

Antworten auf häufig gestellte Fragen zum Thema „Ozon“

Was ist Ozon?

Ozon besteht aus drei Sauerstoffatomen. „Normaler“ Sauerstoff, den wir zum Atmen brauchen – O_2 – ist zweiatomig. Die chemische Formel für Ozon lautet: O_3 . Ozon ist eines der wichtigsten Spurengase in der Atmosphäre.

Welche Eigenschaften hat Ozon?

Ozon ist ein farbloses, giftiges und chemisch sehr reaktives Gas. Es greift viele andere Stoffe an und kann deshalb Menschen, Pflanzen und Materialien schädigen. Ozon ist ein Treibhausgas, trägt also zur Erwärmung der Erdatmosphäre bei.

Wo in der Atmosphäre kommt Ozon vor?

Ozon spielt in der Erdatmosphäre eine Doppelrolle: Oberhalb von 10 km, in der Stratosphäre, schützt die bestehende natürliche Ozonschicht die Erde vor der schädlichen Ultraviolettstrahlung der Sonne. Ca. 90 % des Ozons befinden sich in dieser Schicht. In Bodennähe kommt Ozon ebenfalls natürlich vor, wird aber zusätzlich aus Sauerstoff und Luftverunreinigungen, die überwiegend aus menschlicher Tätigkeit stammen, gebildet.

Wie entsteht bodennahes Ozon?

Bodennahes Ozon wird nicht direkt freigesetzt, sondern bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Prozesse aus Vorläuferstoffen - überwiegend Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen - gebildet. Es wird deshalb als sekundärer Schadstoff bezeichnet. Hohe Lufttemperaturen und starke Sonneneinstrahlung begünstigen die Entstehung von bodennahem Ozon in der Atmosphäre. Dies ist typisch für die meteorologischen Bedingungen während sommerlicher Hochdruckwetterlagen.

Aus welchen Quellen kommen die Ozon-Vorläuferstoffe?

Die Vorläuferstoffe von bodennahem Ozon stammen sowohl aus natürlichen Quellen als auch aus vom Menschen verursachten Quellen. Über ein Drittel der Stickstoffoxide (Sammelbezeichnung für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid) kommt derzeit aus dem Straßenverkehr, der restliche Anteil überwiegend aus Feuerungsanlagen. Flüchtige organische Stoffe werden zu etwa der Hälfte bei der Verwendung von Lösemitteln freigesetzt. Lösemittel finden sich in vielen Produkten, wie in Farben und Lacken, Klebstoffen und Reinigungsmitteln. Im Verkehrsbereich entstehen flüchtige organische Verbindungen überwiegend durch die Verbrennung von Kraftstoff. Verglichen mit dem Jahr 1990 sind die Emissionen der

Ozonvorläuferstoffe (Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan) in Deutschland bis 2018 um 59 % beziehungsweise 72 % zurückgegangen.

Natürliche Quellen von flüchtigen organischen Verbindungen sind Ausdünstungen aus Laub- und Nadelbäumen. Biogene Stickstoffoxide stammen überwiegend aus überdüngten Böden.

Was ist der Unterschied zwischen Ozon und Sommersmog?

Sommersmog ist ein Schadstoffgemisch aus so genannten Photooxidantien. Dies sind Stoffe, die in den unteren Luftschichten der Atmosphäre bei intensiver Sonnenstrahlung aus einer Vielzahl von Vorläufersubstanzen gebildet werden. Bodennahes Ozon ist die Leitsubstanz des Sommersmogs, da es von der Konzentration und den Wirkungen her in diesem Gemisch dominiert.

Wann treten die höchsten Ozonwerte auf?

Überwiegend von Mai bis August, mitunter auch im April, denn für hohe Konzentrationen von bodennahem Ozon müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein: Die Vorläuferstoffe müssen vorhanden sein, eine intensive Sonneneinstrahlung und eine mehrere Tage andauernde stabile Schönwetterperiode, die zu einer Anreicherung von Ozon in den unteren Luftschichten führt. Im Verlauf eines Tages treten die höchsten Ozonwerte in den Nachmittagsstunden zwischen 14 und 17 Uhr auf.

Wo treten die höchsten Ozonwerte auf?

