

Concentratie ozonlaagafbrekende stoffen, 1978-2017

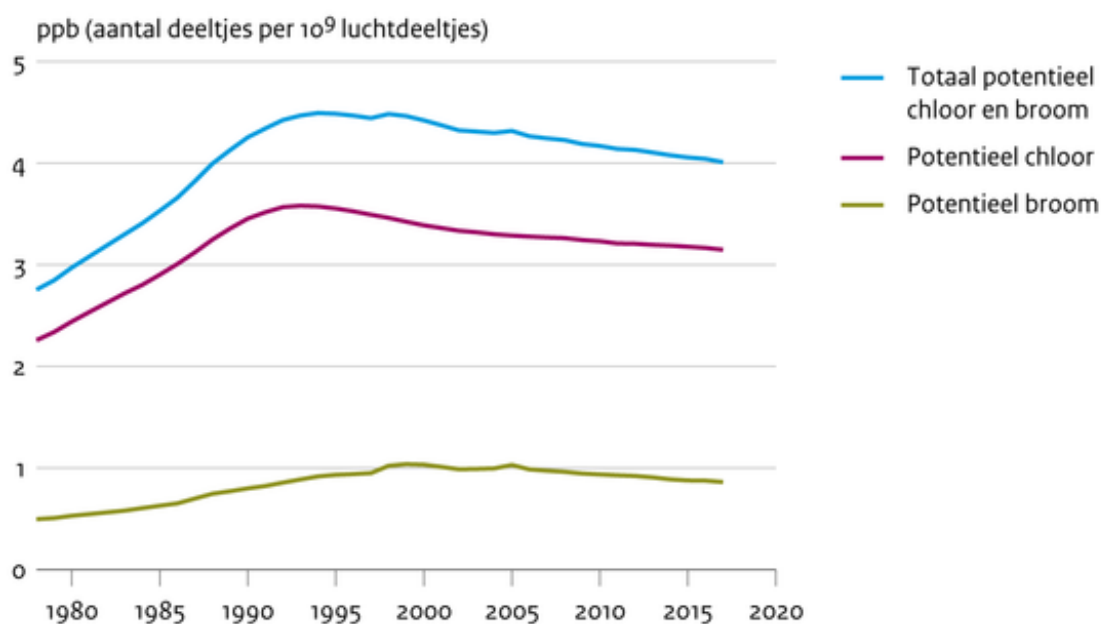
Indicator | 22 november 2019

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

De concentratie van ozonlaagafbrekende stoffen in de atmosfeer daalt langzaam verder.

[figuurgroep]

