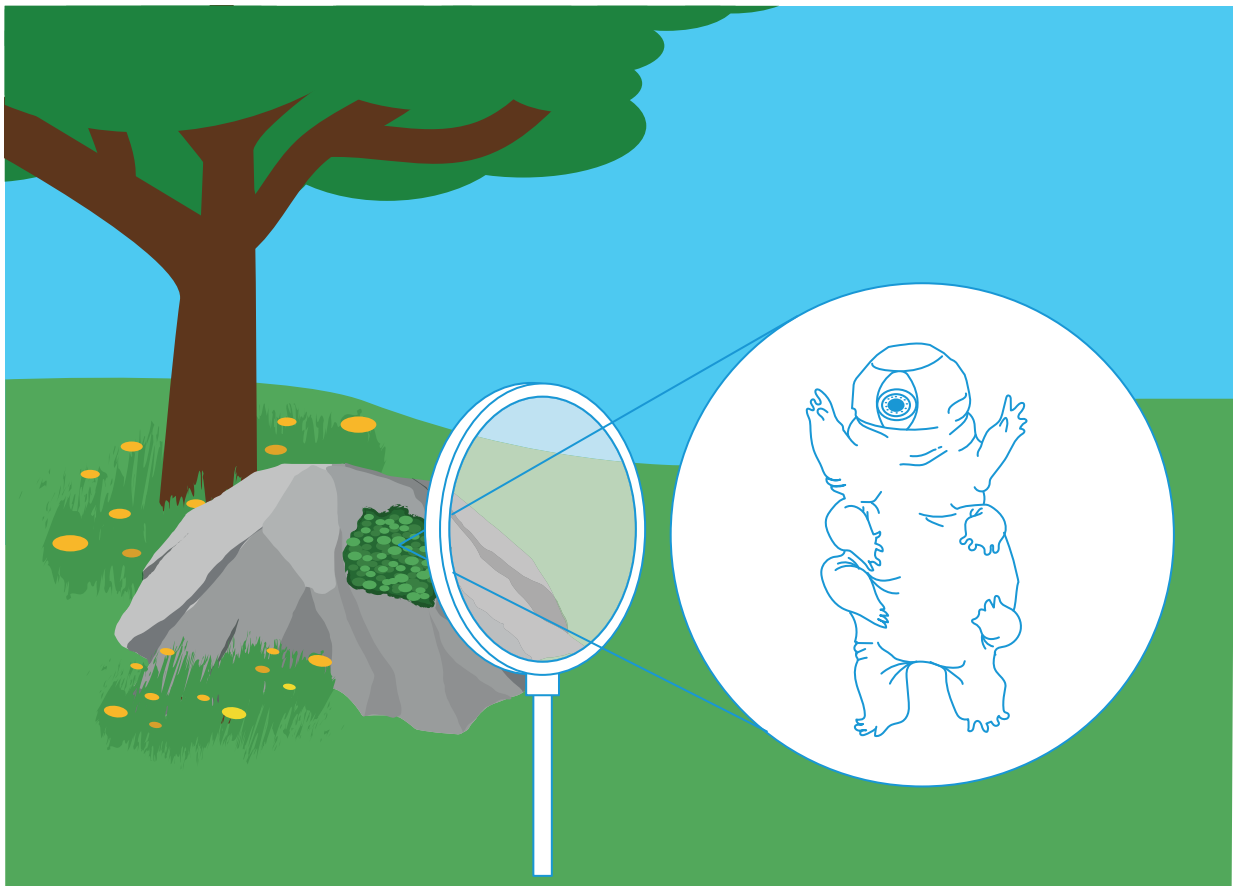
