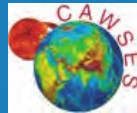


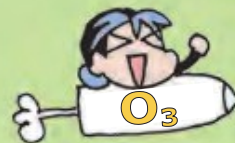
# Hva er et Ozonhull?

Av Hayanon

Oversatt fra engelsk av Ieva Juskenaitė  
Redigert av Andrea Dahlmo Løkke  
Under veiledning av Magnar G. Johnsen



# En kort oppsummering av forskning på ozonlaget

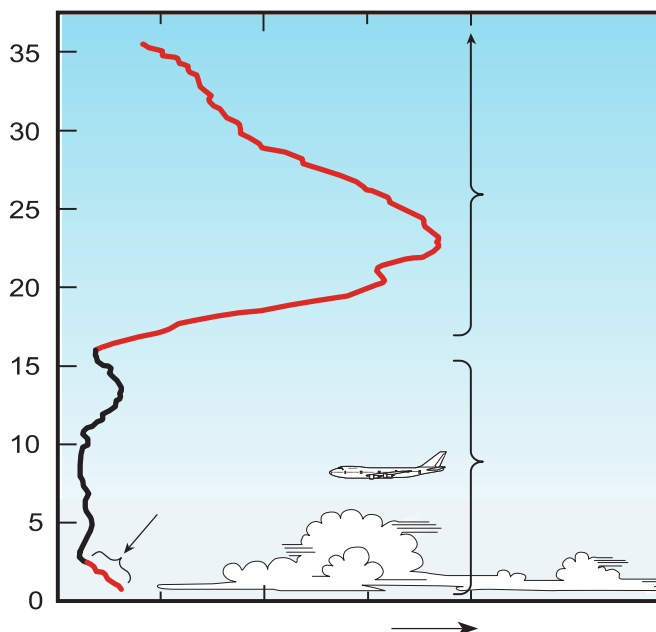


Omtrent 90% av jordas ozon ligger i stratosfæren. La oss kjapt se på historien til stratosfærisk ozon: Hvem oppdaget det, og hvordan?

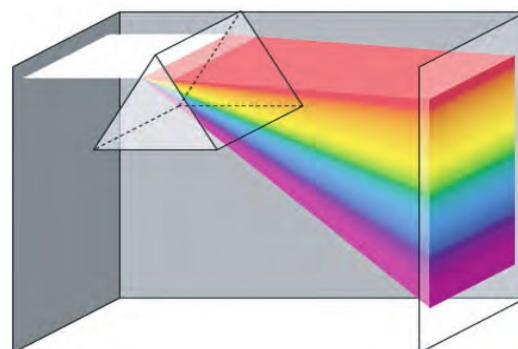
Sollys består av forskjellige elektromagnetiske bølger, alt fra ultrafiolett, som har kort bølgelengde, til infrarød, som har lang bølgelengde. Synes du dette er vanskelig? Se for deg en regnbue eller et prisme. Du kan se forskjellige farger i en regnbue, og dette indikerer at lyset fra sola inneholder forskjellige bølgelengder.

I 1881 oppdaget den irske kjemikeren W. N. Hartley at ozon absorberer ultrafiolett stråling på bølgelengder mellom 200 og 300 nanometer\*. Femten år senere, studerte en engelsk astronom, W. Huggins, spekteret til hundestjernen Sirius og fant ut at ozon absorberer ultrafiolett stråling på bølgelengder mellom 300 og 340 nanometer.

\* En nanometer er en milliarddel av en meter.



Ozonlaget ligger i en høyde på ca. 15-40 km, men denne høyden kan variere sammen med breddegrader. <Med tillatelse fra WMO rapport «Scientific Assessment of Ozone Depletion»>



Når sollyset går gjennom et prisme, er det stråler med forskjellige bølgelengder som kommer ut.

