



HINTERGRUND // JANUAR 2018

Luftqualität 2017

Vorläufige Auswertung

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

HINTERGRUND // JANUAR 2018

Luftqualität 2017

Vorläufige Auswertung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung der Belastungsregime für Feinstaub und Stickstoffdioxid	7
Abbildung 2:	Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes	8
Abbildung 3:	Mittlere Anzahl von PM ₁₀ -Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m ³)	9
Abbildung 4:	Feinstaub-Tagesmittelwerte vom 18. Januar bis 17. Februar 2017	9
Abbildung 5:	Entwicklung der PM ₁₀ -Jahresmittelwerte	11
Abbildung 6:	Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes	12
Abbildung 7:	Entwicklung der NO ₂ -Jahresmittelwerte	13
Abbildung 8:	NO ₂ -Jahresmittelwerte 2017	14
Abbildung 9:	Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Zielwertes	15
Abbildung 10:	Überschreitungsstunden der Informationsschwelle (180 µg/m ³)	17
Abbildung 11:	Überschreitungstage des langfristigen Zieles (120 µg/m ³ als höchster täglicher 8-Stunden-Mittelwert)	17
Abbildung 12:	Entwicklung der deutschlandweiten Stickstoffoxidemissionen über die letzten 27 Jahre	18
Abbildung 13:	Beiträge unterschiedlicher Verkehrsmittel an den NO _x -Emissionen aus dem Straßenverkehr	19
Abbildung 14:	NO ₂ -Konzentration in der Karl-Marx-Straße in Berlin	20
Abbildung 15:	Schematische Darstellung der Methodik nach Stern (2013)	21
Abbildung 16:	Prozentuale NO _x -Emissionsminderung gegenüber dem Referenzszenario für Szenarien mit Software-Update (SU), Rückkauf (R) oder der Kombination (SUR) aus beiden	23
Abbildung 17:	Abschätzung der NO ₂ -Konzentration im Jahr 2020 mit den Szenarien zum Software-Update (SU), den Rückkäufen (R) oder der Kombination (SUR) aus beiden	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschreibung der Szenarien zum Software-Update (SU), Rückkauf (R) und der Kombination aus beiden	22
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Inhalt

I Luftqualität 2017: Datengrundlage und Auswertemethodik	6
1 Luftqualität und Luftschadstoffe	6
2 Vorläufigkeit der Angaben	6
3 Ursachen der Luftbelastung	7
4 Einfluss der Umgebungsbedingungen	7
II Feinstaub: Niedrige Belastung – aber keine Entwarnung für die Gesundheit	8
1 PM ₁₀ -Tagesmittelwerte	8
2 PM ₁₀ -Jahresmittelwerte	10
3 PM _{2,5} -Jahresmittelwerte und AEI	10
III Stickstoffdioxid: Hälfte der verkehrsnahen Stationen über dem Grenzwert	12
1 NO ₂ -Jahresmittelwerte	12
2 NO ₂ -Stundenmittelwerte	14
IV Bodennahes Ozon: Die Luftreinhaltepolitik greift – dennoch keine Entwarnung	15
1 O ₃ – Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit	15
2 O ₃ – Informations- und Alarmschwelle	15
3 O ₃ – Langfristziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit	16
4 O ₃ – Schutz der Vegetation	16
V Die Stickstoffdioxidbelastung in Städten und Maßnahmen zur Minderung	18
1 Stickstoffdioxid-Gesamtemissionen in Deutschland	18
2 Verteilung der NO ₂ -Konzentration in städtischen Gebieten	19
3 Bewertung der Wirksamkeit von Aktionen zur Minderung der NO ₂ -Belastung	21
Weitere Informationen zum Thema	25



Die UBA-Messstation Waldhof in der Lüneburger Heide.

I Luftqualität 2017: Datengrundlage und Auswertemethodik

1 Luftqualität und Luftschadstoffe

Die Luftqualität, oder anders ausgedrückt die Beschaffenheit der Luft, wird deutschlandweit von den Bundesländern und dem Umweltbundesamt überwacht. Die Qualität der Luft wird dabei durch den Gehalt von Luftschadstoffen bestimmt, also Stoffen, die schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und / oder die Umwelt haben. Dazu zählen vor allem Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon.

Die Schadstoffkonzentrationen in der Luft werden mehrmals am Tag an mehr als 650 Messstationen deutschlandweit gemessen.

Zur deutschlandweiten Beurteilung der Luftqualität werden die Daten der Länder am Umweltbundesamt zusammengeführt und ausgewertet.

Die Auswertung und Beurteilung der Luftqualität erfolgt im Hinblick auf die in der Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa¹ definierten Grenz- und Zielwerte. Die Ergebnisse werden zudem mit den wesentlich strengeren Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verglichen.

2 Vorläufigkeit der Angaben

Diese Auswertung der Luftqualität im Jahr 2017 in Deutschland basiert auf vorläufigen, noch nicht abschließend geprüften Daten aus den Luftmessnetzen der Bundesländer und des Umweltbundesamtes, Stand 23. Januar 2018. Aufgrund der umfangreichen Qualitätssicherung in den Messnetzen stehen die endgültigen Daten erst Mitte 2018 zur Verfügung.

Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5})

sind Partikel, die den gröÙenselektierenden Lufteinlass eines Messgerätes passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 (PM₁₀) beziehungsweise 2,5 (PM_{2,5}) Mikrometer (µm) eine Abscheidewirksamkeit von 50 Prozent aufweist. Feinstaub entsteht vor allem bei Verbrennungsprozessen in Kraftfahrzeugen, Kraftwerken und Kleinf Feuerungsanlagen, in der Metall- und Stahlerzeugung, durch Bodenerosion und aus Vorläufersubstanzen wie Schwefeldioxid, Stickoxiden und Ammoniak. Es ist erwiesen, dass Feinstaub die Gesundheit schädigt.

Stickstoffdioxid (NO₂)

ist eine reaktive Stickstoffverbindung, die als Nebenprodukt bei Verbrennungsprozessen, vor allem in Fahrzeugmotoren, entsteht und die zu einer Vielzahl negativer Umweltwirkungen führen kann. Das ist vor allem für Asthmatiker ein Problem, da sich eine Bronchienverengung einstellen kann, die zum Beispiel durch die Wirkungen von Allergenen verstärkt werden kann.

Ozon (O₃)

ist ein farbloses und giftiges Gas welches in der oberen Atmosphäre (Stratosphäre) eine natürliche Ozonschicht bildet und die Erde vor der schädlichen Ultraviolettstrahlung der Sonne schützt. In Bodennähe entsteht es bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Prozesse aus Ozonvorläuferstoffen – überwiegend Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen. Erhöhte Ozonkonzentrationen können beim Menschen Reizungen der Atemwege, Husten und Kopfschmerzen hervorrufen.

¹ EU-Richtlinie 2008/50/EG, die mit der 39. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz in deutsches Recht überführt ist.

Die jetzt vorliegenden Daten lassen aber eine generelle Einschätzung des vergangenen Jahres zu. Betrachtet werden die Schadstoffe Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Stickstoffdioxid (NO₂) sowie Ozon (O₃), da bei diesen nach wie vor Überschreitungen der geltenden Grenz- und Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit auftreten.

3 Ursachen der Luftbelastung

Quellen der Luftschadstoffe sind vor allem der Straßenverkehr und Verbrennungsprozesse in Industrie, Energiewirtschaft und Haushalten. Zur Feinstaubbelastung trägt auch die Landwirtschaft durch die Bildung sogenannter sekundärer Partikel bei, also Partikel, die erst durch komplexe chemische Reaktionen aus gasförmigen Substanzen entstehen. Die Höhe der Schadstoffbelastung wird zudem von der Witterung mit beeinflusst. Ist es kalt, steigen die Emissionen gewöhnlich, weil stärker geheizt wird. Winterliches Hochdruckwetter, das häufig durch geringe Windgeschwindigkeiten und einen eingeschränkten vertikalen Luftaustausch gekennzeichnet ist, führt dazu, dass sich Schadstoffe in den unteren Luftschichten anreichern. Sommerliche Hochdruckwetterlagen mit intensiver Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen begünstigen die Bildung bodennahen Ozons. Bei hohen Windgeschwindigkeiten und guten Durchmischungsbedingungen verringert sich hingegen die Schadstoffbelastung. Zwischenjährliche Schwankungen in der Luftbelastung werden in erster Linie durch diese unterschiedlichen Witterungsbedingungen verursacht. Sie überlagern daher den Einfluss der eher langfristigen Entwicklung der Emissionen.

4 Einfluss der Umgebungsbedingungen

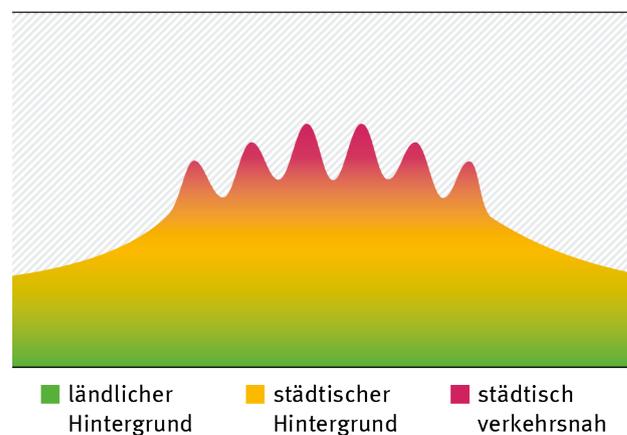
In den nachfolgenden Abschnitten sind die an den einzelnen Luftmessstationen erhobenen Konzentrationswerte als so genannte „Belastungsregime“ zusammengefasst. Belastungsregime gruppieren Messstationen mit ähnlichen Umgebungsbedingun-

gen. Das Regime „ländlicher Hintergrund“ steht für Gebiete, in denen die Luftqualität weitgehend unbeeinflusst von lokalen Emissionen ist. Stationen in diesem Regime repräsentieren somit das großräumige Belastungsniveau, das auch als großräumiger Hintergrund bezeichnet wird. Das Regime „städtischer Hintergrund“ ist charakteristisch für Gebiete, in denen die gemessenen Schadstoffkonzentrationen als typisch für die Luftqualität in der Stadt angesehen werden können. Die Belastung ergibt sich dabei aus den Emissionen der Stadt selbst (Straßenverkehr, Heizungen, Industrie etc.) und denen des großräumigen Hintergrunds. Stationen des Regimes „städtisch verkehrsnah“ befinden sich typischerweise an stark befahrenen Straßen. Dadurch addiert sich zur städtischen Hintergrundbelastung ein Beitrag, der durch die direkten Emissionen des Straßenverkehrs entsteht. Abbildung 1 stellt die Beiträge der einzelnen Belastungsregime schematisch dar, gibt allerdings nur die ungefähren Größenverhältnisse wieder.

Abbildung 1

Schematische Darstellung der Belastungsregime für Feinstaub und Stickstoffdioxid

modifiziert nach Lenschow*



* Lenschow et. al., Some ideas about the sources of PM₁₀, Atmospheric Environment 35 (2001) S23–S33

II Feinstaub: Niedrige Belastung – aber keine Entwarnung für die Gesundheit

1 PM₁₀-Tagesmittelwerte

Die Feinstaubbelastung fällt 2017 geringer aus im Vergleich zu 2005–2016. 2017 gehört mit den beiden Vorjahren zu den am wenigsten belasteten Jahren. Nur an der Station Stuttgart Am Neckartor wurde mit 45 Tagesmittelwerten über 50 µg/m³ der gesetzliche Grenzwert überschritten – erlaubt wären 35 Tage. Seit dem Jahr 2011 traten Grenzwertüberschreitungen ausschließlich an verkehrsnahen Messstationen auf, wie aus Abbildung 2 ersichtlich (rote Balken). Die Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO²) wurde allerdings an 87 Prozent aller Stationen nicht eingehalten.

