



# Mikroskalige Emissionsmodellierungen für den Straßenverkehr auf Basis von mobilen Messfahrten und Vergleich zu klassischen Verfahren

## Ist das schon Stau?

Dipl.-Geogr. T. Nagel  
in Vertretung für:

Ingo Düring und Wolfram Schmidt  
Ingenieurbüro Lohmeyer

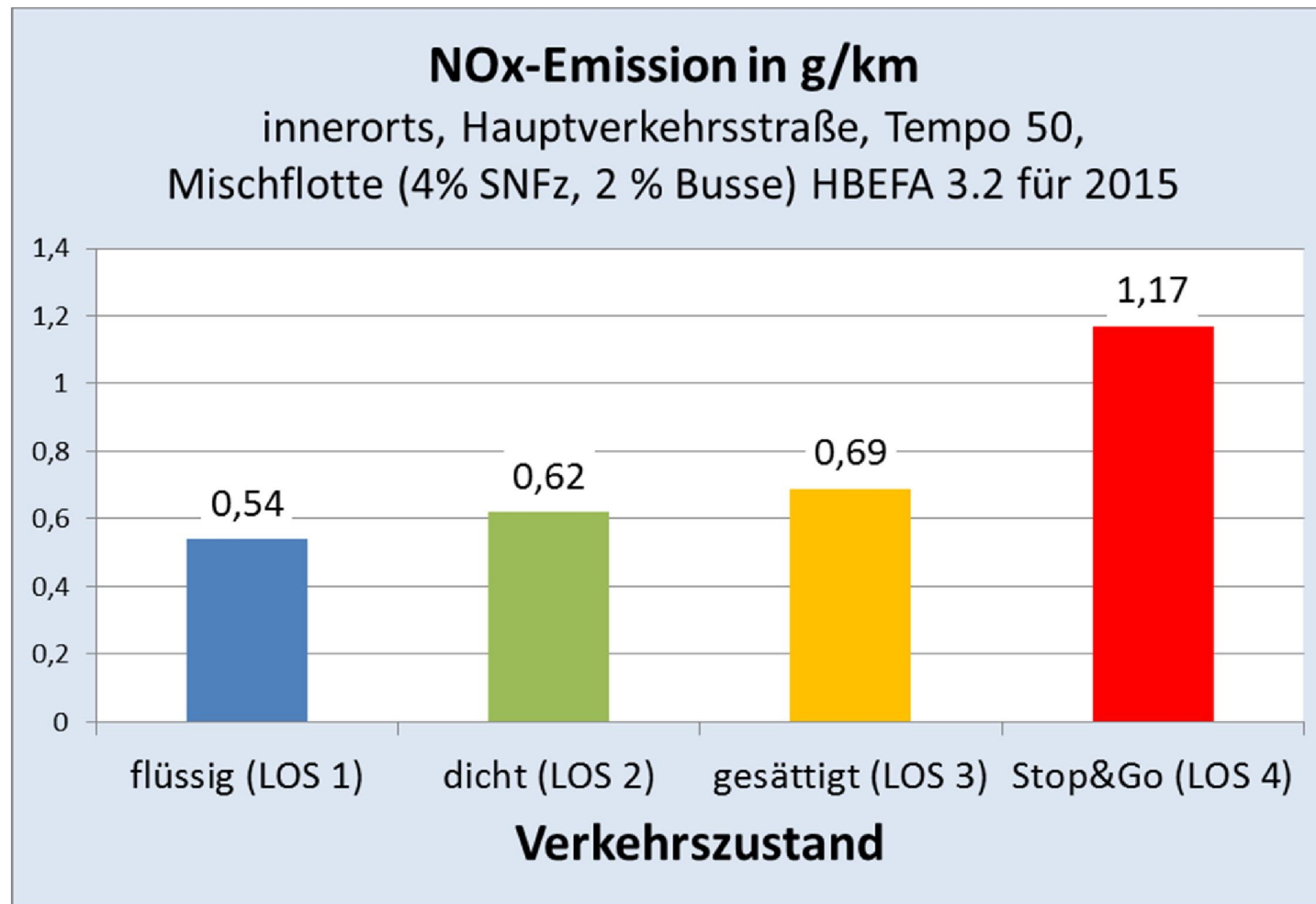
Dr. Annette Rauterberg-Wulff  
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

