

Uitgaan van het grote geheel

Een onderzoeks- en ontdekkingstocht met het kind

Het grote geheel is uitgangspunt.

Een goede keus is samen met de kinderen het grote geheel te ontvouwen.

Voor de plaatsbepaling gebruiken we “De machten van tien.”

Voor de tijdsbepaling gebruiken we “De lijnen van het leven: De lijn van het alles.”

Enig bewustzijn van het uitgangsprincipe: “uitgaan van het geheel, inzoomen op de onderdelen” is belangrijk. Is dit (nog?) niet aanwezig, realiseert u zich dan dat u met de kinderen samen een onderzoeks- en ontdekkingstocht maakt langs en binnen de grenzen van de totale menselijke kennis.

Beginnen met KOO is niet het geven van les 1 en daarna les 2 etc.

U zult ruimte moeten geven aan de vragen en ervaringen van de kinderen. Deze zullen niet altijd eensluidend zijn: dat kan al directe invloed hebben op de volgorde van de te geven aanbiedingen.

Gebruikte bronnen

1. Wij in het heelal, een heelal in ons – Kees Boeke; J.M. Meulenhoff Amsterdam/J. Muusses Purmerend 1959
2. Machten van tien, dimensies in het heelal, Philip Morrison en Phylis Morrison en de studio van Charles en Ray Eames, 1985, Natuur en Techniek Maastricht/Brussel. ISBN: 90-70157-48-9 (Wellicht is deze Nederlandse uitgave niet meer leverbaar, zie dan: <http://www.eamesoffice.com> voor de Engelse uitgave en de cd-rom met de complete inhoud van het boek en nog veel meer.
3. De ongelofelijke reis naar de kern van het atoom en De ongelofelijke reis naar de rand van het heelal - Harris, Nicholas & Turner, Joanna; 1997 De Lantaarn; ISBN 90-5426-804-2
4. Microsoft Encarta 98 encyclopedie, 1998
5. Encyclopaedia Britannica, 1997

Vorbereidingen voor bij de eerste les.

Leeftijdsindicatie:

Het moment in de psychologische ontwikkeling van het kind dat het “buiten de eigen grenzen” wilt kijken ligt op ongeveer 6 à 7 jarige leeftijd; individueel verschillend per kind.

Een mooi moment om met kosmisch onderwijs te beginnen is dus vanaf groep 4.

Echter, voor eenieder die onderstaande reis nog nooit heeft gemaakt, zal de reis indrukwekkend zijn. Ook volwassenen kunnen nog verwonderd raken!!!

“De grote reis” met de “machten van tien”.

Het mooiste is deze reis te maken in een verduisterde ruimte: het benadert het meest de werkelijkheid en de concentratie wordt op het verlichte beeld gericht. Voor een reis in een verduisterde ruimte is het noodzakelijk te beschikken over:

- de cd-rom Powers of ten (<http://www.eamesoffice.com>)
- een (Powerpoint)presentatie op de computer met de afbeeldingen uit het boek
- een computerprojector (beamer) en projectiescherm
- dia's van de afbeeldingen uit het boek plus projector en scherm

We starten de reis op 1m hoogte en vertrekken dan recht omhoog (10m. 100m etc).

Ervaringen wijzen uit dat het heel wel mogelijk is de complete reis in één keer te maken. Een opsplitsing in delen is ook mogelijk. Uw voorkeur telt.

Het verdient aanbeveling de reis na een tijdje te herhalen; bijvoorbeeld bij een afronding van een aanbiedingencyclus of tussentijds als kinderen aanleiding geven d.m.v. hun vragen. Het boek moet te allen tijde voor de kinderen na de reis ter inzage liggen opdat ze de reis op hun eigen wijze nog een of meerdere keren kunnen 'nabeleven'.

Fragmenten van de reis zullen in vervolgaanbiedingen (tot aan de achtste groep) terugkeren. Bijvoorbeeld bij aanbiedingen over: ons zonnestelsel, de bloedsomloop (het witte bloedlichaampje), grote en/of kleine getallen, zwaartekracht etc. etc. (Dit is een mooi eerste praktijkvoorbeeld van 'uitgaan van het geheel, inzoomen op onderdelen'.)

Het is goed om de start van kosmisch onderwijs goed voor te bereiden. Tenslotte is het de start van een wijze van het verkrijgen van kennis die nog een leven lang door zal blijven gaan. "Een goed begin is het halve werk" zal daarom ook zeer motiverend werken.

Wellicht bereidden de kinderen het al voor u voor met vragen als:

- Wat is er achter de sterren?
- Wat was er het eerst? De kip of het ei?
- Gaat het leven altijd maar door?
- Wat is oneindigheid?

Dergelijke vragen hebben vaak als kern de vraag naar oorsprong en ontwikkeling. Komen de kinderen niet zelf met dergelijke vragen dan kunt u ze vast wel uit hun tent lokken door bijvoorbeeld een van bovenstaande vragen aan de groep te stellen. U zult ontdekken dat ze zeer geanimeerd over dergelijke zaken kunnen en willen spreken. In zo'n sfeer passen heel mooi de volgende vragen:

- Waar komen wij vandaan?
- Hoe is alles ontstaan?
- Waar leven wij (in het heelal)?

De eerste twee vragen zullen beantwoord worden met aanbiedingen uit De lijnen van het leven (vooral De lijn van het alles en De lijn van de mens).

De laatste vraag wordt beantwoord met de reis "Machten van tien" van Kees Boeke en P. en P. Morrison/Studio van Charles en Ray Eames.

Een groot voordeel om met de reis van Kees Boeke te beginnen schuilt in het feit dat je de ontdekking doet van "het alles" tot aan de grenzen van onze kennis. Men verkrijgt door het maken van de reis al een behoorlijk overzicht van "het alles". De tweede fase zal dan bestaan uit het bestuderen van het ontstaan en de ontwikkeling van dat "alles".

Tenslotte kan het geen kwaad nog eens een (of meerdere) rekenlessen te besteden aan de machten van tien en het formeren en uitspreken van grote getallen.

