

Statuskolloquium Luft

Ermittlung von Fahrmustern auf der Grundlage von Taxi-FCD



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



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

Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt
Dresden, 08.12.2014

Entwicklung und Anwendung einer Methodik für die Ermittlung von Fahrmustern als Grundlage für eine qualifizierte Emissions- und Immissionsprognose von Straßen

Untersuchung im Auftrag des LfULG, 2011-2013

TU Dresden

- Lehrstuhl für Verkehrsökologie
- Lehrstuhl für Verkehrsleitsysteme und –prozessautomatisierung



Einleitung

Emissionsberechnung im Straßenverkehr

Emissionsmenge = spezifischer Emissionsfaktor * Aktivitätsrate



z.B. g/km
Datenquelle: HBEFA



z.B. Fzggkm



- Fahrzeugspezifisch (Bauart, Kraftstoff, Abgasnachbehandlung)
- **Betriebsspezifisch** (Leistungsaufnahme, Betriebstemperatur)



- **Fahrverhalten (Verkehrssituation)**
- Steigung / Gefälle (Längsneigungsklassen)
- Beladung (Beladungsgrad)
- Nebenaggregate (Klimaanlageneinfluss)



Verkehrssituationsmatrix in HBEFA 3.2

			Tempo-Limit [km/h]											
Gebiet	Strassentyp	Verkehrszustand	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130
laendlich gepraegt	Autobahn	4 VZustaende												
	Semi-Autobahn	4 VZustaende												
	Fern-, Bundesstrasse	4 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse	4 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse, kurvig	4 VZustaende												
	Sammelstrasse	4 VZustaende												
	Sammelstrasse, kurvig	4 VZustaende												
	Erschliessungsstrasse	4 VZustaende												
Agglo- meration	Autobahn	4 VZustaende												
	Stadt-Autobahn	4 VZustaende												
	Fern-, Bundesstrasse	4 VZustaende												
	Staedt. Magistrale / Ringstr.	4 VZustaende												
	Hauptverkehrsstrasse	4 VZustaende												
	Sammelstrasse	4 VZustaende												
	Erschliessungsstrasse	4 VZustaende												

Zugeordneter Flottenmix-Typ:

- = Autobahn
- = Land
- = Agglo.

Verkehrssituationen nach HBEFA beschreiben das Fahrverhalten innerhalb eines Abschnitts.



Fahrverhaltenskennwerte

Fahrverhaltenskennwerte der Verkehrssituationen nach HBEFA 3.2

- Reisegeschwindigkeit (in km/h)
- Standanteil (in %)
- RPA (in m/s²)

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

Mit:

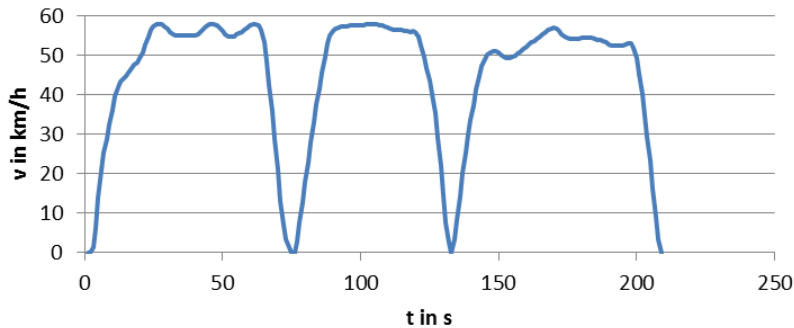
- T = Gesamt-Fahrzeit
- x = Gesamt-Fahrstrecke
- v = Geschwindigkeit im Zeitintervall
- a^+ = positive Beschleunigung im Zeitintervall



Bsp. HBEFA 3.2-Fahrzyklen PKW Agglo/HVS/50

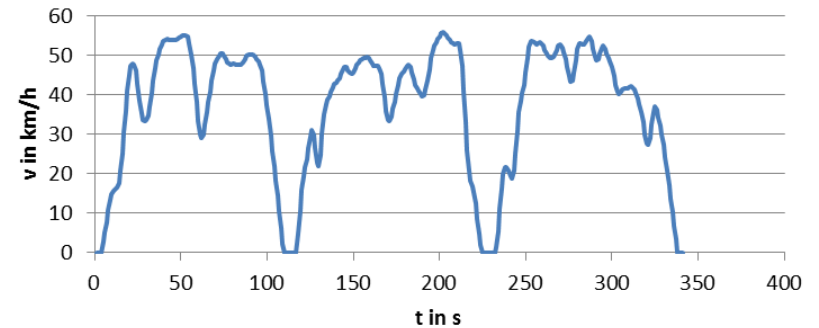
Fahrzyklus PKW Agglo/HVS/50/**flüssig**

$v_{\text{Reise}} = 44,9 \text{ km/h}$, $\text{RPA} = 0,15 \text{ m/s}^2$



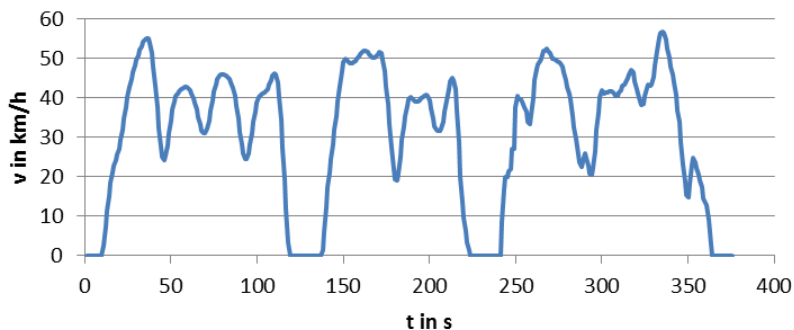
Fahrzyklus PKW Agglo/HVS/50/**dicht**

$v_{\text{Reise}} = 37,00 \text{ km/h}$, $\text{RPA} = 0,18 \text{ m/s}^2$



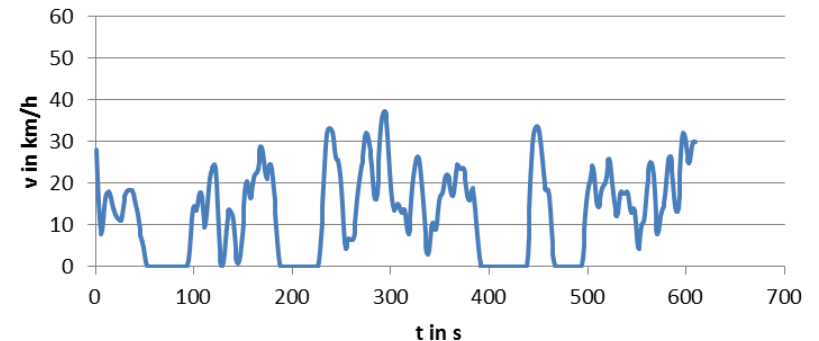
Fahrzyklus PKW Agglo/HVS/50/**gesättigt**

$v_{\text{Reise}} = 30,8 \text{ km/h}$, $\text{RPA} = 0,22 \text{ m/s}^2$



Fahrzyklus PKW Agglo/HVS/50/**Stop&Go**

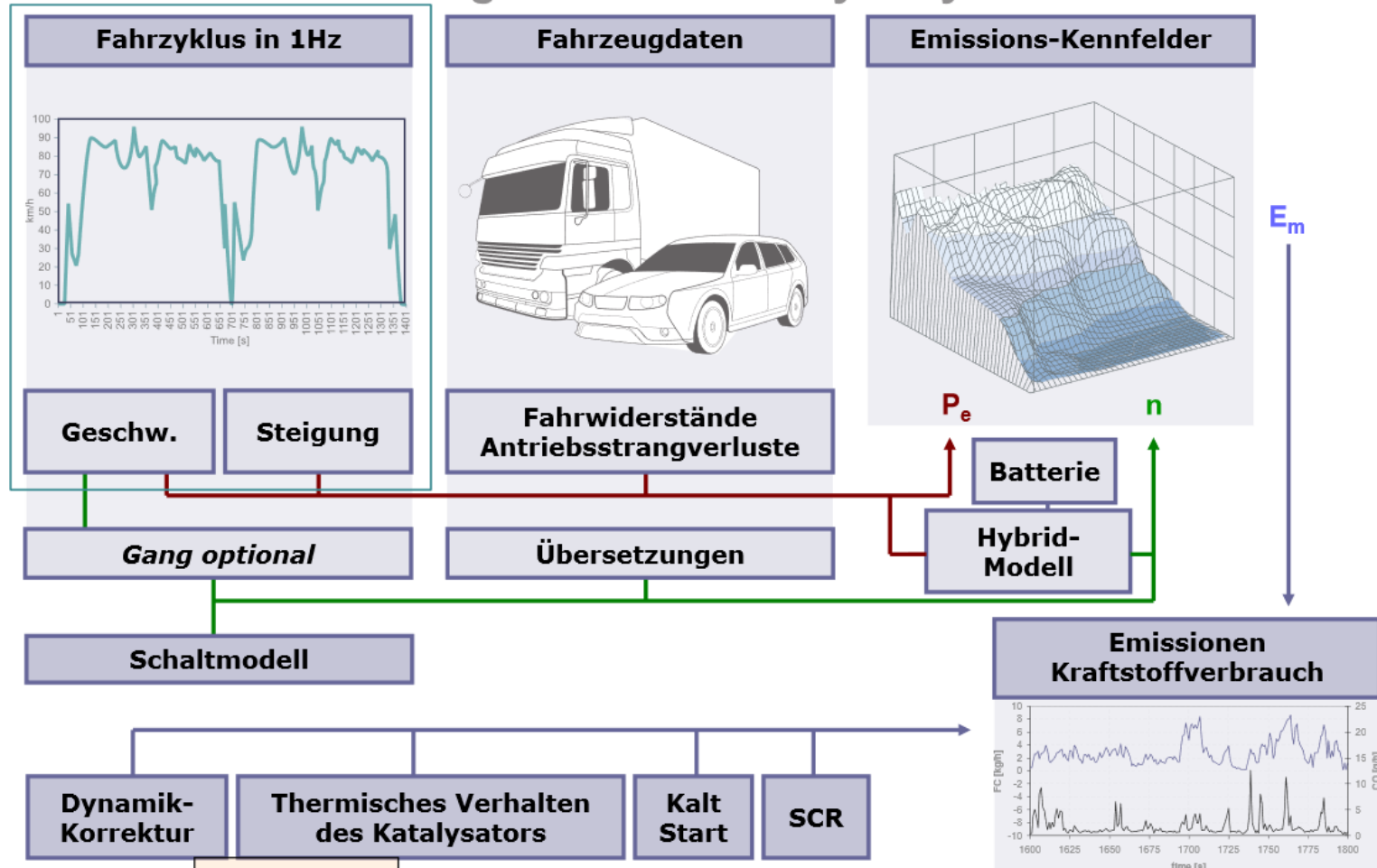
$v_{\text{Reise}} = 12,8 \text{ km/h}$, $\text{RPA} = 0,20 \text{ m/s}^2$



