

# Wirksamkeit von Umweltzonen hinsichtlich Feinstaub- und Stickstoffoxidkonzentration



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze

Technische Universität Darmstadt, Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

**SIEMENS**

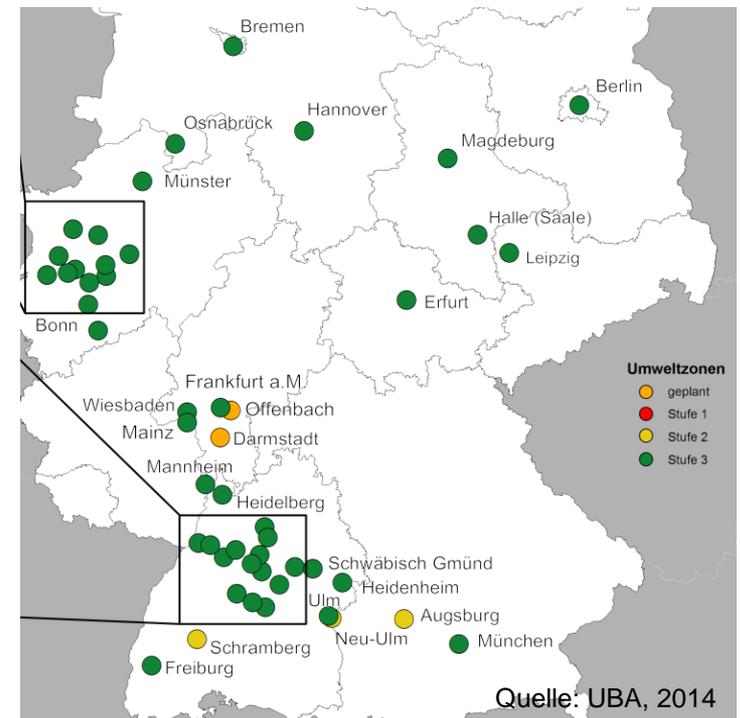
Anwendertagung

Speyer, 15. bis 17. September 2015



Quelle: wikipedia

- Knapp 50.000 vorzeitige Todesfälle in Deutschland durch Feinstaub, Verursacheranteil Verkehr ca. 20 %. Todesfälle durch andere Luftschadstoffe kommen hinzu.
- Einführung der Umweltzone (UZ) in D als Maßnahme in Luftreinhalteplänen (Umsetzung Richtlinie 2008/50/EG)
- 48 Umweltzonen in Deutschland (Stand 2014)
- Studien zur Wirkung von einzelnen Umweltzonen vorhanden
- Ziel dieser eigenfinanzierten Studie: Bewertung der Wirksamkeit von Umweltzonen in deutschlandweiter Betrachtung unter Berücksichtigung der Veränderungen des Gesamtbelastungsniveaus



- Untersuchungszeitraum: Jahre 2002 bis 2012
- Durchführung einer Qualitätsprüfung
- Unterteilung der Gruppe 1 (mit UZ) nach dem Jahr der Einführung der Umweltzone (2008, 2009, 2010, 2011, 2012)

Gruppe	Stations- klassifizierung (Eol)	Eigenschaften	Anzahl der Messstationen		
			PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NO NO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub>
mit UZ	Verkehrsstation	In mindestens einem Jahr innerhalb einer Umweltzone	33	7	28
ohne UZ	Verkehrsstation	nicht in einer Umweltzone	114	27	126
HIN	Hintergrundstation	alle städtische Hintergrundstationen	103	36	112

## Deskriptive Analyse (Basis für Grafiken)

- Ermittlung der durchschnittlichen jährlichen Schadstoffkonzentration über alle Stationen einer Gruppe

$$\bar{X}_j = \frac{1}{a} \sum_{i=1}^a X_j$$

## Statistische Analyse

- Ansatz: Die Differenz zwischen der Schadstoffbelastung in Umweltzonen und außerhalb von Umweltzonen sollte bei positiver Wirkung kleiner werden.
- Bildung von Differenzwerten zur Referenzgruppe für jede Station in einer Umweltzone.
- Aggregation der Differenzwerte vor und nach Einführung Umweltzone.
- Statistischer Test der aggregierten Differenzwerte.

