

HelmholtzZentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

# UFP/Ruß und Gesundheit: Studien für Dresden, Leipzig und Augsburg

Maximilian Schwarz

München, 30.09.2021

**HELMHOLTZ** SPITZENFORSCHUNG FÜR  
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN



## 1. Wissenschaftlicher Hintergrund und Methodik

- Global Burden of Disease Studie
- Gesundheitseffekte von Luftschadstoffen
- Methodik der Studie



## 2. (Haupt-) Ergebnisse

- Deskriptionen, Korrelationen und Trends
- Ergebnisse der Modelle
- Betrachtung der Umweltzone Leipzig



## 3. Diskussion und Ausblick

- Zusammenfassung der (Haupt-)Ergebnisse
- Einordnung in den Studienkontext
- Ausblick



## 4. Fragen

# 1. Wissenschaftlicher Hintergrund und Methodik

**HelmholtzZentrum münchen**

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

# Hintergrund – Global Burden of Disease Studie

## A All ages

### Leading risks 1990

### Percentage of DALYs 1990

### Leading risks 2019

### Percentage of DALYs 2019

1 Child wasting	11.4 (9.5 to 13.6)
2 Low birthweight	10.6 (9.9 to 11.4)
3 Short gestation	8.7 (8.1 to 9.5)
4 Household air pollution	8.0 (6.2 to 10.0)
5 Smoking	6.2 (5.8 to 6.6)
6 Unsafe water	6.2 (4.7 to 7.6)
7 High systolic blood pressure	5.9 (5.3 to 6.5)
8 Child underweight	4.9 (3.9 to 6.3)
9 Unsafe sanitation	4.6 (3.7 to 5.6)
10 Handwashing	3.2 (2.3 to 4.0)

11 High fasting plasma glucose	3.0 (2.5 to 3.5)
13 Ambient particulate matter	2.7 (1.8 to 3.8)
14 High LDL cholesterol	2.7 (2.2 to 3.2)
15 Alcohol use	2.6 (2.3 to 2.9)
16 High body-mass index	2.6 (1.5 to 4.0)

1 High systolic blood pressure	9.3 (8.2 to 10.5)
2 Smoking	7.9 (7.2 to 8.6)
3 High fasting plasma glucose	6.8 (5.8 to 8.0)
4 Low birthweight	6.3 (5.5 to 7.3)
5 High body-mass index	6.3 (4.2 to 8.6)
6 Short gestation	5.5 (4.7 to 6.3)
7 Ambient particulate matter	4.7 (3.8 to 5.5)
8 High LDL cholesterol	3.9 (3.2 to 4.7)
9 Alcohol use	3.7 (3.3 to 4.1)
10 Household air pollution	3.6 (2.7 to 4.6)

11 Child wasting	3.3 (2.6 to 4.1)
13 Unsafe water	2.6 (1.9 to 3.3)
17 Unsafe sanitation	1.6 (1.3 to 2.1)
19 Handwashing	1.3 (0.9 to 1.8)
22 Child underweight	1.1 (0.9 to 1.4)

■ Environmental and occupational risks  
■ Behavioural risks  
■ Metabolic risks

# Hintergrund – Außenluftschadstoffe

- WHO 2018: 4.2 Mio. vorzeitige Sterbefälle aufgrund von Außenluftschadstoffe in 2016
  - 58% Herzerkrankungen und Schlaganfälle
  - 36% ALRI und COPD
- Luft als Expositionsmedium stellt eine besondere Rolle dar
- Jeder Mensch atmet, immer und überall (jung/alt, gesund/vorerkrankt...)

# Hintergrund – Außenluftschadstoffe

- Die Unterteilung der verschiedenen Anteile der Luftschadstoffe (in sog. Fraktionen) erfolgt am häufigsten anhand ihrer Größe<sup>1</sup>
- Z.B.: Feinstaub (PM<sub>10</sub>:  $\varnothing < 10 \mu\text{m}$ )
- **Ultrafeine Partikel (UFP)**: Partikel mit einem Durchmesser von  $\leq 100\text{nm}$  ( $\triangleq 0.1 \mu\text{m}$ )  
→ Spezifische Eigenschaften

<sup>1</sup> Schulz et al. 2019

# Hintergrund – Ultrafeine Partikel

- **UFP (oder auch: Nanopartikel)** können leicht tief in die Lunge eindringen, sich in andere Gewebe/Organe verlagern und Entzündungsprozesse im Körper auslösen<sup>2,3</sup>
- Assoziationen mit Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen/Mortalität, Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem, das Stoffwechselsystem und Krebs<sup>4</sup>
- Dennoch ist die epidemiologische Evidenz nach wie vor uneinheitlich und unzureichend<sup>2,3,5</sup>

→ Bedarf an mehr und genaueren Daten über die Auswirkungen von UFP auf den Menschen

**→ Ziel: kurzfristige Auswirkungen von UFP und Ruß auf die menschliche Gesundheit**

<sup>2</sup> HEI Review Panel on Ultrafine Particles, 2013 <sup>4</sup> Schrafunagel, 2020  
<sup>3</sup> Morawska et al., 2019 <sup>5</sup> Ohlwein et al., 2019

# Methoden – Studienüberblick und Outcome Variablen

- **Multizentrische epidemiologische Zeitreihenstudie** (→ kurzfristige Auswirkungen)
- Auswirkungen auf die tägliche ursachenspezifische Sterblichkeit und Hospitalisierung in Dresden, Leipzig und Augsburg zwischen 2010 und 2017
- Daten aus den Forschungsdatenzentren der Länder

