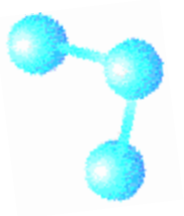


Bodennahes Ozon und Sommersmog

Das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) nimmt mit der Überwachung der Luftverunreinigungen in Hessen eine wichtige Aufgabe des Umweltschutzes wahr. Hierzu zählt auch die Überwachung von bodennahem Ozon (O_3). Das HLUG betreibt ein landesweit ausgerichtetes Messnetz mit kontinuierlich registrierenden Luftmessstationen, an denen neben anderen Luftschadstoffen und meteorologischen Einflussgrößen ebenso das Schadgas Ozon erfasst wird. Aufgrund seiner schädlichen Auswirkungen auf die Vegetation wurden im Rahmen der Waldschadensdiskussion bereits Anfang der 80er Jahre erste Ozonmessungen in Hessen durchgeführt. 10 Jahre später, Anfang der 90er Jahre wurde die erste europäische Regelung „Richtlinie … über die Luftverschmutzung durch Ozon“ erarbeitet, und nach und nach gewann die gesundheitliche Problematik hoher Ozonkonzentrationen an Bedeutung. Seit einigen Jahren werden die Ozondaten zeitnah in verschiedenen Medien veröffentlicht, sodass den Bürgerinnen und Bürgern stets eine aktuelle Information zur Verfügung steht. Trotz alljährlicher sommerlicher Ozon-Diskussion gibt es immer noch viele Fragen, die rund um das Thema „Ozon“ gestellt werden und die sollen im Folgenden beantwortet werden.

Was ist Ozon?

Ozon ist ein blaues, schlecht wasserlösliches Gas. Das Ozonmolekül (O_3) besteht nicht wie der Luftsauerstoff (O_2) aus zwei, sondern aus drei Sauerstoffatomen. Da das Ozonmolekül ein Sauerstoffatom leicht wieder abgibt, ist es sehr reaktiv und stellt somit ein starkes Oxidationsmittel dar. Es wird deshalb zum Beispiel zur Trinkwasserentkeimung, zur Lebensmittelkonservierung und als Bleichmittel eingesetzt.

Abb. 1: Ozonmolekül (O_3)

Der Name „Ozon“ leitet sich vom griechischen Begriff für „das Riechende“ ab. Der Chemieprofessor Christian Friedrich Schönbein (1799 bis 1868) entdeckte das Gas bei seinen Experimenten mit elektrischem Strom an der Universität Basel. Schon bei einer Verdünnung von 1:500.000 kann man Ozon riechen, es duftet nach Heu oder Nelken. Allerdings tritt schnell ein Gewöhnungseffekt ein, sodass man den Ozongeruch nicht lange wahrnehmen kann.

Wo kommt Ozon vor?

Ozon (O_3) findet man zum einen in der bodennahen Atmosphäre, also in unserem Lebensraum, und zum anderen in der Stratosphäre, wo es in 15 bis 35 km Höhe ein Konzentrationsmaximum hat und die so genannte Ozonschicht bildet. Diese Schicht wirkt wie ein Schutzschild für das Leben auf der Erde, weil sie die schädliche, energiereiche UV-Strahlung der Sonne abhält. Ozon in der Stratosphärenschicht ist somit eine lebensnotwendige Substanz.

Das Ozon in der bodennahen Atmosphäre wirkt dagegen als Reiz- oder Schadgas. Ein Bevölkerungsanteil von etwa 10 bis 15 Prozent ist gegenüber Ozon stärker empfindlich und reagiert schon bei relativ niedrigen Ozonkonzentrationen. Bei höheren Konzentrationen werden vor allem diejenigen beeinträchtigt, die sich im Freien bewegen und körperlich belasten. Kinder sind aufgrund ihrer vermehrten Aktivitäten besonders betroffen. Auch werden gegenüber Ozon empfindliche Pflanzen bereits bei relativ niedrigen Konzentrationen geschädigt.

Was ist Sommersmog?

Sommersmog ist die Bezeichnung für einen unter bestimmten Bedingungen in den Sommermonaten auftretenden Schadstoffkomplex. Bereits vor 60 Jahren wurde in Los Angeles Sommersmog beschrieben und auch heute kommt er Jahr für Jahr in Metropolen wie z. B. Athen oder Mexico City vor. Ozon bildet dabei die Hauptkomponente des Sommersmogs. Weitere wichtige Bestandteile

bilden die Fotooxidantien (chemische Stoffe), die allerdings im Vergleich zu Ozon in deutlich niedrigeren Konzentrationen vorliegen. Fotooxidantien setzen sich aus sehr reaktiven organischen Verbindungen zusammen, die beim Menschen zu Reizeffekten an den Augen und in den oberen Atemwegen führen.

Entstehung von bodennahem Ozon

In bodennahen Schichten wird das aus lufthygienischer Sicht bedeutsame Ozon gebildet. Ozon wird dabei nicht durch eine Schadstoffquelle freigesetzt, sondern es ist das Folgeprodukt mehrerer, teilweise recht vielschichtiger chemischer Umwandlungsprozesse in der Luft.