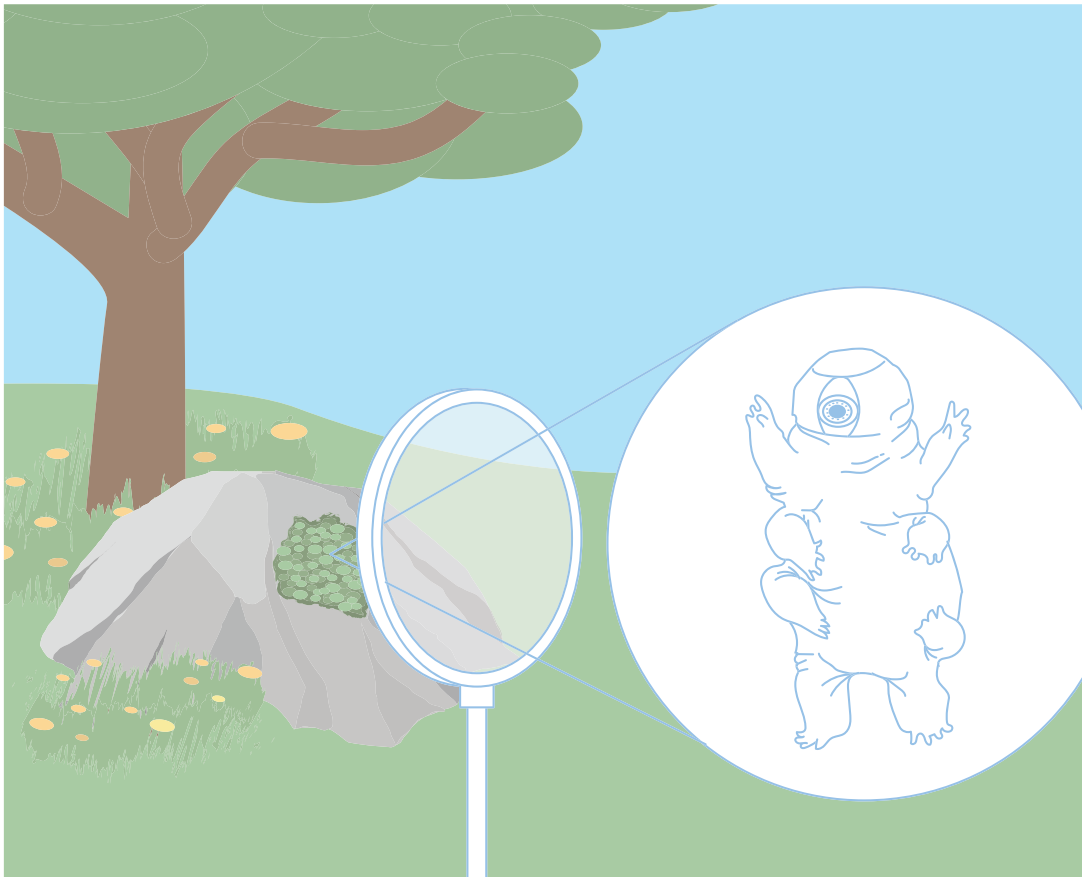


