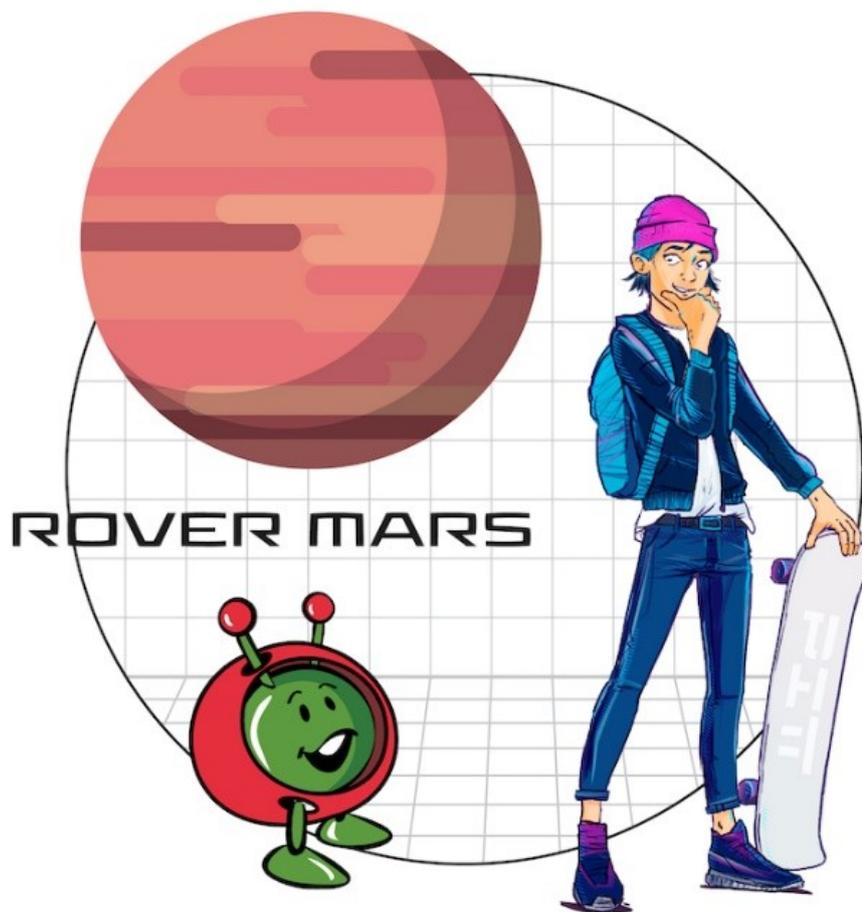


Entdecken Sie das Leben auf dem Mars mit einem Rover



Inhaltsverzeichnisse

Inhaltsverzeichnisse.....	2
Didaktischer Kommentar.....	4
Planung der Lektion.....	9
Ziele der Lektion.....	10
Aufbau der Lektion.....	10
Benötigtes Material.....	10
Vorstellung des mBot-Rovers.....	10
Aktionen.....	11
Knöpfe und Sensoren.....	11
Sensor für Linienverfolgung.....	11
Verwendung der Programmiersoftware.....	13
Bibliothek von 'Anweisungen.....	17
Vorgehensweise beim Senden des Programms an den mBot.....	18
Präsentation der Marskarte.....	19
Einsetzen.....	20
Vorbereitung der Lektion.....	23
Lesen Sie Ihr erstes Programm.....	23
Schreiben Sie Ihr erstes Programm : Pilotenausbildung.....	24
Mission 1.....	24
Mission 2.....	26
Auftrag 3.....	27
Mission 4.....	28
Die Lektion.....	29
Lesen Sie Ihr erstes Programm (zu Hause durchführen).....	29
Schreiben Sie Ihr erstes Programm : Pilotenausbildung.....	29
Mission 1.....	30
Mission 2.....	32
Mission 3.....	32
Mission 4.....	33
Ideen zur Lernbewertung.....	34
Ein kleines Programm von Anfang bis Ende schreiben.....	34
Zum Nachdenken.....	34
Lösungen.....	35

Lösung: Schreibe ihr erstes Programm.....	35
Lösung: Mission 1 - zurück zur Basis.....	35
Lösung: Mission 2 - Vor Olympus Mons anhalten.....	37
Lösung: Mission 3 - Erforschung einer Höhle auf dem Mars.....	38
Lösung: Mission 4 - Finde das Leben!.....	39
Lösung: Lernbewertung:.....	40
Weiterführende Informationen.....	41
Auf Entdeckungstour auf dem Mars.....	41
Warum den Mars erforschen?.....	42
Gibt es Leben auf dem Mars?.....	43
Was ist das Leben?.....	44
Die Bedeutung von Robotern (und digitaler Wissenschaft) bei Marsmissionen.....	46
Bildungsvideos.....	47
Kahoot-Quiz.....	47
Referenzen.....	48
Kredite.....	49

Didaktischer Kommentar

Sandra Baumann & Ann Kiefer

Unser Alltags-, Schul- und Berufsleben ist von einer zunehmenden Digitalisierung geprägt. Der Umgang mit digitalen Technologien gehört zu den Schlüsselkompetenzen des 21. Jahrhunderts - aber über welche Kompetenzen müssen Kinder und Jugendliche verfügen, um den Anforderungen der digitalen Welt gerecht zu werden?

Im Februar 2020 stellt das luxemburgische Bildungsministerium die Strategie "einfach digital - Zukunftskompetenzen für stark Kanner" vor, deren Ziel es ist, Kinder und Jugendliche auf die Anforderungen der Zukunft vorzubereiten, die es ihnen ermöglichen werden, sich in einer zunehmend digital geprägten Welt zurechtzufinden und die dafür notwendigen Kompetenzen zu erwerben. Im Rahmen dieser Strategie wird das neue Unterrichtsfach *Digital Sciences* eingeführt (National Education 2020). *Digitale Wissenschaften* versteht sich als Fortsetzung des *Codierunterrichts in der Grundschule* und konzentriert sich auf sechs große Themenbereiche wie Algorithmen, das Internet, Computersprache, Spiele, Roboter und künstliche Intelligenz (Nationale Bildung 2020).

Als Pilotprojekt wurde der Kurs *Digital Sciences* ab dem Schuljahr 2021/22 in den 7. Klassen von 18 luxemburgischen Sekundarschulen eingeführt. Im Schuljahr 2022-23 wird das neue Fach generell in allen 7. Klassen unterrichtet und in einigen 6. Klassen wird eine Pilotphase eingeleitet. Ab 2024-25 wird *Digital Science* in allen Klassenstufen 7, 6 und 5 auf dem Lehrplan stehen (National Education 2020). Das neue Fach hat eine explizit fächerübergreifende Ausrichtung und einen mehrsprachigen Ansatz, da es von allen Fachlehrkräften unterrichtet werden kann und somit neben den Lehrkräften für Naturwissenschaften auch die Lehrkräfte für Sprachen, Kunst und Sozialwissenschaften einbezieht. Darüber hinaus wird das Fach sowohl auf Französisch als auch auf Deutsch oder Luxemburgisch unterrichtet und in den normalen Stundenplan mit insgesamt 108 Stunden über die drei Schuljahre integriert (Education nationale 2020).

Das Modul #Mars Rover wurde in Zusammenarbeit mit ESERO Luxemburg (European Space Education Ressource Office) und PITT (Programme for Innovative Teaching and Training) entwickelt. Zu diesem Zweck wurde auch ein gemeinsames Logo entworfen. ESERO entwirft sowohl für Grund- als auch für Sekundarschulen Unterrichtsmaterialien, die auf die luxemburgischen Lehrpläne in den MINT-Fächern abgestimmt sind und immer mit dem Thema Weltraum in Verbindung stehen. Im Rahmen des Studiengangs Bachelor en Sciences de l'Education (BScE) an der Universität Luxemburg unterstützt ESERO Luxemburg angehende Grundschullehrerinnen und -lehrer bei der Entwicklung einer umfassenden wissenschaftlichen Kompetenz. Die Studierenden arbeiten an den von ESERO im Rahmen des Projekts "teach with Space" entwickelten Aufgaben zum Thema Klimawandel (Andersen et al. 2021).

Der vorliegende Kurs #Mars Rover - *Discover life on Mars* beschäftigt sich mit dem Thema Roboter und wurde in das Lernthema *Weltraum* integriert. Die Idee dahinter ist, die Faszination des Weltraums in das Klassenzimmer zu bringen und so Jugendliche für das Lernen zu begeistern. Das hohe Potenzial des Themas wird so für die Lernprozesse nutzbar gemacht. Der Raum mit all seinen Facetten ist ein sehr beliebtes Thema bei Jugendlichen. Insbesondere im Zusammenhang mit der Suche nach (außer)irdischem Leben spricht das Modul die Fantasie der Schülerinnen und Schüler an und weckt Spannung und Neugier.

Dieses Modul rund um außerirdisches Leben macht den Unterricht spannender und trägt dazu bei, dass die Begeisterung der Jugendlichen für das Thema Weltraum auch auf viele andere Lernbereiche

und Fächer übergreift. Damit erfüllt es den didaktischen Anspruch eines modernen Unterrichts, der schülerorientiert ist und "[...] so weit wie möglich an den Interessen, Fähigkeiten und dem Wissensstand der Schülerinnen und Schüler anknüpft [...]" (Steveker 2015).

In einem Interview im Rahmen der *Esero UK Secondary Space Conference* hebt der ESA-Astronaut Team Peak die Vorteile des Weltraums als motivierende und faszinierende Lernumgebung hervor. Peak ist davon überzeugt, dass die Faszination des Weltraums auf viele Lernbereiche und wissenschaftliche Fächer im Unterricht angewendet werden kann. Seiner Meinung nach können das Thema *Weltraum* und die Arbeit der ESA als einzigartige Plattform genutzt werden, um Kinder und Jugendliche für das Thema Weltraum und Universum zu begeistern und ihr Interesse an der Arbeit von Astronauten, Ingenieuren und Wissenschaftlern zu wecken. Peak sieht einen entscheidenden Vorteil darin, dass Lerninhalte im Kontext des *Weltraums* eine positive Wirkung auf Kinder und Jugendliche haben und Lerninhalte aus Mathematik, Physik, Chemie oder Biologie lebendig und greifbar werden (UK ESERO). So werden die Schülerinnen und Schüler auf vielfältige Weise angesprochen und der Raum dient als motivierender Lernrahmen, der einerseits die Funktionsweise des Raums als solchem erklärt und andererseits die Faszination und das Interesse der Kinder und Jugendlichen an den unmittelbar mit dem Raum verbundenen Fächern weckt. Für viele naturwissenschaftliche Fächer lassen sich Synergieeffekte erzielen, und laut Peak kann "space as an educational outreach tool" genutzt werden, indem in den naturwissenschaftlichen Fächern Verbindungen zum Thema Weltraum hergestellt werden, was wiederum eine motivierende Wirkung auf die Schüler hat (UK ESERO).

Darüber hinaus bietet der *Weltraumkontext* auch zahlreiche Berührungspunkte mit den Sprachfächern und erzeugt auch hier einen großen Mehrwert für die Unterrichtsgestaltung. Der Englischunterricht kann beispielsweise darauf aufbauen, indem er den Schülern bewusst macht, dass Englisch die Verkehrssprache der Raumfahrt und der Luft- und Raumfahrt ist und als gemeinsame Kommunikationsgrundlage für multikulturelle Astronautenteams dient.

Der Erfolg der ESA-Astronauten Alexander Gerst und Mathias Maurer, die ihre Flüge ins All mit Bildungsprojekten für Grund- und Sekundarschulen verbinden, zeigt, wie gut die Integration des Themas *Weltraum* in den Unterricht funktioniert. Die Schülerinnen und Schüler können Naturwissenschaften und Raumfahrt hautnah erleben und begleiten den Raumfahrer Gerst in der Reihe *Fliegendes Klassenzimmer* auf der ISS, wo einfache Demonstrationsexperimente durchgeführt werden, um das Thema Forschung in der Schwerelosigkeit für die Schülerinnen und Schüler verständlich zu machen (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt 2022).

Im Modul *#Mars Rover* ist das Thema Programmierung in das allgemeine Thema Weltraum eingebettet. Im Weltraum begeben sich Roboterfahrzeuge auf eine Mission zum Planeten Mars. Sie werden als Marsrover bezeichnet und tragen Namen wie Opportunity und Curiosity (NASA 2022). Damit die Rover wissen, was sie tun sollen, muss ein/e Programmierer/in eine Reihe von Anweisungen schreiben, die der Roboter nacheinander ausführt, z. B. "Solarzellen ausfahren", "Räder ausfahren" und "Kamera einschalten". Der Rover kann jedoch nicht von der Erde aus gesteuert werden, da das Funksignal zwischen der Erde und dem Mars je nach Position der Erde in Bezug auf den Mars vier bis zwanzig Minuten dauern kann. Ein ferngesteuerter Rover würde nur mit einer großen Zeitverzögerung funktionieren. Deshalb muss der Marsrover im Voraus so programmiert werden, dass er autonom arbeiten kann.

In dieser Einheit erhalten die Schülerinnen und Schüler vier verschiedene, aufeinander aufbauende Programmieraufträge, deren Komplexität zunimmt, da die Programmiereteile teilweise aus früheren Aufgaben übernommen werden können. Da diese Einheit als Einführung in das Thema Programmierung gedacht ist, müssen die Schülerinnen und Schüler also nicht alle Aufträge von Grund auf programmieren. Um ihnen die Aufgabe zu erleichtern, werden ihnen Teile der Programmierung in Form von Aufgaben vorgegeben.

Im Modul #Mars Rover werden mBot-Roboter der Firma MakeBlock verwendet. Diese Roboter sind speziell für Anfänger konzipiert und ermöglichen es, Robotercodierung auf einfache und unterhaltsame Weise zu lehren und zu lernen. Die Programmierung selbst erfolgt mithilfe der MakeBlock-Software, die eine auf Scratch basierende Blockprogrammierungsumgebung ist.