EU-Grenzwert

Der PM₁₀-Tagesmittelwert darf nicht öfter als 35-mal im Jahr 50 µg/m³ überschreiten.

WHO-Empfehlung

Der PM₁₀-Tagesmittelwert sollte nicht öfter als 3-mal im Jahr 50 µg/m³ überschreiten.

Abbildung 2

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes

für das PM₁₀-Tagesmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2005–2017



Quelle: Umweltbundesamt 2018

Die Abbildung 3 zeigt auf, wie viele Überschreitungstage im Mittel pro Monat registriert wurden. Das Jahr 2017 wird hier dem aufgrund des häufigen Auftretens kalter, stabiler Hochdruckwetterlagen hochbelasteten

Jahr 2011, dem Vorjahr 2016 und einem längeren Referenzzeitraum (2005–2016) gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass im Januar und Februar überdurchschnittlich viele Überschreitungstage gezählt wurden. Ab März blieb die Feinstaubbelastung allerdings so niedrig, dass das Jahr 2017 insgesamt als gering belastet gekennzeichnet werden kann.

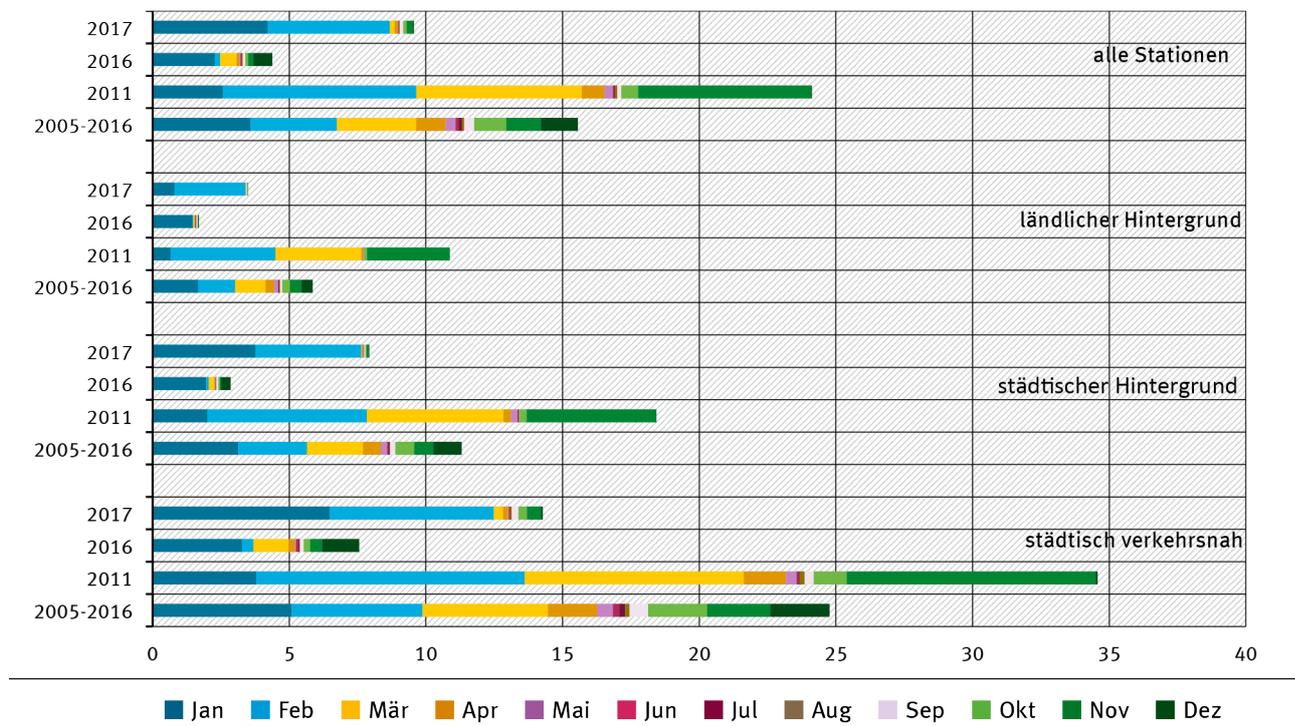
Mitte Januar 2017 begann in Deutschland eine vierwöchige Episode hoher PM₁₀-Konzentrationen, siehe Abbildung 4.

² WHO – World Health Organisation, Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition 2000, WHO Regional Publications, European Series, No. 91 <http://www.euro.who.int/document/e71922.pdf> | WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005 <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>

Abbildung 3

Mittlere Anzahl von PM₁₀-Überschreitungstagen (Tagesmittelwerte > 50 µg/m³)

pro Monat im jeweiligen Belastungsregime, dargestellt für die Jahre 2017, 2016, 2011 und den Zeitraum 2005–2016

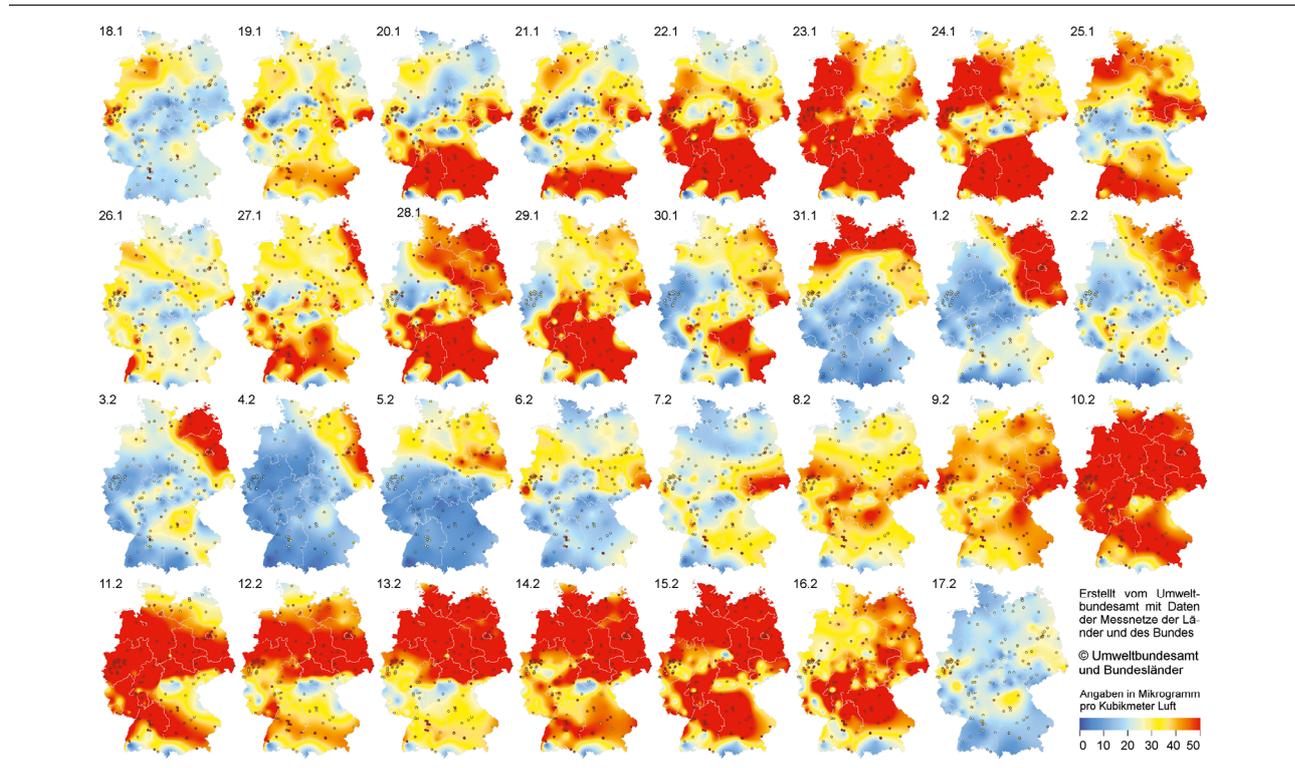


Quelle: Umweltbundesamt 2018

Abbildung 4

Feinstaub-Tagesmittelwerte vom 18. Januar bis 17. Februar 2017

Konzentration über 50 µg/m³ in rot



Quelle: Umweltbundesamt 2018

Solche Episoden hoher PM_{10} -Werte treten typischerweise in den Wintermonaten auf: Kalte, kontinental geprägte Luftmassen, meist aus östlichen Richtungen und die (temperaturbedingt erhöhten) Emissionen vor Ort können dann im Zusammenspiel mit Hochdruckwetterlagen zu flächendeckend hohen PM_{10} -Werten führen. Bei herbstlichen und winterlichen Hochdruckwetterlagen wird durch eine fehlende Wolkendecke die nächtliche Auskühlung begünstigt, so dass es im Gegensatz zur sonst üblichen Abnahme der Temperatur mit der Höhe zu einer Zunahme der Temperatur mit der Höhe in der bodennahen Luftschicht kommt: Die kalte schwerere Luft liegt dann in einer dünnen Schicht unter der warmen leichteren. Bei diesem atmosphärisch stabilen Zustand können sich Schadstoffe dann über mehrere Tage hinweg bei schwachen Winden in der bodennahen Luftschicht wie unter einer Glocke anreichern.

Bedingt durch viele Tage unter Hochdruckeinfluss war der Januar 2017 überwiegend trocken-kalt und sehr sonnenscheinreich. Zu Beginn der zweiten Monatshälfte geriet Deutschland unter den Einfluss dreier Hochdruckgebiete, die besonders im Süden zu strenger Winterkälte führten: Bayern war gefolgt von Baden-Württemberg das kälteste und sonnenscheinreichste Bundesland und erlebte den strengsten Januar seit 1987. Die erste Februarhälfte war geprägt von kontinentaler Kaltluft aus Osteuropa, Tiefausläufer brachten milde Meeresluft in den Süden und Westen, konnten sich aber nicht gegen den hohen Luftdruck über Osteuropa durchsetzen. Ab Mitte Februar endete mit dem Rückzug des blockierenden Hochs die kalte Witterungsperiode und ganz Deutschland geriet in eine niederschlagsreiche, westliche Strömung.³

Die hohen Feinstaubwerte im Januar und Februar führten dazu, dass 2017 mehr Überschreitungstage registriert wurden als im Vorjahr.

2 PM_{10} -Jahresmittelwerte

Der PM_{10} -Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel wurde im Jahr 2017 deutschlandweit eingehalten. 21 Prozent der Messstationen wiesen jedoch Werte oberhalb des von der WHO vorgeschlagenen Luftgüteleitwertes auf. Der weitaus größte Teil davon waren verkehrsnahe Messstationen.

Einhergehend mit großräumigen Minderungen der PM_{10} -Emissionen weisen die PM_{10} -Jahresmittelwerte in allen Belastungsregimen über den gesamten Beobachtungszeitraum 2000 bis 2017 eine deutliche Abnahme auf. Das zeigt Abbildung 5, für die nur diejenigen Stationen einbezogen sind, die im Großteil des gesamten Zeitraums aktiv waren. Der Verlauf der Kurven ist aber durch starke zwischenjährliche Schwankungen geprägt, vor allem wegen der unterschiedlichen Witterungsverhältnisse. Die Werte für 2017 liegen ebenso wie im Vorjahr auf sehr niedrigem Niveau im Vergleich zum betrachteten Zeitraum ab 2000.

EU-Grenzwert

Der PM_{10} -Jahresmittelwert darf $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten.

WHO-Empfehlung

Der PM_{10} -Jahresmittelwert sollte $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten.

