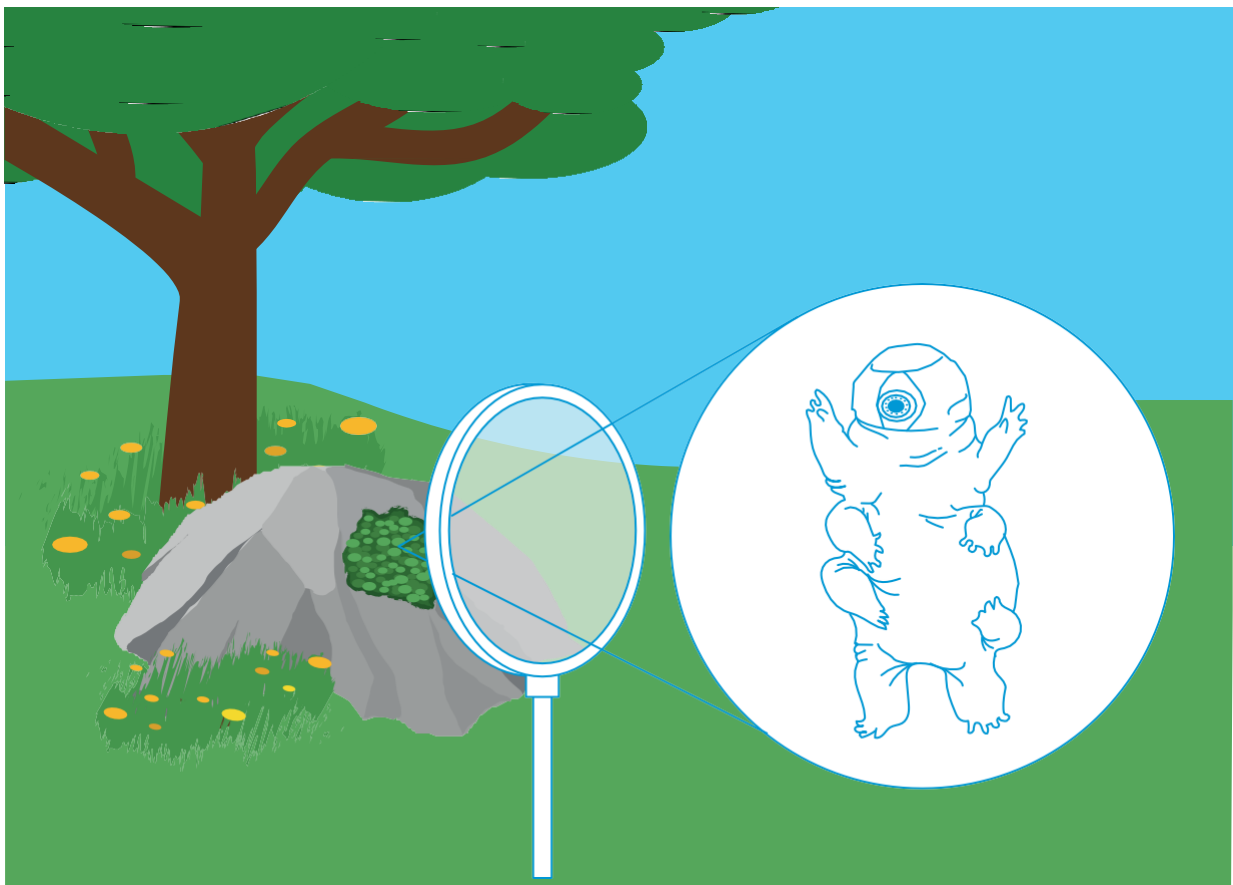


# teach with space

## → RUIMTE BEERTJES

Lab-ervaring met beerdierpjes (Tardigrada)





## Lerarengids

Info over het lespakket	pagina 3
Eindtermen	pagina 4
Samenvatting activiteiten	pagina 5
Activiteit 1: Beerdiertjes verzamelen	pagina 6
Activiteit 2: Beerdiertjes laten slapen	pagina 7
Activiteit 3: Kunnen ze het uithouden?	pagina 8
Activiteit 4: Beerdiertjes in de ruimte	pagina 10

Links	pagina 18
-------	-----------

teach with space – space bears | B10  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

The ESA Education Office welcomes feedback and comments  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

An ESA Education production in collaboration with ESERO Poland  
Copyright 2019 © European Space Agency

# → RUIMTEBEERTJES

## Lab-ervaring met beerdiertjes (Tardigrada)

### Info over het lespakket

**Vakken:** Biologie

**Doelgroep:** 1<sup>ste</sup> graad A- en B-stroom, 2<sup>de</sup> graad dubbele en doorstroomfinaliteit

**Type:** student activiteiten, Labo-activiteiten

**Moeilijkheid:** hoog

**Lestijd:** 2 uur en 20 minuten

**Kosten:** medium (10-30 euro)

**Locatie:** school labo

**Benodigheden:** levende organismen, microscoop, kooktoestel, diepvriezer, chemicaliën, laboratorium materiaal (benodigheden voor de proeven staan vermeld

bij de proeven zelf)

**Sleutelwoorden:** Biologie, Cryptobiose (schijndood), Anhydrobiose (uitgedroogd), kosmische radiatie, Tardigrada, Waterbeertje, beerdiertje.

### Korte omschrijving

In deze reeks experimentele activiteiten onderzoeken de leerlingen de overlevingsmogelijkheden van beerdiertjes (Tardigrada), ook bekend als waterberen. Ze onderzoeken hoe ze beerdiertjes kunnen verzamelen en welke extreme omstandigheden ze in het lab kunnen simuleren. Ze zullen verzamelde Tardigrada blootstellen aan deze extreme omstandigheden en tot een conclusie komen over in welke omgevingen ze kunnen overleven. Het doel van deze bron is te testen of Tardigrada bestand zijn tegen extreme milieuomstandigheden en hun overlevingsvermogen te koppelen aan de ruimteomgeving.