Berechnung der HBEFA Emissionsfaktoren mit PHEM

PHEM

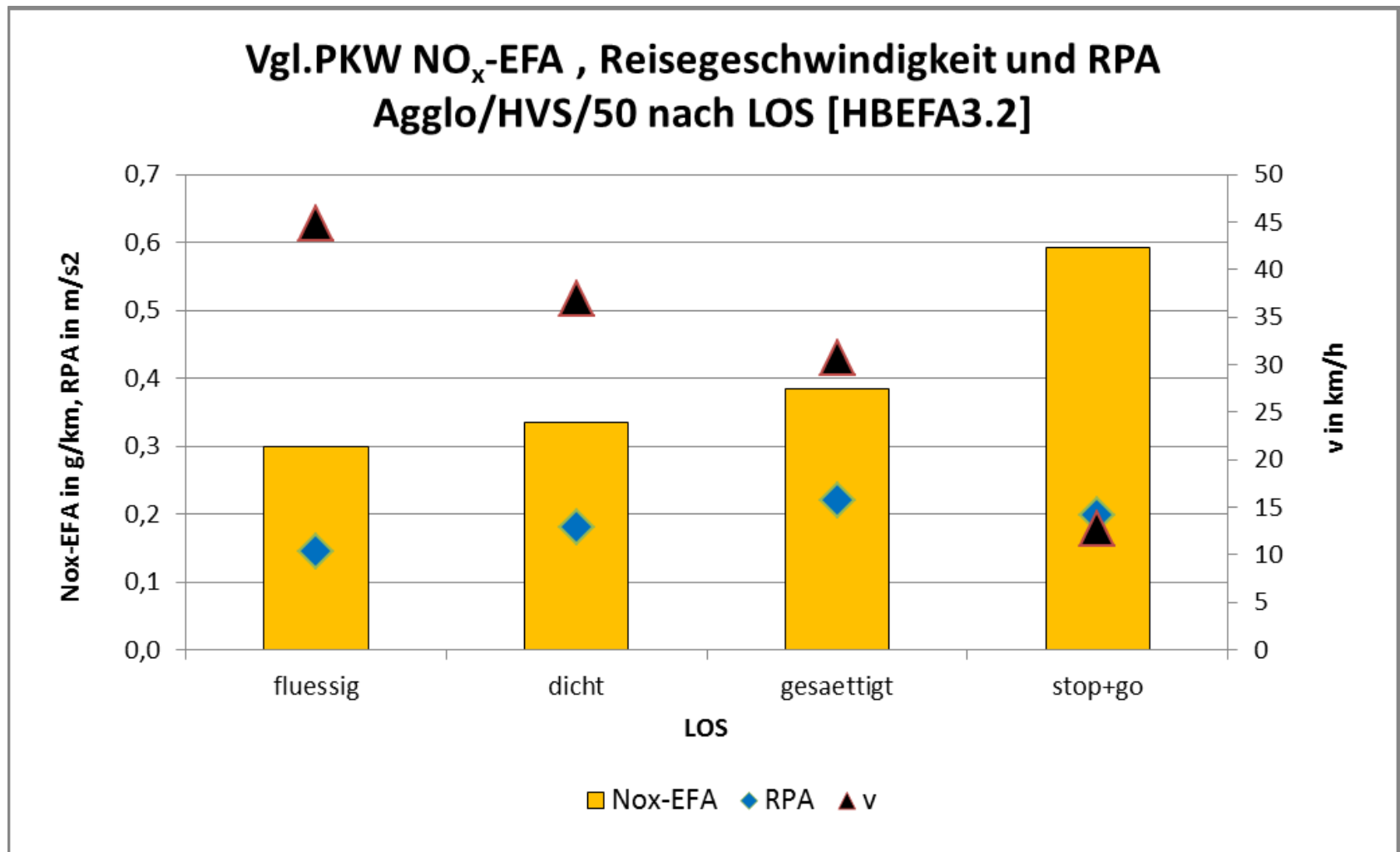
Passenger car and Heavy duty Emission Model



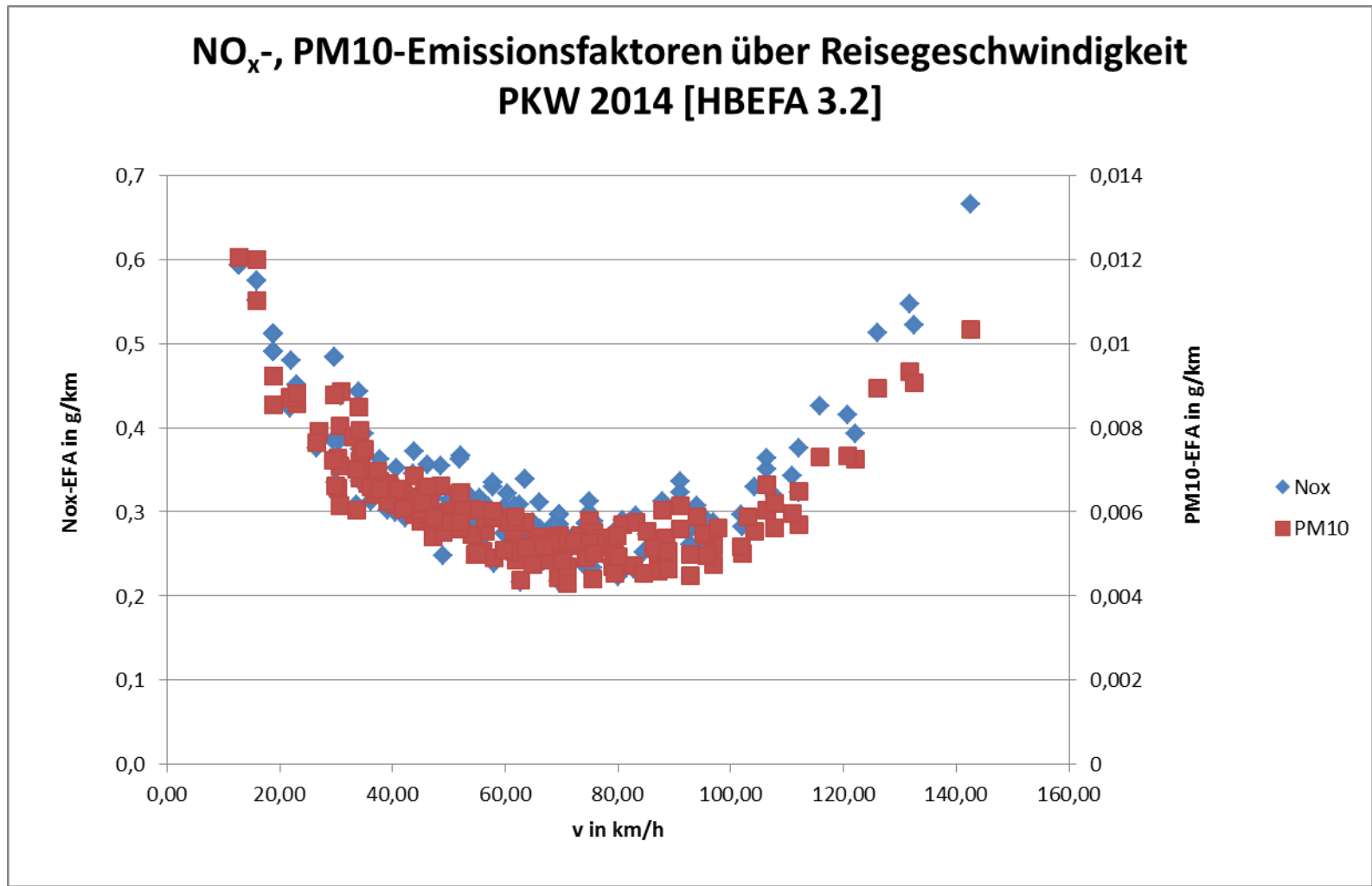
Quelle: TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik



