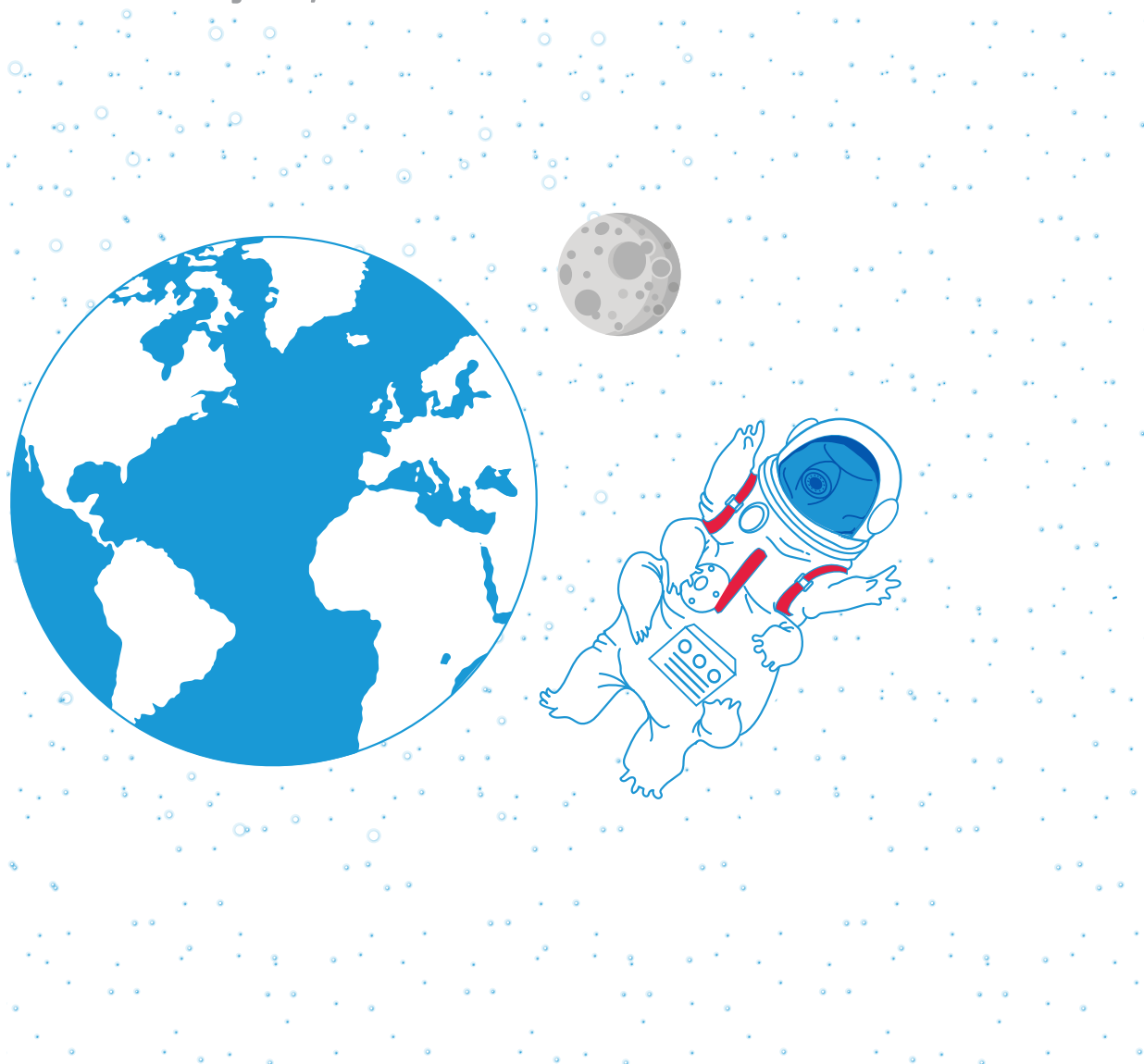
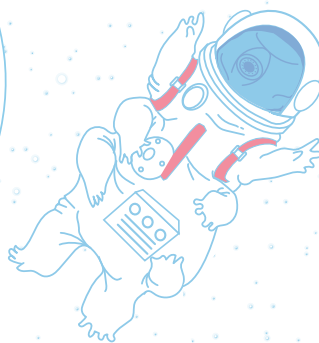


# Undervis med universet

## → KAN LIV OVERLEVE I FREMMEDE MILJØER?

Bestem miljøer, der kan understøtte liv





## Lærervejledning

Fakta, formål og læringsmål

side 3

Introduktion

side 4

Baggrund

side 6

Aktivitet: Liv i rummet?

side 8

Links

side 10

Bilag

side 11

**Undervis med universet - Kan liv overleve i fremmede miljøer?| B09**  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

**ESA's uddannelseskantor modtager gerne feedback på materialet**  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

**Materialet er produceret af ESA i samarbejde med ESERO Polen**  
Copyright 2019 © European Space Agency

# → KAN LIV OVERLEVE I FREMMEDE MILJØER?

## Kan liv overleve i fremmede miljøer?

### Fakta

**Fag:** Biologi

**Klassetrin:** 7. -10. klasse

**Kategori:** Elevaktiviteter

**Sværhedsgrad:** Middel

**Udgifter:** 0-80 kr.

**Varighed:** 1 time

**Lokation:** Klasseværelse

**Hjælpemidler:** Internet, bøger, bibliotek

**Emneord:** Biologi, solsystemet, planeter, måner, ekstremofiler, abiotiske (ikke-levende) faktorer, søgen efter liv

### Formål

Eleverne skal i aktiviteten i dette materiale overveje, om liv fundet i ekstreme miljøer på Jorden, vil være i stand til at overleve andre steder i solsystemet.