De machten van tien:

De ervaringen die kinderen op kunnen doen op de montessorischolen met het gouden materiaal zijn veelzeggend. Scholen die niet de beschikking hebben over het gouden materiaal kunnen met cm^2 dezelfde opdrachten laten uitvoeren.

Haal eens	1	1 cm^2
Haal eens	10	10 cm^2
Haal eens	100	100 cm^2
Haal eens	1.000	1.000 cm^2
Haal eens	10.000	10.000 cm^2
Haal eens	100.000	100.000 cm^2
Haal eens	1.000.000	$1.000.000 \text{ cm}^2$

Bij het halen van het gouden materiaal is hier een breekpunt. 100 duizenden zullen vele scholen nog wel hebben; 1.000 duizenden niet meer.

Bij het halen (maken) van cm^2 ligt het breekpunt al een stap eerder: 10.000 cm^2 is een vel papier van $100 \times 100 \text{ cm}$; dat is nog wel haalbaar.

100.000 cm^2 is een vel papier van $100 \times 1.000 \text{ cm}$; dat past al niet meer in de lengte van de klas en zal papier vreten.

In de eerste stappen valt de toename nog niet zo heel erg op omdat alles nog binnen ons dagelijks terrein (klas) past. Daarna neemt de toename "schrikbarend" toe.

Als we straks de reis van Kees Boeke gaan maken, gebeurt natuurlijk hetzelfde. Er is één groot verschil: de toename (van afstand bij iedere volgende stap) is na 1 à 10 miljoen kilometer niet meer waar te nemen. De

aarde is niet meer zichtbaar, slechts de sterren zijn er nog; er lijkt niet veel te veranderen hoewel we iedere keer een 10x grotere stap maken.

Jonge kinderen houden van grote getallen. Het kan geen kwaad vóór de grote reis (erna is natuurlijk ook motiverend) nog wat met de grote getallen te stoeien.

Startpunt kan zijn de bovenstaand beschreven aanbieding.

Daar zijn we gekomen tot miljoen

1
10
100
1.000
10.000
100.000
1.000.000

De eerste drie behoren tot de groep van enen. (1-10-100)

De volgende drie behoren tot de groep van duizenden. (1-10-100)

De volgende drie behoren tot de groep van miljoenen. (1-10-100)

Het verdient aanbeveling de grotere getallen altijd met een punt te noteren: dit geeft direct zicht op de getalstructuur en vergemakkelijkt het uitspreken. Op de plaats van de punt kan men respectievelijk miljoen en duizend uitspreken.

5.234.840 is dus vijf miljoen tweehonderd vierendertig duizend achthonderd veertig.

Als de kinderen dit begrijpen zijn de volgende stappen eenvoudig:

We herhalen nog even:

1.000 enen is	1.000	(duizend)	10^3
1.000 duizenden is	1.000.000	(miljoen)	10^6
1.000 miljoenen is	1.000.000.000	(miljard)	10^9
1.000 miljarden is	1.000.000.000.000	(biljoen)	10^{12}
1.000 biljoenen is	1.000.000.000.000.000	(biljard)	10^{15}
1.000 biljarden is	1.000.000.000.000.000.000	(triljoen)	10^{18}
1.000 triljoenen is	1.000.000.000.000.000.000.000	(triljard)	10^{21}

N.B.: Verwarrend is, dat het Engelse woord 'billion' miljard betekent!!

Ruimtelijk voorgesteld (met behulp van gouden materiaal):

1 is een kubus van 1 lang, 1 breed, 1 hoog (1x1x1)

10 is een lijn van kubussen van 1 achter elkaar (10x1)

100 is een vierkant vlak van 10 lijnen van 10 kubussen van 1 naast elkaar (10x10)

1.000 is een kubus van 10 vlakken van 100 op elkaar (10x10x10)

Zoals u kunt zien, is de naamgeving van de getallen gekoppeld aan de kubus oftewel de derde macht: de groep van enen, de groep van duizenden.

Dit principe herhaalt zich in de groep van miljoenen, de groep van miljarden, de groep van biljoenen, de groep van biljarden, de groep van triljoenen, de groep van triljarden.

In het normale spraakgebruik gaan we meestal niet verder dan miljard (de miljardennota; er wonen 6 miljard mensen op aarde).

De lijnen van het leven tellen in:

- miljarden (lijn van het alles)
- miljoenen (lijn van de mens)
- duizenden (lijn van de cultuur)
- enen (lijn van mijzelf)

In het reisverhaal van Kees Boeke verlaten we al snel de schaal die we met ons taalgebruik kunnen benoemen.

Gelukkig hebben we daar ook een eenheid voor die samen met de kinderen te berekenen valt: het lichtjaar.

Het lichtjaar is de afstand die het licht aflegt in één jaar. Het licht reist met een snelheid van 300.000 km/sec.

De volgende berekening geeft de afstand in kilometers dat het licht in één jaar aflegt:

$300.000 \text{ km} \times 60 \text{ (seconden)} \times 60 \text{ (minuten)} \times 24 \text{ (uur)} \times 365,25 \text{ (dagen)} = 9.467.280.000.000 \text{ kilometer};$
afgerond 10 biljoen kilometer (10^{13} kilometer, 10^{16} meter).

De reis van Kees Boeke (deel 1)

Dia 1 – 1 meter

Het is 1 oktober omstreeks 12.00 uur (van belang i.v.m. de positie van de aarde t.o.v. de zon).

We starten de reis op 1 meter hoogte.

Deze schaal kennen we; laat kinderen maar eens dingen opnoemen die 1 meter hoog of lang zijn.



Dia 2 – 10 meter

Wat kennen we met een lengte, breedte en/of hoogte van 10 meter?

Het gemiddelde klaslokaal in Nederland is minimaal 7 x 7 meter; dat volstaat dus niet. Een huis met twee verdiepingen is ongeveer 10 meter hoog; een één à twee persoons vliegtuigje is ongeveer 10m lang en breed.

