

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Fortbildungsveranstaltung für den ÖGD 2021

Luftqualität 2020 – Situation und Quellanalyse

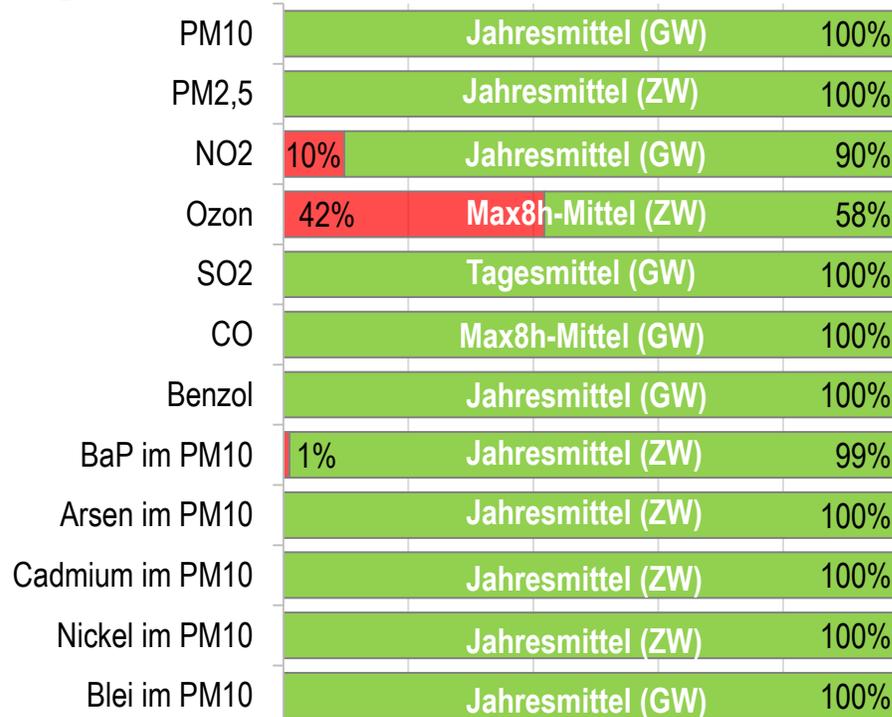
Ute Dauert

Umweltbundesamt

Fachgebiet II 4.2 „Beurteilung der Luftqualität“

Welche Schadstoffe sind das Problem? Rückblick: Überschreitung geltender Grenzwerte in 2019

Schutzgut: Menschliche Gesundheit



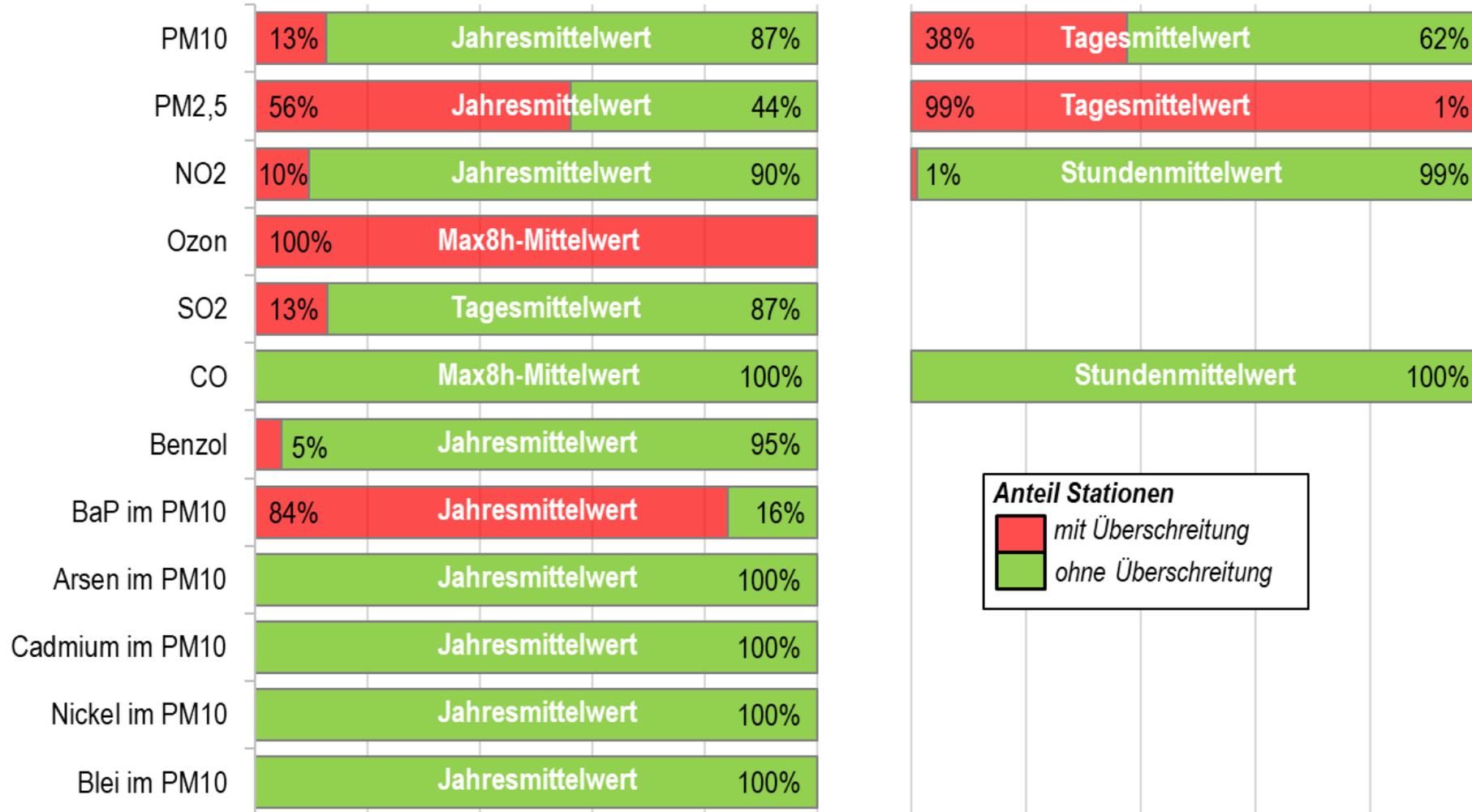
Schutzgut: Vegetation/Ökosysteme



| | |
|--------------------------------------|---------------------|
| GW ... | Grenzwert |
| ZW ... | Zielwert |
| LZ ... | Langzeitzielwert |
| Anteil Stationen | |
| ■ | mit Überschreitung |
| ■ | ohne Überschreitung |



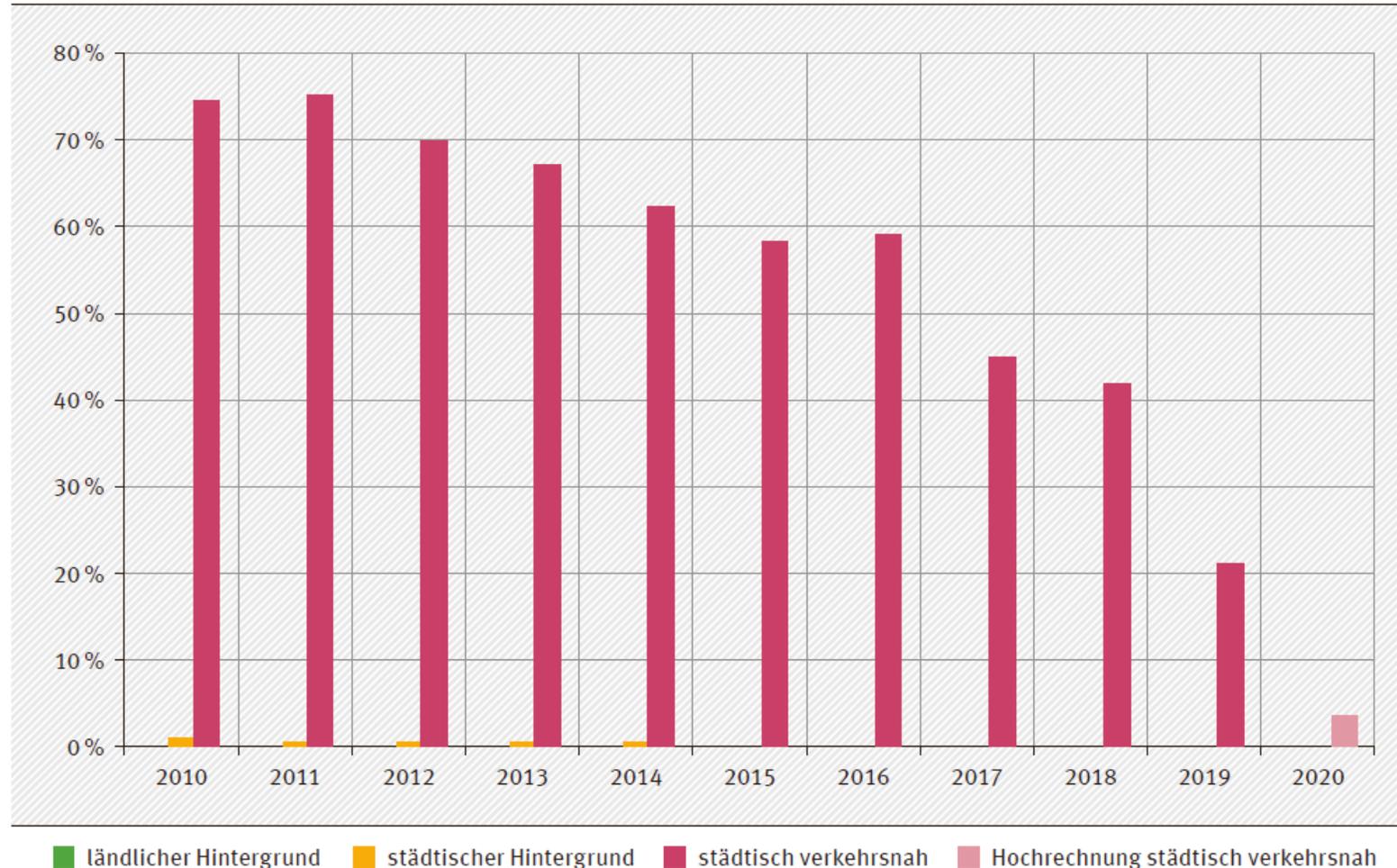
Welche Schadstoffe sind das Problem? Rückblick: Überschreitung WHO-Empfehlungen in 2019



Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid (NO₂) - Überschreitungen des Grenzwertes in Bezug auf das Jahresmittel

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes für das NO₂-Jahresmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2010–2020



- Ca. 400 automatisch messende Stationen insgesamt, **Stand 1.2.2021**
- **3-4 % der verkehrsnahen Stationen** über dem Grenzwert für das Jahresmittel
- Aktueller Datenstand: **zwei Städte** über dem Grenzwert; München und Hamburg
- Nach Auswertung der im Labor analysierten 140 Passivsammler Überschreitungen in **weniger als 10 Städten** zu erwarten
- 2019: 25 Städte über dem Grenzwert
- Keine Überschreitung des Grenzwertes für das Stundenmittel

EU-Grenzwert:

40 µg/m³ im Jahresmittel
200 µg/m³ im Stundenmittel; 18 Überschreitungsstunden zulässig

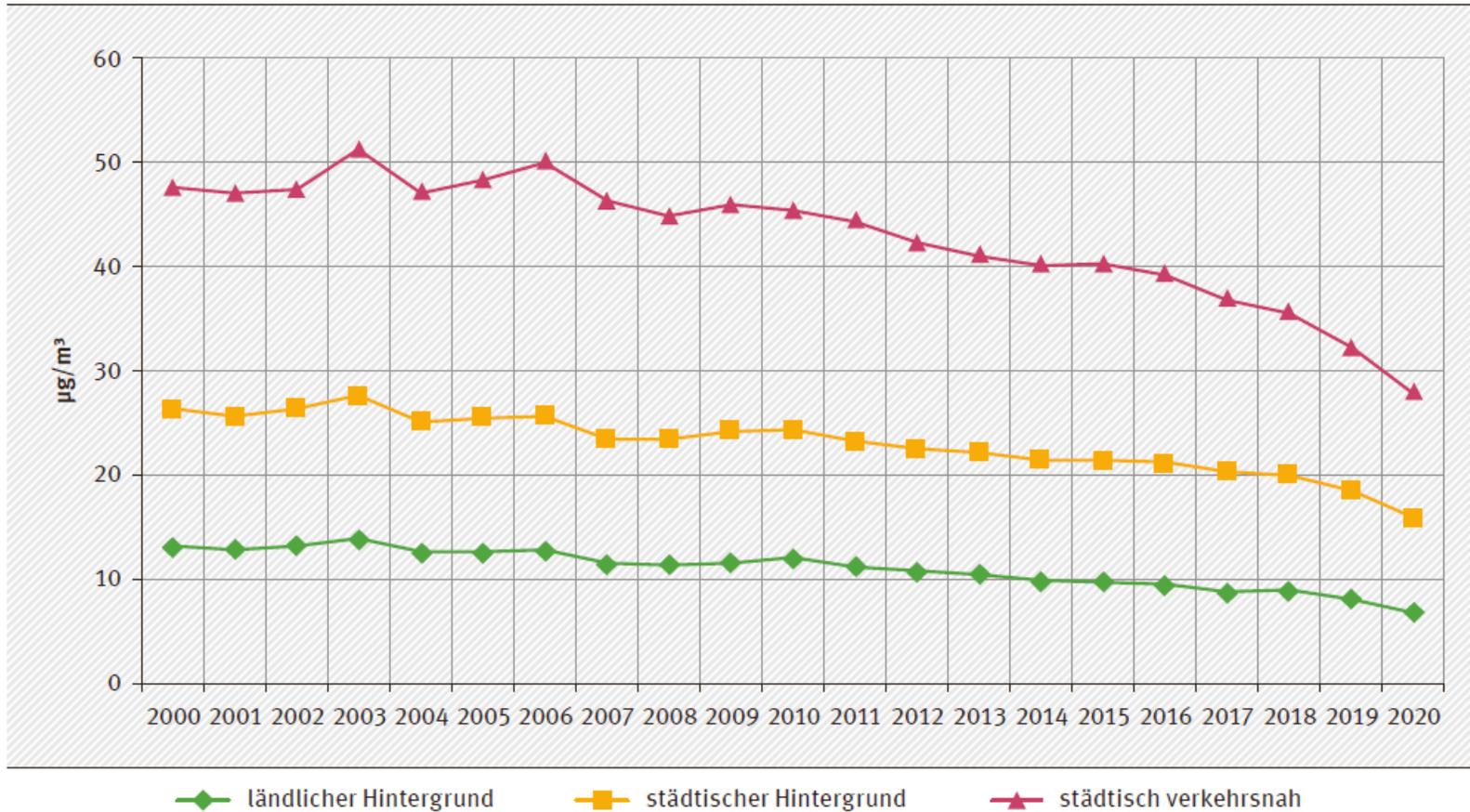
WHO-Empfehlung:

40 µg/m³ im Jahresmittel
200 µg/m³ im Stundenmittel; keine Überschreitungsstunden zulässig

