go	Urban / City-Motorway / SpLimit:110 / Stop+Go
URB/Trunk-Nat./70/Freeflow	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Freeflow
URB/Trunk-Nat./70/Heavy	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / HeavyTraffic
URB/Trunk-Nat./70/Satur.	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-Nat./70/St+Go	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:70 / Stop+Go
URB/Trunk-Nat./80/Freeflow	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Freeflow
URB/Trunk-Nat./80/Heavy	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / HeavyTraffic
URB/Trunk-Nat./80/Satur.	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-Nat./80/St+Go	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:80 / Stop+Go
URB/Trunk-Nat./90/Freeflow	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Freeflow
URB/Trunk-Nat./90/Heavy	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / HeavyTraffic
URB/Trunk-Nat./90/Satur.	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-Nat./90/St+Go	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:90 / Stop+Go
URB/Trunk-Nat./100/Freeflow	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Freeflow
URB/Trunk-Nat./100/Heavy	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / HeavyTraffic
URB/Trunk-Nat./100/Satur.	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-Nat./100/St+Go	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:100 / Stop+Go
URB/Trunk-Nat./110/Freeflow	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Freeflow
URB/Trunk-Nat./110/Heavy	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / HeavyTraffic
URB/Trunk-Nat./110/Satur.	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-Nat./110/St+Go	Urban / Main(TrunkRoad) / SpLimit:110 / Stop+Go
URB/Trunk-City/50/Freeflow	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Freeflow
URB/Trunk-City/50/Heavy	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / HeavyTraffic
URB/Trunk-City/50/Satur.	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-City/50/St+Go	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:50 / Stop+Go


Tabelle 8-5: Bedeutung der Abkürzungen für die Verkehrssituationen des HBEfa 3, Fortsetzung

Abkürzung, Verkehrssituation	Bedeutung
URB/Trunk-City/60/Freeflow	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Freeflow
URB/Trunk-City/60/Heavy	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / HeavyTraffic
URB/Trunk-City/60/Satur.	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-City/60/St+Go	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:60 / Stop+Go
URB/Trunk-City/70/Freeflow	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Freeflow
URB/Trunk-City/70/Heavy	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / HeavyTraffic
URB/Trunk-City/70/Satur.	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-City/70/St+Go	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:70 / Stop+Go
URB/Trunk-City/80/Freeflow	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Freeflow
URB/Trunk-City/80/Heavy	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / HeavyTraffic
URB/Trunk-City/80/Satur.	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-City/80/St+Go	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:80 / Stop+Go
URB/Trunk-City/90/Freeflow	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Freeflow
URB/Trunk-City/90/Heavy	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / HeavyTraffic
URB/Trunk-City/90/Satur.	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / SaturatedTraffic
URB/Trunk-City/90/St+Go	Urban / City-TrunkRoad / SpLimit:90 / Stop+Go
URB/Distr/50/Freeflow	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Freeflow
URB/Distr/50/Heavy	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / HeavyTraffic
URB/Distr/50/Satur.	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
URB/Distr/50/St+Go	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:50 / Stop+Go
URB/Distr/60/Freeflow	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Freeflow
URB/Distr/60/Heavy	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / HeavyTraffic
URB/Distr/60/Satur.	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
URB/Distr/60/St+Go	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:60 / Stop+Go
URB/Distr/70/Freeflow	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Freeflow
URB/Distr/70/Heavy	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / HeavyTraffic
URB/Distr/70/Satur.	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / SaturatedTraffic
URB/Distr/70/St+Go	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:70 / Stop+Go
URB/Distr/80/Freeflow	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Freeflow
URB/Distr/80/Heavy	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / HeavyTraffic
URB/Distr/80/Satur.	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / SaturatedTraffic
URB/Distr/80/St+Go	Urban / Distributor-DistrictConnection / SpLimit:80 / Stop+Go
URB/Local/50/Freeflow	Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Freeflow
URB/Local/50/Heavy	Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / HeavyTraffic
URB/Local/50/Satur.	Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
URB/Local/50/St+Go	Urban / LocalCollector / SpLimit:50 / Stop+Go
URB/Local/60/Freeflow	Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Freeflow
URB/Local/60/Heavy	Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / HeavyTraffic
URB/Local/60/Satur.	Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / SaturatedTraffic
URB/Local/60/St+Go	Urban / LocalCollector / SpLimit:60 / Stop+Go
URB/Access/30/Freeflow	Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Freeflow
URB/Access/30/Heavy	Urban / Access-residential / SpLimit:30 / HeavyTraffic
URB/Access/30/Satur.	Urban / Access-residential / SpLimit:30 / SaturatedTraffic
URB/Access/30/St+Go	Urban / Access-residential / SpLimit:30 / Stop+Go
URB/Access/40/Freeflow	Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Freeflow
URB/Access/40/Heavy	Urban / Access-residential / SpLimit:40 / HeavyTraffic
URB/Access/40/Satur.	Urban / Access-residential / SpLimit:40 / SaturatedTraffic
URB/Access/40/St+Go	Urban / Access-residential / SpLimit:40 / Stop+Go
URB/Access/50/Freeflow	Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Freeflow
URB/Access/50/Heavy	Urban / Access-residential / SpLimit:50 / HeavyTraffic
URB/Access/50/Satur.	Urban / Access-residential / SpLimit:50 / SaturatedTraffic
URB/Access/50/St+Go	Urban / Access-residential / SpLimit:50 / Stop+Go

8.4 Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung

Günter Gäßler, 2. Freiburger Workshop „Luftreinhaltung und Modelle“, Juni 2009, Freiburg.

Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung



2. Freiburger Workshop „Luftreinhaltung und Modelle“
22.-23.06.2009
Günter Gäßler
IVU Umwelt GmbH, Freiburg

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Überblick

- Einführung
- Potential verkehrssteuernder Maßnahmen
- Umweltsensitives Verkehrsmanagement (UVM)
- Monitoring
- Anwendungen
- Zusammenfassung

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Wie gut ist die Berliner Luft?