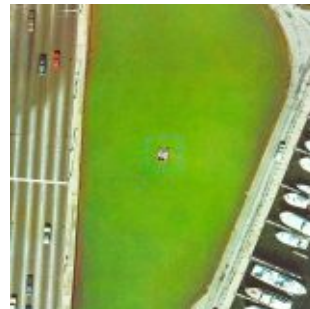
Kees Boeke had in deze afbeelding een walvis getekend: het grootste zoogdier samen met de mens. Walvissen kunnen tussen de 10m en 30m worden.



Dia 3 – 100 meter

De 100 meter schaal is een globale grens voor de maat van levende wezens: de sequoia (80 meter). Er zijn langere wortelstelsels en reusachtige zeewieren (geen individueel organisme). Amsterdam kent in 2001 maar één gebouw van meer dan 100 meter hoog (Rembrandttoren).

100 meter is een koningsafstand in de atletiek.



Dia 4 – 1.000 meter = 1 km

De man op het kleed is na drie sprongen al niet meer herkenbaar.

We kunnen 1 km in 12 minuten lopen. Er is geen gebouw op de wereld zo hoog; wel zijn er zulke lange bruggen: de Zeelandbrug is 7 km lang. Boven de 500 meter spreken we al van (middel)gebergte.

1.000 meter wordt in de atletiek niet gelopen (wel 800 m en 1500 m); het is een belangrijke afstand in de schaatssport (sprinten).



Dia 5 – 10 km

Horizontaal nog in twee uur lopend af te leggen, verticaal komen we aan aardse grenzen (waar de ademhaling al moeilijk gaat): onze hoogste berg (Mount Everest) is 8848 m; de diepste zeetrog (Tonga) is 10.882 m.

10.000 meter is de gemiddelde kruishoogte van verkeersvliegtuigen.

We verlaten de onderste laag van de atmosfeer (troposfeer) waar de temperatuur ongeveer -55°C bedraagt.

10 km behoort tot de langere afstanden in atletiek en schaatssport.



Dia 6 – 100 km

Twee dagen flink doorlopen, vijf uur fietsen, één uur met de auto op de snelweg.

We zitten nu in de onderste laag van de thermosfeer waar de temperatuur

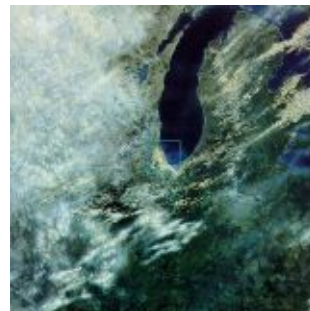
-63°C bedraagt. Weer 100 km verder is de temperatuur 1.000°C . Op 70 km verbranden en verdampen kleinere meteorieten die we 's nachts zien als vallende sterren. Het is een hoogte die we zonder raket niet kunnen bereiken (hoogste bereik speciale vliegtuigen is 35 km, onbemande ballonnen halen 45 km). Op deze hoogte vormt zich het poollicht (van 100 tot 250 km).

De stad die we nu volledig zien liggen is Chigago (V.S.)



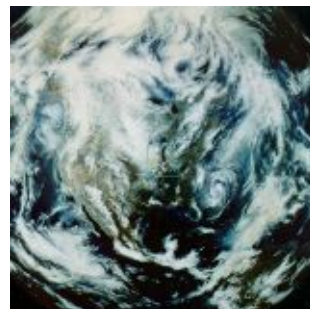
Dia 7 – 1.000 km

Ongeveer de afstand van de zuidelijke Nederlandse grens naar zuid Frankrijk. Tussen 200 km en meer dan 1.000 km staan of cirkelen de door raketten gelanceerde satellieten. Hoewel het moeilijk is precies een grens aan te geven van de aardse atmosfeer, is de aanwezigheid op 1.000 km wel heel minimaal. Het meer dat we zien is Lake Michigan.



Dia 8 – 10.000 km

Eindelijk kunnen we de aarde als bol zien, helaas nog niet helemaal (reden waarom Meteosat die ons de weerbeelden levert op 30.000 km staat). De Alexandriërs wisten al dat de aarde rond was, net als Ptolemaeus, de Arabische astronomen, de middeleeuwse universiteiten van Europa en Columbus. Dat we de aarde als bol zien, is voor ons gewoon; de eerste mens die de aarde werkelijk als bol zag, was Yury Gagarin, de eerste ruimtevaarder in 1961. Noord- en Zuid-Amerika zijn nu (gedeeltelijk) herkenbaar.



Dia 9 – 100.000 km

Wat een schoonheid!! Ons ruimteschip aarde in de open ruimte tussen de sterren. Met een snelheid van 100.000 km/u draait de aarde haar cirkels om de zon. Waar staat de zon eigenlijk? Voor of achter ons? Wat zal de doorsnede (diameter) van de aarde zijn (schatten). Zonodig kunt u één dia terug (antwoord precies = 12.756 km).



Dia 10 – 1.000.000 km

Waar is de aarde gebleven? Ze is nog maar net zichtbaar. Die witte cirkel is er in werkelijkheid natuurlijk niet: deze stelt de baan van de maan om de aarde voor die deze in ongeveer één maan(d) aflegt. Omdat de maan veel kleiner is dan de aarde (diameter = 3.476 km) kunnen we deze al niet meer zien. De afstand van de aarde tot de maan bedraagt 384.400 km (grof ezelsbruggetje: lichtsnelheid per seconde = afstand aarde-maan).

At 10:56 PM EDT, July 20, 1969, Neil Armstrong stepped from the "Eagle"

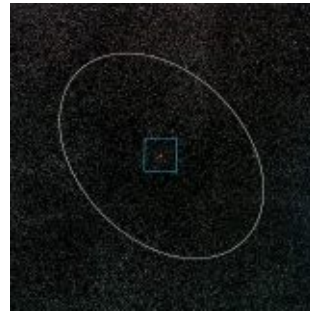
onto the Moon's dusty surface with the words, "That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind."