Mithilfe von Stufenanweisungen machen sich die Schülerinnen und Schüler mit den Grundprinzipien der Blockprogrammierung vertraut und entwickeln ihr logisches Denken und ihre Designfähigkeiten. Der Zugang zur Programmierung über Scratch vermittelt erste Erfahrungen mit Computersystemen und eignet sich sehr gut für den Anfangsunterricht. Die Programmierfähigkeit konzentriert sich auf die Anpassung der bereits vorhandenen Programmierungsumgebung an die Anforderungen der aufeinanderfolgenden Programmieraufgaben und bietet so die Möglichkeit, mit nur wenigen Vorkenntnissen im Bereich der Programmierung leistungsfähige Produkte zu bauen (Schubert/Schwill 2011).

Darüber hinaus eignet sich die Programmierung hervorragend für den Kontext des Erfahrungslernens und fördert das Lernen aus Fehlern. Wissenschaftler wie Kapur betonen die Wirksamkeit des produktiven Fehlers, ein Begriff, der die Bedeutung von Fehlern im Lernprozess bezeichnet (Kapur 2011).

"Auf neurowissenschaftlicher Ebene wird ein Fehler vor allem als Abweichung von einer Erwartung behandelt, stellt also eine wertvolle Information dar, die es ermöglicht, seine Vorstellungen neu zu justieren und somit zu lernen." (INRIA 2020).

Indem man Fehler macht, gibt man sich selbst Maßnahmen an die Hand, um sich zu verbessern. Im schulischen Kontext konzentriert sich der Unterricht jedoch auf die Vermeidung von Fehlern. Einen positiven Umgang mit Fehlern können Schülerinnen und Schüler durch das Programmieren erfahren, denn das Programmieren bietet den idealen Rahmen für das Lernen, da ein Fehler sofort erkannt wird (und nicht erst nach mehreren Stunden oder Tagen wie bei herkömmlichen Übungen in anderen Wissenschaften). Außerdem urteilt ein Computerprogramm nicht, sondern erkennt und meldet den Fehler lediglich. Dies bietet dem Schüler die Möglichkeit, einen neuen Versuch zu starten, und zwar so oft wie möglich. So erhalten auch schwache Schülerinnen und Schüler eine zweite Chance. Außerdem hilft das Programmieren den Schülern, Strenge zu entwickeln, da ein Programm nur dann funktioniert, wenn es zu 100 % richtig konfiguriert wurde. Darin unterscheidet es sich von herkömmlichen Methoden der Leistungsbewertung, bei denen Schüler eine Prüfung auch dann bestehen, wenn sie weniger gut und gründlich arbeiten: Während eine Prüfung mit 30/60 Punkten als bestanden gilt, ist ein nur zur Hälfte konfiguriertes Programm unbrauchbar und funktioniert nicht. Darüber hinaus kultiviert das Programmieren auch den Begriff des Zweifels: Denn die Tatsache, dass ein Programm zu einem bestimmten Zeitpunkt funktioniert, bedeutet nicht zwangsläufig, dass es dies auch immer tun wird (Nicht-Erkennung versus Abwesenheit von Fehlern) (INRIA 2020).

In ähnlicher Weise fördert das Programmieren das kritische Denken bei Schülern. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass Mathematik und Naturwissenschaften das kritische Denken bei Schülern fördern, da es in diesen Fächern darum geht, Hypothesen aufzustellen und diese Hypothesen zu bestätigen und/oder zu beweisen bzw. sie zu verwerfen. Die Tatsache, dass man seine Meinung ändern kann und muss, spielt hier eine wichtige Rolle. Dies lässt sich jedoch nicht in einer Unterrichtsstunde umsetzen, da ein solcher wissenschaftlicher Prozess oftmals viel mehr Zeit in Anspruch nimmt. In der Informatik ist diese Trial-and-Error-Schleife viel kürzer, da ein Computerprogramm bereits beim ersten Versuch einen Fehler meldet. So lernen die Schülerinnen und Schüler schnell das Prinzip "Ich dachte, dass ..., aber ich merke, dass ..., ich werde etwas anderes versuchen" (INRIA 2020) und es bildet sich eine positive Fehlerkultur heraus, die auf viele andere Bereiche der Schule und des Lebens übertragen werden kann.

Die Robotik fügt hier eine weitere Ebene hinzu, da die Roboter dem von den Schülern entworfenen Algorithmus "räumliche Rückkopplung" geben. Sie fügen der Informatik einen greifbaren Aspekt

hinzu, sodass die Schülerinnen und Schüler in einem weniger traditionellen und schulischen Lernumfeld nach Lösungen suchen können (INRIA 2020).

Literatur

1. Katja N. Andersen, Frederic Conrotte, Guillaume Trap & Nadia Bettelo (2021). Projekt ESERO Luxemburg: Konsequenzen für die Professionalisierung von Lehrkräften im Hinblick auf die Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Nationaler Bildungsbericht 2021*, <https://doi.org/10.48746/bb2021lu-fr-19>.
2. Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (2022). DLR next. Aktionen für Schulen. Fliegender Klassenraum. Kleine Teilchen und große Planeten. https://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-10985/19144_read-44570/
3. Institut national de recherche en sciences et technologies du numérique (INRIA) (2020). *Bildung und Digitalisierung: Herausforderungen und Chancen*, Weißbuch
4. Kapur, M. (2011). A further Study of productive failure in mathematical problem solving: unpacking the design components, *Instructional Science*, 34(4), S. 561-579.
5. Ministère de l'Éducation nationale (2020). Pressemappe vom 06. Februar 2020: einfach digital - Zukunftskompetenzen für stark Kanner. <https://men.public.lu/content/dam/men/catalogue-publications/dossiers-de-presse/2019-2020/einfach-digital.pdf>, Zugriff am 04.02.2022
6. NASA (2022). Mars Exploration Rovers. <https://mars.nasa.gov/mer/mission/overview/>
7. Schubert, S.; Schwill, A. (2011). Didaktik der Informatik. S. 293 f.
8. Steveker, W. (2015). Zeitgemäß unterrichten. In: Sommerfeld, Karin (Hrsg.): *Spanisch Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*
9. UK Esero: The benefits of bringing Space to the classroom. The Esero UK Secondary Space Conference. <https://www.youtube.com/watch?v=qy21obwZB3A>.

Planung der Lektion

Fach: Digitalwissenschaften

Altersgruppe : 13-14 Jahre

Dauer : 150 Minuten

Kosten : Die Software ist kostenlos und die Hardware wird von ESERO Luxemburg ausgeliehen.

Wir setzen Roboter im Weltraum ein. Roboterautos gehen zum Beispiel auf eine Mission zum Planeten Mars; wir nennen sie *Marsrover* und sie haben Namen wie *Opportunity* und *Curiosity*.

Ein Mars-Rover soll sich selbst fortbewegen und Informationen über den Mars an die Erde senden.

Aber woher weiß er genau, was er tun muss? Ein Programmierer schreibt eine Reihe von Schritten, die der Roboter nacheinander ausführt. Der Mars-Rover führt z. B. Schritte wie "Solarzellen ausfahren", "Räder ausfahren", "Kamera einschalten" aus, nachdem er sicher auf dem Mars gelandet ist.

Die Frage ist: Wie steuert man einen Rover, der 100 Millionen Kilometer entfernt ist und auf dem Mars fährt? Da wir nicht vor Ort sind, wird er von der Erde aus ferngesteuert. Ein Funksignal von der Erde zum Mars dauert zwischen vier und zwanzig Minuten, abhängig von der Position der Erde in Bezug auf den Mars.

Ein ferngesteuerter Mars-Rover würde also mit einer erheblichen Zeitverzögerung gesteuert werden. Ein Beispiel für ein direktes Problem, das sich daraus ergibt: Aufgrund der Verzögerung wäre es zum Beispiel nicht möglich, schnell genug zu bremsen, wenn der Rover auf ein Hindernis stößt.

Es ist daher notwendig, den Mars-Rover im Voraus zu programmieren, damit er so weit wie möglich autonom und automatisch arbeiten kann.

In dieser Lektion programmieren die Schülerinnen und Schüler ihren eigenen Marsrover in der Programmierumgebung Scratch. Eine Satellitenkarte des Mars wird auf dem Boden ausgebreitet und ihr Rover muss eine Mission erfüllen, bei der es darum geht, Leben auf dem Mars zu finden.



Ziele der Lektion

- Lernen Sie die Grundlagen der Programmierung mit Scratch,
- Probleme durch systematisches Denken lösen,
- lernen, kurze und präzise Anweisungen zu formulieren und sie in eine logische Reihenfolge zu bringen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Aufbau der Lektion

Die Lektion beginnt mit einer kurzen Einführung zum Mars und den Robotern, die auf dem Roten Planeten fahren. Außerdem wird die Programmierumgebung Scratch vorgestellt. Zu Hause sollen sich die Schülerinnen und Schüler

anhand eines kleinen Beispielprogramms mit Scratch vertraut machen

Anschließend werden die Schüler im Unterricht mit einigen grundlegenden Funktionen vertraut gemacht, woraufhin sie mit der Programmierung ihres Mars Rovers beginnen können. Da diese Ressource ein erster Zugang zu Scratch sein soll, wird nicht von Grund auf neu programmiert, sondern in Form von kleinen Übungen, bei denen ein Teil der Lösung bereits vorgegeben ist.

Benötigtes Material

- ✓ Eine freie Bodenfläche von 6m²: 3m x 2m
- ✓ In Gruppen von 2 Schülern :
 - Ein Laptop oder PC mit Windows oder MacOS mit
 - Eine Internetverbindung
 - Ein freier USB-Anschluss
 - [die installierte mBlock-Software](#)

Die restlichen Materialien werden von ESERO zur Verfügung gestellt.

- ✓ die Marskarte
- ✓ das für die Herausforderungen benötigte Dekorationsmaterial:
 - 3 Fotos, um den Hintergrund zu gestalten,
 - Münzen, um die Fotos zu halten,
 - eine Höhle,
 - ein Bärtierchen aus Plüsch,
 - eine Petrischale, in die man heißes Wasser füllen kann (wird bei einem Wechsel geprüft)
 - Das [Paxi-Plüschtier](#), das das Maskottchen von ESERO ist.
 - Aufkleber von Paxi
- ✓ 10 mBots, die mit allen notwendigen Sensoren ausgestattet sind, für eine Klasse mit bis zu 20 Schülern.

Vorstellung des mBot-Rovers

Der mBot ist ein [von der Firma MakeBlock entwickelter](#) Roboter für Anfänger, der das Lehren und Lernen der Robotercodierung einfach und unterhaltsam macht. Mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen machen sich die Schülerinnen und Schüler mit den



Grundprinzipien der Blockprogrammierung vertraut und entwickeln ihr logisches Denken und ihre Designfähigkeiten.

Wie jeder Roboter interagiert auch der mBot mit seiner Umgebung auf der Grundlage der Anweisungen, die er ausführen soll.

Dazu kann er mithilfe seiner Sensoren Informationen sammeln und mithilfe seiner Aktoren Aktionen ausführen.

Aktionen

- Der Roboter kann sich dank seiner zwei unabhängigen Motoren, die jeweils ein Antriebsrad steuern, **fortbewegen**.
- Er kann mithilfe eines Buzzers **Töne von sich geben**.
- Er kann mithilfe von LED-Lampen **Licht ausstrahlen**, dessen Farbe einstellbar ist.

Knöpfe und Sensoren

Um mit seiner Umgebung zu interagieren und dort Informationen zu sammeln, befinden sich auf dem Roboter :

- Eine Taste zum Einschalten ON/OFF,
- eine Schaltfläche zum Starten eines Programms,
- ein Modul zur Verfolgung von Linien am Boden,
- ein Ultraschallmodul, mit dem er Hindernisse vor sich "sehen" und deren Entfernung ermitteln kann,
- einen Helligkeitssensor, der ihn über die Umgebungshelligkeit informiert,
- einen Schallsensor, der ihn über den Pegel der Umgebungsgeräusche informiert,
- einen Temperatursensor, der die Temperatur der Umgebungsluft misst.

Sensor für Linienverfolgung

Der an der Vorderseite des mBot angebrachte Linienfolger verfügt über zwei Sensoren, die eine weiße Oberfläche (im Bereich von 1-2 cm) erkennen können, indem sie IR-Licht (Infrarot) aussenden und die Menge des reflektierten Lichts registrieren.

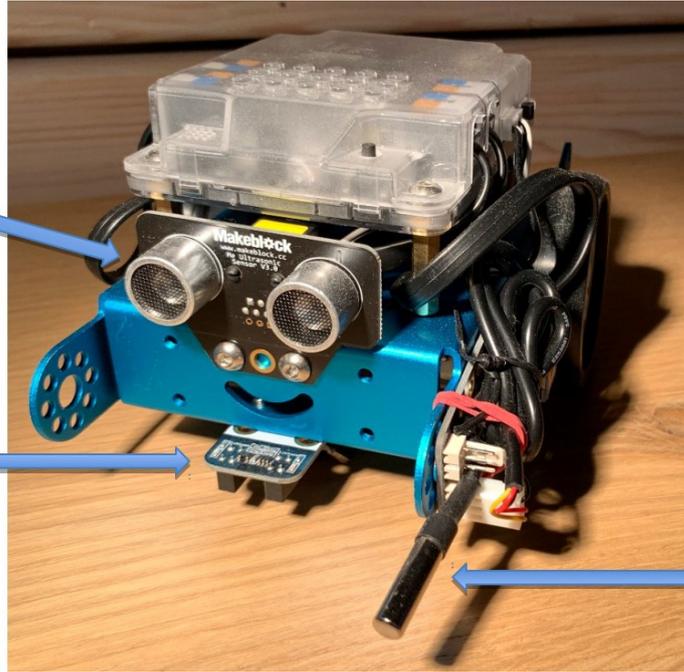
Wird eine große Menge Licht reflektiert, kann man daraus schließen, dass er sich in der Nähe einer weißen Fläche befindet.