Eleverne skal undersøge kendetegn ved forskellige steder i solsystemet og anvende faktakort om ekstremofiler til at opstille hypoteser om, hvor og hvad de tror vil være i stand til at overleve i forskellige miljøer udenfor Jorden.

### Læringsmål

- Eleverne lærer, hvad ekstremofiler er.
- Eleverne gør sig overvejelser om økologisk tolerance.
- Eleverne gør sig overvejelser om, hvilke abiotiske faktorer der påvirker livsformers tilpasning og overlevelse.
- Eleverne lærer om miljøforholdene på forskellige objekter i solsystemet.
- Eleverne forstår, at ændringer i miljøforhold har indflydelse på udviklingen af levende organismer.

## → Introduktion

Jo mere forskere undersøger Jorden, jo mere liv finder de. Liv på Jorden har tilpasset sig til ekstremt varierende forhold, også forhold som mennesker tidligere har betragtet som umulige. Liv kan eksistere de mest overraskende steder. Liv er fundet i porøse klipper i Antarktis, i vulkanske kilder og endda i undersøiske varmtvands gejsere.



Figur 1

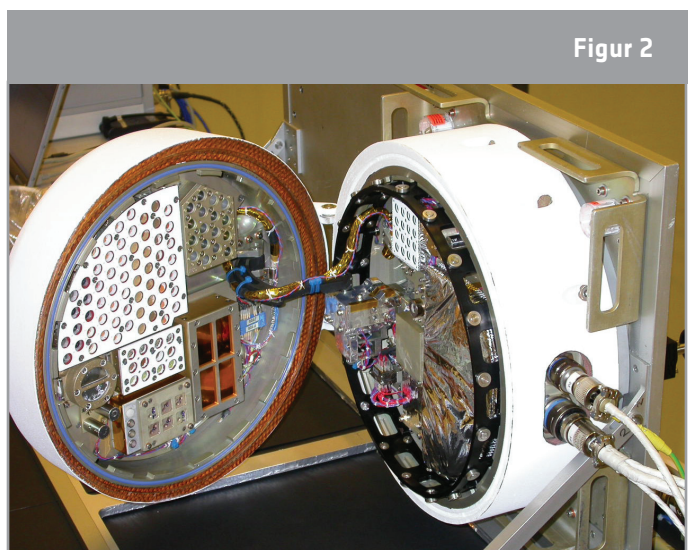
Fra venstre: Porøse klipper i Antarktis; vulkanske kilder i Yellowstone National Park, USA; Hydrotermisk gejser, Mariana Trench

Organismer, der lever i disse og andre ekstreme miljøer, er alle kendt som **ekstremofiler**. De er enkeltcellet eller multicellulære mikroorganismer. Ekstremofiler henter deres energi fra forskellige kilder, som findes i miljøerne, for at katalysere kemiske reaktioner. Forskellige arter tilpasser sig, gennem evolutionære ændringer, til det miljø, de lever i (eller som de har været tvunget til at migrere til).

Jorden er kendetegnet ved forskellige klimazoner, områder med land og vand og forskellige højder. Disse forskelle resulterer i koncentrationer af specifikke organismer rundt omkring på Jorden. Lige nu er Jorden det eneste sted i universet, hvor vi ved, der er liv. Der er ikke fundet liv andre steder i solsystemet endnu. I menneskets søgen efter liv udforskes mulige miljøer, hvor der måske kan være liv, eller var liv, der er i stand til at udvikle sig og overleve.

Aktiviteten i dette materiale giver eleverne mulighed for at overveje, hvordan liv udenfor Jorden måske kan se ud, hvis det nogensinde bliver fundet. Ved at bruge de ekstremofiler, der er fundet på Jorden, som eksempler, vil eleverne opstille hypoteser om, hvilke andre miljøer i solsystemet, der potentielt vil være egnet til liv. Derudover vil eleverne også overveje, hvilke konsekvenser søgen efter liv, og måske opdagelsen af fremmed liv kan have.

Der udføres mange forskellige eksperimenter for at komme tættere på at forstå grænserne for, hvad der styrer levende organismer, fx at udsætte organismer for de hårde forhold i rummet. For eksempel har tardigrader (også kendt som bjørnedyr) været udsat for vakuum og ekstreme temperatursvingninger i rummet som en del af ESA's Biopan 6 mission, for at teste deres evne til at overleve under disse forhold. I andre forskningsstudier undersøger man, hvordan det vægtløse miljø på Den Internationale Rumstation påvirker levende organismer (uden at udsætte dem for vakuum). For eksempel kan undersøgelser af, hvordan planterødder gror i mikrogravitation være medvirkende til bedre at forstå planters vækst på Jorden.