Deze dia laat al goed zien hoe groot de stap is geworden die we zojuist hebben afgelegd: 900.000 km !!

Wauw; en dat doen wij in één seconde. Wat zou onze snelheid dan nu zijn?

Denk aan de snelheid van het licht!

Ja, 3 x de snelheid van het licht = 1.080.000.000 km/u. En dan te bedenken dat we met de stand van de huidige techniek 'maar' 30.000 à 40.000 km/u kunnen reizen.



Dia 11 – 10.000.000 km

Deze (groene) baan geeft de weg van de aarde aan in vier dagen van oktober. Controle: snelheid aarde is $100.000 \text{ km/u} = 2,4 \text{ miljoen km per dag} \times 4 =$ (bijna) $10.000.000 \text{ km}$.

Nicolaus Copernicus (1473-1543) was de eerste astronoom die (nog nauwelijks) durfde te beweren (door de sterke invloed van de R.K. kerk) dat niet de aarde het centrum van het heelal was waar alles om heen draaide, maar de zon. Er gingen nog twee eeuwen strijd aan vooraf voordat Newton de werkelijke bewijzen leverde. Newton is te beschouwen als de voltooiër van de hervorming die de mechanica en de sterrenkunde in de 16de en de 17de eeuw hadden ondergaan en als de grondlegger van de (klassieke) natuurkunde van de 18de en de 19de eeuw.



Dia 12 – 100.000.000 km

We kijken nu naar het binnenste van ons zonnestelsel (= onze zon met al haar planeten); niet te verwarren met sterrenstelsel.

De groene boog is de weg die de planeet Aarde in september en oktober in ongeveer zes weken aflegt.

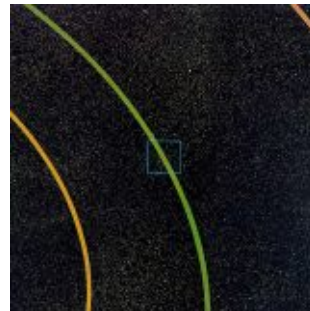
De binnenste (linker) baan is die van Venus, de buitenste (rechter) baan is van Mars.

Venus en Mars zijn een beetje verwant aan de aarde: rotsachtige planeten (i.p.v. gas of ijs).

Venus draait in 224,7 dagen om de zon.

De aarde draait in 365 dagen 5 uren 48 minuten en 45,97 seconden om de zon.

Mars draait in 686 dagen 23 uren 30 minuten en 41 seconden om de zon.

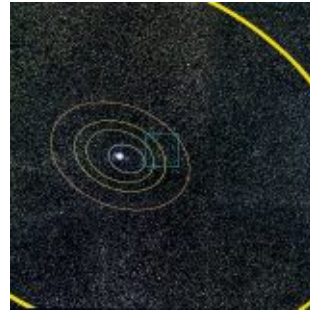


Dia 13 – 1.000.000.000 km

Voor het eerst zien we onze zon.

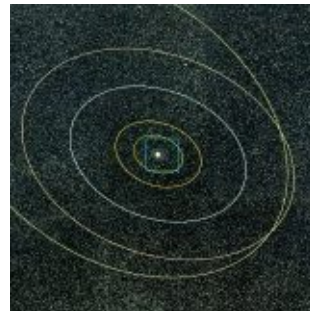
Bij dia 10 berekenden we de snelheid van het licht in één uur: 1 miljard km/u = de schaal van deze dia; we kunnen nu schattend herleiden dat het licht van de zon er 8 minuten over doet om de aarde te bereiken. We zien nog een vierde 'binnenplaneet': Mercurius. Zijn oppervlakte lijkt op die van onze maan. Mercurius is de kleinste van de negen planeten en draait in 88 dagen om de zon.

Aan de randen zien we de gele baan van de planeet Jupiter. De omlooptijd van Jupiter om de zon bedraagt 11,862 aardse jaren. Het is de grootste planeet van ons zonnestelsel. Jupiter en Venus zijn vaak als 'sterren' aan de hemel te zien: het lijken sterren omdat ze dichtbij staan en de zon ze verlicht. Tussen de banen van Mars en Jupiter is nog een zwerm asteroiden en meteorieten aanwezig.



Dia 14 – 10.000.000.000 km

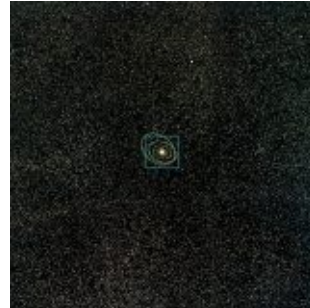
Ons zonnestelsel is nu (bijna) geheel zichtbaar: van buiten naar binnen zien we de dwarse (elliptische baan) Pluto, Neptunus, Uranus, Saturnus en Jupiter. De omlooptijd van Pluto bedraagt 247,2 jaar; het is een (methaan)ijsplaneet. De omlooptijd van Neptunus bedraagt 164,8 jaar; het is een gasachtige planeet met acht manen. Reuzenplaneet Uranus (diameter 51.000 km) draait in 84 jaar om de zon; het is een gasplaneet met 8 manen. De meest spectaculaire planeet Saturnus met zijn ringenstelsel en achttien manen draait in 29 jaar en 167 dagen om de zon.



Dia 15 – 100.000.000.000 km

Alle planeten van onze zon cirkelen binnen het kleine vierkant. Erbuiten cirkelen objecten in elliptische banen die ons zonnestelsel af en toe bezoeken: de kometen. Kometen hebben dezelfde leeftijd als ons zonnestelsel en ze worden gezien als restanten van de materie die de grotere planeten hebben gevormd. Er zijn honderden miljoenen kometen die tezamen 'De wolk van Oort' vormen; vernoemd naar de briljante Nederlandse astronoom Jan Hendrik Oort (1900-1992). De komeet Halley (laatste bezoek in 1997) beschrijft een baan die behoorlijk nauwkeurig is te voorspellen. Tussen 74,4 en 79,6 jaar komt deze komeet in de buurt van de aarde. Door beschreven waarnemingen in het verleden en onze hedendaagse kennis heeft men de cyclus zo nauwkeurig kunnen vaststellen.