Todesursache (ICD-10 code)	Diagnose bei Krankenhausentlassung (ICD-10 code)
Gesamtmortalität	Krankheiten des Kreislaufsystems (I00-I99)
Natürliche Ursachen (A00-R99)	Herzkrankheiten (I00-I52)
Krankheiten des Kreislaufsystems (I00-I99)	Ischämische Herzkrankheiten (I00-I25)
Herzkrankheiten (I00-I52)	Zerebrovaskuläre Krankheiten (I60-I69)
Ischämische Herzkrankheiten (I00-I25)	Krankheiten des Atmungssystems (J00-J99)
Zerebrovaskuläre Krankheiten (I60-I69)	Infektionen der unteren Atemwege (LRTI) (J12-J18, J20-J22)
Krankheiten des Atmungssystems (J00-J99)	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) (J40-J44, J47)

Anmerkung Tabelle: Hauptoutcomes in rot



# Methoden – Expositionsvariablen

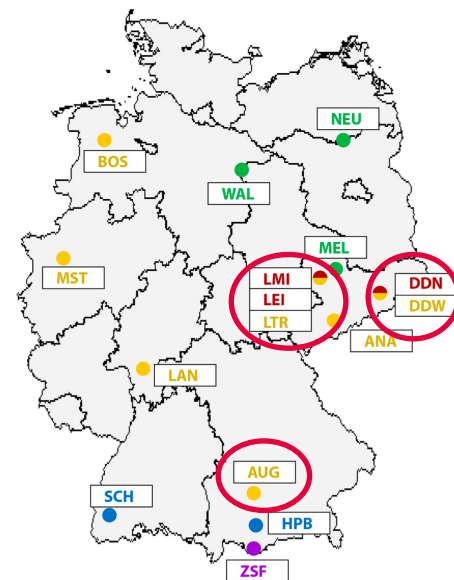
- Die Analyse erfolgt anhand der Daten von **6 Stationen aus dem German Ultrafine Aerosol Network (GUAN)**

Station	Typ
Leipzig-Mitte	Verkehrsstation
Leipzig-West	Städt. Hintergr.
Leipzig-Tropos.	Städt. Hintergr.
Dresden-Nord	Verkehrsstation
Dresden-Winkelmannstr.	Städt. Hintergr.
Augsburg-Hochschule	Städt. Hintergr.
Leipzig-Eisenbahnstr.*	Verkehrsstation
Augsburg-LA für Umwelt*	Städt. Hintergr.

\*: Einzel- und Vergleichsvariablen

Luftschadstoffe von primärem Interesse	
BC	Black Carbon (Ruß), ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
UFP	Partikelanzahlkonzentration 20-100nm, ( $1/\text{cm}^3$ )
PNC	Partikelanzahlkonzentration 20-800nm, ( $1/\text{cm}^3$ )

Vergleichend: gesetzlich vorgegebene Messgrößen	
PM <sub>2.5</sub>	Partikelmassekonzentration < 2.5 $\mu\text{m}$ , ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
PM <sub>10</sub>	Partikelmassekonzentration < 10 $\mu\text{m}$ , ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
NO <sub>2</sub>	Konzentration NO <sub>2</sub> , ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



# Methoden – Statistische Analysen

## Primäre Analyse:

- Confounder-adjustierte **Poisson-Regressionsmodelle**
- Lag Struktur\* der Exposition: Lag0\_1, Lag2\_4, Lag5\_7, Lag0\_7
- **Gepoolte Analysen** mittels meta-analytischen Techniken

## Weitere Analysen:

- Zwei-Schadstoff Modelle
- Effektmodifikationen
- „Zeitvariierende Effekte“ (Untersuchung der Effekte der Umweltzone in Leipzig)

Confounder Variablen
Langzeit Trend ( <i>kont.</i> )
Relative Luftfeuchtigkeit ( <i>kont.</i> )
Einfluss hoher Temperatur ( <i>kont.</i> )
Einfluss niedriger Temperatur ( <i>kont.</i> )
Indikatorvariable Wochentag ( <i>kat.</i> )
Indikatorvariable Feiertag ( <i>binär, kat.</i> )
Indikatorvariable Ferien ( <i>binär, kat.</i> )

\*Beispiele Lags: **Lag0** → Schadstoffkonz. am selben Tag des Gesundheitsendpunkts  
**Lag1** → Schadstoffkonz. am Vortag des Gesundheitsendpunkts