Dr. Ralf Kohlen  
VMZ Berlin Betreibergesellschaft



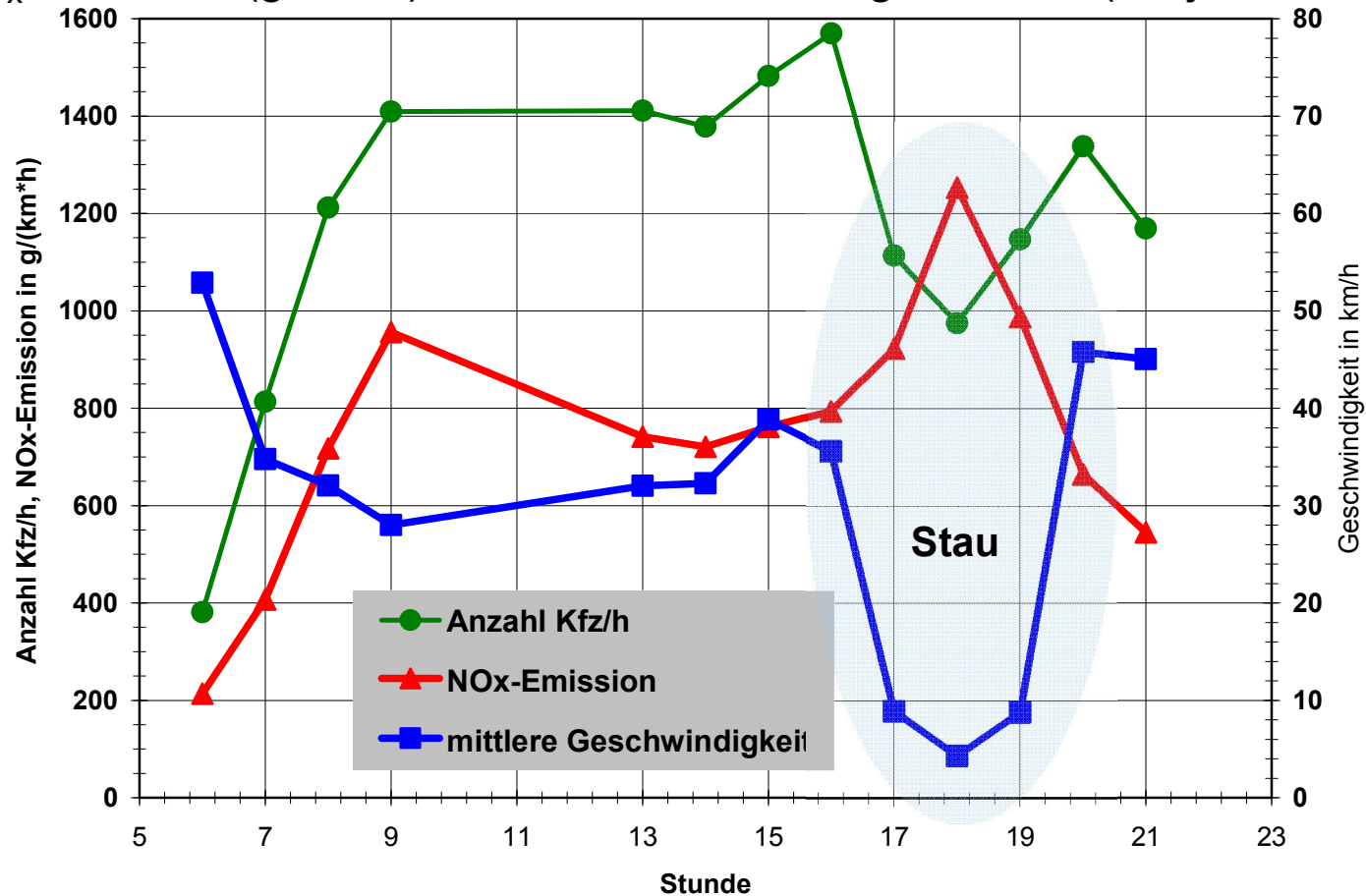


Berücksichtigung des Verkehrszustands bei den Emissionsfaktoren des HBEFA  
LOS = Level of service = Verkehrsqualitätstufen





NO<sub>x</sub>-Emission (g/km\*h) in einer Straße im Tagesverlauf (Projekt IQmobility)



Tagesgang der NO<sub>x</sub>-Emission in der Leipziger Straße am Montag mit verkehrsabhängiger T50-Steuerung in Fahrtrichtung Ost

**Bei Stop & Go / Stau höhere Emission pro Fahrzeug-km**



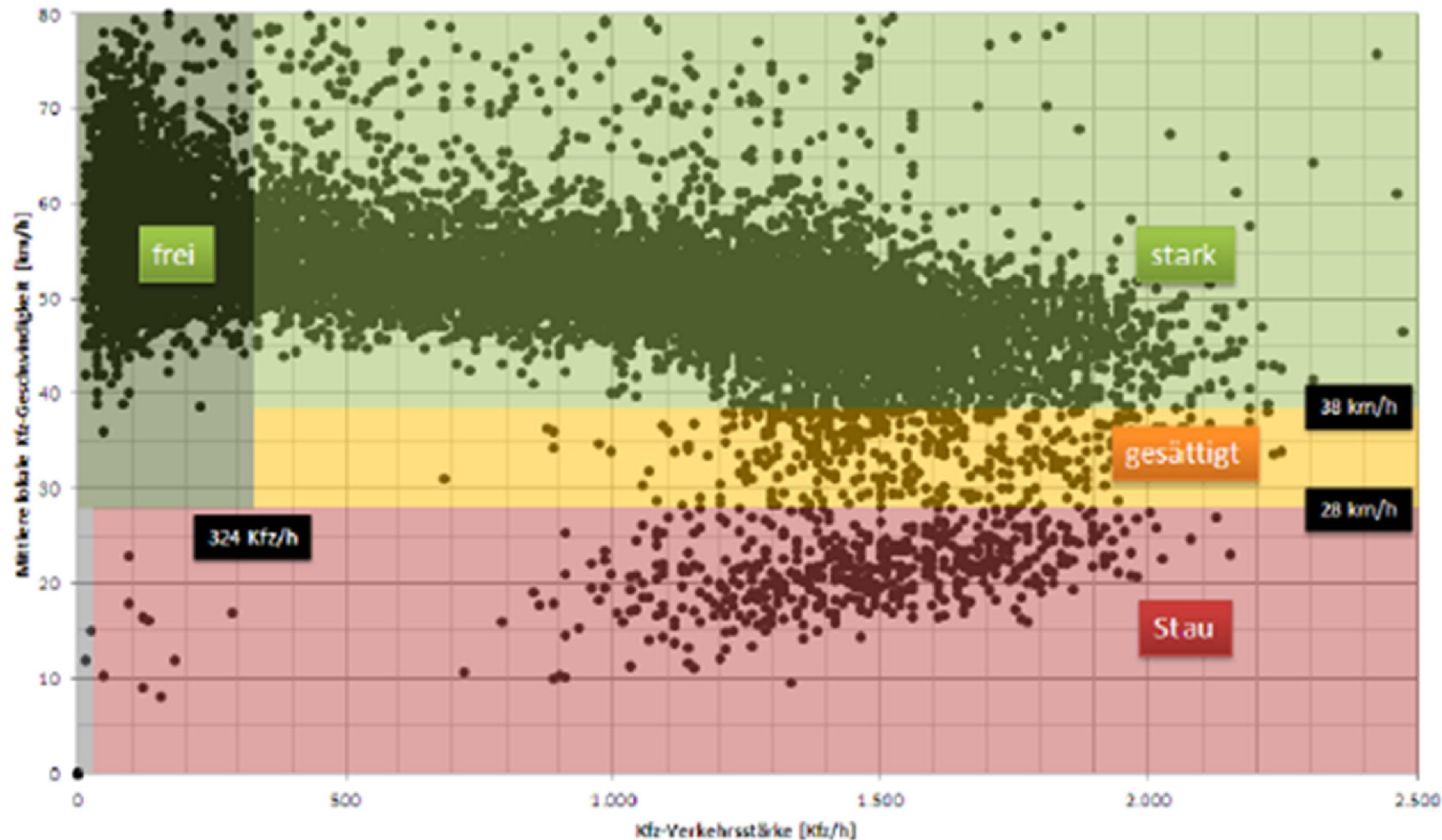
# Kapazitätsbasierte Bewertung des Stauanteils

## ■ Bewertung von q-v-Diagramm aus lokaler Querschnittsdetektion

↪ Bewertungsmuster individuell für jeden Querschnitt bestimmt

Fundamentaldiagramm (q-v-Quadrant) für TE014 Mariendorfer Damm, Fahrtrichtung Nord

Messzeitraum: 01.08.-26.09.2012, Messintervall: 5 Minuten





## Stau und Verkehrsemission im Luftreinhalteplan Berlin in der Prognose für 2015

**Fahrleistungen nach LOS**  
im Mittel auf den Berliner  
Hauptverkehrsstraßen  
(Prognose Luftreinhalteplan 2015)

	km/Jahr	Anteil (Fahrleistung)
<b>LOS 1</b>	7,99E+08	7,8 %
<b>LOS 2</b>	7,96E+09	77,5 %
<b>LOS 3</b>	1,07E+09	10,5 %
<b>LOS 4</b>	4.35E+08	<b>4,2 %</b>

