

# DE WITTE NETTEN VAN ZON EN MAAN

P.C. van der Kruit

Leiden, 13 mei 2000

De transparanten staan als *.pdf files* op mijn  
home page op het WWW:

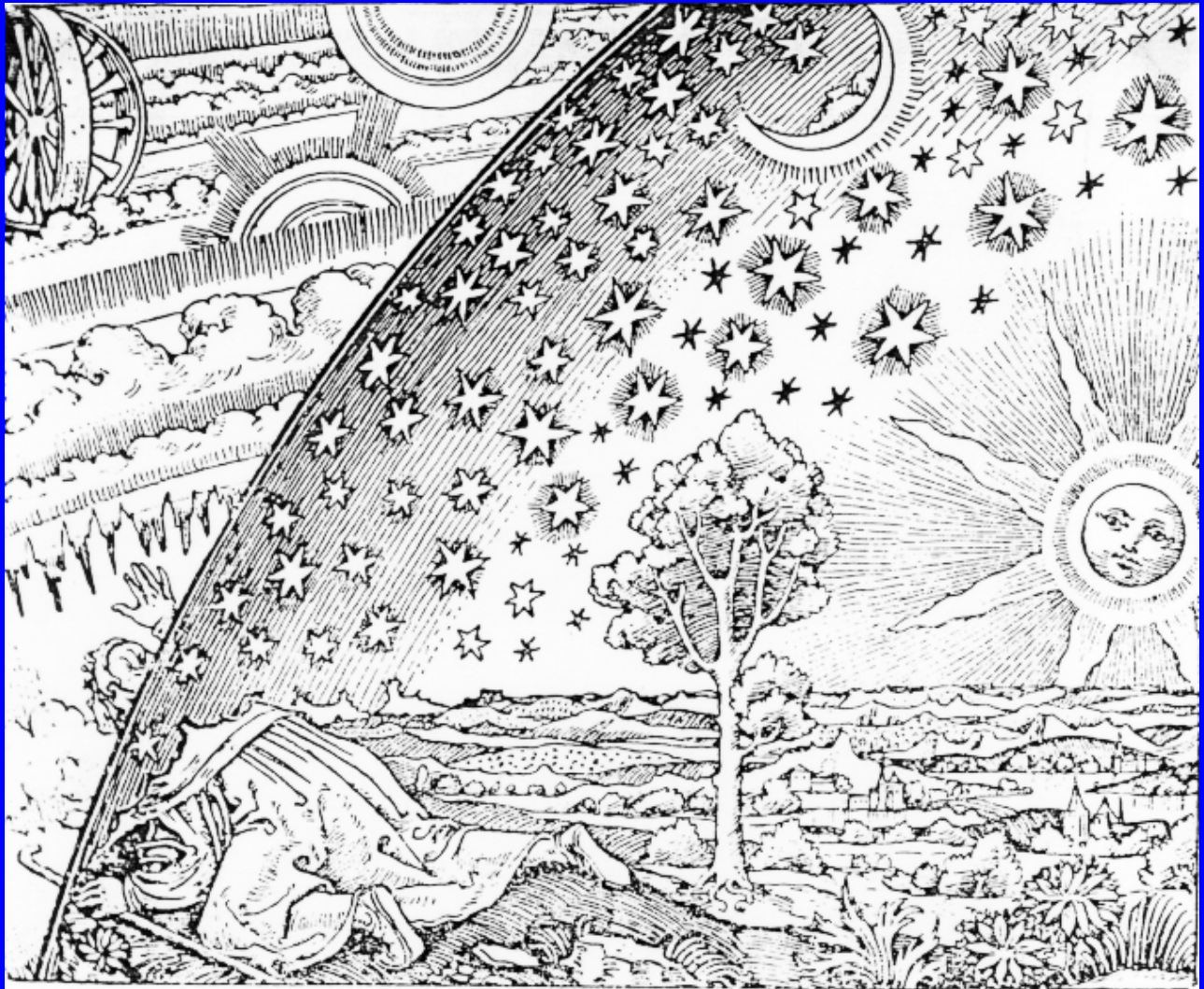
<http://www.astro.rug.nl/~vdkruit>.

*If the stars should appear one night in a thousand years,  
how would men believe and adore, and preserve for many  
generations, the remembrance of the city of God.*

Ralph Waldo Emerson

## Vragen:

- Wat is onze oorsprong?
- Wat is onze bestemming?
- Wat is de zin van het leven?



Vermoedelijk Duitse houtsnede uit de 16<sup>e</sup> eeuw.  
Mogelijk art nouveau voor *Weltall und Menschheit* (Hans Kraemer, 1907).

## Specifieke vragen:

- Hoe zit het heelal in elkaar?
- Waar komen de bouwstenen van de mens vandaan?
- Is het heelal oneindig?
- Zal de aarde (zon, sterren, melkwegstelsel, heelal) er altijd zijn?
- Heeft de evolutie onherroepelijk tot de mens geleid?
- Is er (intelligent) leven elders in het heelal?
- Waarom is alles zoals het is?
- Staat de toekomst al vast?

*I wonder why. I wonder why.*

*I wonder why I wonder.*

*I wonder why I wonder why*

*I wonder why I wonder!*

Richard P. Feynman.

Reeds in de oudheid speelde de nachthemel met zijn sterren en planeten een grote rol.

Tussen ongeveer 1900 en 1650 v. Chr. werd Stonehenge bij Salisbury in Engeland gebouwd.

De oriëntatie heeft te maken met de standen van zon en maan.



Er zijn aanwijzingen, dat mogelijk Stonehenge werd gebruikt voor het voorspellen van zons- en maansverduisteringen.

# Hoe zit het heelal in elkaar?

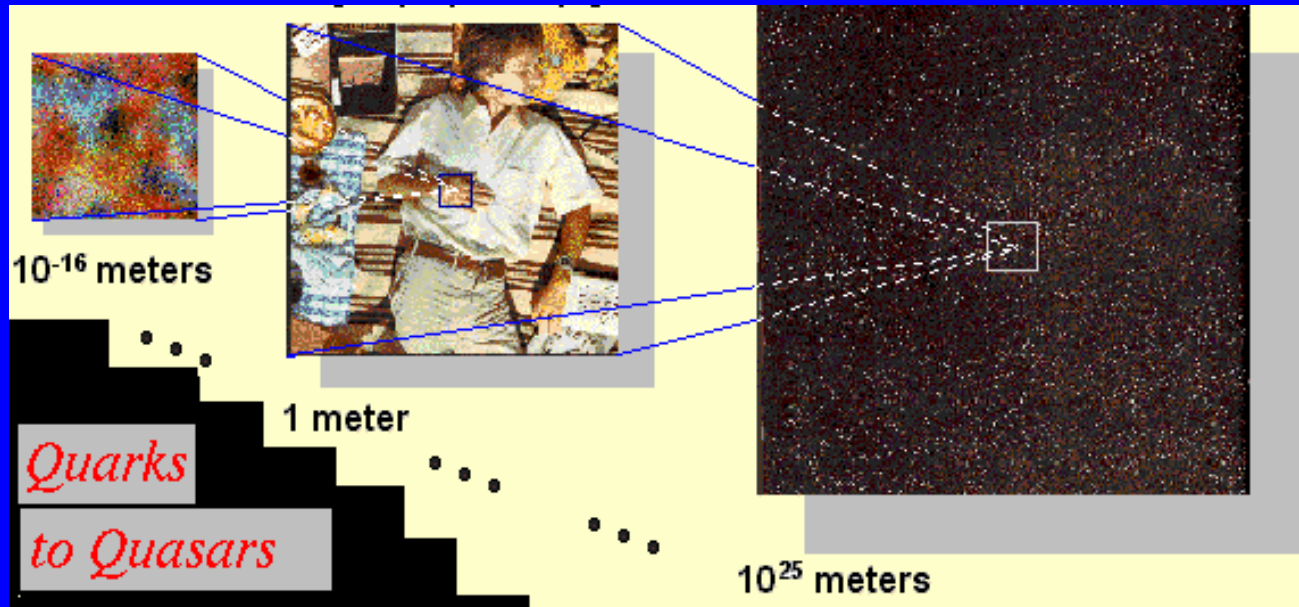
*We find that we live on an insignificant planet of a humdrum star lost in a galaxy tucked away in some forgotten corner of the universe in which there are far more galaxies than people.*

Carl Sagan

*Earth is like a tiny grain of sand, only much, much heavier.*

Anonymous

# Het heelal van klein naar groot



Een fascinerend overzicht wordt gegeven in het bekende boek *The Powers of Ten* van Philip en Phyllis Morrison.

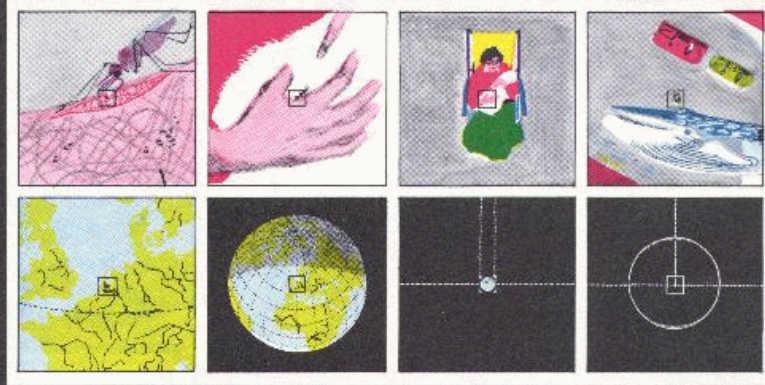
Op het WWW is een interessante "site" hierover: <http://www.wordwizz.com/pwrsof10.htm>.

Het idee komt van de Nederlandse civiel ingenieur en leraar Kees Boeke uit Bilthoven, die in 1952 het volgende boekje uitgaf.

BOEKE + COSMIC VIEW The Universe in 40 Jumps

# COSMIC VIEW

THE UNIVERSE IN 40 JUMPS



Open this book and journey outward through space to the edge of infinity, then through decreasing scales of size to the atom's nucleus—in a series of drawings each seen from a point ten times farther or ten times closer than the previous.

by **KEES BOEKE**

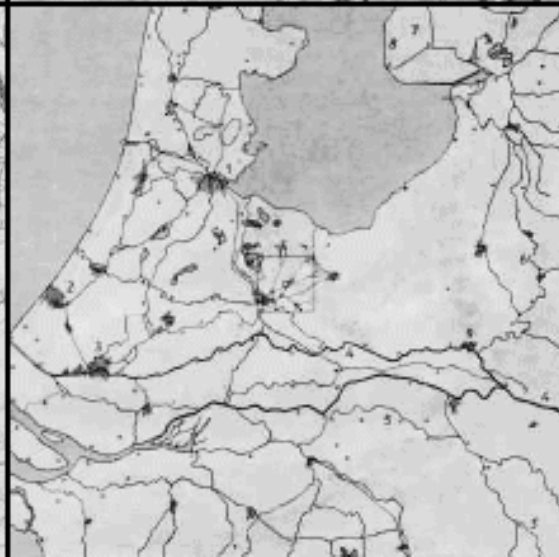
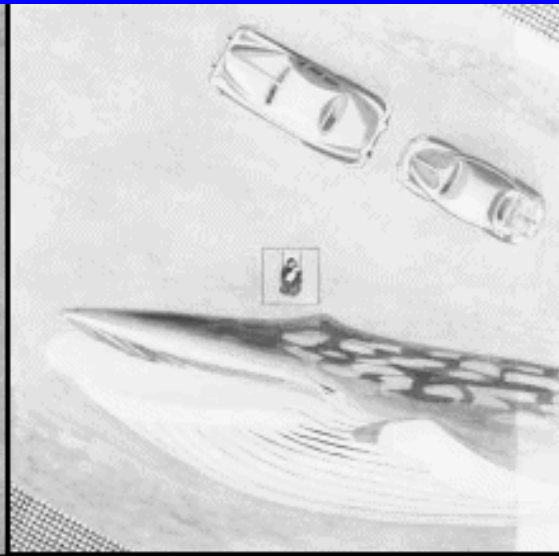
Introduction by

**ARTHUR H. COMPTON**

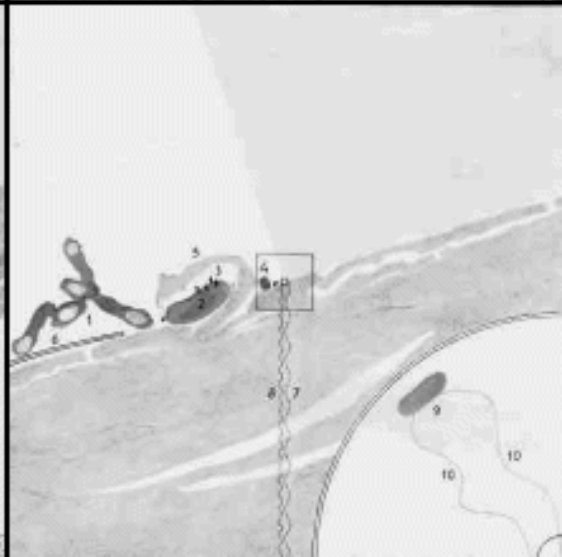
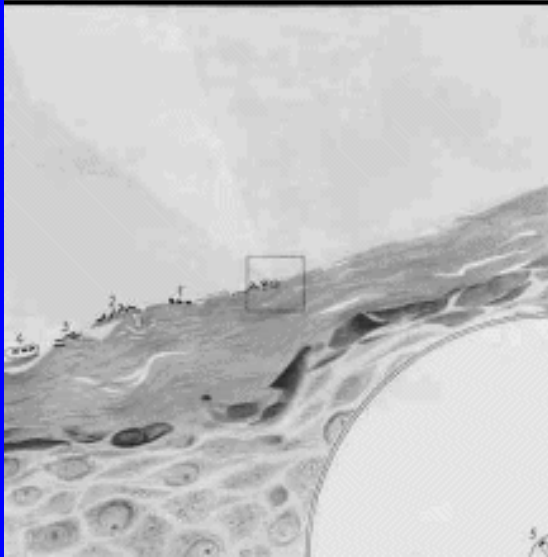
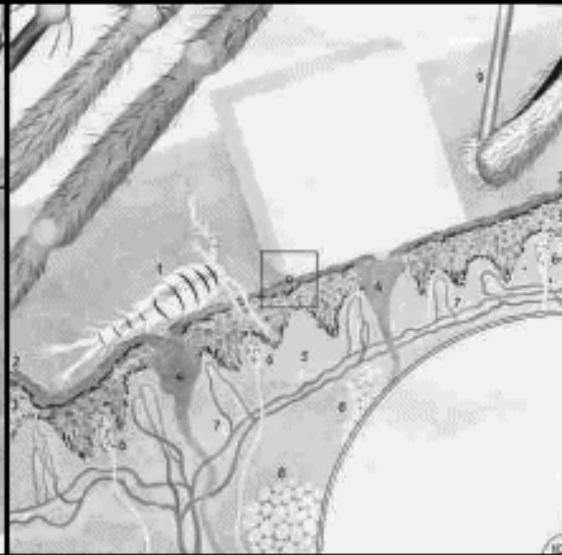
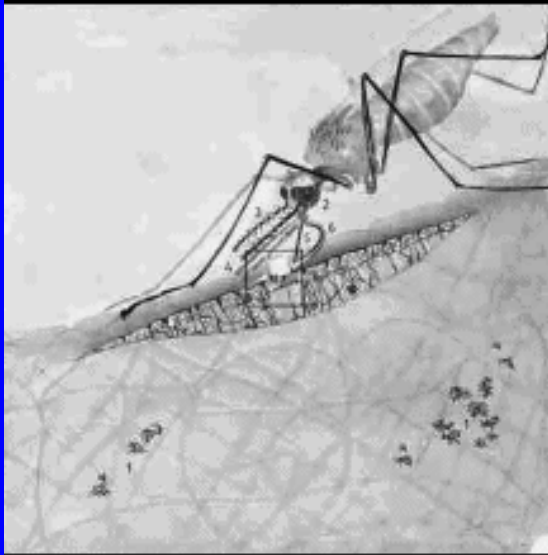
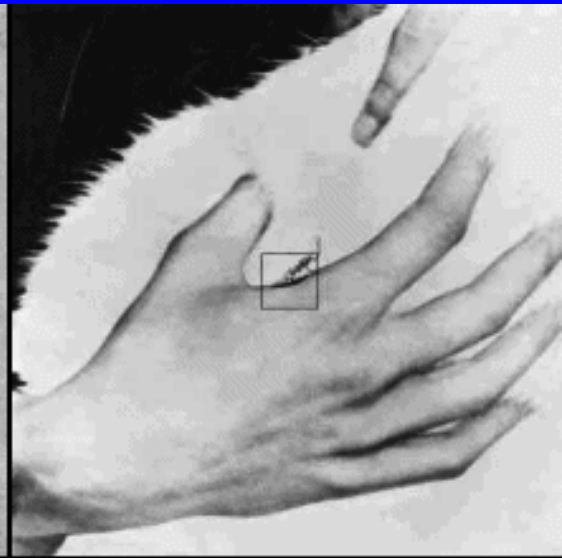
J  
742  
B  
AY