Entwicklung der Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte

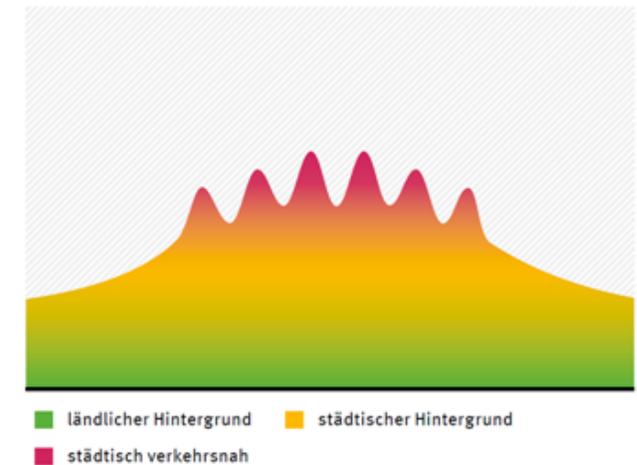
Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2020



- Rückgang der **mittleren** NO₂-Konzentrationen überall - in Städten, auf dem Land und an viel befahrenen Straßen – d. h. kein lokales Phänomen sondern **großräumiger Rückgang**
- Stärkster Rückgang um mehr als 4 µg/m³ von 2019 auf 2020 an verkehrsnahen Messstationen

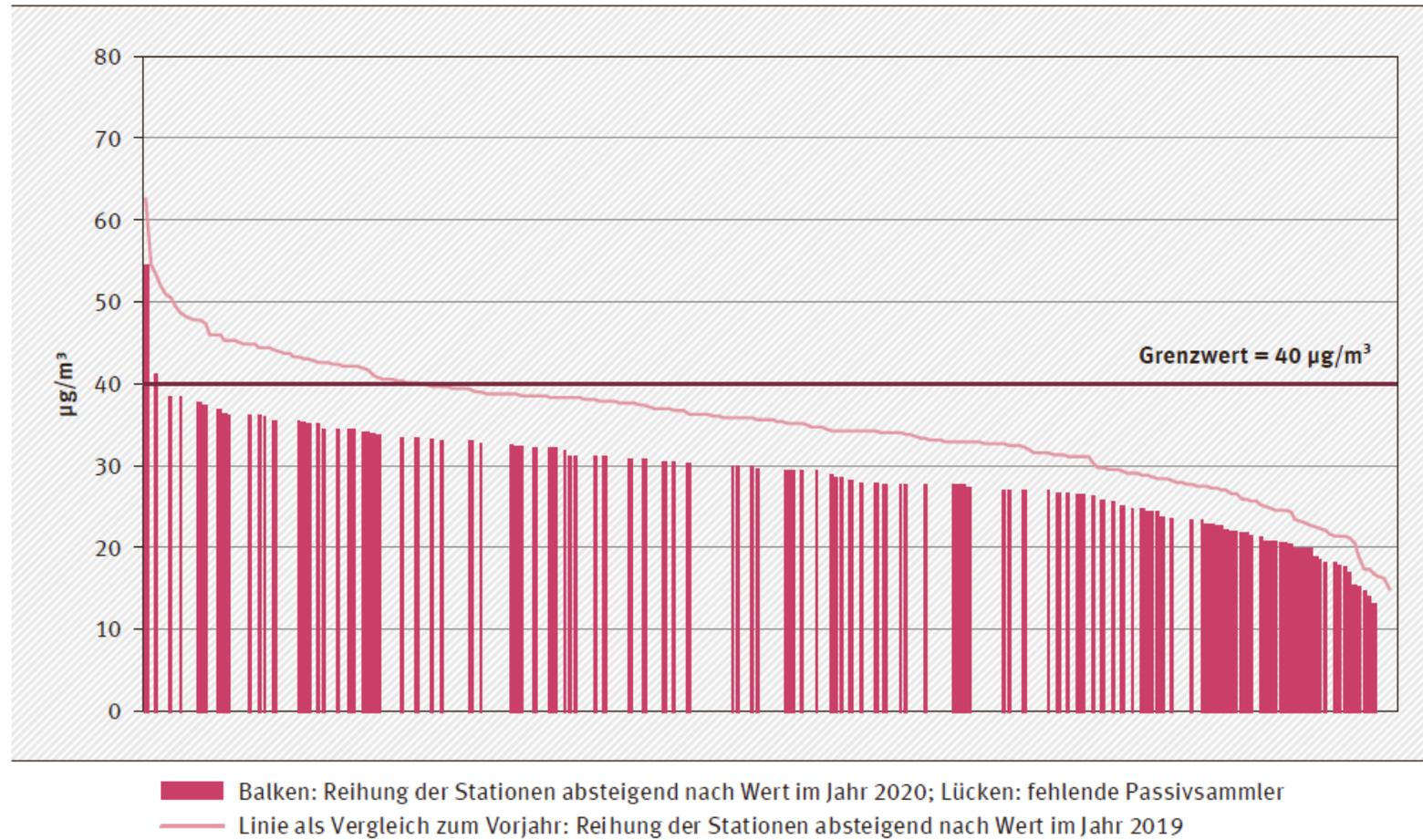
Schematische Darstellung der Belastungsregimes
modifiziert nach Lenschow²



Quelle: Umweltbundesamt 2021

Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte 2020 (Stand 1.2.2021)

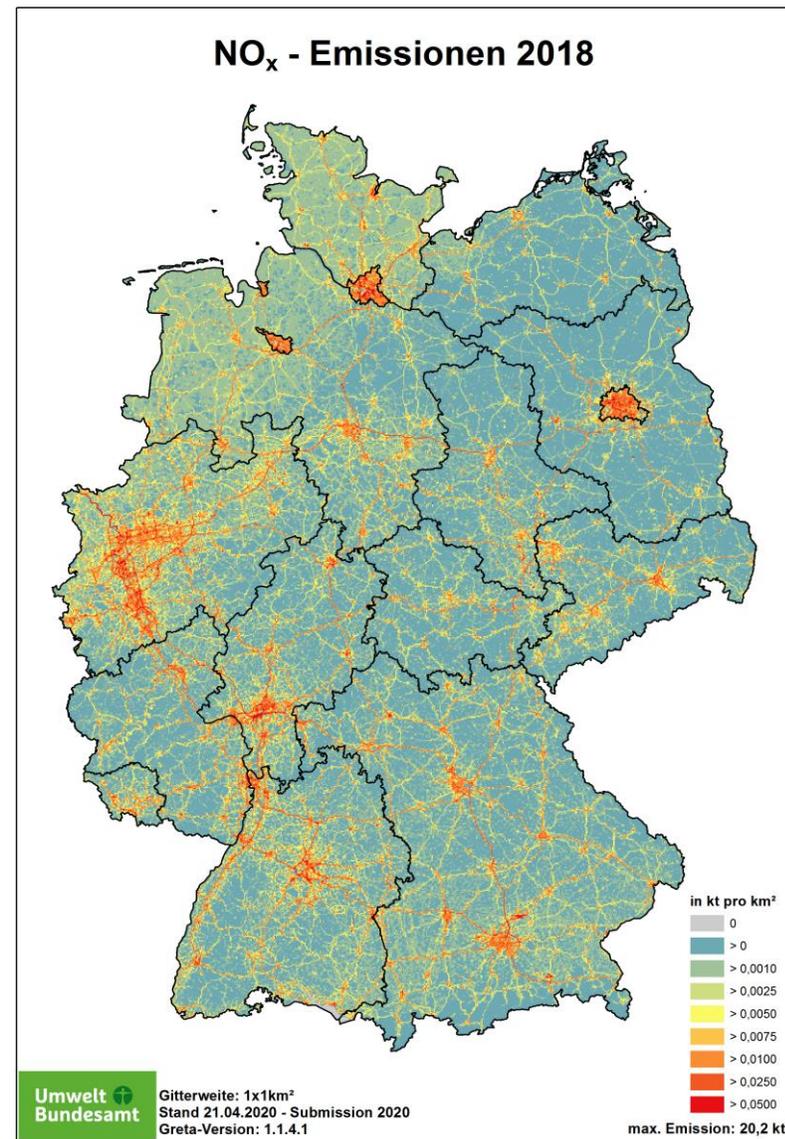
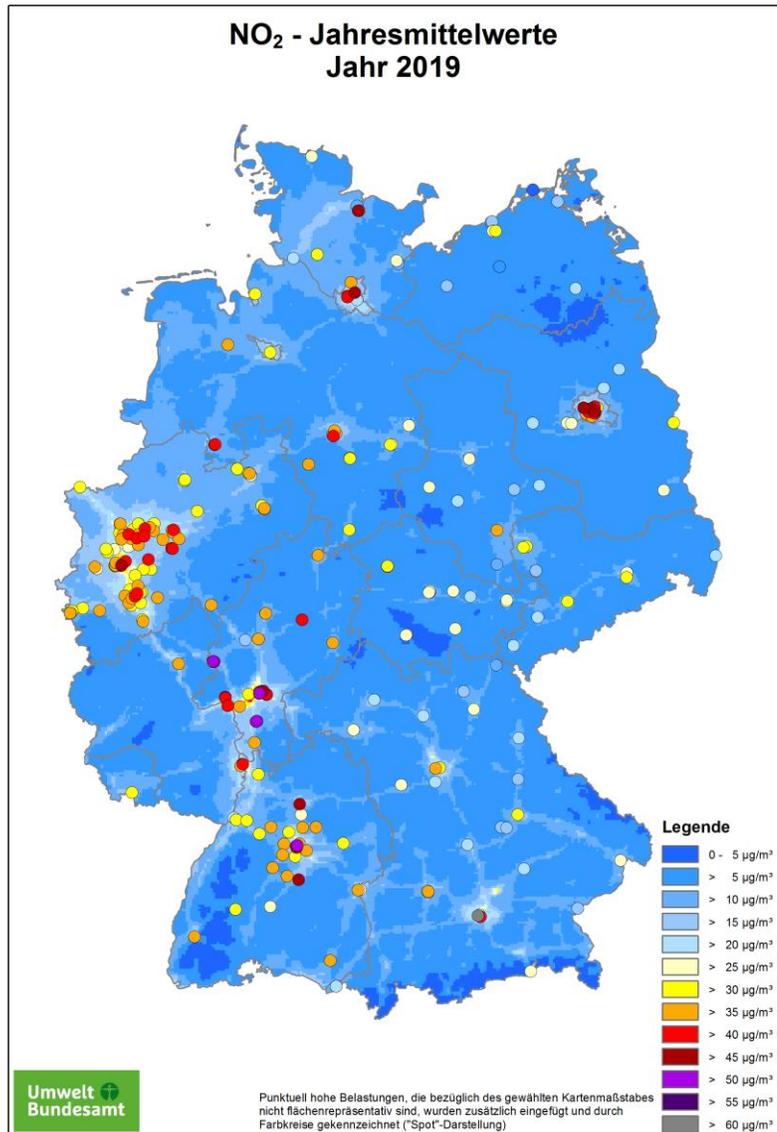
NO₂-Jahresmittelwerte 2020 aller verkehrsnaher Messstationen



- Balken: Jahresmittelwerte 2020 der automatisch messender Stationen, absteigend sortiert
- Stationen mit Passivsammlern, deren Daten erst im Laufe des Jahres 2021 vorliegen, sind anhand der Daten für 2019 als Lücke eingeordnet
- Linie als Vergleich zum Vorjahr

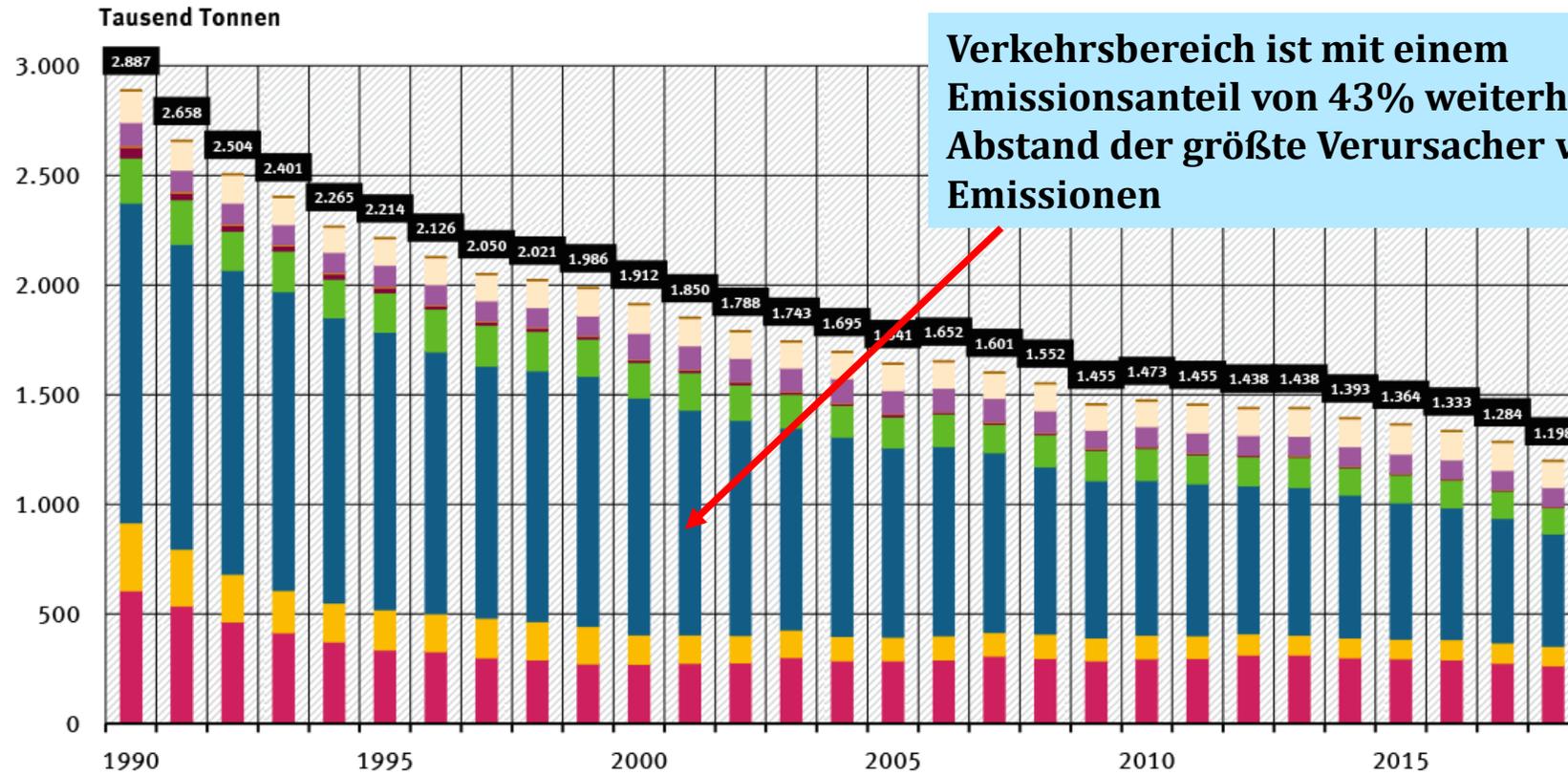
➔ Rückgang der verkehrsnah gemessenen NO₂-Konzentrationen nicht nur an hoch belasteten Stationen sondern auch im mittleren und niedrigeren Konzentrationsbereich

