

Mondiale milieuproblemen. Afbraak van STRATOSFERISCH OZON

Erik P.C. ROMBAUT, MSc Biology, Asst. Prof. Em.,
KULeuven faculteit Architectuur (Campus Sint-Lucas),
Hoogstraat 51, B-9000 Gent / Paleizenstraat 65-67, B-1030 Brussels.
Odisee TechnologieCampus Gent, Gbrs. de Smetstraat 1, B-9000 Gent.
+ 32 (0)3 7707147. erik.rombaut@scarlet.be

Gent. 15 okt. 2019

**Postgraduaat mens- en milieuvriendelijk
bouwen en wonen.**

ecopolis



Indeling van de les

- 1. Het electromagnetische spectrum (herhaling)
 - 2. Ultra-Violette straling (UV)
 - 3. De afbraak van stratosferisch ozon
-

1. Het electromagnetische spectrum (herhaling)

- λ : golflengte
- T : periode: de tijd nodig voor het afleggen van 1 keer de golflengte λ
- f : frequentie : het aantal perioden per seconde.

voorbeeld: als $T = 0.2$ s dan is f ?

$$f = 1/0.2 = 5 \text{ keer/s} = 5 \text{ Hertz}$$

dus

$$1 / T = f$$

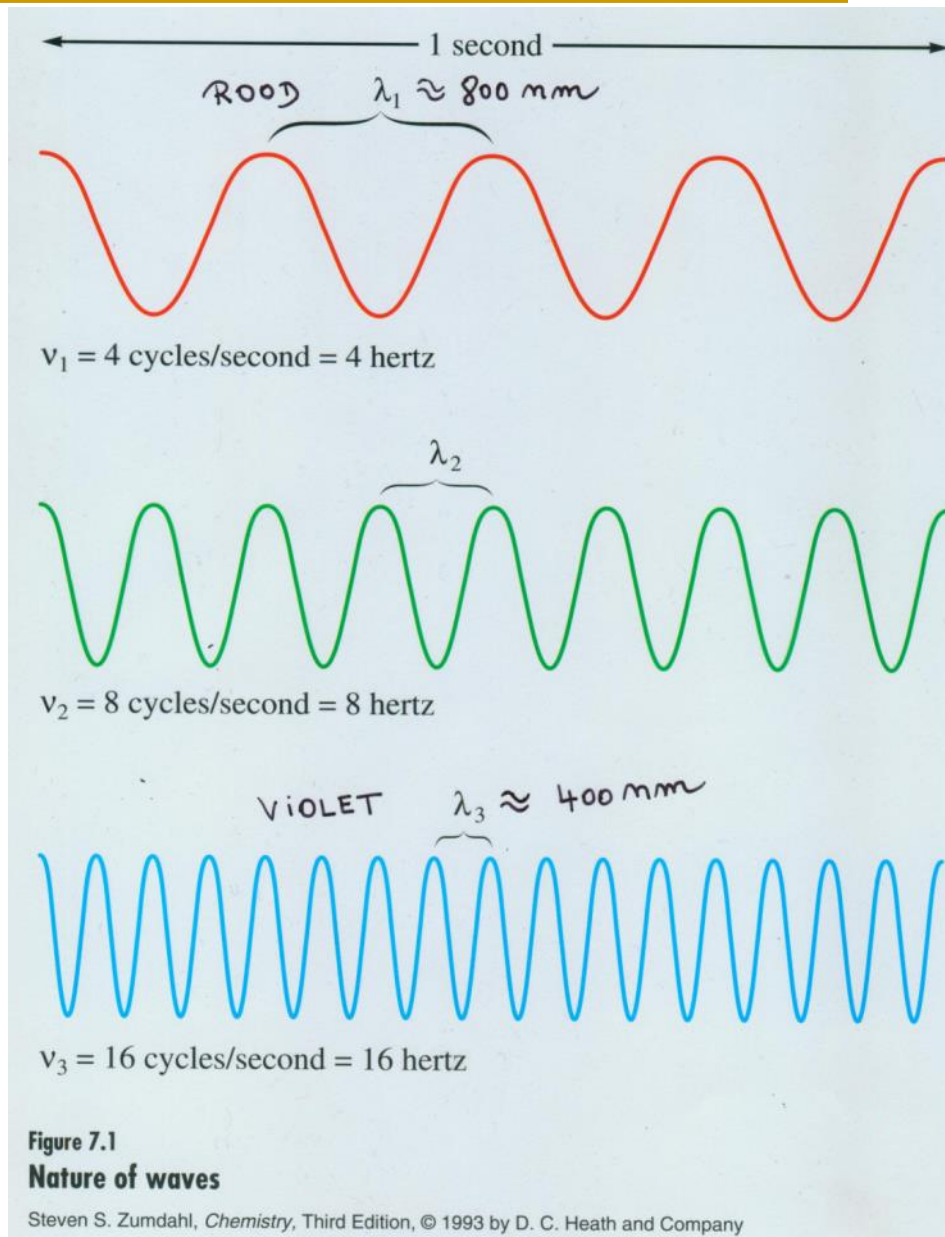
In vacuüm is $v = c = 3 \cdot 10^8$ m / s (lichtsnelheid)

$$v = \text{afgelegde weg} / \text{tijd} = \lambda / T = c$$

$$c = \lambda / T \quad \text{of} \quad c = \lambda \cdot f$$

dus: als de golflengte toeneemt neemt de frequentie af. Het product van beide is de lichtsnelheid, en dat voor elk type elektromagnetische straling.

