

*24. August 2018 | Stuttgart | Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter*

# **Vorsicht Atemluft!** **Luftschadstoffbelastungen des** **Straßenverkehrs und** **Gesundheitsschutz**

---

60 GreenCity-Pläne und was nun?

Stadt.Begegnung des Forums Mensch und Verkehr der SRL

**Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland**

vom 23. Mai 1949 (BGBl. S. 1), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347)

**Die Grundrechte: Artikel 2 Absatz 2 Satz 1**

**„Jeder hat das Recht auf Leben  
und körperliche Unversehrtheit“**

Quelle: Bundestag 2018

## **Stoff**

Benzol: flüchtige organische Verbindung

## **Gesundheitsprobleme**

Schadgas mit akuten Symptomen nach kurzfristiger Exposition:  
Kopfschmerzen, Schwindelgefühle, Übelkeit, Benommenheit, Sehstörungen (LANUV NRW 2018a)

Führt bei langfristiger Aufnahme zu Schädigungen der inneren Organe  
und des Knochenmarks (UBA 2013)

Krebserzeugend: Schädigt die Blutbildung im Knochenmark und kann Leukämie und  
andere Tumorerkrankungen erzeugen (krebserzeugende Kategorie 1) (LANUV NRW 2018a)

Kann das Erbgut schädigen (LANUV NRW 2018a)

## **Kfz-Verkehr als Quelle**

Hauptverursacher: Kfz-Verkehr (Betankung und Abgase);  
ergänzend auch: Feuerungsanlagen, Kokereien, Kraftstofflagern, Haushalte,  
Kleinverbraucher, Industrieprozesse (UBA 2013, LANUV NRW 2018a)

Quellen Kfz-Verkehr: Abgase der Benzinmotoren

# Benzol

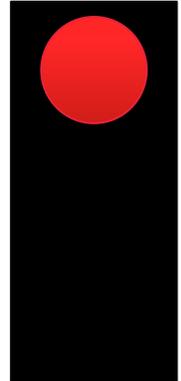
## Ziel- und Grenzwerte (1)

Wer	Was	Wie hoch		Woher
<b>Institution</b>	<b>Art</b>	<b>Einzelstoffrisiko</b>	<b>Konzentrationswert</b>	<b>Quelle</b>
LAI 2004	Unit risk	$9 \cdot 10^{-6}$	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI 2004 Tab. 5, S. 17 und Tab.12, S.27
EU-Ziel (langfristig)	Virtuell Sichere Dosis	$1 \cdot 10^{-6}$	$0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI 2004, S.8
EU-Richtlinie 2008 (2008/50 EG)	EU-Vorgabe für nationales Recht	$4,5 \cdot 10^{-5}$	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	LANUV NRW 2018, S.2
LAI 2004	Empfehlung als Beurteilungswert (Gefahrenabwehr)	$4,5 \cdot 10^{-5}$ = 45 zu 1 Mio.	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI 2004, S.12 und Tab.12, S.27

Wer	Was	Wie hoch		Woher
Institution	Art	Einzelstoffrisiko	Konzentrationswert	Quelle
LAI 2004	Empfehlung als Beurteilungswert (Gefahrenabwehr)	4,5*10 <sup>-5</sup> = 45 zu 1 Mio.	5 µg/m <sup>3</sup>	LAI 2004, S.12 und Tab.12, S.27
TA Luft 2002 und 39. BImSchVO	Gesetzlicher Grenzwert „hinzunehmendes Risiko“ (Techn.+ wirt. Machbarkeit) Gefahrenabwehr	4,5*10 <sup>-5</sup> = 45 zu 1 Mio.	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>	LAI 2004, S.9 und Tab. 6, S.17
LAI 2004	Minimierungsziel 1 Vorsorge	10 <sup>-5</sup> = 10 zu 1 Mio.	1,1 µg/m <sup>3</sup>	LAI 2004 Tab.12, S.27
LAI 2004	Minimierungsziel 2 Vorsorge	10 <sup>-6</sup> = 1 zu 1 Mio.	0,11 µg/m <sup>3</sup>	LAI 2004 Tab.12, S.27

### Deutschland

Mit dem Grenzwert von 5 µg/m<sup>3</sup> (39. BImSchV) werden pro Jahr 3.720 zusätzliche Krebstote in Deutschland (bei 82,67 Mio. Einwohnern, 2016 ) als gesellschaftliches Risikoniveau akzeptiert.



