

Belgium



UGENT  
VOLKSSTERRENWACHT  
ARMAND PIEN

# Op schoolreis naar de Maan

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



## DEEL 1 INLEIDING

- Algemene inleiding over deze lessenreeks ●●●●●
- Waarom Maanreizen gebruiken in de klas? ●●●●●
- 9 redenen om naar de Maan te reizen ●●●●●●●●●

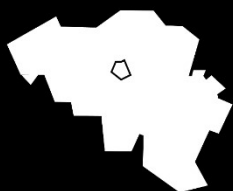


## OVER ESERO BELGIUM

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.

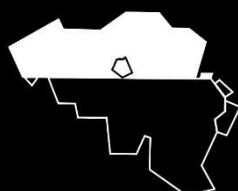
## WWW.ESERO.BE

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 1 – Inleiding

### *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 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, layout, 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 Pubiceerbare 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.

# 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 1

<b>1</b> Over deze cursus .....	6
Doel .....	6
Kosteloze ondersteuning voor het onderwijs .....	6
Waarom Maanreizen in onderwijs? .....	7
<b>2</b> Reizen in de ruimte .....	8
Wat is er mogelijk vandaag? .....	8
Waarom willen we in de ruimte reizen en leven? .....	10

# 1 Over deze cursus

## Doel

**Een hulpmiddel om te leren over de Aarde, de Maan, Mars, en de ruimte.**

Leraren van lager onderwijs hebben de opdracht om hun leerlingen te onderwijzen over **de Aarde, de Maan, de Zon en het Zonnestelsel**. Dit is zeker niet eenvoudig, vooral omdat in de lerarenopleiding slechts een beperkte wetenschappelijke achtergrond wordt meegegeven aan de studenten.

Deze cursus voor lager onderwijs introduceert enkele basisbegrippen en –principes over de Aarde, de Maan, en Mars in een **wetenschappelijk correcte, maar zeer toegankelijke manier**. Deze kenmerken maken de cursus gebruiksvriendelijk:

- De lesonderwerpen zijn opgenomen in een zeer actuele en populaire **context van Maanreizen**. De Maan is een bestemming voor bemande ruimtereizen in de jaren 2020-2030. Bij sommige onderwerpen komt Mars erbij als extra toekomstige bestemming.
- De achtergrondinformatie en de klasoefeningen zijn rijk geïllustreerd met **afbeeldingen die de uitleg verduidelijken**.
- De meeste onderwerpen worden verrijkt met een **activerende werkvorm**: klasexperimenten of klasoefeningen.
- Deze cursus wordt in 2022 aangevuld met een **educatieve app** voor Android. Het is een interactieve app die de leraar kan gebruiken in de les.

Om te reizen naar de Maan, dienen we kennis te maken met de ruimere omgeving. De lessenreeks start met een inleiding over het zonnestelsel en het Aarde-Maan systeem. Zo starten de kinderen hun denkbeeldige reis zonder grote misverstanden.

## Kosteloze ondersteuning voor het onderwijs

Het doel van ESERO Belgium is om **leraren te ondersteunen** bij het gebruik van de populaire thema's **ruimte en ruimtevaart** in hun les. In samenwerking met UGent Volkssterrenwacht Armand Pien is deze handleiding tot stand gekomen.

Ben je een leraar en ondervind je moeilijkheden bij het gebruik van onze cursus? Heb je vragen tijdens het gebruik? Aarzel niet om **contact** op te nemen via [esero@armandpien.be](mailto:esero@armandpien.be) of telefoon +32 9 264 39 57. We proberen je maximaal te helpen.



## Waarom Maanreizen in onderwijs?

### Spannende tijden in de ruimtevaart

De generatie die nu op de lagere school zit, zal als tiener en volwassene een spectaculair nieuw ruimtevaarttijdperk meemaken. Tegen de tijd dat ze afstuderen verwachten we een bemande basis op de Maan, waar vier astronauten kunnen verblijven. En naar schatting 10 of 20 jaar later zet de eerste mens een voet op Mars. ESA en NASA hebben reeds een ruimteschip gemaakt voor deze reizen: de Orion. Men is volop bezig met de voorbereiding van alle andere middelen binnen het Artemis programma. Maar ook andere ruimtevaartnaties en private bedrijven staan al ver in dergelijke plannen.



*Een toekomstbeeld van de maanbasis aan de zuidpool van onze Maan (ESA).*

### Een eigentijds lesonderwerp

Het zou jammer zijn dat de leerlingen dat allemaal meemaken, zonder dat er op school iets over deze realiteit verteld werd. Ook vandaag al verschijnt er steeds meer berichtgeving over nieuwe ruimtereizen op internet. Kinderen pikken dit snel op. Elke leraar die al eens ruimtevaart in de les bracht, weet dat de spontane interesse bij de leerlingen enorm is. Dit zal alleen maar toenemen wanneer de nieuwe Maanreizen gaan domineren in de media.