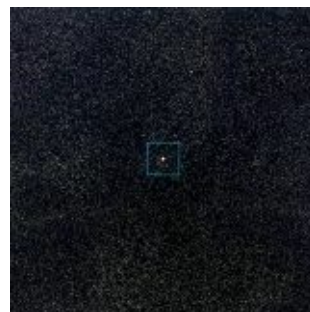
De kometen heeft men in twee groepen ingedeeld: kometen met een cyclus van minder dan 200 jaar en van meer dan 200 jaar.



Dia 16 – 1.000.000.000.000 km

We verlaten ons 'normale' taalgebruik: we zijn op een afstand van één biljoen km. We kijken nu naar de (zuidelijke) sterrenhemel, zoals je deze ook 's nachts in Australië zou kunnen zien.

Hoewel sterrenbeelden een erfdeel van de menselijke beschaving zijn, zijn ze in de natuur van de kosmos nauwelijks als structuur aanwezig: ze zijn het toevallige gevolg van ons aardse gezichtspunt; patronen die alleen vanuit onze positie in de ruimte en tijd te herkennen zijn. Een uitzondering hierop zijn De Pleiaden (niet zichtbaar): een verzameling van dicht bij elkaar staande sterren temidden van een gas- en stofwolk. Deze groep is al bekend vanuit de Griekse mythologie: de zeven dochters van Atlas en Pleione door Zeus aan de sterrenhemel geplaatst.

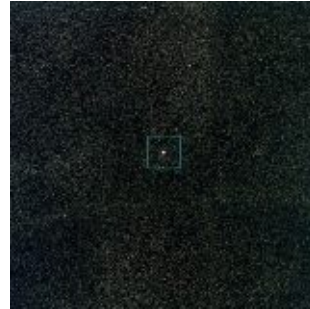


Dia 17 – 10.000.000.000.000 km

1 lichtjaar = 10 biljoen km

Velen zullen zich afvragen of er wel van dia is gewisseld! We zijn nog relatief dicht bij onze zon, maar de overige sterren staan zo ver weg dat deze stap nauwelijks een verschuiving in het beeld teweeg brengt. Een mooi moment om iets over sterren te vertellen.

Onze zon is een ster en behoort tot een groep (zoals we over vijf stappen kunnen zien) van miljarden sterren: het melkwegstelsel. Een ster is een gasbol die bij elkaar wordt gehouden door de zwaartekracht maar niet implodeert (in elkaar storten door zwaartekracht) door de innerlijke druk van het zich verhittende gas (miljoenen graden Kelvin). De grote verhitting vindt plaats door kernfusie: het samensmelten van lichte atoomkernen tot zwaardere. Bij kernfusie komt zoveel energie vrij, dat deze gasbollen gaan gloeien = stralen. Deze straling, zo ook die van onze zon, is voor de mens niet ongevaarlijk. Op aarde beschermt de atmosfeer (met name de ozonlaag) ons tegen de schadelijke straling. Sterren hebben een beperkte levens-duur van één tot enige miljarden jaren, afhankelijk van de massa. Onze zon zal over vier à vijf miljard jaar aan het eind van haar levenscyclus zijn. Zij zal dan opzwellen tot een grote oranje-rode reus die en passant Mercurius, Venus, Aarde en Mars zal verslinden. Dan zal zij imploderen en direct daarna exploderen waarmee ze alle materie weer in de ruimte zal slingeren die als bouwstenen zullen dienen voor nieuwe sterren en planeten.



Dia 18 – 100.000.000.000.000 km

10 lichtjaar = 100 biljoen km

Voor het eerst is de zon niet meer te zien: we zijn nu zó ver weg dat ze niet meer opvalt tussen de andere sterren



Dia 19 – 1.000.000.000.000.000 km

100 lichtjaar = 1.000 biljoen km = 1 biljard km

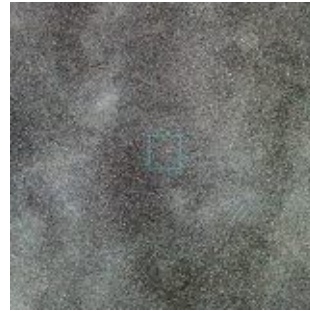
We zien nu in de rechter benedenhoek ineens een opvallende ster. Deze valt nu extra op omdat we deze van redelijk dichtbij passeren. De ster is dus niet bijzonder of extra groot; door de kortere afstand zien we de ster groter.



Dia 20 – 10.000.000.000.000.000 km

1.0 lichtjaar = 10 biljard km

Dit beeld moet in relatie gezien worden met dia 21. We hangen nu net boven ons Melkwegstelsel (zie dia 22). We kijken naar een onvoorstelbare hoeveelheid sterren. Als we dia 21 bekijken, zien we dat er buiten dit vierkant nog véél méér sterren zijn!

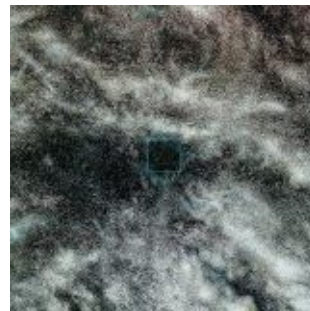


Dia 21 – 100.000.000.000.000.000 km

10.000 lichtjaar = 100 biljard km

Het volle vierkant van dia 20 (waarin onze zon nog steeds in het midden staat) lijkt hier bijna leeg. Met andere woorden: we hebben 'dichtbij' onze zon al onvoorstelbaar veel sterren gezien, iets verder weg zijn er nòg meer!

Het wil niet zeggen dat de zwarte plekken op de dia leeg zijn: veel wordt aan ons oog onttrokken door stof dat overal door ons melkwegstelsel zweeft. Dit stof noemen we donkere materie. We weten nog niet hoeveel donkere materie er in de ruimte is: het is immers niet te zien.



