

Kosmische Vertellingen

Het Ontstaan van het Zonnestelsel

De Vertelling



Handleiding voor het werken met de
Vertelling over het Ontstaan van ons Zonnestelsel

Kosmische Vertellingen

Het Ontstaan van ons Zonnestelsel

De Vertelling

Dit verhaal is een vereenvoudigde versie van het verhaal 'God who has no hands' van Mario Montessori Sr.

Vereenvoudigd in twee opzichten:

- Het aantal proefjes, dat het verhaal illustreert, is teruggebracht. Tevens werd het hanteren van gevaarlijke stoffen, die ook nog milieuonvriendelijk zijn, vermeden.
- Het religieuze aspect in het verhaal werd weggelaten

Op deze wijze werd een in de Nederlandse onderwijssituatie bruikbare versie verkregen.

Het verhaal

'Het heelal is een enorme ruimte. Zo groot dat we ons er geen voorstelling van kunnen maken. In het begin was het koud en donker in de ruimte.'

Proef 1.

"Nu denk je misschien dat ijs koud is. Dat is ook zo, maar niet het koudste dat we kennen. Ik heb hier twee bekers met stukgeslagen ijsblokjes en twee thermometers.

Lees jij eens af hoe koud het tussen die ijsblokjes in de twee glaasjes is ."

Antwoord : 0 graden Celsius.

"Nu gooien we een flinke hoeveelheid keukenzout bij de ijsblokjes in het ene glas. Wil jij nu nog eens op de thermometers kijken ? Wat merk je op?"

Antwoord : Het is in het glas met het zout erbij veel kouder dan 0 graden Celsius geworden.

"Het kan in dus veel kouder zijn dan ijskoud. En zo was het ook in de ruimte."

“Door de koude en donkere ruimte vloog een wolk gas. In vergelijking met de ruimte was die wolk maar heel klein. Als een druppeltje water in de oceaan. Maar toch bevatte hij alle sterren die wij nu kennen.”

“Met een enorme knal kwam deze wolk tot explosie. Hierdoor ontstond er LICHT en HITTE in de ruimte.”

“Van die brandende gaswolk die door de ruimte vloog spatten allerlei 'druppels' af. Je kunt je dat zo voorstellen.”

“Laten we eens in twee rijen tegenover elkaar op de gang gaan staan. Ik heb hier een beker water. Die ga ik nu tussen de twee rijen kinderen door gooien. Kijk goed wat je ziet.

“Je zag in de lucht dat niet al het water bij elkaar bleef. Er spatten kleine druppels af die hun eigen weg door de lucht volgden.”

“Precies zo ging het in de ruimte met de gaswolk. Er maakten zich allerlei 'druppels' uit de wolk los. Hoeveelheden brandend gas, die hun eigen weg door de ruimte zochten. We noemen dit sterren. Je zou ook zonnen kunnen zeggen, want onze zon is ook een ster. Een ster die heel dicht bij ons staat en ons licht en warmte geeft.”

“Het verschil tussen onze zon en de sterren is dat de zon dichtbij staat en andere sterren veel verder van ons af. Iets wat in de verte staat lijkt altijd veel kleiner. Daarom lijken de sterren die we 's avonds aan de hemel zien veel kleiner dan onze zon.”

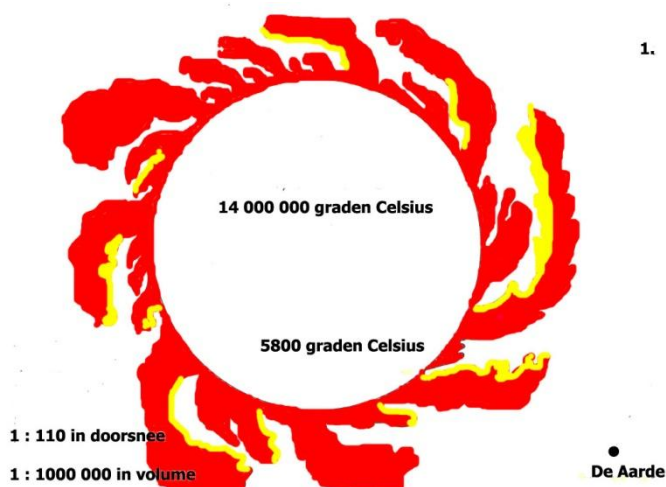
“Er is nog een verschil tussen het water dat ik door de lucht liet 'vliegen' en de gaswolk die door de ruimte vliegt. Het water kwam al gauw op de grond terecht. Dat gebeurt niet met de gasdeeltjes in de ruimte. Die zweven daar rond en beschrijven banen om elkaar heen door de ruimte. Zo ongeveer als ik je nu zal laten zien.”

Proef 2

“Ik neem een glaasje en giet dat vol met water tot het voor 3/4 deel gevuld is. Nu doe ik er een paar druppels olijfolie bij. Langs de rand van het glas schenk ik het glas nu verder vol met pure alcohol.”

“Kijk nu eens in het glas. Je ziet dat de oliedruppels allerlei banen om elkaar heen in het water beschrijven. Je moet je voorstellen dat zo ook de sterren banen in de ruimte beschrijven.”

Plaat 1.



1. "Onze aarde en de zon waren twee van die druppels die door de ruimte zweefden. Hier zie je ze op deze plaat. De zon is heel wat groter dan de aarde. De aarde draait om de zon heen. Tegelijkertijd draait hij ook om zijn eigen as."

"In het begin was de aarde ook een ster, net als de zon. Maar hij koelde af."

Proef 3.

"Ik heb hier drie glaasjes.

In het eerste glaasje doe ik een kurk.

In het tweede glaasje doe ik water.

In het derde glaasje doe ik niets.

In het glaasje met de kurk zit een vaste stof.

In het glaasje met water zit een vloeibare stof.

In het glaasje met lucht zit een gasvormige stof.

Stoffen kunnen dus vast, vloeibaar of gasvormig zijn."

Schrijf op een strookje 'vast', 'vloeibaar' en 'gasvormig' en leg de strookjes onder het juiste glas.

Proef 4.

"We hebben gekeken naar verschillende stoffen die of vast of vloeibaar of gasvormig zijn.

We gaan nu kijken naar een vaste stof : een stukje kaarsvet.

Ik steek deze brander aan en verhit het stukje kaarsvet in deze smeltlepel.

Nu mag jij eens komen kijken wat er met het kaarsvet gebeurd is.

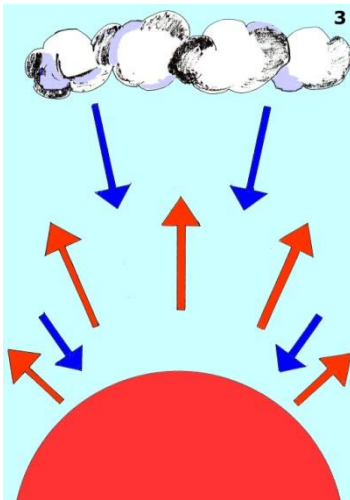
Het is vloeibaar geworden.

Ik verhit het kaarsvet nog een poosje.

Nu mag jij eens komen kijken wat er met het kaarsvet gebeurd is. Er zit geen kaarsvet meer in de lepel. Het is gasvormig geworden, wat duidelijk te ruiken is."

"Omgekeerd zijn er ook gassen die als we ze afkoelen vloeibaar worden en als we ze nog verder afkoelen, dan worden ze een vaste stof. En zo ging het ook met de aarde."

plaat 3.



"Hier zie je hoe de aarde afkoelde. De gloeiende bol gaf zijn hitte af aan de koude ruimte en omgekeerd werd er uit de ruimte steeds maar kou aangevoerd naar de gloeiende bol. Er zo ontstond er om de aarde eerst een stroperige dikke laag, die tenslotte overging in een vaste laag van steen."

plaat 4.