## 2 Reizen in de ruimte

Wie ruimtevaart in de les brengt, zal vragen krijgen van de kinderen. Dit zal des te meer het geval zijn wanneer het nieuwe Maanreizen (verwacht vanaf 2025) en later Marsreizen begonnen is. In dit hoofdstuk proberen we je als leraar wat basis achtergrond mee te geven om typische waarom-vragen over ruimtereizen te beantwoorden:

Waarom reizen we naar de Maan of Mars? Waarom is dat nodig?

Waarom eerst naar de Maan, en niet direct naar Mars?

### Wat is er mogelijk vandaag?

Tegenwoordig (2021) is de mensheid **niet** in staat om **naar Mars** of gelijk welke andere planeet dan de Aarde te reizen. De huidige technieken laten niet toe dat we zulke lange reizen in de ruimte overleven.

Maar naar de **Maan** reizen is momenteel **perfect haalbaar**. Zulke bemande reizen naar de Maan zullen weliswaar complex zijn en erg duur. Maar ze worden gepland in de nabije toekomst.

In de jaren 1969-1972 zijn Amerikaanse astronauten op het Maanoppervlak geland. De volgende keer zal men een **ruimtestation rond de Maan** installeren (het zogenaamde Deep Space Gateway, of kortweg Gateway), en vervolgens een **vaste basis op de Maan** bouwen. Dit laat toe dat astronauten maandenlang op en rond de Maan kunnen verblijven. In de onderstaande tabel staan de **belangrijkste praktische uitdagingen** voor het reizen naar de Maan en naar Mars.

	Reis naar de Maan	Reis naar Mars
<b>Voedsel</b>	Opgelost: • Voedsel wordt voortdurend aangevuld met voorraad vanaf de Aarde.	Niet opgelost: • We moeten leren om ons voedsel te kweken in een ruimteschip en in een (ondergrondse) Marsbasis.
<b>Water</b>	Opgelost: • Water wordt in het begin voortdurend aangevuld met voorraad vanaf de Aarde.	Niet opgelost: • We moeten leren om ons water 100% te recyclen in een ruimteschip en in een Marsbasis.
<b>Zuurstof</b>	Opgelost: • Zuurstof wordt in het begin voortdurend aangevuld met voorraad vanaf de Aarde.	Niet opgelost: • We moeten leren om voldoende zuurstof te produceren met behulp van planten culturen. Alternatieve oplossing: • We kunnen water op Mars splitsen in waterstof en zuurstof ( $H_2 + O_2$ ) (maar dat kost veel energie).
<b>Straling</b>	Opgelost:	Onderweg: niet opgelost: • Hiervoor werd nog geen oplossing gevonden.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderweg: Reizen tijdens een periode met weinig straling (de reis duurt 3 dagen).</li> <li>• Op de Maan: ondergrondse basis bouwen.</li> </ul>	Op Mars: Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondergrondse basis bouwen.</li> </ul>
<b>Temperatuur regeling</b>	Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• We gebruiken zonne-energie om de basis op te warmen of af te koelen.</li> <li>• Ondergrondse basis bouwen.</li> </ul>	Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• We gebruiken zonne-energie om de basis op te warmen of af te koelen.</li> <li>• Ondergrondse basis bouwen.</li> </ul>
<b>Weinig/geen zwaartekracht</b>	Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderweg: 3 dagen in gewichtloosheid is niet schadelijk.</li> <li>• Op de Maan (zwaartekracht is 1/6): is ok want de astronauten komen na enkele maanden terug op Aarde</li> </ul>	Niet opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderweg: 7 maanden gewichtloosheid verzwakt de astronauten teveel om nadien op Mars uit te stappen.</li> <li>• Op Mars (zwaartekracht is 4/10): het effect van langdurig weinig zwaartekracht op het lichaam is nog niet bekend.</li> </ul>
<b>Noodgevallen</b>	Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een reddingsvoertuig kan de bemanning snel terug brengen naar de Aarde.</li> </ul>	Niet opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meestal is het niet mogelijk om meteen naar de Aarde terug te keren, en de terugreis duurt ook lang.</li> </ul>
<b>Psychologisch welzijn</b>	Opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weinig stress want de reistijd is beperkt, de Aarde is dichtbij, en er is een vluchtweg bij noodgevallen.</li> </ul>	Niet opgelost: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veel risico en onzekerheid, kleine bemanning in kleine ruimte en lange reistijd zonder mogelijkheid om vroegtijdig terug te keren: veel stress.</li> </ul>

### Voorlopig alleen korte reizen

De bovenstaande tabel toont dat de uitdagingen die bij een Maanreis horen kunnen opgelost worden met de technieken van vandaag. De belangrijkste reden waarom het momenteel niet mogelijk is om naar **Mars** te reizen is de **lange duur van zo'n reis**. Het duurt drie jaar om heen en terug naar Mars te reizen (9 maanden heen, 16 maanden op de planeet, en 9 maanden terug).

