

## Zwaveldioxide in lucht, 1990-2018

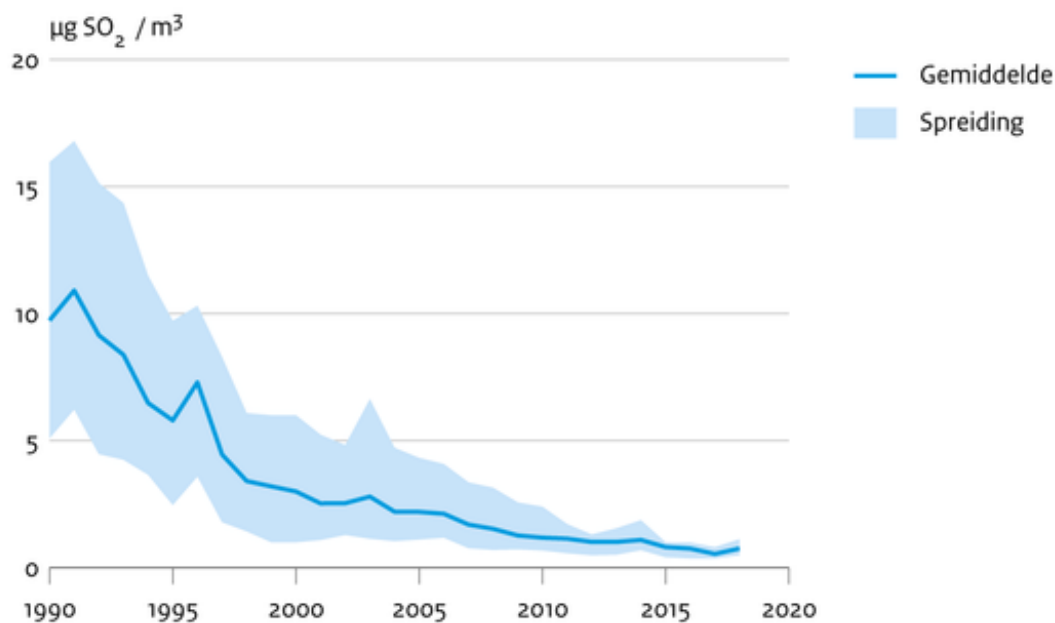
Indicator | 18 september 2019

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

Zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>)-concentraties zijn de afgelopen decennia enorm gedaald en blijven laag. Al sinds 1998 zijn de Europese luchtkwaliteitsdoelstellingen niet meer overschreden. In 2018 lagen de gemeten regionale concentraties rond de 1 µg/m<sup>3</sup>. SO<sub>2</sub>-concentraties zijn het hoogst in gebieden met veel industrie. Daar zijn de concentraties in de orde van 3-7 µg/m<sup>3</sup>.

[figuurgroep]