### Beispiel Wuppertal Gathe

30.000 Kfz/Tag und mehr (2013) (GeoPortal Stadt Wuppertal 2018)

### Messwert 1,7 µg/m<sup>3</sup> für Benzol an der Messstation Wuppertal Gathe 2017

1,7 µg/m<sup>3</sup> entspricht dem Jahresmittelwert vom 20.12.2016 bis 02.01.2018 an der Messstation Wuppertal Gathe (LANUV NRW 2018c)

- liegt mehr als 1,5 \* höher als der Vorsorgezielwerte 1 (1,1 µg/m<sup>3</sup>) für 10-5 zusätzliche Krebsfälle pro Jahr
- liegt mehr als 15 \* höher als der Vorsorgezielwerte 2 (0,11 µg/m<sup>3</sup>) für 10-6 zusätzliche Krebsfälle pro Jahr
- das zusätzliche Krebstodesrisiko unter den Anwohnern der Gathe liegt bei mehr als 15 zu einer Million bzw. 1,5 pro 100.000

### Stoff

Particulate matter: Schwebstaubteilchen,  
die eine gewisse Zeit in der Atmosphäre verweilen (UBA 2009)

PM<sub>10</sub>: Durchmesser kleiner als 10 µm  
(= ein hundertstel Millimeter) (RVR 2017)

### Gesundheitsprobleme

Einatmen in Bronchien und Bronchiolen (RVR 2017; LANUV NRW 2010)

Steht im Zusammenhang mit Herz-Kreislauf- und  
Atemwegserkrankungen (RVR 2017)

Kann Lungenkrebs verursachen (LANUV NRW 2010)

### Kfz-Verkehr als Quelle

Hauptverursacher: Heizungen, Landwirtschaft und Verkehr (RVR 2017)

Dominierende Quelle in Ballungsgebieten: Verkehr (UBA 2018b)

Quellen Kfz-Verkehr: Motoren (vorrangig Diesel-Pkw, Lkw, LNF),  
Brems- und Reifenabrieb, aufgewirbelter Staub an Straßenoberflächen (UBA 2018b)

# Feinstaub PM<sub>10</sub>

## Grenz- und Zielwerte

**Ziel:** Vermeidung und Verringerung der gesundheitsgefährdenden Belastung durch Feinstaub (PM<sub>10</sub>)

**Indikator:** Tagesgrenzwert von Feinstaub (PM<sub>10</sub>) (Anzahl der Überschreitungstage von 50 µg/m<sup>3</sup>) und Jahresmittelwert von Feinstaub (PM<sub>10</sub>) (in µg/m<sup>3</sup>)

### Bestehende Grenzwerte und operationalisierte Zielsetzungen:

<b>World Health Organization (WHO):<sup>1</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Tagesmittelzielwert 50 µg/m<sup>3</sup> ohne Überschreitungstage</li> <li>↳ Jahresmittelzielwert 20 µg/m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Europäische Kommission:<sup>2</sup></b>	<p>EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG); seit 1. Januar 2005:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Tagesmittelgrenzwert 50 µg/m<sup>3</sup> (maximal 35 Überschreitungstage)</li> <li>↳ Jahresmittelgrenzwert 40 µg/m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Deutschland:<sup>3</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV)</li> </ul>
<b>Stadt Essen:<sup>4</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Bis 2020: „Verringerung des PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwertes auf &lt;29 µg/m<sup>3</sup>. Damit wäre die Einhaltung der jährlich max. zulässigen 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m<sup>3</sup> auch in Jahren mit häufig auftretenden austauscharmen Wetterlagen gewährleistet.“</li> <li>↳ Bis 2035: Flächendeckende Einhaltung des WHO-Zielwerts (20 µg/m<sup>3</sup>) und null PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage des EU-Tagesgrenzwertes (50 µg/m<sup>3</sup>)</li> </ul>
<b>Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr:<sup>5</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Bis 2020: Einhaltung der EU-Grenzwerte</li> <li>↳ Bis 2035: Einhaltung der WHO-Zielwerte</li> </ul>