Voordat je met deze activiteit begint, raden wij je aan de activiteit *Kan het leven overleven in een vreemde omgeving?* te voltooien, die een inleiding geeft tot *het leven in extreme omgevingen*.

### Leerdoelen

- Leren over Tardigrada en de extreme omstandigheden waarin ze kunnen overleven.
- Leren over cryptobiose (schijndood) en hoe dit Tardigrada helpt overleven.
- De effecten onderzoeken van de verandering van een variabele in een systeem.
- Experimenten naar behoren uitvoeren, met inachtneming van de juiste hantering van de apparatuur, de nauwkeurigheid van de metingen en gezondheids- en veiligheidsoverwegingen.
- Evaluatie van methoden en voorstellen voor mogelijke verbeteringen en verder onderzoek.

## Eindtermen – secundair onderwijs

### 1<sup>ste</sup> graad:

- 6.33  
De leerlingen leggen uit dat organismen met bepaalde kenmerken, in een welbepaalde omgeving, meer waarschijnlijk dan andere organismen zullen overleven en zich voortplanten.
- 6.43  
De leerlingen gebruiken met de nodige nauwkeurigheid de gepaste meetinstrumenten, meetmethoden en hulpmiddelen om metingen, observaties, experimenten en terreinstudies uit te voeren.
- 6.47  
De leerlingen passen stapsgewijs de wetenschappelijke methode toe om een probleem te onderzoeken.

### 2<sup>de</sup> graad (minimumdoelen basisvorming – 230327):

- 6.51  
De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.

## → Samenvatting activiteiten

Samenvatting activiteiten					
	Titel	Omschrijving	Resultaat	Vereisten	Tijd
1	Beerdertjes verzamelen	Het verzamelen van Tardigrada uit mos of korstmossen.	Volg de experimentele procedure om de Tardigrada te verzamelen. Plan een experimenteel onderzoek.	Completion of the activity <i>Could life survive in alien environments?</i> is advised.	30 minuten + nacht
2	Beerdertjes laten slapen	Breng de Tardigrada over van de petrischalen naar de kleine containers en bewaar ze op een droge plaats. Het water moet uitdrogen en anhydrobiose moet worden geïnduceerd.	Waarnemingen doen met behulp van microscopen. Weten hoe je Tardigrada identificeert en anhydrobiose induceert.	Voltooiing van activiteit 1.	30 minuten + nacht
3	Kunnen ze het uithouden?	Met de Tardigrada in anhydrobiose kunnen leerlingen hun weerbaarheid tegen verschillende extreme omstandigheden testen.	Een experiment uitvoeren om het effect van verschillende milieu-omstandigheden op Tardigrada te onderzoeken.	Voltooiing van activiteit 2.	1 uur
4	Beerdertjes in de ruimte	Vergelijk het milieu op aarde en op Mars.	Begrijp dat de ruimte een zeer vijandige omgeving is en dat het leven waarschijnlijk niet zou overleven in deze extreme omstandigheden.	geen	20 minuten

## → Activiteit 1: Beerdiertjes verzamelen

In deze activiteit leren de leerlingen hoe en waar ze Tardigrada kunnen verzamelen. Ze zullen deze stappen uitvoeren en monsters van Tardigrada voorbereiden voor de volgende activiteiten.

### Benodigheden

- Werkblad per groep
- Mos of korstmos voor elke groep
- Kraanwater of gedeïoniseerd water
- 1 petriskaaltje per duo

### Opdracht 1 – Vind de beerdiertjes

Geef als inleiding een overzicht van de eigenschappen van Tardigrada en bespreek welke extreme omstandigheden organismen kunnen tegenkomen en overleven op aarde en in de ruimte, of vraag de leerlingen zelfstandig op onderzoek uit te gaan.

Tardigrada kunnen worden verzameld uit mos- of korstmosmonsters. Het verzamelen van mos kan worden gedaan door de docent of door de leerlingen volgens de instructies op de werkbladen. Na het verzamelen moet het mos volledig drogen alvorens het klaar te maken voor het verzamelen van de Tardigrada.

### Opdracht 2 – Bereid de mosmonsters voor

Verdeel de klas in tweetallen of groepjes van 3. De leerlingen kiezen een moskussen dat net in het petriskaaltje past dat ze hebben en verwijderen de meeste losse grond/vuildeeltjes. Daarna moeten ze de procedure op hun werkblad invullen.

### Opdracht 3 – Plan je experiment

De leerlingen moeten plannen hoe ze de overlevingscapaciteiten van Tardigrada gaan testen. De leerlingen wordt gevraagd drie extreme milieuomstandigheden op te noemen waarin Tardigrada kunnen overleven.

Voorbeelden van antwoorden die zij kunnen bedenken zijn:

- Extreme temperaturen
- Geen zuurstof/lucht (andere atmosferische omstandigheden)
- Hoge stralingsniveaus
- Geen vloeibaar water
- Hoog zoutgehalte
- Extreme pH-waarde

Bespreek de experimenten die ze gaan uitvoeren. Denk na:

- Welke soorten experimenten kun je uitvoeren?
- Hoe kunnen deze experimenten worden opgezet?

De leerlingen moeten de onderdelen titel, doel, hypothese en methode van het onderzoeksverslag op hun werkblad invullen.

