

OORSPRONG

Over mens en heelal, wetenschap en religie,
samenhang en toeval, de weg en de herberg

P.C. van der Kruit
www.astro.rug.nl/~vdkruit

Tiende J.H. van Oosbreelezing
Amersfoort, 5 april 2008 – Hogeveen, 5 maart 2009

Inleiding

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen

Het heelal

Machten van tien

Wat is vooral van belang?

De kosmische evolutie

De toekomst van het heelal op lange termijn

Voorspelbaarheid en chaos

Toeval in de kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

Het antropisch principe

Leven in het heelal

En hoe nu verder?

Inleiding

*Hoe zijn wij hier geland,
waartoe... vanwaar...
ligt ergens aan het strand
dat vreemde schip nog klaar?
en als het anker is gelicht,
naar waar... naar waar...?*

Uit het gedicht *Dit Eiland*
A. Roland Holst
(‘Voorbij de Wegen’, 1920)

Achtergronden

As we look out into the universe and identify the many accidents of physics and astronomy that have worked together to our benefit, it almost seems as if the universe must in some sense have known that we were coming.

Freeman Dyson.

Reeds in de **oudheid** speelde de nachthemel met zijn sterren en planeten een grote rol, zoals **Sydney Harris** aangeeft:



Wording & Ontplooiing

- ▶ De beroemde woorden van **Apostel van Oosbree** waren, dat hij het **ritselen van de nieuwe dag** hoorde.
- ▶ In die ontwikkeling hoort ook een **vernieuwde kijk** op de relatie met de wetenschap.
- ▶ Vroeg in de periode van **Apostel L. Slok** werd de cantate **Wording & Ontplooiing**¹ geschreven en gecomponeerd.
- ▶ Dit verving het **Bijbelse scheppingsverhaal** door een beeld, dat meer in overeenstemming was met de moderne inzichten over het **ontstaan van de aarde en het leven**, en over de **biologische evolutie**.

¹B. Bouwman & W. Westerveld (1949); zie <http://www.apgen.nl/web/show/id=45295/langid=43/contentid=402> t/m 404.

Een deel van de tekst:

*Uw streven om te 'zijn' versmolt met tijd en ruimte,
onzichtbaar samen; verwerkelijkte zich in 'stof':
en het licht, de zon, de bron der elementen, vond haar ontstaan;
haar gloed vermeldt Uw lof!*

*Haar kleine kind, de aarde, schonk het leven een mogelijkheid
te scheppen zonder grens.*

*Zo bouwde Gij uzelf het orgaan voor het hoogst verschijnen
uit het schijnbare niets; uw kroonjuweel, de Mens.*

- ▶ Een gangbaar en ook bruikbaar uitgangspunt werd, dat het scheppingsverhaal in **Genesis** weliswaar een **boeiende beschrijving** is, doch die **niet letterlijk** genomen hoeft te worden.
- ▶ De cantate spreekt ook van **verwondering** over de schepping.
- ▶ Maar het stelt de schepping voor als **in dienst** van en **gericht** op het verschijnen van de **mens**.
- ▶ De mens wordt vervolgens het **“hoogst verschijnen”** en het **“Kroonjuweel”** genoemd, als een “eindbestemming”.
- ▶ Dit is een **teleologisch** (=doelgericht) standpunt en daarom vind het die cantate inmiddels wel wat **gedateerd**.

Pierre-Simon Laplace

- ▶ **Laplace** (1749 – 1827) is de grondlegger van het **mechanistisch-deterministische** wereldbeeld.
- ▶ Hij heeft veel fundamenteel werk gedaan in de **wiskunde** en de **waarschijnlijkheidsleer**, maar ook aan de **dynamica** van ons zonnestelsel.
- ▶ Hij bewees, dat de planeetbanen in het zonnestelsel op de lange termijn **stabiel** is. d.w.z. dat de onderlinge aantrekkingen van de planeten elkaar op de lange termijn opheffen.
- ▶ Hij stelde, dat als je nu van elk deeltje **plaats** en **snelheid** zou weten, de situatie op **elk willekeurig moment in de toekomst** zou kunnen worden uitgerekend.

“Nous pouvons considérer l'état actuel de l'univers comme l'effet de son passé et la cause de son futur. Une intelligence qui à un instant déterminé devrait connaître toutes les forces qui mettent en mouvement la nature, et toutes les positions de tous les objets dont la nature est composée, si cette intelligence fut en outre suffisamment ample pour soumettre ces données à analyse, celle-ci renfermerait dans une unique formule les mouvements des corps plus grands de l'univers et des atomes les plus petits; pour une telle intelligence nul serait incertain et le propre futur comme le passé serait évident à ses yeux.”

“We kunnen de huidige toestand van het heelal beschouwen als het gevolg van haar verleden en de oorzaak van haar toekomst. Een intelligent wezen dat op een zeker moment alle krachten zou weten die bewegingen in de natuur beschrijven, en alle posities van alle objecten waaruit de natuur bestaat, en als dat intelligent wezen groot genoeg zou zijn om deze gegevens te kunnen analyseren, dan zou het de bewegingen van de grootste hemellichamen en die van de kleinste atomen in een enkele formule kunnen omvatten; voor zo’n intelligent wezen zou niets onzeker zijn en het zou de toekomst net zo helder voor ogen hebben als het verleden.”

- ▶ De mens kan dit alleen in benadering via **kansrekening**.
- ▶ Het determinisme stelt dat er op elk moment maar **één mogelijke toekomst** kan bestaan.
- ▶ Napoleon vroeg Laplace naar aanleiding van een boek over de astronomie: *“Comment, vous faites tout le système du monde, vous donnez les lois de toute la création et dans tout votre livre vous ne parlez pas une seule fois de l’existence de Dieu.”* Laplace zou geantwoord hebben: *“Sire, je n’avais pas besoin de cette hypothèse-là”*.²

² “Hoe is dit mogelijk? U beschrijft het gehele systeem der wereld en geeft ons alle wetten van de schepping, maar niet één keer in uw boek spreekt u over het bestaan van God.” “Sire, ik had die hypothese niet nodig.”

De titel van deze lezing is:

Oorsprong

Ik ga het dus hebben over vragen, die te maken hebben met waar we als mensheid vandaan zijn gekomen en waar we naartoe gaan.

En zoals we zullen zien, gaat voor mij er meer om het **stellen** van zulke vragen dan het **beantwoorden** ervan.

Over wat voor vragen hebben we het dan?

Waarom is alles zoals het is?

Waarom zijn de natuurwetten zoals ze zijn?

Waarom is het heelal zo groot als het is?

Waarom is het heelal zo oud als het is?

Wat is de toekomst van het heelal?

Waarom leven we eigenlijk in een *drie*-dimensionale ruimte?

Waarom heeft de biologische evolutie miljarden jaren geduurd?

Wat is de toekomst van het leven op aarde?

Is er elders in het heelal ander 'intelligent' leven?

Als het heelal een begin gehad heeft, heeft het dan ook een einde?

Waarom heeft de tijd eigenlijk een richting en is er verschil tussen verleden en toekomst?

Wat zijn de grenzen van de (exacte) wetenschap?
In hoeverre zijn gebeurtenissen voorspelbaar?
Is er een onherroepelijke 'wet van oorzaak en gevolg'?
En waarop en hoe is die dan toepasbaar?
Is er een absolute waarheid?

Staat de toekomst al in alle detail vast?
Is er eigenlijk wel een 'Heilsplan Gods'?
Is de mens het 'Kroonjuweel der Schepping'?
Hebben we als mensheid een 'bestemming'?
Is er überhaupt een 'universele zin' in het leven?

Einde van de wetenschap?

- ▶ Omstreeks de **fin de siècle** dacht men dat de natuurwetenschap bijna voltooid was.
- ▶ In de natuurkunde kwamen de
 - ▶ **Relativiteitstheorie**; gravitatie theorie, die Newton met de speciale relativiteitstheorie verbindt. O.a. **afwezigheid van absolute ruimte en tijd**.
 - ▶ **Quantummechanica**; theorie voor het electromagnetisme en de interacties met elementaire deeltjes. O.a. **onzekerheidsrelatie van Heisenberg**.
- ▶ In de wiskunde kwam het **incompleteidstheorema van Gödel**, dat zegt dat er in elke rekenkundige theorie ware, maar onbewijsbare beweringen zijn.
- ▶ In de informatica het **beslisprobleem van Turing** of een bepaalde computer, die een programma met een zekere invoer begonnen is, ooit zal stoppen.

- ▶ Einstein zocht een **algemene veldtheorie**, die zwaartekracht en electromagnetisme zou verbinden.
- ▶ Nu vier **wisselwerkingen** (zwaartekracht, electromagnetisme, zwakke en sterke wisselwerkingen),
- ▶ waarvan **drie** verbonden zijn via **quantumelectrodynamica** en **quantumchromodynamica**.
- ▶ Verder is er hoop op een **Theory of Everything**, wellicht via de **snaar-theorie**.
- ▶ Zo'n theorie zou alle wetten en constanten uit **een enkel principe of formule** verklaren.