$$\Delta X_{i,j} = X_{i,j} - \bar{R}_j$$

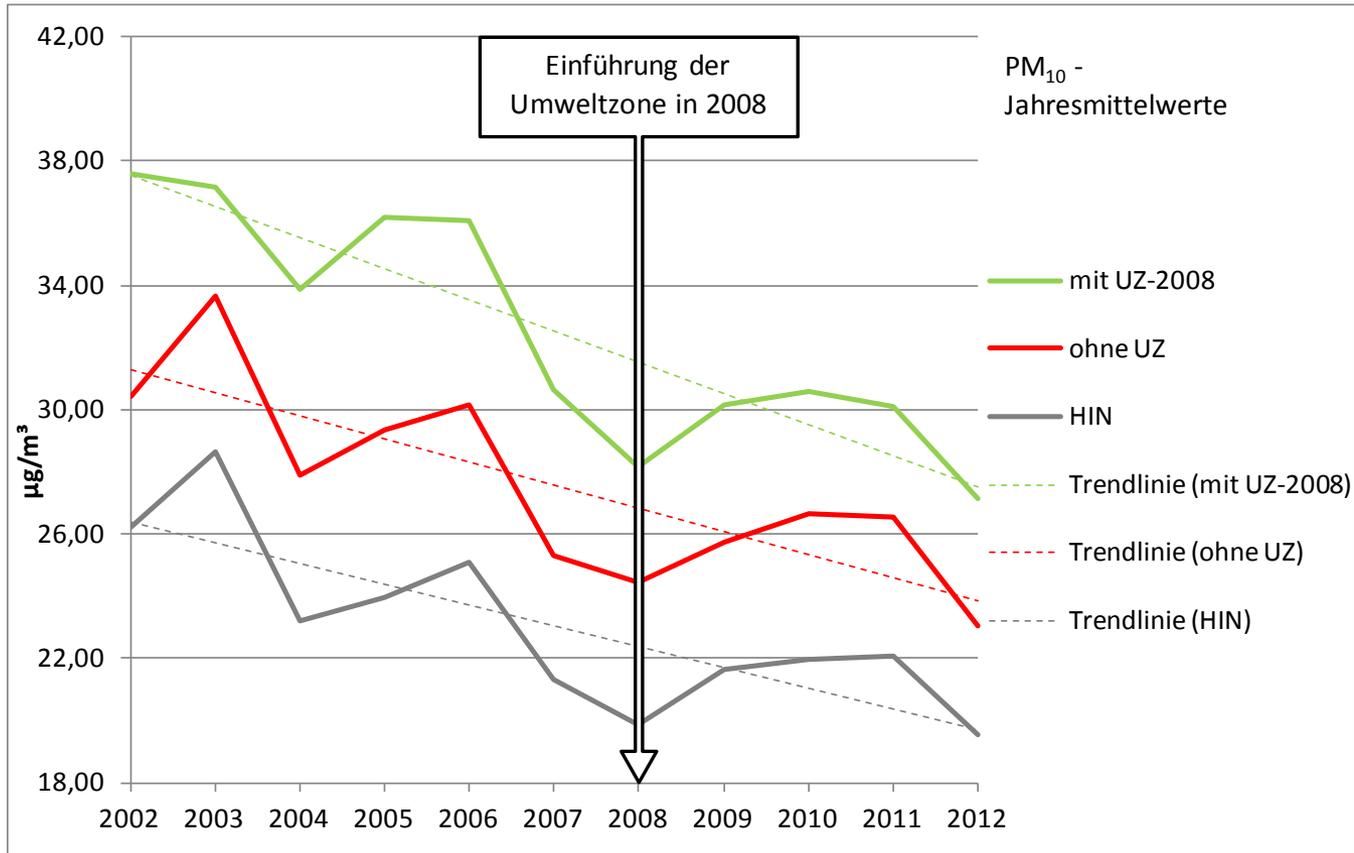
$$v = \frac{1}{y} \sum_{i=1}^y \Delta X_{i,j}$$