Hierin begon hij met een foto van een meisje met een poes en ging vervolgens in 25 stappen van een factor tien naar de grootste schaal in het heelal (groepen van melkwegstelsels).

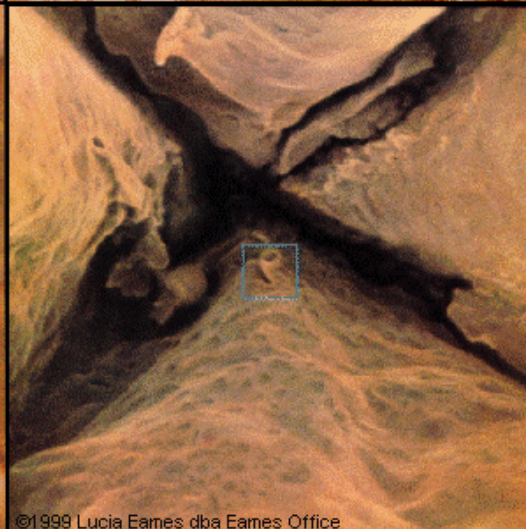
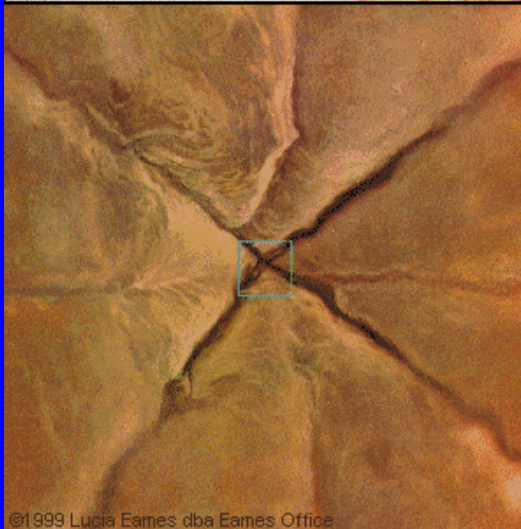
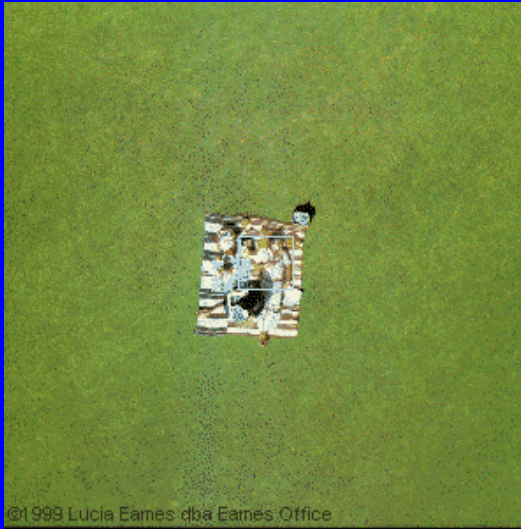
Vervolgens begon hij weer met dezelfde foto en ging omlaag in 14 stappen naar de kleinste schaal (de kern van een natrium-atoom).



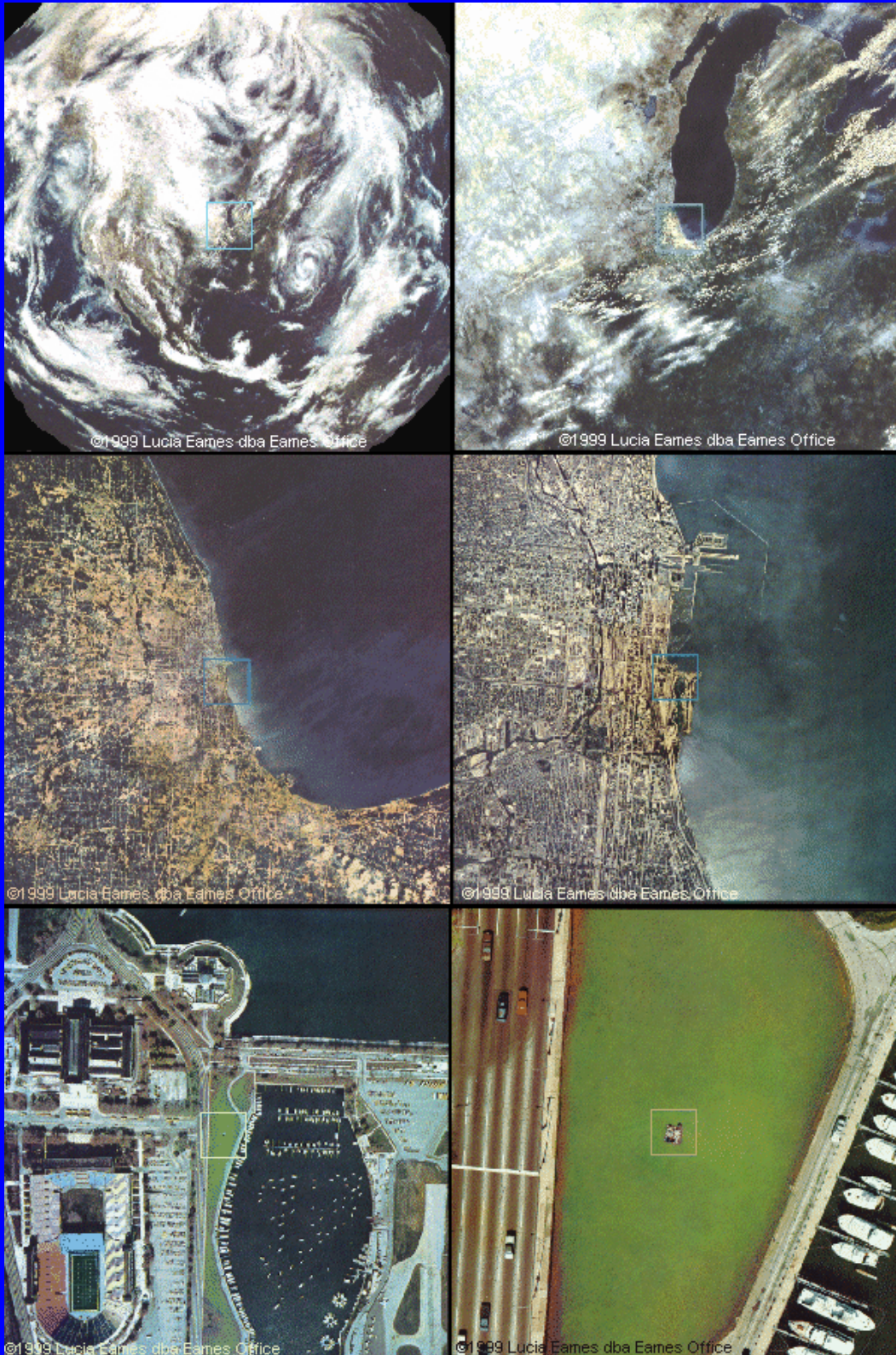




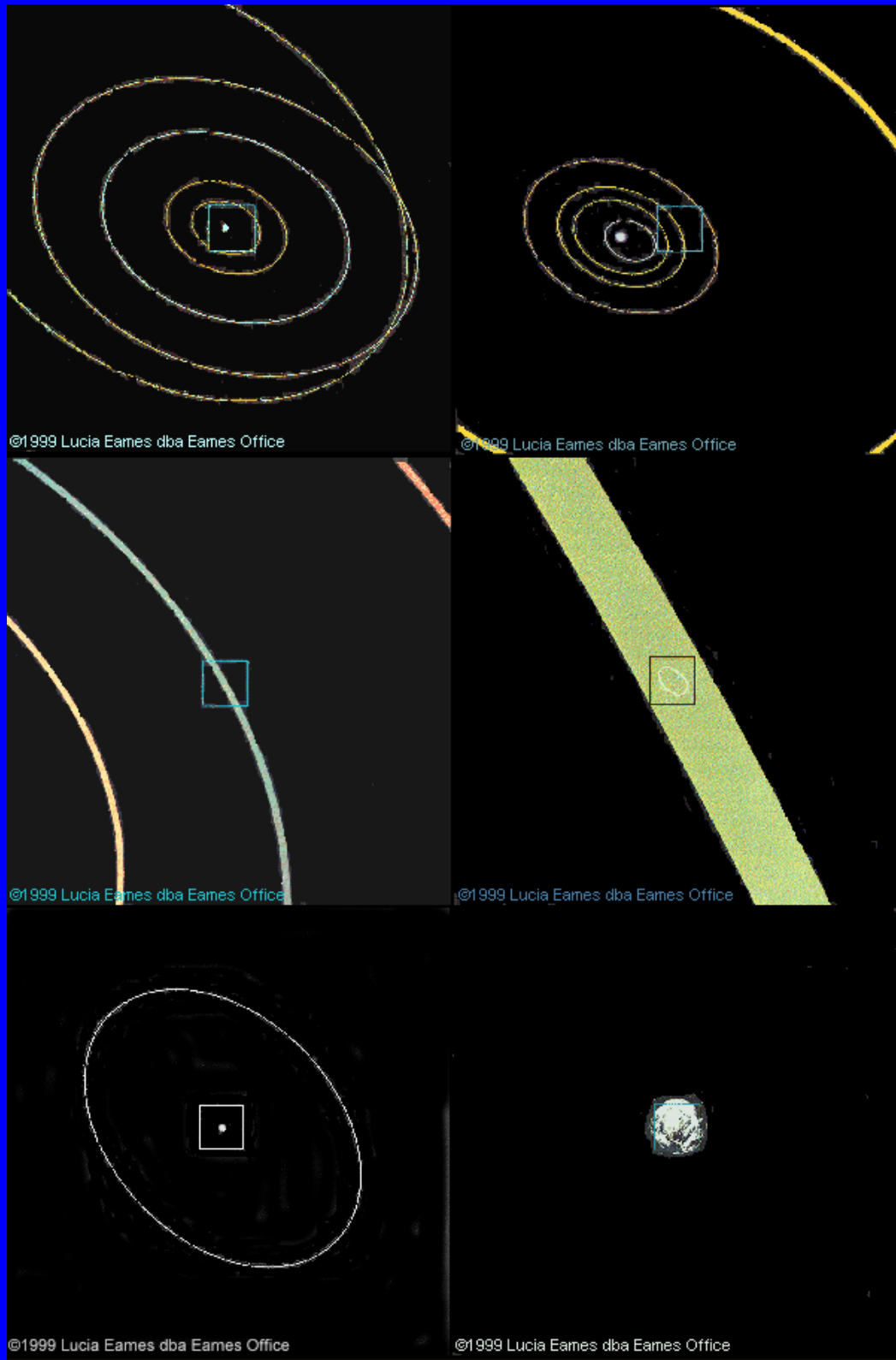
We volgen *The Powers of Ten* eens naar grotere schalen.