### Zwaveldioxide in lucht

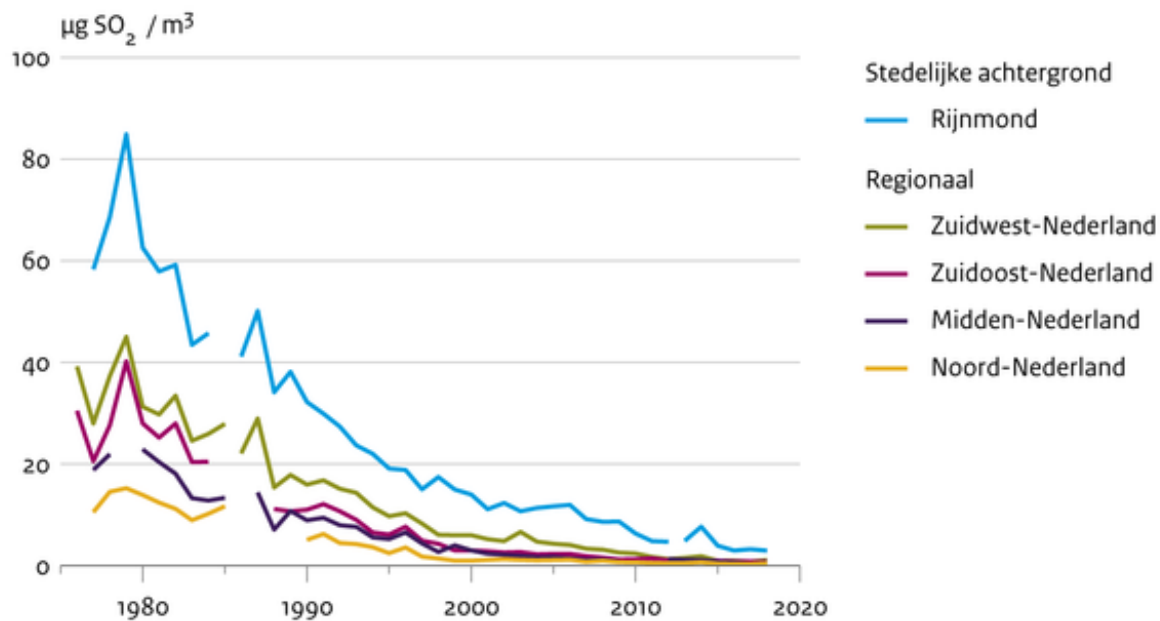


Bron: RIVM/DCMR/GGD Amsterdam 2019

RIVM/aug19  
[www.clo.nl/nlo44111](http://www.clo.nl/nlo44111)

- [Download figuur](#) [2]
- [Download data \(ods\)](#) [3]
- [Download data \(xlsx\)](#) [4]

## Concentratie zwaveldioxide in lucht



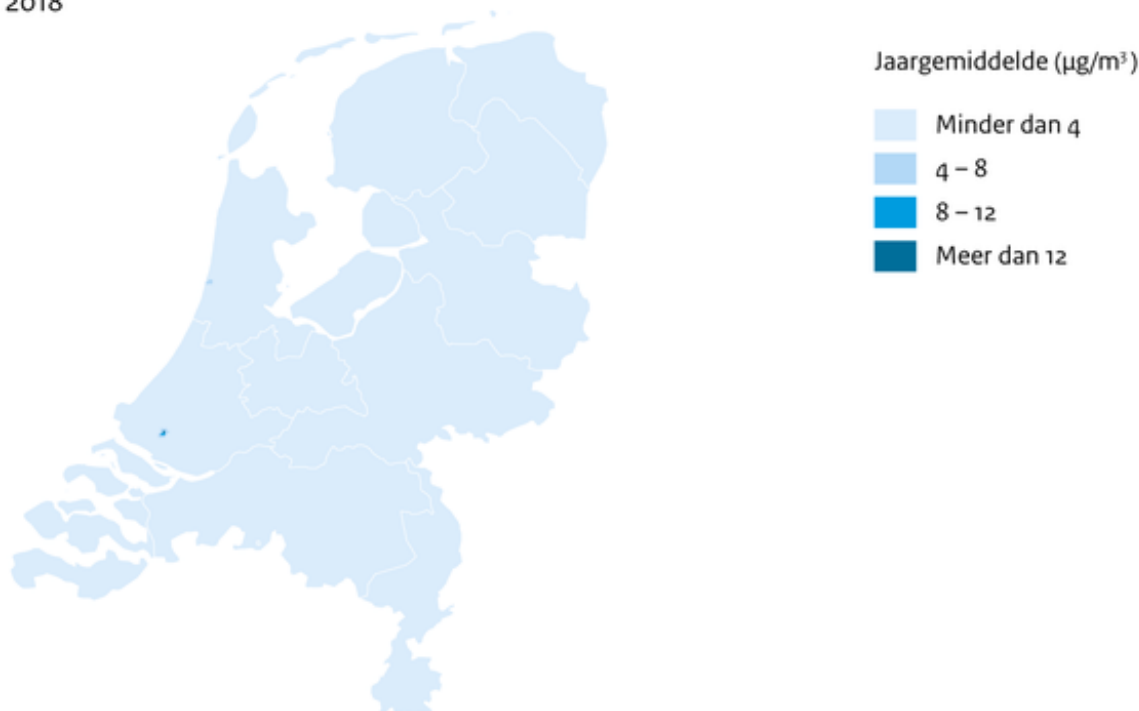
Bron: RIVM 2019

RIVM/aug19  
[www.clo.nl/nlo4q111](http://www.clo.nl/nlo4q111)

- [Download figuur](#) [5]
- [Download data \(ods\)](#) [6]
- [Download data \(xlsx\)](#) [7]