teach with space

→ WELTRAUM-BÄRCHEN

Labor-Erfahrung mit Bärtierchen





Schüler*innenteil

Eckdaten, Kurzbeschreibung, Lernziele	Seite 3
Übersicht	Seite 4
Aktivität 1: Sammeln der Bärtierchen	Seite 5
Aktivität 2: Bärtierchen in den „Schlaf“ schicken	Seite 6
Aktivität 3: Durchführung der Experimente – Können sie überleben?	Seite 7
Aktivität 4: Bärtierchen im Weltall	Seite 9
Links	Seite 10

teach with space – Weltraum-Bärchen | B10
www.esa.int/education

Das ESA Education Office freut sich über Feedback und Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion der ESA Education in Zusammenarbeit mit ESERO Polen
Copyright 2019 © European Space Agency

Ins Deutsche übersetzt und für Österreich adaptiert von ESERO Austria

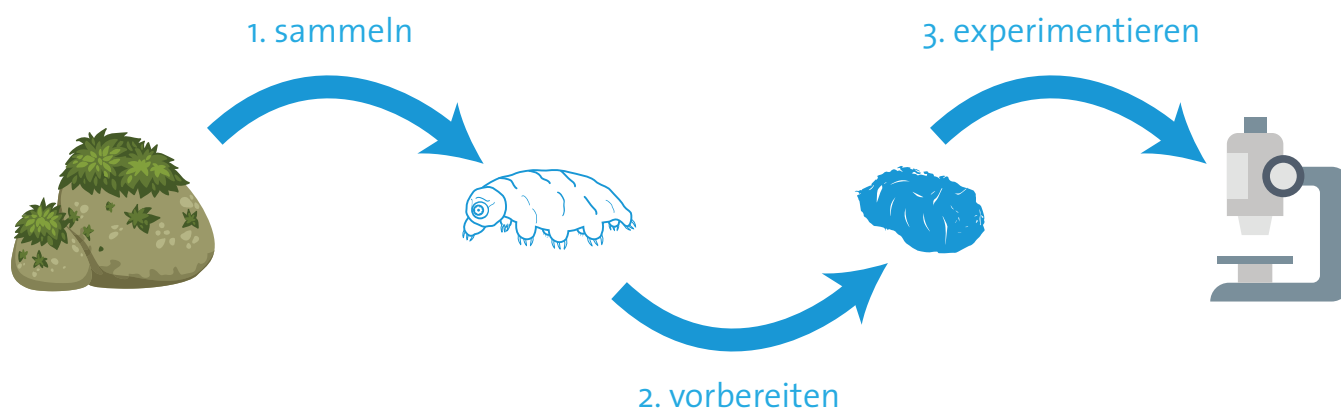
→ WELTRAUM-BÄRCHEN

Labor-Erfahrungen mit Bärtierchen

→ Einführung

Auf der Erde hat man tatsächlich Organismen entdeckt, die ähnlich extremen Bedingungen standhalten können, wie man sie im Weltraum vorfindet. Diese Entdeckung hat die Suche nach Leben außerhalb unseres Planeten plausibler gemacht. Die Astrobiologie versucht nun, den Ursprung des Lebens auf der Erde zu ermitteln, und zu verstehen, ob es irgendwo anders im Universum Leben geben könnte.

In Zuge dieses Experiments testet ihr die Widerstandsfähigkeit von Bärtierchen unter extremen Bedingungen, um selbst festzustellen, ob irdisches Leben unter den harten Bedingungen des Weltraums überleben könnte.



Bärtierchen, auch "Wasserbären" genannt, sind enge Verwandte der Gliederfüßer (Insekten und Krebstiere), die oft in feuchten Moosen und Flechten leben. Sie haben 8 Beine und ihre Gesamtkörperlänge beträgt nicht mehr als 1,5 mm. Bärtierchen sind mit bloßem Auge praktisch nicht zu sehen. Bestimmte Arten von Bärtierchen sind für ihre einzigartigen Überlebensfähigkeiten bekannt. Man hat festgestellt, dass sie Temperaturen von bis zu 150 °C und bis zu -272 °C, hohe Strahlung, extreme pH-Werte, Austrocknung, das Vakuum des Weltraums und hohe Sauerstoffkonzentrationen überleben können.

Bei starker Dehydrierung (Trockenheit) begeben sich Bärtierchen in einen Zustand der Anhydrobiose. In diesem Zustand, dem so genannten Tönnchenstadium, ist die Stoffwechselaktivität minimal. Bärtierchen können in diesem Zustand Jahre- oder sogar jahrzehntelang überleben, auch wenn sie anderen extremen Bedingungen ausgesetzt sind. Sie können aus diesem Zustand wiederbelebt werden, indem sie mit Wasser in Berührung kommen. Sie setzen danach wie gewohnt ihr Leben fort.

→ Aktivität 1: Sammeln der Bärtierchen

In diesem Teil lernt ihr wo und wie ihr Bärtierchen sammeln könnt und erstellt euren Versuchsplan.

