

**Gert J. Fode:**  
**Om videnskabelig erkendelse**  
**(Uddrag)**

*Sandhed er subjektiv (Søren Kierkegaard)*

Man kan definere videnskab - fortrinsvis fysik og metafysik - som fornuftens forsøg på at skaffe sig oplysninger om verden. Hvor religionerne ser deres opgave i at formidle evige og guddommelige sandheder uden nødvendigvis at skaffe sig (videnskabelige, dvs. fornuftige) oplysninger først, er det videnskabens mål at søge og opnå erkendelse om den verden, vi lever i og levere de hermed fundne sandheder - ikke som "sandheder", men som teorier.

Fysikkens skabelsesberetning (genesis)

Den moderne fysiks verdensbillede og især dens beskrivelse af omstændighederne for verdens begyndelse og udvikling stiller store krav til ens forestillingsevne, eller måske rettere til ens evne til at lade være med at forestille sig noget. *I begyndelsen var universet ubegribeligt lille og ubegribeligt varmt.*

Det er unægteligt svært ikke at spørge om, hvad, hvor eller hvornår universet var på dette tidspunkt, og hvordan alt det stof, der nu fylder milliarder af lysår, kunne pakkes sammen, så det ikke fyldte mere end ét eneste atom. Men der findes ingen passende ord til at beskrive noget så mærkeligt og så fjernt fra den virkelighed, vi lever i nu. Imidlertid eksisterede dette mærkelige, tidlige univers kun i meget kort tid (hvis man overhovedet kan tale om en tid før tiden blev "opfundet"). Det udvidede sig med rasende hast. Allerede nogle få nanosekunder efter sin fødsel var universet på størrelsen med et æble. Da der var gået et helt sekund, var temperaturen faldet til ti milliarder grader. Det svarer til temperaturen i centrum af en brintbombe. Allerede fire sekunder senere var betingelserne tilstede for dannelsen af de første atomare kerner.

Så skiftede tiden gear. Først en hel million år senere konstitueres de første stabile (komplette) atomer og det tog endnu hele fem milliarder år før Mælkevejen og de andre galakser dannedes. På et eller andet tidspunkt heromkring begyndte biologisk liv i sin mest primitive form at udvikle sig på vores geologisk aktive og ustabile planet. Evolutionen gav sig god tid. Overgangen fra monocellulære organismer (amøber) til vertebrater (hvirveldyr) tog igen flere milliarder år. Først en femten til tyve milliarder år efter Big Bang begyndte vi mennesker at rejse os op på to ben og befolke den nu grønne jord.

Fysikkens genesis lyder altså meget anderledes end det Gamle Testaments fortælling om "Edens Have" eller det Nye Testaments digteriske sætning "I begyndelsen var ordet". Det virker måske ved første øjenkast underligt, at man ikke ved, om universet er femten eller tyve milliarder år gammelt men samtidigt postulerer, at man kender (næsten) alt til dets første sekunder. Det skyldes, at man bruger to forskellige metoder til henholdsvis at rekonstruere de allerførste sekunder efter Big Bang og til at bestemme universets samlede alder.

Universets samlede alder får man så at sige ved skrivebordet, ved at beregne dets udvidelse. Næsten alle galakser fjerner sig fra hinanden - vi kender alle det berømte eksempel med ballonen, der blæses op. Ganske vist flyver galakserne ikke fra hinanden med helt samme hastighed, men

alligevel kan vi omtrentlig bestemme universets udvidelseshastighed ved at måle, hvor hurtigt galakserne fjerner sig fra os. Det gøres ved hjælp af Doppler effekten, en forholdsvis nøjagtig læsemetode af accellererende objekters hastighed. Hvis vi accepterer galaksernes hastighed som et indicium på universets udvidelse, fortæller den os, at universet er cirka en milliard år om at udvide sig med ti procent.

Universets første (nano)sekunder kan man desværre ikke udregne på lommeregneren. Dem må man udspionere på en anderledes og meget mere kostbar måde. Oplysningerne fåes principielt ved at lade mindre og mindre partikler kolliderer ved større og større hastigheder og undersøge de energitætheder, der frigøres - i Europa foregår det bl.a. i CERNs<sup>1</sup>) store accelleratoranlæg. I praksis er det en effektiv måde at bruge flere og flere penge hurtigere og hurtigere på.

---

<sup>1</sup> forkortelse for "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire", en fælleseuropæisk organisation for kerneforskning, dannet 1952.

**Gert J. Fode:**  
**Über die wissenschaftliche Erkenntnis**  
**(Auszug)**

*Wahrheit ist subjektiv. (Soeren Kierkegaard)*

Man kann Wissenschaft - besonders Physik und Metaphysik – als den Versuch menschlicher Vernunft definieren, Auskünfte über die Umwelt zu beziehen. Wo die Religionen es sich zur Aufgabe gemacht haben ewige und göttliche Wahrheiten zu finden und diese zu verbreiten ohne sich notwendigerweise um (wissenschaftliche, d.h. vernünftige) Informationen oder Beweise zu kümmern, sieht die Wissenschaft es als ihr Ziel an, Erkenntnisse über unsere Welt zu erlangen, um die dabei gefundenen Resultate und Wahrheiten eben nicht als "Wahrheiten", sondern als zeitlich begrenzte Theorien und Bausteine für unser Wissen zu vermitteln.