Quelle: RVR 2017, S.78

### Deutschland

Etwa 44.900 vorzeitige Todesfälle pro Jahr (2007 bis 2015) im ländlichen und städtischen Hintergrund (UBA 2017)

Langzeitexposition ggü. Feinstaub verursacht erhebliche Krankheitslasten – Schätzungen für Erwachsene über 30 Jahre:

- etwa 11 bis 14 % aller Todesfälle aufgrund kardiopulmonaler Erkrankungen
- etwa 16 bis 20 % aller Todesfälle infolge von Lungenkrebs (UBA 2017)

### Ruhrgebiet



Entwicklung der Überschreitungstage von 50 µg/m<sup>3</sup> beim Tagesmittelwert von Feinstaub (PM<sub>10</sub>) an den Messstationen im Ruhrgebiet und Ziel-Vorschläge des Wuppertal Instituts

## **Stoff**

Wichtiges Schadgas der NO<sub>x</sub>-Luftschadstoffe

Auch: Wichtige Vorläufersubstanz für Ozon (mit VOC)

## **Gesundheitsprobleme**

Giftiges Reizgas mit stechend-stickigem Geruch (UBA 2018c)

Kann Entzündungsreaktionen in den Atemwegen verursachen (UBA 2018c)

kann im Lungengewebe Zellschäden auslösen und entzündliche Prozesse verursachen sowie zu einer verstärkten Reizbarkeit der Bronchien führen (UBA 2018c)

Gesundheitsschädigende Wirkung durch Eindringen in die tiefen Bereiche des Atemtrakts (u.a. Lungenfunktionsänderungen, beeinträchtigte Infektionsabwehr)

Besondere Problematik für Asthmatiker: Bronchienverengungen

## **Kfz-Verkehr als Quelle**

Hauptverursacher: Verkehr; Feuerungsanlagen (Kohle, Öl, Gas, Holz, Abfälle) (RVR 2017)

Dominierende Quelle in Ballungsgebieten: Straßenverkehr (60%), v.a. Diesel-Kfz insbesondere an eng bebauten und stark befahrenen Straßen (RVR 2017, UBA 2018c)

# Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>

## Grenz- und Zielwerte

**Ziel:** Verringerung und Vermeidung der gesundheitsgefährdenden und umweltschädigenden Belastung durch Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

**Indikator:** Jahresmittelwert von Stickstoffdioxid in Mikrogramm pro Kubikmeter (NO<sub>2</sub> in µg/m<sup>3</sup>)

### Bestehende Grenzwerte und operationalisierte Zielsetzungen:

<b>World Health Organization (WHO):<sup>1</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Jahresmittelzielwert 40 µg/m<sup>3</sup></li> <li>↳ Stundenmittelzielwert 200 µg/m<sup>3</sup> (ohne Überschreitungstage)</li> </ul>
<b>Europäische Kommission:<sup>2</sup></b>	<p>EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa (EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG), seit 1. Januar 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Jahresmittelgrenzwert 40 µg/m<sup>3</sup>;</li> <li>↳ Stundenmittelgrenzwert 200 µg/m<sup>3</sup>, 18 zugelassene Überschreitungen pro Jahr</li> </ul>
<b>Deutschland:<sup>3</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Umsetzung der EU-Grenzwerte in nationales Recht in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV)</li> </ul>
<b>NRW:<sup>4</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Reduktion der durchschnittlichen Jahresmittelwerte der Immissionskonzentrationen von NO<sub>2</sub> in Ballungsräumen auf 40 µg/m<sup>3</sup> bis 2030</li> </ul>
<b>Stadt Essen:<sup>5</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Bis 2020: „Flächendeckende Einhaltung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes“</li> <li>↳ Bis 2035: „Einhaltung der EU-Grenz- und WHO-Richtwerte für NO<sub>2</sub>“</li> </ul>
<b>Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für die Metropole Ruhr:<sup>6</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Bis 2020: Einhaltung der EU-Grenzwerte (Jahresmittel 40 µg/m<sup>3</sup>, Stundenmittel 200 µg/m<sup>3</sup> bei 18 zugelassenen Überschreitungen pro Jahr)</li> <li>↳ Bis 2035: Einhaltung der WHO-Zielwerte (Jahresmittel 40 µg/m<sup>3</sup>, Stundenmittel 200 µg/m<sup>3</sup> bei keinen Überschreitungen)</li> </ul>