## Zwavedioxideconcentratie

2018



Bron: RIVM, 2019

PBL/sep19  
[www.clo.nl/nloq4111](http://www.clo.nl/nloq4111)

- [Download figuur](#) [8]

[/figuurgroep]

## Regionale concentraties

In de Rijnmond, IJmond en bij Vlissingen zijn de gemeten zwavedioxideniveaus de hoogste. Dit hangt samen met de lokaal verhoogde emissies door zeescheepvaart, raffinaderijen en industrie. In Nederland daalde de jaargemiddelde  $\text{SO}_2$ -concentratie op regionale achtergrondstations over de afgelopen dertig jaar van 5-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  naar gemiddeld 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (zie ook afbeelding 'Trend 1990-2018').

De belangrijkste bronnen voor zwavedioxide zijn elektriciteitscentrales, raffinaderijen en verkeer. Door het verminderen van de uitstoot van deze bronnen in zowel binnen- als buitenland zijn de concentratieniveaus sterk gedaald (Velders et al., 2011). In de winter zijn de  $\text{SO}_2$ -concentraties vaak hoger dan in de zomer. Dit komt onder andere door een verhoogde aanvoer bij continentale windrichtingen, hogere emissies door ruimteverwarming en een soms minder gunstige atmosferische verspreiding.

Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) voert sinds 1976 metingen van  $\text{SO}_2$  uit. De concentraties op regionale stations zijn sindsdien met een factor vijftien tot dertig gedaald (zie afbeelding 'Trend 1976-2013'; Buijsman, 2008/2009).

## Stedelijke concentraties

Metingen in de Rijnmond en het Amsterdamse havengebied (IJmond) tonen in 2018 verhoogde jaargemiddelde concentraties van 3 tot 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In 1980 werden in de Rijnmond nog jaargemiddelde concentraties van meer dan 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemeten. Lokale instanties hebben rond 1965 een jaargemiddelde concentratie van ongeveer 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemeten. In Amsterdam lagen jaargemiddelde niveaus rond 1970 nog op 100  $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  (Buijsman, 2008/2009).

Belangrijkste oorzaken van deze hoge concentraties waren de toenmalige, omvangrijke industriële emissies in en nabij de steden, maar vooral het grootschalige gebruik van kolen voor ruimteverwarming. De introductie van aardgas voor ruimteverwarming aan het eind van de jaren zestig zorgde voor een snelle daling van de concentraties van zwaveldioxide.

De [Grootschalige Concentratiekaarten Nederland](#) [9] bieden ruimtelijk gedetailleerde informatie over  $\text{SO}_2$ -concentraties op een schaal van 1 x 1 kilometer.

## Bronnen

Emissie van zwaveldioxide naar de lucht vindt voornamelijk plaats bij gebruik van zwavelhoudende brandstoffen. Belangrijke bronnen in Nederland zijn kolengestookte elektriciteitscentrales, raffinaderijen en verkeer, vooral de internationale zeescheepvaart. De uitstoot van  $\text{SO}_2$  van bronnen op land is fors (86%) afgenomen in de periode 1990-2017. Zie: [indicator=nl0183]  $\text{SO}_2$ -emissies van de zeescheepvaart namen tussen 1990 en 2006 toe en zijn daarna tot 2017 gedaald. Zie verder: [indicator=nl0521]

## Gedrag in de atmosfeer

Zwaveldioxide is een gasvormige component en wordt in de atmosfeer ook gedeeltelijk in sulfaataerosol omgezet. Verwijdering van beide vormen uit de atmosfeer is mogelijk door zowel droge als natte depositie. Sulfaataerosol is een vorm van zogeheten secundair aerosol; het levert een bijdrage aan de fijnstofconcentraties. De verblijftijd van  $\text{SO}_2$  in de atmosfeer is gemiddeld 10-20 uur, waardoor het zo'n 350-700 kilometer in de atmosfeer kan afleggen, voordat het uit de atmosfeer wordt verwijderd. Dit grensoverschrijdende langeafstandstransport van zwaveldioxide is één van de redenen dat afspraken over emissiereducties effectiever zijn als ze voor een groter gebied, dus bijvoorbeeld op Europese schaal, worden gemaakt, dan in één enkel land.

