

Luftqualität 2016 in Deutschland

Air quality in Germany in 2016

Susan Kessinger

Abstract

In 2016 German air was polluted by particulate matter, nitrogen dioxide and ozone in many places. This assessment is based on preliminary air quality data from the German federal states and the German Environment Agency (UBA). Especially in German cities, nitrogen dioxide concentrations were far too high. About 57 percent of the stations near traffic exceeded the limit value of $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Since 2010 only a slight decrease can be found. In contrast, concentrations of particulate matter decrease significantly: in 2016 the lowest mean pollution with particulate matter was found. Compared to the last 20 years, it was also a year with low ozone pollution. Nevertheless, ozone target values are still exceeded extensively. The current air quality situation makes clear, that there have to be further efforts to reduce emissions. This is also necessary to avoid high ozone concentrations that will occur when temperatures rise in the course of the climate change.

Zusammenfassung

Auch 2016 war die Luft vielerorts in Deutschland vor allem durch die Schadstoffe Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon belastet. Besonders in Städten wurden erneut zu hohe Stickstoffdioxidwerte gemessen. Das zeigt die Auswertung der noch vorläufigen Messdaten der Länder und des Umweltbundesamtes (UBA). An 57 Prozent der verkehrsnahen Messstationen wurde der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel überschritten. Seit 2010 zeigt sich hier ein nur leicht abnehmender Trend. Beim Feinstaub sind dagegen deutliche Fortschritte zu verzeichnen: 2016 ist das Jahr mit den niedrigsten Belastungen seit 2000. Auch die Ozonkonzentrationen waren im Vergleich zu den letzten 20 Jahren eher niedrig. Nichtsdestotrotz wird durch Ozon der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit noch immer großräumig überschritten. Die aktuelle Situation der Luftqualität zeigt, dass auch weiterhin Maßnahmen notwendig sind, um die Emissionen zu verringern. Dies ist auch erforderlich, um erhöhte Ozonwerte zu vermeiden, die im Zuge steigender Temperaturen durch den Klimawandel zu erwarten sind.

Einleitung

Um die Luftqualität zu verbessern oder zu bewahren, kam es erstmalig 1974 mit dem Bundes-Immissionsschutzgesetz zu einer systematischen Regelung, insbesondere der Emissionsbegrenzung nach dem Stand der Technik für Neuanlagen und für bestehende Anlagen in Belastungsgebieten. Die 1980er Jahre waren gekennzeichnet durch umfassende Sanierungsprogramme für alle Kraftwerke und größere Industrieanlagen. In den 1990er Jahren wurden die Emissionsquellen in den neuen Ländern saniert oder stillgelegt und durch neue Anlagen mit Emissionsminderungseinrichtungen nach dem Stand der Technik ersetzt. Im Laufe der Zeit wechselten auch die relevanten Schadstoffe. In den 1960er Jahren waren es Ruß und grober Staub (Ziel: „Blauer Himmel über der Ruhr“), in den 1970er Jahren Schwefeldioxid (Problem: saurer Regen), später sommerlicher Photosmog mit der

Leitsubstanz Ozon und ab Mitte der 1990er Jahre zunehmend Feinstaub und Stickstoffdioxid.

Mittlerweile gibt es keine Überschreitungen der geltenden Luftschadstoffgrenzwerte für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol und Blei mehr. Nichtsdestotrotz kann keine Entwarnung gegeben werden: Besonders in Ballungsräumen liegen die Schadstoffkonzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub oberhalb geltender, gesundheitsrelevanter Grenzwerte. Fernab von Ballungsräumen ist die Luft im Sommer durch zu hohe Ozonwerte belastet.

Luftqualität 2016 in Deutschland

Nach geltenden gesetzlichen Regelungen muss die Luftqualität vor allem da überwacht werden,

