

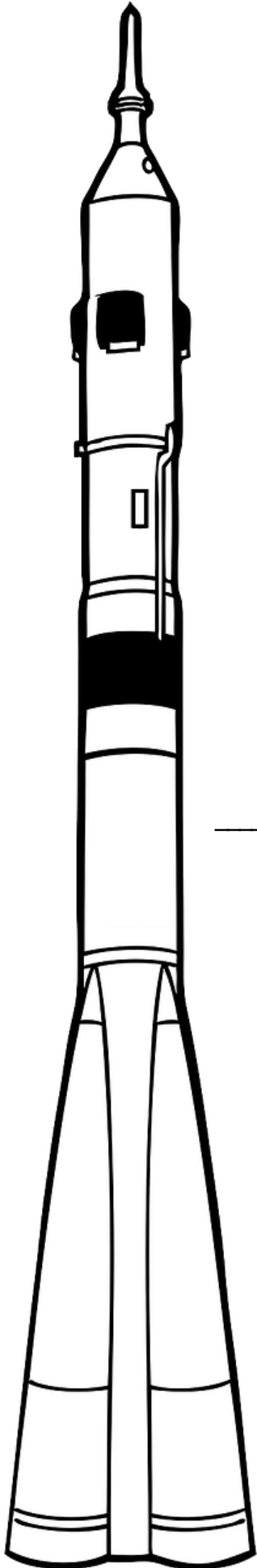


Wo können wir hin?

Die habitable Zone als Thema in der Primarstufe

LENA PAHSEN – GERHARD WURM – CHRISTOPH PAWEK – HENDRIK HÄRTIG

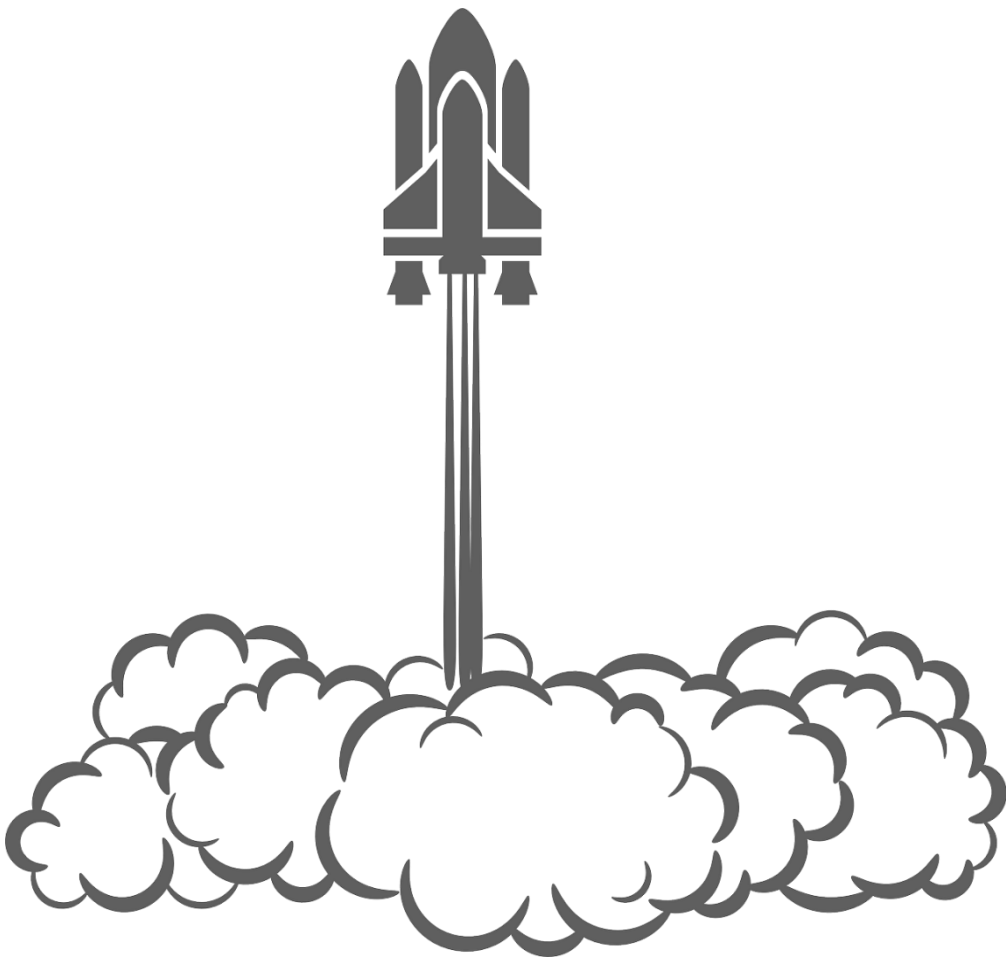
Online-Ergänzung



Leben außerhalb der Erde

Dieses Forscherheft gehört:

Wir sind Weltraumforscher und
suchen ein neues Zuhause
für die Menschheit.



Reiseroute – so verläuft unsere Forscherreise

Das Leben auf der Erde	1
Wie entstand das Leben auf der Erde?	1
Was ist Leben?.....	3
Was brauchen wir Menschen zum Leben?.....	5
Unser Sonnensystem	6
Was gehört zu unserem Sonnensystem?	6
Experiment: Entfernungen in unserem Sonnensystem	6
Die Planeten in unserem Sonnensystem.....	7
Ein Modell unseres Sonnensystems.....	8
Leben außerhalb der Erde?.....	9
Die habitable Zone	9
Können wir auf dem Mars leben?	10
Andere Sonnensysteme.....	15
Eine zweite Erde?	15
Experiment: Wir gehen auf Planeten Jagd	18
Abschluss	21

Das Leben auf der Erde

Wir lesen gemeinsam den Text.

Wie entstand das Leben auf der Erde?

Vielleicht dachtest du, dass die Erde immer schon so aussah, wie wir sie kennen. Das ist nicht so. Die Erde bestand aus flüssiger Lava. Es gab keinen Erdboden wie wir ihn kennen. Keine Erde, keine Felsen, kein flüssiges Wasser und kein Eis.

Am Anfang, vor mehr als 4 Milliarden Jahren, war die Erde ein heißer, lebensfeindlicher Ort. Als sie allmählich abkühlte, formte sich eine Kruste, auf der in der Folgezeit Kometen und Asteroiden einschlugen: In der Frühzeit des Sonnensystems war das ein wahres „Bombardement“! Sie hinterließen nicht nur Krater, sondern brachten auch Wasser auf die Erdoberfläche. Zusammen mit dem Wasser, das wohl auch im Erdinneren in chemisch gebundener Form vorhanden war und allmählich an die Oberfläche drang, trug es zur Entstehung der Ozeane bei. Und

dann geschah es: Kaum hatte sich die Lage auf der jungen Erde etwas beruhigt, entstand das erste Leben. Da dies vergleichsweise schnell passierte, gehen manche Wissenschaftler davon aus, dass Leben nahezu „automatisch“ entsteht, wenn die Bedingungen stimmen.

Wonach also suchen wir, wenn wir einen Ort suchen, an dem Menschen leben können? Was ist dieses Leben? Was zeichnet Leben, wie wir es kennen, überhaupt aus?

Was sind die richtigen Bedingungen für Leben? Stelle Vermutungen auf!

Wir lesen weiter.

Was ist Leben?

Vielleicht hast du gedacht, wir Menschen brauchen ein Haus, Kleidung, Medizin und viele weitere Dinge zum Überleben. Das ist nicht falsch, allerdings sind

das nicht **die wichtigsten** Dinge, die Menschen zum Überleben brauchen. Im folgenden Text lernst du, welche Dinge absolut notwendig sind, damit Menschen leben können und überhaupt Leben entstehen konnte. Jedes Lebewesen braucht beispielsweise **Nahrung**, um nicht zu verhungern.

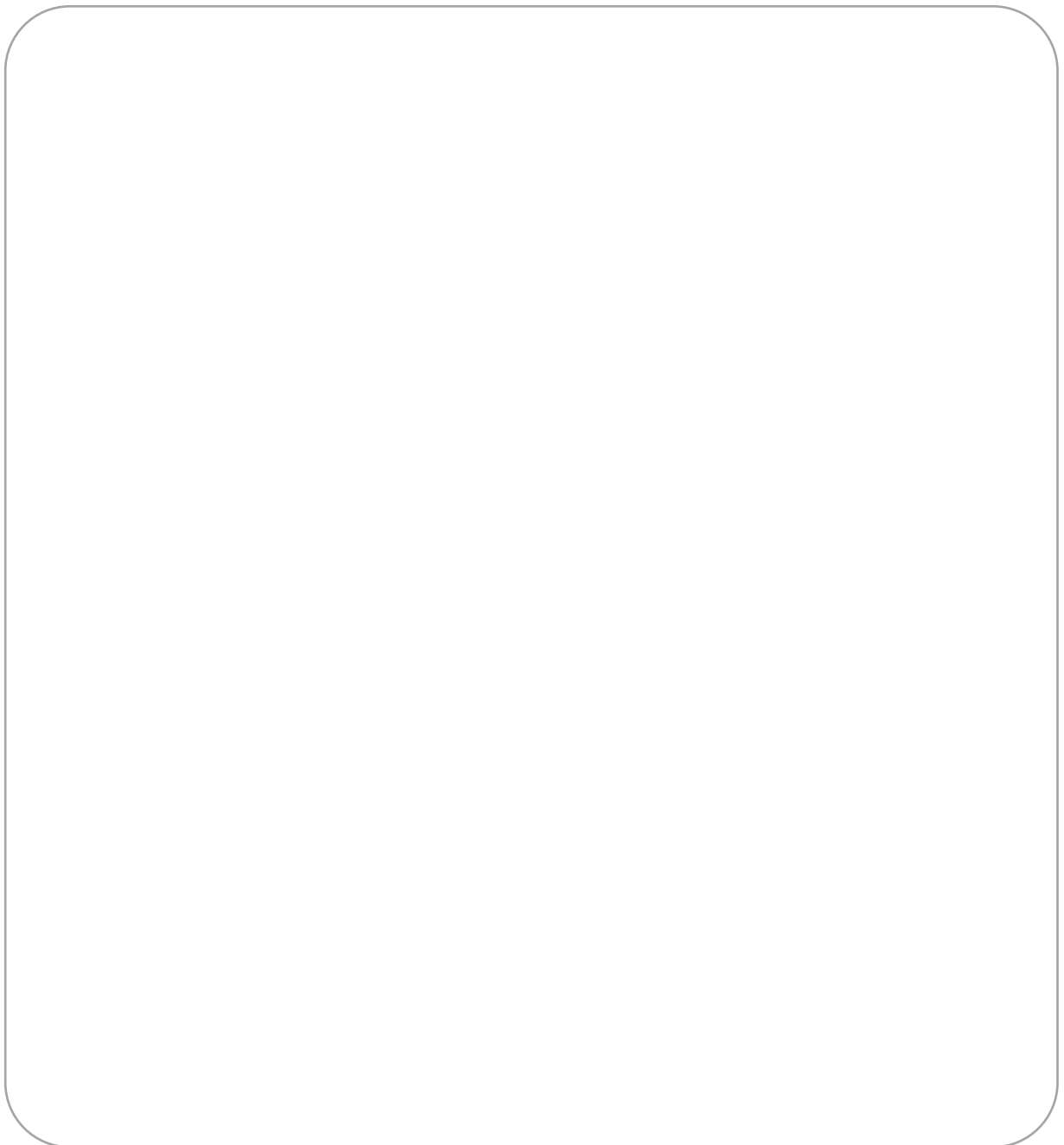
Aber für die Entstehung von Leben sind viele Voraussetzungen nötig: **Flüssiges Wasser** spielte ganz sicher eine entscheidende Rolle – vielleicht hat sich in den Ozeanen der Erde sogar das erste Leben gebildet. Auch die damalige **Atmosphäre** war von großer Bedeutung: Sie sorgte mit einem gewaltigen Treibhauseffekt dafür, dass die allmähliche Abkühlung der Erde nicht immer weiterging. Denn die Sonne schien damals deutlich schwächer als heute und ohne die wärmespeichernde Wirkung der Atmosphäre wäre unser Planet vielleicht dauerhaft eingefroren.