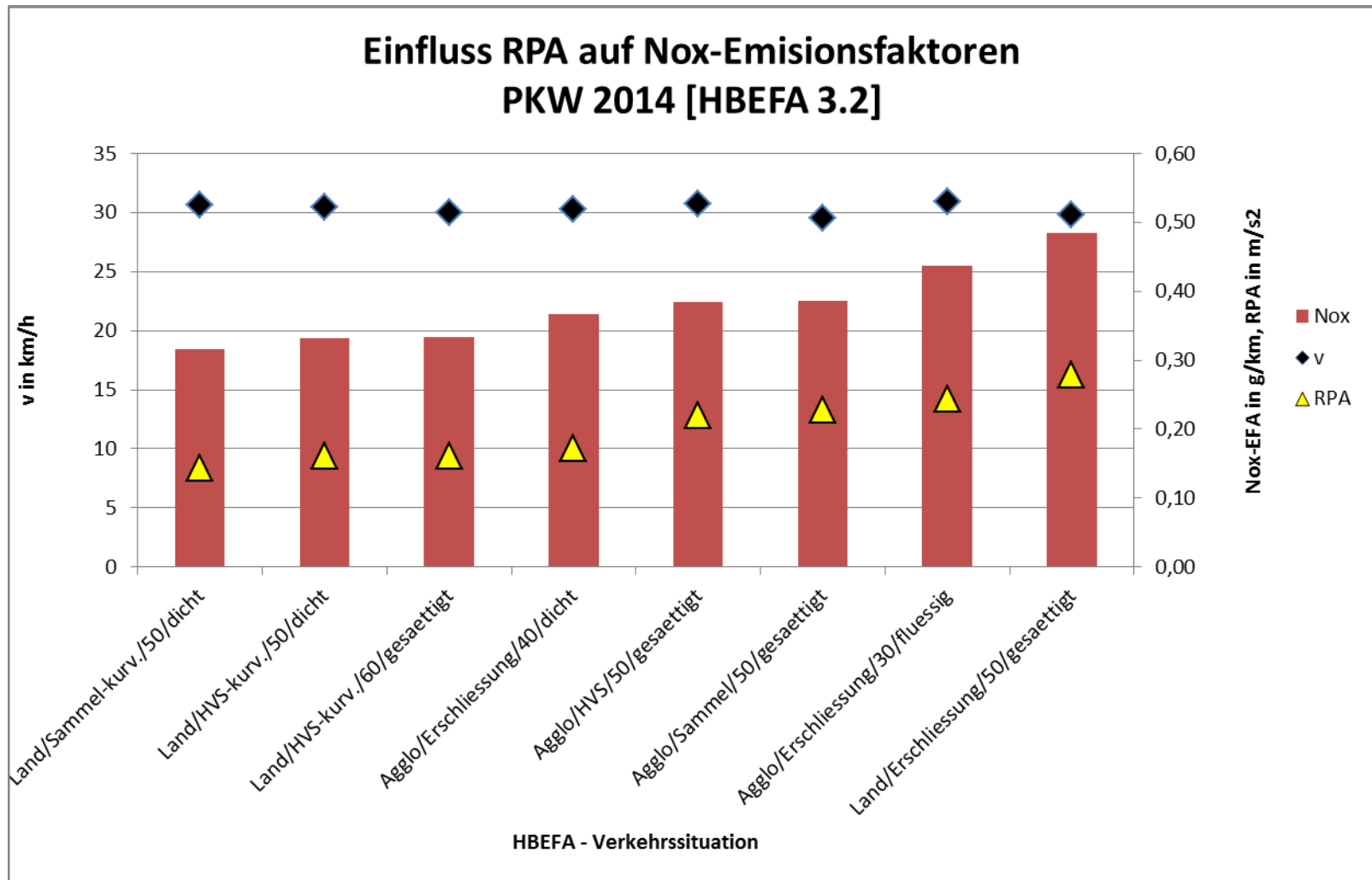
Bsp. Fahrverhaltenskennwerte, NO_x-Emissionsfaktoren 2014 PKW Agglo/HVS/50



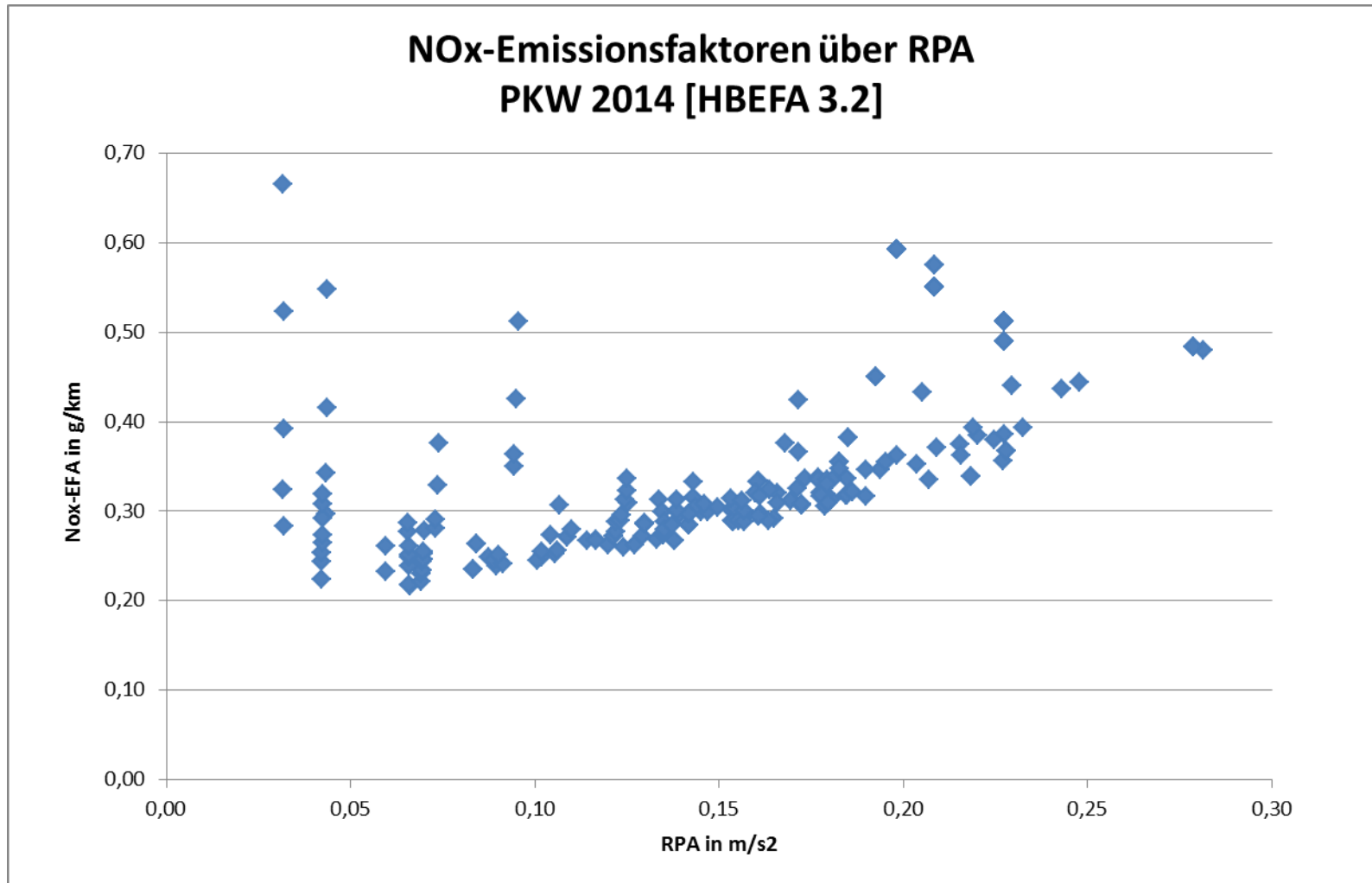
NO_x-Emissionsfaktor über Reisegeschwindigkeit



NO_x-Emissionsfaktor über Reisegeschwindigkeit



NO_x-Emissionsfaktor über RPA



Prinzipielle Möglichkeiten zur Bestimmung der HBEFA-Verkehrssituation

1. Auf Basis der Gliederungskriterien der Verkehrssituationsmatrix:

	Gebietstyp,	Straßentyp,	Tempolimit,	LOS
z.B.	Agglo/	HVS/	50 /	flüssig, dicht, gesättigt, StGo
				(i.d.R. aus DTV / Kapazität)

2. Aufzeichnung und Auswertung streckenspezifischer Fahrzyklen oder Fahrverhaltenskennwerte (GPS, Peiselerrad)

2.1 Berechnung der Emissionsfaktoren auf Basis der Fahrzyklen mit PHEM

2.2 Berechnung der Emissionsfaktoren auf Basis der Regressionsfunktionen mit den Emissionsfaktoren des HBEFA unter Verwendung erhobener

- mittlerer Reisegeschwindigkeiten und RPA

$$\text{NO}_x\text{-EFA} = a + b*v + c*v^2 + x*\text{RPA} + y*\text{RPA}^2$$

- mittlerer Reisegeschwindigkeiten (ohne RPA)

$$\text{NO}_x\text{-EFA} = a + b*v + c*v^2$$



Problem

1. Auf Basis der Gliederungskriterien der Verkehrssituationsmatrix:

➔ Unsicherheiten bei der Bestimmung des LOS

2. Aufzeichnung und Auswertung streckenspezifischer Fahrzyklen oder Fahrverhaltenskennwerte (GPS, Peiselerrad)

➔ Relativ hoher Erhebungsaufwand



Zielstellung / Datenlage

Ziel:

Entwicklung und Anwendung einer Methodik für die Ermittlung von Fahrmustern als Grundlage für eine qualifizierte Emissions- und Immissionsprognose von Straßen

Untersuchungsgebiet:

Hauptstraßennetz der Stadt Dresden

Datengrundlagen:

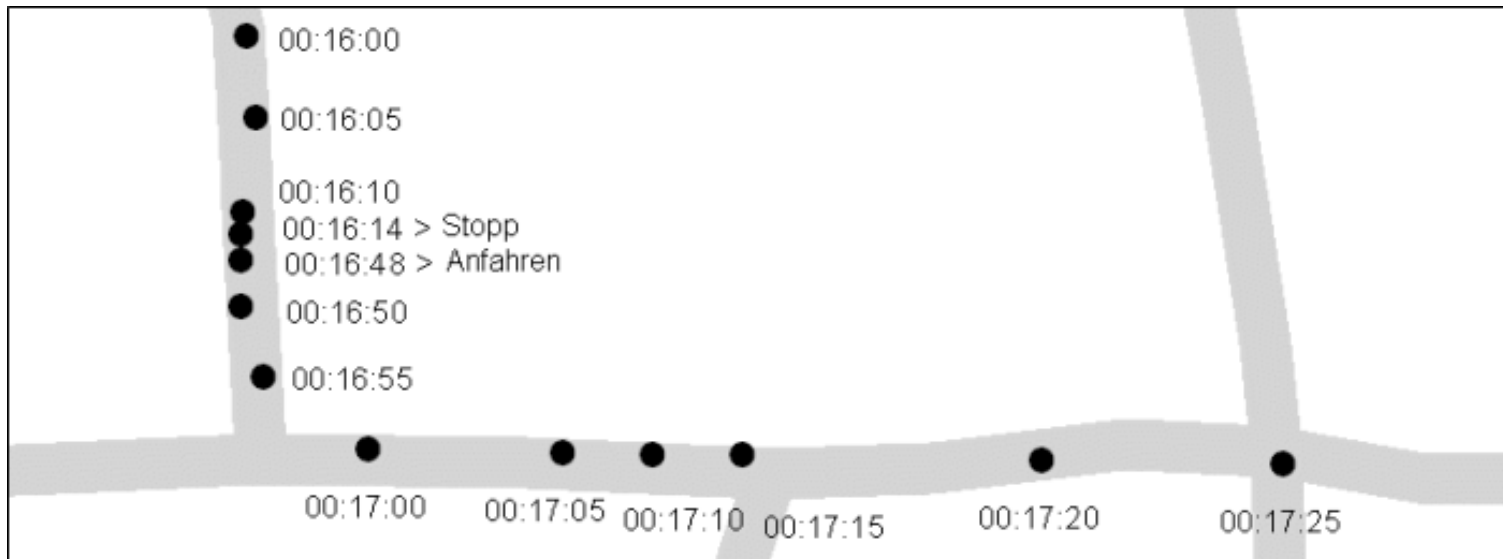
- Detektionswerte aus der VAMOS-Datenbasis (Verkehrs-, Analyse-, Management- und Optimierungs- System)
- Floating Car Data (FCD) der Dresdner Taxiflotte
- Ergebnisse aus Messfahrten