Wird nur wenig Licht reflektiert, kann man daraus schließen, dass die Oberfläche schwarz ist oder dass sich der Sensor nicht in der Nähe einer Oberfläche befindet.



Ultraschallsensor zur Distanzmessung

Line-Finder-Sensor

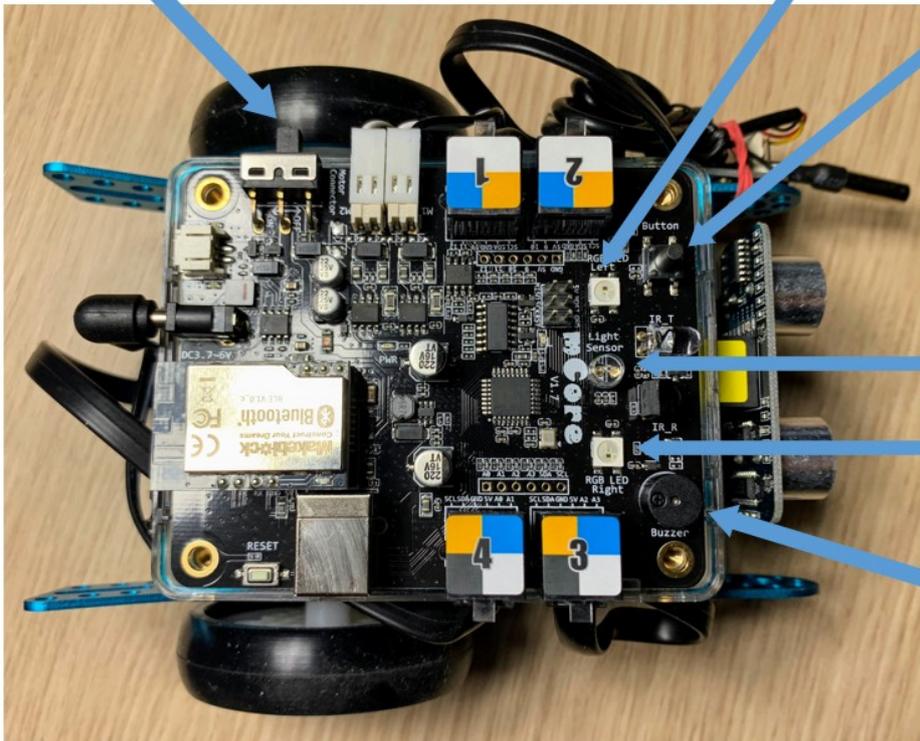


Temperaturmesser

Button EIN/AUS

LED1

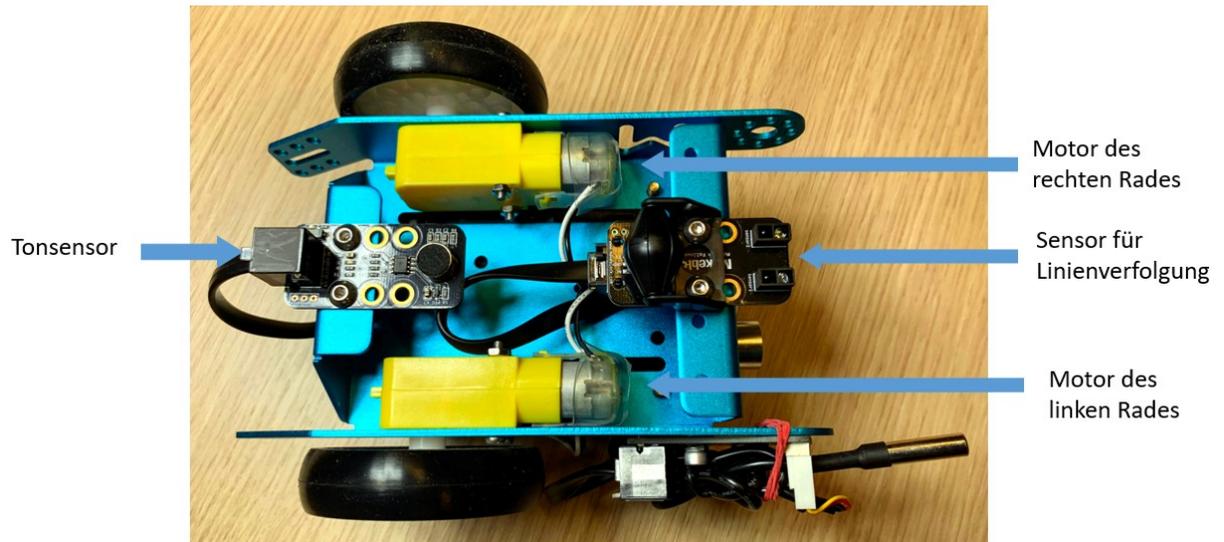
Button



Lichtsensor

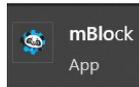
LED2

Buzzer



Verwendung der Programmiersoftware

- 1- Öffnen Sie das Programm mBlock



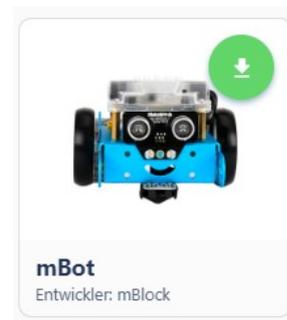
- 2- Wählen Sie oben links auf dem Bildschirm Ihre Sprache, indem Sie  auf
- 3- Löschen Sie auf der Registerkarte "Gerät" auf der linken Seite das CyberPi-Gerät, indem Sie auf das Kreuz klicken



- 4- Klicken Sie ebenfalls auf der Registerkarte "Geräte" auf die Schaltfläche "Hinzufügen".



- 5- Wählen Sie den mBot und klicken Sie auf "OK".
- 6- Klicken Sie unten auf dem Bildschirm auf "Erweiterung".



- 7- Fügen Sie die Erweiterung "Gizmo erkennen" hinzu.



Beschreibung der Programmierschnittstelle



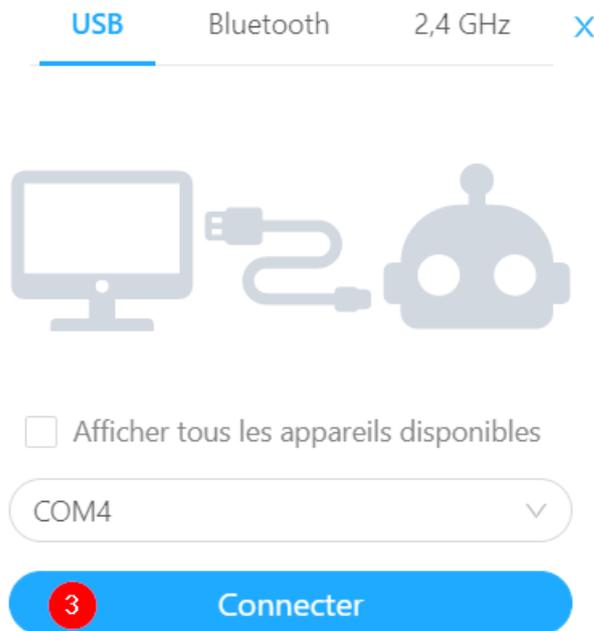
Um das Programm zu erstellen, ziehen Sie die Elemente aus der Bibliothek einfach in den Bereich zur Erstellung des Programms.

Achtung, manchmal müssen Sie sie genau ziehen, damit sie ineinander greifen.

(1) Auswahlfeld für eine Anweisungsbibliothek	(5) Starten/Stoppen des Programms, wenn Sie ein Bild programmieren
(2) Feld zur Auswahl einer Anweisung, die per Drag-and-Drop in das Feld gezogen werden soll (3)	(6) Schaltfläche, die Sie auswählen müssen, um Ihr Programm auf den mBot hochzuladen
(3) Feld, in das Sie Ihr Programm eingeben	(7) Schaltfläche, die Sie anklicken müssen, um sich mit dem mBot zu verbinden
(4) Testbereich, um ein Bild anstelle des mBots zu programmieren	(8) Um eine Anweisung zu löschen, Rechtsklick -> Block löschen

Vorgehensweise beim Senden des Programms an den mBot

- 1- Stellen Sie den Roboter auf einen Ständer und schließen Sie ihn an den Computer an.
- 2- Überprüfen Sie am Roboter, ob der Schalter auf "EIN" steht.
- 3- Stellen Sie sicher, dass die Schaltfläche "Hochladen" ausgewählt ist. (1)
- 4- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Verbinden". (2)
- 5- Klicken Sie im nächsten Bildschirm erneut auf "Verbinden". (3)



- 6- Wenn die Verbindung hergestellt ist, klicken Sie auf die Schaltfläche "Herunterladen" (4).



Téléverser

[Comment utiliser l'appareil?](#)

Commutateur de mode
?

Téléverser En direct

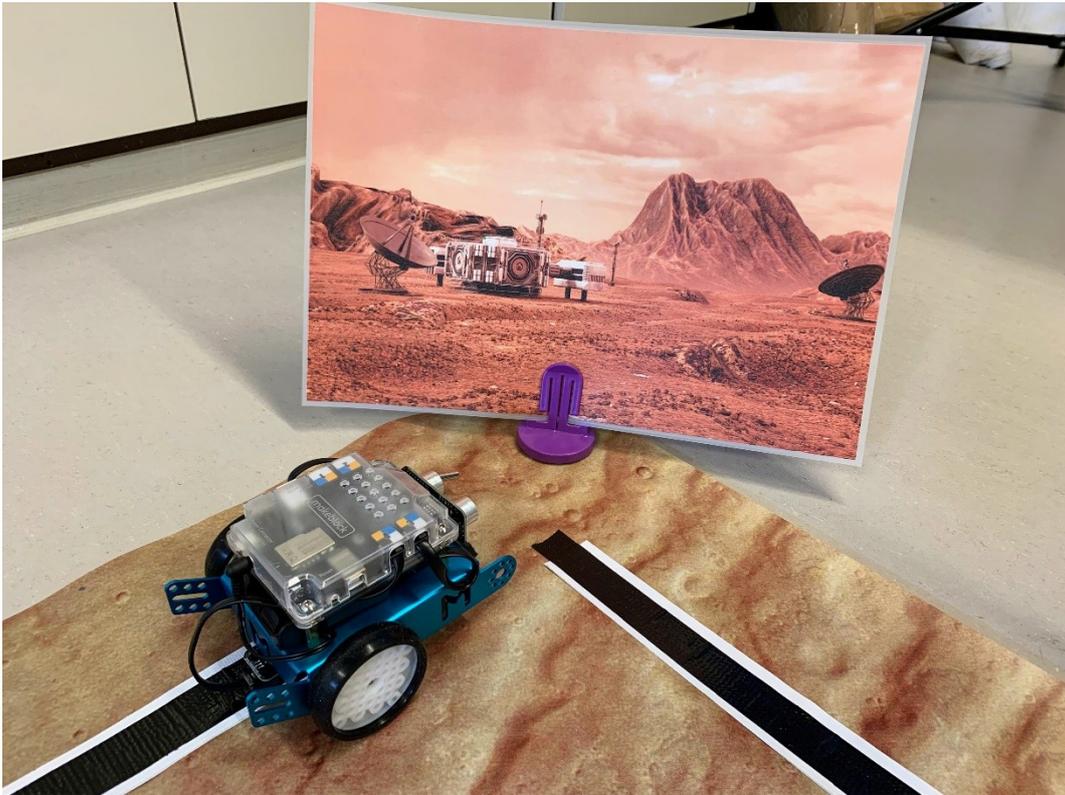
4  Télécharger

Präsentation der Marskarte

Die Karte ist ein echtes Satellitenbild, das von dem [ESA-Satelliten Mars Express](#) im November 2018 aufgenommen wurde. Sie ist in 9 Zonen unterteilt, die bei der Beschreibung der einzelnen Missionen erwähnt werden.

Einsetzen

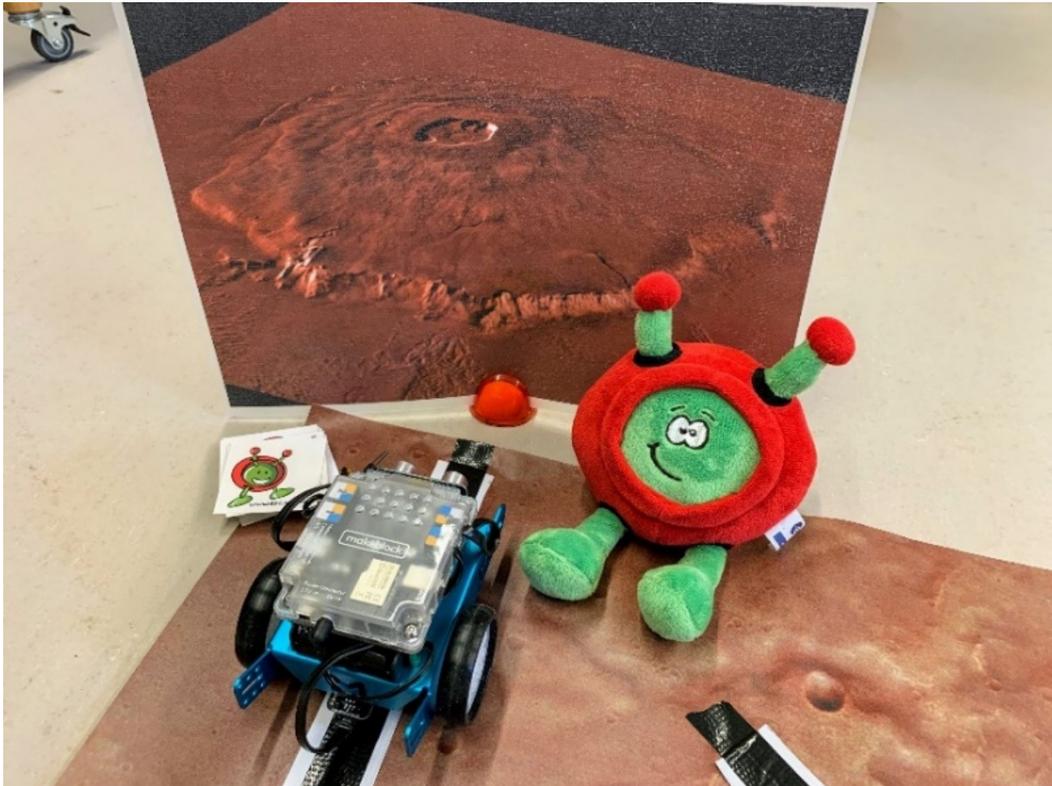
- 1- Platzieren Sie das Foto der Marsbasis in der Ecke von Feld 3.



