

Ozon

Beschreibung

Ozon, ein aus drei Sauerstoffatomen bestehendes Gas (O_3), ist natürlicher Bestandteil der Atmosphäre. In den oberen Luftschichten wirkt es als Schutz vor der UV-Strahlung der Sonne. Darüber hinaus kommt Ozon als bodennahes Ozon vor. Es wird unter dem Einfluss von Sonnenlicht in einer komplexen Reaktion zwischen Stickoxyden, Sauerstoff und organischen Kohlenstoffverbindungen gebildet. Daneben entstehen auch andere Stoffe, die gleichfalls dem photochemischen Smog zugerechnet werden, beispielsweise Peroxyacetylnitrat (PAN) und Aldehyde. Ozon gilt allerdings auf Grund seines Anteils am Sommersmog, seiner Reaktionsfreudigkeit und seiner hygienischen Bedeutung als Leitsubstanz.

Die Ozonkonzentration an heißen Sommertagen weist einen charakteristischen Tagesverlauf auf: sie steigt in den Vormittagsstunden bis hin zum frühen Nachmittag an und bleibt bis in die Abendstunden hinein konstant. Danach überwiegt der Ozonabbau die Neubildung. Der Ozonabbau wird durch bestimmte Luftschadstoffe (Verkehrsschadstoffe wie beispielsweise Stickstoffmonoxyd und unverbrannter Kraftstoff) gefördert. Dies erklärt, warum der nächtliche Abfall der Ozonkonzentration in Ballungsgebieten größer ist als in Reinluftgebieten.

Großen Einfluss auf die Ozonkonzentration haben auch horizontale und vertikale Transportprozesse innerhalb der Atmosphäre. Ozonmaximalwerte werden daher wesentlich von der meteorologischen Situation mitbestimmt.

Im Innenraum ist die Ozonkonzentration bei Schönwetterlagen wesentlich geringer als in der Außenluft. Zu Ozonquellen im Innenraum können Bürokopierer älterer Bauart und UV-Lampen werden. Ozon ist ein starkes Oxydationsmittel und wirkt desinfizierend. Es ist zur Trinkwasserdesinfektion zugelassen

Gesundheitsrisiken*

Ozon ist nur schwach wasserlöslich. Eingeatmetes Ozon wird daher nicht von den oberen Atemwegen abgefangen, sondern dringt tief in die unteren Atemwege ein. In dieser Hinsicht unterscheidet sich Ozon von anderen Luftschadstoffen. Höhere Ozonkonzentrationen reizen die Schleimhäute und führen so zu Augenbrennen, trockenem Husten und – vor allem bei körperlicher Belastung – auch zu Beklemmungsgefühlen. Für die Schleimhautreizung durch Sommersmog ist bei "üblichen Ozonkonzentrationen" jedoch hauptsächlich das Peroxyacetylnitrat verantwortlich.

Je nach Intensität und Dauer der während der Ozonexposition durchgeführten körperlichen Belastung treten die Symptome bei unterschiedlichen Konzentrationen auf. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über zu erwartende akute Gesundheitseffekte bei photochemischem Smog.

Tabelle 1: Akute Gesundheitseffekte bei photochemischem Smog**

Ozon-konzentration Mikrogramm/Kubi- kometer	Reizung/ Entzündung von Augen, Nase und Hals (bei allen)	Atemwegs- reaktionen, Entzündungen usw.	Gesundheits- effekte
<100	kein Effekt	keine	---
200	bei wenigen empfindlichen Personen	leichte	leichte
300	< 30 % der Bevölkerung	mittelmäßige	mittelmäßige
400	50 % der Bevölkerung	schwere	schwere

**Mit Angabe maximaler Einstunden-Mittelwerte für Ozon - gemäß toxikologischer, klinischer und epidemiologischer Studien überwiegend an Kindern und nicht-rauchenden Jugendlichen (chronische Effekte nicht berücksichtigt). (Modifiziert nach: → [WHO World Health Organization - Weltgesundheitsorganisation](#) 1992)

Rund 10 Prozent der Kinder sind besonders empfindlich gegenüber Ozon und reagieren schon bei Konzentrationen unter 240 Mikrogramm pro Kubikmeter. Die Reaktionen auf Ozon sind insgesamt sehr variabel.