## 2. (Haupt-) Ergebnisse



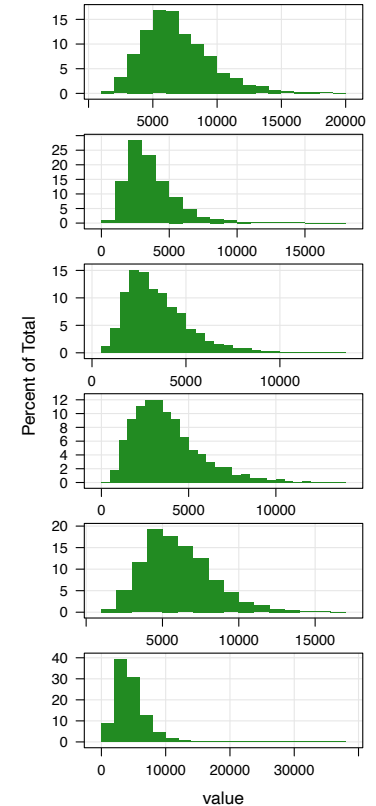
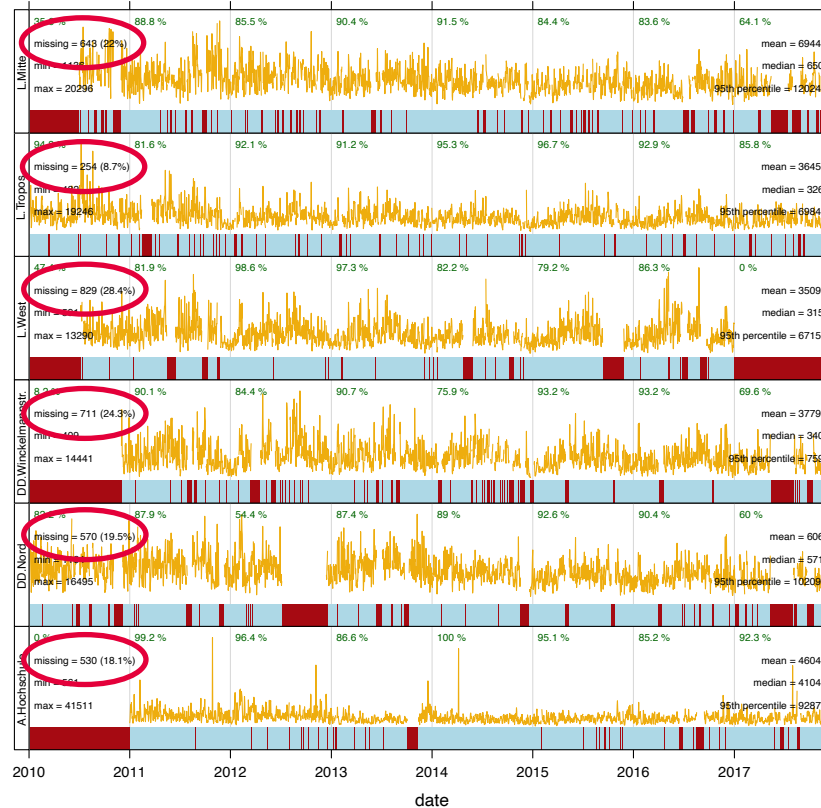
**HelmholtzZentrum münchen**

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

# Ergebnisse – Deskriptionen

## UFP (20-100nm)

Station	N	Mean	SD	Median	IQR
DD-Winck.	2211	3779	1995	3404	2389
DD-Nord	2352	6060	2294	5715	2925
L-West	2093	3509	1710	3157	2076
L-Tropos.	2668	3646	1863	3268	2142
L-Mitte	2279	6945	2754	6507	3376
A-Hochschule	2392	4605	2718	4105	2717

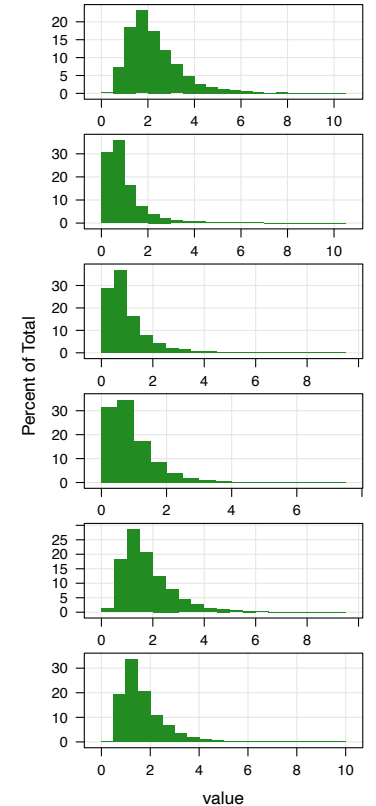
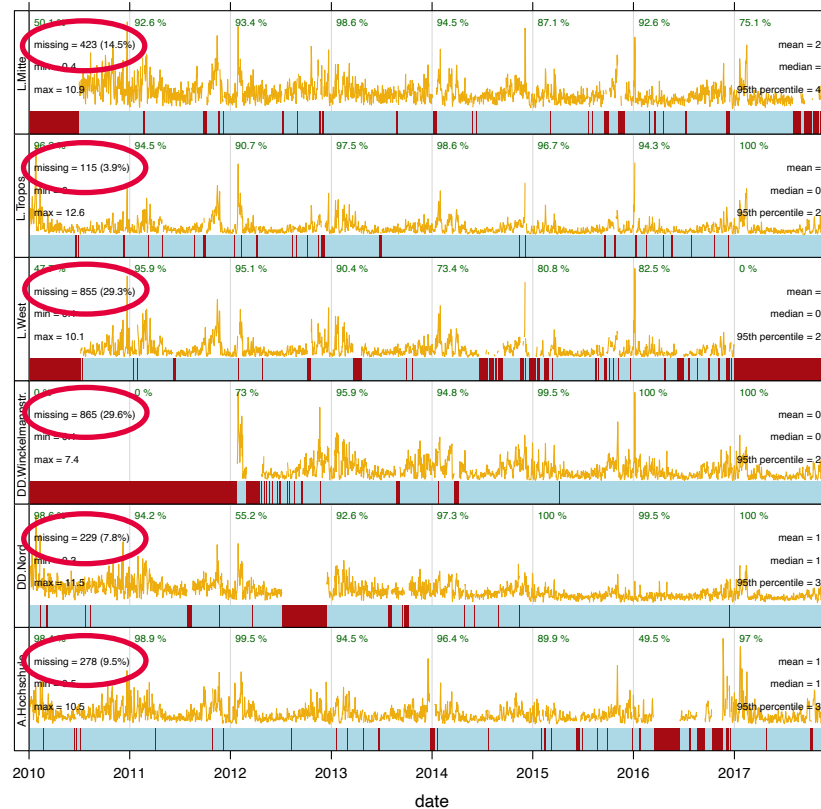


