



# Erarbeitung einer plausiblen Übertragung der Verkehrssituationen aus HBEFA 2.1 zu HBEFA 3.1

---

Untersuchung im Auftrag der Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG



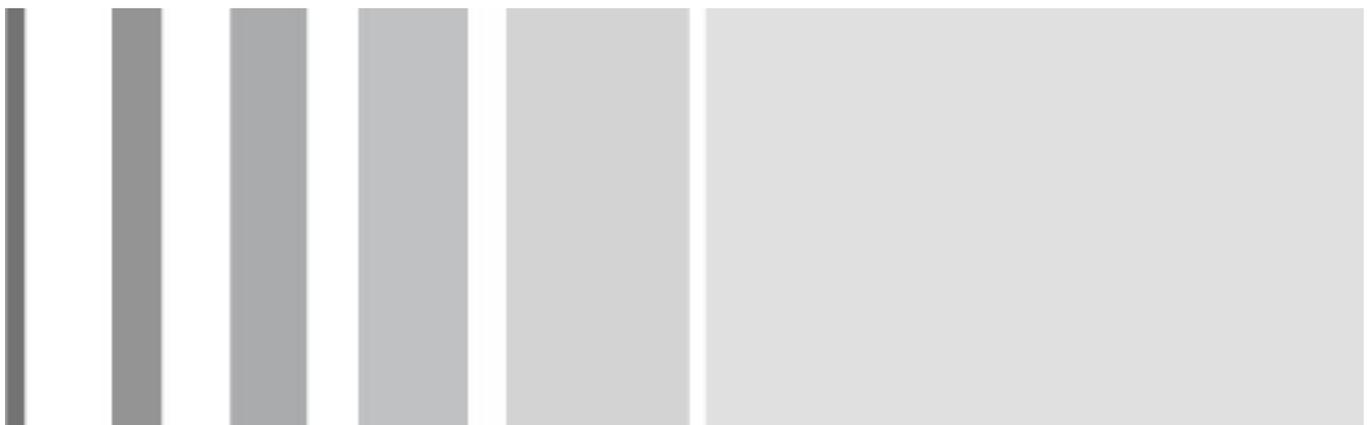
TU Dresden  
Lehrstuhl für Verkehrsökologie  
Prof. Dr.-Ing. Udo J. Becker

Bearbeiter

Dr.-Ing. Falk Richter  
Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt

Stand

Dresden, den 15.10.2010





# Inhalt

## Abkürzungsverzeichnis

### Fachspezifische Begriffe

1	Einordnung.....	6
2	Vorgehensweise .....	6
3	Übertragung der Verkehrssituation.....	7
3.1	Übertragung der Regelverkehrssituation .....	7
3.2	Übertragung der Stop&Go-Anteile.....	11

## Literaturverzeichnis

## ANHANG



## Abkürzungsverzeichnis

CH <sub>4</sub>	Methan
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Benzol
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EFA	Emissionsfaktor
FM	Fahrmuster
FIS	Fachinformationssystem Umwelt und Verkehr
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HC	Kohlenwasserstoffe (Hydrocarbons)
HVS	Hauptverkehrsstraße
IO	Innerorts
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KFZ	Kraftfahrzeug
LKW	Lastkraftwagen
LNf	Leichtes Nutzfahrzeug
LSA	Lichtsignalanlage
mKr	Masse Kraftstoff
NMHC	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
Pb	Blei
PKW	Personenkraftwagen
SNF	Schweres Nutzfahrzeug
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
STGO AB	„Stop and Go“ Autobahn
STGO IO	„Stop and Go“ Innerorts
t	Zeit
UBA	Umweltbundesamt
v	Geschwindigkeit
v*b	Geschwindigkeit mal Beschleunigung
V <sub>Reise</sub>	Reisegeschwindigkeit
VS	Verkehrssituation



## Fachspezifische Begriffe /1/

### Fahrgeschwindigkeit

Die *Fahrgeschwindigkeit* ist die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges über einen Streckenabschnitt nach Abzug von Haltezeiten.

### Fahrkurve

Eine *Fahrkurve* ist die Beschreibung des Fahrverlaufs innerhalb eines Streckenabschnittes, darstellbar in der Form von Geschwindigkeit/Weg- oder Geschwindigkeit/Zeit-Diagrammen oder durch Fahrverhaltenskennwerte.

### Fahrmuster

Ein *Fahrmuster* ist die Beschreibung des repräsentativen Fahrverhaltens für bestimmte Straßensituationen in der Form von zusammengesetzten Fahrprofilen bzw. einer Stichprobe daraus. Sie werden aus realen Fahrten erzeugt, stellen aber keine geschlossene Fahrkurve dar, so dass sie z.B. für Emissionsmessungen auf einem Rollenprüfstand in ihrer Gesamtheit nicht nachgefahren werden können.

### Fahrprofil

Das *Fahrprofil* ist die Gesamtheit der Fahrkurven eines Streckenabschnittes (teilweise untergliedert nach Tageszeiten) in Form von hintereinandergesetzten Fahrkurven bzw. den mittleren Kennwerten derselben. Der Begriff des Fahrprofils wird hier auch für Geschwindigkeit/Zeit-Reihen verwendet.

### Fahrtweite

Die *Fahrtweite* ist der zurückgelegte Weg innerhalb einer Fahrt.

### Haltezeitanteil

*Haltezeitanteil* ist der prozentuale Anteil von Sekundenwerten mit einer Geschwindigkeit kleiner als 3km/h an der Gesamtfahrzeit.

### Kennwerte des Fahrverhaltens

Die *Kennwerte des Fahrverhaltens* sind statistische Maßzahlen zur Beschreibung des Fahrverhaltens, z.B. die mittlere Geschwindigkeit.

### Konstantfahrtanteil

*Konstantfahrtanteil* ist der prozentuale Anteil der Zeiten mit einer Beschleunigung kleiner  $0,3\text{m/s}^2$  und größer  $-0,3\text{m/s}^2$  an der Gesamtfahrzeit.



## **Messfahrten**

*Messfahrten* sind Fahrten mit einem Messfahrzeug zur Aufnahme des Fahrverhaltens; die Fahrabweisung erfolgt nach verschiedenen Methoden:

**Mitschwimmen** (car floating): Anweisung an den Fahrer des Messfahrzeuges, sich dem allgemeinen Fahrverhalten anzupassen, um dieses möglichst gut abzubilden

**Musterfahrten**: Anweisung an den Fahrer des Messfahrzeuges, ein bestimmtes vorgegebenes Fahrverhalten möglichst einzuhalten (z.B. eine konstante Geschwindigkeit oder eine möglichst aggressive Fahrweise)

**Verfolgungsfahrten** (car following): Anweisung an den Fahrer des Messfahrzeuges, einem einzelnen Fahrzeug genau zu folgen und dessen Fahrverhalten möglichst gut abzubilden

## **Messstrecke**

Eine *Messstrecke* ist ein ausgewählter Straßenzug, der mit einem Fahrzeug durchfahren wurde, um das Fahrverhalten aufzunehmen.

## **Reisegeschwindigkeit**

Die *Reisegeschwindigkeit* ist die Geschwindigkeit eines Fahrzeuges über einen Streckenabschnitt einschließlich aller Halte.

## **Standzeit**

Die *Standzeit* ist die Zeit zwischen Ende einer Fahrt und Beginn der nächsten.

## **Streckenabschnitt**

Ein *Streckenabschnitt* ist der Abschnitt einer Messstrecke mit homogener Streckencharakteristik, auf dem ein gleichbleibendes Fahrverhalten erwartet werden kann.



## 1 Einordnung

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) ist die standardmäßige Grundlage für Emissionsberechnungen des Straßenverkehrs in Deutschland. Die Emissionsfaktorendatenbank wurde erstmals 1995 veröffentlicht und liegt seit März 2010 in der vierten Aktualisierungsversion als HBEFA3.1 vor. Darin wurde gegenüber der Vorgängerversion HBEFA2.1 aus dem Jahre 2004 nicht nur die Datenbasis der Emissionsfaktoren qualitativ verbessert bzw. erweitert, es wurde auch eine tiefgreifende Änderung in Struktur und Methodik der Verkehrssituationen vorgenommen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, eine Übertragung der im Fachinformationssystem Umwelt und Verkehr (FIS) des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie verwendeten Verkehrssituationen der HBEFA Version 2.1 auf die in der Version 3.1 enthaltenen Verkehrssituationen zu entwickeln, um die aktualisierten bzw. erweiterten Emissionsfaktoren des aktuellen Handbuches nutzen zu können.

## 2 Vorgehensweise

Entsprechend der Datenlage in HBEFA2.1 werden derzeit zur Abbildung des Fahrverhaltens im FIS 24 Verkehrssituationen verwendet (5 Autobahn-, 4 Außerorts- sowie 15 Innerorts-Situationen). Diese Verkehrssituationen wurden dabei einerseits auf der Basis formaler Kriterien wie Straßenlage oder DTV (z.B. auf Außerortsstraßen, Autobahnen) zugeordnet, aber auch durch aufwändige Messfahrten empirisch ermittelt. Die Verkehrssituationen liegen dabei als Kombination aus HBEFA-Verkehrssituation (Regelverkehrssituation) und einem Stop&Go-Anteil vor.