Hartley lurte på hvorfor ultrafiolett stråling ikke kan måles med sollyset som treffer jordas overflate, selv om vi vet at de eksisterer rett etter de blir utstrålt fra sola. Han antydet at det er en stor mengde ozon høyt oppe på himmelen, som absorberer ultrafiolett stråling. Et eksperiment med en ballong ble utført for å bekrefte hans idé, men ballongen kom ikke så høyt som til ozonlaget.

Til slutt var det observasjonene utført ved hjelp av en rakett på 1940-tallet, som beviste at stratosfærisk ozon eksisterer. Dessverre så døde Hartley før det. Etter disse resultatene var det flere forskningsprosjekter som ble startet med mål om å forstå hvordan ozon er fordelt, hvor det blir produsert osv. Observasjoner av ozon startet i Antarktis i 1957, som en del av det internasjonale geofysiske året. På det tidspunktet, var det ingen som kunne se for seg at disse observasjonene skulle lede til oppdagelsen av ozonhull.

Etter hvert, som forskningen utviklet seg, begynte vi å forstå hvordan livene til både dyr og planter blir beskyttet av ozonlaget, som absorberer den skadelige ultrafiolette strålingen. Bak forskningen vi har i dag, ligger det prestasjoner fra forskere som Hartley, som først studerte kjemikalet ozon.

Vi håper dere lesere vil bli med på ozonets eventyrlige reise sammen med Mol og Mirubo!

Her ser vi  
vitenskapskeren  
Mol og hennes robohund  
Mirubo ...

som på denne fine og  
varme dagen ligger på  
ryggen i gresset og titter  
på de passerende  
skyene.



Mirubo,  
hva tror du  
befinner seg  
over skyene?

Over skyene?  
Hmm...



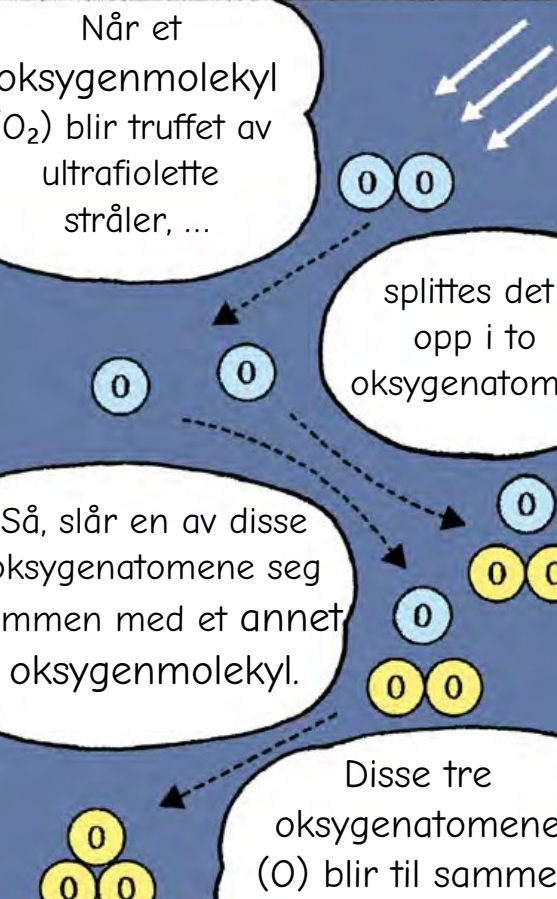
Himmelen  
burde befinne  
seg der.







Når et oksygenmolekyl ( $O_2$ ) blir truffet av ultrafiolette stråler, ...



splittes det opp i to oksygenatomer.

Så, slår en av disse oksygenatomene seg sammen med et annet oksygenmolekyl.

Disse tre oksygenatomene ( $O$ ) blir til sammen et ozonmolekyl ( $O_3$ ).