Quelle: RVR 2017, S.72

# Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>

## Folgen der Stickstoffdioxidexposition

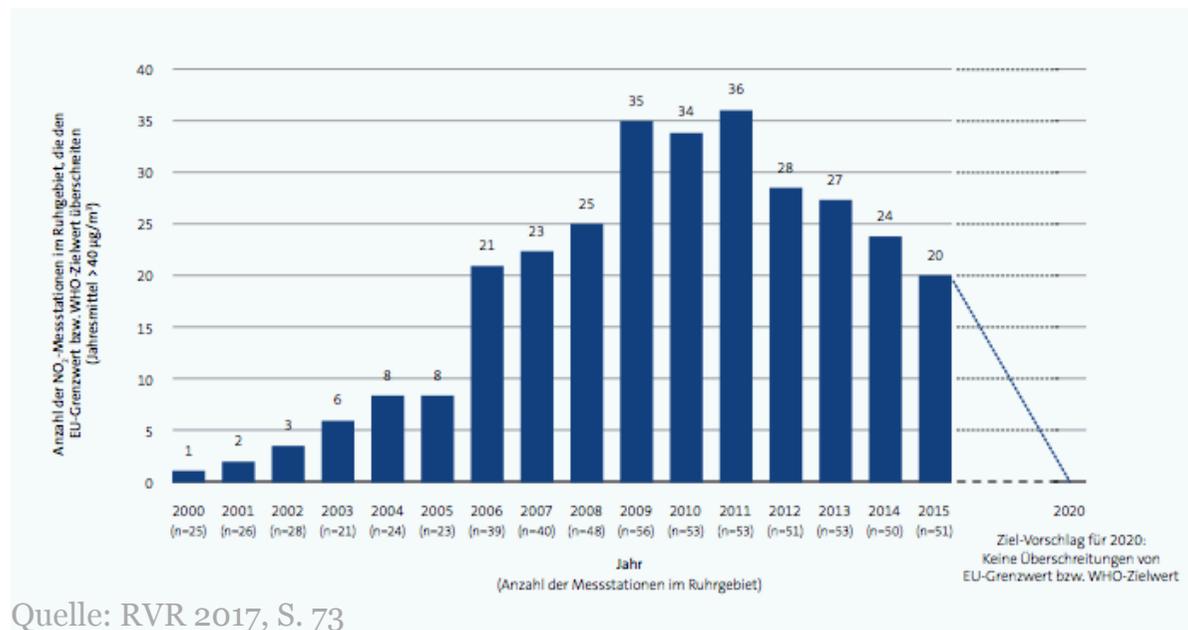
### Deutschland

Statistische Schätzungen für das Jahr 2014 (UBA 2018)

5.966 vorzeitige Todesfälle (wg. Herz-Kreislaufkrankungen)

50.000 vorzeitig verlorene Lebensjahre (years of life lost, YLL)

1,8 % aller Kardiovaskulären Todesfälle in Deutschland



NO<sub>2</sub>-Messstationen im Ruhrgebiet, die den EU-Grenzwert bzw. WHO-Zielwert für den Jahresmittelwert (40 µg/m<sup>3</sup>) überschreiten und Ziel-Vorschlag des Wuppertal Instituts für 2020

Quelle: RVR 2017, S. 73

## **Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland**

vom 23. Mai 1949 (BGBl. S. 1), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347)

### **Die Grundrechte: Artikel 2 Absatz 2 Satz 1**

**„Jeder hat das Recht auf Leben  
und körperliche Unversehrtheit“**

Quelle: Bundestag 2018

## Nachhaltiger Verkehr – Zukunftsfähige Mobilität

**Mobilitätsbedürfnisse heutiger und zukünftiger Generationen befriedigen:  
umweltfreundlich, für jeden verfügbar, erschwinglich und effizient!**