## → Activiteit 2: Beerdiertjes laten slapen

In deze activiteit brengen de leerlingen hun Tardigrada over in kleine containers en induceren ze anhydrobiose door ze te laten uitdrogen. De leerlingen moeten begrijpen dat Tardigrada een nieuwe metabolische toestand aannemen, als reactie op de ongunstige omgevingsomstandigheden. Het is essentieel dat Tardigrada in deze cryptobiose (schijndood) komen om deze extreme milieuomstandigheden te overleven.

### Benodigheden per duo

- Werkbladen
- Microscoop en/of vergrootglas
- Kleine doorzichtig doosje (gelddoosje of, ...)
- Pipetten
- Petrischaaltje met doordrongen mos (zie Activity 1)
- Zwart karton of iets dergelijks voor onder het microaquarium om het contrast te verbeteren.
- Zaklamp

### Opdracht 1 – Inleiden van anhydrobiose

In deze oefening moeten de leerlingen een klein doorzichtig bakje gebruiken, zoals een doosje met muntstukken of iets dergelijks. Het bakje moet heldere wanden hebben, zoals glas.

Het is raadzaam dat de leerkracht vóór de les enkele Tardigrada klaarlegt voor het geval dat sommige groepen er geen uit hun mos kunnen halen. Als de leerlingen geen Tardigrada hebben kunnen vinden, kan je bespreken waarom ze er geen hebben gevonden. Hebben ze het verkeerde soort mos verzameld?

In tweetallen moeten de leerlingen de instructies op het werkblad volgen om anhydrobiose op te wekken als voorbereiding op het testen van de overlevingsmogelijkheden van de Tardigrada. Toon enkele afbeeldingen van Tardigrada bekeken door een microscoop zodat de leerlingen weten waar ze naar moeten zoeken. Vraag de leerlingen na het uitknippen van het mos om hun monsters met een microscoop of loep te bekijken. Ze moeten hun Tardigrada tekenen op hun werkblad.

Daarna moeten de leerlingen de Tardigrada overbrengen naar hun kleine container(s). Het resterende water moet langzaam verdampen, bijvoorbeeld 6 tot 7 uur, met het bakje bijna helemaal gesloten. Een snellere verdamping zal de Tardigrada doden.

Alvorens over te gaan naar activiteit 3 moeten de leerlingen hun experimenteel plan herzien.

## → Activiteit 3: Kunnen ze het volhouden? Experimenten uitvoeren

De studenten zullen de gedroogde stalen blootstellen aan verschillende omstandigheden, waarbij extreme omgevingen worden gesimuleerd.

### Benodigheden

- Klein(e) doorzichtig(e) doosjes met tardigrada (zie activiteit 2)
- Pipetten
- Labo thermometer
- Koelkast/ diepvriezer
- Microgolfoven
- Heet water of warmtebron (infrarood lamp of iets dergelijks)
- Zoutoplossingen van verschillende concentraties
- Oplossingen met verschillende pH-waarden
- Microscopen en/of vergrootglas

### Gezondheid en veiligheid

In het kader van deze experimenten zullen chemicaliën en water met hoge temperaturen worden gebruikt. Zorg ervoor dat ze veilig gebruikt kunnen worden, op basis van de ervaringen van de leerlingen, de veiligheids- en wettelijke richtlijnen van uw school en de beschikbare apparatuur.

Raadpleeg voor chemische stoffen de veiligheidsinformatiebladen.

### Opdracht – Uitvoeren van de experimenten

Elk duo neemt de monsters van activiteit 2 en observeert de Tardigrada met de microscoop of het vergrootglas. Een vergrotingsfactor van 10x is voldoende. Bij deze vergroting moeten de leerlingen enkele van de belangrijkste kenmerken van de Tardigrada kunnen identificeren. Vraag hen te tekenen hoe de Tardigrada eruit ziet.

De leerlingen moeten nu hun experimenten voorbereiden. Naast de verschillende experimenten moet elke groep een controlemonster hebben dat aan het eind gewoon met kraanwater wordt gerevitaliseerd.



Figuur 1

↑ Tardigrada in cryptobiose (schijndood)

### Uitvoering van de experimenten

De leerlingen moeten hun waarnemingen tijdens het experiment registreren. Zorg ervoor dat de belichtingstijd tijdens elk experiment constant blijft.

Help de leerlingen de experimentele omstandigheden in verband te brengen met reële voorbeelden, bv. extreme temperaturen op de maan kunnen variëren van 123 °C overdag tot -233 °C 's nachts.

#### 1. Hitte

De leerlingen moeten een druppel heet water op het ingedroogde monster doen. Het water moet de Tardigrada uit hun cryptobiose (schijndood) halen, maar door de hoge temperatuur van het water zullen de Tardigrada ook onder enorme stress staan. Wanneer het water is afgekoeld, moeten de leerlingen de monsters observeren en het gedrag van de Tardigrada registreren. In plaats van warm water kunnen de leerlingen voor deze proef ook een warmtelamp of een broedmachine gebruiken.

**Voorbeeld van te testen temperaturen: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.**



## 2. Koude

Leg het monster gedurende enkele uren of een nacht in de vriezer en/of koelkast, indien mogelijk bij verschillende temperaturen, bijvoorbeeld met behulp van verschillende koelkasten, vriezers of droogijs. Nadat de monsters aan de kou zijn blootgesteld, moeten de leerlingen ze uit de stemming halen.