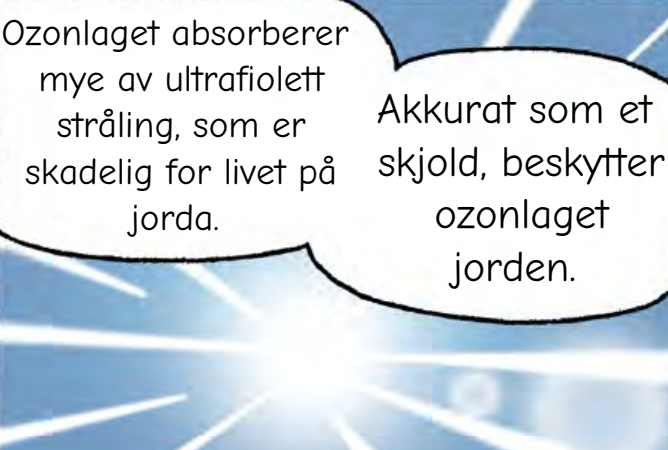
Området hvor vi kan finne store mengder med ozonmolekyler blir kalt for ...

ozonlaget!



Ozonlaget absorberer mye av ultrafiolett stråling, som er skadelig for livet på jorda.

Akkurat som et skjold, beskytter ozonlaget jorden.



Uten ozonlaget, ...

hadde det ikke vært **noe** liv på jorda.





Vi kan ikke si at vi er trygge her selv om ozonhullet er over Antarktis.

Dets påvirkning når oss uansett hvor langt unna vi er.



Faktisk, er et lignende fenomen observert over Arktis.

Det er et viktig problem for mennesker som bor i området.



Hva er det som lager hullene i ozonlaget??

Og hvordan??



KFK,

som står for klorfluorkarboner, lager disse hullene.



Inntil for rundt ti år siden, var KFK mye brukt til ...

kjøleskap, varmepumper, spraybokser osv.





Nå vet vi at KFK som blir sluppet ut av menneskeskapt aktivitet reiser sammen med luftstrømmene og kommer opp til stratosfæren.

Og i stratosfæren så ødelegger de ozonlaget!

Da dette forskningsresultatet ble offentliggjort, så viste det behovet for forskrifter som regulerer bruk av KFK.

Imidlertid, trenger vi fortsatt varmepumper, kjøleskap osv.

Erstatninger for KFK

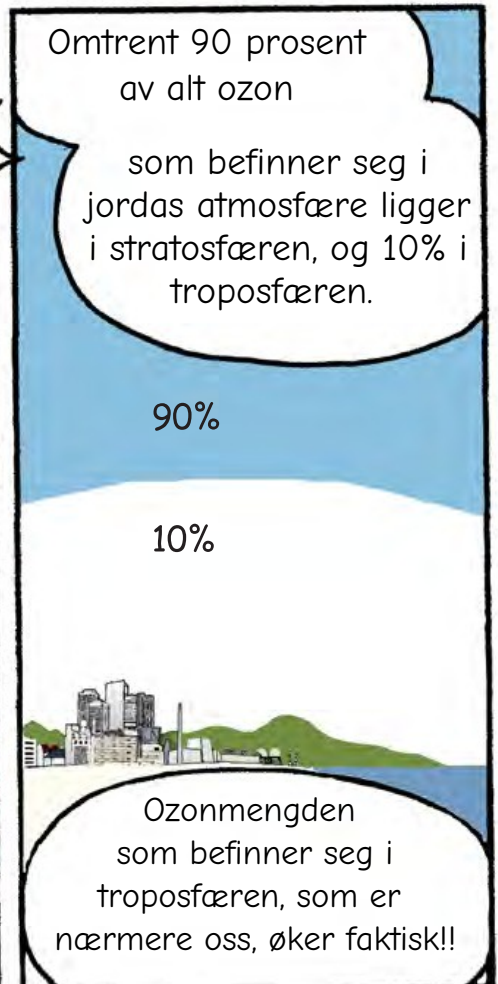
begynte da å bli tatt i bruk for disse produktene.