NO₂-Konzentrationen – räumliche Verteilung



Stickstoffoxid-Emissionen

Stickstoffoxid (NO_x, gerechnet als NO₂) -Emissionen nach Quellkategorien



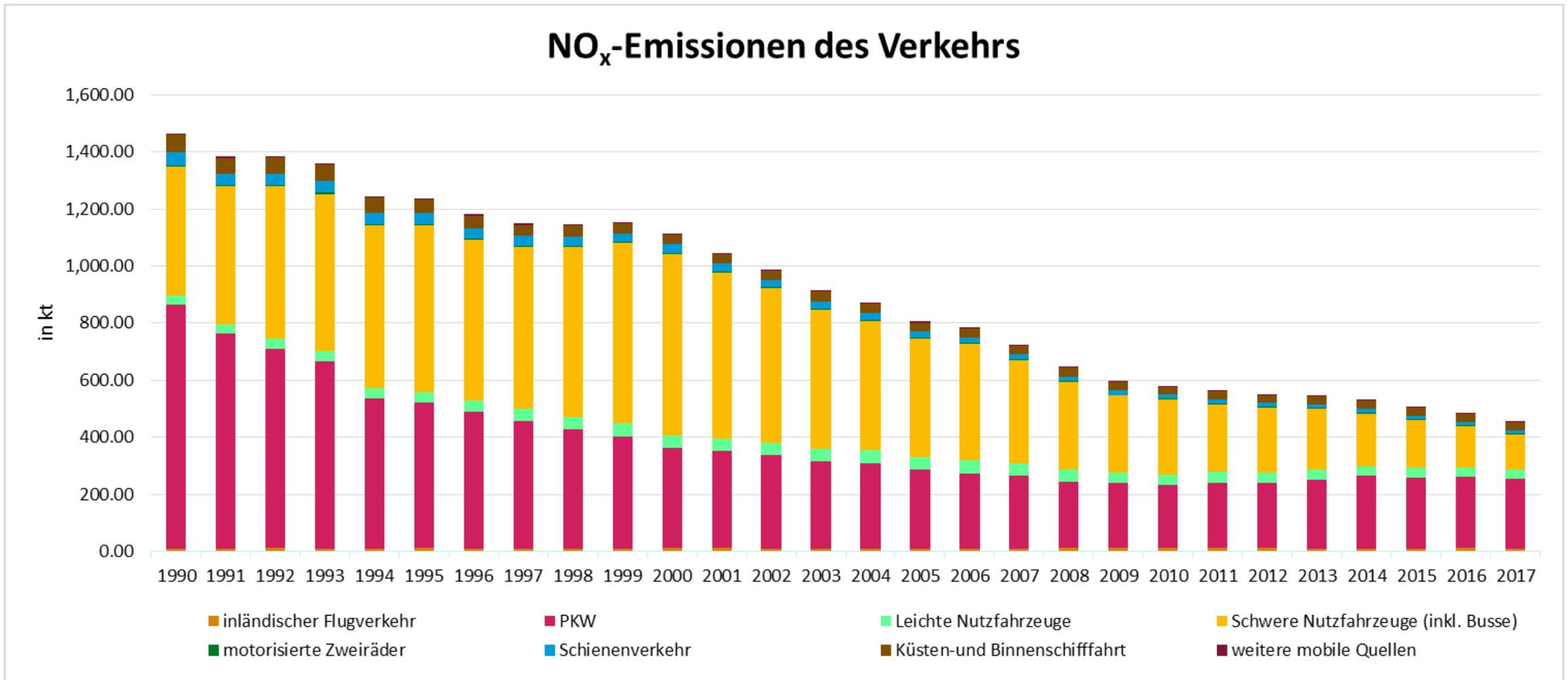
Verkehrsbereich ist mit einem Emissionsanteil von 43% weiterhin mit Abstand der größte Verursacher von NO_x-Emissionen

- Energiewirtschaft
- Verarbeitendes Gewerbe
- Verkehr
- Haushalte und Kleinverbraucher
- Militär und weitere kleine Quellen
- Diffuse Emissionen von Brennstoffen
- Industrieprozesse
- Landwirtschaft
- Abfall und Abwasser

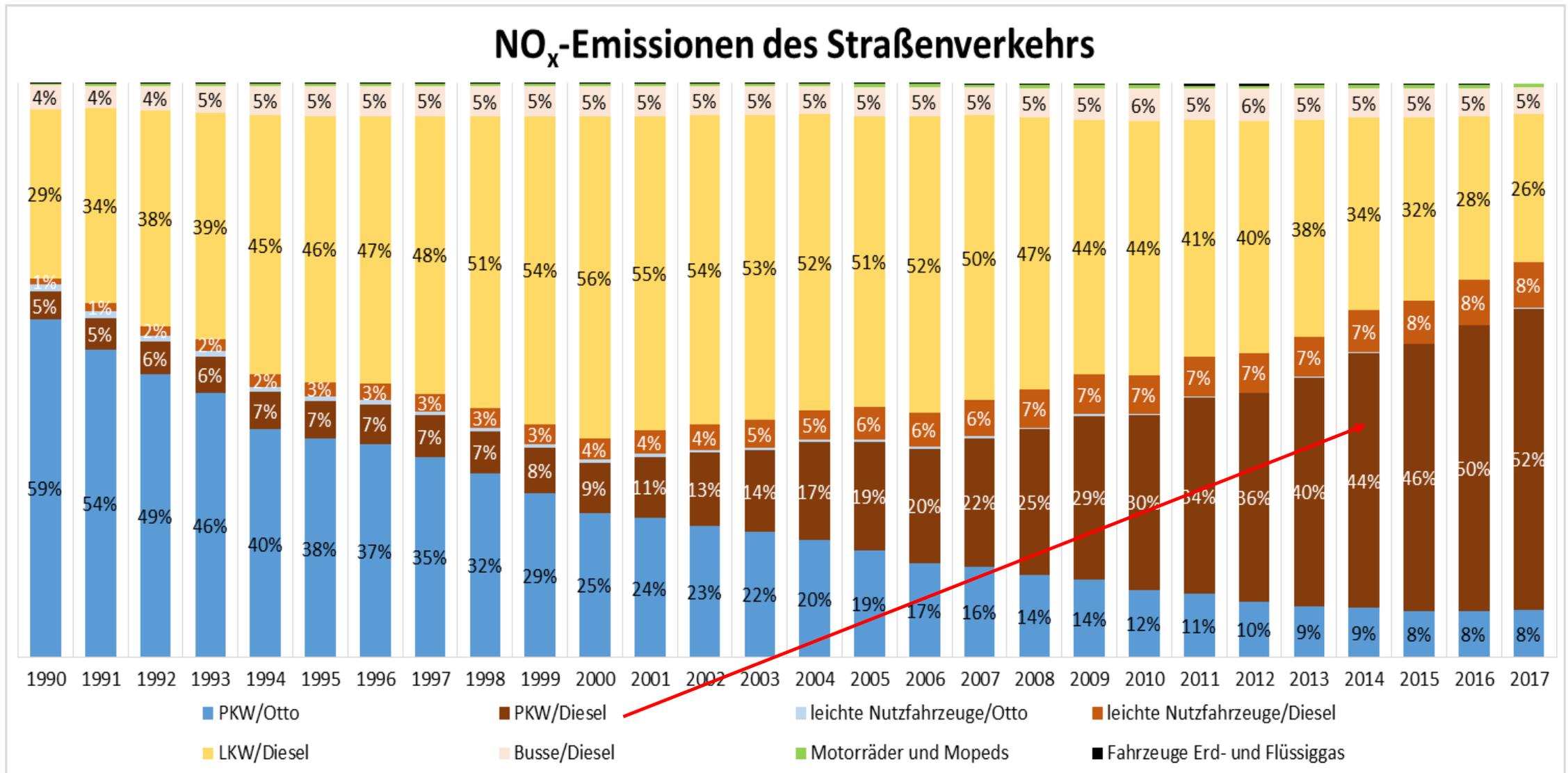
Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 02/2020)

Stickstoffoxid-Emissionen – Verkehr (absolute Anteile)

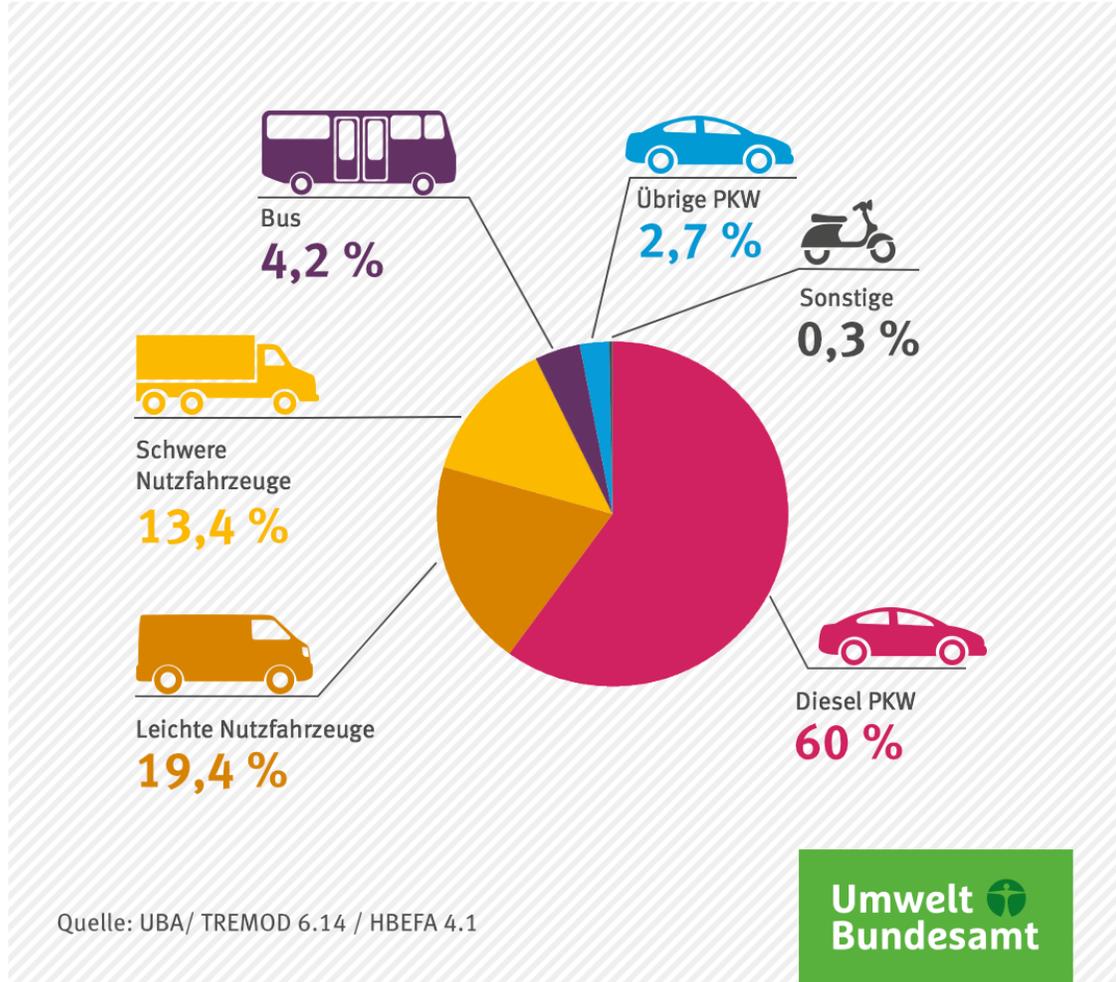


Stickstoffoxid-Emissionen – Straßenverkehr (relative Anteile)

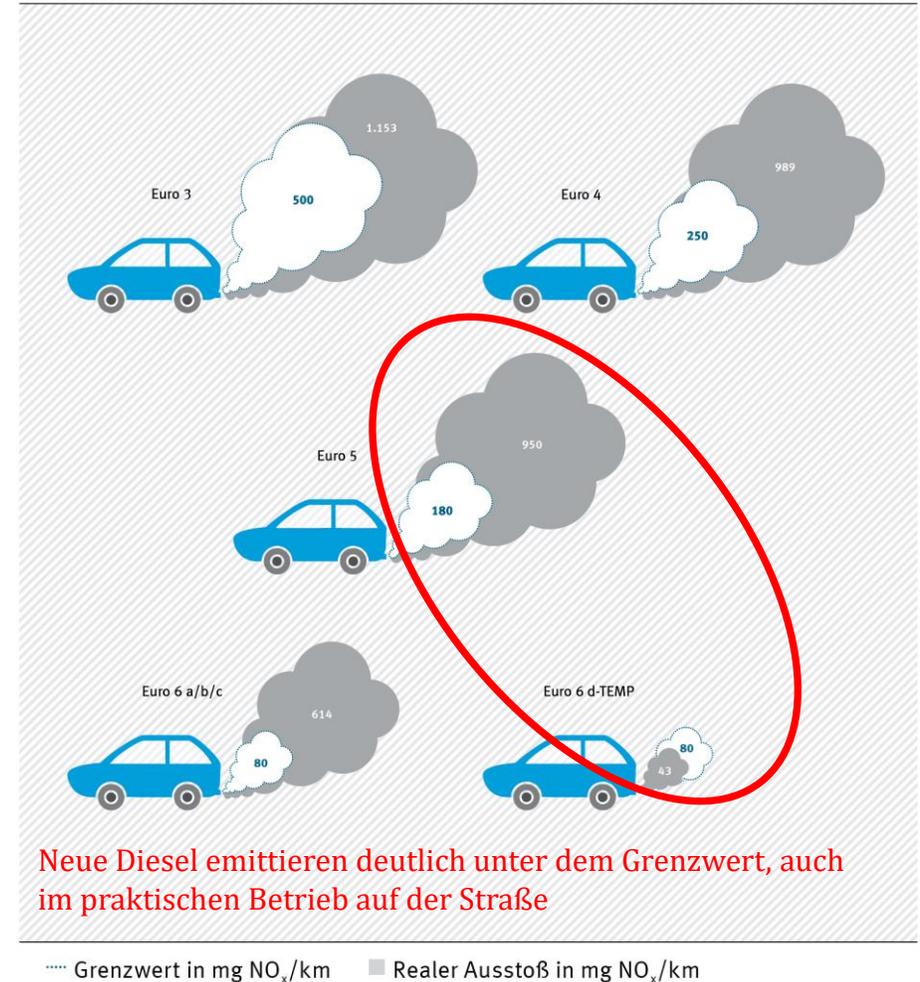


Diesel-Pkw – Hauptquelle für Stickstoffdioxidbelastung in Städten

Stadtverkehr: Diesel-Autos stoßen das meiste NO₂ aus

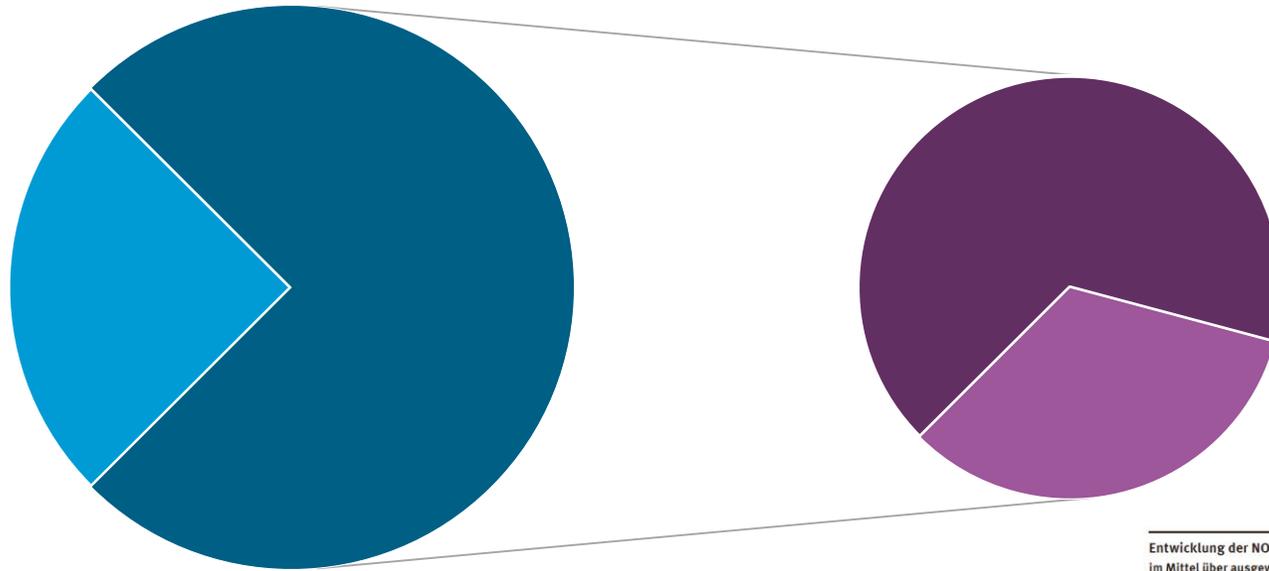


Durchschnittliche reale NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw verschiedener Schadstoffklassen im Vergleich zu deren Grenzwerten Gemittelt über alle Straßenkategorien und Temperaturen