### Voorbeeld van te testen koude temperaturen:

- < -79 °C Droogijs
- 18 °C Diepvriezer
- 0 °C Waterijs
- 5 °C Koelkast

Deze discussie kan worden uitgebreid door de leerlingen te vragen na te denken over en een lijst dat bestaat uit verschillende parameters waaraan moet worden voldaan opdat iets als levend kan worden beschouwd (uit cellen bestaan, energie verkrijgen en gebruiken, groeien en zich ontwikkelen, zich voortplanten, op hun omgeving reageren, zich aan hun omgeving aanpassen).

## 3. Zoutgehalte

Bereid oplossingen met een verschillend zoutgehalte. De leerlingen moeten een druppel van de oplossing aan hun monsters toevoegen en hun gedrag observeren. Het water in de oplossing zou de Tardigrada uit hun stemming moeten halen, maar door het zoutgehalte van het water zullen de Tardigrada onder enorme stress staan. Na afloop van het experiment moeten de leerlingen de Tardigrada weer tot leven wekken door een druppel leidingwater toe te voegen.

Van sommige manen van Jupiter en Saturnus wordt aangenomen dat ze onderaardse zoutwater oceanen bevatten.

### Voorbeeld van te testen zoutgehaltes:

- 0,9 % Saline – isotone oplossing
- ~3.5% Atlantische Oceaan
- ~34% Dode Zee
- ~43 % Gaet'ale Meer – Zoutste watermassa op aarde

## 4. Zuurtegraad

### Gezondheid en veiligheid

De leerkracht moet dit experiment begeleiden. Het omvat het hanteren van oplossingen met extreme pH.

Bereid oplossingen met verschillende pH-waarden; de leerlingen moeten een druppel aan hun monsters toevoegen en hun gedrag observeren. De druppel moet het heroplevingsmechanisme op gang brengen, maar door de pH-waarde van het water zullen de Tardigrada onder enorme stress staan.

Nadat de monsters aan de verschillende pH-waarden zijn blootgesteld, moeten de leerlingen de Tardigrada nieuw leven inblazen door een druppel leidingwater toe te voegen.

Overal in ons zonnestelsel is een breed scala van pH-condities te vinden, van de zure wolken van Venus en de zure meren van Europa tot de alkalische rotsen van onze buurplaneet Mars.

- pH 3 tot 5 – zuur milieu**
- pH 9 to 11 – basisch milieu**
- pH 7 – Controlemonster**

## 5. Radiatie

Om het effect van hoge straling op de monsters te simuleren moeten de leerlingen hun monsters in een microgolfoven plaatsen. Microgolven zenden veel minder straling uit dan in de ruimte, maar zijn geschikt als voorbeeld voor dit experiment. Microgolven verhitten ook de Tardigrada; om dit te voorkomen kan een bekersglas met water tegelijkertijd in de magnetron worden geplaatst om de warmte te absorberen. Wees voorzichtig bij het verwijderen van het water, want het wordt heet.

Zij moeten de intensiteit van de straling variëren, maar de blootstellingstijd moet in alle gevallen gelijk zijn. Wij stellen voor het experiment te beginnen met een blootstelling van 30 seconden.

Nadat de monsters aan de straling zijn blootgesteld, moeten de leerlingen de Tardigrada nieuw leven inblazen door een druppel kraanwater toe te voegen.

De atmosfeer van de aarde beschermt ons tegen de meeste schadelijke kosmische straling. Veel hemellichamen in het zonnestelsel, zoals onze maan, bieden geen bescherming tegen deze gevaarlijke straling. Op het internationale ruimtestation (ISS) wordt deze straling nauwlettend in de gaten gehouden om de gezondheid en veiligheid van de astronauten die er verblijven te waarborgen.

**Voorbeeld van te testen stralingsomstandigheden: laag (~100W), gemiddeld (~400W), hoog (~800W).**

Na afloop van hun experimenten moeten de leerlingen hun monsters observeren en nagaan of de Tardigrada levend en bewegend zijn of nog steeds in hun cryptobiose (schijndood). Sommige Tardigrada kunnen al tot leven zijn gewekt, afhankelijk van het uitgevoerde experiment. De leerlingen moeten hun resultaten noteren en een onderzoeksverslag over hun experiment opstellen. Een sjabloon voor het verslag is te vinden in de werkbladen voor de leerlingen.

### → Activiteit 4: Beerdiertjes in de ruimte

De leerlingen koppelen de experimenten die ze hebben uitgevoerd aan de zoektocht naar leven elders in het heelal.

### Benodigheden per duo

- Werkblad

### Resultaten

Vergeleken met de aarde heeft Mars een zeer extreme omgeving. Het heeft een zeer dunne, kooldioxiderijke atmosfeer die geen bescherming biedt tegen straling. De atmosferische druk is zeer laag. Vloeibaar water is onstabiel aan het oppervlak. Ondanks deze barre omstandigheden zijn er enkele aardse micro-organismen die op Mars zouden kunnen overleven. Tardigrada zouden waarschijnlijk korte tijd kunnen overleven onder de omstandigheden op Mars, maar ze zouden er niet kunnen gedijen. Tardigrada overleven niet goed wanneer zij worden blootgesteld aan hoge niveaus van UV-straling, zodat zij een vorm van bescherming nodig hebben om lang op Mars te kunnen overleven.

De ExoMars-rover zal voor het eerst kunnen boren tot een maximale diepte van 2 meter onder het oppervlak van Mars. Als er in het verleden leven is geweest op Mars, toen het warmer en natter was, is dit de ideale plek om er bewijs van te vinden, omdat het beschermd is tegen het wrede oppervlak.