"De laag was nog wel erg dun. Op tal van plaatsen ontstonden er weer gaten in, waaruit het vloeibare gesteente naar buiten kwam lopen. We noemen dat vulkanen. Je ziet ze hier op deze plaat. De uitbarstingen gingen met veel rook gepaard. Warme lucht steeg op van de aarde en koelde in de ruimte weer af. Om de aarde ontstond een wolkendek. De zonnestralen konden niet tot de aarde doordringen."

proef 5.

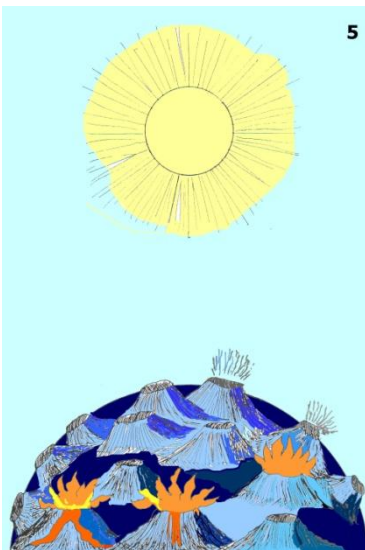
Maak het lokaal zo donker mogelijk.

“Om je een indruk te geven van hoe het toen op aarde toezien heb ik een kleine vulkaan geboetseerd. Ik vul die nu met ammoniumdichromaatkristallen en zwavel.

Dit gaan we aansteken en dan moet je maar eens goed kijken en ruiken.

Zo moet het er op de aarde hebben uitgezien: overal van die brandende vulkanen waar vloeibare steen uitstroomde. Die rookwolken en die stank !!”

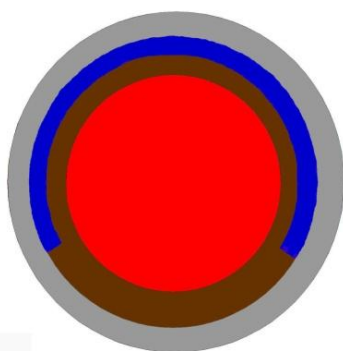
plaat 5.



“Maar zo bleef het gelukkig niet. Door verdergaande afkoeling werd de steenlaag om de aarde dikker en doofden de meeste vulkanen.”

“Uit de wolken regende water naar beneden en vulde de gaten die er tussen de vulkanen ontstaan waren. Doordat de rooklaag verdween konden de zonnestrallen nu ook de aarde bereiken. En zo bestond de aarde nu uit drie elementen: land, lucht en water.”

plaat 6.



- barysfeer
- lithosfeer
- hydrosfeer
- atmosfeer

“En uit deze elementen bestaat de aarde nu nog. Hier zie je een tekening van de aarde. In het midden zie je de barysfeer. Het middelste van de aarde is dus nog steeds heet en vloeibaar.

Om die hete kern zit een laag van steen; een aardkorst die we ook wel de lithosfeer noemen. Deze lithosfeer vormt het land, dat een derde van de aardbol beslaat.

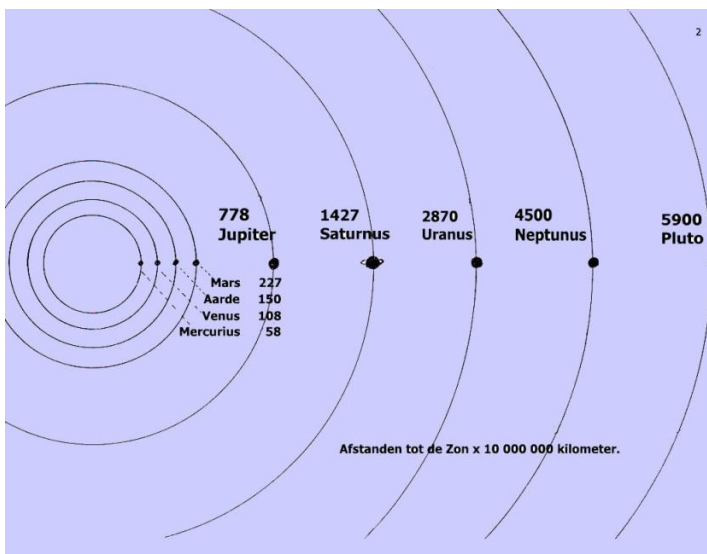
Tweederde van de aardbol wordt bedekt met het water, dat de gaten tussen de vulkanen vulde. We noemen dat de hydrosfeer.

En om de aarde heen treffen we een luchtlaag aan: dat is de atmosfeer. Dankzij het zonlicht, de luchtlaag, het water en het vaste land is er leven op de aarde mogelijk. Als een van die dingen ontbreekt ontstaat er ook geen leven."

plaat 2.

"De aarde is een afgekoelde ster, die een baan om de zon beschrijft en om z'n eigen as draait. Zo'n afgekoelde ster heet een planeet."

"De aarde is niet de enige planeet die een baan om de zon beschrijft. Op deze plaat zijn ze allemaal getekend. De zon staat in het midden. De binnenplaneten staan dicht bij de zon dan de aarde. De buitenplaneten staan er veel verder vanaf."



"En zo heeft elke zon zijn eigen planeten in de ruimte. En elke planeet die om de zon draait heeft weer zijn eigen manen, die om de planeet heen draaien. Maar dat staat allemaal niet op deze plaat. Hier zie je alleen maar een ster: onze zon. En de planeten die daaromheen draaien. De manen zijn weggelaten. En alle andere sterren die we in de ruimte aantreffen met hun planeten ook."

De vertelplaten

Op de hierna volgende bladzijden zijn de zes vertelplaten, die in het verhaal genoemd werden afgebeeld.

De beschrijving van de platen is ontleend aan een diastrip getiteld 'Geography: Formation of the Earth and Insolation' die is uitgegeven door de Association Montessori Internationale. Deze strip bevat veel meer platen dan hier zijn weergegeven.

De platen zijn zo afgebeeld dat je ze in A4 formaat kunt kopiëren en dan laten vergroten tot A3 formaat in een kopieerwinkel. Als je ze dan ook nog lamineert, dan kun je ze als vertelplaat bij de vertelling gebruiken.

Plaat 1.

Deze plaat probeert de verbeeldingskracht te helpen door een beeld te geven van de grootte van de zon in verhouding tot die van de aarde. Dat kan niet op een plaat met de grootte van deze vertelplaat. De vlammen zouden veel kleiner moeten zijn. Sommige vlammen zijn wel zestig keer groter dan de \emptyset van de aarde. Dat wordt op deze plaat getoond.



1.