Bei der Bestimmung der Verkehrssituationen durch Messfahrten wurde das tatsächliche Fahrverhalten zu Grunde gelegt, die verbale Beschreibung blieb dabei unberücksichtigt. Um die Ergebnisse dieser Untersuchungen auf die Emissionsfaktoren des HBEFA3.1 übertragen zu können, war es notwendig, den vorhandenen HBEFA2.1-Verkehrssituationen entsprechend des Fahrverhaltens Verkehrssituationen nach HBEFA3.1 zuzuordnen. Dazu wurden die Rohdaten dieser Messfahrten unter Berücksichtigung der Fahrverhaltenskennwerte der HBEFA3.1-Verkehrssituationen neu ausgewertet.

Basis der Arbeit waren die auf dem Hauptstraßennetz der Städte Dresden und Chemnitz im Rahmen zweier Untersuchungen<sup>1</sup> mittels Messfahrten gesammelten Datensätze fahrdynamischer Parameter (Fahrverhaltenskennwerte). Darin lagen die Tagesgänge des Fahrverhaltens abschnittsfein und richtungsgetreunt vor.

---

<sup>1</sup>TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Bestimmung der Verkehrssituationen auf ausgewählten Hauptstraßen der Stadt Dresden, Untersuchung im Auftrag des Amtes für Umweltschutz der Landeshauptstadt Dresden, Dresden Januar 2010  
TU Dresden, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, Bestimmung der Verkehrssituationen auf ausgewählten Hauptstraßen der Stadt Chemnitz, Untersuchung im Auftrag des Umweltamtes der Stadt Chemnitz, Dresden Mai 2010



Verkehrssituationen, die im FIS verwendet werden, für die jedoch keine Messdaten vorlagen, wurden auf Basis der mittleren Reisegeschwindigkeiten zugeordnet. Das betraf im Wesentlichen Außerorts- und Autobahnverkehrssituationen, die keinen bzw. nur einen sehr geringen Standanteil aufweisen.

Im FIS werden für Strecken, für die keine Daten aus Messfahrt-Untersuchungen vorliegen, mittlere Verkehrssituationen verwendet. So wird z.B. im Innerortsbereich in Abhängigkeit von der Straßenkategorie eine mittlere Verkehrssituation auf Nebenstraßen bzw. auf Hauptstraßen zugeordnet. Dieser Mix aus HBEFA-Verkehrssituationen ist so gestaltet, dass der mittlere Emissionsfaktor auf Nebenstraßen höher ist als auf Hauptstraßen.

Um diese Relationen zu gewährleisten, wurde nach erfolgter Zuordnung der Verkehrssituationen ein Vergleich der entsprechenden Emissionsfaktoren ausgewählter Schadstoffe vorgenommen.

### 3 Übertragung der Verkehrssituation

#### 3.1 Übertragung der Regelverkehrssituation

Die Verkehrssituationen in HBEFA2.1 basieren auf Fahrmustern, die in einer umfangreichen Untersuchung im realen Straßenverkehr ermittelt wurden<sup>2</sup>. Die Fahrmuster werden dabei durch die Fahrverhaltenskennwerte

- Reisegeschwindigkeit,
- Standanteil,
- Anteil Konstantfahrt sowie
- vxb-Wert (Produkt aus Geschwindigkeit und Beschleunigung)

unter Angabe der Perzentilwerte zur statistischen Beschreibung der Mittelwerte definiert.

In HBEFA3.1 werden aus Kombination der Kriterien

- Gebiet (Agglomerationsraum, ländliche geprägter Raum)
- Straßentyp (Autobahn, Fernstraßen, Hauptverkehrsstraßen, Sammelstraßen, Erschließungsstraßen)
- Tempolimit sowie
- Level of service (LOS) (flüssig, dicht, gesättigt, Stop&Go)

insgesamt 276 Verkehrssituationen definiert.

Als Fahrverhaltenskennwerte werden dazu jeweils die

- Reisegeschwindigkeit,
- Standanteil,
- RPA (relative positive acceleration)

angegeben.

---

<sup>2</sup> Untersuchungen des repräsentativen Fahrverhaltens von PKW auf Stadt- und Landstraßen; Heusch/Boesefeldt, 1993



Der RPA ist die geschwindigkeitsbezogene durchschnittliche positive Beschleunigung der Fahrzeuge und wird folgendermaßen berechnet:

$$RPA = \frac{\int_0^T (v_i * a_i^+) * dt}{x}$$

Dabei stellt T die Gesamt-Fahrzeit, x die Gesamt-Fahrstrecke, v die Momentangeschwindigkeit und a die Momentanbeschleunigung dar.

Das Ergebnis der Zuordnung der Regelverkehrssituationen ist in Tabelle 3-1 dargestellt - die detaillierten Auswertungen für die einzelnen Verkehrssituationen sind im Anhang enthalten.

Entsprechend der Datenlage erfolgte die Zuordnung für die Innerortsverkehrssituationen durch Nachauswertung der Messfahrten, für die Außerorts- und BAB-Verkehrssituationen erfolgte die Zuordnung auf Basis der Reisegeschwindigkeiten.

Anteil HBEFA2.1	VS HBEFA2.1	Zuordnung <sup>1)</sup>	Anteil HBEFA3.1	VS HBEFA3.1
100%	AB>120	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/AB/130/fluessig
100%	AB_100	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/AB/100/fluessig
100%	AB_80	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/AB/80/fluessig
100%	AO_1	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/FernStr/80/fluessig
100%	AO_2	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/FernStr/70/fluessig
100%	AO_3	v <sub>Reise</sub>	100%	Land/HVS-kurv./80/fluessig
100%	IO_HVS>50_2	Messfahrten	100%	Agglo/FernStr-City/50/fluessig
100%	IO_HVS1	Messfahrten	100%	Agglo/HVS/60/fluessig
100%	IO_HVS2	Messfahrten	100%	Agglo/HVS/50/fluessig
100%	IO_HVS3	Messfahrten	100%	Agglo/FernStr-City/50/dicht
100%	IO_HVS4	Messfahrten	100%	Agglo/Sammel/50/dicht
100%	IO_LSA1	Messfahrten	100%	Agglo/FernStr-City/50/dicht
100%	IO_LSA2	Messfahrten	100%	Agglo/Sammel/50/gesaettigt
100%	IO_LSA3	Messfahrten	100%	Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt
100%	IO_Kern	Messfahrten	60%	Agglo/Sammel/50/gesaettigt
			40%	Agglo/Sammel/50/Stop&Go
100%	IO_Nebenstr_dicht	Messfahrten	60%	Agglo/Erschliessung/30/gesaettigt
			40%	Agglo/Erschliessung/30/Stop&Go

<sup>1)</sup> Messfahrten –auf Basis von Messfahrten / v<sub>Reise</sub> – über Reisegeschwindigkeit

Tabelle 3-1: Zuordnung der Regelverkehrssituationen

Wie erfolgte die Nachauswertung der Messfahrten?

Die Daten der Untersuchungen in Dresden und Chemnitz lagen in zwei Datenbanken vor. Für jeden befahrenen Abschnitt wurde zu der vorliegenden HBEFA2.1-Verkehrssituation noch die HBEFA3.1-Situation bestimmt. Anschließend wurde statistisch ausgewertet, welche 2.1-Situationen welcher 3.1-Situationen entsprechen. Aufgrund der deutlich höheren Zahl von Verkehrssituationen in der Version 3.1 (276) gegenüber der Version 2.1 (24) wurden natürlich allen alten Verkehrssituationen mehrere neue Situationen zugeordnet. Da für die



Übersetzung der Daten des FIS aber eine eindeutige Zuordnung erforderlich ist, mussten die jeweils repräsentativsten Vertreter gefunden werden. Dies waren in der Regel die 3.1-Verkehrssituationen, die einer 2.1-Situation am häufigsten zugeordnet wurden. Bei dieser Entscheidung wurde jedoch auch die verbale Beschreibung und die Höhe der Emissionsfaktoren berücksichtigt, um eine plausible Zuordnung zu erhalten.

Die Verkehrssituationen HVS1 bis LSA2 lassen sich recht gut übertragen. Auch die entsprechende verbale Beschreibung klingt plausibel.

Bei der Übersetzung der Situation LSA3 trat das Problem auf, dass es in der Version 3.1 für den städtischen Bereich außer den Stop&Go-Situationen keine Verkehrssituationen mit so hohen Standanteilen (25%) gibt. Auf die ländlichen Fahrmuster, die erstaunlicherweise höhere Standanteile aufweisen, wurde in der Übersetzung nicht zurückgegriffen, da dies von der Beschreibung her unplausibel wäre und außerdem im HBEFA mit der ländlichen Situation eine andere Flottenzusammensetzung verknüpft ist. Es wurde deshalb die Situation Agglo/Erschliessung/40/gesättigt gewählt, da diese den fahrdynamischen Werten des HBEFA2.1 am nächsten kommt.