De golflengte (en dus ook de frequentie) typeert de soort electromagnetische straling



Het elektromagnetisch spectrum

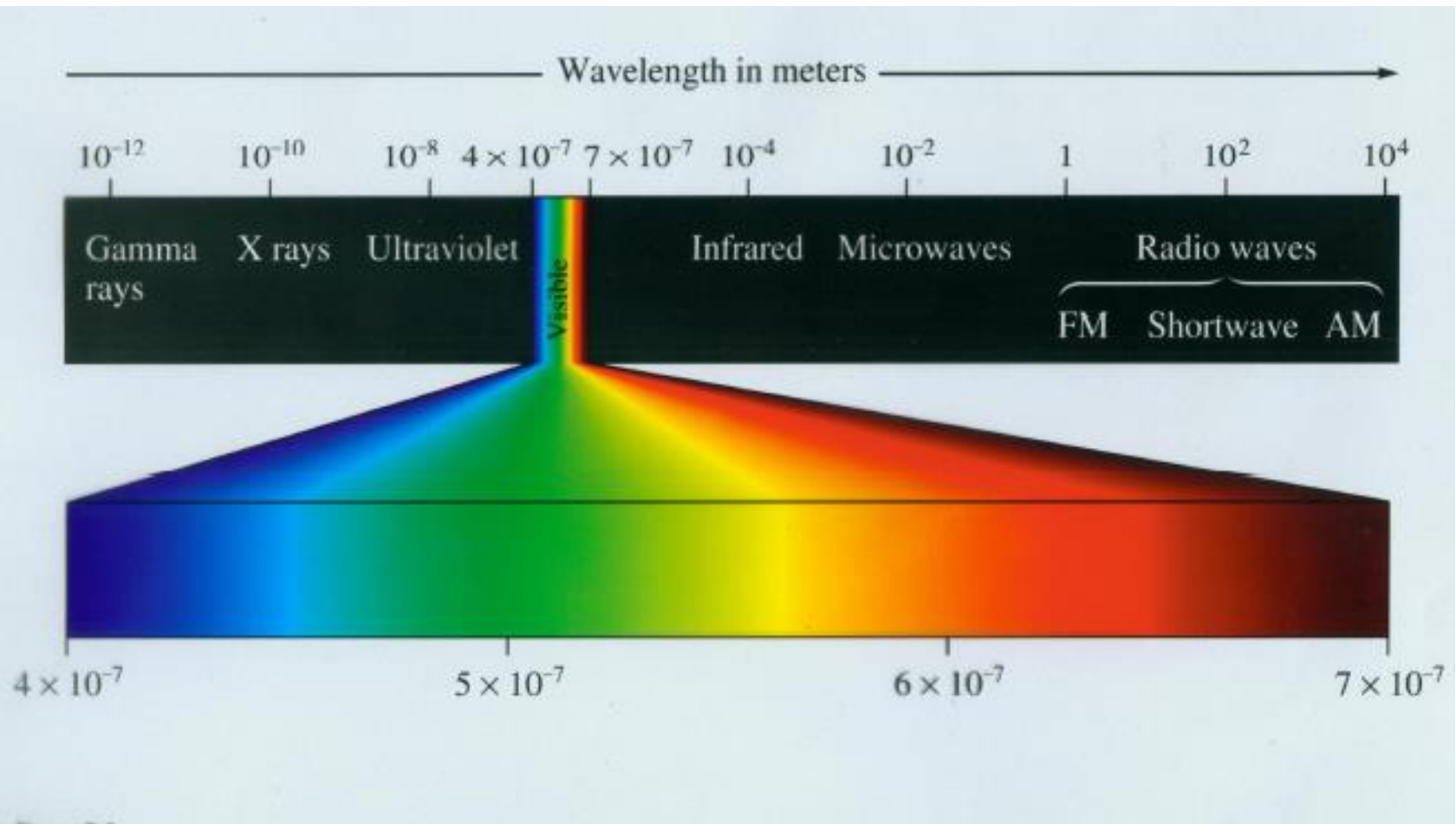


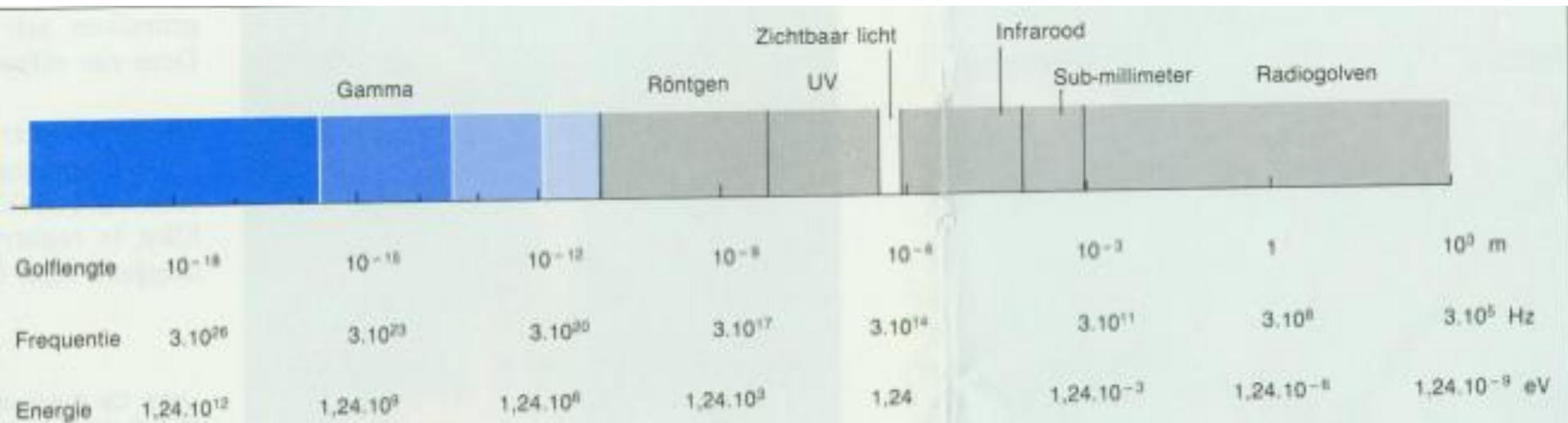
Figure 7.2
Classification of electromagnetic radiation

Steven S. Zumdahl, *Chemistry*, Third Edition, © 2003 by D. C. Heath and Company

Het elektromagnetisch spectrum

hoogfrequent

laagfrequent



Merk op hoe de golflengte toeneemt van links naar rechts, en dus de frequentie afneemt. Het product van beide is de lichtsnelheid.