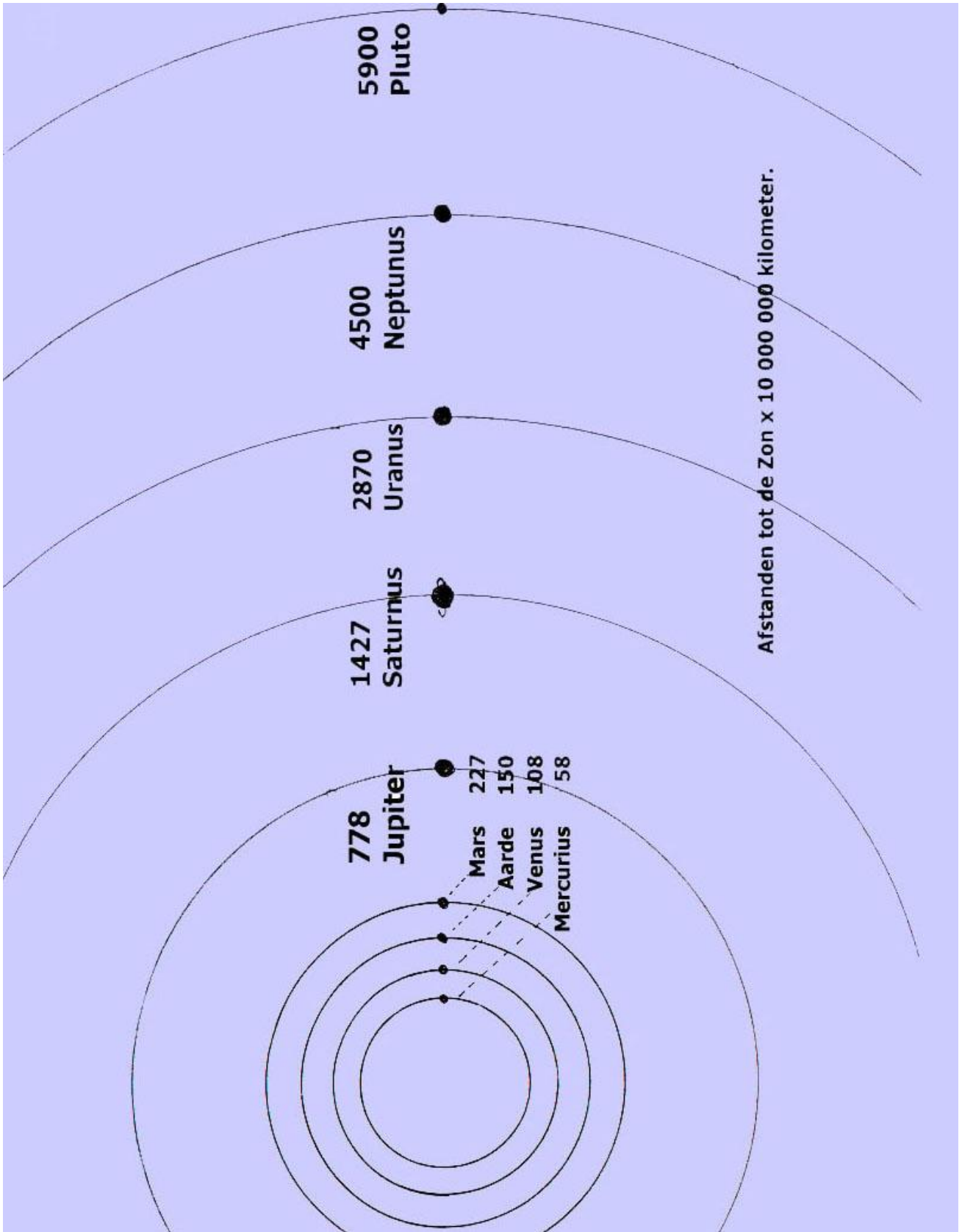
1 : 110 in doorsnee

1 : 1000 000 in volume

● De Aarde

Plaat 2

Een van de theorieën over het ontstaan van het zonnestelsel is de getijdentheorie. Door zijn aantrekkingskracht trok een grote ster, die onze zon op korte afstand passeerde, een gedeelte van de inhoud van onze zon aan. Deze gaswolk, die aanvankelijk de vorm van een lange arm had, condenseerde tot aparte kernen en vormde de planeten van ons zonnestelsel. Een van die kernen is de Aarde, waarvan de inhoud ongeveer een miljoenste deel is van de inhoud van de zon.



Plaat 3

De ruimte tussen de sterren is erg koud. In deze ruimte bewoog (en beweegt) de aarde zich al draaiend voort. In de tijd der formatie bestond de aarde uit een massa van hete gassen, omgeven door de onvoorstelbare koude van het heelal. De gassen aan de buitenkant van de aarde koelden af, namen af in volume en bewogen zich in de richting van het midden van de bolvormige kern. Daar werden de gassen weer verhit, zetten uit en stegen vervolgens weer naar de buitenkant van de kern. Zo begon de aarde af te koelen.



Op deze plaat zijn de engeltjes, die op de originele plaat voorkomen, vervangen door pijlen. Het leek me beter dit proces niet te veel te personifiëren. Montessori hanteert dit middel zelf wel als het er om gaat processen als deze op een de verbeelding van kinderen van zo'n zes jaar aansprekende manier te vertellen.

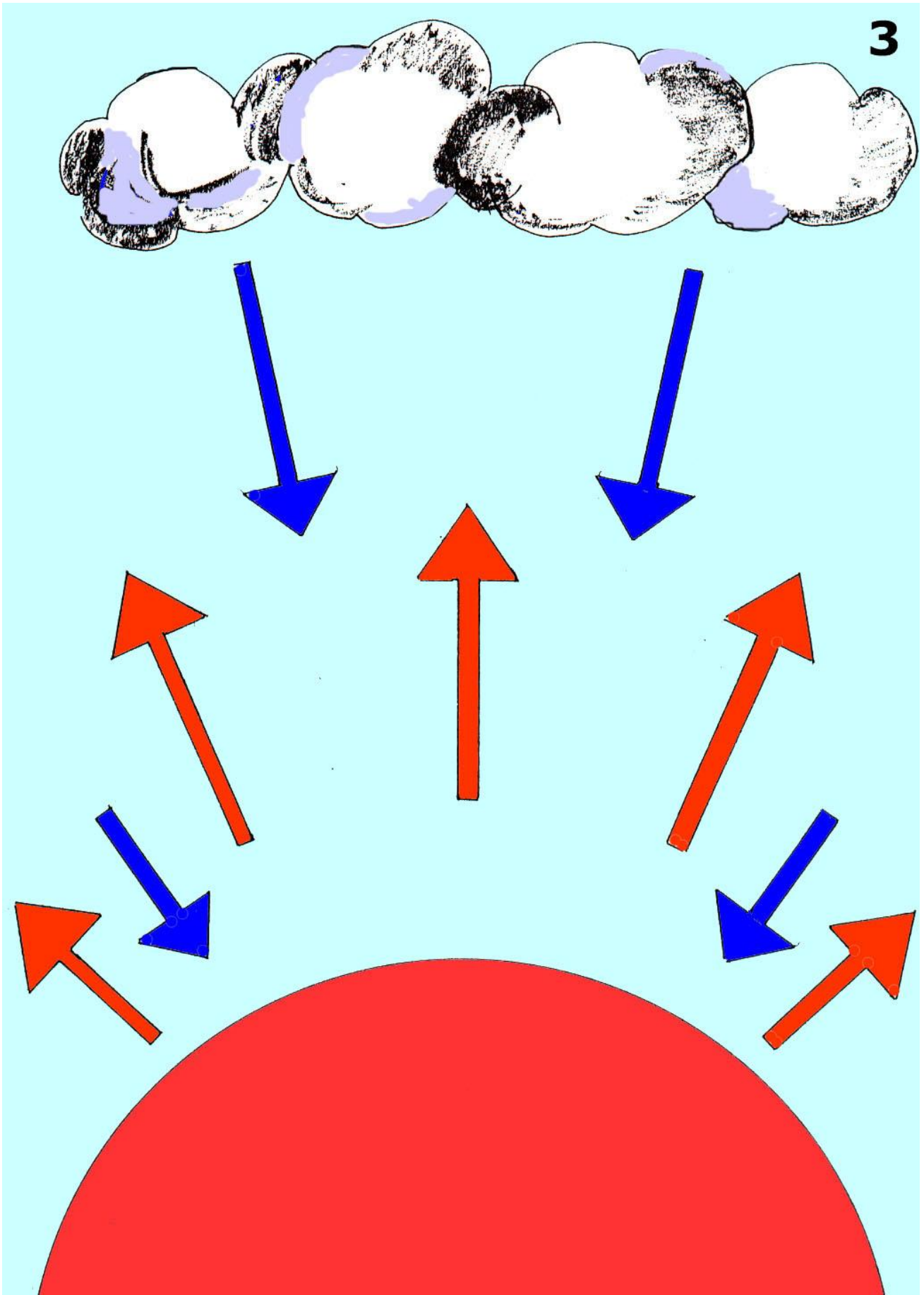
De bedoeling van het personifiëren is om bij het kind bekende beelden te gebruiken om nieuwe, abstracte en moeilijk grijpbare concepten te kunnen bevatten. Het gehanteerde model is: het is net alsof...