Schadstoff	Wichtigste Quellen der Belastung	Situation in Berlin	Handlungsbedarf	Bewertung
Stickstoffdioxid	Verkehr, importiertes Stickoxid, Wohnungszentralheizung, Industrie & Kraftwerke	Ernstes Problem: Überschreitungen des EU-Grenzwertes 2010 an allen Verkehrsstellen, Überschreitung der Toleranzmenge	Zusätzliche Maßnahmen in Berlin und EU-weit notwendig, hauptsächlich im Verkehrssektor	⊗
Feinstaub (PM10)	Verkehr, private Haushalte (incl. Wohnungszentralheizung), importierter Sekundärschutt, Industrie, baugewerbliche, biologische Material (z.B. Pollen)	Sehr ernstes Problem: Zahlreiche Überschreitungen des EU-Grenzwertes 2005 in Verkehrsnahe	Zusätzliche Maßnahmen in mehreren Sektoren in Berlin und national EU-weit erforderlich	⊗

Quelle: http://www.berlin.de/sen/umwelt/luftqualitaet/de/berliner_luft.shtml (verändert)

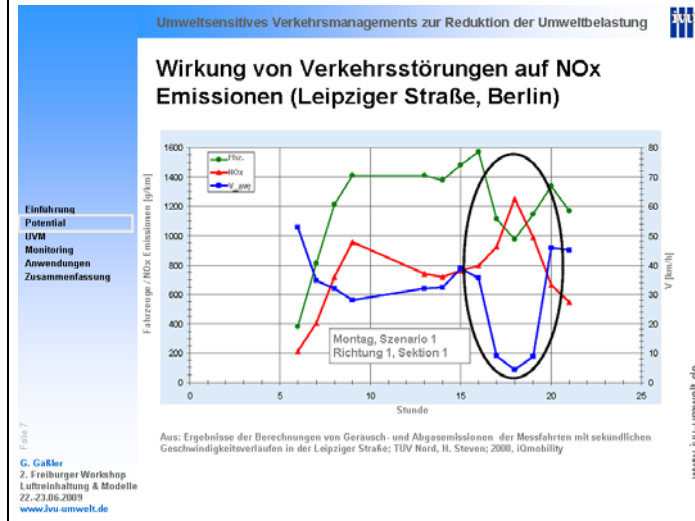
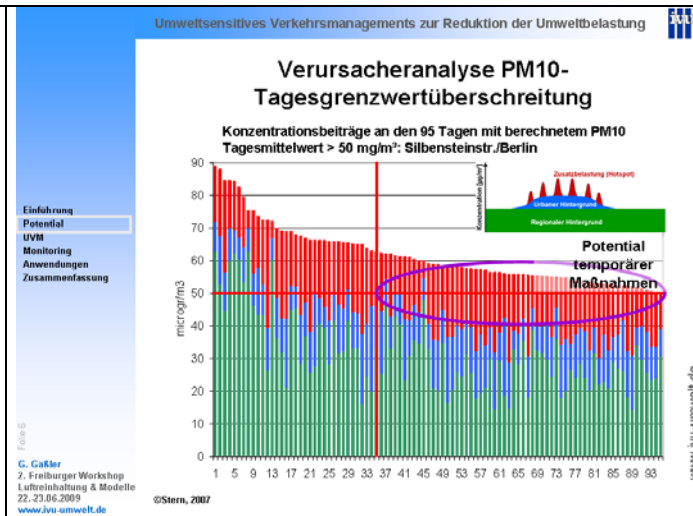
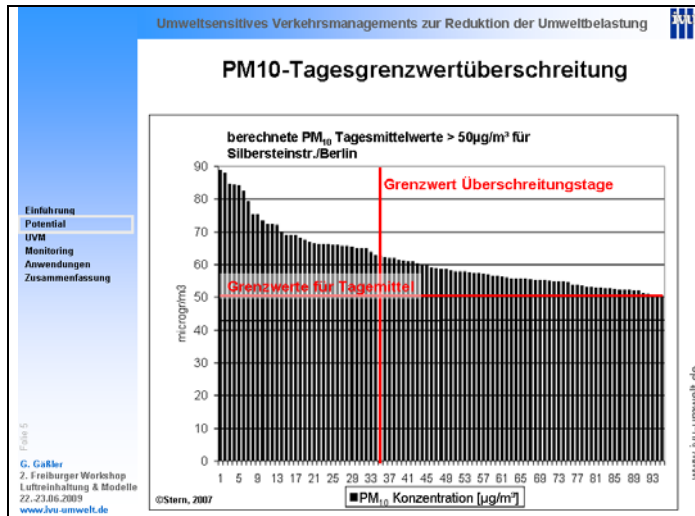
Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Ist-Situation

- NO₂-Grenzwert 2010:
 - vielerorts, z. T. deutlich, überschritten
 - Kfz-Anteil in der Vorbelastung und im Hotspot sehr hoch
 - steigender Verkehrsanteil
 - keine ausreichende Minderung zu erwarten
 - hohe Korrelation mit Störungen im Verkehr
- PM₁₀
 - Probleme mit der Einhaltung des Tagesgrenzwertes
 - signifikanter Verkehrsbeitrag

→ Verkehrsmanagement als eine mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Luftschadstoffen

→ Wie hoch ist das Potential?



Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Temporäre / dynamische Maßnahmen

- Optimierung des Verkehrsflusses (z.B. Signalsteuerung)
- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Steuerung der Flottenzusammensetzung (z. B. Begrenzung auf Fahrzeuge ab bestimmter Umweltplakette → temporäre UZ)
- Reduzierung des Verkehrs (Teil-, Voll-Sperrungen)
- ...

www.ivu-umwelt.de

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.23.06.2009
www.ivu-umwelt.de



Umweltsensitive Verkehrssteuerung

- Wann ist die Maßnahme anzuwenden?
- Welche Maßnahmen ist sinnvoll?
- Wie effektiv ist die Maßnahme?
- Auf welche Straßen wirkt sich eine Maßnahme aus?