Datengrundlage / Taxi - Floating Car Data (FCD)

Dresdner Taxi - FCD

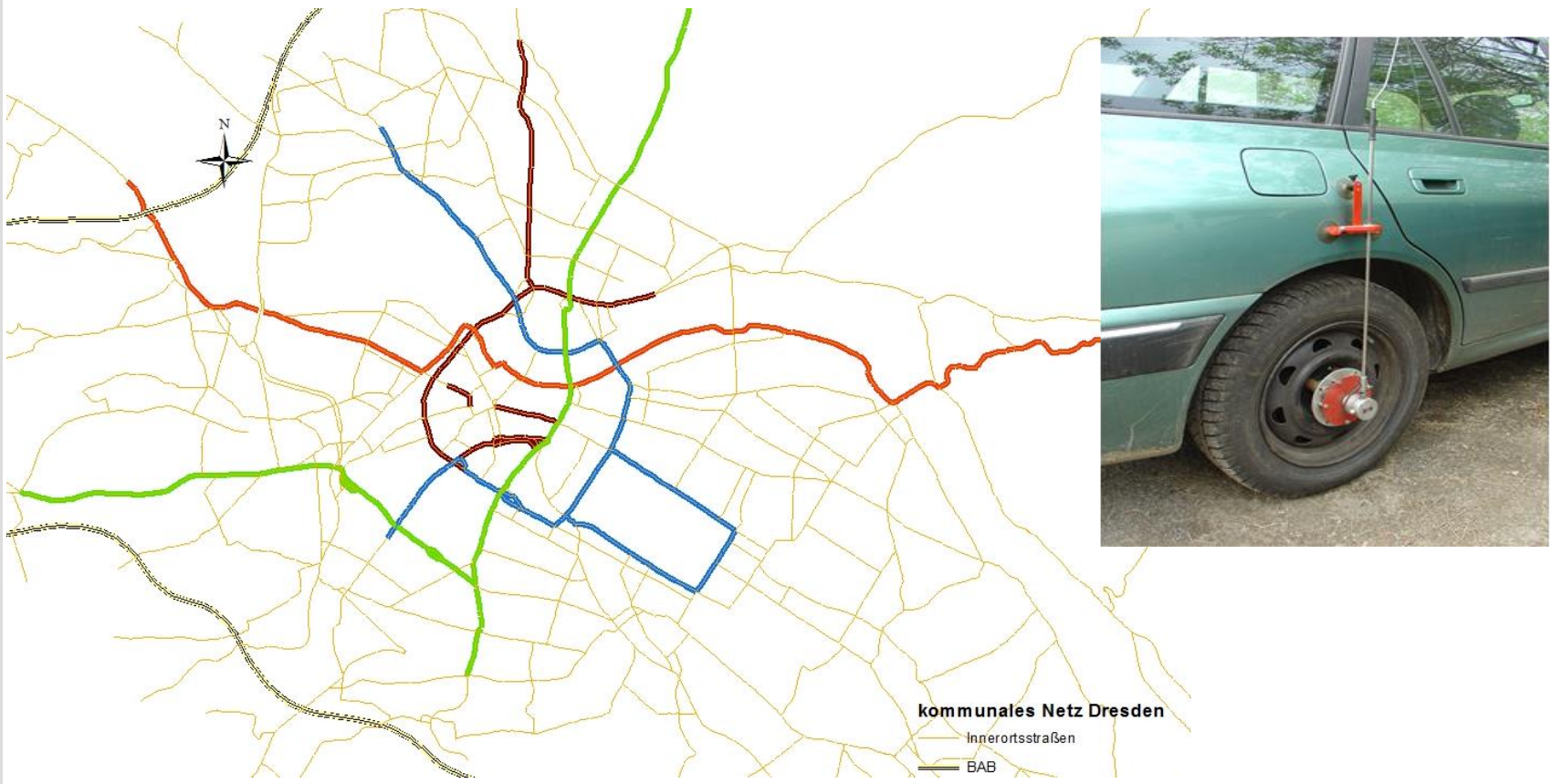
- GPS- Signale
- 500 Fahrzeuge der Dresdner Taxi-Genossenschaft
- Erfassung der Positionsdaten sowie Zeitstempel in definierten Intervallen (5 Sekunden)



Datengrundlage / Messfahrten

Untersuchungsnetz der Messfahrten Dresden November 2009:

- ca. 65 km Hauptstraßennetz
- 5 Werktage, zwischen 06.00 Uhr und 21.00 Uhr
- Erhebung Reisegeschwindigkeit, RPA



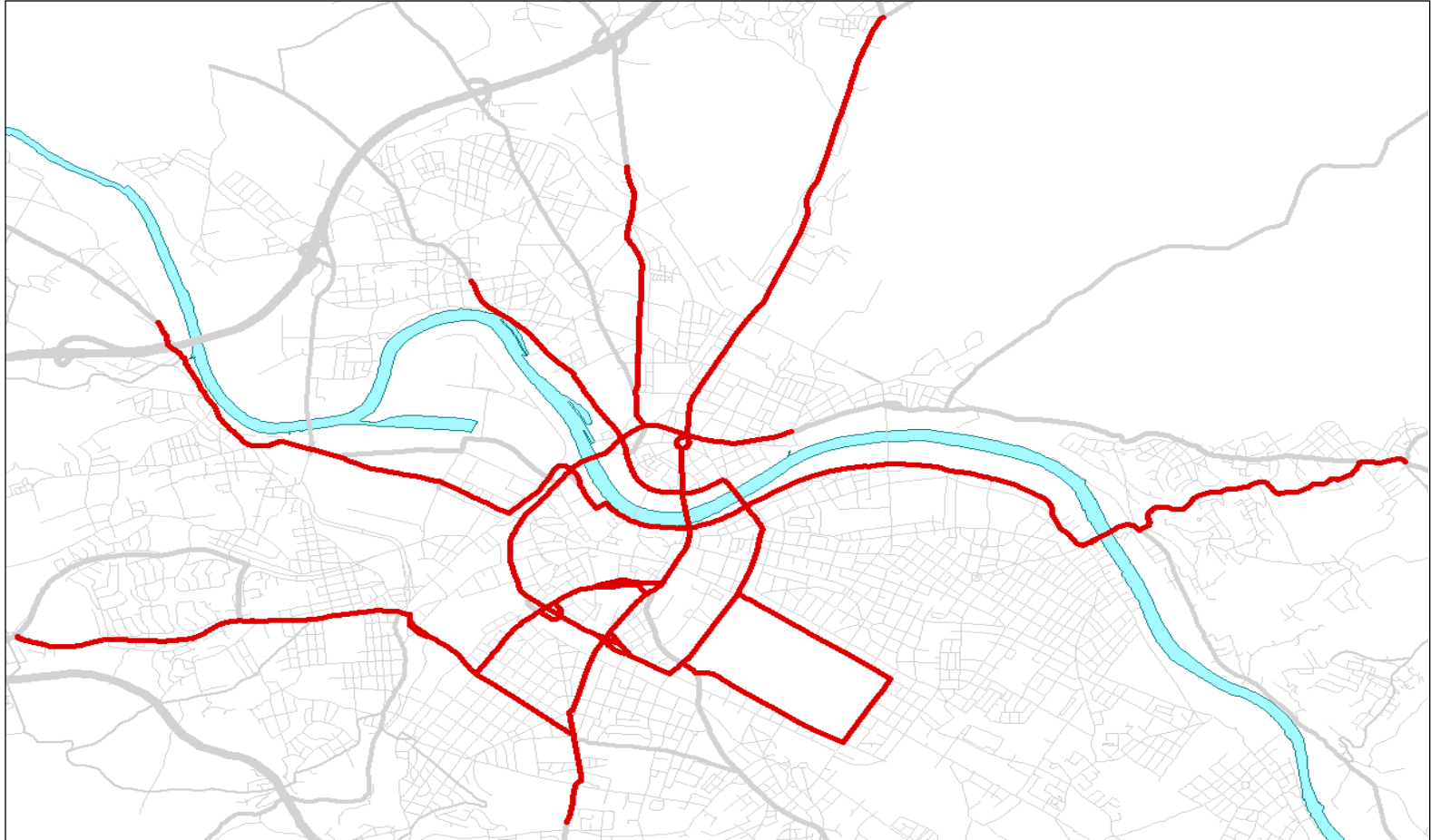
Entwicklung eines Ansatzes zur Bestimmung der mittleren Verkehrssituationen im Dresdner Hauptstraßennetz auf Basis der Taxi-FCD

Vorgehen:

- Analyse der räumlichen und zeitlichen Abdeckung der Taxi-FCD im Vergleich zur Messfahrtuntersuchung Dresden 2009
- Entwicklung einer Methodik zur Ableitung der mittleren Verkehrssituation nach HBEFA 3.1 auf Basis der Reisegeschwindigkeit
- Abschnitts- und richtungsspezifischer Vergleich der Reisegeschwindigkeiten sowie der sich daraus ergebenden Emissionsfaktoren der Taxi-FCD mit denen der Messfahrten