wo hohe Werte zu erwarten sind. Besonders viele Stationen findet man daher in Städten und Ballungsräumen, dort wird direkt in der Nähe vielbefahrener Straßen gemessen („verkehrsnahe“), aber auch in Gebieten, wo Menschen ihre Freizeit verbringen, arbeiten und wohnen („städtischer Hintergrund“). Zudem gibt es noch Messstationen fernab jeglicher anthropogener Emissionsquellen („ländlicher Hintergrund“) und in der Nähe von Industrieanlagen. Die Schadstoffkonzentrationen in der Luft werden deutschlandweit mehrmals am Tag an mehr als 650 Messstationen gemessen. Die Auswertung der Luftqualität im Jahr 2016 in Deutschland basiert auf vorläufigen, noch nicht abschließend geprüften Daten aus den Luftmessnetzen der Bundesländer und des Umweltbundesamtes (UBA) (Stand Januar 2017). Aufgrund der umfangreichen Qualitätssicherung in den Messnetzen stehen die endgültigen Daten erst Mitte 2017 zur Verfügung. Die jetzt vorliegenden Daten lassen aber eine generelle Einschätzung des vergangenen Jahres zu (UBA 2017). Dabei liegen vor allem die Schadstoffe Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon oberhalb europaweit geltender Grenz- beziehungsweise Zielwerte nach EU-Richtlinie 2008/50/EG, umgesetzt in deutsches Recht mit der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung.

Feinstaub (PM_{10})

Feinstaub kann natürlichen Ursprungs sein oder durch menschliches Handeln erzeugt werden. Er stammt aus vielfältigen Quellen, so zum Beispiel aus dem Kraftfahrzeugverkehr, aus Kraft- und Fernheizwerken, Abfallverbrennungsanlagen, Öfen und Heizungen in Wohnhäusern, der Tierhaltung und Industrieprozessen. Feinstaub ist damit allgegenwärtig. Neben der Höhe der Emissionen hängt die Belastung durch Feinstaub stark von den meteorologischen Bedingungen ab. So bestimmt die Strömungsrichtung und Windgeschwindigkeit, ob Feinstaub ab- oder herantransportiert wird, die Schichtung der Atmosphäre sorgt für eine Verdünnung oder Anreicherung.

Wie schon in den Vorjahren, blieben auch 2016 extreme, feinstaubbegünstigende Wetterlagen aus, wie sie beispielsweise im Frühjahr und Herbst 2011 beobachtet wurden. Die Entwicklung der mittleren Belastung ist in den letzten 15 Jahren klar rückläufig, unterliegt aber starken zwischenjährlichen (meteorologischen) Schwankungen (**Abbildung 1**).

Überschreitung geltender Feinstaubgrenzwerte

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt für Feinstaub ein Jahresmittelgrenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Grenzwert wurde im Jahr 2016 deutschlandweit an allen Messstationen eingehalten. 24 Prozent der Messstationen wiesen jedoch Werte oberhalb des von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagenen Luftgüteleitwertes von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel auf. Der weitaus größte Teil davon waren verkehrsnahen Messstationen.

Des Weiteren gilt ein Tagesmittelgrenzwert, der besagt, dass $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel nicht öfter als 35 Mal im Jahr überschritten werden dürfen. Zu Tageswerten oberhalb von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kommt es vor allem an stark befahrenen Straßen und während Feinstaub-Episoden, die meist bei kalten, stabilen Hochdruckwetterlagen in der Winterzeit auftreten. Aber auch Ereignisse wie Silvester oder Osterfeuer führen großräumig zu hohen Tagesmittelwerten. Selten überschreiten heutzutage Messstationen den Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an mehr als 35 Tagen (**Abbildung 2**). 2016 geschah dies lediglich an einer verkehrsnahen Messstation (Stuttgart Am Neckartor). Die Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation, dass an maximal drei Tagen im Jahr Tagesmittelwerte von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vertretbar sind, wurde an 46 Prozent aller Stationen nicht eingehalten.

Wie wirkt Feinstaub auf die menschliche Gesundheit?

Es ist erwiesen, dass eingeatmeter Feinstaub negativ auf den Gesundheitszustand des Menschen wirkt. Dies ist nicht nur dann der Fall, wenn sich an der Oberfläche von Stäuben gefährliche Stoffe, wie Schwermetalle oder Krebs erzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, anlagern. Auch die Staubpartikel selbst stellen ein Gesundheitsrisiko dar: Je kleiner sie sind, desto größer ist das Risiko zu erkranken. Denn kleine Partikel dringen tiefer in die Atemwege ein und gelangen in Bereiche, von wo sie nicht wieder ausgeatmet werden können. Ultrafeine Partikel können zudem über die Lungenbläschen in die Blutbahn vordringen und sich über das Blut im Körper verteilen. In den Lungenbläschen sind Atmung und Blutkreislauf funktionell und anatomisch sehr eng miteinander verbunden. Deshalb können Störungen des einen Systems – wie etwa entzündliche Veränderungen im Atemtrakt – auch das andere System, also Herz oder Kreislauf, beeinträchtigen.