Potentieel chloor en broom in atmosfeer

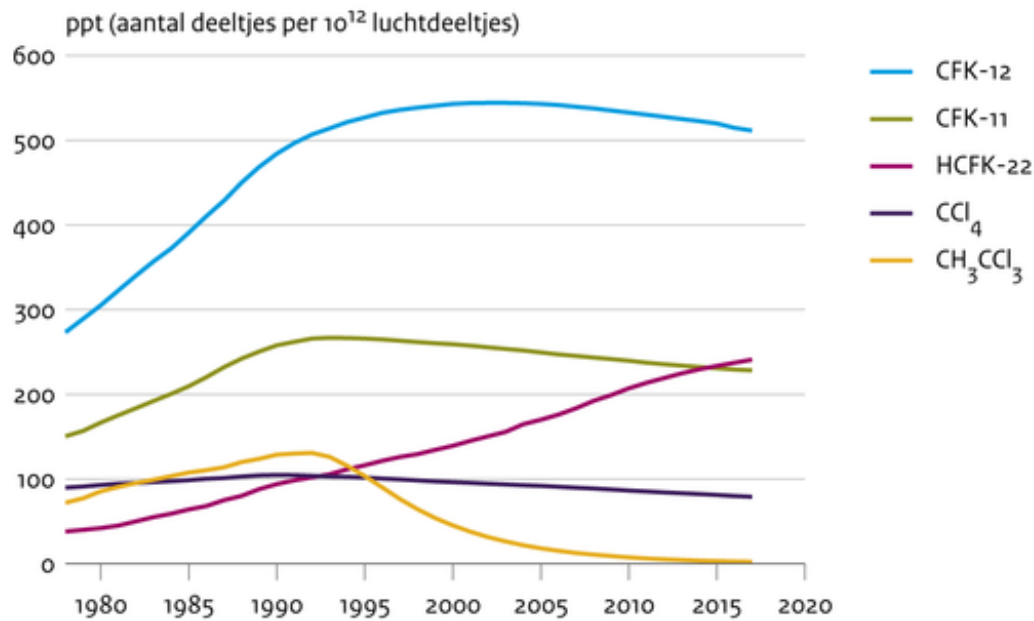


Bron: ALE/GAGE/AGAGE Network

RIVM/nov19
www.clo.nl/nl021716

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

Chloorverbindingen in atmosfeer

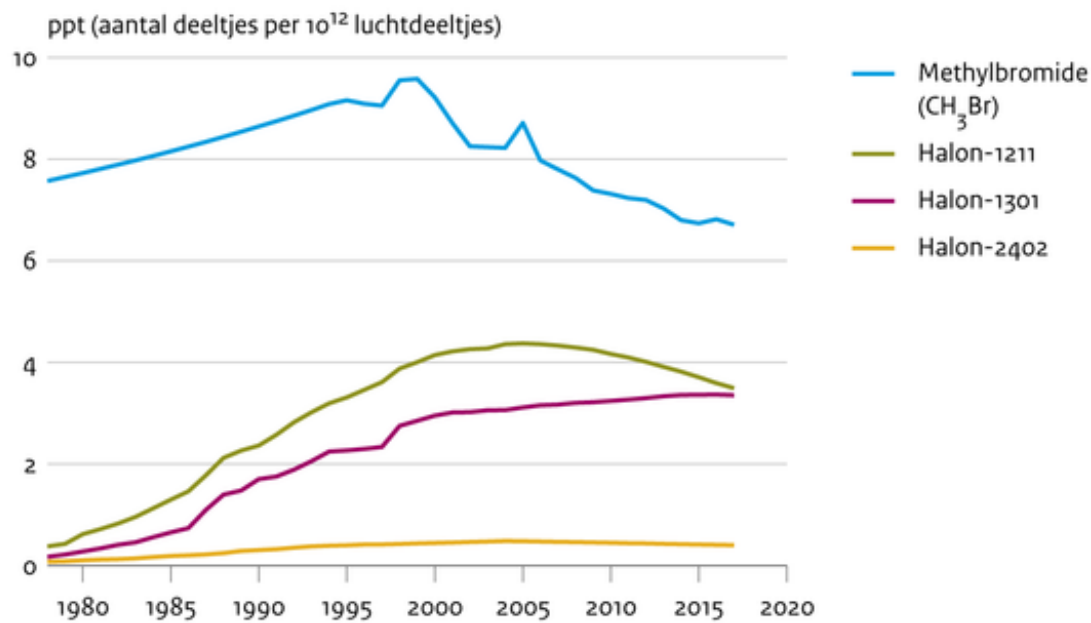


Bron: ALE/GAGE/AGAGE Network

RIVM/nov19
www.clo.nl/nlo21716

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

Broomverbindingen in atmosfeer

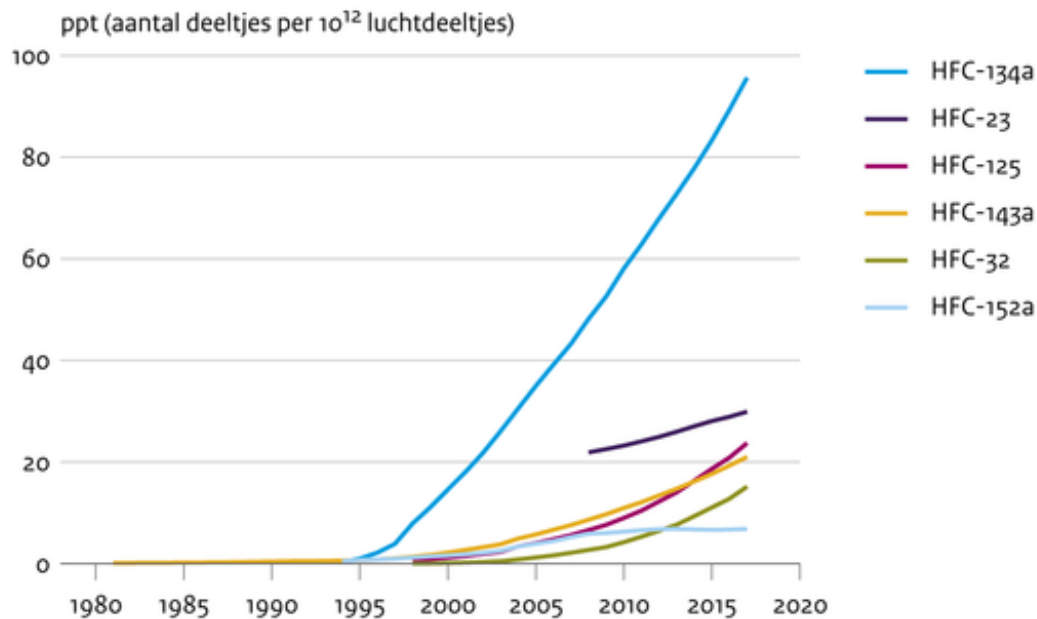


Bron: ALE/GAGE/AGAGE Network

RIVM/nov19
www.clo.nl/nl021716

- [Download figuur](#) [8]
- [Download data \(xlsx\)](#) [9]
- [Download data \(ods\)](#) [10]

Fluorkoolwaterstoffen in atmosfeer



Bron: ALE/GAGE/AGAGE Network

RIVM/nov19
www.clo.nl/nl021716

- [Download figuur](#) [11]
- [Download data \(ods\)](#) [12]
- [Download data \(xlsx\)](#) [13]

[/figuurgroep]

Daling concentratie ozonlaagafbrekende stoffen zet door

De concentratie van de meeste ozonlaagafbrekende stoffen in de atmosfeer daalt langzaam verder. De verminderde uitstoot van meerdere gassen is verantwoordelijk voor de daling van chloor- en broombevattende stoffen in de atmosfeer, zoals chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK-11, CFK-12), koolstoftetrachloride (CCl₄), methylchloroform (1,1,1-trichloorethaan, CH₃CCl₃), broomchloordifluormethaan (Halon 1211, CBrClF₂) en methylbromide (broommethaan, CH₃Br). De concentratie in de atmosfeer van HCFK-22 blijft nog stijgen aangezien het wordt gebruikt als vervanger van CFK's. Het overgrote deel van de ozonlaagafbrekende stoffen, zoals chloorfluorkoolwaterstoffen (CFKs, HCFK's) en halonen, hebben een volledig antropogene herkomst. De natuurlijke achtergrondconcentratie van potentieel chloor is ongeveer 0,6 ppb. Dit is gestegen tot meer dan 3,5 ppb in 1993. Sindsdien is de concentratie langzaam aan het dalen. Dit is een gevolg van in internationaal verband gemaakte afspraken (Montreal Protocol) om productie en gebruik van ozonlaagafbrekende stoffen te stoppen.

Het potentieelchloor- en broomgehalte

De concentraties van potentieel chloor en potentieel broom zijn een maat voor de hoeveelheid ozonlaagaantastende die zich in de lagere atmosfeer (=troposfeer) bevinden, maar die nog niet in de stratosfeer zijn gearriveerd. Ozonlaagaantastende stoffen bereiken de hogere delen van de stratosfeer enkele jaren, nadat ze zijn vrijgekomen. Eenmaal in de stratosfeer komen de chloor- en

broomatomen vrij, die de ozonmoleculen kunnen afbreken. Halonen en chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) komen nog jaren na productie vrij uit voorraden in bestaande toepassingen.