$$n = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z \Delta X_{i,j}$$

$$V = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^b v$$

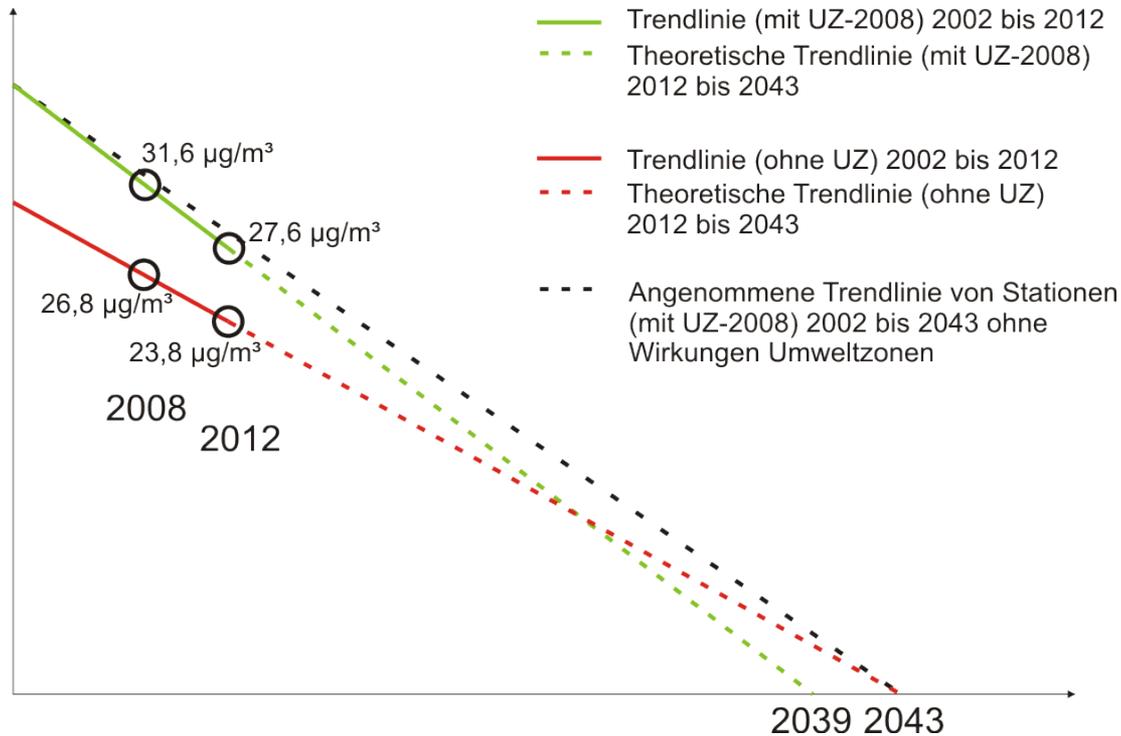
$$N = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^b n$$