De stralingsenergie neemt af van links naar rechts

Stralingsenergie $E \sim f$

$$E = h \cdot f$$

↳ constante van Planck
($6.626 \cdot 10^{-34}$ J.s)

RELATIE STRALINGSFREQUENTIE – BIOLOGISCHE SCHADE.

■ Regel 1:

Hoe groter de frequentie van elektromagnetische stralen, hoe groter het doordringend vermogen ervan, in dode maar ook in levende materie.

■ **Voorbeeld** : *Penetratiediepte UV-stralen < penetratiediepte röntgenstralen(X) :*

UV wordt al tegengehouden door 'textiel' of huid

Röntgenstraling kan veel diepere mutaties veroorzaken

■ Voor de biologie van mutaties en de ontwikkeling van primaire en secundaire tumoren: zie les

-
- **Regel 2** : $E = h \cdot f$ (met h = constante van Planck)

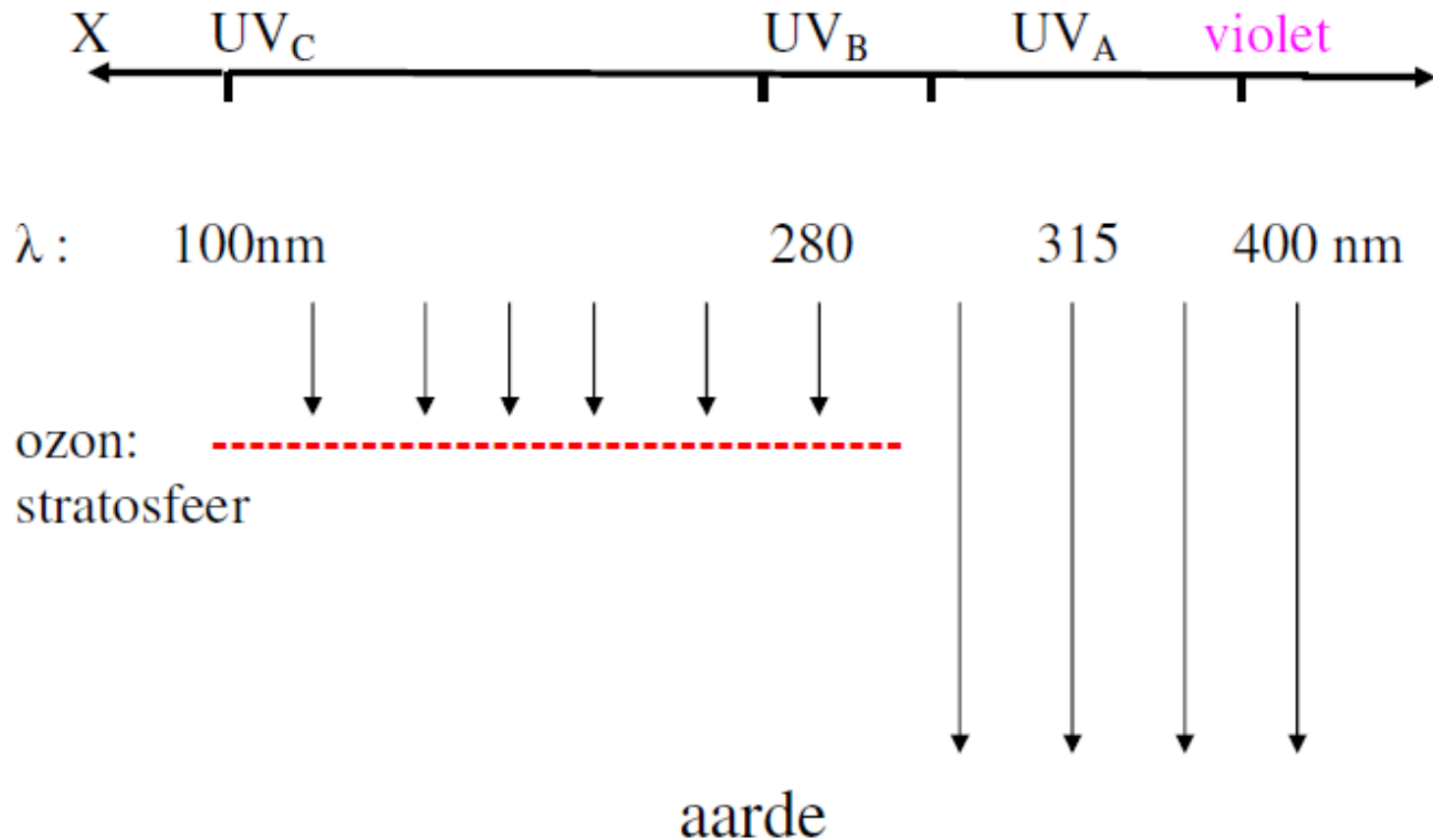
Dus: Hoe groter de frequentie (f) van elektromagnetische stralen, hoe meer energie (E) ze transporteren, hoe schadelijker.

- **Opmerking:**

Het *vermogen van een stralingsbron (Joule / s)* wordt in watt uitgedrukt.

De *vermogensdichtheid (in Watt/ m²)* neemt af met het kwadraat van de afstand tot de bron (zie les)

2. Ultra-Violette straling (UV)



UV_C en UV_B worden grotendeels door ozon tegen gehouden.

-
- UV- bronnen: zon, zonnebanken, halogeenlamp, laspost, ...: dosis optellen.
 - dosis hangt af van bronsterkte (Watt/m²) en van tijdsduur (s) :

$$W/m^2 \cdot s = J/s /m^2 \cdot s = J / m^2$$

- UV-schade HUID : zonnebrand = erytheem
Minimale erytheemdosis (MED) verschilt volgens :
 - huidtype (naargelang gehalte *melanine*)
 - soort straling: UV_C schadelijker dan UV_B dan UV_A
 - Mutatie in huidcellen kan leiden tot maligne melanoom (kwaadaardige huidtumor).
-

Risico's voor huidkanker in relatie tot huidtype.

Bloedvaten in tumoren



Huidkanker

Kwaadaardige tumoren (hier een melanoom) kenmerken zich door een grote concentratie bloedvaten.



