

Verdens alder ifølge de højeste autoriteter

Alle religioner har beretninger om verdens skabelse og udvikling, der er meget forskellige og udsprunget af spekulation. Her fortælles om nogle få videnskabelige resultater, der er lige så sikre, som at Jorden går rundt om Solen. Vi ved nu, at hele universet var mange tusind grader varmt engang, længe før Solen, Jorden og nogen stjerne blev dannet

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

En læser sagde til mig: ”I kan da ikke vide, at Jorden er milliarder af år gammel, eller hvordan universet så ud, da det var nogle tusind år gammelt. Hvordan skulle I dog kunne vide det?” Dertil må jeg sige, vi skal lære, så længe vi lever, om den verden og det univers, vi faktisk lever i, og det her er lige så sikkert, som at Jorden er en kugle, der går rundt om Solen på et år.

Dog kan jeg ikke på denne korte plads fortælle om instrumenter og målinger og matematiske beregninger, som tusinder af mennesker har måttet arbejde med gennem mange år for at nå frem til den viden, vi har i dag. Jeg kan kun fortælle om resultaterne og forsikre om, at disse tusinder af videnskabsfolk er meget omhyggelige, og de er på vagt. De er ude efter sandheden og derfor ude efter at opdage, hvis der er fejl i det, de andre har skrevet.

Vi kender langt fra alt om universet, men her følger nogle få af de sikre videnskabelige resultater. Videnskaben bringer stadig nye resultater om verden og universet. Det gør religionerne ikke.

Verdens skabelse

Religionerne har meget forskellige beretninger om verdens skabelse, og indenfor kristendommen har de enkelte mennesker forskellige meninger, for eksempel om hvor bogstaveligt Bibelen skal forstås.

Vi må være klar over, at størstedelen af Jordens befolkning tror på beskrivelsen af verdens skabelse i deres egen religion. Det videnskabelige billede af verden og universet bliver tit afvist, hvis man prøver at forklare det.



1. GUDS SKABEN - Gud skaber Solen og Månen for 6000 år siden. Malet af Michelangelo omkring 1510 i Vatikanets Sixtinske Kapel. På dette billede fra internettet mangler Månen ved Guds venstre hånd, desværre. Til venstre ses Gud bagfra, da han skaber planterne på tredjedagen, dagen før han skabte Solen og Månen.

Jøderne sætter verdens skabelse til den 7. oktober 3761 f.Kr. og angiver årstal i deres kalender efter denne dato. I Danmark har man for 400 år siden sat verdens skabelse til 3967 f.Kr. efter en beregning af Longomontanus, der var Tycho Brahes berømte elev, som Christian IV byggede Rundetaarn til. Dette tidspunkt er fundet ved en sammentælling af generationerne fra det Gamle Testamente. Der står altid, hvornår en søn blev undfanget, fx ”Da Enok havde levet 65 år, avlede han Metusalem.” Endnu omkring år 1800 troede alle kristne, også videnskabsfolk, at verden blev skabt for 6000 år siden.

Mange danske i vor egen tid tager også disse årstal alvorligt, både fra Folkekirken og Jehovas Vidner. Antallet af år siden verdens skabelse blev hvert år angivet på den første side i Københavns Universitets Almanak. Det krævede Ministeriet lige op til 1911 trods protester fra de astronomer, der ellers havde ansvar for almanakken. Geologerne ved Universitetet havde dog allerede i 1866 anerkendt, at Jorden er millioner af år gammel.

Verden begyndte med Big Bang

Den videnskabelige opfattelse af verdens begyndelse er meget anderledes end religionernes, og forskningen bringer hele tiden nyt til, men det følgende har i store træk ligget fast i årtier.

For knap 14 milliarder år siden begyndte universet. Det allerførste øjeblik fra nul til en septilliontedel (10^{-42}) af et sekund ved vi intet om, fordi alle kendte fysiske love bryder sammen under de ekstreme forhold, der herskede, men så tæt kommer vi altså på begyndelsen.

Der var meget stor tæthed og en temperatur på mange milliarder grader, og det hele udvidede sig meget hurtigt. Der fandtes endnu ingen atomkerner, men de første blev dannet af stoffet, da universet var få minutter gammelt, idet temperaturen var faldet til under en milliard grader ved den stadige udvidelse.

Dette kan man sige ud fra fysiske beregninger, og det stemmer med observationer af universets og stjernernes kemiske sammensætning af hydrogen, helium og andre grundstoffer. Det tidlige varme univers bestod næsten udelukkende af 75 procent hydrogen og 25 procent helium. Hydrogen blev tidligere kaldt brint, og er det simpleste af alle grundstoffer.