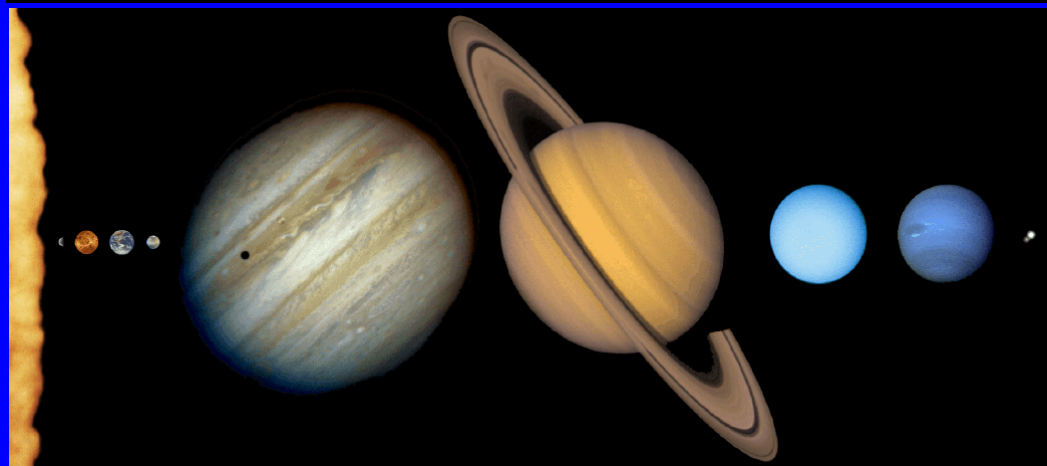
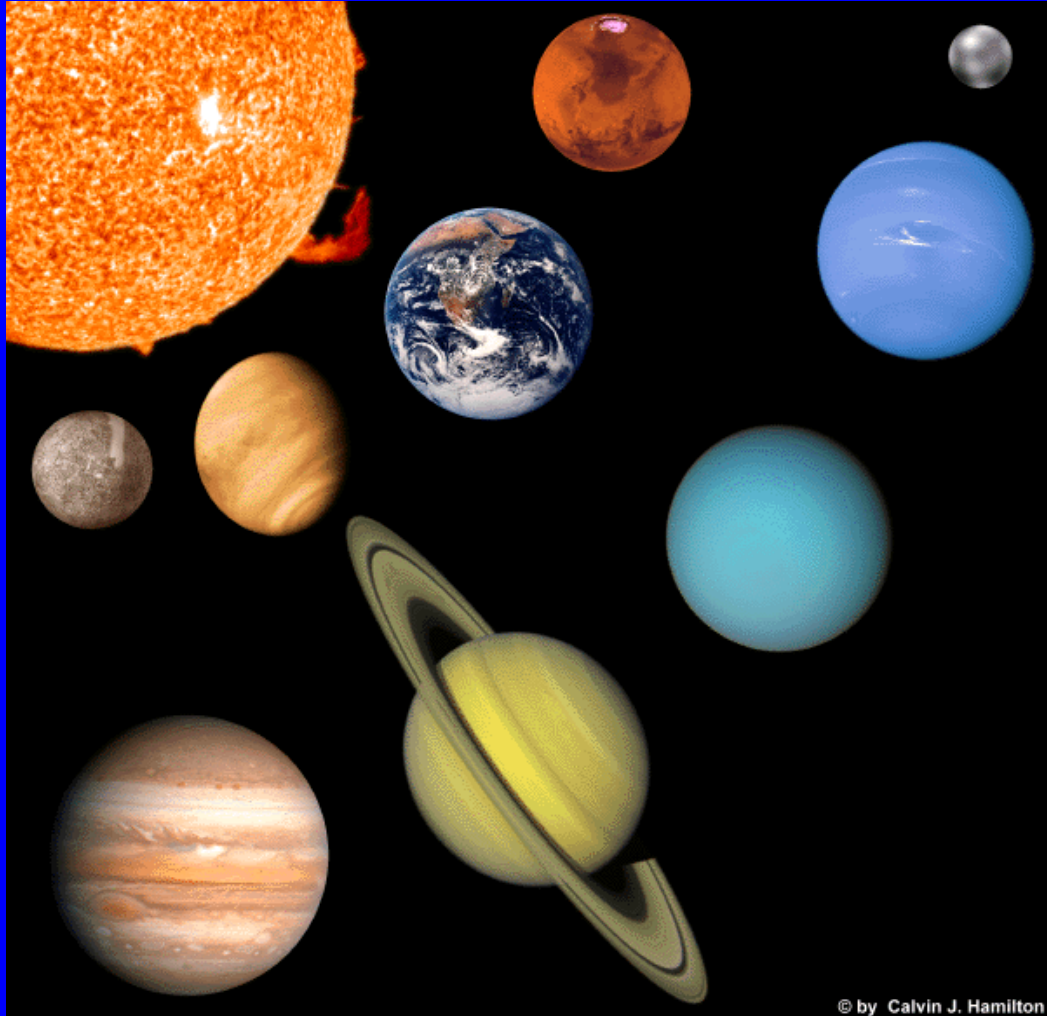
Na een paar stappen zijn we al op de schaal van de aarde aangeland.



Nog 6 stappen en we zien het gehele zonnestelsel.

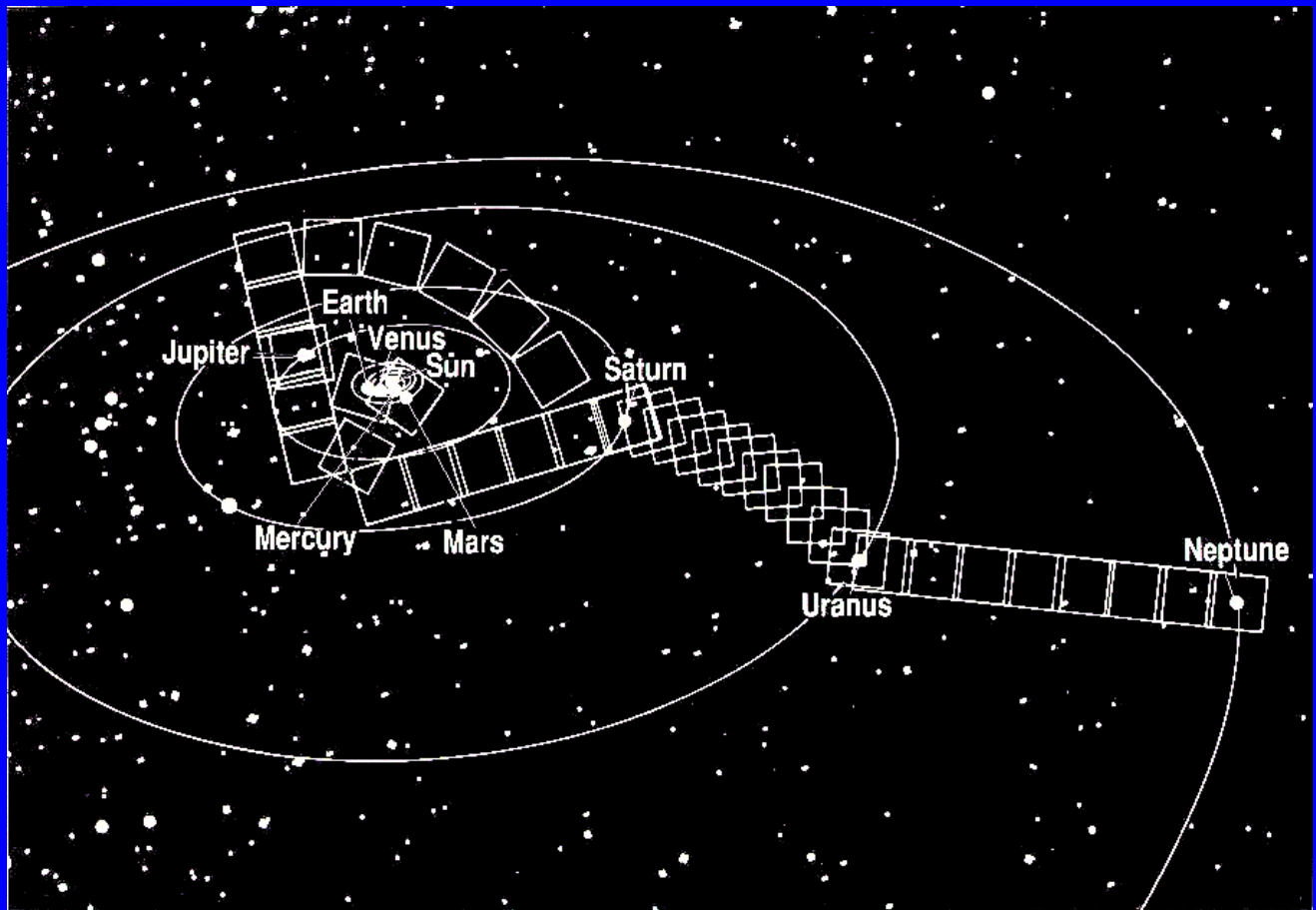


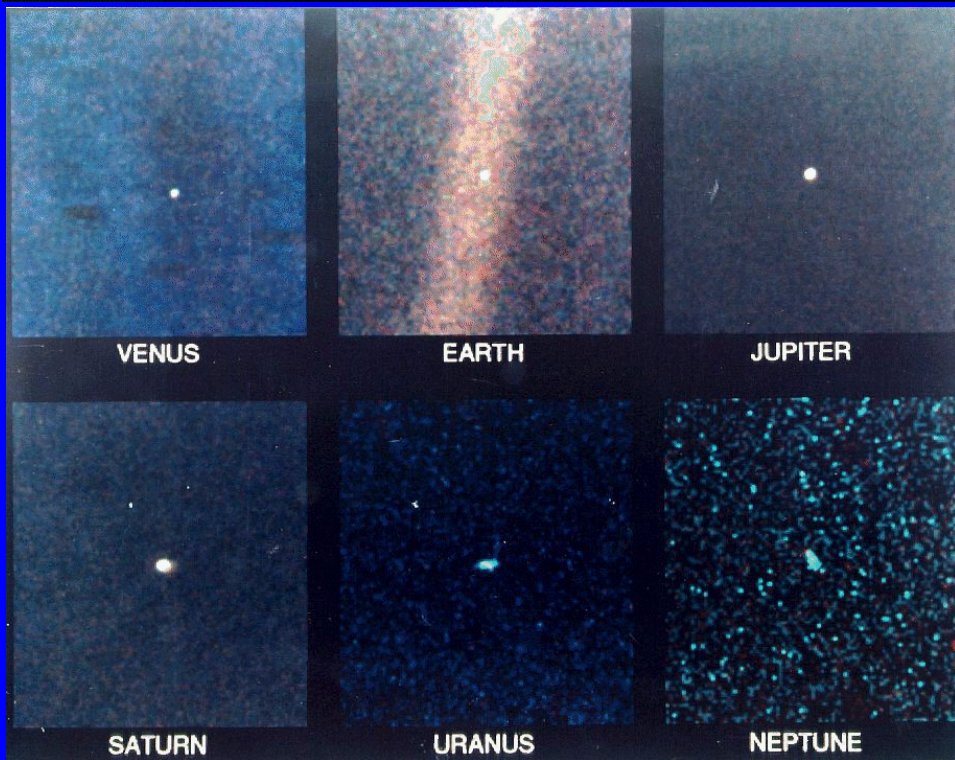
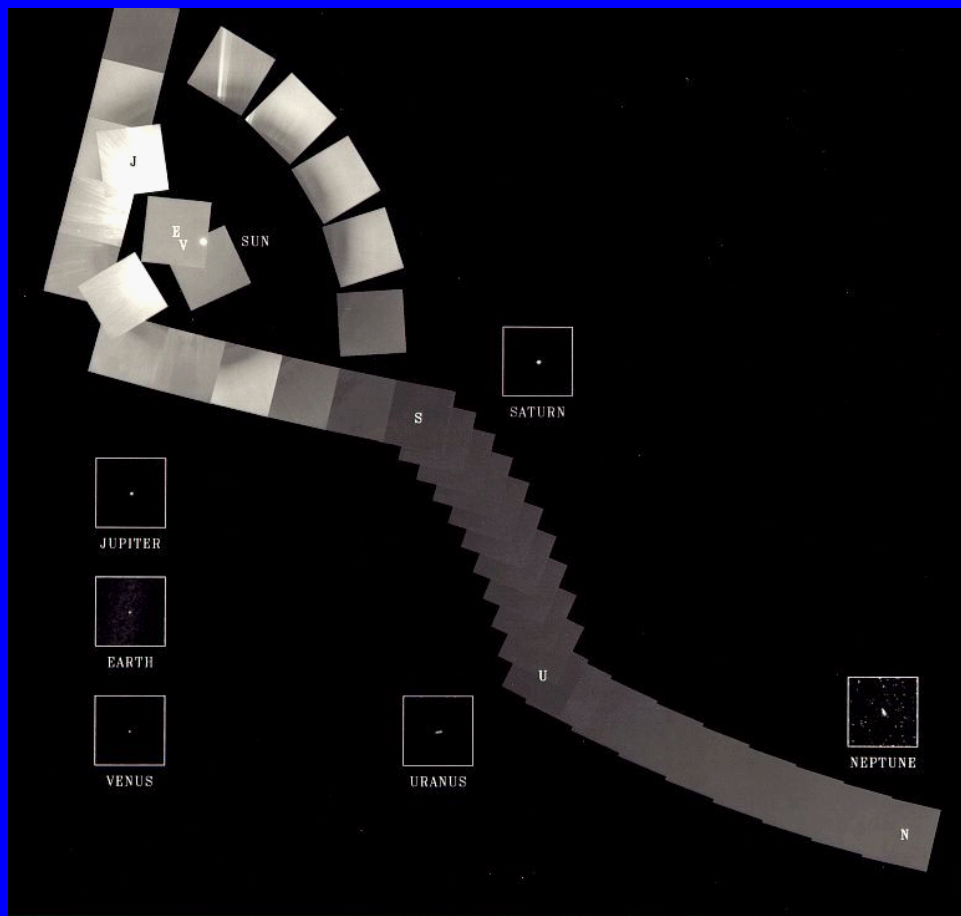
Van alle planeten, behalve Pluto zijn foto's gemaakt door passerende satellieten.  
De onderste foto toont ze op relatieve schaal.



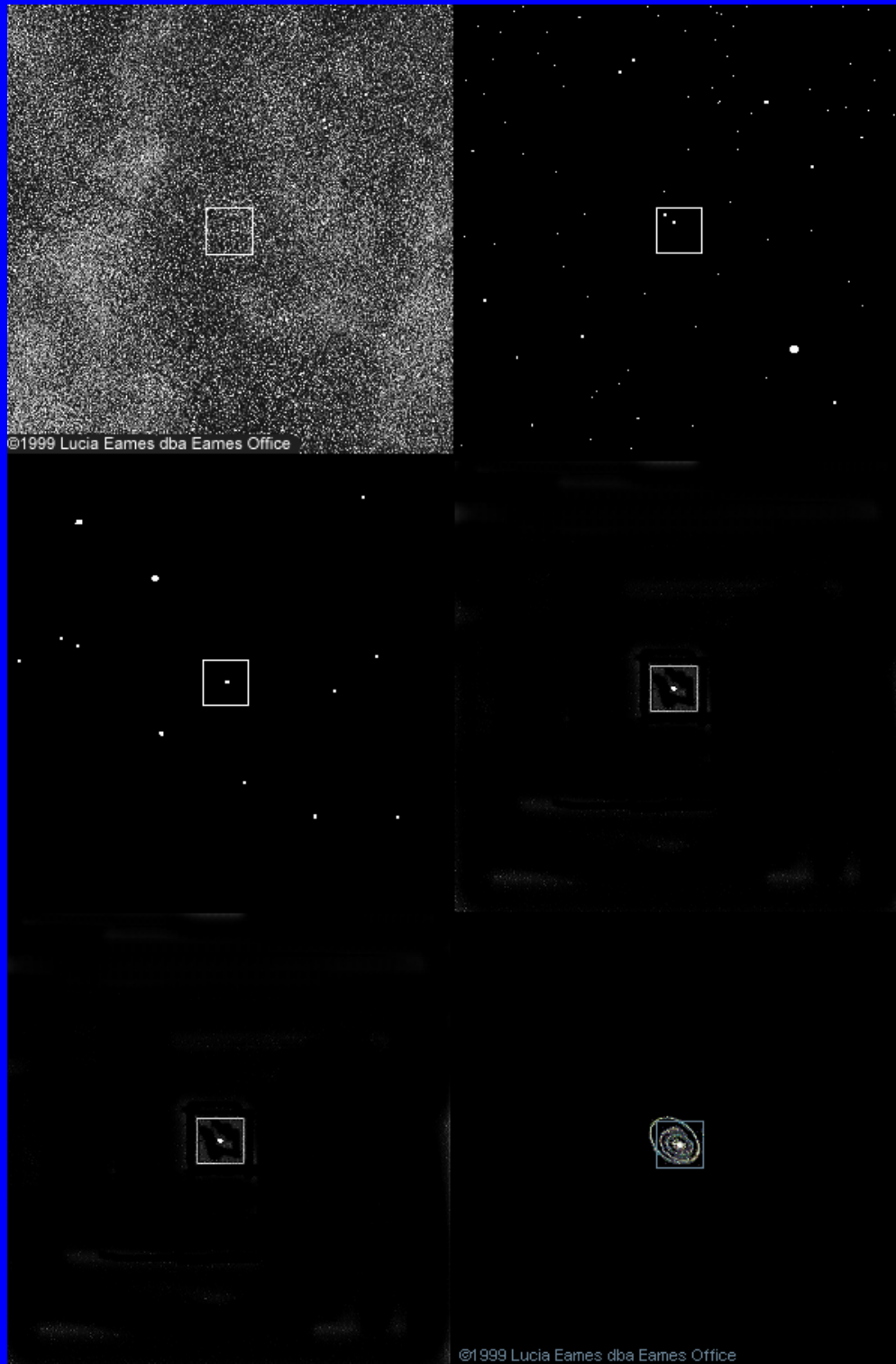
De satelliet *Voyager I* is in 1977 gelanceerd en langs Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunes “gevlogen”. Daarna verliet deze het zonnestelsel.