Neue Diesel emittieren deutlich unter dem Grenzwert, auch im praktischen Betrieb auf der Straße

Gründe für den Rückgang der NO₂-Belastung

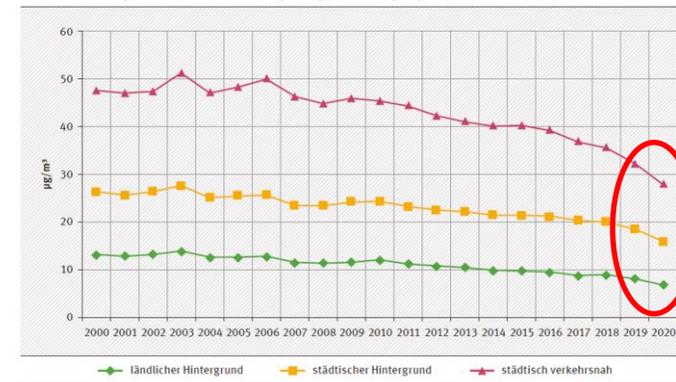


■ Sonstige Maßnahmen ■ Flottenerneuerung ■ Softwareupdates

Grobe Abschätzung

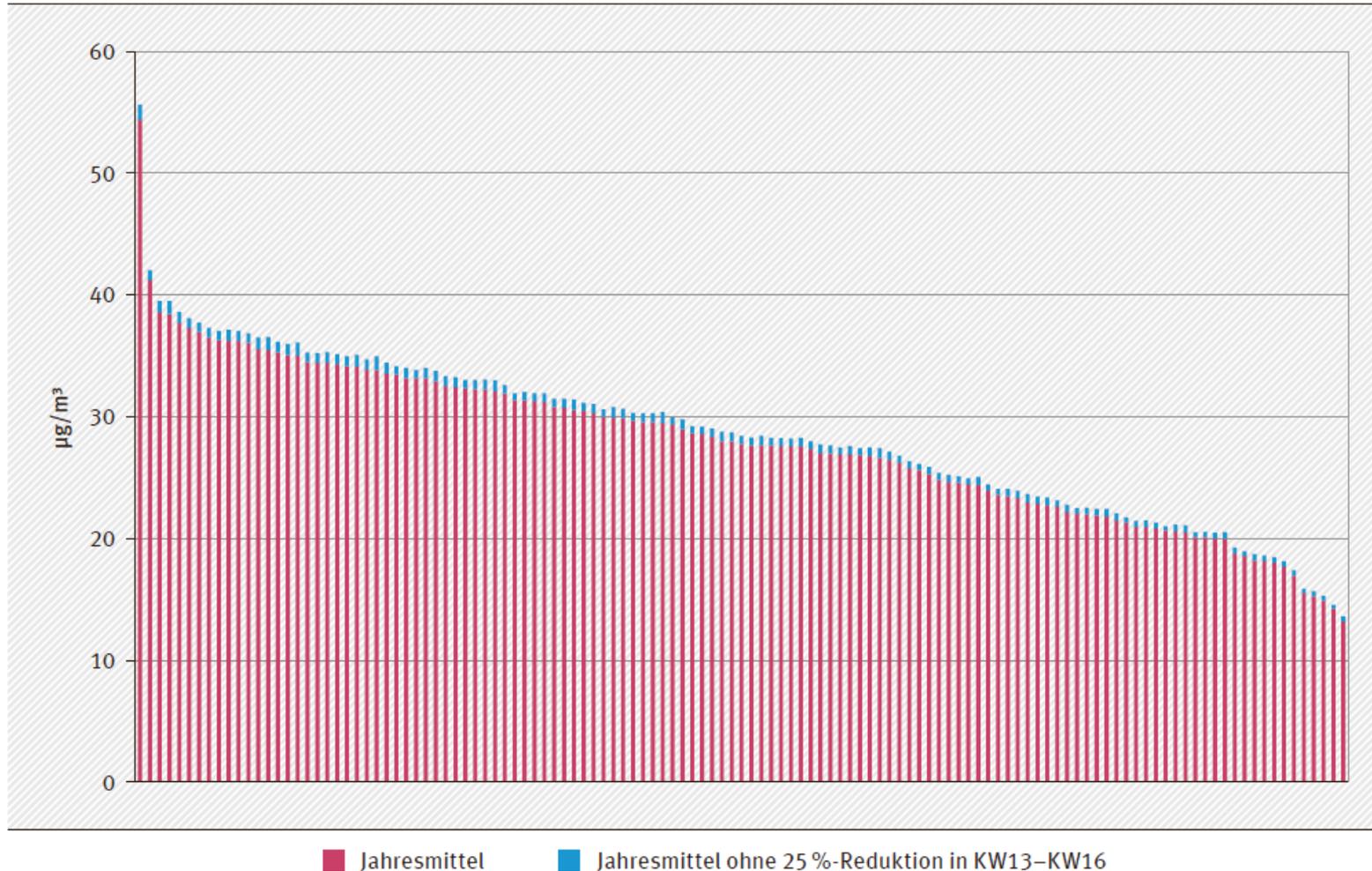
- mehr als 4 µg/m³ Rückgang der **mittleren** NO₂-Konzentrationen verkehrsnah
- **Modellierungen** zeigen:
 - ca. 1 µg/m³ auf Softwareupdates
 - ca. 2 µg/m³ auf Flottenerneuerung
 - ca. 1 µg/m³ lokale Maßnahmen in Städten, Auswirkungen der Maßnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie u.w., Wittereinfluss
- Lokal, also an einzelnen Messstationen, können die Rückgänge deutlich größer aber auch geringer ausfallen

Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2020



Lockdown im Frühjahr nur mit geringer Auswirkung auf die Luftqualität

Verkehrsnaher NO₂-Jahresmittelwert 2020 aller stündlich messenden Stationen



- Bundesweiter Lockdown 23.3.-19.4.2020 (KW13-KW16)
- Einschränkungen in der Industrie, vor allem aber **Reduktion des Verkehrs**
- Verkehrsrückgang in Städten um 20-50%, vor allem Pkw
- Rückgang der NO₂-Konzentrationen an verkehrsnahen Stationen um **20-30 Prozent im Zeitraum des 4-wöchigen Lockdowns**
- Da Zeitraum der Reduktion nur kurz war, ist die Auswirkung auf die Jahresmittelwerte auch erwartungsgemäß gering
- Auswirkung vor allem auf die NO₂-Konzentrationen, da der Straßenverkehr in den Städten die Hauptquelle ist

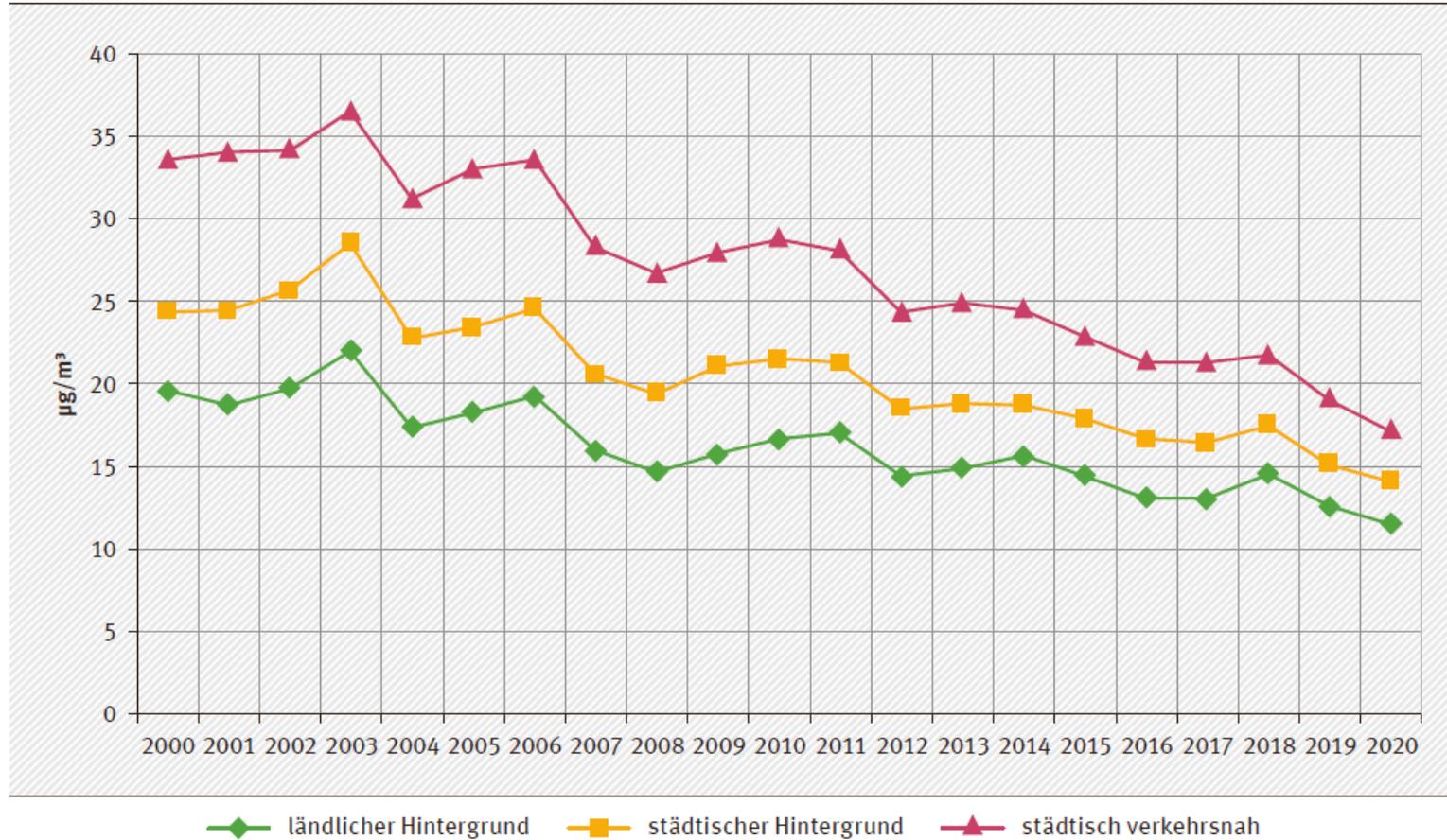
Für die Grafik: Annahme eines mittleren Rückgangs von 25% im Zeitraum KW13-KW16

Feinstaub

Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte

Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2020



Quelle: Umweltbundesamt 2021

- Rückgang der **mittleren** PM₁₀-Konzentrationen überall – in Städten, auf dem Land, an viel befahrenen Straßen – d. h. kein lokales Phänomen sondern **großräumiger Rückgang**
- Stärkster Rückgang an verkehrsnahen Messstationen
- verkehrsnah heute PM₁₀-Konzentrationen wie sie zu Beginn der 2000er Jahre noch in städtischen Wohngebieten typisch waren
- Keine Grenzwertüberschreitung, aber WHO-Empfehlungen nicht eingehalten
- Günstige Wetterbedingungen in 2020: milder, feuchter Winter ohne typische Wetterlagen mit Feinstaubepisoden

Grenzwerte PM₁₀:

40 µg/m³ im Jahresmittel

50 µg/m³ im Tagesmittel; maximal 35 Überschreitungen

WHO-Empfehlung für PM₁₀:

