

THOMAS  
HERTOG

OM  
TIDENS  
UPPKOMST

*Stephen Hawkings slutgiltiga teori*

ÖVERSÄTTNING LISA SJÖSTEN

fri tanke

# Innehåll

Förord.....	11
1. En paradox.....	27
2. Dag utan gårdag.....	73
3. Kosmogenes.....	125
4. Aska och rök.....	169
5. Vilse i multiversum.....	209
6. Ingen fråga? Ingen historia!.....	257
7. Tid utan tid.....	319
8. Hemma i universum.....	375
Författarens tack.....	399
Bildbilaga.....	403
Bildrättigheter.....	411
Litteratur.....	413
Noter.....	415

# Förord

DÖRREN TILL Stephen Hawkings kontor var olivgrön, och trots att kontoret låg alldeles intill det livliga sällsapsrummet ville Stephen ha dörren lite på glänt. Jag knackade på och gick in, och det kändes som om jag hade förflyttats till en tidlös värld av djup begrundan.

Stephen satt tyst bakom sitt skrivbord med ansiktet vänt mot dörren och huvudet, vars tyngd var för stor för att han skulle klara att hålla det upprätt, lutat mot rullstolens nackstöd. Han lyfte långsamt blicken och hälsade mig välkommen med ett leende, som om han hade suttit och väntat på mig. Hans sjuksköterska sa att jag kunde slå mig ner bredvid honom och jag kastade en blick på datorn på hans skrivbord. På skärmläckaren rullade texten: *Att djärvt bege sig dit Star Trek inte vågat resa.*

Det var i mitten av juni 1998, och vi befann oss djupt inne i den labyrinth som utgör DAMTP, Cambridges välkända institution för tillämpad matematik och teoretisk fysik (Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics). DAMTP var inrymd i en knakande viktoriansk byggnad i området Old Press intill floden Cam, och i nära tre årtionden hade detta varit Stephens basläger, centrumet för hans vetenskapliga ansträngningar. Det var här han, bunden till sin rullstol och utan att ens kunna lyfta ett finger, passionerat hade försökt få kosmos att dansa efter sin pipa.

Stephens kollega Neil Turok hade berättat för mig att mästaren ville träffa mig. Det var Turoks fångslände kurs, som ingick i DAMTP:s ansedda utbildning i avancerad matematik,

som nyligen hade väckt mitt intresse för kosmologi. Stephen verkade ha fått nys om mina utmärkta examensresultat och ville undersöka om jag var en lovande doktorandkandidat som han kunde ta under sina vingar.

Stephens dammiga gamla kontor fullproppat med böcker och vetenskapliga artiklar gjorde ett trivsamt intryck på mig. Det var högt i tak och fanns ett stort fönster som han, skulle jag senare upptäcka, brukade låta stå öppet under iskalla vinterdagar. På väggen bredvid dörren fanns en bild av Marilyn Monroe; under den ett inramat och signerat fotografi av Hawking som spelar poker med Einstein och Newton på holodäcket till rymdskeppet *Enterprise*. Två svarta tavlor fullklottrade med matematiska symboler upptog väggen på höger sida. På den ena fanns en ny beräkning som handlade om Neil och Stephens senaste teori om universums ursprung, men teckningarna och formlerna på den andra såg ut att vara från början av 1980-talet. Kunde detta vara de sista kråkfötterna han hade plitit ner för hand?

Ett mjukt klickande ljud bröt tystnaden. Stephen hade börjat prata. Sin naturliga röst hade han förlorat till följd av en trakeotomi han genomgått efter en släng av lunginflammation för över tio år sedan, och han kommunicerade numera med en datorröst. Detta var en långsam och krävande process.

Uppbådande de sista krafterna i sina förtvinade muskler kunde han åstadkomma ett svagt tryck på ett klickverktyg, vilket påminde ganska mycket om en datormus, som omsorgsfullt hade placerats i handflatan till hans högerhand. Skärmen som var kopplad till ena armstödet på hans rullstol lyste då upp, och upprättade en livsviktig virtuell förbindelse mellan hans hjärna och världen utanför.

