

Lyset fra verdens begyndelse

Længe før Solen, Jorden og stjernerne blev dannet, var hele universet mange tusind grader varmt. Det gamle lys fra den glødende gas modtager vi i dag som mikrobølger fra hele himlen

Ved astronom, dr. scient. Erik Høg, Niels Bohr Institutet

Verdens begyndelse

Jeg har en bibel fra mine forældres barndom. Den begynder med ordene: "I Begyndelsen skabte Gud Himmelen og Jorden". Min mor og far troede på Gud, ganske bogstaveligt som der stod i biblen, for det havde de lært i skolen for snart hundred år siden.

Som dreng læste jeg om astronomi, byggede selv kikkerter og kiggede stjerner. Senere blev jeg astronom og har for længst lært noget andet om verdens begyndelse, som jeg har skrevet om i en artikel: "Verdens alder ifølge de højeste autoriteter". Verden eller universet begyndte med Big Bang for næsten 14 milliarder år siden.

Når vi taler om universets alder, bliver det naturligt også at tale om det *tidlige univers* lige efter begyndelsen ved Big Bang. Det *sene univers* er det, vi nu lever i mange milliarder år senere.

Lyset fra verdens begyndelse

Vi skal se nærmere på noget lys, der blev udsendt 400.000 år efter Big Bang. Lyset har været undervejs til os lige siden. Vi modtager det altså direkte fra dengang, og det kommer til os fra alle retninger i verdensrummet, altså fra hele himlen. Her må jeg først forklare, hvad lys er, og hvad det ikke er: Lys er både fotoner og bølger (se boks 1).

At lys er både bølger og fotoner var meget svært at finde ud af, men det lykkedes endelig for 100 år siden med atomteori og kvantemekanik. Disse fysiske teorier skrevet i matematikkens sprog, er med sikkerhed rigtige. Det kan vi se af, at de åbnede vejen for eksempel for konstruktion af elektronik, computere og atombomber.

Lys består af små dele, der kaldes en *foton* eller et lyskvant. Fotoner kan optræde som *partikler* eller som *bølger*, så man kan sige, at en foton både er en partikel og en bølge. Det lyder indviklet, at fotoner kan optræde uden rumlig udstrækning (partikel) og med en udstrækning (bølge), men jeg må bare bede læseren acceptere, at sådan er det altså. Det tog faktisk videnskaben mange hundrede år at komme til fuld klarhed over det.

Den lærde araber Alhazen, født i Basra og død i Cairo, udgav år 1021 et værk i syv bind om bl.a. lysets egenskaber og øjets bygning og virkemåde. Værket blev oversat til latin og fik stor betydning for den europæiske videnskabs udvikling. Alhazen påviste, at vi ser noget, fordi lys fra genstanden kommer ind i øjet. Nogle troede ellers, at en synsstråle fra øjet går hen til det, man ser på, fx også helt op til en stjerne. Der skulle endnu 900 års forskning til, før man forstod, at lys er både partikler og bølger.

Det var vores egen Ole Rømer, der i 1676 under sine studier i Paris af Jupiters måner fandt ud af, at lyset bevæger sig med en endelig hastighed. Førhen troede mange, at hastigheden var uendelig stor. Hastigheden er meget stor nemlig 300.000 km per sekund, svarende til syv gange rundt om Jorden på et sekund. Fotonerne/bølgerne farer af sted med denne hastighed, og det går helt ligeud i det tomme verdensrum.

Boks 1. Lys eller fotoner kan optræde som partikler eller som bølger.

Vi betragter nu Figur 1, der viser et lille felt af himlen med stjerner, der er milliarder af år gamle sammen med den smukke Krabbetåge. Selve stjernerne giver en enorm kontrast med tusinder af gange mere lys fra en stjerne end lige ved siden af den. Lyset fra stjernerne og tågen har været hundreder af år undervejs til os, men stjernerne skinner stadig derude, og de fleste vil fortsætte med at lyse i milliarder af år. I forhold til det 14 milliarder år gamle univers kan vi sige, at dette billede viser *ungt lys*.