In 1990 werd een “foto” van het zonnestelsel gemaakt op een afstand van zo’n zeven miljard kilometer.



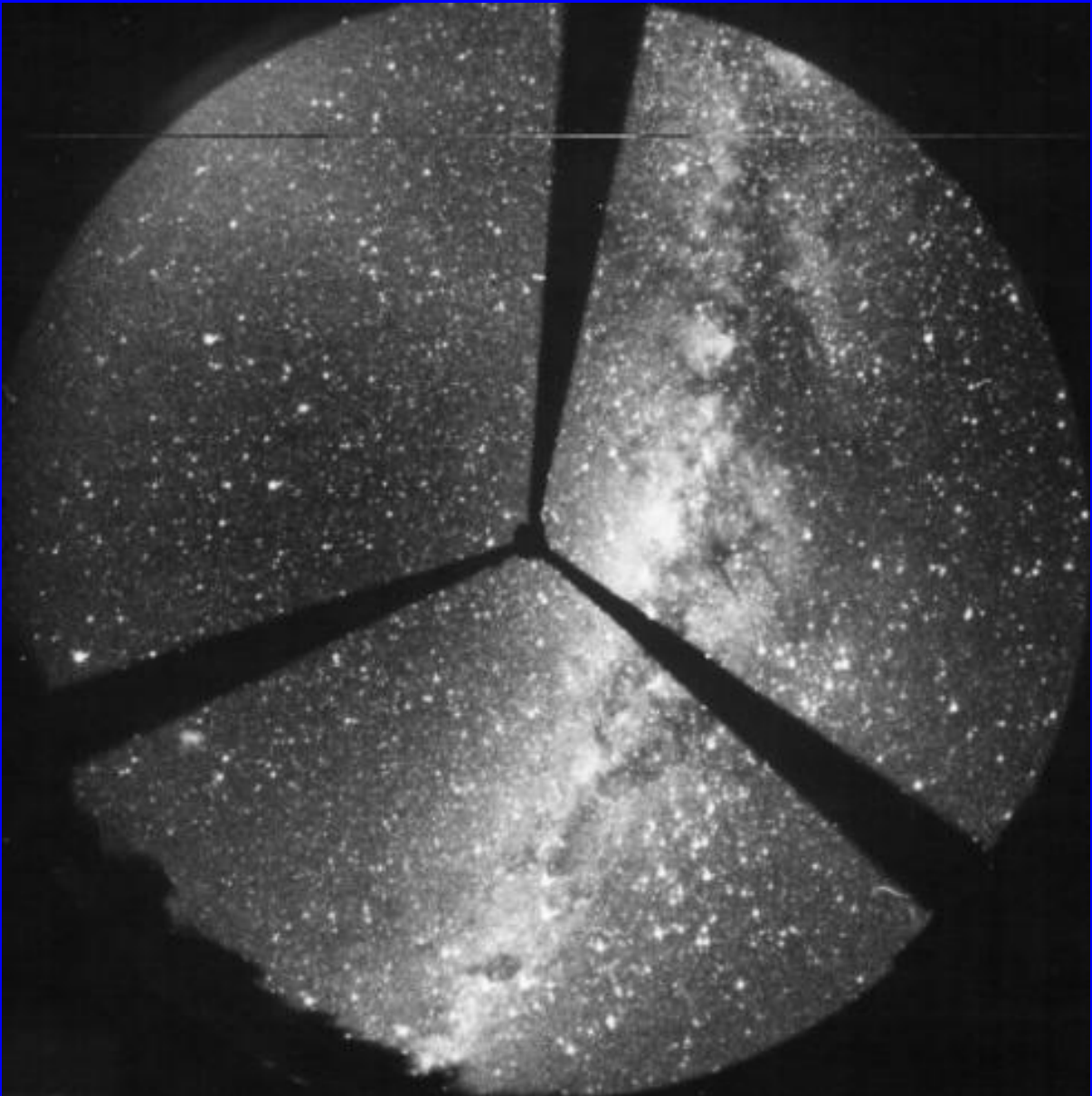


Daarna hebben we vooral leegte, totdat we iets van de verdeling van sterren in de Melkweg beginnen te zien.



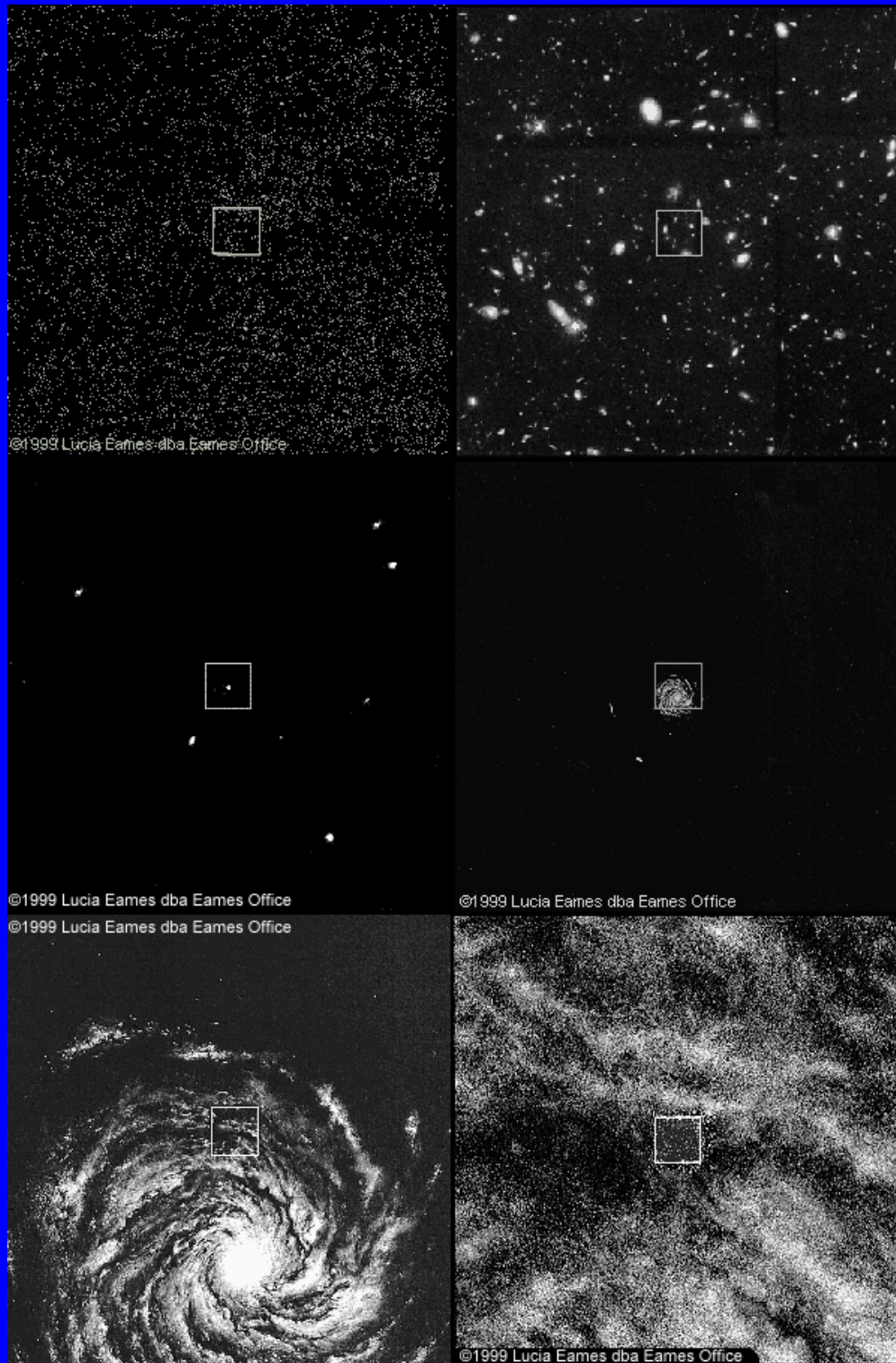


De Melkweg is een band van sterren, die we over de hemel kunnen zien lopen.



Deze foto van de gehele hemel is gemaakt met een camera op een driepoot, die omlaag keek op een spiegellende bol.

Dan zien we ons Melkwegstelsels. Maar daarna weer veel leegte en uiteindelijk verwegliggende melkwegstelsels.



Melkwegstelsels hebben een grote variëteit aan vormen.

Ons Melkwegstelsel lijkt het meest op die rechts-midden.



Meer van boven gezien tonen ze vaak een spiraalstructuur. Dit is waar de stervorming nu nog optreedt.



Ons Melkwegstelsel ziet er van boven gezien ongeveer zo uit.



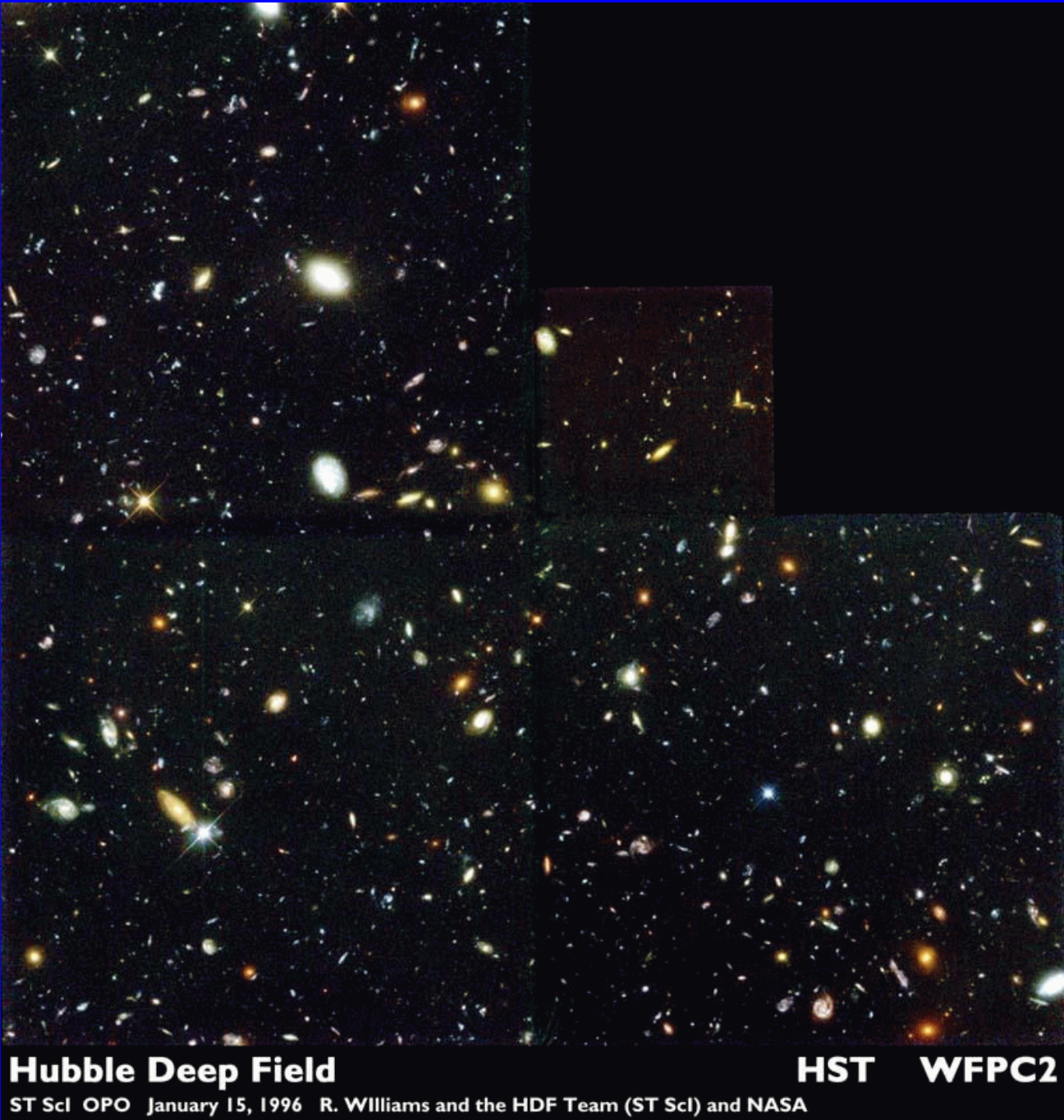
Spiral Galaxy NGC 1232 - VLT UT 1 + FORS1

ESO PR Photo 37d/98 (23 September 1998)

©European Southern Observatory



De “verste” opname is die in het zogenaamde Hubble Deep Field, het resultaat van 10 dagen belichting met de Hubble Space Telescope.



**Hubble Deep Field**

**HST WFPC2**

ST ScI OPO January 15, 1996 R. Williams and the HDF Team (ST ScI) and NASA

Hierin zien we melkwegstelsels tot op een tijdstip toen het heelal een leeftijd had van ongeveer een tiende van de huidige (10 à 15 miljard jaar).