Anmerkung Tabelle: Verkehrsstation & Hintergrundstation

# Ergebnisse – Deskriptionen

Ruß (BC)

Station	N	Mean	SD	Median	IQR
DD-Winck.	2057	0,94	0,74	0,73	0,80
DD-Nord	2693	1,79	1,01	1,54	1,11
L-West	2067	1,03	0,93	0,75	0,79
L-Tropos.	2807	1,02	0,98	0,72	0,76
L-Mitte	2499	2,31	1,23	2,03	1,34
A-Hochschule	2644	1,71	0,99	1,45	0,98

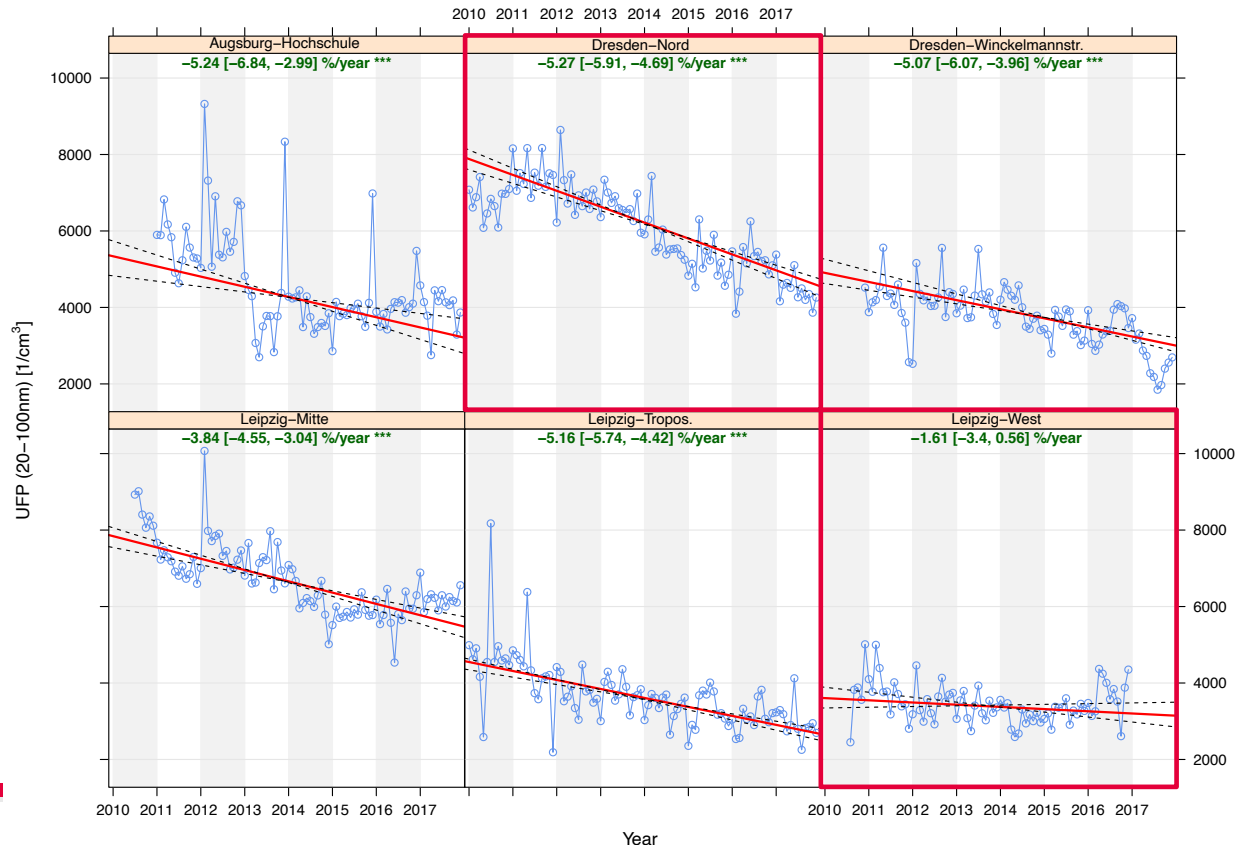


Anmerkung Tabelle: Verkehrsstation & Hintergrundstation

# Ergebnisse – Trend

## UFP (20-100nm)

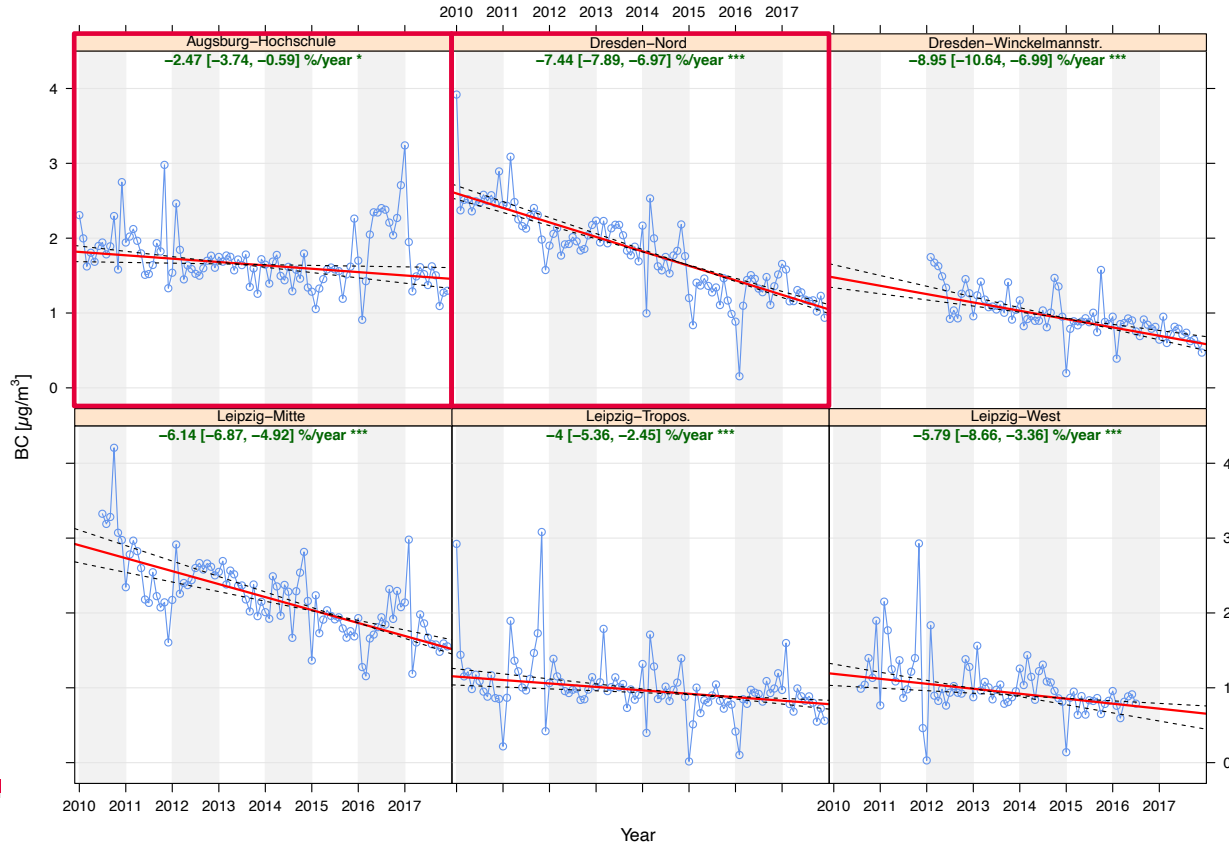
- Abnehmender Trend an allen Messstationen
- Verkehrsstationen zeigen deutlichere Abnahme verglichen mit den Hintergrundstationen
