

Kilde:

<http://www.aarhusakademi.dk/intranet/fagene/geografi/Roholt/Klimatologi/vejrleksikon/fugt.html>

Vejrleksikon (- noget af det med visse relationer til bygningsfysik):

Absorption	Pascal (Pa)
Absorptionsevne, emissivitet	Regn
Ampere (A)	Rim
Atmosfæren	Rimfrost
Atom	Relative fugtighed eller fugtighedsgraden
Absolut nulpunkt	Stabilitet: ligevægtsforholdene, stabil, instabil (= labil)
Barometer	Sne
Beauforts vindskala	Solen
Beaufortskalaen	Solpletter
Bølgelængde og frekvens	SI-enheder
Cumulus, klode-, stak- eller blomkålsskyer	Skyer
Celsius (°C)	Smog
Damptryk	Stråling
Dugpunkt	Stratus - tågeskyer
Energi	Specifikke fugtighed
Foton	Smeltepunkt
Fordampning	Sekund
Fugt, luftfugtighed	Temperatur, Temperatur-skalaer
Fugtighedsgraden	Tid
Grundstoffer (kemiske)	Tordenvejr
Hagl	Tryk
Højtryk, højtryksområde, anticyklon	Tryk
Jorden	Tåge
Joule (J)	Udstråling - emission
Kortbølget stråling	Ultraviolet stråling (UV-stråling)
Kelvin (°K)	Vanddamp
Kondensation, fortætning	Vanddråber og hvordan de opstår
Konvektion	Varme
Kraft	Vejrprognoser med trykmålerredskaber
Klima	Vejret
Koldfront	Vejrlig
Langbølget stråling	Vind: Opståen og forudsigelse
Luft	Vindhastigheden
Luftmasse	
Lufttryk	
Lyn- og tordenvejr	
Mikrometer (µm)	
Molekyle	
Mætningsdamptryk	
Nysne	
Nedbørsmåling og målefejl	
Nordlys og sydlys	
Nedbør	
Nanometer (nm)	
Newton (N)	
Ozonlaget	
Omregning fra Beauforts skala til andre enheder	
Ozon (O₃)	

Fugt, luftfugtighed

Med fugt betegner man indholdet af [vanddamp](#) i et stof. I [meteorologien](#) er luftfugtigheden, dvs. fugten i [luften](#), meget vigtig. Den kan angives på forskellige måder, nemlig som:

- [damptryk](#) i [hPa](#) (vanddampenes partialtryk)
- [relative luftfugtighed](#) i procent
- [absolutte luftfugtighed](#) (gram vanddamp per kubikmeter [luft](#))
- [blandingsforholdet](#) (gram vanddamp per kilogram tør luft)
- [specifikke luftfugtighed](#) (gram vanddamp per kilogram fugtig luft)
- Dugpunktforskel (forskel mellem [dugpunktstemperatur](#))

Vanddamp

Vanddamp er vand på [gas](#) form. Den dannes ved [fordampning](#) fra vandoverflader (f.eks. havet) til [atmosfæren](#).

Her [kondenserer](#) vanddampen på [kondensationskerner](#) (salt, sodpartikler, osv.) til [skydråber](#).

Vanddamp i [luft](#) kan ikke iagttages af det menneskelige øje. Den ses først når det kondenserede vand danner [dråber](#), der danner [skyer](#).

[Luftens](#) indhold af vanddamp, kan angives "[absolut](#)" eller "[relativt](#)".

Luft

Atmosfærisk luft er en [gas](#)blanding, der omgiver jorden. Luftens sammensætning af [atomer](#) og [molekyler](#) er næsten konstant op til en højde af 120 km.

[Vanddamp](#) udgør under alle omstændigheder en undtagelse, da mængden er afhængig af ændringer i [lufttemperaturen](#).

Indholdet af [kuldioxid](#) (CO₂) er heller ikke konstant og ændrer sig meget fra sted til sted.

De permanente [gasser](#)s andel (volumen-procent) er:

- Kvælstof (N₂): 78.08%
- Ilt (O₂): 20.95%
- Argon (Ar): 0.93%
- andre ædelgasser: Neon (Ne), Helium (He), Krypton (Kr), Xenon (Xe) og brint (H), tilsammen mindre end 0.01%

Ikke-permanente [gasser](#):

- Vanddamp (H₂O)
- [Kuldioxid](#) (CO₂)
- Kulilte (CO)
- Svovldioxid (SO₂)
- Kvælstofdioxid (NO₂)
- Methan (CH₄)
- [Ozon](#) (O₃), m.fl.

Som det fremgår af listen, er kvælstof og ilt hovedbestanddelen af atmosfærisk luft og de vigtigste gasser for livet på jorden. Når det gælder [vejret](#), er vanddamp den vigtigste bestanddel. Af speciel betydning er [ozon](#). Den [absorberer](#) dele af [solens](#) den livsfarlige [UV-stråling](#).

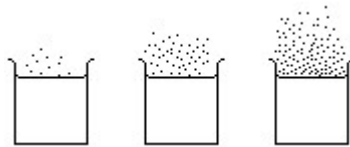
Fordampning

Ifølge molekylteorien er væskers og luftarters [molekyler](#) i uafbrudt [bevægelse](#) med forskellige hastigheder, men med en middelhastighed, som vokser med [temperaturen](#).

Fordampning fra en plan vandoverflade forklares da ved, at nogle af molekylerne i væsken har så stor en hastighed, at de er i stand til at frigøre sig fra væsketilstanden og vandre ud i rumet over væsken som dampmolekyler.

Omvendt bliver nogle af dampmolekylerne indfanget af væskeoverfladen, hvorved de vender tilbage til en flydende tilstand.

Ved fordsampningen vokser dampkoncentrationen (antallet af molekyler pr. cm^3), og [kondensation](#)en på væskeoverfladen må da ligeledes vokse. Hvis dampmolekylerne ikke på anden måde fjernes fra rummet over væsken, vil der til sidst indtræde en ligevægtstilstand, idet der går lige så mange molekyler fra luftformig til flydende tilstand som omvendt.

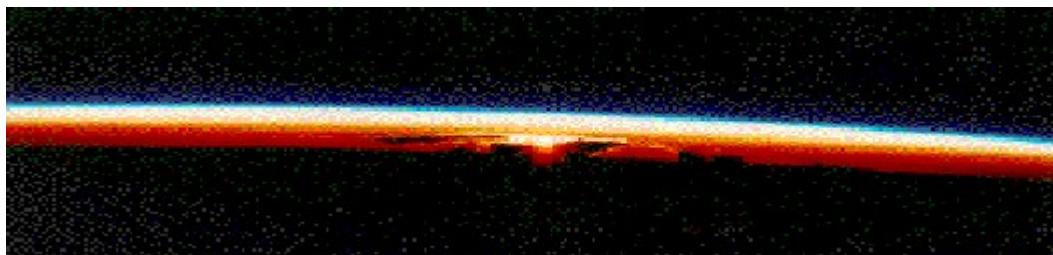


Det samme bægerglas med vand ved tre forskellige temperaturer. Mængden af vanddamp over glassene er større jo varmere vandet og vanddampen er.

Hvis derimod temperaturen af væsken og dampen bliver højere, forøges molekylernes middelhastighed, og fordampningen vil derfor tiltage. Ligevægtstilstanden vil derfor først blive etableret ved en større dampkoncentration, dvs. koncentrationen af mættet damp er større, jo højere temperaturen er.

Luftens indhold af vanddamp kan angives [absolut](#) eller [relativt](#).

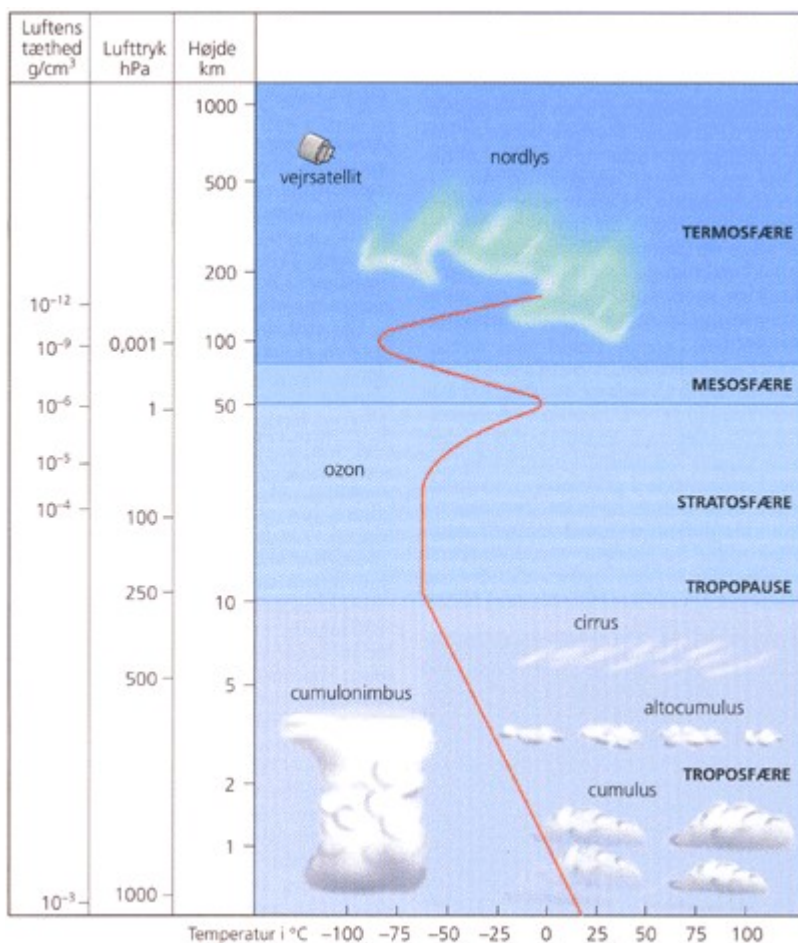
Atmosfæren



Figur: Solopgang i atmosfæren set fra en spaceshuttle.

Ordet atmosfære stammer fra græsk og er sammensat af "atmós" = damp, dis og "sphaira" = (jord)kugle.

Atmosfæren er den gasformige kappe der omgiver et himmellegeme. Jordatmosfæren er en [luft](#)kappe, der er sammensat af forskellige gasser, der er livsvigtige for jorden, fordi de afgørende påvirker [strålingsbalancen](#) ved jordoverfladen. Der udspiller sig vigtige fysiske processer i atmosfæren, der sammenfattes under begreberne "[vejr](#) og [klima](#)".



Ved hjælp af temperaturforløbet op igennem jordatmosfæren er det muligt at inddele den i forskellige sfærer:

- [Troposfæren](#): Vejr-laget. Temperaturen falder støt med højden over jorden. Den øvre grænse er [tropopausen](#).
- [Stratosfæren](#): I dette lag stiger temperaturen igen med højden til omkring 0° C ved [stratopausen](#).
- [Mesosfæren](#): Op til [mesopausen](#) falder temperaturen til -100° C.
- [Termosfæren](#): Her stiger temperaturen med tiltagende højde.

Kondensation, *fortætning*

Kondensation - fortætning - af [vanddamp](#) til vanddråber eller iskrystaller.

Dvs. man taler om kondensation når gasser eller dampe går fra gasform til væskeform eller fast form. Den modsatte proces er [fordampning](#). Kondensation af gasser foregår især ved afkøling.

Kondensation frigør energi i form af [latent varme](#). Derfor falder [temperaturen](#) noget langsommere i en luftmasse, der er mættet med vanddamp, og som f.eks. kan være under opstigning, end

temperaturen ville gøre i en tør luftmasse under samme opstigning. Dette kommer til udtryk ved forskellen mellem den [tøradiabatiske og den fugtadiabatiske temperaturgradient](#).

Når man afkøler en gas, sænker man bevægelseshastigheden (og dermed bevægelsesenergien) i gasmolekylerne. Når temperaturen falder til [kogepunktet](#), bliver bevægelsesenergien så lille, at [molekyler](#)nes gensidige tiltrækning bliver stærkere og gør gassen flydende.

Energien, der blev brugt til fordampningen, og bragte molekylerne i så kraftige sitrende bevægelser, at deres gensidige tiltrækning blev overvundet, og de blev frie molekyler på gasform, bliver nu atter frigjort. Denne varme kaldes også fortætningsvarme.

For fuldstændighedens skyld skal med, at en gas også kan bringes til at kondensere ved en [trykstigning](#).

I dagligdagen ser vi ofte kondensvand på kolde flader, f.eks. bilruder og kolde glas og flasker.

Vanddråber og hvordan de opstår

Vandpartikler kaldes dråber, hvis de er større end 0.1 millimeter. Mindre dråber er [sky](#)dråber. For at der kan dannes dråber må, [luft](#) være mættet med [vanddamp](#) ([luftfugtigheden](#) = 100%). Luft bliver for det meste mættet via afkøling (kold luft kan indeholde mindre vanddamp end varm). Afkølingen af luftmasserne sker næsten altid under opstigning af luften.

Egentlig skal luften være overmættet, for at der kan dannes dråber. Men når støvpartikler, salte, is osv. fungerer som kondensationskerner, er det tilstrækkelig med en luftfugtighed mellem 80% til 100%. Vand[molekylerne](#) klæber sig til disse partikler.

Alle disse mekanismer er imidlertid ikke tilstrækkelige til inden for den korte levetid af en [torden](#)sky at danne dråber på størrelse med regndråber. Der skal yderligere mekanismer til:

1. [Koagulation](#): Vækst på grund store og små dråbers forskellige faldhastighed.
2. Lige store dråber med modsat ladning tiltrækker hinanden og bindes sammen: **Koalisens**.
3. Vand fordamper bedre fra overfladen af mindre dråber end fra store dråber (overfladen på mindre dråber er stærkere krummet, et enkelt molekyle bliver holdt mindre stærkt tilbage af sin nabo). Dermed er [damptrykket](#) større over mindre dråber end over store. Vanddamp bevæger sig fra områder med højt til områder med lavt damptryk. De små dråber fordamper altså, medens vanddamp [kondenserer](#) på de store.
4. I skyer med en blanding af små vanddråber og is vokser iskrystaller på bekostning af de små vanddråber. Denne proces bliver kaldt [Bergeron-Findeisen-Processen](#).

Tordenvejr

For at der kan dannes skyer med [lyn- og torden](#), må der inde i [skyen](#) herske en stærk opvind (i kraftige tordenbyger har man målt opvinde med orkanlignende [hastigheder](#) på over 30 m/s = over 100 km/t). Ideelle forudsætninger for sådanne stærke lodrette bevægelser findes først og fremmest om sommeren, når jordoverfladen og den overfladenære [luft](#) er stærkt opvarmet og luften derfor stiger op i meget stor højde (dannelse af "kildeskyer", der bliver stadig større og til sidst udvikler sig til en tordenky).



Grundlæggende er den absolutte [temperatur](#) ved jordoverfladen dog ikke så afgørende som temperaturforskellen mellem de nedre og øvre luftlag i 5 til 8 km højde, om luften i højderne sætter sig i bevægelse: Når temperaturen med stigende højde aftager med mere end 0.5° per 100 meter (den [fugtadiabatiske temperaturgradient](#)), er tordenvejr der er uafhængig af årstiden i princippet mulig. Baseret på denne temperaturgradient kan der derfor også ved en jordtemperatur på $\pm 10^\circ$ C opstå lyn og toden, når blot temperaturen i 5 km højde er under $\pm 35^\circ$ C ($\pm 10 \div \{0,5 \times 50\} = \pm 35$).