Kurz und gut: Die Erde konnte dem entstehenden Leben genau **die richtige „Wohlfühl-Temperatur“**

bieten. **Energie** war erforderlich, um den Prozess in Gang zu setzen: Vielleicht wurde sie von Blitzen geliefert, vielleicht waren Vulkane entscheidende Energielieferanten.

Was brauchen wir Menschen zum Leben?

Erstelle aus den Begriffen an der Tafel eine Mindmap.



Unser Sonnensystem

Was gehört zu unserem Sonnensystem?

Wir sammeln an der Tafel, was Teil unseres Sonnensystems ist.

Experiment: Entfernungen in unserem Sonnensystem

Wir erstellen auf dem Flur ein Modell unseres Sonnensystems. Messt dabei die unten angegebenen Entfernungen von einem Startpunkt, der die Sonne darstellt. 1 Meter steht dabei für 150 Millionen Kilometer.

Die mittlere Entfernung von der Sonne	
Merkur	0,4 m
Venus	0,7 m
Erde	1 m
Mars	1,5 m
Jupiter	5,2 m
Saturn	9,5 m
Uranus	19,1 m
Neptun	30 m

Die Planeten in unserem Sonnensystem

Gebildet hat sich unser Sonnensystem vor ca. 4,6 Milliarden Jahren – und zwar aus einer Wolke aus kosmischen Gas- und Staubpartikeln. Diese „Wolke“ verdichtete sich immer mehr, die Teilchen zogen sich gegenseitig an, stießen zusammen und „verklumpten“ zu immer größeren Materieansammlungen. So entstand die Sonne im Zentrum, umkreist von den Planeten.

Unsere Sonne wird von acht Planeten umkreist. Manche Menschen denken, dass diese Planeten alle gleich sind. Das ist aber nicht so. Sie sind unterschiedlich groß, einige bestehen aus Gestein, wie die Erde, andere bestehen vollständig aus Gas. Es gibt die vier inneren Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde und Mars sowie die vier äußeren Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

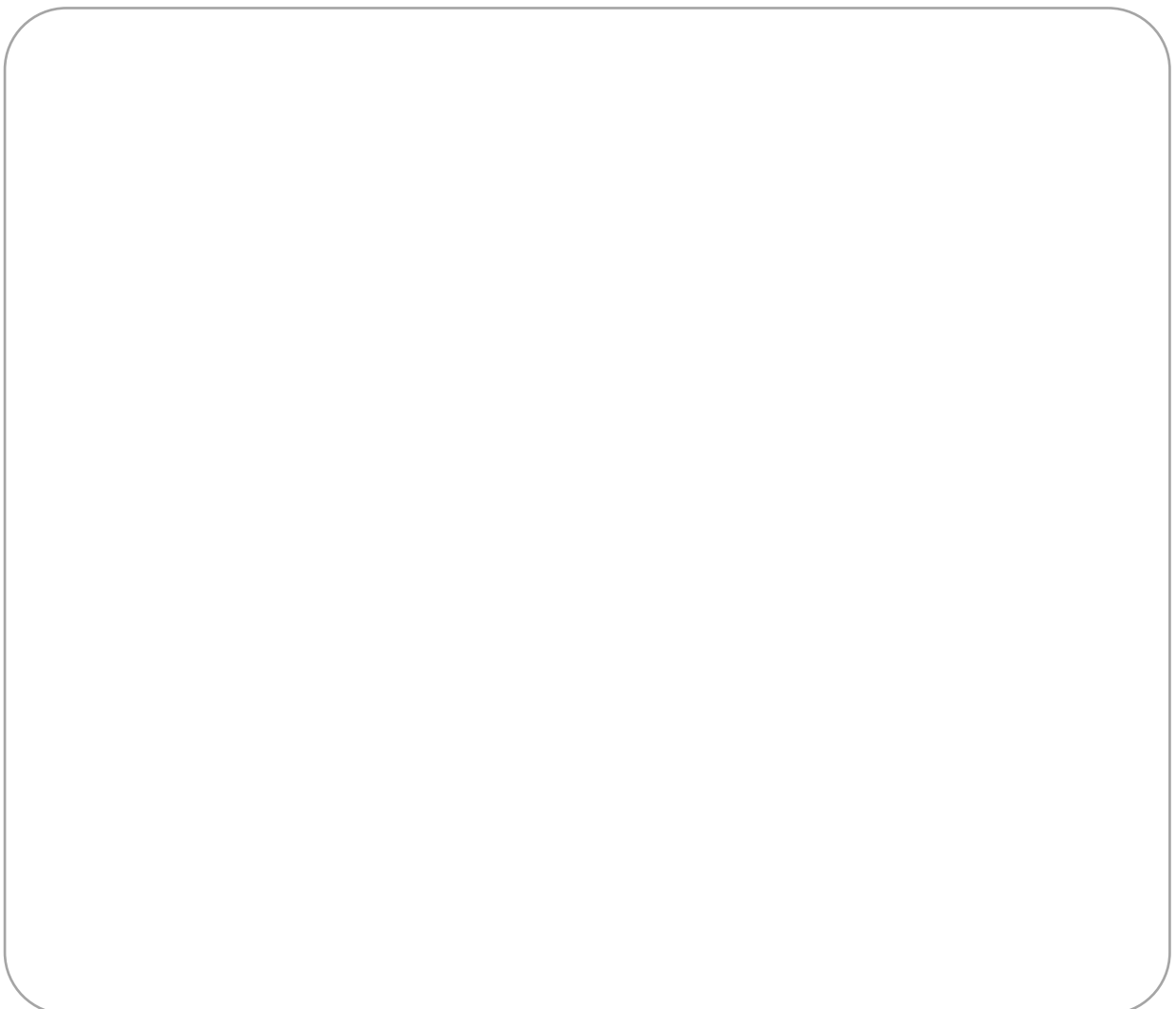
Manche Menschen denken auch, in unserem Sonnensystem gibt es die Planeten, die Sonne und

sonst nichts. Das stimmt auch nicht. In unserem Sonnensystem gibt es außer den Planeten eine Vielzahl von Zwergplaneten wie Ceres und Pluto. Hinzu kommen zahlreiche Monde: Manche Planeten wie die Venus haben keinen Mond, andere wie Jupiter oder Saturn aber jeweils um die 80 Monde.

Ein Modell unseres Sonnensystems

Betrachtet gemeinsam das Bild des Sonnensystems.

Übertrage das Modell in dein Forscherheft!



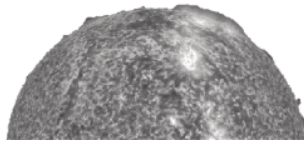
Leben außerhalb der Erde?

Die habitable Zone

Vielleicht dachtest du, wir können auf jedem Planeten leben, wenn wir es nur schaffen, dort hinzukommen. Das stimmt nicht. Die Erde hat genau den richtigen Abstand zur Sonne: nicht zu nah dran, wo es viel zu heiß ist, und nicht zu weit weg, wo es zu kalt ist. Die Erde befindet sich in der **habitäblen Zone** unseres Sonnensystems. Nur dort kann **Wasser in flüssiger Form** existieren – eine wichtige Voraussetzung für Leben.

Was glaubst du, wo befindet sich die habitable Zone unseres Sonnensystems?

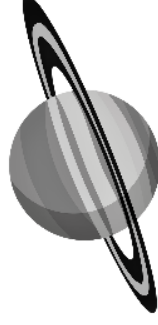
Sonne



Erde



Jupiter



Neptun



Zeichne die habitable Zone in die Skizze des Sonnensystems ein!

Können wir auf dem Mars leben?

Lese den Text aufmerksam durch.

Du könntest jetzt einfach eine Entscheidung treffen und „ja“ oder „nein“ sagen. So einfach ist das leider nicht. Wir wollen versuchen wie Wissenschaftler zu denken. Dafür müssen wir uns alle Fakten genau ansehen und dann eine gut überlegte Entscheidung treffen. Denke dazu auch an die Dinge, die wir zuvor gelernt haben. Welche Dinge sind für das Überleben von Menschen absolut notwendig? Sauerstoff, Wasser, Nahrung und Wärme. Sind diese Dinge auf dem Mars vorhanden?