Antropisch Principe

- ▶ Waarom zijn de **natuurwetten** zoals ze zijn?
- ▶ Waarom zijn de **natuurconstanten** zoals ze zijn?
- ▶ Het blijkt dat als dat allemaal **een beetje anders** waren geweest er geen leven als het onze had kunnen zijn.
- ▶ Het **Antropisch Principe** zegt dat de natuurwetten niet anders konden zijn, want anders waren wij er niet geweest.³
- ▶ Wellicht is er een **multiversum** met heel veel mogelijke heelallen, waarvan het onze de antropische realisatie is.⁴

³Barrow & Tipler: *The Anthropic Cosmological Principle* (1986).

⁴Susskind: *The Cosmic Landscape* (2005).

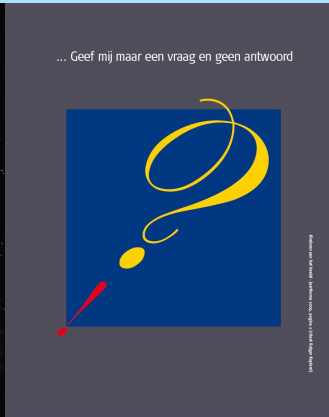
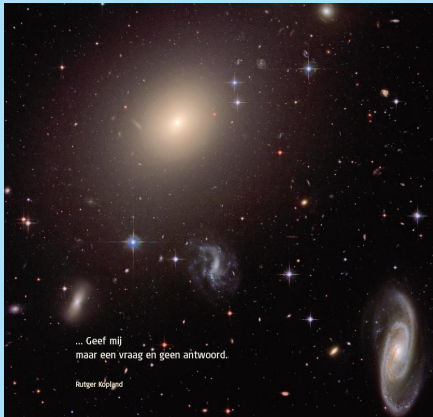
Autobiografische opmerkingen

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

J.H. Rush.

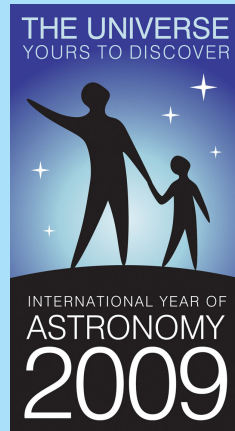
*Geef mij
maar een vraag en geen antwoord*

Rutger Kopland.



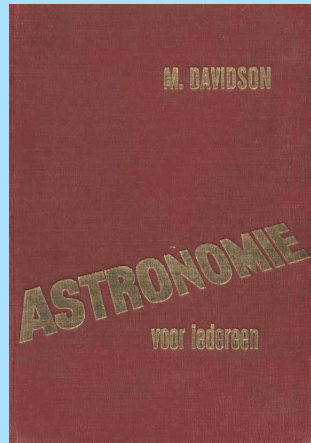
Mijn ontwikkelende interesse in de sterrenkunde

- ▶ ±1948/9:
Oudste(?) herinnering: Mijn vader liet me de sterrenhemel zien.
- ▶ 1954:
Zonsverduistering van 30 juni.



1957/58:

- ▶ 'Astronomie voor Iedereen'
- ▶ 4-cm teleskoop voor mijn 14^e verjaardag



1962:

- ▶ Eindexamen HBS-B
- ▶ 6-cm teleskoop van vakantiewerk
- ▶ Begin studie sterrenkunde aan de Rijksuniversiteit Leiden



1964/5:

*Aan allen,
die de moeilijke vraag verkiezen
boven het gemakkelijke antwoord en
de weg stellen boven de herberg.^a*

^aFor all those who have thought the hard question a better companion than the easy answer, and the road better than the inn.



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

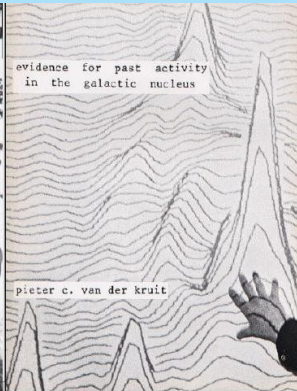
De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen

Promotie, 6 oktober 1971.



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

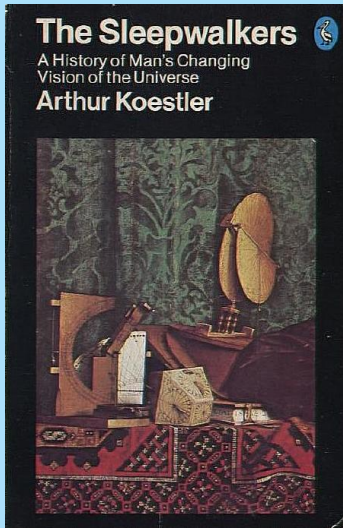
De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Achtergronden

Autobiografische opmerkingen





± 1976:

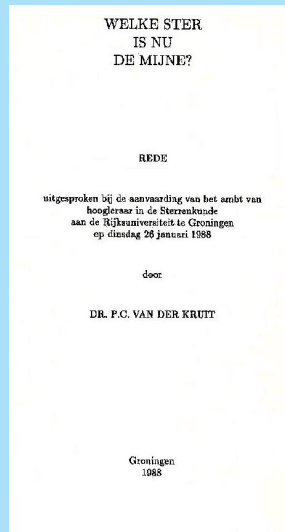
Koestler vergelijkt de voortgang van de wetenschap met een **meanderende rivier**, die dan weer **traag** stroomt, dan weer in een **stroomversnelling** komt, en de zoekende wetenschapper met een **slaapwandelaar**, dan weer reikhalzend uitkijkend naar **vernieuwing**, dan weer krampachtig vasthoudend aan **bestaande** paradigma's.

U ziet al een paar thema's:

- ▶ Ik heb altijd moeite gehad te geloven in een **absolute zin** of **uiteindelijke bestemming** in de schepping.
- ▶ Ik heb ook nooit kunnen geloven in een **vooropgezet plan** in de schepping; ik heb altijd de zingeving gezocht in het **hier en nu**.
- ▶ Dat is ook te vinden in mijn artikel **Harmonie**⁵.

⁵Ons Maandblad 99, nr 11 (1993) of

- ▶ In juni 1987 werd ik benoemd tot hoogleraar en op 26 januari 1988 hield ik mijn oratie.
- ▶ Ik sprak over de astrologie en de structuur van het heelal.
- ▶ Maar ook over
 - ▶ de lange termijn toekomst van het heelal
 - ▶ het antropisch principe
 - ▶ Is er intelligent, buitenaards leven in het heelal?.
- ▶ Ik zeg vandaag niets over astrologie, maar volg verder dezelfde lijn.



- ▶ Deze **J.H. van Oosbreelezing** heeft mij bij de voorbereiding bepaald bij wat er sinds die tijd veranderd is.
- ▶ **Waar ben ik anders over gaan denken? Wat bleef bewaard?**
- ▶ Ik zal er niet uitputtend op terugkomen, maar zeg wel, dat het de (voor mij) veelbetekenende regel uit de song 'The Boxer' van **Paul Simon** en **Art Garfunkel** oproept:
"After changes upon changes we are more or less the same."

Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

Machten van tien

Wat is vooral van belang?

Het heelal

Machten van tien

*There are only two truly infinite things:
the universe and human stupidity.
But I am not sure about the universe.*

Albert Einstein.

*Interestingly, according to modern astronomers,
the universe is finite.
This is a very comforting thought, especially for people,
who can never remember where they left things.*

Woody Allen.

Voor een uitgebreide lezing over de **structuur en evolutie van het heelal** en het **ontstaan van de chemische elementen** verwijst ik naar de lezing

NEEM NOU HET HEELAL

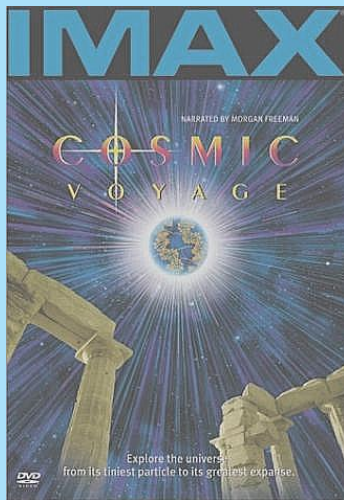
P.C. van der Kruit
www.astro.rug.nl/~vdkruit

Assen, 25 oktober 2007

www.astro.rug.nl/~vdkruit/jea3/homepage/Neemnou.pdf

In de documentaire **Cosmic Voyage** worden afstanden geïllustreerd met de methode van de **machten van tien**.

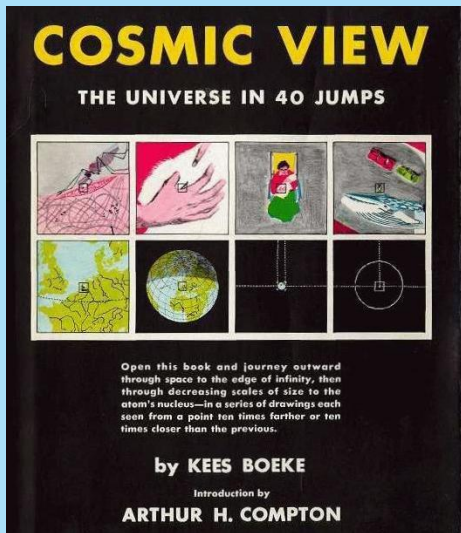
Dit idee komt van oorspronkelijk **Kees Boeke** (1884 – 1966), een Nederlandse civiel ingenieur, leraar, onderwijsvernieuwer en pacifist uit Bilthoven.