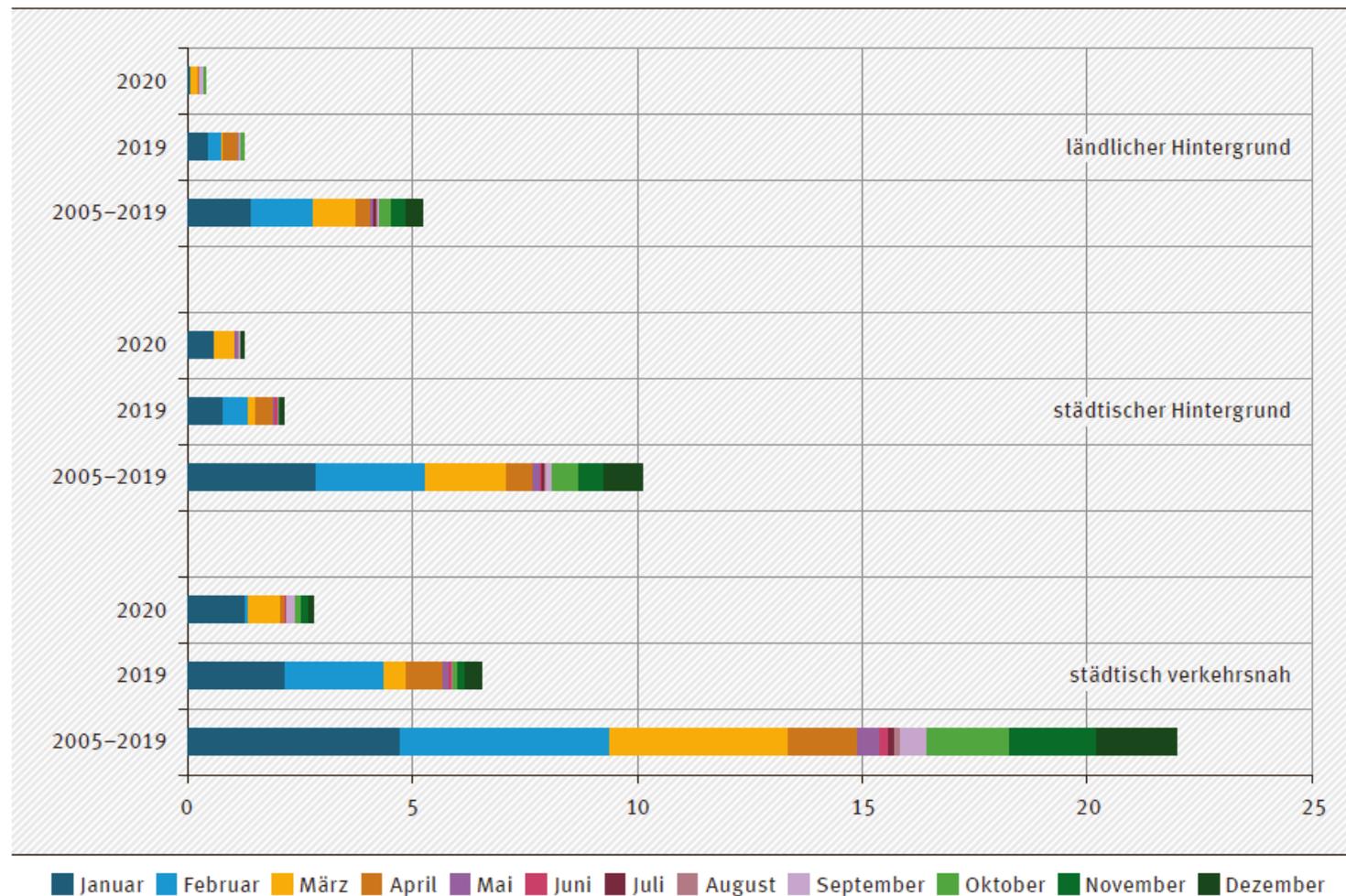
20 µg/m³ im Jahresmittel

50 µg/m³ im Tagesmittel; maximal 3 Überschreitungen

PM₁₀-Überschreitungstage 2020

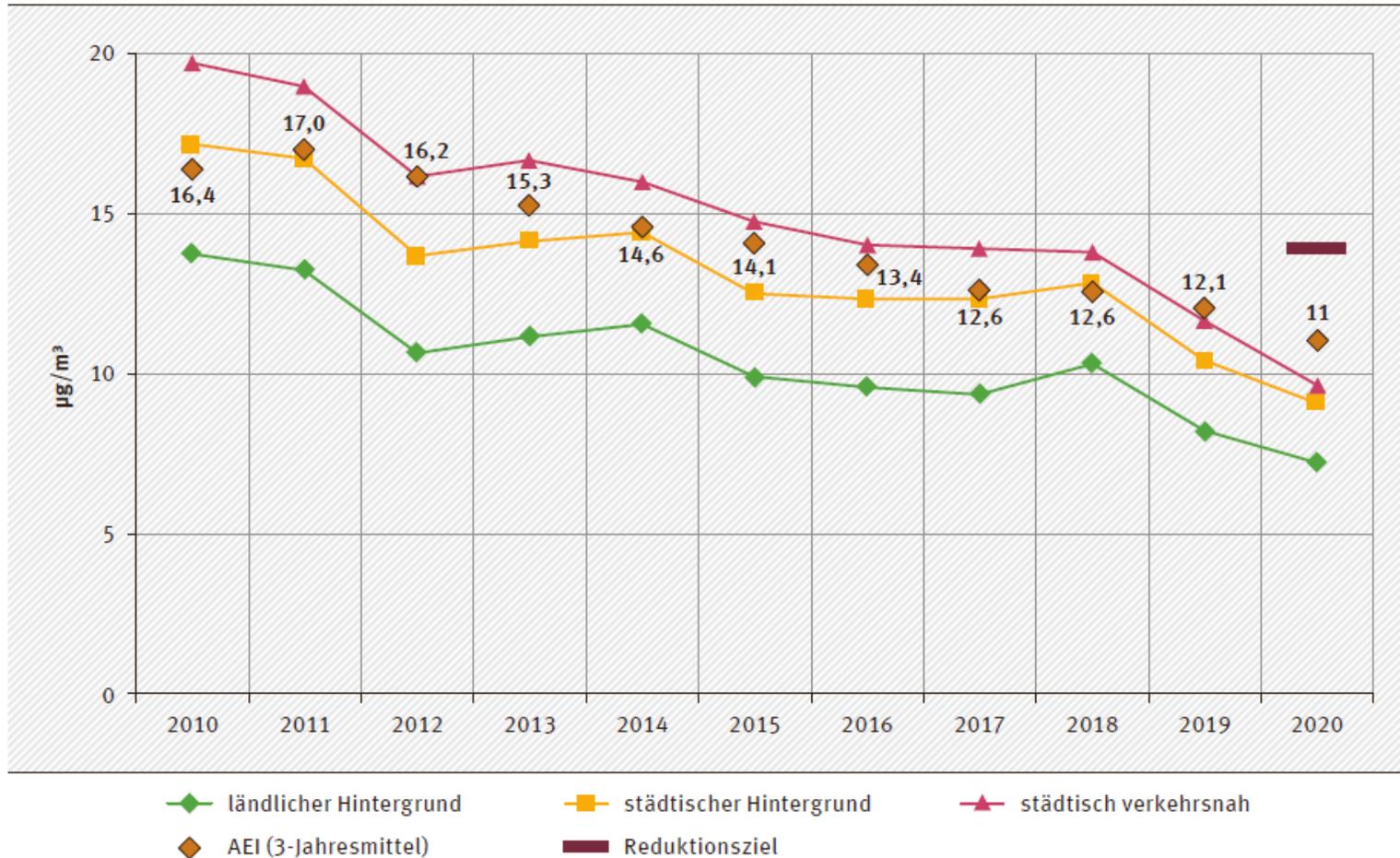
Mittlere Anzahl von PM₁₀-Überschreitungstagen

(Tagesmittelwerte > 50 µg/m³) pro Monat im jeweiligen Belastungsregime, dargestellt für die Jahre 2020, 2019 und den Zeitraum 2005–2019



Entwicklung der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte

Entwicklung der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte und des Average Exposure Indicators (AEI)
im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2010–2020



- Rückgang der **mittleren** PM_{2,5}-Konzentrationen überall – in Städten, auf dem Land, an viel befahrenen Straßen – d. h. kein lokales Phänomen sondern **großräumiger Rückgang**
- keine Grenzwertüberschreitung, Minderungsziel für den AEI erreicht, aber WHO-Empfehlungen nicht eingehalten
- Konzentrationen verkehrsnah und in städtischen Wohngebieten nähern sich an
- Verkehrsnah heute PM_{2,5}-Konzentrationen wie sie zu Beginn der Messungen noch in ländlichen Bereichen typisch waren
- günstige Wetterbedingungen in 2020

Grenzwert PM_{2,5}:

25 µg/m³ im Jahresmittel

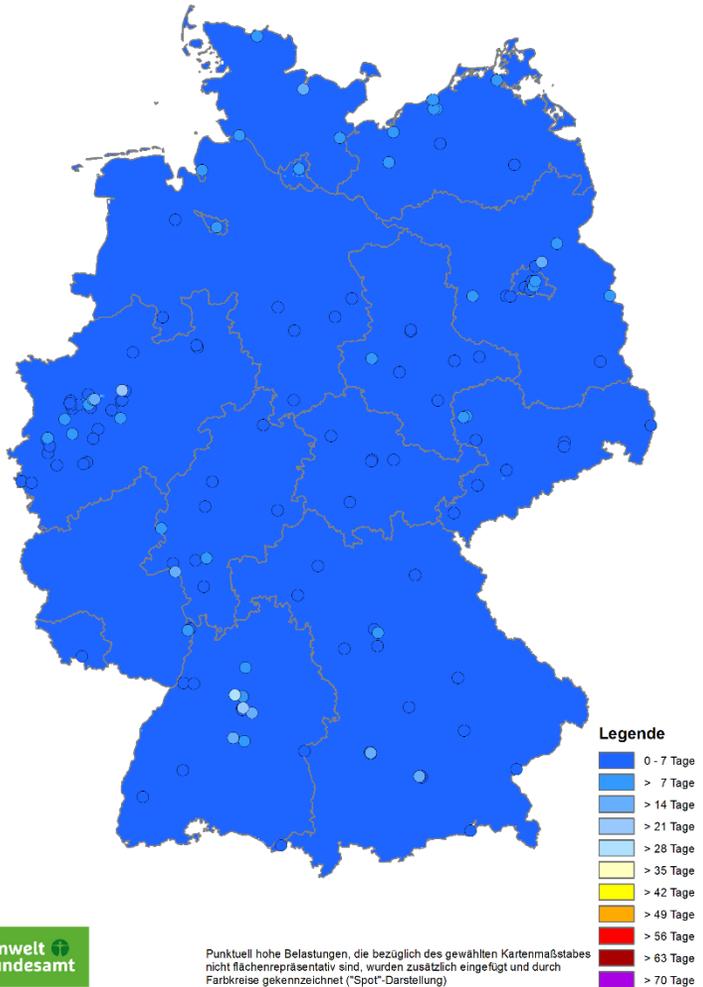
WHO-Empfehlung für PM_{2,5}:

10 µg/m³ im Jahresmittel

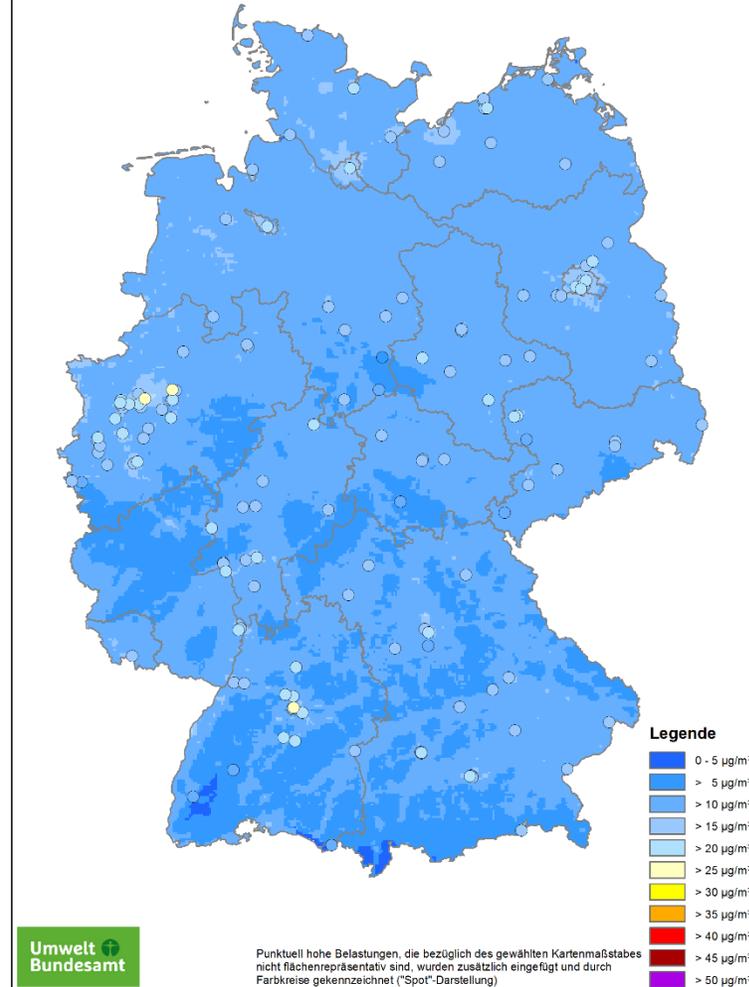
25 µg/m³ im Tagesmittel; maximal 3 Überschreitungen

Feinstaub (PM10) – räumliche Verteilung

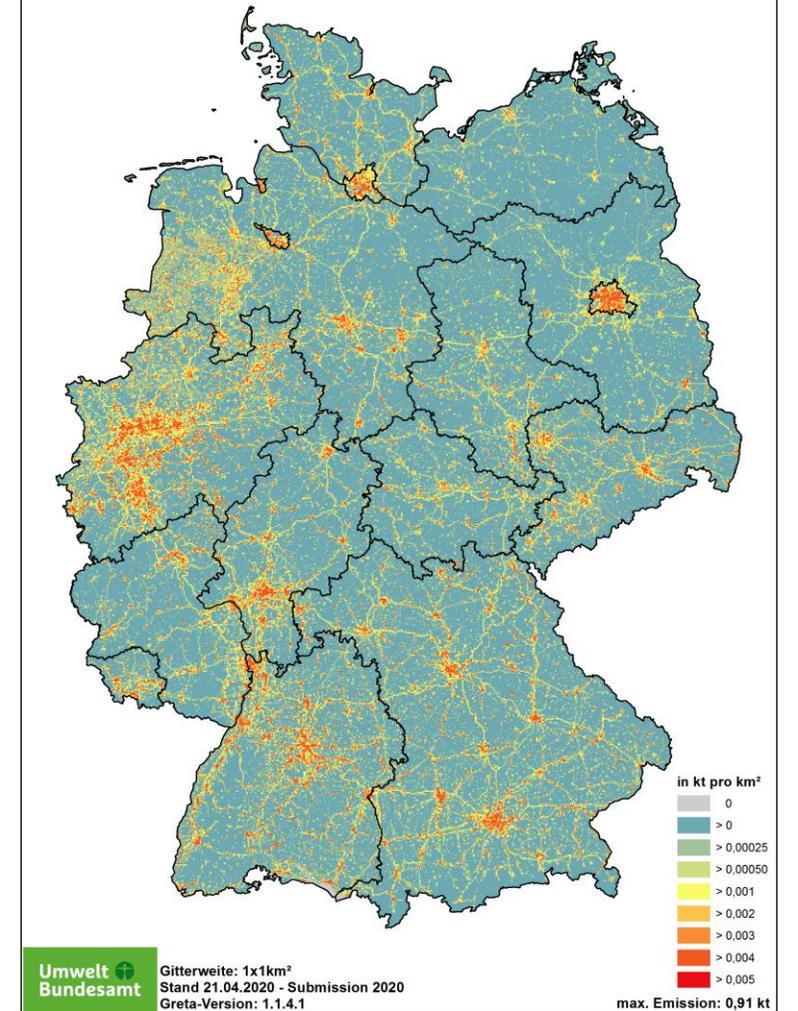
PM₁₀ - Tagesmittelwerte
Zahl von Überschreitungen von 50 µg/m³
Jahr 2019