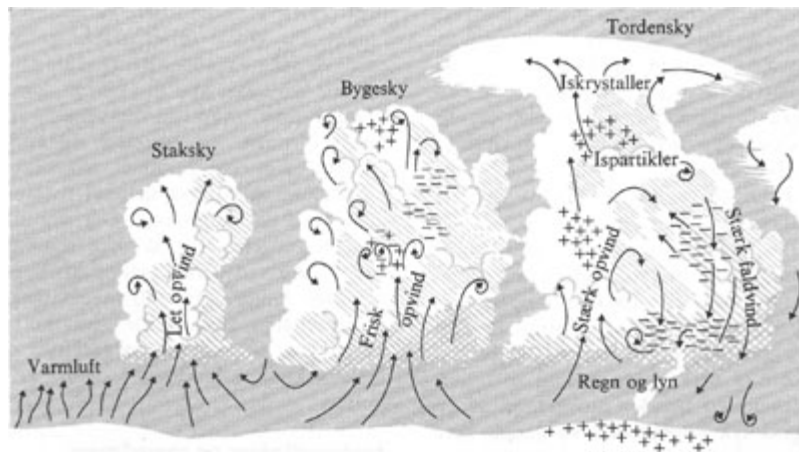
Selvfølgelig er så lave temperaturer i 5 km højde meget sjældne, og derfor er vintertorden en forholdsvis sjælden begivenhed. Om sommeren ligger temperaturen i 5 km højde i gennemsnit ved -15° C, og ved jordoverfladen behøves der derfor kun temperaturer på $+15^\circ$ C bis $+20^\circ$ C, for at der kan udvikle sig et betragteligt tordenvejr.

Tordenskyer når helt op til den øvre grænse for [troposfæren](#) i omkrin 9 km højde. Her består skyerne kun af iskristaller. De nysnævnte stærke op- og nedvinde formår selv at pakke ispartiklerne endnu mere sammen og endnu engang at sende dem opad til koldere områder. Så vokser de stadig i størrelse og kan udvikle sig til tunge [haglkorn](#). (det samme gælder for [væksten af vanddråber](#).)

For fuldstændighedens skyld skal med,, at ud over temperaturen spiller der også en lang række andre faktorer ind og er med til at bestemme, om der bliver, eller ikke bliver tordenvejr. Men en ting er sikker: tordenvejr er uafhængig af årstiderne.

Lyn- og tordenvejr

Partiklerne i en lyn- og [tordensky](#) bliver via stærke op- og nedvinde hvirvlet gennem [skyen](#). Derved gnider partiklerne mod hinanden og bliver elektrisk ladede. De mindste og letteste, mest positiv ladede partikler samler sig i den øverste del af skyen, de tungere negativt ladede partikler i den nederste del. Som følge heraf opbygges der inde i skyen og mellem skyen og jorden et spændingsfelt på nogle hundrede millioner Volt, der tilsidst kortsluttes med et gevaldigt smeldende lynglimt.



[Luften](#) i lynkanalen ophebes på få sekunddele til omkring 30.000° [Celsius](#), hvorved den udvider sig eksplosionsagtigt. Denne udvidelse forplanter sig kugleformede bølger (bølgerne er i princippet ikke andet end "mekaniske" bølger i luft, der når vore trommehinder og ved deres [frekvens](#) og intensitet for det menneskelige øre lyder som et mægtigt brag). Den eksplosionsagtige udvidelse af luften høres som høje tordenbrag (eller under stor afstand som en dump rullende lyd).

Lynets lysglimt breder sig i luft med 300.000 km/sekund (lysets hastighed), de kugleformede trykbølger derimod kun med omkring 300 Meter/sekund. Ud fra tidsforskellen mellem blinket fra lynet og det efterfølgende tordenbrag, kan man dermed beregne afstanden til lyn- og tordenvejret. (Antallet af sekunder mellem lynet og tordenbulderet ganger man med lydbølgernes hastighed på 300 meter per sekund. Dermed får man et rimeligt skøn over afstanden til uvejret).

Verden over er der dagligt omkring 45.000 lyn. Hvert lyn producerer en strømstyrke på mere end 100.000 Ampère. Den maksimale strømstyrke i et lyn er dog kun tilstede i nogle få milliontedele af et sekund, det er derfor at et lyn på trods af sit uhyre indhold på 10 Milliarder Kilowatt (Produkt af spænding og strømstyrke) i den sidste ende kun levere nogle ganske få kilowatt-timer elektrisk energi.

Skyer

En sky er en for det menneskelige øje synlig del af de ispartikler eller sky-[dråber](#) der svæver i [luften](#). Disse dråber er maksimalt 0.1 millimeter store. Er de større er der tale om regndråber. I en sky er der indeholdt omkring 10^8 skydråber per m^3 .

Ligger [temperaturen](#) i skyen under $\div 12^{\circ}$ [C](#), taller man om en blandingsky, hvor der forekommer ligeså meget frossen som flydende vanddeles. Ligger temperaturen under $\div 35^{\circ}$ [C](#), er det en issky. Meget højtliggende skyer (Cirrus i 8000 m højde) er isskyer.



Temperatur, Temperatur-skalaer

(fra lat. *temperatura* = passende blanding) Et mål for et stofs [varmetilstand](#).

Der findes forskellige temperaturskalaer, der har forskellige fikspunkter og også forskellige inddelinger: [Celsius](#), [Fahrenheit](#), [Kelvin](#), [Reaumur](#) er de mest kendte.

I naturvidenskaberne benytter man Kelvin. Men også Celsius er anvendelig. Fahrenheit-skalaen bliver stadig benyttet i Storbritannien og i USA omend i stadigt mindre omfang.

**Omregn
temperaturen**

Indtast temperaturen i et af felterne for at beregne de andre. Nulstil inden en ny beregning.

Celsius:

Fahrenheit:

Kelvin:

Reaumur:

Varme

Fysisk defineres varme som summen af [molekylernes](#) og [atomernes](#) bevægelsesenergi i et legeme.

Når det iagttagne legeme ikke har en [temperatur](#) på 0°K , er molekylerne og atomerne i en sitrebevægelse. Sitrebevægelserne - de **Brownske bevægelser** - er større jo højere temperaturen den er.

Sitrebevægelser er det samme som bevægelsesenergi.

Molekyle

Et molekyle er en fast bundet og afgrænset forbindelse af mindst to [atomer](#), der ikke bære nogen ladning.

For eksempel: to iltatomer (O) forbinder sig til O_2 , vand er et molekyle med sammensætningen H_2O , det består altså af et iltatom (O) og to brintatomer (H), og [kuldioxid](#) CO_2 består af et kulstofatom (C) og to iltatomer.

Atom

Atomer er betegnelsen for de kemisk mindste dele af [grundstofferne](#). Guldatomet (kemiske betegnelse: Au) er f.eks. det mindst stykke metal, der stadig bærer navnet guld, det kan ikke yderlige deles og stadig være guld.

Atomernes forskellige indre opbygning er årsagen til, at der findes forskellige [grundstoffer](#). Atomer består af **elektroner** (negativ ladning), **protoner** (positiv ladning) og **neutroner**.

Antallet af protoner i atomkernen bestemmer navnet på atomet. Brint (H) har en proton, ilt (O) har otte. Normalt indeholder et atom samme antal elektroner som protoner (så atomet er hverken positiv eller negativt ladet). I naturen findes der også **ioner**, der har en ladning: positiv, når der er færre elektroner end protoner i et atom, negativ ved et større elektronantal.

Atomer kan forbinde sig til [molekyler](#). Ilt kan forekomme som et enkelt iltatom (O), men forekommer hyppigst som O₂ eller O₃ ([ozon](#)).

Grundstoffer (kemiske)

Kemiske grundstoffer er grundstenene, som hele den samlede materie - "stoffet" - er opbygget af.

Et grundstof består af [atomer](#), der alle har det samme antal protoner i kernen. På trods af verdens mangfoldighed er der kun 90 naturligt forekommende grundstoffer.

90% af jordskorpens masse består af følgende fem grundstoffer:

Grundstof	Kemisk tegn	Antal protoner i kernen
Ilt	O	8
Silicium	Si	14
Aluminium	Al	13
Jern	Fe	26
Calcium	Ca	20

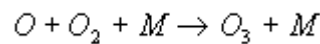
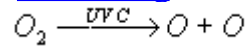
Over 90% af menneskets legeme består kun af tre grundstoffer: Ilt (Oxygen), kulstof (Carbon) og brint (Hydrogen).

Grundstof	Kemisk tegn	Antal protoner i kernen
Ilt	O	8
Kulstof	C	6
Brint	H	1

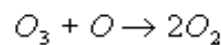
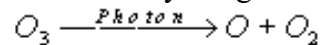
Ozon (O₃)

Ozon er et [molekyle](#), der består af tre ilt-atomer og betegnes med den kemiske formel O₃. Den kan dannes på to måder:

1. I en højde på ca. 30 km under indvirken af [UV-stråling](#). Her dannes [ozonlaget](#):

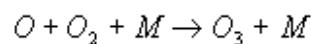
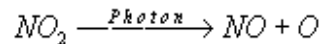


UVC står for en [foton](#) med en [bølgelængde](#), der er mindre end 0.24 [µm](#), kaldes undertiden [UV C-stråling](#). Denne foton bliver [absorberet](#), og energien bliver brugt til at fraspalte ilt (O). Dette O reagerer med et iltmolekyle (O₂) til O₃. *M* står som stedfortræder for en såkaldt katalysator, der indgår i processen som den fremmer, når reaktionen er tilendebragt findes katalysatoren uændret tilbage og i uændret mængde. I dette eksempel er katalysatoren kvælstof (N₂). Samtidig foregår der også en ozonnedbrydning:



Fotonen skal her have en bølgelængde, der er mindre end 1.2 µm. Et iltatom (O) bliver fraspaltet et ozonmolekyle (O₃) og reagerer med et andet ozonmolekyle så der dannes to iltmolekyler (O₂). Ozondannelse og ozonnedbrydning er i ligevægt med hinanden. Ozonlaget absorberer en stor del af den livsfarlige [UV-stråling](#) og muliggør herved livet på jorden.

2. Tæt ved jordoverfladen: Ved tilstrækkelig stærk solstråling kan et iltatom (O) fraspaltes fra kvælstofdioxid (NO₂). Dette enlige [atom](#) reagerer under indflydelse af et katalysator (*M*) med et iltmolekyle (O₂) til et ozonmolekyle.



Ozon nær jordens overflade er selv i små koncentrationer skadeligt for mennesker og dyr, da det er meget reaktionsdygtigt og let angriber slimhinderne. En forhøjet ozonkoncentration kan føre til skader på åndedrætssystemet. Mennesker med kredsløbssygdomme er udsat for en forhøjet belastning. Ved stærk ozonbelastning skal alle kropslige aktiviteter ændres til de færrest mulige. Man taler ved høje ozonkoncentrationer om [smog](#).

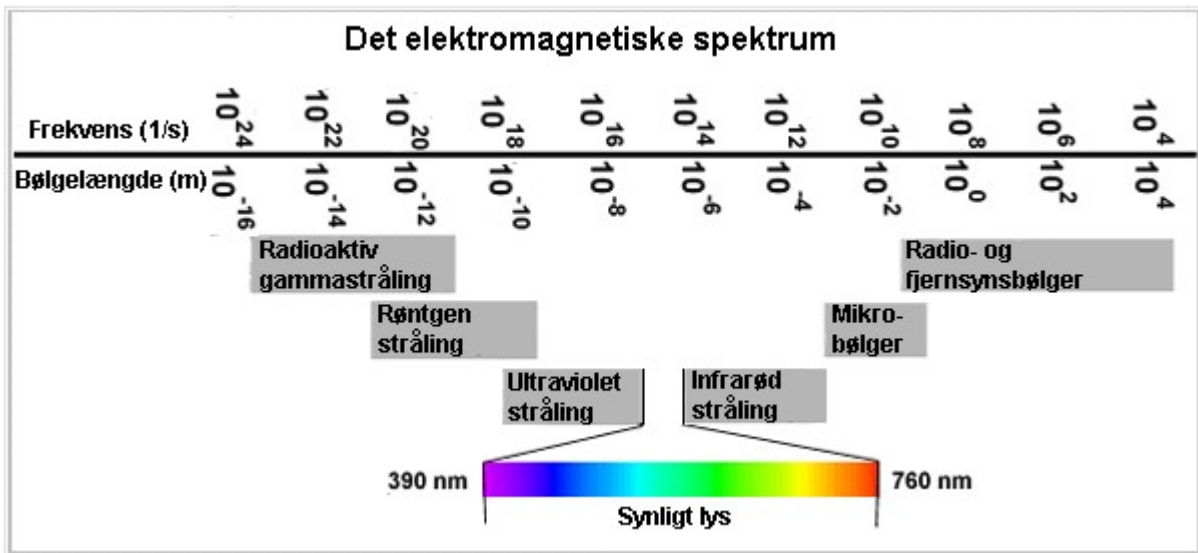
Ultraviolet stråling (UV-stråling)

Ultraviolet [stråling](#) er elektromagnetisk stråling med bølgelængder fra 0.001 [µm](#) til 0.4 [µm](#). Man inddeler UV-strålingen i følgende underområder.

Betegnelse	Bølgelængde
EUV, ekstremt kortbølget	0.001 - 0.100 µm
UV C	0.100 - 0.280 µm
UV B	0.280 - 0.315 µm
UV A	0.315 - 0.400 µm

EUV- og UVC-stråler er skadelige for livet på jorden. [Ozonlaget absorberer](#) dog en stor del af denne del af solens ultraviolette stråler.

Stråling



Stråling er [energi](#)transport ved hjælp af elektromagnetiske bølger. Energi, der bliver transporteret på denne måde, behøver ikke nogen materiel "bærepose", og den kan derfor gennemtrænge det lufttomme rum. Den kan derfor transporteres fra det ene himmellegeme til det andet.

Strålingen kan fysisk beskrives ved hjælp af [bølgelængde](#) (λ) og [frekvens](#) (ν). Formlen, der sammenknytter begge størrelser, lyder:

$$\lambda = \frac{c_0}{\nu}$$

hvor c_0 er lysets hastighed ($= 2.998 \cdot 10^8$ m/s).

Man inddeler strålingsspekteret efter bølgelængde (se grafikken til venstre) henholdsvis efter frekvensen.

Det er heldigvis sådan, at den største energimængde jorden modtager fra [Solen](#) er [kortbølget](#) strålingsenergi. Hvorimod al den energi, der [udstråler](#) fra jorden og [atmosfæren](#), ligger i det [langbølgede område](#). Denne kendsgerning benytter man sig af, når man beregner [jordens strålingsbalance](#).

Energi

Energi kan defineres som evnen til at udføre et arbejde.

Energi optræder i en række forskellige former, der alle kan måles i sammenhed: [joule](#).

I [meteorologi](#)en interesserer vi os mest for elektromagnetisk energi, eller som den også kaldes: [stråling](#), som er energitransport ved hjælp af elektromagnetiske bølger.

I lys optræder den elektromagnetiske energi som [foton](#)er (energikvanter).