Daling ozonlaagafbrekende stoffen vooral gevolg van daling kortlevende stoffen

De daling van de concentraties van potentieel chloor en broom zijn een gevolg van de maatregelen die zijn afgesproken in het Montreal Protocol. Vooral de gasen met een relatief korte levensduur (methylchloroform en methylbromide) hebben de afgelopen decennia bijgedragen aan de daling van chloor- en broombevattende stoffen in de atmosfeer.

Voor chloorverbindingen heeft de afname van emissies van methylchloroform gezorgd voor een relatief snelle omslag in potentieelchloorconcentraties in de jaren negentig. De concentratie potentieel broom daalt sinds eind jaren negentig door een flinke afname van de methylbromideconcentratie. Momenteel dragen zowel de gasen met korte als lange levensduur (CFK's en Halonen) bij aan de daling. In de toekomst zullen deze laatste stoffen de daling gaan domineren.

Toename van de HCFK-concentratie

De concentratie van HCFK's - chloorfluorkoolwaterstoffen die ook nog waterstof (H) bevatten - neemt nog steeds toe. Hun bijdrage aan de concentratie van potentieel chloor is echter nog vrij gering. HCFK's worden beter dan CFK's in de troposfeer afgebroken en bereiken daardoor in mindere mate de stratosfeer. Als gevolg hiervan zijn ze minder effectief in het afbreken van stratosferisch ozon. Deze HCFK's mogen daarom tijdelijk gebruikt worden als vervanger van CFK's; in geïndustrialiseerde landen uiterlijk tot 2020 (voor onderhoud van bestaande apparatuur tot 2030). Zowel CFK's en HCFK's vallen onder het Montreal Protocol. Overigens leveren de HCFK's, evenals CFK's, ook een bijdrage aan het versterkte broeikaseffect.

Als vervanger van zowel CFK's als HCFK's worden in geïndustrialiseerde landen steeds vaker HFK's - fluorkoolwaterstoffen - gebruikt. Deze stoffen bevatten geen chloor en broom en zijn dus niet schadelijk voor de ozonlaag, maar dragen wel bij aan het verstrekt broeikaseffect. De concentratie van de meeste HFK's stijgt sinds het jaar 2000 sterk.

Waakzaamheid blijft geboden

De afgelopen paar jaar hebben metingen van ozonlaag aantastende stoffen in de atmosfeer laten zien dat het belangrijk is het verloop ervan te blijven volgen voor de monitoring van het Montreal Protocol. Er zijn enkele nieuwe CFK's en een HCFK ontdekt in de atmosfeer, in geringe concentraties, waarschijnlijk afkomstig bij de productie van andere stoffen. Verder hebben metingen laten zien dat de emissie van CFK-11 in de atmosfeer langzamer daalt dan verwacht waarschijnlijk als gevolg van niet-gerapporteerde en niet toegestane productie ergens in Azië. Metingen hebben aangetoond dat ongeveer de helft van de extra CFK-11-emissies komen uit twee provincies in het noord-oosten van China. Waar de andere helft vandaan komt is nog niet vastgesteld. Het ontbreken van metingen dicht in de buurt bij potentiële lokale bronnen in de wereld is hier mogelijk deels de oorzaak van.

Begin herstel ozonlaag wordt verwacht

De concentratie in de stratosfeer van stoffen die de ozonlaag aantasten, is over het maximum heen. Hierdoor kan op termijn de ozonlaag gaan herstellen. Door natuurlijke variabiliteit is het begin van het herstel nog niet eenduidig waar te nemen. Een volledig herstel zal duren tot het midden van de 21^{ste} eeuw.

Het Montreal Protocol

Het internationale beleid heeft tot doel om de productie en het gebruik van stoffen die de ozonlaag aantasten, te beperken of stop te zetten. Dit doel is in 1987 vastgelegd in het Montreal Protocol. De ontwikkelde landen die het protocol hebben ondertekend, hebben zich verplicht om vanaf 1996 geen chloorfluorkoolwaterstoffen meer te produceren en te gebruiken. Voor halonen geldt dat productie en consumptie gestopt moet zijn in 1994. Uit statistieken blijkt dat de 'oude' EU-15 landen voldoen aan deze verplichtingen. Voor ontwikkelingslanden gelden deze verplichtingen sinds 2010.