# Trend PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte 2002-2012



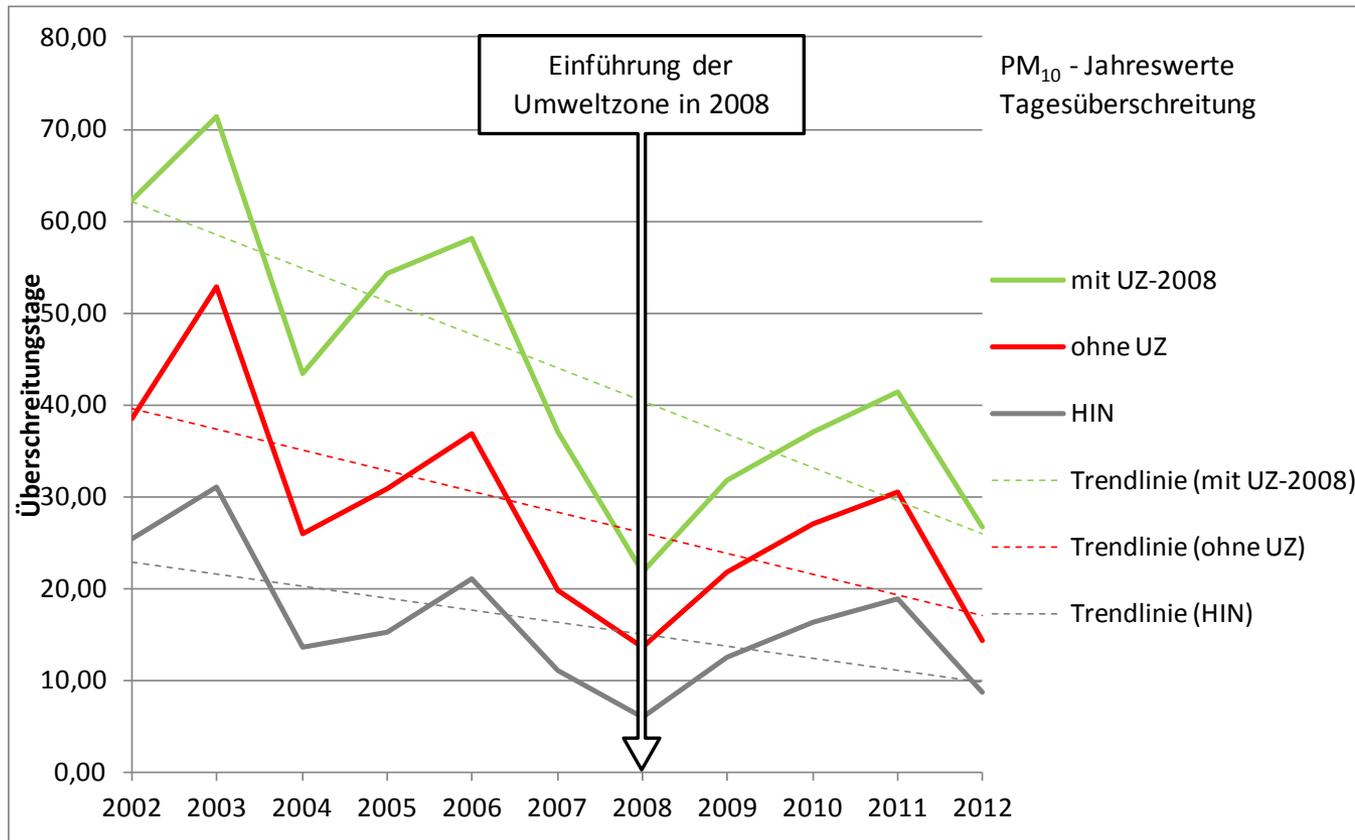
Reduzierung der Gesamtbelastung in den Umweltzonen um 6 µg/m<sup>3</sup> (17%).  
Dies sind signifikant etwa 2 µg/m<sup>3</sup> mehr als in Städten ohne Umweltzone.