Die Weltgesundheitsorganisation hat in Untersuchungen festgestellt, dass es keine Feinstaubkonzentration gibt, unterhalb derer keine schädigende Wirkung zu erwarten ist. Hierin unterscheidet sich Feinstaub von vielen anderen Schadstoffen, wie Schwefeldioxid oder Stickstoffdioxid, für die man Werte angeben kann, unter denen keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu erwarten sind. Nicht nur kurzzeitig erhöhte Konzentrationen führen zu negativen gesundheitlichen Auswirkungen, gerade längerfristig vorliegende, geringere Konzentrationen wirken gesundheitsschädigend. Die Feinstaubbelastung sollte also so gering wie möglich sein.

Stickstoffdioxid (NO_2)

Stickstoffoxide entstehen als Produkte unerwünschter Nebenreaktionen bei Verbrennungsprozessen. Die Hauptquellen von Stickstoffoxiden sind Verbrennungsmotoren und Feuerungsanlagen für Kohle, Öl, Gas, Holz und Abfälle. In Ballungsgebieten ist der Straßenverkehr die bedeutendste Quelle.

Die Belastung der Luft durch NO_2 hängt anders als beim Feinstaub weniger stark von den meteorologischen Bedingungen ab. Daher zeigen sich im langjährigen Verlauf auch weniger starke zwischenjährliche Schwankungen (**Abbildung 3**).

Abbildung 1: Entwicklung der PM_{10} -Jahresmittelwerte im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2016. Quelle: UBA.

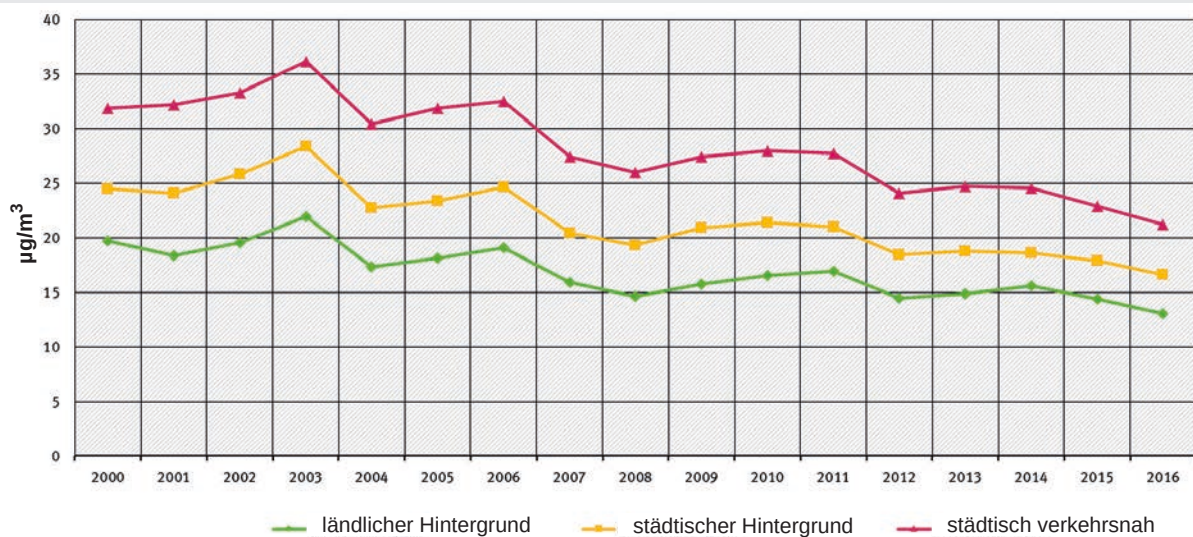
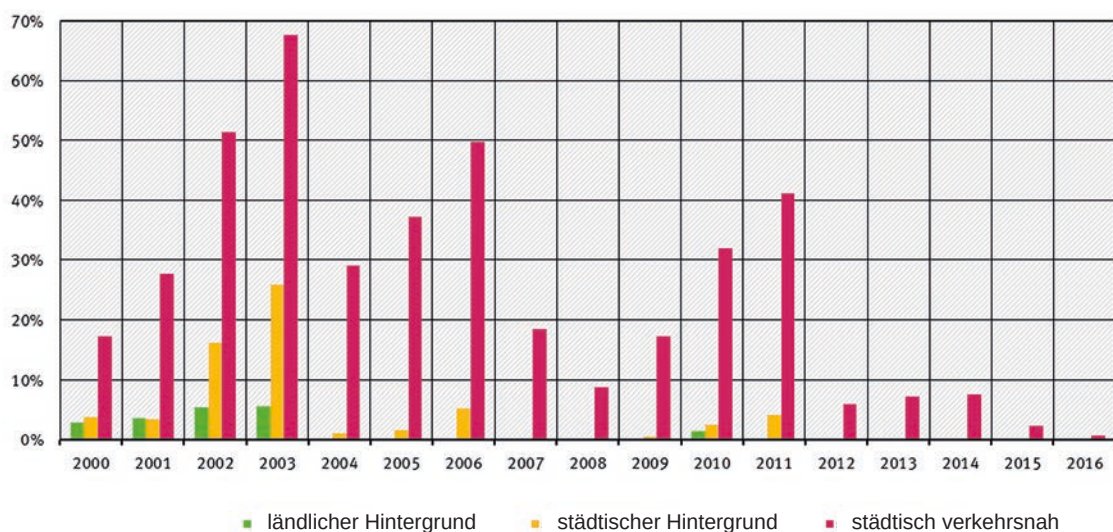