Die wichtigsten Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung stellen Stickstoffoxide (NO_x) und flüchtige organische Verbindungen (VOC = Volatile Organic Compounds) dar. Die Hauptreaktion für die Ozonentstehung ist die Fotolyse von Stickstoffdioxid. Bei dieser Reaktion spaltet sich unter Einwirkung energiereicher Sonnenstrahlung ein Sauerstoffatom (O) von einem NO_2-Molekül ab. Als Reaktionsprodukte entstehen Stickstoffmonoxid (NO) und atomarer Sauerstoff:

$$NO_2 + \text{Sonnenlicht} \longrightarrow NO + O$$

Das sehr reaktive Sauerstoffatom setzt sich sofort mit einem Sauerstoffmolekül (O_2) zu Ozon (O_3) um:

$$O + O_2 \longrightarrow O_3$$

In einer anderen Reaktion wird das Stickstoffmonoxid (NO) durch in der Luft vorkommende flüchtige Peroxidradikale zu Stickstoffdioxid (NO_2) oxidiert.

$$NO + \text{Peroxidradikale} \longrightarrow NO_2 + \text{Radikale}$$

Auf diese Weise steht zusätzlich NO_2 einer erneuten Reaktion für eine Ozonbildung zur Verfügung (siehe oben). Peroxidradikale sind reaktionsfreudige organische Stoffe, die aus flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) in der Luft bei starker Sonneneinstrahlung gebildet werden. Wichtige Emissionsquellen für VOC sind Nadel und Laubbäume, Abgase aus dem Kraftfahrzeugverkehr und Lösemittelanwendungen.

Ein Hauptabbauweg von Ozon ist die Reaktion mit Stickstoffmonoxid (NO) unter Bildung von Sauerstoff (O_2) und Stickstoffdioxid (NO_2).

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

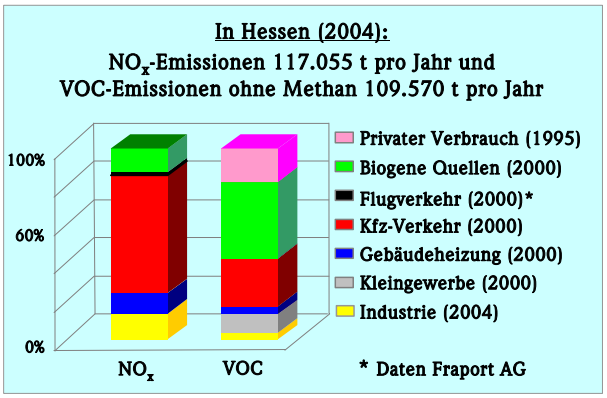
In Abhängigkeit davon, welche der vorgenannten Reaktionen in welchem Ausmaß ablaufen, stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der Ozonbildung und dem Ozonabbau ein.

Emittenten für Ozonvorläufersubstanzen

Dem bodennah gebildeten Ozon lassen sich keine Verursacher (Emittenten) unmittelbar zuordnen, sondern alle Emittenten von Ozonvorläufersubstanzen, d.h. von Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen müssen berücksichtigt werden.

Zu den Hauptemittenten von Stickstoffoxiden zählen der Kraftfahrzeugverkehr sowie Industrieanlagen, Kraft- und Fernheizwerke und Gebäudeheizungen. Stickstoffoxide werden aus diesen Quellen überwiegend in Form von Abgasemissionen aus Verbrennungsvorgängen freigesetzt.

Abb. 2: Relative Anteile an den Jahresemissionen für Stickstoffoxide (NO_x) und flüchtige organische Verbindungen (VOC) ohne Methan aufgeschlüsselt nach verschiedenen Emittentengruppen



Flüchtige organische Verbindungen (VOC) als Ozonvorläufersubstanzen haben vielerlei Quellen: Überall dort, wo Lösemittel gehandhabt werden, wie etwa in der Industrie, im Handwerk und im privaten Verbrauch, werden VOC in oftmals bedeutenden Mengen freigesetzt. Auch der Kraftfahrzeugverkehr emittiert infolge nicht verbrannter Kraftstoffbestandteile erhebliche Mengen an VOC. Allerdings haben sich in den vergangenen

Jahren die verbrennungsbedingten Emissionen von Ottokraftstoff durch den Einsatz der Katalysatortechnik in Pkws erheblich reduziert. Auch konnten durch neue Rückhaltetechniken die Emissionen durch Verdampfung beim Betanken deutlich vermindert werden. Zunehmend treten jedoch Emissionen von Lkws, motorisierten Zweirädern sowie verbrennungsmotorbetriebenen Kleingeräten (u. a. Rasenmäher, Kettensägen) in den Vordergrund.

Weitere Quellen für Ozonvorläufersubstanzen sind Nadelbäume und Laubbäume, die VOC in Form von Terpenen und Isopren emittieren.