# Anmerkungen zur PM<sub>10</sub>-Belastung

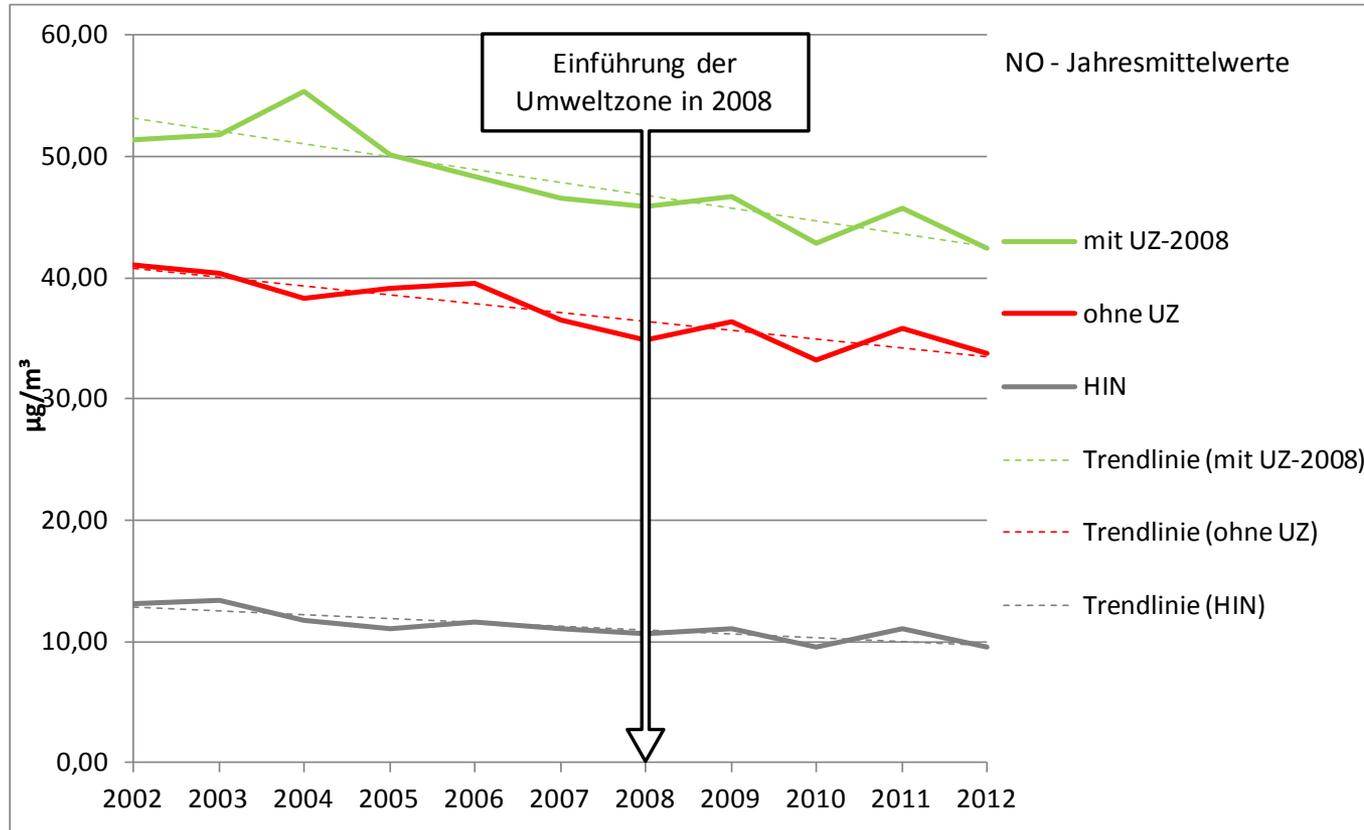


Bei Berücksichtigung des anteilmäßig generell stärkeren Rückgangs der PM<sub>10</sub>-Belastung in der Umweltzone (analog zum linearen Trend an Stationen außerhalb der Umweltzone) reduziert sich der zusätzliche Rückgang durch Einführung der Umweltzone auf ca. 1,4 µg/m<sup>3</sup> zwischen 2008 und 2012.