Dia 22 – 1.000.000.000.000.000 km

100.000 lichtjaar = 1.000 biljard km = 1 triljoen km

WÒW!!!!

Ons ruimtehuis 'Melkweg'.

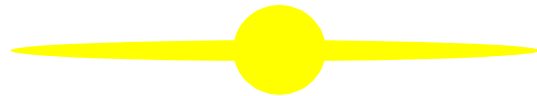
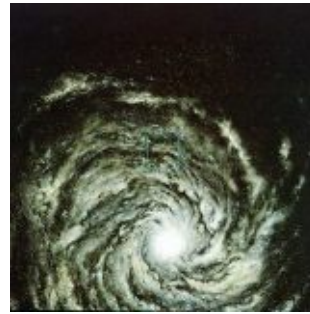
We kijken naar zo'n honderd miljard elkaar aantrekkende sterren die draaien om het centrum. Het lijkt wel op wegspoelend water in een badkuip. Zo is dat hier waarschijnlijk ook: in het centrum verwacht men een 'zwart gat'. Een zwart gat is een plaats in de ruimte die zo'n sterke aantrekkingskracht (inwerking zwaartekracht) heeft, dat niets er aan kan ontsnappen. Zelfs licht wordt er door afgebogen en opgezogen.

Nu kijken we van boven op de Melkweg.

Van opzij ziet de Melkweg er zó uit:

Het midden heeft een bolvorm door de grote opeenhoping van sterren.

Het geheel draait met de klok mee. In 300 miljoen jaar draait onze zon met de planeten precies één rondje. Dat komt overeen met een snelheid van 200 km/sec.!! Zonder dat we daar erg in hebben suizen we met deze ongelooflijke snelheid door de ruimte.



Dia 23 – 10.000.000.000.000.000 km

1.000.000 lichtjaar = 10 triljoen km

Nu zien we onze Melkweg helemaal. Het wordt op zijn reis door de ruimte vergezeld door twee satelietstelsels: de onregelmatig gevormde Magellaanse wolken.

Er zijn niet veel stelsels groter dan het onze. Er zijn er ook weinig bekend die kleiner zijn dan de wolken.

De vorm van de stelsels kunnen wel zeer verschillend zijn.

De ruimte lijkt vredig, maar de Hubble Space telescope (die rond onze aarde zweeft) heeft al vele foto's gemaakt van botsende sterrenstelsels!

De stipjes (als ze nog te zien zijn) zijn geen losse sterren, maar allemaal sterrenstelsels die heel ver weg liggen.



Dia 24 – 100.000.000.000.000.000 km

10.000.000 lichtjaar = 100 triljoen km

Nu zien we onze Melkweg samen met onze buurstelsels. Elk heldere punt is dus een verzameling van miljarden sterren die in de stelsels bij elkaar worden gehouden door de onderlinge aantrekkingskracht.



Dia 25 – 1.000.000.000.000.000.000 km

100.000.000 lichtjaar = 1.000 triljoen km = 1 triljard km

In de regel groeperen sterrenstelsels zich in een groep: een cluster. De cluster waar ons Melkweg toe behoort heet Virgo-cluster. Ook deze vorm van groeperen wordt veroorzaakt door de onderlinge aantrekkingskracht van de stelsels (=zwaartekracht).



Dia 26 – 10.000.000.000.000.000.000 km

1.000.000.000 lichtjaar = 10 triljard km

Het grootste gedeelte van de ruimte ziet er zo 'leeg' uit als in deze dia. In die 'leegte' vinden we wel miljarden sterrenstelsels! We zouden nog veel verder weg kunnen reizen, het beeld zou niet veel meer veranderen. We weten niet of het heelal een grens heeft of dat het eindeloos zo doorgaat.



Nu we aan 'de grenzen van onze kennis' zijn gekomen, zal er wellicht behoefte bestaan even 'filosofisch' stil te staan bij het begrip 'oneindigheid'.

Velen zullen er voor kiezen de reis hier (tijdelijk) te stoppen. Het kan een mooi moment zijn de vragen van de kinderen te inventariseren. De ervaring leert, dat de kinderen met vele vragen komen, ook tijdens de reis. Afhankelijk van de hoeveelheid vragen kan er met de kinderen afgesproken worden hun vragen op een papiertje tijdens de reis te noteren. Tijdens de reis is het niet altijd mogelijk op alle vragen voldoende in te gaan; notitie geeft de zekerheid dat de vraag altijd beantwoord zal worden.

De reis van Kees Boeke (deel 2)

We starten de reis waar we de vorige keer zijn gebleven: dia 26, de grenzen van onze kennis.

We maken de reis nu (versneld) in omgekeerde volgorde tot dia 1.

We vertellen dat we door kunnen reizen, als we onze reisstappen i.p.v. tien keer groter, nu tien keer kleiner gaan maken. Dia -1 is de eerste verkleinde stap: 10 cm of 0,1 m.

Dia -1 – 10 cm = 0,1 m = 10^{-1} m

We zien de hand zoals we deze onder normale omstandigheden zien.



Dia -2 – 1 cm = 0,01 m = 10^{-2} m

We zien de huid als door een vergrootglas. De rimpeling verzorgt de flexibiliteit van de huid. Het is slechts één van de vele hoekige netwerken die we in de natuur aantreffen: kristallen, honingraat, de nerven van een blad etc.



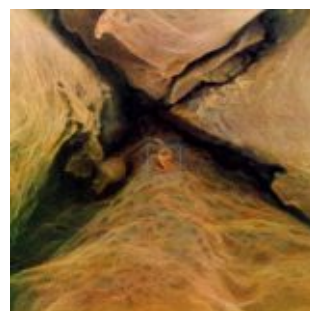
Dia -3 – 1 mm = 0,1 cm = 0,0001 m = 10^{-3} m

We komen aan de grens van ons gezichtsvermogen en roepen de hulp in van een microscoop. De beelden die we dan kunnen zien, lijken ons in een heel andere wereld te brengen.