In Hessen werden seit Ende der 70er Jahre durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) anthropogene (durch den Menschen verursachte) Quellen für VOC- und Stickstoffoxid (NO_x)-Emissionen erfasst. Seit 1990 erfolgt auf den Grundlagen des Bundes-Immissionsschutz-Gesetzes eine landesweite Erfassung der Quellengruppen in einem Emissionskataster. Dieses Kataster dient als wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Luftreinhalteplanung. Abb. 2 gibt einen Überblick über die Stickstoffoxid- und VOC-Emissionsverhältnisse in Hessen auf der Grundlage des Emissionskatasters.

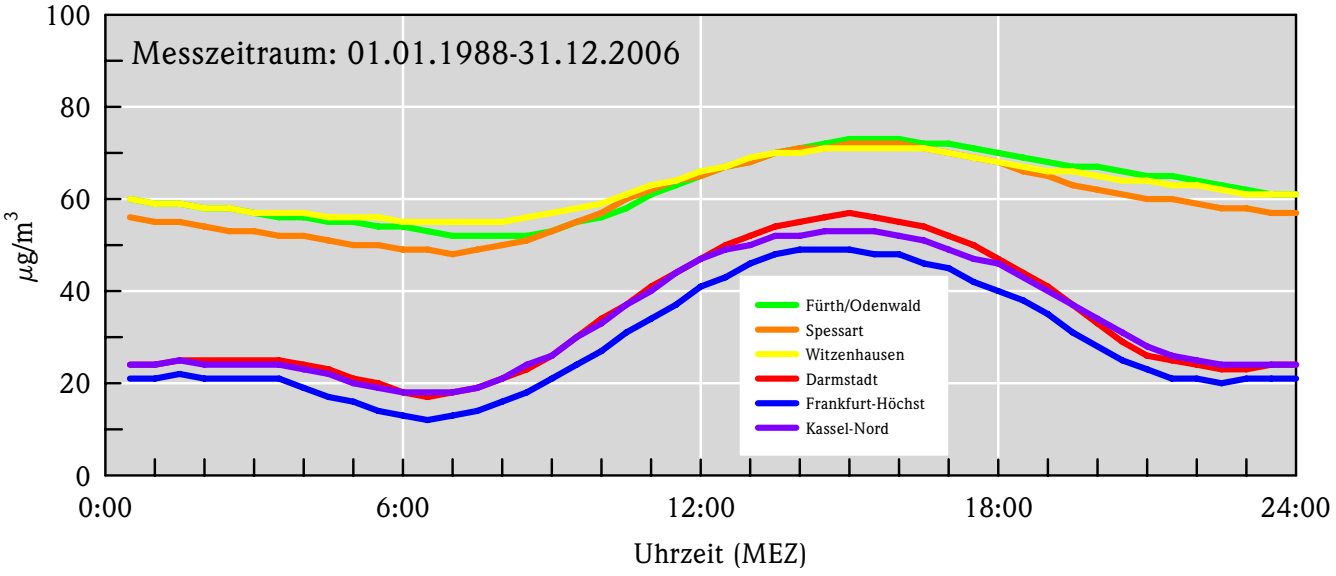
Wo ist das meiste Ozon?

Als Faustregel gilt, dass die Ozonkonzentration in der Außenluft hoch ist, wenn Stickstoffoxide und flüchtige organische Substanzen vorhanden sind und in den Sommermonaten schönes Wetter, sprich energiereiche Sonneneinstrahlung, vorherrscht. Am höchsten sind die Konzentrationen meist gegen Nachmittag. Auch fördern steigende Temperaturen Verdunstungsvorgänge und damit die Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen.

Im Tagesgang ist in den Morgenstunden bei noch geringer Sonneneinstrahlung und trotz Vorhandenseins der Ozonvorläufersubstanzen die Ozonbildung kaum ausgeprägt. Vielmehr bewirken in Ballungsgebieten die verkehrsbedingten hohen Stickstoffmonoxid-Emissionen zunächst einen Ozonabbau unter Bildung von Sauerstoff und Stickstoffdioxid. Erst im Laufe des Tages mit zunehmender Sonneneinstrahlung und vermehrter Stickstoffdioxidbildung steigt die Ozonkonzentration deutlich an. Die Höchstwerte, die in der Regel mehrere Stunden anhalten, treten dann in den Nachmittagsstunden auf.

Da Stickstoffmonoxid (NO) überwiegend aus Verkehrsemissionen freigesetzt wird und zum Ozonabbau beiträgt, ist im Sommer oftmals die Ozonbelastung an verkehrsreichen Straßen geringer als in emittentenfernen und ländlichen Gebieten. Dies bedeutet aber nicht, bei hohen Ozonkonzentrationen vermehrt Auto zu fahren, denn damit würde sich die Belastungssituation durch andere Schadstoffe erhöhen. Mit dem Wind werden aus verkehrsreichen Ballungsräumen Stickstoffoxide und flüchtige organische Substanzen in verkehrsärmere, weniger belastete Gebiete transportiert.