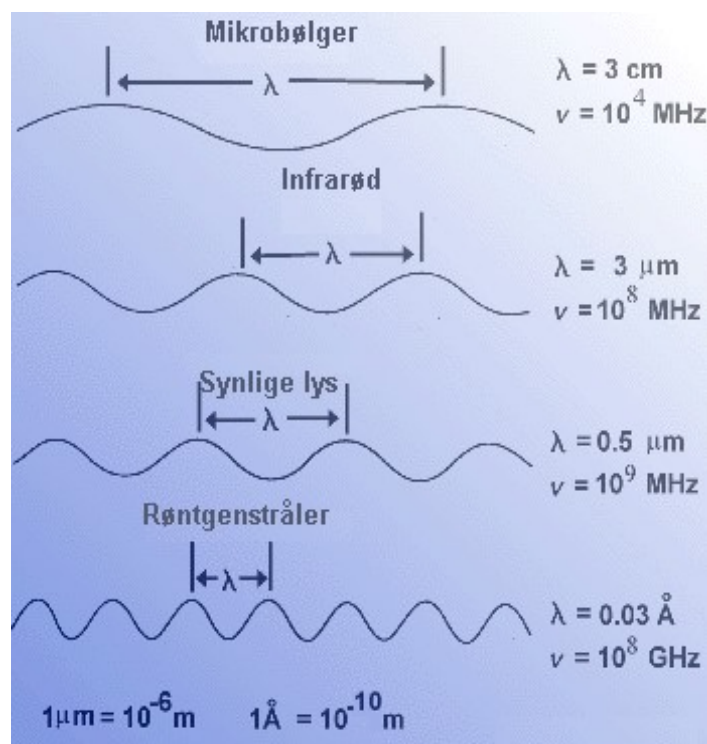
Bølgelængde og frekvens

Man betegner afstanden mellem to på hinanden følgende bølgetoppe som bølgelængden. Denne længde kan angives i meter, [nanometer](#), [mikrometer](#), eller som i grafen i Ångstrøm (Å). Som symbol for bølgelængden bruges ofte det græske bogstav lambda λ . Den reciproke værdi $1/\lambda$ betegnes som *frekvensen* (ofte ν).

[Frekvensen](#) angiver hvor mange bølgetoppe der passerer et fast observationspunkt per sekund. Den anvendte enhed er "per sekund" (s^{-1}). Bølgelængde og frekvens har følgende sammenhæng:

$$\lambda = \frac{c_0}{\nu}$$

Hvor c_0 er lysets hastighed, dvs. den hastighed hvormed lys bevæger sig i det absolut lufttomme rum. ($= 2.998 \cdot 10^8$ m/s).



[Stråling](#) bliver f.eks. beskrevet ved hjælp af bølgelængden og/eller ved frekvensen. Også lyd kan forklares som bølger, dvs. trykbølger.

Nanometer (nm)

Nanometer er en enhed til angivelse af længde. [SI-enheden](#) er meter. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, dvs en milliardedel meter.

SI-enheder

Man betegner basisenhederne i det internationale enhedssystem som SI-enheder. Navnet kommer fra det franske "Système International d'Unités." SI blev etableret ved *Den almene konference over vægt og masse (Meter-overenskomsten den 20. maj 1875)*.

Systemet forvaltes og videreudvikles i dag af *Bureau International des Poids et Mesures* in Sèvres (Frankrig). *International Standardization Organization (ISO)* men også *International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP)* koordinerer internationale anbefalinger for brugen af SI, der så fastlægges på nationalt plan i de enkelte lande (i Tyskland sker det via *Deutsche Industrienorm DIN*, som også bruges i Danmark).

SI består af følgende basisenheder:

Basisstørrelse	Navn	Tegn
Længde	Meter	m
Masse	Kilogram	kg
Tid	Sekund	s
elektrisk strømstyrke	Ampere	A
termodynamiske temperatur	Kelvin	K
Stofmængde	Mol	mol
Lysstyrke	Candela	cd

Herudover kan der fra basisenhederne ved multiplikation eller division afledes yderligere enhedsværdier: f.eks.: m/s^2 for acceleration, m/s for hastighed, [Joule](#) for energi eller [Newton](#) og [Pascal](#) for [kraft](#) og [tryk](#).

Tid

Tid er et fundamentalt begreb i vores erkendelse, og som alle fundamentale begreber som fx. *rum*, *længde* og *bevægelse* kan det ikke defineres entydigt. På trods af den manglende definition kan vi i de forskellige dagligdags situationer let anvende begrebet på en entydigt, korrekt måde.

Sekund

Grundenhed for [tid](#) med symbolet s i [SI-systemet](#).

Tidligere var sekundet baseret på Jordens rotation og defineret som brøkdelen $1/86400$ af middeldøgnet. Variationer i denne størrelse, der hovedsagelig skyldes nedbremsning af jordrotationen pga. tidevandet og ændringer i Jordens inertimoment med årstiderne, førte til en revideret tidsdefinition i 1956 baseret på Jordens rotation omkring Solen.

I 1967, dvs. kun 11 år senere, forlod man også denne tidsdefinition og erstattede den med *den atomare definition*, der er defineret som varigheden af 9.192.631.770 perioder af strålingen fra *caesium-133-atomet* ved overgangen mellem grundtilstandens to strukturniveauer med kvantetallene henholdsvis $F = 4, m_F = 0$ og $F = 3, m_F = 0$.

De mest præcise atomure har i dag en nøjagtighed på under 10^{-14} svarende til et tab på 1 sekund i løbet af 3 millioner år. Mere end 200 atomure verden over indgår i etableringen af den internationale atomtid, TAI, der blev indført i 1972.

I praksis anvendes *den koordinerede universaltid*, [UTC](#), som bygger på TAI, men hvor UTC justeres med skudsekunder, når afvigelsen til middelsoldøgnet er større end 0,9 s.

I Danmark hentes tidssignaler normalt fra den tyske DCF77-sender og fra de amerikanske navigationssatellitter (GPS).

Ampere (A)

Enheden for elektrisk strømstyrke i [SI-systemet](#). Symbolet er A.

"Hov lektor Roholt! Hvad er egentlig en ampere?"

Tja.. når du nu spørger så hør her:

Ampere er defineret som strømstyrken af en konstant elektrisk strøm, der - når den løber i to parallelle, uendeligt lange ledere med forsvindende lille cirkulært tværsnit, som har en indbyrdes afstand på 1 meter og er anbragt i det tomme rum - bevirker, at den ene leder påvirker den anden med en kraft på 2×10^{-7} [newton](#) for hver meter.

Kelvin (°K)

[Temperatur](#)skala indført af den britiske fysiker *William Lord Kelvin of Largs* (1824 - 1907).

Han fastlagde skalaens nulpunkt ved det absolutte nulpunkt. Det [absolutte nulpunkt](#) ligger der hvor middel bevægelsesenergien for alle [molekyler](#) er faldet til nul. Det sker ved $-273,15^\circ$ [Celsius](#). Kelvin er en [SI-enhed](#).

For omregning gælder:

$$K = C + 273,15$$

$$C = K - 273,15$$

"C"; står for temperaturen i ° Celsius, "K" for temperaturen i ° Kelvin.

**Omregn
temperaturen**

Indtast temperaturen i et af felterne for at beregne de andre. Nulstil inden en ny beregning.

Celsius:

Fahrenheit:

Kelvin:

Réaumur:

Absolut nulpunkt

Den laveste temperatur der kan forekomme er $0^{\circ}\text{K} = -273,15^{\circ}\text{C}$, ved hvilken et stofs [molekyler](#) er i fuldstændig ro.

Joule (J)

Joule er en enhed, hvormed man angiver [energi](#) og arbejde (Der udføres et arbejde når et legeme forskubbes af en kraft).

Joule afledes af [SI-enhederne](#) kg, m og s: $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{N} \cdot \text{m}$

Newton (N)

Efter fysikeren *Sir Isaac Newton* benævnte [SI-enhed](#) for [kraft](#). 1 N svarer til den kraft, der forøger hastigheden af (accelererer) et legeme med en masse på 1 kg med 1 m/s². $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$.

Kraft

Enhver vilkårlig årsag, der ændrer et legemes hvile- eller bevægelsestilstand, er en kraft. Enhver kraft har en styrke og en retning. Den beregnes som kraft = masse · acceleration. Enheden, hvormed man angiver kraften, er [Newton](#).

Pascal (Pa)

Pascal, forkortet Pa, er en enhed, hvormed man angiver [lufttrykket](#). Den kan afledes af [SI-enhederne](#) meter og [Newton](#): $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

I [meteorologien](#) bliver trykket mest angivet i [hPa](#). Denne enhed har afløst den tidligere benyttede [mbar](#). Pascal er opkaldt efter *Blaise Pascal* (1623 - 1662), en fransk filosof, matematiker og naturvidenskabsmand.

Lufttryk

Med lufttrykket (luftens tryk) mener man det [tryk](#), som massen af en [luftsøjle](#) (der når fra målepunktet til det yderste punkt i [atmosfæren](#)) udøver på en plan flade under påvirkning af jordens tyngdekraft.

Der findes forskellige enheder hvormed man kan angive luftens tryk:

I [SI-enheder](#): $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$

I [meteorologi](#): [hPa](#), hvor $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$

Ældre enheder: $1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$

Yderligere enheder:

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100\,000 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$
 $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1013.25 \text{ hPa} \approx 760 \text{ mmHg}$
 $1 \text{ torr} = 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$
 $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} \approx 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$

Ved en trykforskel (Δp) i Pa mellem to steder der ligger næsten lige ovenover hinanden (f.eks. på et bjerg) kan højdeforskellen (Δh) i meter beregnes ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$):

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho g}$$

For tætheden ρ kan som en tilnærmet værdi indsættes 1 kg/m^3 .

Forudsætning: Begge trykmålinger skal helst tages på samme tidspunkt (f.eks. samme tid om morgenen), da de ellers vil påvirke trykændringerne i stor målestok (f.eks. et [lavtryk](#)).

Tryk

Tryk defineres som [kraft](#) per fladeenhed. Man dividerer kraften, der virker vinkelret på en flade med arealet af denne flade. [Luftryk](#) måles med et [barometer](#). Følgende enheder anvendes:

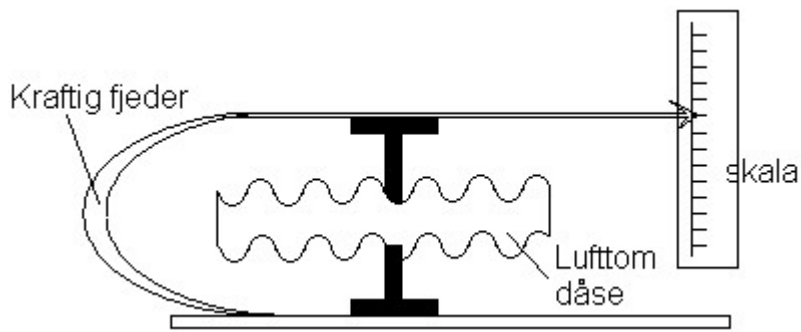
I [SI-enheder](#): $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$

I [meteorologien](#): [hPa](#), hvor $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$

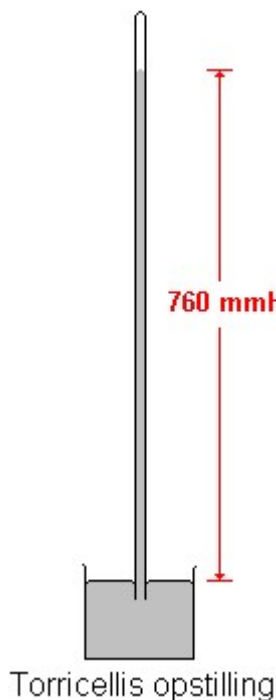
Ældre enheder: $1 \text{ millibar} = 1 \text{ hPa}$

Yderligere enheder: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100\,000 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$
 $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1013.25 \text{ hPa} \approx 760 \text{ mmHg}$
 $1 \text{ torr} = 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$
 $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} \approx 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$

Når kraften (og dermed trykket) virker på en gas, kan man bedst sammenligne situationen med en gasflaske: Gasparklerne i gasflasken bevæger sig med en hastighed, der er afhængig af [temperaturen](#). Af og til støder en partikkel mod flasken inderside og udover via dette stød en kraft på siden af flasken. Trykket i gasflasken kan angives med følgende formel:



$$p = \frac{N \cdot k \cdot T}{V}$$



(N = Antal gaspartikler i det givne volumen V , k = Boltzmanns konstant = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$).

Eller for en kemiker:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

(n = Antal mol af stof, R = universelle gaskonstant = $8.314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$)

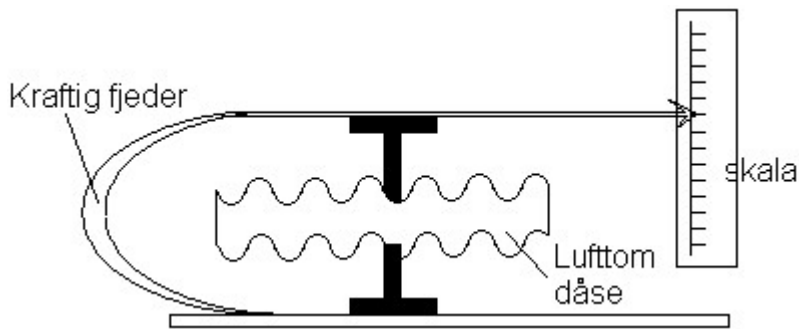
Gastrykket er altså afhængig af den temperatur og det volumen (rumfang), som gælder for gassen. Dette gælder naturligvis også for [luft](#).

Barometer

Et barometer er et måleinstrument til bestemmelse af [lufttrykket](#), som første gang blev benyttet af [Torricelli](#). Der er flere forskellige muligheder for at bestemme [trykket](#). Man kan måle formændringen af en lufttæt blikdåse (ved højt lufttryk vil den være mere sammenklemmt end ved lavt).



Formændringen kan med en viser måles på en skala. Eller man kan lave en Torrecelli opstilling. Stiger lufttrykket vil overfladen i skålen blive trykket lidt ned, og som følge heraf vil væsken i røret stige. I de fleste tilfælde er væsken der anvende kviksølv (kemisk tegn: Hg). Ved siden af røret ud for overfladen kan man anbringe en skala til aflæsning af lufttrykket.



Der er forskellige enheder hvormed man kan angive lufttrykket:

I [SI-enheder](#): $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$

I [meteorologien](#): [hPa](#), hvor $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$

Ældre enheder: $1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$

Yderligere enheder: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
 $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} \approx 760 \text{ mmHg}$
 $1 \text{ torr} \approx 133.322 \text{ Pa}$

Vejrprognoser med trykmålerredskaber

Trykværdierne på de gamle mekaniske barometre var (i overensstemmelse med [standard-atmospfæren](#)) tilpasset en bestemt vejrtype, som naturligvis kun i ganske få tilfælde var i overensstemmelse med den aktuelle [vejsituation](#). Det nede ved os herskende absolute lufttryk siger kun lidt om de vertikale luftbevægelser oven over os først ved sammenligninger med de nærmeste omgivelser kan vi få et skøn over graden af stigning og fald og om der er en vejrfrobedring eller vejrforværring i vente.

F.eks.: Et lufttryk på 1005 hPa er i princippet lavt. Men hvis der over et andet sted i Europas hersker et tryk på 990 hPa, ligger vi med et tryk på 1005 hPa rent faktisk i et [højtryksområde](#).

Foruden lufttrykket spiller også trykændringen en rolle, hvis man vil lave en vejrudsigt. Ikke mindst derfor måtte vore bedsteforældre hele tiden hen for at dunke let på barometeret for at se hvilken vej pilen flyttede sig: Ved den lette rystelse flyttede barometeret sig fra den gamle værdi til den nu herskende trykværdi og bedstefar kunne på grund af ændringen vurdere i hvilken retning vejret ville udvikles sig. Men også denne test siger kun lidt om vejrudviklingen

De nutidige avancerede trykmålere reagerer på trykændringer per tidsenhed (og - alt efter fabrikat - også på faktorer som [fugtighed](#) og [temperatur](#)). Men heller ikke disse apparater kender naturligvis til forholdene i de nærmeste og fjernere omgivelser. Et måleapparat og dets målekvalitet kan være nok så godt - men de giver kun i sjældne tilfælde et fingerpeg om vejrudviklingen.