- Größte absolute Abnahme:  
DD-N: -417 Einheiten/Jahr
- Kleinste absolute Abnahme:  
L-W: -57 Einheiten/Jahr



# Ergebnisse – Trend

## Ruß (BC)

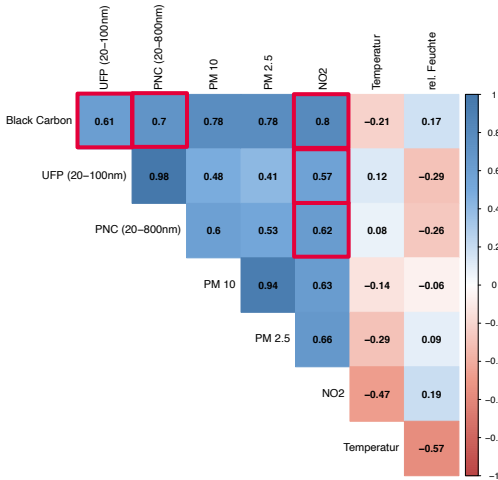
- Trend Ruß (BC) ähnlich von UFP
- Größte absolute Abnahme:  
DD-N: -0.19 Einheiten/Jahr
- Kleinste absolute Abnahme:  
A-FH: -0.04 Einheiten/Jahr



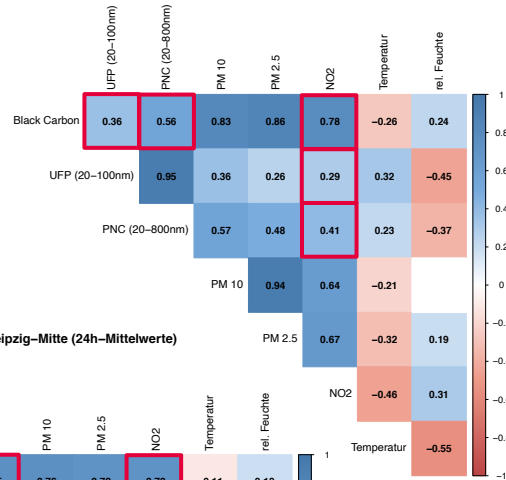
Theil-Sen Trend unter Berücksichtigung saisonaler Unterschiede

# Ergebnisse – Korrelationen

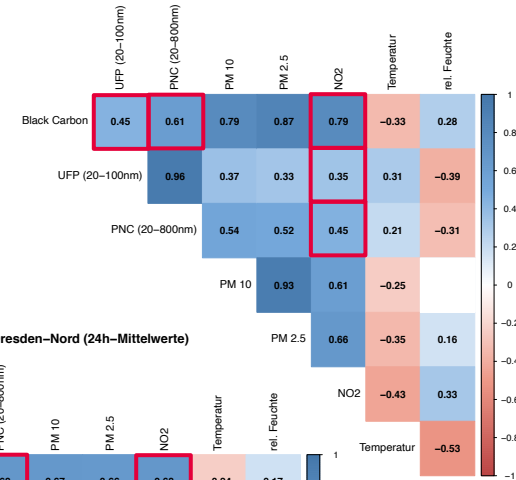
Augsburg-Hochschule/LfU (24h-Mittelwerte)