## Normstelling

De Europese Unie (EU) heeft een aantal grenswaarden voor zwaveldioxideconcentraties vastgesteld ter bescherming van de volksgezondheid en ecosystemen (EU, 2008). Deze grenswaarden zijn in Nederland in de Wet Milieubeheer (2007) geïmplementeerd.

- Voor de bescherming van ecosystemen tegen de effecten van langdurige blootstelling geldt een grenswaarde van 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zowel voor de concentratie gemiddeld over het kalenderjaar als over het winterhalfjaar.
- Voor de bescherming van de mens tegen piekconcentraties van zwaveldioxide heeft de EU twee grenswaarden en een alarmprempeel vastgesteld. De daggemiddelde zwaveldioxideconcentratie mag de grens van 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  niet vaker dan drie keer per jaar overschrijden. Voor uurgemiddelde concentraties geldt een grenswaarde van 350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  die niet meer dan 24 keer per jaar mag worden overschreden. De alarmprempeel voor zwaveldioxide wordt overschreden, als boven een gebied van minstens 100  $\text{km}^2$  of een

volledige zone of agglomeratie indien deze een kleinere oppervlakte beslaat de uurgemiddelde zwavedioxideconcentratie drie uur achtereen of langer boven de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  blijft.

De EU-grenswaarde voor de zwavedioxideconcentratie ter bescherming van ecosystemen ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) is sinds 1998 nergens meer in Nederland overschreden. De daggemiddelde en uurgemiddelde zwavedioxideconcentraties liggen sinds respectievelijk 1994 en 1990 onder de norm. Overschrijding van de uurgemiddelde zwavedioxideconcentraties is voor het laatst opgetreden in Vlaardingen in 1998. Door de kortstondige duur was geen sprake van een overschrijding van de alarmdrempel.

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, 2006) adviseert te streven naar waarden onder  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor het 10-minuutgemiddelde en onder de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurgemiddelde. Overigens wordt in Nederland een uurgemiddelde waarde van  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nauwelijks nog overschreden. Dit gebeurt alleen nog in het Rijnmond- en IJmondgebied. Op de GGD meetstations IJmuiden en Wijk aan Zee bleek dit in 2018 voor meer dan 5% van de uurwaarden het geval. Op de vier stations van DCMR Milieudienst Rijnmond bedroeg dit percentage 1-2%.

## Beleid

De EU heeft als onderdeel van haar luchtkwaliteitsbeleid een maximaal toegestane emissie van een aantal luchtverontreinigende stoffen per land, waaronder zwavedioxide, vastgesteld (EU, 2001). Dit zogenaamde Nationaal Emissie Plafond (NEC) bedraagt 50 kiloton en geldt voor 2010 en latere jaren. Nederland voldoet hier sinds 2009 aan. In 2016 zijn in de herziene NEC-richtlijn (EU, 2016) voor de nationale zwavedioxide-emissie aanvullende reductieverplichtingen afgesproken. Deze gelden ten opzichte van 2005 en zijn respectievelijk 28% en 53% voor de jaren 2020 en 2030. Dit komt neer op ongeveer 48 voor 2020 kton en 32 kton voor 2030.

De International Maritime Organisation (IMO) heeft in 1997 een protocol uitgegeven om emissies van onder meer zwavedioxide te verminderen. Dit protocol, MARPOL Annex VI, stelt grenzen aan het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen. In 2005 en wederom in 2008 heeft de IMO in aanvulling op dit protocol voor bepaalde aangewezen wateren, waaronder de Noordzee, de grenzen aan het zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen nog verder verlaagt.

De bijdrage van de zeescheepvaart aan de concentraties van zwavedioxide bedraagt gemiddeld voor Nederland 3%. In het westen van Nederland loopt deze bijdrage op tot 6-7% (Velders et al., 2018).

## Effecten

Hoge concentraties van zwavedioxide hebben negatieve effecten op mens, dier en plant (WHO, 2006). Zo draagt zwavedioxide onder andere bij aan de verzuring van ecosystemen. De atmosferische depositie van zuur draagt bij aan veranderingen in de bodemchemie, de (oppervlakte)waterkwaliteit en het biodiversiteitsverlies. Deze veranderingen kunnen leiden tot verzwakking van de ecosysteemresistentie tegen ziekten, stormen, koude, droogte en insecten (Buijsman et al., 2010).