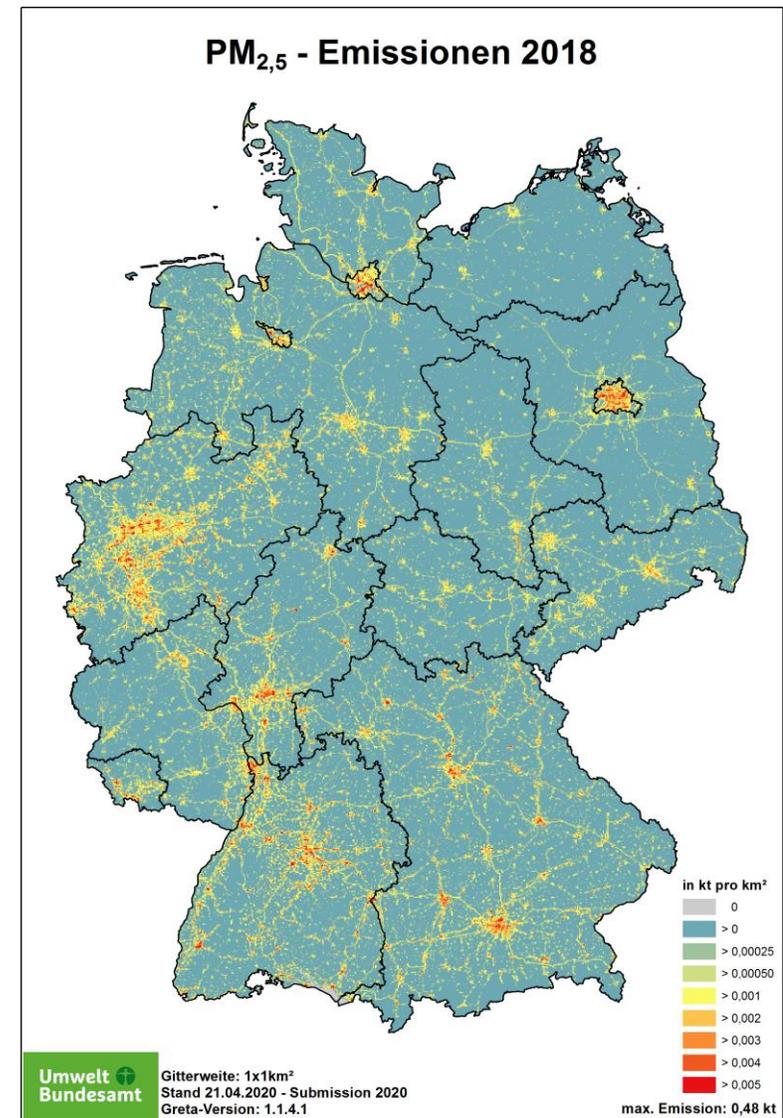
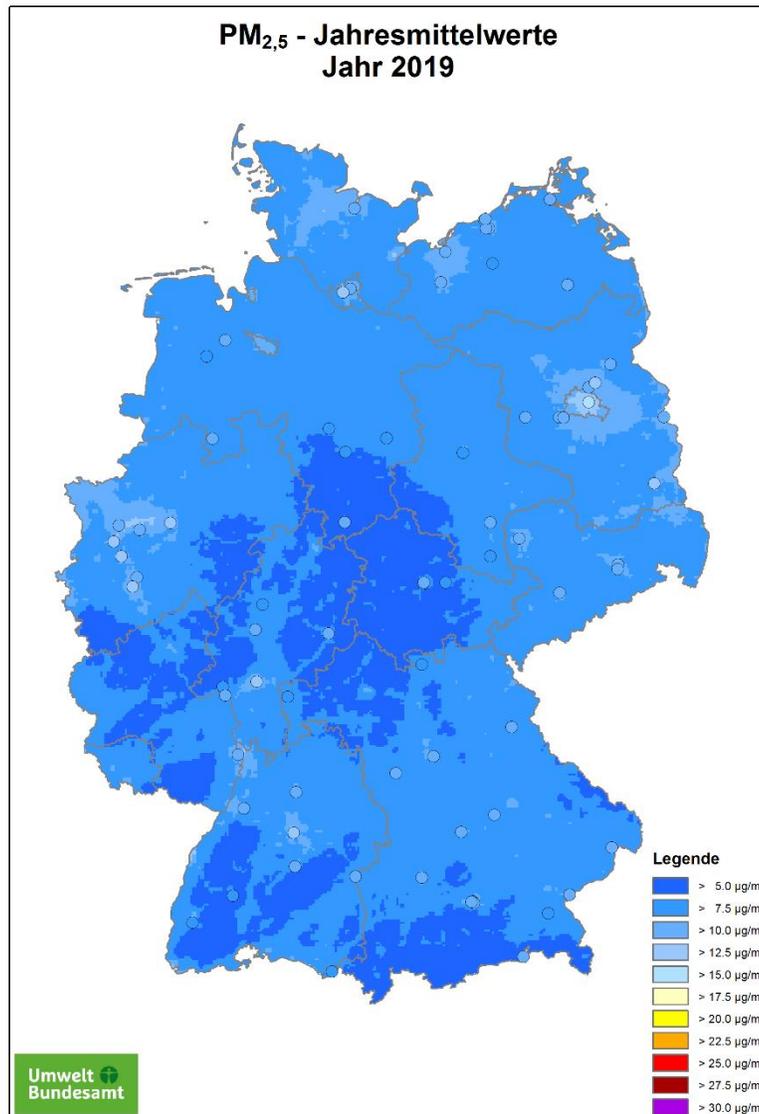
PM₁₀ - Jahresmittelwerte
Jahr 2019



PM₁₀ - Emissionen 2018

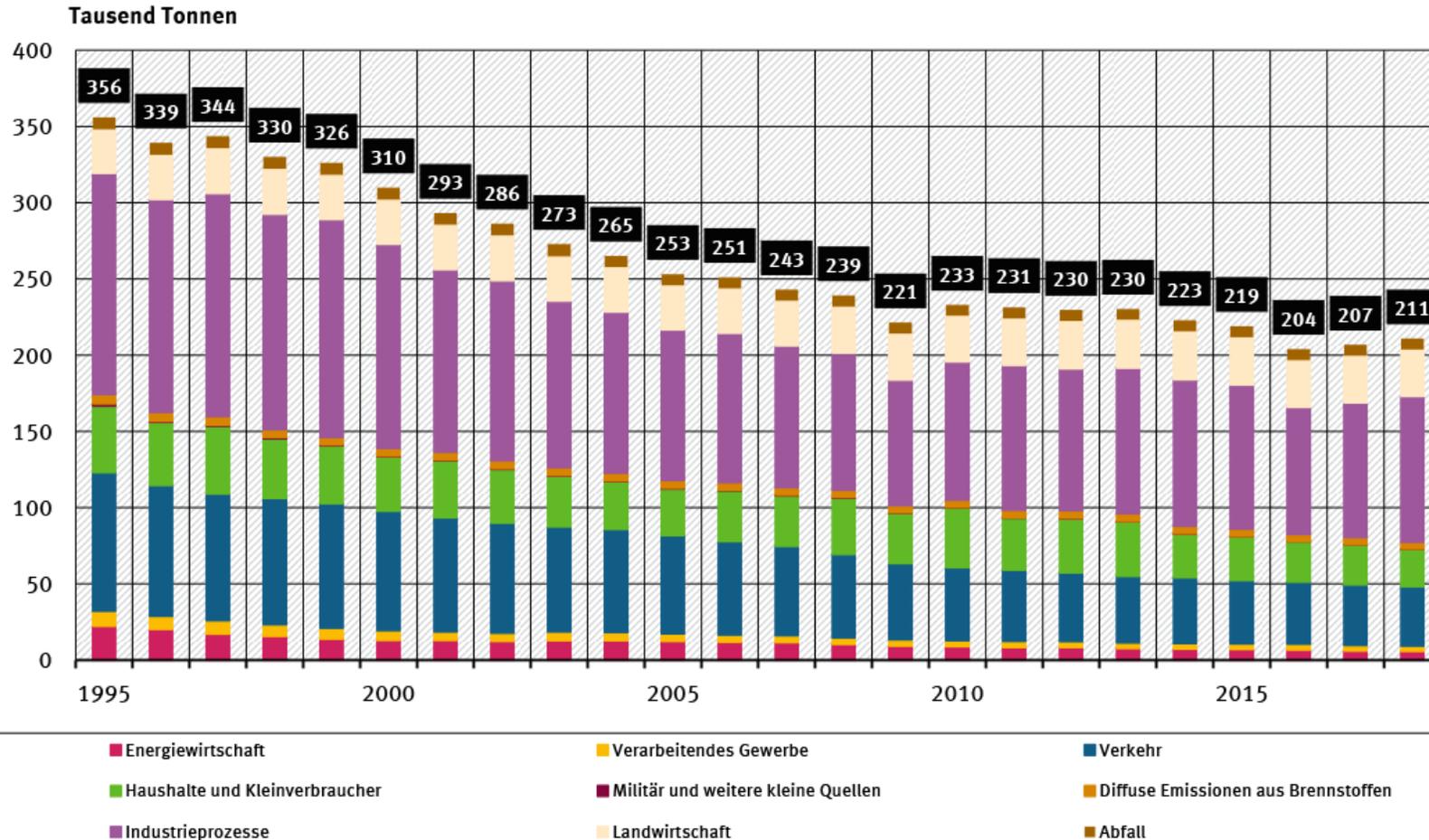


Feinstaub (PM_{2.5}) – räumliche Verteilung



Feinstaub (PM₁₀) – primäre Emissionen

Staub (PM10)-Emissionen nach Quellkategorien

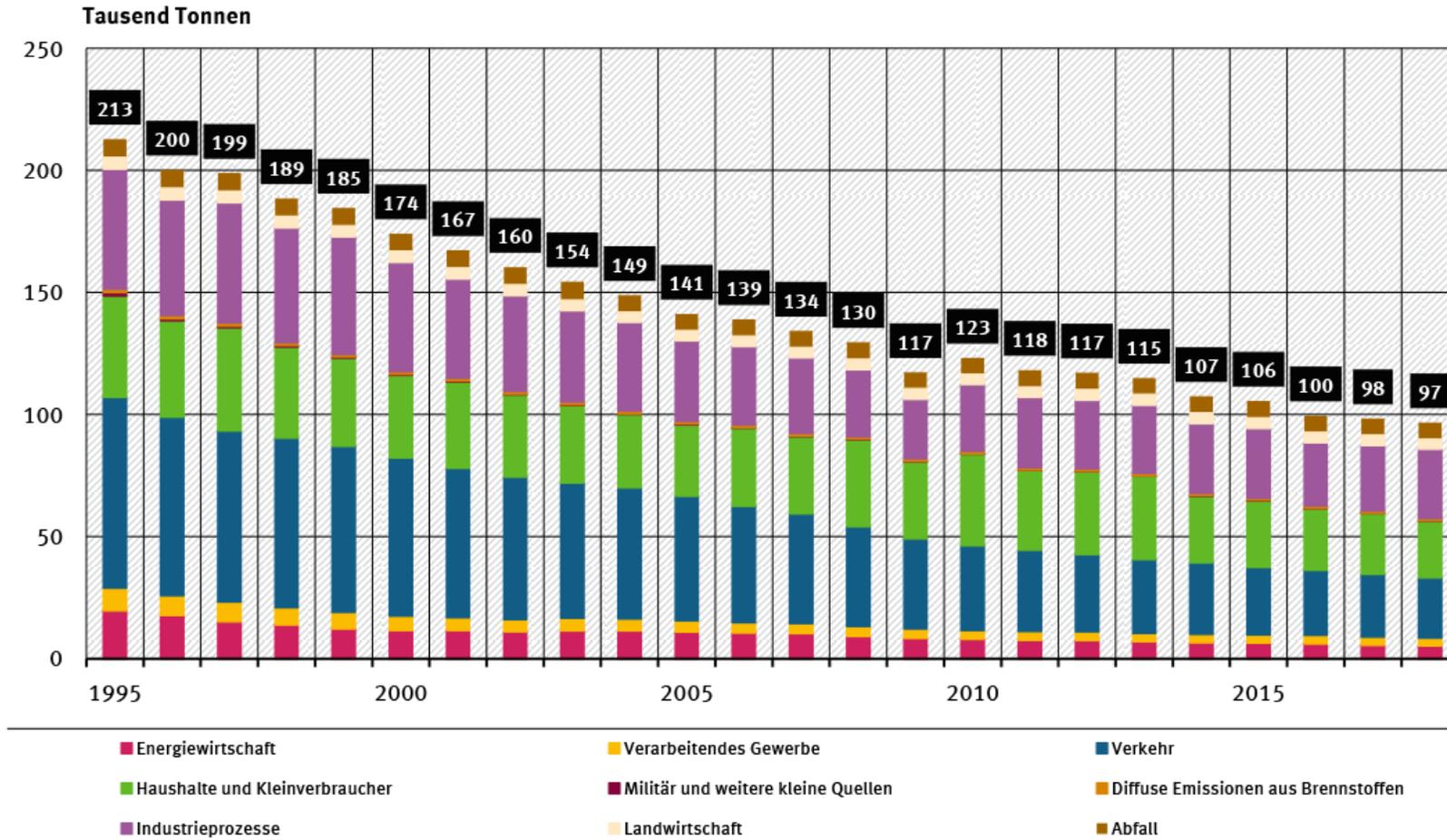


Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr, einschl. Abrieb von Reifen, Bremsen, Straßen
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)
 Industrieprozesse: einschl. diffuse Emissionen von Gewerbe und Handel sowie Schüttgutemissionen
 Lösemittel- und andere Produktverwendung: Feuerwerk, Zigaretten, Grillfeuer

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 02/2020)

Feinstaub (PM_{2,5}) – primäre Emissionen

Staub (PM_{2,5})-Emissionen nach Quellkategorien



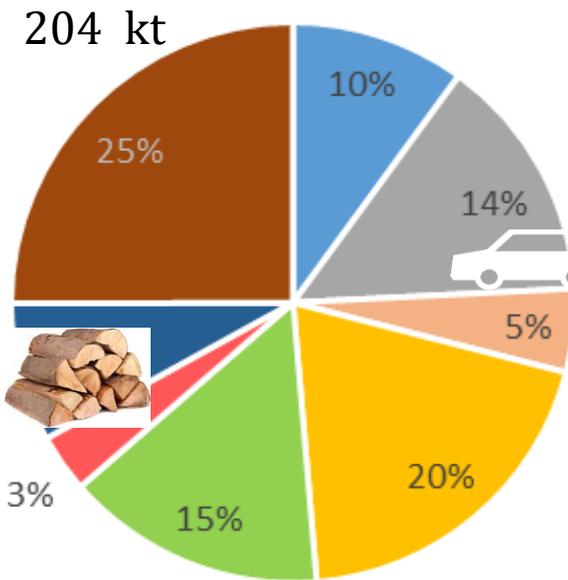
3 Sektoren mit nahezu gleichen Beiträgen!

Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr, einschl. Abrieb von Reifen, Bremsen, Straßen
 Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)
 Industrieprozesse: einschl. diffuse Emissionen von Gewerbe und Handel sowie Schüttgutemissionen
 Lösemittel- und andere Produktverwendung: Feuerwerk, Zigaretten, Grillfeuer

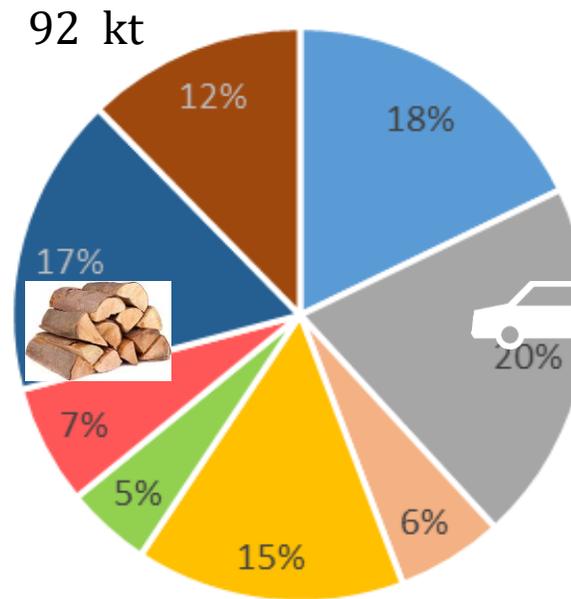
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2018 (Stand 02/2020)

Feinstaub – primäre Emissionen 2019

PM10 Emissionen 2019



PM2,5 Emissionen 2019



- Energie
- Straßenverkehr
- weiterer Verkehr
- Industrieprozesse
- Landwirtschaft
- Abfall
- Holzfeuerung
- Schüttgutumschlag

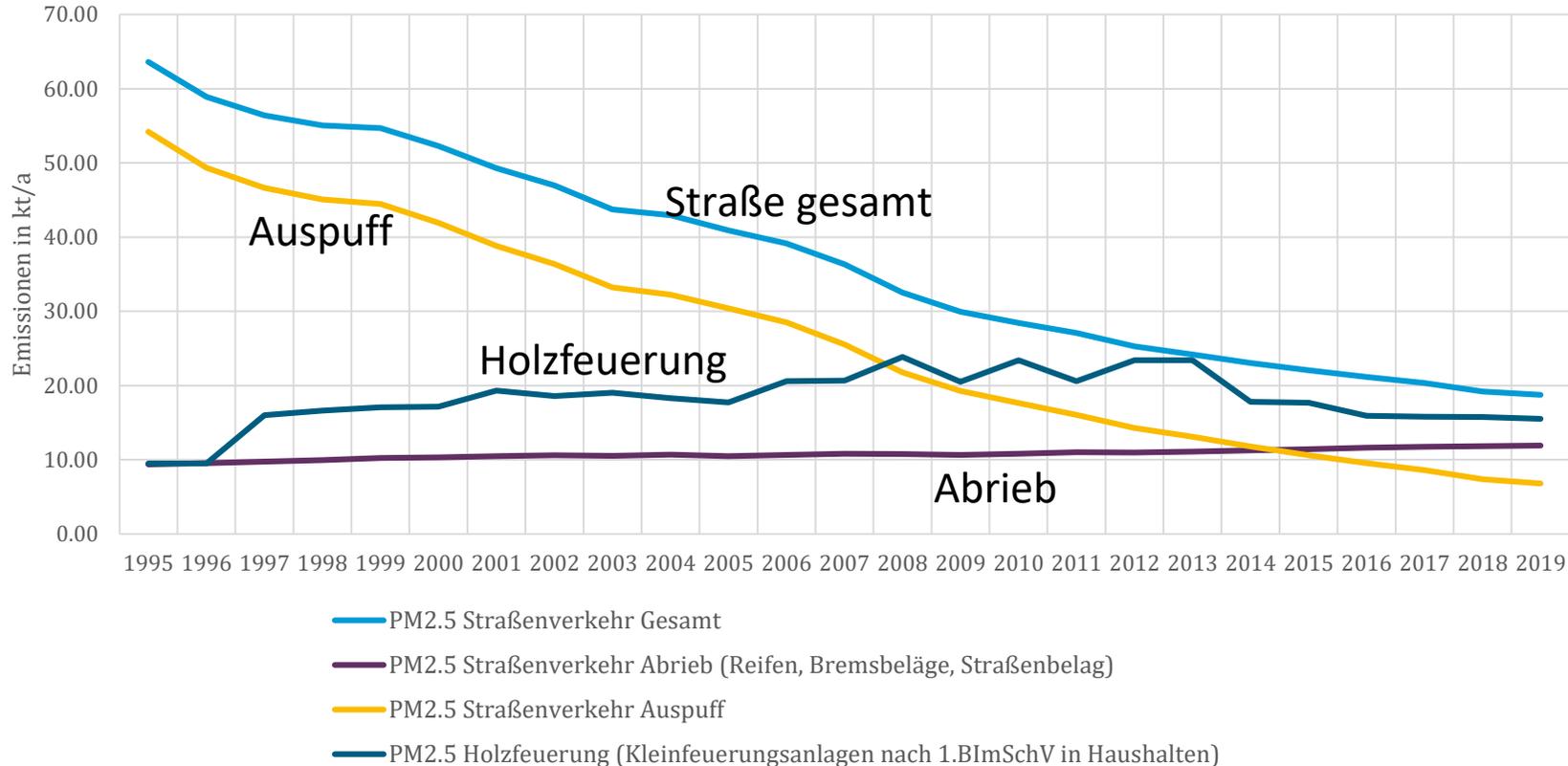
+

Emissionen für Partikelneubildung

Feinstaubbildung aus gasförmigen Vorläuferstoffen: Schwefel- und Stickstoffoxiden, Ammoniak, Kohlenwasserstoffe

Feinstaubquellen: PM_{2.5}-Emissionen aus Holzfeuerungen höher als Pkw-Auspuff-Emissionen

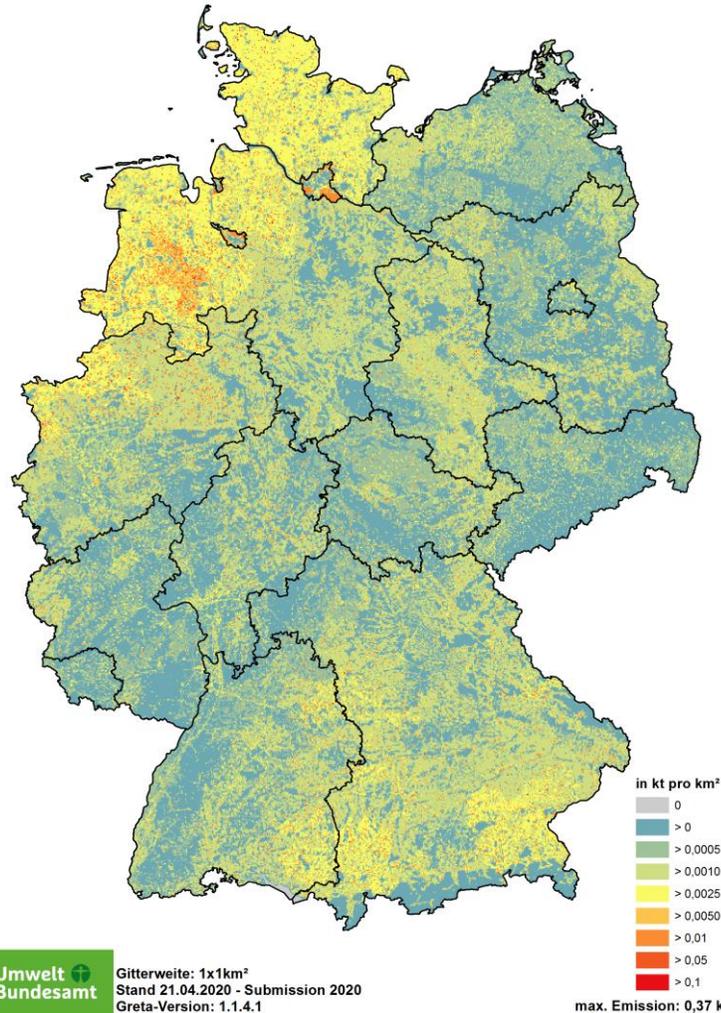
PM_{2.5}-Emissionen nach Emissionsberichterstattung 2021



- deutlicher Rückgang der Feinstaub-Emissionen aus dem Straßenverkehr
- vor allem **Reduktion** der **Auspuffemissionen durch Partikelfilter**
- Anstieg der Emissionen aus dem Abrieb von Reifen, Bremsen, Straßenbelag, da Zahl der zugelassenen Fahrzeuge ansteigt
- Emissionen aus der **Holzfeuerung ist bedeutende Feinstaub-Quelle**, übersteigt die Auspuff- und Abrieb-Emissionen
- Mit Kleinf Feuerungsanlagenverordnung (1. BImSchV) gelten seit 2010 strengere Grenzwerte für Holzkessel, Kaminöfen und andere kleine Feuerungsanlagen um die Feinstaubemission zu verringern
- darüber hinaus gibt es Kaminöfen mit dem Blauen Engel, die noch weniger Feinstaub freisetzen

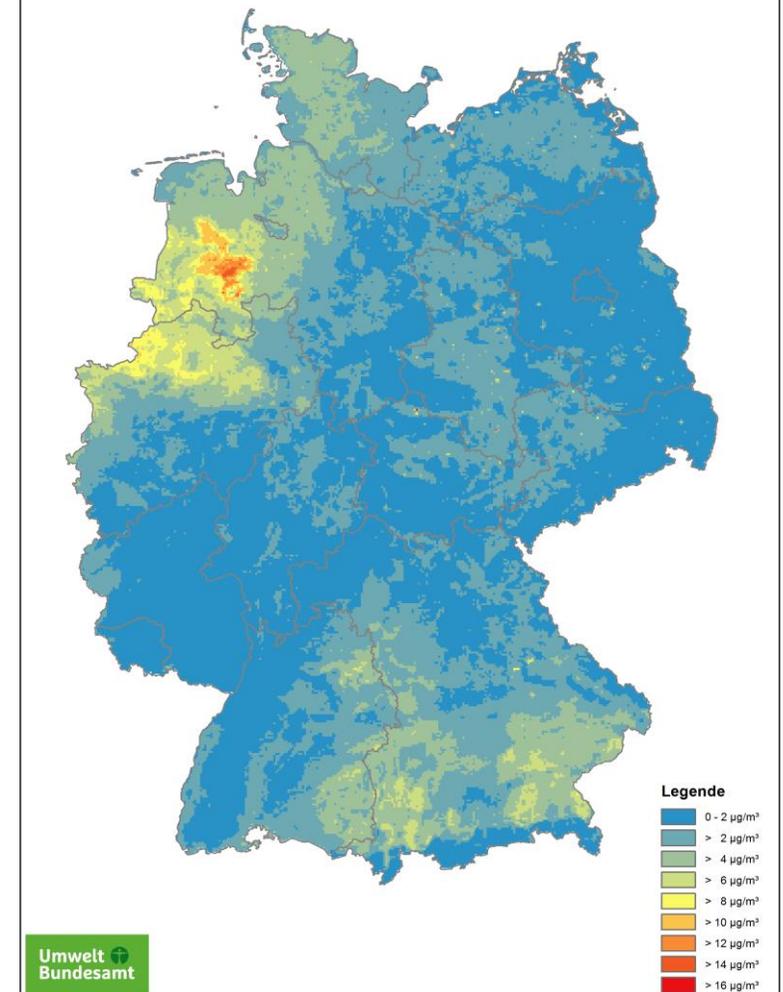
Sekundärer Feinstaub – Beispiel Landwirtschaft

NH₃ - Emissionen 2018



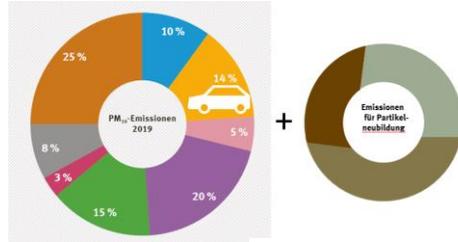
| Quelle | PM2.5-Äquivalent |
|-----------------------|---|
| | Amann und Wagner (TSAP-Report #15), 2014, S.7 |
| PM2.5 | 1 |
| SO ₂ | 0,298 |
| NO _x | 0,067 |
| NH₃ | 0,194 |
| VOC | 0,009 |