Hvad var der før Big Bang? Mange videnskabsfolk mener, at vi intet kan sige om selve tidens begyndelse, fordi de kendte fysiske love ikke gælder. Men den berømte engelske fysiker Stephen Hawking har i 1988 povet et svar, som har betydelig tilslutning blandt andre eksperter: "Selve tiden begyndte med Big Bang. At spørge hvad der gik forud, har ikke mere mening, end at spørge hvad der ligger syd for Jordens sydpol." Dermed vil han sige, at tiden og rummet ved tidens begyndelse i en matematisk beskrivelse måske forholder sig 'på lignende måde' som Jordens overflade ved sydpolen.

Det må man acceptere som et alvorligt forsøg på svar fra en forsker, som ikke bare kan afvises. Det drejer sig om tiden, som den forstås i Einsteins Relativitetsteori fra 1905 og 1915. Denne teori eller naturlov har sammen med atomfysikken (eller rettere kvantemekanikken) vist sig at være uhyre nøjagtig i beskrivelsen både af planeternes bevægelser og af de mest ekstreme forhold i universet. Det er fysiske forhold, som vi ikke har nogen direkte erfaring med. Meninger begrundet med 'den sunde fornuft' eller med spekulationer kan ikke bruges her, kun matematisk-fysiske beregninger.

Verdens alder gennem tiderne

Det er først i de senere år, vi har været i stand til at måle verdens eller universets alder til knap 14 milliarder år. I denne sammenhæng er det interessant at betragte den følgende tabel, der giver en oversigt over verdens alder ifølge de højeste autoriteter.

Religion og filosofi, øverst i tabellen, har for over to tusind år siden angivet vidt forskellige aldre, som mange tror på også i vor moderne tid, skønt de er fundet alene ved spekulation. Grækeren Aristoteles (384-322 f.Kr.) blev også i middelalderen betragtet som den store filosof, og han har flere guder i sit filosofiske system. I hans spekulative system er verden uendelig gammel, fordi alle begivenheder gentages helt nøjagtigt efter en meget lang periode.

Bibelen:	Verden blev skabt for 6000 år siden	
Hinduismen:	Verden er ældre end 300.000 milliarder år	
Aristoteles:	Verden er uendelig gammel	
	Universet	Jorden
	Moderne aldre i milliarder år:	
1900	Uendelig	Mindst 0,3
1925	Uendelig	Mindst 1,3
1950	1,8	2,6 - 4
1975	7,5 – 20	4,55
2000	10 – 20	4,56
2006	13 – 14	4,56

Verdens alder ifølge de højeste religiøse, filosofiske og videnskabelige autoriteter - samlet af Erik Høg i 2006.

Tabellens intervaller for aldre blev i samtiden angivet som sikre.

De nyeste målinger giver 13,7 milliarder år for universets alder og med sikkerhed mellem 13 og 14.

Viden om naturens indretning kan imidlertid kun opnås ved målinger og matematisk beskrivelse, ikke ved spekulation. Det vidste Archimedes (ca. 287-212 f.Kr.), men kun få brugte hans metoder i oldtiden. Archimedes fandt loven for legemers opdrift i vand og lovene for vægtstænger. Det er *naturlove for ro og ligevægt*, der altid vil være gyldige.

Det var meget vanskeligere at finde *lovene for bevægelse*, fx for en faldende genstand på Jorden og for planeternes bevægelse. Det lykkedes for Isaac Newton 2000 år senere.

Archimedes' synspunkt kom frem igen i den sene middelalder, hvor en af de første fortalere var Nicolaus Cusanus (1401-64), biskop og kardinal. Cusanus var en af den katolske kirkes store teologer, men han tog sig også tid til frugtbart arbejde med matematik og fysik. Snart fulgte Renaissance, hvor Archimedes' metode (måling og matematik) sejrede så fuldstændigt, at han må kaldes den moderne videnskabs fader.

Denne beskrivelse af videnskabens udvikling gennem årtusinder er meget grov, fordi den skal være kort. Men det må ikke få nogen til at glemme, hvor lang tid det tog, hvor vanskeligt det var, og at mange mennesker har arbejdet på disse sager hele deres liv. Først var der babylonerne, som begyndte for 5000 år siden med at skrive, regne og lave astronomi, og som grækerne lærte af. Grækerne arbejdede på sagerne i 1000 år. Nogle århundreder senere kom araberne, samlede alle græske håndskrifter, der endnu fandtes, og oversatte til arabisk. De forskede i matematik, optik og astronomi, og det hele gik videre til det kristne Europa fra omkring år 1000. De kristne, kendte og ukendte mænd, studerede og forskede videre. Bare i de 200 år fra Cusanus til Newton burde man i det mindste omtale giganter i videnskaben som Kopernikus, Tycho Brahe, Kepler, Galilei og Descartes – men her er kun plads til navnene.