Zijn boek (uit 1952)
heette oorspronkelijk:
"Wij in het heelal, een
heelal in ons".

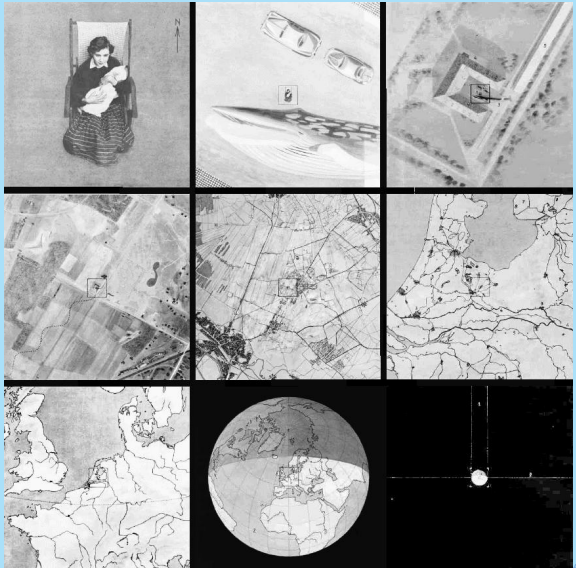
In 1957 is het in het
Engels uitgegeven.

Het is elektronisch
beschikbaar op:
[http://www.vendian.org/
mncharity/cosmicview/](http://www.vendian.org/mncharity/cosmicview/).



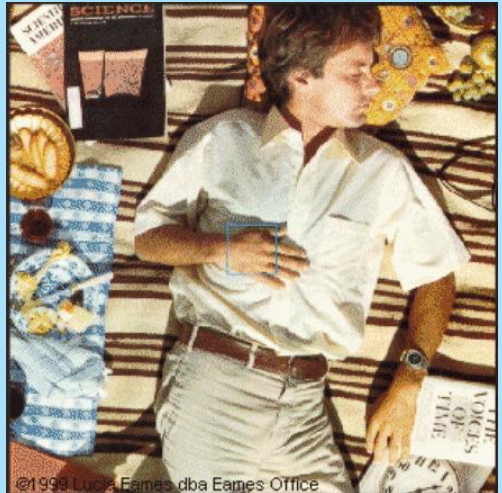
Dit zijn de **eerste
negen pagina's**.

De afmeting van
de zijde van elk
vierkant gaat hier
van **1.5 meter** tot
150.000 km.

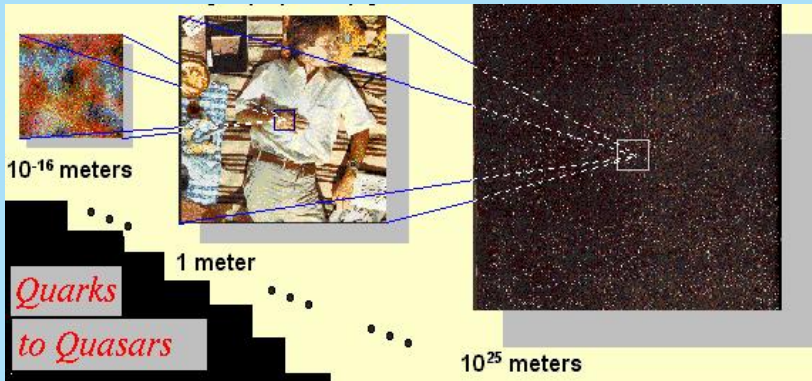


Velen kennen wellicht de versie uit het bekende boek *The Powers of Ten* van Philip en Phyllis Morrison; die begon met een plaatje van 1 meter bij 1 meter.

Het toonde een slapende man in een park in Chicago op "z'n eigen vierkante meter".



De Website van **Bruce Bryson**⁶ heeft al dit verzameld.



⁶<http://www.wordwizz.com/pwrsof10.htm>

'Peanuts' by Charles M. Schulz

Sally & Charlie Brown



Snoopy



Wat is vooral van belang?

*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.

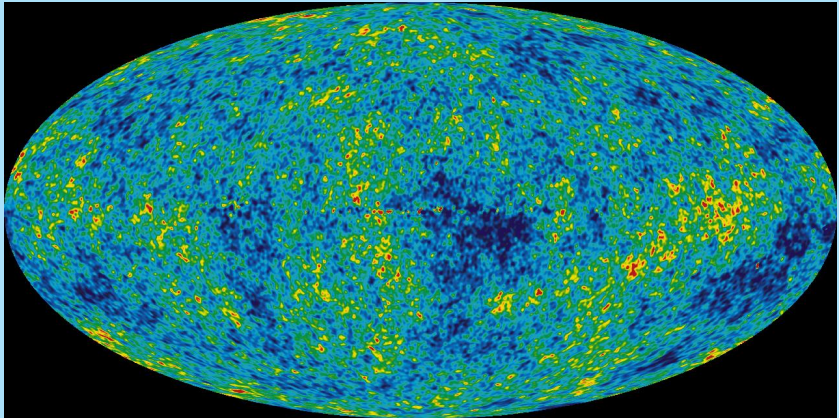
- ▶ Materie bestaat uit **moleculen** en die weer uit **atomen**.
- ▶ Atomen zijn heel klein en er zijn er dus **ongelooflijk veel**.
- ▶ Wij bestaan ook uit moleculen en die weer uit atomen; en wel vooral uit **waterstof**, **koolstof** en **zuurstof**.
- ▶ Overal in het heelal (in en tussen de sterren) komen **waterstof** en **helium** voor in een verhouding **3 : 1**.
- ▶ De overige **chemische elementen** vormen hooguit een **paar procent**, maar komen in **gelijke** verhoudingen voor.
- ▶ In het vroege heelal zijn alleen **waterstof** en **helium** gevormd.
- ▶ Alle andere elementen zijn gevormd in **zware sterren**, die snel evolueren en tijdens **supernova explosies** deze aan het interstellair gas toevoegen.

element		#	zon	aardkorst	ocean	atmosfeer	mens
waterstof	H	1	73,9	0,14	10,8	10,1	9,5
helium	He	2	24,0	0,000	0,000	0,000	0,000
koolstof	C	6	0,46	0,02	0,003	18,0	18,5
stikstof	N	7	0,10	0,002	0,000	2,9	3,3
zuurstof	O	8	1,07	46,1	85,4	65,1	65,0
neon	Ne	10	0,13	0,000	0,000	0,000	0,000
magnesium	Mg	12	0,06	2,3	0,13	0,05	0,05
silicium	Si	14	0,07	28,2	0,000	0,000	0,002
zwavel	S	16	0,04	0,04	0,09	0,2	0,25
calcium	Ca	20	0,004	4,1	0,04	1,5	1,5
ijzer	Fe	26	0,11	5,6	0,05	0,000	0,006
rest			0,06	13,4	3,5	2,2	1,9

- ▶ We wonen op een **planeet**, die **arde** heet.
- ▶ De arde gaat rond om de **zon** samen met **7** andere planeten.
- ▶ De zon is een gewone **ster** en sterren staan op afstanden van **lichtjaren**.
- ▶ De zichtbare sterren zijn deel van ons **Melkwegstelsel**; er zijn wel **10^{12}** (**miljoen maal miljoen**) sterren in dat stelsel.
- ▶ In het **waarneembare** heelal zijn misschien wel net zoveel **melkwegstelsels**.
- ▶ Het **heelal** dijt uit en er is een **begin** geweest, **13.7 miljard jaar** geleden: de **Big Bang** of **Oerknal**.

- ▶ De **waterstof** en **helium** zijn gevormd toen het heelal pas **drie minuten** oud was.
- ▶ Pas na zo'n **380.000 jaar** werd het heelal **transparant**.
- ▶ We zien de overblijfselen van die vroege, hete periode als een **achtergrondstraling** in millimeter radiostraling.
- ▶ Daarin is **structuur** te zien op een niveau van **0.01%**
- ▶ Dat is de **oorsprong** van alle **structuur** in het heelal.
- ▶ Het is ook **onze Oorsprong**.

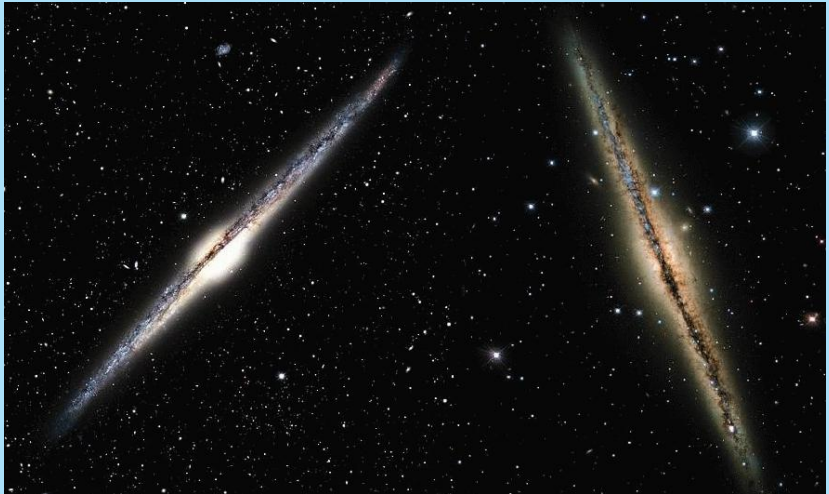
Deze metingen zijn gedaan door **WMAP: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe**.