Der Mars ist – von der Sonne aus gesehen – nach Merkur, Venus und Erde der vierte Planet und damit unser äußerer „Nachbar“. Er wird von zwei sehr kleinen Monden umkreist. Sein Durchmesser ist etwa halb so groß wie der Durchmesser der Erde. Ein Jahr, dauert etwa doppelt so lang wie auf der Erde. Ein Tag, nur rund eine halbe Stunde länger. Auch auf dem

Mars gibt es Jahreszeiten. Die Temperaturen schwanken dabei von + 23 °C bis – 80 °C (an den Polen bis – 130 °C). Die extrem dünne Atmosphäre besteht zu etwa 96 Prozent aus Kohlenstoffdioxid. Auf dem Mars gibt es einige rund 20 Kilometer hohe Berge, wobei Olympus Mons seine Umgebung sogar um bis zu 26 Kilometer überragt. Zum Vergleich: Der Mount Everest ist nicht einmal halb so hoch. Auch tiefe Täler findet man auf dem Mars: Das Canyon-System Valles Marineris ist bis zu 7 Kilometer tief und fast 4.000 Kilometer lang (der Grand Canyon in den USA ist weniger als 2 Kilometer tief und nur 446 Kilometer lang). Der Mars ist von vielen Kratern überzogen – überwiegend durch Einschläge von Asteroiden verursacht, gelegentlich auch durch Vulkane. Mit Ausnahme der vereisten Polkappen ist die Oberfläche von einer rötlichen Staubschicht bedeckt. Auch wenn es dort früher einmal Wasser gab: Der Mars ist heute ein Wüstenplanet, dessen rötliche Farbe von Eisenoxid

stammt. So gesehen könnte man den Mars auch als „Rost-Planeten“ bezeichnen.

Quiz: Kreuze die richtigen Antworten an!

Der wievielte Planet ist der Mars von der Sonne aus gesehen?

- Der dritte
- Der vierte
- Der Fünfte

Wie groß ist der Mars?

- So groß wie die Erde.
- Größer als die Erde.
- Halb so groß wie die Erde.

Woraus besteht die Atmosphäre des Mars?

- Aus Luft
- Aus Kohlenstoffdioxid
- Aus Sauerstoff

Gibt es auf dem Mars Wasser?

- Ja, in Form von Eis.
- Nein, es gibt kein Wasser auf dem Mars.
- Das weiß man nicht.

Warum ist der Mars rot?

- Weil er rostet.
- Weil er von der Sonne rot angeleuchtet wird.
- Weil seine Oberfläche aus Eisenoxid besteht.

Welche Planeten sind die „Nachbarn“ vom Mars?

- Venus und Erde
- Jupiter und Saturn
- Erde und Jupiter

Wie lange dauert ein Jahr auf dem Mars

- So lang wie auf der Erde.
- Halb so lang.
- Doppelt so lang.

Überlege genau: Können Menschen auf dem Mars leben? Erinnere dich an die 4 wichtigen Bedingungen für Leben: Sauerstoff, Wasser, Nahrung, Wärme. Begründe deine Antwort:

Warum können wir nicht auf der Venus leben? Besprecht in der Klasse, warum Menschen nicht auf der Venus leben können.

Andere Sonnensysteme

Eine zweite Erde?

Vielleicht hast du geglaubt, dass unser Sonnensystem einzigartig im Universum ist. Das stimmt so nicht. Jeder Stern, den wir am Nachthimmel sehen können, ist eine Sonne. Sie alle sind extrem weit von uns entfernt, weswegen sie am Himmel so klein aussehen. Wissenschaftler suchen nach Planeten, die diese Sonnen umkreisen. Nach diesen Planeten wollen auch wir Ausschau halten!

Um unsere Erde kreisen viele Satelliten. Diese Satelliten beobachten nicht nur die Erde, sondern sie halten mit Teleskopen an Bord auch nach anderen Planeten weit über das Sonnensystem hinaus Ausschau. Eine zentrale Frage lautet dabei: **Gibt es erdähnliche Planeten?** Nicht in unserem Sonnensystem, aber ganz sicher in unserer Milchstraße. In den 1990er-Jahren wurden die ersten Planeten entdeckt, die andere Sterne umkreisen.

Inzwischen kennen wir fast 2000 solcher „Exoplaneten“. Zuerst fand man nur große Planeten, die alles andere als erdähnlich waren, weil die Instrumente noch nicht ausreichend sensibel arbeiteten, um Himmelskörper von der Größe der Erde nachzuweisen. Denn die Entfernungen sind enorm! Der nächste Stern ist über 4 Lichtjahre – also rund 40 Billionen Kilometer – von uns entfernt. Und viele andere Sterne sind hundert und tausend, sogar Millionen und Milliarden Mal weiter weg! Wie findet man da einen kleinen Planeten?

Bei der **Transitmethode** verrät sich ein Planet, wenn er aus irdischer Sicht vor seiner Sonne vorbeizieht. Dann verdunkelt sich für uns das Licht des Sterns ganz leicht. Das ist zwar nur so, als ob man aus vielen Kilometern eine Straßenlaterne betrachten würde, die von einer kleinen Motte umschwirrt wird – aber auch das genügt. Inzwischen wurden so durch immer bessere Sensoren und Auswertungsverfahren

erdgroße Planeten entdeckt, auch solche, die sich in der lebensfreundlichen „habitablen Zone“ ihres Muttersterns befinden. Ob wir Menschen auf ihnen tatsächlich leben könnten, oder ob auf ihnen Leben existiert, wurde noch nicht bestätigt, und es kann mit heutigen Instrumenten auch nicht nachgewiesen werden. Doch die Suche hat gerade erst begonnen, und die Instrumente werden immer besser...

Experiment: Wir gehen auf Planeten Jagd

Wir probieren die Transitmethode aus.

Material: Du brauchst...

... eine runde Lichtquelle (z.B. eine Schreibtischlampe)

... mehrere Bälle und Kugeln in verschiedenen Größen

Durchführung:

1. Dunkelt den Raum ab, und schaltet die Lampe ein. Sie ist jetzt der Stern, also eine sehr weit entfernte Sonne.

2. Ein Kind aus eurer Gruppe bewegt jetzt nacheinander die Bälle – das sind die Planeten – vor dem Stern vorbei. Die anderen beobachten das aus einigen Metern Entfernung.

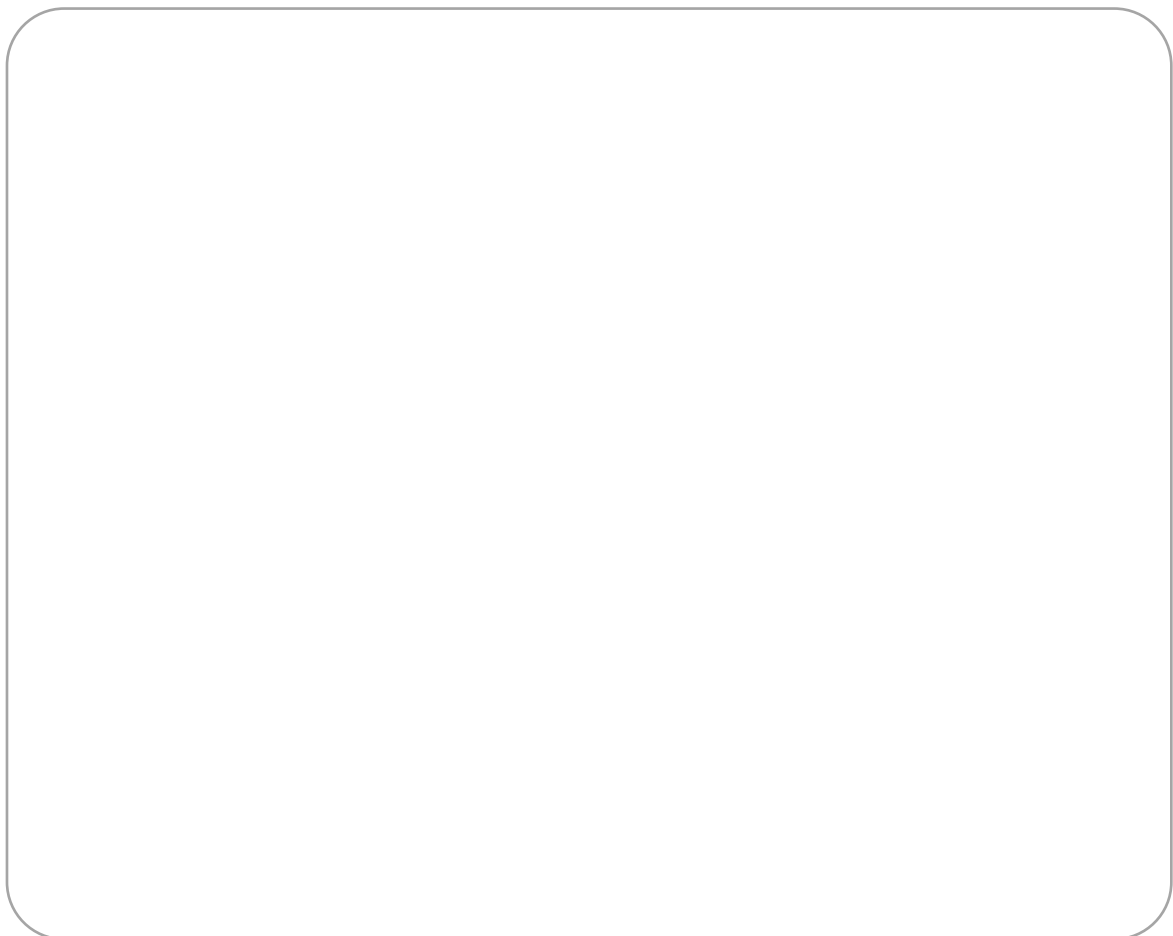
3. Zuerst wird der größte Ball genommen, neben die Lampe gehalten und dann langsam vor der Lampe vorbeibewegt, sodass er kurz zwischen die Lampe und die Zuschauer gerät. Danach kommen der Reihe nach die kleineren Bälle und Kugeln an die Reihe.

Tipp: Wer die Bälle vor das Licht hält, sollte sich seitlich neben die Lampe stellen und sie nicht verdunkeln.