Boks 1. Videnskabens udvikling gennem 5000 år på korteste form. Der er sammenhæng, kontinuitet, fra de ældste tider til i dag. Ganske vist har langt fra alt det gamle hjulpet frem mod den moderne videnskab, men alligevel må vi sige: "Vi står på skuldrene af vore fædre."

Hundrede års forskning

Ved år 1900 herskede den videnskabelige opfattelse, at man havde et statisk, altså ubevægeligt og derfor uendelig gammelt univers. Det havde en udstrækning, så lyset fra de fjerneste stjerner var 30.000 år undervejs til os. Det bestod kun af vores Mælkevej med dens stjerner og tåger. Men snart blev det opdaget, at mange af tågerne er meget længere borte og har omkring samme størrelse som vores Mælkevej. Vi kalder dem nu for galakser, og vores Mælkevej er selv en galakse. Mælkevejen rummer mange milliarder stjerner, så mange at hvert menneske på Jorden kunne få mindst 20 stjerner

hver. Desuden kunne hvert menneske få en hel galakse, og der ville endda være milliarder tilovers.

I 1929 opdagede Edwin Hubble, at alle galakser fjerner sig fra os på en måde, vi mest enkelt forstår, som at hele universet udvider sig. Hubble kunne derpå straks beregne en udvidelsesalder på 2 milliarder år. For 1950 viser tabellen samme alder for universet, som Hubble fandt over tyve år tidligere og samtidig en højere alder for Jorden! Der måtte jo være noget galt. Efterhånden opdagede man, at denne alder for universet var 10 gange for lille, især på grund af den tids fejl i afstande til galakserne. Men der var også andre fejl, som efterhånden blev udryddet takket være en enorm indsats af målinger med nye instrumenter og af bedre astrofysiske teorier.

Nu ved vi, at universet er knap 14 milliarder år gammelt, og at det begyndte med Big Bang. Det betyder, at det synlige univers er næsten en million gange større i afstande, end man troede omkring år 1900, eftersom det ældste lys i universet har været undervejs i mange milliarder år.

For at forstå et endeligt, men ubegrænset univers bedre, kan vi sammenligne med et "rum" i to dimensioner, nemlig overfladen på en kugle: Denne overflade har et endeligt areal, men der er ingen grænser på selve overfladen. Lad os se på det fra et eller andet sted på kuglen. Lader vi nu kuglen udvide sig, så bliver afstanden til ethvert andet punkt forstørret i samme forhold, når man måler afstande på kuglens overflade. Ganske tilsvarende vil det være, når vi går over til det virkelige rum med tre dimensioner. Det er sådan, vi forklarer, at galakserne fjerner sig fra os, ligegyldigt hvor i universet vi tænker os at se det fra.

Universet udvider sig, men ikke ind i noget udenfor, som kuglen, der jo udvidede sig inde i det tre-dimensionale rum. Hele universet udvider sig, det kan man beskrive matematisk uden nogen selvmodsigelser, ved hjælp af Einsteins relativitetsteori.

Boks 2. Rummet er endeligt, men det har ingen grænser, hvor man måtte spørge: hvad er der på den anden side? Universet udvider sig, men ikke inde i noget større.

Faktisk fortsætter universet meget langt udenfor det synlige univers ifølge de bedste observationer, men vi har ikke grund til at tro, at det er uendelig stort. Et sådan *endeligt*, men selvfølgelig *ubegrænset* univers kan kun forstås matematisk. Det sker med Einsteins relativitetsteori, der kan beskrive et

univers, der har tre rumlige dimensioner og udvider sig med tiden, den fjerde dimension.

Den mest pålidelige alder for universet er beregnet fra den kosmiske mikrobølge baggrund i figur 3. Det giver 13,7 milliarder år med en usikkerhed på en procent, så vi kan med god pålidelighed antage en alder mellem 13 og 14 milliarder år. Faktisk har man i de senere år anvendt fem ganske forskellige metoder og de giver samme alder med forskellig nøjagtighed. De andre aldre i tabellen stammer fra mine diskussioner med mange kolleger og er bekræftet ved læsning af litteraturen.