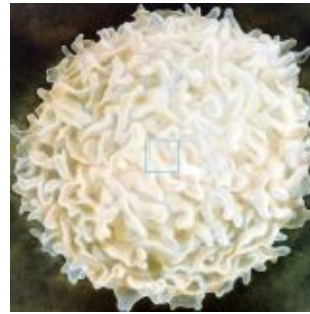
Dia -4 – 0,1 mm = 100 micrometer = 10^{-4} m

Er verschijnen onverwachte details, we kunnen ons nog nauwelijks oriënteren. We treden een wereld binnen, die net zo onbekend voor ons is als de verte van de sterren.



Dia -5 – 0,01 mm = 10 micrometer = 10^{-5} m

We moeten een kunstgreep toepassen!
Omdat we nu met verkleinde stapjes reizen, zouden we altijd boven de huid blijven hangen. We kiezen ervoor om nu vlak onder de huid te kijken en belanden in een haarvaatje waar bloed stroomt. Het merendeel van de bloedcellen wordt gevormd door kleine, kortlevende schijfjes die het rode bloed zijn kleur geven. Deze witte cel (lymfocyt of wit bloedlichaampje) leeft veel langer en is de verdediger in ons bloed tegen ziekteverwekkers.



Dia -6 – 0,001 mm = 1 micrometer = 10^{-6} m

Op deze schaal kunnen we de afzonderlijke cellen zien, waaruit het witte bloedlichaampje is opgebouwd. Het menselijk lichaam bevat honderd maal meer cellen dan er sterren in ons Melkwegstelsel zijn. Het meest primaire leven op aarde bestond uit cellen zonder kern (een eenvoudige vergelijking: een ei zonder dooier). Onze cellen hebben allemaal een kern. In de kern ligt zeer veel informatie opgeslagen.



Dia -7 – 0,0001 mm = 0,1 micrometer = 1.000 angström = 10^{-7} m

Veilig opgeborgen in de celkern liggen de spiraalvormige DNA strengen. Ze zitten ingepakt in zesenvetig chromosomen (hier niet zichtbaar) die in elke menselijke cel zitten. In elk chromosoom vind je een paar centimeter lange gekronkelde DNA streng. Als cellen zich vermenigvuldigen (als je groeit bijvoorbeeld) wordt de inhoud van de hele cel gekopieerd naar de nieuwe cel. De cellen delen zich dan en er zijn twee identieke cellen.



Dia -8 – 0,00001 mm = 100 angström = 10^{-8} m

In deze close-up zien we het DNA als een lange gedraaide ladder. De sporten van de ladder bevat de informatie van ieder afzonderlijk mens: haarkleur, postuur, of je gevoelig bent voor een bepaalde ziekte etc. De mens is tegenwoordig in staat om aan de volgorde van de bolletjes iets te veranderen (= genetische manipulatie). Zo zouden we de volgorde zó kunnen veranderen, dat ons lichaam bijvoorbeeld zelf vitamine C aan gaat maken.

De wereld reageerde geschokt toen op alle voorpagina's van kranten een foto stond van een muis met een menselijk oor op het hoofd. Genetische manipulatie komt al veelvuldig voor (bij voedselproductie) maar is nog zeer omstreden.



Dia -9 – 0,000001 mm = 10 angström = 1 nanometer = 10^{-9} m

De afzonderlijke bolletjes zijn nu goed te zien. Centraal ligt een koolstofatoom, gebonden aan drie waterstofatomen. Lang heeft de mens gedacht dat het atoom het allerklein-ste deeltje was.

Een zelfde verbinding kan wellicht overvloedig worden aangetroffen in de wolken van de interstellaire ruimte. Kees Boeke had niet voor niets als ondertitel van zijn boek: wij in het heelal, het heelal in ons.

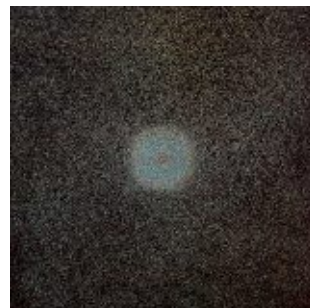
Of zoals wetenschappers het nu formuleren: de mens is gebouwd uit sterrenstof, want de atomen waaruit ons vlees en bloed bestaan, zijn met zekerheid diep in verschillende soorten sterren opgebouwd (zie aanbieding: het ontstaan van sterren en het ontstaan van de aarde).



Dia -10 – 0,0000001 mm = 1 angström = 100 picometer = 10^{-10} m

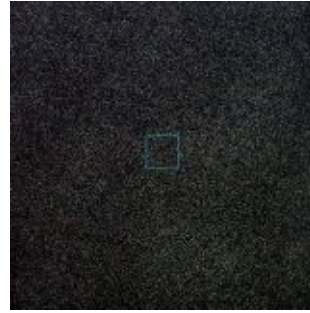
De woorden van Kees Boeke lijken hier zichtbaar te worden: elektronen die bewegen rond de kern van het atoom.

Het is een suggestieve tekening. Rond de kern van een koolstofatoom cirkelen zes elektronen: twee dicht bij de kern en vier in een grotere ruimte. De witte stipjes vertegenwoordigen de elektrische lading die de elektronen hebben. Het witte wolkje betekent dus meer elektrische lading dicht bij het atoom.



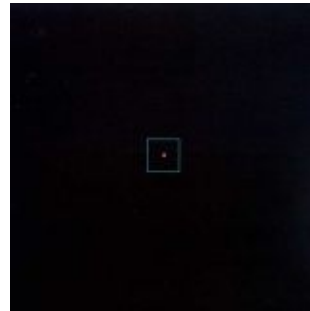
Dia -11 – 0,00000001 mm = 0,1 angström = 10 picometer = 10^{-11} m

We bevinden ons nu in de ruimte waar de twee binnenste elektronen bewegen. Ze zijn onlosmakelijk verbonden met en door de sterke aantrekkingskracht van de kern van het atoom (nog niet zichtbaar).