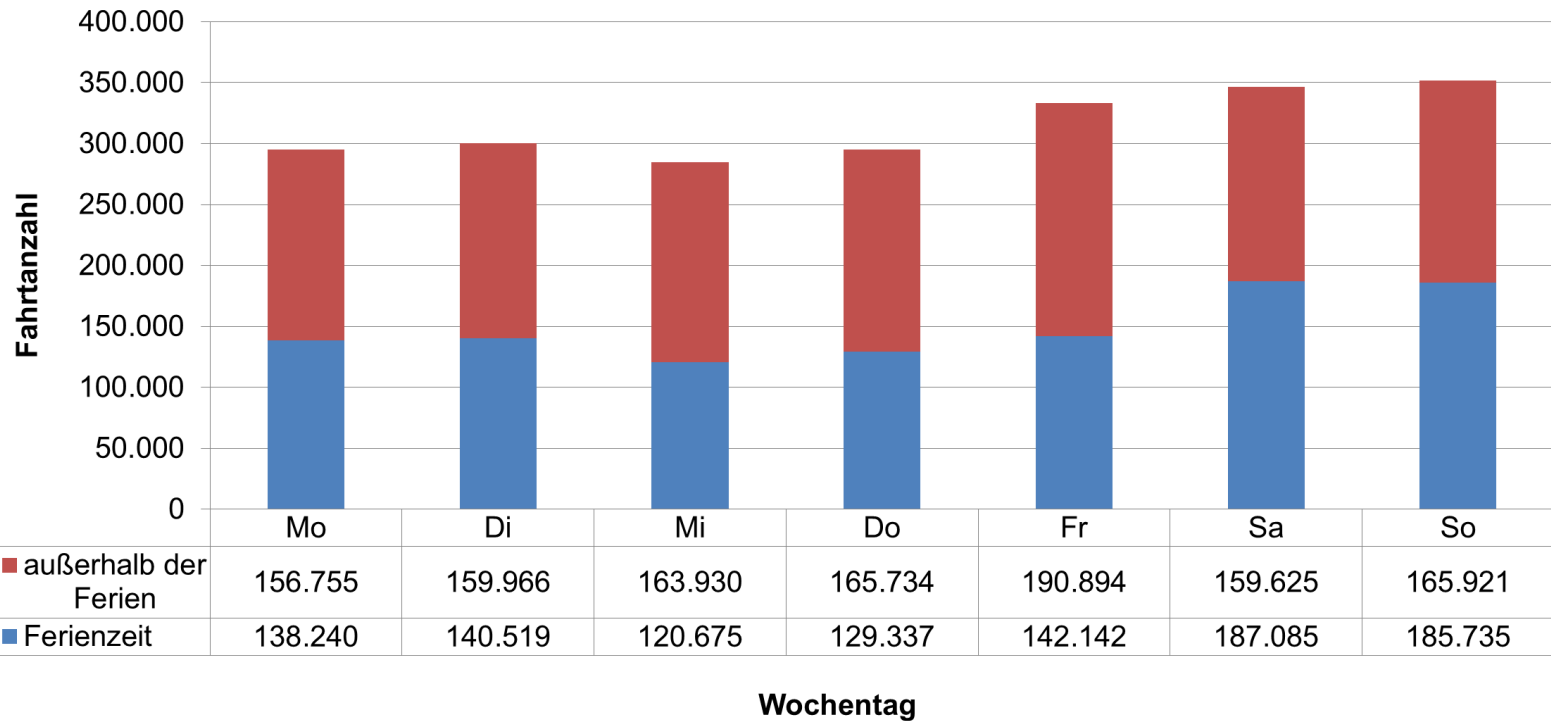


Räumliche Abdeckung der Taxi - FCD



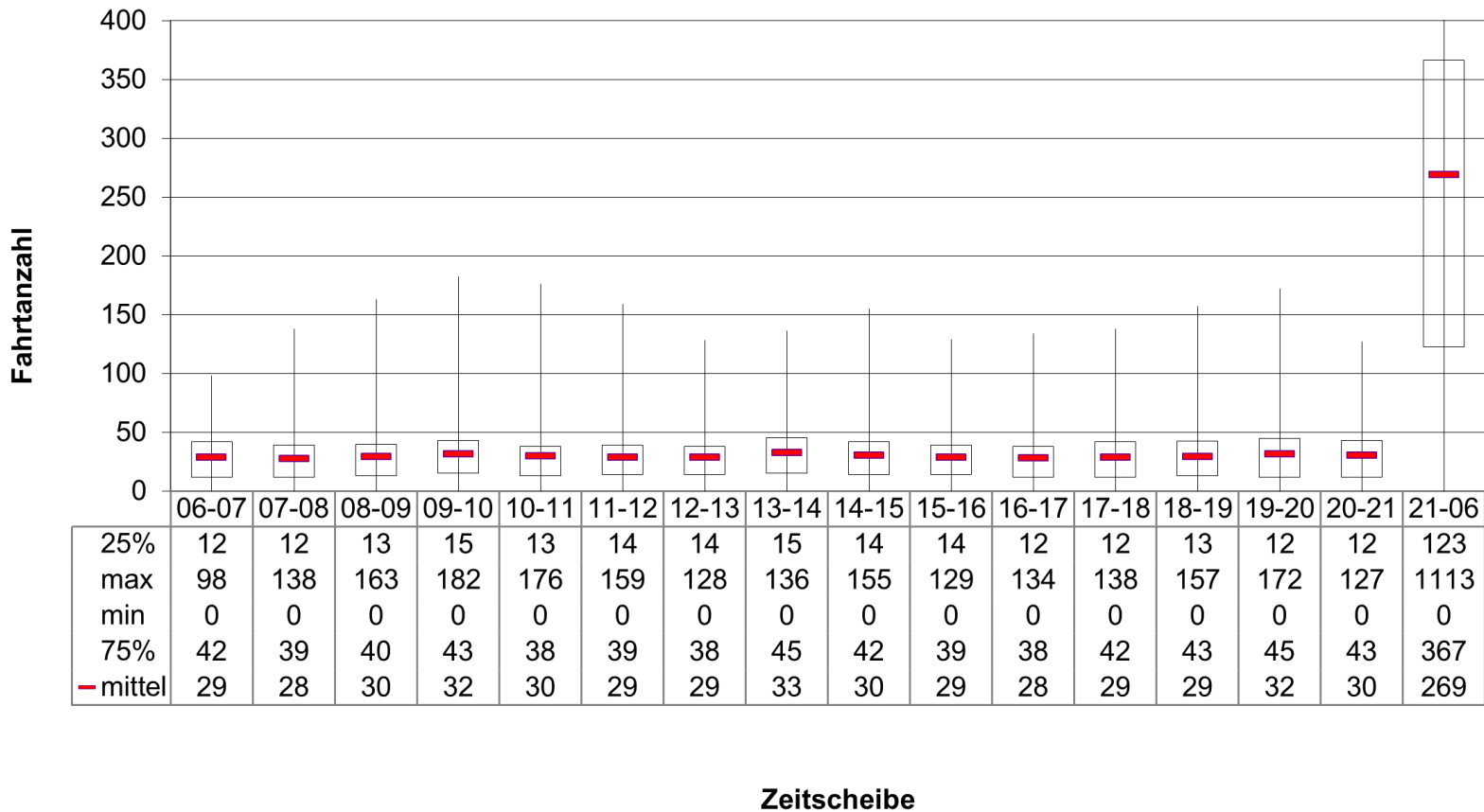
zeitliche Abdeckung der Taxi - FCD

Datensatzanzahl der Taxi-FCD
3.Quartal 2011 nach Wochentagen und Ferienzeit



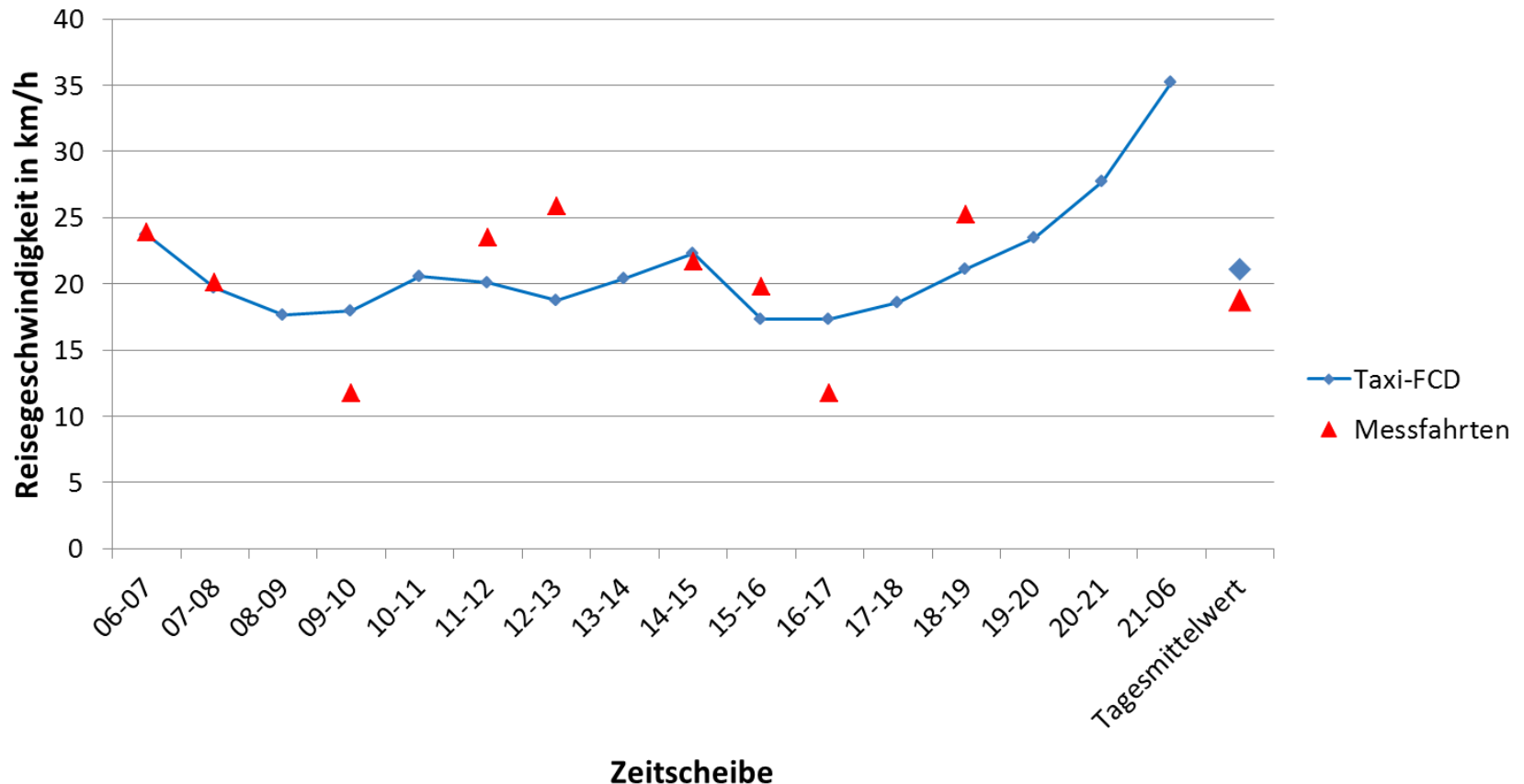
zeitliche Abdeckung der Taxi - FCD

mittlere Datensatzanzahl der Taxi-FCD pro Teilabschnitt
3.Quartal 2011 / Dienstag-Donnerstag außerhalb der Ferienzeit

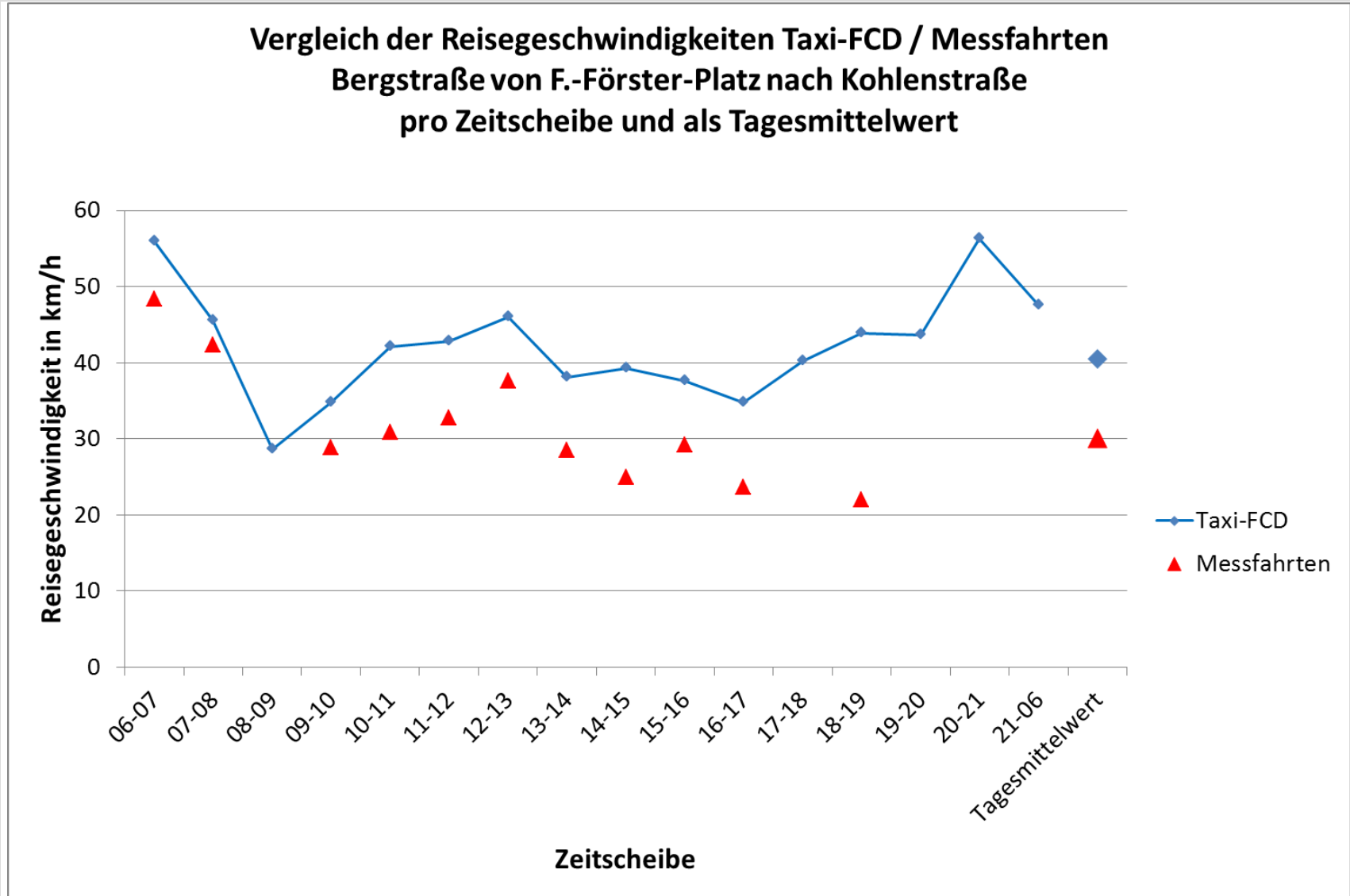


Vergleich der Reisegeschwindigkeiten Messfahrten / Taxi - FCD