Højtryk, højtryksområde, anticyklon

En **anticyklon** er et **højtryk**, dvs. et område med relativt højt [lufttryk](#). Områdets centrum har det højeste tryk, og er mindst omgivet af en lukket [isobar](#). Man bruger også ofte udtrykket "anticyklon". En "cyklon" er et [lavtryk](#), altså modstykket til et højtryk.

Et **højtryksområde** kan man forestille sig som en luftryg. [Luften](#), der danner denne ryg, bestræber sig på at udligne ryggen ved at glide væk fra højtrykket. På den nordlige halvkugle bliver luften på grund af [corioliskraften](#) afbøjet mod højre. Derfor strømmer luften omkring højtrykket i retning *med* uret. På den sydlige halvkugle er et højtryk omgivet af vinde, der blæser mod uret, fordi corioliskraften der bevirker en afbøjning mod venstre.

I et højtryk foregår der nedadgående bevægelser. Nedstigende luft opvarmes [adiabatisk](#), hvilket fører til en opløsning af [skyerne](#).

I den varme årstid bringer et højtryk ofte et smukt [vejr](#). I dagens løb kan der danne enkelte flade [cumulus](#)skyer ("klodeskyer"), som igen opløses om aftenen. Om vinteren fører denne nedstigningen ofte til en [jordinversion](#). Det betyder, at den overfladenære koldere luft lukkes inde af et ovenover liggende lag. Så foregår der naturligvis ingen luftudveksling sted mellem luftlagene. I industrielt udnyttede områder bliver det overflade nære lag derfor endnu mere forurenet, uden at der kan foregå nogen luftudveksling. Derved kan der dannes den berygtede [smog](#). Isobarerne omkring højtryksområder ligger længere fra hinanden end de gør omkring lavtryk. De en forklaring på dette under opslaget [gradientvind](#).

Cumulus, klode-, stak- eller blomkålsskyer

Cumulus (latin), klode-, stak- eller blomkålsskyer, er mere eller mindre optårnede, kompakte [skyer](#) med tydelige konturer og af en ret begrænset horisontal udstrækning. Inden for et større område kan man finde spredte cumulusskyer, hvis horisontale undersider (skybaser) ligger omtrent i samme højde, oftest mellem 0,5 og 1,5 km over jorden. Mens undersiden af en cumulussky er ret mørk, er den solbeskinne del af skyens overflade blændende hvid.

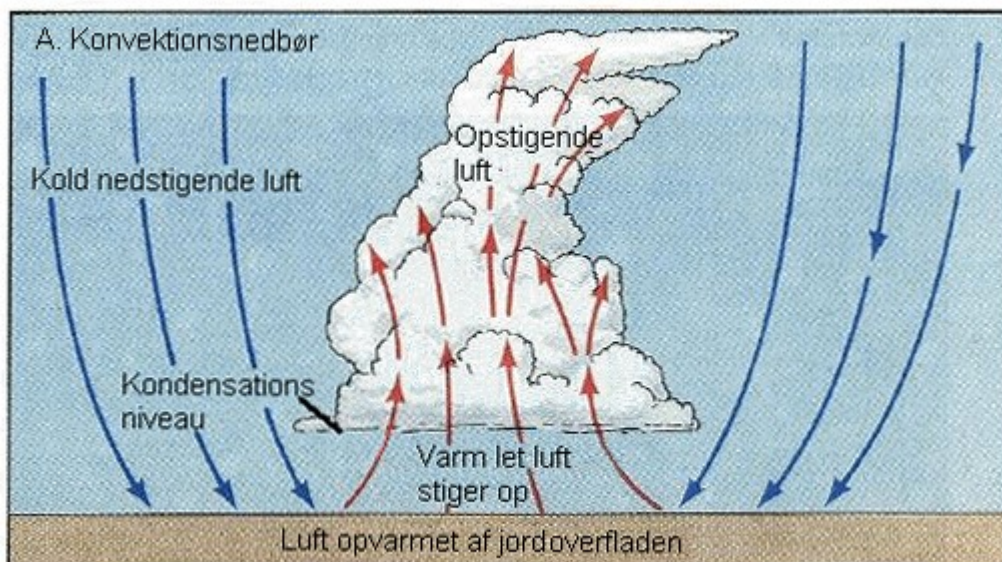
Cumulusskyerne er dannet ved [konvektion](#) i [ustabil luft](#). De består af vanddråber.



Konvektion

Med konvektion mener man i [meteorologien](#) opstigningen af opvarmet luft med samtidig nedsynkning af koldere [luft](#) i omgivelserne. Hypigst opleves konvektion i forbindelse med indstråling fra Solen og opvarmning af jordoverfladen og den jordnære luft. Hvis den opstigende luft ved afkøling når sit [dugpunkt](#), begynder der at danne sig [skyer](#). Konvektion med dannelse af torden og [lyn](#) er først og fremmest at iagttage om sommeren.

Konvektion kan også opstå, når kold luft oppe i højden skubber sig op over varm luft. Den varme luft begynder straks at sige op.



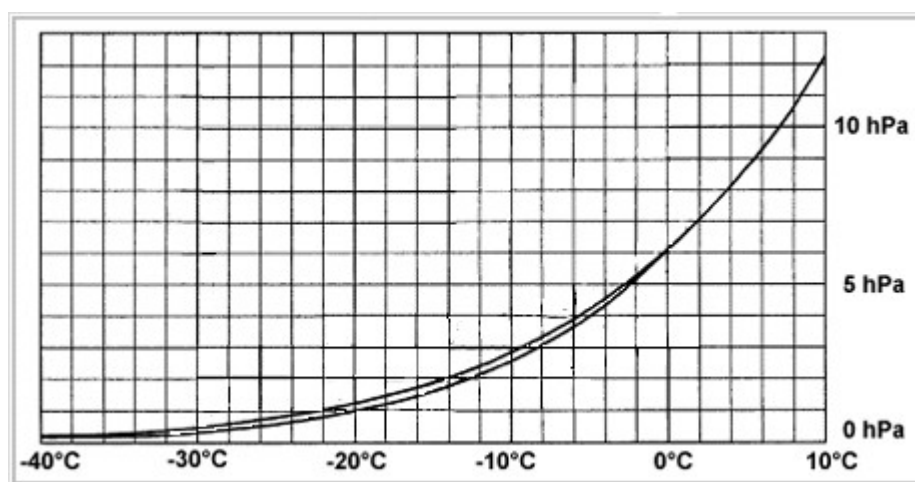
Dugpunkt

Dugpunktet er den [temperatur](#), ved hvilken [luftens](#) vanddamp bliver [mættet](#) ved afkøling under konstant lufttryk.

Dugpunktet er således enhver temperatur, som en [luftmasse](#) skal afkøles til, for at der indtræder [kondensation](#) (fortætning). Ved dugpunktet er der en [luftfugtighed](#) på 100%.

Dugpunktet kan også beregnes ud fra den [relative fugtighed](#) og temperaturen.

Haves f.eks. en relativ fugtighed på 50% og en temperatur på 0°C, kan vi af nedenstående graf se, at [mætningsdamptrykket](#) ved 0°C er omkring 6.1 [hPa](#).



Ved hjælp af formlen for den relative luftfugtighed kan man nu beregne det herskende [damptryk](#) e :

$$e = \frac{r}{100} \cdot E(T)$$

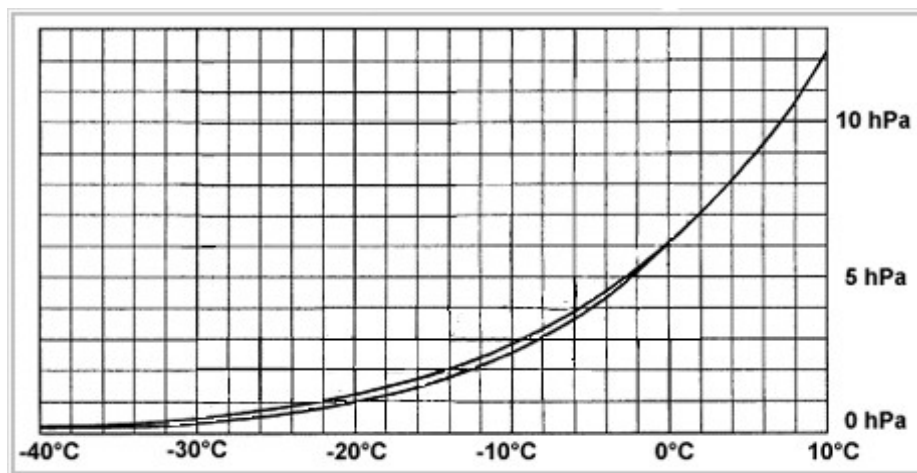
Med $E(T)$ = mætningsdamptrykket ved temperaturen T og r = relative fugtighed i %. I vores eksempel får vi et damptryk på omkring 3 hPa. I diagrammet kan vi nu aflæse dugpunktet, der hvor linien ud for 3-hPa skærer kurven (vands damptryk) kan vi bestemme temperaturen til punktet: omkring $\pm 9.5^\circ\text{C}$.

Der findes også en tilnærmet formel, hvormed man kan beregne dugpunktet (i °C) ud fra damptrykket e (i hPa):

$$r = \frac{234.67 \cdot \log e - 184.2}{8.233 - \log e}$$

Mætningsdamptryk

Det ved den givne [temperatur](#) maksimalt mulige [damptryk](#), altså det damptryk, der vil herske ved mætning. Det er afhængigt af temperaturen (varm luft kan optage mere [vanddamp](#) end kold, *mætningsdamptrykket* er dermed højere for varm [luft](#)). Da [molekylerne](#) i is er stærkere bundet end i vand, kan de også knap så hurtigt gå over og blive til vanddamp. Derfor er mætningsdamptrykket over is mindre end over underafkølet vand ved samme temperatur.



Mætningsdamptrykket kan tilnærmet beregnes med **Magnusformlen**:

$$E(T) = 6.107 \cdot 10^{\frac{a \cdot T}{b+T}}$$

E er mætningsdamptrykket i [hPa](#), T er temperaturen i [°C](#); for a og b sætter man følgende værdier ind:

Over en vandoverflade	a	b
T højere end 0°C	7.5	235.0
T lavere end 0°C	7.6	240.7
Over is	9.5	265.5

Damptryk

Med damptryk menes [vanddampenes](#) partialtryk, altså den del af [trykket](#), som andelen af vanddampe i [atmosfæren](#) udøver. Damptrykket er en [fugtmasse](#) og kan beregnes med formelen:

$$e = \rho_d \cdot R_d \cdot T$$

hvor

e = damptryk i [Pa](#)

ρ_d = [vanddamptæthed](#) i kg/m^3 ,

R_d = individuel gaskonstant for vanddamp = $461.5 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

T = [temperatur](#) i K

Damptrykket over en isflade er mindre end over en vandoverflade ved samme temperatur. Derfor vil ispartiklerne i en [sky](#), hvor vand og is findes sammen, vokse på bekostning af [vanddråberne](#). I is er de enkelte [molekyler](#) stærkere bundet end i vand. De har altså sværere ved at forlade isoverfladen end molekylerne på en vandoverflade. Det har til følge at der findes mere vanddamp over vand end over is, og damptrykket vil derfor være højere over vand end over is. Da det er begrænset, hvor stor en mængde vanddamp en luftmasse kan optage, findes der et [mætningsdamptryk](#).

Tryk

Tryk defineres som [kraft](#) per fladeenhed. Man dividerer kraften, der virker vinkelret på en flade med arealet af denne flade. [Lufttryk](#) måles med [barometre](#). Følgende enheder anvendes:

I [SI-enheder](#): $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$

I [meteorologien](#): [hPa](#), hvor $1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa}$

Ældre enheder: $1 \text{ millibar} = 1 \text{ hPa}$

Yderligere enheder: $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100\,000 \text{ Pa} = 1000 \text{ hPa}$
 $1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 1013.25 \text{ hPa} \approx 760 \text{ mmHg}$
 $1 \text{ torr} \approx 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$
 $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} \approx 133.322 \text{ Pa} \approx 1.33 \text{ hPa}$

Når kraften (og dermed trykket) virker på en gas, kan man bedst sammenligne situationen med en gasflaske: Gaspartiklerne i gasflasken bevæger sig med en hastighed, der er afhængig af [temperaturen](#). Af og til støder en partikkel mod flasken inderside og udover via dette stød en kraft på siden af flasken. Trykket i gasflasken kan angives med følgende formel:

$$p = \frac{N \cdot k \cdot T}{V}$$

(N = Antal gaspartikler i det givne volumen V , k = Boltzmanns konstant = $1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$).

Eller for en kemiker:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

(n = Antal mol af stof, R = universelle gaskonstant = $8.314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}$)

Gastrykket er altså afhængig af den temperatur og det volumen (rumfang), som gælder for gassen. Dette gælder naturligvis også for [luft](#).

Luftmasse

Sammenhængende område i [atmosfæren](#) med relativt ensartede [meteorologiske](#) egenskaber.

Dannes, når [luften](#) forbliver over et geografisk stort ensartet område i længere tid, som det f.eks. er tilfældet med de store stationære [højtryksområder](#).

Relative fugtighed eller fugtighedsgraden

Ved den **relative fugtighed** eller fugtighedsgraden forstås forholdet mellem den faktisk tilstedeværende dampmængde i luften og den dampmængde, der ville være til stede i tilfælde af mætning ved samme temperatur over en plan flade af rent vand.

Kort sagt: den relative fugtighed er forholdet mellem det i luften herskende damptryk og mætningsdamptrykket. Det giver luftfugtigheden i procent ved formlen:

$$r = 100 \cdot \frac{e}{E(T)}$$

hvor r = relative fugtighed i %

e = damptrykket

$E(T)$ = mætningsdamptrykket

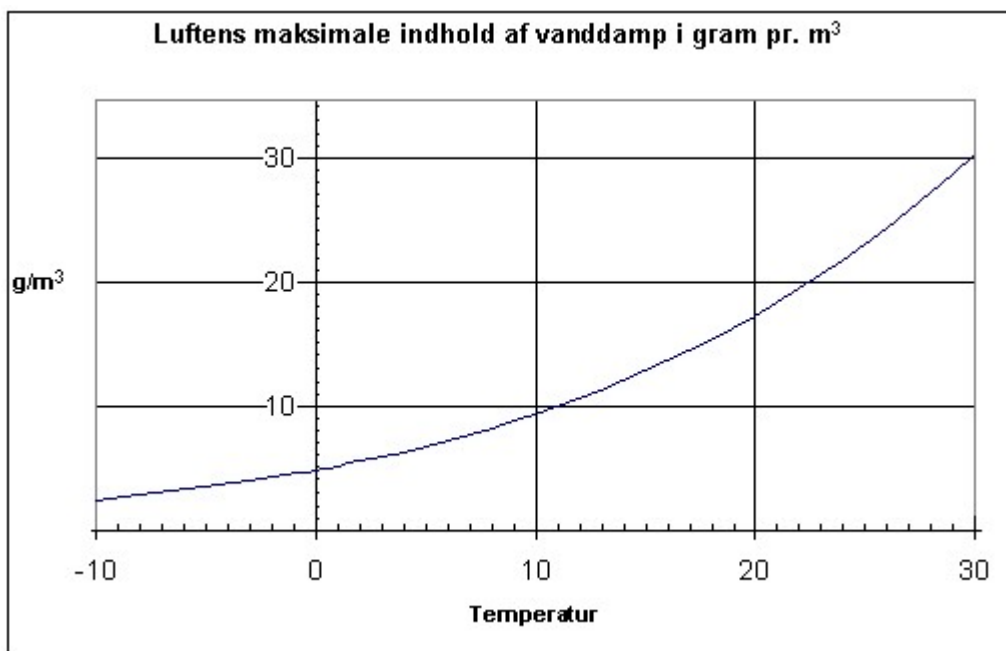
Hvis vanddampen i en luftmasse er mættet er $e = E(T)$ og dermed er $r = 100\%$. Det er meget nær tilfældet i tåge og skyer, men i almindelighed er luftens vanddamp ikke mættet, og r er da mindre end 100%

Fugtighedsgraden

Fugtighedsgraden (den relative fugtighed) er forholdet mellem den mængde vanddamp, der er i luften, og den mængde, der ville være deri, hvis luften var mættet med vanddamp ved den samme temperatur.

