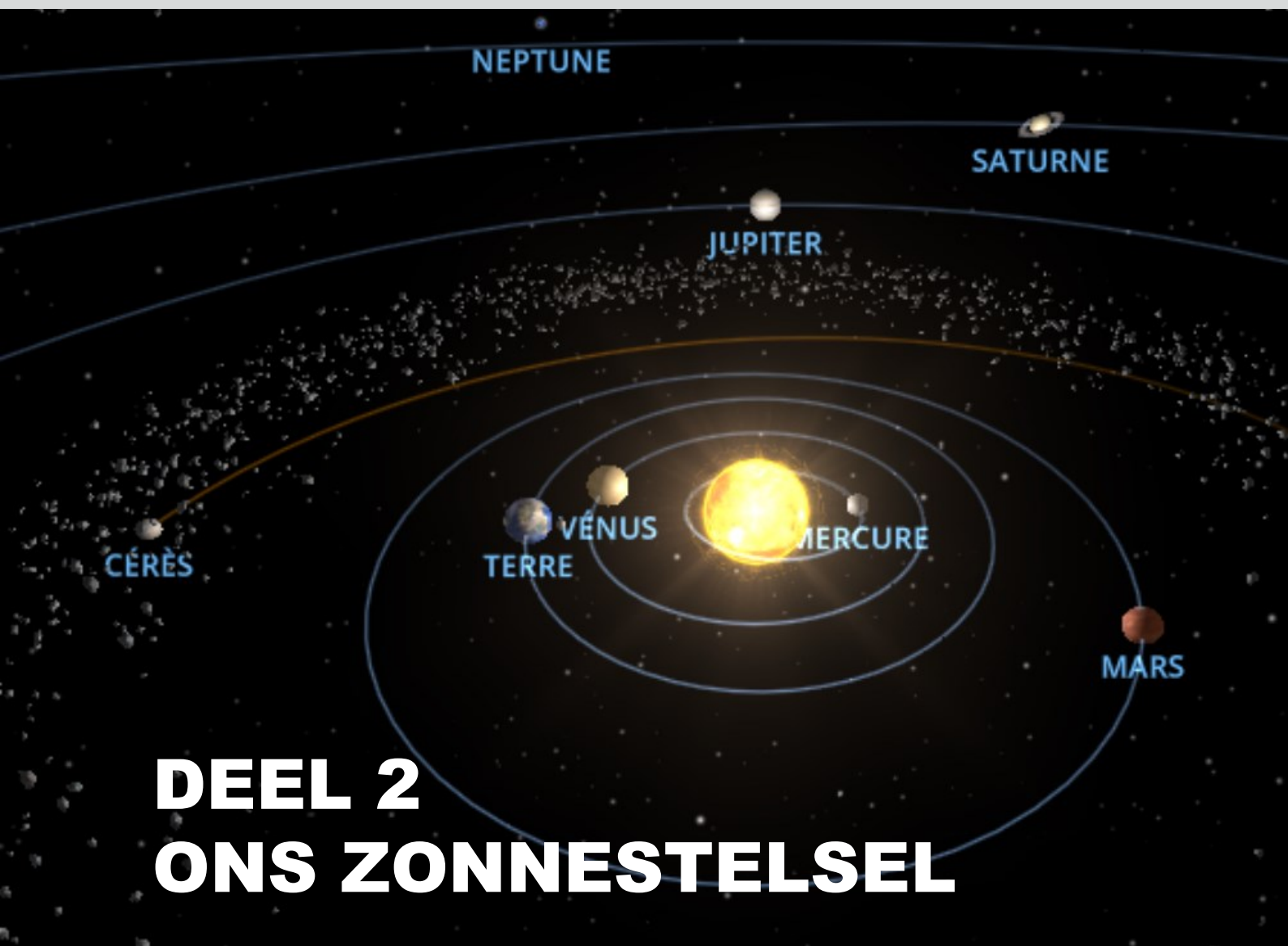


# Op schoolreis naar de Maan

Lessenreeks 2<sup>de</sup> & 3<sup>de</sup> graad lager onderwijs  
Lerarengids



## DEEL 2 ONS ZONNESTELSEL

- Breng de Zon en de acht planeten in beeld op niveau van de kinderen ●●●●
- Visualiseer het systeem Aarde-Maan met een memorabel model ●●●●●
- Waar leven onze astronauten in de ruimte? Hoe ver is het? ●●●●●●

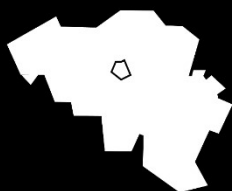


## OVER ESERO BELGIUM

ESERO is een scholenprogramma van de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA. Het doel van dit programma is leraren van basisonderwijs en middelbaar onderwijs helpen om het populaire thema ruimtevaart in de klas te brengen, binnen hun lesopdracht. Dit doen we op drie manieren: **lesmateriaal** (online), **lerarenvormingen**, en **STEM projecten voor scholen**. Het aanbod is volledig gratis voor leraren in beroep en leraren in opleiding, en is afgestemd op de eindtermen in het onderwijs. Hedendaagse en inspirerende ruimtevaartmissies vormen de context diverse schoolvakken.

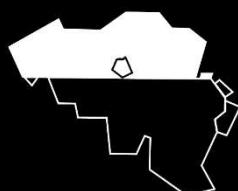
## WWW.ESERO.BE

Nationale coördinator



**KU LEUVEN**

Vlaamse coördinator



UGENT  
VOLKSSTERRENWACHT  
ARMAND PIENS

Frans- en Duitstalige  
coördinator



**ULB**

La Scientothèque

ESA Education beheert en coördineert alle ESERO's in Europa. Elke ESERO bestaat dankzij een cofinanciering van ESA en nationale partners. Het federaal wetenschapsbeleid (BELSPO) is de cofinancierende partner voor ESERO Belgium.



# Op schoolreis naar de Maan

## Deel 2 – Ons Zonnestelsel

### *Handleiding voor leraren*

---

## Kenmerken

**Doelgroep** Leraren tweede en derde graad lager onderwijs.

**Type** Lessenreeks met leerlingen-activiteiten in een context van ruimtereizen.

**Hoeveel lestijden?** Als je alles (alle delen) doorloopt: ongeveer 14 lessen. Of je kiest één of enkele lessen uit.

**Benodigheden**

- Een gewoon klaslokaal
- Gewoon huis-, tuin- en keukenmateriaal
- In detail aangegeven per les

**Wat de leerlingen gaan leren**

- Kennis over het Zonnestelsel, planeten, manen
- Kennis over planeet Aarde en de atmosfeer
- Kennis over lucht en luchtdruk, het broeikaseffect
- Water als ijs, vloeistof en damp
- Kenmerken van zuurstof, CO<sub>2</sub> en water
- Wat is zwaartekracht?
- Verschil tussen massa en gewicht
- Waarvoor dient een raket?
- Berekeningen maken
- Een experiment opstellen en uitvoeren
- Resultaten rapporteren en interpreteren
- Communiceren over je werk
- In groep werken

**Samenvatting** ESA en NASA plannen een bewoonde Maanbasis rond 2030. En we verwachten terug landingen op de Maan door een groep astronauten vanaf 2025.

Deze cursus leidt je leerlingen doorheen een denkbeeldige reis naar de Maan. Ze komen moeilijkheden en vragen tegen die ze één voor één proberen oplossen via onderzoekend leren. Hiervoor worden klasexperimentjes en -oefeningen aangeboden in elke les. Op die manier leren ze over diverse onderwerpen die ook van belang zijn voor ons leven op Aarde.

