

Multiverset – videnskab eller metafysik?

Af Helge Kragh, Institut for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet

Diskussioner af grundlagsproblemer af virkelig fundamental karakter er sjældne i de fysiske videnskaber, der hviler på alment accepterede idéer om, hvornår teorier og påstande har videnskabelig karakter. En grundlæggende fysisk teori kan kritiseres for at være dårlig eller utilstrækkelig, men kun i sjældne tilfælde vil der rejses tvivl om dens videnskabelige legitimitet, dvs. hvorvidt den overhovedet er videnskabelig. Et sådant tilfælde diskuteres for tiden af fysikere og astronomer i forbindelse med en populær kosmologisk teori om “mange universer”. Er der tale om et paradigmeskift i fysikken, eller blot om metafysik forklædt som videnskab?

Idéen om mange verdener

Begrebet om universet omfatter alt fysisk eksisterende, hvilket af sproglige og logiske grunde kan synes at umuliggøre enhver idé om “mange universer”. Ikke desto mindre går sådanne idéer langt tilbage i tiden, og i de sidste 5-10 år er de blevet genstand for en hæftig diskussion blandt fysikere og astronomer. Spørgsmålet er ikke så meget, om disse nye teorier er rigtige eller forkerte, men om de overhovedet er videnskabelige, dvs. om de lever op til de standarder, der normalt kvalificerer en teori til at høre til naturvidenskabens domæne.

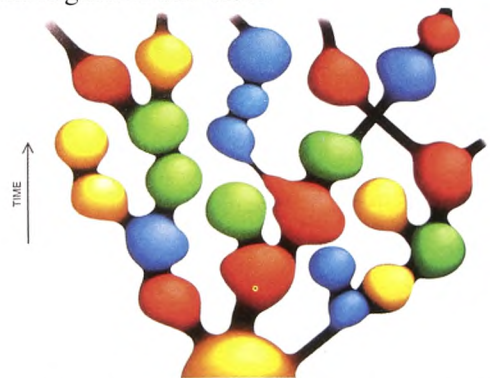
Samlingen af alle universer benævnes ofte et “multivers” eller nogle gange et “megavers”, mens nogle fysikere foretrækker at tale om “parallelle universer”. Det er unægtelig en sær idé, men selv inden for rammerne af de klassiske kosmologiske modeller baseret på Einsteins ligninger fra 1917 optræder en version af multiverset. Den tidligste ekspanderende model, kendt som *Lemaître-Eddington*-modellen, har en positiv kosmologisk konstant og udvider sig derfor med stadig større hast (den af Einstein indførte kosmologiske konstant virker som en frastødende, antigravitationel kraft). Som Eddington gjorde opmærksom på i 1931, fører dette til, at universet vil blive opdelt i adskilte regioner uden nogen kausal forbindelse. Sådanne regioner er ganske vist dele af det samme univers, men de kan ikke observeres og vil aldrig komme til det.

Mens *Lemaître-Eddington*-universet var lukket (positivt krummet rum), opererede steady-state-modellen fra 1950'erne med et uendeligt (fladt) univers hvor udvidelsen voksede eksponentielt i tiden. Denne teori, der blev forladt omkring 1965, var derfor også en slags multiversteori og endda med uendelig mange universer. Der var i samme periode flere andre teorier om mange universer, men de vakte kun meget lidt opmærksomhed.

Teorier om mange verdener optræder også i fortolkningen af kvantemekanikken, hvor en sådan teori blev foreslået i 1967 af Bryce DeWitt på grundlag af tidligere arbejder af Hugh Everett og John Wheeler. Ifølge denne opfattelse vil universet “spaltes” ved den kvantefysiske måleproces; ved målingen skabes nye verdener svarende til ethvert af de mulige udfald af målingen. Der kan argumenteres for en forbindelse

mellem kvantemekanikkens mange verdener og dem, der optræder i kosmologiske teorier, men forbindelsen er ikke nødvendig og jeg skal her se bort fra den.