3 $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte und AEI

Für die kleinere Fraktion des Feinstaubs, die nur Teilchen mit einem maximalen Durchmesser von 2,5 Mikrometer (μm) enthält, gilt seit dem 1. Januar 2015 europaweit ein Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. In Deutschland wurde dieser Wert im Jahr 2017 ebenso wie im Vorjahr an keiner Station überschritten.

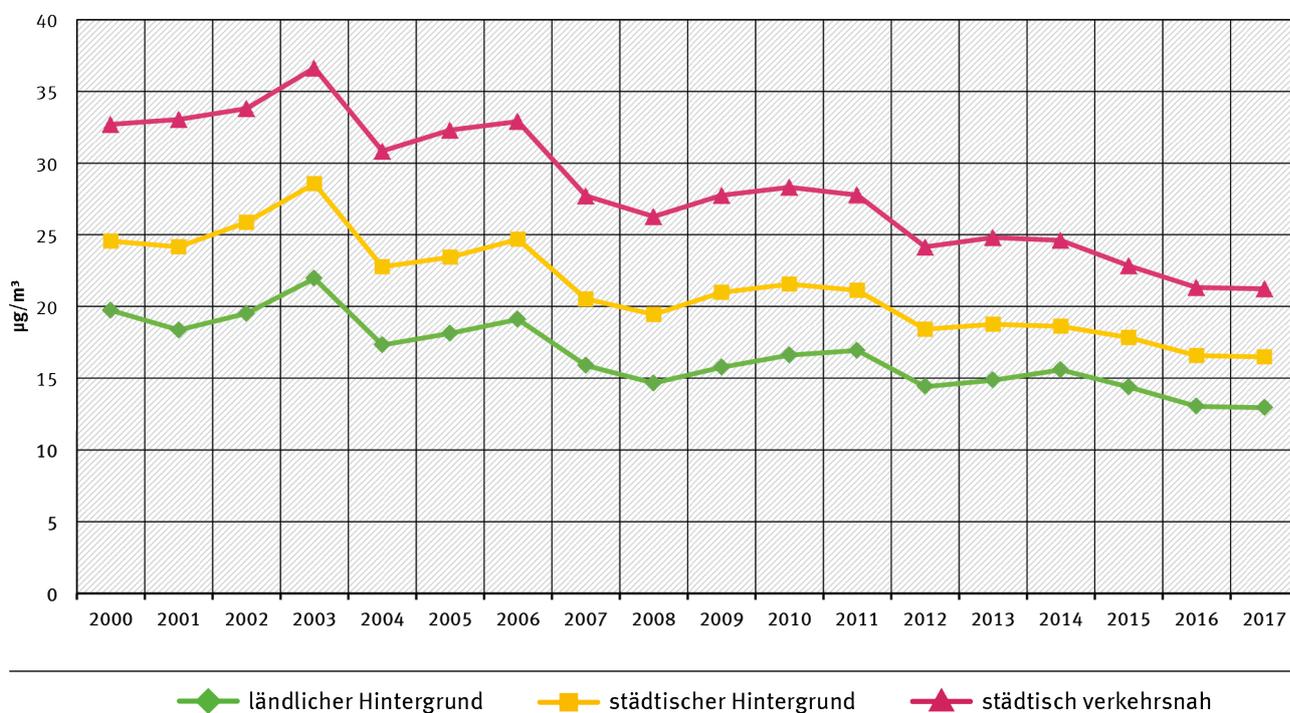
Zudem fordert die EU-Luftqualitätsrichtlinie, die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung gegenüber $PM_{2,5}$ bis zum Jahr 2020 zu senken. Dazu wurde der Indikator für die durchschnittliche Exposition – Average Exposure Indicator (AEI) – entwickelt. Als Ausgangswert für das Jahr 2010 wurde für Deutschland ein AEI von $16,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Mittelwert der Jahre 2008 bis 2010 berechnet. Daraus leitet sich nach den Vorgaben der EU-Richtlinie ein nationales Minderungsziel von 15 Prozent bis zum Jahr 2020 ab. Demnach darf der für das Jahr 2020 (Mittelwert der Jahre 2018, 2019, 2020) berechnete AEI den Wert von $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreiten. Für 2017 (Mittelwert der Jahre 2015, 2016, 2017) wird der AEI voraussichtlich $12,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Schätzung, da noch nicht für alle Stationen Daten vorliegen) betragen und damit zusammen mit dem AEI des Jahres 2016

³ Quelle: DWD-Pressemitteilungen, Archiv 2017, https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/pressemitteilungen_archiv_2017_node.html

Abbildung 5

Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2017



Quelle: Umweltbundesamt 2018

zum zweiten Mal unter dem ab 2020 einzuhaltenden Wert liegen. Auch wenn damit die zukünftige Einhaltung bereits jetzt gesichert scheint, zeigen Berechnungen, dass im Dreijahresmittel zwei sehr niedrig belastete Jahre, wie sie in den letzten Jahren beobachtet wurden, nicht ausreichen, um ein hochbelastetes Jahr wie zum Beispiel 2011 auszugleichen. Insofern kann derzeit noch nicht mit Sicherheit von der Erreichung des Reduktionszieles für 2020 ausgegangen werden. Zudem darf der AEI ab dem 1. Januar 2015 den Wert von 20 µg/m³ nicht überschreiten. Dieser Wert wurde in Deutschland seit Beginn der Messung im Jahr 2008 nicht überschritten.

Exposition

Der Kontakt eines Organismus mit chemischen, biologischen oder physikalischen Einflüssen wird als „Exposition“ bezeichnet. Der Mensch ist zum Beispiel gegenüber Feinstaub exponiert.

Wie wird der Average Exposure Indicator (AEI) berechnet?

Der Indikator für die durchschnittliche Exposition wird als Mittelwert über 3 Jahre aus den einzelnen PM_{2,5}-Jahresmittelwerten ausgewählter Messstationen im städtischen Hintergrund berechnet. So ergibt sich für jeden 3-Jahreszeitraum ein Wert, ausgedrückt in µg/m³.

III Stickstoffdioxid: Hälfte der verkehrsnahen Stationen über dem Grenzwert

1 NO₂-Jahresmittelwerte

Mit dem jetzigen Stand der Daten überschritten 41 Prozent der verkehrsnahen Messstationen den einzuhaltenden Grenzwert beziehungsweise den WHO-Luftgüteleitwert. Dabei sind allerdings nur die Ergebnisse der automatisch messenden Stationen enthalten. Die vor allem an hoch belasteten, verkehrsnahen Standorten mittels Passivsammler (siehe Foto) gemessenen NO₂-Konzentrationen liegen für diese vorläufige Auswertung noch nicht vor. Mittels einer aus Vorjahresdaten abgeleiteten Hochrechnung schätzen wir den Anteil der verkehrsnahen Stationen mit Grenzwertüberschreitung im Jahr 2017 auf ca. 46 Prozent. (Abbildung 6, rote Balken)

Die Stickstoffdioxidbelastung zeigt im letzten Jahrzehnt einen Rückgang (Abbildung 7). Um den Einfluss der Schließung alter beziehungsweise Errichtung neuer Messstationen auf die Entwicklung der mittleren Werte zu mindern, werden für diese Abbil-

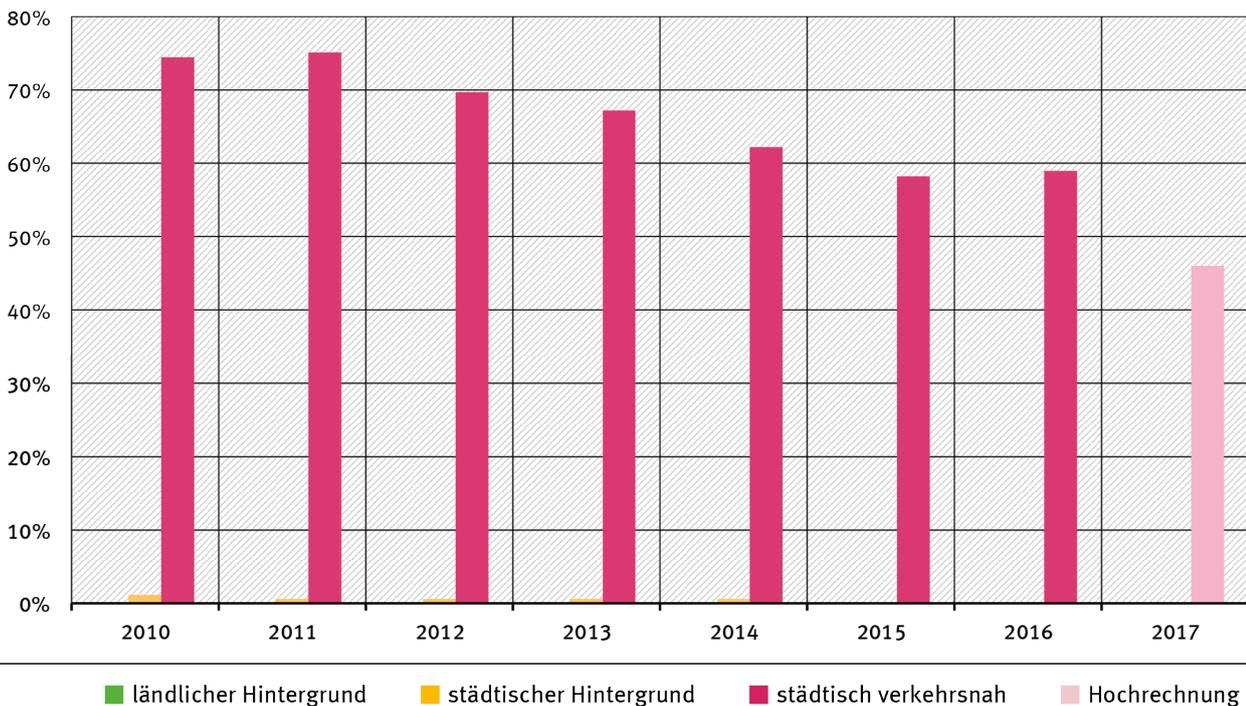


Passivsammler: Ein Passivsammler ist ein kleines, ohne Energie betriebenes Messgerät, in dem mehrere Prüfröhrchen die Schadstoffe aus der Luft aufnehmen. Die Röhrchen werden regelmäßig eingesammelt und der Inhalt im Labor ausgewertet.