# Colofon

**Eerste uitgave** Oktober 2018

**Tweede uitgave** Mei 2019

**Derde uitgave** November 2021

**Gebruik** Deze cursus mag gratis gebruikt worden voor educatieve doeleinden. Als je onderdelen eruit kopieert, dan moet dit gebeuren met een verwijzing naar het origineel. De recentste versie van de cursus kan je downloaden op [www.esero.be](http://www.esero.be)

## AUTEURS

**ESERO Belgium** Cursusinhoud, vormgeving, lerarenvorming (Pieter Mestdagh & Leonie De Clercq).

**ESERO Nederland** Verschillende klasexperimenten zijn gebaseerd op lespakketten van ESERO Nederland.

**Astropolis Oostende** In 2019 werd een eerste werkversie gemaakt van een Android app die als middel dient om de kinderen doorheen deze lessen te loodsen. Dit werd gerealiseerd via een samenwerking tussen UGent Volkssterrenwacht Armand Pien en AP Hogeschool Antwerpen via een Europees studententeam. Astropolis werkt aan een Publiceerbare versie van de app samen met ESERO Belgium.

**Uw mening is belangrijk** ESERO Belgium werkt altijd aan een betere kwaliteit. Gebruikers van onze cursussen worden aangemoedigd om feedback te geven via de contact gegevens op [www.esero.be](http://www.esero.be). Wanneer uw reactie bijdraagt aan een belangrijke verbetering van de cursus, dan wordt uw naam opgenomen in de auteurslijst (colofon) in de nieuwe online editie. Op die manier helpen gebruikers de andere, toekomstige gebruikers om beter lesmateriaal te krijgen.

**Uw foto's en video's zijn welkom** Als je in je klas deze cursus gebruikt, en je neemt foto's of video's op, dan zijn we geïnteresseerd om deze te ontvangen. Beeldmateriaal dat representatief is en andere leraren helpt om het lesmateriaal te verduidelijken worden gepubliceerd in onze cursus als extra illustratie, met naamsvermelding. Zorg dan wel dat alle personen die in beeld komen hun toestemming gaven om te publiceren.

# Op schoolreis naar de Maan:

## Publicaties

<b>DEEL 1</b>	<b>INLEIDING</b>	Ons thema: ruimtereizen in onze tijd. Over deze lessenreeks.
<b>DEEL 2</b>	<b>ONS ZONNESTELSEL</b>	Wat vind je in het Zonnestelsel? Reizen in de ruimte: hoe ver is het?
<b>DEEL 3</b>	<b>OPSTIJGEN EN LANDEN</b>	Hoe reis je naar de ruimte? Waarvoor dient een raket? Hoe kan je veilig landen?
<b>DEEL 4</b>	<b>WATER</b>	Is er water op de Maan en op Mars? Water zuiveren.
<b>DEEL 5</b>	<b>ATMOSFEER</b>	Hoe warm of koud is het op de Maan? Het broeikaseffect. Seizoenen op Aarde en Mars. Waarvoor dient een ruimtepak?
<b>DEEL 6</b>	<b>ADEMEN</b>	Wat is lucht? Waarom is er zuurstof op Aarde? Zuurstof maken op de Maan.
<b>DEEL 7</b>	<b>ZWAARTEKRACHT</b>	Waarom is een astronaut gewichtloos? Wat doet zwaartekracht precies? Je gewicht op andere planeten.

## Inhoud DEEL 2

<b>1</b> Planeten en Manen.....	6
Inleiding .....	6
Wat zijn planeten?.....	6
De planeten van ons Zonnestelsel .....	7
<b>Klasoefening: een schaalmodel van de planeten</b>	
Wat zijn manen? .....	12
<b>2</b> Hoe ver is het?.....	15
<b>Klasoefening: visualiseer het Aarde-Maan systeem</b>	

# 1 Planeten en Manen

## Inleiding

Het zonnestelsel is de omgeving van de Aarde, met de Zon in het centrum. De belangrijkste andere objecten in het zonnestelsel zijn:

- 8 planeten
- Vele manen
- Planetoïden, kometen en stof

## Wat zijn planeten?

Pluto is geen planeet. Dit werd wereldwijd beslist in 2006 door sterrenkundigen. Sommige manen rond Jupiter en Saturnus zijn groter dan de planeet Mercurius. Toch zijn ze een maan, en geen planeet.

Om alle kindervragen hierover te beantwoorden, geven we hieronder een eenvoudige toelichting over wat een planeet nu precies is.

### a) Een planeet is zwaar genoeg om rond te zijn (een bol)

Planeten zijn heel grote verzamelingen van steen, stof en gas. Hoe groter de totale massa, hoe groter de zwaartekracht. Het is deze zwaartekracht die alle stof en gas zoveel mogelijk naar de kern toe trekt. Wanneer je heel hard alle massa in alle richtingen evenveel naar het midden trekt, dan ga je eindigen met een bol. Een kleinere massa heeft niet genoeg zwaartekracht om dit te doen, dus kleinere rotsen (asteroïden of de kleine maantjes van Mars) zijn niet bolvormig.

Bolvorm is een essentiële eigenschap van een planeet. Maar er zijn ook andere objecten met een bolvorm, zoals manen en dwergplaneten (zie verder).

### b) Planeten geven zelf geen licht

Planeten zijn niet groot en zwaar genoeg om veel energie te produceren, zoals een ster wel doet. We kunnen planeten wel als lichtschildjes of lichtpuntjes in de hemel zien, maar dat is omdat ze zonlicht weerkaatsen naar ons.

### c) Planeten bewegen rond een ster

Alle planeten draaien in een baan rond hun ster. In ons geval is dat rond de Zon. Maar er zijn nog veel andere objecten die rond de Zon draaien, zoals kometen, planetoïden en dwergplaneten. Sommige van die objecten hebben in ons zonnestelsel meer langgerekte banen (uitgerekte ovaal of ellips) dan de baan van planeten. De baan van de acht planeten lijken meer op cirkels.

#### d) Planeten hebben hun baan 'opgekuist'

Wanneer je de Aarde zou kunnen volgen op een afstand, dan zou je alleen maar lege ruimte tegenkomen. Dat komt omdat onze planeet alle steentjes, stof en gassen aangetrokken heeft die zich in haar baan bevonden. Je zou kunnen zeggen dat de Aarde haar baan 'opgekuist' heeft als een stofzuiger.

Dit is een kenmerk van alle acht planeten in ons zonnestelsel. En dit is precies de reden waarom dwergplaneten als Pluto, Ceres of Eris geen planeet mogen genoemd worden. Pluto bijvoorbeeld deelt zijn baan rond de Zon met miljoenen andere brokstukken die op die afstand rond de Zon bewegen.