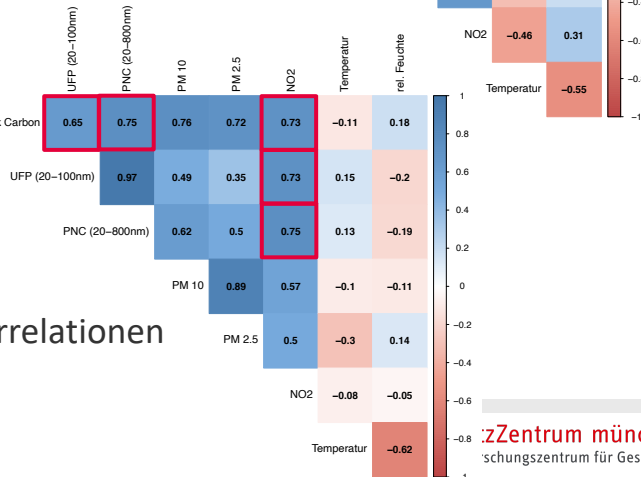
Leipzig-West (24h-Mittelwerte)



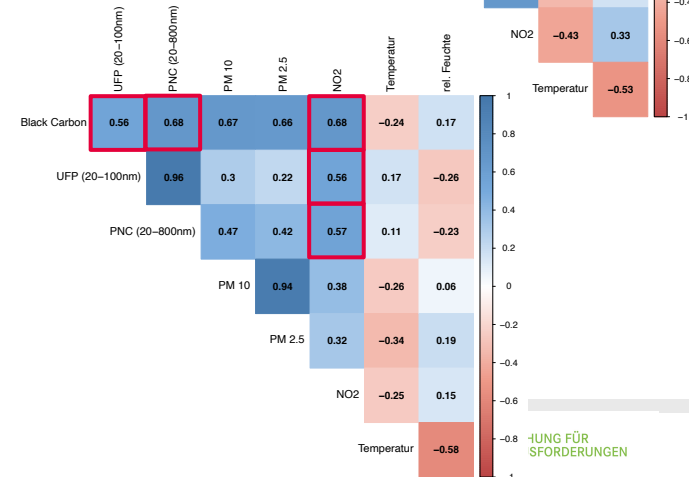
Dresden-Winkelmannstr. (24h-Mittelwerte)



Leipzig-Mitte (24h-Mittelwerte)



Dresden-Nord (24h-Mittelwerte)



→ Ähnliche Werte an den sächs. Stationen je nach Stationstyp

→ Augsburg: Allgemein höhere Korrelationen



# Ergebnisse – Hauptmodelle

Mortalität

Preliminary results. Do not cite or copy!

Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)

# Ergebnisse – Hauptmodelle

Krankenhauseinweisungen

Preliminary results. Do not cite or copy!

Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)

# Ergebnisse – Erweiterte Analysen

Respiratorische Mortalität – Lag 5-7

Preliminary results. Do not cite or copy!

Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)

# Ergebnisse – Erweiterte Analysen

Respiratorische Krankenhauseinweisungen – Lag 2-4

Preliminary results. Do not cite or copy!

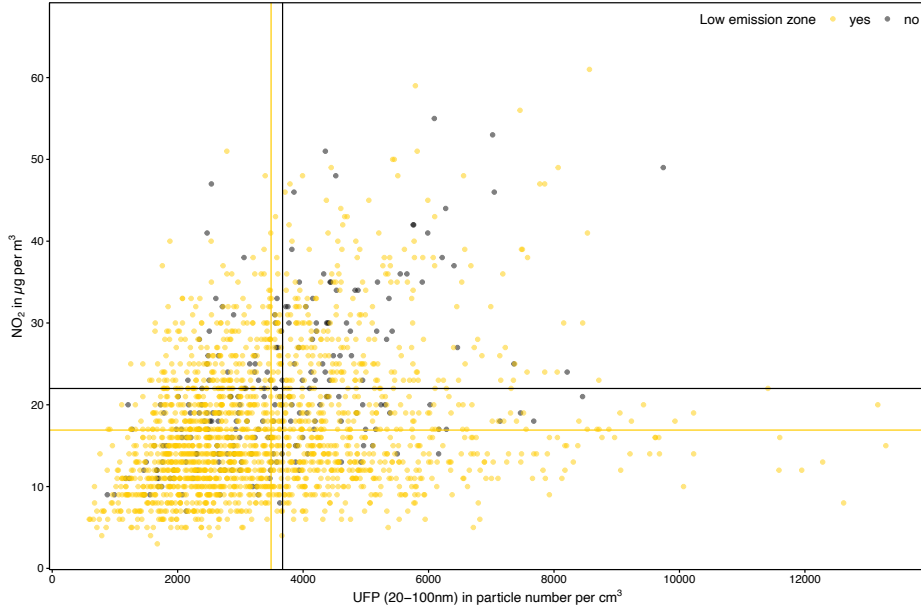
Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)