Übung 1 – Bärtierchen finden

Bärtierchen können in Moos- oder Flechtenproben gefunden werden. Sammelt ein paar sonnengetrocknete Moos- oder Flechtenpolster von weißen Steinen, Natursteinmauern oder Terrakotta-Dachziegeln. Tardigraden oder Bärtierchen bevorzugen kalkhaltige Steine, da sie Kalzit für den Aufbau ihrer Stilett-Zähne benötigen. Proben aus Wäldern sind weniger geeignet, da viele Bärtierchen Moose und Flechten bevorzugen, die alle paar Tage vollständig austrocknen. Vermeidet das Sammeln von stinkenden und ständig durchnässten Proben. Wasserbären bevorzugen einen Lebensraum, der frei von Bakterien und Pilzen ist!



↑ Auf Steinen wachsendes Moos ist ideal für die Suche nach Bärtierchen.

1. Bärtierchen sind oft auf feuchten Moosen und Flechten zu finden. Wo könnt ihr in eurer direkten Umgebung Tardigraden finden?

2. Sammelt eine Probe von Moos (oder Flechten), von der ihr annehmt, dass sie Bärtierchen enthält. Die Probe sollte so gelagert werden, dass sie vollständig trocknen kann, zum Beispiel in einer Papiertüte an einem trockenen Ort oder im Sonnenlicht.

Übung 2 – Proben vorbereiten

Sammelt in eurer Arbeitsgruppe Bärtierchen von eurer Moos- (oder Flechten-) Probe. Befolgt danach folgende Anweisungen:

1. Legt das Mooskissen mit dem grünen Teil nach unten in die Petrischale und befüllt diese mit Leitungswasser, destilliertem oder deionisiertem Wasser. Das Moos sollte beginnen, das Wasser aufzusaugen.
2. Gebt so lange Wasser hinzu, bis das Moos gesättigt ist (es kein Wasser mehr aufnimmt) und stellt sicher, dass noch einige Millimeter Wasser in der Petrischale verbleiben. Fügt etwas Wasser hinzu, falls erforderlich.
3. Beschriftet die Petrischale mit euren Namen und lasst sie über Nacht stehen.



↑ Flechtenprobe in der Petrischale.

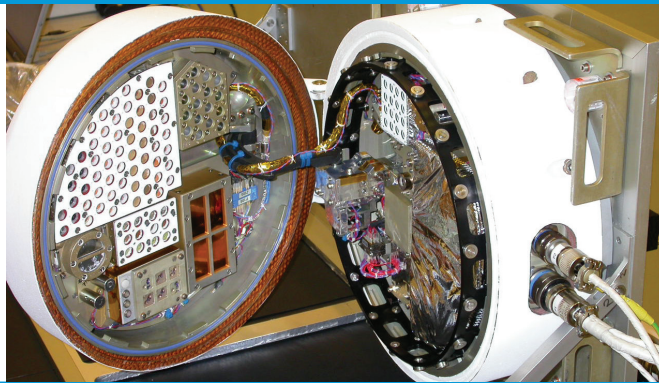
Übung 3 – Experiment planen

1. Nennt 3 extreme Umweltbedingungen, unter denen Bärtierchen überleben können.

2. Plant ein Experiment, um die Widerstandsfähigkeit des Bärtierchens gegenüber einer der bei Frage 1 genannten Umweltbedingungen zu untersuchen. Bearbeite die Abschnitte „Titel“, „Ziel“, „Hypothese“ und „Methode“ in deinem Untersuchungsbericht.

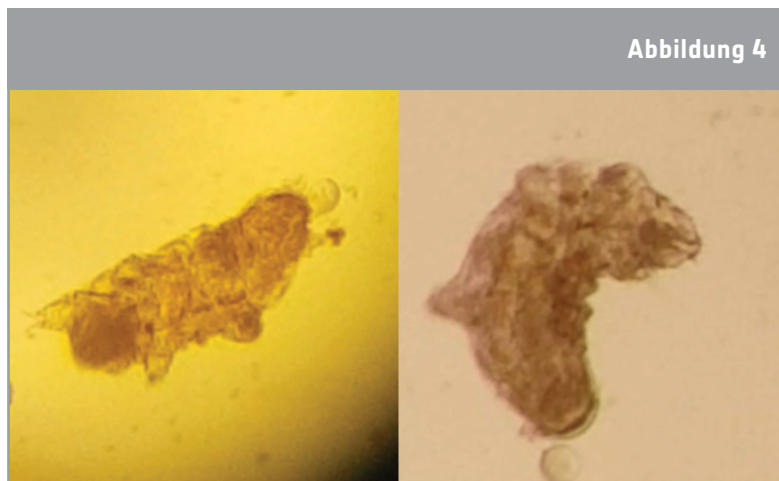
Schon gewusst?