Abb. 3: Typischer Auf- und Abbau der Ozonkonzentration im Tagesgang, dargestellt für sechs hessische Ozonmessstationen über den Zeitraum von 1988 bis 2006 (gemittelte Konzentrationswerte)



1 Mikrogramm = 1 µg = 0,001 mg = 0,000 001 g

Auch dort kommt es bei intensiver Sonneneinstrahlung zur verstärkten Ozonbildung. Da NO während des Ferntransports zu NO_2 oxidiert, ist gleichzeitig der Ozonabbau eingeschränkt.

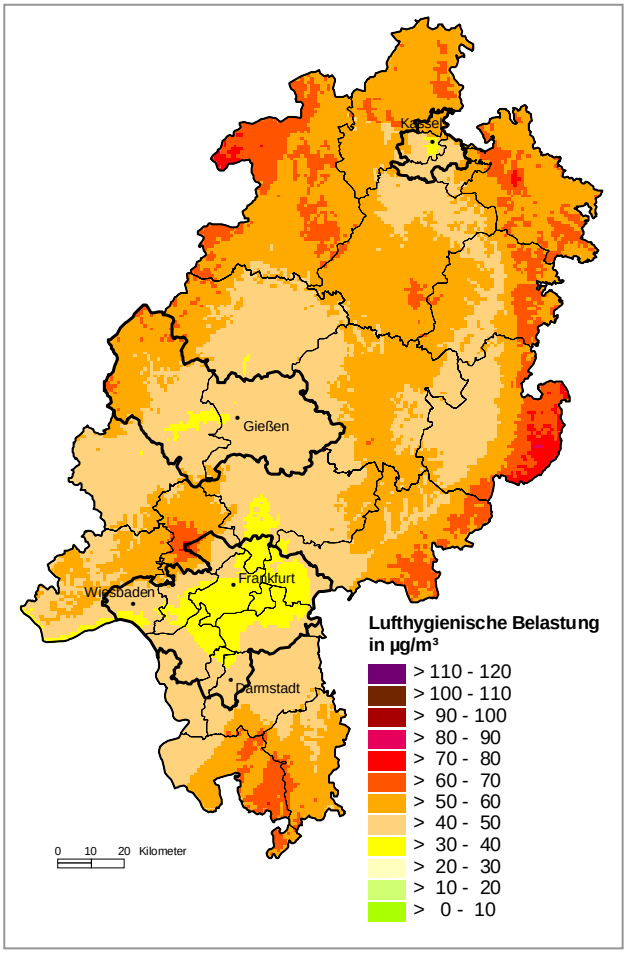
Während der Nacht und bei verminderter Sonneneinstrahlung gibt es einen regulierenden Effekt. Da in dieser Zeit keine oder nur unzureichende Sonnenenergie zur Spaltung der NO_2-Moleküle zur Verfügung steht, bleibt die Ozonbildung weitestgehend aus. Jedoch wird noch vorhandenes O_3 durch Umsetzung mit NO unter Bildung von NO_2 abgebaut. Hierdurch herrschen nachts in städtischen Gebieten erheblich niedrigere Ozonkonzentrationen vor als in emittentenfernen und ländlichen Gebieten. Denn in diesen emittentenfernen Regionen liegt das Ozon abbauende NO nur in sehr geringen Konzentrationen vor.

Der typische Verlauf von Auf- und Abbau der Ozonkonzentration im Tagesgang ist für sechs hessische Ozonmessstationen in Abb. 3 dargestellt. Angegeben sind die über den Zeitraum von 1988 bis 2006 gemittelten Konzentrationswerte. Die oberen drei Kurvenverläufe mit den höheren Belastungswerten bilden Waldmessstationen (Fürth/Odenwald, Spessart, Witzenhausen), also emittentenferne Orte ab, während die unteren drei Kurvenverläufe in Städten (Darmstadt, Frankfurt-Höchst, Kassel-Nord) gemessen wurden.

Zwar haben alle Tagesgänge ihre höchsten Konzentrationen zwischen etwa 12 und 18 Uhr, allerdings fällt die Ozonkonzentration an den städtischen Messstationen nach 18 Uhr stark ab und erreicht gegen 6 Uhr morgens ein Minimum. Über Nacht liegen die Ozonbelastungen an den Waldmessstationen etwa 2- bis 3-fach höher im Vergleich zu den städtischen Stationen. Grund hierfür ist das in emittentenfernen Gebieten fehlende Stickstoffmonoxid, das dort ansonsten nachts für einen stärkeren Ozonabbau sorgen würde. Auch das von Kraftfahrzeugen emittierte und von den Ballungsräumen in die Waldregionen transportierte NO wird fast vollständig in NO_2 umgewandelt.

Für das Jahr 2006 zeigt Abb. 4 die an den einzelnen hessischen Luftmessstationen punktuell erhobenen Ozon-Jahresmittelwerte, die mittels des Computerprogramms FLADIS in eine flächenhafte Immissionsdarstellung überführt wurden. Die Ozonkonzentrationen in den Ballungsräumen unterscheiden sich deutlich von den Waldgebieten und Höhenlagen der Mittelgebirge, wobei letztere im Vergleich erheblich höhere Ozonbelastungen aufweisen.