- 2- Platzieren Sie das Foto der Marslandschaft direkt außerhalb der Karte, neben Feld 6.

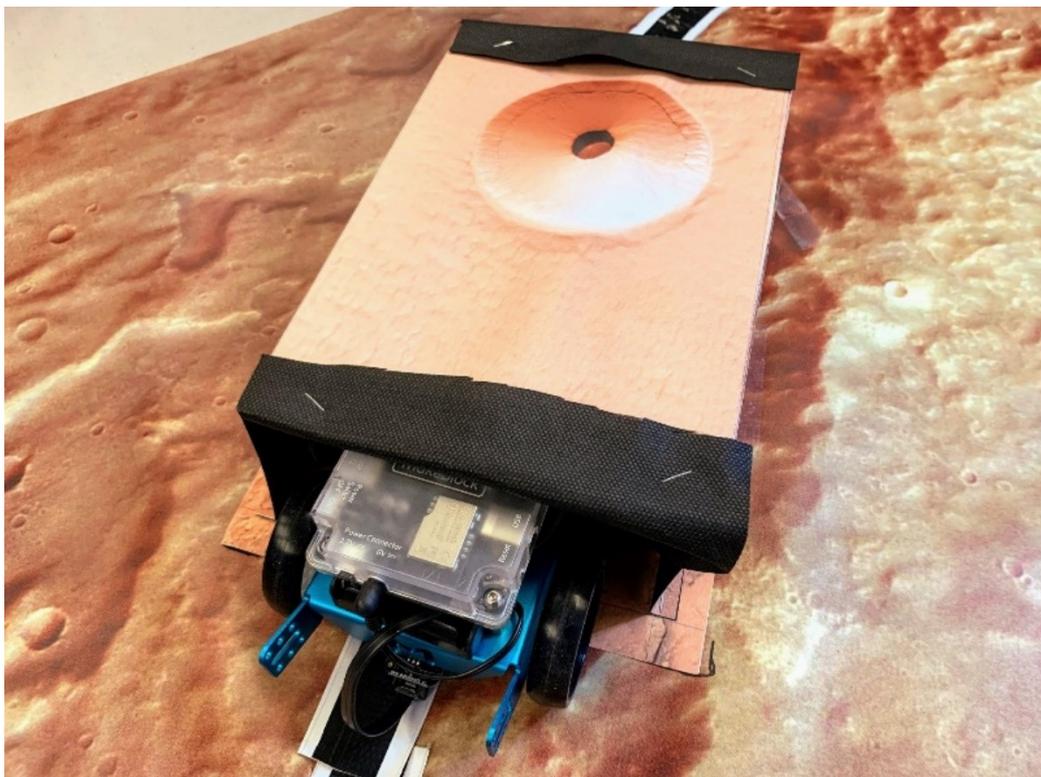


- 3- Platzieren Sie das Bild Olympus Mons vertikal am Ende der Straße, unterhalb von Zone 9 auf der Karte.

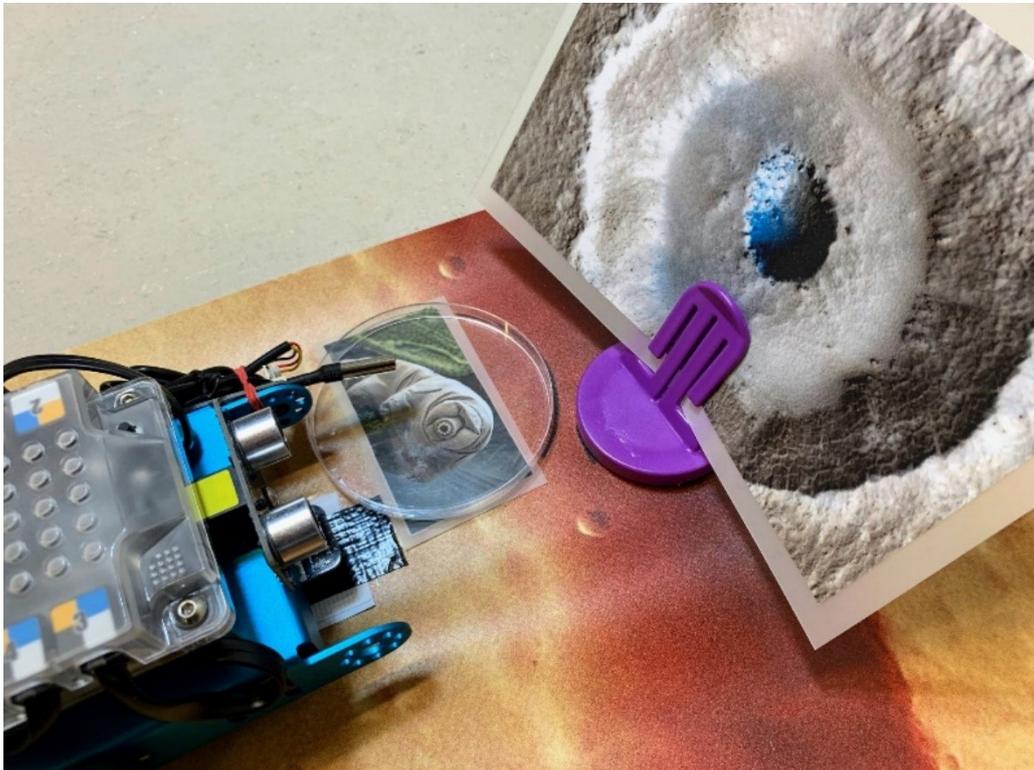


- 4- Platziere Paxi (das ESERO-Maskottchen) und die Paxi-Sticker neben Olympus Mons.

- 5- Platziere die Marshöhle auf Feld 8, klebe sie mit Klebeband auf die Karte, platziere das schwarze Straßenstück, das durch die Höhle führt, und klebe es ebenfalls auf die Karte.



- 6- Platzieren Sie in Feld 1 das Bild des Einschlags des Marskraters senkrecht am Ende der Straße.
Platzieren Sie die Petrischale links von der Straße direkt vor dem Einschlag des Marskraters.
Platzieren Sie das Bild des Bärtierchens unterund das Plüschbärtierchen neben der Petrischale.



Füllen Sie kurz vor Beginn von Herausforderung 4 die Petrischale mit fast kochendem Wasser.

Vorbereitung der Lektion

1. Damit Sie sich besser zurechtfinden, empfehlen wir Ihnen dringend, [die Lösungen](#) zu den 4 Aufgaben zu lesen, zu verstehen und zu testen, bevor Sie die Lektion mit den Schülerinnen und Schülern beginnen.
2. Stellen Sie sicher, dass ein Lithium-Akku oder AA-Batterien im mBot geladen sind.
3. Verbinden Sie den Rover mit Ihrem PC über [des USB-Kabels](#)
4. Drücken Sie die Taste ON.

Lesen Sie Ihr erstes Programm

Um sich mit dem Programm mBlock vertraut zu machen, sollten die Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung auf die Lektion eine erste Übung zu Hause durchführen. Diese Übung kann auf der Webversion des Programms mBlock durchgeführt werden. Sie müssen also nichts installieren. Bitten Sie die Schülerinnen und Schüler, Folgendes zu tun:

- Gehe zum Menü Tutorials -> Beispielprogramme
- Wählen Sie die Szene -> Happy Panda
- Drücken Sie "OK".

Überprüfen Sie, ob die Schülerinnen und Schüler verstanden haben

- wie der Panda durch die farbigen Blöcke gesteuert wird. Die farbigen Blöcke sind die Anweisungen, die er befolgt. Es ist nicht notwendig, alle Blöcke im Detail zu erklären. Die Schülerinnen und Schüler sollen selbst herausfinden, was sie mit den einzelnen Blöcken tun können.
- Die Funktion der grünen Flagge und des roten Quadrats.

Danach sollen die Schülerinnen und Schüler die chinesische Nachricht im "say"-Block ändern und zeigen, was sich dadurch bei der Ausführung des Programms ändert. Ermutigen Sie sie, mit dem Programm zu spielen und die Funktionen selbst zu entdecken.

Los geht's!

Der Unterricht kann beginnen. Das Programmierspiel ist in 4 Missionen unterteilt, denen eine Testherausforderung, das sogenannte *Pilotentraining*, vorausgeht, das du bewältigen musst, indem du den mBot so programmierst, dass er bestimmte Aufgaben ausführt.

Da dieses Modul für viele Schülerinnen und Schüler eine erste Vertrautheit mit Scratch darstellt, müssen die Schülerinnen und Schüler nicht jede Aufgabe von Grund auf neu programmieren. Am Ende jeder Aufgabe werden Dateien gegeben. Diese Dateien enthalten einen Teil der Lösung. Die Schülerinnen und Schüler müssen also nur die Datei vervollständigen, um die endgültige Lösung zu erhalten. Dazu müssen die Schülerinnen und Schüler die Dateien auf ihrem Computer speichern. Anschließend müssen sie die Dateien über die mBlock-Schnittstelle von ihrem Computer aus öffnen.

Bei Klassen mit Schülerinnen und Schülern, die bereits Erfahrung mit Scratch haben, hindert Sie natürlich nichts daran, diese Dateien nicht zu verwenden und die Schülerinnen und Schüler die Missionen von Grund auf programmieren zu lassen.

Die missionen wurden so gestaltet, dass der Schwierigkeitsgrad zunimmt, indem die Schülerinnen und Schüler sich zunächst auf die Werte der Variablen (mission 1), dann auf die Logik des Programms (mission 2) und schließlich auf eine Mischung aus beiden Aspekten (mission 3 und mission 4) konzentrieren sollen.

Schreiben Sie Ihr erstes Programm : Pilotenausbildung

In diesem ersten Geschäftsjahr besteht die Aufgabe darin

- 1- rollen Sie den mBot geradeaus über den Tisch,
- 2- den mBot mithilfe des Ultraschallsensors stoppen, sobald er sich weniger als 10 cm von einem Hindernis entfernt befindet. Das Hindernis kann die Hand des Schülers, ein Buch oder ein beliebiges anderes Objekt sein.

Mission 1

Hintergrund :

Der Rover befindet sich in der Mitte der Karte in einem ausgetrockneten Tal und erhält den Befehl, zu seiner Heimatbasis zurückzukehren, um einen neuen Auftrag zu erhalten.

Aufgabe :

Die Schülerinnen und Schüler müssen zur Basis von Zone 3 zurückkehren, indem sie mit dem Sensor für die Linienverfolgung der schwarzen Linie folgen.

In der Instruktionsbibliothek "Erkennung" gibt es **2 Blöcke, die** mit dem Linienfolger verknüpft sind :



Dieser erste Block wird eine Zahl zwischen 0 und 3 zurückgeben, basierend auf den folgenden Werten:

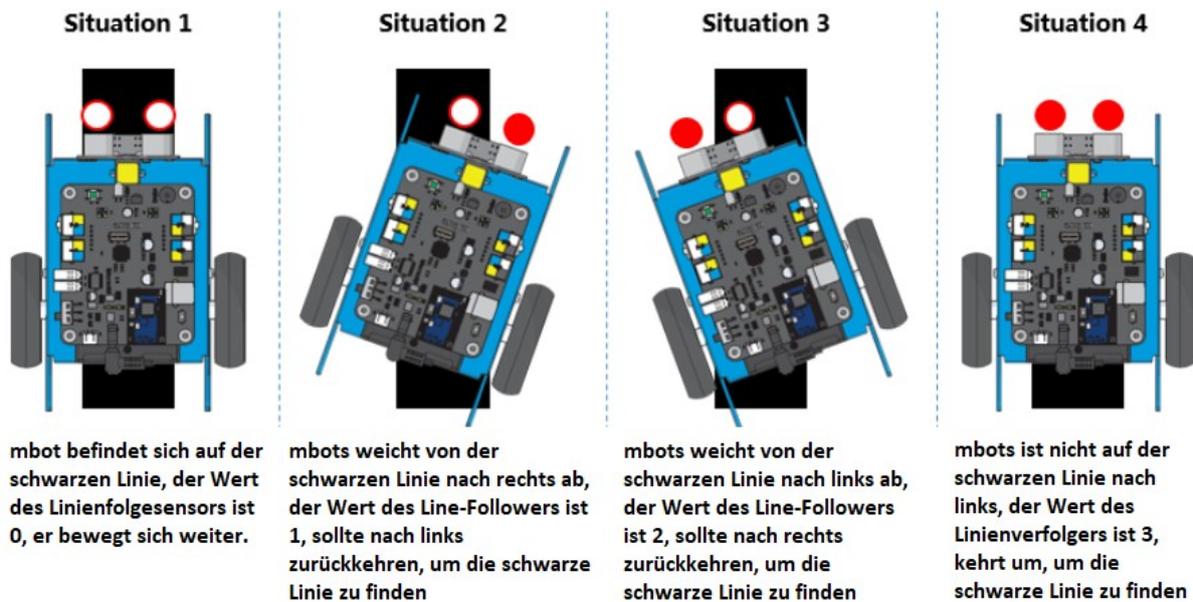
Sensor 1 (Links)	Sensor 2 (Rechts)	Rückgabewert
		0
		1
		2
		3



Der zweite Block gibt entweder true oder false zurück.