In de aanpassing van het protocol in september 2007 is het gebruik van HCFC's ook verder aan banden gelegd. HCFC's mogen nog tot 2020 worden gebruikt in westerse landen en tot 2030 in ontwikkelingslanden. Ook is zeer beperkt gebruik van alle ozonlaagaantastende stoffen toegestaan voor enkele specifieke toepassingen, zoals medische toepassingen.

Als gevolg van het Montreal Protocol is de productie en het gebruik van ozonlaagaantastende stoffen de afgelopen tien jaar wereldwijd sterk gedaald. Het Montreal Protocol is dus een groot succes te noemen. De genomen maatregelen moeten er toe leiden dat de ozonlaag zich gaat herstellen en terugkeert naar de situatie zoals die was voor ongeveer 1980.

Naast de bescherming van de ozonlaag heeft het Montreal Protocol ook bijgedragen aan het beperken van het broeikas effect. Ozonlaag aantastende stoffen dragen voor ongeveer 20% bij het aan verstrekt broeikas effect. Zonder het Montreal Protocol zou de concentratie van CFK's in de atmosfeer sterker zijn gestegen dan het geval is geweest en deze stoffen dus een grotere bijdragen hebben geleverd aan het versterkt broeikas effect (Velders et al., 2007).

Beperking gebruik fluorkoolwaterstoffen

In 2016 hebben de landen van de Verenigde Naties in Kigali (Rwanda) besloten het Montreal Protocol opnieuw aan te passen om ook het gebruik van fluorkoolwaterstoffen (HFK's) te beperken. HFK's worden gebruikt als vervangers voor CFK's en HCFC's als koelmiddel bij koel- en vrieskasten en airconditioners en voor het maken van bepaalde isolatieschuimen. Ze tasten de ozonlaag niet aan maar zijn sterke broeikasgassen en dragen daarom bij aan klimaatverandering. De afgelopen twee decennia is het gebruik en de uitstoot van HFK's wereldwijd sterk toegenomen evenals hun concentratie in de atmosfeer. Zonder wereldwijde maatregelen zou het gebruik van HFK's naar verwachting blijven stijgen en zou de uitstoot ervan in 2050 10% bedragen van die van CO₂. HFK's zouden dan 0,3 tot 0,5 graden Celsius bij kunnen dragen aan de opwarming van de aarde in 2100.

Vanaf 2019 zijn de nieuwe afspraken van kracht en moet het gebruik van HFK's in stappen worden gereduceerd. Vanaf 2036 moet het gebruik van HFK's in westerse landen met 85% zijn afgenomen ten opzicht van het gebruik in 2011-2013. Ontwikkelingslanden hebben ongeveer 10 jaar langer de tijd om het gebruik van HFK's te reduceren. Bij uitvoering van de nieuwe afspraken blijft de bijdrage van HFK's aan de opwarming van de aarde naar verwachting beperkt tot minder van 0,1 graden Celsius.

Referenties

- Fraser, P.J., Oram, D.E., Reeves, C.E., Penkett, S.A. & McCulloch, A. (1999) [Southern Hemisphere halon trends \(1978-1998\) and global halon emissions](#) [14]. Journal of Geophysical Research 104, 15985-15999.
- Laube, C.J., Newland, M.J., Hogan, C., Brenninkmeijer, C.A.M., Fraser, P.J., Martinerie, P., Oram, D.E., Reeves, C.E., Röckmann, T., Schwander, J., Witrant, E., Sturges, W.T. (2014), Newly detected ozone-depleting substances in the atmosphere, Nature Geosciences, DOI: 10.1038/NGeo2109.