Stephen använde ett datorprogram med namnet Equalizer som hade en inbyggd databas med ord och en talsyntesenhet. Han tycktes styra Equalizerns elektroniska ordbok instink-

tivt genom att rytmiskt trycka på klickverktyget som om det dansade efter hans hjärnvågor. En meny på skärmen visade ett antal vanligt förekommande ord och alfabetets bokstäver. Programmets databas innehöll ord från den teoretiska fysikens område, och programmet förutsåg hans nästa ordval genom att visa fem alternativ på raden längst ner i menyn. Olyckligtvis baserades ordvalet på en allmän sökalgoritm som inte kunde skilja mellan vanliga samtal och teoretisk fysik, ibland med dråpliga följder, från »kosmisk mikrovågsrisotto« till »extra sexdimensioner«.

*Andrej hävdar* dök upp på skärmen under menyn. Jag väntade, under spänd tystnad och i stark förhoppning om att jag skulle förstå det som följde. En eller ett par minuter senare riktade Stephen markören mot ikonen »Tala« längst upp till vänster på skärmen och sa, med sin elektroniska röst, *Andrej hävdar att det finns ett oändligt antal universum. Detta är otroligt.*

Där var den – Stephens öppningsreplik.

Andrej var den berömde rysk-amerikanske kosmologen Andrej Linde, en av grundarna till den kosmologiska teorin om inflation som hade lagts fram i början av 1980-talet. Den är en modifiering av teorin om big bang och går ut på att universum började med en kortvarig men supersnabb expansion – inflation. Längre fram gjorde Linde en extravagant utvidgning av den här teorin, enligt vilken inflation gav upphov till inte bara ett utan flera universum.

Tidigare brukade jag tänka på universum som allt som finns. Men hur mycket är det? Enligt Lindes hypotes skulle det som vi har kallat för »universum« bara vara en liten skärva av ett oändligt mycket större »multiversum«. Han föreställde sig kosmos som en enorm svällande utvidgning av oräkneliga skilda universum som befinner sig långt bortom varandras horisonter, som öar i ett ständigt expanderande hav. Kosmo-

logerna hade ett riktigt äventyr framför sig. Och Stephen, den äventyrligaste av dem alla, var med på noterna.

*Varför bry sig om andra universum?* frågade jag.

Stephens svar var dunkelt. *För att det universum vi observerar ser ut att vara förmigivet*, sa han. Sedan, efter ytterligare en stunds klickande, *Varför är universum som det är? Varför är vi här?*

Ingen av mina andra fysiklärare hade någonsin talat om fysik och kosmologi i sådana metafysiska ordalag.

»Är inte det en filosofisk fråga?« försökte jag.

»Filosofin är död«, sa Stephen och hans ögon strålade, redo att skrida till verket. Själv var jag inte helt redo, men kunde inte låta bli att tänka att för någon som avfärdat filosofin så använde sig Stephen av den mycket frikostigt – och kreativt – i sitt eget arbete.

DET LÅG NÅGONTING närmast magiskt över Stephen. Med en knappt märkbar rörelse lyckades han blåsa så mycket liv i vårt samtal. Han uppvisade en dragningskraft och en karisma som jag sällan sett prov på. Hans breda leende och uttrycksfulla ansikte, på samma gång varmt och lekfullt, gav till och med hans robotröst en starkt personlig klang och drog mig djupare in i de kosmiska mysterier han grubblade över.

Liksom oraklet i Delfi hade han fått lära sig att behärska konsten att förmedla mycket med ett fåtal ord. Resultatet blev ett unikt sätt att tänka på och tala om fysik och, som vi kommer att se, en helt ny fysik. Men den här pregnansen betydde också att minsta lilla miss med klickverket, som ett enda utelämnat ord – till exempel »inte« – kunde leda till frustration och förvirring, något som ofta inträffade. Just den här eftermiddagen hade jag dock ingenting emot det, och jag var tacksam över att Stephens sökningar i Equalizern gav mig tid att fundera ordentligt över mina svar.



