

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Überleben bei extremen Umweltfaktoren

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Überleben bei extremen Umweltfaktoren – Bärtierchen auf Mondmission

von Felicitas Floris und Dr. Monika Pohlmann



© astrotipphoto/Getty Images Plus

Bärtierchen sind mikroskopisch kleine Überlebenskünstler. In Toleranzbereich und die ökologische Potenz gegenüber abiotischen Faktoren sind ungewöhnlich und im Fokus aktueller Forschung. Sie überleben extreme Umweltbedingungen, sogar im Weltall, Strahlung, Eisessigsäure und Vakuum, und sind daher auch interessant für die aktuelle Welt- raumforschung. Ihre Schülerinnen und Schüler sammeln spannende Primärforschungen mit den Bärtierchen durch Mikroskopieren von Moosproben, werten wissenschaftliche Experimente aus und erweitern ihre ökologischen Kompetenzen um Merkmale außer- gewöhnlicher Lebewesen. Zudem wird anhand des Beispiels der Helden Laska, die als unethische Testpiloten einer Weltraumkapsel dient, die ethische Frage von Versuchen mit Tieren für die damalige und heutige Welt Raumforschung aufgegriffen und bearbeitet. Das neu erarbeitete Sachwissen und ethische Kompetenzen können in Teams als Podcast zeitgemäß verteilte und selbstständig medial aufbereitet werden.

RAABE,
LEHRMATERIALIEN

Überleben bei extremen Umweltfaktoren – Bärtierchen auf Mondmission

von Felicitas Floris und Dr. Monika Pohlmann



© dottedhippo/iStock/Getty Images Plus

Bärtierchen sind mikroskopisch kleine Überlebenskünstler. Ihr Toleranzbereich und die ökologische Potenz gegenüber abiotischen Faktoren sind ungewöhnlich und im Fokus aktueller Forschung. Sie überleben extreme Umweltbedingungen, sogar im Weltall Strahlung, Eiskälte und Vakuum, und sind daher auch interessant für die aktuelle Welt- raumforschung. Ihre Schülerinnen und Schüler sammeln spannende Primärerfahrungen mit den Bärtierchen durch Mikroskopieren von Moosproben, werten wissenschaftliche Experimente aus und erweitern ihre ökologischen Kompetenzen um Merkmale außer- gewöhnlicher Lebewesen. Zudem wird anhand des Beispiels der Hündin Laika, die als unfreiwillige Testpilotin einer Weltraumrakete diente, die ethische Frage von Versuchen mit Tieren für die damalige und heutige Weltraumforschung aufgegriffen und bearbeitet. Das neu erworbene Sachwissen und ethische Kompetenzen können in Teams als Podcast zeitgemäß vertieft und selbstständig medial aufbereitet werden.

Überleben bei extremen Umweltfaktoren – Bärtierchen auf Mondmission

Niveau: weiterführend, vertiefend

von Felicitas Floris und Dr. Monika Pohlmann

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Von Laika zu den Bärtierchen	7
M2: Bärtierchen unter dem Mikroskop	13
M3: Ökologische Potenz und Toleranz von Bärtierchen	16
M4: Wie trotzen Bärtierchen extremen Bedingungen?	20
Lösungen	24
Literatur	36

Kompetenzprofil:

Kompetenz	Anforderungsbereiche	Basiskonzept	Material
Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung	I–II–III	Struktur und Funktion, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung	M1, M4
Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation	I–II–III	Struktur und Funktion	M2
Sachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation	I–II–III	Struktur und Funktion, Steuerung und Regelung, Stoff- und Energieumwandlung	M3

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt **TX** Text **SV** Schülerversuch