Die Übertragung der Verkehrssituationen IO\_Kern und IO\_Nebenstraße\_dicht zu einer HBEFA3.1-Situation war nicht eindeutig möglich. In HBEFA3.1 besteht ein großer Sprung – sowohl bzgl. der Emissionsfaktoren, als auch der Fahrverhaltenskennwerte – zwischen den Verkehrssituationen der Servicestufen „gesättigt“ und „Stop&Go“. Da jedoch bereits der HBEFA2.1-Situation IO\_LSA3 eine Verkehrssituation mit LOS „gesättigt“ zugeordnet wurde, existiert für IO\_Kern und IO\_Nebenstraße\_dicht keine zwischen IO\_LSA3 und IO\_Stop&Go gelegene Zuordnungsmöglichkeit. Da ein Verzicht auf diese Differenzierung jedoch mit einem erheblichen Genauigkeitsverlust verbunden wäre, wurde diese „Lücke“ durch Linearkombinationen aus HBEFA3.1-Verkehrssituationen im LOS „gesättigt“ und „Stop&Go“ geschlossen. Bestimmender fahrdynamischer Parameter war dabei die Geschwindigkeit.

Die Darstellungen in Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2 zeigen vergleichend die  $\text{NO}_x$ - bzw.  $\text{PM}_{10}$ -Emissionsfaktoren für PKW (Bezugsjahr 2010) nach HBEFA2.1 zu HBEFA3.1 entsprechend der zugeordneten Verkehrssituationen. Danach liegt das Niveau der Emissionsfaktoren in HBEFA3.1 allgemein über dem der Faktoren in HBEFA2.1. Bei  $\text{PM}_{10}$  liegt das einerseits darin begründet, dass in HBEFA3.1 im Gegensatz zu 2.1 auch für benzingetriebene Fahrzeuge  $\text{PM}_{10}$ -Emissionsfaktoren ausgewiesen werden, andererseits wurden in HBEFA3.1 aber auch allgemein durch nunmehr verfügbare Messwerte für EURO4 und EURO5-Fahrzeuge die zum Teil prognostizierten Emissionsfaktoren aus HBEFA2.1 nach oben korrigiert.

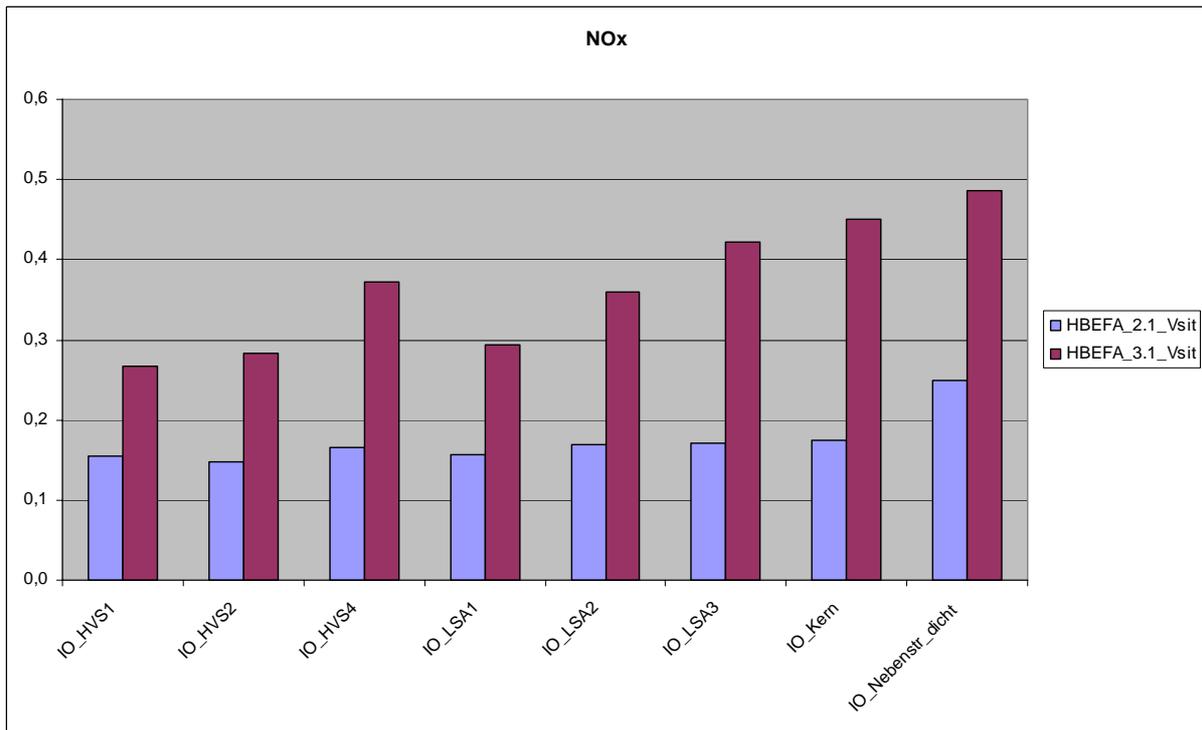


Abbildung 3-1: Vergleich NO<sub>x</sub>- EFA (g/km) HBEFA2.1 / HBEFA3.1 (PKW 2010)

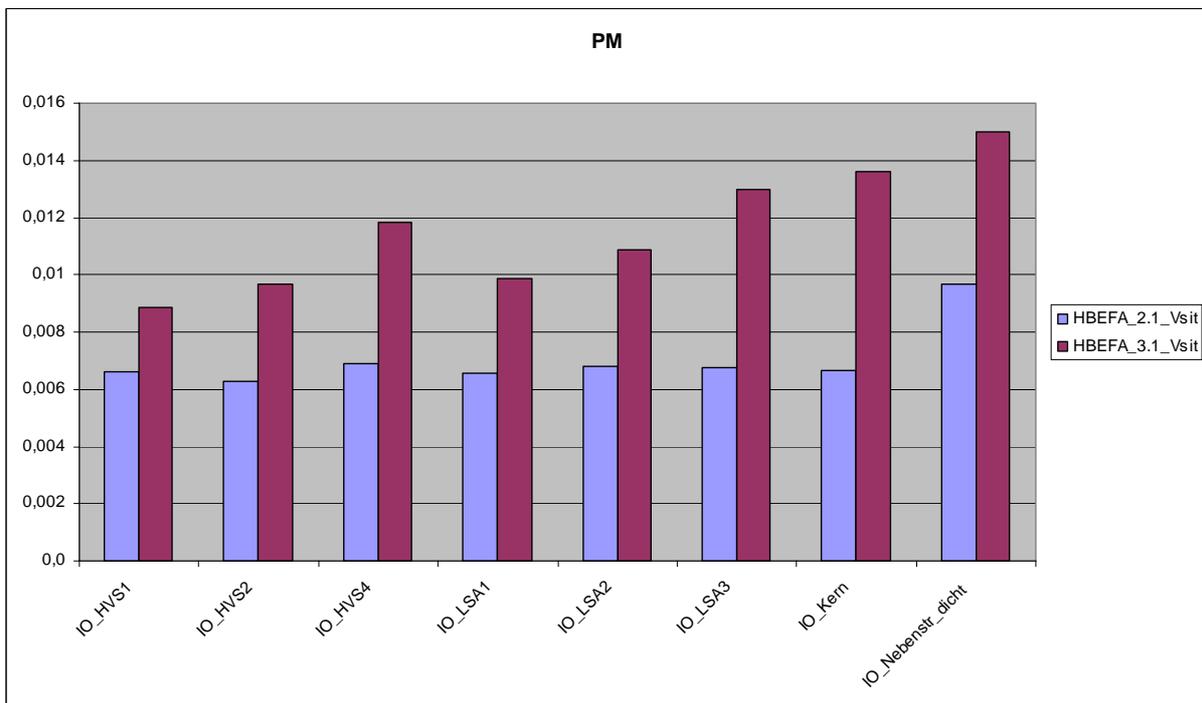


Abbildung 3-2: Vergleich PM<sub>10</sub>- EFA (g/km) HBEFA2.1 / HBEFA3.1 (PKW 2010)



### 3.2 Übertragung der Stop&Go-Anteile

Für die HBEFA2.1- Stop&Go-Verkehrssituation ist auf Grund der Neustrukturierung der Verkehrssituationen in HBEFA3.1 keine direkte Übertragung möglich. In HBEFA2.1 wird Stop&Go durch eine sehr strenge Definition bzgl. des Fahrverhaltens und dementsprechend mit einer mittleren Reisegeschwindigkeit von 5,3km/h beschrieben. Dementsprechend hoch ist in HBEFA2.1 auch der Unterschied zwischen den Emissionsfaktoren der Regelverkehrssituationen und denen des Stop&Go (siehe Abbildung 3-3). In dieser, exemplarisch für PKW-NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren dargestellten Abbildung, liegt der Stop&Go-EFA ca. 120% über dem der nächst schlechteren Verkehrssituation. Ein Fahrverhalten, das der Stop&Go-Definition nach HBEFA2.1 entspricht, kommt als 100%-Tagesmittelwert für einen Gesamtquerschnitt in der Praxis nicht vor. Im FIS wird deshalb die Verkehrssituation Stop&Go auch nur anteilmäßig in Kombination mit einer Regelverkehrssituation gebraucht.