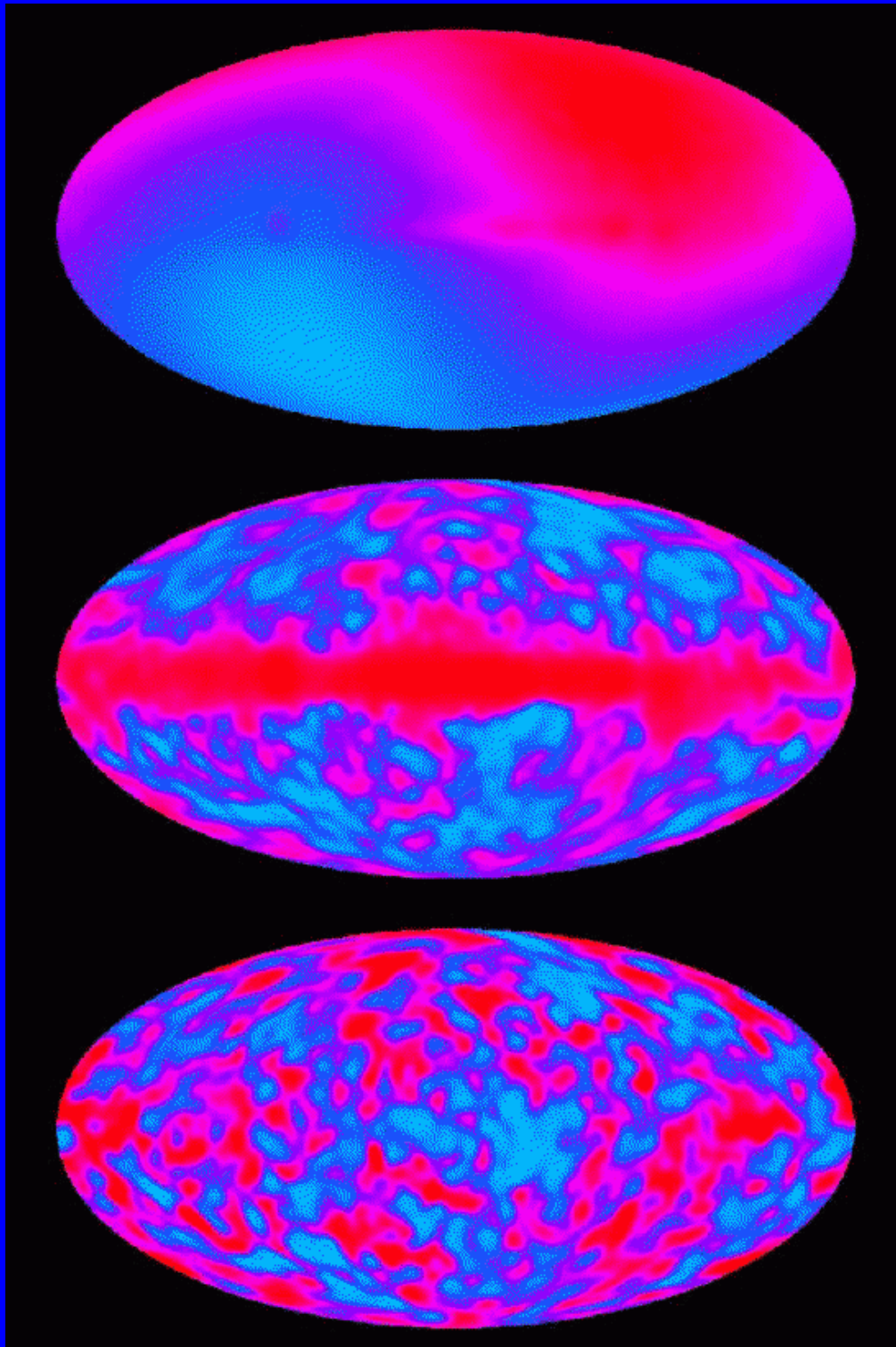
Maar we kunnen nog verder terugkijken.

Toen het heelal heel jong was, was het compacter en daardoor ondoorzichtig. Op zo'n driehonderdduizend jaar na de Big Bang (dus  $\sim 0.002\%$  van de huidige leeftijd) eindigde dit. De straling die toen het heelal vulde, zien we nog steeds (ontdekt in 1964 door Penzias en Wilson).

Deze kosmologische achtergrondstraling is bijzonder uniform en heeft nu een temperatuur van 2.7 K (graden boven het absolute nulpunt).

Het is gedetailleerd waargenomen met de *Cosmic Background Explorer (COBE)* in 1991.

Op het niveau van een procent of zo, zien we onze beweging t.o.v. het heelal als geheel (5000 km/s). Op het niveau van 0.001% of zo, zien we de eerste structuur in het heelal.





# Waar komen de bouwstenen van de mens vandaan?

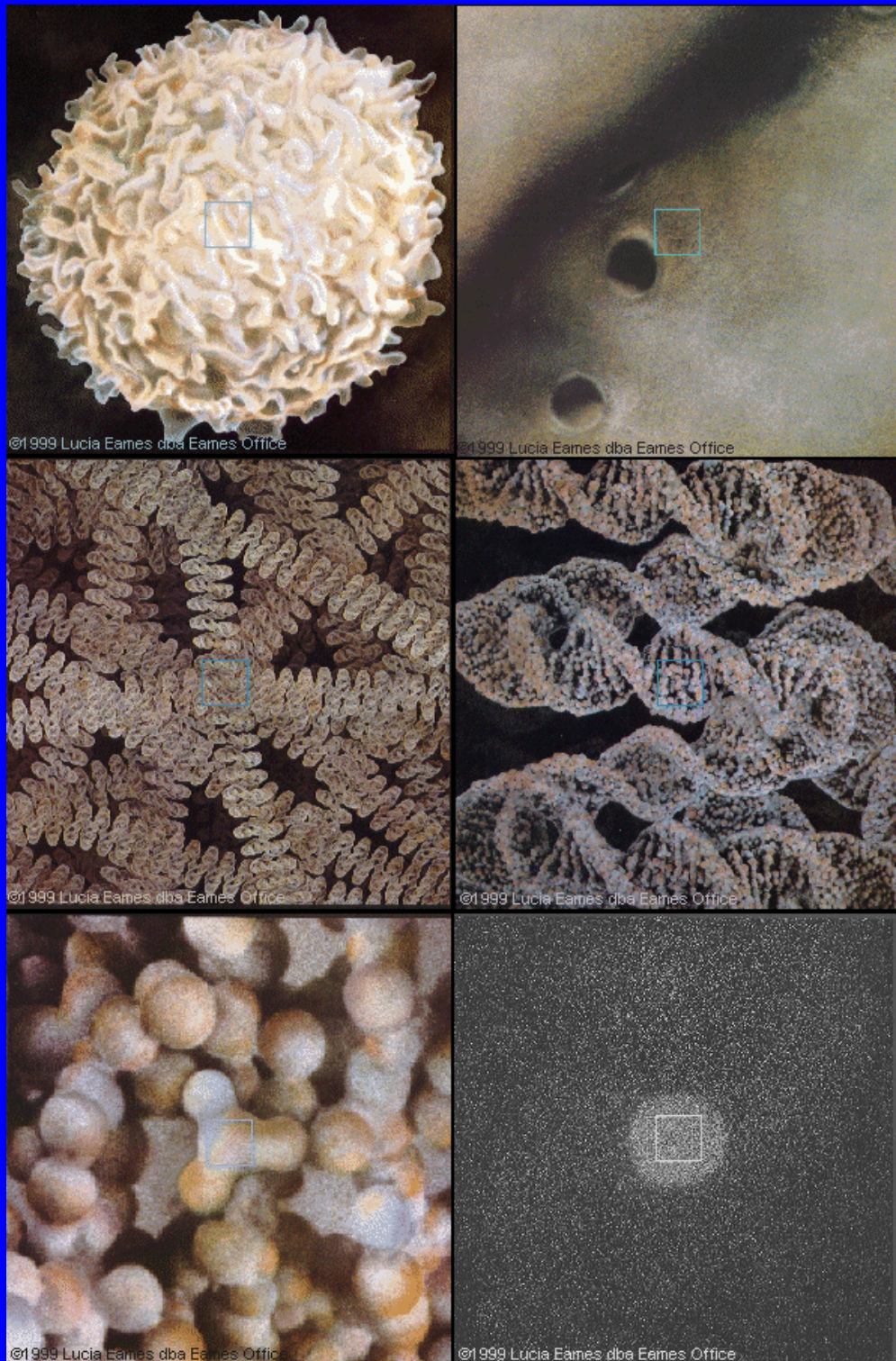
Hydrogen, *n.*: *A light, colorless, odorless gas, that –given enough time– turns into people.*

Ambrose Bierce (The Devil's Dictionary)

*The stars are made of the same atoms as the Earth. Poets say science takes away from the beauty of the stars – mere globs of atoms. Nothing is “mere”. I too can see the stars on a desert night, and feel them.*

Richard P. Feynman

Alle materie op aarde bestaat uit atomen. We dalen nu af naar een koolstofatoom in het DNA van een wit bloedlichaampje.





Vanaf dat heelal drie minuten oud was, was er alleen waterstof ( $\sim 75\%$ ) en helium ( $\sim 25\%$ ).

Er waren toen nog geen sterren en melkwegstelsels.

Alle andere chemische elementen zijn in sterren gevormd en bij supernova explosies (en ook bij minder spectaculaire sterrewinden van grote sterren) verspreid in het gas tussen de sterren.

De wolk, waaruit de zon, aarde en andere planeten ontstond, bestond voor ongeveer 2 procent uit elementen anders dan waterstof en helium.

Die 2 procent was dan ook nog vooral koolstof, stikstof en zuurstof; de elementen essentieel voor het bouwen van levend materiaal.

Natuurlijk is het meeste waterstof en helium van de aarde verdampt en daarom is de samenstelling hier nu anders. In de zon is het echter nog steeds zo.

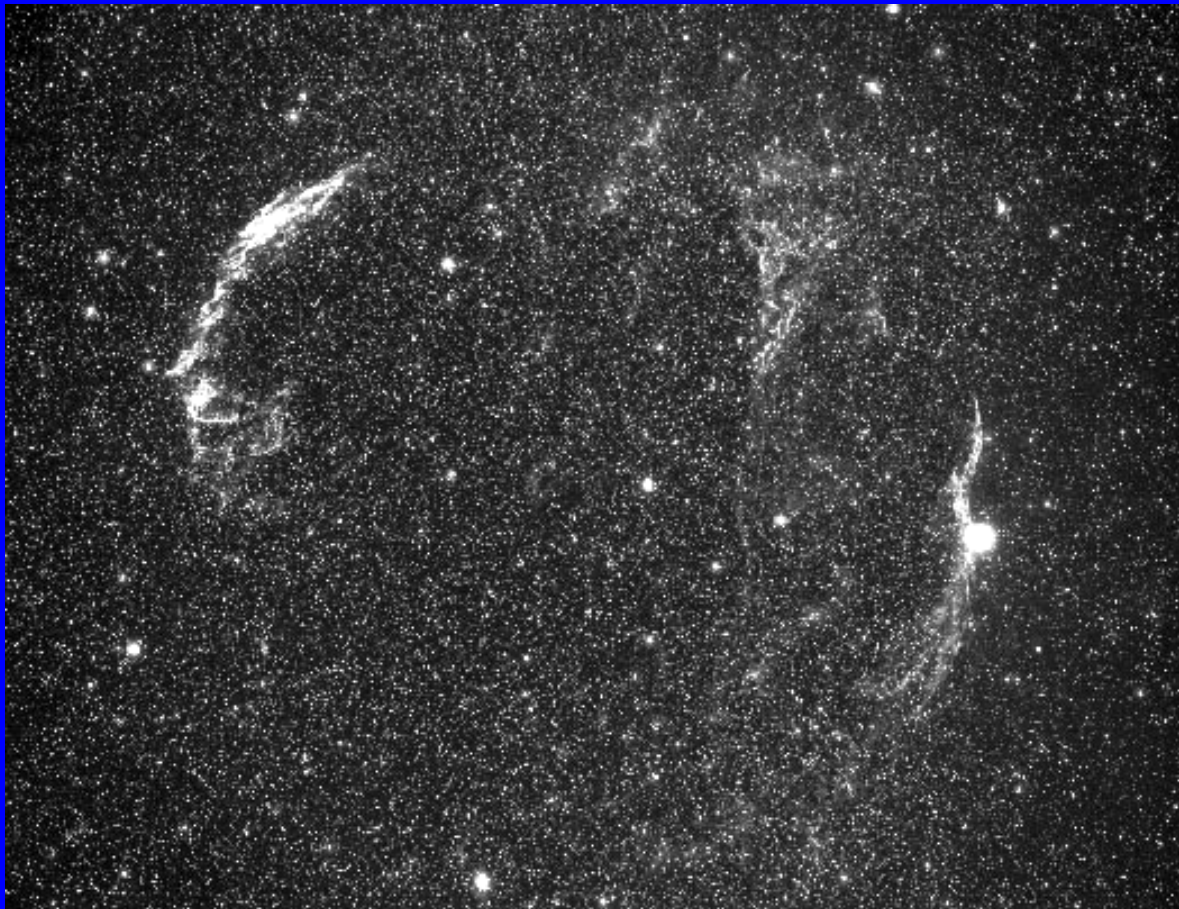
In februari 1987 werd in de Grote Magelhaense Wolk (een begeleidend stelseltje van ons Melkwegstelsel) een supernova waargenomen.



Supernovae zijn het eindprodukt van een ster veel zwaarder dan de zon.

Deze evolueren heel snel (slechts miljoenen jaren) en dus komt het proces van verrijking van het gas tussen de sterren snel op gang.

Hieronder een opname van een oude supernova explosie (zo'n honderdduizend jaar geleden).