*Vereenvoudigde voorstelling (niet op schaal) van de 8 planeten rond ons zonnestelsel. Op volgorde: Mercurius, Venus, Aarde, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus.*

*Tussen Mars en Jupiter is de planetoïdengordel getekend. Voorbij Neptunus zien we de Kuiper gordel. Pluto (niet getekend) is een dwergplaneet die samen met de objecten van de Kuiper gordel rond de Zon draait.*

*Bron: <http://wimedialab.pbslearningmedia.org/resource/482216739-earth-space/solar-system-illustration-earth-and-space/>*

## De planeten van ons Zonnestelsel

### Kleine steenachtige burenen en verre gasreuzen

In het zonnestelsel vinden we 2 soorten planeten:

- De vier gesteente planeten, bestaande uit steen (hard en kleiner):  
**Mercurius, Venus, Aarde, Mars.**
- De vier gasreuzen, bestaande uit samengedrukte gassen en een harde kern:  
**Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus.**



De vier gesteente planeten zijn ontstaan in een regio dicht bij de Zon. In deze zone was het warmer, dus veel stoffen waren verdampt (in gasvorm). Wanneer de Zon begon te stralen zijn deze dampen weggeblazen naar buiten toe. Verder van de Zon zijn deze gassen bevroren, ze werden ijs. De overgang van de dichtere zone naar de verdere zone wordt de 'ijsgrens' genoemd. De bevroren ijskorrels voorbij de ijsgrens werden niet verder weggeblazen door de zonnestraling, dus was er daar veel meer materiaal aanwezig. Hier konden dan ook veel grotere planeten ontstaan: de gasreuzen.

**Jupiter** is de grootste planeet. Haar diameter is ongeveer 10 keer groter dan de diameter van de Aarde, en ongeveer 10 keer kleiner dan de diameter van de Zon. Zwaardere planeten hebben meer zwaartekracht. Jupiter vangt daarom heel veel ruimtepuin (stof, planetoïden, kometen), en helpt op die manier de gesteenteplaneten in het binnenste deel van het zonnestelsel beschermen tegen gevaarlijke meteorietinslagen.

**De Aarde** is een heel bijzondere planeet. Het is de grootste van de vier gesteenteplaneten, en de enige waarop vloeibaar water voorkomt. Het is ook de enige waarop we leven vonden tot hiertoe. We kunnen echter niet uitsluiten dat er op andere planeten of manen microben leven die we nog niet ontdekt hebben.

### **Een nieuwe planeet vormen: niet proberen dichtbij Jupiter**

De planeten zijn gevormd in de beginfase van het zonnestelsel. Bijna alle materie van de stofwolk waaruit het zonnestelsel ontstaan is, is in de Zon terecht gekomen. De overschot van stof en gas zit grotendeels in de planeten, vooral in Jupiter. Maar tussen de banen van Mars en Jupiter is iets afwijkend gebeurd.

Jupiter verstoorde de planetenvorming ernstig met zijn grote zwaartekracht. Grote brokstukken in de buurt werden uit elkaar getrokken, en botsten met andere brokstukken die door Jupiters zwaartekracht versneld werden. Daarom zeggen wetenschappers dat de ring van brokstukken (planetoïden) tussen Mars en Jupiter niets anders zijn dan een mislukte planeet, die nooit de kans kreeg om één groot object te vormen. Er zijn miljoenen kleine objecten, de meesten echt heel klein. Er zijn uitzonderingen: de grootste van deze miljoenen objecten is Ceres, een dwergplaneet met een diameter van ongeveer 1000 km. Ceres zou ongeveer een derde van de totale materie bevatten uit de planetoïdengordel.

## KLASOEFENING: EEN SCHAALMODEL VAN DE PLANETEN

### Klasoefening: samenvatting

In deze oefening gaan we eetbare objecten gebruiken om de Zon en de acht planeten uit te beelden en de groottes met elkaar te vergelijken. Je kan één van onderstaande sets van ronde objecten gebruiken, ofwel zelf een andere versie maken.

De leraar legt alle eetbare bolletjes door elkaar op een tafel. De kinderen gaan op zoek naar de beste afmetingen om de Zon en alle planeten op een juiste schaal naast elkaar te leggen. Er zit ook een meet- en rekenoefening in.

Voorkennis over het zonnestelsel is van de kinderen niet verwacht.

### Klasoefening: opstelling

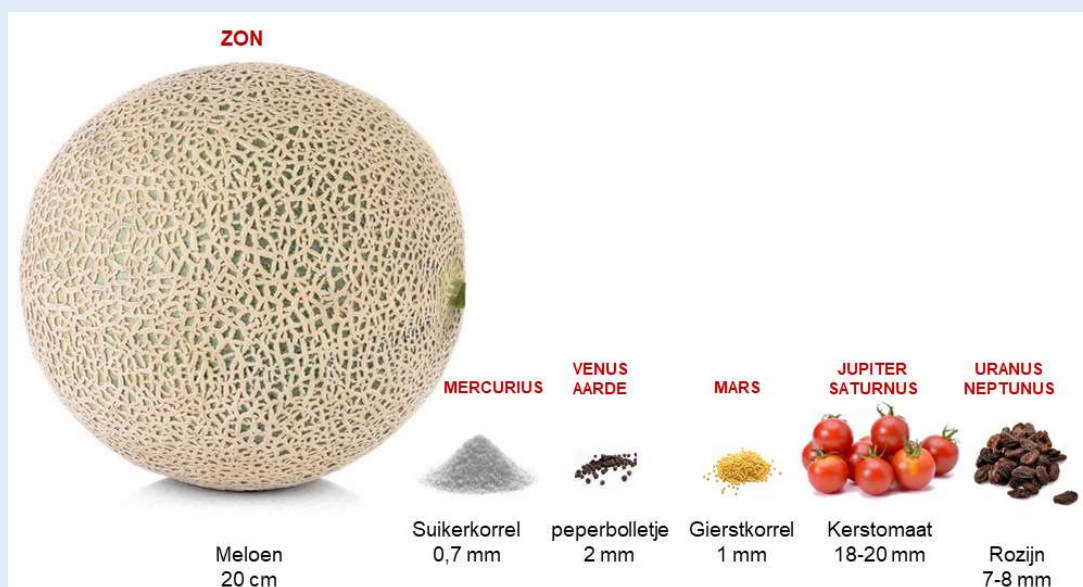
- Verzamel de ronde objecten van set A of set B en breng ze mee naar de klas. Zorg dat je van elk object meerdere exemplaren hebt. Leg alle ronde objecten door elkaar op één tafel.
- Verberg eerst het grootste object dat de Zon voorstelt (A: meloen of B: een zitbal). De kinderen gaan de oefening eerst alleen met de planeten doen. Daarna gaan ze de afmeting van de Zon raden.

De afmetingen van de echte planeten hieronder zijn afgerond tot een veelvoud van duizend om het gemakkelijker te maken.

Object	Km diameter (afgerond)	SET A	
		eetbaar object	model afmeting
Zon	1.400.000	Meloen	± 20 cm
Mercurius	5.000	Suikerkorrel	± 0,7 mm
Venus	12.000	Peperbolletje	Max 2 mm
Aarde	13.000	Peperbolletje	Max 2 mm
Mars	7.000	Gierstkorrel	1 mm
Jupiter	143.000	Kerstomaat	± 20 mm
Saturnus	121.000	Kerstomaat	± 18 mm
Uranus	52.000	Rozijn	7-8 mm
Neptunus	50.000	Rozijn	7-8 mm

Je kan natuurlijk andere objecten kiezen dan de voorbeelden hierboven als die beter passen bij de modelgroottes die zijn aangegeven. Je moet in elk geval met een meetlat naar de winkel en zien welke objecten van de gewenste grootte je kan vinden.