# Ergebnisse – Betrachtung der Umweltzone Leipzig

## UWZ Leipzig – Scatterplots UFP/NO<sub>2</sub>

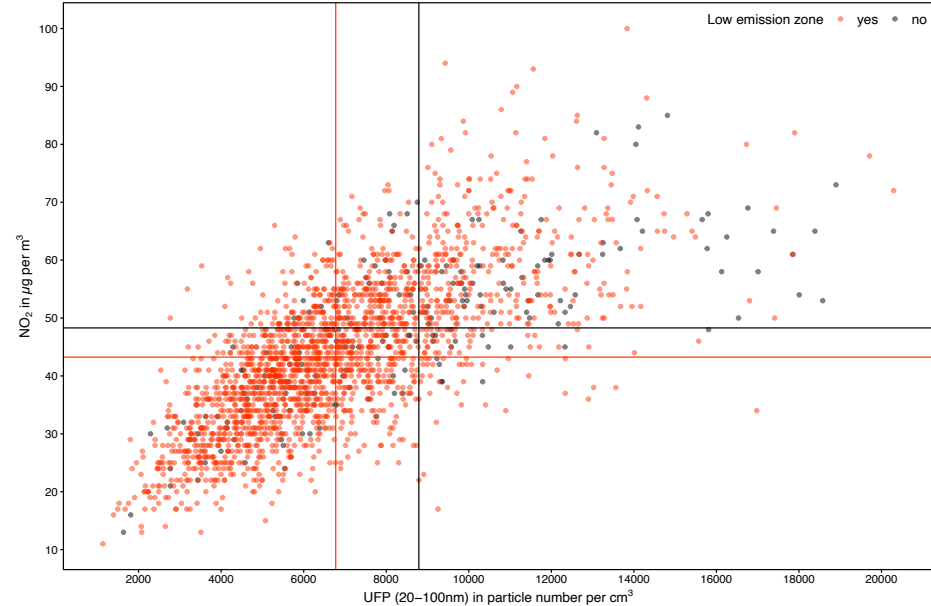
Scatterplot of NO<sub>2</sub> and UFP (20–100nm)

Leipzig–West



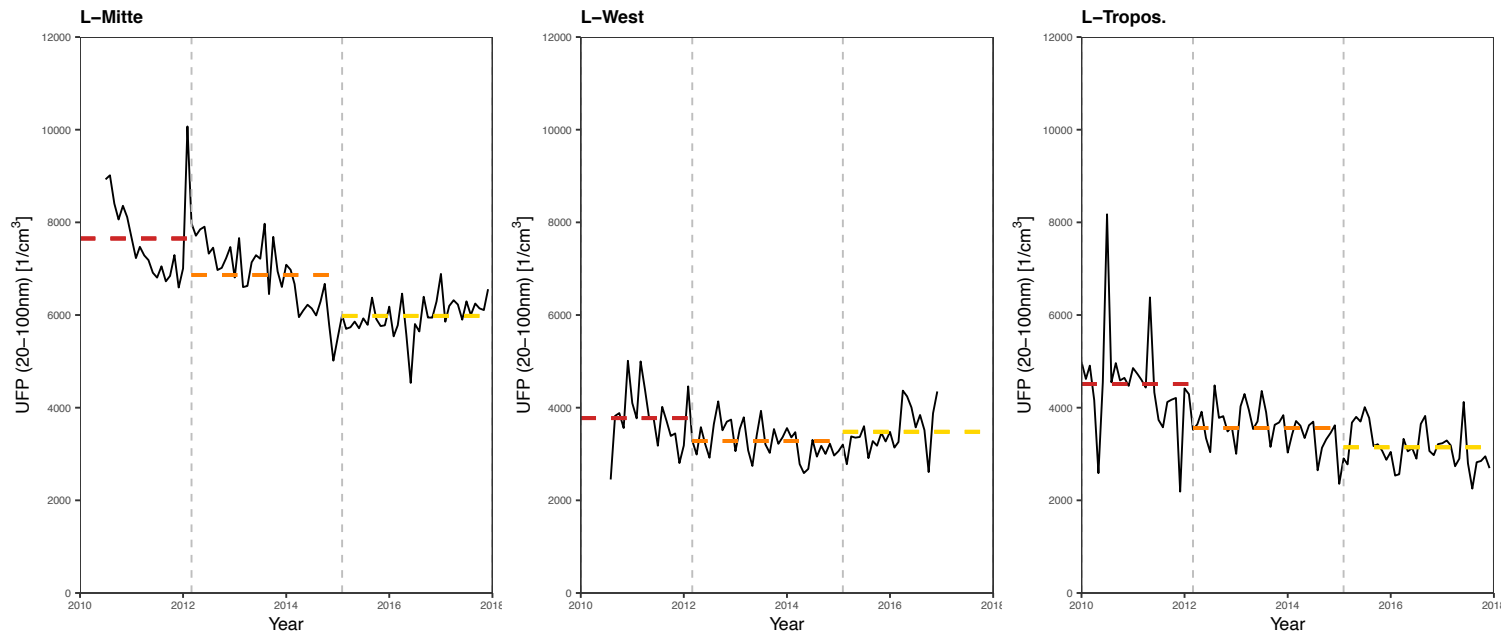
Scatterplot of NO<sub>2</sub> and UFP (20–100nm)

Leipzig–Mitte



# Ergebnisse – Betrachtung der Umweltzone Leipzig

## UFP (20-100nm)



**Block 1 (rot):** 01.01.2010 - 29.02.2012 → bis ein Jahr nach Einführung der UWZ in Leipzig (N = 790d)

**Block 2 (orange):** 01.03.2012 - 31.01.2015 (N = 1067d)

**Block 3 (gelb):** 01.02.2015 - 31.12.2017 (N = 1065d)

Anmerkung: Saisonale Unterschiede berücksichtigt

# Ergebnisse – Betrachtung der Umweltzone Leipzig

Mortalität

Preliminary results. Do not cite or copy!

Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)

# Ergebnisse – Betrachtung der Umweltzone Leipzig

Krankenhauseinweisungen

Preliminary results. Do not cite or copy!