Vergleich der Reisegeschwindigkeiten Taxi-FCD / Messfahrten
Königsbrücker Straße von Alberplatz nach Bischofsweg
pro Zeitscheibe und als Tagesmittelwert

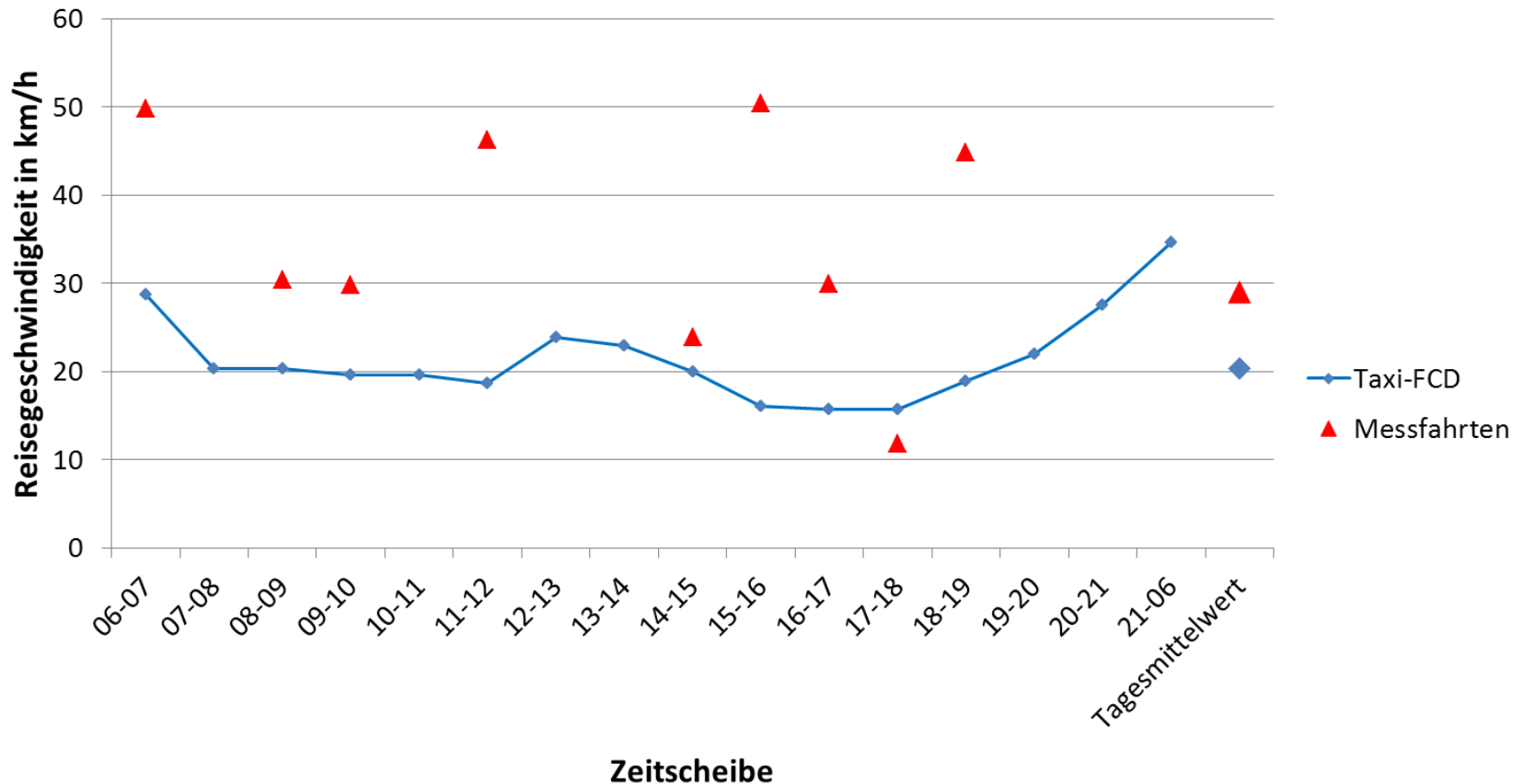


Vergleich der Reisegeschwindigkeiten Messfahrten / Taxi - FCD



Vergleich der Reisegeschwindigkeiten Messfahrten / Taxi - FCD

Vergleich der Reisegeschwindigkeiten Taxi-FCD / Messfahrten
Große Meißner Straße von Kleine Marienbrücke nach Neustädter Markt
pro Zeitscheibe und als Tagesmittelwert