Mijn bezwaar tegen dit soort redeneren is dat het bekende beeld zou kunnen schuiven tussen het werkelijk te begrijpen concept, zodat verwarring ontstaat. In dit geval: het kind onthoudt dat engeltjes ervoor zorgden dat de aarde afkoelde.

Een tweede reden om in dit geval af te zien van de engeltjes is dat ze emmertjes met gloeiende steenkool vervoeren; een bekend begrip van vroeger (gloeiende steenkool) is aan de kinderen van vandaag niet langer bekend. Het nut van het maken van deze vergelijking komt daarmee te vervallen.

Vervolgen wij na deze uitwijding de tekst:

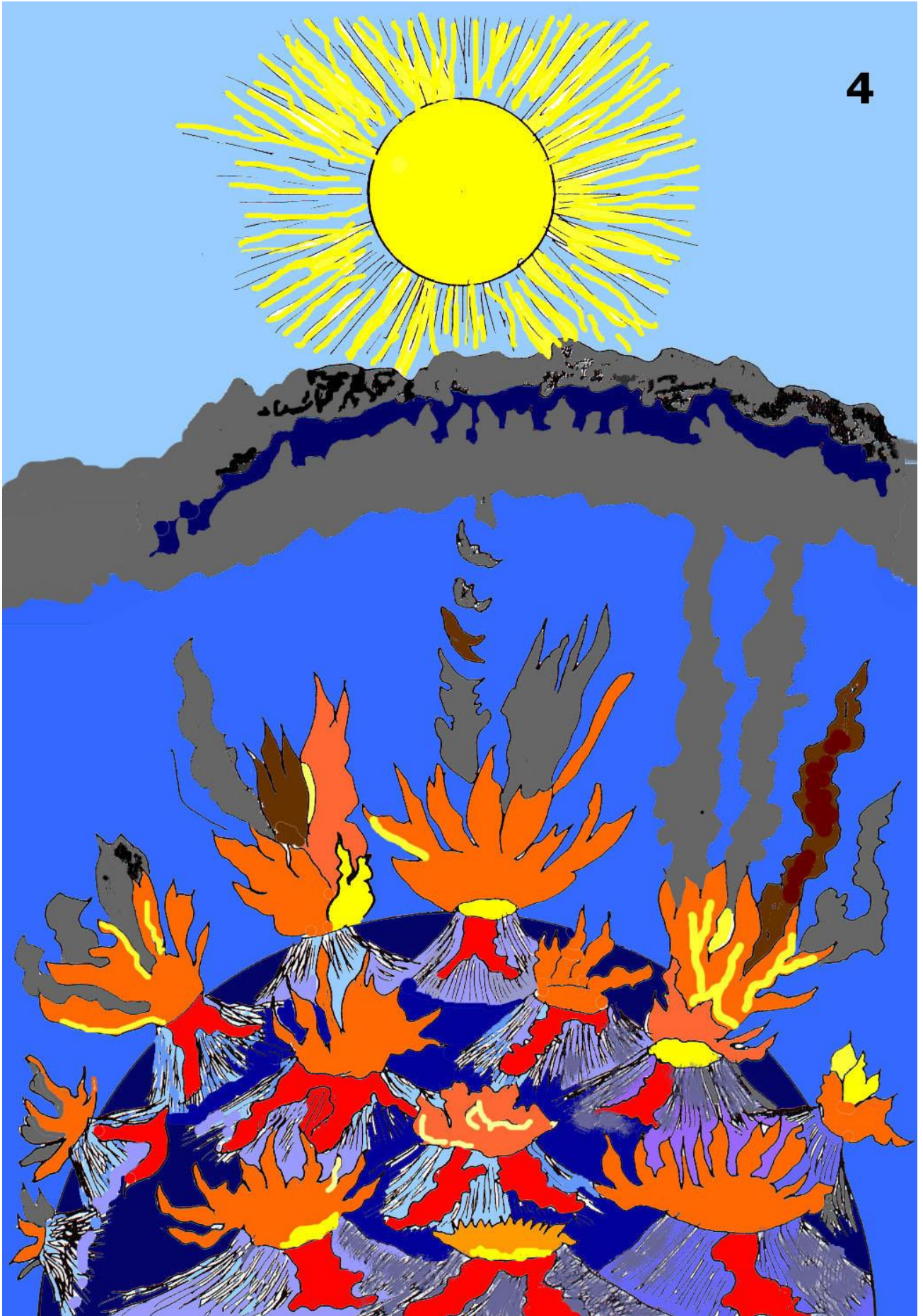
Ieder gasdeeltje gedroeg zich alsof het iemand was die, terwijl hij opsteeg naar de koude ruimte een emmertje met gloeiende steenkolen meenam om weg te gooien. En die een emmer ijs mee terugnam om in de vlamme bol te gooien.



Plaat 4

Een stof kan drie aggregatietoestanden aannemen. Welke toestand zij heeft hangt af van de temperatuur van die stof op een bepaald moment: De stof kan zijn gasvormig, vloeibaar of vast.