Abb. 4: Flächenhafte Darstellung der Ozon-Jahresmittelwerte in Hessen für das Jahr 2006

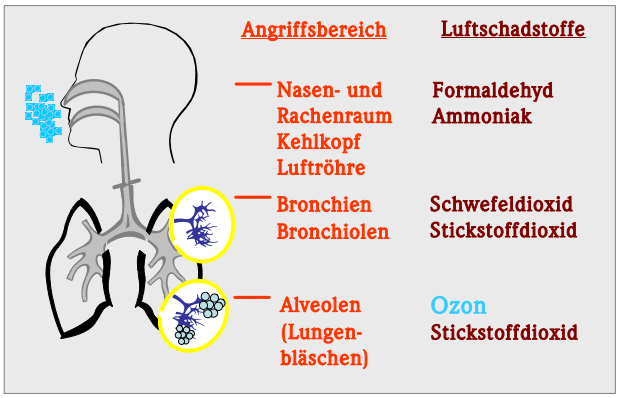


Gesundheitliche Wirkungen

Ozon ist ein Reizgas, das beim Menschen seine Wirkungen insbesondere im unteren Bereich des Atemtrakts sowie an den Schleimhäuten der Augen und des oberen Atemtrakts entfaltet. Vom Menschen wird Ozon überwiegend mit der Atmung aufgenommen. Aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit wird das Gas in den oberen Atemwegen kaum zurückgehalten. Vielmehr dringt der überwiegende Anteil des eingeatmeten Ozons bis in die Lungenperipherie zu den fein verästelten Bronchiolen und Alveolen (Gasaustauschbereich) vor. An den dort vorkommenden Gewebeoberflächen reagiert Ozon derart, dass Schädigungen an Zellmembranen verursacht und entzündliche Prozesse ausgelöst werden.

Die Empfindlichkeit des Menschen gegenüber einer Ozonexposition fällt recht unterschiedlich aus und ist vor allem abhängig von der Ozonkonzentration, der Expositionszeit sowie von dem eingeatmeten Luftvolumen. Etwa 10 bis 15 % der Bevölkerung reagieren besonders empfindlich auf Ozon.

Abb. 5: Wesentliche Angriffsbereiche im Atemtrakt für unterschiedliche Luftschadstoffe



Gegenüber Ozonkonzentrationen von etwa 200 $\mu g/m^3$ werden subjektive Befindlichkeitsstörungen wie Reizungen der Atemwege, Hustenreiz und Symptome wie Engegefühl und Kopfschmerzen beschrieben. Auftretende Reizwirkungen an Augen, Nase und Rachenraum sind weniger auf Ozon, sondern eher auf die gesundheitlichen Effekte der Fotooxidantien (chemische Reizstoffe des Sommersmogs, siehe unten) zurückzuführen.

Internationale bevölkerungsbezogene Studien zeigten kurzfristige gesundheitliche Auswirkungen bei Ozonbelastungen der Außenluft. So wurde eine Zunahme der krankheitsbedingten Gesamtsterblichkeit insbesondere aufgrund von Herz-Kreislauferkrankungen beobachtet.

Körperliche Aktivitäten bei Ozonkonzentrationen von etwa 160 - 300 $\mu g/m^3$ rufen bei Kindern und Erwachsenen gesundheitliche Effekte hervor, die sich in Lungenfunktionsverschlechterungen und -störungen sowie Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit äußern. In der Regel bilden sich solche Effekte nach wenigen Stunden und Tagen wieder zurück.

Kinder mit chronischen Atemwegserkrankungen reagieren nicht stärker auf Ozonbelastungen. Jedoch kann eine Ozonexposition bei asthmatischen Kindern und bei Erwachsenen, die auf Umwelteinflüsse allergisch reagieren (Atopiker), zu einer Verstärkung der unspezifischen bronchialen Überempfindlichkeit führen, die allerdings bei wiederholter Ozonexposition längerfristig bestehen bleibt.

Entzündliche Reaktionen am Lungengewebe treten bei Ozonkonzentrationen von etwa 160 $\mu g/m^3$ bis 240 $\mu g/m^3$ auf. Diese Effekte sind jedoch nur bedingt mit der Zeit rückläufig. Ozon selber ist kein Allergen, jedoch vermögen entzündliche Prozesse allergiesierende Wirkungen zu unterstützen.

Inwieweit langfristige Ozonbelastungen unter umweltrelevanten Bedingungen zu nachhaltigen Gesundheitsschäden beim Menschen führen, ist derzeit abschließend wissenschaftlich noch nicht geklärt. Es liegen Hinweise vor, dass Ozon zur Tumorbildung beiträgt. Eine krebserzeugende Wirkung wurde beim Menschen bisher nicht nachgewiesen.