**Bandbreite des Stauanteils**  
auf den Berliner Hauptverkehrsstraßen  
(Prognose Luftreinhalteplan 2015)

**Von 0 bis 30 %**

### ■ Emissionen im Trendfall:

↪ NO<sub>x</sub> 929,1 t/a

↪ PM<sub>Auspuff</sub>: 99,3 t/a

### ■ Emissionen ohne Stau

↪ NO<sub>x</sub> 926,1 t/a

↪ PM<sub>Auspuff</sub>: 99,1 t/a

### ■ Einfluss gesamtstädtisch **gering!**

### ■ Aber auf einzelnen Straßenabschnitten relevant!

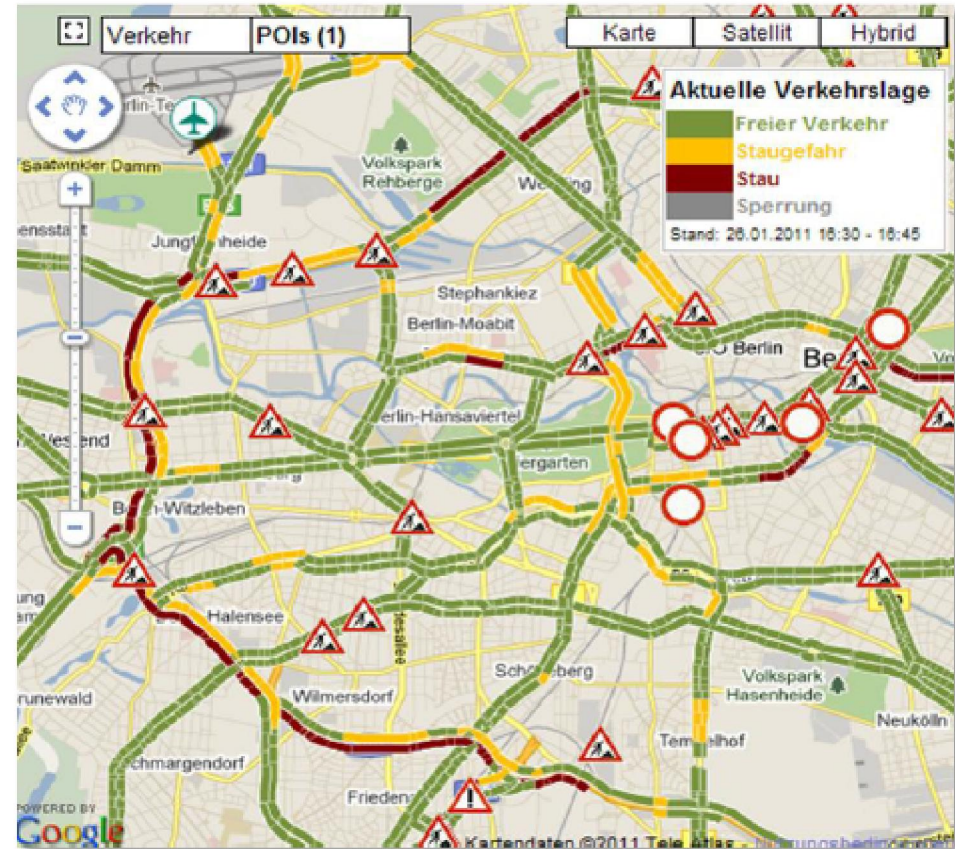


## Wo ist Stau? Die Verkehrslagekarte in Berlin

- Bewertung anhand von Floating Car Daten und weiteren Daten
- Netzweite Information zur Verkehrslage
- Verkehrliche Einteilung in 3 Qualitätsstufen:  
frei, zähfließend und Stau

### Für die Detailuntersuchung von $\text{NO}_2$ -Hotspots:

- Nachträgliche Auswertung über längere Zeiträume, z.B. für ein ganzes Jahr
- Bewertung des Verkehrszustands in den 4 Stufen (LOS) des HBEFA:  
**frei, dicht, gesättigt und stop&go**



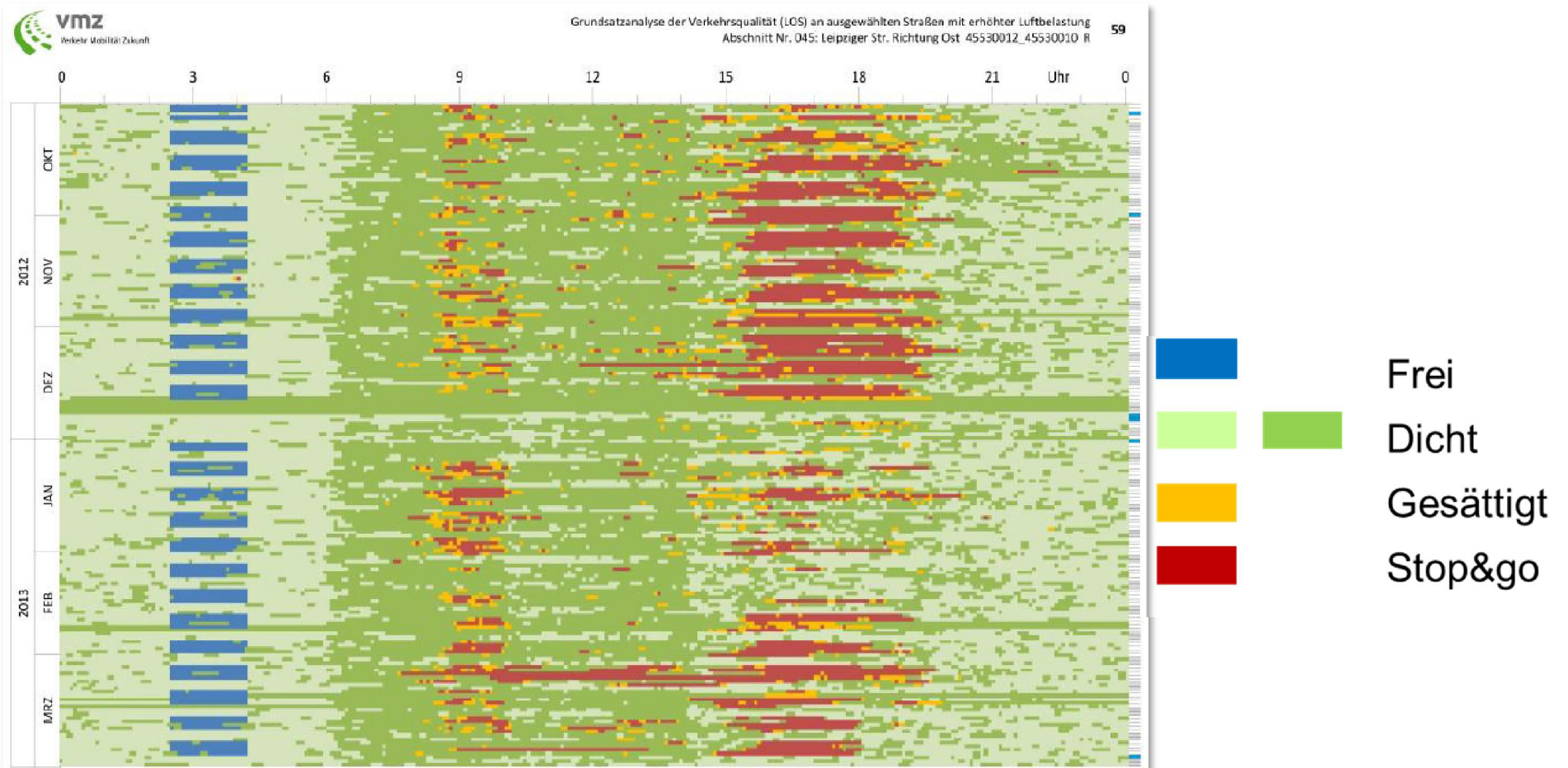
Aktuelle Verkehrslage unter:  
[www.vnz-info.de](http://www.vnz-info.de) → Verkehrslage