Inhaltliche Stichpunkte	Material	Methode
Hündin „Laika“ in der historischen Raumfahrt, ethische Bewertung des Einsatzes von Hunden und Affen als Testpiloten in Weltraumraketen, Bärtierchen als „Raumfahrer“, Vergleich von Säugetieren und Mikroorganismen in extraterrestrischen Tierversuchen, Kennzeichen des Lebendigen, Kryptobiose von Bärtierchen, Steckbrief von Bärtierchen	M1	TX, AB
Unterscheidung von licht- und elektronenoptischen Fotos von Bärtierchen, Vergleich des Auflösungsvermögens von Licht- und Elektronenmikroskop, selbstständige mikroskopische Untersuchungen von aktiven Bärtierchen und kryptobiotischen „Tönnchen“	M2	TX, AB, SV
Beschreiben und deuten einer musterhaften Toleranzkurve, zeichnen und interpretieren einer Toleranzkurve anhand von Daten, Vervollständigung lückenhafter Versuchsprotokolle zur Temperaturtoleranz von Bärtierchen	M3	TX, AB
Physiologische Mechanismen der Toleranz von Bärtierchen gegenüber von Röntgenstrahlen, Hitze, Vakuum und Kälte, Leitfragen der aktuellen Forschung, Kryptokonservierung, <i>Antifreeze</i> -Proteine, Vitrifikation durch Trehalose und Glycerol, Hitzeschockproteine, Schlüsselprotein „Dsup“, technische Kryokonservierung von Zellen oder Embryonen in flüssigem Stickstoff (Reproduktionsmedizin), Vergleich der technischen mit der natürlichen Kryokonservierung, persönliche Schlussfolgerungen, Podcast-Gestaltung	M4	TX, AB

Überleben bei extremen Umweltfaktoren – Bärtierchen auf Mondmission

Fachwissenschaftliche Orientierung

Morphologie der Bärtierchen

Bärtierchen haben eine Körpergröße von knapp 1 mm. Ihr Körper ist segmentiert. Sie besitzen eine chitinhaltige Cuticula. Diese nutzen die Bärtierchen für die Einlagerung von Farbpigmenten sowie für die Atmung. Da sie zu den Häutungstieren gehören, streifen sie die Cuticula für das Wachstum und die Paarung regelmäßig ab. Sie besitzen vier Beinpaare mit Klauen. Heterotardigrada besitzen im Gegensatz zu Eutardigrada häufig eine Panzerung.

Kryptobiose

Die Kryptobiose ist ein Zustand der Bärtierchen, indem sie lebensbedrohliche Umweltbedingungen überdauern können. Dabei tolerieren sie unter natürlichen Bedingungen Kälte, Hitze, Strahlung, Trockenheit und verschiedene pH-Werte. Zumeist wird in einem kritischen Milieu das sogenannte Tönnchenstadium eingenommen. Dazu trocknen die Tiere fast vollständig aus. Es finden kaum Stoffwechselaktivitäten statt. Das Wachstum und die Paarung sind ebenfalls eingestellt. Je nach ungünstiger Umweltbedingung lassen sich spezifische Formen der Kryptobiose beobachten.

Ökologische Aspekte

Bärtierchen besiedeln die unterschiedlichsten Lebensräume. Sie leben marin, limnisch und terrestrisch und dabei häufig auch an Extremstandorten wie der Arktis oder der Tiefsee. Allerdings ist Wasser für ihre Aktivität und damit auch für Wachstum und Paarung essenziell. Bärtierchen fressen häufig Bestandteile von Pflanzen, leben aber teilweise auch als Räuber, indem sie Zellen anstechen und aussaugen. Sie sind Beute von Spinnen und Insekten.

Toleranzkurve

Mit einer Toleranzkurve lässt sich die Fähigkeit einer Art, auf Schwankungen eines abiotischen Umweltfaktors zu reagieren, visualisieren. Gewonnene Daten werden in der Kurve als Optimum, Minimum und Maximum sichtbar. Ebenso lassen sich der Präferenzbereich der Art, die Pessima, die ökologische Potenz und der Toleranzbereich darstellen und interpretieren. Die Toleranzkurve ist ein Charakteristikum einer Art. Minimum und Maximum kennzeichnen die Werte des Umweltfaktors, die gerade noch für ein Überleben ausreichen. Jenseits der Spanne tritt der Tod der Individuen ein. Der Toleranzbereich liegt somit zwischen dem gerade noch tolerierten maximalen und minimalen Wert des betrachteten Umweltfaktors. Als ökologische Potenz wird innerhalb des Toleranzbereiches die Spanne verstanden, in der sich die Lebewesen fortpflanzen können. Die Pessima stellen den Wertebereich des Umweltfaktors in Nachbarschaft von Minimum und Maximum dar, indem die Lebewesen der betrachteten Art zwar überleben, sich aber nicht fortpflanzen können. Die ökologische Potenz ergibt sich daher abzüglich der beiden Pessima von den Werten des Toleranzbereichs. Bei Bärtierchen findet der Übergang in ein Pessimum beim Wechsel in den kryptobiotischen Zustand statt.