Fig. 1. DET SENE UNIVERS – Billede af et lille felt på himlen med stjerner og Krabbetågen. Denne tåge af støv og gas blev dannet, da en stjerne eksploderede som en supernova. Den var så lysstærk, at den kunne ses selv om dagen af kinesiske og japanske astronomer, og fra deres beretning ved vi, det skete i år 1054. (Foto, Hubble teleskopet, ESA-NASA.)

Helt anderledes er det i det tidlige univers på Figur 2, der er et meget direkte vidnesbyrd om Big Bang. Universet var kun 400.000 år gammelt, og der fandtes slet ingen stjerner. Billedet viser lyset direkte fra den glødende gas, da hele universet var 3000 grader varmt. De små forskelle i billedet indeholder meget information om det tidlige univers. Vi kan fx se, at temperaturen dengang kun varierede ca. 0,1 grad i hele universet.

Lyset er på de 14 milliarder år blevet til mikrobølger, der ligner strålingen i en mikroovn. Denne stråling kaldes *den kosmiske mikrobølgebaggrund*, fordi den kommer fra hele himlens baggrund. Figur 2 viser himlen i disse mikrobølger, hvor hele himlen er afbildet på et fladt ovalt kort. For at forstå denne projektion vises i Figur 3 et kort af Jorden i den samme projektion. Kontinenterne er anbragt på overfladen af en gennemsigtig globus af Jorden, og vi ser den fra centrum – derfor er kortet spejlvendt.

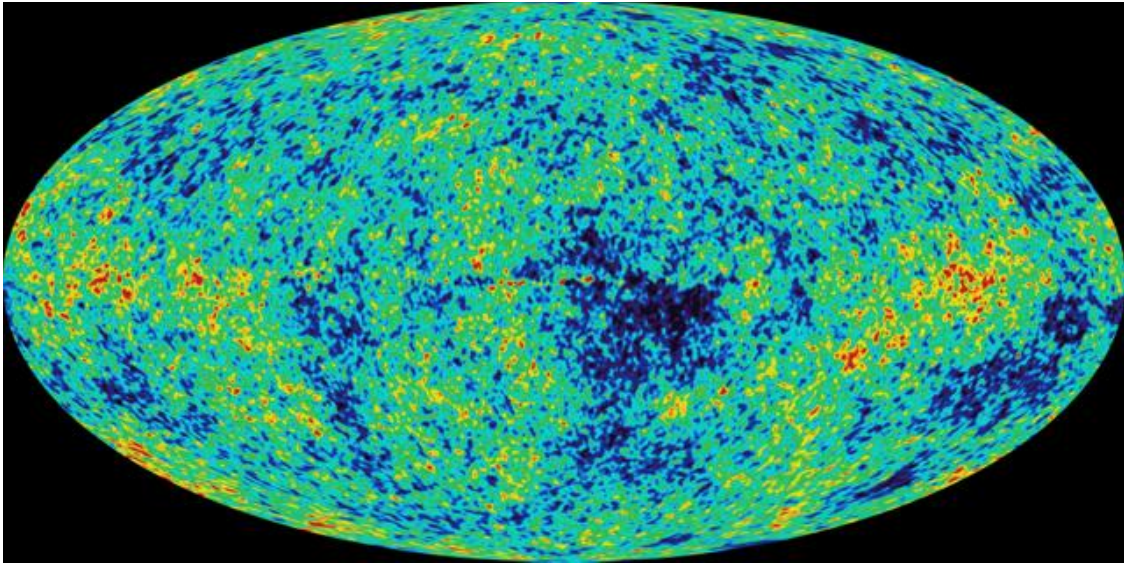


Fig. 2. LYS FRA DET TIDLIGE UNIVERS – Her ses lys fra universet, da det kun var 400.000 år gammelt. Vi ser hele himlen indenfor en oval med det lys, der blev udsendt for næsten 14 milliarder år siden, og som efterhånden er blevet til mikrobølger som følge af universets stadige udvidelse. (WMAP missionen.)