Den nuværende stærke interesse for multiverset står i gæld til inflationsteorien, ifølge hvilken der kort efter big bang blev skabt et “falsk vakuum” med et negativt tryk og derfor en spontan, meget voldsom udvidelse svarende til en stor kosmologisk konstant; efter den korte, men hidsige inflationsfase vil det falske vakuum “henfalde” til et normalt vakuum og universet overgå til den langt mere rolige udvidelse, der kendes fra den traditionelle kosmologi. I starten af 1980'erne blev den oprindelige inflationsteori udviklet til modeller for “kaotisk inflation” og “evig inflation” af Andrei Linde, Alexander Vilenkin og andre. Disse modeller gav fysiske mekanismer for, hvordan universet efter inflationsfasen kunne udvikle sig til en uendelighed af “bobleuniverser” og hvordan disse ville vedblive med at danne nye universer. Inflationsteorien stemmer særdeles godt med målinger af anisotropien i den kosmiske baggrundsstråling, hvorfor den tillægges betydelig autoritet. Der er næppe tvivl om, at tiltroen til inflationsteorien eller rettere klassen af inflationsteorier har været en væsentlig årsag til multiversets voksende popularitet. Ifølge Alan Guth, der i 1981 foreslog den oprindelige teori for inflation, vil inflationsprocessen altid resultere i en uendelighed af universer.



Figur 1. Et selvreproducerende kosmos fremkommer ved forgrening af bobler der vokser via inflation. De forskellige farver symboliserer “mutationer” i naturlovene i forhold til moderuniverset. Egenskaberne af rummet i hver boble afhænger ikke af det tidspunkt hvor boblen blev dannet. Universet i sin helhed – “Multiverset” – godt derfor godt være statisk, selvom boblernes indre er beskrevet ved Big Bang-teorien.

Multivers og strengteori

En anden vigtig årsag er af nyere dato og knyttet til udviklinger inden for strengteorien eller hvad der i dag kendes som M-teorien. I starten af det nye årtusinde viste det sig, at der ikke er nogen entydig måde, hvorpå en 4-dimensional verden kan skabes ud fra 11-dimensionale strenge. Der er et umådelig stort antal måder at sammenkrølle eller "kompaktificere" de andre dimensioner på, og hver af disse måder kan fortolkes som en mulig verden med egne naturlove og konstanter. Leonard Susskind, en af strengteoriens fædre, taler om et kosmisk "landskab" af strenge, svarende til et landskab af mulige universer "befolket" med hver deres fysik. I litteraturen angives antallet af sådanne streng-baserede universer ofte som 10^{500} eller mere.

Hovedsagen er, at den fundamentale og matematisk stærke strengteori har givet en slags fysisk begrundelse for et enormt antal adskilte universer og at inflationsmodeller leverer en mekanisme, hvorved disse kan skabes. Tilhængere af den moderne teori for multiverset understreger, at disse mange universer skal opfattes som lige så virkelige som vores eget, ikke blot som mulige universer i en abstrakt forstand.

Der er endnu et vigtigt element i denne teori, nemlig forholdet til det antropiske princip, dvs. idéen om at universet er bemærkelsesværdigt finjusteret eller "designet" til at kunne rumme mennesker eller andet avanceret liv. Dette princip har været og er stadig kontroversielt, både af videnskabelige og filosofiske grunde. Blandt indvendingerne er, at det kan minde om den kvasireligiøse idé om intelligent design (ID), men i forbindelse med multiverset optræder det i en ny og ID-renset version: Når de fysiske love og parametre passer så godt til livets fremkomst, er det ikke fordi vores univers er specielt og konstrueret til at indeholde liv. Nej, naturlovene findes i alle mulige varianter i de utallige andre universer, blot er de i vores verden konsistente med den form for liv, vi kender til. Den øgede tilslutning til multiverset har ført til en øget accept af antropisk argumentation, men af en ikke-teleologisk art. Det er ikke noget tilfælde, at undertitlen i Susskinds bog om det kosmiske landskab er "strengteori og illusionen om intelligent design" [5].

Faktisk findes der ingen entydig teori for eller konsensus om multiverset, lige så lidt som dette begreb er entydigt defineret. Der findes forskellige forslag til typologier, hvori den mindst kontroversielle form henviser til de regioner af universet, der ligger uden for vores horisont og derfor er kausalt adskilte fra os. I denne form for multivers er der kun et big bang, hvorfra alt stammer, og den grundlæggende fysik formodes at være den samme overalt. En mere radikal form udgøres af de modeller, der er baseret på inflationsteorier (med eller uden strenglandskab) og hvori der er mange big bangs og resulterende universer med hver deres fysik. Der findes endnu mere radikale forslag, som Max Tegmarks idé om et kosmisk "matematisk demokrati", ifølge hvilken enhver matematisk struktur er fysisk realiseret i et eller andet univers [6]. Uanset hvilken slags

multivers, der tales om, så er det afgørende påstanden om virkelige universer, som vi ikke engang i princippet kan observere eller have nogen empirisk viden om.