Abbildung 6

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes

für das NO₂-Jahresmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2010–2017

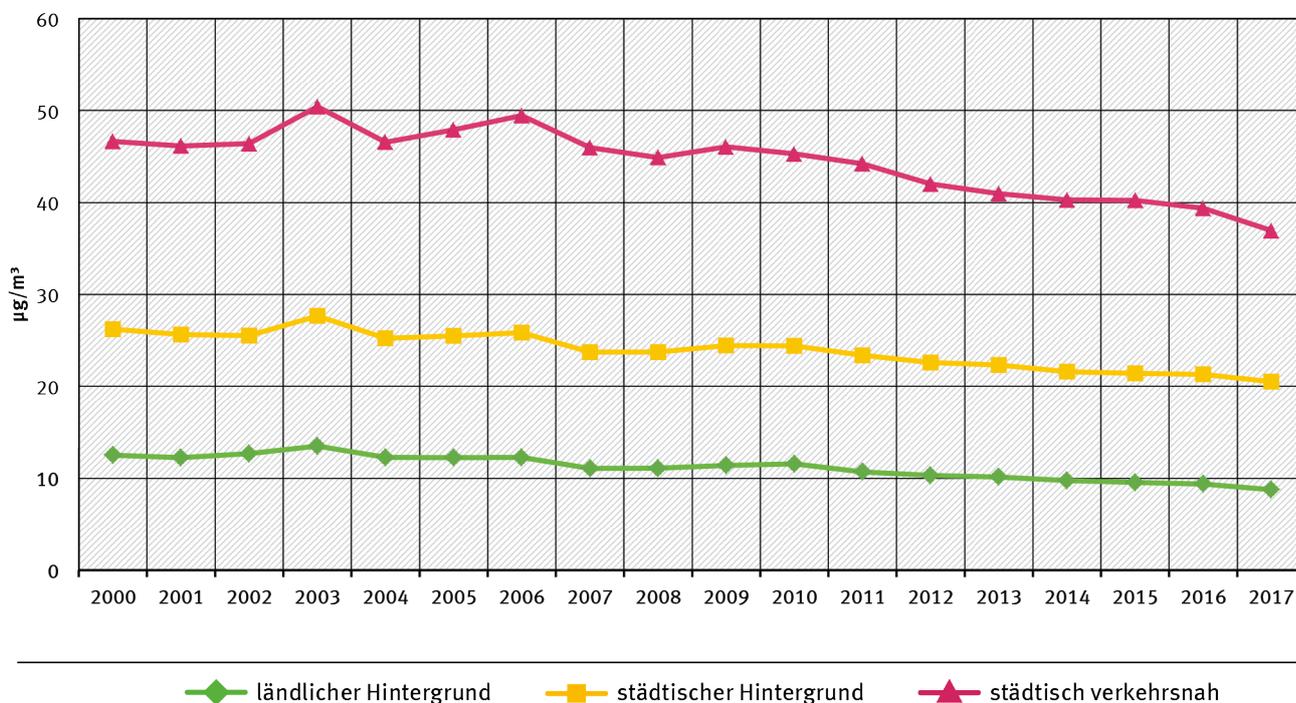


Quelle: Umweltbundesamt 2018

Abbildung 7

Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte

im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2017



Quelle: Umweltbundesamt 2018

dung nur ausgewählte Stationen verwendet, die über einen längeren Zeitraum aktiv waren. Die Höhe der Belastung ist vor allem durch lokale Emissionsquellen – insbesondere durch den Verkehr in Ballungsräumen – bestimmt und weist nur geringe zwischenjährige Schwankungen aufgrund der Witterung auf.

Im ländlichen Bereich, fern der typischen NO₂-Quellen, lagen die Konzentrationen 2000–2017 an allen Messstationen im Jahresmittel auf einem Niveau um 10 µg/m³ (Abbildung 7, grüne Kurve). Im städtischen Hintergrund liegen die mittleren Werte weit unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³, (Abbildung 7, gelbe Kurve). Im Jahr 2017 – wie auch schon im Vorjahr – lag die mittlere NO₂-Konzentration an verkehrsnahen Messstationen im Jahresmittel unter 40 µg/m³. Von 2000–2011 überstieg demgegenüber der mittlere NO₂-Jahresmittelwert an verkehrsnahen Standorten (Abbildung 7, rote Kurve) mit Werten um 45 µg/m³ den seit 1. Januar 2010 einzuhaltenden Grenzwert um 5 µg/m³.

Dies ist aber noch kein Grund zum Aufatmen, denn an einer Vielzahl von Stationen werden weiterhin

Werte oberhalb 40 µg/m³ gemessen und somit Grenzwertüberschreitungen verzeichnet. Abbildung 8 zeigt die NO₂-Jahresmittelwerte aller verkehrsnahen Stationen der Höhe nach sortiert. Die Lücken ergeben sich aus den Stationen mit Passivsammlern, deren Daten erst im Laufe des Jahres 2018 vorliegen, hier aber der Vollständigkeit halber aufgrund der Daten des Vorjahres eingeordnet wurden. Dabei wird deutlich, dass es große Unterschiede zwischen den Stationen gibt: Die Werte einiger Messstationen liegen nur noch knapp oberhalb des Grenzwertes von 40 µg/m³, andere hingegen übersteigen diesen um fast das Doppelte.

EU-Grenzwert

Der NO₂-Jahresmittelwert darf 40 µg/m³ nicht überschreiten.

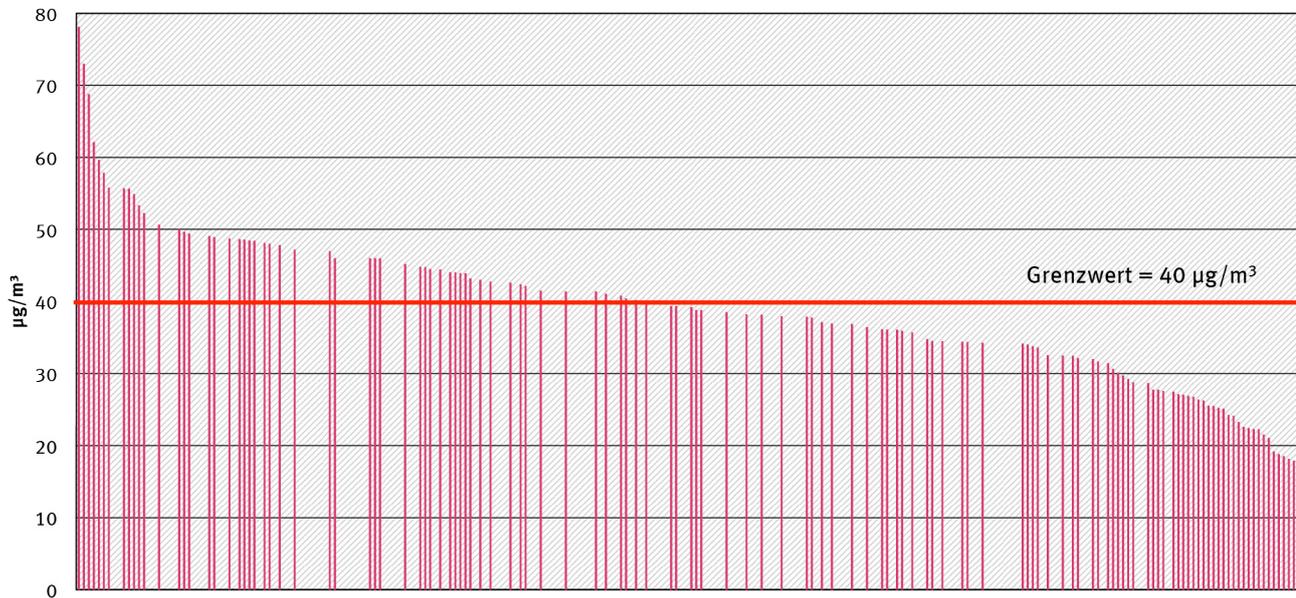
WHO-Empfehlung

Die Empfehlung der WHO entspricht dem EU-Grenzwert.

Abbildung 8

NO₂-Jahresmittelwerte 2017

aller verkehrsnaher Messstationen



Quelle: Umweltbundesamt 2018

2 NO₂-Stundenmittelwerte

NO₂-Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ sind seit 2010 höchstens 18-mal im Jahr zulässig. Im Jahr 2017 wurde dieser Grenzwert erstmals nicht überschritten. In den Vorjahren kam es im verkehrsnahen Bereich vereinzelt zu Überschreitungen.

An 13 Prozent aller verkehrsnahen Messstationen wurde der WHO-Empfehlung 2017 nicht entsprochen.

EU-Grenzwert

Die NO₂-Stundenmittelwerte dürfen nicht mehr als 18-mal pro Jahr über 200 µg/m³ liegen.

WHO-Empfehlung

Die NO₂-Stundenmittelwerte sollten den Wert von 200 µg/m³ gar nicht überschreiten.

IV Bodennahes Ozon: Die Luftreinhaltepolitik greift – dennoch keine Entwarnung

1 O₃ – Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Laut Deutschem Wetterdienst gab es im Sommer 2017 nach trockenem Beginn reichlich Niederschlag und viele Gewitter. Großräumige und lang anhaltende Hochdruckwetterlagen, welche die Ozonbildung begünstigen, blieben aus. Allerdings wurde es im Gegensatz zum mäßig warmen Norden im Süden sehr heiß.

Insgesamt betrachtet waren die Ozonkonzentrationen 2017 im Vergleich zu den letzten 20 Jahren eher niedrig.

Für den Zielwert zum Schutz der Gesundheit wird ein 3-Jahres-Zeitraum betrachtet: Im Mittel darf nur an 25 Tagen der Wert von 120 µg/m³ im 8-Stundenmittel überschritten werden. Doch auch im letzten Mittelungszeitraum von 2015 bis 2017 überschritten noch 17 Prozent der Stationen diesen Wert. Abbildung 9 zeigt, dass die meisten Überschreitungen im ländlichen Bereich auftreten – im Unterschied zu den

Schadstoffen Feinstaub und Stickstoffdioxid, die in Straßennähe die höchsten Konzentrationen aufweisen, sind gerade an der Straße gemessene Ozonwerte sehr viel niedriger. Deswegen wird an verkehrsnahen Stationen Ozon selten gemessen.

2 O₃ – Informations- und Alarmschwelle

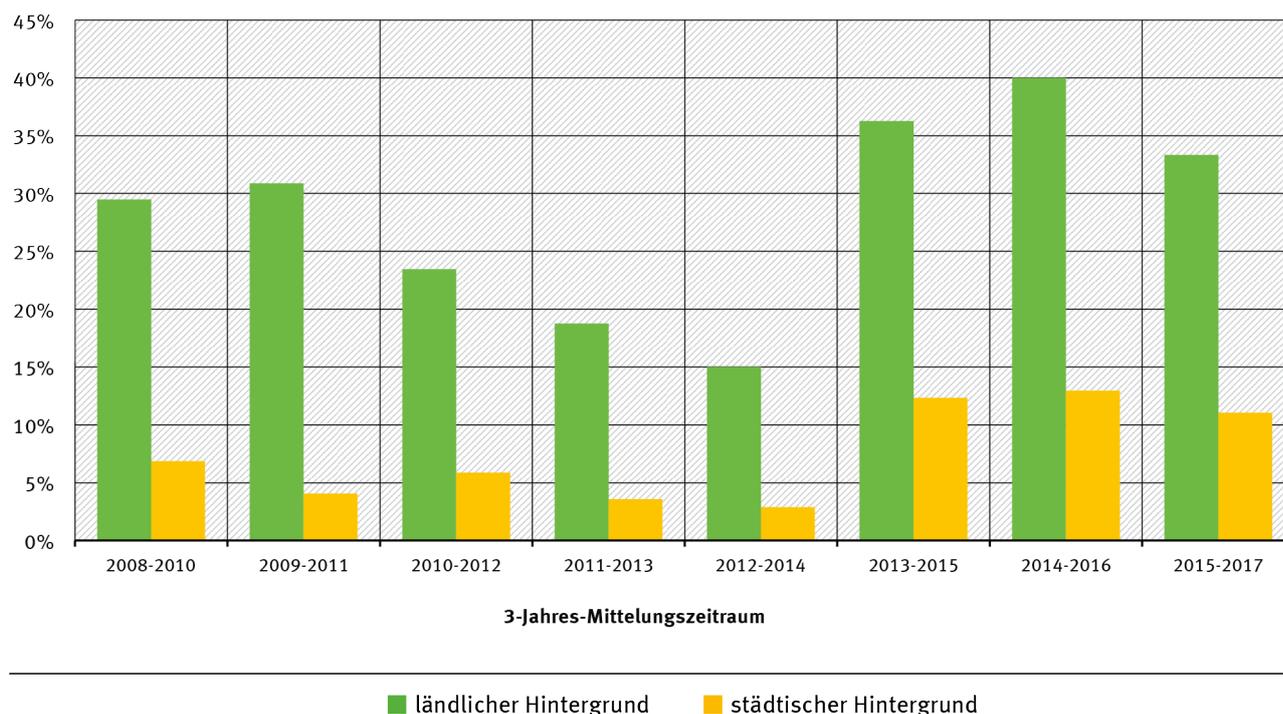
Der höchste 1-Stunden-Mittelwert im Jahr 2017 betrug 238 µg/m³, die Alarmschwelle von 240 µg/m³ im Stundenmittel wurde demnach nicht überschritten. Zu Überschreitungen der Informationsschwelle von 180 µg/m³ kam es an 7 Tagen. Damit zählt der Sommer 2017 zu denen, die kaum mit höheren Ozonkonzentrationen belastet waren.