Für den Menschen lässt sich derzeit keine Konzentrationsschwelle für Ozon benennen, unterhalb derer gesundheitliche Wirkungen nicht auftreten. Welche gesundheitlichen Auswirkungen wiederholte Ozonbelastungen insbesondere auch bei häufigerem Vorkommen von langfristigen Spitzenbelastungen haben, muss derzeit unbeantwortet bleiben.

Sommersmog: Die beim Sommersmog auftretenden Fotooxidantien setzen sich aus verschiedenen chemischen Substanzen, u. a. aus Peroxiacetylnitrat (PAN), Aldehyden und organischen Säuren zusammen. Diese Stoffe sind gut wasserlöslich und reagieren somit beim Kontakt mit Schleimhäuten des Atemtrakts und der Augen, wodurch Reizungen im Nasen-Rachenraum bzw. an den Augen auftreten.

Risikogruppen: Es ist davon auszugehen, dass etwa 10 bis 15 % aller Kinder und Erwachsenen empfindlich auf Ozon reagieren. Je höher die Ozonkonzentration ist, je länger die Exposition dauert und je größer das eingeatmete Luftvolumen ist, um so eher kommt es zu gesundheitlichen Wirkungen. Jedoch ist es bisher nicht möglich, charakteristische, gemeinsame Merkmale für ozonempfindliche Einzelpersonen zu benennen.

Gerade die Menschen, die bei hohen Ozonwerten über längere Zeit körperlich anstrengende Tätigkeiten im Freien ausüben, wie beispielsweise beim Spielen oder beim Sport (Fahrradtraining oder -rennen) und bei der Arbeit (im Hoch- und Tiefbau oder in der Forstwirtschaft), sind eher betroffen.

Aus Vorsorgegründen sind auch Säuglinge und

Kleinkinder als Risikogruppe gegenüber Ozonbelastungen einzustufen. Denn sie atmen generell im Verhältnis zu ihrer Körpergröße viel mehr Luft ein. Jede zusätzliche körperliche Anstrengung erhöht entsprechend die Menge der eingeatmeten Luft und damit die aufgenommene Ozonmenge. Zudem ist ihr Immunsystem noch unvollständig ausgebildet, sodass eine zusätzliche Reizung des Atemtrakts die Infektionsanfälligkeit erhöhen kann.

WHO-Empfehlungen: Aufgrund der Erkenntnisse aus bevölkerungsbezogenen Studien, die kurzfristige Auswirkungen auf die Sterblichkeit gegenüber Ozonkonzentrationen von unterhalb 120 $\mu g/m^3$ zeigen, sowie zum Schutz Empfindlicher befürwortet die WHO einen Zielwert von 100 $\mu g/m^3$ als höchsten 8-Stundenmittelwert eines Tages.

Wirkungen auf die Pflanzenwelt

Ozon gilt im Hinblick auf Pflanzenschädigungen als ein sehr wichtiger Luftschadstoff. Viele Pflanzen reagieren schon bei relativ niedrigen Ozonkonzentrationen mit teilweise sichtbaren Veränderungen. Neben Schädigungen des Pflanzenwachstums können morphologische Schäden am Blattwerk auftreten, da Ozon in das Blattinnere einzudringen vermag. Hierbei greift das reaktive Ozon die Blattzellen an und führt zu Gewebeschädigungen und zu Beeinträchtigungen der Fotosynthese. Sichtbar werden solche Blattschäden durch punktförmige Ausbleichungen (= Chorosen) bis hin zur Zerstörung von Blattgewebe (siehe Abb. 6)

Abb. 6: Typisches durch Ozon und Fotooxidantien hervorgerufenes Schadbild (Chlorose) an der Tabaksorte BEL W3

Als Bioindikator für Pflanzenschäden durch Ozon und Fotooxidantien wird bei Wirkungserhebungen die Tabaksorte BEL W3 eingesetzt. Die sichtbaren Blattschäden werden als Maß für die Ozoneinwirkung genutzt (siehe Abb. 6)

Andere Beobachtungen führen zu dem Schluss, dass Ozon die Durchlässigkeit der Zellwände von Blättern und Nadeln erhöht. Dies führt zu einer Ausschwemmung von Pflanzennährstoffen durch Nebel und Regen, was gerade auf nährstoffarmen Böden negative Folgen für die betroffenen Pflanzen haben kann.

Vegetationsschäden treten bei empfindlichen Pflanzen (Tabak, Kartoffel, Weizen, Tomate, Lärche, Platane u. a.) bei Ozonkonzentrationen von etwa 60 bis 100 $\mu g/m^3$ auf. Daher sieht die rechtliche Regelung (siehe unten) auch einen Zielwert für den Vegetationsschutz in der Hauptwachstumsphase von Pflanzen vor.