Die höchsten Werte bodennahen Ozons treten am Stadtrand und in den angrenzenden ländlichen Gebieten auf, also entfernt von den Quellen der Vorläuferstoffe. Das klingt paradox, liegt aber daran, dass Stickstoffmonoxid, das in Autoabgasen enthalten ist, mit Ozon reagiert. Dabei wird Ozon abgebaut, so dass die Ozonbelastung in Innenstädten deutlich niedriger ist. Andererseits werden die Vorläuferstoffe mit dem Wind aus den Städten heraus transportiert und tragen so entfernt von deren eigentlichen Quellen zur Ozonbildung bei.

Warum sind erhöhte Ozonkonzentrationen schädlich für den Menschen?

Erhöhte Ozonkonzentrationen können beim Menschen eine Reizung der Atemwege, Husten, Kopfschmerzen und Atembeschwerden bis hin zu Einschränkungen der Lungenfunktion und Lungenkrankheiten hervorrufen. Ihr Ausmaß wird hauptsächlich durch die Aufenthaltsdauer in der ozonbelasteten Luft und von der Intensität der körperlichen Anstrengung bestimmt. Befindlichkeitsstörungen wie Reizerscheinungen an Augen und Schleimhäuten werden vor allem durch photochemische Begleitstoffe des Ozons (im Sommersmog) hervorgerufen.

Reagieren alle Menschen empfindlich auf Ozon? Gibt es Risikogruppen?

Es gibt keine genau eingrenzbar Risikogruppe. Die individuelle Empfindlichkeit gegenüber Ozon ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Etwa 10 bis 15 % der Bevölkerung, quer durch alle Bevölkerungsgruppen, reagieren besonders empfindlich auf Ozon. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind umso eher zu erwarten, je höher die Ozonkonzentration der Atemluft ist, je länger man dem Ozon ausgesetzt ist und je höher das Atemvolumen ist. Von Ozon besonders betroffen sind deshalb empfindliche oder vorgeschädigte und anfällige Personen, zum Beispiel Asthmatiker, sowie alle diejenigen Menschen, die während hoher Ozonwerte bei Spiel, Sport oder Arbeit häufig längere, anstrengende körperliche Tätigkeiten im Freien ausüben. Aus Vorsorgegründen müssen grundsätzlich alle Säuglinge und Kleinkinder als Risikogruppe eingestuft werden, da sie, bezogen auf ihre Körpergröße, ein relativ erhöhtes Atemvolumen haben.

Wie sollte man sich bei erhöhten Ozonkonzentrationen verhalten?

Da hohe Ozonkonzentrationen üblicherweise bei hohen Temperaturen auftreten, kann als Faustregel gelten: Vernünftiges Verhalten im Hinblick auf hohe 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 Joggen 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.

Wo kann ich erfahren, wie hoch die Ozonwerte sind?

An rund 300 Messstationen in Deutschland wird die Ozonkonzentration in der Luft gemessen und von den zuständigen Behörden der Länder zeitnah im Internet veröffentlicht. Das Umweltbundesamt (UBA) veröffentlicht aktuelle Ozondaten für ganz Deutschland, übersichtlich in Kartenform und als Tabellen unter www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten. Hier werden auch deutschlandweite Ozonvorhersagen für den aktuellen Tag und die beiden Folgetage veröffentlicht. Zudem stellt die UBA-App „Luftqualität“ jederzeit aktuelle Ozon-Stundenwerte und Warnmeldungen bereit: www.umweltbundesamt.de/app-luftqualitaet.

Bei zu erwartenden erhöhten Ozonkonzentrationen über $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (180 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Luft) wird die Öffentlichkeit zudem auch via Radio, Fernsehen oder Tageszeitungen informiert.

Wie und auf welcher rechtlichen Grundlage wird die Höhe der Ozonkonzentration bewertet?