Lungenfunktionsveränderungen

Ca. 10 Prozent der Kinder reagieren bereits auf Ozonkonzentrationen um 120 Mikrogramm pro Kubikmeter mit einer Einschränkung der Lungenfunktion, wobei die Dauer der täglichen Exposition und der Aktivitätsgrad der Kinder eine wesentliche Rolle spielen. Innenraumschadstoffe, wie z. B. Tabakrauch, wirken zusätzlich zu dem Ozoneffekt auf die Lungenfunktion verschlechternd.

Überempfindlichkeit der Atemwege

Als Folge einer Ozonexposition lässt sich ebenfalls ein Anstieg der unspezifischen bronchialen Empfindlichkeit feststellen, unter wiederholter Ozonexposition bleibt die bronchiale Hyperreaktivität über einen längeren Zeitraum bestehen. Bei asthmatischen Kindern und Atopikern ist der Einfluss des Ozons auf die bronchiale Hyperreaktivität deutlicher als bei Patienten ohne vorbestehende bronchiale Überempfindlichkeit bzw. bei gesunden Kindern. Eine sog. "Risikogruppe", die auf niedrigere Ozon-Konzentrationen mit Symptomen reagieren wurde, wird allerdings durch Messung der bronchialen Reagibilität nicht definiert.

Entzündliche Veränderungen

Hintergrund der Lungenfunktionsveränderung und der bronchialen Hyperreaktivität sind entzündliche Schleimhautveränderungen, die sowohl an der Bronchialschleimhaut als auch an der Nasenschleimhaut nachgewiesen werden können (Bayram 2002, Vaganini 2002). Chronische Entzündungen des Lungengewebes können zu Fibrosierungen führen. Die Elastizität des Lungengewebes verringert sich und die "Lunge altert schneller". Die raschere Lungenalterung ist allerdings bisher nur beim Tier sicher nachgewiesen worden.

Risikogruppen

Kinder

Nach den bisherigen Daten reagieren Kinder zwar nicht empfindlicher auf Ozonexposition als Erwachsene, sie empfinden jedoch die subjektiven Symptome weniger ausgeprägt und könnten - was in Einzelfällen zu beachten ist - Aktivitäten in der ozonhaltigen Außenluft später beenden. In der Regel werden sich Kinder aber eher als Erwachsene bei großer Sommerhitze "vernünftig" verhalten.

Asthmatiker

Asthmatiker reagierten in kontrollierten Expositionsexperimenten auf Ozon nicht empfindlicher als gesunde Probanden. Unklar ist, ob unter signifikanten Ozonexpositionen Asthmatiker häufiger Exazerbationen (Verschlimmerungen) ihres Asthmas erleiden oder nicht. Neuere Studien zeigen aber nicht nur bei Kindern, sondern auch bei Erwachsenen, dass es negative Auswirkungen auf Asthmasymptome bei Patienten mit überempfindlichen Bronchialsystemen und Asthma gibt (Just 2002, McConnell 2002, Mortimer 2002, Sunyer 2002). Deutliche Hinweise gibt es dafür, dass Asthmatiker nach einer Ozonexposition empfindlicher gegenüber Allergenen und gegenüber Schwefeldioxid reagieren (Bayram 2002, Knight 2002, Vaganini 2002, Koenig 1990).

Ältere Menschen

Nach den derzeit vorliegenden Kenntnissen gehören ältere Menschen nicht zu einer Risikogruppe. Offenbar nimmt mit zunehmendem Alter die Empfindlichkeit gegenüber Ozon ab.