Rechtliche Grundlagen

Ziel- und Schwellenwerte für Ozon (33. BImSchV)		
Schutzgut	**Mittelungs-zeitraum**	**Zielwerte für Ozon**
menschliche Gesundheit	höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages	120 $\mu g/m^3$ darf an höchstens 25 Tagen pro Kalenderjahr überschritten werden, gemittelt über 3 Jahre; Zieldatum 2010
	1-Stunden-Mittelwert	180 $\mu g/m^3$ Informationsschwelle
	1-Stunden-Mittelwert	240 $\mu g/m^3$ Alarmschwelle
Vegetation*	AOT40, berechnet aus 1-Stunden-Werten von Mai bis Juli	18.000 $\mu g/m^3$ h gemittelt über 5 Jahre; Zieldatum 2010

* AOT40 (=**a**ccumulated exposure **o**ver a **t**hreshold of **40** ppb) Summe der Differenzen zwischen 1-Stunden-Mittelwerten über 80 $\mu g/m^3$ (40 ppb) und dem Wert 80 $\mu g/m^3$ im Zeitraum 8 bis 20 Uhr (MEZ) an jedem Tag (hier Mai bis Juli). AOT bestimmt die Dosis der Ozon-Belastung, die neben der Konzentration auch die Dauer der Belastung berücksichtigt.

Die Erkenntnisse über gesundheitliche Effekte und negative Auswirkungen auf die Vegetation führten zur Festlegung von Beurteilungswerten für Ozonbelastungen in der Außenluft. Die Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft wurde am 13. Juli 2004 durch die

33. Verordnung (BImSchV) zum Bundes-Immissionsschutzgesetz in nationales Recht umgesetzt (siehe oben).

Informationsschwelle: Bei Überschreitung dieses Werts besteht bei kurzfristiger Exposition ein gesundheitliches Risiko für besonders empfindliche Personen. Aktuelle Informationen für die Öffentlichkeit sind erforderlich.

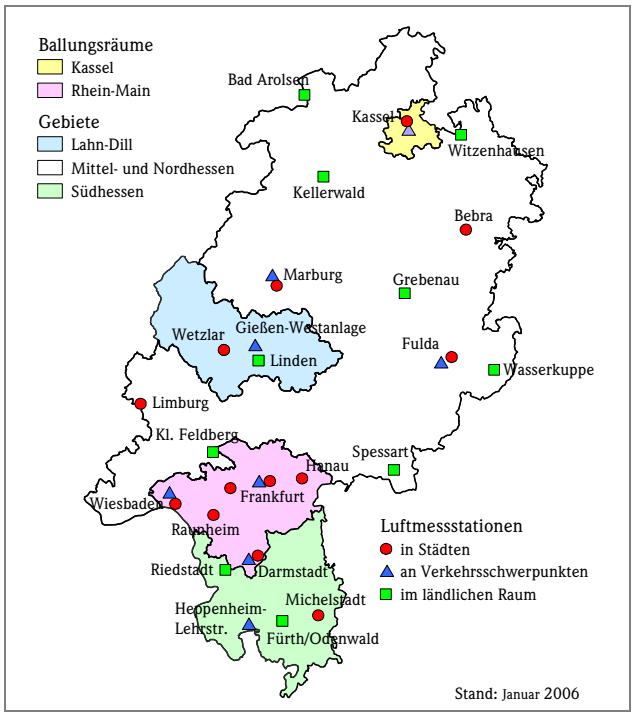
Alarmschwelle: Bei Überschreitung dieses Werts besteht für die Allgemeinbevölkerung ein Gesundheitsrisiko. Die Bevölkerung wird umgehend gewarnt.

Informationen für die Öffentlichkeit, die auch Verhaltensempfehlungen und eine Vorhersage zur Entwicklung der Ozonkonzentration am nächsten Tag enthalten, werden über die Informationsdienste des HLUG herausgegeben.

Luftmessstationen in Hessen

Aus dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) und seinen Verordnungen (z. B. 33. BImSchV) ergibt sich die Verpflichtung zur landesweiten Immissionsüberwachung. In Hessen betreibt hierzu das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) ein landesweit ausgerichtetes Messnetz mit kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen (siehe Abb. 7).

Abb. 7: Luftmessstationen in Hessen



Die Standorte der Messstationen gewährleisten eine flächendeckende Immissionsüberwachung. Im Jahr 2006 wurden insgesamt 31 Messstationen unterhalten, davon 13 in Städten, 10 im ländlichen Raum und 8 an Verkehrsschwerpunkten. Die Stationen sind entsprechend den Anforderungen des BImSchG mit Geräten zur Erfassung der vorgeschriebenen Luftschadstoffe und der meteorologischen Einflussgrößen ausgerüstet.

Die im hessischen Luftmessnetz erhobenen Messergebnisse werden über unterschiedliche Informationsdienste des HLUG (siehe unten) aktuell veröffentlicht. Darüber hinaus erstellt das HLUG lufthygienische Tages-, Monats- und Jahresberichte, die die Messdaten dokumentieren und bewerten.

Maßnahmen gegen Ozon und Sommersmog

Eine Reduzierung der Belastung durch Ozon und Sommersmog ist nur durch eine großräumige und nachhaltige Minderung der Emissionen beider Vorläufersubstanzen Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC) zu erzielen.