Ruimtevaartorganisaties moeten ervoor zorgen dat zij niets schadelijks van andere werelden naar de aarde terugbrengen. Tegelijkertijd moeten zij ervoor zorgen dat zij geen aardse biologische besmetting introduceren op andere planeten en manen die potentieel leven kunnen herbergen. Ruimtemissies nemen verschillende voorzorgsmaatregelen om kruisbesmetting te voorkomen, ruimtemissies worden voorbereid in uiterst schone laboratoria en zij zijn wettelijk verplicht zich te houden aan de eisen inzake de bescherming van de aarde.

## Bespreking

Bespreek de noodzaak van het gebruik van een controlemonster en het idee van een eerlijke test. Vervolgens moet je de discussie uitbreiden met het belang om slechts één variabele tegelijk te veranderen om het effect van alleen die variabele te isoleren. Bespreek waarom dit een belangrijk en interessant experiment is. Wat kunnen we hiervan leren? Wijs de leerlingen op de mogelijkheid dat leven kan overleven in extreme omstandigheden, vooral in de ruimte. Maak de leerlingen duidelijk dat er nergens anders dan op aarde leven is gevonden en dat dit experiment slechts een idee geeft van de omstandigheden die Tardigrada kunnen verdragen.

Als het experiment goed werkte en de leerlingen hun Tardigrada weer tot leven konden wekken, kan je de gevolgen van deze bevindingen bespreken. Welke voorwaarden denkt men normaal gesproken dat het leven nodig heeft? Denken we nog steeds dat het die voorwaarden nodig heeft? Je kunt ook andere omstandigheden bespreken waarin Tardigrada zouden kunnen overleven en hoe je dit experiment zou kunnen uitbreiden/verbeteren.

Als de leerlingen hun Tardigrada niet tot leven konden wekken, bespreek dan waarom dat zo kan zijn. Bespreek de mogelijke grenzen aan de tolerantie van Tardigrada voor extreme omstandigheden. Ze hebben een ongelooflijk uithoudingsvermogen, maar kunnen niet alles overleven. Wat betekent de ontdekking van Tardigrada voor de zoektocht naar leven elders in het zonnestelsel?

Je kunt ook bespreken of er misschien andere levensvormen zijn die net zo veerkrachtig zijn als Tardigrada. Slazaden en korstmossen hebben ook blootstelling aan de ruimte overleefd tijdens ESA-missies, wat kan er nog meer overleven in de ruimte?

Als de leerlingen voorafgaand aan deze activiteit de activiteit *Kan leven overleven in buitenaardse omgevingen?* hebben voltooid, vraag de leerlingen dan of hun mening over waar leven in het zonnestelsel zou kunnen overleven is veranderd. Ze kunnen de feitenkaarten over het zonnestelsel herzien en een beter onderbouwd besluit presenteren en dit koppelen aan de wetenschappelijke methode.

## → Besluit

Leerlingen moeten begrijpen wat Tardigrada zijn en onder welke omstandigheden ze kunnen overleven. Ze moeten weten waar ze Tardigrada kunnen vinden, hoe ze te verzamelen en hoe ze hun overlevingscapaciteiten op een veilige en wetenschappelijk verantwoorde manier kunnen onderzoeken. De leerlingen moeten beseffen dat Tardigrada deze barre omgevingen overleven, maar er niet in functioneren of gedijen.

Voorts moeten de leerlingen beseffen dat het belangrijk is een volledig begrip te hebben van de omstandigheden waarin het leven kan overleven om het leven en zijn oorsprong op onze eigen planeet te helpen begrijpen en om de zoektocht naar leven op andere werelden te vergemakkelijken.

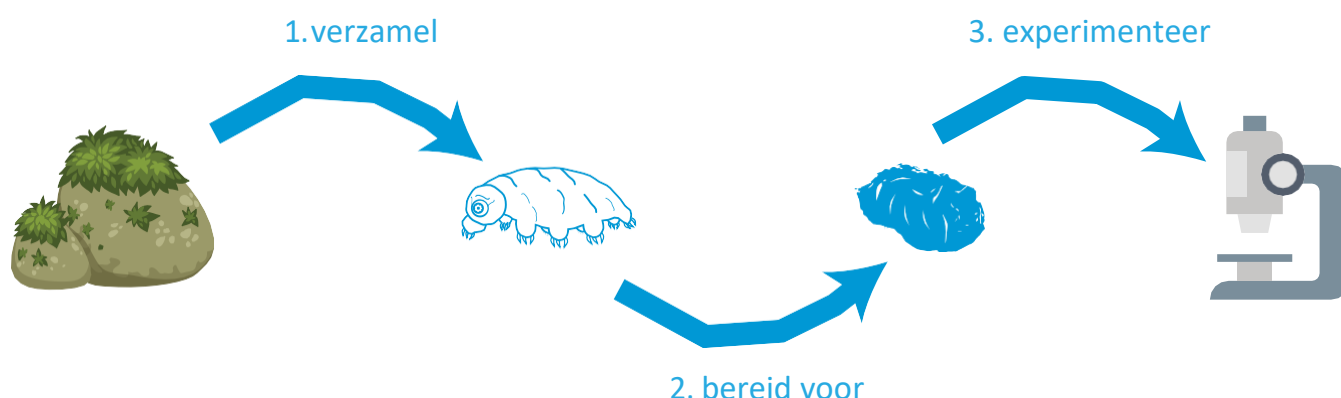
# → RUIMTEBEERTJES

## Lab-ervaring met beerdiertjes (Tardigrada)

### → Inleiding

De ontdekking van organismen die extreme omstandigheden op aarde kunnen verdragen, vergelijkbaar met die in de ruimte, heeft de zoektocht naar leven buiten onze planeet aannemelijker gemaakt. Astrobiologie probeert de oorsprong van het leven op aarde te achterhalen en te begrijpen of er ergens anders in het heelal leven zou kunnen bestaan.