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

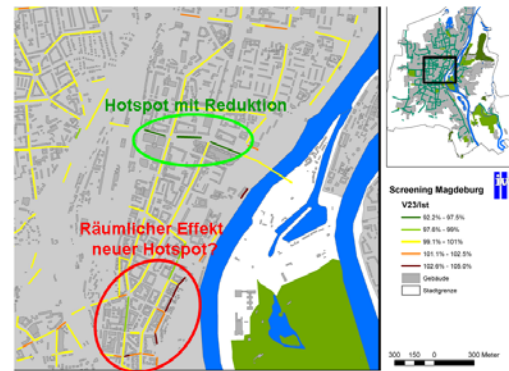
Seite 9

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de



Kontrolle der räumlichen Effekte der Maßnahmen



Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

Seite 10

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de



Anwendung umweltsensitiver Verkehrssteuerung

Planung:

- Wirkung der Maßnahmen
- Wirkungsbereiche und Verlagerungseffekte

Operationeller Ablauf:

- Übersicht über aktuelle Luftschadstoff-Situation (stadtweit)
- Definierte Anwendungskriterien / Schwellenwerte
- Kontrolle der Wirkung

Qualitätssicherung:

- Nachweis der Wirkung
- Auswertungen / Nachmodellierungen
- Langfristige Qualitätssicherung

➔ Instrumentarium zur Abschätzung und Kontrolle der Wirkung sowie Archivierung

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

Seite 11

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de



Online Monitoring der Luftschadstoffe & Lärm mit IMMIS^{mt}

- Modellsystem Luftqualität und Lärm im Straßenraum
- Modellierung mit stündlichen Verkehrs-, Wetter- und Luftqualitätsmessdaten
- notwendiger Bestandteil eines UVM
- Online/Offline einsetzbar
- Entwickelt und validiert
 - München / MOBINET (2002-2003)
 - Berlin / HEAVEN (2000-2003)
- Anwendungen
 - iQmobility/Berlin
 - UVM-BS / Braunschweig
 - Köln(geplant)

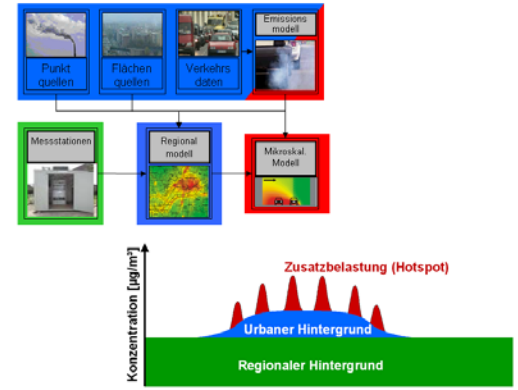
Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

Seite 12

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de

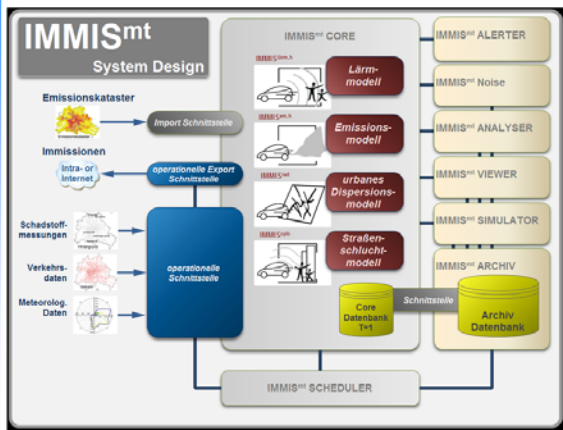
Methode der Modellierung der Luftqualität mit IMMIS^{mt}



Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de



Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de

Stadtweite Bewertung der Luftqualität mit IMMIS^{mt}

- Eingangsdaten:
- aktuelle Verkehrsbelastung
 - städtische Emissionsquellen (zeitabhängig)
 - Hintergrundkonzentrationen (gemessen)
 - lokale Meteorologie (Stationsdaten)
 - Straßenraumgeometrien
- simultane Überwachung aller „Hot Spots“
 → räumliche Wirkungen der Maßnahmen
 → Simulationen von Szenarien für die Abschätzung von Effekten
- für die Planung von Maßnahmen
 - operativ

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de

Anwendungen von IMMIS^{mt}

- Berlin / iQmobility
 - Aufbau eines verkehrsmittelübergreifenden Qualitätsmanagements als Instrument zur Erfolgskontrolle von Verkehrsmanagementmaßnahmen
 - Forschungsprojekt gefördert BMWi innerhalb der Forschungsinitiative Verkehrsmanagement 2010
- Braunschweig / UVM BS
 - Untersuchung präventiver Verkehrsmanagementmaßnahmen zur Reduzierung von Umweltbelastungen bzw. Grenzwertüberschreitungen für Luftschadstoffe
 - Forschungsprojekt gefördert durch BMVBS
- Köln
 - Mehr im Anschluss zu diesem Vortrag

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

www.ivu-umwelt.de

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

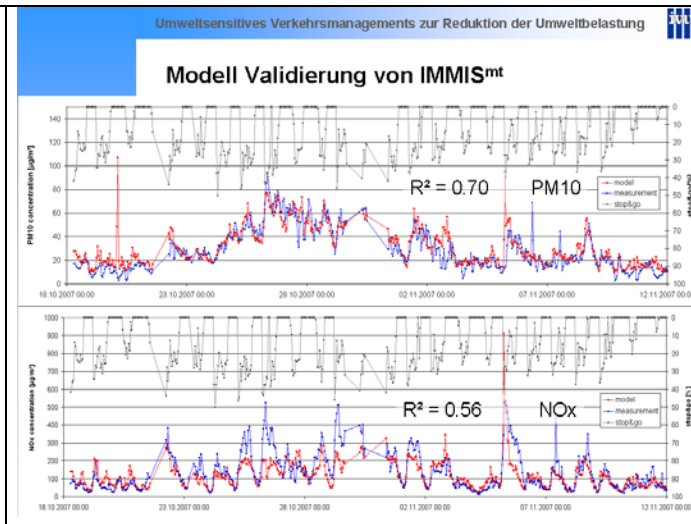
iQ-mobility Berlin




**Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung**

www.ivu-umwelt.de

17
Foto 17
G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de



Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Braunschweig: UVM-BS





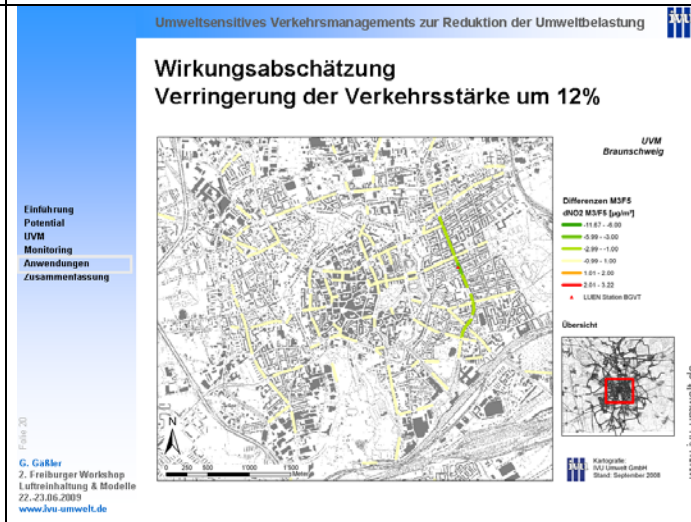

- Testfeld Altewiekring (Hotspot)
- Testperioden (je 4 Wochen)
 - Reduzierung der Kapazität zur Verringerung der Verkehrsstärke um 6%
 - Reduzierung der Kapazität zur Verringerung der Verkehrsstärke um 12%




**Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung**

www.ivu-umwelt.de

19
Foto 19
G. Gaßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de



Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Portal UVM-BS

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

www.ivu-umwelt.de

G. Gäßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Aktueller Stand UVM-BS

- Testphasen abgeschlossen
- Datenaufbereitung für Analyse
- Abschluss des Projektes im Oktober

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

www.ivu-umwelt.de

G. Gäßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Zusammenfassung

- hohes Potential umweltsensitiven Verkehrsmanagement zur Einhaltung der Grenzwerte für die Luftqualität
- räumliche Effekte getroffener Maßnahmen erfordern stadtweites Betrachtung
- Wirkungskontrolle der Maßnahmen zur Qualitätssicherung notwendig
- Modellsystem als Überwachungs- und Simulationssystem notwendig
- IMMISTM als validiertes System verfügbar

Einführung
Potential
UVM
Monitoring
Anwendungen
Zusammenfassung

www.ivu-umwelt.de

G. Gäßler
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Umweltsensitives Verkehrsmanagements zur Reduktion der Umweltbelastung

Möglichkeiten eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements zur Reduktion der innerstädtischen Umweltbelastung

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

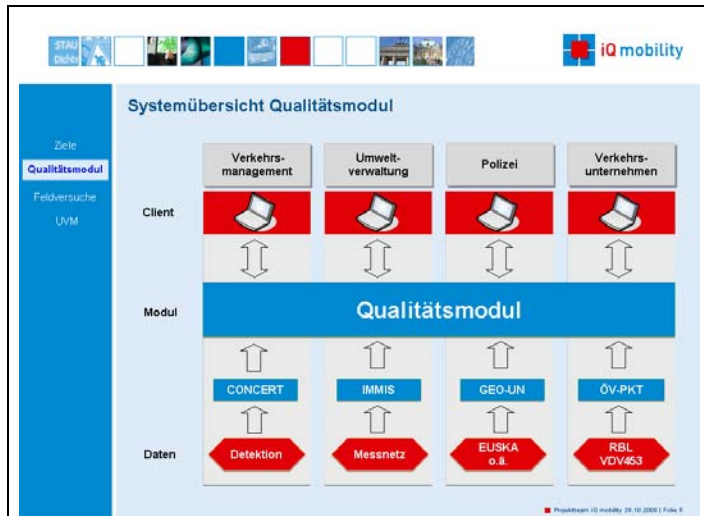
2. Freiburger Workshop „Luftreinhaltung und Modelle“
22.-23.06.2009
Günter Gäßler
IVU Umwelt GmbH, Freiburg

www.ivu-umwelt.de

8.5 Online-Monitoring der Verkehrs- und Umweltbelastungen und die Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen

Dr. Reinhard Giehler, 2. Freiburger Workshop „Luftreinhaltung und Modelle“, Juni 2009, Freiburg.

 <p> Online-Monitoring der Verkehrs- und Umweltbelastungen und die Wirkungen von verkehrlichen Maßnahmen Dr.-Ing. Reinhard Giehler, VMZ Berlin Betreibergesellschaft mbH Berlin, 23. Juni 2009 </p>	 <h3>Inhalt</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsziele • Qualitätsmodul • Feldversuche und Ergebnisse • Umweltorientiertes Verkehrsmanagement
 <h3>Ziele</h3>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Ziel war es, ein verkehrsmittelübergreifendes Qualitätsmanagement für den straßengebundenen Verkehr als Instrument zur Erfolgskontrolle von Verkehrsmanagementmaßnahmen aufzubauen. ■ Dabei wurden die Wechselwirkungen der straßengebundenen Teilverkehre (MIV, ÖV) einbezogen und die Auswirkungen auf Umwelt, Sicherheit und Kosten in der Bewertung berücksichtigt. 	 <h3>Qualitätsmodul</h3> <ul style="list-style-type: none"> ■ Das Qualitätsmodul (Prototyp) ist derzeit in Berlin mit zwei funktionalen Einheiten im Einsatz: ■ Das Qualitätsüberwachung (online) ist ein Instrument zur Überwachung der aktuellen Verkehrsqualität, der Umweltqualität und der Verkehrssicherheit im Straßennetz. Die aktuellen Werte werden in thematischen Karten automatisch aufbereitet und in unterschiedlichen Zeitintervallen dargestellt (Qualitätslage). ■ Die Qualitätsanalyse (offline) ermöglicht die vertiefte Analyse von Ursachen- und Wirkungszusammenhängen.



- Qualitätsüberwachung des Straßenverkehrs**
- Verkehrssituation im Hauptverkehrsstraßennetz (online)**
 - Verkehrsmengen und zeitliche Verteilung (Kfz, Lkw-Anteile, Tagesganglinien)
 - Aktuelle Verkehrssituation (LOS, Fahrgeschwindigkeiten, Signalzeitenplanauswahl, technische Störungen)
 - Planbare und nichtplanbare Ereignisse (Veranstaltungen, Baustellen, Unfälle, Havarien, Protokollfahrten)
 - Qualitätsanalysen des Straßenverkehrs (offline)**
 - Qualitätsanalysen des Verkehrsablaufs im Straßennetz (z.B. Verkehrssituation, Verkehrsmengen, Fahrgeschwindigkeiten)
 - Erfolgskontrolle steuernder und lenkender Maßnahmen im Straßenverkehr
 - Planungsgrundlagen für die umweltorientierte LSA-Steuerungen