Fluorescente kleurstof vergroot contrast, echter zonder diepte-informatie. De mogelijkheid om de bloedvatdichtheid te meten met fotoakoestiek wordt onderzocht.

VUMC, B. Kuenen (Medische Oncologie) en F. Smolders

TABEL. Huidtypen

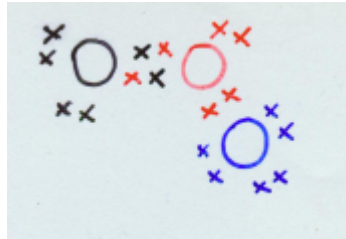
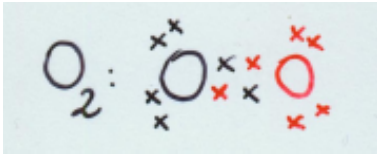
Type	Erytheemdosis (t.o.v. type I)	Effect blootstelling aan de zon	Type komt veel voor bij
I	1	Altijd zonnebrand Nooit bruining	Roodharige, sproetige personen
II	1,7	Altijd zonnebrand Minimale bruining	Blanken met lichte huid, blond haar en blauwe ogen
III	2,5	Matige zonnebrand Bruining tot lichtbruin	Blanken met een wat donkerder huid
IV	3,9*	Minimale zonnebrand Goede bruining	Blanken met Mediterrane afkomst
V		Zelden zonnebrand Snelle bruining	Personen uit Midden-Oosten, Latijns-Amerika en Zuid-Europa
VI	9,7	Nooit zonnebrand Donkere huidskleur	Personen met zwarte huid

* Gemiddelde voor IV en V

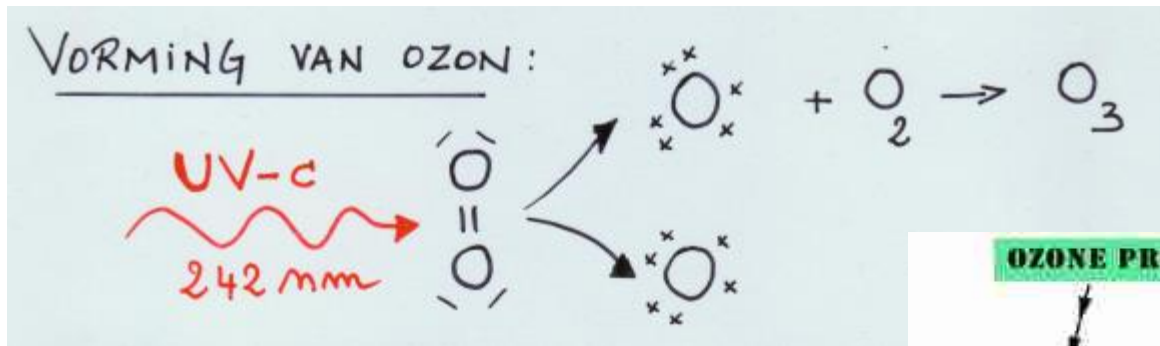
-
- UV-schade OGEN :
Oogvliesontsteking en cataract (drempeldosis 40 à 140 kJ/m²)
 - UV-normen : geen
 - Hypothese : Ozon: - 1 % UV_B: + 2 % huidkanker toename
volgens de optimisten met 2 %
volgens de pessimisten met 6 %
 - UV_B tast ook materialen aan (verven, plastics, ...)
 - UV_B heeft effect op fotosynthese.
-

3. De afbraak van stratosferisch ozon

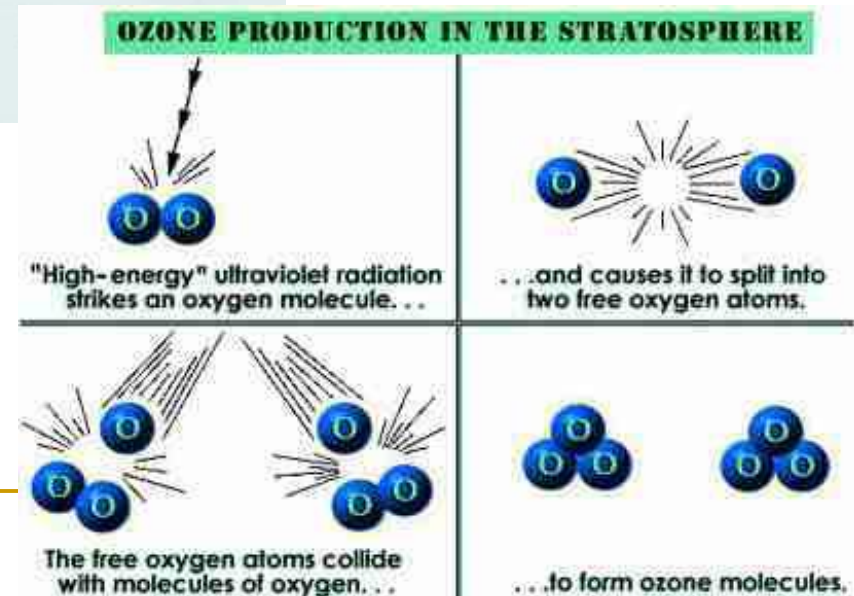
A. De natuurlijke vorming van ozon in de stratosfeer



Ozon is een tamelijk stabiele molecule opgebouwd uit 3 O - atomen.



Een groot deel van de UV_c wordt door dit proces van ozon vorming al onschadelijk gemaakt



B. De natuurlijke afbraak van ozon in de stratosfeer

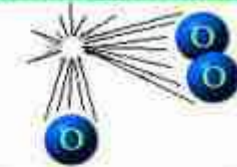
AFBRAAK VAN OZON:



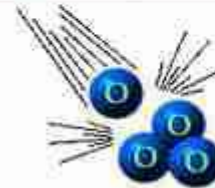
THE CHAPMAN PROCESS OF OZONE DESTRUCTION



Ozone absorbs a range of ultraviolet radiation. . .



. . .splitting the molecule into one free oxygen atom and one molecule of ordinary oxygen.



The free oxygen atom can then collide with an ozone molecule. . .



. . .to form two molecules of oxygen.