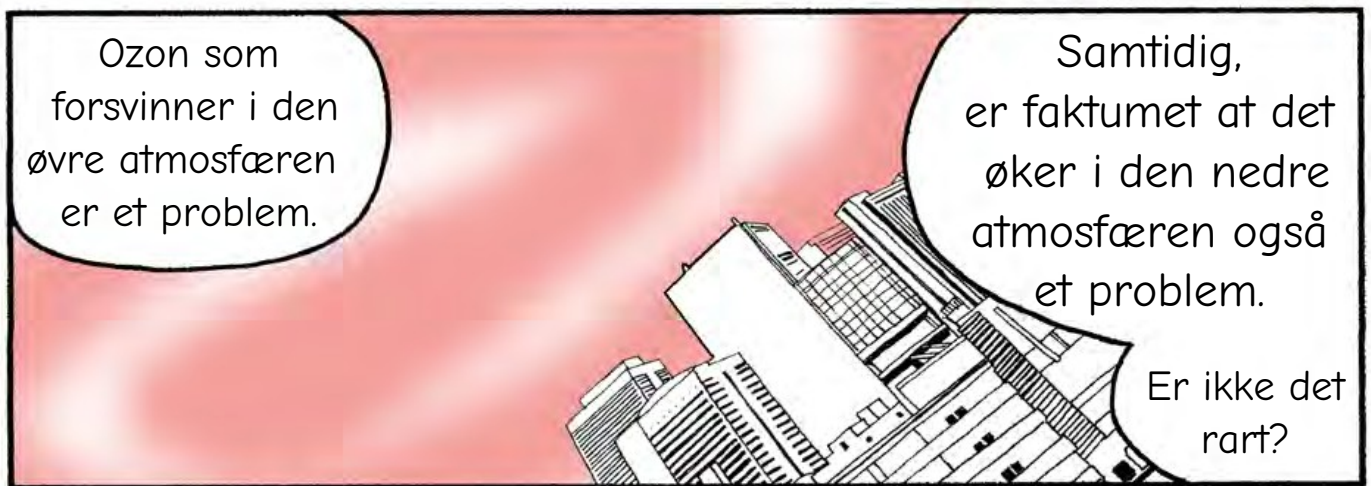
Jeg tviler på at tapet av ozon stopper rett etter at menneskene slutter å bruke KFK.

Nøyaktig.

KFK er veldig stabile forbindelser og krever lang tid før de brytes ned.









# Hva er et ozonhull?!



Hallo, Sensei! Jeg har nylig lest en artikkel om ozonhull. Er det sant at ozonlaget beskytter mennesker, dyr og planter?



Det stemmer. Ozonlaget omringer jorda og beskytter oss som et skjold mot ultrafiolett stråling som kommer fra sola. Det er som et usynlig, men sterkt skjold.



Ultrafiolett stråling betyr ingenting for en superavansert robot som meg.



Bra. Hvor gammel tror dere at ozonlaget er?



La meg tenke ... Jeg tror det ble dannet lenge før det første mennesket ble født.



Jorda er omtrent 4.6 milliarder år gammel. Vi tror at ozonlaget ble dannet for omtrent 400 millioner år siden.



Ozonlaget eksisterte allerede før dinosaurernes tid, som var fra mellom 250 millioner og 65 millioner år siden. Ozonlaget ble dannet sakte i en prosess som tok milliarder av år!



Det stemmer! Takket være ozonlaget, har vi liv på jorda i dag. Uten det, hadde det ikke vært noe liv. Du er ikke et unntak, Mirubo.



Hva kommer til å skje hvis mengden av ozon i ozonlaget minker?



Vel, mer ultrafiolett stråling hadde nådd overflaten av jorda og hadde ført til store helseskader.



Ultrafiolett stråling kan føre til at man blir solbrent. Du kommer til å ligne på kull, Mol.



Neeeeei!