# Trend PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwertüberschreitungen 2002-2012

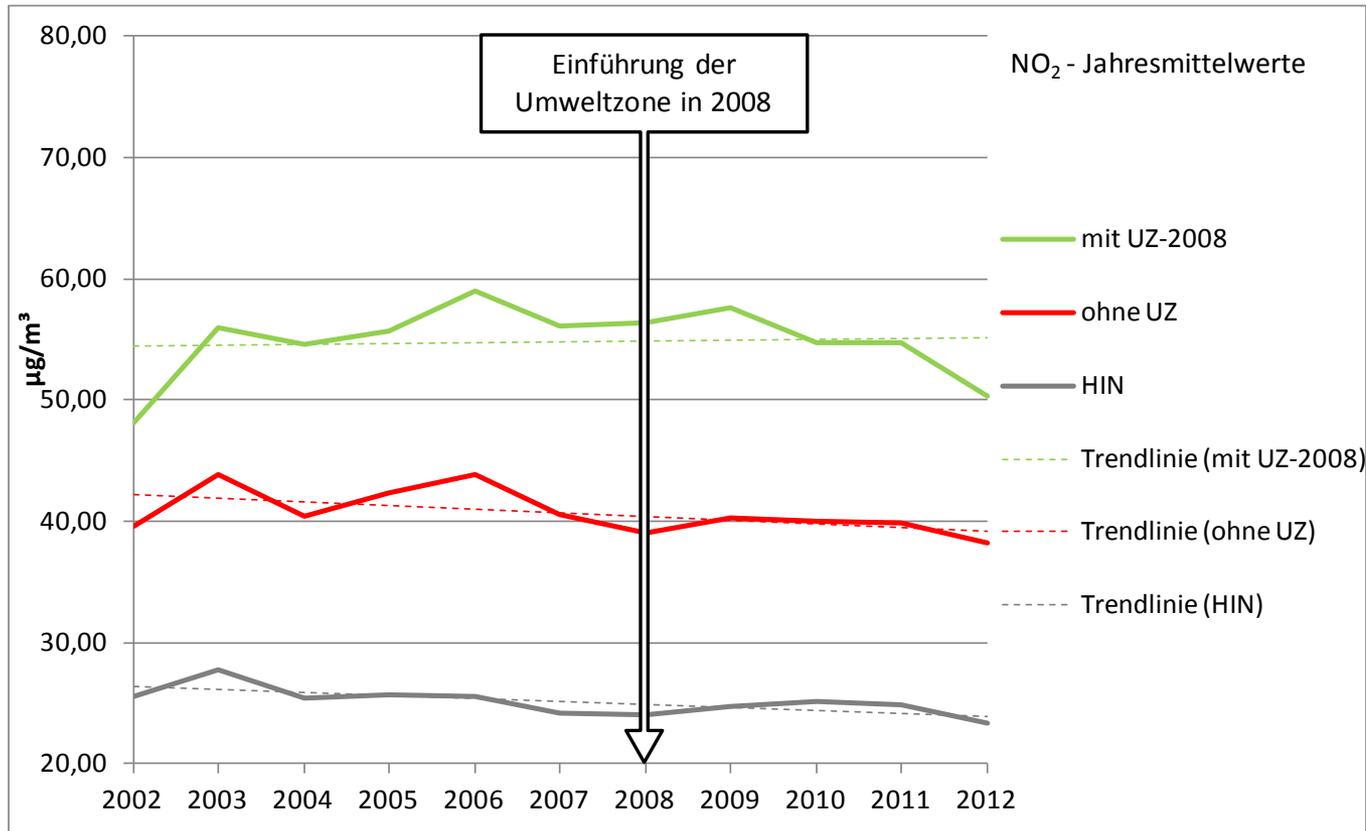


Reduzierung der Überschreitungstage um ca. 22 Tage (42%), davon etwa 9 zusätzliche Tage bei Stationen in einer Umweltzone



Konstanter, leichter Rückgang der NO-Konzentration, der nicht mit der Einführung der Umweltzone im Zusammenhang zu stehen scheint.

# Trend NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2002-2012



Keine eindeutige Änderung der Messwerte

# Fazit

- Fortschritte bei der Reduzierung der Feinstaubbelastung in den vergangenen 10 Jahren (auch durch Fahrzeugtechnik, Filter etc.).
- Direkte und indirekte Wirkungen der Umweltzone
  - Lokale  $PM_{10}$ -Belastungen sind an Verkehrsstationen in Umweltzonen um ca.  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mehr zurückgegangen als an Verkehrsstationen außerhalb („trendbereinigt“ um ca.  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
  - Die Anzahl der  $PM_{10}$ -Grenzwertüberschreitungstage ist an Verkehrsstationen in Umweltzonen deutlich stärker (um durchschnittlich 9 Tage) zurückgegangen.
  - Aussagen zu  $PM_{2,5}$  und Stickoxiden sind wegen unzureichender Daten bzw. komplexer Interaktionsprozesse kaum möglich.