STAU
Einfahr

iQ mobility

Qualitätsüberwachung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen

Ziele

Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

- **Umweltlage im Straßennetz (online)**
 - Aktuelle flächendeckende Immissionsbelastung (NO₂, PM₁₀, Lärm)
 - Qualitätsbewertung der Immissionssituation Luftschadstoffe und Lärm (Tagesmittelwerte/Grenzwertüberschreitungen)
 - Aktueller Status (Messstationen) der Immissionssituationen Luftschadstoffe und Wetter
- **Planungsgrundlagen für den Immissionsschutz**
 - Bilanzierung der Immissionssituation im gesamten Straßennetz
 - Planung und Erfolgskontrolle administrativer und organisatorischer Maßnahmen (Umweltzone, Verstärkung, Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit und Verkehrsmenge, Fahrverbote)

Projektteam iQ mobility | 29.10.2009 | Folie 9

STAU
Einfahr

iQ mobility

Feldversuch „Verkehr und Umwelt“ Leipziger Straße

Ziele

Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

- **Ziele: Wirkungsanalyse von Verkehrsmanagementmaßnahmen auf die verkehrsbedingten Lärm- und Luftschadstoffbelastung durch:**
 - Verstärkung des Verkehrs (gleichmäßiger Verkehrsfluss bei gleichzeitiger Reduzierung der Haltevorgänge) in kritischen Straßenabschnitten und
 - Tempo 50 Koordinierung (mit / ohne verkehrsabhängige Signalzeitenplanauswahl) bzw. einer Tempo 30 Koordinierung (ohne verkehrsabhängige Signalzeitenplanauswahl)

Projektteam iQ mobility | 29.10.2009 | Folie 10

STAU
Einfahr

iQ mobility

Feldversuchen Leipziger Straße

Ziele

Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

Projektteam iQ mobility | 29.10.2009 | Folie 11

STAU
Einfahr

iQ mobility

Feldversuch Leipziger Straße - Methodik

Ziele

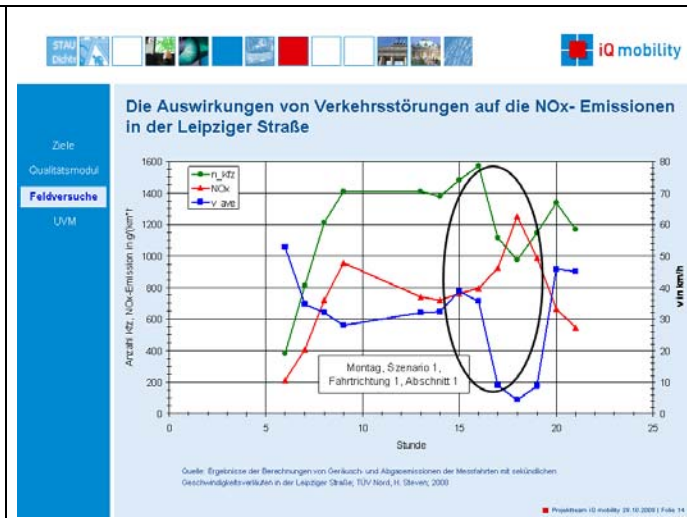
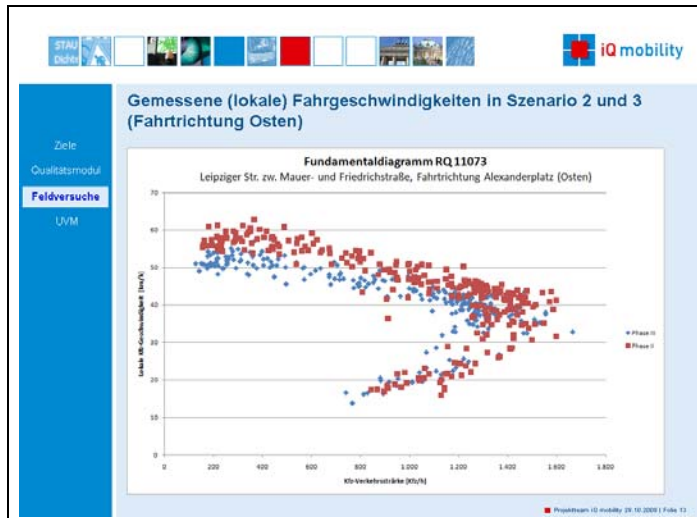
Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

- Durchführung und Auswertung von 1310 Messfahrten über den gesamten 1,6 Km langen Streckenabschnitt zwischen Potsdamer Platz und Spittelmarkt jeweils am Montag, Mittwoch, Freitag und Samstag in Szenario 1 bis 3
- Durchführung und Auswertungen von Videoerfassungen des Verkehrsablaufs zwischen Friedrichstr. und Mauer Str. jeweils am Dienstag und Mittwoch in Szenario 1 bis 3
- Messungen der Verkehrsmengen, -zusammensetzung und Fahrgeschwindigkeiten an Messquerschnitten mit Hilfe von Infrarotdetektoren (TEU) und Induktionsschleifen
- Luftgütemessstation in der Leipziger Straße zwischen Friedrichstraße und Mauerstraße

Projektteam iQ mobility | 29.10.2009 | Folie 12



STAU
Eckdaten

iQ mobility

Ziele
Qualitätsmodul
Feldversuche
UVM

Fazit: Feldversuch in der Leipziger Straße

- Für die vier Phasen konnte auf Grund des hohen Anteils an Störungen und der Kürze der Zeitreihe der Einfluss von Tempo 30 versus Tempo 50 auf die Minderung der Luftschadstoffmissionen in der Leipziger Straße nicht nachgewiesen werden.
- Der Feldversuch hat auch gezeigt, dass eine Verbesserung des Verkehrsflusses zu einer deutlichen Reduzierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffmissionen führt. Für die Verbesserung des Verkehrsflusses wurden verschiedene Maßnahmen mit unterschiedlicher Eingriffsschwere an (Kordinierung, Grünzeitdehnung, Zufussdosierung) insbesondere in den Spitzenzeiten des Verkehrs untersucht.
- Eine Wirkungsabschätzung der Maßnahmen, die auf die Verbesserung des Verkehrsflusses in der Leipziger Straße zielen, sind beachtlich. Im Mittel kann die PM10 und NO2-Zusatzkonzentration bis zu 8 % bzw. 10 % gemindert werden. Im Maximum bis 17%.