FIGUR 1. Den här svarta tavlan hängde på Stephen Hawking's kontor på Cambridgeuniversitetet som ett minne från en konferens om supergravitation han hade anordnat i juni 1980. Den är full av krumelurer, teckningar och ekvationer, och är minst lika mycket ett konstverk som en inblick i de teoretiska fysikernas abstrakta universum. Hawking är avtecknad i mitten nästan längst ner, med ryggen vänd mot oss.

Jag visste att när Stephen sa att universum tycks vara formgivet så hänvisade han till det besynnerliga faktum att kosmos efter sin våldsamma födelse tycktes vara anmärkningsvärt väl anpassat för att hysa liv – om än flera miljarder år in i framtiden. Detta behändiga faktum har på ett eller annat sätt upptagit tänkare i hundratals år, eftersom det hela framstår som så tillrättat. Det är nästan som om livets och kosmos tillblivelse är sammanflätade med varandra, som om kosmos hela tiden visste att det en dag skulle bli vårt hem. Vad ska vi tro om detta mystiska tecken på avsiktlighet? Det är en av de centrala frågor

som människor ställer sig om universum och Stephen hade en stark känsla av att kosmologisk teori hade något att säga om den. Möjligheten – eller förhoppningen om – att kunna knäcka den kosmiska planens gåta var utan tvekan drivkraften bakom en stor del av hans arbete.

Detta var i sig någonting exceptionellt. De flesta fysiker håller sig helst borta från den typen av svåra, till synes filosofiska frågor. Eller så tror de att det en dag kommer visa sig att universums utsökta arkitektur följer av en elegant matematisk princip som utgör kärnan i teorin om allt. Om detta vore fallet skulle det faktum att universum ser ut att vara medvetet utformat framstå som en lycklig slump, en godtycklig konsekvens av objektiva och opersonliga naturlagar.

Men varken Stephen eller Andrej var några vanliga fysiker. De var inte alls beredda att tala om den abstrakta matematikens skönhet, utan ansåg att den häpnadsväckande finjustering av universum som hade gett upphov till liv pekade på ett djupgående problem i fysikens grundvalar. De nöjde sig inte med att bara tillämpa naturens lagar, utan sökte efter ett mer expansivt perspektiv på fysiken där man ifrågasatte själva ursprunget till dessa lagar. Detta fick dem att fundera över den stora smällen, för det var antagligen vid universums födelse som det fick sin lagliknande utformning. Och det var i frågan om universums födelse som Stephen och Andrej var starkt oeniga.

Andrej föreställde sig kosmos som en gigantisk svällande rymd där många stora smällar kontinuerligt ger upphov till nya universum, vart och ett med sina egna fysikaliska egenskaper – ungefär som en lokal kosmisk väderlek. Han hävdade att vi inte borde bli förvånade över att vi befinner oss i ett sällsynt universum anpassat för liv, för vi hade uppenbarligen inte kunnat existera i något av de många universum där liv är en omöjlighet. Varje aning om en stor plan som ligger till grund



för allt är i Lindes multiversum en illusion, som bottnar i vår begränsade bild av kosmos.

Stephen hävdade att Lindes stora kosmiska utvidgning, från universum till multiversum, var en metafysisk fantasi som inte förklarade något, även om jag anade att han inte riktigt kunde bevisa det. Inte desto mindre fann jag det spännande och intressant att världens mest framstående kosmologer, trots sin starka oenighet, debatterade dessa grundläggande frågor med så stark övertygelse.

*Åberopar inte Linde den antropiska principen, villkoret för vår existens, för att peka ut ett livsvänligt universum i multiversum? vågade jag mig på att fråga.*

Stephen vände ansiktet mot mig, såg på mig och rörde lite på munnen, vilket gjorde mig osäker. Längre fram skulle jag lära mig att det betydde att han inte höll med. När han kom på att jag inte hade blivit invigd i det slags icke-verbala lager av kommunikation som användes inom hans närmaste krets vände han blicken tillbaka till skärmen och började konstruera en helt ny mening. Två meningar faktiskt.