In deze activiteit test je de weerstand van tardigrada tegen extreme omstandigheden, om te onderzoeken of aards leven de barre omstandigheden in de ruimte zou kunnen overleven.



Tardigrada, of “beerdieren” of “waterberen”, zijn nauwe verwanten van geleedpotigen (insecten en schaaldieren) die zich vaak ophouden in vochtige mossen en korstmossen waar veel water is. Het zijn extreem kleine achtpotige dieren van niet meer dan 1,5 mm lang, waardoor ze praktisch onmogelijk met het blote oog te zien zijn. Bepaalde soorten Tardigrada staan bekend om hun unieke overlevingscapaciteiten. Ze kunnen temperaturen van 150 °C tot -272 °C, hoge stralingsniveaus, extreme pH-waarden, uitdroging, het vacuüm van de ruimte en hoge zuurstofniveaus overleven.

Bij ernstige uitdroging (droge omstandigheden) komen Tardigrada in een staat van anhydrobiose. In deze toestand, bekend als cryptobiose (schijndood), is er minimale metabolische activiteit. Tardigrada kunnen jaren of zelfs decennia in deze toestand overleven terwijl ze aan extreme omstandigheden zijn blootgesteld. Ze kunnen weer tot leven worden gewekt door weer in contact te komen met water en gaan dan gewoon verder met hun leven.

## → Activiteit 1: Verzamel beerdiertjes

In deze activiteit verzamel je Tardigrada uit mos of korstmossen in je omgeving en bereid je een experimenteel plan voor.

### Opdracht 1 – Vind beerdiertjes

Tardigrada zijn te vinden in mos- of korstmossen. Om ze te verzamelen vind je enkele in de zon gedroogde moskussentjes in witte rotsen, van natuurstenen muren of van terracotta dakpannen. Veel Tardigrada geven de voorkeur aan kalkhoudende stenen, omdat ze wat calcië nodig hebben om hun stiletstanden op te bouwen. Mossen uit bossen zijn minder geschikt, omdat veel Tardigrada de voorkeur geven aan mossen die om de paar dagen helemaal droog worden. Vermijd stinkende en permanent vochtige mossen. Waterberen houden van mossen die vrij zijn van bacteriën en schimmels.



Figuur A1

↑ Mos dat op stenen groeit is ideaal voor het vinden van beerdiertjes.

1. Tardigrada worden vaak gevonden op natte mossen en korstmossen. Waar, in jouw omgeving, zou je Tardigrada kunnen vinden?
- 

2. Verzamel een monster van mossen (of korstmossen) waarvan je denkt dat er Tardigrada in zitten. Bewaar de verzamelde mossen zodanig dat ze volledig kunnen drogen, bijvoorbeeld door ze bloot te stellen aan direct zonlicht of ze in papieren zakken op een droge plaats te bewaren.

### Opdracht 2 – Bereid de mosmonsters voor

In je groep moet je proberen Tardigrada te verzamelen uit je mos (of korstmossen) monster. Volg de onderstaande instructies:

- I. Plaats het moskussen ondersteboven in het petrischaaltje en vul het met kraanwater of gedeïoniseerd water. Het mos zou het water moeten beginnen te absorberen.
- II. Blijf water toevoegen totdat het mos verzadigd is (d.w.z. geen water meer opneemt) en zorg ervoor dat er nog enkele millimeters water in de petrischaal overblijft. Voeg zo nodig wat water toe.
- III. Label het petrischaaltje met jullie namen en laat het een nacht staan.



Figuur A2

↑ Korstmossen in de petrischaal.

## Opdracht 3 – Plan je experiment

1. Noem 3 extreme milieumomstandigheden waarin tardigrada kunnen overleven.

---

---

---

2. Plan een experiment om te testen of de tardigrada bestand is tegen een van de omgevingsomstandigheden die je in vraag 1 hebt genoemd. Vul de onderdelen titel, doel, hypothese en methode van het verslagmodel in.

---

---

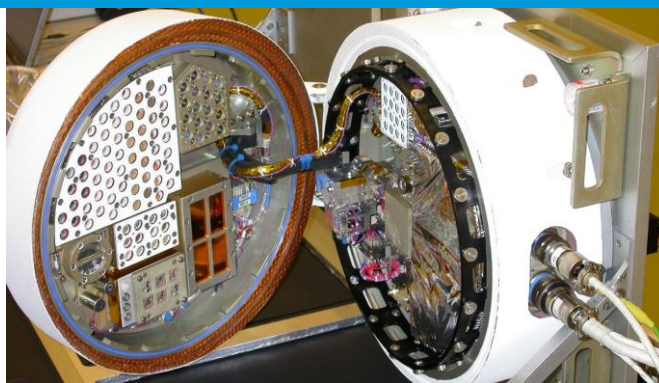
---

---

---

### Wist je dat?

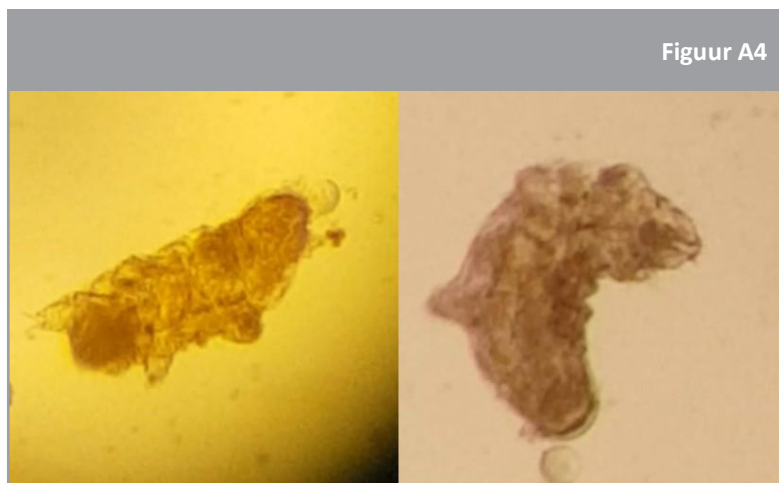
In 2007 werden in het kader van het ESA-experiment Tardigrades in Space (TARDIS) 3000 Tardigrada de ruimte in gebracht. Ze werden 12 dagen lang blootgesteld aan het vacuüm van de ruimte, waar ze extreme uitdroging en hoge niveaus van kosmische straling ondervonden en overleefden!