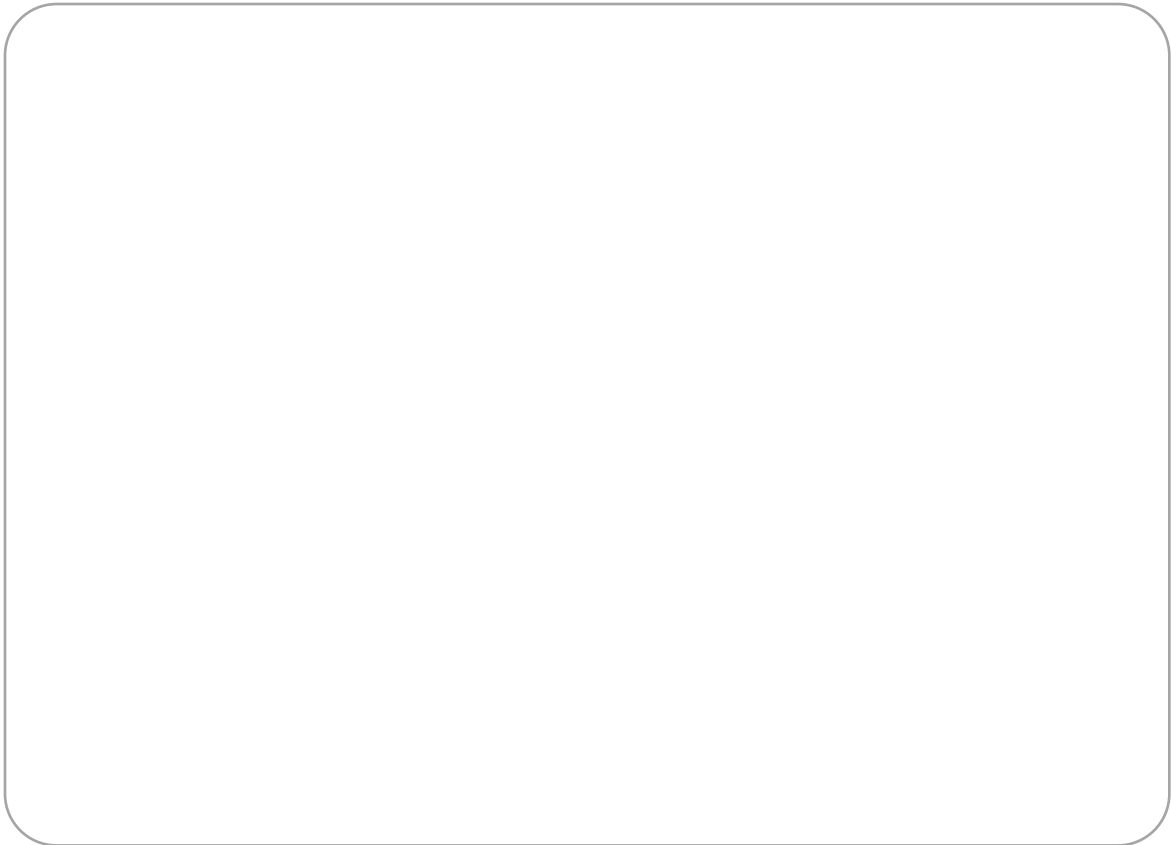
4. Die Zuschauer beobachten genau: Was passiert mit dem Licht der Lampe, wenn ein Ball vor der Lampe vorbeibewegt wird? Passiert bei allen Bällen und Kugeln das Gleiche?

Notiere hier deine Beobachtungen:

Was passiert beim größten Ball?



Was passiert, je kleiner die Kugeln werden?



5. Wir besprechen die Ergebnisse.

Halte die Ergebnisse der Klasse hier fest!



Abschluss

Wir fassen noch einmal zusammen. Was brauchen Exoplaneten, damit Menschen auf ihnen Leben können?

Welche Bedingungen muss ein Planet für Leben, wie wir es kennen, bieten? Oder anders gefragt: Wie sieht der „ideale“ Planet aus? Die Antwort in drei Worten: wie die Erde. Wir haben gelernt, was unseren Planeten so besonders macht. Schauen wir uns also die Kriterien für den idealen Exoplaneten nochmal näher an.

Wasser ist eine der grundlegenden Voraussetzungen für Leben, wie wir es kennen. Damit es in flüssiger Form vorkommen kann, muss der Planet entsprechende **Temperaturen** aufweisen. Sie hängen vor allem von der „richtigen“ Entfernung zu seinem Heimatstern ab – in unserem Falle zur Sonne. Wir haben gelernt, dass der Bereich in diesem lebensfreundlichen Abstand **habitable Zone** heißt. Sie

ist nicht zu nah an der Sonne, wo hohe Temperaturen Wasser in Dampf verwandeln und nicht zu weit weg, wo Wasser nur als Eis existiert.

Die **habitable Zone** hängt wiederum vom Sternentyp ab: Viele Sterne sind deutlich heißer als unsere Sonne, andere erzeugen weniger hohe Temperaturen. Außerdem gibt es viele **Doppelsterne** im All – und ob ein Planet in einem Doppel- oder sogar Mehrfachsternsystem günstige Lebensbedingungen bieten kann, ist fraglich.

Dass der Planet seinen Stern im **richtigen Abstand** umkreist, ist also eine Voraussetzung für Leben. Und es muss der „richtige“ Typ von Stern sein. Aber es muss auch der richtige Typ von Planet sein: **Gasplaneten**, die keine feste Oberfläche haben, sind zumindest für Leben, wie wir es kennen, wahrscheinlich nicht geeignet. **Gesteinsplaneten** wie die Erde bieten bessere Voraussetzungen – allerdings nur, wenn sie eben auch über Wasser verfügen. Und dieses Wasser dürfen sie

nicht verlieren! Dafür muss ein Gesteinsplanet eine gewisse **Masse** besitzen. Denn er muss mit seiner Anziehungskraft das Wasser – das auch durch die Sonneneinstrahlung verdunstet, Nebel und Wolken bildet und dann wieder abregnet – „festhalten“ können. Unsere Erde kann das, unser deutlich kleinerer Mond mit seiner geringen Anziehungskraft nicht – und auch ein Mini-Planet wie Merkur hat keine nennenswerte Atmosphäre.

Was heißt das alles für die Suche nach Leben im All?

Zunächst einmal bedeutet es: Wenn wir **ferne Sterne** beobachten und dort Planeten entdecken, interessieren uns besonders die erdähnlichen Planeten. Wir suchen also nach Gesteinsplaneten etwa von der Größe der Erde – und zwar vor allem nach solchen, die ihren Heimatstern in einer lebensfreundlichen Entfernung (der habitablen Zone) umkreisen.

Die Texte wurden aus dem Material des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt entnommen: DLR_School_Info