# Ergebnis: „LOS-Kalender“

Zeitlicher Verlauf für jeden Tag des Jahres

## Beispiel: Tageszeitliche Verteilung des Verkehrszustands



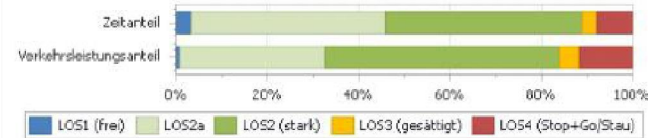


# Zusammenfassende Auswertungen für jeden Straßenabschnitt

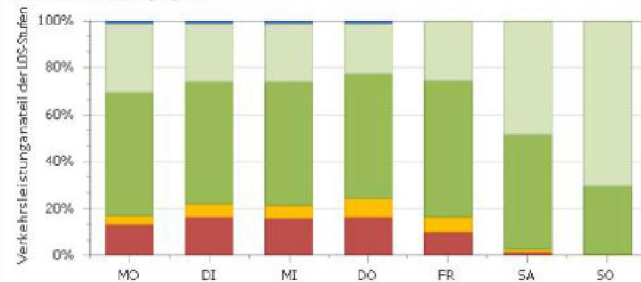
## Beispiel: Tageszeitliche Verteilung des Verkehrszustands



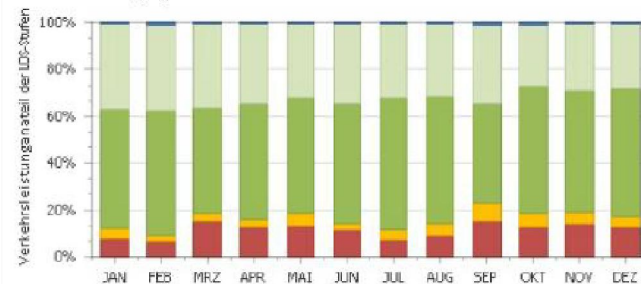
Zeit- und Verkehrsleistungsanteile der LOS-Stufen



Mittlere LOS-Wochenganglinie

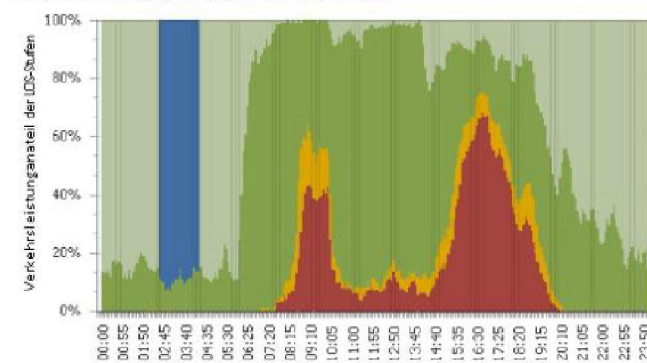


Mittlere LOS-Jahresganglinie

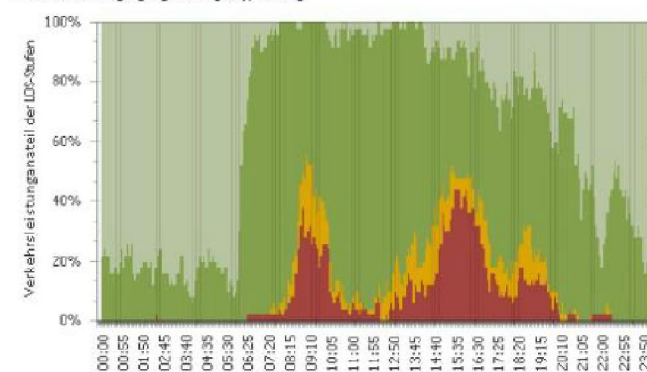


Grundsatzanalyse der Verkehrsqualität (LOS) an ausgewählten Straßen mit erhöhter Luftbelastung  
Abschnitt Nr. 045: Leipziger Str. Richtung Ost: 45530012\_45530010 R 58

Mittlere LOS-Tagesganglinie Tagestyp Montag-Donnerstag



Mittlere LOS-Tagesganglinie Tagestyp Freitag

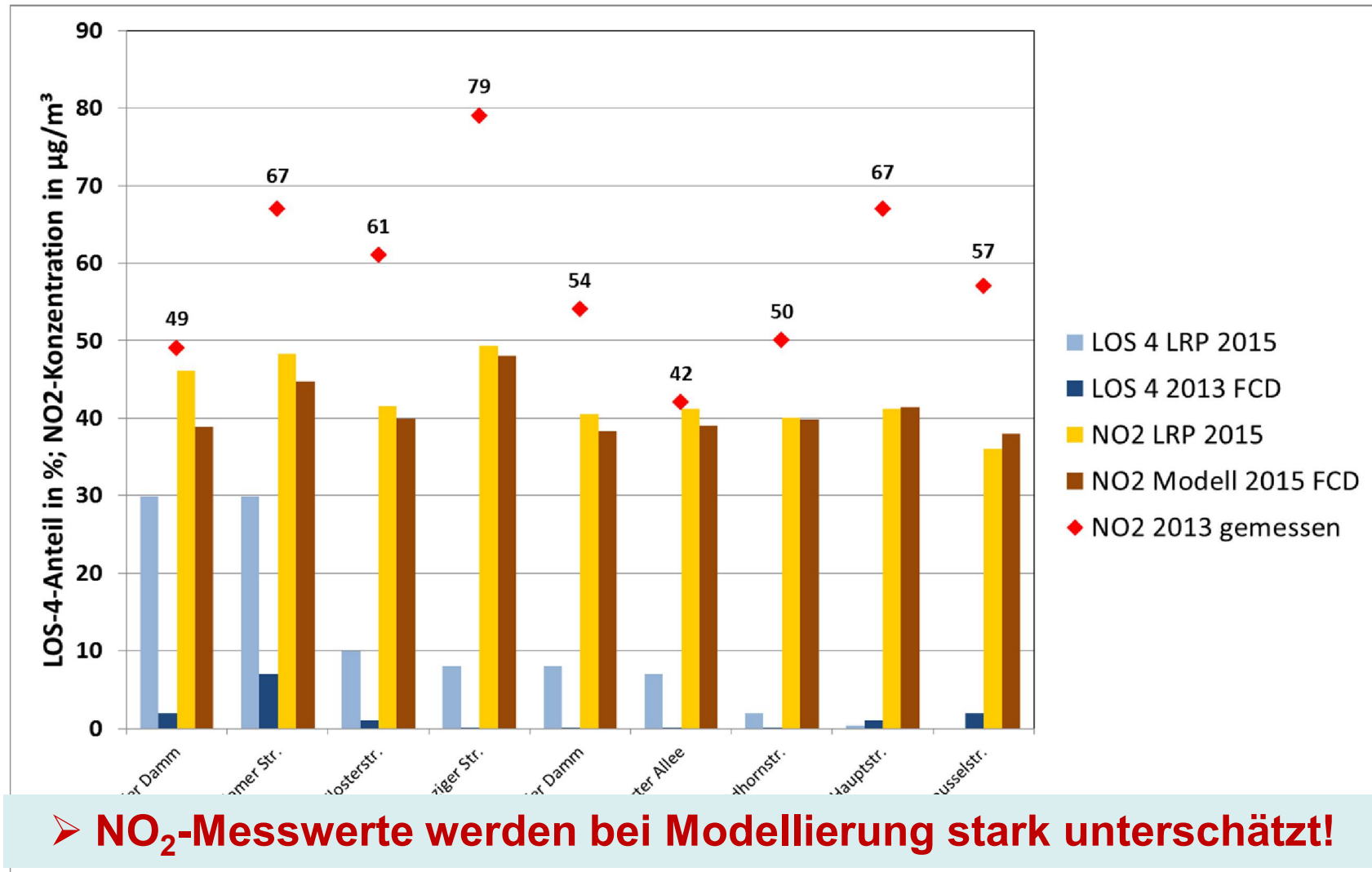






## Auswertung mit neuem Verfahren:

→ An den 77 untersuchten Abschnitten meist weniger Stau!