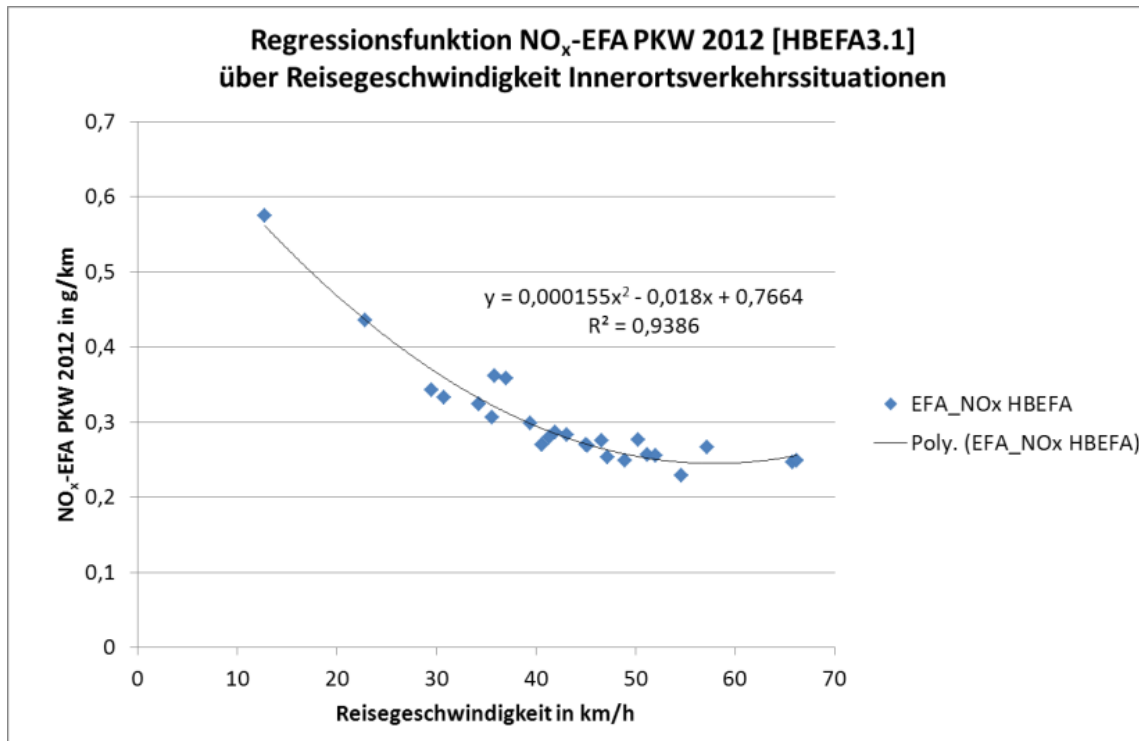


Ermittlung eines NO_x -Emissionsfaktors über Regressionsfunktion

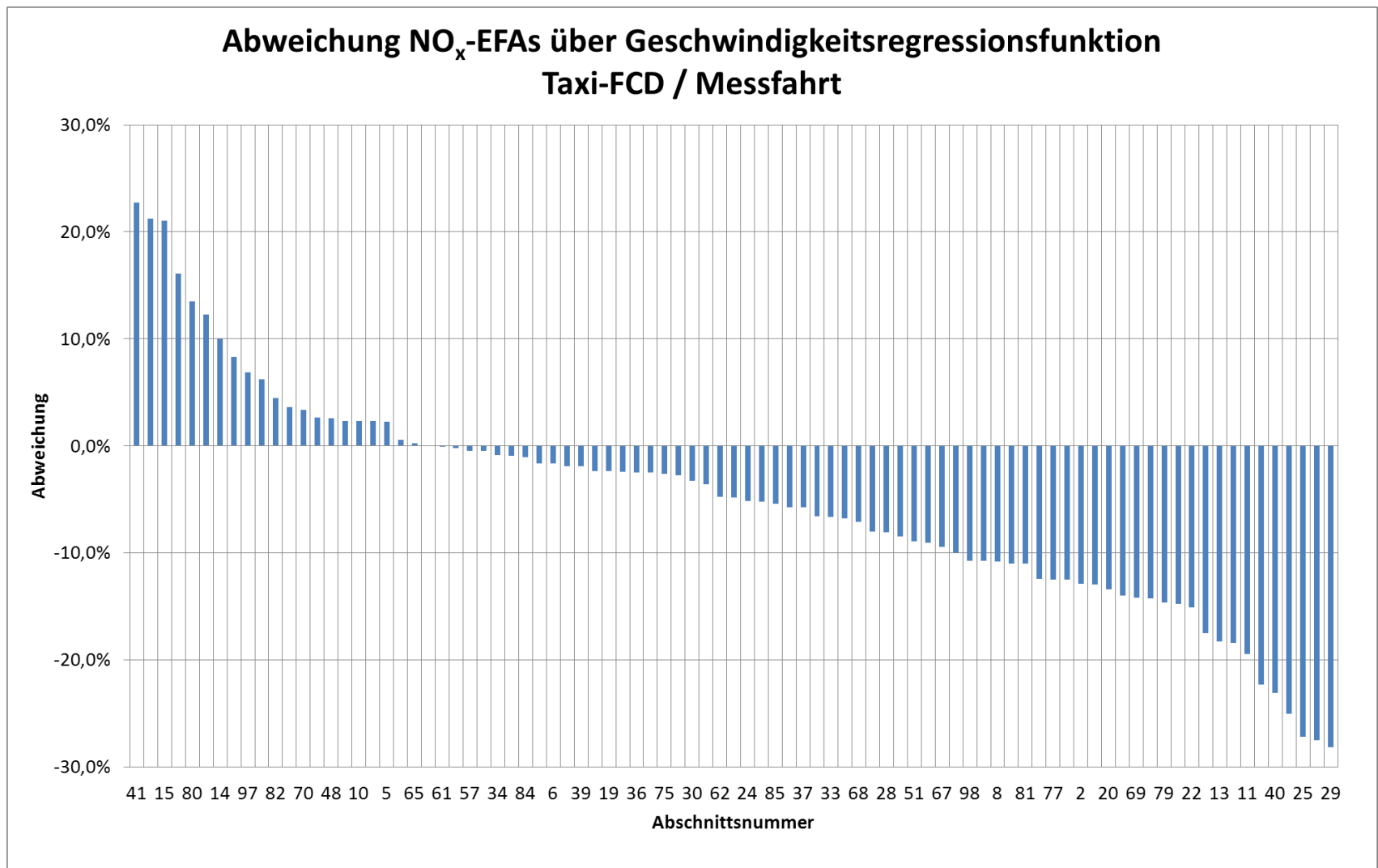
Ermittlung eines mittleren abschnitts- und richtungsspezifischen NO_x -Emissionsfaktors auf Basis der

- Reisegeschwindigkeiten der Taxi-FCD
- Vergleichende Auswertung der Messfahrt – Daten

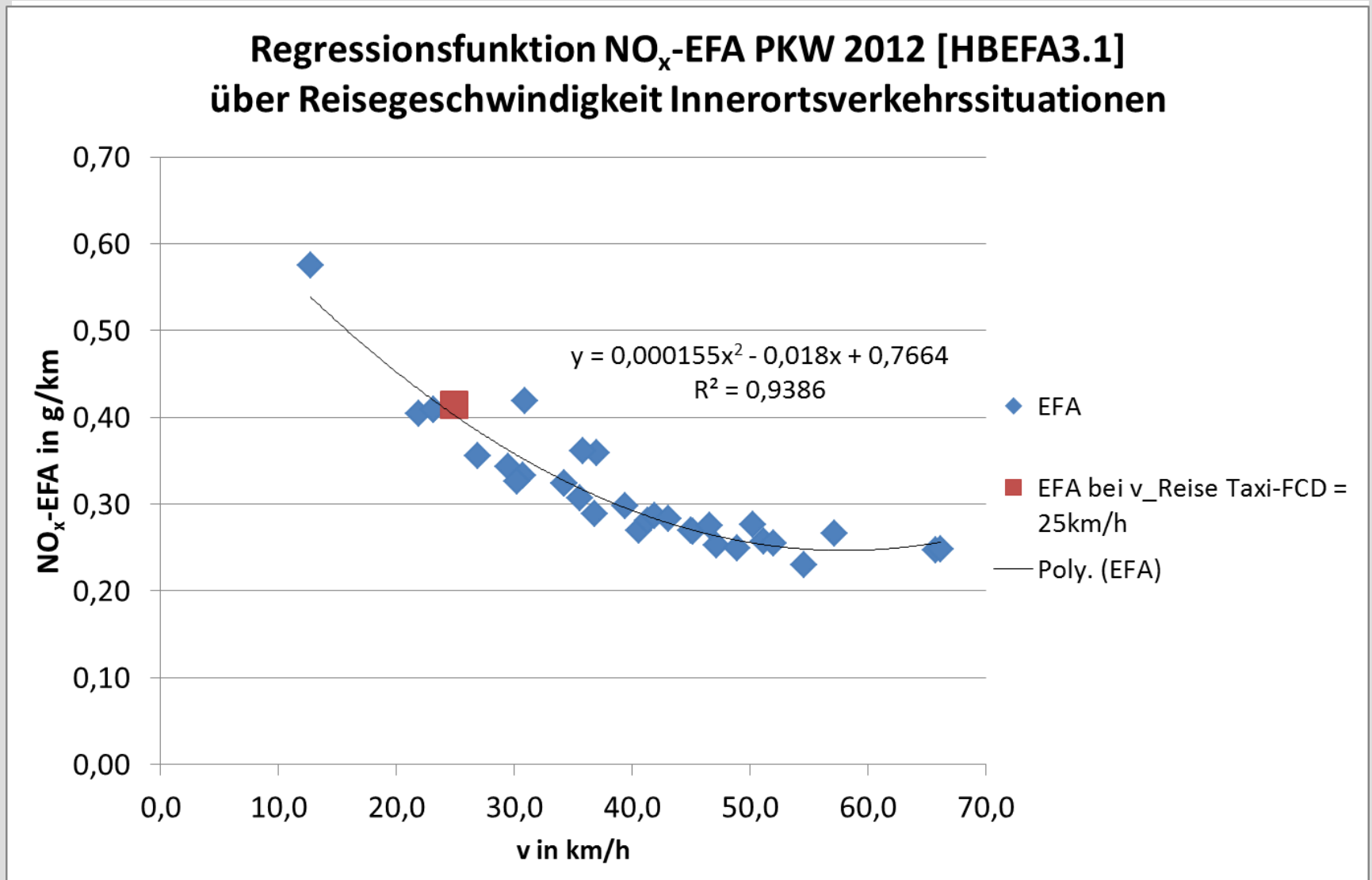
über eine Regressionsfunktion der Form: $\text{NO}_x\text{-EFA} = a + b \cdot v + c \cdot v^2$