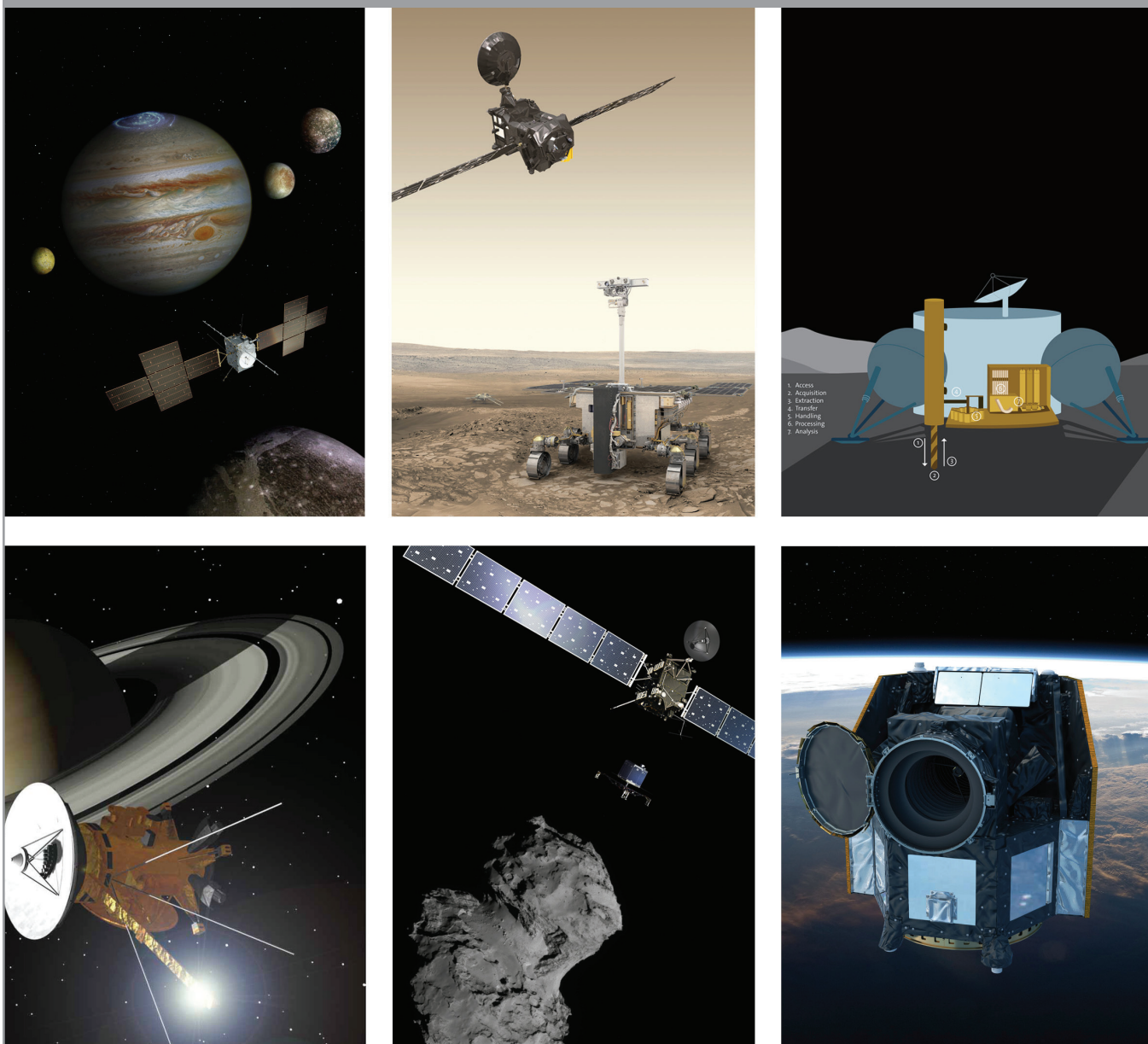


Figur 2

Biopan instrument på ydersiden af Fonton-rumkapsel.

Fleere ESA-missioner, har undersøgt og vil undersøge miljøer uden for Jorden, der kan tænkes at rumme liv. Blandt dem er Cassini-Huygens missionen til Saturn; Rosetta missionen til komet 67P/Churyomov-Gerasimenko; Rosalind Franklin, som er en todelt mission bestående af et kredsløbsmodul og en rover til den røde planet; rummissionen JUICE som vil studere Jupiter og tre af dens største måner; og fremtidige missioner til Månen, såsom Luna-27 der vil søge efter spor til at forstå livets oprindelse. Udover dette vil missioner som CHEOPS og PLATO søge ud over vores solsystem til planeter som kredser omkring en anden stjerne end Solen (exoplaneter).

Figur 3



Illustrationer fra venstre mod højre: (øverst) JUICE mission til Jupiter, Rosalind Franklin rover på Mars, PROSPECT instrumentpakke fra Luna-27 missionen til Månen. (Nederst) Cassini-Huygens nærmer sig Saturn, Rosetta og Philae ved Komet 67P/Churyomov-Gerasimenko, CHEOPS i kredsløb om Jorden.

## → Baggrund

### Extremofiler

Ekstremofiler er organismer, der kan klare sig under fysiske og geokemiske ekstreme forhold, der vil være dødelige for det meste af livet på Jorden. Ekstremofiler inkluderer syre- og saltelskende organismer, samt organismer der kan overleve ekstrem høje og/eller lave temperaturer. Nogle ekstremofiler kan modstå højt tryk, større end 350 gange atmosfærisk tryk.

Organismer, der kan leve i kogende vand, er kendt som hypertermofiler. Der er en særlig vigtig gren af ekstremofilerne, fordi de lader til at være blandt de ældste arter, som lever på Jorden. Nogle forskere mener, at det betyder, at selve livet begyndte i miljøer med høje temperaturer, måske i undersøiske varmtvands gejsere kendt som sorte skorstene. En oversigt over forskellige typer af ekstremofiler ses i tabel 1.