Object	Km diameter (afgerond)	SET B	
		eetbaar object	model afmeting
Zon	1.400.000	Zitbal	± 100 cm
Mercurius	5.000	Kleine linzen	± 4 mm
Venus	12.000	Kleine druif	Max 10 mm
Aarde	13.000	Kleine druif	Max 10 mm
Mars	7.000	Kleine erwten of vlierbes	5 mm
Jupiter	143.000	Pompelmoes	± 100 mm
Saturnus	121.000	Grote appelsien	± 90 mm
Uranus	52.000	Kleine limoen	± 40 mm
Neptunus	50.000	Kleine limoen	± 40 mm



Model van de Zon en de planeten in het zonnestelsel: Set A (boven) en Set B (onder).

### Klasoefening: maak nu je model van de planeten

- Toon aan de kinderen het een overzicht van het zonnestelsel met behulp van [www.solarsystemscope.com](http://www.solarsystemscope.com).
- Overloop met hen de volgorde van de planeten vanaf de Zon gezien (zie tabel hierboven).
- Laat de leerlingen de groottes van de planeten vergelijken. Een leuke tool die je hiervoor kan gebruiken is: Planet Compare: [https://callumprentice.github.io/apps/planet\\_compare/](https://callumprentice.github.io/apps/planet_compare/). Met behulp van deze site kan je telkens twee hemellichamen met elkaar vergelijken.
- Verdeel de klasgroep in kleinere groepen. Je mag zelf het aantal leden per groep kiezen.
- Geef elke groep **9 vellen papier** van gelijke grootte (A5 of A4).
- Vraag de kinderen om op elk blad **de naam van een planeet** te schrijven (en de Zon ook op één blad).
- Vraag de kinderen om de 9 vellen papier met de planeetnamen in **dezelfde volgorde** te leggen **als het echte zonnestelsel** (Zon – Mercurius – Venus – Aarde – Mars – Jupiter – Saturnus – Uranus – Neptunus).
- Vraag hen nu om objecten van de tafel te nemen en telkens 1 object op één van de papieren te leggen, overeenkomend met de afmetingen van de echte planeten:
  - Vraag eerste welke planeet de **grootste** is (Jupiter).
  - Leg dan het grootste object op **Jupiter**.
  - Vraag hen welke planeet de **kleinste** is (Mercurius).
  - Laat hen het kleinste object op **Mercurius** leggen.
  - Laat hen daarna zoeken naar **de rest** van het model (zonder Zon).
- Vraag hen om nu elk bolletje te **meten met een lat**, en op te schrijven op elk blad **hoeveel mm** het eetbaar bolletje is (zorg dat ze de eenheid mm erbij schrijven). Bijvoorbeeld : in set A hebben we een pompelmoes voor Jupiter. Op het Jupiter-blad schrijven ze de diameter van de pompelmoes in millimeters = 100 mm.
- Vraag hen nu om de **grootte van de Zon te raden** in hun schaalmodel. Tip: de diameter van de Zon is ongeveer 10 keer zo groot als die van Jupiter.
- Neem nu het **model van de Zon** en geef het aan de kinderen om het op de juiste plaats te leggen.
- Vraag hen nu om alle afmetingen in mm die ze genoteerd hebben te **vermenigvuldigen** om de **echte afmetingen** (diameters) te vinden van de planeten en de Zon:
  - **Set A** (gemeten waarde in mm): Vermenigvuldig met 7, en dan nog eens met 1.000, en verander mm dan in km. (1 mm in het model = 7.000.000.000 mm echte planeet diameter = 7.000 km)  
**Echte diameter (mm) = gemeten waarde x 7 x 1.000 (km)**
  - **Set B** (gemeten waarde in mm): Deel door 5, vermenigvuldig dan met 7, vermenigvuldig dan met 1.000, en verander dan mm in km.  
**Echte diameter (mm) = gemeten waarde / 5 x 7 x 1.000 (km)**

### Klasoefening: discussie en besluit

Stel volgende **vragen** aan de kinderen:

- Was je verrast hoe groot/klein de Zon en de planeten zijn?
- Zo ja, wat heeft je het meest verrast?
- Als de Aarde nu 30 cm groot zou zijn, hoe groot zou de zon dan zijn? Hierbij kan je een gewone aardbol tonen zoals die in veel klaslokalen te vinden is (meestal rond de 30 cm groot). Het antwoord: 32 meter, vergelijkbaar met een groot schoolgebouw.

Nu hebben de kinderen een gevoel voor planeetgroottes in ons zonnestelsel. Ze beseffen nu ook dat de Zon enorm groot is, en onze Aarde één van de kleine planeten.

Wat je hen eventueel kan laten **onthouden**:

De diameter van de Zon is **109 keer groter** dan de diameter van de Aarde.

Een andere manier om de algemene groottes in ons zonnestelsel te onthouden is de volgende (niet exact juist, maar het geeft de kinderen een goed gevoel van groottes):

- Diameter van de Zon = ongeveer 10 x diameter van Jupiter.
- Diameter van Jupiter = ongeveer 10 x diameter van de Aarde.
- Diameter van de Aarde = ongeveer 10 x diameter van een dwergplaneet (Jupiter, Ceres, ...).

## Wat zijn manen?

### Een maan draait niet rond de Zon (niet rond een ster)

Per definitie draait een maan niet rond een ster, maar wel rond een planeet of eventueel rond een ander object zoals een dwergplaneet of een planetoïde. Natuurlijk heeft die planeet wel een baan rond de Zon (of andere ster), en de bijhorende manen reizen wel mee met de planeet.

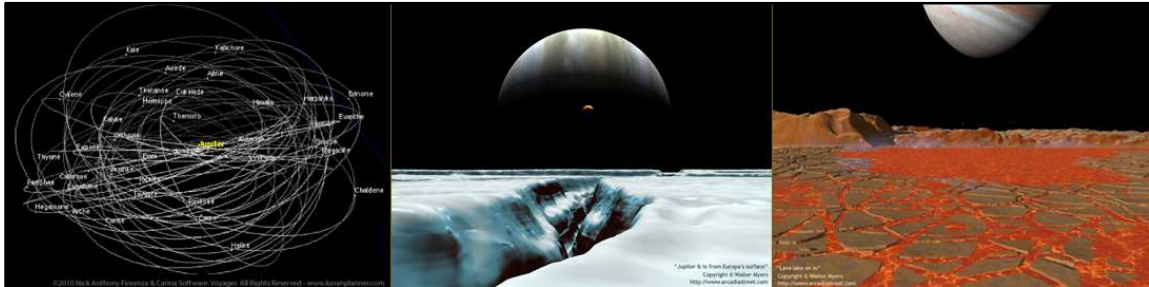
### Hoeveel manen vinden we in het zonnestelsel?

We weten allemaal dat de Aarde 1 maan heeft, en die wordt 'de Maan' genoemd (met hoofdletter M). Maar hoe zit het bij de andere planeten?

- **Mercurius** en **Venus** hebben geen manen.
- De **Aarde** heeft 1 uitzonderlijk grote maan (de Aarde diameter = ongeveer 4 x de Maan diameter).
- **Mars** heeft 2 manen, maar ze zijn heel klein en niet rond.
- Elke **gasreus** heeft vele manen. Voorbeeld: Jupiter is bekend voor zijn 4 grote manen die je kan zien vanop Aarde met een heel eenvoudige telescoop. Maar

eigenlijk kennen we van Jupiter tot nu toe 79 manen. En er worden er nog steeds in de loop der jaren ontdekt. De meeste zijn te klein om vanop Aarde te zien.