Det hadde blitt enda verre enn det. Ultrafiolett stråling ødelegger DNA og øker sannsynlighet for hudkreft. Det er også bevist at proteiner som befinner seg i øyet kan bli ødelagt hvis de blir utsatt for store mengder ultrafiolett lys, som igjen fører til grå stær. Grå stær kan forårsake sløret eller uklart syn.



Åh, jeg er veldig bekymret for ozonlaget. Hvordan blir det holdt øye med? Det ligger så høyt over oss.



Har dere et romvesen som kollega som observerer ozonlaget fra en UFO?



Ikke helt, men på en måte ja.



Virkelig?? Jeg tullet bare ...



Vi har satellitter som observerer ozonlaget fra verdensrommet. De går rundt jorda og måler ozon over Japan, Europa, Antarktis osv.



Er det noen andre måter å måle ozon på?



Ja. Observasjoner gjort fra jordoverflata kan fortelle oss om ozonnivå høyt over bakken. Vi bruker laserradar og andre instrumenter til å se på radiobølger som blir utstrålt av ozon. Hvis det er noe galt med måleutstyret, er det mye enklere å fikse på det her nede på bakken enn i verdensrommet.



Jeg har en idé! Vi burde lage et verksted i verdensrommet som kan fikse satellitter og meg. Hvis vi hadde hatt det, hadde en tur til verdensrommet blitt mye enklere for meg.



Åh, hold deg til saken, Mirubo.



## Magisk eksperiment med ozon

Jeg håper du koste deg med det vitenskapelige eventyret til Mol og Mirubo. Vi står for tiden ovenfor to ozonproblemer. Det ene er ozonnedbrytning i stratosfæren som forårsaker ozonhull. Det andre er økning av troposfærisk ozon, som er en komponent av fotokjemisk smog. Nå skal jeg vise deg et magisk eksperiment, slik at vi kan forstå mer om ozon.

Det jeg trenger er en appelsin, som jeg kjøpte i en butikk i nærheten, og en glasskolbe som man kan finne på skolelabben. Begge er enkle å få tak i. Først, skrell appelsinen og legg noen biter med skall i kolben. Bilde 1 ble tatt rett etter det. «Ingenting forandres» sier du? Vær tålmodig! Etter ca. 30 sekunder kan vi se hvit røyk (se bilde 2)!! Hva skjer i kolben, og hva er den hvite røyken?

Før jeg svarer på disse spørsmålene, vil jeg først fortelle om fotokjemisk smog. Har du noen gang sett fjellene langt unna dekket med hvitaktig eller brunaktig tåke som har hindret deg fra å ta fine bilder? Denne tåken, som man oftest finner i store byer, er ganske lik smog (se på bilde 3). Smog forandrer farge fra time til time, og dens hyppighet varierer avhengig av tidspunktet på dagen og til og med årstid. Værforhold som intensiteten til sollys, vindretning osv., påvirker forekomsten av smog.



Bilde 1 Slipp appelsinskall i kolben, og vent 30 sekunder



Bilde 2 Det er røyk uten ild!

Smog er laget av hydrokarboner og nitrogendioksid som slippes ut av industri eller biler, og ozon. Et komplekst sett med kjemiske reaksjoner, som involverer hydrokarboner og ozon, danner smog. Smog er sammensatt av små partikler som sprer lyset. Dette er hvorfor synligheten til objekter som er langt unna reduseres. Smog kan virke irriterende for øynene og halsen. Det sies også at det er skadelig for andre typer levende ting, for eksempel kan det tørke ut blader.