Programmierung :

- ✓ Die Schülerinnen und Schüler müssen [die Übung zum](#) Ausfüllen herunterladen.



Zeigt an, dass der Sensor das Infrarotsignal nicht empfangen konnte.



Zeigt an, dass der Sensor das Infrarotsignal empfangen konnte.

Eine wichtige Anmerkung: Das macht es sehr schwierig, einer Linie zu folgen, da der Zeitbegriff von der Leistung des Motors in diesem Moment abhängt. Außerdem haben wir festgestellt, dass Schüler und Erwachsene die Länge einer Sekunde unterschätzen.

Anstatt dies zu programmieren,

```

wenn [Linien-Verfolgungs-Sensor port2] gebe Wert = 1, dann
  [nach links drehen mit 50 % Leistung für 1 Sek.]
  
```

es ist viel zuverlässiger, die Reaktionszeit des Linienverfolgungssensors zu nutzen und die Leistung der Motoren zu drosseln

```

wenn [Linien-Verfolgungs-Sensor port2] gebe Wert = 1, dann
  [linkes Rad dreht mit 10 % der Leistung, rechtes Rad mit 50 %]
  
```

Leider ist man beim Befehl rückwärts gezwungen, mit Sekunden zu arbeiten. Achten Sie hier genau darauf, dass die Schülerinnen und Schüler die Zeit nicht zu hoch ansetzen (nicht mehr als eine Sekunde).

Mission 2

Hintergrund:

Der Rover ist zu seiner Basis zurückgekehrt und erhält den Befehl, zu **versuchen, Leben auf dem Mars zu entdecken!**

Der ExoMars-Satellit fand interessante potenzielle Standorte und gab die zu besuchenden GPS-Punkte an.

Die Basis erhielt auch eine Notfallnachricht von Paxi, der mit seinem Raumschiff unweit des Olympus Mons, des höchsten Berges auf dem Mars, technische Probleme hat.

Die Schülerinnen und Schüler müssen zunächst Paxi retten, die aufgrund ihrer guten Kenntnisse der Marslandschaft eine große Hilfe für unsere Mission sein wird.

Aufgabe :

- 1- Folgen Sie der schwarzen Linie von Feld 3 zu Feld 9.
- 2- Mithilfe des Ultraschallsensors vor dem Berg Olympus anhalten.
- 3- Erzeuge ein Lichtsignal mit den LED-Lampen des mBots, um Paxi über deine Ankunft zu informieren
- 4- Paxi "an Bord holen", indem Sie dem Schüler einen Paxi-Sticker schenken

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Mission 3

Hintergrund:

Der ExoMars-Satellit hat die Lage einer zu erforschenden Marshöhle angezeigt, die möglicherweise Leben enthält. Die Schülerinnen und Schüler sollen unter die Höhle gehen und sie scannen.

Aufgabe :

- 1- Folge der schwarzen Linie von Feld 9 zu Feld 8
- 2- In der Höhle anhalten, wenn der Lichtsensor einen Rückgang der Lichtintensität feststellt.
- 3- Erzeugen Sie ein akustisches Signal, das einen Laser simuliert, der das Innere der Höhle abtastet.

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Mission 4

Hintergrund:

Die Schülerinnen und Schüler fanden kein Leben im Inneren der Marshöhle, aber es gibt noch einen weiteren vielversprechenden Ort.

Plötzlich hört das Geräusch eines Meteoriten, der nicht weit von der Höhle entfernt einschlägt. Sie und er müssen sich zur Absturzstelle begeben, um nach Spuren von Leben zu suchen.

Aufgabe :

Man simuliert den Absturz des Meteoriten, indem man in mit den Händenklatscht.

Mithilfe des Soundsensors soll der mBot

- 1- Warten Sie mithilfe des Geräuschsensors auf das Geräusch des Meteoritenabsturzes.
- 2- Messen Sie, ob die Temperatur im Inneren der Höhle positiv ist, um den Temperatursensor zu testen.
- 3- Vor dem Einschlag des Meteoriten stehen bleiben
- 4- Messen Sie die Temperatur, um eine heiße Wasserquelle über 30 °C zu entdecken, die Leben enthält.
- 5- Spielt ein "Siegeslied", das ihr auf dem mBot komponiert habt, wenn die Temperatur über 30°C liegt!

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Wichtige Anmerkungen :

Bevor Sie den Rover rollen, füllen Sie die Petrischale mit sehr heißem, fast kochendem Wasser .

Die Lektion

Lesen Sie Ihr erstes Programm (zu Hause durchführen)

- Gehen Sie im Menü auf Tutorials -> Beispielprogramme
- Wählen Sie die Szene -> Happy Panda
- Drücken Sie "OK".

Wenn Sie dieses Programm starten, können Sie **vorhersagen, was** es tun wird?

Überlegen Sie sich die folgenden Fragen:

- Wie wird der Panda durch die Farblöcke gesteuert?
- Die farbigen Blöcke sind die Anweisungen, die er befolgt. Versuchen Sie herauszufinden, was Sie mit jedem Block machen können.
- Versuchen Sie zu verstehen, welche Funktion die grüne Flagge und das rote Quadrat haben.
- Ändern Sie die chinesische Nachricht im "say"-Block und zeigen Sie, was sich dadurch bei der Ausführung des Programms ändert.

Schreiben Sie Ihr erstes Programm : Pilotenausbildung

Hier ist Ihre erste Übung:

1. Rollen Sie den mBot geradeaus auf den Tisch vor Ihnen.
2. Stoppen Sie den mBot mithilfe des Ultraschallsensors, sobald er sich weniger als 10 cm von einem Hindernis entfernt befindet. Das Hindernis kann zum Beispiel Ihre Hand sein.

Mission 1

Hintergrund :

Der Rover befindet sich in der Mitte der Karte in einem ausgetrockneten Tal und erhält den Befehl, zu seiner Heimatbasis zurückzukehren, um einen neuen Auftrag zu erhalten.

Aufgabe :

Sie müssen zur Basis von Feld 3 zurückkehren, indem Sie mit dem Linienverfolgungssensor der schwarzen Linie folgen.

Hilfe:

In der Instruktionsbibliothek "Erkennung" gibt es **2 Blöcke, die** mit dem Linienfolger verknüpft sind :



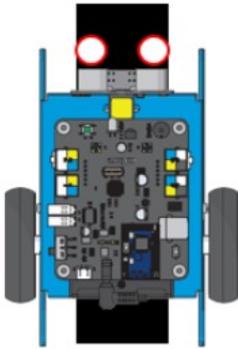
Dieser erste Block wird eine Zahl zwischen 0 und 3 zurückgeben, basierend auf den folgenden Werten:

Sensor 1 (Links)	Sensor 2 (Rechts)	Rückgabewert
■	■	0
■	□	1
□	■	2
□	□	3

Der zweite Block gibt entweder true oder false zurück.

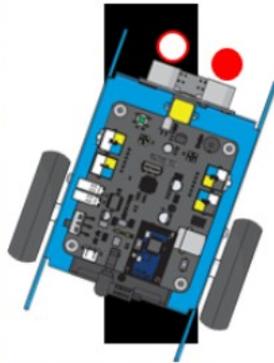


Situation 1



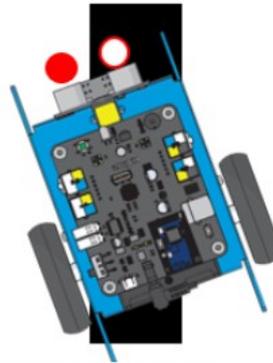
mbot befindet sich auf der schwarzen Linie, der Wert des Linienfolgesensors ist 0, er bewegt sich weiter.

Situation 2



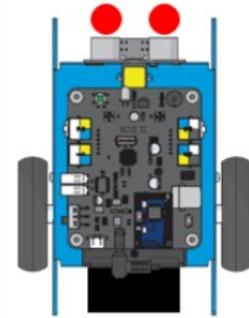
mbots weicht von der schwarzen Linie nach rechts ab, der Wert des Line-Followers ist 1, sollte nach links zurückkehren, um die schwarze Linie zu finden

Situation 3



mbots weicht von der schwarzen Linie nach links ab, der Wert des Line-Followers ist 2, sollte nach rechts zurückkehren, um die schwarze Linie zu finden

Situation 4



mbots ist nicht auf der schwarzen Linie nach links, der Wert des Linienverfolgers ist 3, kehrt um, um die schwarze Linie zu finden



Zeigt an, dass der Sensor das Infrarotsignal nicht empfangen konnte.



Zeigt an, dass der Sensor das Infrarotsignal empfangen konnte.

Programmierung :

- ✓ Laden Sie [die Übung zum Ausfüllen](#) herunter

Mission 2

Hintergrund:

Der Rover ist zu seiner Basis zurückgekehrt und erhält den Befehl, zu **versuchen, Leben auf dem Mars zu entdecken!**

Der ExoMars-Satellit fand interessante potenzielle Standorte und gab die GPS-Punkte an, die besucht werden sollten.

Die Basis erhielt auch eine Notfallnachricht von Paxi, der mit seinem Raumschiff unweit des Olympus Mons, des höchsten Berges auf dem Mars, technische Probleme hat.

Sie müssen zunächst Paxi retten, die aufgrund ihrer guten Kenntnisse der Marslandschaft eine große Hilfe bei unserer Mission sein wird.

Aufgabe :

- 5- Folgen Sie der schwarzen Linie von Feld 3 bis Feld 9.
- 6- Halten Sie mit dem Ultraschallsensor vor dem Berg Olympus an.
- 7- Erzeuge ein Lichtsignal mit den LED-Lampen des mBots, um Paxi (das ESERO-Maskottchen) über deine Ankunft zu informieren.
- 8- Lassen Sie "Paxi an Bord kommen", indem Sie einen Paxi-Sticker mitnehmen.

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Mission 3

Hintergrund:

Der ExoMars-Satellit hat die Lage einer zu erforschenden Marshöhle angezeigt, die möglicherweise Leben enthält. Sie müssen unter die Höhle gehen und sie scannen.

Aufgabe :

- 4- Folge der schwarzen Linie von Feld 9 zu Feld 8
- 5- Halten Sie im Inneren der Höhle an, wenn der Lichtsensor einen Rückgang der Lichtintensität feststellt.
- 6- Erzeugen Sie ein akustisches Signal, das einen Laser simuliert, der das Innere der Höhle abtastet.

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Mission 4

Hintergrund:

Sie haben kein Leben im Inneren der Marshöhle gefunden, aber es gibt noch einen weiteren vielversprechenden Ort.

Plötzlich hört man das Geräusch eines Meteoriten, der nicht weit von der Höhle entfernt einschlägt. Sie müssen sich zur Absturzstelle begeben, um nach Spuren von Leben zu suchen.

Aufgabe :

Simulieren Sie den Absturz des Meteoriten, indem Sie in die Hände klatschen.

- 6- Warten Sie mit dem Soundsensor des mBots auf das Geräusch des Meteoritenabsturzes (simuliert durch Ihre Hände).
- 7- Messen Sie, ob die Temperatur im Inneren der Höhle positiv ist, um den Temperatursensor zu testen.
- 8- Halten Sie vor dem Meteoriteneinschlag inne
- 9- Messen Sie die Temperatur, um eine Quelle mit warmem Wasser über 30 °C zu finden, die Leben enthält.
- 10- Spielen Sie ein "Siegeslied", das Sie auf dem mBot komponiert haben, wenn die Temperatur über 30°C liegt!

Programmierung :

- ✓ Download [der Übung zum Ausfüllen](#)

Ideen zur Lernbewertung

Ein kleines Programm von Anfang bis Ende schreiben

In dieser Arbeit geben die Schülerinnen und Schüler einem Bild eine Reihe von Anweisungen, z. B. dem Bild von [Paxi](#) oder einem anderen Bild, das sie auswählen.

Vorbereitung :

1. Laden Sie [das Bild von Paxi](#) auf Ihren Computer herunter
2. Öffnen Sie das Programm "mBlock".
3. Löschen Sie auf der Registerkarte "Objekte" auf der linken Seite das Bild des Pandas
4. Klicken Sie ebenfalls auf der Registerkarte "Objekte" auf die Schaltfläche "Hinzufügen", dann auf "Exportieren" und wählen Sie das Bild von Paxi aus, das Sie zuvor heruntergeladen haben.
5. Klicken Sie auf "OK".
6. Verringern Sie ebenfalls auf der Registerkarte "Objekte" die Größe des Paxi-Bildes von 100 auf 30



Übung :

Erstellen Sie ein neues Programm, in dem Paxi Ihrem Mauszeiger auf unbestimmte Zeit folgt, **ohne ihn jemals zu berühren**.

Zum Nachdenken

in Gruppen über folgende Frage nach:

Worin besteht Ihrer Meinung nach die Unterschiede zur Programmierung des [echten ExoMars-Rovers](#)?

Halten Sie einen Mini-Vortrag, ein Poster oder einen Aufsatz.