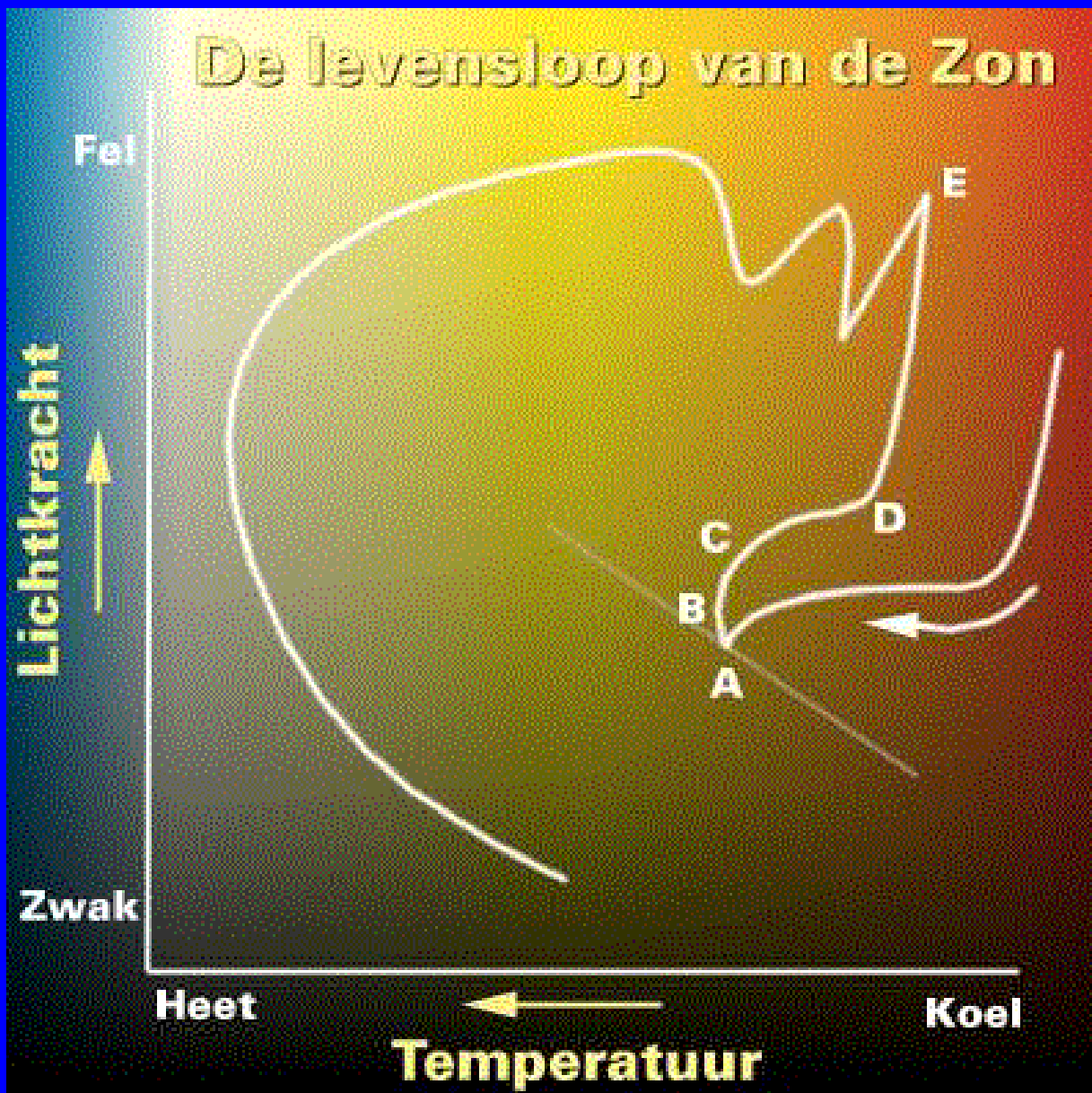
# Zal de aarde (zon, sterren, melkwegstelsel, heelal) er altijd zijn?

*Some say the world will end in fire,  
Some say in ice.*

*From what I tasted of desire,  
I hold with those who favour fire.*

*But if it had to perish twice,  
I think I know enough of hate  
To say that for destruction ice  
is also great  
and would suffice.*

Robert Frost (Fire and Ice)

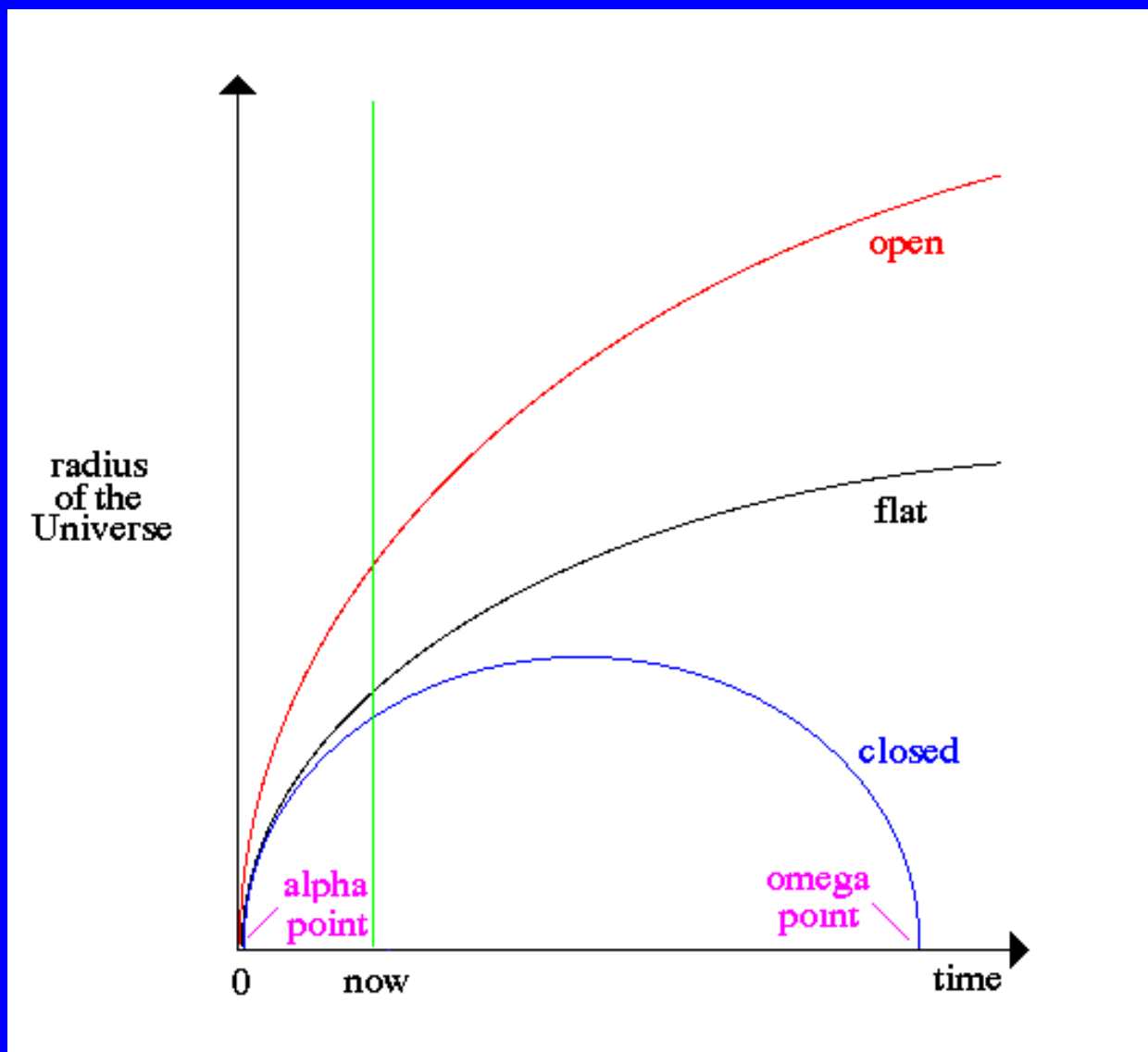


- A.** De zon begint te stralen door waterstof te “verbranden” in helium.
- B.** De zon nu (4.5 miljard jaar).
- C.** De waterstof is op (10 miljard jaar).
- D.** De zon licht voor enkele miljoenen jaren op en zwelt op.
- E.** De zon “verbrandt” helium tot koolstof en dooft daarna langzaam uit.



Het heelal expandeert en is ongeveer 12 miljard jaar oud.

Het is waarschijnlijk, dat de zwaartekracht onvoldoende afremt om de expansie te stoppen en dat we leven in een open heelal.



Maar op den duur zullen er geen sterren en melkwegstelsels meer zijn.

# Heeft de evolutie onherroepelijk tot de mens geleid?

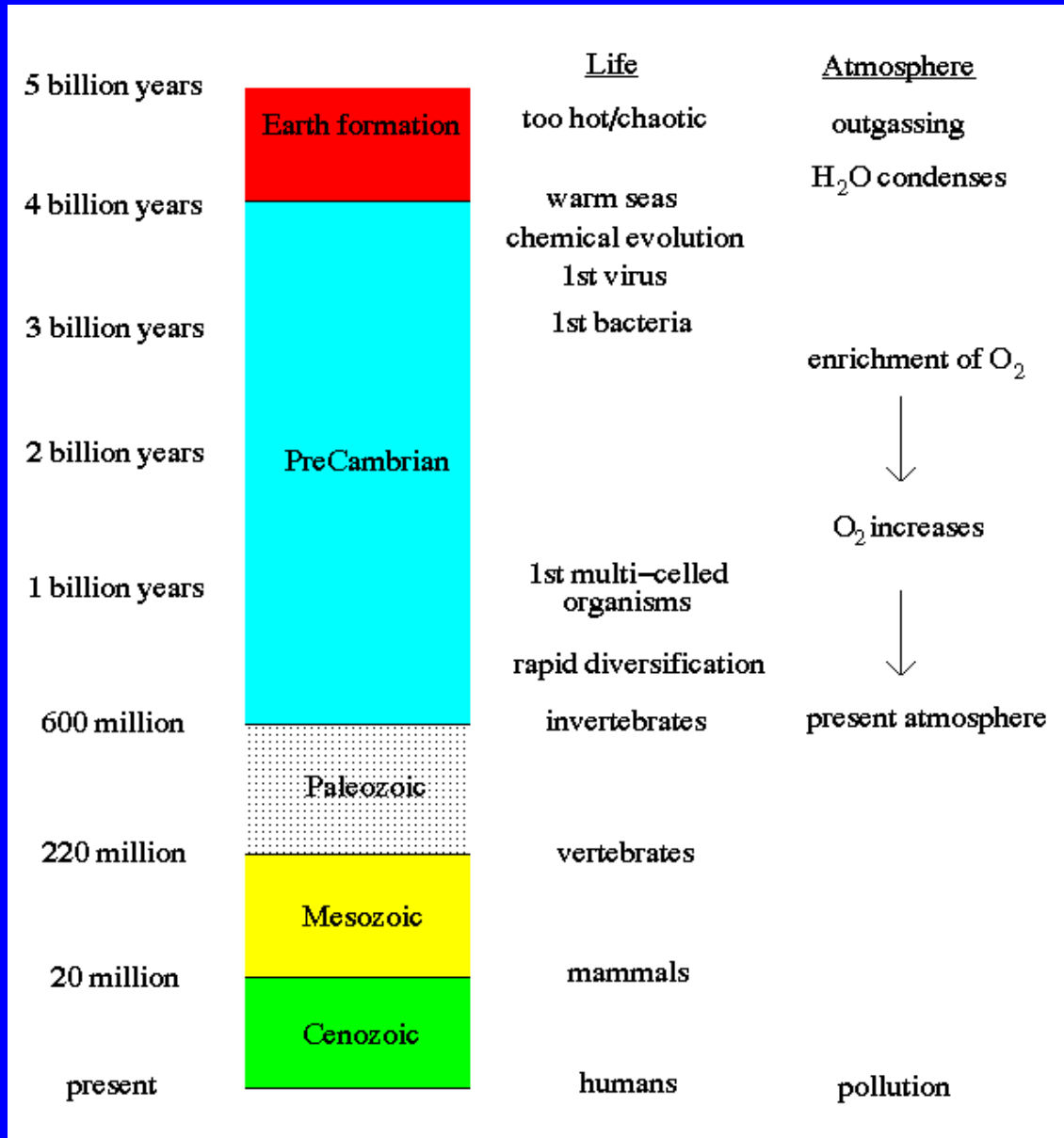
*Maybe tomorrow another asteroid will hit the Earth and turn us all back into dinosaurs.*

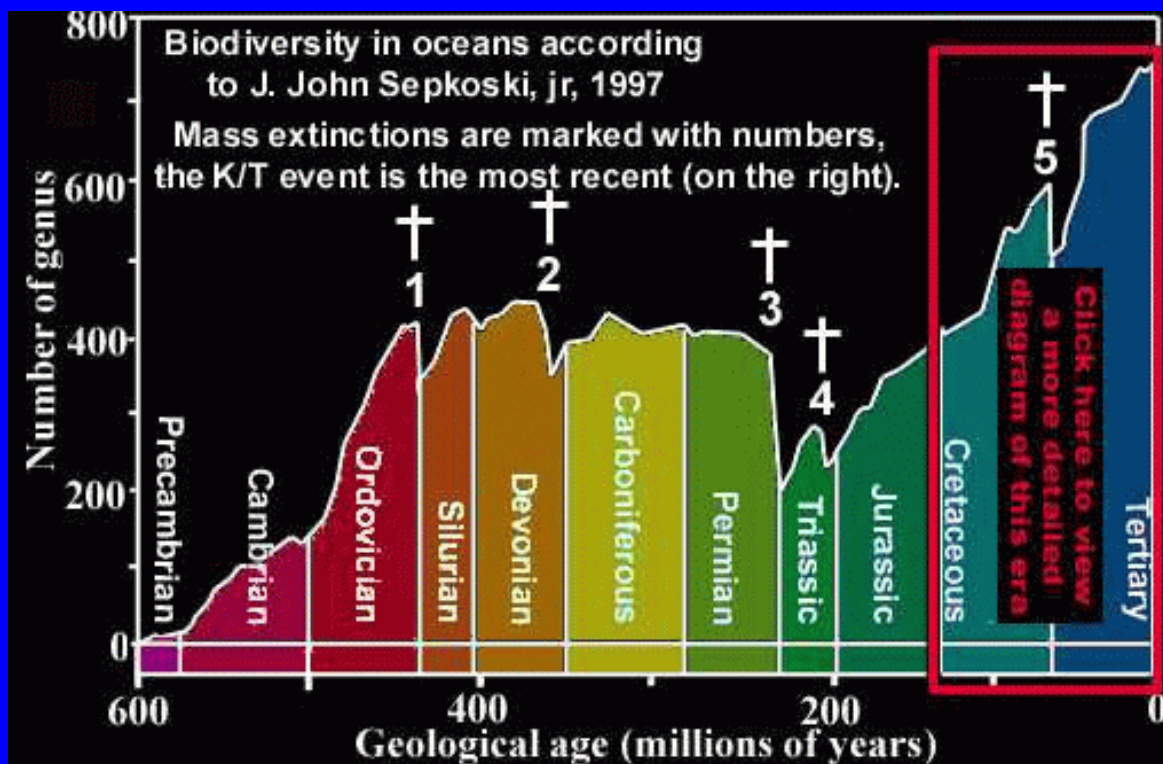
Gerry Gilmore

*If you come to a fork in the road, take it.*

Yogi Berra

De biologische evolutie is een langdurend proces geweest, waarbij het zo'n 4 miljard jaar duurde voordat er er genoeg zuurstof in atmosfeer was voor dierlijk leven.