- Zes manen van gasreuzen zijn **even groot of groter dan onze Maan**: 4 van Jupiter, 1 van Saturnus, en 1 van Neptunus. Maar ze draaien natuurlijk rond veel grotere planeten. Die van Jupiter kan je al zien met een gewone verrekijker.



*Van links naar rechts:*

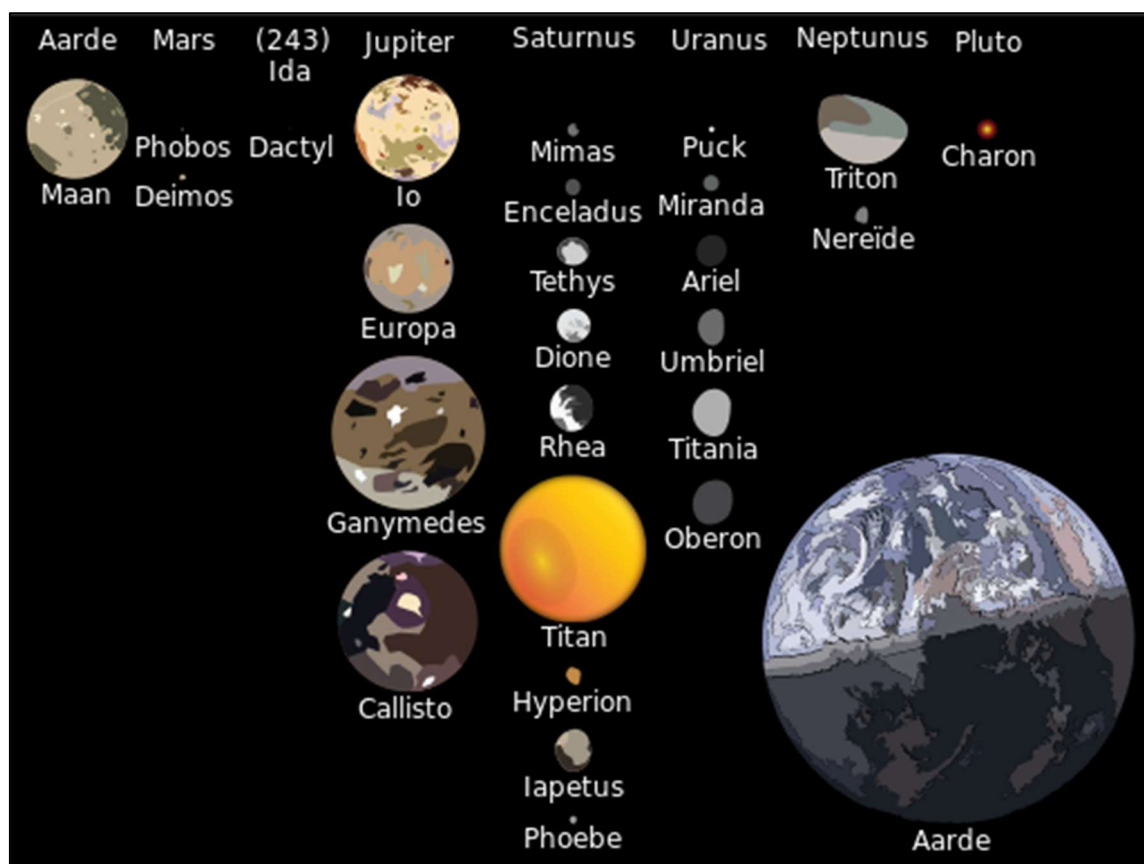
- *De banen van de manen van Jupiter.*
- *Zo zou het oppervlak van Europa er kunnen uitzien (een grote maan van Jupiter).*
- *Zo zou het oppervlak van Io er kunnen uitzien (een maan met vulkanen rond Jupiter).*

*Bron: <https://cooljupiterfact.weebly.com/jupiters-moons.html>*

### Is er veel verschil tussen manen en planeten?

De definitie van een maan gaat over haar baan rond een planeet, en niet over het uiterlijk van de maan zelf. Maar hoe ziet een maan er eigenlijk uit? Enkele interessante **kenmerken**:

- De meeste manen zijn kleiner en **lichter** dan een planeet, en ze hebben dus ook minder zwaartekracht.
- Manen kunnen gemaakt zijn uit **verschillende stoffen** zoals steen, metalen, (water)ijs, enz. en zelfs vloeibaar water. Manen zijn dus niet essentieel verschillend van samenstelling dan planeten. De maan Titan (Saturnus) heeft zelfs een duidelijke atmosfeer.
- Sommige manen zouden geschikt kunnen zijn voor **buitenaards leven**. Er zijn grote manen rond Jupiter die vloeibaar water onder het oppervlak hebben. In enkele gevallen kan dit water aan de oppervlakte komen in een soort uitbarsting. Een Europese ruimtemissie met de naam 'JUICE' gaat op zoek naar leven op dergelijke manen vanaf 2030. Als er daar leven is, dan zal het wel zeer waarschijnlijk microscopisch klein zijn.



Tekeningen van de grootste manen in het zonnestelsel, samen met de Aarde.  
 Alles op dezelfde schaal. Bron: [solarsystem.nasa.gov](https://solarsystem.nasa.gov), gepost op Wikipedia.

## 2 Hoe ver is het?

Weinig mensen kennen de onderlinge groottes en de afstand tussen de Aarde en de Maan. We zien voortdurend afbeeldingen van de Aarde en de Maan die naast elkaar staan, zowel op papier als op internet. Maar de juiste schaal is erg verschillend van dit soort afbeeldingen.

Daarom is het erg nuttig om de juiste afmetingen te laten zien in de klas. De onderstaande oefening geeft een realistisch beeld aan de kinderen van je klas, en het is gemakkelijk te onthouden.

### KLASOEFENING: VISUALISEER HET AARDE-MAAN SYSTEEM

#### Klasoefening: samenvatting

Een eenvoudig model brengt de afmetingen van de Aarde en de Maan in beeld, en de afstand tussen beide. We tonen dit niet gewoon aan de leerlingen, maar brengen het model op een interactieve manier.

#### Klasoefening: opstelling

Je zal een model moeten maken die de relatieve groottes toont van de Aarde en de Maan, met een lang touw tussen beide om de relatieve afstand te tonen. Het is heel eenvoudig te maken.

Natuurlijk kan je de model-afmetingen in de tabel hieronder vervangen door andere getallen naar keuze, als je maar dezelfde verhoudingen blijft respecteren.