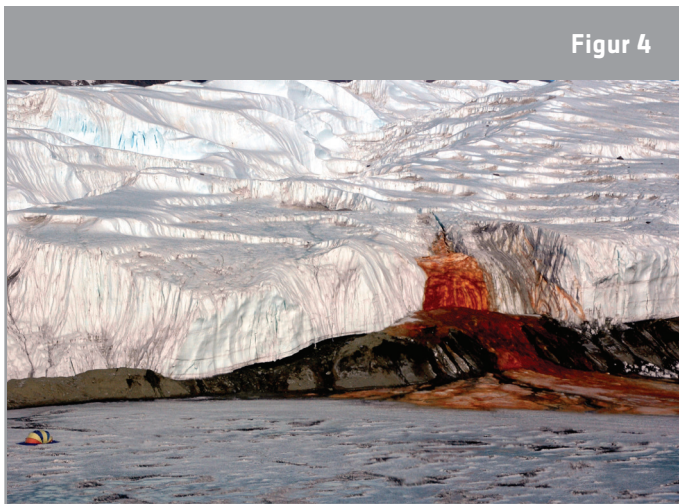
Oversigt over forskellige typer af ekstremofiler		Tabel 1
Extremofil	Karakteristika	
Acidofil	Trives i meget sure miljøer med en pH-værdi lavere end 3	
Alkalifil	Trives i meget alkaliske/basiske miljøer med en pH-værdi på over 9	
Anaerobe	Har brug for lidt eller ingen ilt for at vokse	
Halofil	Kræver en høj saltkoncentration for at vokse	
Hypertermofil	Trives ved temperaturer mellem 100 grader og ca. 130 grader	
Hypolith	Lever under klipper i kolde ørkner	
Metallotolerant	Overlever i miljøer med høje niveauer af opløste tungmetaller	
Oligotroph/oligotrof	Vokser i miljøer med lave niveauer af næringsstoffer	
Osmofil	Er i stand til at vokse i miljøer med høj koncentration af sukker	
Piezofil (barofil)	Lever i miljøer under højt tryk	
Psychofil	Trives i miljøer med lave temperaturer, under -15 grader	
Radioresistant	Modstandsdygtig over for høje doser af stråling	
Termofil	Trives i miljøer med høje temperaturer mellem 40 og 100 grader	
Xerofil	Er i stand til at vokse under meget tørre forhold	

## Livet i Solsystemet

Undersøgelser af de miljøer i Solsystemet, hvor der måske er chance for liv, er afhængig af data opnået gennem målinger og analyser af atmosfærer eller overflader fra det, der undersøges (planeter, måner, kometer, asteroider).

Forskere må, i deres søgen efter liv udenfor Jorden, følge nogle antagelser om, hvad det er, der mere nøjagtigt vil blive regnet som en succes for at finde liv (eller spor efter liv). Den første af disse antagelser er, at vi kigger efter mikroorganismer eller spor fra deres tidligere eksistens. Chancerne for at finde primitive organismer er meget større end at søge efter avancerede arter. Selvom Jorden er 4,5 milliarder år gammel, så er ikke-primitive arter først blevet fundet for tidligst 500 millioner år siden! Før det, var Jorden kun beboet af mikroorganismer. Den næste antagelse er (fortrinsvist) at søge efter liv i vandet. Denne betingelse indsnævrer listen over de mulige steder, som muligvis vil have liv til såkaldte "beboelige zoner" omkring en stjerne, hvor vand kan være til stede i flydende form (hvor det ikke er for varmt eller for koldt til, at liv kan eksistere som vi kender det, og det atmosfæriske tryk er tilstrækkeligt).

## Analoge miljøer



Figur 4

Vandfald med 'blod' findes i tørre dale i Antarktis - jernrig underglacial udstrømning.

At undersøge miljøer for deres evne til at understøtte liv, ligger inden for feltet astrobiologi. Forskere studerer fremmede kloder for at finde spor, der kan vise at livet måske kan være begyndt andetsteds i Solsystemet.

Dette kan ske ved at studere såkaldt analoge miljøer. Det er miljøer, der opfylder de betingelser, der er sammenlignelige med de områder uden for Jorden som man ønsker at studere.

De tørre dale i Antarktis (figur 4) betragtes som de mest 'Mars-lignende' miljøer på Jorden og indeholder en række af de samme egenskaber som man har fundet på Mars i dag om som vi mener at Mars engang har set ud. De kan derfor bruges til at sammenligne med de polare områder på Mars.

Et andet sammenligningsgrundlag til miljøet på Mars, men helt anderledes end Antarktis, er floden Rio Tinto, der ligger i Spanien (figur 5). Det er et meget surt blodrødt flodsystem, der løber gennem bredder af jernrige klipper. Man regner med, at dette miljø måske viser, hvordan en flod kunne have set ud, da Mars havde en atmosfære. Miljøet repræsenterer de forhold, der er nødvendige for at udfælde specifikke mineraler (såsom jarosit), som er fundet på Mars. Dette mineral dannes i et surt og jernrigt miljø.



Figur 5

"Rød flod" - Rio Tinto i Spanien.

## → Aktivitet: Liv i rummet?

I denne aktivitet skal eleverne først overveje, hvilke abiotiske (ikke-levende) faktorer der skal undersøges, når man er på jagt efter tegn på liv og herefter undersøge, hvad der kendetegner de forskellige miljøer i Solsystemet. Eleverne skal dernæst introduceres for ekstremofiler og opstille hypoteser om, hvilke ekstremofiler der måske vil kunne overleve i de forskellige himmellegemer i Solsystemet, som de har undersøgt.