Debatten om multiverset

Den moderne idé om multiverset tages seriøst blandt mange fremtrædende fysikere og astronomer, der opfatter den som en videnskabelig teori og undersøger den i artikler i anerkendte fagtidsskrifter eller elektroniske arkiver som arXiv (<http://arxiv.org/>). Andre forskere tager afstand fra idéen og mener grundlæggende set, at den slet ikke hører hjemme i den videnskabelige verden. Siden 2000 er der skrevet omkring 150 videnskabelige bidrag om multiverset, der har etableret sig som et eget forskningsfelt og naturligvis også har resulteret i bøger af en mere populær art [4, 5, 6]. Diskussionen om multiverset og det antropiske princip har desuden fundet sted ved møder mellem prominente fysikere og har resulteret i flere bøger. I bogen *Multiverse or Universe?* kan man således finde en række vigtige bidrag for og imod teorien. Blandt de forskere, der mere eller mindre helhjertet tilslutter sig idéen om multiverset, kan nævnes A. Vilenkin, A. Guth, L. Susskind, M. Tegmark, M. Rees og S. Weinberg. Modstanderne af teorien omfatter bl.a. G. Ellis, P. Woit, L. Smolin og P. Steinhardt.

Der kan blandt nogle af fortalernes for multiverset spores en næsten messiansk holdning, en forventning om at fysikken står på tærsklen til et helt nyt paradigmebrud, hvor reglerne for videnskabelighed vil være anderledes end i den traditionelle fysik. Ifølge den franske fysiker Aurélien Barrau "står vi over for et grundlæggende paradigmebrud, som vil revolutionere vores forståelse af naturen og åbne op for nye muligheder af videnskabelig tænkning" [8]. Steven Weinberg mener tilsvarende, at multiversteorien og dens baggrund i antropisk tænkning er "et nyt vendepunkt, en radikal ændring i vor opfattelse af, hvad der er et legitimt grundlag for en fysisk teori" [1, s. 29].

Idéen om et multivers er af flere grunde radikal, og det ikke blot fordi den hævder eksistensen af en mængde ikke-observerbare verdener. Den fører også til en drastisk ændring i synet på så fundamentale begreber som naturlove og deres tilhørende naturkonstanter. Disse størrelser anses normalt som irreducibile og absolutte, men ifølge hypotesen om multiverset er de blot kontingente og således i en vis forstand tilfældige. Når Plancks konstant er ca. $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s, er der ikke noget helligt ved netop denne talværdi. Det er blot virkningskvantets størrelse i vores univers, mens kvantefænomener i andre verdener styres af en anden værdi af konstanten.

Et af de problemer, der optræder i forbindelse med multiverset, knytter sig til det *uendelige* antal af universer. Man kan synes, at 10^{500} universer er rigeligt, men ifølge anerkendte fysikere som Vilenkin og Guth resulterer inflationsmodeller i et uendeligt antal af universer. Såkaldt aktuelle eller realiserede uendeligheder fører med usvigelig sikkerhed til begrebsmæssige og logiske problemer, hvilket af og til bliver benyttet som

et argument imod visse scenarier for multiverset. Disse problemer er dog ikke specielle for teorier om multiverset, for de eksisterer i enhver kosmologisk model for et uendeligt og ensartet univers.

En hovedindvending imod multiverset er rimeligt nok, at andre universer ikke kan observeres – så hvorfor skulle vi tro på, at de findes? Et almindeligt svar på denne indvending er, at multiverset er begrundet i fundamentale fysiske teorier som vi har tillid til og som (for inflationsteoriens vedkommende) resulterer i verificerede forudsigelser; vi har derfor også grund til at tro på de forudsigelser, der ikke kan observeres. Vi har aldrig påvist en (isoleret) kvark, men alligevel tror vi jo på eksistensen af kvarker, lige som vi tror på forudsigelser om det indre af sorte huller. Så hvad skulle der være i vejen med troværdigheden af multiverset? Hvorvidt dette argument er godt, skal være usagt, men i det mindste har det ikke overbevist kritikerne.

Men er det videnskab?

Diskussionen om multiverset har fremprovokeret en debat i dele af fysikersamfundet om, hvad der egentlig karakteriserer en videnskabelig teori. Omvendt, hvad skal der til, for at en teori anses for uvidenskabelig? Alle fysikere er (vist nok?) enige om, at en acceptabel teori til syvende og sidst må kunne testes, altså føre til forudsigelser eller konsekvenser af en sådan art, at de kan sammenlignes med erfaringen. Men behøver teorien være *direkte* testbar? Og hvor liberalt kan man tillade sig at forstå frasen “til syvende og sidst”?