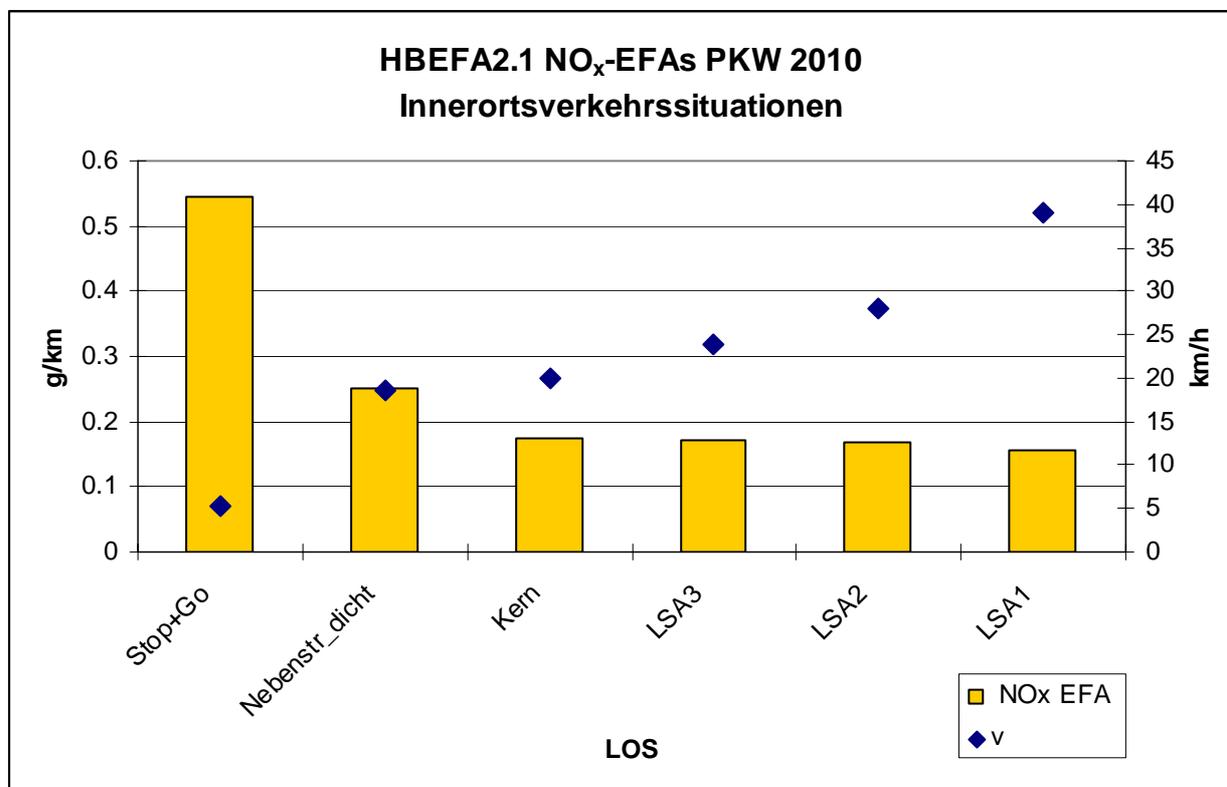


Abbildung 3-3: HBEFA2.1-NO<sub>x</sub>-EFAs Innerortsverkehrssituationen

In HBEFA3.1 weisen die Verkehrssituationen mit den geringsten Reisegeschwindigkeiten, Agglomeration/Innerortsstraßen/Stop&Go, mit 12,7 km/h einen deutlich höheren Wert als die Stop&Go-Situation nach HBEFA2.1 auf. Auf Grund dieser „Verbesserung“ der Fahrverhaltenskennwerte ist auch der Unterschied zwischen den Emissionsfaktoren des LOS „Stop&Go“ und dem nächst schlechteren, „gesättigt“, nicht so hoch wie in HBEFA2.1. Nach der Darstellung in Abbildung 3-4 beträgt dieser Unterschied lediglich ca. 60%.

Diese Werte beziehen sich auf die Verkehrssituation Agglomeration/Sammelstraße/Tempolimit 50km/h. In HBEFA3.1 unterscheidet sich das Fahrverhalten,



und dementsprechend das Emissionsverhalten bei einem LOS „Stop&Go“ auf Innerortsstraßen jedoch nicht, d.h. es gibt, unabhängig von Straßentyp und Tempolimit, nur eine einzige Innerorts-Stop&Go-Verkehrssituation, sodass die Darstellung in Abbildung 3-4 nahezu repräsentativ ist.

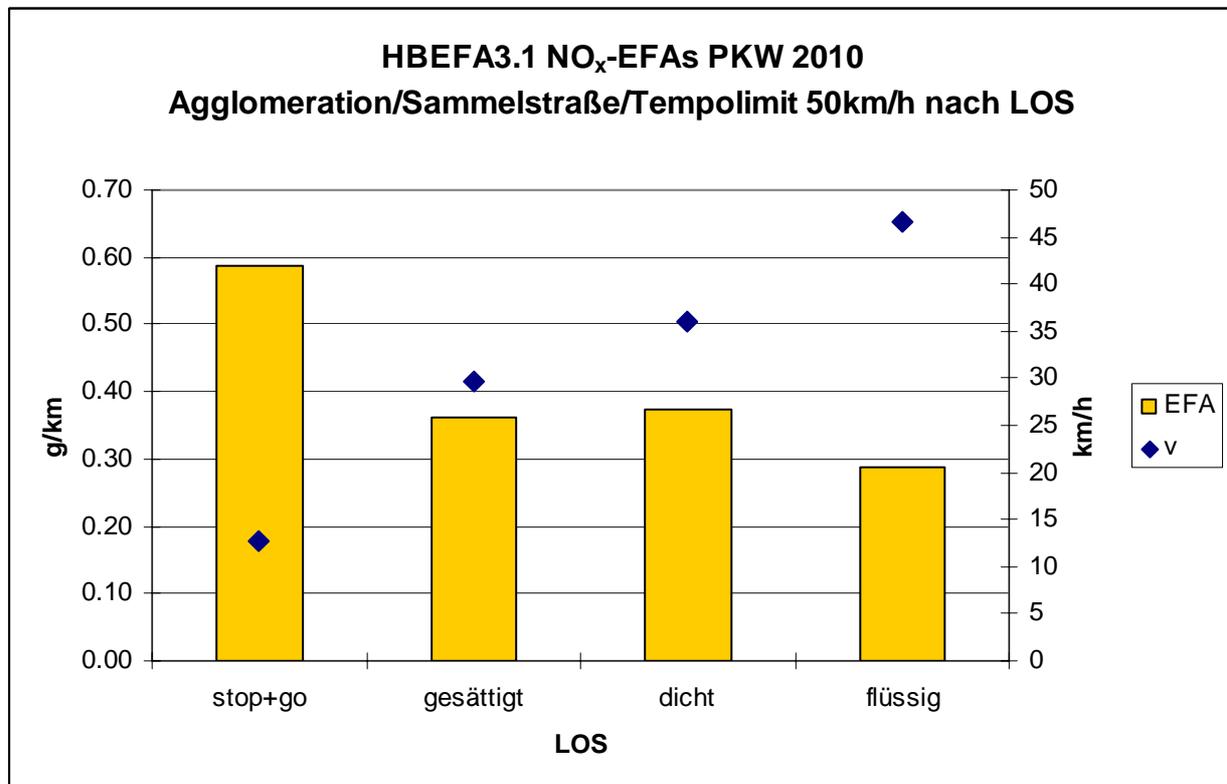


Abbildung 3-4: HBEFA3.1-NO<sub>x</sub>-EFAs Innerortsverkehrssituationen nach LOS

Die Aufgabe bestand demzufolge nicht darin, eine 100%ige Zuordnung der HBEFA2.1-Stop&Go-Situation zu einer Verkehrssituation nach HBEFA3.1 zu ermitteln, sondern vielmehr, den Einfluss des Anteils, den die Stop&Go-Situation in Kombination mit einer Regelverkehrssituation auf das Fahrverhalten und somit auf den Emissionsfaktor der Gesamtverkehrssituation hat, zu berechnen und über die HBEFA3.1-Verkehrssituationen abzubilden.