## Materialer

- Faktakort fra bilag 1 og bilag 2 – et sæt til hver gruppe.

## Øvelse

Introducer eleverne for ideen om, at forskellige livsformer kan tilpasse sig til at overleve i en række forskellige miljøer, og at der er en række abiotiske (ikke-levende) faktorer, der afgør dette.

Så hvad med fremmed liv? Der er ikke fundet tegn på liv endnu, men forskere søger stadig. Spørgsmålet er, hvad de kigger efter, og hvor de skal kigge?

Tal med eleverne om, hvad de tror, vil være de mest spændende abiotiske faktorer at finde på Solsystemets måner eller andre planeter, hvis de undersøgte dem med henblik på at finde liv.

Eleverne vil måske give disse forslag, ilt, vand, temperatur, stråling, atmosfære. Eleverne skal arbejde to og to (eller i små grupper). Bed dem om at læse 'Faktakort om Solsystemet' (bilag 1) og tal om, hvad de ved om stederne på kortene.

Eleverne skal undersøge miljøerne for hvert sted. Kendetegnene er beskrevet i tabel 2.

Kendetegn ved objekter i Solsystemet						Tabel 2
Objekt	Overflade-temperatur (°C)	Atmosfærisk tryk (Pa)	Atmosfæriske gasser	Stråle-eksponering	Magnet-felt?	Tyngde-acceleration (m/s <sup>2</sup> )
Merkur	-180 til +430	10 <sup>-7</sup>	Meget tynd atmosfære inklusiv: brint, helium, ilt, vanddamp	Høj	Ja	3,7
Venus	470	9,3 x 10 <sup>6</sup>	kuldioxid, kvælstof	Lav	Nej	8,87
Jorden	-88 til +58	101,3 x 10 <sup>3</sup>	nitrogen, ilt	Lav	Ja	9,81
Månen	-233 til +123	10 <sup>-7</sup>	Meget tynd atmosfære inklusive: helium, argon, natrium, brint	Høj	Nej	1,6
Uden for den internationale rumstation	-157 til +120	0	-	Høj	-	Mikro-tyngdekraft
Mars	-153 til +20	600	kuldioxid, nitrogen, argon	Høj	Nej	3,71
Titan	-179	146,7 x 10 <sup>3</sup>	nitrogen, metan	Lav	Nej	1,35
Enceladus	-201	-	-	Høj	Nej	0,113



Nogle af Solsystemets miljøer virker meget fjendtlige sammenlignet med de miljøer på Jorden, hvor der er liv. Tal med eleverne om, hvorvidt de kender miljøer eller steder på Jorden, der har lignende forhold. Deres forslag kan være: ørkner, Arktis/Antarktis, kilder med varm syre, vulkaner eller havets bund.

Der er fundet liv på Jorden i ekstreme miljøer, som tidligere blev regnet for ubeboeligt. Disse livsformer har tilpasset sig så de kan tåle de hårde forhold. Men hvilke typer organismer er de?

Introducer ekstemofiler. Giv hver gruppe et sæt af 'Faktakort om ekstemofiler' (bilag 2). Eleverne skal skrive hvilken ekstemofil, de mener er i stand til at overleve i hvert af Solsystemets forskellige miljøer, miljøerne er beskrevet på de enkelte faktakort. Eleverne kan også undersøge, om der er andre typer af ekstemofiler, som de kan tilføje til deres hypotese.

Tal med eleverne om deres ideer til hvilket liv, der måske er i stand til at overleve i hver af Solsystemets miljøer. Eleverne skal kunne argumentere for deres valg på baggrund af den information, de er blevet givet eller selv har fundet.

## Dialog og diskussion

Det skal gøres helt tydeligt for eleverne, at der endnu ikke er bevis for, at der er fundet liv uden for Jorden (inklusive ekstemofiler). At opdage liv i ekstreme miljøer på Jorden, og forstå de forhold organismene kan overleve i, er med til at hjælpe os med at søge efter liv andre steder i Solsystemet og ud over dets grænser. Forskere kan også undersøge miljøer på Jorden, der har lighed med miljøer andre steder i Solsystemet såsom Mars.

Selvom liv udenfor Jorden ikke er fundet endnu, skal eleverne forestille sig, hvad menneskeheden skal gøre, hvis liv findes? Hvad forestiller eleverne sig er mest sandsynligt at finde – intelligent liv eller blot små mikroorganismer? Og hvor (hvilke planeter eller måner), vil de mene, at forskere skal fokusere på, når de leder efter liv?

Selvom ekstemofiler udleder deres energi fra en bred række af kemiske processer, så er de alle afhængige af vand og indeholder alle DNA. Måske bruger eksotiske fremmede livsformer andre væsker end vand, eller andre informations-bærende molekyler end DNA. Kun gennem rummissionerne kan der findes svar på dette. Tal med eleverne om, hvilke ulemper der kan være ved at mennesker sender rumskibe ud til fremmede miljøer. Enhver mission til andre planeter, for eksempel Mars, har meget strenge regler for biologisk forurening – diskuter hvorfor.

Andre spørgsmål, der kan tales om:

- Er flydende vand nødvendig for udvikling af liv?
- Tror I, at der eksisterer fremmede liv, der ikke bruger DNA som dets information-bærende molekyler?
- Hvis der findes liv udenfor Jorden, vil det så overhovedet gøre en forskel?