Det er ganske klart, at tilhængere og modstandere af multiverset har noget forskellige opfattelser af de grundlæggende standarder for videnskab. Førstnævnte mener således, at forudsigelser om sandsynligheder skal tillægges større vægt end normalt i fysikken, samt at forklaringer skal opprioriteres i forhold til forudsigelser. I almindelighed har de et mere afslappet syn på kriterier for videnskabelighed. Disse kriterier er jo ikke faldet ned fra himlen, de er produkter af den historiske udvikling og har ændret sig gennem videnskabens lange historie. Måske dyder som falsificerbarhed og eksakte forudsigelser var egnede for den traditionelle fysik, men de behøver ikke være det for kosmologien i det 21. århundrede.

En god fysisk teori fører ikke blot til testbare forudsigelser, den er også i stand til at forklare fænomener enten i naturen eller i laboratoriet. Nogle teorier kan have stor forklaringskraft, men alligevel være ude af stand til at levere entydige forudsigelser, og i så fald optræder der problemer med testbarheden. Teorier om multiverset er i denne henseende ekstreme. En teori, der postulerer 10^{500} forskellige universer med en tilsvarende variation i love og parametre, kan “forklare” enhver observation; og skulle observationen blive revideret, kan den også forklare det. Som George Ellis udtrykker det: “Mange teorier om multiverset forudsiger ganske vist eksistensen af universer med giraffer, men de forudsiger også universer, hvor der ikke er nogen giraffer” [2, 2.35].

Ellis har stærkt fremhævet de principielle aspekter

i debatten, der omfatter såvel etiske som forskningspolitiske problemer. Kort sagt, hvis vi accepterer multiverset som gyldig videnskab, hvordan kan vi da hævde, at pseudovidenskaber som krystalhealing og astrologi ikke er videnskab? Han udtrykker sine betænkeligheder således:

I debatten om multiverset er det selve naturvidenskabens væsen, der står på spil. Tilhængerne foreslår at udvande indholdet af det videnskabelige bevis for derved at kunne hævde, at multivershypotesen leverer en videnskabelig forklaring. Dette er en farlig taktik. ... Kan man virkelig hævde, at man har en ægte videnskabelig teori, når det er umuligt at teste teorien direkte og endog indirekte? Hvis man påstår dette, så ændrer man meningen med begrebet om videnskab. Der er mange andre teorier som venter i korridorerne og ser frem til en udvanding af, hvad der forstås ved “videnskab”. Tilhængerne af en udvanding på det kosmologiske område bør være opmærksomme på den flod af alternative teorier, hvis tilhængere i så fald også vil hævde disse teories videnskabelige respektabilitet [2, 2.33].

I debatten om multiverset kan det være svært at skelne mellem videnskabelige og filosofiske argumenter. Klassiske videnskabsfilosofiske positioner indgår i striden, hvilket ikke gør den mindre interessant. Flere fortalere for multiverset udtrykker en klar ringeagt for filosofiske demarkationskriterier, som de anser for kunstige og irrelevante. Karl Poppers krav om falsificerbarhed er i særdeleshed blevet kritiseret som en lænestolsfilosofi, der ikke stemmer overens med den virkelige forsknings verden. Mens Susskind taler nedladende om de “popperazi”, der blindt følger Poppers filosofi, så mener kritikere som Lee Smolin og Ellis, at falsificerbarhed er et ultimativt kriterium for videnskabelighed. Og da multiversteorier ikke lever op til dette kriterium, så kan påstanden om et ensemble af adskilte universer ikke være andet end en “trossag”, sådan som Ellis udtrykker det.

Det er uvist, hvordan striden om de mange universer vil ende, og det er muligt, at den vil løbe ud i sandet uden at efterlade sig de store spor i fysikkens historie i det 21. århundrede. Men det er også muligt, at den vil være indledningen til en ny æra i vurderingen af kosmologiske teorier, sådan som mere entusiastiske tilhængere af multiverset tror. Under alle omstændigheder er diskussionen af principiel interesse både for fysikerne selv og for de filosoffer og historikere, der arbejder med problemstillinger i moderne fysik. Ikke blot oplever vi her uenigheder på det fundamentale plan mellem aktive forskere selv, vi oplever også, hvordan fysikerne bliver tvunget til at forholde sig til filosofiske problemstillinger, hvad enten de bryder sig om det eller ej.

Endelig er religion også involveret, om end mest indirekte. Det er således klart, at folk som Weinberg og Susskind opfatter multiverset som et bolværk mod teisme og guddommelig design. På den anden side er det også muligt at bruge multiverset som et argument for teismen, sådan som fremgår af Robert Collins’

kapitel i *Universe or Multiverse?* I det hele taget er der en betydelig religiøs interesse i multiverset, om end den sjældent manifesterer sig direkte i fysikernes diskussion af emnet. Templeton Foundation, en amerikansk organisation som på et kristent grundlag søger at stimulere dialogen mellem naturvidenskab og religion, sponsorerede i 2005 et symposium på Stanford University om multivers og strengteori, hvor flere prominente fysikere diskuterede de religiøse aspekter.