C. De natuurlijke afbraak en de opbouw van ozon in de stratosfeer zijn ongeveer gelijk aan elkaar waardoor de natuurlijke concentratie redelijk stabiel is.

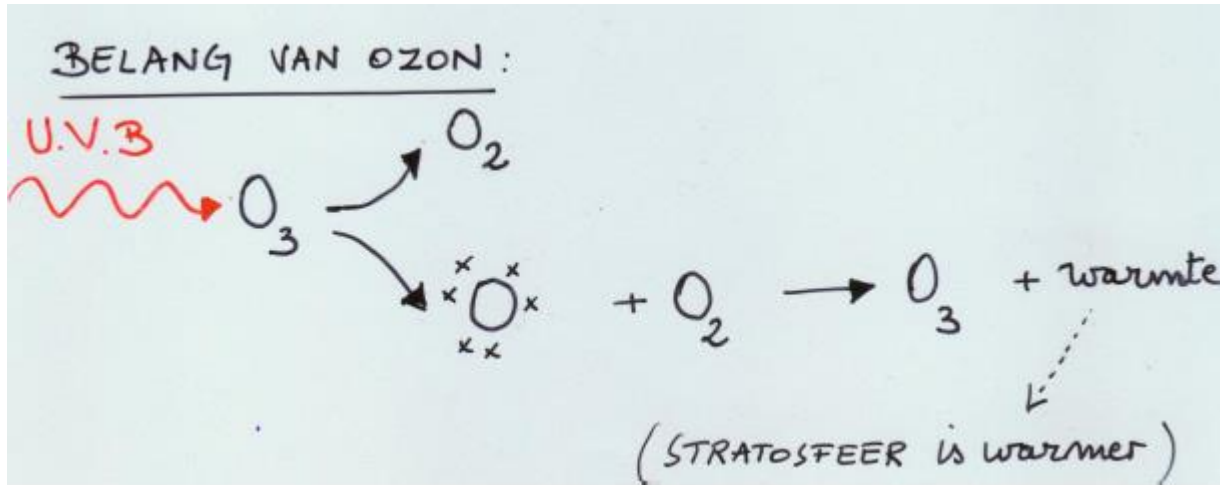
Als je al de ozon bij elkaar zou brengen bij norm omstandigheden (1000 millibar en 273 Kelvin (0°C) , dan heb je een laagje van 4 mm ozon.

1 Dobson = 0,01 mm ozon

100 Dobson = 1 mm

Dus de normale concentratie bedraagt ca 400 Dobson eenheden.

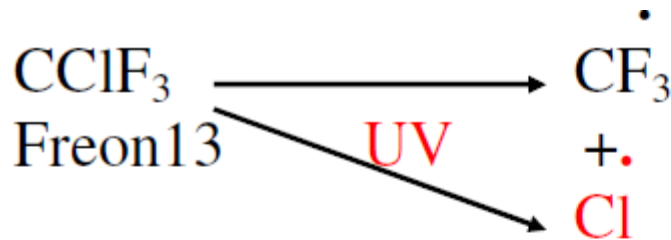
D. Het belang van ozon in de stratosfeer



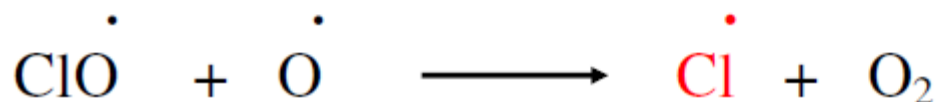
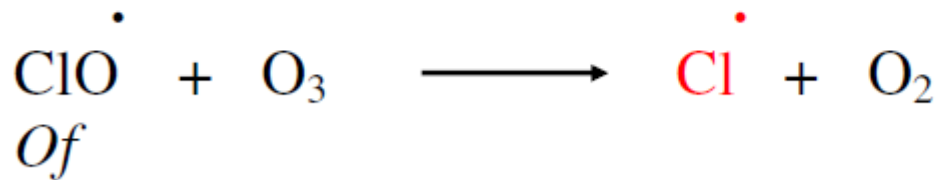
Bij dit proces wordt UV_B onschadelijk gemaakt én wordt er evenveel ozon gevormd als er verdwijnt.

Chemie van de afbraak van ozon door (H)CFK's

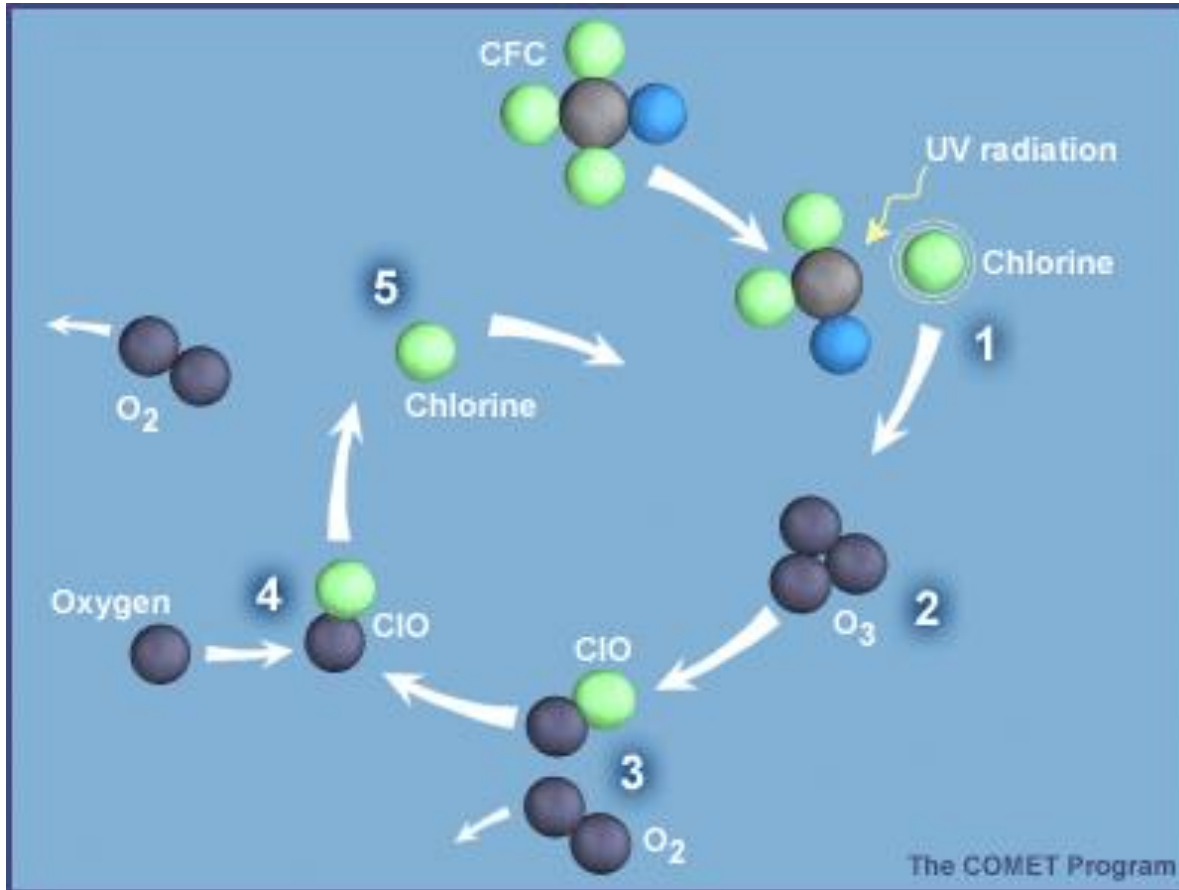
- (H)CFK's komen na 10 jaar ca 25 à 30 km hoog in de stratosfeer in contact met UV-straling. Daardoor splitsen deze moleculen wél, dat levert zéér reactieve vrije radicalen op.