Mijn eigen onderzoek betreft (spiraal-)melkwegstelsels.

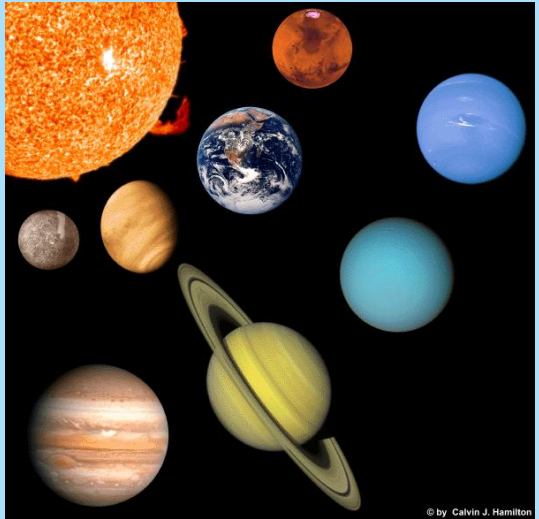


Maar ook als ze 'op hun kant' gezien worden.



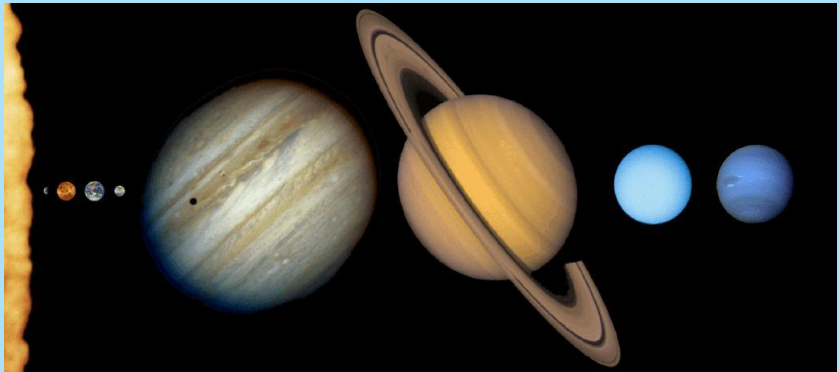
Dit zijn de planeten in
ons **planetenstelsel**.

Mercurius	Jupiter
Venus	Saturnus
Aarde	Uranus
Mars	Neptunus



© by Calvin J. Hamilton

Hier zien we ze op **ware onderlinge afmeting**.



En hier zien we ze in hun **banen** rond de zon (op 5 maart 2009).



Het zijn **bijna cirkelbanen** in ongeveer één vlak.

Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

De toekomst van het heelal op lange termijn

Voorspelbaarheid en chaos

Toeval in de kosmische evolutie

De kosmische evolutie

De toekomst van het heelal op lange termijn

*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).

Tot recent dacht men:

- ▶ De **zon** zal over zo'n **5 miljard jaar** stoppen met 'verbranden' van **waterstof** in **helium**.
- ▶ De zon zal uitdijen als een **rode reus** en daarbij de **aardbaan** omvatten, zodat de aarde verdampt.
- ▶ De kern trekt samen en wordt heter en daar zal een korte periode **helium** verbranden in **koolstof** en **zuurstof**.
- ▶ Daarna zal de zon **afkoelen** tot een **witte dwerg**, die voornamelijk bestaat uit **koolstof** en zeer **compact** is: **miljoenen gram/cm³**; een '**diamond in the sky**'.
- ▶ Het **heelal** zal steeds **langzamer expanderen**, maar dat zal nooit stoppen en omkeren naar een **Big Crunch**.
- ▶ **Fysieke processen** zullen steeds langzamere zijn, maar ook nooit stoppen.

Moderne inzichten

- ▶ De **zon** zal de komende miljarden jaren langzaam **heter** worden.
- ▶ Over **1 miljard jaar** is de zon **10%** helderder en over **3 miljard jaar** zelfs **50%**.
- ▶ Dus al veel eerder is **leven** op de aarde waarschijnlijk **onmogelijk**.
- ▶ Over enige **miljarden jaren** zal al het interstellaire **gas** opgebruikt zijn om **nieuwe sterren** te vormen.
- ▶ Over **tientallen miljarden jaren** zullen er alleen steeds **kleinere en zwakkere sterren** dan de zon overblijven.
- ▶ Uiteindelijk zullen ook die sterren **uitdoven**.
- ▶ Over zo'n **biljoen jaar** (als het heelal **100** keer zo oud als nu) zullen er helemaal **geen sterren** meer zijn.

- ▶ Het is al lang bekend, dat er rond de melkwegstelsels **donkere materie** is, waarvan we alleen weten dat het aantrekt.
- ▶ Er zijn nu ook sterke aanwijzingen voor een **donkere energie**, die de expansie van het heelal **versnelt**.
- ▶ Deze is het meest effectief over **grote afstanden** en zal in de toekomst steeds belangrijker worden, maar tot nu toe zijn de effecten klein geweest.
- ▶ Het heelal bestaat:
 - ▶ voor **4%** uit de **gewone materie** die we kennen,
 - ▶ voor **22%** uit **donkere materie** die de expansie afremt,
 - ▶ voor **74%** uit **donkere energie** die uiteindelijk de expansie zal versnellen.
- ▶ We kijken eerst naar de **effecten van donkere materie** op onze directe omgeving.

Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

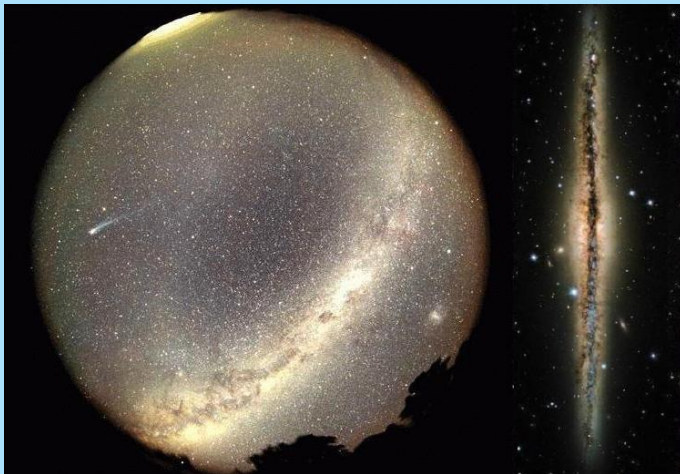
En hoe nu verder?

De toekomst van het heelal op lange termijn

Voorspelbaarheid en chaos

Toeval in de kosmische evolutie

Ons **Melkwegstelsel** (links) lijkt veel op **NGC891** (rechts).



Inhoud

Inleiding

Het heelal

De kosmische evolutie

De mogelijkheid van leven in het heelal

En hoe nu verder?

De toekomst van het heelal op lange termijn

Voorspelbaarheid en chaos

Toeval in de kosmische evolutie

De **Andromedanevel**: het dichtstbijzijnde grote melkwegstelsel.



- ▶ Ons Melkwegstelsel en de Andromedanevel vormen –samen met enkele tientallen dwergstelseltjes– de **Lokale Groep**.
- ▶ Ze hebben door de gravitatie van hun donkere materie lokaal de expansie **afgeremd** en ze komen nu met **120 km/s** naar elkaar toe.
- ▶ Uiteindelijk zullen **ons Melkwegstelsel** en de **Andromedanevel** 'botsen'.
- ▶ Daarbij **versmelten** ze tot een enkel stelsel.
- ▶ Individuele sterren zullen **niet** botsen.
- ▶ Dit gebeurt over zo'n **2 – 3 miljard jaar**.

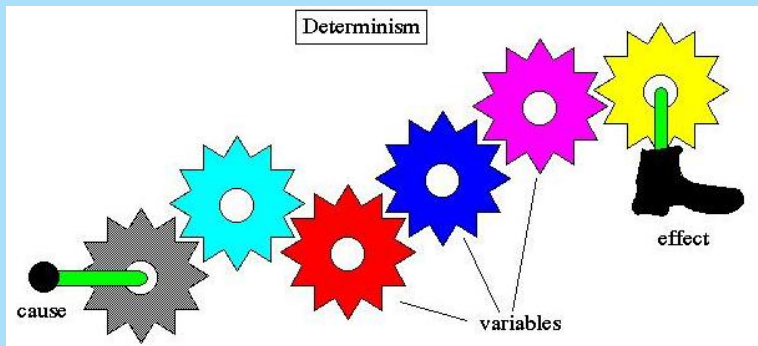
- ▶ En nu kijken we naar **effecten van de donkere energie** op onze toekomst.
- ▶ Er is een **kosmologische horizon**, die bereikt wordt als de de expansie van het heelal gelijk wordt aan de **lichtsnelheid**.
- ▶ Bij een **afnemende expansie** van het heelal komen steeds nieuwe delen van het heelal binnen onze **kosmologische horizon**.
- ▶ Maar door de **toenemende** expansie zal juist steeds meer achter de kosmologische horizon **verdwijnen**.
- ▶ Over **100 miljard jaar** zal van het heelal uit het restant ons Melkwegstelsel/Andromedanevel de rest van het heelal **onwaarneembaar** zijn.