## Auswertung von Fahrmustern aus Messfahrten

Messfahrzeug mit angebautem  
Peiseler-Messrad

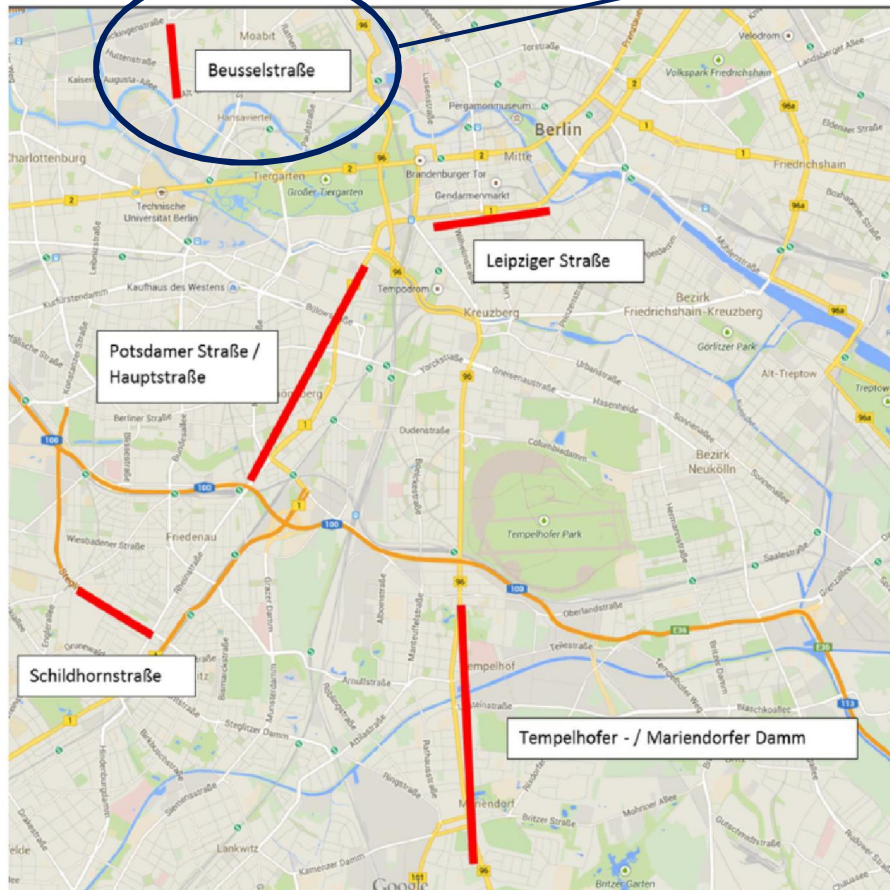
Erfassen von Dynamikwerten  
und Reisezeiten

Mitschwimmen im Verkehr

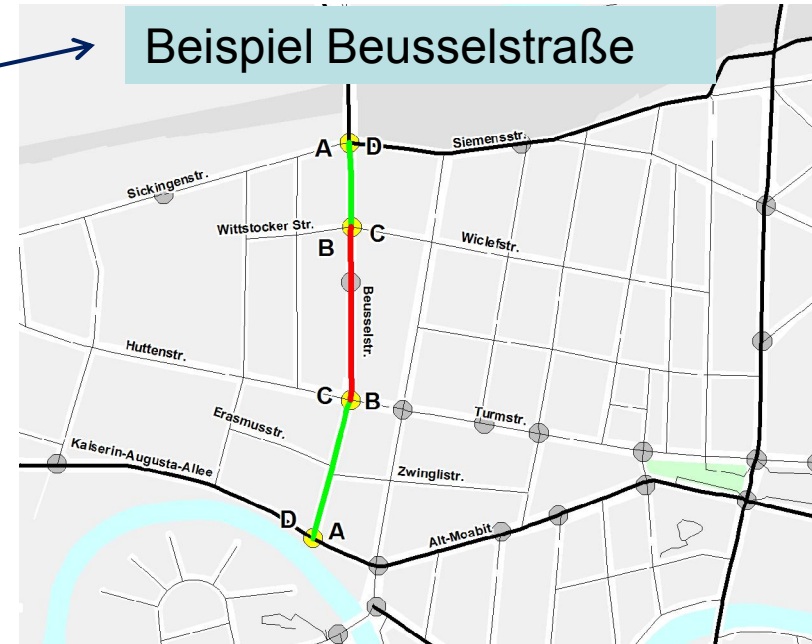




## Untersuchung der Verkehrsqualität mit Messfahrten für 5 Straßenzüge



Beispiel Beusselstraße



- Nord-Süd-Verbindung
- Zubringer zum Großmarkt
- ca. 26.000 Kfz pro Tag
- ca. 1200 Lkw, 270 Busse
- NO<sub>2</sub>- Messwert 50 % höher als modellierter Wert
- 62 Messfahrten am 11.11.2015

# Fahrzyklen für die Beusselstraße



Ingenieurbüro Lohmeyer  
GmbH & Co. KG  
Karlsruhe und Dresden

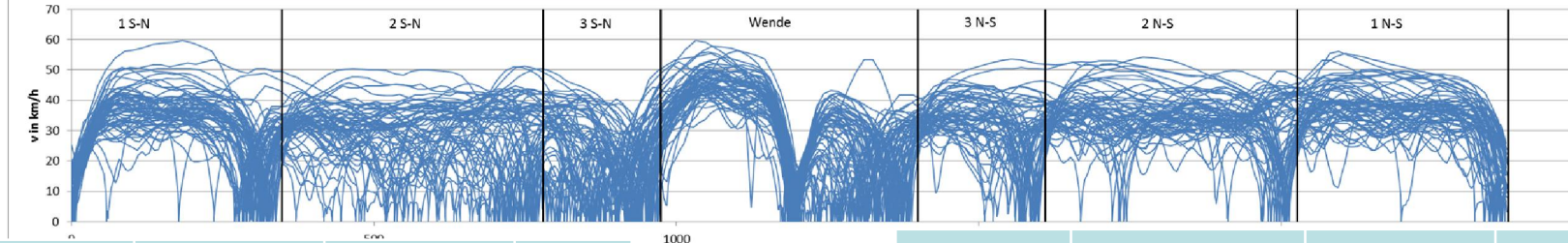
Senatsverwaltung  
für Stadtentwicklung  
und Umwelt



