

## Fotochemische luchtverontreiniging: oorzaken en effecten

Indicator | 9 juli 2013

U bekijkt op dit moment een archiefversie van deze indicator. De actuele indicatorversie met recentere gegevens kunt u via deze [link](#) [1] bekijken.

Fotochemische luchtverontreiniging ontstaat uit de combinatie van (veel) zonneschijn en verontreinigende gassen. Ozon (O<sub>3</sub>) is de belangrijkste component van fotochemische luchtverontreiniging. Wanneer de concentraties tot hoge waarden oplopen, spreekt men ook wel van zomersmog. Ozon op leefniveau is schadelijk voor de menselijke gezondheid en de natuur. Het beleid ter voorkoming van zomersmog is zowel gericht op de verbetering van de luchtkwaliteit als op de vermindering van de emissies van ozonvormende stoffen.

### Fotochemische luchtverontreiniging

Zomersmog ontstaat door chemische reacties in de lucht onder de invloed van zonneschijn waarbij ozon en andere stoffen (zoals deeltjesvormige luchtverontreiniging herkenbaar aan de heiligheid tijdens zomersmogdagen) worden gevormd. Als maat voor de ernst van zomersmog wordt de hoogte van de ozonconcentratie in de lucht gehanteerd. Bij 'ozon gunstige' omstandigheden zoals veel zonlicht, hoge temperatuur en weinig wind kan de ozonconcentratie gemakkelijk oplopen tot boven de Europese norm van 120 µg/m<sup>3</sup> als 8-uursgemiddelde concentratie. Jaargemiddeld is de ozonconcentratie ongeveer 40 µg/m<sup>3</sup>.

### Ontstaan van ozon

Ozon komt van nature in de lucht voor. Een (geringe) hoeveelheid ozon op leefniveau is essentieel voor de (fotochemische) verwijdering van luchtverontreiniging. Een verhoogde ozonconcentratie ontstaat onder invloed van zonlicht (UV, ultraviolet licht) uit diverse stoffen:

- Vluchtige organische stoffen (VOS)
- Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>)
- Koolmonoxide (CO)
- Methaan (CH<sub>4</sub>)

De fotochemische reacties waarbij ozon wordt gevormd, verlopen op een tijdschaal van enkele uren. De hoogste ozonconcentraties worden in het algemeen in de late namiddag gemeten, enkele uren nadat de intensiteit van het ultraviolette zonlicht maximaal is.

Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) zijn noodzakelijk als katalysator voor ozonvorming. Bij zeer lage stikstofoxidenconcentraties stopt de vorming van ozon en kan er zelfs afbraak van ozon plaatsvinden. Dit soort situatie vinden we bijvoorbeeld boven de oceanen op het zuidelijk halfrond. Boven continentale gebieden op het noordelijk halfrond zijn op leefniveau meer dan voldoende stikstofoxiden aanwezig voor ozonvorming. Ozon wordt uit de atmosfeer verwijderd door chemische afbraak en door depositie (opname aan het aardoppervlak).

De ozonvormende stoffen komen tegenwoordig vooral in de atmosfeer door activiteiten van de mens. In bevolkte gebieden leidt de uitstoot van vluchtige organische stoffen en stikstofoxiden door bijvoorbeeld verkeer, industrie en consumenten tot extra ozonvorming. Er is ook een bijdrage van natuurlijke processen, zoals de emissie van ozonvormende stoffen door (naald)bomen.

Ozon heeft in de hogere luchtlagen, de stratosfeer, een beschermende rol in de vorm van de

ozonlaag. Informatie hierover is onder andere te vinden bij de indicator [indicator=nl0218].

## Meeste zomersmog in het zuiden en oosten van Nederland

In Nederland komen op jaargemiddelde basis de hoogste concentraties van ozon voor in het zuiden en oosten. De maxima ontstaan vooral daar door de aanwezigheid van dichtbevolkte en sterk geïndustrialiseerde gebieden, zoals de Randstad, en door de relatief grote bijdrage van reeds in het buitenland gevormde ozon en van ozonvormende stoffen. Deze komt uit gebieden in Duitsland, zoals het Ruhrgebied, en België. Dat de problemen een grensoverschrijdend karakter hebben, komt door de levensduur van ozon en de ozonvormende stoffen. Deze loopt uiteen van enkele dagen tot meer dan een week. Ze kunnen dus gemakkelijk door de wind over grote afstanden getransporteerd worden.