- Montzka, S.A., Butler, J.H., Elkins, J.W., Thompson, T.M., Clarke, A.D. & Lock, L.T. (1999). [Present and future trends in the atmospheric burden of ozone-depleting halogens](#). [15] Nature 398, 690-694.
- Montzka, S.A., Butler, H.J., Hall, B.D., Mondeel, D.J. & Elkins, J.W. (2003) [A decline in tropospheric organic bromine](#) [16]. Geophysical Research Letters 30, 1826.
- Montzka, S.A., Dutton, G.S., Yu, P., Ray, E., Portmann, R.W., Daniel, J.S., Kuijpers, L., Hall, B.D., Mondeel, D., Siso, C., Nance, J.D., Rigby, M., Manning, A.J. Hu, L., Moore, F.Miller, B.R., Elkins, J.W. (2018), An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11, Nature 557, 413-417, doi: 10.1038/s41586-018-0106-2.
- Oram, D.E., Reeves, C.E., Penkett, S.A. & Fraser, P.J. (1995) [Measurements of HCFC-142b and HCFC-141b in the Cape Grim air archive: 1978-1993](#) [17]. Geophysical Research Letters 22, 2741-2744.
- Prinn, R.G., Weiss, R.F., Fraser, P.J., Simmonds, P.G., Cunnold, D.M., Aleya, F.N., O'Doherty, S., Salameh, P., Miller, B.R., Huang, J., Wang, R.H.J., Hartley, D.E., Harth, C., Steele, L.P., Sturrock, G., Midgley, P.M. & McCulloch, A. (2000) [A history of chemically and radiatively important gases in air deduced from ALE/GAGE/AGAGE](#) [18]. Journal of Geophysical Research 105 (D14), 17751-17792.
- Rigby, M., S. Park, T. Saito, L. M. Western, A. L. Redington, X. Fang, S. Henne, A. J. Manning, R. G. Prinn, G. S. Dutton, P. J. Fraser, A. L. Ganesan, B. D. Hall, C. M. Harth, J. Kim, K.-R. Kim, P. B. Krummel, T. Lee, S. Li, Q. Liang, M. F. Lunt, S. A. Montzka, J. Mühle, S. O'Doherty, M.-K. Park, S. Reimann, P. K. Salameh, P. Simmonds, R. L. Tunnicliffe, R. F. Weiss, Y. Yokouchi, D. Young (2019) Increase in CFC-11 emissions from eastern China based on atmospheric observations, Nature 569, 546-550, doi:10.1038/s41586-019-1193-4.
- The [ALE/GAGE/AGAGE](#) [19] database, DOE-CDIAC World Data Center, Dataset No. DB-1001.
- UNEP > [The 1987 Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer \(as agreed in 1987\)](#) [20].
- Velders, G.J.M., Andersen, S.O., Daniel, J.S., Fahey, D.W. & McFarland, M. (2007) [The importance of the Montreal Protocol in protecting climate](#) [21], Proceedings of the National Academy of Sciences 104, 4814-4819.
- Velders, G.J.M., Fahey, D.W., Daniel, J.S., McFarland, M. & Andersen, S.O. (2007) [The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing](#) [22], Proceedings of the National Academy of Sciences 106, 10949-10954.
- Velders, G.J.M., D.W. Fahey, J.S. Daniel, S.O. Andersen, M. McFarland, Future atmospheric abundances and climate forcings from scenarios of global and regional hydrofluorocarbon (HFC) emissions (2015), Atmospheric Environment, 123, 200-209, doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.10.071.
- WMO > [Scientific Assessment Panel](#) [23]. Zie onder andere: Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014. Global ozone research and monitoring project - report No. 58, Geneva (2018).

Relevante informatie

- [indicator=nl0173]
- [indicator=nl0174]
- [indicator=nl0345]
- [indicator=nl0175]
- [indicator=nl0176]
- [indicator=nl0218]
- [indicator=nl0220]
- UNEP > [Veel gestelde vragen over de ozonlaag en gerelateerde milieueffecten](#) [24]
- NASA/TOMS > [Meest recente ozonkaarten en -data](#) [25]
- Metingen van ozonlaagaantastende stoffen > [NOAA/ESRL/HATS](#) [26] en [ALE/GAGE/AGAGE](#) [19]
- UNEP > [Quadrennial assessment of the Scientific Assessment Panel](#) [23]

- UNEP > Status of Ratification van het [Montreal protocol](#) [27]
- EPA > [Informatie over de aantasting van de ozonlaag](#) [28]
- Informatie over de actuele en toekomstige ontwikkelingen voor de ozonlaag zijn te vinden in de [Balans van de Leefomgeving](#) [29]