Abbildung 2: Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes für das PM_{10} -Tagesmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2016. Quelle: UBA.



Hohe NO₂-Werte werden nahezu ausschließlich in direkter Umgebung vielbefahrener Straßen gemessen. Selbst wenn die mittleren NO₂-Konzentrationen lang- und kurzfristig rückläufig sind, kommt es seit Gültigkeit des Jahresgrenzwertes von 40 µg/m³

im Jahr 2010 deutschlandweit zu teils massiven Überschreitungen. Im Jahr 2016 überschritt mehr als jede zweite verkehrsnahe Messstation diesen Grenzwert (**Abbildung 4**). Er ist identisch mit dem von der WHO empfohlenen Luftgüteleitwert.

Abbildung 3: Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte im Mittel über ausgewählte Messstationen im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2016. Quelle: UBA.

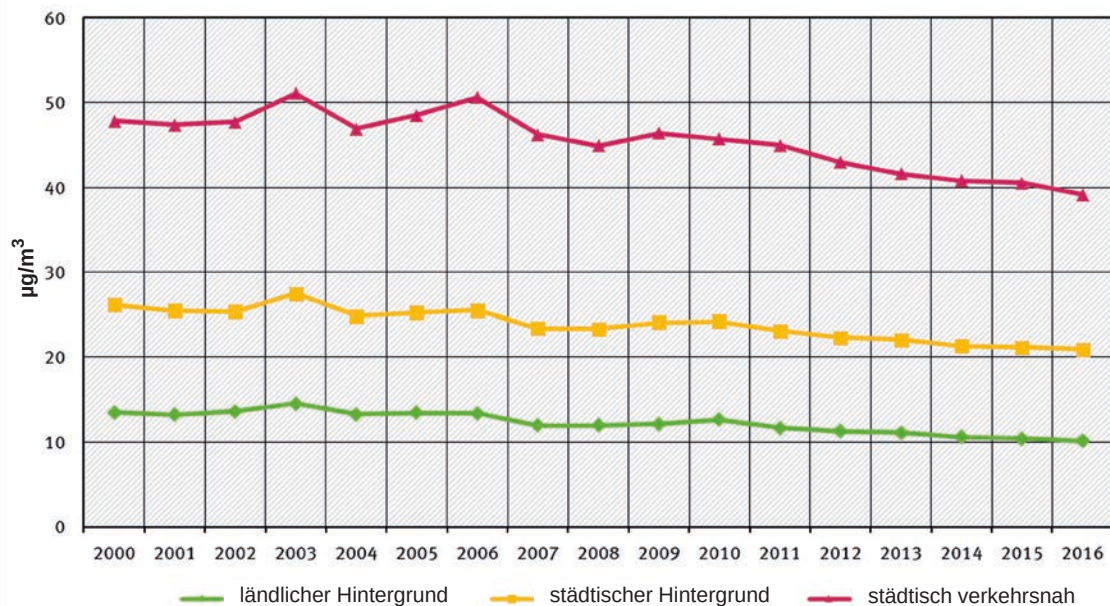
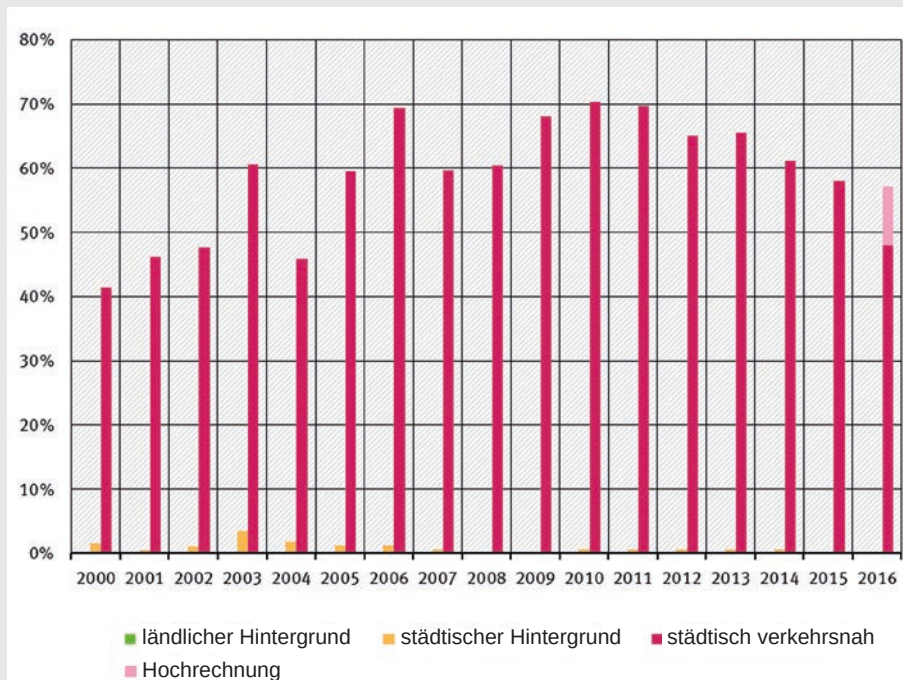


Abbildung 4: Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes für das NO₂-Jahresmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2000–2016. Quelle: UBA.



Wie wirkt Stickstoffdioxid auf die menschliche Gesundheit?

Stickstoffdioxid ist ein ätzendes Reizgas, es schädigt das Schleimhautgewebe im gesamten Atemtrakt und reizt die Augen. Als starkes Oxidationsmittel führt es zu Entzündungsreaktionen in den Atemwegen und verstärkt die Reizwirkung anderer Luftschadstoffe zusätzlich. In der Folge können Atemnot, Husten, Bronchitis, Lungenödem, steigende Anfälligkeit für Atemwegsinfekte sowie Lungenfunktionsminderung auftreten. Auf der