Aus Abbildung 10 wird deutlich, dass die Überschreitungen der Informationsschwelle von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich oft auftreten. So ragt beispielsweise der „Jahrhundertsummer“ 2003 deutlich heraus. Aber auch das Jahr 2015 weist eine höhere Ozonbelastung

Abbildung 9

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Zielwertes

für den Schutz der Gesundheit, Zeitraum 2010–2017 (jeweils 1-jährig gleitendes Mittel über 3 Jahre)



Quelle: Umweltbundesamt 2018

als das Jahr 2017 auf. Grund für diese starken Schwankungen ist die hohe Abhängigkeit der Ozonkonzentrationen vom Wetter. Denn Ozon wird im Gegensatz zu Feinstaub und Stickstoffdioxid nicht direkt ausgestoßen, sondern aus bestimmten Vorläuferstoffen bei intensiver Sonneneinstrahlung gebildet. Bei länger anhaltenden sommerlichen Hochdruckwetterlagen kann sich das so gebildete Ozon in den unteren Schichten der Atmosphäre anreichern und dort zu erhöhten Werten führen. In Deutschland sind die Emissionen der Vorläuferstoffe von 1990 bis zum Jahr 2016 um 58 Prozent für Stickstoffoxide (aus dem Straßenverkehr und aus Feuerungsanlagen) sowie 69 Prozent für flüchtige organische Verbindungen (aus Farben, Lacken und Reinigungsmitteln) zurückgegangen.

3 O₃ – Langfristziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Die Anstrengungen Deutschlands, die Emissionen der Ozonvorläuferstoffe weiter zu mindern, müssen dennoch fortgeführt werden, denn der langfristige Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit (120 µg/m³ als 8-Stundenmittelwert) wird nahezu deutschlandweit verfehlt: Im Jahr 2017 wurden an 241 Stationen (95 Prozent) 8-Stunden-Mittelwerte über 120 µg/m³ gemessen. Abbildung 11 zeigt, an wieviel Tagen das Langfristziel im Durchschnitt überschritten wurde. Im ländlichen Bereich tritt dies etwas häufiger auf als in den Städten. Für diese Darstellung sind nur diejenigen Messstationen einbezogen, die über einen längeren Zeitraum aktiv waren. Die Empfehlung der WHO, dass die 8-Stundenmittelwerte den Wert von 100 µg/m³ nicht überschreiten sollen, wurde deutschlandweit verfehlt.

4 O₃ – Schutz der Vegetation

Für die Ermittlung der Zielwerte für den Schutz der Vegetation (AOT40) werden gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie nur die rund 160 Messstationen außerhalb von Städten herangezogen. Für den Zielwert (einzuhalten seit dem Jahr 2010) ist eine Mittelung über fünf Jahre vorgesehen. Der Zielwert (18.000 µg/m³ h summiert von Mai bis Juli) für den letzten Mittelungszeitraum von 2013 bis 2017 wurde an 20 Stationen (= 12 Prozent, Vorjahr: 12 Stationen = 7 Prozent) überschritten. In den letzten zehn Jahren traten nur wenige Überschreitungen des Zielwerts auf. Diese Verbesserung bedeutet aber nicht, dass Risiken für die Vegetation kaum noch auftreten. Die kritische Schwelle für Wirkungen auf Pflanzen liegt nach derzeit gültiger

Methodik in Höhe des langfristigen Zielwertes (6.000 µg/m³ h summiert von Mai bis Juli), der 2017 an 139 der 159 Messstationen (= 87 Prozent; Vorjahr: 98 Prozent) überschritten wurde. Die Methoden der Wirkungsbeurteilung für Ozon werden in Europa derzeit weiterentwickelt. Dabei werden nicht nur die Ozonkonzentration, sondern auch meteorologische Gegebenheiten, das Öffnungsverhalten der Spaltöffnungen der Pflanzen und damit der Ozonfluss in die Pflanze berücksichtigt (PODY-Ansatz, Phytotoxic Ozone Dose).

Informationsschwelle

Bei Ozonwerten über 180 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) wird die Öffentlichkeit über die Medien darüber informiert, dass für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen ein Risiko für die Gesundheit besteht.

Alarmschwelle

Bei Ozonwerten über 240 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) wird die Öffentlichkeit über die Medien gewarnt, dass für alle Menschen ein Risiko für die Gesundheit besteht.

Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Ozonwerte über 120 µg/m³ (höchster täglicher 8-Stundenmittelwert) dürfen an höchstens 25 Tagen im Kalenderjahr auftreten, gemittelt über 3 Jahre. Langfristig sollen die 8-Stundenmittelwerte 120 µg/m³ gar nicht mehr überschreiten.

WHO-Empfehlung

Die 8-Stundenmittelwerte sollen 100 µg/m³ nicht überschreiten.

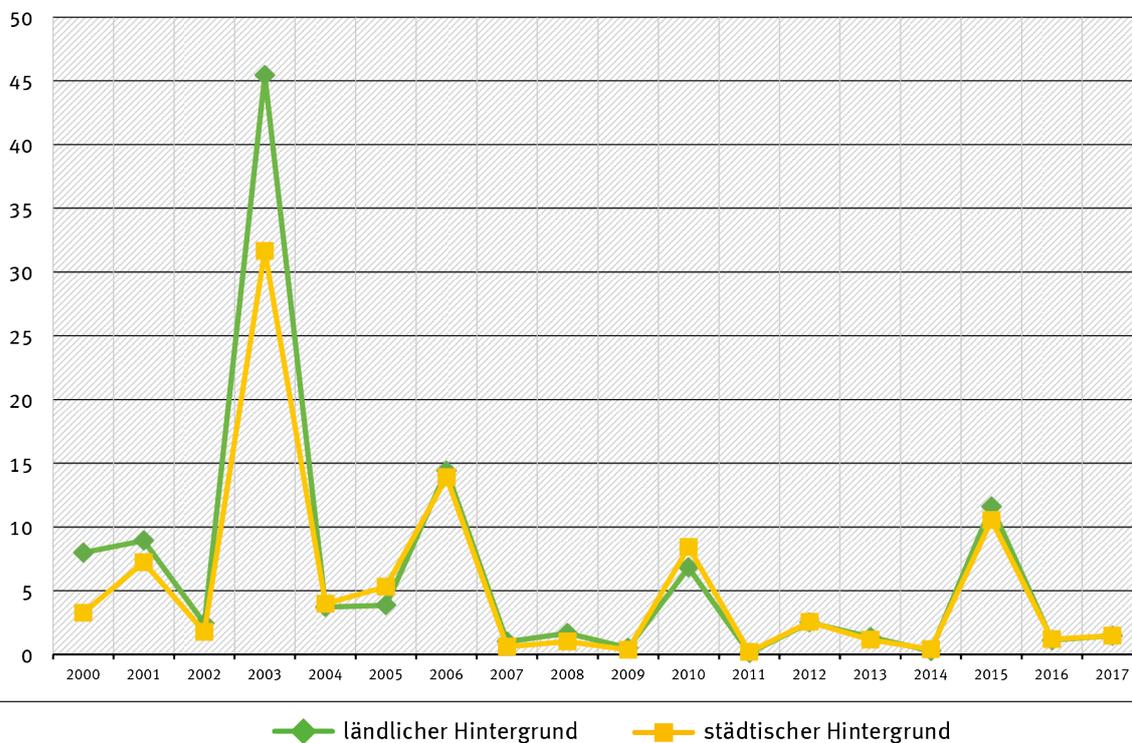
Zielwerte zum Schutz der Vegetation (AOT40)

Der Begriff AOT40 (Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 parts per billion) bezeichnet die Summe der Differenzen zwischen den 1-Stundenmittelwerten über 80 µg/m³ (= 40 ppb) und dem Wert 80 µg/m³ zwischen 8 Uhr morgens und 20 Uhr abends, in den Monaten Mai bis Juli. Der AOT40-Zielwert soll als 5-Jahresmittel bereits seit 2010 den Wert von 18.000 µg/m³ h – das sind 9.000 ppb h beziehungsweise 9 ppm h – nicht überschreiten. Langfristig soll der Wert in einem Jahr höchstens 6.000 µg/m³ h – das sind 3.000 ppb h beziehungsweise 3 ppm h – erreichen.

Abbildung 10

Überschreitungsstunden der Informationsschwelle (180 µg/m³)

Mittelwert über ausgewählte Stationen

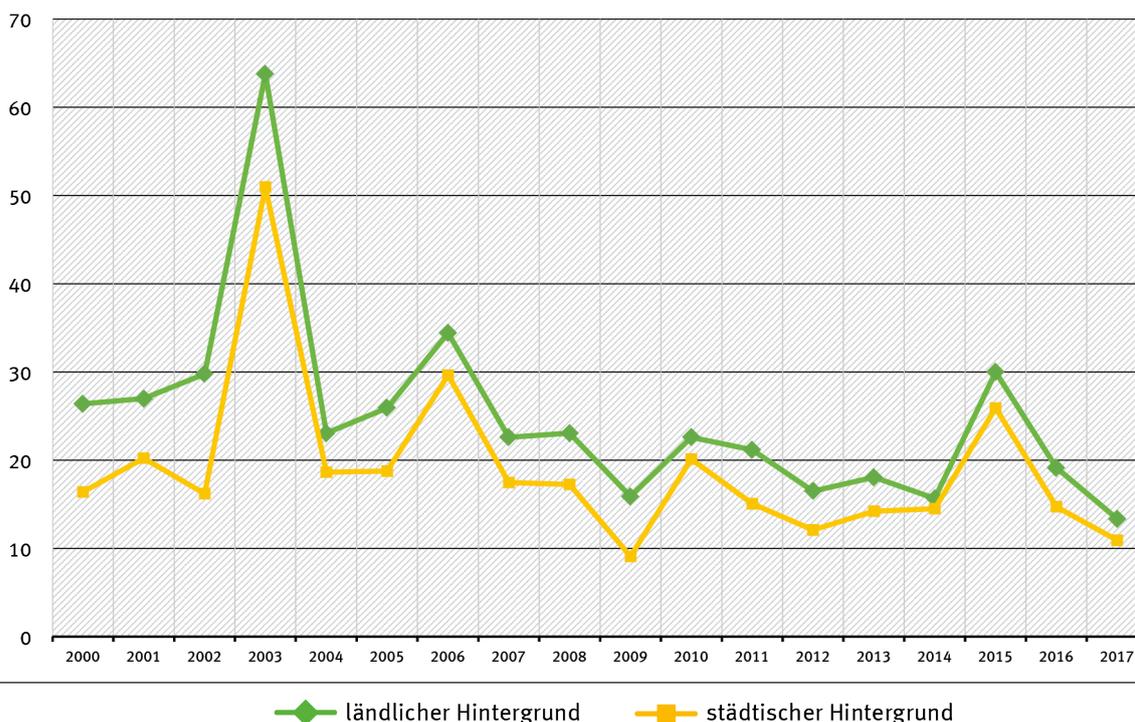


Quelle: Umweltbundesamt 2018

Abbildung 11

Überschreitungstage des langfristigen Zieles (120 µg/m³ als höchster täglicher 8-Stunden-Mittelwert)

Mittelwert über ausgewählte Stationen



Quelle: Umweltbundesamt 2018

V Die Stickstoffdioxidbelastung in Städten und Maßnahmen zur Minderung

Die Auswertungen der Messdaten zur Luftqualität 2017 zeigen, dass es nach wie vor in vielen deutschen Städten zu Überschreitungen des Stickstoffdioxid (NO₂)-Grenzwertes kommt. Die Überschreitungen konzentrieren sich ausschließlich auf verkehrsnahen Bereiche. Maßnahmen zur Minderung müssen demzufolge vor allem im Verkehrsbereich ansetzen.