#### **Diameter Aarde (foto 1)**

In het echt: ongeveer 12.800 km

In ons model: ongeveer 30 cm

#### **Diameter Maan (foto 2)**

In het echt: ongeveer 3.500 km

In ons model: ongeveer 8 cm

#### **Afstand Aarde-Maan (foto 3 en 4)**

In het echt: gemiddeld 384.000 km

In ons model: ongeveer 9 meter

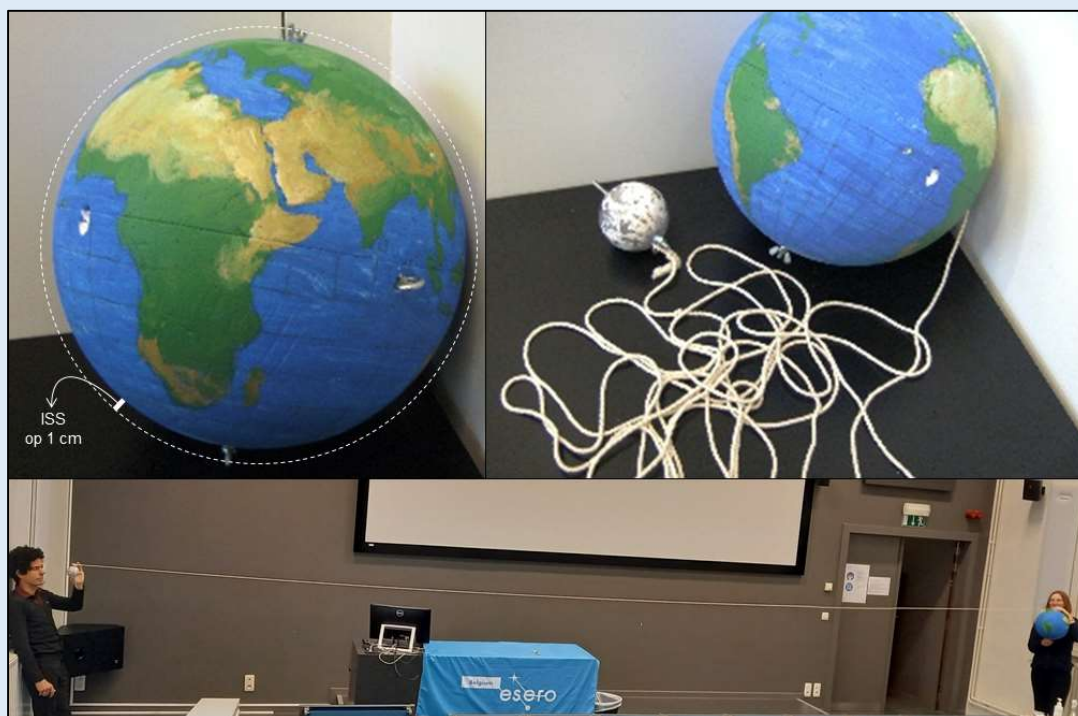
#### **Afstand Aarde-ISS (foto 5)**

In het echt: ongeveer 400 km

In ons model: ongeveer 1 cm

Het ISS = International Space Station, het ruimtestation, de enige plek waar op dit moment astronauten in de ruimte leven.





*Het Aarde-Maan model van ESERO Belgium.*

Bij ESERO BE hebben we ervaren dat dit Aarde-Maan model een erg krachtig middel is om de groottes en afstanden te visualiseren. Veel kinderen (en volwassenen) beleven een 'aha! moment', en kennen een jaar later nog steeds de juiste grootte-orde. Wil je dit model ook in je klas? Hieronder vind je een stappenplan om het zelf te maken.

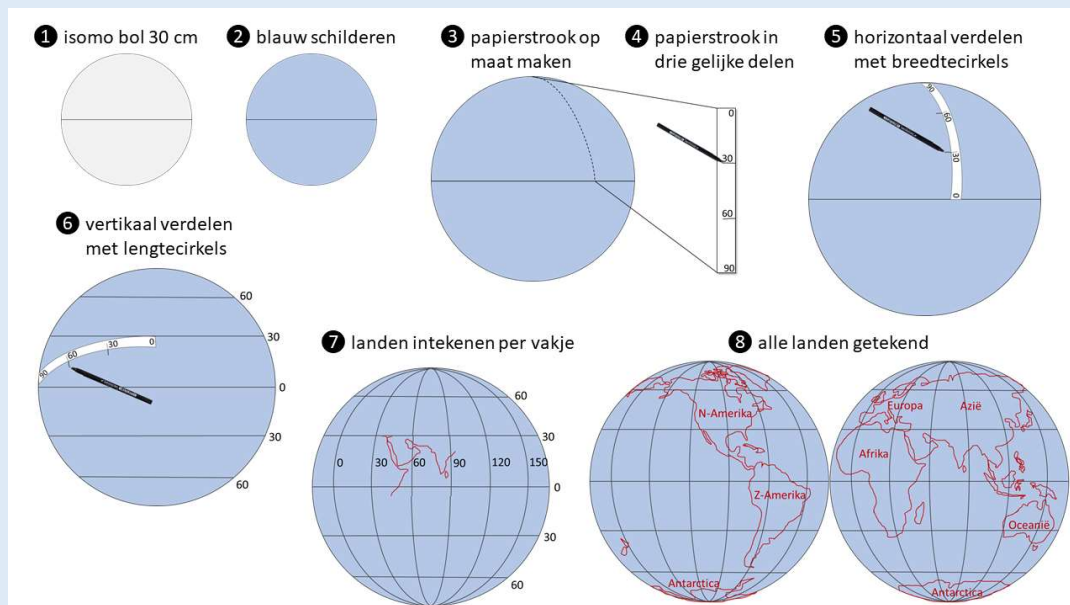
Schilder de Aarde en de Maan zelf op isomo bollen. Je gaat als volgt te werk:

1. Koop een **isomo bol van 30 cm** doorsnede. Ze bestaan uit twee helften. De naad vormt de evenaar.
2. Schilder de bol volledig **lichtblauw**.
3. Leg een **strookje papier** op de bol van de noordpool tot aan de evenaar. Knip het precies af op deze lengte.
4. Je hebt nu een papierstrookje dat even lang is als een vierde van de bolomtrek (dus van  $0^\circ$  tot  $90^\circ$ ). **Verdeel** dit papiertje met een stiftpen **in drie gelijke delen**. Het begin van het papiertje komt overeen met  $0^\circ$ , het eerste streepje met  $30^\circ$ ; het tweede streepje met  $60^\circ$ , en het einde van het papiertje met  $90^\circ$ .
5. Gebruik het papierstrookje om de bol horizontaal te verdelen met stiftlijnen. De horizontale lijnen die je tekent zijn **breedtecirkels**. Je kan ze terugvinden op elke wereldkaart. De evenaar is breedtecirkel  $0^\circ$ . De vier lijnen die je tekent zijn  $60^\circ\text{NB}$ ,  $30^\circ\text{NB}$ ,  $30^\circ\text{ZB}$ ,  $60^\circ\text{ZB}$ .
6. Gebruik het papierstrookje om de bol verticaal te verdelen met stiftlijnen. De verticale lijnen die je tekent zijn **lengtecirkels**. Je kan ze ook terugvinden op elke wereldkaart. De nulmeridiaan is lengtelijn  $0^\circ$ . De 12 lijnen die je rondom tekent zijn:  $0^\circ\text{WL} = 0^\circ\text{OL}$ ,  $30^\circ\text{WL}$ ,  $60^\circ\text{WL}$ ,  $90^\circ\text{WL}$ ,  $120^\circ\text{WL}$ ,  $150^\circ\text{WL}$ ,  $180^\circ\text{WL} = 180^\circ\text{OL}$ ,  $150^\circ\text{OL}$ ,  $120^\circ\text{OL}$ ,  $90^\circ\text{OL}$ ,  $60^\circ\text{OL}$ ,  $30^\circ\text{OL}$