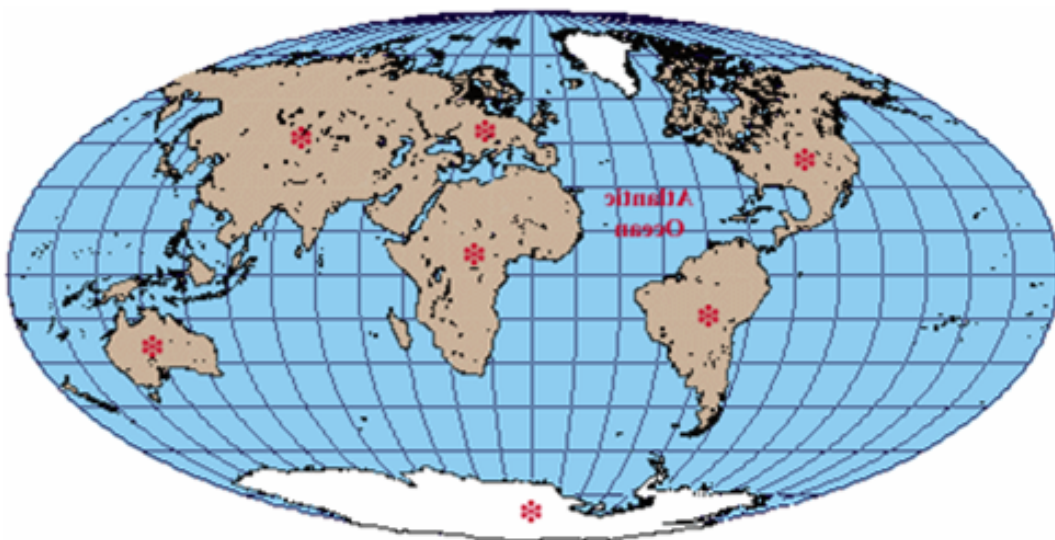


Fig. 3. JORDEN – Et fladt kort viser kontinenterne set fra centrum af en gennemsigtig jordklode, ganske som vi ser himlen fra indersiden.

Lyset fra atomerne i en meget varm gas bliver spredt som i en tåge, der består af de elektroner, der farer frit omkring mellem atomerne. Men det holder op, når gassen er blevet koldere end 3000 grader på grund af universets udvidelse. Alle elektroner bindes da til atomkerner, protoner, og danner derved hydrogenatomer. Det hele bliver til hydrogengas, også kaldet brint, som er gennemsigtig for lys.

Det lys, der lige er på vej, bevæger sig nu bare videre, fordi der ikke mere er frie elektroner i gassen, der kan sprede lyset. Gassen var dengang så uhyre tynd, at der kun var 300 atomer i hver kubikcentimeter, det er 1000 gange mindre end i det tomme rum, man kan skabe i noget laboratorium. På grund af universets udvidelse er lysets bølgelængde i de 14 milliarder år blevet 1000 gange større, bølgelængden er vokset fra ca. en tusindedel millimeter til en millimeter. Det følger af Einsteins relativitetsteori.

Strålingen blev opdaget i 1964 af A.A. Penzias og R.W. Wilson, som fik nobelprisen i fysik i 1978. Strålingen blev faktisk allerede forudsagt i 1948 på basis af G. Gamows teori om Big Bang, men denne teoretiske forudsigelse blev glemt af andre! – og ingen af dem fik en nobelpris. Prisen for 2006 blev givet til J.C. Mather og G.F. Smoot for deres meget nøjagtige målinger af strålingen.