*Den antropiska principen är ett uttryck för resignation, skrev han, och min förvirring ökade i takt med hans klickande. Den är motsatsen till våra förhoppningar om att förstå universums underliggande ordning, på vetenskaplig grund.*

Där ser man, detta kom som en överraskning. Efter att ha läst *Kosmos: en kort historik* var jag väl medveten om att den yngre Hawking ofta hade flirtat med den antropiska principen som en del av förklaringen till universum. Som den kosmolog han i grund och botten var hade Stephen tidigt uppfattat den förvånansvärda resonansen mellan universums storskaliga fysikaliska egenskaper och existensen av livet som sådant. Ända sedan början av 1970-talet hade han fört ett antropiskt resonemang – felaktigt, skulle det visa sig – för att förklara varför universums

expansion fortsätter i samma hastighet i rummets samtliga tre riktningar.<sup>1</sup> Hade han ändrat åsikt om de antropiska slutledningarnas förtjänster inom kosmologin?

Medan Stephen tog en paus för att rensa sina luftvägar såg jag mig om på hans kontor. Exemplar av *Kosmos: en kort historik* översatt till olika främmande språk låg i höga travar i en hylla som täckte hela väggen på rummets vänstra sida. Jag undrade vad mer som fanns i dem som han inte längre skrev under på. Bredvid dessa böcker lade jag märke till en rad avhandlingar skrivna av hans tidigare doktorander. Sedan tidigt 1970-tal hade Stephen grundat en framstående intellektuell krets vid Cambridge, bestående av en liten grupp doktorander och forskare som successivt byttes ut.

Titlarna på deras avhandlingar berörde några av de mest djupgående frågor som fysiken hade brottats med under 1900-talets sista årtionden. Från 1980-talet såg jag Brian Whitts *Gravity: A Quantum Theory?* och även Raymond Laflannes *Time and Quantum Cosmology*. Fay Dowkers *Spacetime Wormholes and the Constants of Nature* tog mig tillbaka till början av 1990-talet då Stephen och hans kollegor trodde att maskhål – geometriska broar genom rymden – påverkade elementarpartiklarnas egenskaper. (Stephens vän Kip Thorne skulle längre fram använda sig av maskhål i filmen *Interstellar*, för att få Cooper tillbaka till solsystemet.) Till höger om Fay stod *Problems in M Theory* av Marika Taylor, Stephens allra senaste akademiska avkomma. Marika hade arbetat för Stephen mitt under den andra strängrevolutionen, när teorin hade förvandlats till ett betydligt större system känt under namnet M-teori och Stephen slutligen hade blivit mer välvilligt inställd till idén.

Allra längst till vänster på hyllan stod två exemplar av en äldre bok med djupgröna pärmar, *Properties of Expanding Universes*. Det här var Stephens egen doktorsavhandling från mitten av

1960-talet, tiden då den stora hornantennen på Bell Telephone Labs i Holmedal uppfångade de första ekona av den stora heta smällen i form av svag mikrovågsstrålning. Stephen visade i sin avhandling att om Einsteins allmänna relativitetsteori var korrekt så måste blotta existensen av dessa ekon betyda att tiden har haft en början. Men hur gick detta ihop med Andrejs multiversum som vi just hade talat om?

Till höger om Stephens avhandling såg jag Gary Gibbons *Gravitational Radiation and Gravitational Collapse*. Gibbons var Stephens allra första doktorand i början av 1970-talet, vid samma tid som den amerikanske fysikern Joe Weber hade sagt sig höra regelbundna utbrott av gravitationsvågor komma från Vintergatans centrum. Gravitationsstrålningens intensitet var så hög att det verkade som att galaxen förlorade massa i en hastighet som inte kunde upprätthållas i eoner – om detta stämde skulle det snart inte finnas någon galax kvar. Fängslade av den här paradoxen lekte Stephen och Gary med tanken på att konstruera sin egen gravitationsvågsdetektor i källaren på DAMTP. Det var nära ögat; ryktena om gravitationsvågor visade sig vara falska och det skulle dröja ytterligare fyrtio år innan LIGO, Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, slutligen skulle lyckas påvisa dessa svårfångade svallande vibrationer.