Foto: imove; M. Beim



Foto: imove; M. Beim



Foto: imove; M. Haag

### Verkehrsvermeidung

- Wege ersetzen
- Distanzen reduzieren

### Verkehrsverlagerung

- vom MIV  
zum Umweltverbund

### Verkehrsverbesserung

- technische &  
organisatorische  
Maßnahmen

## Verbote und Zwangsvorschriften im Verkehr

Einige bekannte Beispiele

### 1. Kfz-Zulassung

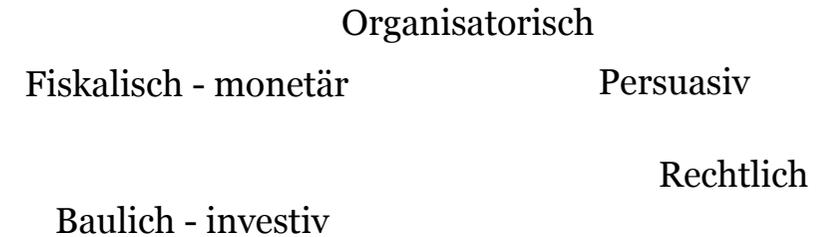
- › z.B. Typenzulassung (KBA)
- › z.B. Hauptuntersuchung (TÜV)

### 2. Fahrerin / Fahrer

- › z.B. Führerscheine
- › z.B. Fahrtauglichkeit (Alkohol und Drogen)
- › z.B. Anschnallpflicht und Rückhaltesysteme für Kinder

### 3. Fahrweise

- › z.B. Tempolimits
- › z.B. T 30 – Zonen; T 30 auf Hauptverkehrsstraßen vor Schulen u.ä.
- › z.B. Fahrverbote in Fußgängerzonen
- › z.B. Fahrverbote in Umweltzonen



## ➤ **Der Staat garantiert das Recht auf körperliche Unversehrtheit.**

Artikel 2 Absatz 2 Satz 1 GG BRD mit rechtstaatlichen Vorschriften

### **1. Rauchverbot in Gaststätten**

z.B. Nichtraucherschutzgesetz NRW, seit 1.7.2008

### **2. Verbrennungsverbot in der Bebauungsplanung**

§ 9 Absatz 1 Nr. 23a BauGB (Fassung vom 03. November 2017 (BGBl. I S. 3634)) Gemeinden können im Bebauungsplan aus städtebaulichen Gründen Gebiete festsetzen, in denen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen

### **3. Umweltzonen wg. Feinstaub (PM<sub>10</sub>) und Stickoxiden (NO<sub>2</sub>)**

35. BImSchV, seit 1.3.2007

D 2018: 57 Umweltzonen mit grüner und 1 Umweltzone mit gelber Plakette

### **4. Dieselfahrverbote**

Noch kein Bundesgesetz

Urteil des BVerwG in Leipzig vom 27.2.2018: erfordert und eröffnet kommunales Handeln