Grundlage dieser Effekte werden die Atemwege auch empfindlicher für Allergien. Nimmt die NO_2 -Belastung der Außenluft zu, leiden besonders Menschen mit vorgeschädigten Atemwegen darunter. Die Folge: Bei hohen NO_2 -Konzentrationen werden mehr Menschen wegen Atemwegserkrankungen in Krankenhäuser eingewiesen. Auch eine Zunahme der Herz-Kreislauf-Erkrankungen und der Sterblichkeit kann beobachtet werden.

Ozon (O_3)

In Bodennähe auftretendes Ozon wird nicht direkt freigesetzt, sondern bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Prozesse aus Vorläuferschadstoffen – überwiegend Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen – gebildet. Hohe Ozonwerte treten daher von Mai bis September, vereinzelt auch im April auf. Zum Schutz der menschlichen Gesundheit gilt ein Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchstes 8-Stundenmittel eines Tages. Pro Jahr dürfen nicht mehr als 25 Überschreitungen

im Mittel über die letzten drei Jahre auftreten. Langfristig sind keine Überschreitungen mehr zulässig. Allerdings treten die Überschreitungen anders als bei Feinstaub und Stickstoffdioxid nicht in der Nähe der Quellen auf (z. B. in Ballungsräumen), sondern am Stadtrand und in den angrenzenden ländlichen Gebieten. Ursache ist, dass in Autoabgasen enthaltenes Stickstoffmonoxid (NO) lokal mit Ozon reagiert. Dabei wird Ozon abgebaut und die Ozonbelastung in Innenstädten sinkt. Gleichzeitig werden die Vorläuferstoffe mit dem Wind aus den Städten heraus transportiert und tragen so entfernt von deren eigentlichen Quellen zur Ozonbildung bei.