Voorspelbaarheid en chaos

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

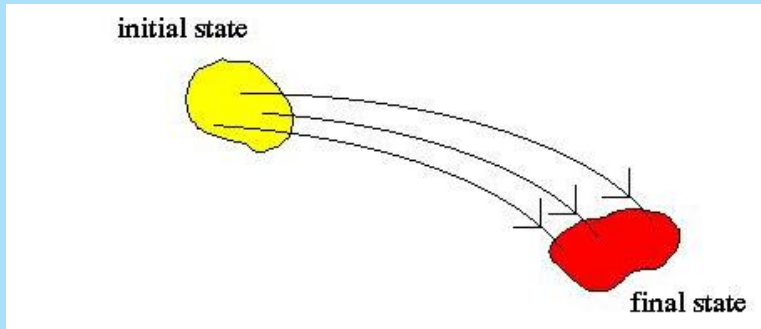
Niels Bohr

Dit was de wereld van Laplace.

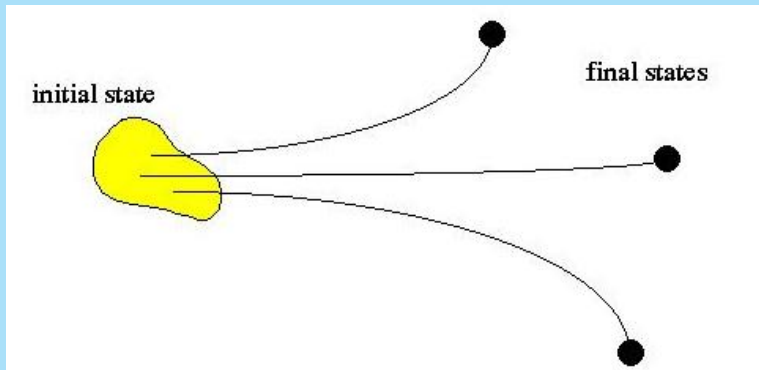


- ▶ Laplace zei, dat als je van alle deeltjes nu de **positie** en **snelheid** zou weten, je **in principe** de toestand op alle **toekomstige** tijdstippen zou moeten kunnen uitrekenen.
- ▶ Maar het onzekerheids-principe van **Heisenberg** zegt, dat je van een deeltje niet **tegelijkertijd** de plaats en snelheid met **willekeurige nauwkeurigheid** kunt bepalen.
- ▶ **Maar dan staat dus de toekomst op atomair niveau niet vast.**

Als je de begintoestand een klein beetje verandert, verwacht je dat ook na enige tijd het resultaat maar een **klein beetje** anders is.



Maar er zijn ook gevallen, waarbij dat **helemaal niet** zo is.



Zulke systemen noemt men **chaotisch**.

For want of a nail the shoe was lost.
For want of a shoe the horse was lost.
For want of a horse the rider was lost.
For want of a rider the battle was lost.
For want of a battle the kingdom was lost.
And all for the want of a horseshoe nail.⁷

⁷Proverbial rhyme; gaat terug tot de veertiende eeuw.

- ▶ In een **chaotisch systeem** is het zo dat het verschil in het resultaat **exponentieel** groeit met het verschil in de begincondities.
- ▶ De **voorspelbaarheid** wordt dan effectief beperkt tot een zekere tijdschaal.⁸
- ▶ Een voorbeeld van een chaotisch systeem is het **weer**.⁹
- ▶ In een chaotisch systeem wordt de toekomst op den duur **onvoorspelbaar**.
- ▶ **Maar dan staat de toekomst in chaotische systemen ook op macroniveau niet vast.**

⁸Men definiëert een zogenaamde **Lyapunov-tijd**, die dat beschrijft.

⁹De Lyapunov-tijd voor weersvoorspellingen is ongeveer twee weken. 

- ▶ In ons planetenstelsel zijn de **banen** van de planeten weliswaar **chaotisch**, maar de **vorm** van de banen verandert heel weinig.
- ▶ Men zegt dan dat het stelsel **dynamisch inactief** is.
- ▶ Het zijn de **posities** in de banen, waarin het chaotisch karakter tot uiting komt.
- ▶ De **posities** van de binnenste planeten¹⁰ in hun banen zijn niet berekenbaar voor perioden langer dan **20 miljoen jaar**.
- ▶ Voor de buitenste planeten¹¹ geven de onderzoeken nog geen **eenduidig** resultaat.

¹⁰Dit zijn Mercurius, Venus, de aarde en Mars.

¹¹Dit zijn Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus.

- ▶ Simulaties geven aan, dat over het algemeen planetenstelsels **dynamisch actief** zijn.
- ▶ Ons planetenstelsel is bijzonder **stabiel** over perioden van enkele **miljarden jaren** in het verleden en de toekomst.
- ▶ Dit was ook noodzakelijk voor de **biologische evolutie**.
- ▶ Er zijn aanwijzingen, dat deze **robuustheid** van ons planetenstelsel heel **nauwkeurig afhangt** van de stabiliserende werking van de zware planeet **Jupiter**.

Toeval in de kosmische evolutie

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

Yogi Berra.

Mijn buurvrouw:

“Dit jaar ga ik voor de dertiende keer naar Lourdes.

Maar gelukkig ben ik niet bijgelovig.”

Freek de Jonge.

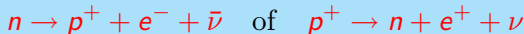
- ▶ Er is een lange lijst van “toevalligheden” in de natuur, die nodig waren om leven als het onze mogelijk te maken.
- ▶ Deze vertalen met name in natuurconstanten in de natuurwetten, die niet uit enige theorie volgen en dus in zeker zin uit de lucht komen vallen.



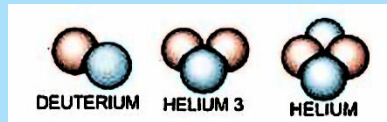
- ▶ Ik ga enkele van die **toevallige, maar kritische coïncidenties** illustreren en dat is wel een beetje technisch.
- ▶ De boodschap is, dat de **structuur van de materie** en **werking van de natuurwetten** **precies** zodanig zijn, dat leven kon ontstaan.
- ▶ Waren deze **een beetje anders** geweest, dan had leven (zoals wij het kennen) niet hebben kunnen ontstaan.

Het ontstaan van de chemische elementen

- ▶ Materie bestaat uit **atomen** en die atomen hebben een **zware atoomkern** met eromheen **lichte, elektrisch negatieve elektronen**.
- ▶ De atoomkern bestaat uit **positief geladen protonen** en **electisch neutrale neutronen**.
- ▶ De neutronen houden via de **sterke wisselwerking** de protonen in de kern bij elkaar.
- ▶ De **zwakke wisselwerking** beschrijft hoe protonen, neutronen en elektronen **energie en lading** kunnen uitwisselen.
- ▶ Een neutron kan een proton worden door uitzending van een electron en een **neutrino**; of omgekeerd:

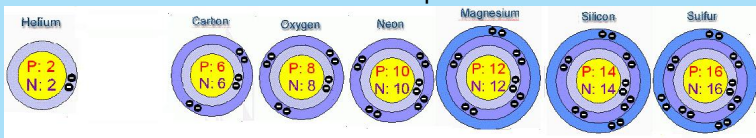


- ▶ Kort na de **Big Bang** was het te heet om atomen te vormen en bestond het heelal uit **protonen**, **neutronen** en **electronen**.
- ▶ Na **drie minuten** konden de protonen en neutronen samensmelten tot **atoomkernen**.
- ▶ De **zwakke wisselwerking** bepaalde hoeveel protonen en neutronen er toen waren en wel in verhouding **$\pm 7 : 1$** .
- ▶ Door herhaalde invang ontstaat **helium-4** (${}^4\text{He}$).
- ▶ En dat resulteert in een verhouding **waterstof tot helium** van **$75\% : 25\%$** .



- ▶ Atoomkernen worden bij elkaar gehouden door de **sterke wisselwerking**.
- ▶ Je kunt het voorstellen alsof de **electricisch neutrale** neutronen de elkaar **afstotende** protonen bij elkaar houden.
- ▶ Voor **lichte** atomen heb je ongeveer evenveel neutronen nodig als protonen.
- ▶ Voor **zwaardere** elementen heb je **meer** neutronen nodig.
- ▶ Bijvoorbeeld: **lood** heeft **82** protonen en **122** tot **126** neutronen en is stabiel.
- ▶ **Uranium-238** heeft **92** protonen en **146** neutronen, maar bestaat gemiddeld **4.5 miljard** jaar.

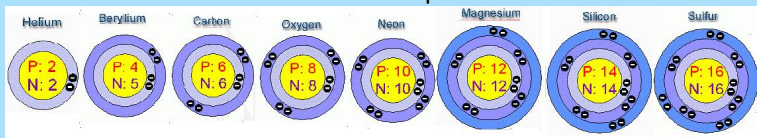
- Tot de **meest robuuste** atoomkernen in de natuur behoren de lichte kernen met een **even** aantal protonen en neutronen.