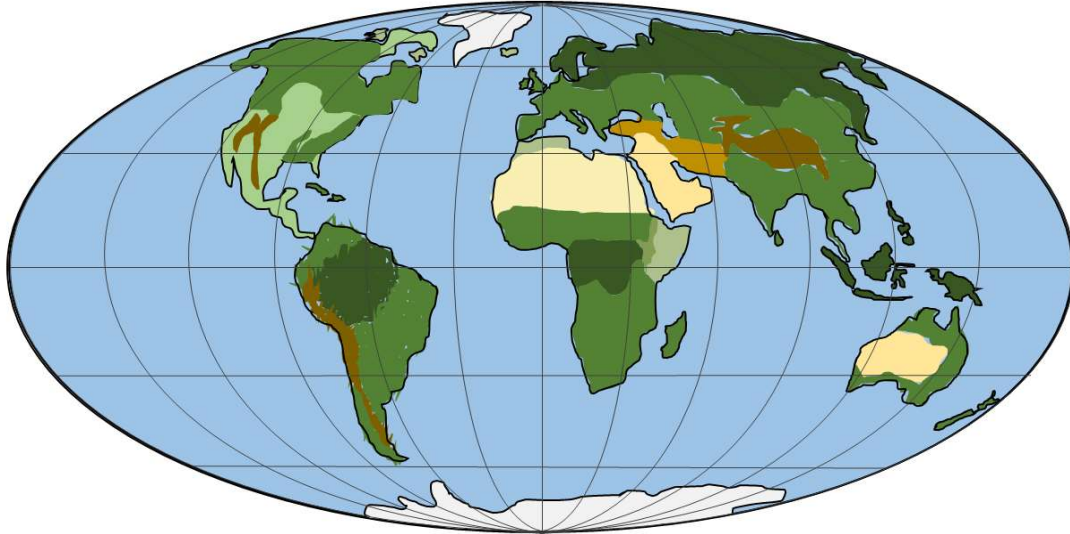
**NB** = Noorderbreedte: te tellen vanaf de evenaar, richting Noordpool.  
**ZB** = Zuiderbreedte: te tellen vanaf de evenaar, richting Zuidpool.  
**WL** = Westerlengte: te tellen vanaf Greenwich (nabij Londen), richting west (dus richting Amerika).  
**OL** = Oosterlengte: te tellen vanaf Greenwich (nabij Londen), richting oost (dus richting Europa en Azië).  
 Zo kan je alles op Aarde precies situeren. Bijvoorbeeld: Brussel ligt op 50°NB 4°OL.

7. Neem nu een andere wereldbol als voorbeeld (Google Earth, schoolatlas), en **teken per vakje** (kruising van lengtecirkels en breedtecirkels) ongeveer de **omtrek van al het land** over die je in dat vakje ziet.
8. Doe dit voor **alle vakjes** op de bol, zodat je de hele wereld getekend hebt.
9. Dan kan je de landen **inkleuren** op een vereenvoudigde manier: zie figuur hieronder.

Het resultaat is een prachtige wereldbol die je jarenlang kan gebruiken in de klas, samen met de Maan op juiste schaal.

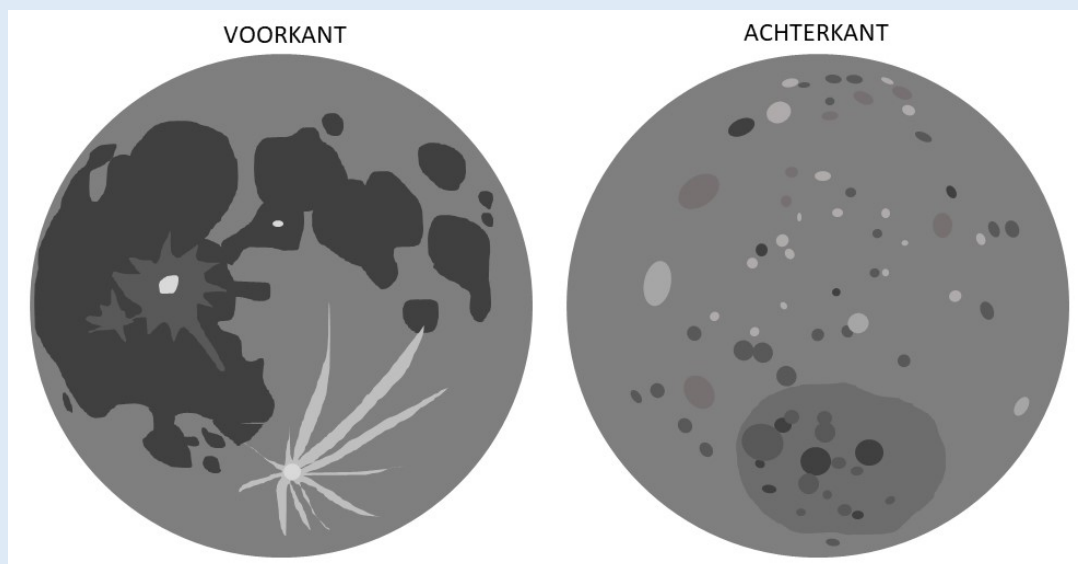


9 eenvoudige inkleuring met verf



*Stap voor stap een mooie wereldbol maken van een eenvoudige isomo (polystyreen) bol. Afbeeldingen: ESERO Belgium.*

Om de **Maan** te **schilderen** hoef je enkel rekening te houden met het verschil tussen voorkant (de kant die altijd naar de Aarde gericht is) en achterkant. Aan de **voorkant** van de Maan zien we de 'Mare': grote donkere vlekken waarvan de mensen vroeger dachten dat het zeeën waren. De **achterkant** zit helemaal vol met kraters, meer dan aan de voorkant. Als je de vlekken op de figuur hieronder min of meer overtekent (hoeft niet precies te zijn), en overal verspreid kleine kraters tekent (cirkeltjes in meerdere grijs tinten), dan lijkt je bolletje zeker al goed genoeg op de echte Maan.



*Eenvoudige inkleuring van de Maan. Afbeeldingen: ESERO Belgium.*

De **afmetingen** van het model hebben **voordelen**:

- Een 30 cm isomo bol of 30 cm aardbol vind je gemakkelijk.
- Een 8 cm (of 7.5 cm) isomo bol – voor de Maan - is ook gemakkelijk te vinden.
- Het touw van 9 meter lang (afstand tussen Aarde en Maan) is zo lang dat je meestal de deur van de klas moet openen om het touw te strekken. Het verrassingseffect dat je hiermee bekomt bij de kinderen zorgt ervoor dat ze de visualisatie lang gaan onthouden.

### Klasoefening: start

Berg de Maan en het touw op in een **gesloten doos**, en begin de oefening met **alleen de Aarde**. Wanneer je de Aarde toont, is dat een goed excuus om enkele kenmerken van onze planeet te bespreken in een klasgesprek:

- Waarom is er zoveel **blauw** op de Aarde?  
De meeste kinderen antwoorden: omdat er zoveel water is, de oceanen.
  - Neem dan een glas water om te tonen dat water niet blauw is, maar doorzichtig.
  - Leg dan uit dat de oceanen eigenlijk dienen als grote spiegels die de kleur van de lucht weerkaatsen. Denk maar aan het spiegeleffect van een plas water op de grond na een regenbui: je kan jezelf zien in de plas.
- Welke kleuren zien we nog op onze planeet?  
**Groen**: Alle planten, inclusief gras en bomen/bossen.  
**Geel/bruin**: zand en steenvlaktes van de woestijnen.  
**Wit**: aan de polen is het veel kouder en daar bedekt sneeuw en ijs het oppervlak.