In den vergangenen Jahren gab es etliche gesetzliche Regelungen zu langfristigen Reduzierungen der Vorläufersubstanzen. Hierzu zählten u. a. sowohl die Großfeuerungsanlagen-Verordnung, die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, Festlegungen von Nationalen Emissionshöchstwerten (NEC) als auch Regelungen im Kraftfahrzeugbereich wie etwa die Einführung von Katalysatortechniken und Maßnahmen zur Vermeidung von Kraftstoffverdunstungen. So verringerten sich in Hessen die Stickstoffoxid- bzw. VOC-Emissionen durch Kraftfahrzeuge im Zeitraum von 1990 bis zum Jahr 2000 deutlich um etwa 60 % bzw. 70%.

Auch bei mobilen Geräten und Maschinen mit Verbrennungsmotoren (z. B. Rasenmäher, Baumaschinen) wurden deren Emissionen durch Umsetzungen von EG-Vorgaben in nationales Recht (u. a. mit der 28. BImSchV) geregelt.

Darüber hinaus wurde die EG-Richtlinie zur Begrenzung von VOC-Emissionen aus lösemittelhaltigen Farben und Lacken in nationales Recht (31. BImSchV) umgesetzt. Auch verschiedene gesetzliche Bestimmungen zur Energieeinsparung sollen zur Minderung von Stickstoffoxid-Emissionen beitragen.

Wie soll ich mich bei hohen Ozonbelastungen verhalten?

- ☑ Da hohe Ozonkonzentrationen üblicherweise bei hohen Lufttemperaturen mit intensiver Sonneneinstrahlung auftreten, ist ein angemessenes Verhalten im Zusammenhang mit hohen Temperaturen empfehlenswert. Personen mit Atemwegserkrankungen sollten sich entsprechend verhalten.
- ☑ Bei Überschreitungen des Informationswerts von 180 $\mu g/m^3$ wird Personen empfohlen, die gegenüber Ozon empfindlich reagieren, Anstrengungen im Freien zu vermeiden und bei verstärkten Symptomen einen Arzt aufzusuchen.
- ☑ Eine allgemeine Empfehlung, bei höheren Ozonkonzentrationen nicht ins Freie zu gehen, ist nicht erforderlich.
- ☑ Kinder können sich bei erhöhten Ozonwerten im Freien aufhalten. Jedoch sollten anstrengende Aktivitäten vermieden werden.
- ☑ Länger andauernde körperliche Anstrengungen, sportliche Aktivitäten und Sportveranstaltungen im Freien sollten in den Mittags- und Nachmittagsstunden möglichst nicht erfolgen. Ausdauer- und Höchstleistungen sollten eher am Morgen oder Abend erbracht werden.
- ☑ Personen, die unter Ozonbelastung wiederholt Beschwerden wahrnehmen, sollten einen Arzt zur Abklärung der Beschwerden aufsuchen.

Was kann der Einzelne tun?

- ❒ Öffentliche Verkehrsmittel benutzen
- ❒ Verringerung der Fahrten mit dem eigenen Pkw
- ❒ Fahrzeuge mit geringem Kraftstoffverbrauch und Abgasausstoß benutzen
- ❒ Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit
- ❒ Bildung von Fahrgemeinschaften
- ❒ Einsatz energiesparender und emissionsarmer Gebäudeheizungen
- ❒ Vermeidung abgasintensiver Maschinen und Geräte
- ❒ Umweltbewusst einkaufen, lösemittelarme Farben und Lacke verwenden

Wo erhalte ich Informationen?

Auskünfte über aktuelle Messwerte

- Internet-Adresse http://www.hlug.de
- Informationstelefon des HLUG:
  0611/6939-666
- Videotext – Hessischer Rundfunk – Hessentext:
  Tafel 178 bis 182 (aktuelle Messwerte)
  Tafel 174 bis 177 (Wetterdaten)
- Fax-auf-Abruf-Service des HLUG:
  0611/18061-000 bis 009
  (Übersicht unter 0611/18061-000)
- Mobilfunk: http://wap.hlug.de

Informationen und Ansprechpartner

Informationen erhalten Sie beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie und bei Ihrem vor Ort zuständigen Gesundheitsamt.

Gesetzliche Grundlagen

- Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV) vom 13. Juli 2004, BGBl. I S. 1612.
- Richtlinie über den Ozongehalt der Luft - Richtlinie 2002/3/EG, Amtsblatt Nr. L 67 vom 09.03.2002, S. 14-30.

Impressum
Bearbeiter: Dr. A. Broll, Dr. J. Witten,
Dipl.-Ing. W. Stec-Lazaj
Layout: Dr. J. Witten
Herausgeber:
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Postfach 3209, 65022 Wiesbaden
Telefon: 0611/6939-0
Telefax: 0611/6939-555
Vertrieb: Telefon: 0611/6939-111
Telefax: 0611/6939-113
E-Mail: vertrieb@hlug.de