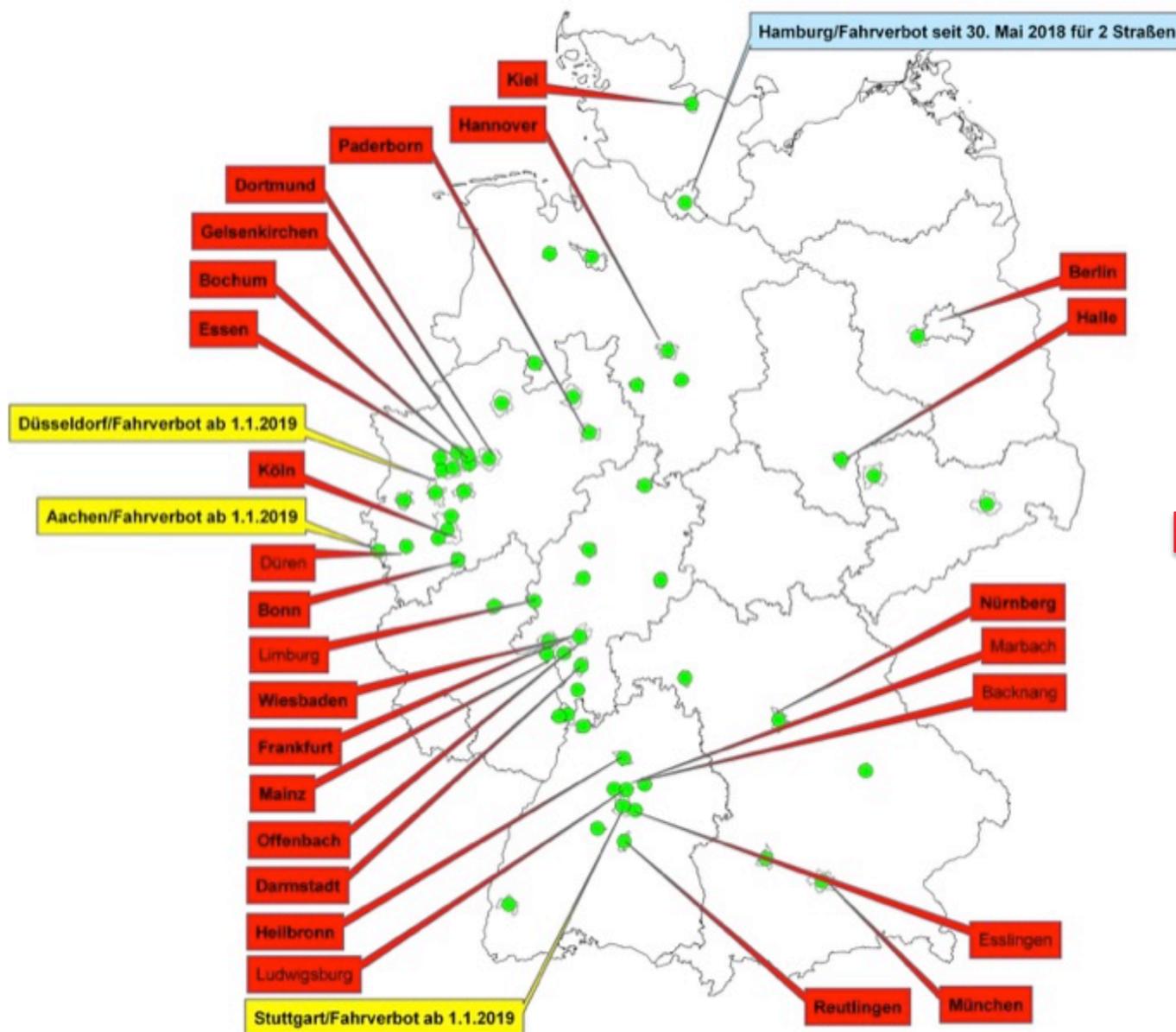
➤ **Diesel-Fahrverbote liegen in der Luft!**

➤ **Diesel Fahrverbote sind erforderlich – zum Gesundheitsschutz.**

➤ **Diesel-Fahrverbote sind ganz normal – und nichts Außergewöhnliches.**

# Klagen der Deutschen Umwelthilfe (DUH ) und Sofortprogramm „Green City“ des Bundesumweltministeriums

Stand 24.08.2018



Von 80 Großstädten in D haben 44 im Jahr 2017 den Jahresmittelgrenzwert für NO<sub>2</sub> überschritten (40 µg/m<sup>3</sup> EU). (DUH 2018)

„Spitzenreiter“ sind:  
München mit 78 µg/m<sup>3</sup>  
Stuttgart mit 73 µg/m<sup>3</sup>

■ 28 Städte und Gemeinden, verklagt die Deutsche Umwelthilfe (DUH 2018)

● 60 Städte und Gemeinden erstellen

„Green City“ Masterpläne für saubere Luft (BMVI 2017)

■ Fahrverbote in Diskussion

■ Fahrverbote eingerichtet

Quellen: DUH 2018, BMVI 2017, Darstellung: WI 2018

**Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland**

vom 23. Mai 1949 (BGBl. S. 1), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 13. Juli 2017 (BGBl. I S. 2347)

**Die Grundrechte: Artikel 14 Absatz 1 und 2**

- (1) Das Eigentum und das Erbrecht werden gewährleistet. Inhalt und Schranken werden durch die Gesetze bestimmt.**
- (2) Eigentum verpflichtet. Sein Gebrauch soll zugleich dem Wohle der Allgemeinheit dienen.**

Quelle: Bundestag 2018

*Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter | [oscar.reutter@wupperinst.org](mailto:oscar.reutter@wupperinst.org)*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website

[www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org)

Das dieser Präsentation zugrunde liegende Forschungsvorhaben „Umsetzungserfahrungen mit Landesnachhaltigkeitsstrategien - Fallstudie Nachhaltigkeitsstrategie NRW“ wurde vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