### Klasoefening: afmetingen en afstanden

- Vraag één van de kinderen om **vooraan** te komen en de **Aarde vast te houden** boven zijn/haar hoofd, zodat iedereen onze planeet kan zien.
- Vraag aan de rest van de groep: toon eens met je twee handen **hoe groot de Maan** zou zijn indien de Aarde 30 cm (diameter) was?
- Kies een kind uit dat met zijn/haar handen ongeveer 8 cm toont. Vraag om ook vooraan de klas te komen. Neem het Maan model uit de doos. Veel kinderen zijn waarschijnlijk verbaasd dat de Maan kleiner is dan ze dachten. Geef deze **Maan aan het tweede kind** vooraan en vraag om de Maan ook hoog te houden (zoals de Aarde).
- Vraag aan de twee kinderen vooraan om te raden **hoe ver de Aarde en de Maan** van elkaar **verwijderd** zijn. Ze kunnen dit tonen door van elkaar weg te gaan tot op de afstand die ze geraden hebben.
- Vraag nu de rest van de kinderen of ze denken dat dit de juiste afstand is. Zo niet, wat denken ze? Moet het **dichter of verder** zijn?
- Haal dan het **9 meter touw** uit de doos, en geef de twee kinderen vooraan elk een uiteinde van het touw. Vraag hen om het touw bij de Aarde en Maan vast te houden, en verder uit elkaar te gaan totdat het touw gestrekt is. Dikwijls moet de deur van de klas open gedaan worden om het touw te strekken.
- Dit is nu de **juiste afstand** tussen de Aarde en de Maan.
- Vraag nu aan de kinderen of ze kunnen raden **waar het Internationaal Ruimte Station (ISS)** zich bevindt in dit model van Aarde-Maan.
- Leg dan een **vinger op de Aarde** en zeg: het ISS bevindt zich ter hoogte van mijn vingernagel : ongeveer 1 cm boven het oppervlakte van onze Aardbol.

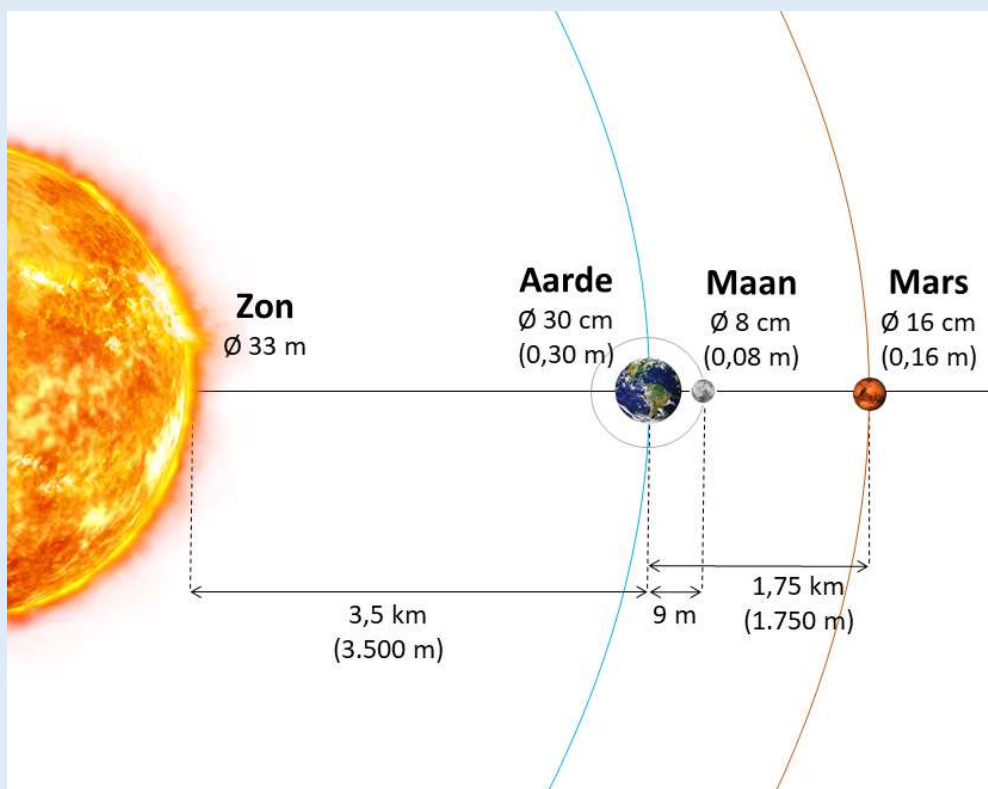
De realiteit die hier getoond wordt **verrast de meeste kinderen**. Je maakt hen bewust van hoe ver de Maan eigenlijk van ons verwijderd is, en hoe speciaal het was dat de Apollo astronauten in 1969 tot 1972 tot daar gereisd zijn en op de Maan geland zijn.

Je zou nog even met deze schaal kunnen doorgaan om de **afstanden en groottes van andere ruimte-objecten** te leren kennen, zoals de Zon en Mars. Deze afstanden zijn veel groter, en kunnen niet op deze schaal in de klas getoond worden.

Voor de **afstand naar Mars** een plek zoeken die 1.750 meter van school verwijderd is, en de kinderen vertellen dat dit de afstand is van de baan van de Aarde tot de baan van Mars (op dezelfde schaal als ons Aarde-Maan-model). Je kan met de klasgroep hier eventueel een **uitstap** van maken door met hen naar dat punt te wandelen. Kunnen ze de school nog zien vanop die afstand? Kunnen ze de Aarde en de Maan nog zien?

De **afstand** van de Aarde **naar de Zon** is nog groter. Hiervoor zoek je een bekende plek ergens op 3,5 km van de school. Leg uit dat daar de Zon zou staan in ons Aarde-Maan-model. De tekening hieronder toont de afstanden en groottes allemaal op dezelfde schaal.

Ook deze afstand kan je met jouw klas wandelen.



*Deze afbeelding toont alle groottes en afstanden in een schaal waarbij de Aarde een 30cm diameter heeft. Opgelet: alle cijfers zijn juist (alles op dezelfde schaal), maar de tekeningen toont niet de juiste verhoudingen. Gebruik dus alleen de cijfers, en niet de tekening. Let ook op de eenheden: cm, m, km worden alle drie gebruikt. Afbeelding: ESERO Belgium.*

Verder kan je laten zien aan de leerlingen dat **de Aarde en de Maan** ook op correcte schaal kunnen **samen getekend** worden **op 1 blad papier**. De tekening hieronder illustreert dat.

Dit kan echter niet als je de Zon of Mars erbij wilt tekenen. Deze staan te ver weg, waardoor de planeten zelf niet meer zichtbaar zouden zijn wegens te klein.



*De Aarde, de Maan, en de juiste afstand tussen beide, alles op dezelfde schaal getekend. Afbeelding: ESERO Belgium.*

### Klasoefening: discussie en besluit

Stel volgende **vragen** aan de kinderen:

- Was je verrast hoe groot/klein de Maan ten opzichte van de Aarde is?
- Was je verrast van hoe ver de Maan van de Aarde staat?
- Hoe ben je tot deze misvatting gekomen? (foutieve weergaven online, boeken, tv, enz.)
- Je kan dezelfde oefening ook thuis eens uitproberen bij jouw ouders of broers en zussen. Meestal kennen zij de antwoorden ook niet.
  - Neem een bol, gelijk welke grootte. (tennisbal, voetbal, knikker, ...) dit is je Aarde.
  - Zoek een tweede bolletje. Een bolletje die 4 keer in de diameter van jouw Aarde past. Dat is je Maan.
  - Neem een touw, en draai dit touw 10 keer rond de omtrek van jouw Aarde.
  - Nu heb je ruwweg dezelfde opstelling of wij gedaan hebben in de klas.