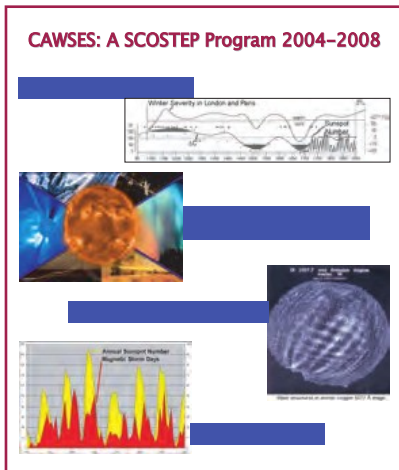
La oss nå gå tilbake til temaet vårt. Det er ingen triks som er brukt i vårt magiske eksperiment. Egentlig satt jeg en liten mengde ozon i kolben på forhånd. Ozon er en fargeløs gass, og kan ikke sees, slik som bilde 1 viser. Appelsinskallet inneholder limonen, en kjemisk forbindelse av hydrokarbonfamilien, som er kilden til den forfriskende dunsten vi lukter når vi spiser appelsin. Den kjemiske reaksjonen mellom ozon og limonen skapte røyken i kolben. Dette er en modell av hvordan smog dannes!



Bilde 3 Smog i Seattle. En brunlig tåke henger rett over horisonten.

På bakken slippes hydrokarboner ut fra industri og kjøretøyer, og produserer fotokjemisk smog ved å reagere med ozon. Forskere rundt omkring i verden jobber med å forstå den kompliserte mekanismen.

**Advarsel: Dette eksperimentet kan være farlig.  
Ikke prøv å gjøre dette uten tilsyn!**



## Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)

CAWSES er et internasjonalt program som er finansiert av SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) og har blitt etablert med formål om å forbedre vår forståelse av verdensrommet, og hvordan verdensrommet påvirker livene og samfunnet vårt. Hovedoppgavene til CAWSES går ut på å hjelpe koordineringen av internasjonale aktiviteter innenfor observasjon, modellering og utvikling av teori som er kritisk for denne forståelsen, å engasjere forskere i alle land og tilby utdanningsmuligheter for studenter på alle nivå. Hovedkontoret til CAWSES ligger hos Boston University, MA, USA. Figuren til venstre viser de fire vitenskapsspesialiseringene til CAWSES.

<http://www.bu.edu/cawses/>

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.html>



## Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University

STEL drives gjennom et samarbeid mellom flere universiteter i Japan. Hensikten til STEL er å fremme «forskning på strukturen og dynamikken til sol-jord systemet» ved samarbeid mellom flere universiteter og institusjoner i Japan og i utlandet. Laboratoriet består av fire forskningsdivisjoner: atmosfærisk miljø, ionosfærisk og magnetosfærisk miljø, heliosfærisk miljø og integrerte studier. «The Geospace Research Center» er også tilknyttet STEL, med mål om å koordinere og fremme felles forskningsprosjekter. Ved sine syv observatorier/stasjoner gjennomfører de bakkebaserte observasjoner av fysiske og kjemiske kvantiteter nasjonalt.

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp>

## はやのん Hayanon

Med utdanning fra Institutt for fysikk på Ryukyu Universitet, er Hayanon en forfatter og tegneserieskaper som har bidratt med en rekke serier i velkjente magasiner med utgangspunkt i bred kunnskap innenfor naturvitenskap og dataspill. Hennes konsistente skrivestil, som uttrykker hennes kjærlighet for vitenskap, blir godt mottatt.

<http://www.hayanon.jp/>

## 子供の科学 Kodomo no Kagaku (Vitenskap for barn)

Kodomo no Kagaku, utgitt av Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd, er et månedlig magasin for ungdommer. Helt siden den første utgaven i 1924, har dette magasinet kontinuerlig fremmet vitenskap, med temaer som omhandler alt fra vitenskapelige fenomener i hverdagen til mer kompliserte forskningstemaer.

<http://www.seibundo.net>

“Hva er et Ozonhull?” basert på “What is the Ozone Hole” er gitt ut i samarbeid med “Kodomo no Kagaku”. Norsk oversettelse er utført av Ieva Juskenaitė og redigert av Andrea Dahlmo Løkke, under veiledning av Magnar G. Johnsen, UiT Norges Arktiske Universitet – Tromsø Geofysiske Observatorium.

Produced by the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University and the Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics in conjunction with the CAWSES program.