Technische toelichting

Naam van het gegeven

Concentratie ozonlaagafbrekende stoffen, 1978-2017

Omschrijving

Concentraties van een aantal chloorhoudende en broomhoudende (organische) stoffen die potentieel de ozonlaag kunnen aantasten

Verantwoordelijk instituut

RIVM

Berekeningswijze

Concentraties van ozonlaagafbrekende stoffen worden op een beperkt aantal plaatsen op aarde gemeten. Deze locaties zijn zo gekozen dat ze ver verwijderd zijn van de bronnen, waardoor ze representatief zijn voor een groot gebied. Het mondiaal gemiddelde is berekend als gemiddelde van de meetresultaten op deze locaties.

Het potentieel chloorgehalte wordt bepaald door de concentraties van chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's, HCFK's), 1,1,1-trichloorethaan (methylchloroform, CH₃CCl₃), tetrachloorkoolstof (CCl₄) en chloormethaan (methylchloride, CH₃Cl) bij elkaar op te tellen, gewogen met het aantal chlooratomen per molecuul. Analoog wordt het potentieel broomgehalte bepaald door de som van de concentraties halonen en broommethaan (methylbromide, CH₃Br) in de atmosfeer. Aangezien een broomatoom veel actiever is in het aantasten van ozon in de stratosfeer dan een chlooratoom wordt de hoeveelheid broom nog eens met 60 vermenigvuldigd. Het woord 'potentieel' wordt gebruikt om aan te geven dat het gaat om de concentraties stoffen in de lage atmosfeer (troposfeer); deze gassen kunnen in potentie de stratosfeer bereiken en daar de ozonlaag aantasten.

Basistabel

ALE/GAGA/AGAGE Network

Geografisch verdeling

Meetlocaties in achtergrondgebieden

Andere variabelen

-

Verschijningsfrequentie

1x per jaar

Achtergrondliteratuur

-

Opmerking

-

Betrouwbaarheidscodering

Schatting gebaseerd op een groot aantal (zeer accurate) metingen, waarbij representativiteit van de gegevens vrijwel volledig is.

Referentie van deze webpagina

CBS, PBL, RIVM, WUR (2019). [Concentratie ozonlaagafbrekende stoffen, 1978-2017](#) [30] (indicator 0217, versie 16, 22 november 2019). 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/nl021716>

Links

- [1] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0217>
- [2] https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0217_001g_clo_16_nl.png
- [3] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-001g-clo-16-nl.xlsx>
- [4] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-001g-clo-16-nl.ods>
- [5] https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0217_002g_clo_16_nl.png
- [6] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-002g-clo-16-nl.xlsx>
- [7] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-002g-clo-16-nl.ods>
- [8] https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0217_003g_clo_16_nl.png
- [9] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-003g-clo-16-nl.xlsx>
- [10] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-003g-clo-16-nl.ods>
- [11] https://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0217_004g_clo_16_nl.png
- [12] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-004g-clo-16-nl.ods>
- [13] <https://www.clo.nl/sites/default/files/datasets/c-0217-004g-clo-16-nl.xlsx>
- [14] <http://dx.doi.org/10.1029/1999JD900113>
- [15] <http://dx.doi.org/10.1038/19499>
- [16] <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2003GL017745/abstract>
- [17] <http://dx.doi.org/10.1029/95GL02849>
- [18] <http://dx.doi.org/10.1029/2000JD900141>
- [19] http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ale_gage_Agage
- [20] http://ozone.unep.org/Ratification_status/montreal_protocol.shtml
- [21] <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0610328104>
- [22] <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0902817106>
- [23] <http://ozone.unep.org/en/assessment-panels/scientific-assessment-panel>
- [24] http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/EEAP/eeap_report_2014.pdf
- [25] <http://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/>
- [26] <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/>
- [27] http://ozone.unep.org/Ratification_status/
- [28] <http://www.epa.gov/ozone/strathome.html>



[29] <http://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving>

[30] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl021716>