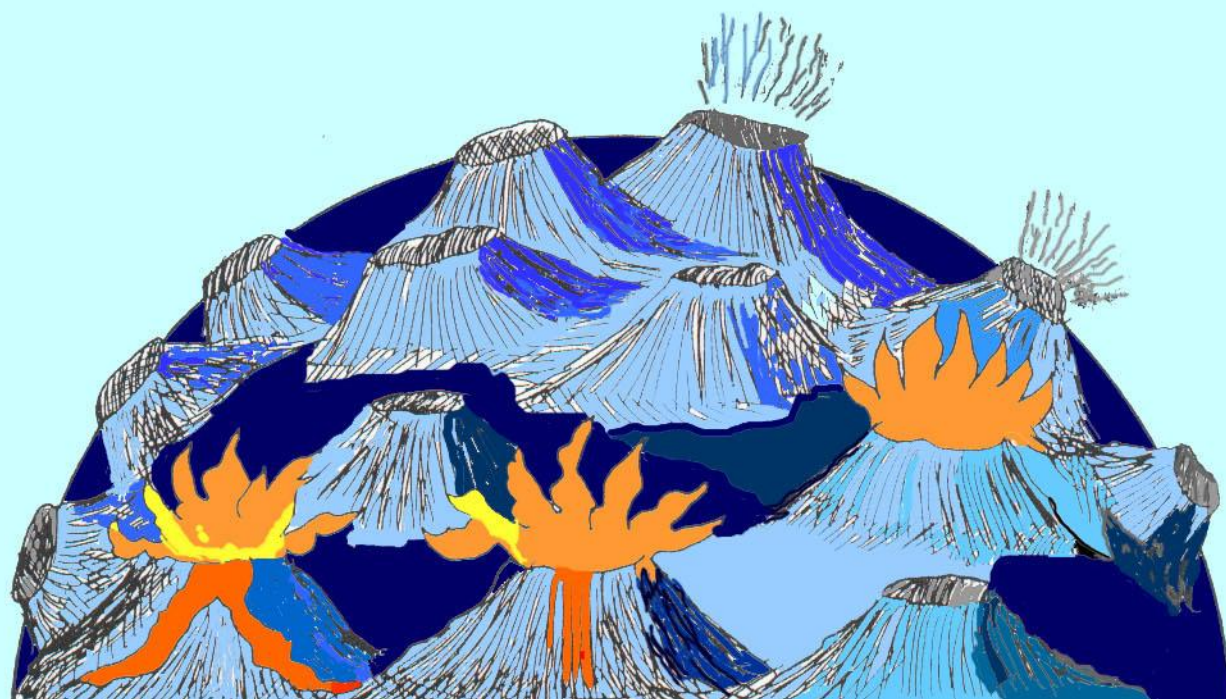
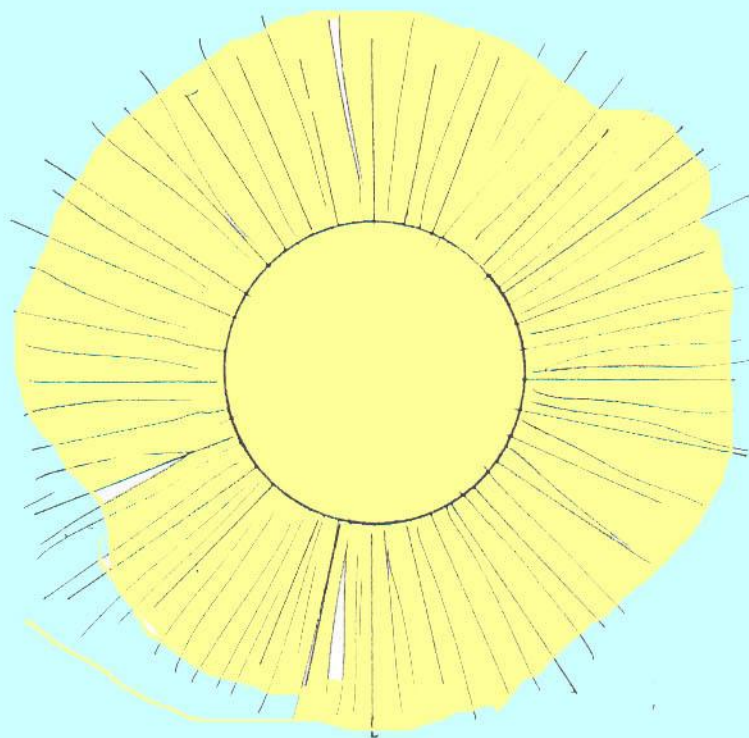
Na zo'n 900 miljoen jaar was het oppervlak van de aarde zover afgekoeld, dat er zich een dunne korst gevormd had. De hete massa's onder deze korst braken echter op verschillende plaatsen er doorheen en luidden zo een periode van vulkanisme in. Gedurende die tijd was de aardkorst nog zo heet dat er geen water op kon blijven liggen. Daarom vormde het water een dichte wolkenmassa, die tussen het aardoppervlak en de zon hing.



plaat 5.

Honderd miljoen jaar later was het oppervlak van de aarde zover afgekoeld dat het water dat er op viel kon blijven liggen. Doordat toen het water uit de wolken naar beneden regende werd het afkoelingsproces versneld. Het water verzamelde zich in de holten die zich in de aardkorst gevormd hadden. De aardkorst zelf werd nog steeds in beroering gebracht door vulkanisme.

5

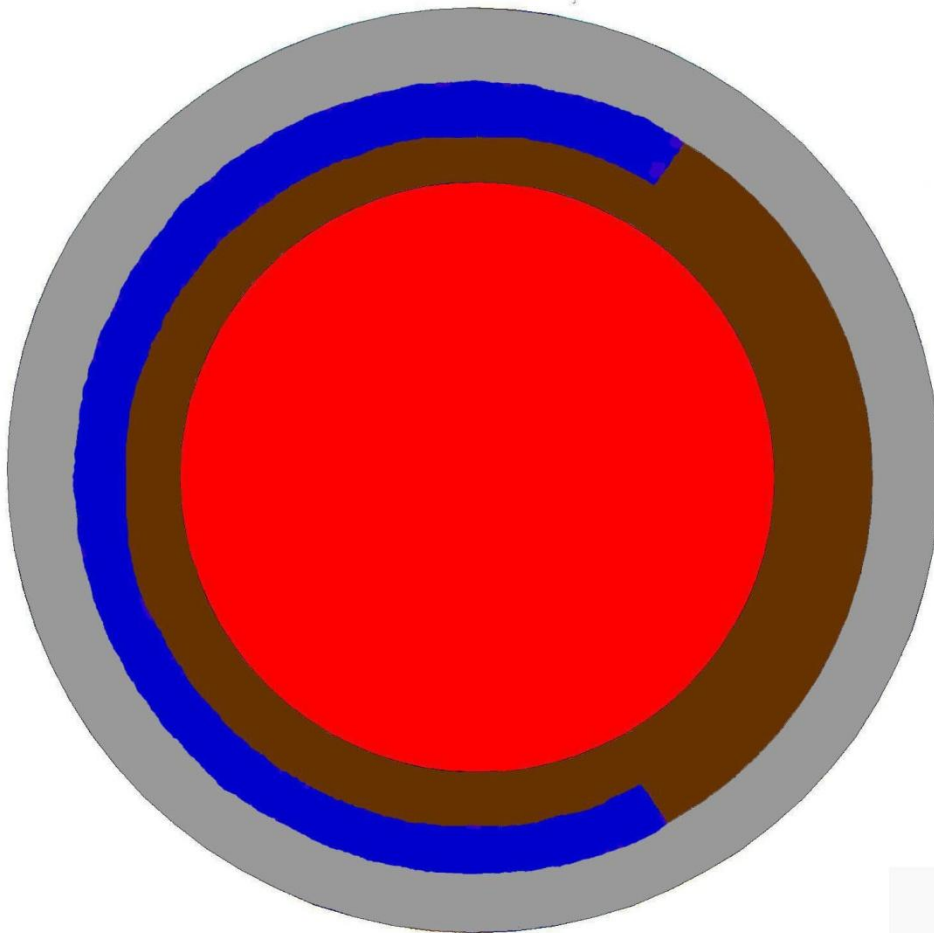
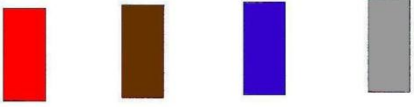


plaat 6.

Terwijl de aarde afkoelde, ordenden de stoffen waaruit de aarde gevormd is, zich naar hun soortelijk gewicht. De soortelijk zwaardere stoffen kwamen in het midden van de aarde terecht, in de barysfeer. Daaromheen vormde zich een laag van gesteente, die we de lithosfeer noemen. In de holten van dit gesteente vinden we de oceanen, die de hydrosfeer vormen. Om dit alles heen bevindt zich een luchtsfeer, die wij de atmosfeer noemen.

De aarde heeft een diameter van 12757 kilometer. De lithosfeer is gemiddeld 80 kilometer dik. De gemiddeld diepte van de oceanen is 3,8 kilometer. De atmosfeer is 220 kilometer dik maar het gedeelte waarin wij adem kunnen halen is slechts vijf kilometer dik.

barysfeer
lithosfeer
hydrosfeer
atmosfeer



De proeven

De proeven die in het verhaal beschreven worden zijn er (evenals de platen) een aantal uit een hele serie die door de Association Montessori Internationale is ontwikkeld.

Deze proeven hebben hetzelfde doel als de vertelplaten: de verbeeldingskracht steunen om de in het verhaal ontwikkelde concepten goed te kunnen bevatten.

Dat werkt des te beter als de proeven, die in het verhaal door de leider zijn voorgegaan, door de kinderen zelfstandig herhaald mogen worden.

In deze keuze zijn proeven opgenomen die geen gevaarlijke stoffen vereisen. Zo worden de kinderen, die de proeven nadoen, en ook het milieu gespaard.