## → Activiteit 2: Tardigrada laten slapen

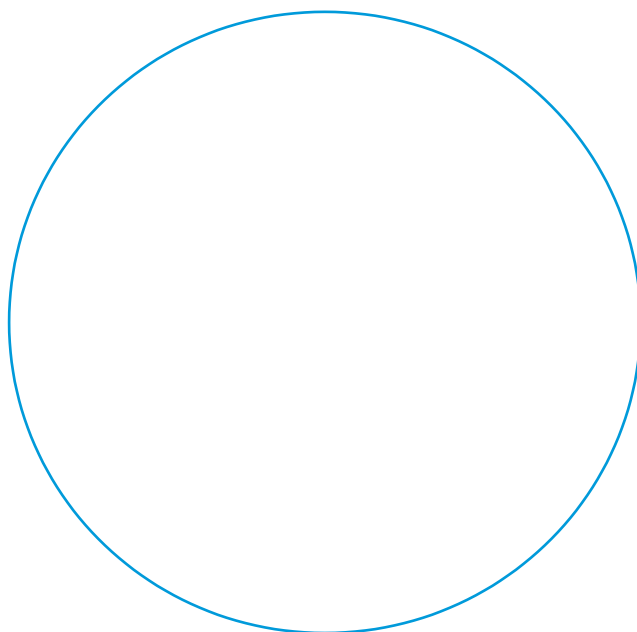
Voordat je verder gaat met je experiment moet je de cryptobiose (schijndood) van de Tardigrada op gang brengen. In deze activiteit breng je de Tardigrades over in kleine containers en induceer je anhydrobiose door ze te laten uitdrogen.



↑ Tardigrades gezien met een microscoop

## Opdracht – Induceren van anhydrobiose

- I. Haal het moskussen uit de petrischaal. Knijp en schud het mos voorzichtig over de petrischaal om overtollig water te verwijderen en alle Tardigrada die zich nog aan het mos vastklampen los te schudden.
- II. Gebruik je microscoop bij een vergroting van 20x, of mineralogische loep bij een vergroting van 10x, om de Tardigrada te zoeken. Schijn met een lamp aan de zijkant en zet het petrischaaltje op zwart karton om het contrast te vergroten.
- III. Gebruik de ruimte hieronder om te tekenen hoe de Tardigrada eruit zien door je microscoop.



- IV. Haal met een pipet een Tardigrada uit het petrischaaltje en breng deze over in een klein doorzichtig bakje. Herhaal dit nog minstens 4 keer.
- V. Controleer met de microscoop of de Tardigrada met succes is overgebracht.
- VI. Bewaar je kleine bakjes een nacht op een warme, droge plaats om langzaam te drogen.
- VII. Rond je plan af hoe je de overlevingsmogelijkheden van je Tardigrada gaat onderzoeken en laat het goedkeuren door je docent.

## → Activiteit 3: Kunnen ze het uithouden?

In deze activiteit stel je je Tardigradamonsters bloot aan extreme omgevingsomstandigheden, zoals voorgesteld in je experimenteerplan.

### Gezondheid en veiligheid

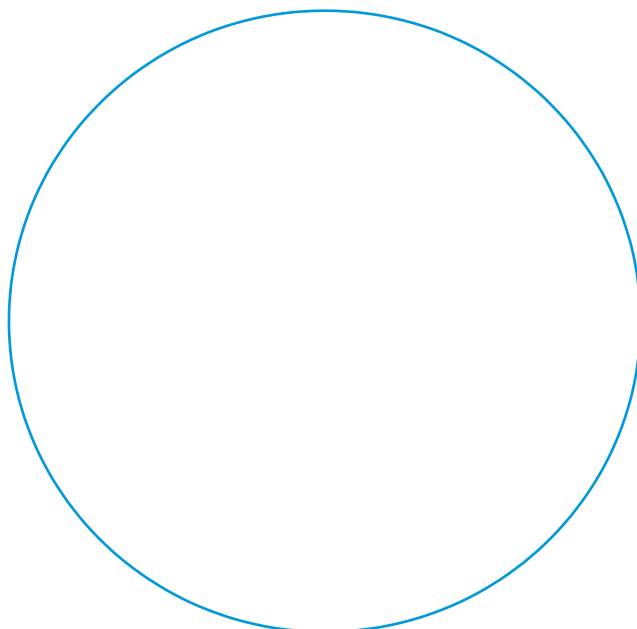
In het kader van deze experimenten worden chemicaliën en water met een hoge temperatuur gebruikt. Volg alle veiligheidsvoorschriften van je school.

Raadpleeg voor chemische stoffen de veiligheidsinformatiebladen.

### Opdracht – De experimenten uitvoeren

Voordat je aan deze oefening begint, moet je hebben besloten welke omgevingsomstandigheden je wilt simuleren en een plan hebben voor de manier waarop je die omstandigheden in je lab gaat creëren.