Paleontologen hebben zeker vijf perioden van grote uitsterving van plant- en diersoorten geïdentificeerd.

5	65	miljoen jaar geleden
4	208	
3	245	
2	360	
1	438	

De meest recente (65 miljoen jaar geleden) valt samen met het uitsterven van de dinosaurussen, maar is veel ingrijpender geweest.

Men heeft deze laatste massa-extinctie geassocieerd met de inslag van een asteroïde of komeet.

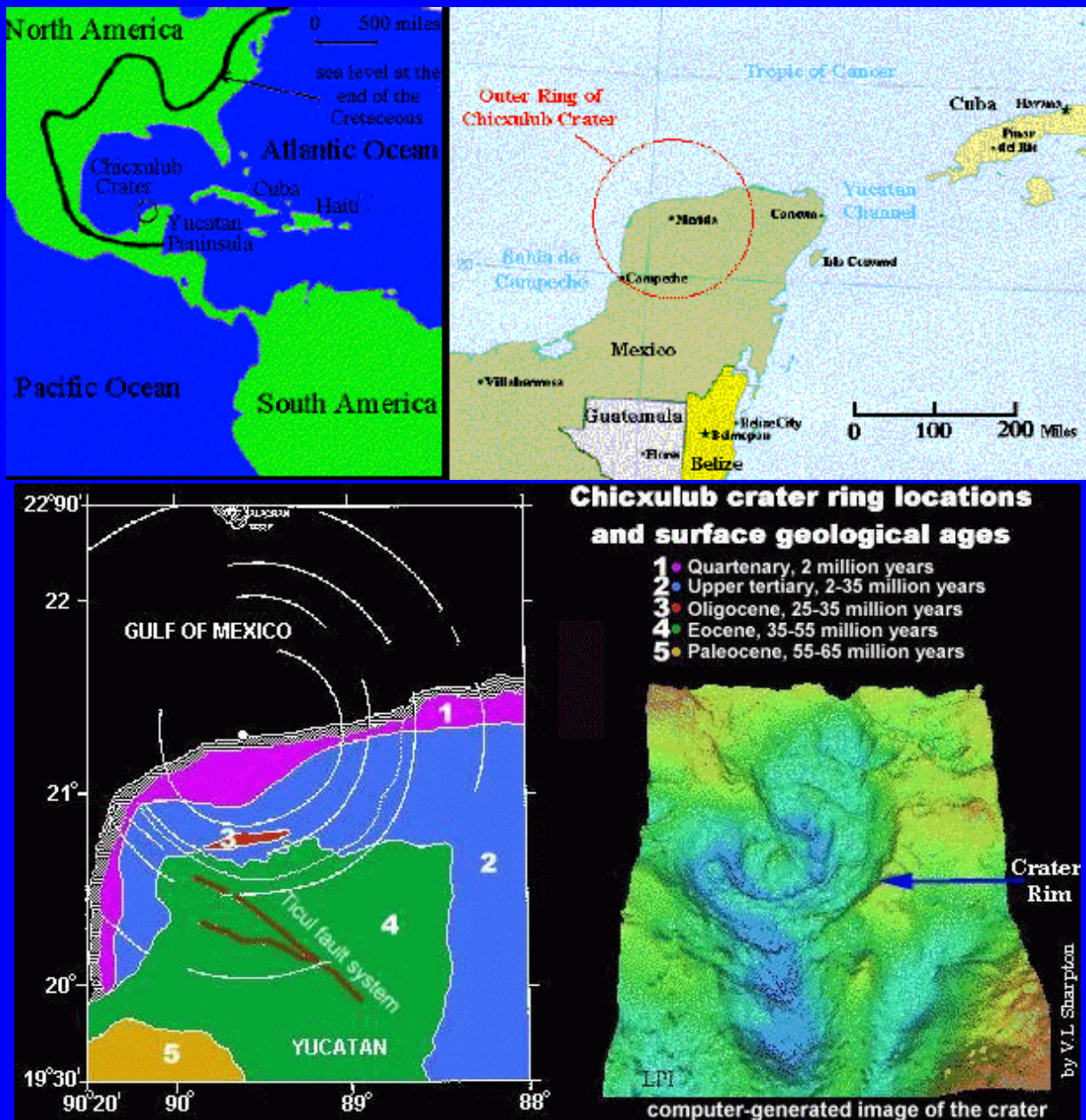
Op aarde zijn een aantal inslagkraters gezien, zoals de onderstaande in Arizona.

Deze is ruim een kilometer in diameter en ongeveer 250 meter diep; het is het resultaat van een inslag van een meteor van zo'n 50 meter diameter en enkele honderduizenden tonnen gewicht ongeveer 50 duizend jaar geleden.



De massa-extinctie van 65 miljoen jaar geleden lijkt verbonden met de inslag van een grote meteoriet met een diameter van 10 tot 20 kilometer.

Dit resulteerde in de Chicxulub krater in Yucatan met een afmeting van zeker 150 kilometer.



Sporen van het bij de inslag vrijkomende iridium worden overal op aarde in de betreffende geologische lagen aangetroffen.

Men schat, dat het in de atmosfeer opgeworpen stof de gehele aarde voor zo'n half jaar volledig heeft verduisterd voor het licht van de zon.

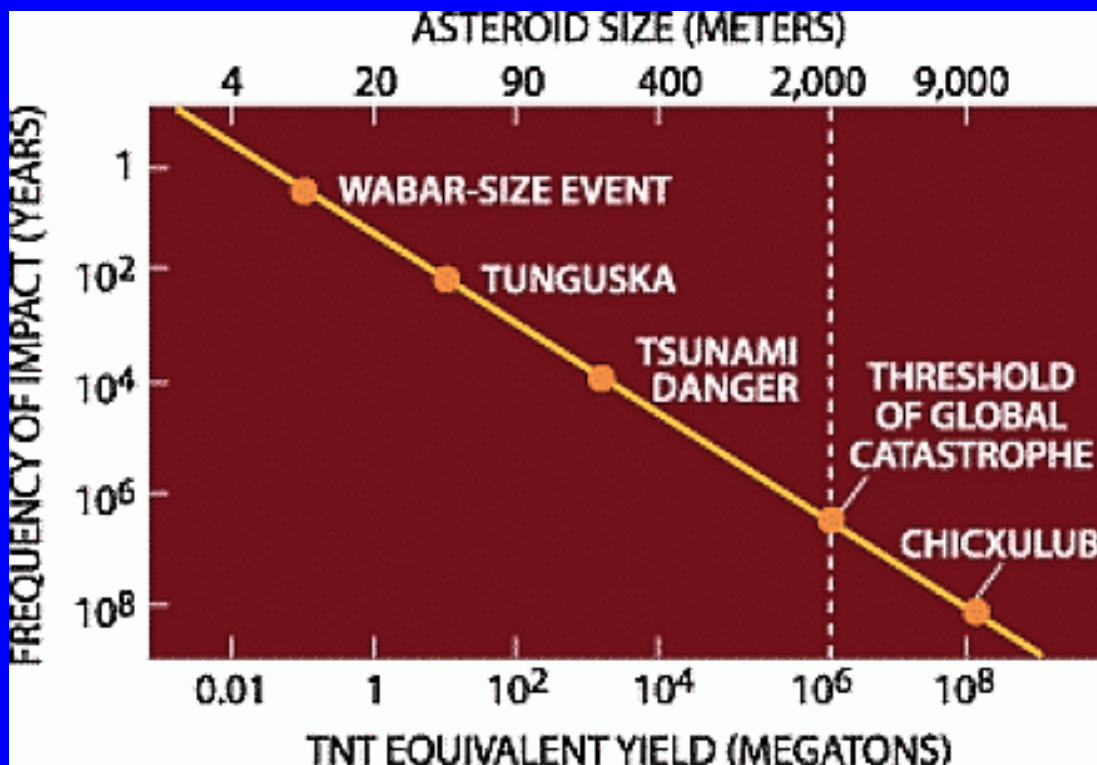
Deze verduistering heeft de massale uitsterving van vooral ontwikkeld dierlijk leven tot gevolg gehad.

Dit is bepalend geweest voor de verdere evolutie van het (met name dierlijk) leven.

Het zonnestelsel bevat nog vele lichamen, die potentieel zo'n catastrofe zouden kunnen veroorzaken.

Deze bewegen wel in banen, waarbij ze niet in de buurt van de aarde kunnen komen. Maar door verstoringen van planeten (vooral Jupiter) kunnen ze wel in zulke banen terecht komen.

Op grond daarvan schat men de frequentie van inslag als volgt.



Een inslag als die van Chicxulub treedt eens in de honderd miljoen jaar of zo op.



# Is er (intelligent) leven elders in het heelal?

*Sometimes I think we're alone; sometimes I think we're not. In either case, the thought is staggering.*

Arthur C. Clarke

*Maybe this world is another planet's hell.*

Aldous Huxley

Het aantal extraterrestische beschavingen  $N_c$ , waarmee we zouden kunnen communiceren wordt geschat met de Formule van Drake:

$$N_c = R_* \times F_p \times N_e \times F_l \times F_i \times F_t \times L$$

Hierin is

- $R_*$  het aantal sterren, dat in ons Melkwegstelsel vormt per jaar;
- $F_p$  de kans, dat er bij een ster planeten vormen;
- $N_e$  het aantal planeten als de aarde in zo'n planetenstelsel;
- $F_l$  de kans dat er op zo'n planeet primitief leven ontwikkelt;
- $F_i$  de kans dat daaruit intelligent leven ontwikkelt;
- $F_t$  de kans, dat die beschaving dan technologie ontwikkelt;
- $L$  de tijd, dat een technologische beschaving bestaat.

We weten  $R_* \approx 10$  en wellicht  $F_p \approx 1$ . De rest wordt dan meestal ook op **1** gesteld en  $L$  op heel lang.

Dit is nogal misleidend.



Men zoekt nu in de voornamelijk in de V.S. met radioteleskopen naar signalen uit de ruimte.

Dat gebeurt dan in de tijd, dat er geen astronomische waarnemingen mee wordt gedaan of onder die waarnemingen te verstoren.

Dat geeft heel veel gegevens om te analyseren. Veel vrijwilligers laten hun huis-computers door de hooiberg zoeken naar de speld.



<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>

Tot nu toe is er nog niets gevonden.

Maar misschien is leven wel heel zeldzaam.

Tenslotte hangt de evolutie af van veel toevallige factoren.

En als er in ons Melkwegstelsel intelligent leven zou zijn, dan

- zou de helft statistisch verder geëvolueerd zijn dan wij.
- zouden er onder die beschavingen ook vast wel zijn die signalen uitzenden.
- zou er anders wel iets gevonden zijn om ons op hun aanwezigheid te wijzen.
- misschien zou reizen door de ruimte wel mogelijk zijn.

Waarom hebben we dan geen aanwijzingen voor intelligent leven elders in het heelal?

## Waarom is alles zoals het is?

*“Contrarywise”, continued Tweedledee, “If it was so, it might be, and if it were so, it would be; but as it isn’t, it ain’t.”*

Lewis Carroll

*Gravity is not responsible for people falling in love.*

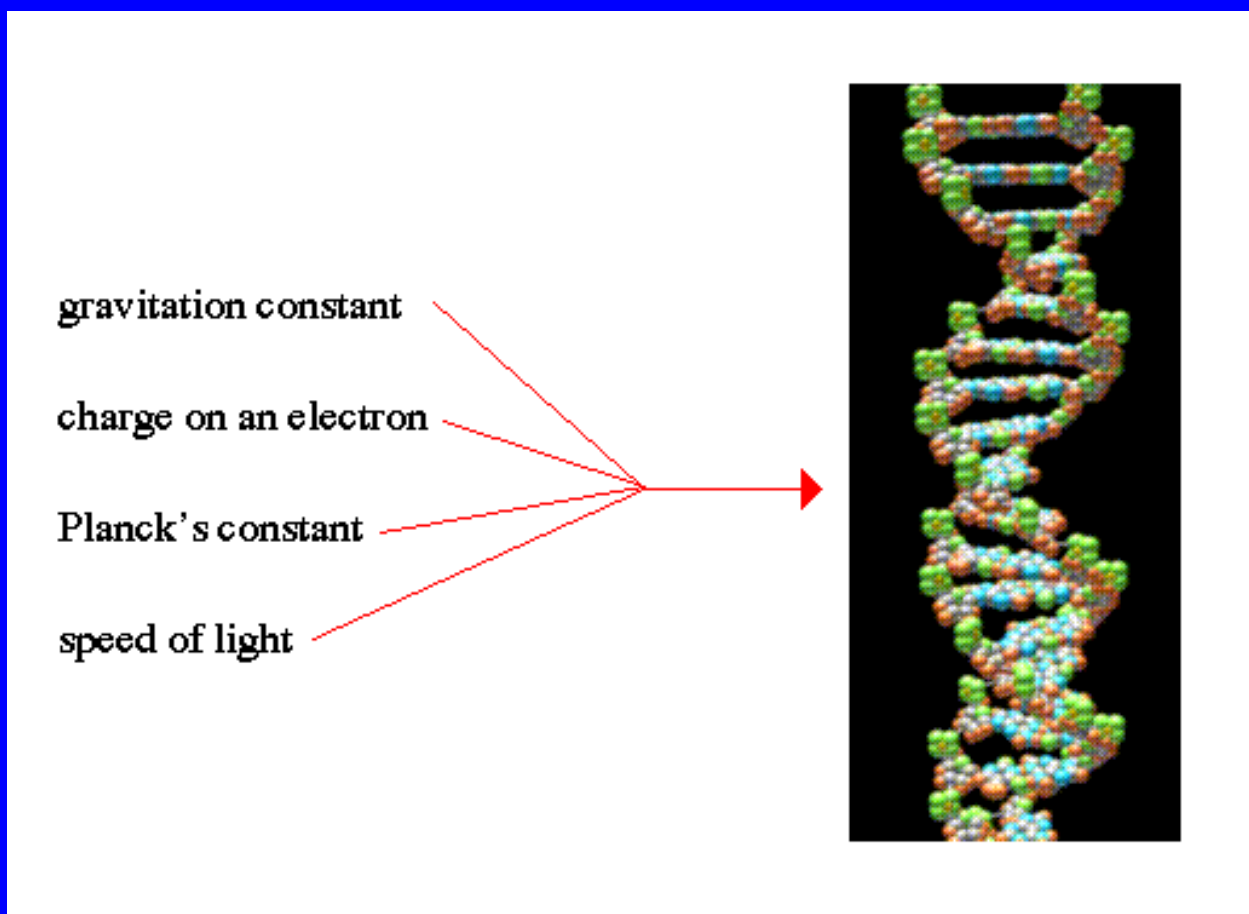
Albert Einstein

## Het Anthropisch Principe

- **Zwaartekracht.** Als deze zwakker zou zijn, dan zouden sterren niet heet genoeg zijn om kernreacties te beginnen. Als deze sterker zou zijn, dan zouden sterren te snel evolueren om ontstaan van leven een kans te geven.
- **Electromagnetische krachten.** Als deze zwakker zouden zijn, dan konden electronen niet om atoomkernen bewegen. Als ze sterker zouden zijn, dan zouden ze niet met andere atomen kunnen binden, dus geen moleculen.
- **Sterke wisselwerking.** Als deze zwakker zou zijn, dan konden atoomkernen niet bij elkaar gehouden worden, dus alleen waterstof. Als ze sterker zouden zijn, dan zou alles het meest stabiele element worden, namelijk ijzer.