## Effecten van zomersmog

Op leefniveau is ozon een stof die een schadelijk effect heeft op de mens, ecosystemen en materialen. Tijdens een periode van zomersmog kan inademing van lucht waarin veel ozon zit, leiden tot de volgende effecten op de gezondheid:

- tijdelijke luchtwegklachten zoals: droge keel, pijn op de borst, hoest, benauwdheid en pijn bij diepe inademing. Ook hoofdpijn, een onbehaaglijk gevoel, misselijkheid en duizeligheid komen voor.
- tijdelijk verminderde werking van de longen. Dit kan gepaard gaan met aantasting van het longweefsel. Hierdoor kan het prestatievermogen verminderen. Verder kan de snelheid afnemen waarmee ons lichaam deeltjes, bacteriën en virussen uit de longen verwijdt.

De effecten van een eenmalige, kortdurende periode van zomersmog zijn van voorbijgaande aard. Herhaalde blootstelling aan hoge concentraties ozon kan echter mogelijk leiden tot blijvende verminderde werking van de longen. Het effect van ozon op de gezondheid kan van mens tot mens behoorlijk verschillen. In Nederland overlijden naar schatting 480 mensen per jaar voortijdig door blootstelling aan te hoge ozonconcentraties (Amann et al., 2012).

Ozon is ook schadelijk voor de natuur. Bij een kortdurende blootstelling aan hoge ozonconcentraties ontstaat bij sommige planten een zichtbare bladschade. Ook op de lange termijn treedt ozonschade op in de vorm van verminderde groei en een grotere gevoeligheid voor ziekte en plagen. Bij landbouwgewassen kan ozonblootstelling leiden tot een opbrengstvermindering wat weer een economische schade tot gevolg kan hebben. Bij de verwerking en verkleuring van materialen zoals plastics, rubber en verven speelt ozon mogelijk een belangrijke rol.

Daarnaast is ozon een belangrijk broeikasgas, maar de schattingen van de invloed van ozon op het klimaat zijn onzeker. Na koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en methaan (CH<sub>4</sub>) is ozon het belangrijkste broeikasgas.

## Ozonpieken nemen af, achtergrondniveau hoger

In heel Europa lijken de piekconcentraties van ozon af te nemen. Toch laat de trend van de gemiddelde ozonconcentraties in de periode 1995-2005 weinig of geen afname zien (EEA, 2009). Ook in Nederland zijn piekconcentraties van ozon op leefniveau sinds 1992 afgenomen. Er zijn aanwijzingen dat de afname het gevolg is van het Europese emissiebeleid voor de ozonvormende stoffen, vluchtige organische stoffen en stikstofoxiden (Van Pul et al., 2011).

De achtergrondconcentraties van ozon zijn daarentegen in heel Europa zeer waarschijnlijk juist gestegen. Volgens de huidige inzichten bedraagt de typische gemiddelde ozonconcentratie in de vrije troposfeer op het noordelijk halfrond  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ongeveer twee keer zo hoog als het natuurlijke achtergrondniveau. De toename van de concentraties van methaan ( $\text{CH}_4$ ) en koolstofmonoxide (CO) op het noordelijk halfrond draagt mogelijk deels bij aan het oplopen van het achtergrondniveau van ozon. Op leefniveau in Nederland is de gemiddelde concentratie lager dan genoemde  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , door chemische afbraak en depositie.

## Referenties

- Amann, M., Borcken-Kleefeld, J., Cofala, J., Heyes, C., Kiesewetter, G., Klimont, Z., Rafaj, P., Sander, R., Schöpp, W., Wagner, F. & Winiwarter, W. (2012) [TSAP-2012 Baseline: Health and Environmental Impacts](#). [2] TSAP Report #6. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. [opent pdf-document]
- EEA (2009) [Assessment of ground-level ozone in EEA member countries, with a focus on long-term trends](#) [3]. Technical report No 7/2009. European Environmental Agency, Kopenhagen.
- EEA (2013) [Air pollution by ozone across Europe during summer 2012](#). [4] EEA Technical report No 3/2013. European Environmental Agency, Kopenhagen.
- EU (2001) [Richtlijn 2001/81/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2001 inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen \(NEC-richtlijn\)](#) [5]. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 309/22.
- UN/ECE (2012) [Parties to UNECE Air Pollution Convention approve new emission reduction commitments for main air pollutants by 2020](#). [6]
- EU (2008). [Richtlijn 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa](#) [7]. Publicatieblad van de Europese Unie L 152/1.
- Van Pul, W.A.J., Fischer, P.H., De Leeuw, F.A.A.M., Maas, R.J.M., Mooibroek, D., Van Noije, T.P.C., Roemer, M.G.M. & Sterkenburg, A. (2011) [Dossier ozon. Een overzicht van de huidige stand van kennis over ozon op leefniveau in Nederland](#) [8]. Rapport 680151001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- UN/ECE > [The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone](#) [9].