Hierzu wurden die Daten der Messfahrten, in denen Stop&Go-Anteile auftraten, stundenfein und richtungsgetreunt betrachtet und diesen Linearkombinationen aus Verkehrssituationen nach HBEFA3.1 (LOS „gesättigt“ + Anteil LOS „Stop&Go“) zugeordnet. Anschließend wurden die Werte über Tagesganglinien zu querschnittsbezogenen Tagesmittelwerten gewichtet. Diese Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Auswertung nach HBEFA2.1 verglichen, wobei sich ein linearer Zusammenhang mit guter Korrelation ergab (siehe Abbildung 3-5).

Danach steigt die Regressionsgerade mit dem Faktor 3,3 an und schneidet den Koordinatenursprung. Die Analyse beruht auf 21 Wertepaaren, wobei der Korrelationskoeffizient bei 0,98 liegt.

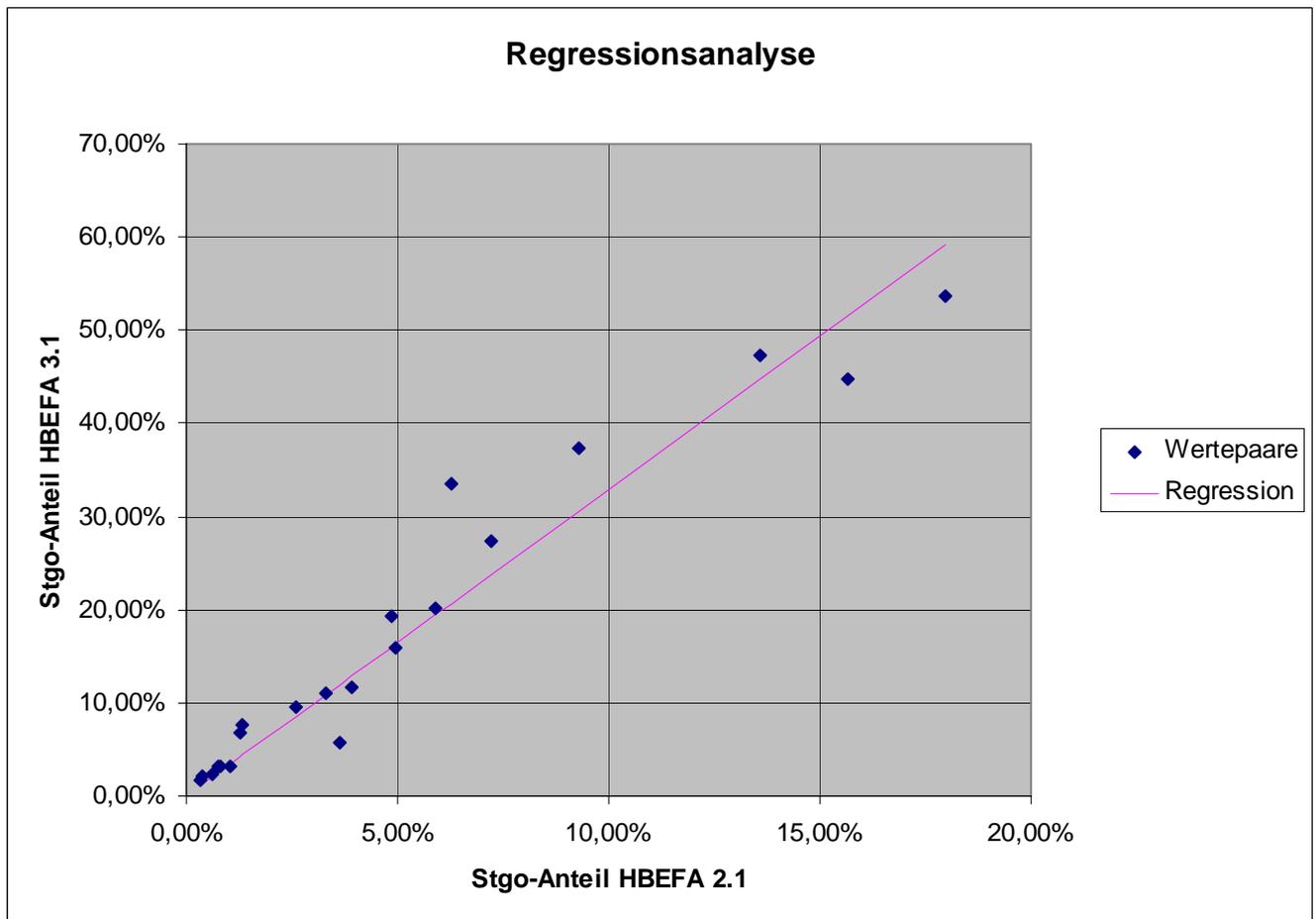


Abbildung 3-5: Vergleich Stop&Go-Anteile HBEFA2.1 / HBEFA3.1

Die HBEFA2.1-Stop&Go-Anteile werden demnach bei einer Höhe von bis zu 30% mit dem Faktor 3,3 multipliziert, die Übertragung der Regelverkehrssituation erfolgt nach Tabelle 3-1. Bei HBEFA2.1-Stop&Go-Anteilen über 30% werden zu 100% HBEFA3.1-Innerortsverkehrssituation im LOS „Stop&Go“ angesetzt. Welche der HBEFA3.1-Innerortsverkehrssituationen dabei verwendet wird ist egal, da, wie o.a., die Emissionsfaktoren im LOS „Stop&Go“ bei allen Innerortsverkehrssituationen gleich sind.



## Literatur

*/1/ Heusch/ Boesefeldt, TÜV Rheinland*

Untersuchungen des repräsentativen Fahrverhaltens von PKW auf Stadt- und Landstraßen; Heusch/Boesefeldt Beratende Ingenieure für Verkehrstechnik und Datenverarbeitung GmbH, Aachen und TÜV Rheinland, Köln; im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 1993

*/2/ INFRAS AG , Bern*

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 2.1 (CD-ROM), im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, Dezember 2004

*/3/ INFRAS AG , Bern*

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 3.1, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, Januar 2010



## **ANHANG**

<b>Bild</b>	<b>A.1</b>	<b>HVS1</b>
<b>Bild</b>	<b>A.2</b>	<b>HVS2</b>
<b>Bild</b>	<b>A.3</b>	<b>HVS4</b>
<b>Bild</b>	<b>A.4</b>	<b>LSA1 / HVS3</b>
<b>Bild</b>	<b>A.5</b>	<b>LSA2</b>
<b>Bild</b>	<b>A.6</b>	<b>LSA3</b>
<b>Bild</b>	<b>A.6</b>	<b>Kern</b>
<b>Bild</b>	<b>A.6</b>	<b>Nebenstr_dicht</b>



## Bild A.1 HVS1

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_HVS1</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Agglo/HVS/60/flüssig</b>
Anzahl Datensätze	Gering (5)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/FernStr-City/60/fluessig, Agglo/AB-City/60/dicht

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Chemnitz	Leipziger Straße	Wildparkstraße	Heidelberger Straße	53 km/h	3,6%	0,14
Chemnitz	Zschopauer Straße	Shakespearestraße	Altenhainer Dorfstraße	53 km/h	0%	0,35

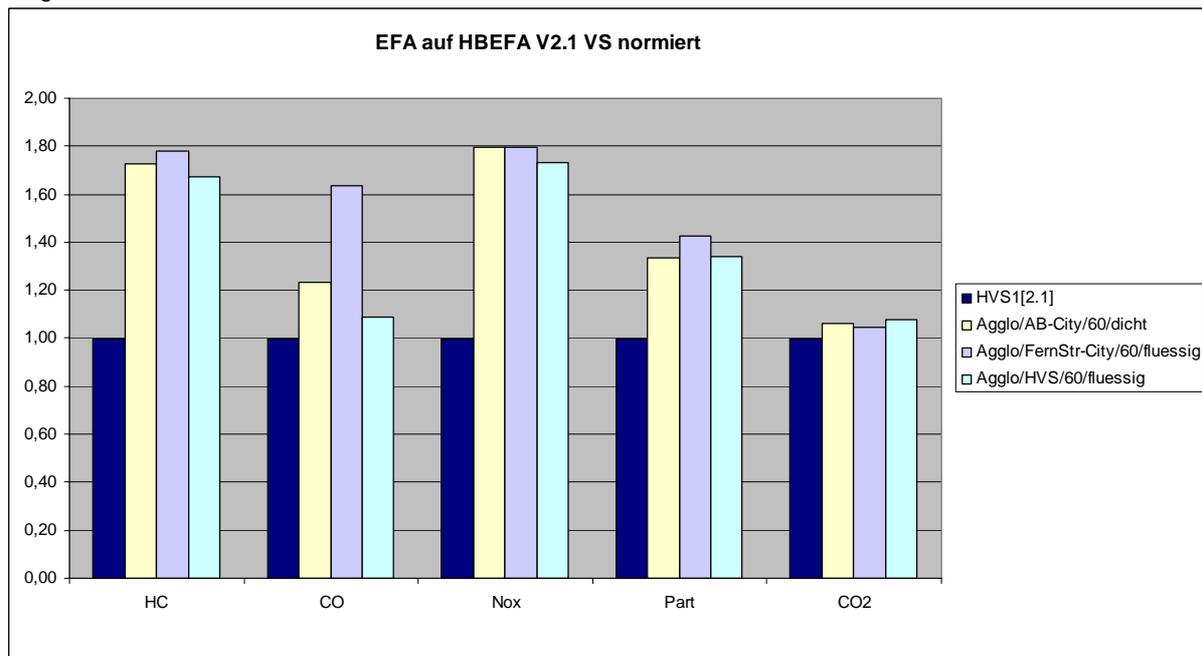
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/HVS/60/flüssig	52 km/h	2%	0,16