Stephen brukade ta sig an en ny doktorand om året och låta denne arbeta tillsammans med honom i något av hans högrisk/högvinstprojekt, som antingen handlade om svarta hål – kollapsade stjärnor dolda bakom en horisont – eller om den stora smällen. För att hans krets av forskarstudenter alltid skulle syssla med båda delarna av hans forskning försökte han växelvis låta en doktorand arbeta med svarta hål och nästa med den stora smällen. Han gjorde detta för att svarta hål och den stora smällen i hans huvud var som yin och yang – många av

Stephens främsta insikter om den stora smällen kan härledas till idéer han först hade kommit fram till i sin forskning om svarta hål.

Både inuti svarta hål och vid den stora smällen smälter gravitationens makrovärld verkligen samman med atomernas och partiklarnas mikrovärld. Under dessa extrema villkor borde Einsteins relativitetsteori om gravitation och kvantteorin samverka. Men det gör de inte, och detta betraktas allmänt som ett av fysikens största olösta problem. Till exempel ger de båda teorierna uttryck för radikalt skilda sätt att se på orsaksförhållanden och determinism. Medan Einsteins teori håller fast vid Newtons och Laplaces gamla determinism har kvantteorin ett väsentligt inslag av osäkerhet och slumpmässighet och omfattar endast en begränsad föreställning om determinism, ungefär hälften av vad Laplace ansåg den vara. Under årens lopp hade Stephens gravitationsgrupp och dess diaspora gjort mer än något annat forskarlag i världen för att blottlägga de djupgående begreppsliga frågor som infinner sig när man försöker förena de till synes motstridiga principerna bakom dessa två fysikaliska teorier till ett enda harmoniskt system.

Medan jag tänkte detta hade Stephen »hämtat sig«, som hans sjuksköterska uttryckte det, och börjat klicka igen. (Under en andra paus i vårt samtal den här eftermiddagen såg vi en förhandsvisning av ett avsnitt av *The Simpsons* där Stephen figurerade och som han blivit ombedd att se över.)

*Jag vill att du och jag ska arbeta med kvantteorin om den stora smällen ...*

Jag hade tydligen prickat in ett år då det var den stora smällen som gällde.

*... för att få ordning på multiversum.* Han tittade upp på mig med ett brett leende, och ögonen strålade igen. Stunden var inne. Det var inte genom att filosofera eller genom att åberopa

den antropiska principen utan genom att väva kvantteorin djupare in i kosmologin som vi skulle få grepp om multiversum. Sättet han formulerade det på fick det att låta som ett vanligt läxproblem, och även om jag kunde utläsa av hans ansiktsuttryck att vi redan hade inlett vårt arbete hade jag ingen aning om i vilken riktning rymdskeppet Hawking var på väg.

*Jag dör ... stod det nu på skärmen.*

Jag blev iskall. Jag kikade på hans sjuksköterska som lugnt satt och läste i ett hörn av kontoret. Jag tittade tillbaka på Stephen som tycktes må bra, åtminstone såvitt jag kunde se, och fortsatte klicka.

*... om ... jag ... inte ... får ... en ... kopp ... te ... snart.*

Vi befann oss i Storbritannien och klockan var fyra på eftermiddagen.

UNIVERSUM ELLER MULTIVERSUM? Planlagt eller inte? Detta var den ödesfråga som skulle hålla oss sysselsatta i tjugo år. Ett läxproblem ledde till ett annat och snart befann Stephen och jag oss mitt i vad som skulle bli en av de mest upphettade debatterna inom den teoretiska fysiken i början av 2000-talet. Nästan alla hade en åsikt om multiversum, även om ingen riktigt förstod hur de skulle förhålla sig till det. Vad som började som ett doktorandprojekt under Stephens handledning utvecklades till ett makalöst intensivt samarbete som upphörde först när han gick bort den 14 mars 2018.