- I. Gebruik je microscoop om je monsters te observeren en zorg ervoor dat de Tardigrada in toestand van cryptobiose (schijndood) zijn.
- II. Gebruik de ruimte aan de rechterkant om te tekenen hoe de Tardigrada (in staat van schijndood) eruit ziet door je microscoop..
- III. Bereid de apparatuur en/of chemische oplossingen voor die je nodig hebt om de door jou gekozen extreme omgeving(en) te simuleren (voorbeelden: hitte, koude, zuur, alkalisch, straling, zoutgehalte, vacuüm).
- IV. Je moet verschillende uitersten van eenzelfde toestand onderzoeken. Als je bijvoorbeeld warmte onderzoekt, probeer dan elke Tardigrada aan een andere temperatuur bloot te stellen, bijvoorbeeld 40 °C, 60 °C en 80 °C. Dit zal je helpen om mogelijke grenzen aan het overlevingsvermogen van de Tardigrada te vinden.
- V. Stel de Tardigrada gedurende een bepaalde tijd bloot (zorg ervoor dat dit voor alle tests constant is).
- VI. Noteer eventuele opmerkingen tijdens dit proces.
- VII. Gebruik je microscoop om te zien of je Tardigrada leeft en beweegt of zich nog in toestand van schijndood bevindt. Als de Tardigrada nog leeft en niet in nood is, kun je verder gaan met stap X. Als de Tardigrada nog steeds in de trilstand is of in een extreme omgeving en in nood is, ga dan verder met stap VIII.
- VIII. Open de container en doe met een pipet **voorzichtig** een druppel water op elk van uw monsters.
- IX. Sluit de recipiënt en zorg ervoor dat de waterdruppel in het midden blijft.
- X. Gebruik je microscoop om te observeren wat er gebeurt. Probeer waar mogelijk een koude lamp te gebruiken, omdat blootstelling aan te veel warmte in dit stadium je resultaten kan beïnvloeden.
- XI. Noteer je resultaten en maak je labrapport voor dit onderzoek af.



Aan het einde van je experiment plaats je de Tardigrada terug in een vochtig mosmonster en breng je ze terug naar hun natuurlijke omgeving.



## → Onderzoeksrapport

Titel: \_\_\_\_\_

Doelstelling: \_\_\_\_\_

Hypothese: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Methode:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Resultaten:**

Monster	Omgevings-factor(en)		Tardigrada levend		Observaties*
	Bij aanvang	Eind-resultaat	Bij aanvang	Eind-resultaat	
Controle					

\* Te testen omgevingsomstandigheden: temperatuur, zoutgehalte, pH, straling of druk

**Bespreking:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Besluit:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## → Activiteit 4: Beerdiertjes in de ruimte

**Wist je dat?**

In 2028 zal ESA, in samenwerking met het Russische Ruimteagentschap (Roscosmos), de ExoMars-rover "Rosalind Franklin" lanceren. Het hoofddoel van het ExoMars-programma is na te gaan of er ooit leven op Mars is geweest door te landen op een plaats met een groot potentieel voor het vinden van goed bewaard organisch materiaal, met name uit de zeer vroege geschiedenis van de planeet. Hij zal een boor meenemen om monsters te verzamelen tot op een diepte van 2 meter en deze te analyseren met instrumenten van de volgende generatie in een laboratorium aan boord.



1. Mars heeft een ijle atmosfeer die voornamelijk bestaat uit CO<sub>2</sub>. Er zijn aanwijzingen dat er in het verleden een oceaan van water op Mars was, die met de evolutie van de planeet is verdwenen. Momenteel zijn er geen aanwijzingen dat er vloeibaar water aan het oppervlak stroomt. De temperaturen variëren van -153 °C tot 20 °C.

a. Denk je dat Tardigrada kunnen overleven op Mars? Waarom?

---



---



---

b. De omstandigheden op het oppervlak van Mars zijn gedurende vele tienduizenden jaren zeer droog. Mars staat ook bloot aan veel hogere stralingsniveaus dan op aarde. Vormt dit een probleem voor de mogelijkheid dat Tardigrada daar overleven? Waarom?

---



---



---

c. Welke voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen om kruisbesmetting van monsters te voorkomen?

---



---



---

d. Denkt u dat ExoMars rover de vraag kan beantwoorden of er ooit leven op Mars is geweest?

---



---

## → Links

### Resources

ESERO Belgium lesmateriaal: <https://eserobelgium.be/index.php/nl/bibliotheek-met-lesmateriaal-voor-het-secundair-onderwijs/>

Could life survive in extreme environments?

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Could\\_life\\_survive\\_in\\_alien\\_environments\\_-\\_Defining\\_environments\\_suitable\\_for\\_life\\_Teach\\_with\\_space\\_B09](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09)

ESA classroom resources [esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

### ESA extra information

Tardigrades in space (TARDIS) on ESA's orbital Foton-M3 mission :

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/Tiny\\_animals\\_survive\\_exposure\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space)

Robotic Exploration of Mars:

[exploration.esa.int/mars](https://exploration.esa.int/mars)

Planetary protection: preventing microbes hitchhiking to space

[esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Planetary\\_protection\\_preventing\\_microbes\\_hitchhiking\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space)

Searching for signs of life on Mars

[exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars](https://exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars)

Ten things you did not know about Mars

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten\\_things\\_about\\_Mars](https://esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars)

ESA Euronews: Mars on Earth [esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA\\_Euronews\\_Mars\\_on\\_Earth](https://esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth)

Ted-Ed: Meet the tardigrade

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

Life in extreme environments

<https://www.nature.com/articles/35059215>