1 Stickstoffoxid-Gesamtemissionen in Deutschland

Stickstoffoxide (NO_x) stammen maßgeblich aus vom Menschen verursachten Verbrennungsprozessen. Die zeitliche Entwicklung in Abbildung 12 zeigt in den letzten 25 Jahren eine deutliche Abnahme der nationalen Gesamtmenge. Hauptverursacher von Stickstoffoxiden ist mit 40 Prozent an der Gesamtmenge der Verkehr. Eine weitere bedeutende Quelle ist die Energiewirtschaft. Stickstoffoxide werden aber auch in geringeren Mengen aus der Industrie und der Landwirtschaft emittiert.

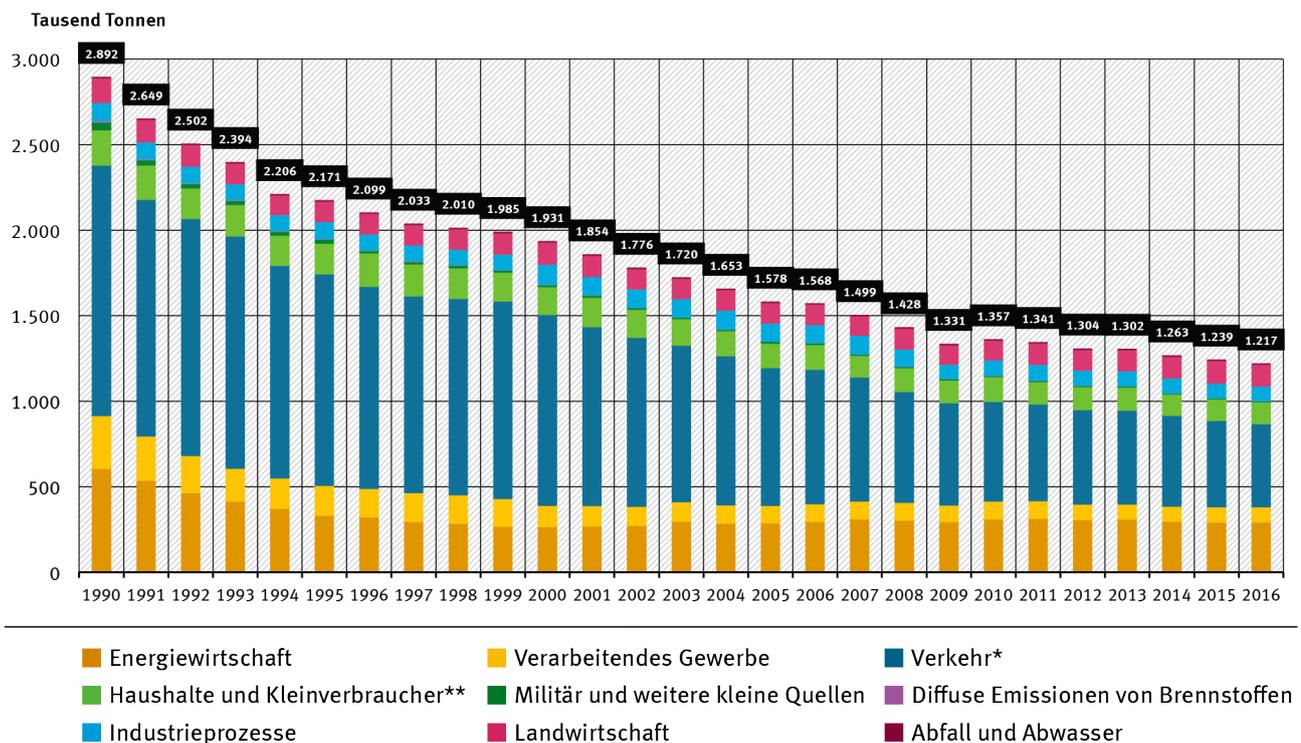
Die Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes an stark befahrenen Straßen sind hauptsächlich auf den Verkehr zurückzuführen. Die Stickstoffoxide werden dabei als NO oder direkt als NO₂ freigesetzt. Innerhalb der Verursachergruppe „Verkehr“ können die Emissionen wiederum unterschiedlichen Fahrzeugkategorien zugeschrieben werden. In Abbildung 13 ist zu sehen, dass für das Jahr 2016 die Hälfte dieser Emissionen auf Diesel-PKW zurückzuführen ist. Die Zahlen können regional jedoch auch stark variieren.

Innerhalb der Kategorie Diesel-PKW tragen Fahrzeuge mit unterschiedlichen Abgasnormen unterschiedlich stark zu den Stickstoffoxidemissionen bei. Detailinformationen enthält das Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA). Demnach sind die Stickstoffoxidemissionen der Diesel-PKW mit Abgasnorm Euro 5 am höchsten. Die Emissionen der neueren Euro-6-Diesel-PKW sind zwar etwas geringer,

Abbildung 12

Entwicklung der deutschlandweiten Stickstoffoxidemissionen über die letzten 27 Jahre

Die Beiträge unterschiedlicher Verursachergruppen sind farblich gekennzeichnet

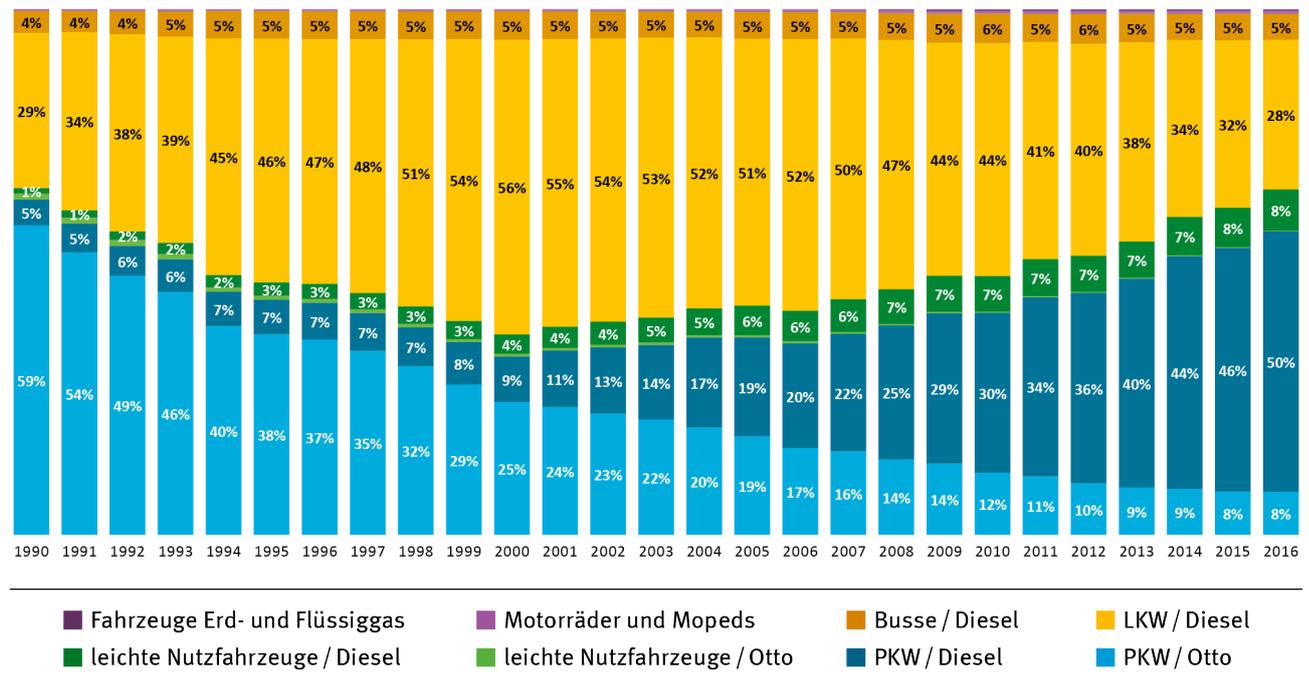


* ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
 ** inklusive land- und forstwirtschaftlichem Verkehr

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2016 (Stand 01/2018)

Abbildung 13

Beiträge unterschiedlicher Verkehrsmittel an den NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr



Quelle: Umweltbundesamt 2018

brachten aber noch keine wesentliche Verbesserung. Erst mit der Einführung des Euro-6d-Standards in 2 Stufen, bei dem die Emissionstests zusätzlich unter realen Fahrbedingungen (RDE) erfolgen, werden sich die Stickstoffoxidemissionen deutlich verringern. Bereits seit dem 1. September 2017 gilt, dass entsprechend dem ab dann gültigen Euro-6d-Standard neue Diesel-PKW für die Zulassung den Emissionsgrenzwert von 168 mg/km unter realen Fahrbedingungen einhalten müssen (Schadstoffnorm Euro 6d-TEMP). Ab Januar 2020 beträgt dieser Wert dann nur noch 120 mg/km (Schadstoffnorm Euro 6d).

2 Verteilung der NO₂-Konzentration in städtischen Gebieten

Unmittelbar nach ihrer Freisetzung sind Stickstoffoxide an vielen chemischen Reaktionen in der Atmosphäre beteiligt. Zusammen mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen sind sie für die sommerliche Ozonbildung verantwortlich und tragen zudem zur Feinstaubbelastung bei.

Die Konzentrationsverteilung im städtischen Hintergrund kann mit Chemie-Transportmodellen (CTM) berechnet werden, die eine Vielzahl von chemischen Umwandlungsprozessen in der Atmosphäre berücksichtigen.