Lösungen

Lösung: Schreibe ihr erstes Programm

Lorsque le mBot(mcore) démarre

- avancer à 50 % de puissance
- attendre jusqu'à distance mesurée par le capteur ultrasons du port 3 (cm) < 10
- stopper le mouvement

Lösung: Mission 1 - zurück zur Basis

Blöcke

wenn mBot (mCore) startet

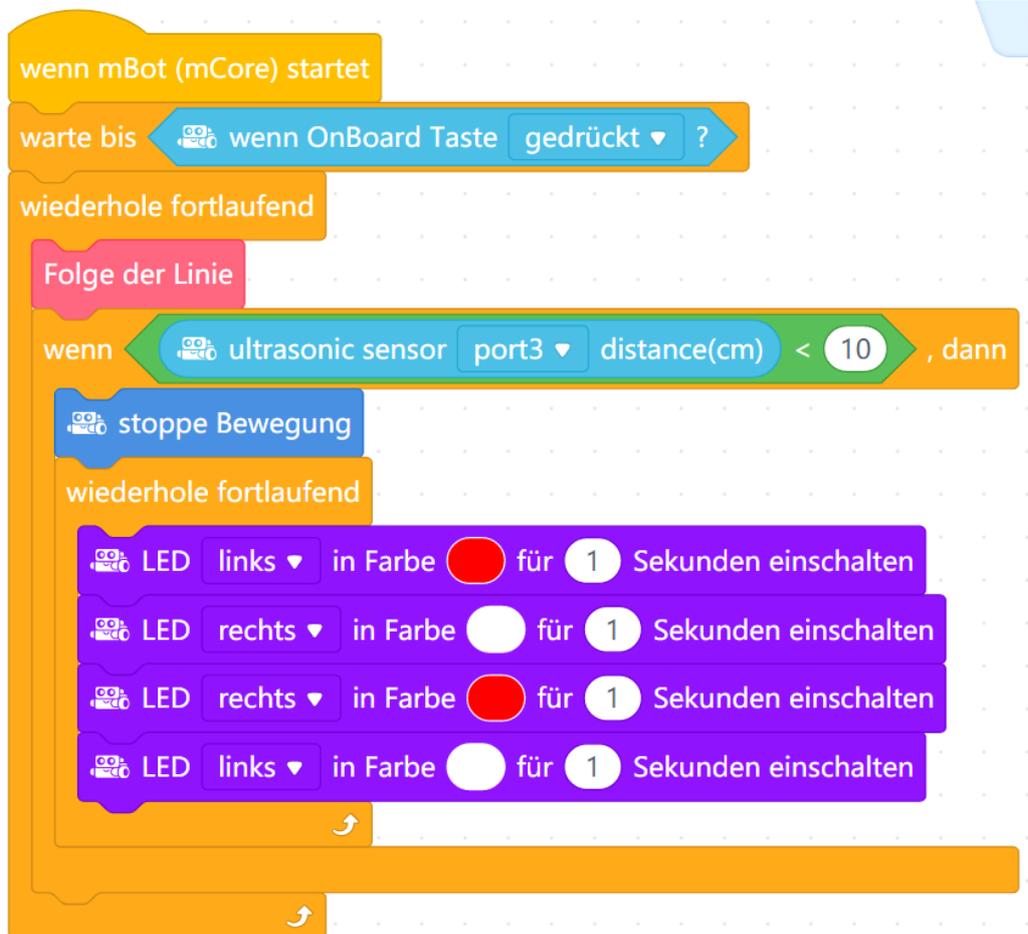
- warte bis wenn OnBoard Taste gedrückt ?
- wiederhole fortlaufend
 - wenn Linien-Verfolgungs-Sensor port2 gebe Wert = 0, dann
 - fahre vorwärts mit 30 % Leistung
 - wenn Linien-Verfolgungs-Sensor port2 gebe Wert = 1, dann
 - linkes Rad dreht mit 10 % der Leistung, rechtes Rad mit 50 %
 - wenn Linien-Verfolgungs-Sensor port2 gebe Wert = 2, dann
 - linkes Rad dreht mit 50 % der Leistung, rechtes Rad mit 10 %
 - wenn Linien-Verfolgungs-Sensor port2 gebe Wert = 3, dann
 - Rückwärts fahren mit 30 % Leistung für 0.5 Sek

Alternativ können Sie [die Lösung](#) herunterladen.

Bemerkungen:

1. Der erste Befehl "Warten, bis die Kartentaste gedrückt wird" ist nicht wirklich notwendig, damit das Programm richtig funktioniert. Wir haben diesen Befehl hinzugefügt, damit der Roboter erst startet, wenn die Taste gedrückt wird. Ansonsten startet er direkt auf dem Tisch, wenn die Schüler ihn an den Computer anschließen, um das Programm zu laden.
2. Es ist normal, dass der Roboter diese Aufgabe beendet, indem er abwechselnd rückwärts und vorwärts bis zur Unendlichkeit fährt.
3. Achten Sie darauf, dass die Schülerinnen und Schüler nicht zu viele Sekunden in den letzten Befehl setzen. Andernfalls fährt der Roboter zu weit zurück und verlässt die Linie. Die Rückwärts-/Vorwärtsschleife am Ende des Auftrags ist ein guter Test, um zu überprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler nicht eine zu hohe Anzahl an Sekunden eingegeben haben.
4. Achten Sie auch darauf, dass die Schülerinnen und Schüler die Prozentzahl der Leistung nicht zu hoch ansetzen. 30 % reichen völlig aus, um vorwärts und rückwärts zu fahren. 50 % und 10 % sind perfekt, um sich zu drehen. Natürlich funktionieren auch kleine Abweichungen von diesen Zahlen tadellos.

Lösung: Mission 2 - Vor Olympus Mons anhalten

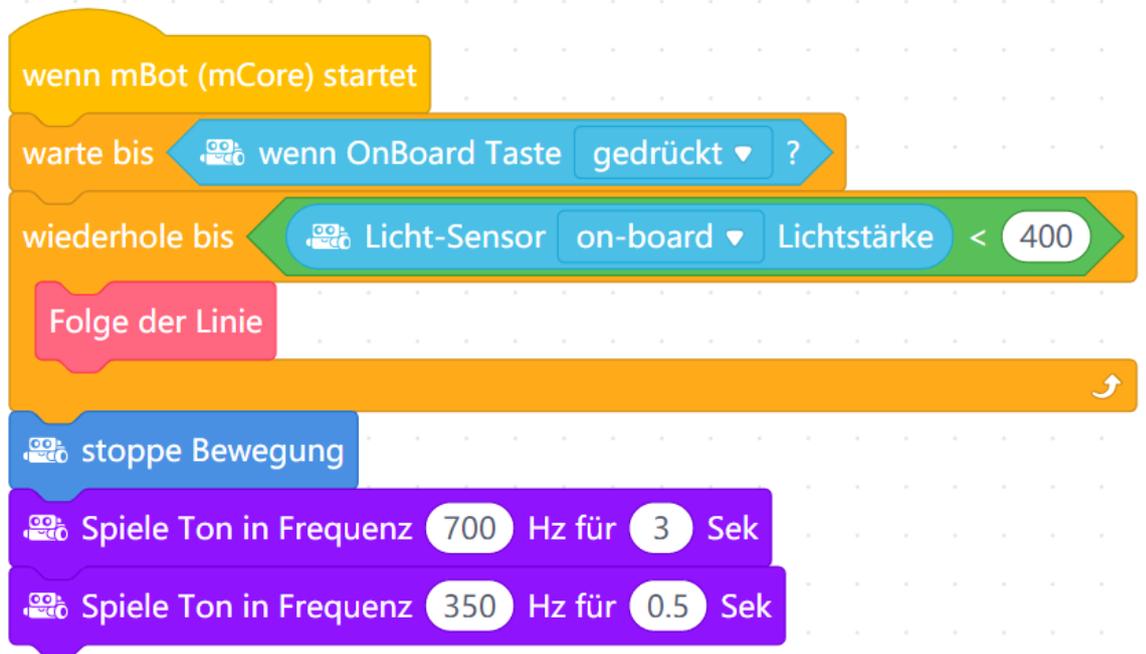


Alternativ können Sie [die Lösung](#) herunterladen.

Bemerkungen:

- Der Befehl *Folge der Linie* ist lediglich ein Name, der dem Programm von Mission 1 gegeben wurde.

Lösung: Mission 3 - Erforschung einer Höhle auf dem Mars



Alternativ können Sie [die Lösung](#) herunterladen.

Bemerkungen:

1. Im Programm "Der Linie folgen" wird die Leistung etwas erhöht. Das liegt daran, dass die Batterien nach einer gewissen Zeit leerer sind und Sie daher die Leistung erhöhen müssen, um den Roboter fahren zu lassen.

Lösung: Mission 4 - Finde das Leben!

The image shows a Scratch script for a mission. The script starts with a 'when mBot (mCore) starts' event block. This is followed by a 'wait until' block for the sound sensor (Anschluss4) to reach a value greater than 500. Then, a 'repeat until' block for the ultrasonic sensor (port3) to reach a distance less than 12 cm. Inside this loop is a 'follow the line' block. After the loop, there is a 'stop movement' block. Next is a 'when' block for the temperature sensor (Anschluss1, Steckplatz1) to reach a value greater than 25 degrees Celsius. This is followed by a 'wait 1 second' block. Then, a 'repeat continuously' block for the temperature sensor to reach a value greater than 30 degrees Celsius. Inside this loop is a 'send message' block with the text 'Senden Sie das Signal: Wir haben Leben auf dem Mars entdeckt!'.

Alternativ können Sie [die Lösung](#) herunterladen.

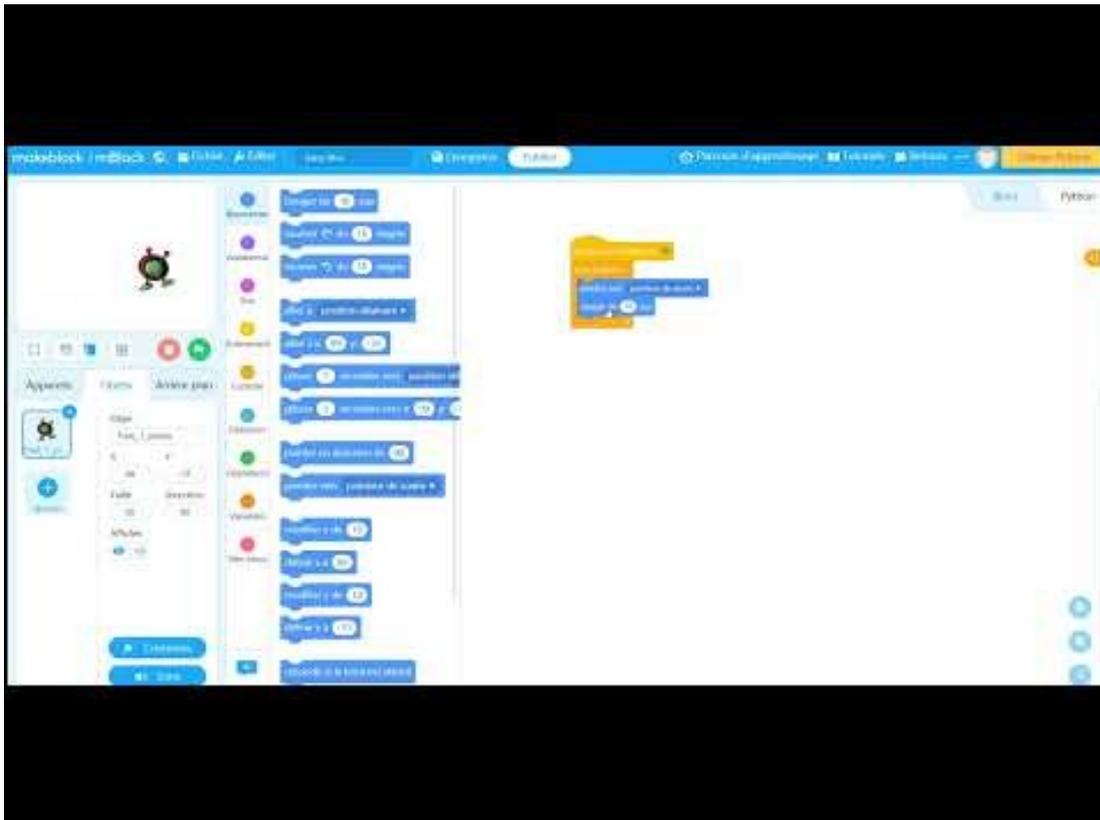
Bemerkung :

1. Im Programm "Der Linie folgen" wird die Leistung erhöht. Das liegt daran, dass die Batterien nach einer gewissen Zeit leerer sind und deshalb die Leistung erhöht werden muss, damit der Roboter fahren kann.
2. Der Befehl "Senden Sie das Signal: Wir haben Leben auf dem Mars entdeckt!" ist ein eigenes kleines Programm, in dem die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Siegesmusik komponieren können.

Lösung: Lernbewertung:



Illustration in Video :



Quelle: https://youtu.be/hBSLWoGTa_8

Weiterführende Informationen

Auf Entdeckungstour auf dem Mars

Seit den 1960er Jahren unternimmt der Mensch Missionen auf der Suche nach dem Planeten Mars. Die NASA-Sonde Mariner 4 wurde am 28. November 1964 gestartet und flog am 14. Juli 1965 als erste Sonde über den Mars. Bis heute haben vier Raumfahrtbehörden erfolgreich Missionen zur Entdeckung des Roten Planeten abgeschlossen: die NASA (National Aeronautics and Space Administration), die ISRO (Indian Space Research Organisation), das Raumfahrtprogramm der Sowjetunion und Russlands und die ESA (European Space Agency).

Während der 1960er und frühen 1970er Jahre wurden mehrere Sonden zum Mars geschickt. Die erfolgreichste Mission war die NASA-Sonde Mariner 9, die Ende 1971 gestartet wurde. Mariner 9 blieb fast ein Jahr lang in der Umlaufbahn des Mars und konnte mehr als 7000 Fotos vom Mars machen, was unsere Vorstellung von diesem Planeten drastisch veränderte.