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/HVS/60/flüssig	40%
Agglo/FernStr-City/60/fluessig	40%
Agglo/AB-City/60/dicht	20%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/HVS/60/flüssig	0,0281	0,3635	0,2678	0,0089	141,1



## Bild A.2 HVS2

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_HVS2</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Agglo/HVS/50/fluessig</b>
Anzahl Datensätze	Mittel (29)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Sammel/50/fluessig, Agglo/FernStr-City/50/fluessig, Agglo/AB-City/60/dicht, Agglo/HVS/60/fluessig

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Fritz-Löffler-Straße	LSA Fritz-Löffler-Platz	LSA Strehleiner Straße	48 km/h	0%	0,16
Chemnitz	Annaberger Straße	Reichsstraße	Treffurthstraße	45 km/h	2%	0,18

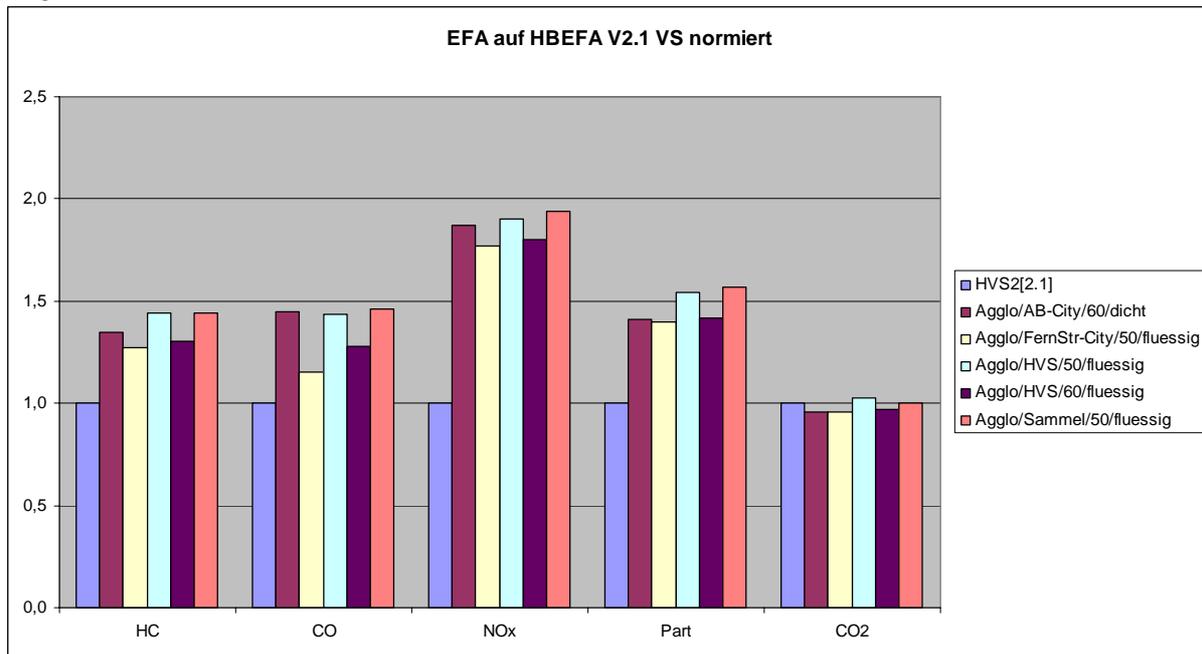
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/HVS/50/fluessig	45 km/h	2%	20,16

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/HVS/60/fluessig	3,45%
Agglo/HVS/50/fluessig	58,62%
Agglo/Sammel/50/fluessig	24,14%
Agglo/FernStr-City/50/fluessig	10,34%
Agglo/AB-City/60/dicht	3,45%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/HVS/50/fluessig	0,031	0,409	0,283	0,010	148,554



### Bild A.3 HVS4

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_HVS4</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Agglo/Sammel/50/dicht</b>
Anzahl Datensätze	Mittel (34)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/30/fluessig, Agglo/Erschliessung/40/fluessig, Agglo/Sammel/50/gesaettigt, Agglo/HVS/60/gesaettigt, Agglo/Erschliessung/50/dicht, Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt, Agglo/HVS/50/gesaettigt, Land/Sammel/50/gesaettigt

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Schäferstraße	LSA Behringstraße	LSA Löbtauer Straße	32 km/h	11,7%	0,35
Chemnitz	Zwickauer Straße	Jagdschänkenstraße	Kopernikusstraße	35 km/h	11,2%	0,20

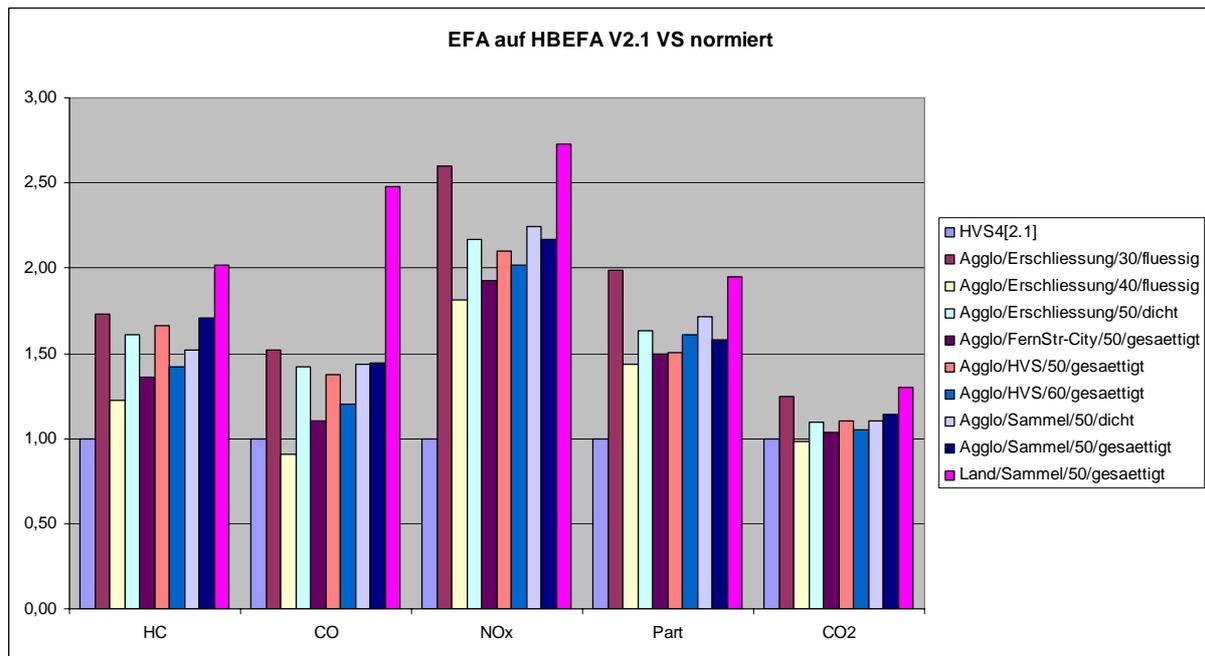
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/Sammel/50/dicht	36 km/h	10%	0,23

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/Erschliessung/30/fluessig	6,52%
Agglo/Erschliessung/40/fluessig	6,52%
Agglo/Sammel/50/gesaettigt	2,17%
Agglo/HVS/60/gesaettigt	8,70%
Agglo/Erschliessung/50/dicht	4,35%
Agglo/Sammel/50/dicht	43,48%
Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	6,52%
Agglo/HVS/50/gesaettigt	4,35%
Land/Sammel/50/gesaettigt	17,39%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/Sammel/50/dicht	0,040	0,511	0,373	0,012	179,107



## Bild A.4 LSA1 / HVS3

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_LSA1/HVS3</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Agglo/FernStr-City/50/dicht</b>
Anzahl Datensätze	Hoch (69)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/30/fluessig, Agglo/Erschliessung/40/fluessig, Agglo/FernStr-City/60/dicht, Agglo/FernStr-City/60/gesaettigt, Agglo/HVS/50/dicht, Agglo/HVS/50/fluessig, Agglo/HVS/60/dicht, Agglo/Sammel/50/dicht

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Leipziger Straße	LSA Puschkinplatz	LSA Kötzschenbroder Straße	41 km/h	7,04%	0,15
Chemnitz	Annaberger Straße	Uhlestraße	W.-Seelenbinder-Str.	40 km/h	9,4%	0,20