NH₃ Jahresmittelwerte (RCG)
Jahr 2018

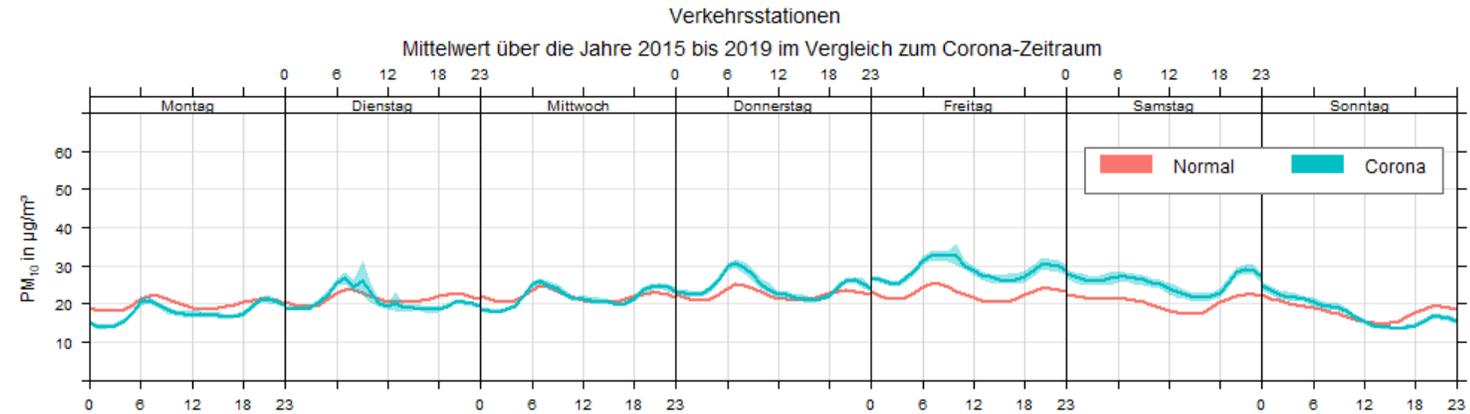


PM₁₀-Belastung während Frühjahr-Lockdowns

➤ Vielfältigere Quellen

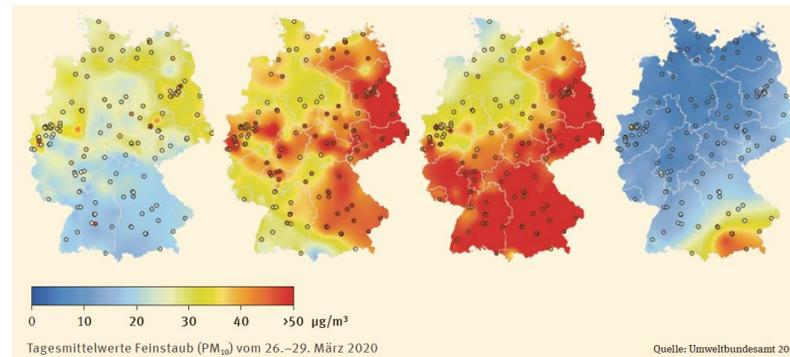


➤ kein offensichtlicher Rückgang



➤ Saharastaub-Ereignis während des Lockdowns

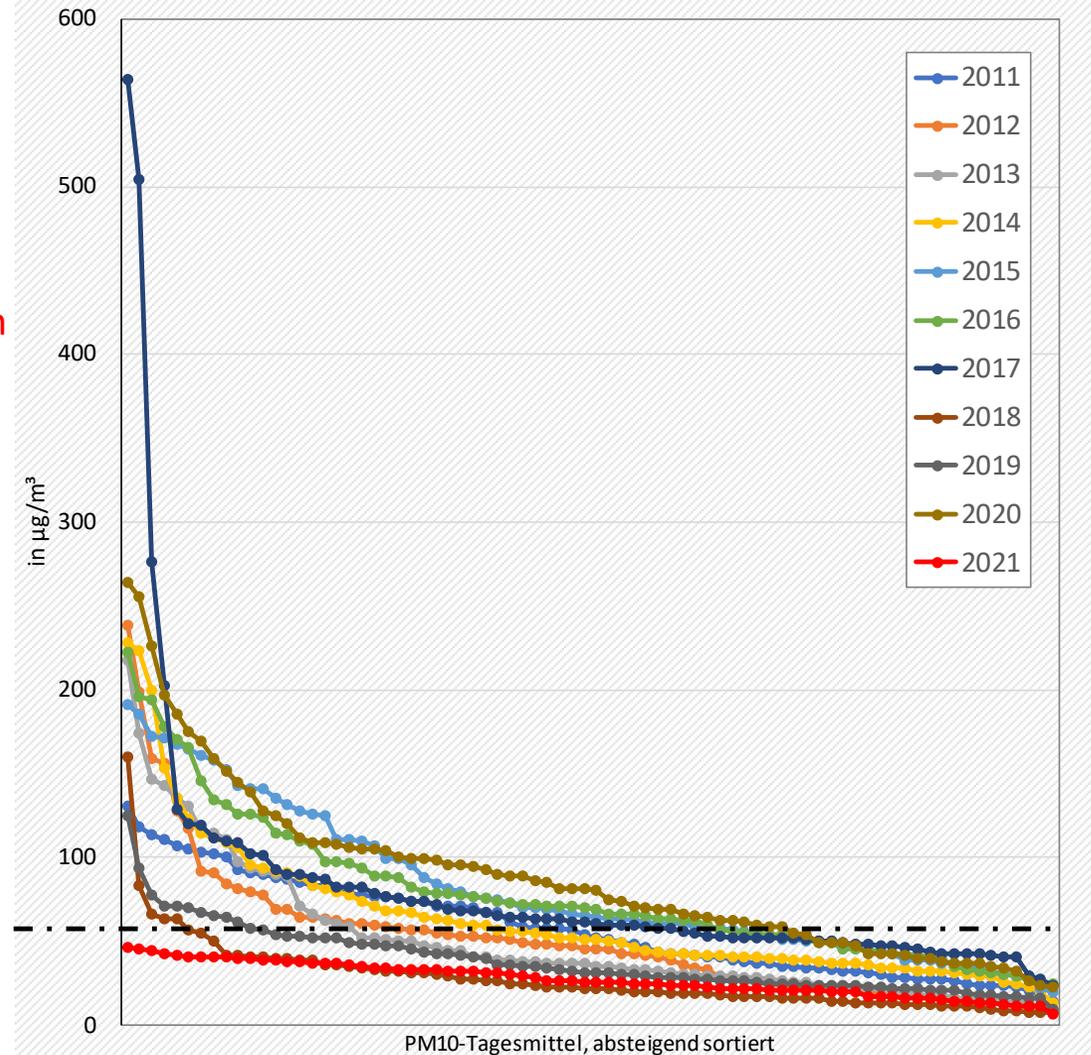
➤ EEA: ca. -10 % für Deutschland



Exkurs: Jahreswechsel 2020/2021

- Übliche Emissionsmenge: ca. 1500 t Feinstaub/Silvester
- Bandbreite der Konzentration v.a. durch witterungsbedingte Schwankungen
- Emissionsmenge 2020/2021?
- 2021: viele Stationen niedrig belastet, aber nicht außergewöhnlich
- 2021: Spitzenbelastungen fehlen komplett

PM10-Tagesmittelwerte am Neujahrstag



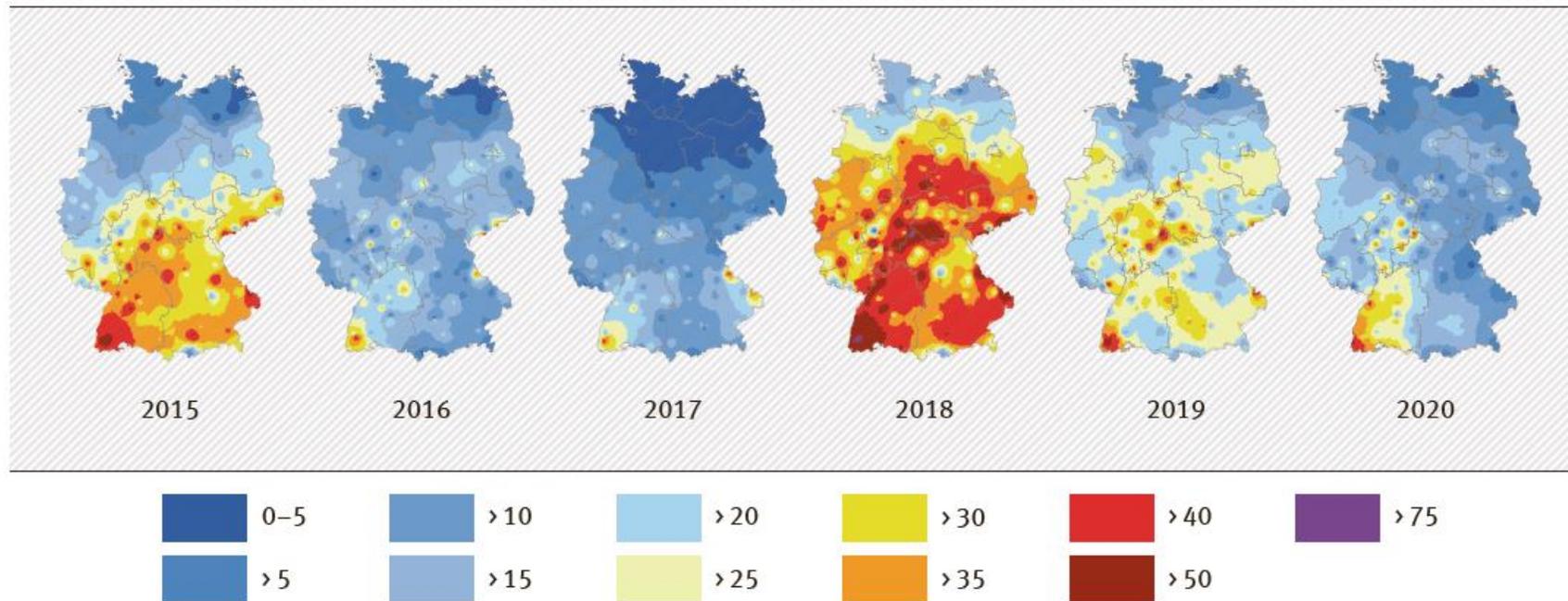
Ozon

Ozon – Überschreitung von Schwellenwerten

- 2020 durchschnittliches Ozon-Jahr
- geringere Belastung als 2018 und 2019 – weniger Überschreitungen der Informationsschwelle, Warnschwelle nicht überschritten
- Langfristziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit und WHO-Empfehlung der WHO deutschlandweit überschritten

Räumliche Verteilung der Überschreitungstage des Langfristziels zum Schutz der Gesundheit
(Zahl der Tage mit maximalen 8-Stundenmittelwerten $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

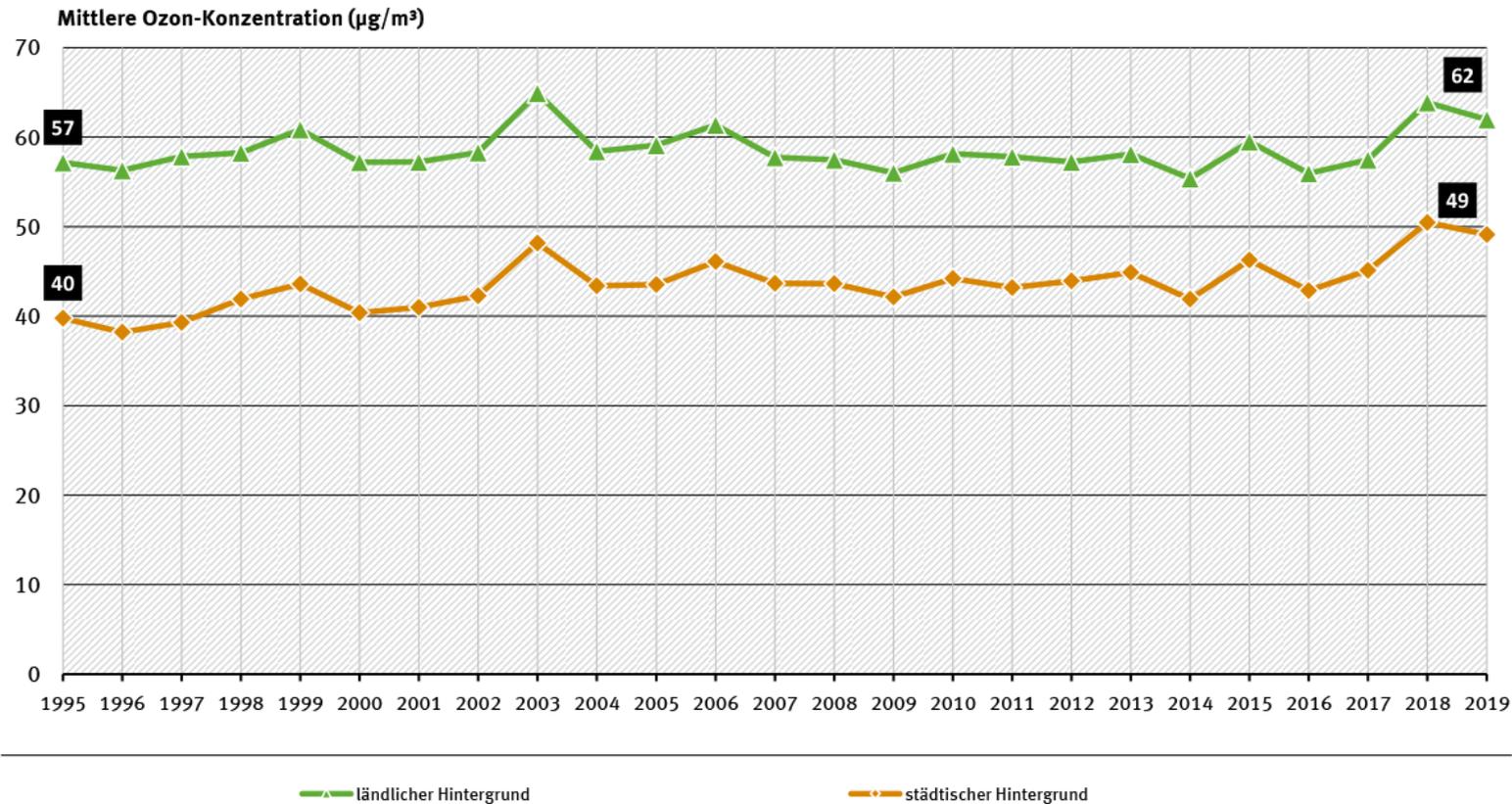
Zeitraum 2015 bis 2020, erstellt aus Stationsmesswerten und geostatistischem Interpolationsverfahren



Ozon - Trend

- Rückgang der Spitzen
- Anstieg der mittleren Konzentrationen, vor allem in städtischen Wohngebieten – gesundheitliche Relevanz
- im Zuge des Klimawandels ist weitere Anstieg zu erwarten

Trend der Ozon-Jahresmittelwerte



Zusammenfassung

- niedrige Luftschadstoffbelastung in 2020 im Vergleich zu den Vorjahren, aber auch günstige Wetterbedingungen
- weiterer Rückgang der Stickstoffdioxid- und Feinstaubkonzentrationen
- kaum noch Grenzwertüberschreitungen beim Stickstoffdioxid, deutlich weniger als 10 Städte von Grenzwertüberschreitungen betroffen
- 2. Jahr in Folge ohne Grenzwertüberschreitung beim Feinstaub, aber Empfehlungen der WHO weiterhin nicht einhalten
- keine Überschreitung der Ozon-Warnschwelle, weniger Überschreitungen der Ozon-Informationsschwelle als in den Vorjahren, aber Anstieg der mittleren Konzentrationen
- grundsätzlich positiver Effekt der Corona-Maßnahmen auf die Luftqualität, im Bezug auf das Gesamtjahr jedoch nur geringe Auswirkung
- ➔ insgesamt positive Bilanz auf den ersten Blick, doch die Luft ist noch nicht so sauber, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen ausgeschlossen sind:
 - ✓ die Grenzwerte sind mehr als 20 Jahre alt
 - ✓ die WHO veröffentlicht im Laufe des Jahres 2021 neue Empfehlungen
 - ✓ Überarbeitung der Richtlinie und Grenzwerte startet 2022, Absenkung ist zu erwarten
- ➔ aus gesundheitlicher Sicht ist die weitere Absenkung der Feinstaubkonzentrationen die größte Herausforderung in der Luftreinhaltung

Immer aktuell über die Luftqualität informiert – Die UBA App „Luftqualität“



The image shows three smartphone screens displaying the UBA Air Quality App interface. The background is a solid blue color.

Screen 1 (Left): Hamburg Sternschanze
- Location: Hamburg Sternschanze
- Overall status: mäßig (moderate)
- Pollutants: LQI (good), PM₁₀ (moderate), O₃ (moderate), NO₂ (moderate)
- Ozone (O₃): 26 µg/m³, status: sehr gut (very good)
- Time series: Bar chart showing O₃ levels from 00:00 to 22:00. Today's forecast at 16:00 is 186 µg/m³.
- Legend: sehr gut (green), gut (light green), mäßig (yellow), schlecht (orange), sehr schlecht (red).
- Recommendation: **Gesundheitliche Empfehlungen** (Health recommendations).
- Note: Empfehlung gilt in städtischem Wohngebiet, abseits von Hauptstraßen, nur wenn alle 3 Schadstoffe verfügbar sind.

Screen 2 (Middle): Favoriten (Favorites)
- Berlin Frankfurter Allee: LQI gut, PM₁₀ 23 µg/m³, O₃ -, NO₂ 36 µg/m³. Heute, 08:00, 2.6 km.
- Stuttgart Am Neckartor: LQI schlecht, PM₁₀ 73 µg/m³, O₃ -, NO₂ 121 µg/m³. Heute, 08:00, 512 km.
- Hamburg Sternschanze: LQI mäßig, PM₁₀ 11 µg/m³, O₃ 26 µg/m³, NO₂ 58 µg/m³. Heute, 08:00, 264 km.

Screen 3 (Right): Stationstyp filtern (Filter by station type)
- Map view of Berlin with colored markers.
- Filter: Alle Messstationstypen (All measurement station types).
- Options: ländlich (rural), städtisch (urban), industriell (industrial), verkehrsnah (near traffic).
- Messwerte anzeigen (Show values): LQI – Luftqualitätsindex (Air Quality Index).
- Additional filters: PM₁₀ Feinstaub (Fine dust), O₃ Ozon (Ozone), NO₂ Stickstoffdioxid (Nitrogen dioxide).



Nützliche Links

Luftportal des UBA (Infos zu Schadstoffen, Emissionen, Wirkungen etc.):

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft>

UBA-Webseiten zur aktuellen Luftqualität in Deutschland:

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftdaten>

Broschüre: Luftqualität 2020:

<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2020>

UBA App Luftqualität

<https://www.umweltbundesamt.de/app-luftqualitaet>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ute Dauert

ute.dauert@uba.de

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft>

Für Nachfragen