- Bundestag (2018): Internetauftritt des Deutschen Bundestages. Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland. Die Grundrechte. <https://www.bundestag.de/gg>.
- BMVI (2017): Bundesminister überreicht Förderbescheide für Masterpläne / „Sonderbeauftragter Sofortprogramm Saubere Luft“. Pressemitteilung 168/2017. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/168-schmidt-unbuerokratische-hilfe-kommunen.html>.
- GeoPortal Stadt Wuppertal (2018): Verkehrsdaten 2013. [http://geoportal.wuppertal.de/deegree/invoke.jsp?wmc=wmc\\_VERKEHRSELASTUNG](http://geoportal.wuppertal.de/deegree/invoke.jsp?wmc=wmc_VERKEHRSELASTUNG).
- DUH (2018): Klagen für Saubere Luft. Hintergrundpapier. 28.05.2018. [https://www.right-to-clean-air.eu/fileadmin/Redaktion/PDFs/Download/2018-05-29\\_Hintergrundpapier\\_Right-to-Clean-Air\\_D.pdf](https://www.right-to-clean-air.eu/fileadmin/Redaktion/PDFs/Download/2018-05-29_Hintergrundpapier_Right-to-Clean-Air_D.pdf).
- DUH (2016): Internetauftritt der Deutschen Umwelthilfe. Pressemitteilung vom 13.09.2016. Deutsche Umwelthilfe erwirkt bahnbrechendes Urteil vor dem Verwaltungsgericht Düsseldorf: Diesel-Fahrverbote sind unausweichlich. <https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/deutsche-umwelthilfe-erwirkt-bahnbrechendes-urteil-vor-dem-verwaltungsgericht-duesseldorf-diesel-fa/>.
- LAI (2004): Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI). Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe. <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheit/pdf/LAI2004.pdf>.
- LANUV NRW (2018a ): Internetauftritt des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Wirkungen von Benzol. [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltmedizin/wirkungen\\_von\\_luftschadstoffen/schadstoffe/benzol/](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltmedizin/wirkungen_von_luftschadstoffen/schadstoffe/benzol/).
- LANUV NRW (2018b): Internetauftritt des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Wirkungen von Feinstaub. [https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltmedizin/wirkungen\\_von\\_luftschadstoffen/schadstoffe/feinstaub\\_pm10/](https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/umweltmedizin/wirkungen_von_luftschadstoffen/schadstoffe/feinstaub_pm10/).
- LANUV NRW (2018c): Internetauftritt des Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Einzelwerte kontinuierlicher Messungen. <https://www.lanuv.nrw.de/umwelt/luft/immissionen/berichte-und-trends/einzelwerte-diskontinuierlicher-messungen/>.
- LANUV NRW (2010): Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung. Oktober 2010. [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheit/schadstoffe/gesundheitliche\\_wirkungen.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/gesundheit/schadstoffe/gesundheitliche_wirkungen.pdf).
- RVR – Regionalverband Ruhr (2017): Bericht zur Lage der Umwelt in der Metropole Ruhr. S. 76 ff.. Essen. <https://shop.rvr.ruhr/media/pdf/bf/bc/97/Bericht-zur-Lage-der-Umwelt-2017.pdf>.

- UBA (2018a): Internetauftritt des Umweltbundesamtes. Themenseite Emission von Feinstaub der Partikelgröße PM<sub>2,5</sub>. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/emission-von-feinstaub-der-partikelgroesse-pm25#textpart-1>.
- UBA (2018b): Internetauftritt des Umweltbundesamtes. Themenseite Feinstaub. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschaedstoffe/feinstaub>.
- UBA – Umweltbundesamt (2018c): Wie sehr beeinträchtigt Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland?. Fact Sheet. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba\\_factsheet\\_krankheitslasten\\_no2.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_factsheet_krankheitslasten_no2.pdf).
- UBA (2017): Internetauftritt des Umweltbundesamtes. Themenseite Gesundheitsrisiken der Bevölkerung durch Feinstaub. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-der-bevoelkerung-durch-feinstaub#textpart-1>.
- UBA - Umweltbundesamt (2013): Benzol. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschaedstoffe/benzol>.
- UBA – Umweltbundesamt (2009): Feinstaubbelastung in Deutschland. Dessau Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3565.pdf>.