Technische en wetenschappelijke vooruitgang kunnen nieuwe mogelijkheden en oplossingen voorzien in de toekomst. In elk geval zal men veel **nieuwe vaardigheden leren** wanneer astronauten meerdere maanden **op de Maan** gaan wonen. Met andere woorden: reizen naar de Maan en leven op de Maan dienen als belangrijke oefeningen om later naar Mars door te reizen.

### Oefenen op de Maan

Vandaag (2021) leven er ook mensen in de ruimte, namelijk in **het ISS** of 'International Space Station'. Reizen naar het ISS en daar verblijven is duur en niet zonder risico, maar

toch ben je daar nog heel dicht bij de Aarde. Door verder te gaan en **op de Maan te leven**, leert de mensheid vele nieuwe vaardigheden:

- Leven op een ander hemellichaam, met **weinig zwaartekracht**.
- Verder van de Aarde leven, waar we niet meer beschermd zijn **tegen gevaarlijke straling** uit de ruimte en straling van de Zon.
- **Landen** op en terug **opstijgen** van een andere planeet of maan.
- Gebruik van **plaatselijke hulpbronnen**, zoals het ondergronds waterijs.
- Bouwen van een **veilige basis** op een andere planeet of maan.
- Het **heelal bestuderen** wanneer je ver van de Aarde bent, en dus geen verstorende ruis (licht, radiogolven, etc.) hebt afkomstig van de Aarde.

## Waarom willen we in de ruimte reizen en leven?

In elk geval zullen mensen op lange termijn naar de Maan, Mars en andere plaatsen reizen, of we nu de vraag “Waarom?” stellen of niet. Maar als je dit onderwerp in de lessen brengt, dan zal je de vraag toch krijgen. Dikwijls komt erbij: het is duur. Kan je dit geld niet beter op Aarde besteden?

Daarom kan onderstaande lijst van redenen nuttig zijn. Je vindt er ‘snelle’ antwoorden op deze vraag.

### Reden 1: Het verlangen van de mens om te ontdekken.

Het is misschien de allerbeste reden. Mensen willen steeds verder gaan, de vorige grenzen verleggen, nieuwe mogelijkheden zoeken voor de toekomstige generaties. Mensen kunnen deze natuurlijke drang niet tegenhouden. Het wordt vooral gevoed door nieuwsgierigheid – een natuurlijke eigenschap van mensen – en het speelt een heel grote rol in de wereldwijde geschiedenis van de mensheid. Je kan deze drang kritisch benaderen of er trots gebruik van maken. Maar in elk geval zijn de meesten onder ons er graag bij als er nieuwe ontdekkingen gedaan worden. Om dezelfde reden gaan we ook graag op reis naar andere landen in onze vrije tijd.

### Reden 2: Wetenschappelijk onderzoek over Aarde, Maan en zonnestelsel.

Er zijn heel veel wetenschappelijke thema's die aan bod komen bij een Maanmissie. Hier is er één van :

Op de Aarde vinden we weinig sporen van de oudste gebeurtenissen op onze planeet, omdat het aardoppervlak altijd in beweging is en voortdurend verandert. Maar op de Maan vind je gemakkelijker onveranderde overblijfselen van die oudste periode, wanneer zowel onze planeet als de Maan pas bestonden. Wanneer we de Maan in detail bestuderen, zullen we ook onze de oorsprong en evolutie van de Aarde beter begrijpen.

### Reden 3: Wetenschappelijk onderzoek over het heelal.

De mensen op Aarde gebruiken een enorm gamma aan technieken. Eén van de gevolgen hiervan is dat er voortdurend golven worden uitgezonden (radiogolven, microgolven, zichtbaar licht, ...). Om het heelal te bestuderen zonder deze constante stroom aan storende stralingsruis, kunnen we een sterrenwacht opzetten aan de achterkant van de Maan. Van daar zullen we veel beter kunnen kijken naar de verre

delen van het universum, en zullen we bijvoorbeeld nieuwe gegevens vinden over de oorsprong van het heelal.

#### **Reden 4: Wereldwijde samenwerking.**

Technisch is een reis naar de Maan en het leven in een Maanbasis reeds mogelijk, maar het blijft wel een grote uitdaging. Zelfs grote naties kunnen dit niet alleen. Alle landen die dit willen doen zijn verplicht om samen te werken met andere landen over de hele wereld. De maanbasis is dus een reden om samen te werken, ondanks de vele conflicten die de machtigste landen op Aarde hebben. Ruimtereizen helpt daarom mee aan stabielere internationale relaties, en dus aan het vermijden van grote oorlogen. Zo was ruimtevaart ook het enige waar USA en de Sovjetunie echt konden samenwerken tijdens de jaren van de koude oorlog.