Fugtighedsgraden opgives ofte i procent.

Se en uddybning af fugtighedsgraden under den relative fugtighed.



Kurven angiver luftens maksimale indhold af vanddamp - angivet i gram pr. m³ fra $\pm 10^\circ$ til $+30^\circ\text{C}$

Tåge

Når der sker en [kondensation](#) af fugtmættet [luft](#), så taler man om **tåge**.

Tåge er egentlig en [sky](#). Ofte definerer man derfor tåge som en sky, der ligger på jorden. Efter måden den opstår på, taler man om følgende tågeformer:

- [Strålingståge](#): Om natten når temperaturen på grund af udstrålingen falder under [dugpunktet](#), foregår der en kondensation.
- [Advektionståge](#): Hvis varm fugtig luft skubbes henover en køligt underlag, kan der indtræde kondensation.
- [Orografisk tåge](#): Strømmer fugt luft op over en klippeafsats og bliver afkølet under dugpunktet opstår der orografisk tåge.
- [Blandingståge](#): Når kold luft kommer i berøring med varme fugtige overflader, kan der opstå tåge.
- [Smog](#)

Tåge har en selvforstærkende virkning: Den har en meget høj [albedo](#); op til 90% af den indkomne energi bliver tilbagekastet. Dermed bliver der kun en lille smule tilbage til opvarmningen, som ellers kan få tågen til at forsvinde.

Smog

Smog er et kunstord, sammensat af de to engelske begreber **Smoke** (røg) og **Fog** ([tåge](#)). Det betegner en stærkt forhøjet koncentration af stoffer der er skadelige for vore luftveje. Smog optræder især over industrielle områder eller store byområder, hvor der optræder ugunstige [meteorologiske](#) betingelser (ingen udskiftning af [luften](#) i en længere tidsperiode).

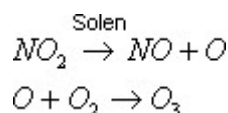


Smog i Beijing, Kina 2001

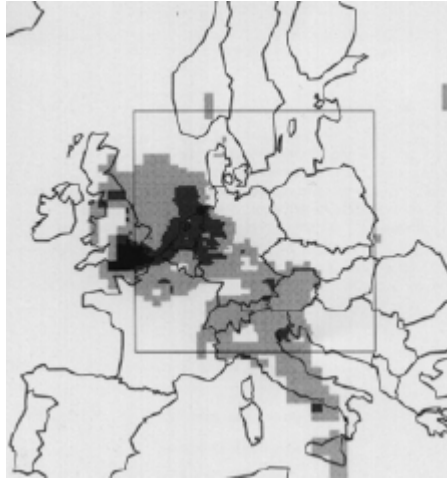
Man skelner mellem to typer af smog:

London-Smog er en tåge der især er rig på sod og svovldioxid, der især dannes på våde vinterdage og forstærkes om natten.

For at danne **Los-Angeles-Smog** kræves der stærk indstråling fra Solen kombineret med en forhøjet koncentration af kvælstofoxider ("nitrose gasser"). Via en fotokemisk reaktion (under indvirkning af [Solen](#)) dannes der først og fremmest [ozon](#), der river i åndedrættets slimhinder. Den kemiske reaktion over forløbet er:



Smog kan føre til alvorlige åndedrætssygdomme. Kredsløbsygdommer er også en øget risiko. Ved forhøjede ozon-tal skal den legemlige belastning begrænses mest muligt.



[Ozonkoncentrationen](#) over Vesteuropa en sommerdag i juli

Solen

Solen, der er stjernen i centrum af vores solsystem, er en blandt 10^{11} stjerne, der findes i vores galakse - Mælkevejen.

Den er hovedenergikilden for [Jordens klima](#) og dermed årsagen til [vejret](#). Den samlede udstråling fra Solen er beregnet til $3.85 \cdot 10^{26}$ W. Energien, der rammer Jorden efter en rejse på $149.5 \cdot 10^6$ km, er dog kun på 1368 W/m^2 (**solkonstanten**).

Solens masse er: $1.99 \cdot 10^{30}$ kg (til sammenligning er Jordens masse = $5.977 \cdot 10^{24}$ kg)

Middeltætheden er: $1.41 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ (Jordens tæthed: $5.52 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)

Effektive [temperatur](#): $5780 \text{ }^\circ\text{K}$

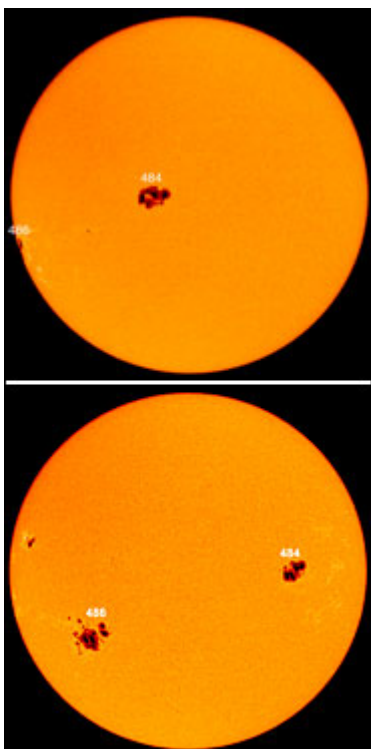
Fotosfærens radius: $6.96 \cdot 10^8$ m (Jordens radius: $6.38 \cdot 10^6$ m, til sammenligning er middel Jord-Måne-afstanden: $3.84 \cdot 10^8$ m)

Solen består af [grundstofferne](#) Brint (H), Helium (He), Lithium (Li), Beryllium (Be), Kulstof (C), kvælstof (N) og oxygen (O).

Energifrigørelsen i Solen sker ved kernefusion. Uden om kernen findes solens kappe, et tykt lag hvor energien fra kernen ved konvektionsstrømme transporteres ud på Solens overflade. Solens kappe er ud af til afgrænset af fotosfæren, der af vores øjne opfattes som den egentlige solskive. Over fotosfæren findes kromosfæren og koronaen.

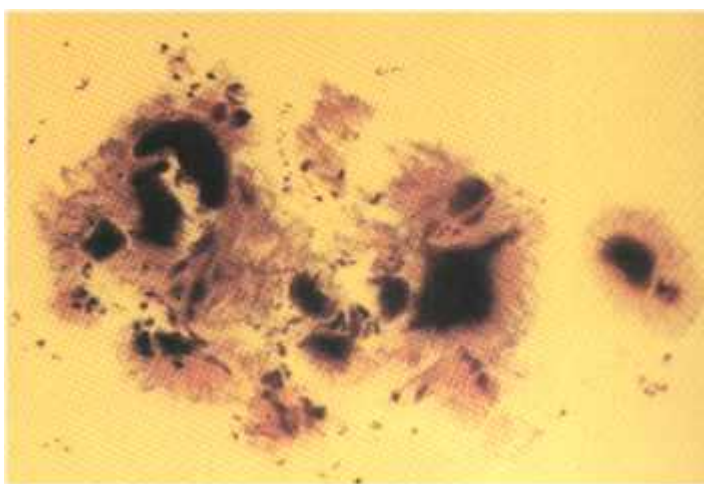
Et interessant fænomen på Solen er [solpletterne](#).

Solpletter



Forekomsten af solpletter er en af de ældste iagttagelser af Solens overflade som mennesket har gjort. En solplet har en forholdsvis kølig overflade sammenlignet med den øvrige del af [Solen](#). Midten af plettet (umbra) har en tydeligt mørkere farve end omgivelserne. Den er omgivet af en noget mørkere flade (penumbra). Denne penumbra er igen omgivet af en noget lysere zone (facula).

Umbra har en [temperatur](#) på et sted mellem 4.000 - 4.500 °K, penumbra 5.400 °K og facula er 6.500 °K varm. Solpletter har et meget kraftigt magnetfelt. Solpletterne er områder med reduceret



konvektion i Solkappen. En solplet eksisterer omkring en uge.

I perioder med forhøjet aktivitet har Solen flere pletter og det selv om overfladetemperaturen i solpletterne er lavere end den øvrige solskive. Den øgede aktivitet ses på Solens corona. Derfor kan et øget antal solpletter korreleres med udstråling af mere solenergi. Hver 11. år har solen et solplettemaksimum. [Jorden](#) modtager da 1 W/m² mere [stråling](#) end ellers.

Solpletter optaget i oktober 2003, da der var et voldsomt udbrud på Solen. Den magnetiske storm ramte Jordens magnetfelt 17 timer senere og gav anledning til et meget stort [nordlys](#).

Jorden

Radius ved polerne	6.356,631 km
Radius ved ækvator	6.378,099 km
Overfladeareal	510.100.779 km ²
Omkreds ved ækvator	40.076,594 km
Landoverfladen	29,1%
Vandoverfladen	70,8%
Vægt	5.976 trillioner tons
Middelfastand fra Solen	149,5 millioner km
Nærmest 1. januar	147,0 millioner km
Fjernest i juli	152,0 millioner km
Omløbstid	365,2422 døgn
Hastighed	29,76 km/sek

Nordlys og sydlis

Nordlys (*aurora borealis*) og sydlis (*aurora australis*) er lysfænomener i [atmosfæren](#), som især kan iagttages i de polare områder.



Nord og sydlis dannes i højder mellem 90 km og 300 km. Det sker når energirige protoner og elektroner, der er udsendt fra [Solen](#), rammer [atmosfærens molekyler](#) og bogstaveligt talt slår dem op i en højere, men ustabil energitilstand. Molekylerne falder hurtigt tilbage til deres grundtilstand under udsendelse af lys.

Lyset udsendes som vist på billedet i forskellige [bølgelængder](#). De røde og gulgrønne farver stammer fra energirige oxygen-atomer, når de falder tilbage til den mere energifattige grundtilstand, og de mere kortbølgede stråler, som er blålige i farven, udsendes af kvælstofmolekylerne, når de atter falder til ro.

Klima

Ordet klima er græsk og betyder *hældning*. Hermed refereres der til jordaksens hældning i forhold til jordbanens plan rundt omkring [Solen](#).

I sin nuværende betydning er klima et langt mere sammensat begreb: klima er nemlig middeltilstanden af [atmosfæren](#), hydrosfæren og biosfæren på et bestemt sted. Som minimumstidsrum for indsamling af troværdige data bruges der en 30-årig periode (normalperioden). Den sidste normalperiode, som vi benytter i dag, er perioden 1961-1990. På den måde bliver tilfældigheder, der skyldes kortvarige udsving i [vejret](#) gensidigt ophævet.

Se [Danmarks klima](#) år 2000 fra DMI.

Vejret

[Atmosfærens](#) fysiske tilstand på et bestemt sted til et bestemt tidspunkt betegnes som stedets vejr. Denne tilstand beskrives ved hjælp af fysiske størrelser som [tryk](#), [temperatur](#) eller [vindstyrke](#).

Vejret udspiller sig i [troposfæren](#), atmosfærens nederste lag. Betragter man vejret over et større tidsrum taler man om [klima](#). Taler man om vejret i løbet af nogle dage og måneder op til et år mener man [vejrliget](#).

Vejrlig

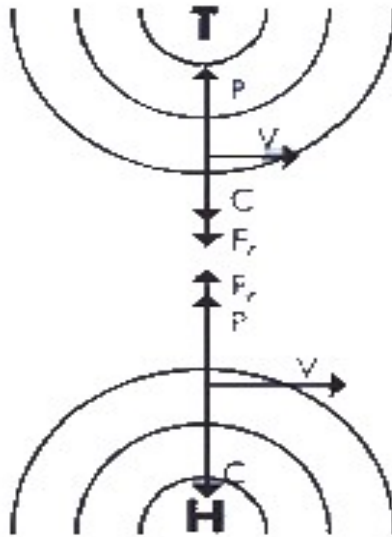
Ved vejrlig forstår man karakteren af det almindelige gennemsnitlige vejr iagttaget over et bestemt tidsrum fra en dag til omkring et års tid. Vejrlig er således en mellemting mellem [vejr](#) og [klima](#)

Vind: Opståen og forudsigelse

Vind er [luft](#) i bevægelse.

Luft sætter sig i bevægelse, når der hersker en tryk[gradient](#), og hvor [atmosfæren](#) derfor bestræber sig på så godt som muligt at udligne denne [tryk](#)forskel: Et [højtryksområde](#) opbygges, luften strømmer væk fra højtrykket, og et [lavtryksområde](#) bliver derved udfyldt. Denne "strømmen afsted" af luften er vind.

I tilfælde af at luften ikke fremmet eller bremset, er følgende kræfter i ligevægt:



C: Corioliskraften; F_z : Centrifugalkraften; P: Trykgradientkraften; v: Vindretning og vindstyrke

1. **Trykgradientkraften (P)** får luftpartiklerne til at strømme fra højtrykket mod lavtrykket. Den peger altid i retning af punktet med det laveste tryk.
2. **Corioliskraften (C)** afbøjer på den nordlige halvkugle alle partikler, der bevæger sig firt i forhold til jordoverfladen mod højre: Luftpartiklerne ender med at strømme rund om høj- og lavtrykkene i spiralbevægelser.
3. **Centrifugalkraften (F_z)**: Da luftpartiklerne bevæger sig i en slags cirkelbevægelse omkring høj- og lavtryk, påvirkes de af en **kraft**, der virker fra centrum og ud ad. Denne kraft er centrifugalkraften.

Tyngdekraften (den kraft, der på grund af Jordens store masse trækker luftdelene ned mod jordoverfladen) er, sammenlignet med de øvrige kræfter meget meget lille, og der kan i denne sammenhæng ses bort fra den.

Når **isobarerne** er næsten lige, regner man i en vejruddigt tilnærmet med at vinden svarer til den **geostrofiske vind**. Men er **isobarerne** krumme (som er det normale tilfælde i naturen), bruger man **gradientvinden**. Forskellen i forhold til den geostrofiske vind er, at gradientvinden også er påvirket af centrifugalkraften, fordi isobarerne er krumme og vinden derfor ikke bevæger sig retlinet afsted.

For vinde der befinder sig under 1.500 meter fra jordoverfladen kan der ikke ses bort fra gnidningsmodstanden. Luftpartiklerne bliver opbremsede af jorden, luftstrømmen bliver turbulent. Derved kan middel-vindretningen let komme til at afvige helt op til 38 grader fra den geostrofiske vindretning. På den nordlige halvkugle sker afbøjningen mod venstre, når man ser i vindens retning.