Schöpfungsbericht der Physik (Genesis)

Das Weltbild der modernen Physik und insbesondere die Bedingungen der Geschehnisse bei der Geburt des Universums stellen hohe Anforderungen an unsere Vorstellungskraft. Oder richtiger: an die Fähigkeit sich etwas *nicht* vorstellen zu müssen. *Am Anfang war das Universum unbegreiflich klein und unvorstellbar heiß.*

Es fällt einem schwer nicht zu fragen, was und wo das Universum zum (zeitlosen) Zeitpunkt seiner Geburt war und wie all der Stoff, der nun über Milliarden von Lichtjahren verteilt ist, sich zu einem winzigen Paket zusammenpacken ließ, das kleiner als ein Stecknadelkopf, ja kleiner als ein einziges Atom war!

Es gibt eben keine Antwort, und selbst wenn – die Sprache hätte keine passenden Worte für die Beschreibung von etwas, das unserer menschlichen Existenz und Wirklichkeit so fern und fremd ist. Es muss uns ein Trost sein, dass dies merkwürdige frühe Universum nur für ganz kurze Zeit existierte (wenn man überhaupt von Zeit sprechen kann bevor die Zeit „erfunden“ war). Denn es weitete sich mit rasender Geschwindigkeit aus. Schon wenige Nanosekunden nach seiner Geburt hatte das Universum etwa die Größe eines Apfels. Nach dem Verlauf einer Sekunde war die Temperatur auf etwa zehn Milliarden Grad Celsius gefallen – entsprechend dem Inneren einer Wasserstoffbombe. Schon vier Sekunden später waren die Bedingungen so „normal“, dass die ersten atomaren Verbindungen sich bilden konnten.

Dann legte die Zeit einen langsameren Gang ein. Erst eine ganze Million Jahre später konstituierten die ersten stabilen (kompletten) Atome sich, und danach dauerte es fünf *Milliarden* Jahre bis zur Entstehung unserer Milchstraße und der anderen Galaxien. Irgendwann in dieser fünften Jahrmilliarde fing das Leben in seiner primitivsten Form an sich auf unserem geologisch aktiven und unstabilen Planeten zu entwickeln. Die Evolution nahm sich Zeit. Der Übergang von monozellulären Organismen (Amöben) zu Wirbeltieren dauerte noch einmal einige Milliarden Jahre. Erst fünfzehn bis zwanzig Milliarden Jahre nach dem Big Bang begannen wir Menschen uns auf zwei Beine aufzurichten und die nun grüne Erde zu bevölkern.

Die Genesis der Physik klingt also ziemlich anders als die Legende des Alten Testaments vom Garten Eden oder die dichterisch-schöpferischen

Sätze vom Beginn der Welt im Neuen Testament: "Am Anfang war das Wort".

Auf den ersten Blick mag es seltsam erscheinen, dass man nicht genau weiß, ob das Universum fünfzehn oder zwanzig Milliarden Jahre alt ist, gleichzeitig aber behauptet (fast) genau zu wissen was sich in den ersten Sekunden abspielte. Der Grund dafür ist, dass zur theoretischen Rekonstruktion der allerersten Sekunden nach Big Bang einerseits und zur Messung des gesamten, universellen Lebensalters andererseits zwei ganz verschiedene Methoden zur Anwendung gebracht werden.

Das Gesamalter des Universums lässt sich sozusagen am Schreibtisch berechnen und zwar mit Hilfe eines Kalküls der Expansionsgeschwindigkeit. Fast alle Galaxien entfernen sich voneinander – jeder kennt das berühmte Beispiel vom Ballon, der aufgeblasen wird. Zwar fliegen nicht alle Galaxien mit genau derselben Geschwindigkeit auseinander, trotzdem aber ergibt die Durchschnittsgeschwindigkeit eine ungefähre Vorstellung von Zeit und Raum. Zur Berechnung der galaktischen Fliehgeschwindigkeit kommt der Dopplereffekt – eine recht genaue Lesemethode der Geschwindigkeit akzelerierender Objekte - zur Anwendung. Wenn die relative Geschwindigkeit der Galaxien zu einander ein Indiz für die Ausweitung des Universums ist, beträgt die Ausweitung des Universums etwa zehn Prozent in einer Milliarde von Jahren.

Die ersten (Nano) Sekunden des Universums lassen sich dagegen nicht mit dem Taschenrechner bestimmen. Sie müssen auf eine andere - viel kostspieligere Weise - ausspioniert werden. Im Prinzip erkämpfen die Wissenschaftler sich Informationen über die Gesetzmäßigkeiten des frühen Universums in riesigen Kollisionsmaschinen, die paradoxerweise immer größer werden, je kleinere Teilchen bei immer größeren Geschwindigkeiten beschossen werden. Dabei werden die freigesetzten Energiedichten untersucht und gemessen. Die Experimente laufen in Europa hauptsächlich in der großen Rotunde der Akzeleratoren von CERN ab<sup>2</sup>). Die Internationalisierung der Kernforschung geschah in diesem Fall besonders aus finanziellen Gründen. Für ein alleiniges Land stellt die Errichtung von solchen Maschinen nämlich eine übermäßig große Belastung des Finanzhaushaltes dar, denn in der Praxis ist ein Akzelerator die Umkehrung einer Gelddruckmaschine, nämlich eine effektive Art, akzelerierend immer mehr Geld immer schneller zu verbrauchen.

---

<sup>2</sup> Abkürzung für "Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire", eine 1952 errichtete, europäische Organisation für Kernforschung.