Dit chloormonoxide is een zeer reactief radicaal en kan verschillende kanten uit:



Zo kan 1 chloorradicaal (of Fluor of Broom) via een kettingreactie mechanisme meer dan 100.000 O_3 -moleculen afbreken: stap 1 tot 5 blijven zich herhalen.



hoofdverantwoordelijke blijkt dus de chloorchemie (PVC, CFK's, methylbromide, ...)

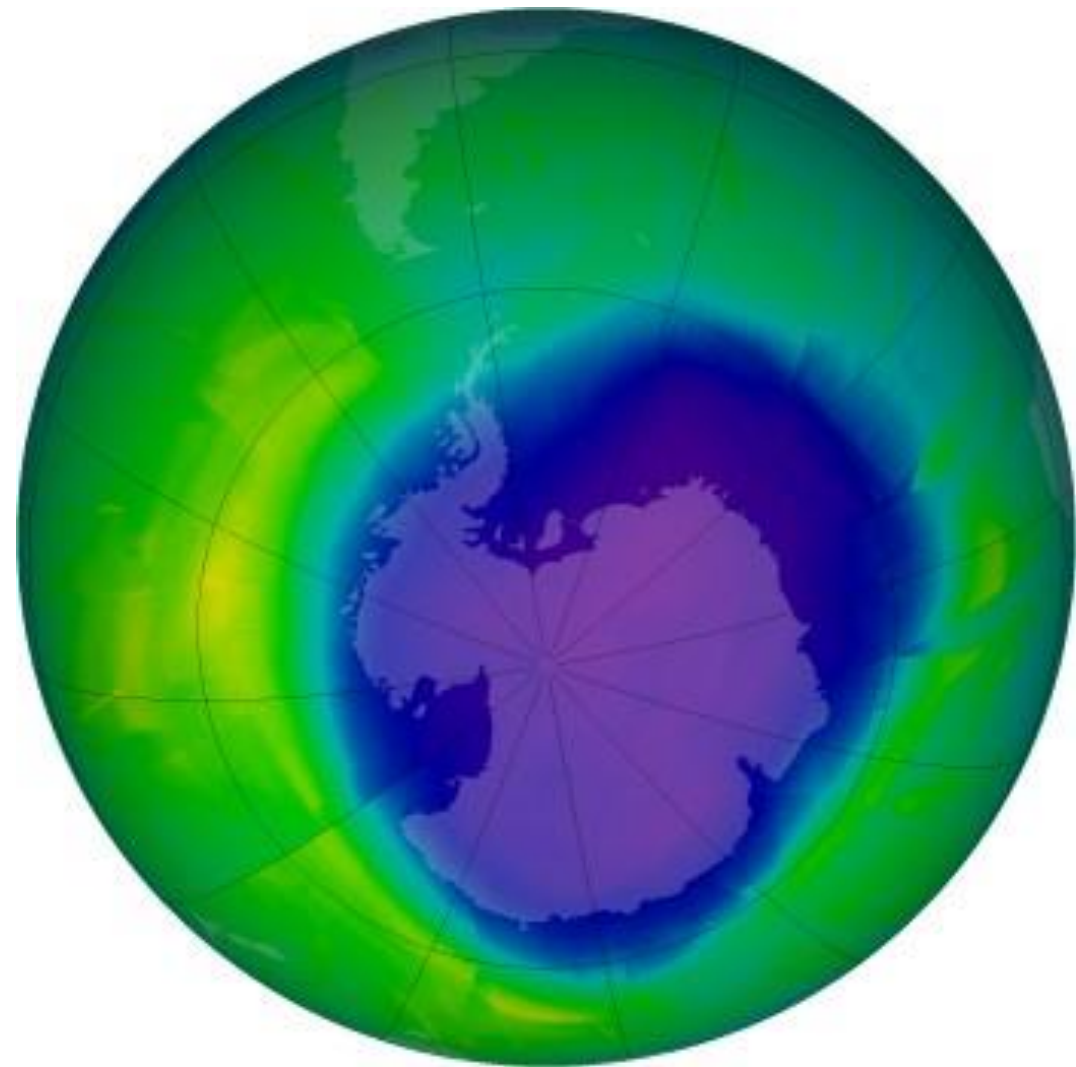
- natuurlijke chloorbronnen bestaan ook, maar zijn beperkt.