Abrufbar unter: <https://www.dlr.de/next/desktopdefault.aspx/tabid-9153/>

S. 1-3: Leben im All, S. 6-8

S. 8: Erde und Mond, S. 20

S. 9-10: Leben im All, S. 18

S. 13-14: Erde und Mond, S. 58

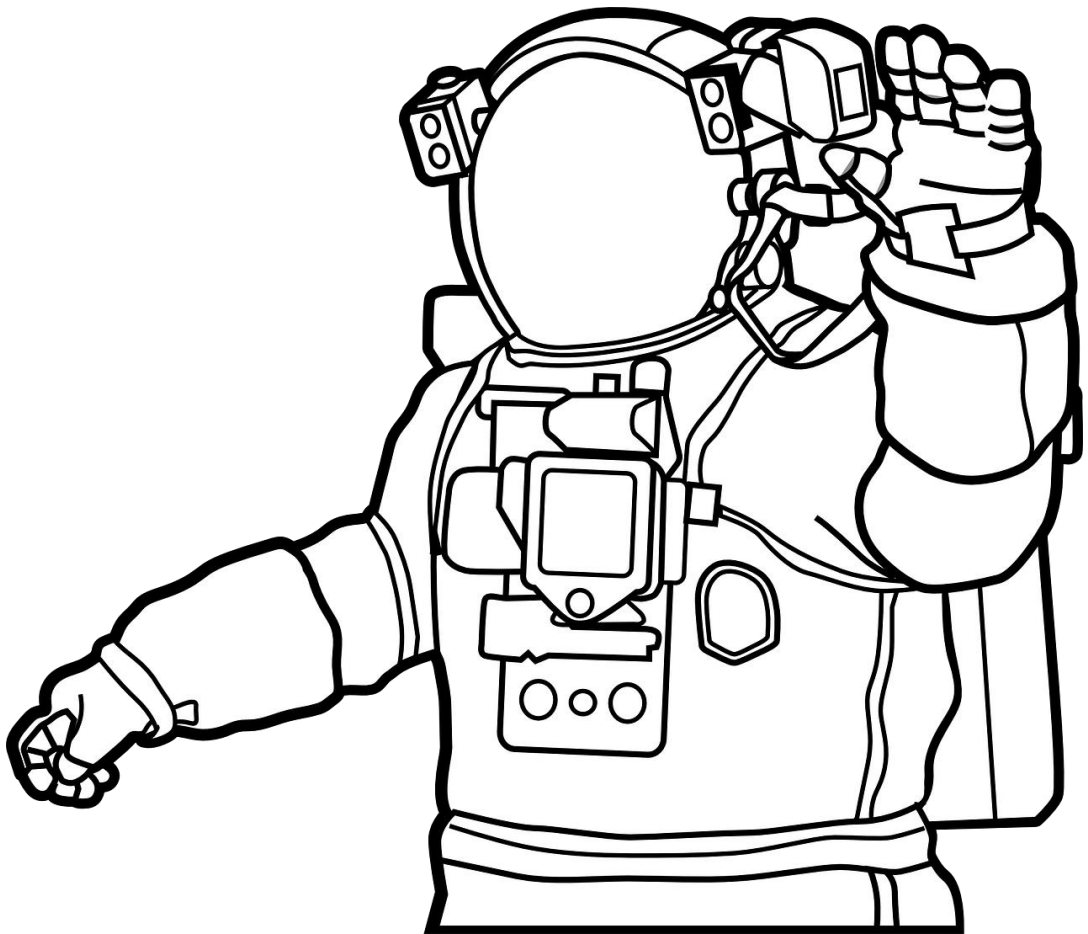
S.19-21: Leben im All, S. 12, 14-15, 17

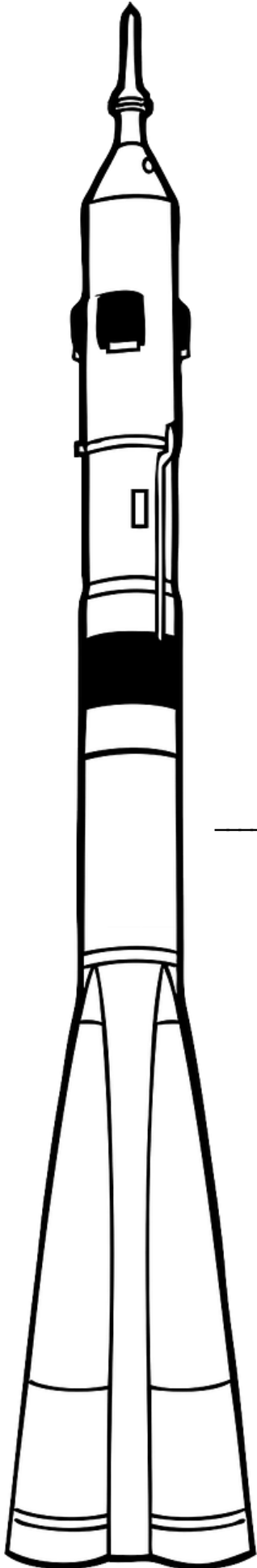
Die Experimente wurden aus demselben Material entlehnt.

Die Entfernungen im Sonnensystem: Unser Sonnensystem, S. 15

Wir gehen auf Planetenjagd: Erde und Mond, S. 59-61

Guten Flug!

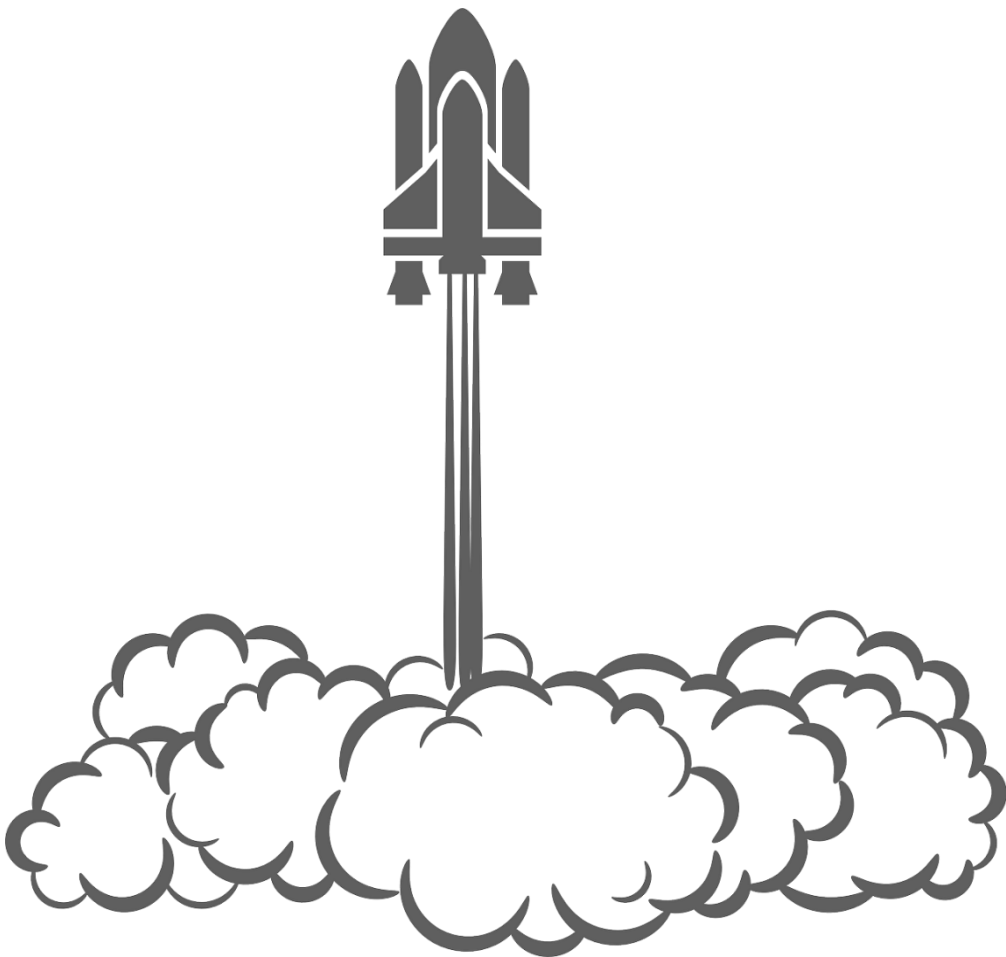




Leben außerhalb der Erde

Dieses Forscherheft gehört:

Wir sind Weltraumforscher und
suchen ein neues Zuhause
für die Menschheit.



Reiseroute – so verläuft unsere Forscherreise

Das Leben auf der Erde	1
Wie entstand das Leben auf der Erde?	1
Was ist Leben?.....	3
Was brauchen wir Menschen zum Leben?.....	4
Unser Sonnensystem	5
Was gehört zu unserem Sonnensystem?	5
Experiment: Entfernungen in unserem Sonnensystem	5
Die Planeten in unserem Sonnensystem.....	6
Ein Modell unseres Sonnensystems.....	7
Leben außerhalb der Erde?.....	8
Die habitable Zone	8
Können wir auf dem Mars leben?	9
Andere Sonnensysteme.....	13
Eine zweite Erde?	13
Experiment: Wir gehen auf Planeten Jagd	15
Abschluss	18

Das Leben auf der Erde

Wir lesen gemeinsam den Text.

Wie entstand das Leben auf der Erde?

Am Anfang, vor mehr als 4 Milliarden Jahren, war die Erde ein heißer, lebensfeindlicher Ort. Als sie allmählich abkühlte, formte sich eine Kruste, auf der in der Folgezeit Kometen und Asteroiden einschlugen: In der Frühzeit des Sonnensystems war das ein wahres „Bombardement“! Sie hinterließen nicht nur Krater, sondern brachten auch Wasser auf die Erdoberfläche. Zusammen mit dem Wasser, das wohl auch im Erdinneren in chemisch gebundener Form vorhanden war und allmählich an die Oberfläche drang, trug es zur Entstehung der Ozeane bei. Und dann geschah es: Kaum hatte sich die Lage auf der jungen Erde etwas beruhigt, entstand das erste Leben. Da dies vergleichsweise schnell passierte, gehen manche Wissenschaftler davon aus, dass Leben nahezu „automatisch“ entsteht, wenn die Bedingungen stimmen.

Wonach also suchen wir, wenn wir einen Ort suchen, an dem Menschen leben können? Was ist dieses Leben? Was zeichnet Leben, wie wir es kennen, überhaupt aus?

Was sind die richtigen Bedingungen für Leben? Stelle Vermutungen auf!

Wir lesen weiter.

Was ist Leben?

Für die Entstehung von Leben sind viele Voraussetzungen nötig: **Flüssiges Wasser** spielte ganz sicher eine entscheidende Rolle – vielleicht hat sich in den Ozeanen der Erde sogar das erste Leben gebildet. Auch die damalige **Atmosphäre** war von großer Bedeutung: Sie sorgte mit einem gewaltigen Treibhauseffekt dafür, dass die allmähliche Abkühlung der Erde nicht immer weiterging. Denn die Sonne schien damals deutlich schwächer als heute und ohne die wärmespeichernde Wirkung der Atmosphäre wäre unser Planet vielleicht dauerhaft eingefroren.

Kurz und gut: Die Erde konnte dem entstehenden Leben genau die richtige „Wohlfühl-Temperatur“ bieten. **Energie** war erforderlich, um den Prozess in Gang zu setzen: Vielleicht wurde sie von Blitzen geliefert, vielleicht waren Vulkane entscheidende Energielieferanten.

Was brauchen wir Menschen zum Leben?

Erstelle aus den Begriffen an der Tafel eine Mindmap.

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for creating a mind map. The box is centered on the page and occupies most of the lower half of the page.

Unser Sonnensystem

Was gehört zu unserem Sonnensystem?

Wir sammeln an der Tafel, was Teil unseres Sonnensystems ist.

Experiment: Entfernungen in unserem Sonnensystem

Wir erstellen auf dem Flur ein Modell unseres Sonnensystems. Messt dabei die unten angegebenen Entfernungen von einem Startpunkt, der die Sonne darstellt. 1 Meter steht dabei für 150 Millionen Kilometer.

Die mittlere Entfernung von der Sonne	
Merkur	0,4 m
Venus	0,7 m
Erde	1 m
Mars	1,5 m
Jupiter	5,2 m
Saturn	9,5 m
Uranus	19,1 m
Neptun	30 m

Die Planeten in unserem Sonnensystem

Gebildet hat sich unser Sonnensystem vor ca. 4,6 Milliarden Jahren – und zwar aus einer Wolke aus kosmischen Gas- und Staubpartikeln. Diese „Wolke“ verdichtete sich immer mehr, die Teilchen zogen sich gegenseitig an, stießen zusammen und „verklumpten“ zu immer größeren Materieansammlungen. So entstand die Sonne im Zentrum, umkreist von den Planeten.

Unsere Sonne wird von acht Planeten umkreist: den vier inneren Gesteinsplaneten Merkur, Venus, Erde und Mars sowie den vier äußeren Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

Außer den Planeten gibt es eine Vielzahl von Zwergplaneten wie Ceres und Pluto. Hinzu kommen zahlreiche Monde: Manche Planeten wie die Venus haben keinen Mond, andere wie Jupiter oder Saturn aber jeweils um die 80 Monde.

Ein Modell unseres Sonnensystems

Betrachtet gemeinsam das Bild des Sonnensystems.

Übertrage das Modell in dein Forscherheft!

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for students to draw or write their model of the solar system.

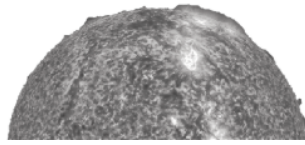
Leben außerhalb der Erde?