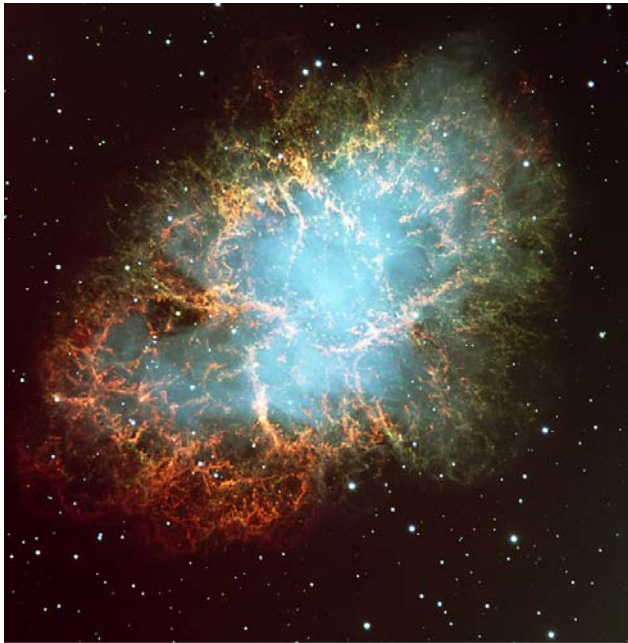
Geologerne har målt Jordens alder (sidste søjle i tabellen) ved at måle indholdet af radioaktivitet i klipper og meteoritter, på samme måde som arkæologer bestemmer aldre ved kulstof-14 metoden, og de har for længst nået en nøjagtighed på bedre end een procent. Solen, Jorden og meteoritter blev dannet næsten samtidig indenfor nogle millioner år, et meget kort tidsrum i forhold til selve Jordens alder.

Nu til spørgsmålet: Hvad kan det her så bruges til? Svaret er, at det skal lære os alle at forstå den verden og det univers, vi faktisk lever i. Det skal lære os, at fysik, matematik, målinger og en disciplineret fantasi er de bedste midler til at fremme vores forståelse af den fysiske verden. Spekulationer om naturens indretning, som de findes i religioner, filosofi og fiktion, fører på vildspor.

Lyset fra verdens begyndelse

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 derfor det, vi nu lever i mange milliarder år senere. Vi skal se nærmere på et meget tydeligt signal, som vi til stadighed modtager fra det tidlige univers i form af mikrobølger fra dengang universet kun var 400.000 år gammelt.

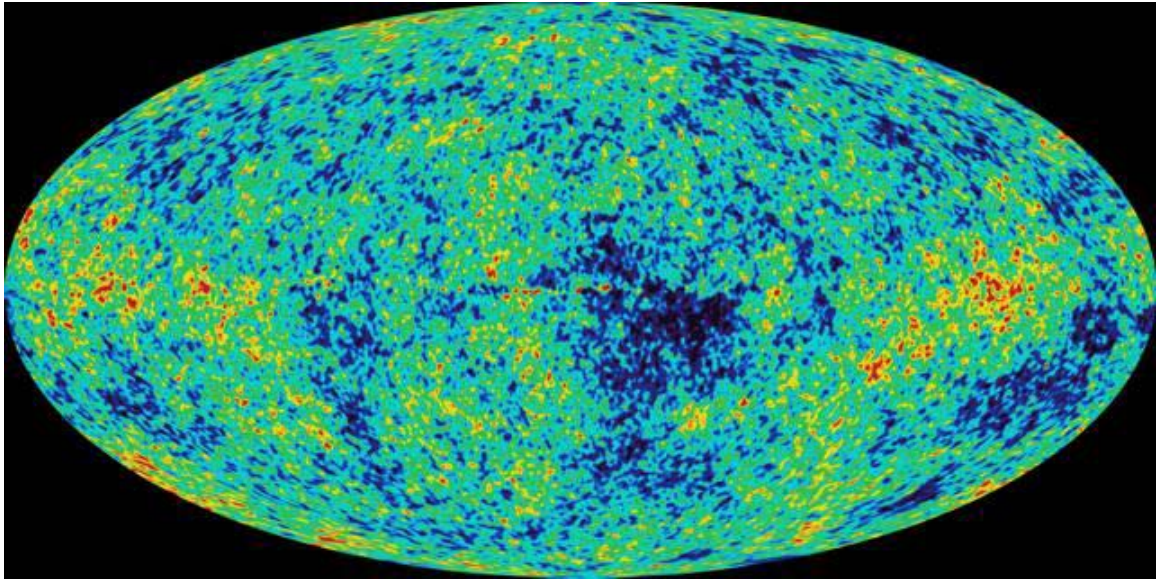
Men først betragter vi det andet billede, der viser et lille felt af himlen med stjerner, der er milliarder af år gamle sammen med den smukke Krabbetåge. Selve stjernerne giver en enorm kontrast med tusinder af gange mere lys fra en stjerne end lige ved siden af den. Lyset fra stjernerne og tågen har været hundreder af år undervejs til os, men stjernerne skinner stadig derude, og de fleste af dem 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 fra det sene univers.