Enkele kenmerken van de atmosfeer: het ozongat aan de zuidpool

- Temperatuurgrens tussen troposfeer en stratosfeer vormt een barrière voor menging (=tropopauze).
- Wateroplosbare stoffen geraken nauwelijks in de stratosfeer, maar 'regenen' weg in de troposfeer. (CFK's zijn apolair en raken dus wél in de stratosfeer)
- Tijdens de zuidpoolwinter (vanaf april, mei) is de zuidpoollucht extreem koud en door een meanderende poolwind (vortex) geïsoleerd van de rest van het zuidelijk halfrond. In de zeer koude polaire atmosfeer worden tijdens de winter (geen zonlicht, dus geen fotolyse) veel chloorverbindingen opgestapeld in ijskristallen (HCl, Cl₂, ClO, Cl₂O₂, ClONO₂,...)
- In de lente (sep/okt) komt snelle fotolyse opgang waardoor zeer veel chloorradicalen vrijgesteld worden in zeer korte tijd. Dit verklaart de snelle ozonafname, reductie tot ca 88 Dobson in 1994 !!
- Nadien wordt ozon weer aangevuld uit andere delen van zuidelijk halfrond (de vortex valt weg in zomerhalfjaar).

Zuidpool: antarctische ozondepletie

Het ozongat op 27 sep. 2010.
Men kan on line volgen op
<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>



Total Ozone (Dobson Units)
110 220 330 440 550

The largest ozone hole ever observed occurred on 24 September 2006

Noordpool: arctische ozondepletie

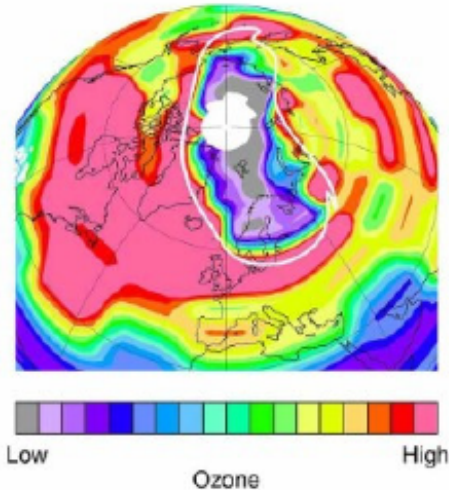
kijk voor updates:

<http://www.theozonehole.com/arcticozone.htm>

'Ozongat nu ook boven de Noordpool'

- maandag 03 oktober 2011, 07u44 Bron: bbc, nos

26 Mar 2011



belga

Het ozonverlies boven de Noordpool is zo groot dat daar voor het eerst sprake is van een gat in de ozonlaag. Dat stellen onderzoekers in het wetenschappelijke tijdschrift Nature.

Op zo'n hoogte van twintig kilometer is tachtig procent van de ozon verdwenen. Het is ongewoon lang koud geweest op die hoogte en dan zijn de chemische stoffen die de ozon afbreken op hun sterkst.

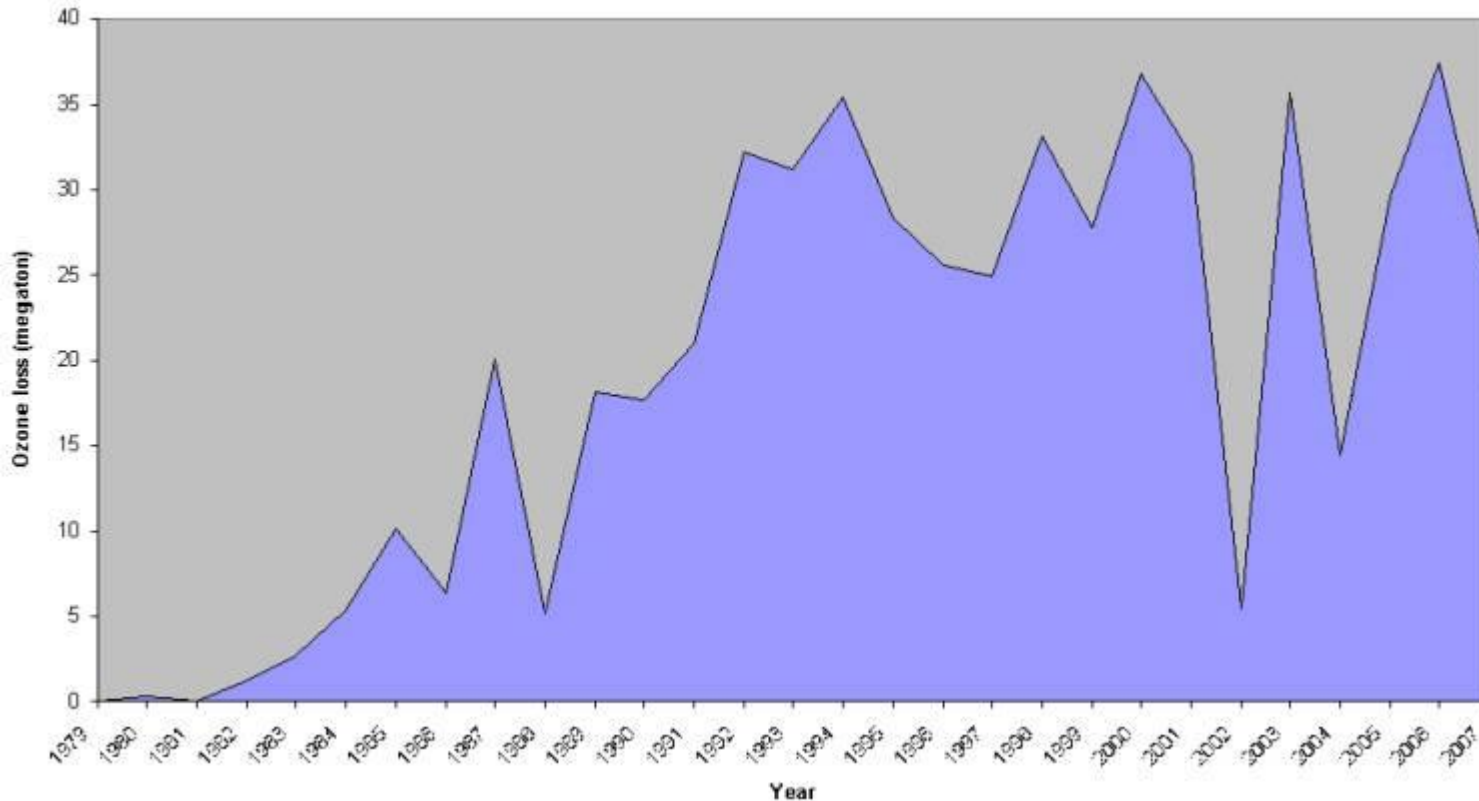
Tussen het begin van de winter en eind maart verdween volgens de onderzoekers 40 procent van de ozonlaag. Dat is tien procent meer dan het grootst gemeten verlies tot nu toe.