Im Jahr 1975 schickte die NASA schließlich zwei Paare von Orbitalsonden und Landegeräten auf die Reise. Eine Orbitalsonde ist eine Raumsonde, die in die Umlaufbahn eines Himmelskörpers einschwenkt, während ein Lander ein Raumfahrzeug bezeichnet, das auf der Oberfläche eines Himmelskörpers landen soll. Viking 1 und Viking 2 landeten auf dem Mars und blieben dort mehrere Jahre lang. Leider fanden sie keine eindeutigen Spuren von Leben auf dem Mars.

Ende der 1990er Jahre wurde mit dem Mars Global Surveyor der NASA eine vollständige Karte des Mars vom Nord- bis zum Südpol erstellt. Fast zur gleichen Zeit startet die NASA den Mars Pathfinder, der aus einem Lander und einem Rover besteht, dem berühmten Sojourner, der der erste Rover war, der außerhalb der Erde und des Mondes operierte. Ein Rover ist ein motorgetriebenes Fahrzeug, das dazu bestimmt ist, sich über die Oberfläche eines Planeten oder Mondes zu bewegen (im Gegensatz zu einem Lander, der nach der Landung auf einem Himmelskörper unbeweglich bleibt). Eine vollständige Klassifizierung der verschiedenen Raumfahrzeuge finden Sie [auf dieser Seite der NASA](#).

Der Orbiter Mars Odyssey, der sich noch immer in der Umlaufbahn des Mars befindet, wurde 2001 von der NASA gestartet. Im Jahr 2003 schickte die ESA eine Mission mit einem Orbiter und einem Lander, die die Namen Mars Express und Beagle trugen, zum Mars. Der Lander ging leider bei der Landung verloren, aber der Orbiter ist immer noch auf der Mission. [Hier](#) können Sie sich die Fotos und Filme ansehen, die von Mars Express gesendet wurden.

Im Jahr 2004 schickte die NASA zwei weitere Rover zum Mars, die Spirit und Opportunity genannt wurden. Spirit brach 2010 in einer Sanddüne ab, während Opportunity bis 2018 überlebte, wo er während eines Sandsturms erlosch.

Im Jahr 2006 wurde ein weiterer Orbiter der NASA, der Mars Renaissance Orbiter, in die Umlaufbahn gebracht und hat uns seitdem mehr Daten über den Mars geschickt als alle anderen Missionen zusammen. Ein Jahr später schickte die NASA den Mars Phoenix, einen weiteren stationären Lander. Leider verlor die NASA nach einigen Monaten den Kontakt zu ihm und erklärte ihn 2010 für tot.

Ein neuer Rover der NASA, der viel leistungsfähiger als alle anderen ist, Curiosity, kam 2012 auf dem Mars an. Das Design von Curiosity inspirierte die Entwicklung des Rovers Perseverance, der im Februar 2021 auf dem Mars landete. Eine der Hauptaufgaben von Perseverance ist das Sammeln

von Proben des Marsbodens. Diese Proben sollen 2031 von einer gemeinsamen Mission der NASA und der ESA zur Erde zurückgebracht werden. Die neuesten Nachrichten über Perseverance finden Sie [auf der folgenden Seite](#) .

Schließlich dürfen wir die ExoMars-Mission nicht vergessen, die eine Zusammenarbeit der ESA und der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos ist. Die Mission enthält einen Lander, genannt Schiaparelli, der 2016 zum Mars geschickt wurde, aber bei der Landung zerbrach, und einen Orbiter, genannt Trace Gas Orbiter, der im selben Jahr geschickt wurde und immer noch dort ist. Dann sollte in derselben Mission noch in diesem Jahr (2022) ein Rover mit dem Namen Rosalind Franklin zum Mars geschickt werden. Der Name bezieht sich auf die britische Wissenschaftlerin, die hinter der Entdeckung der DNA-Struktur steht. "Dieser Name erinnert uns daran, dass die Erforschung in den menschlichen Genen verankert ist. Die Wissenschaft ist in unserer DNA und in allem, was wir bei der ESA tun. Der Rosalind-Rover fängt diesen Geist ein und bringt uns alle an die Spitze der Weltraumforschung", sagte der ESA-Direktor (ESA, 2019b). Leider hat die ESA angesichts der aktuellen Situation die ExoMars-Mission komplett gestrichen (Science.lu, 2022).

Andere Länder entwickeln ebenfalls Missionen zum Mars: h

- die [Mars Orbiter Mission](#) aus Indien , die 2016 in den Orbit gelangte,
- die [Hope Probe-Mission](#) der Arabischen Emirate, die 2020 zum Mars geschickt werden soll,
- Chinas Tianwen-1-Mission, die 2021 in die Umlaufbahn und auf den Mars gelangt,
- die Mars Moons Exploration Mission aus Japan, die für 2024 geplant ist.

Abschließend sei noch angemerkt, dass diese Zusammenfassung den Eindruck erweckt, die Suche nach dem Mars sei voller erfolgreicher Missionen, während es in Wirklichkeit neben den oben genannten erfolgreichen Missionen auch viele zum Scheitern verurteilte Missionen gab. Dies ist ein gutes Beispiel dafür, wie wissenschaftliche Forschung funktioniert: In der Geschichte werden oft nur die Erfolge und Errungenschaften festgehalten, während in Wirklichkeit jeder Entdeckung, Erfindung oder jedem wissenschaftlichen Durchbruch zahlreiche Fehlschläge vorausgingen, vorausgehen und immer vorausgehen werden, die später nicht erwähnt und vergessen werden.

Warum den Mars erforschen?

Natürlich hat das Streben nach dem Universum und die Herausforderung, in die Ferne zu schweifen, den Menschen schon immer interessiert. Die rein wissenschaftlichen Gründe, den Mars zu erforschen, sind folgende:

- die Suche nach Leben auf dem Mars
- das Klima und die Geologie des Roten Planeten charakterisieren,
- den Boden für eine zukünftige Erforschung durch den Menschen vorbereiten.

Zu verstehen, ob es Leben außerhalb des Lebens auf der Erde gibt, ist eine grundlegende Frage. Da der Mars der Planet ist, der unserer Erde am ähnlichsten ist, ist er ein bevorzugter Ort, um diese Frage zu untersuchen.

Das Verständnis der Geologie des Mars ist wichtig, um die Geschichte des Planeten zu verstehen. Die Atmosphäre des Mars zu untersuchen kann helfen zu verstehen, wie sich diese Atmosphäre entwickelt hat und warum der Mars heute viel weniger Atmosphäre hat als die Erde. Langfristig werden diese Studien dazu beitragen, unsere Erde und die anderen Planeten des Sonnensystems besser zu verstehen.

Schließlich ist eines der ultimativen Ziele die Erforschung durch den Menschen. Um den Boden dafür vorzubereiten, müssen die Risiken im Voraus untersucht werden. Aus diesem Grund erkunden und kategorisieren Roboter die Marsoberfläche.

Im folgenden Video erklärt der Planetenwissenschaftler Joel Levine auf schöne Weise, warum Marsmissionen aus wissenschaftlicher Sicht wichtig sind:

https://www.ted.com/talks/joel_levine_why_we_need_to_go_back_to_mars/transcript?referrer=playlist-what_s_the_big_deal_about_mars#t-254765

Das Video ist Teil einer achtteiligen Serie von Vorträgen über den Mars (TED, n.d.).

Gibt es Leben auf dem Mars?

Die wahrscheinlich spannendste Frage bei allen Marsmissionen ist, ob es auf dem Mars Leben gibt, in fossiler oder sogar in lebender Form.

Ein Tag auf dem Mars entspricht annähernd den 24 Stunden auf der Erde und der Planet hat eine entsprechende Neigung, so dass es auf dem Mars Jahreszeiten und sogar Klimaregime gibt, die zumindest ein wenig mit unseren übereinstimmen. Es gibt viele Hinweise darauf, dass der Mars früher unserem Planeten Erde viel ähnlicher war. Die Fotos und Daten, die uns von den verschiedenen Orbitern und Raumsonden, die den Mars erforschen, erreichen, deuten darauf hin, dass der Mars zwar heute ein trockener Planet ist, aber in der Vergangenheit Wasser auf dem Mars floss. Wasser ist das wichtigste Element, das für die Entwicklung von Leben notwendig ist.

Die ersten Sonden, Viking 1 und Viking 2, die in den 1970er Jahren auf dem Mars landeten, haben kein Leben auf dem Mars gefunden. Dies ist jedoch kein Beweis dafür, dass es dort kein Leben gibt. Im Gegenteil, die Entdeckung von Mikroben auf dem Boden gefrorener Seen in der Antarktis durch die NASA gibt uns Hoffnung, Leben auf dem Mars zu finden, da das Klima in der Antarktis dem heutigen Klima auf dem Mars ähnelt. Auf der Erde wurden Mikroben auch in Sedimentgestein mehr als 1000 Meter unter der Erdoberfläche gefunden, aber auch in Salzablagerungen und tiefen Wasserschlotten (Alonso & Szostak, 2019). Diese Entdeckungen deuten darauf hin, dass unsere Roboter vielleicht noch nicht an den richtigen Stellen auf dem Mars gesucht haben.

Die Viking-Mission hatte vier verschiedene Experimente durchgeführt, um zu sehen, ob es im Marsboden Bakterien gibt. Damals schienen die Ergebnisse der vier Experimente die Möglichkeit der Existenz von Leben auszuschließen. Heute, fast 40 Jahre später, haben die Wissenschaftler eine Erklärung für das Scheitern der Viking-Experimente und die Jagd nach Leben auf dem Mars bleibt offen.

Heutzutage haben Wissenschaftler auch viel raffiniertere und diskretere Techniken entwickelt, um das Vorhandensein von (altem) Leben nachzuweisen. Die bekannteste Methode basiert auf dem Nachweis und der Sequenzierung von DNA. Bei dieser Methode gibt es jedoch ein großes Problem: Selbst wenn die DNA allen Lebewesen auf der Erde gemeinsam ist, ist nicht klar, ob außerirdisches

Leben eine DNA besitzt. Eine noch stärker punktierte Forschung nimmt daher verschiedene Arten von Proteinen und Aminosäuren als Ausgangspunkt für die Suche nach außerirdischem Leben (McKay & Parro García, 2014).

Der NASA-Rover Curiosity und der zukünftige Rosalind-Franklin-Rover sind mit Messinstrumenten ausgestattet, um neue Experimente durchzuführen, die auf diesen neuen Technologien bei der Suche nach vergangenem oder gegenwärtigem Leben basieren. Ein wichtiger Aspekt ist die strategische Wahl des Landeplatzes für diese Rover.

Abschließend sei noch angemerkt, dass eine weitere Methode zur Suche nach Leben der Nachweis von Biosignaturgasen in den Atmosphären von Planeten und Exoplaneten ist. Dies ist eine der Aufgaben des neuen James Webb Space Telescope (Wolchover, 2021).

Fermi-Paradoxon : Wo sind sie?

Die Frage nach der Existenz von Leben im Universum außerhalb unserer Erde wird als Fermi-Paradoxon bezeichnet. Im Jahr 1950 saß der Physiker Enrico Fermi (Nobelpreis 1938) mit Kollegen in Los Alamos beim Mittagessen und sie diskutierten über einen Comic über Außerirdische, der im New Yorker erschienen war, als Fermi plötzlich sagte: "Wo sind sie?". Die Kollegen verstehen sofort, dass Fermi sich darauf bezieht, dass die Sonne ein recht junger Stern in unserer Galaxie ist und daher Zivilisationen, die weiter entwickelt sind als wir, in älteren Planetensystemen hätten auftauchen und unsere Galaxie bereits irgendwie besiedeln und sich uns zeigen müssen. Es sei jedoch angemerkt, dass Fermi höchstwahrscheinlich nicht an der Existenz anderer Zivilisationen gezweifelt hat. Wahrscheinlichere Erklärungen für Paradoxa sind, dass Reisen zwischen den Sternen einfach nicht möglich sind, dass die Reise den Aufwand nicht wert war oder dass Zivilisationen nicht lange genug überleben, um die notwendigen Technologien zu entwickeln. (Gray, 2015).

Was ist das Leben?

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir gesehen, dass eines der Probleme bei der Suche nach außerirdischem Leben die Tatsache ist, dass wir nicht wissen, wie genau das Leben außerhalb unseres Planeten Erde aussehen wird. Diese Frage ist nur der Anfang einer viel tiefer gehenden Frage: Was ist Leben? Diese eher philosophische Frage klingt ganz einfach, ist aber derzeit selbst aus rein wissenschaftlicher Sicht weit davon entfernt, eine klare Antwort zu haben.

Auf den ersten Blick scheint es uns leicht zu sein, zu entscheiden, ob etwas lebendig ist oder nicht. Leider ist die Welt voll von Beispielen, die sich an der Grenze befinden und die nach einer bestimmten Definition lebendig sind, während sie es nach einer anderen Definition nicht sind. Im alltäglichen Leben scheint dies kein großes Problem zu sein. In der Wissenschaft ist es jedoch katastrophal, wie der Mikrobiologe Radu Popa bei der NASA erklärt: "Das ist für jede Wissenschaft untragbar. [...] Eine Wissenschaft, in der das wichtigste Objekt keine Definition hat? Das ist absolut inakzeptabel. Wie sollen wir darüber diskutieren, wenn Sie denken, dass die Definition von Leben etwas mit DNA zu tun hat, und ich denke, dass sie etwas mit dynamischen Systemen zu tun hat? [...] Wir können kein Leben auf dem Mars finden, weil wir uns nicht darüber einigen können, was Leben ist". (Zimmer, 2021).

Eine Definition des Lebens zu finden, mit der alle zufrieden sind, erweist sich hingegen als sehr kompliziert. Genau das hat der Molekularbiologe Edward Trifonov 2011 versucht. Er ging 123 gängige Definitionen von Leben durch und versuchte, eine gemeinsame Unterdefinition zu finden. Das Endergebnis war, dass das Leben eine "Selbstreproduktion mit Variation" wäre. Nun wurde diese Definition schnell verworfen: Ein Computervirus reproduziert sich selbst mit Variation, aber niemand würde sagen, dass er lebt.