#### **Reden 5: Leren leven in de ruimte.**

Zoals hierboven vermeld: we moeten nog veel leren om langer te kunnen reizen in de ruimte. Het bouwen van een maanbasis laat ons toe om stap voor stap te leren hoe we kunnen overleven op verdere reizen, zonder directe hulp vanop Aarde. Eén van de grondleggers van de ruimtevaart zei: de Aarde is de wieg van de mensheid, maar je kan niet heel je leven in je wieg blijven.

#### **Reden 6: Een tussenstation voorzien om verder te reizen.**

Eens we klaar zijn om naar Mars te reizen, zou het veel gemakkelijker zijn als we vanop de Maan konden vertrekken in plaats van vanop Aarde. Er is immers geen lucht op de Maan, en veel minder zwaartekracht. Wanneer een maanbasis geïnstalleerd is en in gebruik, dan wordt het gemakkelijker om daar ter plaatse de nodige reisuitrusting en brandstof te verzamelen. De astronauten gaan dan eerst met een klein voertuig naar de maanbasis, om vervolgens goed bevoorrad door te reizen naar Mars.

#### **Reden 7: Mijnbouw in de ruimte.**

Sommige grondstoffen op Aarde zijn zeldzaam aan het worden. De zeldzame aardmetalen, die dikwijls gebruikt worden bij de productie van smartphones en andere elektronische apparaten, vormen hiervan een voorbeeld. Een ander voorbeeld is het isotoop Helium-3 ( $^3\text{He}$ ), dat heel zeldzaam is op Aarde, maar meer gevonden wordt op de Maan.  $^3\text{He}$  kan gebruikt worden op Aarde om properder en veiliger kernreactoren te bouwen (kernfusie in plaats van kernsplitsing). Mensen zullen in de toekomst grondstoffen halen op de Maan of op andere hemellichamen; wanneer we geleerd hebben om dit op een goedkopere manier te doen dan vandaag.

#### **Reden 8: Het overleven van de mensheid.**

De mensheid wordt bedreigd. De gevaren hebben dikwijls te maken met het feit dat het aantal mensen steeds blijft toenemen, terwijl de Aarde haar grenzen heeft. Bovendien zou een grote meteoriet in één klap het (menselijk) leven op Aarde ooit kunnen vernietigen.

De overlevingskansen van de mensheid worden groter wanneer we op meer dan één planeet leven. Steden bouwen op een andere planeet en zelfs andere planeten volledig leefbaar maken voor mensen lijkt een plan voor een heel verre toekomst. Maar zelfs dan moeten we er eens aan beginnen. Waarom nog wachten?

**Reden 9: Het 'overview effect'.**

Het woord 'overview effect' is uitgevonden door de Apollo astronaut Frank White. Hij verwees naar het effect dat astronauten overweldigt wanneer ze voor het eerst door het raampje van hun ruimteschip kijken en de Aarde zien.

Vanuit de ruimte zien we onze thuisplaneet zonder de landsgrenzen, als een klein, kwetsbaar, en eenzaam stofkorreltje in een enorme lege en dodelijke ruimte. Een ongelooflijk superdun laagje lucht dat de hele mensheid in leven houdt, hangt errond. Dit zicht veroorzaakt een bewustzijnsverandering in het hoofd van een astronaut. Plots zien we hoe kwetsbaar ons planeetje is. Het ziet eruit als een eenzaam en verlaten ruimteschip waarin alle mensen samen de leiding hebben.

Sommige astronauten zijn van mening dat de wereldpolitiek er compleet anders zou uitzien wanneer elke wereldleider eens een ritje in de ruimte zou maken. En de drie astronauten die als eerste rond de Maan vlogen (Apollo 8, december 1968) waren het eens over één ding: we zijn tot daar gevlogen om de Maan te zien, maar het belangrijkste wat we op die reis gezien hebben is de Aarde. Veel astronauten komen terug op Aarde met een verlangen om onze eigen planeet beter te verzorgen. Ze zien de volledige mensheid als één team, los van nationaliteiten of culturele verschillen.



*Eén van de beroemdste foto's ooit: "Earthrise" (zelfde foto op de voorpagina). Dit beeld hebben Apollo-8 astronauten vastgelegd rond kerstmis 1968 wanneer ze rond de Maan gingen. Er wordt dikwijls beweerd dat dit beeld de start veroorzaakte van milieubewustzijn in de 20<sup>ste</sup> eeuw.*