Het zelfstandig herhalen veronderstelt een serie opdrachten en conclusiekaarten. Op de hierna volgende bladzijden zijn deze kaarten zo afgebeeld dat ze eenvoudig gekopieerd en uitgeknipt kunnen worden.

De werkwijze is de volgende:

In het lokaal staat een proeventafel, waarop het kind alles vindt wat het voor de proeven nodig heeft, alsmede twee bakjes: een met de opdrachtkaarten en het andere met de conclusiekaarten.

Met behulp van de opdrachtkaarten voeren de kinderen de proeven uit. Als ze dat willen schrijven ze op wat ze hebben opgemerkt. Daarna vergelijken ze hun observaties met die op de conclusiekaarten. Hiervan kan een schrift worden aangelegd.

De kaarten zijn van een formaat dat past in het opdrachtenbakje van de firma Nienhuis.

De Kleurplaten

Toen ik nog als Montessorileider in Maastricht werkte maakten de kinderen in mijn bovenbouw soms werkstukjes naar aanleiding van de Vertelling. Ze zochten gegevens in het documentatiecentrum naar aanleiding van de vertelling en schreven daarover. Vaak in Word. De geprinte pagina's verzamelden ze in een snelhechter. Als hulp bij deze werkstukjes had ik kleurplaten voor ze gemaakt van de vertelplaten. Die zijn hierna afgebeeld.

1. Kou - Vriezen

Materiaal:

- Wat ijsblokjes
- Een houten hamer
- Een theedoek
- Een bus zout
- Twee thermometers
- Twee glaasjes

Opdracht:

Doe ijsblokjes in de theedoek en sla ze fijn met de houten hamer.

Doe de fijngeslagen ijsblokjes in de twee glaasjes.

Zet in elk glaasje een thermometer in het ijs.

Doe in één glaasje een flinke hoeveelheid zout bij het ijs.

Vergelijk na enige tijd de temperatuur in het ene glas met die in het andere glas.

Wat merk je op?

1. Kou - Vriezen

Conclusie:

De temperatuur van ijs is niet het koudste wat er is. Er bestaan nog veel lagere temperaturen.

2. Het Ontstaan van een Ster

Materiaal:

- Olijfolie
- Pure alcohol
- Een glas
- Een kannetje water
- Een pipet

Opdracht:

Giet water in het glas tot het voor driekwart gevuld is. Druppel met de pipet een paar druppels olijfolie in het water. Schenk er, met het kannetje, langzaam, langs de rand van het glas, wat alcohol bij.

Wat merk je op?

2. Het Ontstaan van een Ster

Conclusie:

De ontelbare groepen sterren in het heelal lijken wel wat op deze druppels olie in het glas. De sterren draaien rond in de ruimte, zoals de druppels olie in het glas.

3. Vast - Vloeibaar - Gasvormig

Materiaal:

- Een kurk
- Een kannetje water
- Drie glaasjes
- Drie strookjes papier
- Een potlood

Opdracht:

Zet de drie glaasjes naast elkaar.

Stop het stukje gekleurd glas in het eerste glaasje.

Giet water in het tweede glaasje.

Laat het derde glaasje leeg.

Schrijf op de strookjes **vast**, **vloeibaar** en **gasvormig** en leg ze bij de juiste glaasjes

Wat merk je op?

3. Vast - vloeibaar - gasvormig

Conclusie:

Stoffen kunnen in drie vormen voorkomen: vast, vloeibaar en gasvormig.

4. De Overgang van Vast naar Vloeibaar en Gasvormig

Materiaal:

- Een stukje kaarsvet
- Een smeltlepel (lepel met een geïsoleerd handvat)
- Een gasbrandertje
- Lucifers

Opdracht:

Steek het gasbrandertje aan met de lucifers.

Leg het stukje kaarsvet in de smeltlepel en houd de lepel in de vlam van de brander.

Blijf de lepel boven de gasvlam houden totdat de lepel helemaal leeg is.

Wat merk je op?

4. De Overgang van Vast naar Vloeibaar en Gasvormig

Conclusie:

De meeste vaste stoffen die verhit worden, worden eerst vloeibaar en daarna gasvormig.

5. De Uitbarsting van een Vulkaan

Materiaal:

- Een geboetseerd model van een vulkaan op een onderzetter.
- Ammoniumdichromaat.
- Zwavel.
- Doosje lange lucifers.

Opdracht:

Neem de geboetseerde vulkaan, die op een onderzetter staat.

Doe in de krater wat ammoniumdichromaatkristallen en wat zwavel.