Die habitable Zone

Die Erde hat genau den richtigen Abstand zur Sonne: nicht zu nah dran, wo es viel zu heiß ist, und nicht zu weit weg, wo es zu kalt ist. Nur in der sogenannten **habitatlen Zone** kann Wasser in flüssiger Form existieren – eine wichtige Voraussetzung für Leben.

Was glaubst du, wo befindet sich die habitable Zone unseres Sonnensystems?

Sonne



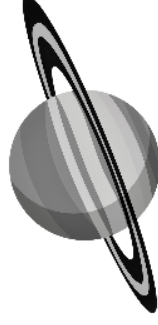
Erde



Jupiter



Neptun



Zeichne die habitable Zone in die Skizze des Sonnensystems ein!

Können wir auf dem Mars leben?

Lese den Text aufmerksam durch.

Der Mars ist – von der Sonne aus gesehen – nach Merkur, Venus und Erde der vierte Planet und damit unser äußerer „Nachbar“. Er wird von zwei sehr kleinen Monden umkreist. Sein Durchmesser ist etwa halb so groß wie der Durchmesser der Erde. Ein Jahr, dauert etwa doppelt so lang wie auf der Erde. Ein Tag, nur rund eine halbe Stunde länger. Auch auf dem Mars gibt es Jahreszeiten. Die Temperaturen schwanken dabei von + 23 °C bis – 80 °C (an den Polen bis – 130 °C). Die extrem dünne Atmosphäre besteht zu etwa 96 Prozent aus Kohlenstoffdioxid. Auf dem Mars gibt es einige rund 20 Kilometer hohe Berge, wobei Olympus Mons seine Umgebung sogar um bis zu 26 Kilometer überragt. Zum Vergleich: Der Mount Everest ist nicht einmal halb so hoch. Auch tiefe Täler findet man auf dem Mars: Das Canyon-System Valles Marineris ist bis zu 7 Kilometer tief und fast

4.000 Kilometer lang (der Grand Canyon in den USA ist weniger als 2 Kilometer tief und nur 446 Kilometer lang). Der Mars ist von vielen Kratern überzogen – überwiegend durch Einschläge von Asteroiden verursacht, gelegentlich auch durch Vulkane. Mit Ausnahme der vereisten Polkappen ist die Oberfläche von einer rötlichen Staubschicht bedeckt. Auch wenn es dort früher einmal Wasser gab: Der Mars ist heute ein Wüstenplanet, dessen rötliche Farbe von Eisenoxid stammt. So gesehen könnte man den Mars auch als „Rost-Planeten“ bezeichnen.

Quiz: Kreuze die richtigen Antworten an!

Der wievielte Planet ist der Mars von der Sonne aus gesehen?

- Der dritte
- Der vierte
- Der Fünfte

Wie groß ist der Mars?

- So groß wie die Erde.
- Größer als die Erde.
- Halb so groß wie die Erde.

Woraus besteht die Atmosphäre des Mars?

- Aus Luft
- Aus Kohlenstoffdioxid
- Aus Sauerstoff

Gibt es auf dem Mars Wasser?

- Ja, in Form von Eis.
- Nein, es gibt kein Wasser auf dem Mars.
- Das weiß man nicht.

Warum ist der Mars rot?

- Weil er rostet.
- Weil er von der Sonne rot angeleuchtet wird.
- Weil seine Oberfläche aus Eisenoxid besteht.

Welche Planeten sind die „Nachbarn“ vom Mars?

- Venus und Erde
- Jupiter und Saturn
- Erde und Jupiter

Wie lange dauert ein Jahr auf dem Mars

- So lang wie auf der Erde.
- Halb so lang.
- Doppelt so lang.

Überlege genau: Können Menschen auf dem Mars leben? Erinnere dich an die 4 wichtigen Bedingungen für Leben: Sauerstoff, Wasser, Essen, Wärme. Begründe deine Antwort:

Warum können wir nicht auf der Venus leben? Besprecht in der Klasse, warum Menschen nicht auf der Venus leben können.

Andere Sonnensysteme

Eine zweite Erde?

Um unsere Erde kreisen viele Satelliten. Diese Satelliten beobachten nicht nur die Erde, sondern sie halten mit Teleskopen an Bord auch nach anderen Planeten weit über das Sonnensystem hinaus Ausschau. Eine zentrale Frage lautet dabei: **Gibt es erdähnliche Planeten?** Nicht in unserem Sonnensystem, aber ganz sicher in unserer Milchstraße. In den 1990er-Jahren wurden die ersten Planeten entdeckt, die andere Sterne umkreisen. Inzwischen kennen wir fast 2000 solcher „Exoplaneten“. Zuerst fand man nur große Planeten, die alles andere als erdähnlich waren, weil die Instrumente noch nicht ausreichend sensibel arbeiteten, um Himmelskörper von der Größe der Erde nachzuweisen. Denn die Entfernungen sind enorm! Der nächste Stern ist über 4 Lichtjahre – also rund 40 Billionen Kilometer – von uns entfernt. Und viele

andere Sterne sind hundert und tausend, sogar Millionen und Milliarden Mal weiter weg! Wie findet man da einen kleinen Planeten?

Bei der **Transitmethode** verrät sich ein Planet, wenn er aus irdischer Sicht vor seiner Sonne vorbeizieht. Dann verdunkelt sich für uns das Licht des Sterns ganz leicht. Das ist zwar nur so, als ob man aus vielen Kilometern eine Straßenlaterne betrachten würde, die von einer kleinen Motte umschwirrt wird – aber auch das genügt. Inzwischen wurden so durch immer bessere Sensoren und Auswertungsverfahren erdgroße Planeten entdeckt, auch solche, die sich in der lebensfreundlichen „**habitablen Zone**“ ihres Muttersterns befinden. Ob wir Menschen auf ihnen tatsächlich leben könnten, oder ob auf ihnen Leben existiert, wurde noch nicht bestätigt, und es kann mit heutigen Instrumenten auch nicht nachgewiesen werden. Doch die Suche hat gerade erst begonnen, und die Instrumente werden immer besser...

Experiment: Wir gehen auf Planeten Jagd

Wir probieren die Transitmethode aus.

Material: Du brauchst...

... eine runde Lichtquelle (z.B. eine Schreibtischlampe)

... mehrere Bälle und Kugeln in verschiedenen Größen

Durchführung:

1. Dunkelt den Raum ab, und schaltet die Lampe ein. Sie ist jetzt der Stern, also eine sehr weit entfernte Sonne.

2. Ein Kind aus eurer Gruppe bewegt jetzt nacheinander die Bälle – das sind die Planeten – vor dem Stern vorbei. Die anderen beobachten das aus einigen Metern Entfernung.

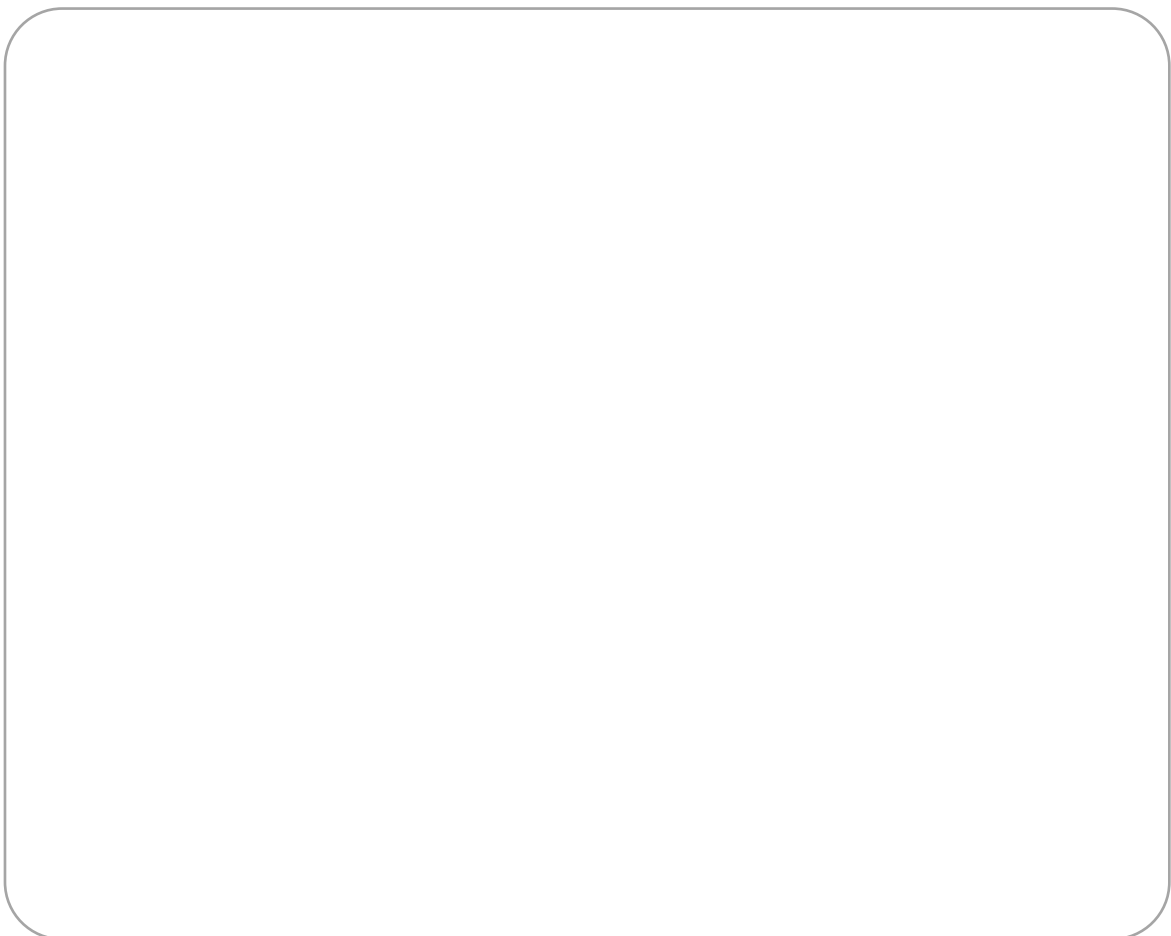
3. Zuerst wird der größte Ball genommen, neben die Lampe gehalten und dann langsam vor der Lampe vorbeibewegt, sodass er kurz zwischen die Lampe und die Zuschauer gerät. Danach kommen der Reihe nach die kleineren Bälle und Kugeln an die Reihe.