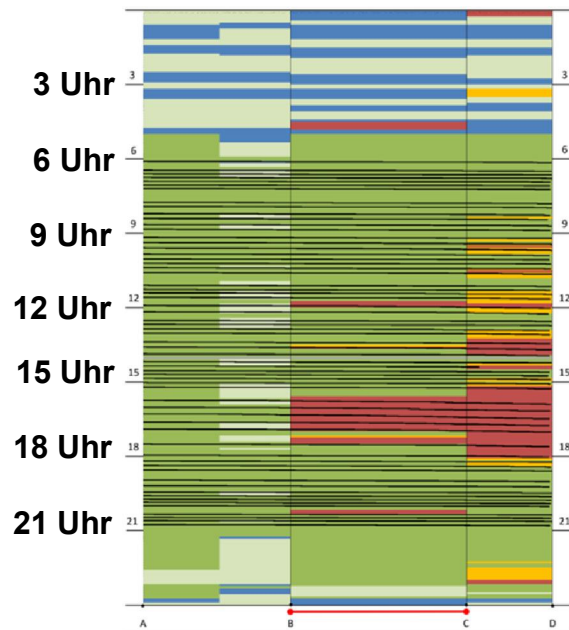
Fahrtrichtung Süd-Nord

v-s-Diagramm Beusselstraße

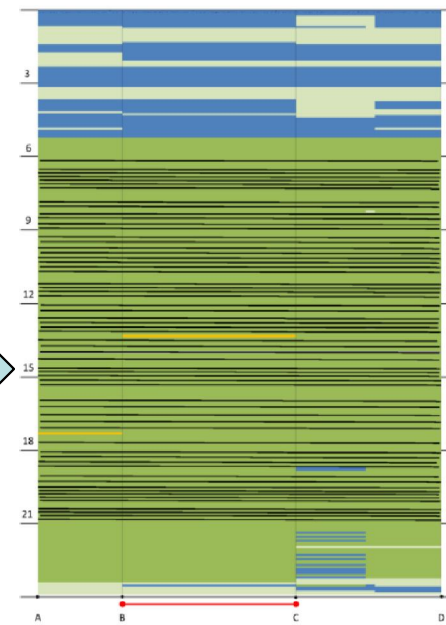
Fahrtrichtung Nord-Süd



$V_{\text{Reise}}$	18,3	15,6	6,4		21,8	25,5	22,7	km/h
RPA	0,27	0,18	0,29		0,21	0,18	0,13	m/s <sup>2</sup>

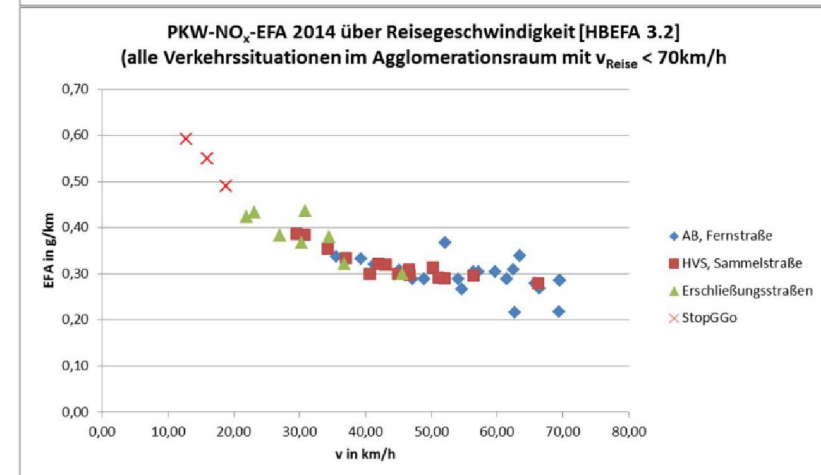
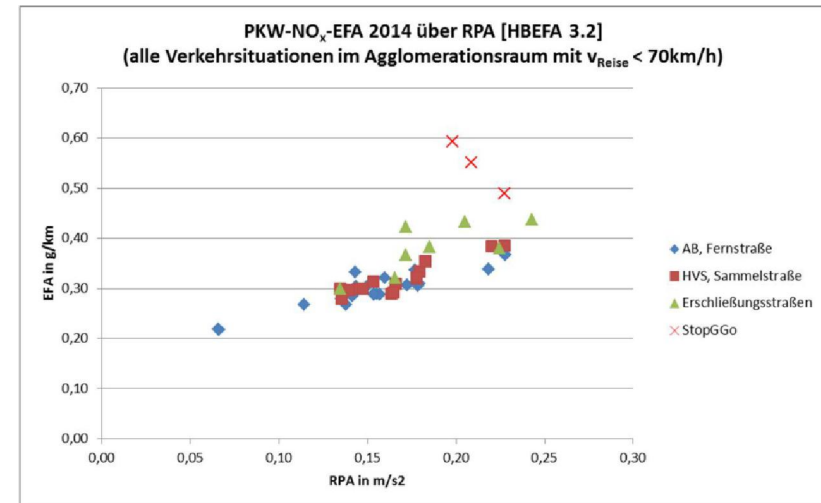


verkehrliche  
Auswertung





- Emissionsfaktoren des HBEFA wurden mit dem Emissionsmodell PHEM anhand von Fahrmustern für typische Verkehrssituationen berechnet
- Fahrmuster sind charakterisiert durch
  - ↪ Relative positive Beschleunigung
  - ↪ Mittlere Geschwindigkeit
  - ↪ Anzahl der Stopps
- Dynamikparameter aus Messfahrten führen über eine Regressionsfunktion zum E-Faktor
- Berechnung von E-Faktoren aus Fahrmustern mit PHEM