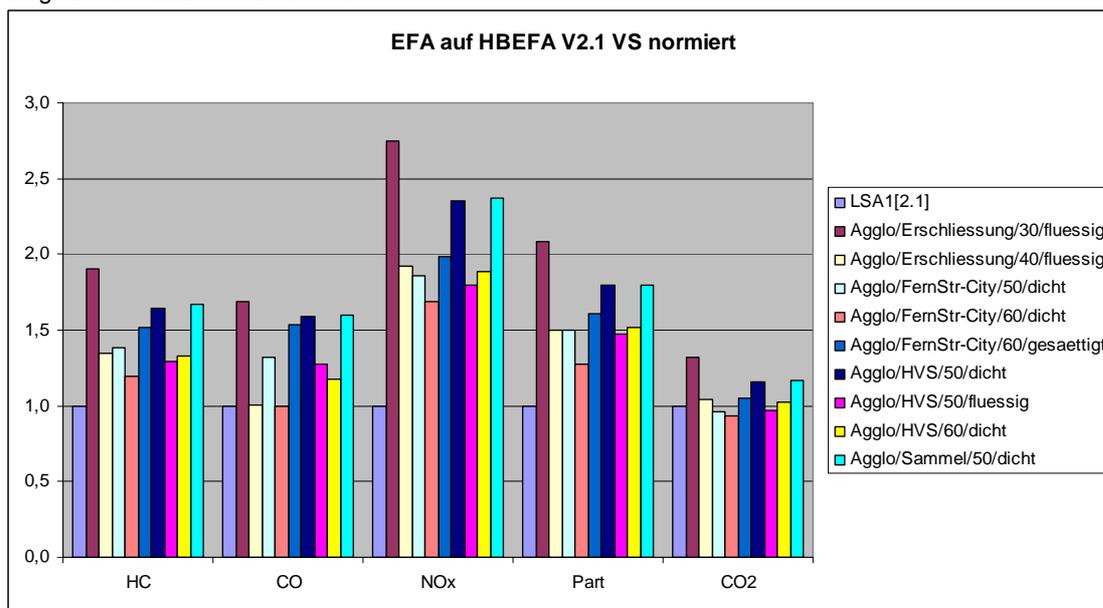
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/FernStr-City/50/dicht	41 km/h	7%	0,16

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/Erschliessung/30/fluessig	5,56%
Agglo/Erschliessung/40/fluessig	6,94%
Agglo/FernStr-City/50/dicht	22,22%
Agglo/FernStr-City/60/dicht	8,33%
Agglo/FernStr-City/60/gesaettigt	11,11%
Agglo/HVS/50/dicht	15,28%
Agglo/HVS/50/fluessig	13,89%
Agglo/HVS/60/dicht	5,56%
Agglo/Sammel/50/dicht	6,94%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/FernStr-City/50/dicht	0,033	0,423	0,293	0,010	147,523



## Bild A.5 LSA2

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_LSA2</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Agglo/Sammel/50/gesättigt</b>
Anzahl Datensätze	Mittel (37)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/30/dicht, Agglo/Erschliessung/30/fluessig, Agglo/HVS/50/gesaettigt, Agglo/Erschliessung/50/gesättigt, Agglo/HVS/60/gesaettigt, Land/HVS-kurvig/50/dicht

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Karcherallee	LSA Stübelallee	LSA Winterbergstraße	29 km/h	25,58%	0,24
Chemnitz	Mühlenstraße	Georgstraße	Müllerstraße	30 km/h	24,2%	0,21

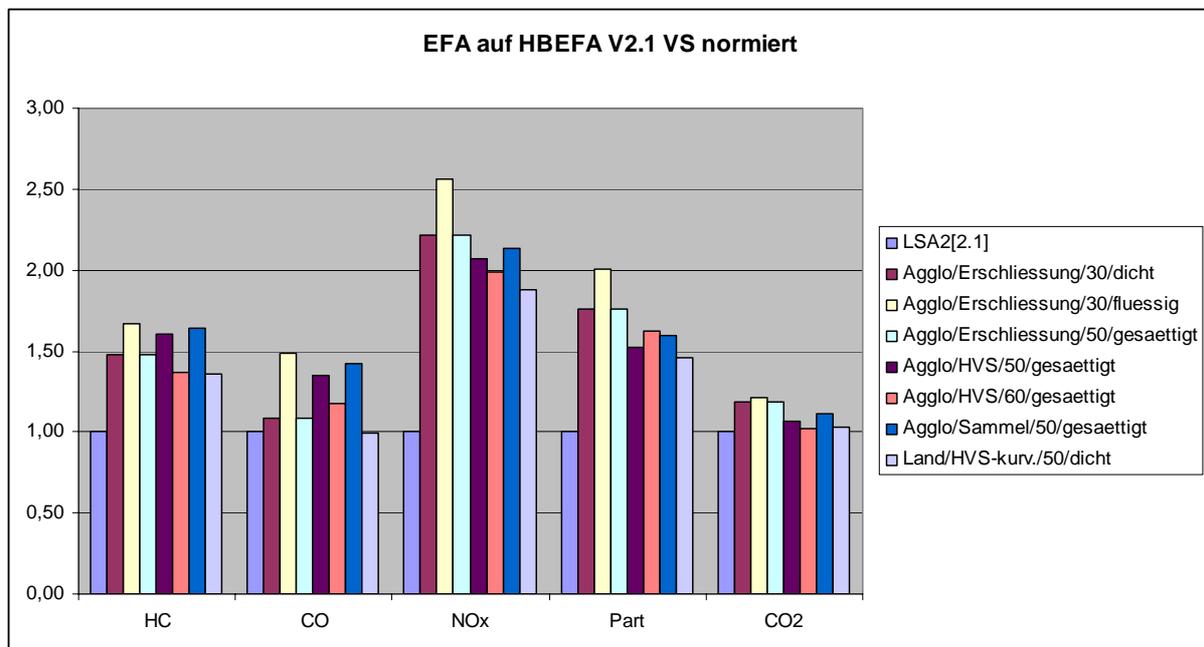
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/Sammel/50/gesättigt	30 km/h	17%	0,23

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/Erschliessung/30/dicht	8,33%
Agglo/Sammel/50/gesaettigt	16,67%
Agglo/Erschliessung/30/fluessig	2,78%
Agglo/HVS/50/gesaettigt	8,33%
Agglo/Erschliessung/50/gesättigt	2,78%
Agglo/HVS/60/gesaettigt	8,33%
Land/HVS-kurvig/50/dicht	52,78%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/Sammel/50/gesättigt	0,045	0,514	0,360	0,011	185,29



## Bild A.6 LSA3

HBEFA V2.1 VS	IO_LSA3
HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt
Anzahl Datensätze	Hoch (57)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/30/dicht, Land/HVS-kurv./50/gesaettigt, Land/Sammel-kurv./50/gesaettigt, Land/Erschliessung/30/gesaettigt, Land/HVS-kurv./50/dicht

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Lennestraße	LSA Lenneplatz	LSA Straßburger Platz	25 km/h	32,1%	0,20
Chemnitz	Limbacher Straße	Barbarossastraße	Reichsstraße	25 km/h	22,4%	0,20

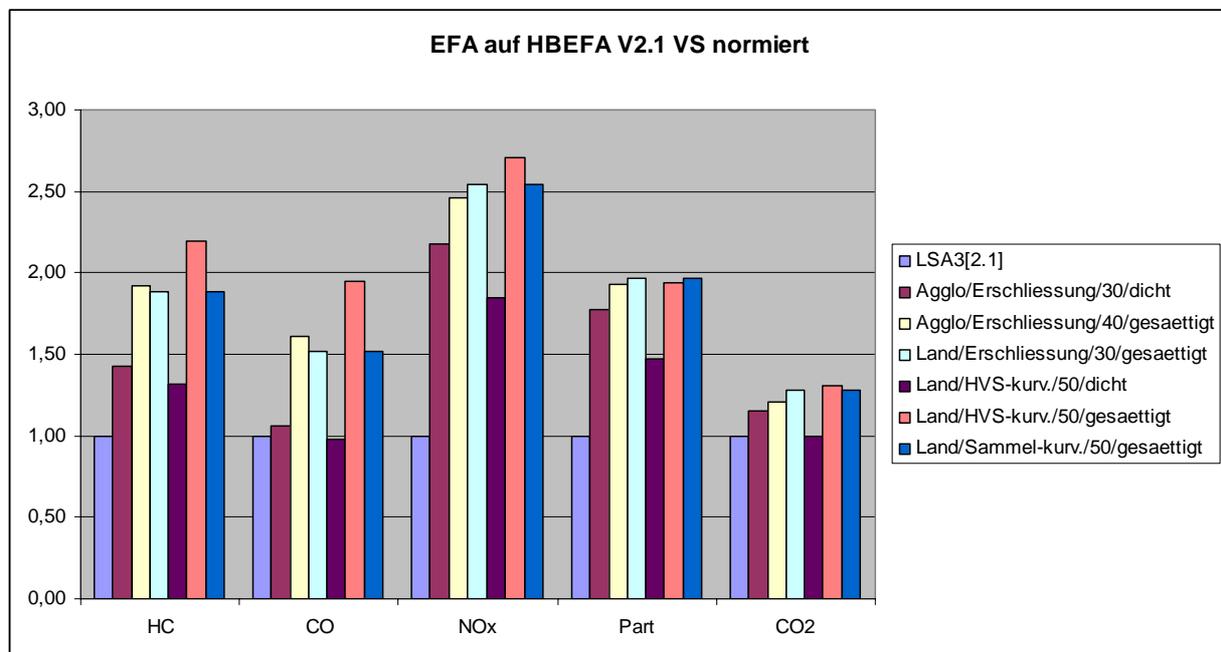
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt	23 km/h	16%	0,21