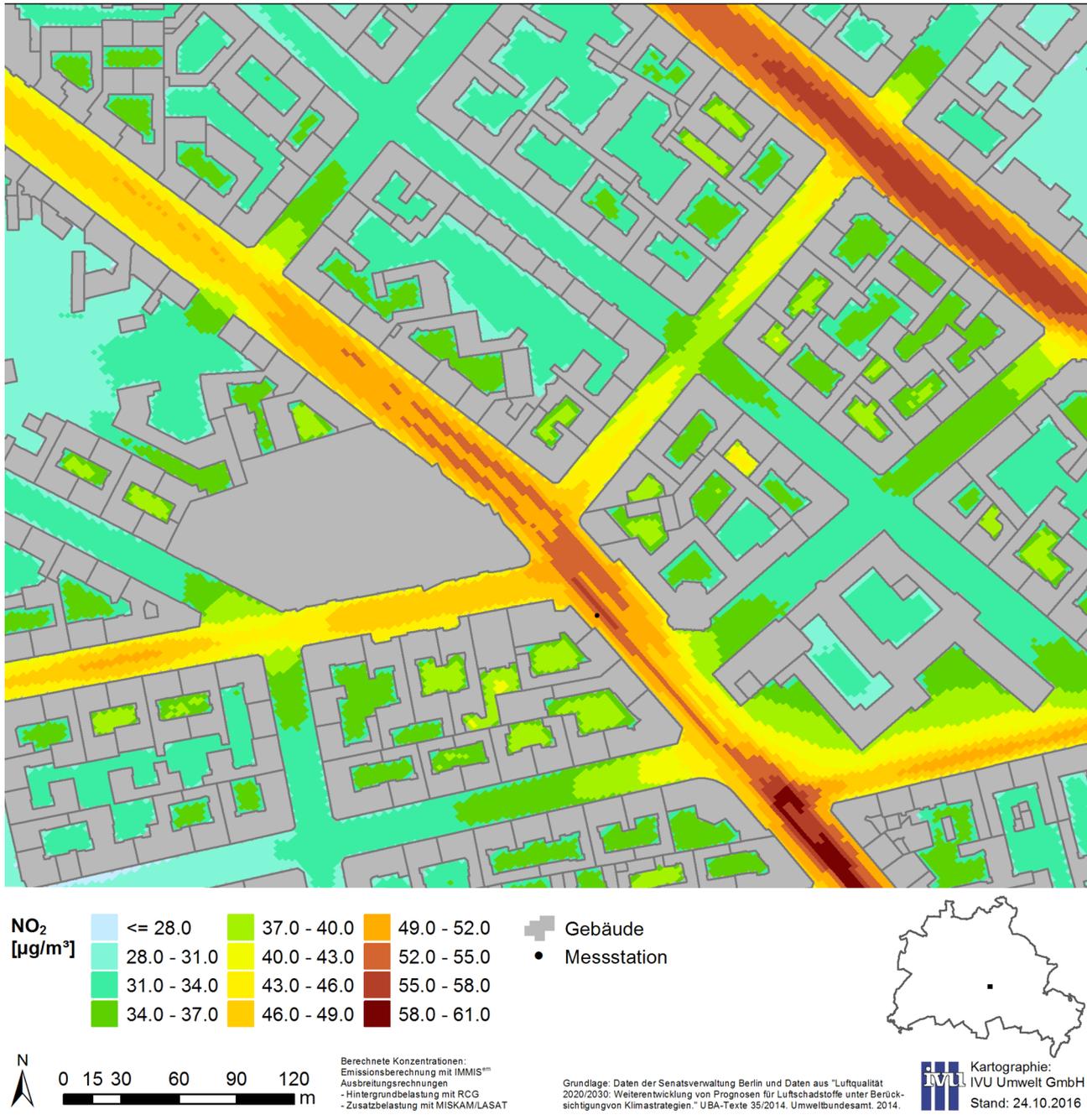
Das betrachtete Gebiet wird dafür in Gitterzellen mit Kantenlängen von einigen Kilometern unterteilt.

Um die NO₂-Konzentrationen in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle – wie zum Beispiel einer Straße – im Modell erfassen zu können, müssen noch kleinräumigere Betrachtungen gewählt werden. Die Konzentrationsverteilung innerhalb eines 500 m x 500 m großen Modellgebietes in Berlin ist in Abbildung 14 dargestellt. Die Berechnungen wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens von Pfäfflin et al. (2017)⁴ für das Jahr 2010 durchgeführt. Auch in diesem Fall wurde das Modellgebiet in Rasterzellen aufgeteilt, allerdings mit einer Gitterweite von nur 2,2 m x 2,2 m. Zur Simulation der Strömung und damit des Transportes des Schadstoffs innerhalb des Gebietes wurde die Modellkombination MISKAM-LASAT verwendet. Aufgrund kürzerer Ausbreitungszeiten im Straßenraum wird in solchen Detailrechnungen üblicherweise nur ein begrenzter Satz der wichtigsten chemischen Umwandlungsprozesse betrachtet. Mittels dieses Modellansatzes lassen sich die so genannten

4 F. Pfäfflin, V. Diegmann, L. Neunhäuserer, E. Reimer, R. Stern (2017): Urbane NO₂- und PM₁₀-Konzentrationen: Grundlagen für die Entwicklung einer modellgestützten und flächenbezogenen Beurteilung der Luftqualität, FKZ 3715 51 200 0

Abbildung 14

NO₂-Konzentration in der Karl-Marx-Straße in Berlin
 im Mittel für das Jahr 2010 mit einer Gitterweite 2,2 m x 2,2 m



Quelle: F. Pfäfflin, V. Diegmann, L. Neunhäuserer, E. Reimer, R. Stern (2017): Urbane NO₂- und PM₁₀-Konzentrationen: Grundlagen für die Entwicklung einer modellgestützten und flächenbezogenen Beurteilung der Luftqualität, FKZ 3715 51 200 0

Hotspots mit Grenzwertüberschreitungen in urbanen Gebieten erkennen.

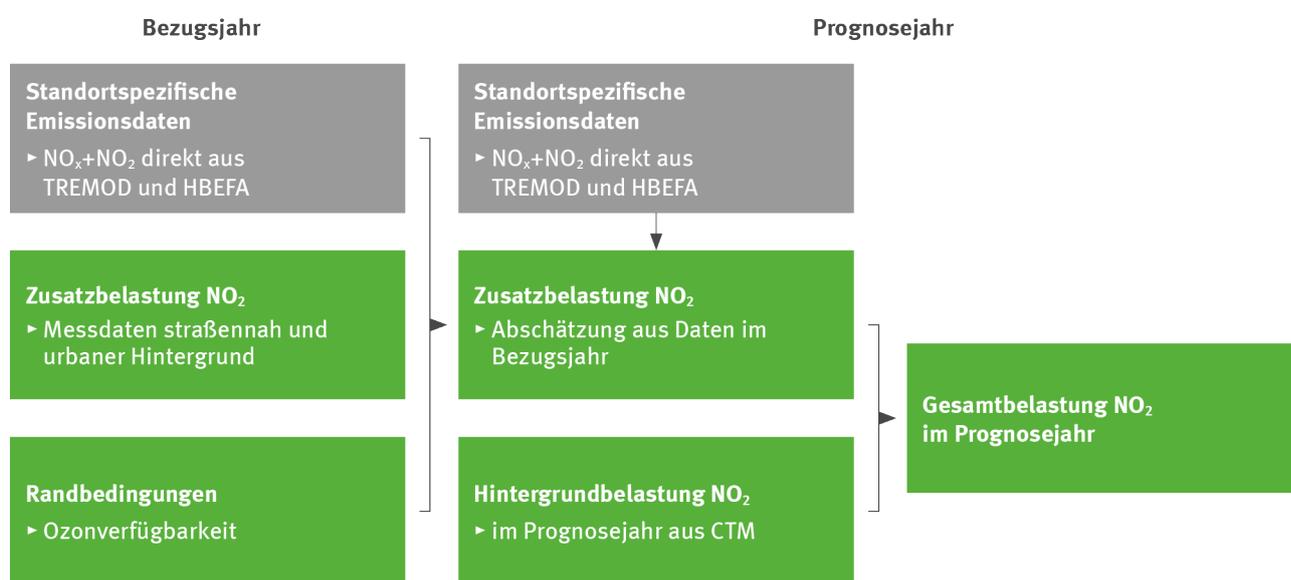
2.1 Abschätzung der straßennahen NO₂-Belastung

Da Detailmodellierungen rechentechnisch sehr aufwendig sind, werden oftmals Ansätze gewählt, in denen der Zusammenhang zwischen der Emission und der Luftkonzentration vereinfacht wird. Ein solcher Ansatz zur

Abschätzung der straßennahen NO₂-Belastung wurde beispielweise in der Studie von Stern (2013)⁵ verwendet. Ziel dieser Studie war es, die in Zukunft zu erwartenden NO₂-Konzentrationen an einer Vielzahl von stark befahrenen Straßen in Deutschland zu prognostizieren.

5 R. Stern (2013): Prognose der Luftqualität und Abschätzung von Grenzwertüberschreitungen in Deutschland für die Referenzjahre 2010, 2015 und 2020

Abbildung 15

Schematische Darstellung der Methodik nach Stern (2013)zur Abschätzung straßennaher NO₂-Konzentrationen für ein bestimmtes Prognosejahr

Quelle: Umweltbundesamt 2018

Eine schematische Darstellung der Methodik wird in Abbildung 15 gegeben. Wichtige Eingangsdaten sind die NO_x- und die direkten NO₂-Emissionen aus dem Verkehr im Straßenabschnitt und Bezugsjahr. Sie werden aus der Fahrleistung, der Flottenzusammensetzung und den Emissionsfaktoren aus HBEFA abgeschätzt. Diese Emissionen führen zu einem verkehrsbedingten Anteil von NO₂ in der Luft, der auch als Zusatzbelastung bezeichnet wird. Diese Zusatzbelastung setzt sich damit aus dem direkt von den Fahrzeugen freigesetzten NO₂ und einem luftchemisch aus NO gebildeten Anteil zusammen. Da dieser luftchemisch gebildete Anteil unter anderem von der Ozonkonzentration abhängt, werden zudem auch Daten dieses Schadstoffs berücksichtigt.

Für das Prognosejahr werden, wie auch für das Bezugsjahr, Abschätzungen der zu erwartenden Emissionen im betrachteten Straßenabschnitt benötigt. Dafür werden Daten zur Emissions- und Verkehrsentwicklung aus dem TREMOD-Ansatz (Transport Emission Model) auf den Straßenabschnitt übertragen. Zusammen mit den Informationen aus dem Bezugsjahr, kann dann die verkehrsbedingte NO₂-Zusatzbelastung im Prognosejahr abgeschätzt werden. Um letztendlich auf die zukünftige Gesamtbelastung im Straßenabschnitt schließen zu können, wird zusätzlich die Prognose der NO₂-Hintergrundbelas-

tung benötigt. Diese stammt wiederum aus regionalen Modellrechnungen für das Prognosejahr.

3 Bewertung der Wirksamkeit von Aktionen zur Minderung der NO₂-Belastung

Die in 2.1 beschriebene Methodik wurde für die Abschätzung der Änderung der straßennahen NO₂-Konzentration auf der Grundlage der Beschlüsse des Diesel-Gipfels (Nationales Forum Diesel) im August 2017 verwendet. Diese Beschlüsse zielen darauf ab, durch gezielte Maßnahmen eine Emissionsreduzierung der im Verkehr befindlichen Fahrzeugflotte zu erreichen. Das UBA hat im Vorfeld zwei wesentliche Maßnahmen betrachtet, die sich auf Software-Updates von Euro-5- und Euro-6-Diesel-PKW und den Rückkauf von Diesel-PKW mit den Abgasnormen Euro 4 oder älter beziehen. Exemplarisch wurden dazu Emissions- und Immissionsabschätzungen für einen sehr hoch belasteten Standort (München Landshuter Allee, NO₂-Jahresmittel 2016: 80 µg/m³) und für einen etwas weniger belasteten Standort (Mainz Parcusstraße, NO₂-Jahresmittel 2016: 53 µg/m³) durchgeführt.

3.1 Emissionsszenarien

Die NO_x- und NO₂-Emissionen für die beiden Standorte München Landshuter Allee und Mainz Parcusstraße wurden auf Basis des HBEFA (v3.3) anhand der lokalen Verkehrszahlen, Verkehrszusammensetzung und Fahr-

situationen berechnet. Die Anteile unterschiedlicher Schadstoffklassen wurden aus TREMOD übernommen. An der Landshuter Allee wurde von einer Fahrleistung von insgesamt 130.025 Kfz pro Tag ausgegangen. Für den Standort Mainz Parcusstraße wurde eine Gesamtfahrleistung von 21.685 Kfz pro Tag verwendet. Mit diesen Eingangsdaten wurden die Emissionen für die Ist-Situation abgeleitet.