Dus:

Het heelal is, zoals het is, omdat leven als het onze anders niet zou hebben kunnen bestaan.





# Staat de toekomst al vast??

*Prediction is very difficult, especially about the future.*

Niels Bohr

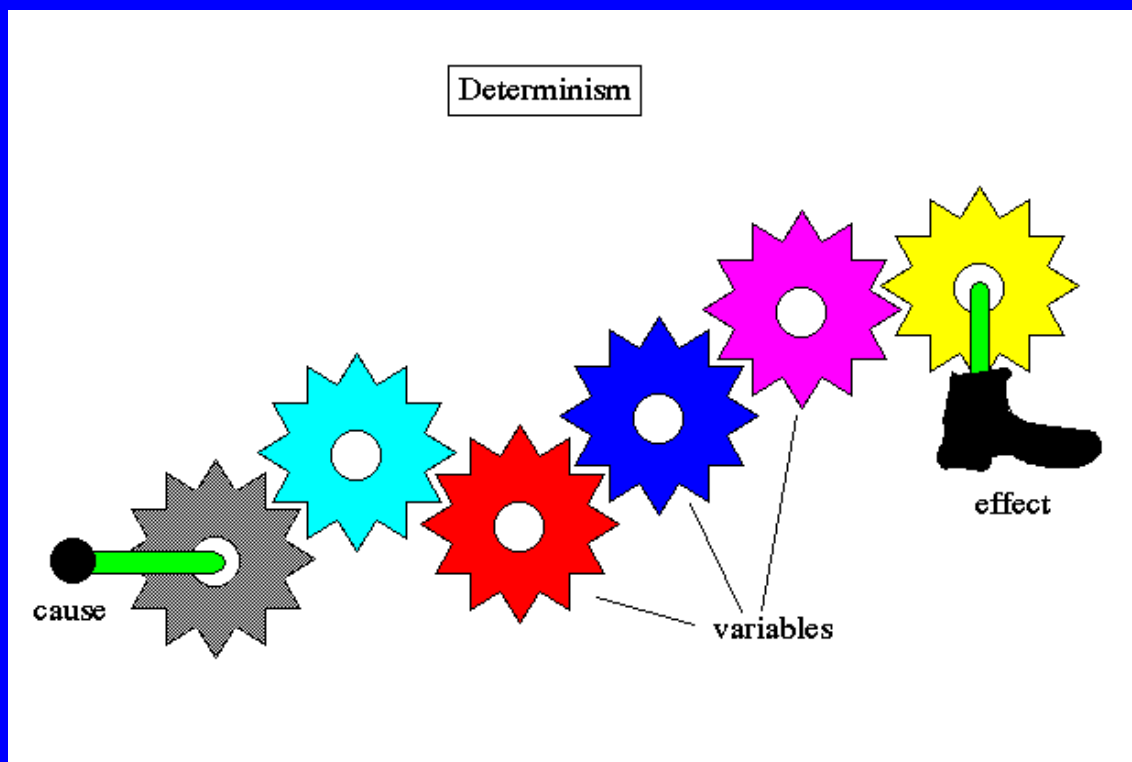
*If you don't know where you are going, you will end up somewhere else.*

Yogi Berra

*If we don't succeed, we run the risk of failure.*

Dan Quayle

In het determinisme dacht men, dat elke oorzaak onherroepelijk altijd tot hetzelfde resultaat moet leiden.

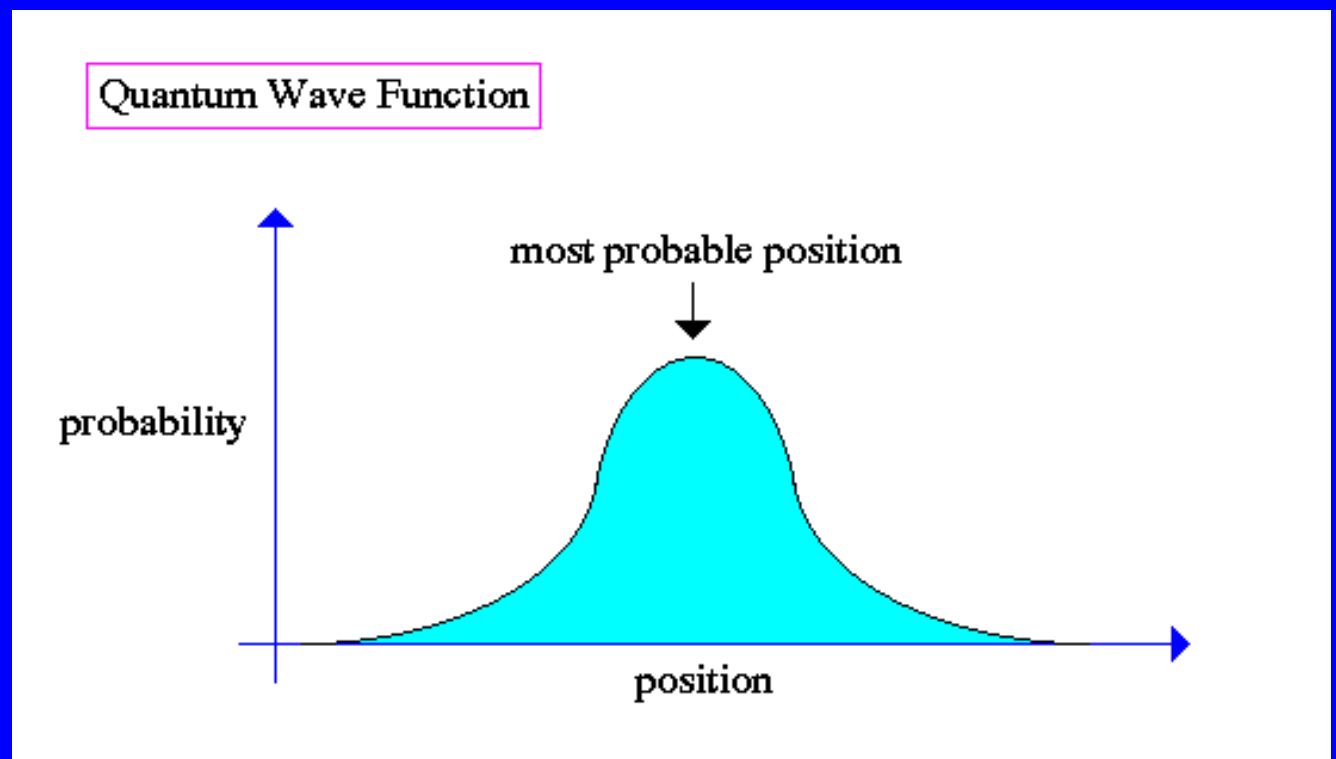


Dit zou betekenen, dat als we nu precies van elk deeltje in het heelal de positie en energie zouden weten, we in principe in staat zouden moeten zijn om hun posities in de toekomst uit te rekenen (Laplace).

Maar op het niveau van atomen en andere deeltjes leert de quantummechanica, dat dezelfde begintoestand tot meerdere eindtoestanden kan leiden volgens een waarschijnlijkheidsverdeling.

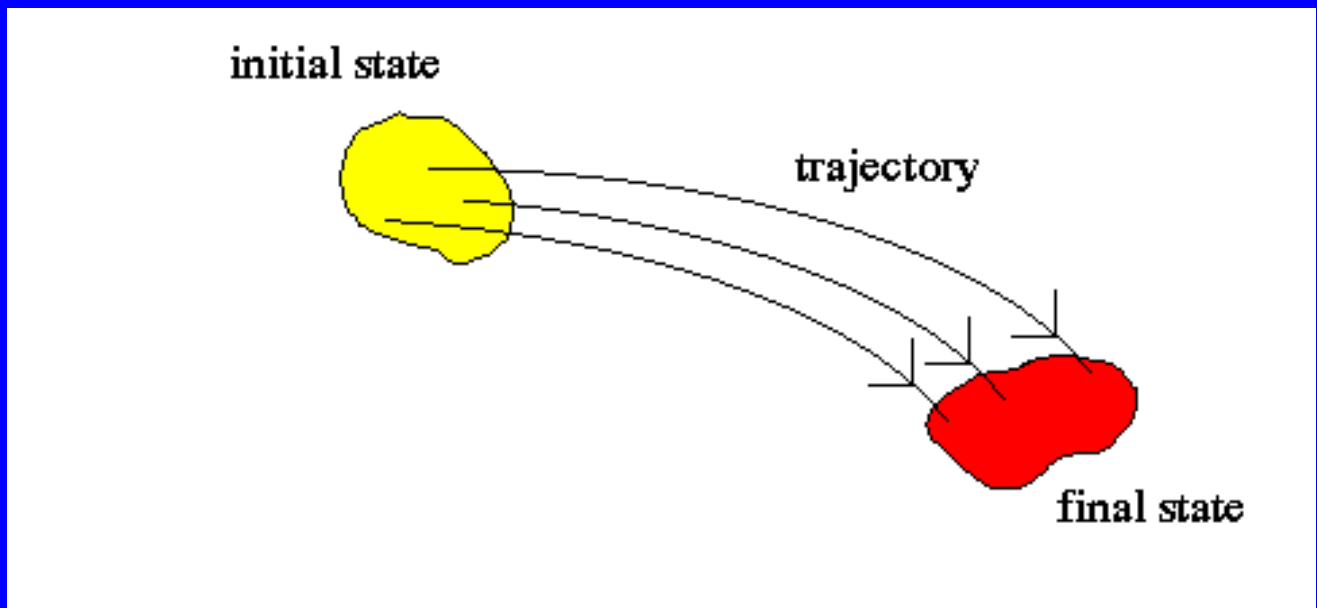
Van bijvoorbeeld een electron weten we op een zekere tijd alleen maar de kans, dat het op een bepaalde positie is.

Dit wordt bepaald door de zogenaamde golf-functie.



Als we de positie van de planeten weten, kunnen we die in de toekomst uitrekenen.

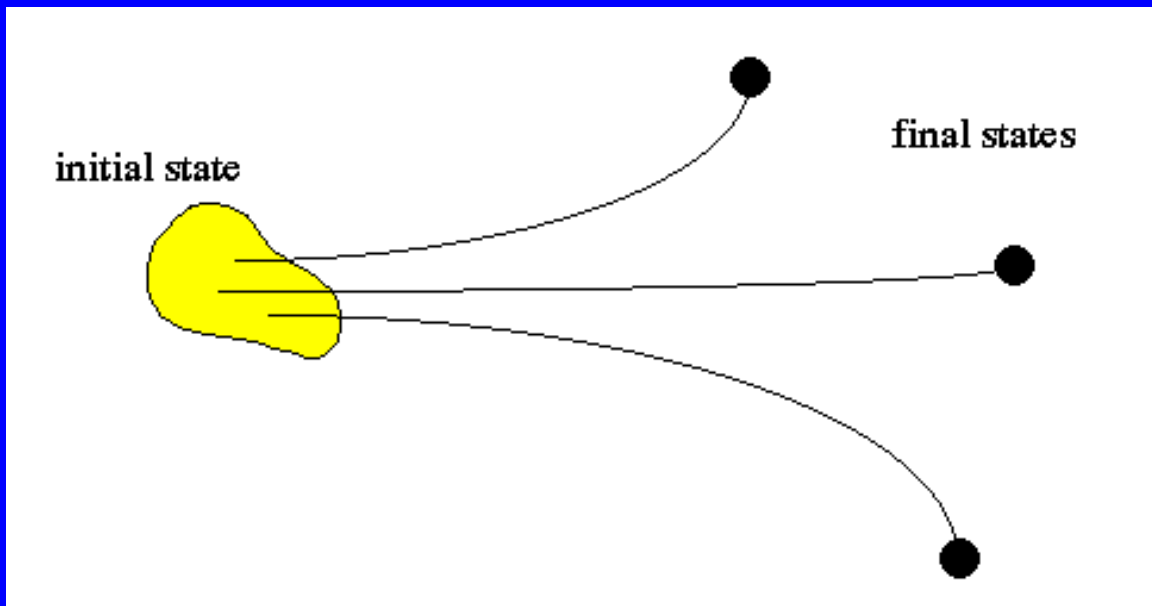
Je zou verwachten, dat als we b.v. de aarde nu een heel klein beetje verschuiven het resultaat na honderdduizend jaar ook bijna precies hetzelfde zou geven.



Voor veel dingen, die we kennen, geldt dit. Als de trein een minuut te laat vertrekt, komt hij niet daardoor alleen al misschien een uur te laat aan.

Maar door de onderlinge verstoringen gaat dat voor planeetbanen niet op en vinden we een volkomen ander resultaat.

Men zegt dan, dat de planeetbanen chaotisch zijn.



Dus een kleine toevallige verandering nu, geeft een volkomen ander resultaat op de lange duur. Dus de positie van de planeten wordt op lange termijn onvoorspelbaar.

Is het überhaupt wel zo wenselijk, dat de toekomst in detail vastligt?

Wat is dan nog over van onze eigen inbreng en identiteit?

De toekomst ligt dus niet in detail vast en er is dus ook geen vastliggend “Plan” voor de toekomst.

“Aan allen, die de moeilijke vraag verkiezen boven het gemakkelijke antwoord, en de weg stellen boven de herberg.”

J.H. Rush – De oorsprong van het leven (1964)

De titel van deze voordracht is die van een dichtbundel van Hans Andreus (Johan Wilhelm van der Zant; 1926 – 1977).

Van der Zant was gefascineerd door alles wat met licht te maken heeft.

Ook leed hij ernstig aan een identiteitscrisis, waarvoor hij ook uitgebreid psychiatrisch is behandeld.

De Witte Netten van Zon en Maan zijn het licht uit het heelal, waarbij wij leven.

“Wij zijn kinderen van het heelal”. Onze identiteit als mensheid is verbonden met een groter geheel.

Ik besluit met een aansprekend gedicht uit die bundel.

## HANS ANDREUS (1926 – 1977)

Je bent zo  
mooi  
anders  
dan ik.

natuurlijk  
niet meer of  
minder  
maar

zo mooi  
anders,

ik zou je  
nooit

anders dan  
anders willen.

*Uit: De Witte Netten van Zon en Maan (1974)*