Im Jahr 2007 wurden im Rahmen des ESA-Experiments „Tardigrades in Space (TARDIS)“ 3000 Bärtierchen in den Weltraum gebracht. Sie wurden 12 Tage lang dem Vakuum des Weltraums und somit extremer Dehydrierung und hoher kosmischer Strahlung ausgesetzt – und haben dennoch überlebt!



→ Aktivität 2: Die Bärtierchen in den „Schlaf“ schicken

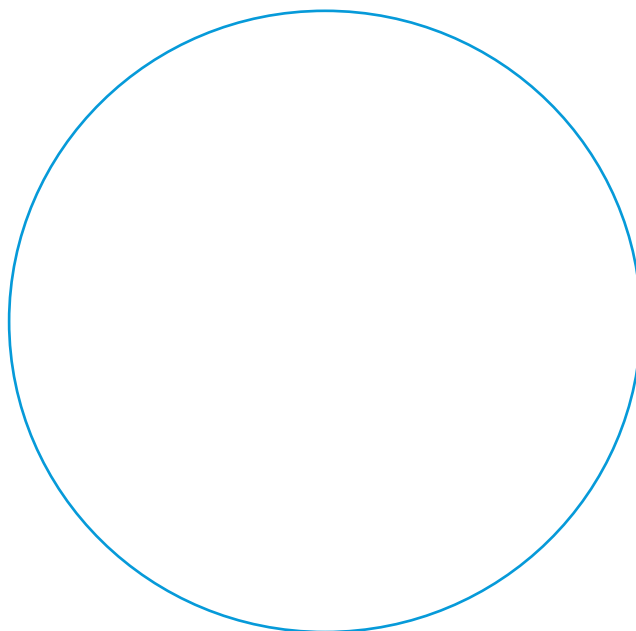
Bevor ihr mit dem Experiment fortfahren könnt, müssen die Bärtierchen in das Tönchenstadium wechseln. Dafür werdet ihr die Bärtierchen in kleine Gefäße übertragen. Löst eine Anhydrobiose aus, indem ihr sie austrocknen lasst.



↑ Bärtierchen unter dem Mikroskop.

Übung 1 – Einleitung der Anhydrobiose

1. Nehmt das Mooskissen aus der Petrischale. Drückt das Moos vorsichtig aus und schüttelt es über der Petrischale, um überschüssiges Wasser zu entfernen und alle Bärtierchen, die noch am Moos haften, abzuschütteln.
2. Benutzt ein Mikroskop mit 20-facher Vergrößerung oder eine Lupe (zum Beispiel eine Einschlaglupe) mit 10-facher Vergrößerung, um nach Bärtierchen zu suchen. Erleuchtet die Petrischale von der Seite und stellt die Petrischale auf schwarzen Karton, um den Kontrast zu erhöhen.
3. Zeichnet in die schematische Petrischale auf dem Blatt, wie die Bärtierchen unter dem Mikroskop oder der Lupe aussehen.



4. Entnehmt mit einer Pipette ein Bärtierchen aus der Petrischale und gebt es in ein kleines, durchsichtiges Behältnis. Wiederholt den Vorgang noch mindestens 4 Mal.
5. Überprüft mit dem Mikroskop oder der Lupe, ob der Bärtierchen-Transfer erfolgreich war.
6. Lagert die kleinen Behälter über Nacht an einem warmen, trockenen Ort, damit sie langsam austrocknen.
7. Überlegt euch die letzten Details, wie ihr die Überlebensfähigkeit der Bärtierchen untersuchen wollt, und lasst euren Plan von der Lehrkraft genehmigen.