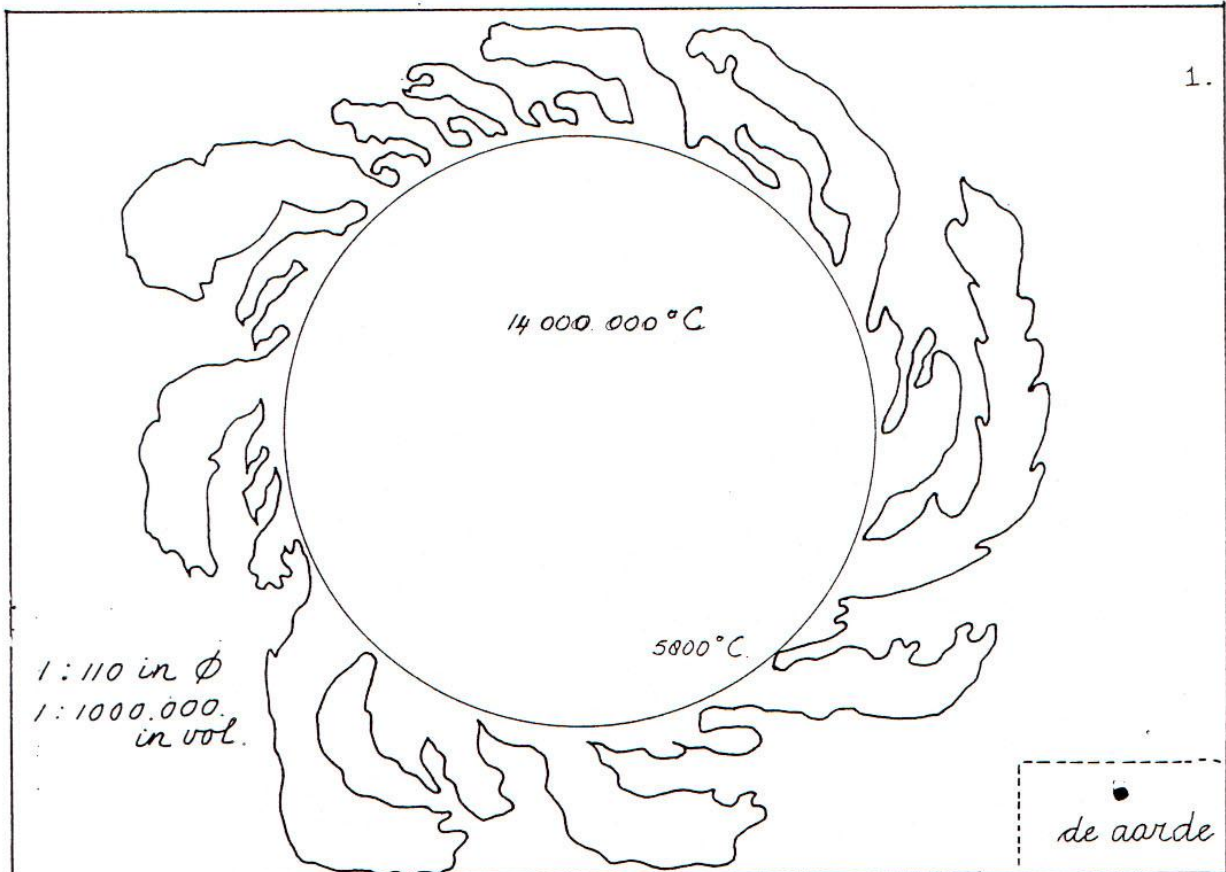
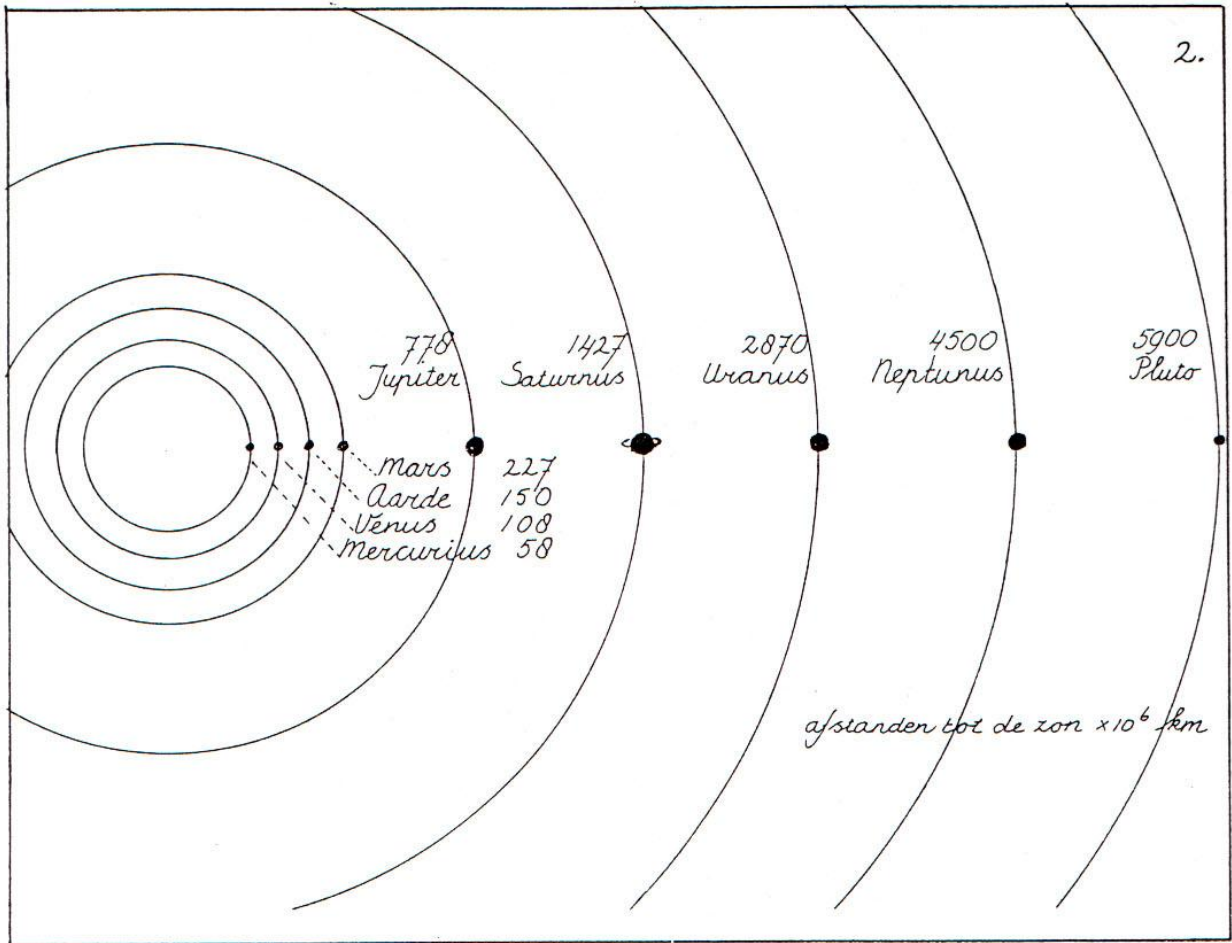
Steek de kristallen aan met een lange lucifer.

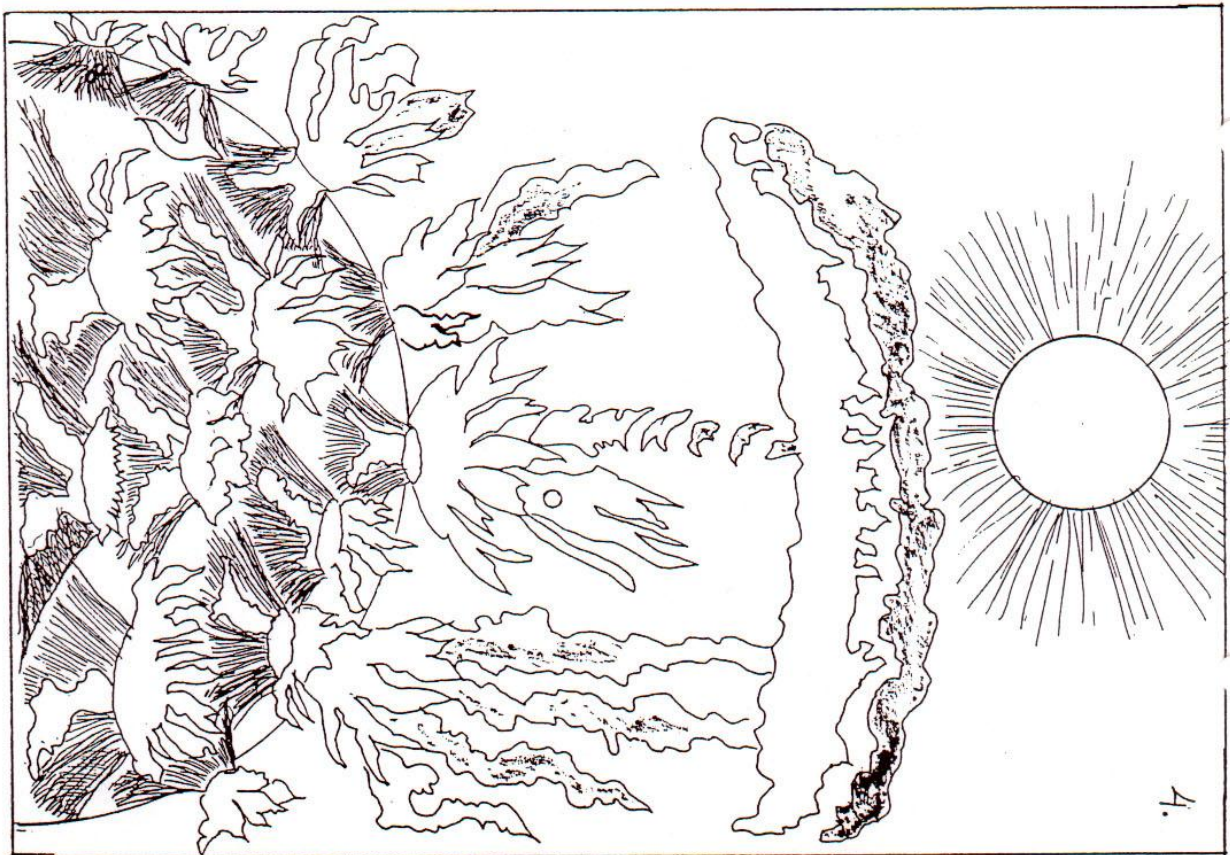
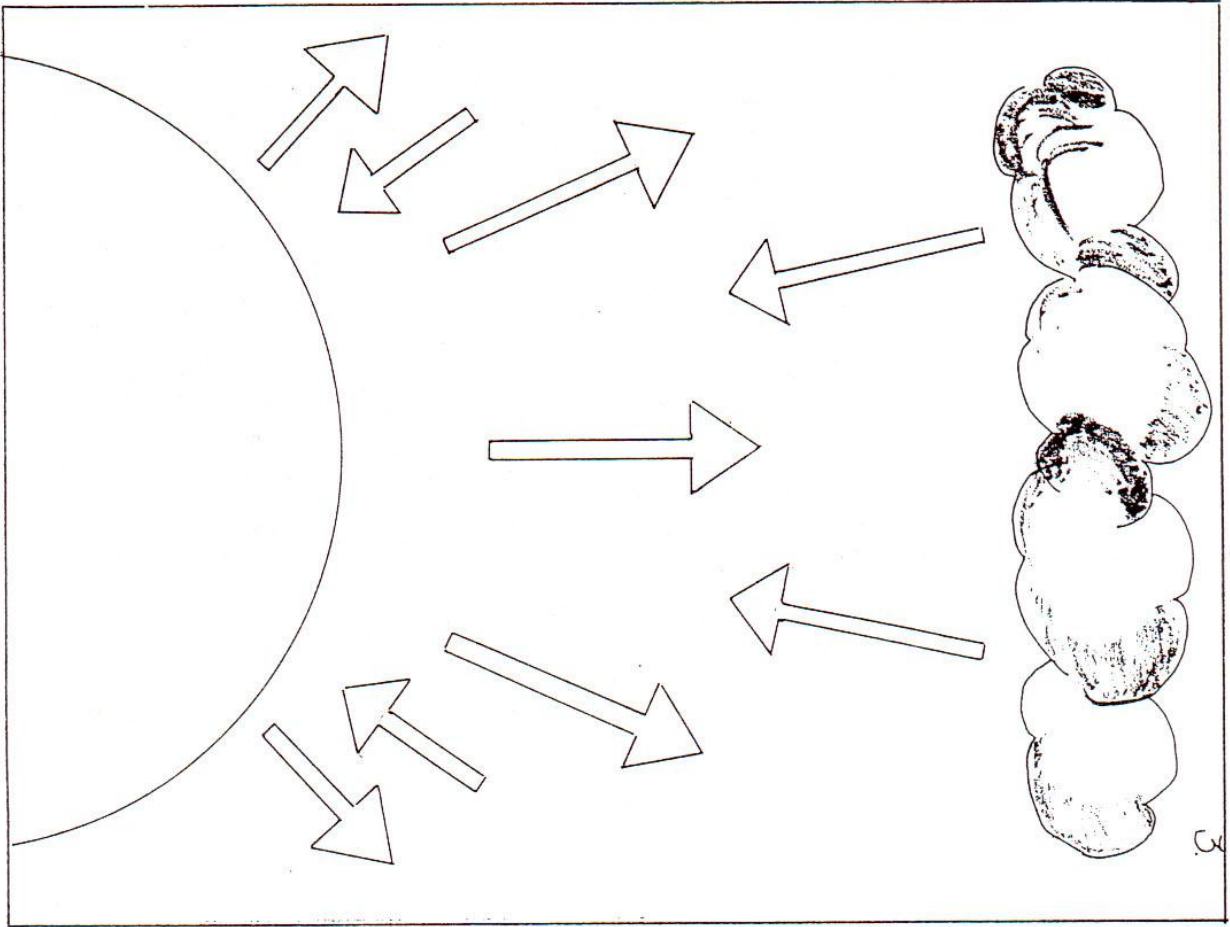
Wat merk je op?