- Ze kunnen worden gedacht te zijn opgebouwd te zijn uit **helium-kernen** en worden **alfa-atomen** genoemd.
- Alleen **beryllium-8** is een **merkwaardige uitzondering** op die regel; het is **zeer instabiel**.¹²

¹²Beryllium komt wel voor als ⁹Be.

- Tot de **meest robuuste** atoomkernen in de natuur behoren de lichte kernen met een **even** aantal protonen en neutronen.



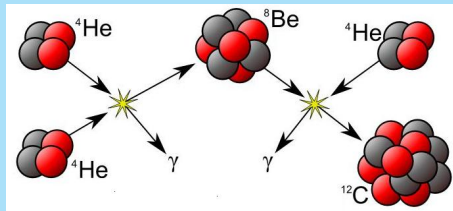
- Ze kunnen worden gedacht te zijn opgebouwd te zijn uit **helium-kernen** en worden **alfa-atomen** genoemd.
- Alleen **beryllium-8** is een **merkwaardige uitzondering** op die regel; het is **zeer instabiel**.¹³

¹³Beryllium komt wel voor als ⁹Be.

- ▶ Doordat ^8Be en ^5Li zeer instabiel zijn vormen er in de Big Bang geen elementen **zwaarder dan helium!**¹⁴
- ▶ En dit komt door de details van de wetten die de **zwakke** en **sterke wisselwerkingen** beschrijven.
- ▶ Waar komen al die **andere elementen** dan vandaan?
- ▶ Het antwoord is: **in sterren**.
- ▶ Sterren brengen het grootste deel van hun leven door met **'verbranden' van waterstof in helium** in hun centrale delen.
- ▶ Dit gebeurt bij temperaturen van zo'n **tien miljoen graden**.
- ▶ Onze **zon** kan dat **10 miljard** jaar volhouden; de kern dooft dan uit.

¹⁴Behalve een minimale fractie (10^{-10}) van **Lithium-7**.

- ▶ De kern, die nu uit **helium** bestaat, trekt dan verder samen en wordt het dan weer veel heter.
- ▶ Als de temperatuur zo'n **honderd miljoen graden** is kunnen **helium-kernen** reacties beginnen.
- ▶ Bij die **dichtheid en temperatuur** bestaat er een toestand van **beryllium-8** die net lang genoeg ($\sim 10^{-16}$ sec) bestaat om **koolstof-12** te vormen.



- ▶ Maar als de helium op is, **dooft** de zon langzaam uit en wordt een **witte dwerg**.¹⁵
- ▶ Er wordt dus wel koolstof (en zuurstof) gevormd, maar dat blijft **opgesloten** in het restant van de zon.
- ▶ Een **zwaardere** ster doet dat alles veel sneller, b.v. **15** keer zo zwaar dan duurt **waterstof-verbranding** maar **10 miljoen** jaar.
- ▶ En na de **helium-verbranding** trekt de kern samen en kan er **koolstof-verbranding** op gaan treden.
- ▶ Zulke zware sterren produceren in **kernreacties** ook **zuurstof**, **stikstof** en andere elementen, met name de **alfa-elementen** die we boven zagen.

¹⁵Dit is een **zeer compacte** ster bestaande uit zuiver koolstof, een '**diamant in the sky**'.

- ▶ In het centrum van de ster wordt uiteindelijk alles omgezet in **ijzer**, omdat het voorbij ijzer energie **kost** om nog zwaardere elementen te maken.
- ▶ Die kern dooft uit en **stort dan in** onder invloed van zijn eigen zwaartekracht.
- ▶ Door de grote dichtheid worden de protonen en electronen 'samengeperst' tot **neutronen**.
- ▶ Daarbij komen **neutrino's** met heel veel energie¹⁶ vrij.
- ▶ De materie is dan net zo **compact** als in een atoomkern en verder **samentrekken** kan niet.

¹⁶Neutrino's hebben heel weinig of geen massa en bewegen met bijna de **lichtsnelheid**. Door ons lichaam gaan **70 miljard neutrino's $\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$** van de zon. Eens per **5 minuten** of zo raakt één een atoom.

- ▶ De **buitendelen** van de ster storten ook in en vallen met grote snelheid op de '**neutronenster**' in het centrum.
- ▶ De dichtheid van materie wordt zo groot, dat er een **schokgolf** ontstaat, die door de ster naar buiten loopt.
- ▶ Door de enorme dichtheid in de schok kunnen zelfs de neutrino's er niet door en dus kan veel van de in de ster **aanwezige energie niet naar buiten**.
- ▶ Het resultaat is dat de ster explodeert en zich **opblaast** als een **supernova**.
- ▶ Als de **zwakke wisselwerking** zwakker waren geweest, dan was de schokgolf transparant geweest voor neutrino's. Als die sterker was geweest dan waren de neutrino's nooit aan de kern ontsnapt.

- ▶ Daarbij treden ook **kernreacties** op en zo vormen kleine hoeveelheden van de **zwaardere elementen**.
- ▶ Door de explosie worden die en de reeds eerder gevormde elementen toegevoegd aan het **interstellaire medium**.



- ▶ Als de **zwakke wisselwerking**
 - ▶ een beetje **zwakker** was geweest, dan waren er in de Big Bang meer neutronen geweest en zou **alle materie helium** zijn geworden. De schokgolf in de **supernova** was transparant geweest voor neutrino's.
 - ▶ een beetje **sterker** was geweest, dan zou er in de Big Bang weliswaar **weinig of geen helium** zijn gevormd, maar zouden de **neutrino's** in de instortende kern zijn gebleven.
- ▶ De **sterke wisselwerking** is precies zo, dat
 - ▶ **Beryllium-8** zeer instabiel is. Anders zou er na de Big Bang alleen de **zwaarste elementen** zijn geweest.
 - ▶ er een toestand van **beryllium-8** is waarbij juist in sterren **koolstof** kan worden gevormd.
 - ▶ Dit is ook zo, dat niet gelijk alle materie **zuurstof** en nog zwaardere elementen wordt.

Tijdschalen¹⁷

- ▶ De verhouding **zwaartekracht** (en dus de hoeveelheid aanwezige **donkere materie**) en de **expansie van het heelal** is zodanig dat het heelal **miljarden jaren** oud kan worden.
- ▶ De hoeveelheid **donkere energie** is zodanig, dat de expansie van het heelal pas na **miljarden jaren** versneld wordt.
- ▶ De sterkte van de **zwaartekracht** t.o.v. de **energie in materie** ($E = mc^2$) is zo, dat in het vroege heelal precies voldoende **structuur** kon ontstaan.
- ▶ De verhouding van de **electromagnetische kracht** en de **zwakke wisselwerking** is zodanig, dat sterren als de zon een levensduur van **miljarden jaren** hebben.

¹⁷Zie ook Barrow & Tipler: **The Cosmological Anthropic Principle**
of Martin Rees: **Just six numbers.**

- ▶ De natuurwetten zijn precies zo, dat de chemische elementen in die verhouding zijn gevormd die noodzakelijk is om leven te doen ontstaan¹⁸.
- ▶ De natuurwetten zijn precies zo, dat
 - ▶ de leeftijd van het heelal,
 - ▶ de tijdschaal van vorming van de chemische elementen en
 - ▶ de levensduur van sterren als de zonallemaal van de orde van miljarden jaren zijn, net als de benodigde tijdschaal voor biologische evolutie.

¹⁸Met name relatief grote hoeveelheden van het essentiële waterstof, koolstof en zuurstof.

I Cavalli di Leonardo van Rutger Kopland

Al die schetsen die hij naliet–

eindeloze reeksen herhalingen: spierbundels, pezen,
knoken, gewrichten, die hele machinerie
van drijfriemen en hefboomen waarmee
een paard beweegt,

en uit duizenden haarfijne lijntjes haast onzichtbaar
zacht in het papier verdwijnende huid
van oorschelpen, oogleden, neusvleugels
huid van de ziel–

hij moet hebben willen weten hoe een paard
wordt gemaakt, en hebben gezien
dat dat niet kon,

hoe het geheim van een paard zich uitbreidde
onder zijn potlood.
Maakte de prachtigste afbeeldingen, bekeek ze,
verwierp ze.

*“Hoe het geheim van een paard zich uitbreidde onder zijn
potlood.”*

Hoe meer we het heelal bestuderen, hoe groter zowel de omvang
als de verwondering worden over de samenhang en afstemming.

De mogelijkheid van leven in het heelal

Het antropisch principe

*“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 Caroll.

De oorspronkelijke vorm van het antropisch principe volgens Barrow & Tipler:

*“De waargenomen waarden van de fysische en kosmologische grootheden zijn **niet** alle even waarschijnlijk, maar hebben de waarden die bepaald worden door de voorwaarde dat er plaatsen zijn waar op koolstof gebaseerd leven¹⁹ kan ontstaan en door de voorwaarde dat het heelal oud genoeg is dat dit reeds gebeurd moet zijn.”*

¹⁹Dus leven als het onze.

Later hebben ze het aangepast tot het **sterke antropisch principe**:

“Het heelal moet noodzakelijkerwijs die eigenschappen hebben dat het ontstaan van leven²⁰ in een zeker stadium in zijn ontwikkeling mogelijk is.”