Fagfolk taler også om *2,7 grader Kelvin strålingen*, fordi spektret (energifordelingen) meget nøje svarer til stråling fra et sort legeme med denne temperatur, altså 2,7 grader over det absolutte nulpunkt, som er minus 273,15 grader Celcius.

Boks 2. Den glødende gas blev pludselig gennemsigtig. Opdagelsen gav nobelpriser.

Hvor kom lyset fra ?

Den glødende gas fyldte hele universet, og da gassen pludselig blev gennemsigtig, løb lyset videre lige ud i alle retninger fra alle steder i gassen. Dette *gamle lys* løber stadigvæk, nu som mikrobølger. De løber til evig tid, og bølgelængden bliver stadig større i takt med universets udvidelse. Man taler om denne stråling som en *fotogas*, der fylder hele universet, idet der alle steder er fotoner, som bevæger sig i alle retninger med lysets hastighed, og alle disse fotoner kan siges at være lige gamle: 14 milliarder år.



Fig. 4. VORES KOSMISKE HORIZONT – Dette snit er et øjebliksbillede fra dengang universet kun var 400.000 år gammelt. Et andet sted i universet har en anden kosmisk horisont med centrum i dette andet sted. (Tegning, Erik Høg.)

Vi kan kun observere det lys, der netop havde retning mod det sted, hvor Solen og Jorden blev dannet 10 milliarder år senere, og hvis det netop passede med, at lyset skulle bruge 14 milliarder år for at nå frem til os.

Tænker vi på en kugleskal med Jorden i centrum som på Figur 4, kan vi straks indse, at lyset kom fra den gas, der lå i denne skal. Kugleskallen kaldes *den kosmiske horisont*, fordi vi kun kan modtage lys fra noget, der er indenfor horisonten. Lys fra steder uden for kuglen kan aldrig nå frem til os.

Kuglens radius kan man udregne til at være 50 millioner lysår, dengang gassen blev gennemsigtig. Gassen i kugleskallen har fulgt universets udvidelse og befinder sig nu 1000 gange så langt borte, så denne gas bevæger sig bort fra os med meget større hastighed end lyshastigheden. Det er ikke i modstrid med relativitetsteorien, som nogle vil tro, men en nærmere forklaring ville sprænge rammerne for denne artikel. I samme tidsrum er der dannet stjerner og galakser også af denne gas. Der er måske også dannet en planet som Jorden et eller andet sted i skallen, men det kan vi aldrig få at vide, da lyset kan ikke nå frem til os.

Man må nok indrømme, det er helt vildt, at hele universet engang var en tynd, glødende gas under stadig udvidelse. Men har man først vænnet sig til tanken ved at følge ovenstående forklaringer, så håber jeg, at alt dette om strålingen (fotoner/partikler/bølger), både før og nu, alligevel ser meget enkelt ud.

Lad mig slutte med en sammenligning med noget menneskeligt. Lyset blev udsendt, da universet kun var 400.000 år gammelt, og lyset blev efterhånden til mikrobølger på vejen til os. Denne alder forholder sig til universets alder på nu 14 milliarder år, som tallet 0,4 forholder sig til 14.000. Sammenligner man universet med et menneske på 75 år som mig selv, svarer det til at se tilbage i tiden på dette menneske, da det kun var 19 timer gammelt, altså det menneskelige foster kun 19 timer efter undfangelsen. Universets enorme og komplicerede udvikling fra en glødende gas til en verden med galakser, kloder og mennesker tåler sammenligning med udviklingen fra det spæde foster til en gammel mand. Men for universets vedkommende er udviklingen langt fra slut.

Læs mere gennem links i www.astro.ku.dk/~erik/Alder.pdf om verdens alder.

De nyeste målinger af strålingen fra 2005 ses i Figur 2, der stammer fra WMAP missionen (<http://lambda.gsfc.nasa.gov/>).

24. december 2007: Første udgave af artiklen.

11. januar 2008: Ny udgave med nogle sproglige tiltag.