Projektteam iQ mobility | 29.10.2020 | Folie 15

STAU
Eckdaten

iQ mobility

Ziele
Qualitätsmodul
Feldversuche
UVM

Fazit: Feldversuch in der Leipziger Straße Luftschadstoffbelastung (2)

- Darüber hinaus zeigen Untersuchungen in der Schildhornstraße mit guter Verkehrsqualität und stationärer Überwachung nach Einführung von Tempo 30 eine deutliche Reduzierung des Verkehrsbeitrages (NO2 -37%, PM10 -30% und EC -19%)
- Auf Grund der Randbedingungen (z.B. Knotenpunktabstände, Tagesganglinien) erfordert jeder kritische Bereich (Hot Spot) eine spezielle Maßnahmenplanung zur Optimierung des Verkehrsflusses und Vermeidung von Störungen. Dies führt zu:
 - unterschiedlichen lokalen Koordinierungsgeschwindigkeiten
 - verschiedene Maßnahmen und Maßnahmenbündel mit unterschiedlicher Eingriffsschwere
- Auf Grund von möglichen Verdrängungseffekten sind die Wirkungen auf andere Straßenabschnitte in die Betrachtung mit einzubeziehen (Monitoring)

Projektteam iQ mobility | 29.10.2020 | Folie 16

Ziele

Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

Ausblick

- Weiterbetrieb des Systems und Erweiterung auf das gesamte Hauptverkehrsstraßennetz in Berlin bzw. zu einer länderübergreifenden Lösung mit Brandenburg
- Weiterentwicklung Prototyp zum Produkt
 - Technischer Reifegrad (Performance, Stabilität, ...)
 - Fachlicher Erweiterungen (Analysen und Bewertung)
- Entwicklung neuer Steuerstrategien zur wirksamen Minderung der Luftschadstoffbelastung in städtischen Hauptverkehrsstraßen einschließlich der Auslöskriterien auf Basis von Indikatoren des Monitoringsystems
 - Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Braunschweig
 - Landeshauptstadt Potsdam im Rahmen der Umsetzung des Luftreinhalte- und Aktionsplanes

■ Projektteam iQ mobility 29.10.2020 | Folie 17

Ziele

Qualitätsmodul

Feldversuche

UVM

Kontakt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

reinhard.giehler@vmzberlin.com

■ Projektteam iQ mobility 29.10.2020 | Folie 18

8.6 Anwendungen von FLADIS - Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Volker Diegmann, 2. Freiburger Workshop „Luftreinhaltung und Modelle“, Juni 2009, Freiburg.

Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Interpolation und Modell

Interpolation
(Triangulierung)

Modellergebnis
(EURAD)

NO2 [µg/m³]

- 7.0 - 13.0
- 13.1 - 15.0
- 15.1 - 17.5
- 17.6 - 20.0
- 20.1 - 22.5
- 22.6 - 25.0
- 25.1 - 27.5
- 27.6 - 30.0
- 30.1 - 40.0
- 40.1 - 40.3

- Interpolation trifft Messdaten besser (abhängig von Auflösung)
- Interpolation liefert keine Information in Bereichen geringer Messdichte
- Modell weicht von Messwerten ab
- Modell enthält Zusatzinformationen (z.B. Emissionsstruktur)

>>> Kombination der vorhandenen Informationen

Volker Diegmann
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Folie 6

Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Kombination Messung + Modell

Messung
(Interpolation)

Modellergebnis +
Assimilation

Kombination

NO2 [µg/m³]

- 7.0 - 13.0
- 13.1 - 15.0
- 15.1 - 17.5
- 17.6 - 20.0
- 20.1 - 22.5
- 22.6 - 25.0
- 25.1 - 27.5
- 27.6 - 30.0
- 30.1 - 40.0
- 40.1 - 40.3

- Kopplung von Modell- und Messdaten verbessert Darstellung gegenüber der reinen Interpolation
- Modellanteil an der Darstellung wird durch Assimilation der Modelldaten erhöht

Volker Diegmann
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Folie 6

Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Darstellung der Vorbelastung in NRW

Immissionssituation in NRW flächenhaft darstellen

- > als regionale Hintergrundbelastung für Internetscreening
- > als Datenbasis z. B. für Kommunen
- > NO₂, NO_x, PM₁₀, Benzol
- > für die Jahre 2002 – 2006 und 2010

Programmsystem zur Darstellung

- > FLADIS

Datenbasis

- > EURAD-Modelldaten
- > LUQS-Messdaten (NRW)
- > AirBase-Messdaten (RP, H, N, NL)

Volker Diegmann
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Folie 7

Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Ergebnisse NRW - NO_x

2002

2003

2004

2005

2006

2010
(Delta-Methode)