Hier versuchen die Philosophen, eine Antwort zu finden, indem sie verschiedene Stimmen einnehmen. Eine Strömung in der Philosophie hält sich an das Prinzip des Operationismus. Die Idee dahinter ist, dass man nicht unbedingt eine universelle Definition dessen, was Leben ist, finden muss, sondern dass jeder Bereich der wissenschaftlichen Forschung mit der Definition arbeitet, die ihm am besten passt. So unterscheidet sich die Definition, die die NASA verwendet, um nach Leben außerhalb unseres Planeten zu suchen, von der Definition, die Ärzte verwenden, um zwischen lebendig und tot zu unterscheiden. Das ist aber nicht weiter schlimm, denn wichtig ist, dass die Definition für den eigenen Forschungsbereich funktioniert.

Eine andere Strömung geht eher in die Richtung der Familienähnlichkeit, die eine philosophische Idee ist, nach der man Objekte in verschiedene Gruppen einteilt, wobei Objekte in derselben Gruppe durch Ähnlichkeiten miteinander verbunden sein können, ohne dass sie unbedingt alle eine gemeinsame Ähnlichkeit teilen müssen. Ein Beispiel zur Veranschaulichung dieser Idee: Wenn man eine Person bittet, eine Definition des Wortes Spiel zu geben, wird sie es wahrscheinlich nicht schaffen. Ein Spiel kann zu zweit, mit mehreren Personen oder sogar allein gespielt werden. Ein Spiel kann einen Gewinner und einen Verlierer haben, muss dieses Kriterium aber nicht unbedingt erfüllen. Ein Spiel kann für Kinder sein, es gibt aber auch Spiele für Erwachsene. Eine klare und eindeutige Definition des Begriffs Spiel zu finden, ist offensichtlich nicht einfach. Wenn wir jedoch aufgefordert werden, unter vielen Gegenständen diejenigen zu identifizieren, die Spiele sind, werden wir wahrscheinlich keine Probleme haben, dies zu tun. Intuitiv können wir ein Spiel erkennen, ohne eine genaue Definition zu haben. Ein Spiel erfüllt eine Reihe von Kriterien aus einer Liste von Kriterien, aber nicht notwendigerweise alle diese Kriterien. Was ist, wenn es mit dem Begriff Leben genauso ist? In (Abbott & Persson, 2021) haben Forscher der Universität Lund eine lange Liste von Dingen in verschiedene Kategorien eingeteilt, in der Hoffnung, die Kategorie zu finden, die das Leben definiert. Sie versuchten, eine Liste von Eigenschaften zu erstellen, die mit Leben in Verbindung gebracht werden, ohne dass jedes lebende Objekt notwendigerweise alle diese Kriterien erfüllen muss. Auch dieser Ansatz ist leider problematisch. Eine der Eigenschaften lebender Dinge war Ordnung (Lebewesen haben koordinierte und organisierte Strukturen), ähnlich wie Schneeflocken (die man allerdings nicht als lebendes Ding klassifizieren möchte). Eine weitere Eigenschaft war die der DNA. Rote Blutkörperchen haben jedoch keine DNA, obwohl man sie gerne als lebende Dinge klassifizieren würde.

Eine Kategorie von Organismen hat die Frage, was Leben ist, wirklich verändert: Es sind die Extremophilen. Extremophile sind Organismen, deren normale Lebensbedingungen für die meisten anderen Organismen tödlich sind. Ein bekanntes Beispiel für einen Extremophilen ist das Bärtierchen (Tardigrade).

Bärtierchen, der süßeste aller Extremophilen

Das Bärtierchen, auch Wasserbär genannt, ist ein etwa einen halben Millimeter langer Organismus (gerade lang genug, um mit bloßem Auge gesehen zu werden), der fast überall auf der Erde lebt. Er kann in Salz- oder Süßwasser sowie an feuchten Landstellen, z. B. in Moosen in Wäldern, gefunden werden. Das Bärtierchen wird oft als Champion der Extreme bezeichnet, da es unter den

unwirtlichsten Bedingungen überleben kann: Es hält Temperaturen von -272 bis 150 Grad und Druck bis zu 6000 bar aus. Außerdem kann er ultravioletter und Röntgenstrahlung ausgesetzt sein. Er kann ohne Nahrung und Wasser auskommen und in einen Stasiszustand verfallen, der länger als zehn Jahre andauert. Sobald die Stasis beendet ist, kann er seinen Stoffwechsel wieder aktivieren.

Im Rahmen des TARDIS-Experiments (Tardigrades in Space) schickten ESA-Forscher im Jahr 2007 3000 Bärtierchen auf eine 12-tägige Weltraummission. "Unsere wichtigste Entdeckung war, dass das Vakuum im Weltraum, das zu extremer Dehydrierung und kosmischer Strahlung führt, für die Wasserbären kein Problem darstellte", erklärt der Leiter des TARDIS-Projekts (ESA, 2008).

Vor kurzem wurden Bärtierchen von der ESA für längere Zeit außerhalb der Internationalen Raumstation (ISS) installiert und haben das Vakuum im Weltraum, die extremen Temperaturen und die Sonneneinstrahlung überlebt. Zuvor waren die Wissenschaftler davon überzeugt, dass diese Bedingungen mit jeglichem Leben unvereinbar sind (ESA, o.J.)

Wir verweisen auch auf die Aktivität [Les Oursons de l'Espace von ESERO Luxemburg](#).

Einen radikaleren Ansatz verfolgt Carole Cleland, eine Philosophin an der Universität von Colorado. Über viele Jahre hinweg beobachtete, kooperierte und diskutierte sie mit zahlreichen Forschern aus verschiedenen Bereichen und von verschiedenen Institutionen (u. a. der NASA), die alle gemeinsam hatten, dass sich ihre Forschung um das Thema Leben drehte. Das Ergebnis ist eine Reihe von wissenschaftlichen Artikeln, die in einem Buch zusammengefasst sind (Cleland, 2019). Seine Schlussfolgerung ist, dass Wissenschaftler einfach aufhören sollten, nach einer Definition von Leben zu suchen, denn Leben wäre eines dieser Konzepte, die nicht definierbar sind. Schließlich, so Cleland, "wollen wir nicht wissen, was das Wort Leben für uns bedeutet, sondern wir wollen wissen, was das Leben ist".

Für einen umfassenden Überblick über die wissenschaftlichen und philosophischen Diskussionen rund um das Leben verweisen wir den Leser auf (Zimmer, 2021a) oder (Zimmer 2021b).

Die Bedeutung von Robotern (und digitaler Wissenschaft) bei Marsmissionen

Roboter zum Mars zu schicken, hat viele Vorteile. Zunächst einmal ist es viel einfacher, die Sicherheit eines Roboters zu gewährleisten als die eines Menschen. Als die Menschen es nicht besser wussten, schickten sie Tiere wie Hunde oder Affen auf Weltraummissionen, um alles herauszufinden, was ein Mensch braucht. Heute wissen wir, dass es für Menschen sehr gefährlich sein kann, viel weiter in den Weltraum zu fliegen als bis zur ISS (International Space Station). Außerdem sind Robotermissionen immer billiger als eine Mission mit Menschen (auch wenn sie eindeutig weniger spektakulär sind). Aus organisatorischer Sicht sind Roboter weniger anfällig als Menschen und können in wesentlich feindseligeren Umgebungen operieren. Und schließlich gibt es viele Aufgaben, die ein Roboter besser erledigen kann als ein Mensch.

Wie wir in diesem Modul gesehen haben, können diese Roboter jedoch nicht sofort von der Erde aus programmiert werden, da ein Signal von der Erde zu lange (plus/minus 20 Minuten) für die Strecke von der Erde zum Mars brauchen würde. Deshalb müssen diese Roboter im Voraus programmiert werden und dann autonom funktionieren.

Die Roboter auf dem Mars sammeln viele Informationen, die sie zur Erde senden müssen. Dies stellt einen ziemlich kohärenten Datenstrom dar, der derzeit nicht im Weltraum verarbeitet werden kann und in Form von Rohdaten gesendet werden muss. Außerdem verfügen diese Marsrover nicht über alle Labore, die hier auf der Erde verfügbar sind. Außerhalb der ISS können im Weltraum heute nur Computer eingesetzt werden, deren Leistung in etwa der entspricht, die wir vor 20 Jahren auf der Erde hatten. "Ohne den Schutz des Erdmagnetfelds oder die Abschirmung der ISS", erklärt Professor Marcus Völp, Forscher am SnT (Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust) der Universität Luxemburg, "würden die Computer, die wir auf der Erde benutzen, viele Fehler machen und irgendwann wegen der Strahlung im Weltraum durchbrennen. Wir brauchen aber Rechenleistung, spätestens wenn wir mit Roboterschwärmen Rohstoffe von Asteroiden holen wollen". Deshalb investiert die Forschung in die Entwicklung von "Supercomputern", die im Weltraum existieren können und die Rohdaten direkt vor Ort verarbeiten, um nur die verwertbaren Daten zu senden.

"Natürlich müssen wir Roboter und Supercomputer nicht nur in Bezug auf natürliche Fehlerquellen sicher machen", fährt Professor Völp fort, "sondern sie auch vor Sabotage schützen. Das geht am besten, indem man dem Roboter erlaubt, Fehler zu machen, wie es Schüler in der Schule manchmal tun, ohne dass etwas Schlimmes passiert (z. B. indem man anderen Schülern erlaubt, dem Roboter zu helfen, und anderen Robotern, dem Roboter zu helfen)".

Da sich die Astronauten jetzt auf der ISS befinden und bald in der Nähe des Mondes und eines Tages auf dem Mars sein werden und wir nicht alle Astronauten in Computerkenntnissen ausbilden können, müssen diese Supercomputer so autonom wie möglich sein. Hier kommt die künstliche Intelligenz ins Spiel.

Auch bei Robotern wird künstliche Intelligenz eine immer wichtigere Rolle spielen. Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) und die National Aeronautics and Space Administration (NASA) planen, im Jahr 2026 einen Rover zum Mars zu schicken, der Röhren mit Bodenproben vom Mars bergen soll. Diese Röhren werden zuvor vom Perseverance-Rover (siehe oben) auf dem Boden abgesetzt worden sein. Der neue Rover wird Fetch heißen (vom englischen Wort "to fetch" für "bergen"). Er soll in der Lage sein, sich so autonom wie möglich zu bewegen, die Röhren zu finden und sie zu bergen. Dazu wird der Fetch-Rover Techniken der künstlichen Intelligenz und der Bilderkennung einsetzen, um die auf dem Boden liegenden Röhren selbstständig zu finden (ESA, 2020).

Die Universität Luxemburg und das SnT forschen in all diesen Bereichen: Fehlertoleranz, künstliche Intelligenz auf Robotern und viele andere.

Bildungsvideos

- [Paxi besucht den roten Planeten](#)
- [Paxi: Gibt es Marsmenschen?](#)
- [Exomars: eine vielversprechende Zukunft](#)

Kahoot-Quiz

- [Expeditionen zum Mars](#)
- [Atmosphäre und Leben auf dem Mars](#)
- [Valles Marineris](#)
- [Berg Olymp](#)
- [Die Höhlen auf dem Mars](#)

Referenzen

1. Abbott, J. K. & Persson, E. (2021). The problem of defining life: a case study using family resemblance. [Preprint]
2. Alonso, R. & Szostak, J.W. (2019). The Origin of Life on Earth, *Scientific American*, September 2019
3. Cleland, C. (2019). *The Quest for a Universal Theory of Life: Searching for Life As We Don't Know It* (Cambridge Astrobiology). Cambridge: *Cambridge University Press*.
Doi:10.1017/9781139046893
4. European Space Agency, ESA (2008). *Winzige Tiere überleben Exposition gegenüber dem Weltraum*. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space
5. European Space Agency, ESA (2019a). *Missionen zum Mars*.
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/05/Missions_to_Mars
6. European Space Agency, ESA (2019b). ESA's Mars Rover hat einen Namen: Rosalind Franklin.
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/ESA_s_Mars_rover_has_a_name_Rosalind_Franklin
7. European Space Agency, ESA, (2020). *Sample Fetch Rover for Mars Sample Return campaign*.
https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/02/Sample_Fetch_Rover_for_Mars_Sample_Return_campaign
8. European Space Agency, ESA (n.d.a.). *Exploring Mars*.
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Mars
9. European Space Agency, ESA (o.J.b). *Exposure to space and Mars*.
https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Blue_dot/Exposure_to_space_and_Mars
10. Gray, R.H. (2015). The fermi paradox is neither Fermi's nor a paradox. *Astrobiology*. 2015 Mar;15(3):195-9. doi: 10.1089/ast.2014.1247.
11. McKay, C.P. & Parro García, V. (2014). How to Search for Life on Mars, *Scientific American*, June 2014
12. Science.lu (2022). *ESA stoppt gemeinsame Mars-Mission mit Russland*.
<https://science.lu/de/esa-stoppt-gemeinsame-mars-mission-mit-russland>
13. Space.com (n.d.). *Mars missions: A brief history*. <https://www.space.com/13558-historic-mars-missions.html>
14. TED (n.d.). *What's the big deal about Mars*.
https://www.ted.com/playlists/414/what_s_the_big_deal_about_mars
15. Wolchover, N. (2021). The Webb Space Telescope Will Rewrite Cosmic History. If it Works, *Quantamagazine*, December 2021

16. Zimmer, C. (2021a). What is Life? The Vast Diversity defies easy Definition. *Quantamagazine*, März 2021
17. Zimme, C. (2021b). *Life's Edge. The Search for what it means to be alive*. New York, NY: Dutton, 2021

Kredite

- Copyright © ESERO Luxemburg 2021-2022
- Lizenz <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.fr>