Personen mit Tätigkeit im Freien

Personen, die während der Schönwetterperioden schwere körperliche Arbeit im Freien verrichten (beispielsweise Forstarbeiter, Bauarbeiter, Sportler), sind besonders gefährdet (McConnell 2002)

Grenzwerte/Richtwerte/Vorsorgewerte

EU:

Seit dem 9. September 2003 ist eine neue EU-Richtlinie in Kraft. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten, die Bevölkerung zu informieren und zu warnen, wenn bestimmte Schwellenwerte für Ozon überschritten werden.

Zielwert (Schwellenwert für Gesundheitsschutz):	120 Mikrogramm pro Kubikmeter als Mittelwert über acht Stunden
Schwellenwert für die Unterrichtung der Bevölkerung:	180 Mikrogramm pro Kubikmeter als Mittelwert über eine Stunde
Schwellenwert für die Auslösung einer Ozonwarnung:	240 Mikrogramm als Mittelwert über eine Stunde

WHO:

In den im Jahr 2006 veröffentlichten Luftgüte-Richtlinien der WHO wird der Schwellenwert für Gesundheitsschutz auf 100 Mikrogramm pro Kubikmeter als Mittelwert für acht Stunden reduziert, da in einigen neueren Studien ein Zusammenhang zwischen Ozonkonzentration und Sterblichkeit gefunden wurde. Auch der Schwellenwert für die Unterrichtung der Bevölkerung liegt mit 160 Mikrogramm pro Kubikmeter als Mittelwert für acht Stunden unter dem von der EU vorgegebenen Wert.

DFG:

Von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) ist Ozon in die Kategorie 3B ("Anhaltspunkte für eine krebserzeugende Wirkung, die jedoch zur Einordnung in eine andere Kategorie nicht ausreicht") eingestuft worden.

Das Umweltbundesamt veröffentlicht täglich aktualisierte Ozon-Messwerte für ganz Deutschland.

Vorbeugung und Empfehlungen

Bei Ozonkonzentrationen von mehr als 180 Mikrogramm pro Kubikmeter sollten länger dauernde intensive körperliche Beanspruchungen nach Möglichkeit vermieden werden. Entsprechend sollten beispielsweise der Schulsport und Wettkämpfe an ozonreichen Sommertagen in den Morgenstunden stattfinden.

Kinder können in der Regel im Freien spielen, auch bei Konzentrationen bis 360 Mikrogramm pro Kubikmeter. Bei den zumeist hohen Sommertemperaturen werden die meisten Kleinkinder sich ohnehin körperlich schonen.

Etwa 10 Prozent der Bevölkerung sind stärker ozonempfindlich und reagieren schon bei niedrigeren Ozonkonzentrationen. Von einer Ozonempfindlichkeit sollte nur dann gesprochen werden, wenn andere Ursachen, vor allem allergische Störungen, ausgeschlossen worden sind.

Kinder und Asthmatiker sind nicht häufiger "ozonsensibel" als Gesunde. Bislang gibt es noch kein allgemein und einfach anzuwendendes Untersuchungsverfahren, mit dem eine besondere Ozonempfindlichkeit vorhersagbar ist.

Für ozonempfindliche Personen kann es empfehlenswert sein, sich bei hohen Konzentrationen soweit als möglich in Innenräumen aufzuhalten. Eine ausreichende vitaminreiche Ernährung könnte sich positiv und schützend auswirken (Romieu 2002).

Autoren: Dr. M. Otto, Prof. K. E. von Mühlendahl

Stand: Februar 2007

Nächste Aktualisierung: Februar 2008

* Die Kommission für Umweltfragen der Deutschen Akademie für Kinderheilkunde und Jugendmedizin e. V. hat sich vor einigen Jahren mit der Wirkung des bodennahen Ozons auf die Kindergesundheit befasst. Die Bewertung der Gesundheitsrisiken stammt in wesentlichen Zügen aus dieser Stellungnahme.

Abfrage von aktuellen Ozon-Werten über das Internet

Bayerisches Landesamt für Umwelt:

http://www.bayern.de/lfu/luft/index_ozonbericht.html

Umweltbundesamt:

<http://www.env-it.de/luftdaten/map.fwd?comp=O3>