Die Wirkung der Szenarien wurde für das Jahr 2020 betrachtet. Es wurde angenommen, dass sich bis dahin an den Fahrsituationen und den Verkehrszahlen nichts ändert. Die Entwicklung der Anteile in den Schadstoffklassen im Jahr 2020 liefert TREMOD im deutschlandweiten Mittel. Zur Abbildung der Szenarien zum Software-Update und zum Rückkauf wurden sowohl die Zusammensetzung der Schadstoffklassen in den unterschiedlichen Fahrzeugkategorien als auch die Emissionsfaktoren modifiziert.

Berücksichtigt wurde außerdem, dass es durch die Rückkäufe zu vorgezogenen Kaufentscheidungen kommt und dadurch insgesamt weniger Euro-6d-TEMP-Fahrzeuge zugelassen werden. Hintergrund ist, dass jetzt Euro-6a/b/c-Fahrzeuge angeschafft werden, die sonst später als Euro-6d-TEMP gekauft worden wären. Eine Zusammenfassung aller betrachteten Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben. Beispielsweise wurde für das Szenario SU1 angenommen, dass deutschlandweit 3,5 Mio. Euro-5- und 1,5 Mio. Euro-6-Fahrzeuge ein Update erhalten und dies zu einer Emissionsminderung von 25 Prozent führt. Dies entspricht rund der Hälfte des derzeitigen Diesel-Pkw-Flottenanteils in Deutschland sowohl der Euro-5- als auch der Euro-6-Diesel-PKWs deutscher Hersteller.

Tab. 1

Beschreibung der Szenarien zum Software-Update (SU), Rückkauf (R) und der Kombination aus beiden

Zusammenfassung der Emissionsszenarien zum Software-Update (SU) mit der Anzahl der Fahrzeuge und der angenommenen Minderungswirkung des Updates. Die Szenarien zum Rückkauf (R) sind mit dem Fahrzeuganteil der durch Euro 6 a/b/c, Euro 6 Benzinern oder Euro 6d-TEMP ersetzt wird ebenfalls aufgelistet.

Szenario	Update		Rückkauf	
	Fahrzeuge	NO _x -Minderung	Fahrzeuge	Ersatz
SU1	5 Mio. (3,5 Euro 5; 1,5 Euro 6)	25%		
SU2	3,75 Mio. (3 Euro 5; 0,75 Euro 6)	15%		
R1			75% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6a/b/c
R1_2			75% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6d-TEMP
R2			25% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6a/b/c
R2_2			25% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6d-TEMP
R3			25% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6a/b/c & Benzin Euro 6
SU1R3	5 Mio. (3,5 Euro 5; 1,5 Euro 6)	25%	25% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6a/b/c & Benzin Euro 6
SU2R2	3,75 Mio. (3 Euro 5; 0,75 Euro 6)	15%	25% von Diesel Euro 1–4	zu Diesel Euro 6a/b/c

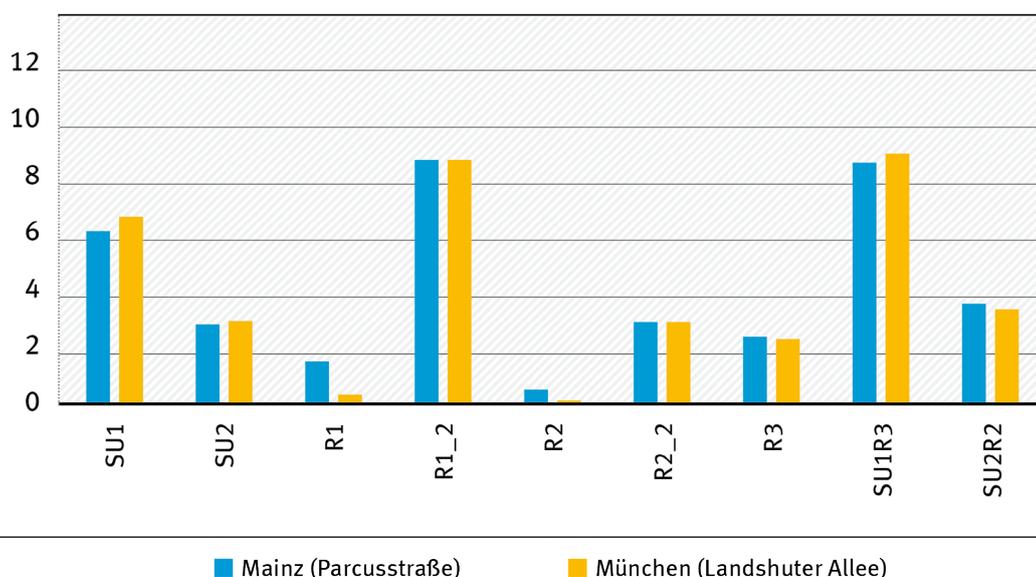
Quelle: Umweltbundesamt 2018

Die prozentualen Emissionsminderungen für die Szenarien aus Tabelle 1 sind in Abbildung 16 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen nur geringe Unterschiede zwischen den Standorten in Mainz und München. Die berechnete Wirkung der Software-Updates beträgt bis zu 7 Prozent (SU1). Der Effekt wird jedoch deutlich verringert, wenn die Besitzer die Updates verweigern (zum Beispiel nur 3,75 Mio. statt 5 Mio.) oder diese eine geringere Wirkung haben (15 Prozent statt 25 Prozent).

Die Wirkung des Rückkaufs wird insgesamt geringer eingeschätzt als die der Software-Updates, insbesondere wenn der Ersatz nicht durch emissionsarme Fahrzeuge erfolgt. Findet beispielsweise bei 75 Prozent der alten Diesel-PKW ein Wechsel auf neuere Diesel-PKW der Abgasnormen Euro 6a/b/c statt, so bringt dies eine Emissionsminderung von maximal 3 Prozent (R1). Könnten dagegen 75 Prozent der Diesel Euro 1–4 durch 6d-TEMP Diesel ersetzt werden, wird mit bis zu 9 Prozent die stärkste Emissionsminderung erreicht (R1_2). Eine Kombination aus optimistischer Annahme zu den Software-Updates und Wechsel zu Benzinern (SU1R3) erreicht ähnliche starke Minderung.

Abbildung 16

Prozentuale NO_x-Emissionsminderung gegenüber dem Referenzszenario für Szenarien mit Software-Update (SU), Rückkauf (R) oder der Kombination (SUR) aus beiden*



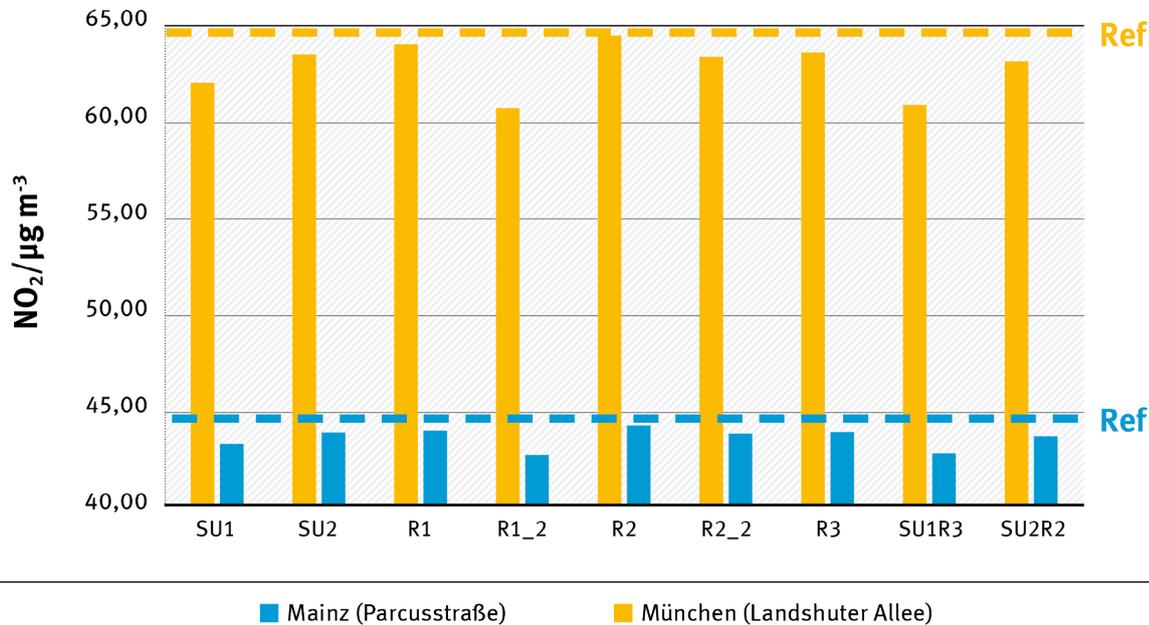
* Eine detaillierte Beschreibung der Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben.

Quelle: Umweltbundesamt 2018

Abbildung 17

Abschätzung der NO₂-Konzentration im Jahr 2020 mit den Szenarien zum Software-Update (SU), den Rückkäufen (R) oder der Kombination (SUR) aus beiden*

Der Fall ohne Maßnahmen ist als gestrichelte Linie dargestellt



* Eine detaillierte Beschreibung der Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben.

Quelle: Umweltbundesamt 2018

3.2 Straßennahe NO₂-Konzentration in der Luft

Die Konzentration an der Parcusstraße in Mainz lag im Jahr 2016 im Mittel bei 53 µg/m³ und an der Landshuter Allee in München bei 80 µg/m³. Die Modellrechnungen mit der in Abschnitt 2.1 beschriebenen Methodik ergeben, dass im Referenzfall – also ohne Maßnahmen in Folge des Dieselpipfels – die Konzentration an der Landshuter Allee im Jahr 2020 noch 65 µg/m³ betragen wird, die an der Parcusstraße noch 44 µg/m³ (Abbildung 17).

Die Abschätzung der Wirkung der Emissionsminderungen ergaben, dass sich mit dem Software-Update (SU1) die Konzentration an der Landshuter Allee um zusätzlich ca. 3 µg/m³ auf 62 µg/m³ verringern lässt. Bei den Rückkaufszszenarien mit Wechsel auf Euro 6a/b/c beziehungsweise auf Euro 6a/b/c und Benzin-PKW zeigt sich eine sehr geringe Wirkung mit einer Minderung von etwa 1 µg/m³ an der Landshuter Allee. Für Mainz Parcusstraße fällt die Minderung noch geringer aus.

Wird wie im Szenario R1_2 ein großer Teil der alten Diesel-PKW durch Euro-6d-Temp-Diesel-PKW ersetzt, ergibt sich das größte Minderungspotenzial von etwa 5 µg/m³ an der Landshuter Allee und 2 µg/m³ an der Parcusstraße. Ein ähnliches Minderungspotenzial kann von der Kombination von Software-Updates bei 75 Prozent der Euro-5- und Euro-6-Diesel-PKW und dem Rückkauf von 25 Prozent der älteren Diesel-PKW im Szenario SU1R3 erwartet werden. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die zu erwartenden Konzentrationsminderungen im Vergleich zur Höhe der Grenzwertüberschreitung eher gering sind. Der NO₂-Grenzwert von 40 µg/m³ würde für alle Szenarien im Jahr 2020 weder an der Parcusstraße in Mainz noch an der Landshuter Allee in München eingehalten werden.

Weitere Informationen zum Thema

Aktuelle Luftqualitätsdaten:

<http://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten>

Portal Luft und Luftreinhaltung:

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/index.htm>

UBA-Kartendienst zu Luftschadstoffen:

<http://gis.uba.de/Website/luft/index.html>

Entwicklung der Luftqualität in Deutschland:

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/entwicklung.htm>

Information zum Schadstoff PM₁₀:

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/feinstaub.htm>

Information zum Schadstoff NO₂:

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/no.htm>

Information zum Schadstoff Ozon:

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/schadstoffe/ozon.htm>



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurmlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/