Interacties met andere stressoren, zoals een te hoge stikstofdepositie en een te hoge concentratie van troposferisch ozon, spelen overigens een belangrijke rol bij het optreden van effecten van zure depositie.

Zwavedioxide wordt in de lucht voor een deel omgezet in sulfaatdeeltjes en draagt zo bij aan het niveau van fijn stof. Sulfaatdeeltjes hebben een koelend effect en reductie speelt in die zin dus ook een rol bij het versterken van het broeikas effect.

## Referenties

- Buijsman, E. (2008/2009) Meten waar de mensen zijn. Tijdschrift Lucht. Ook beschikbaar op de website van het Planbureau voor de Leefomgeving onder '[Meten waar de mensen zijn](#)' [10].
- Buijsman, E., Aben, J.J.M., Hettelingh, J.-P., Van Hinsberg, H., Koelemeijer, R.B.A., Maas, R.J.M. (2010) Zure regen. [Een analyse van dertig jaar Nederlandse verzuringsproblematiek](#) [11]. Rapport 500093007, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- EU (2001) [Richtlijn 2001/81/EG van het Europees parlement en de raad van 23 oktober 2001 inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen.](#) [12] Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 309/22.
- 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](#) [13]. Publicatieblad van de Europese Unie L 152/1.
- EU (2016) [Richtlijn 2016/2284 van het Europees Parlement en de Raad van 14 december 2016 betreffende de vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen.](#) [14] Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen No L 344/1.
- Hammingh, P., Aben, J.M.M., Blom, W.F., Jimmink, B.A., De Vries, W.J. & M. Visser, (2007) [Effectiviteit van internationale emissie maatregelen bij de zeescheepvaart op de Noordzee voor de Nederlandse luchtkwaliteit](#) [15]. Rapport 500092004, Milieu- en Natuur Planbureau, Bilthoven.
- Mooibroek, D., Berkhout, J.P.J. & R. Hoogerbrugge (2013) [Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2012](#) [16]. Rapport 680704023, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- International Maritime Organization (IMO) > [The Protocol of 1997 \(MARPOL Annex VI\)](#) [17] en [Prevention of Air Pollution from Ships](#) [18].
- Staatsblad (2001) Besluit van 11 juni 2001, houdende uitvoering van de richtlijn 1999/30/EG van de Raad van de Europese Unie van 22 april 1999, betreffende grenswaarden zwaveldioxide, stikstofdioxide en stikstofoxiden, zwevende deeltjes en lood in de lucht (PbEG L 163) en de richtlijn 92/62/EG van de Raad van de Europese Unie van 27 september 1996 inzake de beoordeling van de luchtkwaliteit (PbEG L 296) (Besluit luchtkwaliteit). Staatsblad 269, 1-58.
- Velders, G.J.M., Aben, J.M.M., Geilenkirchen, G.P., den Hollander, H.A., Nguyen, L., van der Swaluw, E., de Vries, W.J. & R.J. Wichink Kruit, (2018) [Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland. Rapportage 2018.](#) [19] Rapport 2018-0104, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Velders, G.J.M., Snijder A. & R. Hoogerbrugge (2011), Recent decreases in observed atmospheric concentrations of SO<sub>2</sub> in the Netherlands in line with emission reductions, Atmospheric Environment, 45, 5647-5651, [doi: 10.1016/j.atmosenv.2011.07.009](#). [20]
- UN/ECE (2012) [The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone](#) [21].
- Wet Milieubeheer (2007) [Wet van 11 oktober 2007 tot wijziging van de Wet milieubeheer \(luchtkwaliteitseisen\)](#) [22]. Staatsblad 414. [Zoek in Staatsblad op '11 oktober 2007']
- WHO, 2006. [Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide](#) [23]. ISBN 92 890 2192 6. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.