Det som stod på spel i vårt arbete var inte bara innebörden av den stora smällen, detta mysterium i hjärtat av existensen, utan också den djupare innebörden av naturlagarna själva. Vad är det i slutändan som kosmologin tar reda på om världen? Hur passar *vi* in i den? Sådana funderingar tvingar fysiken långt utanför dess bekvämlighetszon. Ändå var det just dit som Stephen ville bege sig och just där som hans enastående intu-

ition, formad genom årtionden av djupsinnigt kosmologiskt tänkande, skulle visa sig profetisk.

Liksom så många forskare före honom betraktade Hawking inledningsvis fysikens fundamentala lagar som oföränderliga, tidlösa sanningar. »Om vi emellertid upptäcker en fullständig teori [...] Då känner vi Guds tankar«, skriver han i *Kosmos: en kort historik*. Men över tio år senare, vid vårt första möte – och med Lindes multiversum flåsande i våra nackar – kunde jag ana att han uppfattade en brist i den här positionen. Erbjuder fysiken verkligen gudalika grundvalar som var verksamma vid tidens explosionsartade uppkomst? Behöver vi sådana grundvalar?

Vi skulle snart upptäcka att den platoniska pendeln verkligen hade svängt alltför långt inom den teoretiska fysiken. När vi följer universum tillbaka till dess tidigaste ögonblick finner vi en djupare evolution, där fysikens lagar själva förändras och utvecklas i ett slags metaevolution. I detta uruniversum omvandlas fysikens regler, genom en process av slumpmässig variation och selektion som påminner om den darwinistiska evolutionen, där partikeltyper, krafter och – hävdar vi – till och med tiden försvinner in i den stora smällen. Stephen och jag kom rent av att betrakta den stora smällen inte bara som tidens början utan som ursprunget till fysikens lagar. I centrum för vår kosmogoni står en ny fysikalisk teori om ursprunget, vilken, skulle vi inse, samtidigt inbegriper ursprunget till teori.

Att arbeta med Stephen var inte bara en resa till universums och tidens utmarker utan också djupt in i hans eget medvetande – till det som gjorde Stephen till Stephen. Vår gemensamma strävan gjorde att vi kom varandra nära. Han var utan tvekan en sökare. I hans närhet kunde man inte undgå att påverkas av hans målmedvetenhet, och av hans kunskapsteoretiska optimism om att vi kunde handskas med dessa förbryllande

kosmiska frågor. Stephen fick det att kännas som att vi skrev vår egen skapelseberättelse, vilket vi ju på sätt och vis också gjorde.

Och fysik var roligt! Med Stephen visste man aldrig riktigt när arbetet tog slut och festen började. Det enda som kunde mäta sig med hans omätliga vilja att förstå var hans aptit på livet och hans äventyrlust. I april 2007, några månader efter hans sextiofemårsdag, deltog han i en tyngdlös flygtur ombord på ett specialutrustat Boeing 727, något han betraktade som ett förspel till en rymdresa, samtidigt som hans läkare blev panikslagna över att han skulle korsa Engelska kanalen på ett Eurostartåg för att hälsa på mig i Belgien.

Under tiden, trots att hans naturliga röst tystnat för alltid och han hade blivit för svag för att ens kunna röra ett finger, blev han vår tids främste förmedlare av vetenskap. Med en stark känsla av att vi är en del av en storslagen plan som står skriven i himlen, och i väntan på att vi skulle uppdaga den, delade han med sig av sin upptäckarglädje till en internationell publik. Halvvägs genom vårt samarbete skrev han en bok, *Den stora planen*, som speglar den förvirring vi kände vid den här tidpunkten. I boken klamrar sig Stephen fast vid den antropiska principen, multiversum och idén om en slutgiltig teori om allt, ända ner till dess rivalitet med ett av Gud skapat universum. Men *Den stora planen* innehåller också de första antydningarna till det nya kosmologiska paradigmet som skulle ta form i vårt arbete några år senare. Kort före sin död berättade Stephen för mig att det var dags för en ny bok. Det är boken du håller i din hand. I de följande kapitlen beskriver jag vår resa tillbaka till och in i den stora smällen, samt hur denna resa i slutändan fick Hawking att överge multiversum och ersätta det med ett nytt och häpnadsväckande perspektiv på tidens uppkomst, med en i grunden darwinistisk grundton och karaktär, som erbjuder en radikalt reviderad förståelse av den stora kosmiska planen.