Dialogen kan også udvides ved at bede eleverne at forestille sig og skrive ned, hvilke parametre, der skal være opfyldt for, at noget kan betegnes som levende (lavet af celler, optager og bruger energi, vækst og udvikling, reproduktion, reagere på deres miljø og tilpasser sig til miljøet).

## → Links

### ESA materialer

ESA's materialer til klasselokalet [esa.int/Education/Classroom\\_resources](http://esa.int/Education/Classroom_resources)

### ESA rumprojekter

Den internationale Rumstation

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/International\\_Space\\_Station](http://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station)

Cassini-Huygens [esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Cassini-Huygens](http://esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens)

Rosetta [esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Rosetta](http://esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta)

ExoMars [sci.esa.int/mars](http://sci.esa.int/mars)

CHEOPS [sci.esa.int/cheops](http://sci.esa.int/cheops)

PLATO [sci.esa.int/plato](http://sci.esa.int/plato)

JUICE [sci.esa.int/juice](http://sci.esa.int/juice)

PROSPECT instrumentpakke på Luna-27

[exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect](http://exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect)

### Ekstra information

Forskning om eksobiologi på den internationale rumstation (inklusive en video)

[www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/Exobiology](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Exobiology)

Eksobiologi og rum missioner (video)

[esa.int/spaceinvideos/Videos/2013/01/Exobiology\\_and\\_Space\\_Missions](http://esa.int/spaceinvideos/Videos/2013/01/Exobiology_and_Space_Missions)

Beskyttelse af planeter

[exploration.esa.int/mars/57581-planetary-protection](http://exploration.esa.int/mars/57581-planetary-protection)

Planetære analoger

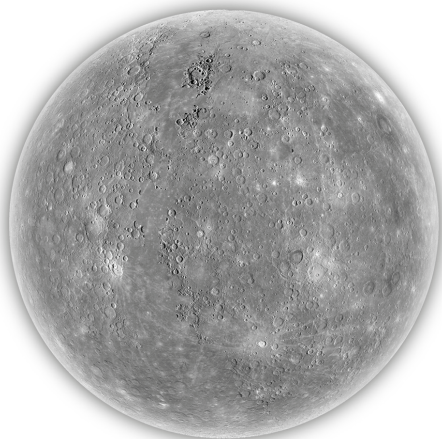
[esamultimedia.esa.int/docs/gsp/The\\_Catalogue\\_of\\_Planetary\\_Analogues.pdf](http://esamultimedia.esa.int/docs/gsp/The_Catalogue_of_Planetary_Analogues.pdf)

Liv under ekstreme forhold [sci.esa.int/home/30550-life-in-extreme-conditions](http://sci.esa.int/home/30550-life-in-extreme-conditions)

At forstå livets oprindelse [lunarexploration.esa.int/#/library?a=284](http://lunarexploration.esa.int/#/library?a=284)

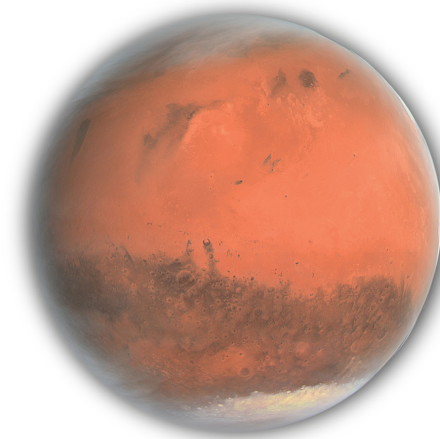
## → Bilag 1: Faktakort om Solsystemet

### Merkur



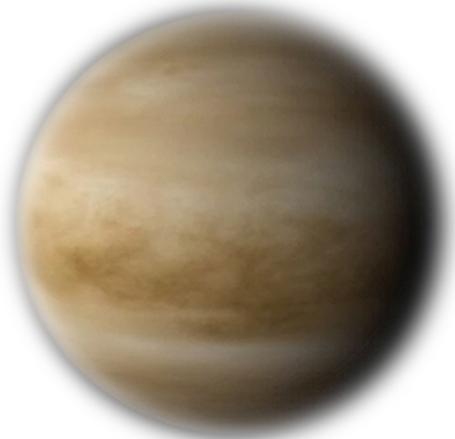
**Overfladetemperatur:** -180°C til 430°C  
**Atmosfærisk tryk:**  $10^{-7}$  Pa  
**Atmosfære sammensætning:** Almindelig atmosfære, herunder: brint, helium, ilt, vanddamp  
**Stråling:** Høj  
**Magnetfelt?:** Ja  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:**  $3,7 \text{ m/s}^2$   
**Ekstra information:** På trods af de høje temperaturer som planeten er udsat for om dagen, er det måske koldt nok dybt inde i kratre ved planetens poler til, at frosset vand kan være tilstede.

### Mars



**Overfladetemperatur:** -153°C til 20°C  
**Atmosfærisk tryk:** 600 Pa  
**Atmosfære sammensætning:** Kuldioxid, nitrogen, argon  
**Stråling:** Høj  
**Magnetfelt?:** Nej  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:**  $3,7 \text{ m/s}^2$   
**Ekstra information:** Har frosset vand ved polerne. Ved Mars' sydpol er der blevet opdaget, at der har været en dam med flydende vand under lag is og støv.