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/Erschliessung/30/dicht	3,45%
Land/HVS-kurv./50/gesaettigt	58,62%
Land/Sammel-kurv./50/gesaettigt	31,03%
Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt	1,72%
Land/Erschliessung/30/gesaettigt	3,45%
Land/HVS-kurv./50/dicht	1,72%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt	0,054	0,591	0,422	0,013	206,72



## Bild A.7 Kern

<b>HBEFA V2.1 VS</b>	<b>IO_Kern</b>
<b>HBEFA V3.1 VS</b>	<b>Keine direkte -&gt; Mix_Kern</b>
Anzahl Datensätze	Sehr hoch (76)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Land/HVS-kurv./50/gesaettigt, Agglo/AB-City/80/stop+go, Land/HVS/50/stgo, Agglo/Sammel/50/stgo, Land/Sammel/50/gesaettigt

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Dresden	Königsbrücker Straße	LSA Albertplatz	LSA Bischofsweg	13 km/h	49,5%	0,18
Chemnitz	Waisenstraße	Dresdner Platz	Bahnhofstraße	18 km/h	37,9%	0,22

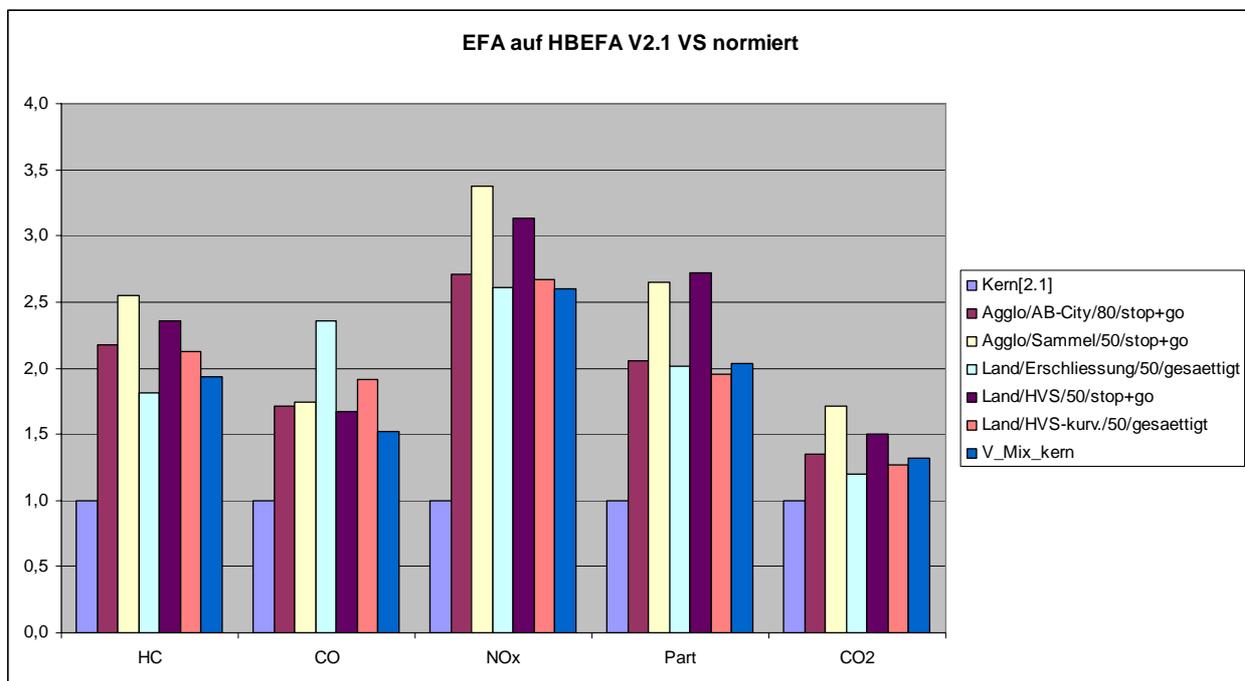
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Mix_Kern	20 km/h		

Häufigkeit der Zuordnung VS HBEFA2.1 auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte HBEFA3.1:

Name	Anteil
Land/HVS-kurv./50/gesaettigt	47,95%
Agglo/AB-City/80/stop+go	5,48%
Land/HVS/50/stgo	16,44%
Agglo/Sammel/50/stgo	28,77%
Land/Sammel/50/gesaettigt	1,37%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Mix_Kern	0,057	0,569	0,451	0,014	231,62



## Bild A.8 Nebenstr\_dicht

HBEFA V2.1 VS	IO_Nebenstr_dicht
HBEFA V3.1 VS	Keine direkte -> Mix_NS
Anzahl Datensätze	Sehr gering (2)
Alternative HBEFA V3.1 VS	Agglo/Erschliessung/30/dicht, Agglo/Erschliessung/30/gesaettigt, Agglo/Erschliessung/40/gesaettigt

Fahrdynamische Parameter typischer Abschnitte der HBEFA 2.1 Verkehrssituation:

Stadt	Straße	von	nach	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Chemnitz	Clara-Zetkin-Straße	Zschopauer Straße	Reitbahnstraße	21 km/h	5,1%	0,25
Chemnitz	Zschopauer Straße	Georgistraße	Shakespearestr.	28 km/h	0,0%	0,12

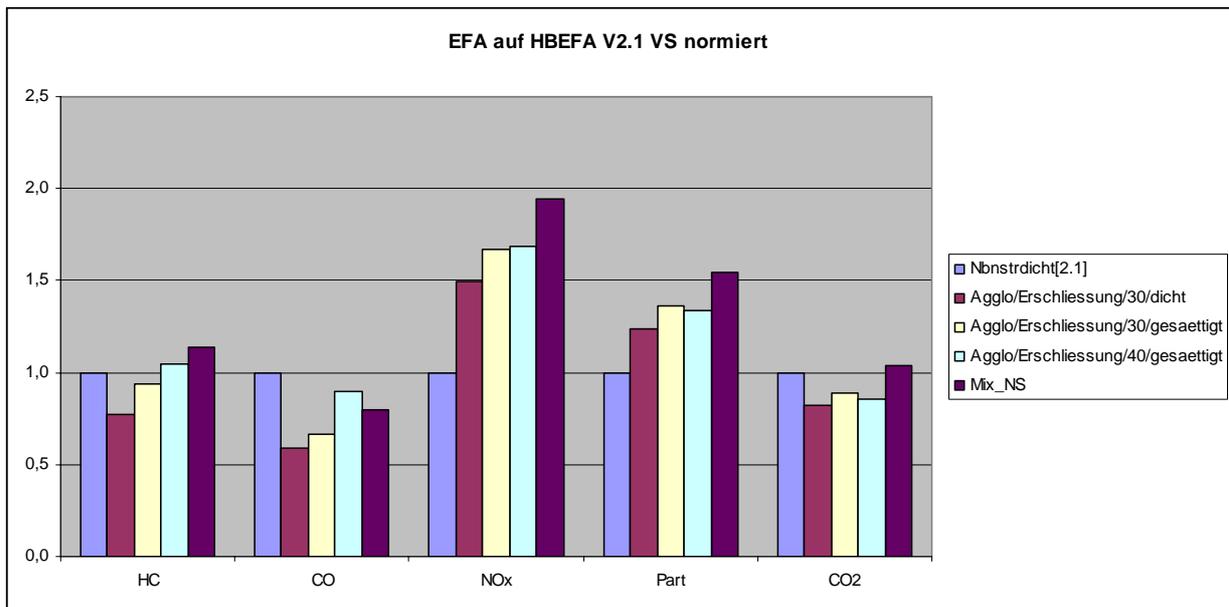
Fahrdynamische Parameter der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation:

Name	V <sub>Reise</sub>	Standanteil	RPA
Mix_NS	17 km/h		

Häufigkeit der Zuordnung auf Basis maximaler Übereinstimmung der Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA3.1:

Name	Anteil
Agglo/Erschliessung/30/dicht	50%
Agglo/Erschliessung/30/fluessig	50%

Vergleich der Emissionsfaktoren:



Emissionsfaktoren der zugeordneten HBEFA 3.1 Verkehrssituation [g/km]:

Name	HC	CO	NOx	PM10	CO2
Mix_NS	0,059	0,525	0,486	0,015	248,92