Vergleich NO_x-EFA auf Basis v-Regression Taxi-FCD / Messfahrten

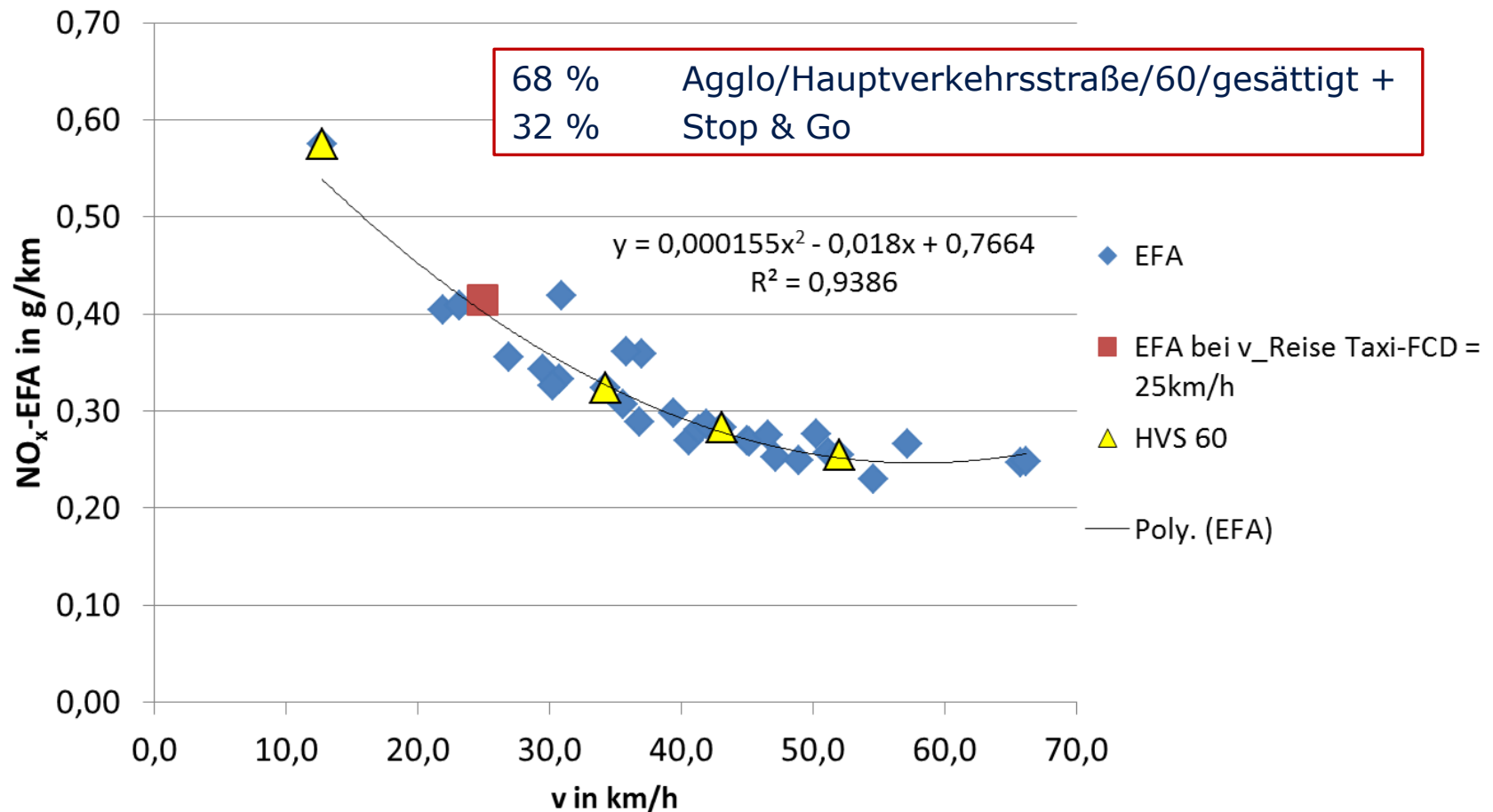


Ermittlung der Verkehrssituation auf Basis des NO_x-EFAs

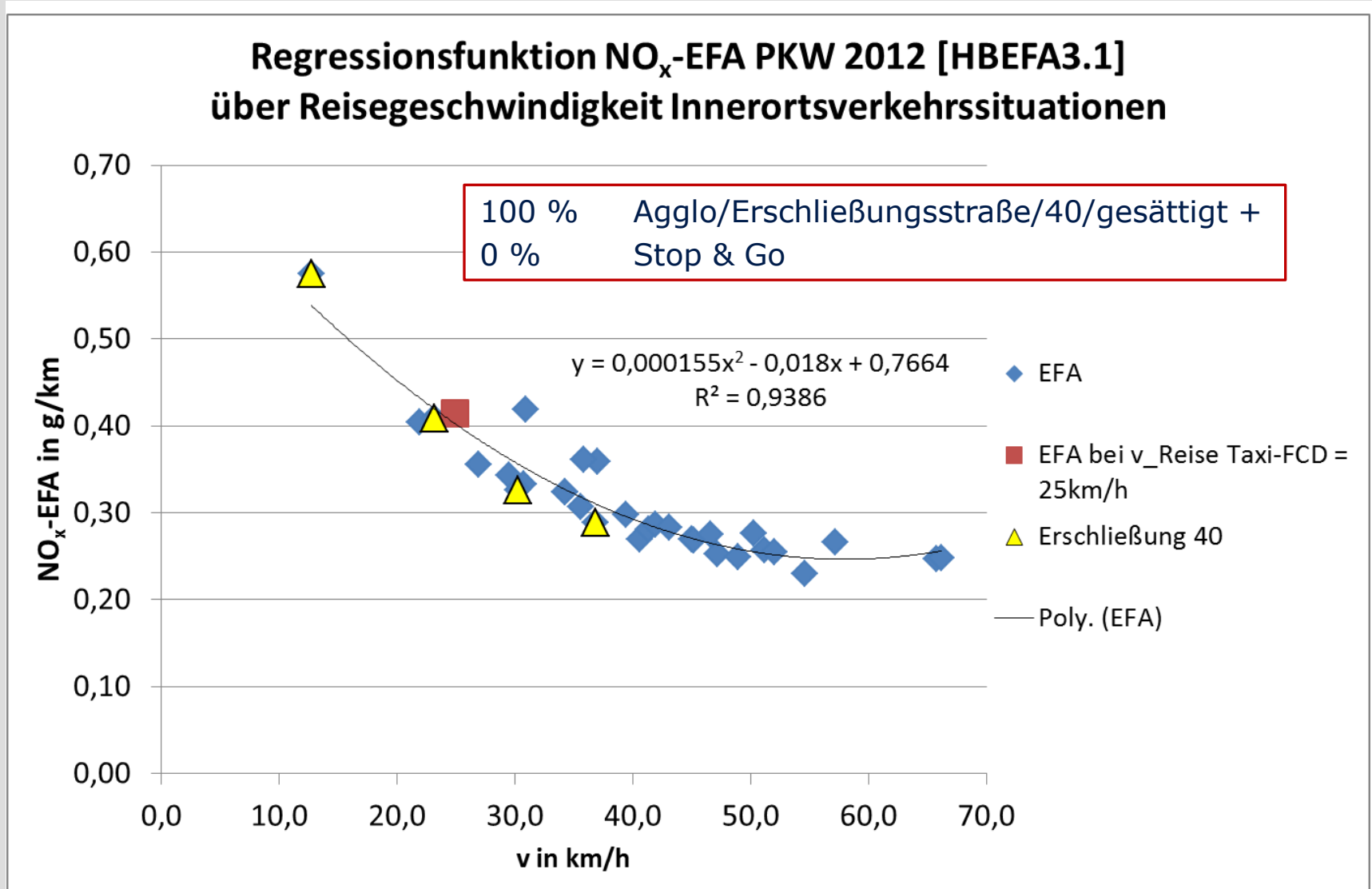


Ermittlung der Verkehrssituation auf Basis des NO_x-EFAs

Regressionsfunktion NO_x-EFA PKW 2012 [HBEFA3.1] über Reisegeschwindigkeit Innerortsverkehrssituationen



Ermittlung der Verkehrssituation auf Basis des NO_x-EFAs



Fazit

- Gute Qualität sowie zeitliche und räumliche Abdeckung der Taxi-FCD
- Vergleich Reisegeschwindigkeiten Taxi-FCD - Messfahrten zeigen gute Übereinstimmung
- Vorteil Taxi-FCD → sehr hohe Stichprobe, ausgeprägter Tagesgang
- Nachteil 1. → in Einzelfällen nicht 100% repräsentativ (Taxi-Spuren, Taxi-Stellplätze)
- Nachteil 2. → liefert nur Reisegeschwindigkeit, kein RPA
- Vergleich NO_x -EFAs aus Regression über v mit Regression über v und RPA zeigen für Stadtscreening vertretbare Abweichungen, für mikroskopische Untersuchungen (hot-spot-Betrachtungen) Messfahrten qualitativ besser
- relativ einfache Automatisierungsmöglichkeit zur turnusmäßigen Aktualisierung



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Dipl.-Ing. W.Schmidt

Tel.: + 49 (0)351 463 36563

E-Mail: wolfram.schmidt@tu-dresden.de

TU Dresden

Lehrstuhl für Verkehrsökologie

01069 Dresden

Hettnerstr. 1