Tipp: Wer die Bälle vor das Licht hält, sollte sich seitlich neben die Lampe stellen und sie nicht verdunkeln.

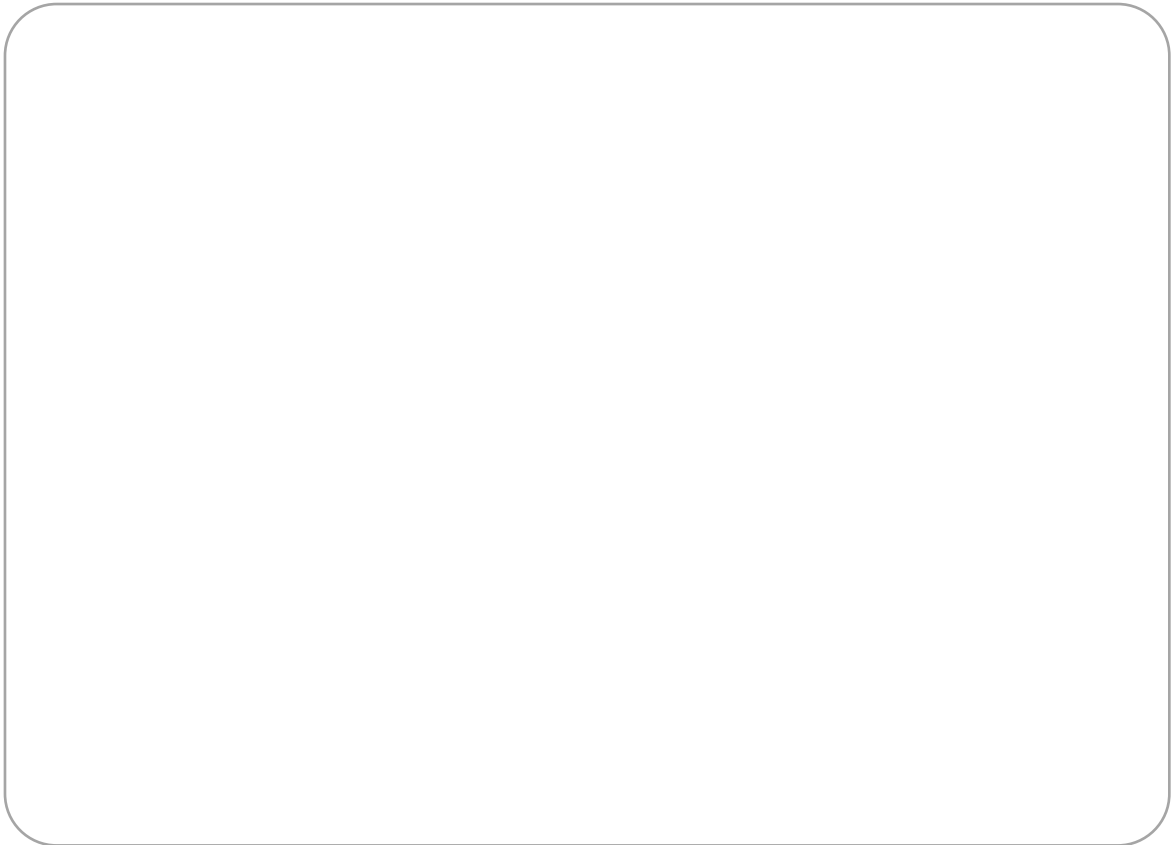
4. Die Zuschauer beobachten genau: Was passiert mit dem Licht der Lampe, wenn ein Ball vor der Lampe vorbeibewegt wird? Passiert bei allen Bällen und Kugeln das Gleiche?

Notiere hier deine Beobachtungen:

Was passiert beim größten Ball?



Was passiert, je kleiner die Kugeln werden?



5. Wir besprechen die Ergebnisse.

Halte die Ergebnisse der Klasse hier fest!



Abschluss

Wir fassen noch einmal zusammen. Was brauchen Exoplaneten, damit Menschen auf ihnen Leben können?

Welche Bedingungen muss ein Planet für Leben, wie wir es kennen, bieten? Oder anders gefragt: Wie sieht der „ideale“ Planet aus? Die Antwort in drei Worten: wie die Erde. Wir haben gelernt, was unseren Planeten so besonders macht. Schauen wir uns also die Kriterien für den idealen Exoplaneten nochmal näher an.

Wasser ist eine der grundlegenden Voraussetzungen für Leben, wie wir es kennen. Damit es in flüssiger Form vorkommen kann, muss der Planet entsprechende **Temperaturen** aufweisen. Sie hängen vor allem von der „richtigen“ Entfernung zu seinem Heimatstern ab – in unserem Falle zur Sonne. Wir haben gelernt, dass der Bereich in diesem lebensfreundlichen Abstand **habitable Zone** heißt. Sie

ist nicht zu nah an der Sonne, wo hohe Temperaturen Wasser in Dampf verwandeln und nicht zu weit weg, wo Wasser nur als Eis existiert.

Die **habitable Zone** hängt wiederum vom Sternentyp ab: Viele Sterne sind deutlich heißer als unsere Sonne, andere erzeugen weniger hohe Temperaturen. Außerdem gibt es viele **Doppelsterne** im All – und ob ein Planet in einem Doppel- oder sogar Mehrfachsternsystem günstige Lebensbedingungen bieten kann, ist fraglich.

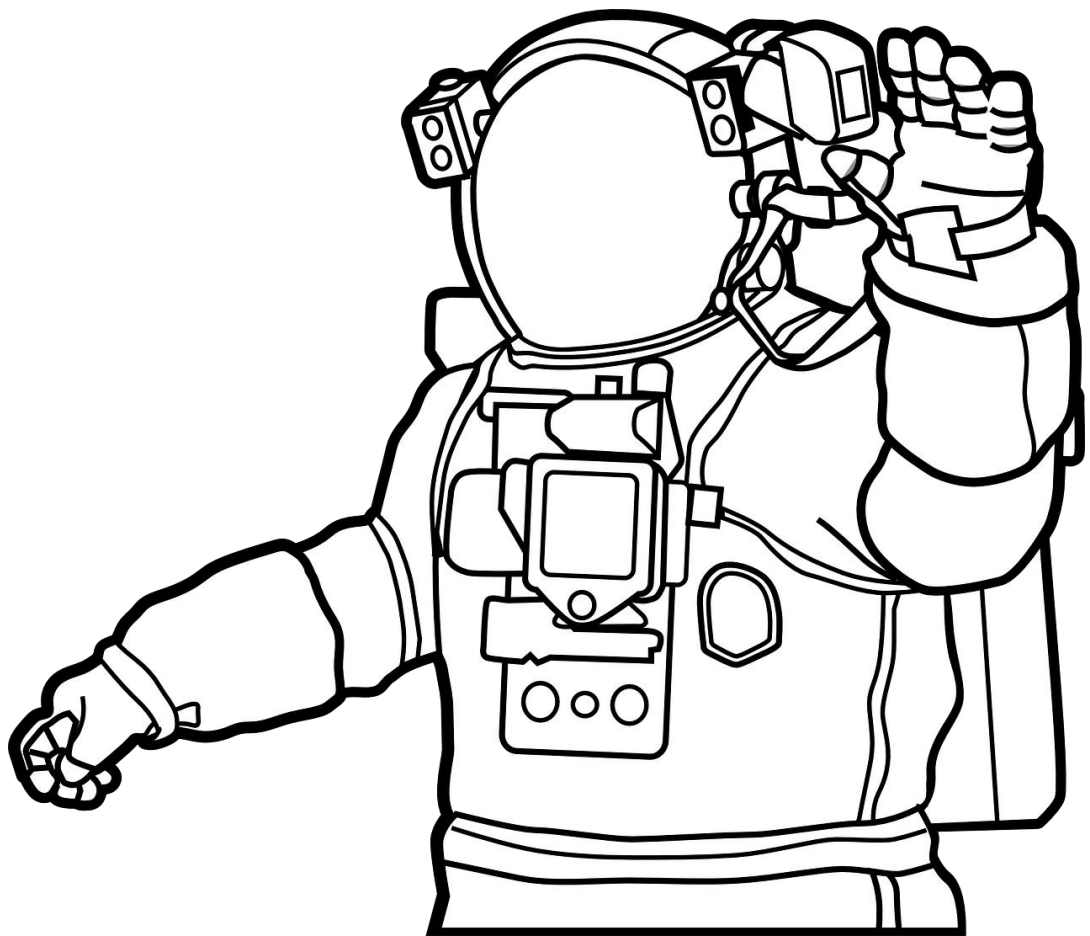
Dass der Planet seinen Stern im **richtigen Abstand** umkreist, ist also eine Voraussetzung für Leben. Und es muss der „richtige“ Typ von Stern sein. Aber es muss auch der richtige Typ von Planet sein: **Gasplaneten**, die keine feste Oberfläche haben, sind zumindest für Leben, wie wir es kennen, wahrscheinlich nicht geeignet. **Gesteinsplaneten** wie die Erde bieten bessere Voraussetzungen – allerdings nur, wenn sie eben auch über Wasser verfügen. Und dieses Wasser dürfen sie

nicht verlieren! Dafür muss ein Gesteinsplanet eine gewisse **Masse** besitzen. Denn er muss mit seiner Anziehungskraft das Wasser – das auch durch die Sonneneinstrahlung verdunstet, Nebel und Wolken bildet und dann wieder abregnet – „festhalten“ können. Unsere Erde kann das, unser deutlich kleinerer Mond mit seiner geringen Anziehungskraft nicht – und auch ein Mini-Planet wie Merkur hat keine nennenswerte Atmosphäre.

Was heißt das alles für die Suche nach Leben im All?

Zunächst einmal bedeutet es: Wenn wir **ferne Sterne** beobachten und dort Planeten entdecken, interessieren uns besonders die erdähnlichen Planeten. Wir suchen also nach Gesteinsplaneten etwa von der Größe der Erde – und zwar vor allem nach solchen, die ihren Heimatstern in einer lebensfreundlichen Entfernung (der habitablen Zone) umkreisen.