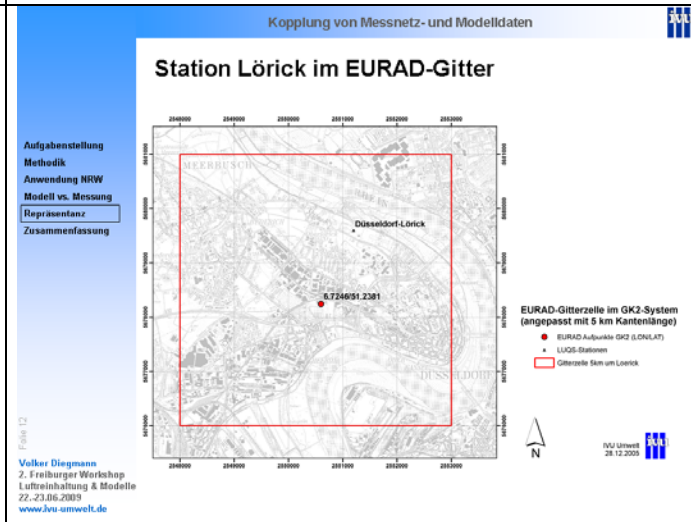
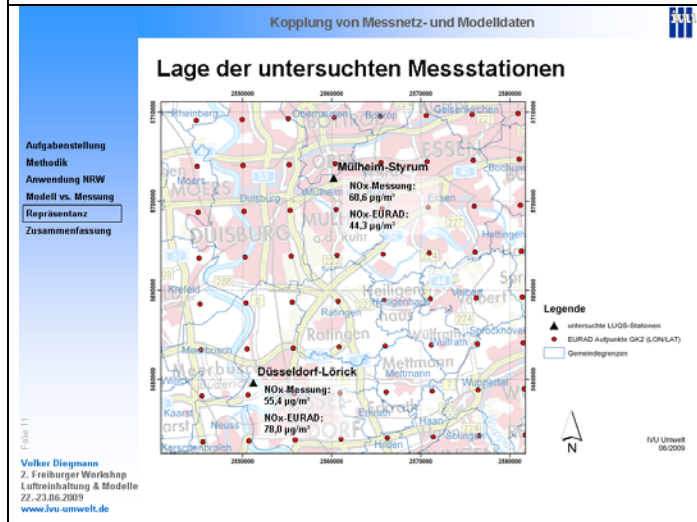
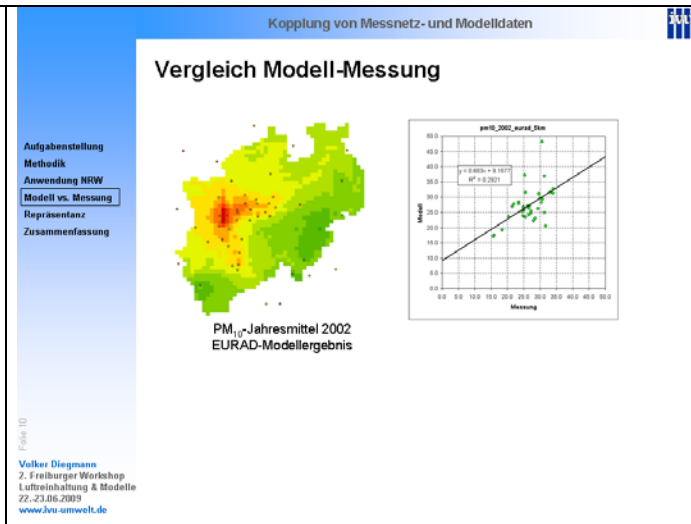
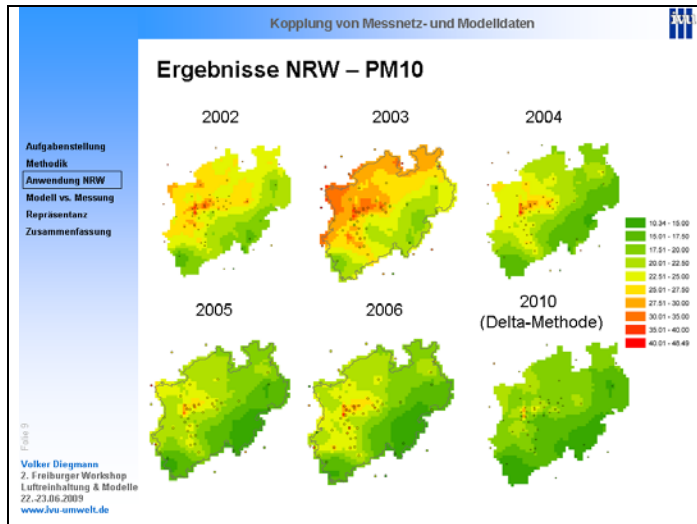
NOx [µg/m³]

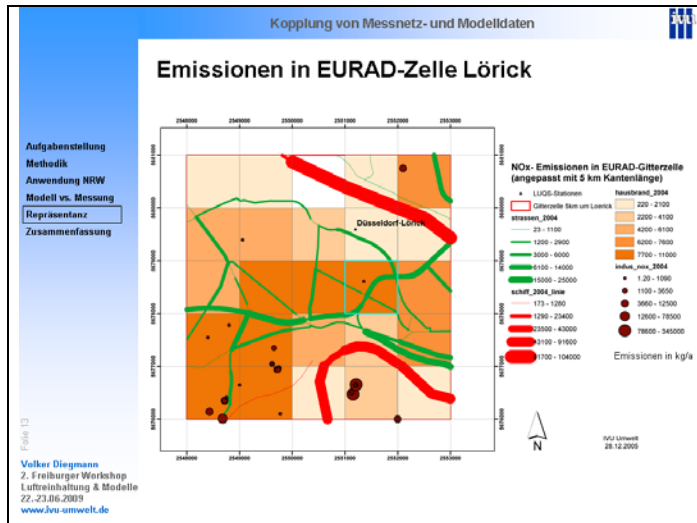
- 12.0 - 13.0
- 13.0 - 15.0
- 15.1 - 20.0
- 20.1 - 30.0
- 30.1 - 35.0
- 35.1 - 40.0
- 40.1 - 60.0
- 60.1 - 65.0
- 65.1 - 127.6

□ Landesgrenze NRW

Volker Diegmann
2. Freiburger Workshop
Luftreinhaltung & Modelle
22.-23.06.2009
www.ivu-umwelt.de

Folie 8





Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Korrektur auf Gitterauflösung Lörick

Datenbasis: Jahresmittelwerte

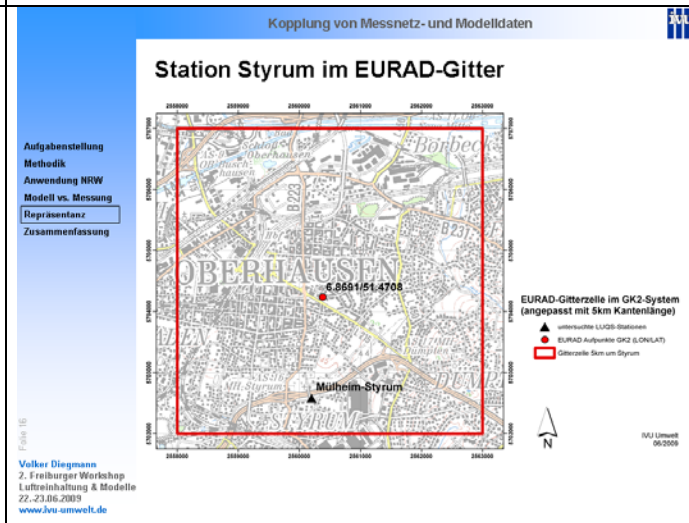
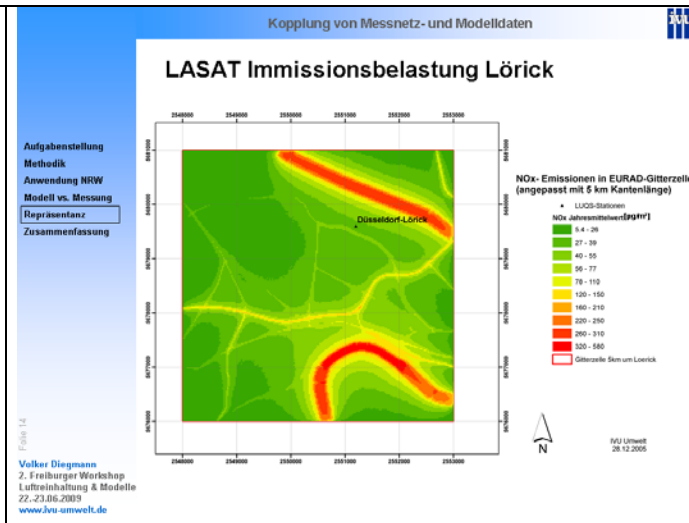
	NO _x [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]
Messung Lörick	55.4	24.0
LASAT Gitterbox 25m für Lörick	37.1	2.2
LASAT Feldmittel 5 km	54.7	3.3
EURAD Gitterbox 5 km für Lörick	78.0	24.5