## Relevante informatie

- [indicator=nl0230]

- [indicator=nl0237]
- [indicator=nl0182]
- [indicator=nl0178]
- [indicator=nl0183]
- [indicator=nl0128]
- [indicator=nl0329]
- Uitleg over de implementatie van de Europese regelgeving voor lucht in de Nederlandse wetgeving > [Handboek Implementatie milieubeleid EU in Nederland](#) [24].
- InfoMil > [Actuele en uitvoerige informatie over het beleid voor luchtkwaliteit](#) [25]
- EU > [Informatie over het luchtkwaliteitsbeleid van de Europese Unie](#) [26].
- Infomil > [Luchtkwaliteit: wettelijk kader en toelichting](#) [27].
- RIVM > [Themasite Grootschalige Concentratiekaarten Nederland](#) [28].
- RIVM > [Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit](#) [29]
- Teletekst > [Smog](#) [30]
- Informatie over de actuele en toekomstige ontwikkelingen in de luchtkwaliteit is te vinden in [Balans van de Leefomgeving 2012](#) [31] en [Nationale Milieuverkenning 6 2006 - 2040](#) [32].

## Technische toelichting

### Naam van het gegeven

Concentratie van zwavedioxide in lucht

### Omschrijving

Concentratie van zwavedioxide in Nederland op basis van meetgegevens van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging.

### Verantwoordelijk instituut

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

### Berekeningswijze

Jaargemiddelde concentraties berekend uit uurwaarden. Voor de berekening van een geldig jaargemiddelde is het criterium gehanteerd dat er minimaal 75% van het maximaal mogelijke aantal uurwaarden in een jaar beschikbaar moet zijn.

### Basistabel

Gegevens Luchtkwaliteit (GELUK) van het Centrum Milieukwaliteit (MIL) van het RIVM. Met daarin gegevens van het LML, de GGD Amsterdam en de DCMR.

### Geografisch verdeling

1. De trendfiguur 1990-2018 is gebaseerd op meetgegevens van vijf regionale stations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Het betreft de stations Wijnandsrade (133) in Limburg, Philippine (318) in Zeeland, Cabauw (620) in Utrecht, Eibergen (722) in Gelderland en Kollumerwaard (934) in Groningen. 2. De trendfiguur 1976-2018 is gebaseerd op meetgegevens van regionale stations en een stadsachtergrond station. Het gaat om stations die (vrijwel) de gehele periode operationeel zijn geweest. 2. De kaart is gebaseerd op de uitkomsten van de meest recente GCN-berekeningen.

## Andere variabelen

De meetnetten leveren via GELUK ook informatie over andere luchtverontreinigende stoffen als koolmonoxide, ozon en stikstofoxiden.

## Verschijningsfrequentie

Driejaarlijks

## Achtergrondliteratuur

Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland. Rapportage 2018 (Velders et al., 2018; zie bij 'Referenties'). Jaaroverzicht luchtkwaliteit 2013 (Mooibroek et al., 2013; zie bij 'Referenties'). Meten waar de mensen zijn (Buijsman 2009/009; zie bij 'Referenties').

## Opmerking

1. De trendfiguur 1990-2018 wijkt in geringe mate af van de figuur die in voorgaande versies van deze indicator is gepresenteerd. In het verleden werd het gemiddelde berekend op basis van gegevens van alle in een jaar beschikbare meetstations. In de nu voorliggende uitvoering van deze indicator is het gemiddelde berekend op basis van de stations die gedurende de gehele periode 1990 tot en met 2018 in bedrijf zijn geweest. De verschillen tussen beide meetreeksen bedragen voor het merendeel van de jaren 0,5 µg/m<sup>3</sup> of minder. 2. De (regionale) concentraties in Zuid-Holland zijn verhoogd in vergelijking met andere delen van Nederland. De trendfiguur 1990-2018 bevat echter geen meetgegevens van meetstations Zuid-Holland (of in Noord-Brabant of Noord-Holland); daarom zal een onderschatting van het gepresenteerde gemiddelde optreden. Op basis van historische gegevens wordt deze afwijking voor de periode 1990-2018 (gemiddeld) op 0,2 µg/m<sup>3</sup> geschat. 3. De trendfiguur 1976-2018 is gebaseerd op meetgegevens van regionale stations en één stadsachtergrond station. Het gaat om stations die (vrijwel) de gehele periode operationeel zijn geweest. Zuidwest Nederland: Braakman (1976-1985) en Philippine (1985-2013). Zuidoost Nederland: Afferden (1976-1984) en Vredepeel (1987-2012). Midden Nederland: Cabauw (1977-2013). Noord-Nederland: Balk (1977- 2012) en Kollummerwaard (1991-2018). Stedelijke achtergrond Rijnmond: Vlaardingen (1977-2012) en Maassluis (2013-2018). In de grafiek zijn alleen jaargemiddelden opgenomen waarvoor minimaal 75% van de uurwaarden in dat betreffende jaar aanwezig waren. 4. In twee gevallen zijn meetreeksen opgebouwd uit de resultaten van twee stations. Het gaat in beide gevallen om zeer dicht bij elkaar gelegen stations waardoor de fout door het 'aaneenknoopen' van meetreeksen 1 µg/m<sup>3</sup> of minder zal zijn. 5. In 1985/1986 is een omvangrijke reorganisatie in de structuur van het luchtmeetnet doorgevoerd. Voor deze jaren ontbreken daardoor meetwaarden van veel stations. 5. De daling in de concentraties in het Rijnmondgebied sinds 2006 is geanalyseerd in een 'short communication' (zie Velders, G.J.M., Snijder, A. & R. Hoogerbrugge, (2011) Recent decreases in observed concentrations in the Netherlands in line with emission reductions. Atmospheric Environment 45 (13), 5647-5651.s