### Venus



**Overfladetemperatur:** 470°C  
**Atmosfærisk tryk:** 9,3 MPa  
**Atmosfære sammensætning:** Kuldioxid, nitrogen  
**Stråling:** Lav  
**Magnetfelt?:** Nej  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:**  $8,87 \text{ m/s}^2$   
**Ekstra information:** Har en giftig og tung atmosfære, næsten udelukkende består af kuldioxid. Et tykt lag af skyer omgiver planeten, hvoraf den øverste del består for det meste af små svovlsyredråber. Ved overfladen er det atmosfæriske tryk fra Venus mere end 90 gange større end Jordens.

### Månen



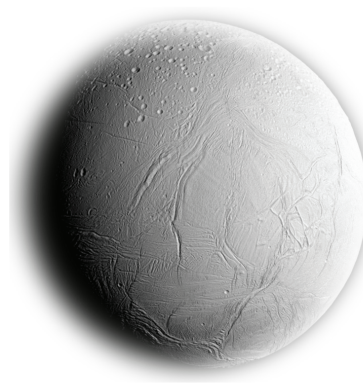
**Overfladetemperatur:** -233°C til 123°C  
**Atmosfærisk tryk:**  $10^{-7}$  Pa  
**Atmosfære sammensætning:** Tynd atmosfære indeholder: helium, argon, natrium, hydrogen  
**Stråling:** Høj  
**Magnetfelt?:** Nej  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:**  $1,6 \text{ m/s}^2$   
**Ekstra information:** Flydende vand findes ikke på Månen. Men det menes, at frosset vand kan findes i kratere, der ligger i permanent skygge ved Månens poler, og kan være fanget under overfladen.

## Titan



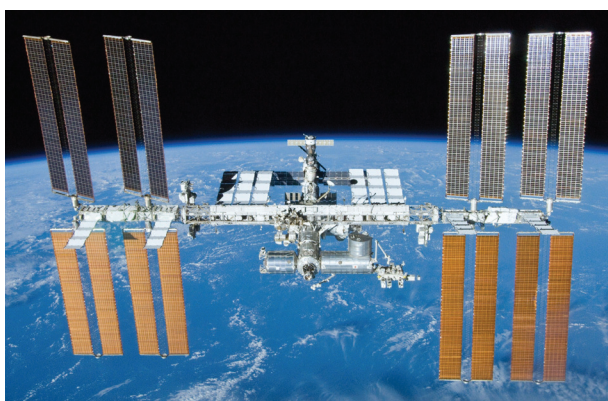
**Overfladetemperatur:** -179°C  
**Atmosfærisk tryk:** 146,7 Pa  
**Atmosfære sammensætning:** Kvælstof, metan  
**Stråling:** Lav  
**Magnetfelt ?:** Nej  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:** 1,35 m/s<sup>2</sup>  
**Ekstra information:** Har skyer, regn, floder, søer og hav af flydende kulbrinter, såsom metan og etan. Under en tyk skorpe af frossen vand menes der at være et hav af flydende vand.

## Enceladus



**Overfladetemperatur:** -201°C  
**Atmosfærisk tryk:** -  
**Atmosfære sammensætning:** -  
**Stråling:** Høj  
**Magnetfelt ?:** Nej  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:** 0,133 m/s<sup>2</sup>  
**Ekstra information:** Formodes at have hydrotermiske åbninger, der sprøjter mineralrigt vand ud i et hav, der ligger under dens iskolde overflade.

## Den internationale Rumstation



**Overfladetemperatur:** -157°C til 120°C  
**Atmosfærisk tryk:** -  
**Atmosfære sammensætning:** -  
**Stråling:** Høj  
**Magnetfelt?:** -  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:** Mikrotyngdekraft  
**Ekstra information:** Det Europæiske Rumfartsagentur har udført en række eksperimenter på Den internationale rumstation og andre missioner for at se om organismer kan overleve ved at blive udsat for de hårde forhold i rummet.

## Jorden

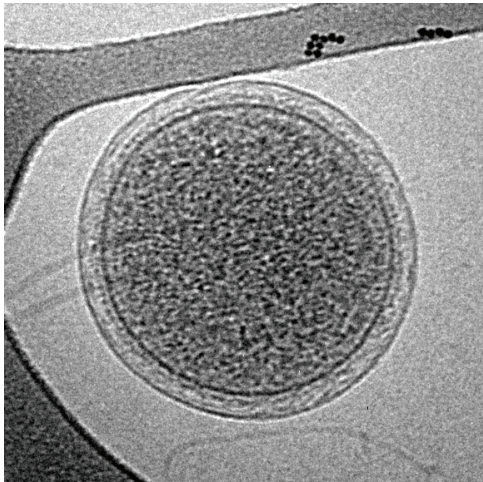


**Overfladetemperatur:** -88°C til 58°C  
**Atmosfærisk tryk:** 101,3 kPa  
**Atmosfæriske sammensætning:** Kvælstof, ilt  
**Stråling:** Lav  
**Magnetfelt:** Ja  
**Tyngdeaccelerationens størrelse:** 9,81 m/s<sup>2</sup>  
**Ekstra information:** Den eneste planet i solsystemet der vides at være beboet med liv og som har flydende vand på overflade. Det meste af Jorden er dækket af vand.