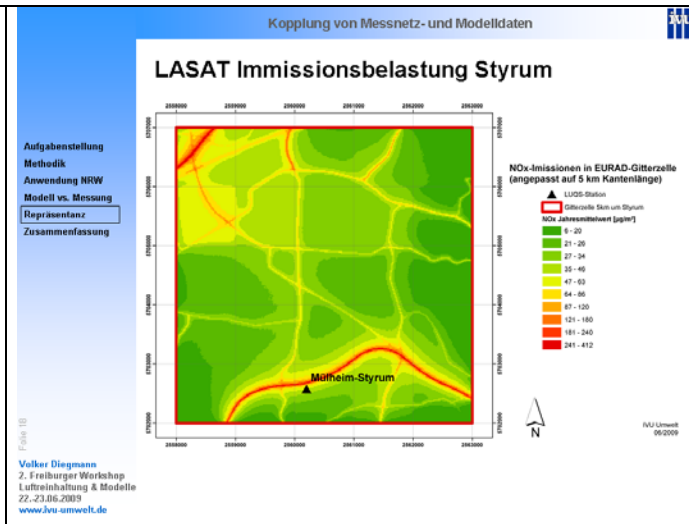
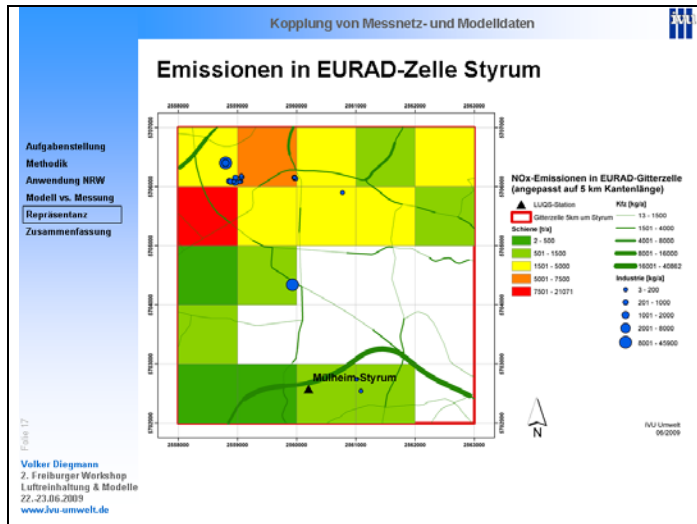
Vergleich NO_x: 55.4 µg/m³ zu 78.0 µg/m³ ⚠
 Messung vs. EURAD: PM10: 24.0 µg/m³ zu 24.5 µg/m³ ⚡

Korrekturwert NO_x: (54.7 - 37.1) = 17.6 µg/m³
 Repräsentativität: PM10: (3.3 - 2.2) = 1.1 µg/m³

Vergleich mit Korrekturwert: NO_x: (55.4 + 17.6) = 73.0 µg/m³ zu 78.0 µg/m³ ⚡
 PM10: (24.0 + 1.1) = 25.1 µg/m³ zu 24.5 µg/m³ ⚡

IVU Umwelt 28.12.2005





Kopplung von Messnetz- und Modelldaten

Korrektur auf Gitterauflösung Styrum

Datenbasis: Jahresmittelwerte

	NO _x [µg/m³]	PM10 [µg/m³]
Messung Styrum	60.6	27.0
LASAT Gitterbox 25m für Styrum	30.3	2.4
LASAT Feldmittel 5 km	34.7	3.2
EURAD Gitterbox 5 km für Styrum	44.3	24.6

Vergleich NO_x: 60.6 µg/m³ zu 44.3 µg/m³ ☹️
 Messung vs. EURAD: PM10: 27.0 µg/m³ zu 24.6 µg/m³ ☺️

Korrekturwert NO_x: (34.7 - 30.3) = 4.4 µg/m³
 Repräsentativität: PM10: (3.2 - 2.4) = 0.8 µg/m³

Vergleich NO_x: (60.6 + 4.4) = 65.0 µg/m³ zu 44.3 µg/m³ ☹️
 mit Korrekturwert: PM10: (27.0 + 0.8) = 27.8 µg/m³ zu 24.6 µg/m³ ☺️

Aufgabenstellung
Methodik
 Anwendung NRW
 Modell vs. Messung
 Repräsentanz
 Zusammenfassung

Volker Diegmann
 2. Freiburger Workshop
 Luftreinhaltung & Modelle
 22.-23.06.2009
 www.ivu-umwelt.de

- Kopplung von Messnetz- und Modelldaten
- ### Zusammenfassung
- Kopplung von Messung und Modelldaten führt zu plausibleren flächenhaften Darstellungen
 - Erhöhung des Modellanteils in der Darstellung durch Assimilation an Messungen
 - Bei Vergleich bzw. Kombination von Modell und Messungen stellt die i. Allg. unbekanntere Repräsentativität der Messungen ein Problem dar.
 - Repräsentativität ist mit kleinräumigen, hochauflösenden Modellrechnungen überprüfbar
 - Beispiel Lörick verbessert Vergleich – Beispiel Styrum nicht
 - Weitere Vergleiche erforderlich
 - Ziel: Repräsentanzbetrachtungen als Bestandteil der Dokumentation einer Messstation
- Aufgabenstellung**
Methodik
 Anwendung NRW
 Modell vs. Messung
 Repräsentanz
 Zusammenfassung
- Volker Diegmann
 2. Freiburger Workshop
 Luftreinhaltung & Modelle
 22.-23.06.2009
 www.ivu-umwelt.de