## Betrouwbaarheids codering

Kaart: C (Schatting, gebaseerd op een groot aantal (accurate) metingen; de representativiteit is grotendeels gewaarborgd). Trend 1990-2018: C (Schatting, gebaseerd op een groot aantal (accurate) metingen; de representativiteit is grotendeels gewaarborgd). Trend 1976-2018: D (schatting, gebaseerd op een aantal metingen, expert judgement, een aantal relevante feiten of gepubliceerde bronnen terzake)



## Referentie van deze webpagina

CBS, PBL, RIVM, WUR (2019). [Zwavedioxide in lucht, 1990-2018](#) [33] (indicator 0441, versie 11 , 18 september 2019 ). [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/nl044111>

### Links

[\[1\] https://www.clo.nl/indicatoren/nl0441](https://www.clo.nl/indicatoren/nl0441) [2]  
[https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441\\_001g\\_clo\\_11\\_nl.png](https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441_001g_clo_11_nl.png) [3]  
<https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0441-001g-clo-11-nl.ods> [4]  
<https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0441-001g-clo-11-nl.xlsx> [5]  
[https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441\\_009g\\_clo\\_11\\_nl.png](https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441_009g_clo_11_nl.png) [6]  
<https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0441-009g-clo-11-nl.ods> [7]  
<https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0441-009g-clo-11-nl.xlsx> [8]  
[https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441\\_006k\\_clo\\_11\\_nl.png](https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0441_006k_clo_11_nl.png) [9]  
<http://www.rivm.nl/gcn> [10] <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2009/Meten-waar-de-mensen-zijn> [11] <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2010/Zure-regen.-Een-analyse-van-dertig-jaar-Nederlandse-verzuringproblematiek> [12] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0081:NL:NOT> [13] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32008L0050:NL:NOT> [14] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&from=EN> [15] <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2007/Effectiviteitvaninternationaleemissie maatregelenbijdezeescheepvaartopdeN NoordzeevoordeNederlandseluchtkwaliteit> [16] [http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2013/september/Jaaroverzicht\\_luchtkwaliteit\\_2012](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2013/september/Jaaroverzicht_luchtkwaliteit_2012) [17] [http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/The-Protocol-of-1997-\(MARPOL-Annex-VI\).aspx](http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/The-Protocol-of-1997-(MARPOL-Annex-VI).aspx) [18] <http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Air-Pollution.aspx> [19] <https://www.rivm.nl/publicaties/grootschalige-concentratie-en-depositiekaarten-nederland-rapportage-2018> [20] <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.07.009> [21] [http://www.unece.org/env/lrtap/multi\\_h1.htm](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm) [22] <http://zoek.officielebekendmakingen.nl/> [23] <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide> [24] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/handboek-eu> [25] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/> [26] <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/index.htm> [27] <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/wettelijk-kader/> [28] <http://www.rivm.nl/nl/themasites/gcn/index.html> [29] <http://www.lml.rivm.nl/> [30] <http://teletekst.nos.nl/?711-01> [31] <http://themasites.pbl.nl/balansvande leefomgeving/2012/> [32] <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2006/NationaleMileuverkenning6> [33] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl044111>