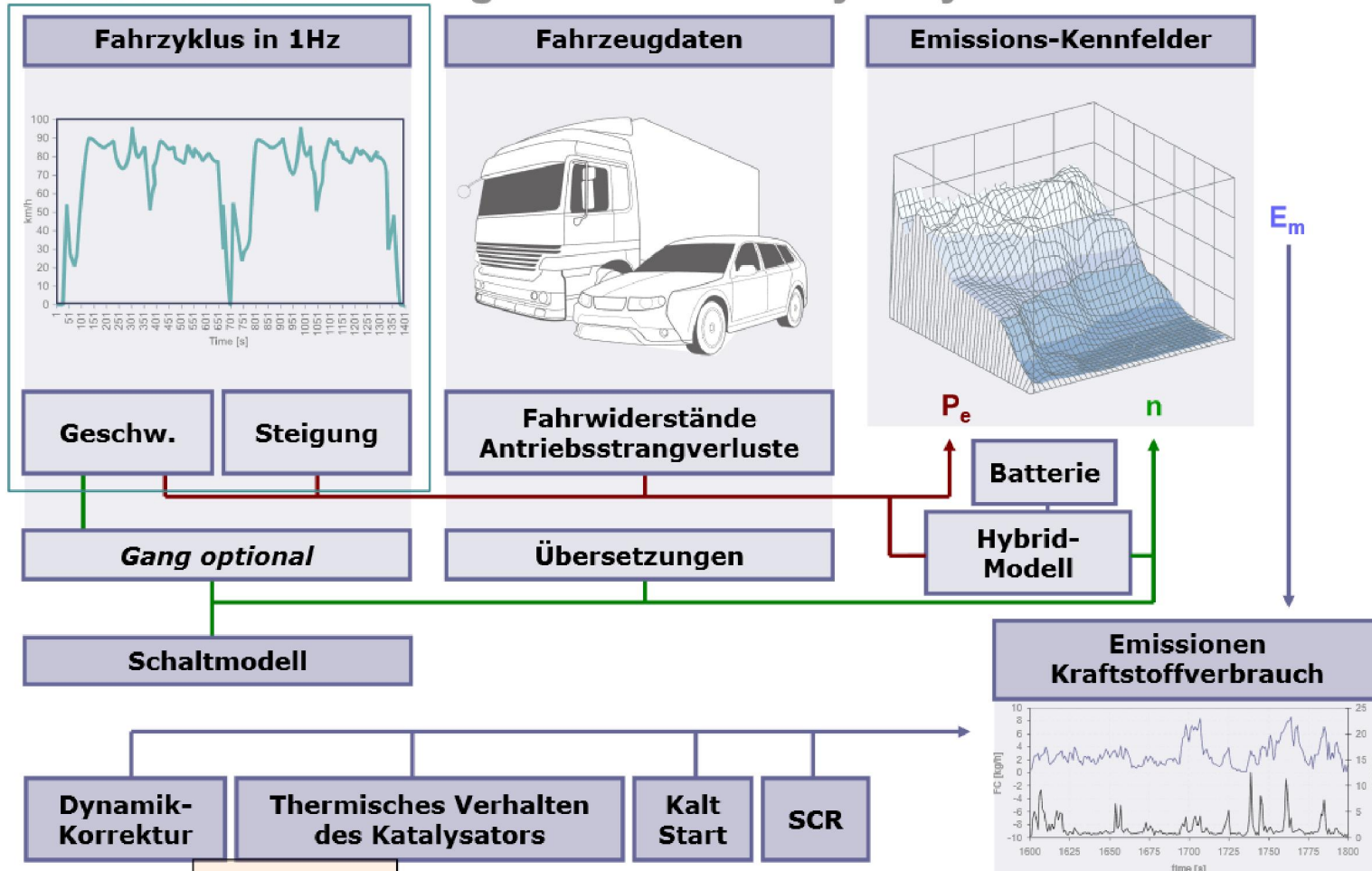




# Berechnung der Emissionsfaktoren mit PHEM

## PHEM

Passenger car and Heavy duty Emission Model

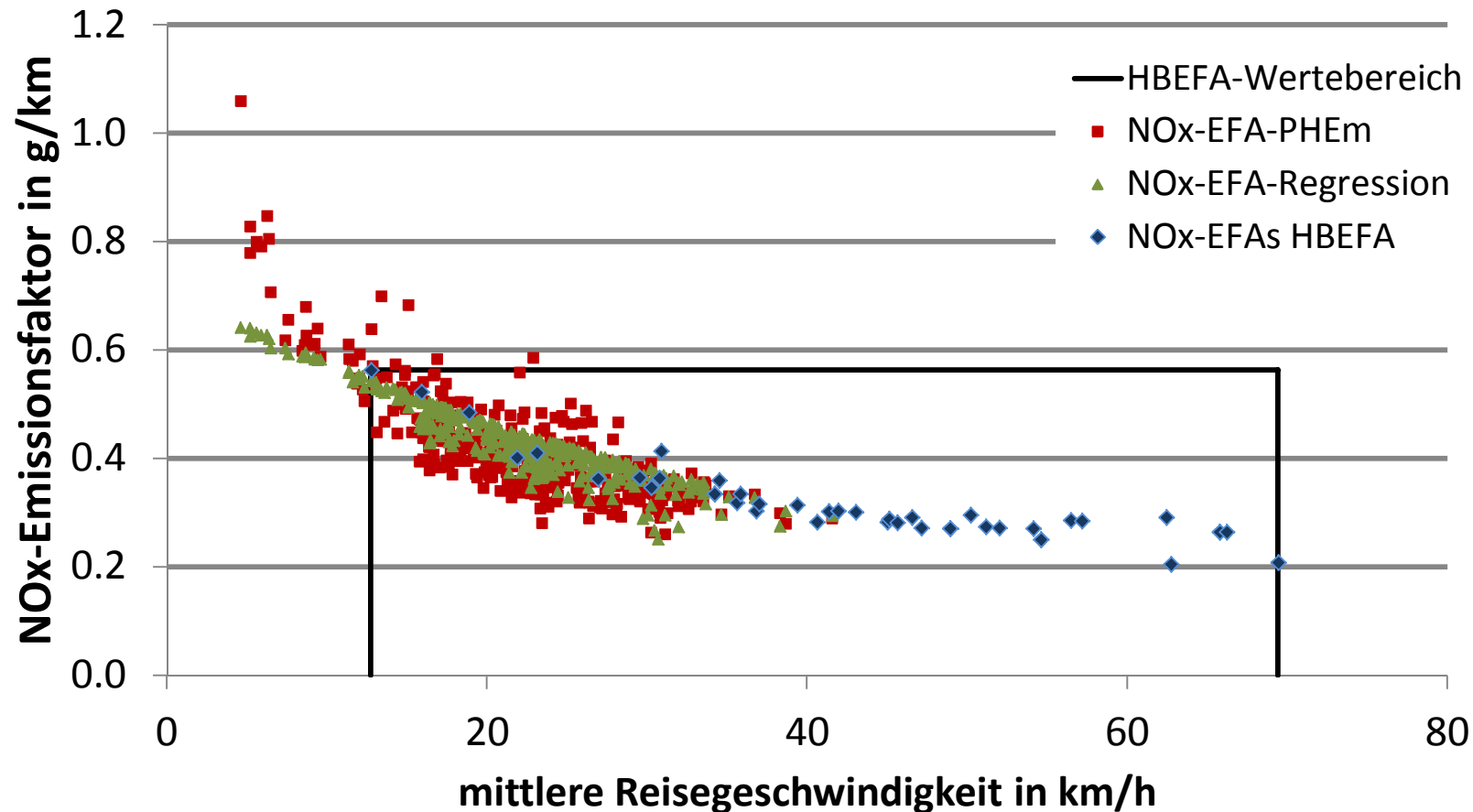


Quelle: TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik



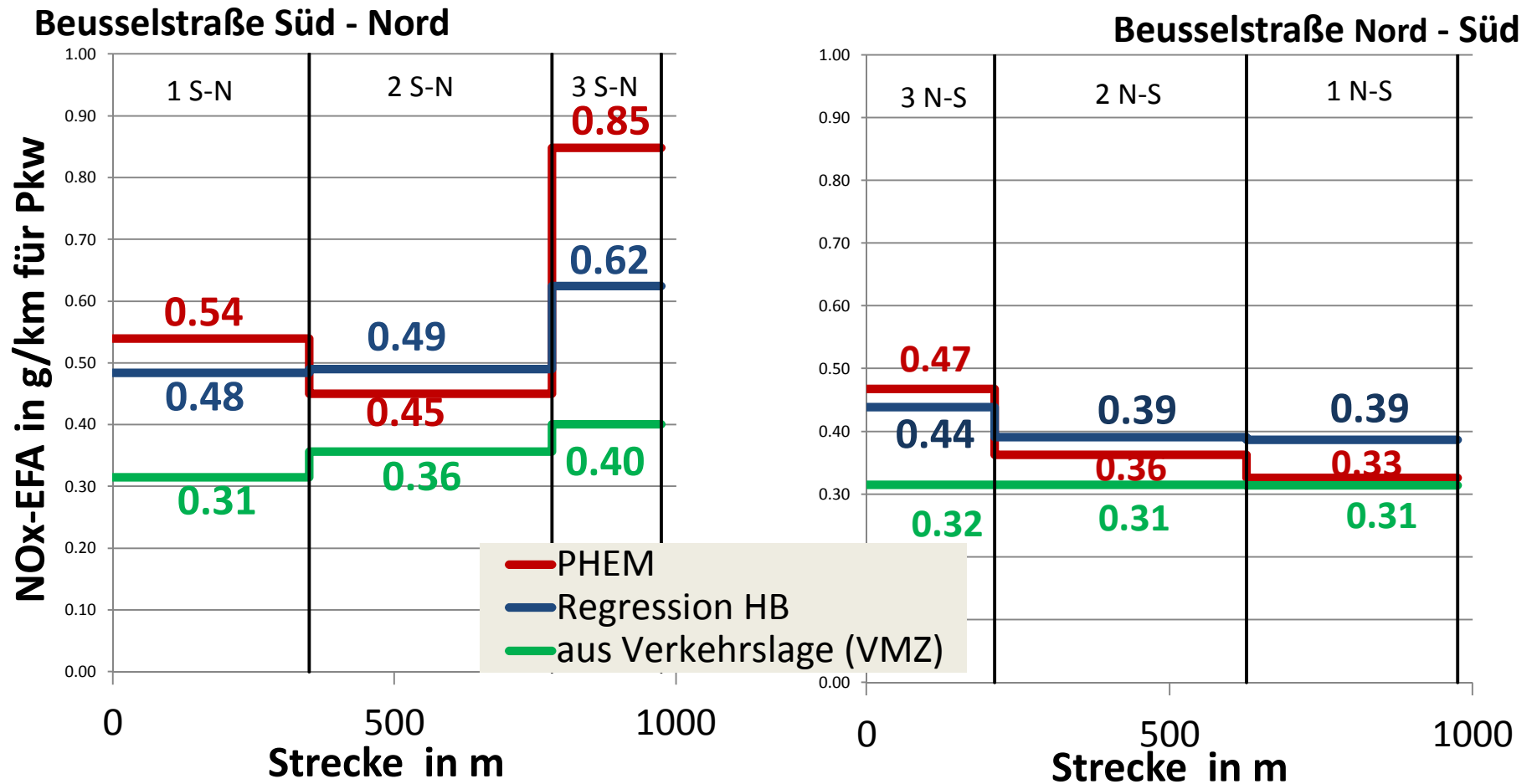
## Vergleich der Emissionsfaktoren aus PHEM und Regression mit HBEFA

- Emissionsfaktoren aus PHEM z.T. deutlich höher als im HBEFA verfügbar
- Ca. 20% aller Zyklen weisen als Tagesmittelwerte geringere Reisegeschwindigkeiten auf als im HBEFA (12.8 km/h)





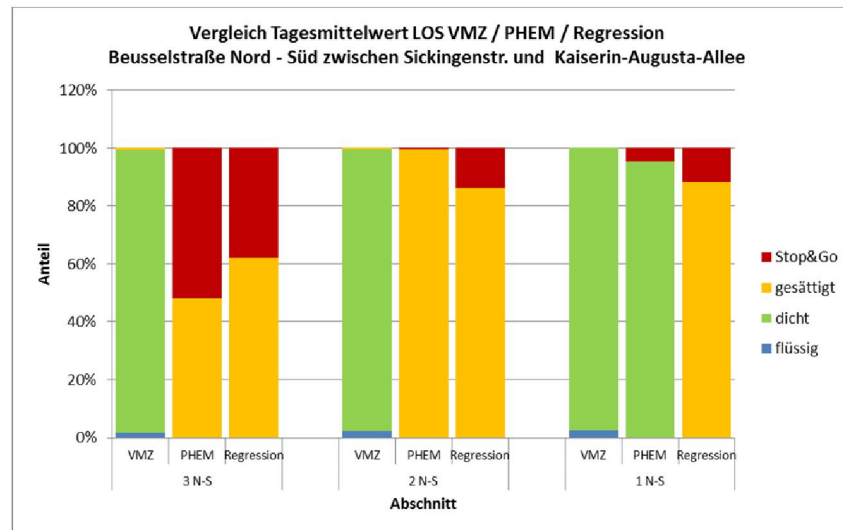
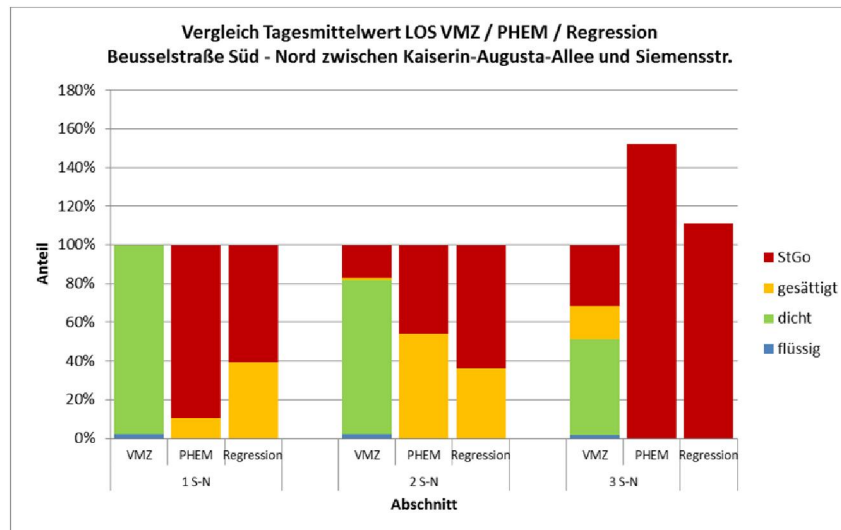
➤ Emissionsfaktoren aus Messfahrten zwischen 30 und 100 % höher!







Mit welchem Stop&Go-Anteil kann der E-Faktor der Messfahrten aus der HBEFA-Verkehrssituation „Hauptverkehrsstraße innerorts/T50“ erreicht werden?



- Aus Emissionsfaktoren berechneter Stop&Go-Anteil sehr viel höher als aus der Verkehrslage abgeleitet
- Um berechnete Emissionsfaktoren mit HBEFA abzubilden, z.T. mehr als 100 % Stauanteil erforderlich → Fahrmuster außerhalb HBEFA-Bereich



## ■ Bestimmung des Stop&Go-Anteils

- ↪ mit verkehrstechnischen Bewertungen (Kapazität, Reisezeiten)
- ↪ auf der Basis von Messfahrten (Regressionsmodell mit Dynamik-Parametern, detaillierte Emissionsmodell PHEM)

## ■ Ergebnis:

- ↪ die meisten Messfahrten zeigten häufige Stopps und niedrigen Reisegeschwindigkeiten → hohe Emissionsfaktoren
- ↪ Verkehrstechnische Bewertungen unterschätzen den Störungsgrad zum Teil sehr deutlich → und damit die Emission
- ↪ Regressionsmodell und PHEM liefern ähnliche Emissionen
- ↪ **Anpassung der verkehrlichen Bewertung an Bedingungen des HBEFA notwendig**
- ↪ Real gemessene EFAs liegen z.T. über Stop&Go-EFA aus HBEFA (auch als Tagesmittel) → **Einführung eines weiteren Verkehrszustands sollte geprüft werden!**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!