I vår strävan fick vi ofta sällskap av den amerikanske fysikern Jim Hartle, sedan länge Stephens samarbetspartner och den som han i början av 1980-talet hade banat väg för ämnet kvantkosmologi tillsammans med. Under årens lopp utvecklade duon en unik förmåga att se universum genom kvantglasögon. Även språket de använde sinsemellan förkroppsligade deras kvanttänkande. Det var som om de var programmerade på ett alternativt sätt. Till exempel brukar kosmologer som säger »universum« syfta på stjärnorna och galaxerna och den vidsträckta rymd som omger oss. När Jim eller Stephen sa »universum« menade de ett abstrakt kvantuniversum genomsyrat av ovisshet, där alla dess tänkbara historier befinner sig i något slags överlagrat tillstånd. Men det var just deras grundliga kvantperspektiv som så småningom möjliggjorde en utpräglat darwinistisk revolution inom kosmologin. Den senare Hawking tog kvantteorin på stort allvar – ytterst stort faktiskt – och beslutade sig för att hålla fast vid den, att använda den för att ompröva vår världsbild på de största tänkbara skalorna. Kvantkosmologin skulle bli forskningsområdet med stort F inom vilket Stephen intog en ledande position ända fram till slutet av sitt liv.

En tid in i vårt samarbete förlorade han de sista krafterna i sin hand och kunde inte längre trycka på klickverktyget han använde för att samtala. Stephen övergick då till en infraröd sensor som fästes vid hans glasögon och som han aktiverade genom subtila rörelser med kinden. Kommunikationen gick långsammare, från några få ord per minut till flera minuter per ord, innan den mer eller mindre upphörde, samtidigt som suget efter att höra hans röst sköt i höjden.<sup>2</sup> Här hade vi vetenskapens främste apostel, oförmögen att tala. Men Stephen gav inte upp. I takt med att vår intellektuella relation fördjupades under åren av nära samarbete höjde vi oss i allt högre grad över den verbala kommunikationen. För att kringgå Equalizern, sensorerna och



## Förord

klickverktygen brukade jag ställa mig rakt framför honom, mitt i hans synfält, och försöka tränga in i hans tankar genom att avfyra fråga på fråga mot honom. Stephens ögon lyste upp något när mina argument låg i linje med hans intuition. Vi byggde därefter vidare på den här förbindelselänken, navigerade oss igenom och drog nytta av det gemensamma språk och den ömsesidiga förståelse vi hade utvecklat under årens lopp. Det var genom dessa »samtal« som Stephens slutgiltiga teori om universum sakta men säkert såg dagens ljus.

Det finns viktiga korsvägar inom vetenskapen där metafysiska överväganden träder i förgrunden, vad vi än må tycka om det. Vid den typen av vägskäl lär vi oss någonting grundläggande, inte bara om hur naturen fungerar utan också om de villkor som gör vårt vetenskapliga arbete möjligt och värdefullt, och om den världsbild våra upptäckter kan tänkas nära. Fysikens strävan efter att förstå vad som gör universum idealiskt för liv har fört oss till ett sådant viktigt vägskäl. För detta är i grunden en humanistisk fråga som är betydligt större än vetenskapen. Den handlar om *vårt* ursprung. Stephens slutgiltiga teori om universum innehåller fröet till ett unikt och kraftfullt sätt att reflektera över vad det kan betyda att vara människa i detta livsvänliga kosmos, som förvaltare av planeten jorden. Detta är i sig skäl nog för att den i slutändan kan visa sig vara det viktigaste vetenskapliga arvet efter honom.

\*

De många samtal jag haft med Stephen under tjugo års tid har på ett omsorgsfullt och noggrant sätt vävts in i den här berättelsen. Citat från Stephen som också har figurerat i publicerad form anges i slutnoterna.