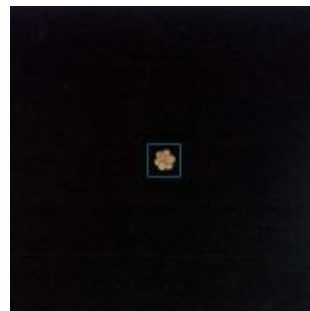
Dia -12 – 0,000000001 mm = 0,01 angström = 1 picometer = 10^{-12} m

De kern van het atoom begint te verschijnen. De kern heeft zes positief geladen protonen nodig om de zes negatief geladen elektronen aan zich te binden. Dit getal 'zes' (het atoomnummer) definieert het element koolstof. We kennen ruim honderd van deze elementen (zie aanbieding materie), de bouwstenen van ons hele universum.



Dia -13 – 0,0000000001 mm = 0,1 picometer = 100 fermi = 10^{-13} m

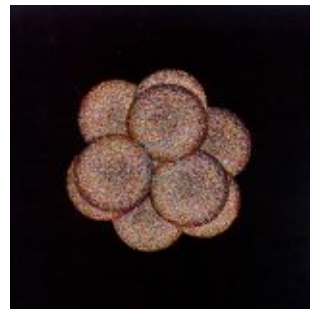
De massieve kern van het koolstofatoom begint te verschijnen. We zien zes protonen en zes neutronen. Als we ze dichterbij gaan bekijken, zullen we zien dat daar ook weer een hele wereld in is opgesloten.



Dia -14 – 0,00000000001 mm = 0,01 picometer = 10 fermi = 10^{-14} m

De vlekjes die we zien zijn een suggestie van beweging. Ook de allerkleinste deeltjes zijn continue in beweging.

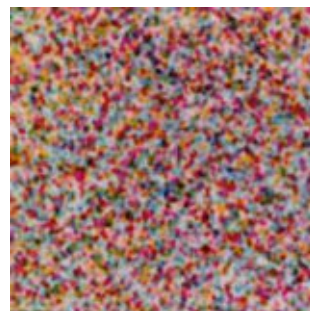
De wetenschap die dit bestudeert, heet quantummechanica.



Dia -15 – 0,000000000001 mm = 1 fermi = 10^{-15} m

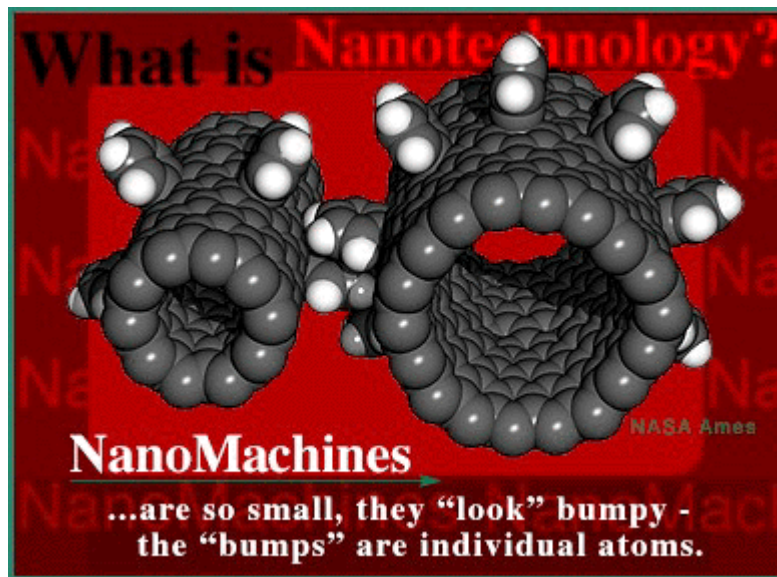
Het boek waar deze platen uit komen (Machten van 10, Morrison & Morrison) is gemaakt in 1985. De wetenschap op deze schaal was toen net zo onduidelijk als op deze plaat. De reis eindigde toen hier.

Inmiddels is de wetenschap al flink verder gevorderd. Onderstaande foto is daar een voorbeeld van.



Onderstaande foto komt van het web-adres <http://www.nanozines.com>

Als je op internet zoekt op nano technology, zal er een bijzondere wereld voor je opengaan en wordt de Kees Boeke reis nog verder gevolgd.



Nano technologie is de technologie op de schaal van dia 15.

Atomen kunnen gerangschikt worden tot kleine machientjes. Bovenstaand voorbeeld is een eenvoudige versnellingsbak.

Wellicht krijg jij in de toekomst een geprogrammeerd onderzeërtje in je lichaam binnen dat direct naar de juiste plek in je hart vaart om aldaar enige onderhoudswerkzaamheden te verrichten.....

Verwerking

Deze eerste aanbieding (hetzelfde geldt ook voor de vervolgaanbieding met De lijn van het alles) beoogt een inleiding te zijn. Er wordt een overzicht gegeven hetwelk door vervolgaanbiedingen verder wordt ingevuld en verwerkt.

Voor de leerkracht is het van belang te weten te komen of de nieuwsgierigheid van kinderen is gewekt. Ervaring leert dat kinderen met erg veel vragen komen. Niet alle vragen kunnen tijdens de reis worden beantwoord.

Geef de kinderen vóór aanvang van de reis papier en pen. Vertel ze dat er best vragen gesteld mogen worden tijdens de reis, maar dat niet altijd op alle vragen direct een antwoord kan worden gegeven. Om er zeker van te zijn dat je antwoord op je vraag zult krijgen, is het verstandig de vragen tijdens de reis te noteren.

Eventueel kan er een werkgroepje gevormd worden dat de vragen inventariseert. Als alle vragen geordend zijn en van dubbele ontdaan, kan met de beantwoording worden begonnen. Vragen waarvan u weet dat ze beantwoord zullen worden in de vervolgaanbiedingen, kunt u nog even laten rusten. Vertel de kinderen wel dat het antwoord spoedig komt in een vervolgaanbieding!

Het beantwoorden van de vragen is beslist niet alleen een taak van de leerkracht. Laat kinderen ook zelf naar de antwoorden zoeken in door de leerkracht geadviseerde boeken.