Mit der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (39. BImSchV) sind europaweit geltende Zielwerte in deutsches Recht übernommen worden. Die Verordnung enthält keine Grenzwerte, sondern Zielwerte, die seit 2010 eingehalten werden sollen, sowie eine Informationsschwelle und eine Alarmschwelle für kurzfristige Spitzenbelastungen. Hinsichtlich des Schutzes der Gesundheit sind dies:

Tabelle 1: Schwell- und Zielwerte, WHO-Empfehlung

Zielwert (2010)	120 µg/m ³ als höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre
Langfristiges Ziel	120 µg/m ³ als höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages während eines Kalenderjahres	soll langfristig gar nicht mehr überschritten werden
Informationsschwelle	180 µg/m ³ als 1-Stunden-Mittelwert	aktuelle Information bei Überschreitung
Alarmschwelle	240 µg/m ³ als 1-Stunden-Mittelwert	aktuelle Warnung der Bevölkerung
WHO-Empfehlung	100 µg/m ³ als höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages während eines Kalenderjahres	soll nicht überschritten werden

Schädigt Ozon auch Pflanzen?

Ja, es sind sowohl sichtbare Schäden an Blattorganen als auch verfrühte Alterung, verminderte Zuwächse und Ernteerträge sowie Qualitätseinbußen bei landwirtschaftlichen Produkten als Wirkungen bekannt. Für den Schutz der Vegetation gelten nach der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz die in Tabelle 2 dargestellten Zielwerte. Der Grad der Schädigung hängt jedoch neben der Ozonkonzentration, die in die AOT40-Werte eingeht, auch stark vom Wetter und von pflanzenphysiologischen Faktoren ab. Diese Einflussfaktoren sind in einer neuen Generation von Wirkungsschwellenwerten (sogenannten Ozonfluss-basierten Critical Levels) berücksichtigt, jedoch noch nicht in den gesetzlich verankerten Zielwerten. Mit dem weiterentwickelten Ansatz wird die Aufnahme des Ozons durch die Spaltöffnungen der Pflanzen bewertet, die für die Wirkung entscheidend ist. Mehr Information dazu enthält der Artikel „[Ozon - Einhaltung von Zielwerten zum Schutz der Pflanzen](#)“ in den Daten zur Umwelt.

Tabelle 2: Zielwerte für den Schutz der Vegetation

Zielwert (2010)	18.000 µg/m ³ ·h	AOT40, berechnet aus 1-Stunden-Mittelwerten von Mai bis Juli, gemittelt über 5 Jahre
Langfristiges Ziel (2020)	6.000 µg/m ³ ·h	AOT40, berechnet aus 1-Stunden-Mittelwerten von Mai bis Juli

Der AOT40-Wert wird bestimmt, indem für alle Ozonwerte zwischen 8 und 20 Uhr MEZ, die oberhalb der Schwelle von 80 µg/m³ liegen, die Differenz zu dieser Schwelle ermittelt wird. Aus der Summe aller dieser Differenzen ergibt sich dann der AOT40-Wert. 80 µg/m³ entsprechen 40 ppb, daher heißt der Wert AOT40.

Ist die Ozonbelastung in den letzten Jahren größer oder geringer geworden?

Die hohen Ozonwerte haben seit 1990 in Deutschland deutlich abgenommen. Im Gegensatz zu der erfreulichen Entwicklung der Spitzenwerte nimmt die mittlere Ozonbelastung, z. B. im Jahresmittel betrachtet, im gleichen Zeitraum zu. Der Zielwert für den Schutz der Gesundheit – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8-Stunden-Mittelwert, darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre – wird vielerorts in Deutschland nicht eingehalten. Das langfristige Ziel – $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8-Stunden-Mittelwert – wird aktuell flächendeckend in Deutschland verfehlt. Die Zielwerte zum Schutz der Vegetation werden ebenfalls nicht an allen Luftmessstationen eingehalten, die langfristigen Ziele werden praktisch überall überschritten.

Was wird getan, um die Ozonbelastung zu verringern?