Schutzmechanismen der Bärtierchen

Durch den Wasserverlust während der Kryptobiose haben die Bärtierchen Vorteile bei sehr niedrigen Temperaturen, da die Eiskristallbildung minimiert wird. Zusätzlich besitzen sie *Antifreeze*-Proteine. Durch das Austrocknen kommt es im Normalfall zu Schäden an Proteinen und der DNA. Die Bärtierchen erhalten die Struktur ihrer Proteine allerdings durch Trehalose, Glycerol und spezifische Schutzproteine und damit auch in Funktion. Die DNA der Bärtierchen wird insbesondere durch das einzigartige Schutzprotein Dsup (*damage suppressor protein*) geschützt. Zudem besteht die Möglichkeit, zerstörte Bestandteile der Zellen nach der Kryptobiose wieder zu verwenden, da sie in den Bärtierchen nur sehr langsam abgebaut werden.

© RAABE 2022

Methodisch-didaktische Hinweise

Die Unterrichtssequenz lässt sich im Inhaltsfeld Ökologie verorten und bedarf nur geringer Voraussetzungen. An bereits erworbenes Grundlagenwissen zum Einfluss von abiotischen Umweltfaktoren auf Lebewesen könnte das schülerzentrierte Material anknüpfen. Neben dem ökologischen Sachwissen wird auf genetische Kompetenzen zurückgegriffen. Wissen über den Grundbauplan der DNA und die Zusammenhänge von Gen und Phän im Kontext der Proteinbiosynthese sollte gesichert vorliegen. Das Unterrichtsmaterial fördert durch die Umsetzung der Prinzipien des kooperativen Lernens konsequent die Kommunikationskompetenzen. Neben dem Aufbau und der Erweiterung von Fach-

wissen werden somit auch soziale Kompetenzen der Lernenden gefördert. Des Weiteren steht die Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler im Fokus. Die Gestaltung der geforderten Lernprodukte lässt Raum für verschiedene individuelle Lösungen. Das Unterrichtsmaterial führt die Schülerinnen und Schüler im Sinne von entdeckendem Lernen über Leitfragen und weitere didaktische Impulse zu einem selbstständig erwerbbaaren Erkenntnisgewinn. Die Förderung von naturwissenschaftlichem Denken und Arbeiten steht dabei immer im Mittelpunkt. So müssen Forschungsfragen und Hypothesen von Versuchsdurchführungen ermittelt werden, Daten ausgewertet und Forschungsprotokolle sinnvoll ergänzt werden. Besondere Attraktivität hat die praktische Arbeit mit dem Mikroskop. Die leicht in Moospolstern oder in Abstrichen aus Regenrinnen gewinnbaren Bärtierchen werden entdeckt, beobachtet und skizziert, die Zeichnungen beschriftet. Aktive und kryptobiotische Bärtierchen werden als lebendige Naturobjekte unmittelbar erlebbar. Die naturwissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem hochinteressanten Naturobjekt wird begleitet durch Maßnahmen der Sprachförderung im Sinne eines sprachsensiblen Biologieunterrichts. Fachbegriffe werden erklärt und wiederholend vielfältig angewendet. Auch die Informations- und Sinnentnahme von Sachtexten wird methodenreich trainiert, so beispielsweise durch das Markieren von Schlüsselwörtern oder der Gestaltung von Kapitelüberschriften. Es empfiehlt sich, die neuen Fachbegriffe in das fachspezifische Glossar des Kurses zu übernehmen. Der Podcast als finales Lernprodukt ist eine strukturierte Zusammenfassung der wichtigsten Fachinhalte zu Bärtierchen als Überlebenskünstler. Bei Jugendlichen ist dieses Medium als Informationsquelle sehr beliebt. Die eigenständige Produktion eines Podcasts im Team steigert Interesse und Motivation, vertieft nach dem „Lernen durch Lehren“-Prinzip die Behaltensleistung und schafft Raum für individuelle Stellungnahmen und eine ethische Positionierung.