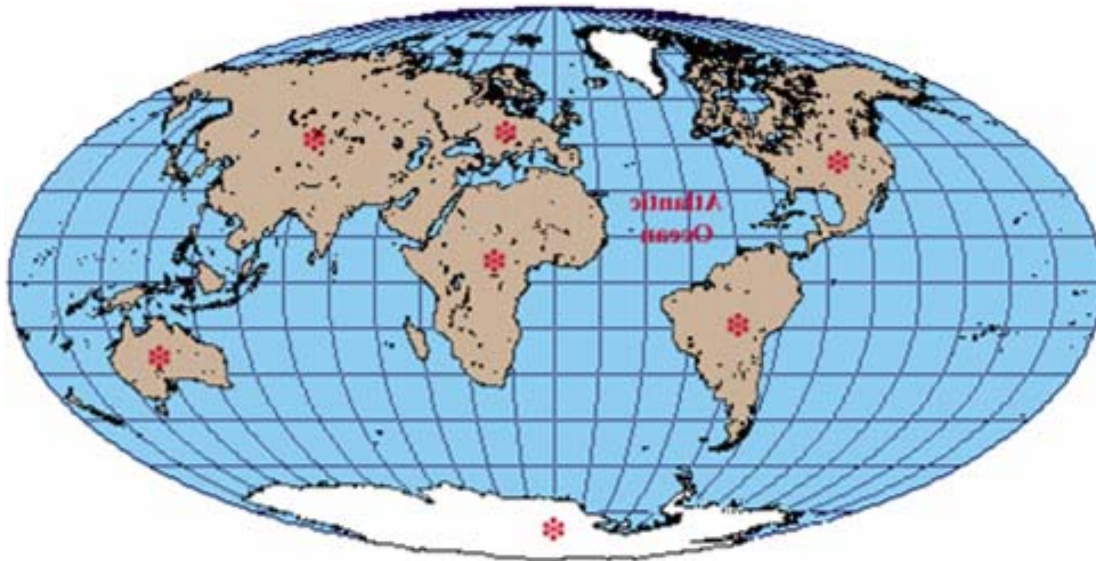
2. DET SENE UNIVERS – Billede af et lille felt på himlen med stjerner og Krabbetågen. Denne tåge af støv og gas blev dannet, da en stjerne eksploderede som en supernova. Den var så lysstærk, at den kunne ses selv om dagen af kinesiske og japanske astronomer, og fra deres beretning ved vi, det skete i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

Helt anderledes er det i det tidlige univers på det tredje billede, der er et meget direkte vidnesbyrd om Big Bang. Universet var kun 400.000 år gammelt, og der fandtes slet ingen stjerner. Vort kamera har fanget lyset direkte fra den glødende gas, da hele universet var 3000 grader varmt. Strukturen i billedet viser, at temperaturen kun varierede ca. 0,1 grad i hele universet dengang, og disse små forskelle indeholder meget information om det tidlige univers.

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



3. DET TIDLIGE UNIVERS – Her ses 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.



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

Det lys, der lige var på vej, løb nu bare videre, fordi gassen ikke mere kunne sprede lyset. Gassen var så uhyre tynd, at der kun var 300 atomer i hver

kubikcentimeter, det er 1000 gange mindre end i det tomme vakuum, man har 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. Med særlige kameraer modtager vi derfor nu lyset som mikrobølger, der ligner strålingen i en mikroovn. Denne stråling kaldes 'den kosmiske mikrobølge baggrund', fordi den kommer fra hele himlens baggrund.

Fagfolk taler også om 2,7 grader Kelvin strålingen, fordi spektret 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.

De nyeste målinger af strålingen fra 2005 ses i Fig. 3, der stammer fra WMAP missionen (<http://lambda.gsfc.nasa.gov/>). Billedet viser himlen i mikrobølger, hvor hele himlen er afbildet på et fladt ovalt kort. For at forstå denne projektion vises i det fjerde billede 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.

Strålingen blev opdaget i 1964 af A.A. Penzias og R.W. Wilson, som derfor 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.