Mennesket har givet vindene i deres regioner givet de forskellige vinde specielle navne: **Föhn**, Scirocco, Bora osv. Og der findes rundt omkring i verden forskellige **enheder for vindhastighederne**.

Vindhastigheden

Vindhastigheden kan angives i forskellige enheder.

SI-enheden er "meter per sekund" (m/s).

Inden for skibsfarten og tildels i meteorologien benyttes stadig **knob** (kn).

I folkemunde anvendes "kilometer per time" (km/t).

Til bestemmelse af vinde uden andre hjælpemidler end øjnene er [Beaufortskalaen](#) velegnet.

1 kn \approx 0.5144 m/s

1 kn \approx 1852 m/t = 1 sømil

1 kn \approx 1.852 km/t

1 km/t = 0.277 m/s

1 km/t \approx 0.54 kn

1 m/s \approx 3.6 km/t

1 m/s \approx 1.94 kn

Omregning fra Beauforts skala til andre enheder

Ved siden af [Beauforts](#) skalaen er der nogle andre enheder som bruges til at angive [vindhastigheden](#):

Beauforts skala	Knob	km/time	m/sek
1	1 - 3 kn	1.9 - 6.4 km/time	0.5 - 1.8 m/sek
2	4 - 6 kn	6.5 - 12.0 km/time	1.9 - 3.3 m/sek
3	7 - 10 kn	12.1 - 19.4 km/time	3.4 - 5.4 m/sek
4	11 - 15 kn	19.5 - 28.7 km/time	5.5 - 7.9 m/sek
5	16 - 21 kn	28.8 - 39.8 km/time	8.0 - 11.0 m/sek
6	22 - 27 kn	39.9 - 50.9 km/time	11.1 - 14.1 m/sek
7	28 - 33 kn	51.0 - 62.0 km/time	14.2 - 17.2 m/sek
8	34 - 40 kn	62.1 - 75.0 km/time	17.3 - 20.8 m/sek
9	41 - 47 kn	75.1 - 87.9 km/time	20.9 - 24.4 m/sek
10	48 - 55 kn	88.0 - 102.8 km/time	24.5 - 28.5 m/sek
11	56 - 63 kn	102.9 - 117.6 km/time	28.6 - 32.6 m/sek
12	> 63 kn	> 117.6 km/time	> 32.6 m/sek

Beauforts vindskala

Skala til bestemmelse af vindstyrken. Den blev udviklet af den engelske admiral Francis Beaufort (1774 - 1857).

Med denne skala blev det muligt for naturiagttagere at angive [vind](#)styrken uden brug af nogen hjælpemidler. Til søs er skalaen fuld dækkende og anvendelig. Inden for luftfarten kræver man dog mere præcis angivelse af vindstyrken.

- [Skalaen](#)
- [Omregning fra Beaufort til andre enheder](#)

Beaufortskalaen

Beaufort	Betegnelse	Iagttagelser på land	Iagttagelser til søs
0	Vindstille, <i>calm</i>	Ingen luftbevægelser, røg stiger lige til vejs eller får fra forskellige skorstene i forskellige retninger.	Vandoverfladen er spejlblank.
1	Let vind, <i>light air</i>	Røgen fra flere skorstene går i samme retning, vimpel og flag hænger endnu slapt	Fin krusning på vandoverfladen, måske fra varierende retning, tit stille. Ingen skum.
2	Let brise, <i>light breeze</i>	Vinden kan føles mod ansigtet, vimpel løftes, vindfløj drejes, træers blade bevæges og kan rasle.	Overfladen i vedvarende bevægelse, små bølger fra bestemt retning. Ingen hvide bråd, enkelte toppe vælter med glasagtigt udseende.
3	Svag brise, <i>gentle breeze</i>	Blade og kviste bevæger sig, vimpel strækkes, flag løftes.	Bølgerne noget større, toppene bryder mange steder med hvidt skum.
4	Moderat brise, <i>moderate breeze</i>	Små grene bevæges, flag strækkes helt, støv og visne blade hvirvles op.	De små bølger bliver længere, en del med hvide toppe.
5	Frisk brise, <i>fresh breeze</i>	Store grene bevæges, små træer svajer, små bølger med skum på søer	Middelstore bølger, mange hvide toppe, begyndende vandstøv fra toppene.
6	Stærk vind, <i>strong breeze</i>	Mindre træer og store grene bevæges stærkt, telefonledninger fløjter, trættende at gå mod vinden.	Store bølger begynder at dannes, bølgetoppene bryder med skum, vandstøv hvirvles til vejs fra bølgekammene.
7	Stiv vind, <i>near Gale</i>	Store træstammer bevæges, nogle blade blæser af, besværligt at gå mod vinden	Store og lange bølger tårner sig op, bølgenes skum blæser fremad i striber på bølgenes forside.
8	Stormende vind, <i>gale</i>	Mindre grene brækker af træer, man standser af og til under gang mod vinden.	Bølger ret høje, men lange og sammensat af flere mindre bølger, hvis kamme stadig bryder og støver.
9	Storm, <i>strong gale</i>	Store grene brækker af træer, man standser tit under gang mod vinden, begyndende beskadigelse af bygninger.	Høje bølger, tætte skumstriber blæser frem i vindens retning, vandstøv nedsætter sigtbarheden.
10	Kraftig storm, <i>storm</i>	Forekommer sjældent inde i land, træer rykkes op med rode, større beskadigelser på bygninger, man kan ikke stå stille uden at trippe.	Meget høje bølger med lange stejle kamme, hvidt skum dannes over hele bølgen, bråd med store, tunge vandmasser, sigtbarhed nedsat.
11	Orkanagtig storm, <i>violent storm</i>	Meget sjældent, talrige ødelæggende virkninger	Ualmindelig høje bølger, middelstore skibe skjules i bølgedalene, havet hvidt af skum.
12	Orkan, <i>hurricane</i>	Yderst sjældent her i landet, voldsomme ødelæggende	Orkanen buldrer og hviner i rigningen, bølgetoppene blæser i

virksomheder.

stykker, [luften](#) er fyldt med skum og vandstøv, sigtbarhed stærkt nedsat.

Absolut fugtighed, damptæthed

Den absolutte fugtighed er et [fugtigheds](#)mål, der angives som antal gram [vanddamp](#) per m³ [luft](#).

Den absolutte fugtighed er identisk med damptætheden. Da dette mål er tæthedsafhængigt ændrer det sig når en luftmasse forskydes opad eller nedad. En yderligere ulempe ved målet er, at den absolutte luftfugtighed ikke er målelig.

Damptætheden er givet ved:

$$\rho_d = \frac{100 e}{R_d T} = 0.21668 \frac{e}{T}$$

ρ_d = Vanddampenes tæthed i kg/m³

R_d = individuelle gaskonstant for vanddamp = 461.5 J/(kg·K)

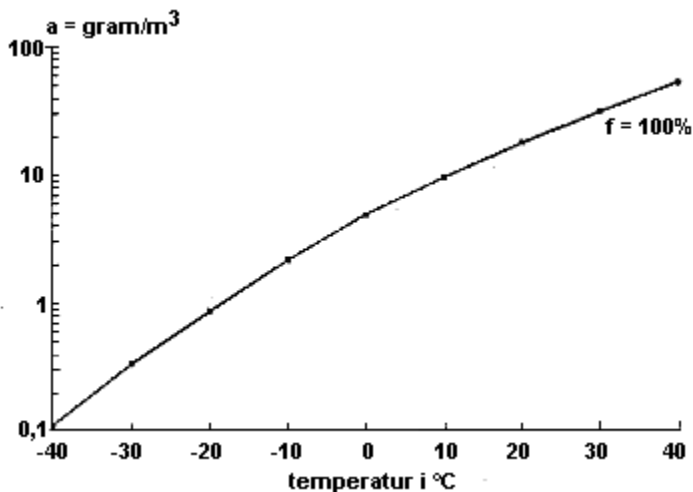
e = [Damptryk](#) i hPa

T = [Temperatur](#) i K

For den absolutte fugtighed gælder kun

$$a = 216.68 \frac{e}{T}$$

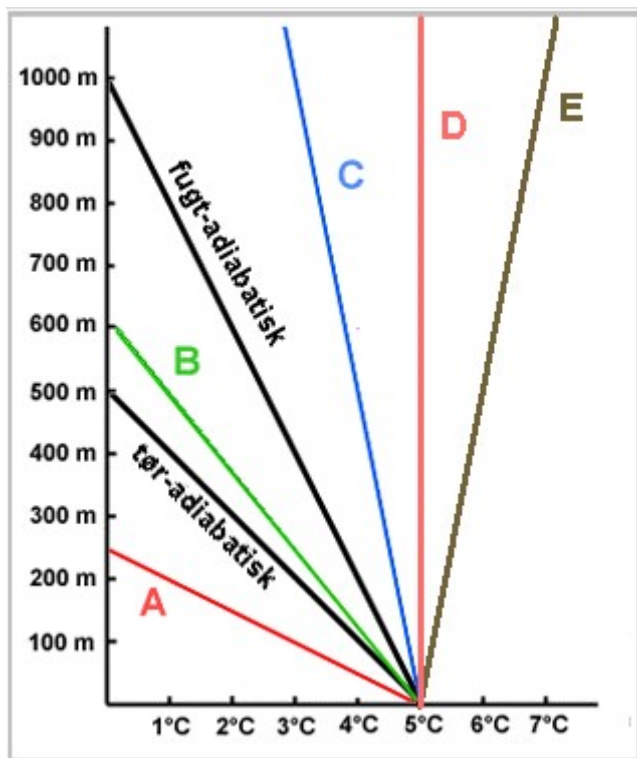
a = absolutte luftfugtighed i g/m³



Figur: Den absolutte fugtighed (a) ved en mætningsgrad på 100% som funktion af temperaturen

Stabilitet: ligevægtsforholdene, stabil, instabil (= labil)

[Temperaturen](#) i [atmosfæren](#) ændrer sig med højden; man siger noget i retning af at atmosfæren er termisk lagdelt. Derved kan der i al væsentlighed skelnes mellem tre situationer:



1. **Absolut instabilitet** (kurve A): En [luftmasse](#), der opstiger [tør-adiabatisk](#) eller [fugt-adiabatisk](#), er helt fra starten varmere end sine omgivelser (der følger temperaturforløbet i kurve A) og stiger dermed videre.
2. **Betinget stabilitet** (kurve B): En luftmasse, der opstiger tør-adiabatisk, er med det samme køligere end sine omgivelser og synker derfor med det samme tilbage. En luftmasse, der opstiger fugt-adiabatisk, er mættet med [vanddamp](#), er fra starten varmere end sine omgivelser og stiger derfor videre.
3. **absolut stabilitet** (kurven C, D og E): En luftmasse, der opstiger tør- eller fugt-adiabatisk er fra starten køligere end sine omgivelser og synker derfor tilbage igen.

I tilfældet med kurve D taler man om **isoterm** forhold eller **neutral lagdeling**.

Atmosfæren kan sædvanligvis inddeles i forskellige afsnit, hvor den ene eller den anden af de omtalte situationer ovenfor kan optræde.

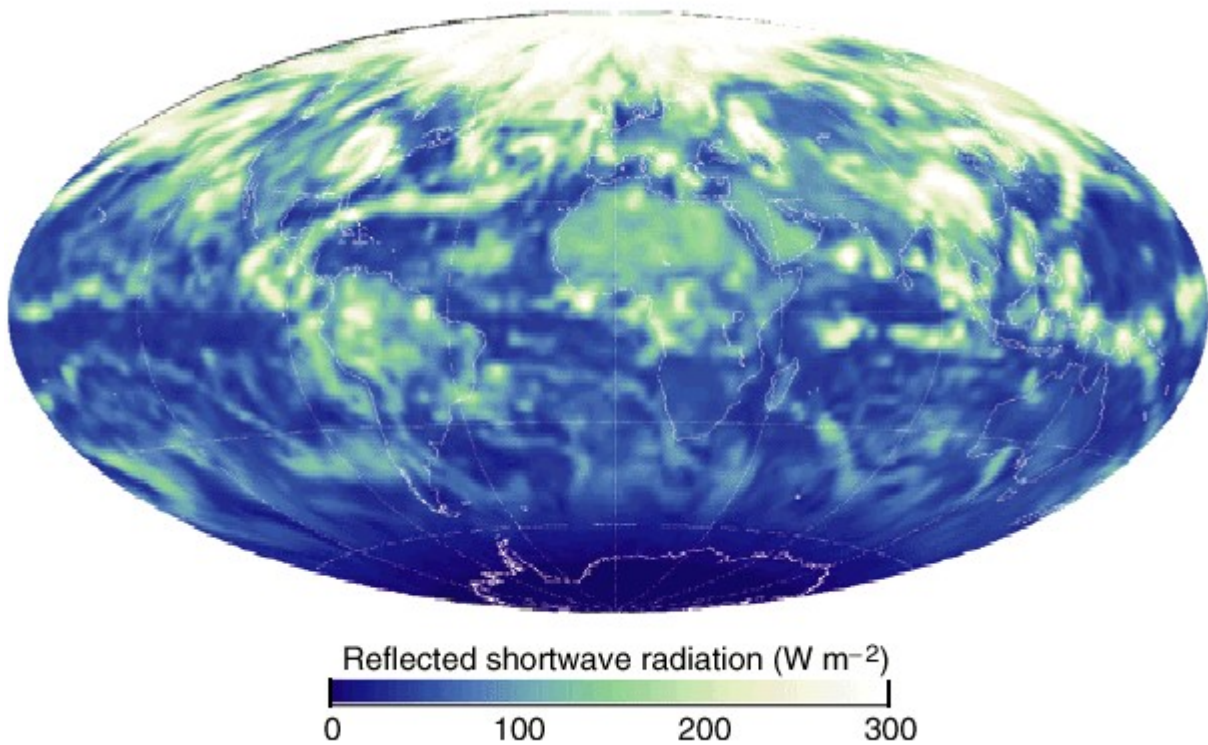
To gange dagligt verden over opsender man omkring 900 steder radiosonder meget højt op for at bestemme tilstanden i [atmosfæren](#). Måleinstrumenterne, der hænger under en ballon måler blandt andet også temperaturen, for at bestemme lagdelingen i atmosfæren.

Mikrometer (μm)

Enhed til angivelse af en længde. [SI-enheden](#) er i alle tilfælde meter. For omregningen gælder: $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$.