## Relevante informatie

- [indicator=nl0529]
- [indicator=nl0237]
- [indicator=nl0183]
- [indicator=nl0340]
- [indicator=nl0238]
- [indicator=nl0240]
- [indicator=nl0337]
- Uitleg over de implementatie van de Europese regelgeving voor lucht in de Nederlandse wetgeving > [Handboek Implementatie milieubeleid EU in Nederland](#) [10]
- Infomil > [Luchtkwaliteit](#) [11]t
- Infomil > [Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit \(NSL\)](#) [12]
- EU > [Informatie over het luchtkwaliteitsbeleid van de Europese Unie](#) [13]
- RIVM > [Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit](#) [14]
- Teletekst > [Smog](#) [15]
- Informatie over de actuele en toekomstige ontwikkelingen voor de luchtkwaliteit is te vinden

in de [Balans van de Leefomgeving 2012](#) [16] en de [Nationale Milieuverkenning 2006-2040](#) [17].

## Technische toelichting

### Naam van het gegeven

Fotochemische luchtverontreiniging: oorzaken en effecten

### Omschrijving

Korte schets van atmosferisch-chemische vorming en effecten van ozon

### Verantwoordelijk instituut

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

### Berekeningswijze

Niet van toepassing

### Basistabel

Niet van toepassing

### Geografisch verdeling

Niet van toepassing

### Andere variabelen

Niet van toepassing

### Verschijningsfrequentie

Onregelmatig

### Achtergrondliteratuur

Zie bij 'Referenties'

### Opmerking

Geen

### Betrouwbaarheids codering

Niet van toepassing

## Referentie van deze webpagina

CBS, PBL, RIVM, WUR (2013). [Fotochemische luchtverontreiniging: oorzaken en effecten](#) [18] (indicator 0473, versie 07 , 9 juli 2013 ). [www.clo.nl](http://www.clo.nl). Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

**Bron-URL:** <https://www.clo.nl/indicatoren/nl047307>

### Links

- [1] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0473>
- [2] [http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/MitigationofAirPollutionandGreenhousegases/TSAP\\_IMPACTS-20121126.pdf](http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/MitigationofAirPollutionandGreenhousegases/TSAP_IMPACTS-20121126.pdf)
- [3] <http://www.eea.europa.eu/publications/assessment-of-ground-level-ozone-in-eea-member-countries-with-a-focus-on-long-term-trends>
- [4] <http://www.eea.europa.eu/publications/air-pollution-by-ozone-across-EU-2012>
- [5] [http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=nl&numdoc=32001L0081&model=guichett](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=nl&numdoc=32001L0081&model=guichett)
- [6] <http://www.unece.org/index.php?id=29858>
- [7] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0050:NL:NOT>
- [8] [http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/juli/Dossier\\_ozon\\_2011\\_Een\\_ overzicht\\_van\\_de\\_huidige\\_stand\\_van\\_kennis\\_over\\_ozon\\_op\\_leefniveau\\_in\\_Nederland](http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/juli/Dossier_ozon_2011_Een_ overzicht_van_de_huidige_stand_van_kennis_over_ozon_op_leefniveau_in_Nederland)
- [9] [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm)
- [10] <http://www.eu-milieubeleid.nl/>
- [11] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/wettelijk-kader-en/>
- [12] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/nsl/>
- [13] <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/index.htm>
- [14] <http://www.lml.rivm.nl/data/smog/index.html>
- [15] <http://teletekst.nos.nl/?711-01>
- [16] <http://themasites.pbl.nl/balansvande leefomgeving/2012/>
- [17] <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/mnp/2006/NationaleMilieuverkenning6.html>
- [18] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl047307>