Um Gesundheitsgefahren zukünftig ausschließen zu können, muss der durch menschliche Aktivitäten verursachte Ausstoß von Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) – als Vorläuferstoffe zur Bildung von Ozon – weiter deutlich gesenkt werden. Die Bundesregierung hat nach den nationalen Programmen zur Ozonminderung aus den Jahren 2002 und 2007 im Jahr 2019 ein nationales Luftreinhalteprogramm beschlossen. In den Programmen sind mittel- und langfristig wirkende Maßnahmen aufgestellt. Ihr Ziel ist die Senkung der nationalen Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Stoffen (ohne Methan, NMVOC). Beispielhaft können hier genannt werden:

- ▶ **Mobile Quellen:** Insbesondere durch die neuen Regelungen für Diesel-Pkw, die seit der EURO 6d-TEMP-Norm (gültig für Typgenehmigungen ab 1. September 2017) die Stickoxidemissionen auch unter realen innerstädtischen Fahrbedingungen begrenzen, werden die Stickoxidemissionen aus dieser Quellgruppe deutlich reduziert. Die Förderung der Elektromobilität wird zudem dazu beitragen, dass der Anteil von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sinkt und damit die Stickoxidemissionen reduziert werden.
- ▶ **Stationäre Quellen:** Durch den schrittweisen Kohleausstieg und die Erzeugung der benötigten Energiemengen aus Gaskraftwerken und erneuerbaren Energien wird es zu einer deutlichen Minderung der NO_x -Emissionen in den nächsten Jahren kommen. Weitere Minderungen sind durch die Vorgaben der 44. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) für mittelgroße Feuerungsanlagen zu erwarten. Beispielsweise führen schärfere Emissionsgrenzwerte bei der Biogasverstromung zu einem deutlich reduzierten NO_x -Ausstoß. Bei Kleinfeuerungsanlagen in privaten Haushalten entscheidet die sachgerechte Bedienung über die Vermeidung unnötiger NO_x - und VOC-Emissionen.
- ▶ **Lösemittel:** Die NMVOC-Emissionen aus der Anwendung von Lösemitteln in Industrieprozessen und in Haushalten konnten seit dem ersten nationalen Programm zur Ozonminderung (2002) deutlich gesenkt werden. Dieser Rückgang ist auf verschiedene europäische Regelungen sowie deren Umsetzung in nationales Recht zurückzuführen. Deutliche Minderungen sind auch im Straßenverkehr u. a. durch die Weiterentwicklung von Katalysatoren bei Benzin-Pkw zu verzeichnen. Die NMVOC-Emissionen aus der Verdunstung von Kraftstoffen konnten durch technische Maßnahmen an Tankstellen und Fahrzeugen ebenfalls deutlich gesenkt werden.

Was kann der Einzelne zur Verringerung der Ozonbelastung beitragen?

Jeder kann etwas zur Verringerung der Ozonbelastung beitragen, z. B.:

- ▶ Statt des eigenen Autos, soweit möglich, den ÖPNV oder das Fahrrad benutzen.
- ▶ Grundsätzlich das eigene Auto weniger benutzen, Fahrgemeinschaften bilden, die Fahrgeschwindigkeit reduzieren („Reisen statt Rasen“; das spart zudem Kraftstoff).
- ▶ Bei Neukauf eines Autos auf die Abgaswerte achten.
- ▶ Beim Kauf von Farben und Lacken sowie von Hygieneartikeln (z. B. Deosprays), wenn möglich, lösemittelfreie Produkte wählen.
- ▶ Abgasintensive Maschinen und Geräte im Garten vermeiden.
- ▶ Strombedarf drosseln – das schützt Klima, Luft und den eigenen Geldbeutel gleichzeitig.

Helfen kurzfristige Leistungsbeschränkungsmaßnahmen wie Drosselung der Betriebsleistungen, Verkehrsverbote, Geschwindigkeitsbegrenzungen und dergleichen?

Die Erfahrungen mit den Ozonregelungen der 1990er Jahre haben gezeigt, dass die Wirksamkeit zeitlich beschränkter Emissions-Minderungsmaßnahmen weniger effektiv ist als dauerhafte Maßnahmen. Die Bundesregierung verfolgt deshalb seit langem die Umsetzung mittel- und langfristiger Emissions-Minderungsmaßnahmen. Bezogen auf die Spitzenkonzentrationen sind dabei messbare Erfolge zu verzeichnen. Um auch das Ansteigen der mittleren Konzentrationen („Grundlast“) zu stoppen, bedarf es weiterer nationaler aber auch europäischer und globaler Politiken zur weiteren Minderung der Vorläuferemissionen.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt

Fachgebiet II 4.2

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau-Roßlau

Tel: +49 340-2103-0

Fax: +49 340-2103-2285

buergerservice@uba.de

Internet:

www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Stand: 30.06.2020