Endelig bør det fremhæves, at den metodologiske diskussion ikke primært handler om, hvorvidt spekulationer er acceptable i fysiske teorier. Begge parter erkender, at spekulative elementer har en vigtig og legitim plads i naturvidenskaben, sådan som der er rig dokumentation for i videnskabshistorien. Det acceptable råderum for spekulationer er særlig stort i kosmologiske teorier, hvilket kun er naturligt. Uenigheden drejer sig altså ikke om, hvorvidt multiverset er en spekulativ teori – hvad den utvivlsomt er – men om, hvorvidt det er en videnskabelig eller en filosofisk spekulation.

Litteratur

- [1] B. Carr, ed. (2007), *Universe or Multiverse?* Cambridge.
- [2] B. Carr & G. Ellis (2008), *Universe or multiverse?* *Astronomy & Geophysics* bind 49, 2.29-2.37.

KIF og WIPS Årsmøde 2009

Af Tina Christensen, DMI

Vanen tro holder Netværk for Kvinder i Fysik (KIF) årsmøde i forbindelse med DFS-årsmødet, og ligesom DFS-mødet i år er et fællesnordisk møde, afholdes KIF-mødet i år sammen med WIPS, Women In Physics in Sweden. I år er stedet DTU og tidspunktet er mandag d. 15. juni kl. 10:45-17:30.

Programmet vil bestå af fire 30-minutters foredrag, en postersession, KIF's årlige generalsamling og afslutningsvis et netværksmøde (i form af en selvfinansieret middag i byen) med yderligere diskussion og udveksling af erfaring.

De fire taleres bidrag vil spænde fra rent fysikfaglige indlæg til foredrag der også dækker de mere karrieremæssige aspekter.

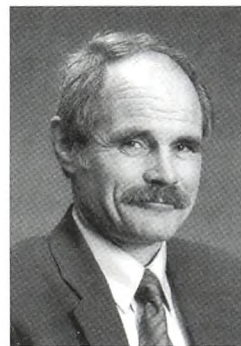
De inviterede foredragsholdere er:

- Alexandra Boltasseva (DTU Fotonik)
- Eva Arnspang Christensen (Center for Membrane Physics, Syddansk Universitet) Multispecies Single Molecule Imaging With Quantum Dots
- Pia Thörngren (Physics Department, Stockholm University)
- Christiane Alba-Simionesco (Laboratoire Léon Brillouin)

Årsmødets program vil løbende blive opdateret med titler og abstracts på <http://kif.nbi.dk/>.

Alle deltagere opfordres til at medbringe en poster. Tilmelding og indsendelse af poster-abstract foregår via DFS' hjemmeside på samme vis og med samme deadlines som for DFS' nordiske møde. Prisen for deltagelse er 30 Euro.

- [3] G. Ellis, U. Kirchner & W. Stoeger (2004), Multiverses and physical cosmology, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* bind 347, nr. 3, s. 921-936.
- [4] M. Rees (2003), *Our Cosmic Habitat*, London.
- [5] L. Susskind (2006), *The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of Intelligent Design*, New York.
- [6] M. Tegmark (2003), Parallel universes, *Scientific American*, maj 2003 (arxiv:astro-ph/0302131).
- [7] A. Vilenkin (2006), *Many Worlds in One*, New York.
- [8] A. Barrau (2007), Physics in the multiverse, *Cern Courier*, 20. november 2007 (<http://cerncourier.com/cws/article/cern/31860>).



Helge Kragh er professor i videnskabshistorie ved Institut for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet, og arbejder især med de fysiske videnskabers nyere historie. Han har ledet udgivelsen af firebindsværket "Dansk Naturvidenskabs Historie".

KIF vil gerne understrege at alle fysikere, ikke kun kvinder, er overordentligt velkomne til at deltage i mødet (generalforsamlingen er dog kun for KIF-medlemmer). Sproget vil være engelsk. KIF vil specielt gerne opfordre andendelsstuderende og ph.d.-studerende til at deltage i mødet.

PFEIFFER VACUUM

CRYO PUMPER

NY SAMARBEJDSPARTNER

For info og evt. tilbud, kontakt:

Tlf. 4352 3800 Fax 4352 3850
efa@pfeiffer-vacuum.dk