Kortbølget stråling

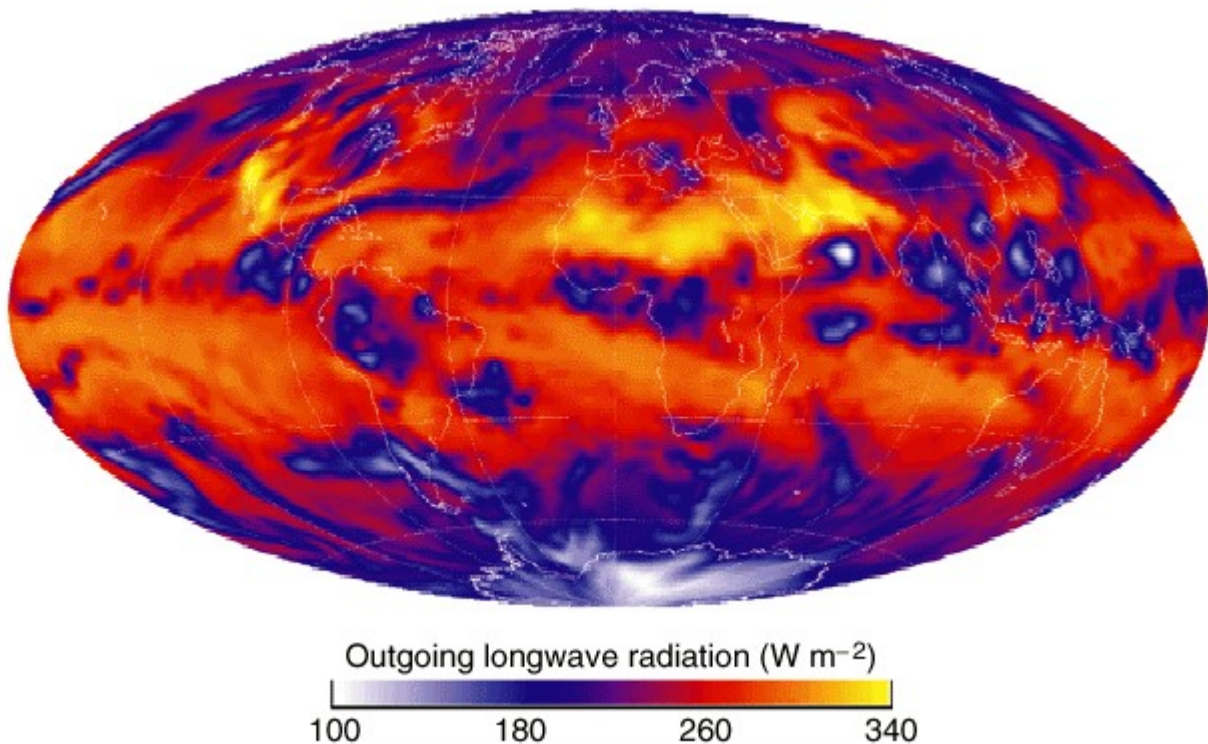
I [klimatologien](#) kalder man enhver [stråling](#) kortbølget når [bølgelængden](#) er mindre end $3\mu\text{m}$. Solstrålingen ligger næsten 100% i det kortbølgede område, medens udstrålingen fra jorden ligger i den [langbølgede](#) del.



Figuren. Den globalt [reflekterede](#) kortbølgede stråling målt af vejr satellittens CERES sensor den 25 maj 2001. (CERES = Clouds and the Earth's Radiant Energy System opsendt i 1997).

Langbølget stråling

Med langbølget stråling betegner man i [klimatologien stråling](#), med [bølgelængder](#) større end $3\mu\text{m}$. Udstrålingen fra Jorden ligger i det langbølgede område, hvor [solens](#) indstråling udelukkende ligger i den [kortbølgede](#) ende af spekteret.

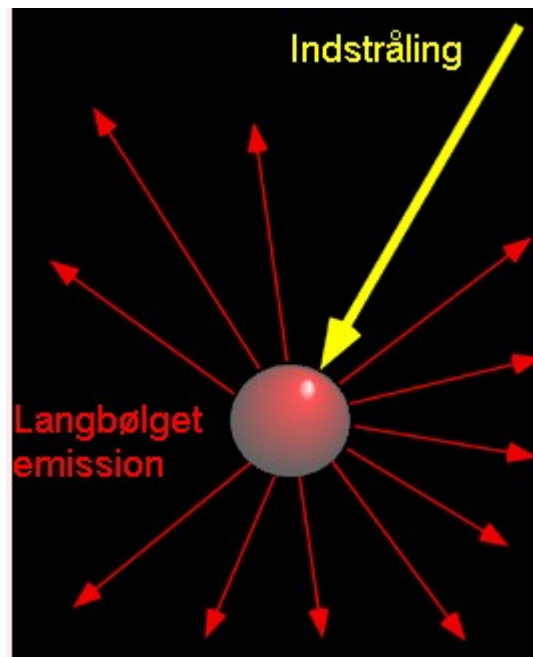
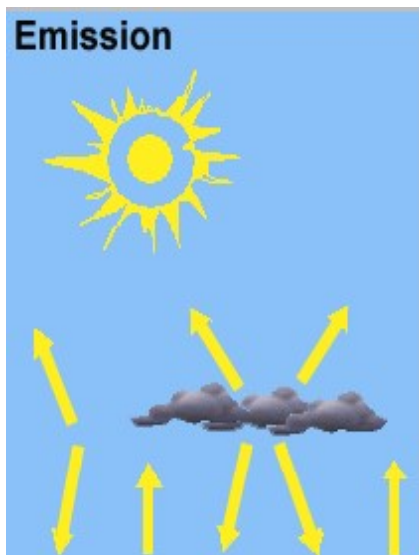


Figuren. Den globalt reflekterede langbølgede stråling målt den 25 maj 2001 af satellittens CERES sensor. (CERES = Clouds and the Earth's Radiant Energy System opsendt i 1997).

Udstråling - mission

Et hvert legeme, hvis [temperatur](#) er højere end 0° K, udsender en [stråling](#), man siger det emitterer stråling. Denne udstråling er stærkt afhængig af legemets temperatur:

$$E = \sigma \cdot T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$



Formeludtrykket er "Stefan-Boltzmann-lov" for sorte legemer (legemer der absorberer alt indkommende stråling), hvor

E = emitterede [energi](#) i Watt/m²

σ = Stefan-Boltzmann-konstant = $5.67 \cdot 10^{-8}$ Watt/(m²K⁴)

T = temperatur i °K

For jordoverfladen med en middeltemperatur på 288.15°K er der en udstråling på 390.9W/m².

Men jorden er langt fra et sort legeme og [absorberer](#) ikke al den indkommende stråling. Man definerer derfor **emissiviteten** ϵ . Denne størrelse er identisk med et legemes [absorptionsevne](#). For et sort legeme er den 1. Stefan-Boltzmann-loven bliver da:

$$E = \epsilon \sigma \cdot T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

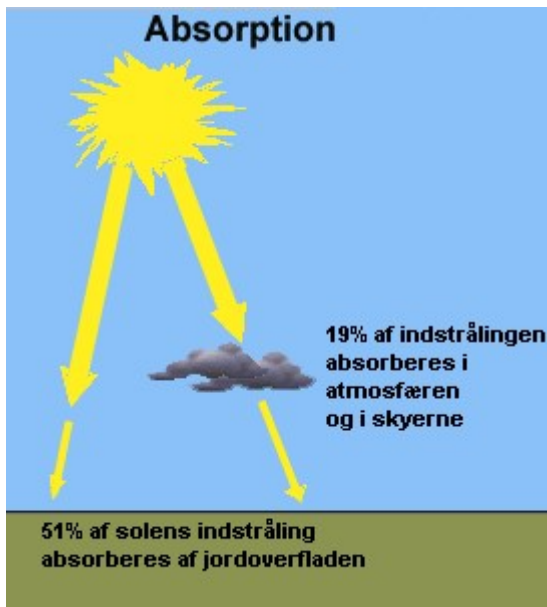
Absorption

Absorption (fra latin) er i al korthed ind sugning af elektromagnetisk stråling (f.eks. af sollys), hvorved strålingsenergien omsættes til varme.

Absorption er således med lidt andre ord en vekselvirkning mellem [stråling](#) og stof, hvor strålingsenergien optages af stoffet og bliver omdannet til varme eller en anden energiform.

Energien, der optages, kan bevirke at [molekyler](#) spaltes i det stof, der optager energien. Det sker i [ozonlaget](#), hvor [ozon \(O₃\)](#) på grund af bestråling med [bølgelængder](#), der er mindre end 1.134 [μm](#), bliver spaltet til et molekyle ilt (O₂) og et enkelt atom ilt (O). Eller den optagne energi bliver igen [emitteret](#). Via [absorptionsevnen](#) kan det angives, hvor sort et legeme det er.

Absorption sker ved materiale-specifikke bølgelængder, de såkaldte **absorptionsbånd**. Enhver gas i [atmosfæren](#) har sine karakteristiske absorptionsbånd. Figuren herunder viser Solens absorptionspektrum:



Således er det i al væsentlighed kun tre gasser, der absorberer sollysets spektrum ([kortbølgede lys](#)): Ozon (O₃), kuldioxid (CO₂) og [vanddamp](#)(H₂O).

Absorptionsevne, emissivitet

Absorptionsevnen er forholdet mellem den [absorberede](#) og den indfaldende strålingsmængde:

$$\alpha = \frac{\text{absorberede strålingsmængde}}{\text{indfaldende strålingsmængde}}; \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

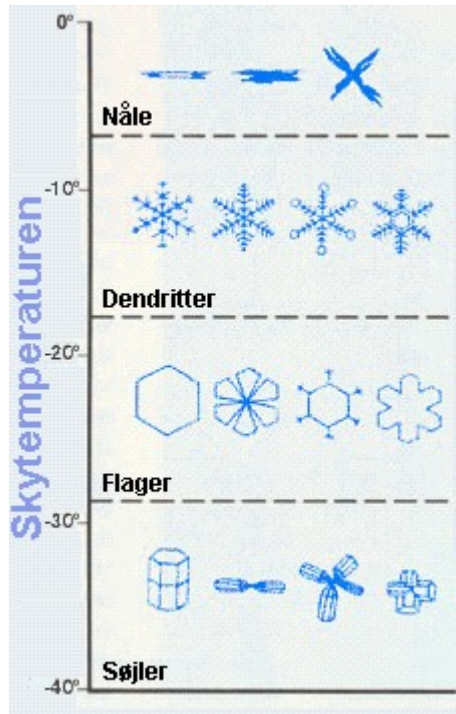
Når $\alpha = 1$, har vi at gøre med sort legeme, der absorberer al indkommende [stråling](#). Absorptionsevnen er for ethvert legeme lig med emissiviteteten ϵ .

Nogle værdier:

Materiale	Emissivitet
Vand	0.92 - 0.96
Sne	0.82 - 0.99
Is	0.96
Sand	0.90 - 0.95
Vegetation	0.90 - 0.95

Menneskelig hud	0.95
Sølv	0.02
Jern	0.13 - 0.28

Sne



Sne er en fast form af vand. Er temperaturen i en sky lav nok dannes der snekrystaller. Underafkølede vanddråber i sky afsættes på små frysekerner. Der dannes herved en heksagonal (seks-tallig) struktur.

Alt efter skytemperaturen dannes der nåle, dendritter, flager eller søjler. I sidste ende er formen dog afhængig af overmætningen af vanddamp i skyen.

Snekrystallerne vokser da på bekostning af eventuelt forekommende vanddråber (fordi mætningsdamptrykket over vand er større end over is og vanddampmolekylerne bevæger sig fra højt damptryk til lavt

damptryk).

Er snekrystallerne store og tunge nok begynder de at falde. De falder herved ned gennem forskellige luftlag, der kan have helt andre fysiske egenskaber end dem der herskede der hvor snekrystallerne blev dannet (anden temperatur, anden fugtighed). Snekrystallerne er derfor allerede før de er faldet ved at undergå en metamorfose.

På jorden falder de som [nysne](#) og fortsætter med at blive omdannet, snedækkets tykkelse og tæthed ændre sig herved vedvarende. Nysne har en tæthed på omkring 100 kg/m^3 , tøsne en tæthed på omkring 500 kg/m^3 . Når man i en vejrprognose regner med en nedbør på 1 mm, svarer det til omkring 1 cm nysne.

Nysne

Med nysne mener man frisk faldet [sne](#). Vejrmedlingen om nysne er en noget speciel form for [nedbørsmåling](#). For det meste opstiller man et horisontalt brædt, og måler regelmæssigt mængden af nyfalden sne. Ud over nysne højden bestemmer man også nysneens tæthed. Den ligger omkring 100 kg/m^3 . Også nysne højden kan bestemmes ved hjælp af [vandækvivalenten](#).

Nedbør i form af sne er først og fremmest et problem i områder med høje bjerge. Man skal finde et målested, der på den ene side er repræsentativt for omgivelserne, på den anden skal det hverken være direkte beskyttet eller eksponeret for vinden (dannelse af snedriver). Med [totalisatoren](#) er snedriverne næppe et problem

Nedbørsmåling og målefejl

Nedbørsmåling er ikke så lige til. For at opfange den flydende [nedbør](#) opstiller man i det fleste tilfælde en beholder, hvis åbningsareal man nøje kender. Den på denne måde opsamlede nedbør bliver enten vejjet, eller man bestemmer rumfanget i et måleglas. Det derved fundne tal bliver divideret med åbningens overfladeareal på regnbeholderen

Nedbøren bliver enten opgivet i mm eller i l/m^2 . 1 l/m^2 udgør derved 1 mm. Til anskueliggørelse: Nedbørsmængden er et rumfang (volumen). Når en mm nedbør falder på en kvadratmeter, udgør det et rumfang på $1 \text{ mm} * 1 \text{ m} * 1 \text{ m}$ nedbør, eller i dm^3 : $0.01 \text{ dm} / (10 \text{ dm} * 10 \text{ dm}) = 1 \text{ dm}^3$, som præcist svarer til en liter, altså **$1 \text{ l/m}^2 = 1 \text{ mm}$** .

Der findes forskellige måleredskaber:

- [Pluviometer](#) er en beholder, der opsamler nedbøren.
- [Pluviograf](#) er en beholder, der enten grafisk eller elektronisk tegner en graf over nedbørsmængden.

Desværre findes der ikke en international standard. Næsten et hvert land benytter sin egen regnfanger. Var regnmåling teknisk uproblematisk, var den omstændighed ikke så svær at leve med. Men det forholder sig sådan at hver eneste regnmåling er behæftet med **fejl**, som er gabende kedelige, men ikke desto mindre vigtige:

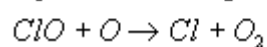
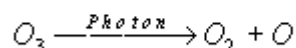
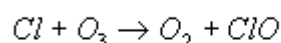
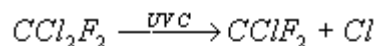
- **Vindfejl:** Enhver regnmåler påvirker vinden. Der optræder turbulens, der ophvirvler små [dråber](#), så kun de større dråber falder ned i måleapparater. Jo stærkere [vind](#), jo større fejl. I Danmark er vindfejlen mindre om sommeren end om vinteren, da dråberne i nedbøren om sommeren generelt er større (f.eks. under [tordenvejr](#)). Vindfejlen er afhængig af vandmålerens udformning og den højde over jordoverfladen den placeres i. Når man nedgraver regnmåleren i jorden bliver vindfejlen minimeret.
- **"Klæbevand":** Vand kan klæbe sig til siderne i vandmålerens beholder, og herved undgå at blive medregnet. Mængden af vand der klæber til siderne er afhængig af måleapparatets tværsnit, form, størrelse, materiale, maling og alder.
- **Fordampningsfejl:** Regvand kan også fordampe. Jo hyppigere man tømmer og måler regnmåleren, desto mindre bliver denne fejl. Denne fejl er yderligere afhængig af målerens tværsnit, farve, materiale, alder, isolation og opstillingshøjde.
- **Sprøjt**, vand kan prelle af på omgivelserne og falde utilsigtet ned i måleren, det samme kan sprøjt fra dråber der slår hårdt ned tæt ved apparatet. Ligeledes kan vandet sprøjte ud af måleren. Som antydnet er denne målefejl afhængig af nedbørens intensitet, vindhastigheden, målehøjde og placering i landskabet. Jordnære regnmålere har en højere sprøjtfejl end en vandmåler placeret i 2 meters højde.

Målefejl kan udgøre op til 30% ausmachten, hvor vinddfejl er ansvarlig for hovedparten.

Endelig skal med at en nedbørsmåling kun er en punktmåling. Den siger næppe noget om [områdenedbøren](#).