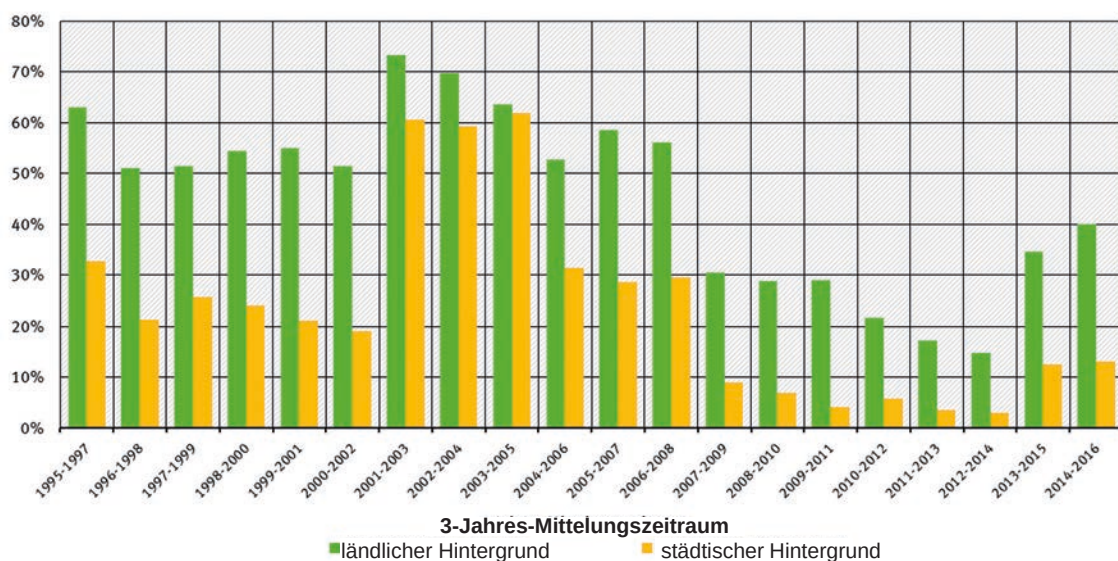
Überschreitung geltender Ozonzielwerte

Abhängig von der Ausprägung der Sommermonate wird der Zielwert in weiten Teilen Deutschlands überschritten, im Jahr 2016 immerhin an 40 Prozent der Stationen im ländlichen Hintergrund und 12 Prozent der Stationen im städtischen Hintergrund. Die WHO empfiehlt, dass der höchste 8-Stundenmittelwert eines Tages die Konzentration von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht ein einziges Mal im Jahr überschreiten soll. Alle deutschen Messstationen lagen im Jahr 2016 weit oberhalb dieser Empfehlung (**Abbildung 5**).

Wie wirkt Ozon auf die menschliche Gesundheit?

Erhöhte Ozonkonzentrationen können beim Menschen Reizungen der Atemwege, Husten, Kopfschmerzen und Atembeschwerden bis hin zu Einschränkungen der Lungenfunktion und Lun-

Abbildung 5: Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Ozon-Zielwertes für den Schutz der Gesundheit, Zeitraum 1995–2016 (jeweils 1-jährig gleitendes Mittel über 3 Jahre). Quelle: UBA.



genkrankheiten hervorrufen. Ihr Ausmaß wird hauptsächlich durch die Aufenthaltsdauer in der ozonbelasteten Luft bestimmt. Befindlichkeitsstörungen, wie Reizerscheinungen an Augen und Schleimhäuten, werden vor allem durch Begleitstoffe des Ozons (im Sommersmog) hervorgerufen. Da hohe Ozonkonzentrationen üblicherweise bei hohen Temperaturen auftreten, kann als Faustregel gelten: Vernünftiges Verhalten bei hohen Temperaturen ist auch vernünftig im Hinblick auf Ozon. Längere körperliche Anstrengungen sollten möglichst nicht in die Mittags- und Nachmittagsstunden gelegt werden. Für sportliche Betätigungen, wie den Jogginglauf, sind die Morgenstunden am besten. Da bei schönem Wetter durch verstärktes Lüften auch mehr Ozon in die Innenräume gelangen kann, sollte vorzugsweise in den Morgenstunden gelüftet werden.