Ablauf

Diese Unterrichtsmaterialien können als ein Baustein der Besprechung und Analyse eines exemplarischen Ökosystems eingesetzt werden. Sie fokussieren auf den abiotischen Faktor Temperatur. Am spannenden Kontext der historischen und aktuellen Raumfahrt, die den Toleranzbereich von Lebewesen unter Extrembedingungen ausnutzt und testet, wird grundlegendes Sachwissen zu den Fachkonzepten „ökologische Potenz“ und „Toleranzbereich“ vermittelt sowie zur Übertragung von entsprechenden Datenerhebungen in das Schaubild einer Toleranzkurve.

Im Material **M1** wird durch die Hündin „Laika“, die als „Testpilotin“ für die Raumfahrt diente, das Thema Tierversuche und dessen Ethik in den Mittelpunkt gerückt. Die realen

Tierversuche der historischen und modernen Raumfahrt stellen den fachlichen Kontext dar, ein zentrales Thema der Ökologie genauer zu beleuchten und tiefgehend zu verstehen. Es wird dabei der Blick auf die Bärtierchen gewendet, die ein großes Repertoire an Überlebentechniken besitzen und daher für die Weltraumforschung von großem Interesse sind. Zur Wiederholung werden in diesem Materialteil die Kennzeichen des Lebendigen reflektiert, da Bärtierchen den ungewöhnlichen Zustand der Kryptobiose zeigen, in dem sie quasi scheinotot ungünstige Umweltbedingungen überdauern können. Die Schülerinnen und Schüler erschließen ihr Fachwissen aus einem Sachtext. Sie gestalten auch unter Einbeziehung einer Internetrecherche kooperativ einen Steckbrief zum Bärtierchen und tragen ihre Erkenntnisse dem Plenum in einer mündlichen Kurzpräsentation vor. Durch den Methodenwechsel werden Fachinhalt und Fachsprache anwendungsbezogen in gleichem Maße vertieft und gefestigt.

In Material **M2** begegnen die Schülerinnen und Schüler dem lebendigen Naturobjekt. Die Beschaffung von Bärtierchen in Moos aus Mauerritze, Regenrohr oder Wegesrand kann gemeinschaftlich erfolgen und den Blick für das natürliche Habitat schärfen. Da man nur sieht, was man kennt, werden die unscheinbaren, in der Regel völlig unbekanntes Bärtierchen vor der Mikroskopierübung in einer „Fotogalerie“ vorgestellt. Die Bilder von Bärtierchen und ihrem Habitat stammen in loser Folge aus der Licht- und Elektronenmikroskopie. Um korrekte Vorstellungen von der Größe der Bärtierchen zu bekommen, wird das Auflösungsvermögen beider Vergrößerungstechniken verglichen sowie eine Zuordnung der Fotos zur Licht- beziehungsweise Elektronenoptik verlangt. Verschiedene Aufgaben der Unterrichtssequenz zielen bewusst auf eine Wiederholung von Grundlagenwissen im neuen Zusammenhang, um die Transferierbarkeit zu fördern. Die Schülerinnen und Schüler sammeln beschreibende Adjektive für Bärtierchen. Diese Übung unterstützt die sprachlichen Ausdrucksmöglichkeiten sowie eine komplexe, wirklichkeitsnahe Vorstellung bezüglich des Versuchsobjektes. Die Schülerinnen und Schüler mikroskopieren in kleinen Gruppen aktive Bärtierchen und solche, die unter schlechter werdenden Umweltbedingungen in das Tönchenstadium gewechselt sind. Sie erweitern ihre Fähigkeiten, biologische Skizzen zu fertigen und zu beschriften. Die Schülerinnen und Schüler erleben ausgewählte biologische Besonderheiten des Versuchsobjektes „Bärtierchen“ mit allen Sinnen. Das macht sie für die folgenden wissenschaftlichen Befunde und ökologischen Alleinstellungsmerkmale aufnahmebereit.