Ozonlaget

Der dannes [ozon](#) i ca. 30 km højde. Ozonen [absorberer](#) en stor del af den livsfarlige [UV-stråling](#) og muliggør hermed livet på Jordens overflade. Ozondannelse og ozonnedbrydning i ozonlaget er i ligevægt med hinanden. Ved at mennesket udslipper bestemte gasser ([CFC](#)) i [atmosfæren](#) griber vi ind i denne ligevægt. CFC-gasserne udgør en enorm forstyrrende kraft. Som eksempel skal virkningen af gassen diklor-difluor-metan demonstreres:

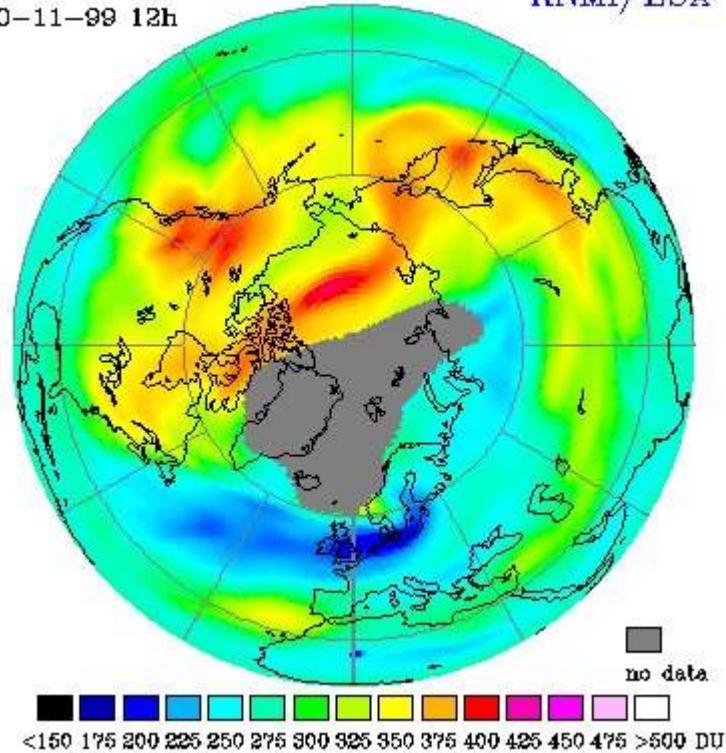


UV C-stråling bliver absorberet, den derved optagne energi fraspalter et kloratom (*Cl*). Det reagerer med et ozonmolekyle (O_3) til molekylær oxygen (O_2) og Kloroxid (*ClO*). Samtidigt foregår den naturlige reaktion, ozon nedbrydes (en [foton](#) bliver absorberet og et ozonmolekyle (O_3) bliver spaltet til et oxygenatom (*O*) og et oxygenmolekyle (O_2)). Det enlige *O* reagerer med Kloroxid (*ClO*) og danner frit klor og O_2 . Under denne og andre reaktioner vinder ozonnedbrydningen i betydning over ozondannelsen. Disse reaktioner foregår i hele ozonlaget og svækker dette så der slipper mere UV-stråling ned til Jordens overflade, hvor det skaber en øget risiko for hudkræft hos mennesker, der ikke beskytter sig mod solen eller foretager overdreven solbadning.

Specielt i foråret over Sydpolen (oktober) er situationen prekær. I strålingsfattige vintre kan de danne [skyer](#) i [stratosfæren](#). I disse stratosfæriske skyer kan der opsamles kloratomer (bundet i molekyler) og der dannes et reservoir. I foråret når strålingsstyrken atter tiltager begynder de oplagrede reservoirmolekyler at reagerer og nedbryde ozon. Over Nordpolen er denne reservoir-effekt noget svækket, fordi skyerne i stratosfæren står i forbindelse med sydligere luftmasser. Forårets ozon-hul over Nordpolen er derfor mindre end det der findes over Sydpolen i oktober.

Assimilated GOME total ozone
30-11-99 12h

KNMI/ESA



Ovenstående kort (polprojektion) viser meget lave ozonværdier over Nordpolen, men også meget lave værdier (blå) over Vesteuropa og dele af Nordatlanten i november 1999. Måleenheden er [Dobson-units](#) (DU).

Data indsamlet af satellitten [ERS-2](#). Foto: GOME/ERS-2 and KNMI

Foton

En foton kan betegnes som en meget lille [energi](#)pakke. Fysikere som *Albert Einstein* (1879 - 1955) eller *Max Planck* (1858 - 1947) postulerede, at elektromagnetisk [stråling](#) består af en strøm af sådanne energipakker. Fotonenergien E_{ph} kan beregnes ud fra [frekvensen](#):

$$E_{ph} = h \nu$$

$h = 6.6260755 \cdot 10^{-34}$ Js = Plancks virkningskvantum

Man siger også noget i retning af at stråling er kvantificeret. Det tydeliggør lysets partikelkarakter. Man stiller sig på linie med fysikken og spørgsmålet om lysets bølge- eller partikelkarakter.

Celsius (°C)



Anders Celsius (1701 -1744, svensk astronom) indførte denne [temperatur](#)skala i 1742. Han fastlagde to fikspunkter (ved et [lufttryk](#) på 1013.25 hPa): 0° Celsius (vands kogepunkt!) og 100° Celsius (vand frysepunkt/[smeltepunkt](#)).

Ernst C. von Linné vendte skalaen om så smeltepunktet/frysepunktet er 0° Celsius og kogepunktet er ved 100° Celsius.

Mellem 0° C og 100° C blev skalaen inddelt i 100 lige store dele. En delstreg svarer præcist til 1° C. For temperaturforskelle 1° C = 1° K.

Omregningen fra Kelvin til Celsius sker ved:

$$C = K - 273,15$$

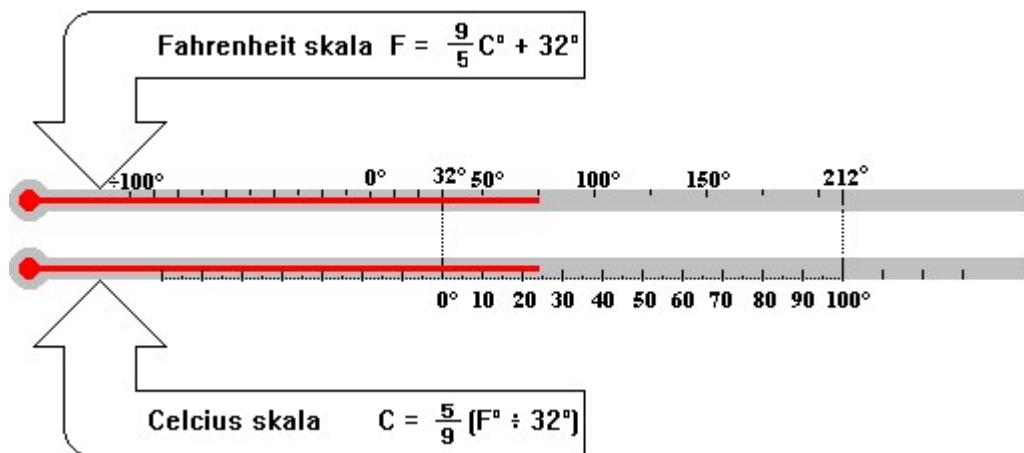
Hvor "K" står for temperaturen i Kelvin og "C" for temperaturen i ° Celsius. Yderligere temperaturskalaer er [fahrenheitskalaen](#) og [reaumurskalaen](#). For omregningen gælder:

$$F = \frac{9 \cdot C}{5} + 32$$

$$C = \frac{(F - 32) \cdot 5}{9}$$

$$C = \frac{5}{9} R$$

("F"; står for temperaturen i ° Fahrenheit, "R" er temperaturen i ° Reaumur).



Omregn

temperaturen

Indtast temperaturen i et af felterne for at beregne de andre. Nulstil inden en ny beregning.

Celsius:

Fahrenheit:

Kelvin:

Réaumur:

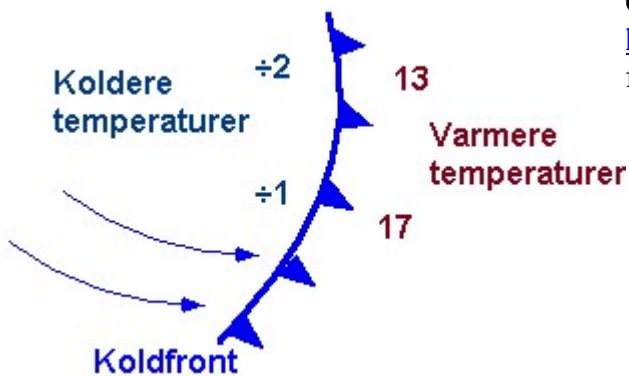
Smeltepunkt

Med smeltepunkt betegner man enhver [temperatur](#), hvor et stof når den overskrides begynder at smelte. (Forudsætningen er et konstant [tryk](#). Normalt bliver et smeltepunkt angivet under standardbetingelserne dvs ved et tryk på 1013.25 [hPa](#)).

Dermed er allerede sagt, at smeltepunktet er trykafhængigt. For vand gælder at en trykstigning sænker smeltepunktet. Under mederne på et skøjteløber danner der sig på grund af det forhøjede tryk et tyndt smeltevandslag. Det er derfor skøjteløberen kan glide let og elegant hen over isen.

Hagl

Hagl er [nedbør](#) bestående af iskugler. I [tordenvejr](#) med stærke opvinde kan ret store nedbørspartikler holdes oppe i [luften](#) på trods af tyngdekraften. De enkelte partikler bliver tildels transporteret opad. Derved fanger de endnu mere underafkølet vand, fryser og smelter igen delvis under faldet. Er iskuglerne tunge nok falder de ud af [skyen](#). Men da de er ret store smelter de ikke fuldstændigt, før de når ned til jorden. Der optræder de som hagel. Haglkornene kan opnå en diameter på over 10 cm. Et haglkorn på 3 cm i diameter når en faldhastighed på 25 m/s (ca. 100 km/t). Dermed kan de anrette enorme skader på landbrugsafgrøder og det moderne samfunds infrastruktur.



Områder med forhøjet haglfare skal søges, hvor [konvektions](#)nedbør under indflydelse af bjerge bliver forstærket.

Nedbør

Som nedbør betegner man alle former for vand i flydende eller fastere form, der falder ned på Jorden. Det kan være [regn](#), [sne](#), [hagl](#), [dug](#), [rim](#) eller også [rimfrost](#). Man skelner mellem faldet, afsat og opfanget nedbør.

Til **faldet** nedbør hører: Regn, sne, hagl, iskorn, "[støvregn](#)"

Til **afsat** nedbør regnes: Dug, rim, rimfrost eller isslag

Til **opfanget** nedbør regnes: Tågenedbør eller frosttågenedbør. Det er altså vand i fast eller flydende form, som [kondenseres](#) i atmosfæren og overvejende følger luftstrømmen.

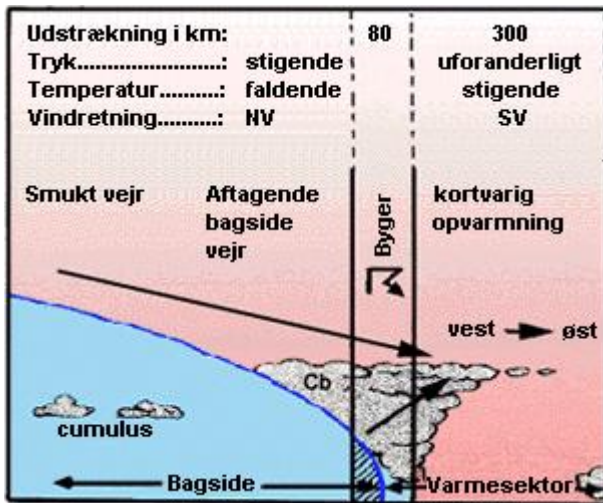
[Nedbørsmåling](#) er en videnskab for sig, hvilket antyder, at målingen er forbundet med mange problemer.

Regn

Regn er [nedbør](#) i flydende form. Den opstår, når skydråber flyder sammen til større [dråber](#) (regndråber har en størrelse, der overstiger 0.5 mm). Når dråberne bliver for tunge, kan de ikke længere holdes oppe i [skyen](#) af opvindene, og falder derfor til jorden. Jo stærkere opvindene er, desto større er dråberne, der stadig kan holdes på plads i skyen, dråberne bliver større. Ved [koldfronter](#) eller i [torden](#)skyer hersker der stærke opvinde. Derfor er regnen, der falder ud af disse skyer, også stordråbede i forhold til regnen ved en [varmefront](#).

Koldfront

Frontzone, der afgrænser kold [luft](#). Den kolde luft bag koldfronten strækker sig op gennem det meste af [troposfæren](#).



Indtræffer afkølingen kun i højden taler man om en **højdekoldfront**.

Der skelnes mellem aktive og passive koldfronter. I **aktive koldfronter** tager [vindhastigheden](#) vinkelret på fronten til med højden. Den kolde luft i højden er derved foran. Der opstår [instabilitet](#) og til meget heftige vertikale omlejringer, forbundet med heftigt [tordenejr](#).

I **passive koldfronter** aftager [vinden](#) med højden. Den kolde luft skyder sig kileformet ind under den varme luft. Den glider under dannelse af lagskyer op og det fører til udbredt [nedbør](#).

Især om vinteren forekommer der også **maskerede koldfronter**. De opstår når der tæt ved jorden forekommer kold-lufts-inversion. Denne koldluft kan ikke trænge gennem varmesektorens varme luft. Først den efterfølgende koldfront kan på grund af sin dynamik trænge igennem helt ned til jordoverfladen. Når den kolde luft på bagsiden af koldfronten buser frem over havet, kan det ske, at den hurtigere bliver varmere, således at der bag ved koldfronten følger væsentligt varmere luft end der egentlig skulle.

Fronter er ofte forbundet med typiske [skyer](#).

Det kan se dystert ud, når en koldfront "buser" frem:



Rim

Rim er en isudfældning direkte i [luften](#). [Vanddamp](#) fryser derved direkte (uden først at [kondenseres](#)). Forudsætningen er en negativ [temperatur](#).

Rimfrost

Rimfrost er isbelægning på genstande. Forudsætningen for dannelsen af rim er en [temperatur](#), der er negativ, har nået [dugpunktet](#) og [vind](#). Rmkrystallerne vokser i den retning som vinden blæser.

Stratus - tågeskyer

Stratus skyer eller *tågeskyer* er lave, strukturløse lagskyer, der ligner tåge, men ikke når helt ned til jordenoverfladen.

Fra stratus falder der højst let [nedbør](#) som f.eks. *finregn* ("*støvregn*").



Specifikke fugtighed

Den specifikke fugtighed er en [fugtmasse](#), der angiver forholdet mellem massen af [vanddamp](#) per masse fugtig [luft](#). Den forbliver konstant under ef tøradiabatisk ændring.

$$q = \frac{\rho_d}{\rho_L + \rho_d} = \frac{M_d}{M_L + M_d}$$
$$q \approx 0.622 \frac{e}{p} \quad \left[q \text{ in } \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right]$$
$$q \approx 622 \frac{e}{p} \quad \left[q \text{ in } \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right]$$

q = Specifikke fugtighed

ρ_d = Vanddampens tæthed kg/m^3

ρ_L = Luftens tæthed i kg/m^3

M_d = Massen af vanddamp i kg

M_L = Masse af luft i kg

e = [Damptryk](#) i [hPa](#)

p = [Luftryk](#) i [hPa](#)