→ Aktivität 3: Durchführung der Experimente – Können sie überleben?

In diesem Teil werden die Bärtierchen-Proben extremen Umweltbedingungen ausgesetzt, so wie ihr es in eurem Experimentplan festgelegt habt.

Gesundheits- und Sicherheitshinweise:

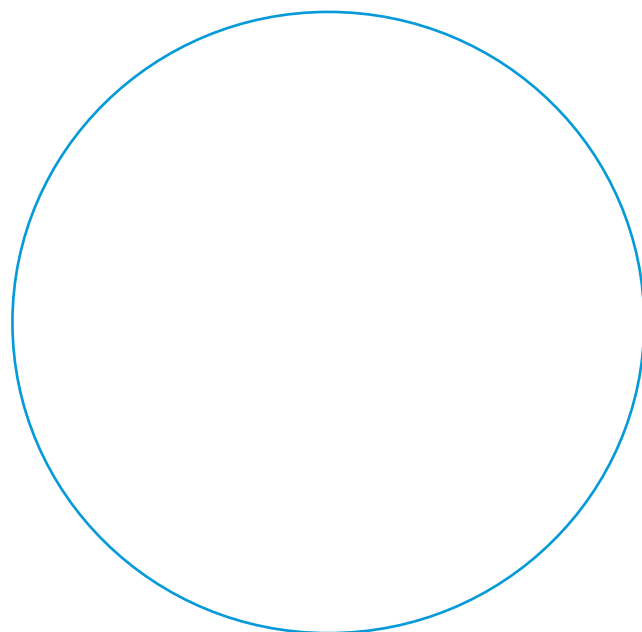
Im Rahmen dieser Experimente werden Chemikalien und hoch erhitztes Wasser verwendet. Befolgt alle Sicherheitsrichtlinien eurer Schule.

Für den Umgang mit Chemikalien beachtet bitte die Sicherheitsdatenblätter.

Übung - Durchführung der Experimente

Bevor ihr mit dieser Übung beginnt, müsst ihr entscheiden, welche Umweltbedingungen simuliert werden sollen und planen, wie ihr diese Bedingungen in eurem Labor herstellen könnt.

1. Beobachtet die Probe mit dem Mikroskop oder der Lupe und stellt sicher, dass sich die Bärtierchen im Tönnchenstadium befinden.
2. Zeichnet eure Beobachtungen in die schematische Petrischale rechts auf dem Blatt.
3. Bereitet die Geräte und/oder chemischen Lösungen vor, die ihr benötigt, um die von euch gewählte extreme Umgebung zu simulieren (Beispiele: Hitze, Kälte, Säure, Lauge, Strahlung, Salzgehalt, Vakuum).
4. Untersucht die unterschiedlichen Ausprägungen eines einzigen Extremzustandes. Wenn ihr euch für Hitze entschieden habt, versucht, je ein Bärtierchen einer anderen Temperatur auszusetzen (zum Beispiel 40 °C, 60 °C, 80 °C). Dies wird euch helfen, mögliche Grenzen der Überlebensfähigkeiten der Bärtierchen zu finden.
5. Legt für jedes Experiment eine bestimmte Zeitspanne fest (stellt sicher, dass diese für alle Tests konstant ist).
6. Notiert alle Beobachtungen während dieses Prozesses.
7. Benutzt das Mikroskop oder die Lupe, um zu sehen, ob sich das Bärtierchen bewegt, oder ob es sich immer noch im Tönnchenstadium befindet. Wenn das Bärtierchen noch lebt und nicht in Not ist, kannst du mit Schritt X fortfahren. Befindet sich das Bärtierchen noch im Tönnchenstadium, in einer extremen Umgebung oder in Not, fahrt mit Schritt VIII fort.
8. Öffnet den Behälter und appliziert vorsichtig mit einer Pipette einen Tropfen Wasser auf jede der Proben.
9. Schließt das Gefäß und achtet darauf, dass der Wassertropfen in der Mitte bleibt.
10. Beobachtet mit dem Mikroskop oder der Lupe, was passiert. Verwendet nach Möglichkeit eine „kalte“ Lampe, da eine übermäßige Hitze einwirkung in dieser Phase die Ergebnisse zunichtemachen kann.
11. Notiert eure Ergebnisse und füllt den Laborbericht für diese Untersuchung aus.