Material **M3** widmet sich exemplarisch der Temperaturtoleranz von Bärtierchen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten die Aussagekraft einer musterhaften Toleranzkurve, indem sie diese beschreiben und deuten. Die notwendigen Fachbegriffe werden eingeübt. Anhand einer Datenerhebung wird selbstständig eine Toleranzkurve erstellt

und ausgewertet. Diese Vorübungen bereiten die Schülerinnen und Schüler auf unvollständige Versuchsprotokolle vor, die Forschungsexperimenten nachempfunden sind. Es wird die enorme Toleranz von Bärtierchen gegenüber Hitze und Kälte belegt: Ein Merkmal dieser Tiergruppe, welches sie prädeterminiert, im Rahmen der Weltraumforschung von besonderem Interesse zu sein, auch mit Blick auf die genetische Ausstattung, die Ursache der ungewöhnlichen Hitze- und Kälteresistenz ist. Die Schülerinnen und Schüler vervollständigen die Protokolle, indem die zugehörigen Forschungsfragen, Hypothesen und Deutungen der Versuchsergebnisse ergänzt werden. Diese Aufgabe fördert das naturwissenschaftliche Denken und Arbeiten und trainiert die fachspezifische Form einer Textproduktion: das naturwissenschaftliche Protokoll.

In Material **M4** werden die physiologisch-genetischen Ursachen der Kryptobiose und Kryokonservierung erarbeitet. Die anspruchsvollen Fachinhalte werden durch texterschließende Methoden zugänglich gemacht. Die Schülerinnen und Schüler kreieren selbstständig Überschriften zu Abschnitten eines Sachtextes und beantworten wissenschaftliche Leitfragen unter Zugriff auf die Textinformationen. Beide Methoden schulen die Lesekompetenz naturwissenschaftlicher Texte. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ein Glossar zu den neuen Fachbegriffen, welches in das unterrichtsbegleitende Fachglossar integriert werden sollte. Eine Dekontextualisierung des neu erworbenen Sachwissens findet durch den Vergleich der natürlichen Kryokonservierung mit der technischen statt, wie sie zum Beispiel im Rahmen der modernen Reproduktionsmedizin gängig ist. Damit findet ein Transfer der Fachkompetenzen auf breiterer Basis statt. Diese Kompetenzen werden so in besonderer Weise auch relevant für die Allgemeinbildung. Als finales Lernprodukt ist die Gestaltung eines Podcasts im Team angedacht. Mit dem Medium sind Oberstufenschülerinnen und Schüler durchaus vertraut. Es ist beliebt und fordert im Kontext „Bärtierchen auf Mondmission“ die Fantasie der Schülerinnen und Schüler heraus. Bei dieser Gelegenheit wiederholen die Lernenden ihr neu erworbenes Sachwissen in strukturierter Weise, versprachlichen und didaktisieren es. Diese kreative Aufgabe fördert darüber hinaus die Medienkompetenz und die begründete Positionierung zu einem zentralen Anliegen der Tierethik.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Überleben bei extremen Umweltfaktoren

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Überleben bei extremen Umweltfaktoren – Bärtierchen auf Mondmission

von Felicitas Floris und Dr. Monika Pohlmann



© astrotipphoto/Getty Images Plus

Bärtierchen sind mikroskopisch kleine Überlebenskünstler. In Toleranzbereich und die ökologische Potenz gegenüber abiotischen Faktoren sind ungewöhnlich und im Fokus aktueller Forschung. Sie überleben extreme Umweltbedingungen, sogar im Weltall, Strahlung, Eiseshälde und Vakuum, und sind daher auch interessant für die aktuelle Welt- raumforschung. Ihre Schülerinnen und Schüler sammeln spannende Primärfindungen mit den Bärtierchen durch Mikroskopieren von Moosproben, werten wissenschaftliche Experimente aus und erweitern ihre ökologischen Kompetenzen um Merkmale außer- gewöhnlicher Lebewesen. Zudem wird anhand des Beispiels der Helden Laska, die als unethische Testpiloten einer Weltraumkapsel dient, die ethische Frage von Versuchen mit Tieren für die damalige und heutige Welt Raumforschung aufgegriffen und bearbeitet. Das neu erarbeitete Sachwissen und ethische Kompetenzen können in Teams als Podcast zeitgemäß verteilte und selbstständig medial aufbereitet werden.

RAABE,
LEHRMATERIALIEN