Luftqualität im Zuge des Klimawandels

Für die zukünftige Luftqualität Deutschlands könnten Schadstoffe wieder eine Rolle spielen, die bisher rückläufige Tendenzen zeigten. Ändern sich im Zuge des Klimawandels die meteorologischen Variablen, die einen entscheidenden Einfluss auf die Entstehung, Verteilung und Entfernung von Luftschadstoffen aus der Atmosphäre haben, so hat dies auch Auswirkungen auf die zukünftige Luftqualität. Für Mitteleuropa wird ein deutlicher Anstieg der Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erwartet, der in Abhängigkeit vom gewählten Emissionsszenario und der Region zwischen einem und fünf Grad Celsius liegt. Aufgrund des künftigen Temperaturanstiegs zeigen verschiedene Studien einen Anstieg der Ozonkonzentration in den mittleren Breiten. Veränderungen in den Niederschlägen könnten sich auf die Belastung der Luft mit Feinstaub auswirken, da Niederschlag der wichtigste Prozess ist, mit dem Feinstaub aus der Luft entfernt wird.

Das Forschungsprojekt KLENOS (KLima ENergie Ozon Staub) untersuchte, wie sich der Klimawandel auf die zukünftige Luftqualität in Deutschland auswirken kann (UBA 2016). Dabei zeigte sich, dass mit steigenden Temperaturen vor allem die Belastung durch Ozon steigt, für dessen Entstehung neben dem Vorhandensein der Vorläuferstoffe hohe Lufttemperaturen und intensive Sonneneinstrahlung nötig sind. Die mittlere Zahl der Ozon-Über-

schreitungstage stieg dabei um circa 30 Prozent an. Feinstaub und Stickstoffdioxid hingegen zeigten sich weniger beeinflussbar vom Klimawandel.

Um zukünftig auch bei zunehmenden Temperaturen eine erhöhte Belastung durch Ozon zu vermeiden, müssen emissionsmindernde Maßnahmen weiterhin forciert werden. Geht der Ausstoß wichtiger Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung in Zukunft zurück, kann der Zunahme des Ozons durch den Klimawandel nicht nur entgegengewirkt werden, sondern es ist dann sogar ein Rückgang zu heutigen Konzentrationen zu erwarten.

Fazit

Auch 2016 war die Luft vielerorts vor allem durch die Schadstoffe Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon belastet. Besonders in deutschen Städten wurden erneut sehr hohe Stickstoffdioxidwerte gemessen. Das zeigt die Auswertung der noch vorläufigen Messdaten der Länder und des Umweltbundesamtes. An 57 Prozent der verkehrsnahen Messstationen wurde der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel überschritten. Seit 2010 zeigt sich ein nur leicht abnehmender Trend. Beim Feinstaub sind dagegen deutliche Fortschritte zu verzeichnen: 2016 ist das Jahr mit den niedrigsten Belastungen seit 2000. Auch die Ozonkonzentrationen waren im Vergleich zu den letzten 20 Jahren eher niedrig. Nichtsdestotrotz wird durch Ozon der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit noch immer großräumig überschritten.

Die aktuelle Situation der Luftqualität zeigt, dass auch weiterhin Maßnahmen notwendig sind, die zu einem Rückgang der Emissionen führen. Dies ist auch in Hinblick auf die zu erwartenden, steigenden Temperaturen nötig, die sonst zu erhöhten Ozonwerten führen werden.

Webseite

Themenseite Luft des Umweltbundesamtes: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft> (Zugriff am: 22.02.2017).

Literatur

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017): Luftqualität 2016. Vorläufige Auswertung. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-2016> (Zugriff am: 22.02.2017).

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): KLENOS – Einfluss einer Änderung der Energiepolitik und des Klimas auf die Luftqualität sowie Konsequenzen für die Einhaltung von Immissionsgrenzwerten und Prüfung weitergehender emissionsmindernder Maßnahmen. UBA-Texte 84. Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klenos-einfluss-einer-aenderung-der-energiepolitik> (Zugriff am: 22.02.2017).

Kontakt

Susan Kessinger
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 4.1 „Beurteilung der Luftqualität“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: [immission\[at\]uba.de](mailto:immission[at]uba.de)

[UBA]