Setzt die Bärtierchen am Ende des Experiments wieder in eine feuchte Moosprobe und bringt sie in ihre natürliche Umgebung zurück.

→ Untersuchungsbericht

Titel: _____

Ziel: _____

Hypothese:

Methode:

Ergebnisse:

Probe	Umweltbedingungen		lebendige Bärtierchen		Beobachtungen*
	Zu Beginn	Am Ende	Zu Beginn	Am Ende	
Kontrolle					

* Zu prüfende Umweltbedingungen: Temperatur, Salzgehalt, pH-Wert, Strahlung oder Druck

Diskussion:

Fazit:

→ **Aktivität 4: Bärtierchen im Weltraum****Schon gewusst?**

Im Jahr 2022 hatte die ESA in Zusammenarbeit mit der russischen Raumfahrtagentur (Roscosmos) geplant, den ExoMars-Rover "Rosalind Franklin" zu starten. Das Hauptziel des ExoMars-Programms ist es, der Frage nachzugehen, ob es jemals Leben auf dem Mars gegeben hat. Der ExoMars-Rover hätte an einer Stelle mit hohem Potenzial für den Fund von gut erhaltenem organischem Material, insbesondere aus der Frühgeschichte des Planeten, landen sollen. Mit an Bord wären ein Bohrer und ein Labor gewesen, um Proben aus einer Tiefe von bis zu 2 Metern sammeln und analysieren zu können. Leider musste die Mission auf unbestimmte Zeit verschoben werden.



Der Mars hat eine schwache Atmosphäre, die hauptsächlich aus CO_2 besteht. Es gibt Anzeichen dafür, dass es in der Vergangenheit einen Ozean aus Wasser auf dem Mars gegeben hat, der im Laufe der Entwicklung des Planeten aber verschwunden ist. Derzeit gibt es keine Hinweise darauf, dass auf der Oberfläche flüssiges Wasser fließt. Die Temperaturen schwanken zwischen -153 °C und 20 °C .

a. Denkt ihr, dass Bärtierchen auf dem Mars überleben könnten? Warum?

b. Die Bedingungen auf der Marsoberfläche sind über viele zehntausend Jahre hinweg sehr trocken. Der Mars ist außerdem einer viel stärkeren Strahlung ausgesetzt als die Erde. Stellt dies ein Problem dar für die Möglichkeit, dass Bärtierchen dort überleben könnten? Warum ja/ nicht?

c. Welche Vorkehrungen sollten getroffen werden, um eine Kreuzkontamination der Proben zu vermeiden?

d. Wird der ExoMars-Rover (insofern die Mission eines Tages durchgeführt wird) deiner Meinung nach in der Lage sein, die Frage zu beantworten, ob es jemals Leben auf dem Mars gab?

→ Links

ESA Ressourcen

Could life survive in extreme environments? (EN)

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09

ESA classroom resources (EN)

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

ESA Missionen

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

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

Robotic Exploration of Mars (EN)

<https://exploration.esa.int/web/mars/>

Planetary protection: preventing microbes hitchhiking to space (EN)

https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space

Zusatzinformationen

Searching for signs of life on Mars (EN)

<https://exploration.esa.int/web/mars/-/43608-life-on-mars>

Ten things you did not know about Mars (EN)

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Exo-Mars/Highlights/Ten_things_about_Mars

ESA Euronews: Mars on Earth (Der Mars auf der Erde) (DE)

[https://www.esa.int/esatv/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth/\(lang\)/de](https://www.esa.int/esatv/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth/(lang)/de)

Ted-Ed: Meet the tardigrade (Trenne ein Bärtierchen) (DE)

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

Life in extreme environments (EN)

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