De ozonlaag beschermt het leven op de aarde tegen ultraviolette straling die onder meer huidkanker kan veroorzaken. De wetenschappers kunnen niet voorspellen of een dergelijk groot verlies van ozon boven de Noordpool nog eens zal gebeuren.

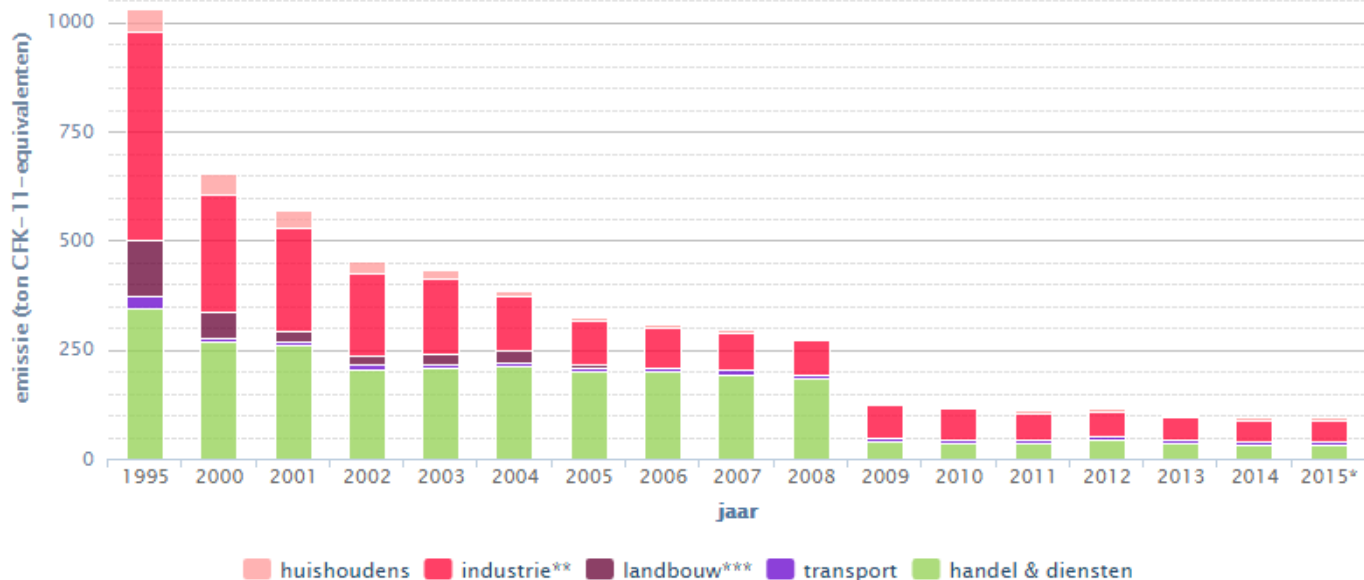
Het verlies aan ozon boven de Noordpool is inmiddels te vergelijken met dat boven de Zuidpool. Volgens het tijdschrift worden bij de Arctische gebieden records gemeten als het gaat om de vernietiging van ozon, terwijl deze rond Antarctica nu juist stabiel blijft.

Het ozongat is waarschuwing; het ozonscherm boven de Zuidpool is extra kwetsbaar door klimatologische condities. In 1985 afname met 40%, jaren 90 tot - 60% à 70 %, jaren 2000 stabiel op zéér laag niveau, met in 2006 en 2008 opnieuw extreem lage cijfers . Men tracht de (H)CFK productie te regelen via steeds strengere internationale conventies: Montréal (1987), London (1990), Kopenhagen(1992). EU-verordening 2037/2000. **Probleem: moeilijke noord-zuid discussies.**

Average ozone loss in the period 21 to 30 Sept



Emissie ozonafbrekende stoffen



*voorlopige cijfers **met inbegrip van de sector energie ***tot en met 2005 De uitstoot van ozonafbrekende stoffen veroorzaakt aantasting van de ozonlaag. Deze indicator brengt de evolutie sinds 1995 van de emissie van ozonafbrekende stoffen in beeld.

Bron: MIRA op basis van EILucht (VMM) (WWW.MILIEURAPPORT.BE)

Cijfers in Excel.

[Maak link naar deze figuur](#)

[Open grafiek in nieuw venster](#)

En de toekomst ?

- Maar er zal nog vele jaren uitgestelde emissie van CFK's en (H)CFK's uit kunststofschuimen plaatsvinden, onder andere bij de sloop van gebouwen (naar MIRA, 2006). Bovendien is geschuimd PUR na afbraak niet meer te scheiden van het bouwafval. Puin dat met PUR-schuim is verontreinigd, kan dan niet worden hergebruikt noch gerecycleerd en is gevaarlijk chemische afval.
- Hoe dan ook, de opdrachtgever kan op dit ogenblik volstrekt CFK-vrij laten bouwen.
- <http://www.theozonehole.com/index.htm>
- <https://www.eoswetenschap.eu/natuur-milieu/moeten-we-ons-nog-zorgen-maken-om-het-gat-de-ozonlaag>
- <https://www.knack.be/nieuws/planet-earth/cfk-s-zijn-terug-ozonlaag-opnieuw-bedreigd/article-normal-1149089.html>
- <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/05/17/stijging-van-verboden-schadelijk-gas-in-de-ozonlaag/>