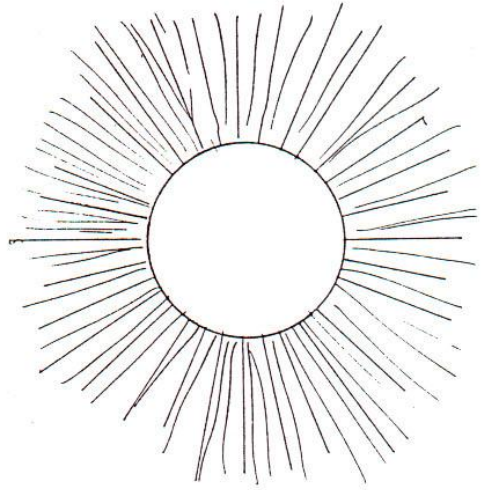
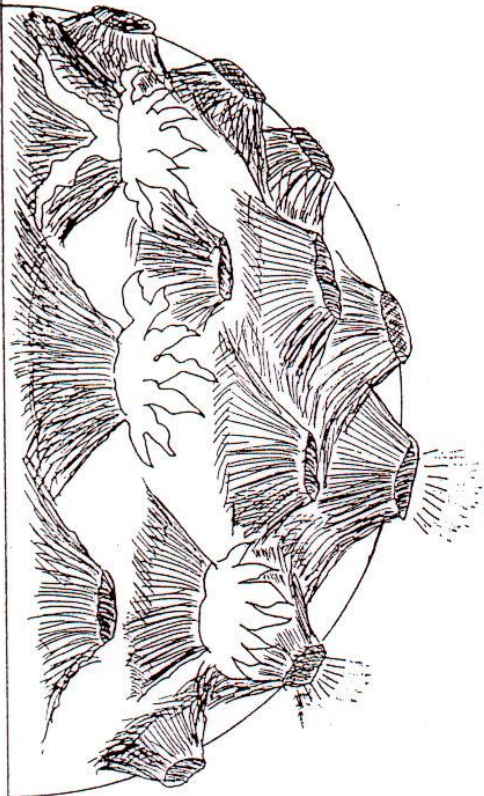
5. De Uitbarsting van een Vulkaan

Conclusie:

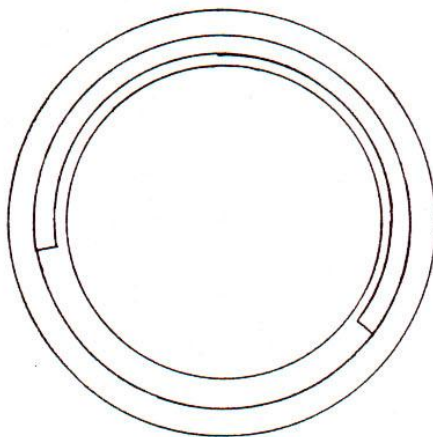
In het binnenste van de Aarde zitten hete vloeibare stoffen, die – op sommige plaatsen – door de aardkorst naar buiten kunnen komen. Ze vormen dan o.a. vulkanen.







5.



- barysfeer*
- lithosfeer*
- hydrosfeer*
- atmosfeer*

6.

Literatuur:

- Kelpin, Fred (1975) De Kosmische Opvoeding en het Kosmisch Onderwijs in de Pedagogiek van Dr. Maria Montessori Scriptie in het kader van de opleiding M.O. Pedagogiek B van het Psychologisch-Pedagogisch Instituut van de Katholieke Leergangen te Tilburg. Begeleid door Drs. A. van Boxtel.
Later uitgegeven in de serie Readers Kosmisch Onderwijs:
(vijfde herziening, januari 1997) Maastricht, uitgegeven in eigen beheer.
- Kelpin, Fred (1996) Readers Kosmisch Onderwijs – Evolutieleer in de Montessorischool Serie Readers ten behoeve van het onderwijs van de Montessoriopleiding in Eindhoven.
Maastricht, uitgegeven in eigen beheer.
- Eckert, Ela. Waldschmidt, Ingeborg. (2007 ²) Kosmische Erzählungen in der Montessori-Pädagogik Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Montessori Gesellschaft e.V.
Berlin, Litt Verlag.
Blz. 44 t/m 63.
- Association Montessori Internationale (zonder jaartal) The Formation of the Earth and Insolation
Twee diaserie van de vertelplaten.
Amsterdam, Koninginneweg 161.