Het kan betekenen dat

- ▶ er maar **één heelal** bestaat dat juist zo in elkaar zit, dat ‘waarnemers’ als wij mogelijk (of misschien zelfs onvermijdelijk) zijn;
- ▶ of dat er een **heel scala van heelallen** bestaat (een zogenaamd ‘**multiversum**’), waarvan het onze die is (of één van die), waar leven mogelijk is.

²⁰Nu dus leven in welke vorm dan ook.

- ▶ Het is iets anders dan *'intelligent design'*.
Dit is de opvatting dat de eigenschappen van het heelal en organismen alleen verklaard kunnen worden als het werk van een **intelligente 'ontwerper'**.
- ▶ Intelligent design staat in tegenstelling tot de **evolutietheorie** waarin het bestaan van de veelheid van organismen verklaard wordt door **ongeleide, natuurlijke selectie**.
- ▶ Specifieker dan intelligent design is *'creationisme'*.
Hierin stelt men, dat het ontstaan van het heelal, zon, aarde, leven en de mens het gevolg zijn van een **scheppingsdaad**, letterlijk zoals bijvoorbeeld beschreven in de Bijbel.

- ▶ Er is een anecdote, dat **Albert Einstein** de vraag gesteld zou hebben:
“Hoeveel keus had God eigenlijk toen Hij de wereld schiep?”
- ▶ In zijn boek *'A Brief History of Time'* schrijft **Stephen Hawking**, dat als je naar de huidige fysica kijkt volgens hem het antwoord is dat **er helemaal niets te kiezen was**.
- ▶ Dit anticipeert sterk op een **Theory of Everything**.
- ▶ De zogenaamde **'string-theory'** (snaar-theorie) wordt al vele jaren gezien als zo'n mogelijk **TOE**, waaruit **alle natuurwetten en -constanten** zouden volgen.

Leonard Susskind in *"The Cosmic Landscape"*:

- ▶ De snaar-theorie laat een aantal oplossingen toe van maar liefst 10^{500} (!).²¹
- ▶ Susskind poneert nu dat er een 'Cosmic Landscape' is, waarin al die mogelijkheden gerealiseerd zijn.
- ▶ Ons heelal correspondeert dan met die ene, waarin de natuurwetten juist zo zijn **als we waarnemen** en waar wij kunnen ontstaan om **die waarnemingen te doen**.
- ▶ Een vorm van het **antropisch principe** dus.

²¹In de snaar-theorie is de wereld tien-dimensionaal en moeten er dus zes dimensies 'opgerold' worden om onze vier-dimensionale ruimte-tijd wereld te krijgen. Er zijn kennelijk (het is niet mijn specialiteit) zoveel mogelijkheden om dit te doen.

- ▶ Dat lijkt een poging niet de conclusie te hoeven trekken, dat er een **intelligente ontwerper** of een **vooropgezet doel** zou zijn geweest.
- ▶ Susskind verwijst naar de woorden van **Laplace**, dat hij geen noodzaak ziet voor de hypothese, dat er een **God** bestaat.
- ▶ Is dit **Cosmic Landscape** wel een echt alternatief voor een Theorie van Alles, waaruit de natuurconstanten **met grote nauwkeurigheid** zouden worden verklaard?
- ▶ Ik kan me heel goed voorstellen, dat er intelligent leven zou kunnen zijn in een heelal waar die constanten alleen maar **een klein beetje anders** zouden zijn geweest.

Samenvattend:

- ▶ **Het feit, dat wij er zijn, het heelal waarnemen en concluderen dat het heelal precies zo is om onze aanwezigheid mogelijk te maken, heeft geen fundamentele verklaring vanuit de fysische wetten en hun constanten.**
- ▶ **De kennelijke toevalligheden en precieze afstemmingen zijn zodanig, dat er optimale kans is, dat er leven ontstaat als wij het kennen, en dat de vraag naar het waarom stelt.**
- ▶ **De toevalligheden worden dan uitingen van een enorme samenhang, die nodig was om leven in het heelal op tenminste één plek te laten ontstaan.**

Leven 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.

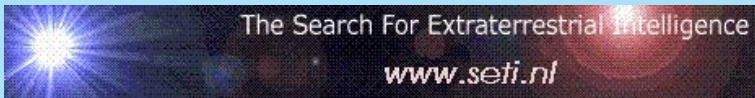
Earthrise

Apollo 8

24 december,
1968



- ▶ Er is een enorme interesse in **SETI: The Search for Extraterrestrial Intelligence**.
- ▶ Het gaat hierbij om het opvangen van radiosignalen, die door **radio telescopen** kunnen zijn opgevangen.
- ▶ Hiervoor is **zoekwerk** nodig in de vele gegevens die die telescopen hebben ontvangen.
- ▶ Er is een wereldwijde organisatie onder de naam: **Seti@home**, ook om Nederland.



- ▶ De voorstanders geloven dat leven **veelvuldig** voorkomt.

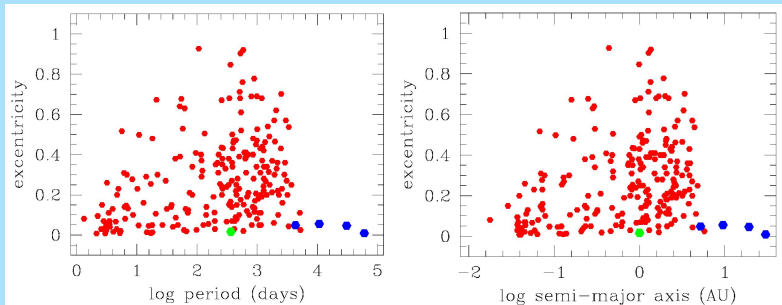
- ▶ Het argument is:
 - ▶ Er zijn minstens 10^{11} melkwegstelsels met elk 10^{12} sterren, dus minstens 10^{23} sterren.
 - ▶ De meeste zullen wel planeten hebben.
 - ▶ Er moet een enorm aantal planeten als onze aarde zijn en misschien nog wel meer met condities gunstig voor leven.
 - ▶ Als de condities gunstig zijn, zal er onvermijdelijk op korte of op lange termijn leven ontstaan.
 - ▶ Dan evolueert dat wel in intelligent leven, dat radio signalen kan uitzenden en ontvangen.
- ▶ 'Schattingen' over het aantal 'radio-actieve' beschavingen in ons Melkwegstelsel lopen op tot miljoen.
- ▶ Ik denk dat kans klein is, maar dat is natuurlijk nog geen reden SETI niet te doen.

- ▶ Als er dan zo veel **ETI-beschavingen** zijn, waarom zijn er dan geen aanwijzingen voor? (De **Fermi paradox**).
- ▶ Ik denk, dat dat komt omdat leven **uiterst zeldzaam is** in het heelal.
- ▶ Als **intelligente** wezens ons op hun aanwezigheid attent zouden willen maken, dan wisten ze best hoe dit **duidelijk en overtuigend** te doen.
- ▶ Volgens het **antropisch principe** moet het heelal wel zo **oud** en dus zo **groot** zijn als het is om leven überhaupt mogelijk te maken.
- ▶ Het enorme aantal sterren is dus **niet verbazend**.

Dus de enorme grootte van het heelal hoeft nog niet te betekenen, dat leven veelvuldig voorkomt.

Maar hebben de meeste sterren wel planeten?

- ▶ De laatste jaren zijn er steeds meer waarnemingen van **exoplaneten** gedaan.
- ▶ Tot nu toe zijn dat zware planeten als onze **buitenplaneten** en dan ook vaak dichterbij de ster dan wij bij de zon.
- ▶ Maar de technieken verbeteren en men verwacht dat men over enkele jaar **planeten als de aarde rond sterren als de zon** kan waarnemen.
- ▶ Men vindt dat planeten **vaak voorkomen**.
- ▶ Hoe zien die exoplanetenstelsels er dan uit?



Vertikaal: de **excentriciteit** van de elliptische baan (**nul** voor een cirkel en hoe groter, hoe meer afgeplat).

Horizontaal: de **omloopstijd** en de **maximale afstand** tot de ster.

De **groene** stip is de aarde en de **blauwe** stippen Jupiter tot en met Neptunus.

- ▶ Het is een **uitzondering** als die exoplaneten ongeveer **cirkelvormige** banen hebben.
- ▶ Deze planetenstelsels hebben niet de **stabiliteit** van het onze.
- ▶ Ons planetenstelsel is **uitzonderlijk** en **robuust**.
- ▶ Het wordt over **zeer lange tijd stabiel** gehouden door zware planeten (vooral Jupiter) in een bijna cirkelvormige banen met onderlinge **resonanties** in hun omlooptijden²².
- ▶ De **Maan** is groot t.o.v. de aarde en dat **stabiliseert** de oriëntatie van de **aardas** en daarmee de **seizoenen**.

Dus ons planetenstelsel is uitzonderlijk en de aanwezigheid van de Maan bijzonder; beiden zijn noodzakelijk voor de lange tijdschaal van biologische evolutie.

²²Tot op **1.5%**: Jupiter:Saturnus:Uranus:Neptunus=**28:11:4:2**.

En hoe nu verder?

*If only God would give me a clear sign!
Like making a large deposit in my name at a Swiss bank.*

Woody Allen.

*If a man wants to be atheistic
it is his God-given right to be an atheist.*

Michael Patton

Het **antropisch principe** wordt op diverse manieren gebruikt.