Vorläufige und unveröffentlichte Ergebnisse.  
Kontakt für Rückfragen:  
[maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de](mailto:maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de)



# 3. Diskussion und Ausblick



**HelmholtzZentrum münchen**

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

# Diskussion – Zusammenfassung der Hauptergebnisse

- Schadstoffkonzentrationen nehmen über die Zeit ab (für alle Schadstoffe, auch gesetzlich geregelte Messgrößen)
- Verzögerte Effekte (insb. Lag 5-7) für die **respiratorische Mortalität** für UFP und PNC
- Verzögerte Effekte (insb. Lag 2-4) für die **respiratorische Hospitalisierung** für UFP und PNC
- Reduktion des resp. Mortalitätsrisikos für UFP/PNC nach Einführung der UWZ in Leipzig  
→ Keine nennenswerten Verringerungen für andere Mortalitätsoutcomes sowie Hospitalisierungen!

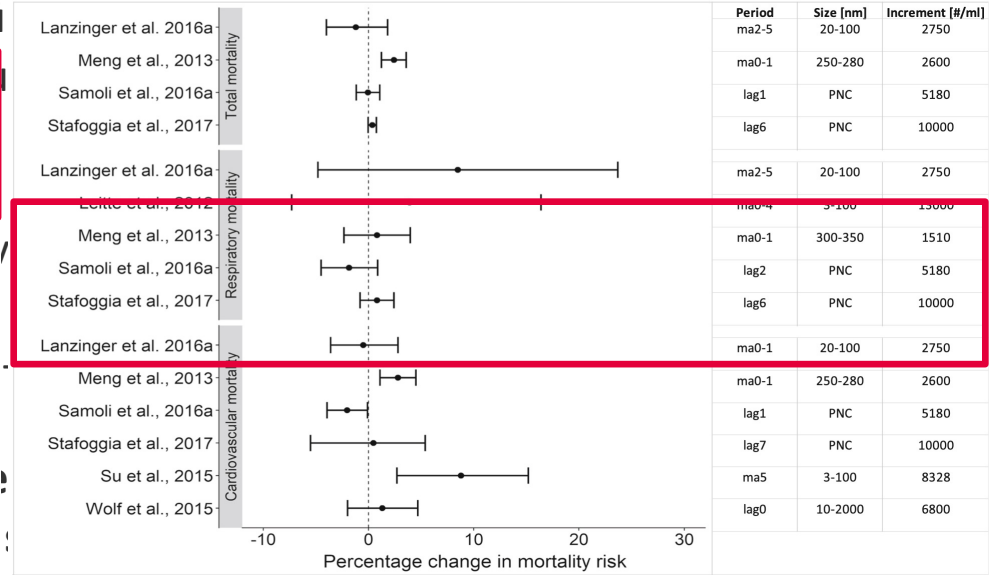
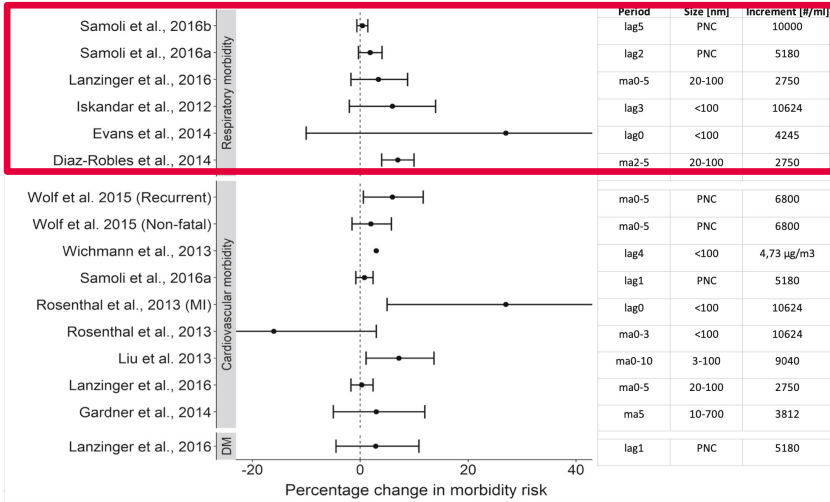
**→ Ergebnisse für UFP/PNC v.a. für die respiratorischen Gesundheitsendpunkte**

# Diskussion – Studienkontext

- **Resp. Mortalität:**
  - Überwiegend positive Richtung für UFP/quasi-UFP,
  - Größtenteils nicht signifikant für unterschiedliche Lags, Größenfraktionen etc.
- **Resp. Hospitalisierung:**
  - Positive Richtung, aber nach wie vor Heterogenität (Studiendesign, Ergebnisse etc.)
  - Samoli et al. 2020: kein Nachweis resp. Morbidität in allen Altersgruppen  
→ Hinweis auf Effekte bei Kindern (0-14J)
- **Statement WHO AQG 2021: „[...] consensus in the GDG that the body of epidemiological evidence was not yet sufficient to formulate an AQG level“**

# Diskussion – Studienkontext

- **Resp. Mortalität:**
  - Überwiegend positive Richtung für



# Ausblick

- Weitere Sensitivitätsanalysen (z.B. Unterschiedliche Glättungswerte der Co-Variablen, Einbezug der gefühlten Temperatur sowie des Luftdrucks)
- Erweiterung der Mortalitätsanalyse mit den Daten der GUAN Station Mühlheim-Styrum
- Erweiterte CPC Messung in Dresden (in Planung für 2022)

# Acknowledgements :

## HelmholtzZentrum münchen

German Research Center for Environmental Health

- Dr. Susanne Breitner
- Dr. Alexandra Schneider
- Dr. Josef Cyrus
- Uta Geruschkat

- Dr. Susanne Bastian

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



- Karen Meyer

STATISTISCHE ÄMTER  
DES BUNDES UND DER LÄNDER  
FORSCHUNGSDATENZENTREN

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



## HelmholtzZentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt



Leibniz-Institut für  
Troposphärenforschung



maximilian.schwarz@helmholtz-muenchen.de



schwarz-maximilian