## → Bilag 2: Faktakort om Ekstremofiler

### *Archaeal Richmond Mine acidophilic nanoorganisme (ARMAN)*

Ekstremofil type: acidofil



- Trives i sure miljøer mellem pH 2 og pH 6.
- Er blevet fundet i områder, der varierer i temperatur fra 10 - 50°C.
- Fundet på Jorden i sure mineafløb dannet af forvitring af sulfidrige mineraler, for eksempel Richmond Mine i USA og Rio Tinto i Spanien.

### *Xanthoria elegans*

Ekstremofil type: psykrofil



- Fundet mange steder på Jorden, men foretrækker kolde miljøer, såsom boreale skove i Antarktis (den nordlige nåleskove-region).
- Fløj på ydersiden af Den Internationale Rumstation under et eksperiment og viste sig at kunne overleve vakuum i rummet, høje doser af stråling, ekstreme temperaturændringer og lavt tryk.
- Kan vokse sig op til 5 cm bred.

### *Artemia franciscana*

Ekstremofil type: psykrofil



- Et primitivt krebsdyr, også kendt som saltsørejer.
- Tåler høje og lave niveauer af salt.
- Dens æg (også kaldet cyster) kan overleve i to år i tørre, iltfrie forhold.
- Fundet i saltvandssøer inde i landet som Great Salt Lake i USA.
- Cyster (æg) var med på ESA's Biopan 2-mission og viste sig at være i stand til at overleve lavtryksmiljø bestående af vakuum og temperaturer under frysepunktet.
- Kan vokse op til 11 mm i længden.

### *Polypedilum vanderplanki*

Ekstremofil type: xerofil



- Larverne af dette insekt kan tåle at blive dehydreret til ca. 3% af dens kropsvægt i vand (mennesker har 33%). Fundet i små klippebassiner i tørre dele af Afrika.
- Larver blev udsat for miljøet i rummet under et eksperiment på Den Internationale Rumstation. De viste sig at kunne modstå ekstreme temperaturer, høje doser af stråling og rumvakuum.
- Larver kan være op til 7 mm lange.

## *Thermotoga maritima*

Ekstremofil type: hypertermofil



- Anaerobe bakterier, der trives i vand med temperaturer mellem 50 – 90°C.
- Foretrækker en neutral pH.
- Kan typisk vokse, hvor saltniveauet er lave.
- Kan leve og vokse uden ilt.
- Fundet i varme kilder og hydrotermiske (ventil) åbninger.

## *Xenophyophore*

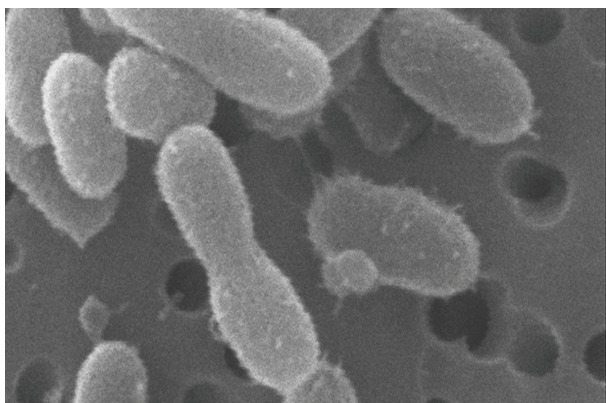
Ekstremofil type: piezophil



- Den største encellede organisme på Jorden.
- En multinucleat (har mere end en kerne) encellede organismer.
- Kan overleve i miljøer med ekstremt tryk (1000 gange atmosfærisk tryk).
- Fundet på havbunden rundt omkring i verden.

## *Chryseobacterium greenlandensis*

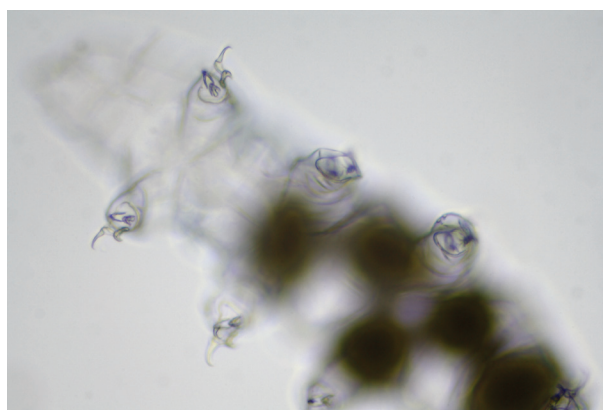
Ekstremofil type: psykrofil



- Ultra små bakterier.
- Trives i temperaturer mellem 1°C og 37°C, men kan overleve i temperaturer langt under frysepunktet.
- Modstandsdygtige over for lave temperaturer, højt tryk og reduceret ilt.
- Fundet i en 120.000 år gammel iskerne hentet fra omkring 3 km under overfladen af en gletscher på Grønland.

## *Bjørnedyr*

Ekstremofil type: betragtes ikke som en type ekstremofil



- Meget lille dyr, som på engelsk kaldes Tardigrade.
- Kan overleve i, men ikke tilpasse sig ekstreme betingelser.
- Kan overleve en række ekstreme miljøer: meget lave temperaturer ned til -200°C; og meget høje temperaturer op til 150°C; høje doser af stråling; meget højt tryk; og lange perioder med meget tørre forhold.
- Kan bo næsten hvor som helst på Jorden, men foretrækker fugtige miljøer såsom mos.
- Blev fløjet med på ESAs Biopan 6-mission og var i stand at overleve det barske miljø i rummet; ekstreme temperaturændringer, høj stråling og lavt vakuumtryk.