- ▶ Als een indicatie dat er een **multiversum** of een **kosmisch landschap** van (onwaarneembare!) heelallen moet zijn, waarvan het onze die is, waar wij konden ontstaan.
- ▶ Als een **aanduiding** of een **bewijs**, dat er een **God** bestaat.
- ▶ Of als een grens waar voorbij het niet zinvol meer is de vragen te onderzoeken met **(natuur-)wetenschappelijke methoden**.

Ik vat mijn visie als volgt samen.

- ▶ **Voorspelbaarheid is in de natuurwetenschap een rekbaar begrip.**
 - ▶ De betekenis hangt af van welke toepassing het betreft.
 - ▶ Chaostheorie (en ook de quantummechanica) heeft aan voorspelbaarheid een nieuwe betekenis gegeven.
 - ▶ De toekomst is op macro- en microniveau niet volledig bepaald.
 - ▶ Dat is maar goed ook, want anders was er voor ons in ons leven niet veel te kiezen of om verantwoordelijkheid voor te dragen.

- ▶ **Het heelal zal nooit aan een einde komen.**
 - ▶ Maar wel zullen de zon en op den duur alle sterren uitdoven en biologisch leven onmogelijk worden.
 - ▶ Door de versnellende expansie zal het waarneembare deel van het heelal kleiner en kleiner worden.
 - ▶ Dat past niet bij de gedachte dat er een bestemming of een einddoel bij de schepping hoort.
 - ▶ Dan is er ook geen Heilsplan en is er geen diepere betekenis in de gedachte dat de mens de Kroon der Schepping zou zijn.

- ▶ **Het is waarschijnlijk dat intelligent leven in het heelal uiterst zeldzaam is.**
 - ▶ Leven als het onze is waarschijnlijk uiterst zeldzaam in het heelal.
 - ▶ We moeten ernstig met de mogelijkheid rekening houden, dat de kans dat we met andere beschavingen in contact komen verwaarloosbaar is.
 - ▶ Maar dat is geen reden om SETI te stoppen.

- ▶ Als er geen absolute zin aan de schepping valt toe te kennen, blijft zingeving dus iets van hier en nu.
 - ▶ We zijn onderweg, zoekend naar een zinvolle besteding van onze levenstijd.
 - ▶ De weg die wij volgen, kan wel op elk moment een richting gegeven worden, maar dat is iets anders dan het richten naar een uiteindelijk doel of bestemming.
 - ▶ Het is als de meanderende rivier, waarvan de stroom uitsluitend door de lokale omstandigheden wordt bepaald.

- ▶ Desondanks is er wel een alles omvattende samenhang in de natuur.
 - ▶ Kennelijke toevalligheden hebben een duidelijke relatie met onze aanwezigheid hier en nu.
 - ▶ Het hele heelal zit precies zo in elkaar dat leven als op de aarde mogelijk is.
 - ▶ Anders zouden wij er niet zijn om de vraag te stellen, waarom het is zoals het is.
 - ▶ Maar dat wil, nog niet zeggen, dat het heelal er is *opdat* wij mensen zouden ontstaan.

- ▶ We kunnen ons verwonderen over de grootsheid van het heelal.
 - ▶ Het is fascinerend om te zien hoe alles in het heelal precies op elkaar is afgestemd, hoe het heeft evolueert.
 - ▶ Hoe alles heeft samengewerkt om de vorming van melkwegstelsels, sterren, planeten, chemische elementen en uiteindelijk planten, dieren en mensen mogelijk te maken.
 - ▶ Er is een groeiend besef van de verbanden en samenhang, die wetenschappelijk onderzoek voortdurend en in toenemende mate openbaren.

- ▶ Het **antropisch principe** is meer dan een simplistische benadering, een excuus om geen diepere fysische verklaringen te hoeven zoeken.
- ▶ Het leert ons, dat er 'waarom'-vragen zijn, die uit natuurwetenschappelijk onderzoek voortkomen, maar waarvoor het niet zinvol is die met dezelfde wetenschappelijke methoden te benaderen.
- ▶ Het vormt als het ware een **afbakening** van de exacte wetenschap, waar voorbij het terrein van de religie, filosofie of levensbeschouwing ligt.
- ▶ De **verbinding** tussen die twee terreinen is de verwondering over de samenhang, waarbij het antropisch principe dan een krachtig hulpmiddel blijkt.

- ▶ Voor mij is de zin van de vragen, waarover we het gehad hebben, gelegen in het stellen ervan en niet in het vinden van antwoorden.
- ▶ Het gaat dus om het onderweg zijn en niet om het bereiken van een einddoel of een uiteindelijke bestemming.
- ▶ Je hoeft geen absoluut doel voor ogen te hebben om je dagelijkse leven zin te geven in onderlinge, liefdevolle verhoudingen tussen mensen.
- ▶ Vanuit de verwondering over de samenhang in de schepping ontstaat het gevoel verbonden te zijn met een groter geheel.
- ▶ En daaruit kun je je dagelijks leven zin geven en “je uren goed besteden”²³.

²³Een ‘tropisch’ jaar heeft 31,556,941 seconden en elke seconde is er één.

Waarom zijn we hier dan?

Zijn het heelal en onze aanwezigheid slechts een 'schitterend ongeluk'?

Daar heb ik geen allesomvattend antwoord op.

Maar ik leef dan ook liever met vragen dan met antwoorden en verkies de weg boven de herberg.

Ik sluit af met een gedicht van [Rutger Kopland](#) en een cartoon van [Sydney Harris](#).

Geef mij maar de brede, de trage rivieren,
de bewegingen die je niet ziet maar vermoedt
de drinkende wilgen, de zinloze dijken,
een doodstille stad aan de oever.

Geef mij maar de winter, het armoedige
landschap, de akker zonder het teken van
leven, de kracht van krakende heide.

Geef mij maar de kat als hij kijkt voor
hij springt, om te vechten, te vluchten,
te paren, te jagen, als hij kijkt.

Geef mij maar een paard in galop, maar
op zijn zij in het gras. Geef mij

maar een vraag en geen antwoord.

- ▶ **Johannes Kepler** is een van mijn grote voorbeelden.
- ▶ Ik hoop dat het u en mij niet zo is vergaan als Kepler en zijn gehoor in deze cartoon.

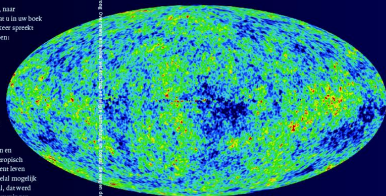


Inhoud
Inleiding
Het heeal
De kosmische evolutie
De mogelijkheid van leven in het heeal
En hoe nu verder?

Napoleon Bonaparte vroeg aan de grote geleerde Laplace, naar aanleiding van een boek over astronomie: "Hoe kan het dat u in uw boek de weten van de gehele schepping beschrijft en niet één keer spreekt over het bestaan van God? Laplace zou geantwoord hebben: "Sire, ik had geen behoefte aan die hypothese".

In de tiende Van Oosbreezing neemt Piet van der Kruit zijn lezers mee op een fascinerende reis die hem voert toe aan de ultimate grenzen van het heeal, maar ook toe in de diepte ken van het aoom. Een reis die ons verwondering leidt. Daarbij maakt hij gebruik van moderne inzichten en introduceert hij een andere hypothese: het antropisch principe. Het antropisch principe is heel anders dan wat men denkt. Het legt een verband tussen de manier waarop het heeal is en waar het is en onze aanwezigheid eraan. Mensen kunnen het heeal waarnemen en de vraag stellen, waarom het heeal is zoals het is. Het antropisch principe stelt in de meest algemene vorm dat, om intelligent leven als het onze en de bestanding en waarneming van het heeal mogelijk te maken, het heeal wel moest zijn zoals het is. Het heeal, daerom geverend door kennelijke voorafigheden en precieze afstemmingen.

Maar ook met dit principe komt er geen antwoord op vragen zoals: waar komen we vandaan, waar gaan we naar toe? De mens is niet meer het centrum van het universum, maar hij leeft op een onbelangrijke planeet van een heel gewone ster. De aom, van de buitenkant van een milieugebied dat is weggevoerd in een wegverkeer hoek van het heeal. Vanuit zijn spirituele achtergrond legt Van der Kruit in tussen de verbinding tussen wetenschappelijke kennis en de zin die hier en nu aan het leven is te geven. Hij geeft daarbij een persoonlijk antwoord op verschillende vragen: gaat de zin van het stellen van vragen boven het vinden van antwoorden? Verkent hij de weg of de herberg?



ISBN 978-90-5972-265-1
Eburon, Delft
P.C. van der Kruit
www.pcvdkruit.nl

Oorsprong

Over mens en heeal, wetenschap en religie, samenhang en toeval, de weg en de herberg

Tiende J.H. van Oosbreezing
P.C. van der Kruit



Eburon

Eburon, Delft
2008,

ISBN
978-90-5972-265-1,
12,50 Euro



U kunt deze **beamer-presentatie** terugzien via:
www.astro.rug.nl/~vdkruit/jea3/homepage/vanoosbreebeamer.pdf
en de zogenaamde **XXL-versie** van de tekst vinden op
www.astro.rug.nl/~vdkruit/jea3/homepage/vanoosbreeXXL.pdf

**Ik ben u zeer erkentelijk
voor uw aandacht**