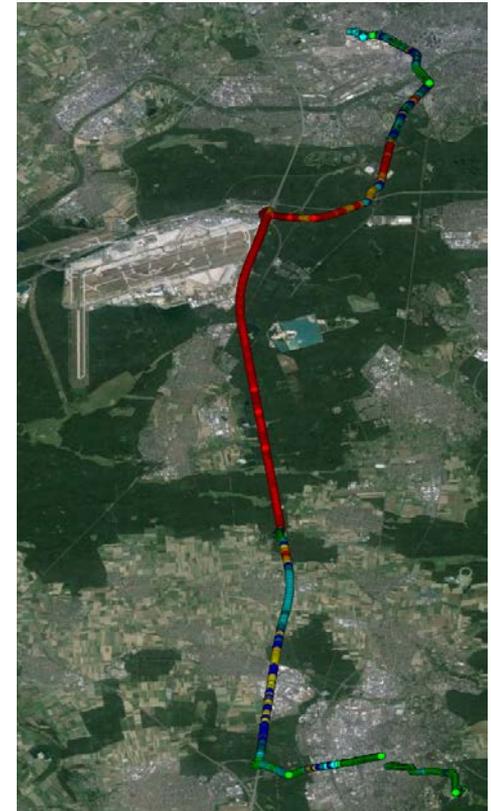
# Fazit

- Umweltzonen sind insbesondere wegen der (hier nicht quantifizierbaren) allgemeinen Wirkungen auf Fahrzeugflotte und Emissionen positiv zu beurteilen.
- Die Einführung weiterer Umweltzonen mit bisherigen Grenzwerten verspricht kein wesentliches zusätzliches Minderungspotential.
- Es gibt keinen erkennbarer Beitrag zur Senkung der Stickoxidbelastung und auch der CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- **Empfehlungen**
  - Weiterentwicklung des Instruments Umweltzone (Grenzwerte, adressierte Emissionen, Emittenten).
  - Ausschöpfen der Potenziale weiterer Maßnahmen, u.a. auch der umfassenden Optimierung der Lichtsignalsteuerung mit Investitionen in die dafür erforderlich Technik.



# Und noch zwei Gedanken ...

- **Wir brauchen eine stärkere Berücksichtigung der Wirkungen des Verkehrs auf die menschliche Gesundheit.**
  - Aggregation der verschiedenen gesundheitlichen Wirkungen.
  - Beachtung der Belastungsdosis bei Benutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel und Routen.
- **Die Optimierung von Lichtsignalanlagen muss Umweltkriterien mit berücksichtigen.**
  - Neben (personenbezogenen) Wartezeiten, Halten etc. sollten auch die Emissionen (noch besser Immissionsbelastungen) berücksichtigt werden.
  - Insbesondere Bevorrechtigungsmaßnahmen brauchen eine differenzierte Betrachtung.



Qualitativer Verlauf der Partikelkonzentration in einem PKW auf dem Weg von Frankfurt am Main nach Darmstadt (Lüke 2015)

# Nachzulesen

- M. Boltze, W. Jiang, St. Groer, D. Scheuvs  
**Analyse der Wirksamkeit von Umweltzonen hinsichtlich Feinstaub- und Stickstoffoxidkonzentrationen**  
Straßenverkehrstechnik, Heft 4, Bonn 2014, S. 219-228
- Kommentar hierzu von Nicola Toenges-Schuller, Aachen, sowie Erwiderung der Autoren in Straßenverkehrstechnik, Heft 3, Bonn 2015, S. 183-186



# Wirksamkeit von Umweltzonen hinsichtlich Feinstaub- und Stickstoffoxidkonzentration



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze

Technische Universität Darmstadt, Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

## Danke für die Aufmerksamkeit!

### SIEMENS

Anwendertagung

Speyer, 15. bis 17. September 2015



Quelle: wikipedia