Guten Flug!



Tag 1

Einheit 1 & 2	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Begrüßung und Einführung 5 Min	Lehrperson (LP) begrüßt die Lerngruppe (LG) und stellt sich vor. Erklärt grob, was in den nächsten 2 Tagen passieren soll. Namensschilder werden verteilt	Material: Namensschilder
Prätest 15 Min	LP zeigt der Lerngruppe das Titelblatt des Forscherhefts und erklärt: „Bevor wir als Planetensucher auf Forschungsreise gehen, möchte ich gerne wissen, was ihr bereits über das Thema <i>Leben außerhalb der Erde</i> wisst. Dazu bekommst du gleich einen Fragebogen von mir, den du bitte aufmerksam liest und leise für dich allein beantwortest. Wenn du dir bei einer Frage nicht sicher bist, ist das gar nicht schlimm, versuche einfach dein Bestes.“ LP zeigt der LG einen Fragebogen und erklärt Aufbau und Funktionsweise. „Das ist kein Test und wird von mir auch nicht benotet.“	Material: Fragebogen (Wird eingesammelt, wenn alle Kinder fertig sind.)
Übergang 10 Min	LP stellt Verlauf der Reihe vor, Meilensteine werden visualisiert, die Forscherhefte werden ausgeteilt. LP liest gemeinsam mit der LG den Text „Wie entstand Leben auf der Erde?“.	Material: Verlaufsplan, Forscherhefte
Arbeitsauftrag 1 2 Min	Die LG bekommt den Auftrag mit ihren Sitznachbarn Vermutungen aufzustellen, was die „richtigen Bedingungen“ für Leben sind.	
Arbeitsphase 1 8 Min	Die LG stellt in Partnerarbeit Vermutungen auf.	
Sammeln 1 45 Min	Ergebnisse werden von LP an der Tafel zusammengetragen und mit der LG diskutiert.	Mindmap der gesammelten Aussagen der LG an der Tafel

Frühstückspause (25 Min)

Einheit 3	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Übergang und Reflexion 1 5 Min	Mithilfe des nächsten Textabschnittes „Was ist Leben?“ sollen die Vermutungen bestätigt oder widerlegt werden. Der Text wird wieder mit der LG gelesen.	
Arbeitsphase 2 35 Min	LP geht mit der LG erneut die Vermutungen durch und bespricht, was die wichtigsten Punkte aus dem Text sind. Die Hypothesen werden bestätigt oder widerlegt. Die „falschen“ Hypothesen werden wieder weggewischt, sodass nur noch die relevanten Punkte an der Tafel stehen.	Kernaussage: Sauerstoff, flüssiges Wasser, Nahrung, Wärme(Energie)
Sicherung 2 5 Min.	Die LG bekommt den Auftrag, die Ergebnisse in Form einer eigenen Mindmap im Forscherheft fest- zuhalten. Aufbau und Nutzen einer Mindmap werden mit der LG besprochen.	Mittelkreis „Leben auf der Erde“ wird an Tafel definiert

Pause (30 Min)

Einheit 4	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Übergang 1 Minute	„Wenn wir jetzt überlegen wollen, wie Leben außerhalb der Erde aussehen kann, müssen wir erst einmal herausfinden, wie es außerhalb der Erde aussieht?“	
Arbeitsphase 2 40 Minuten	Was ist alles Teil unseres Sonnensystems? Es wird an der Tafel gesammelt. Im Anschluss werden die Elemente durch LP sortiert. LP befragt dafür die LG und regt Diskussionen an. Es werden vorgefertigte Schilder und Bilder von Himmelskörpern und selbstgeschriebene Zettel für weitere, von den Lernenden genannte Elemente benutzt. Dabei muss deutlich gemacht werden, dass die Größenverhältnisse und Abstände nicht verhältnismäßig sind!	Material: Planetenkarten, Wortkarten, Papierstreifen, Edding

Tag 2

Einheit 5	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Begrüßung & Wiederholung 15 Minuten	<p>LP begrüßt die LG.</p> <p>LP fordert die LG auf zu wiederholen, was am Vortag gemacht wurde. Die wichtigsten Inhalte werden wiederholt.</p>	<p>Wichtig zu wiederholen: Was ist eine Vermutung?</p> <p>Was brauchen wir zum Leben?</p> <p>Wie ist unser Sonnensystem aufgebaut?</p>
Arbeitsauftrag 3 Min	Um das Modell des Sonnensystems aus der Vorstunde besser verstehen zu können, soll das Experiment „Die Entfernungen in unserem Sonnensystem“ durchgeführt werden. Der Arbeitsauftrag wird erklärt und mögliche Fragen geklärt	
Arbeitsphase 20 Min	Die LP geht mit der LG auf den Flur. Mithilfe eines Maßbandes werden die Entfernungen der Tabelle abgemessen und mit Klebestreifen auf dem Boden markiert. Kinder stehen mit maßstabgetreuen Planetenkugeln auf den Markierungen, um Distanz und Größe der Planeten darzustellen. Wenn alle Planeten ausgemessen wurden, bekommen die übrigen Kinder den Auftrag genau zu beobachten, was ihnen auffällt. Dann tauschen die Kinder Plätze, dass jedes Kind einmal den Flur auf- und abgehen und beobachten kann. Alle gehen gemeinsam zurück in den Arbeitsraum.	Material: Kreppband zum Markieren, Maßband, Planetenkarten, Planetenkugeln
Einführung und Rückschau 25 Min	Die LG bekommt den Auftrag den Text „Die Planeten in unserem Sonnensystem“ zu lesen. Der Text wird in Abschnitten von Kindern der LG vorgelesen. Es werden Rückschlüsse auf die im Flur gemachten Beobachtungen gezogen.	

Arbeitsauftrag & -phase 1 10 Min	Die LP zeigt und beschreibt der LG ein digitales Modell des Sonnensystems. Die LG malt das Model des Sonnensystems in ihr Heft.	Material: Farbgrafik des Sonnensystems aus dem Zusatzmaterial der DLR-Hefte.
---	--	--

Frühstückspause (20 Min)

Einheit 6	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Arbeitsauftrag & -phase 2 25 Min	Die LP fordert die Lerngruppe auf, den Absatz zur habitablen Zone zu lesen. Die LG liest den Text (ca. 3 Min) und wird gefragt, was sie glauben, wo sich die Habitable Zone auf dem Bild befindet, gemeinsam werden Überlegungen angestellt und eine Lösung auf der Grafik festgehalten.	Die Grafik zur habitablen Zone (Forscherheft, S. 9) wird mithilfe eines Tablets, der App Explain Everything und des Beamers an die Wand projiziert. Die Lösung wird mit der Lerngruppe zusammen interaktiv erarbeitet.
Sicherung 3 Min	Die LG bekommt den Auftrag die Lösung in ihre Forscherhefte zu übertragen.	
Arbeitsauftrag 1 Ca. 2 Min	„Jetzt wo wir wissen, dass der Mars in der habitablen Zone unseres Sonnensystems liegt, können wir überlegen, ob die Menschen auf dem Mars leben könnten.“ Die LG bekommt den Auftrag den Text „Können wir auf dem Mars leben?“ aufmerksam durchzulesen. Im Anschluss sollen sie die Quizfragen beantworten.	
Arbeitsphase 1 20 Min	Die LG liest den Text und beantwortet die Quizfragen. Selbstkontrolle der Quizfragen an Kontrollstation.	Material: Kontrollstation mit verdeckter Musterlösung des Quiz

Pause (25 Min)

Einheit 7 & 8	Situations- und Handlungsabfolge	Kommentar
Folgeauftrag 5 Min	Die Informationen aus dem Text sollen in Partnerarbeit mit den Sitznachbarn besprochen werden. Im Anschluss sollen die Kinder beschreiben, ob Menschen auf dem Mars leben könnten und ihre Antworten begründen.	Erneuter Hinweis auf die vier wichtigen Grundbedingungen für menschliches Leben: Sauerstoff, flüssiges Wasser, Nahrung, Wärme(Energie)
Arbeitsphase 2 10 Min	Die LG stellt Vermutungen auf, ob das Leben auf dem Mars für Menschen möglich ist. Die Vermutungen sollen im Forscherheft festhalten werden.	
Reflexion und Gedankenexperiment 10 Min	Die LP fragt nach einigen Beispielen für eine Antwort. Die Ergebnisse werden in der Gruppe besprochen.	Stuhl-/Kinokreis
10 Min	Die LP fragt die LG nach Vermutungen, warum die Menschen nicht auf der Venus leben könnten. Die LG soll in einem Gruppengespräch gemeinsam überlegen. Die LP klärt über Plausibilität der Vermutungen auf.	
Arbeitsauftrag & -phase 1 8 Min	Die LG soll den Text „Eine zweite Erde“ gemeinsam durchlesen. Dabei werden nach den Absätzen die Inhalte besprochen und erklärt.	Gemeinsames besprechen der Absätze aufgrund der hohen Komplexität des Textes.
Experimentvorbereitung und Aufbau 2 Min	LP fordert Kinder der LG auf, benötigtes Material und Durchführung vorzulesen. Dann soll ein Kind die Durchführung wiederholen. Das Experiment wird vorbereitet.	
Raumwechsel & Durchführung 20 Min.	LP geht mit LG in einen vollständig abdunkelbaren Raum, in dem das Experiment durchgeführt wird. Die LG wird aufgefordert ihre Beobachtungen in den entsprechenden Feldern im Forscherheft fest- zuhalten. Nach der Durchführung gehen alle gemeinsam zurück in den Arbeitsraum.	Jedes Kind nimmt Forscherheft und einen Stift mit. Material: Schreibtischlampe, Planetenkugeln

Reflexion 10 Min	Die LP bespricht mit der LG, was beobachtet werden konnte. Die Beobachtungsfragen werden nacheinander besprochen. Die Beobachtungen werden an der Tafel gesammelt.	
Sicherung 5 Min	Die LG überträgt die Beobachtungen in das Forscherheft.	
Posttest 10 Min	LP erklärt der LG, dass alle zum Abschluss noch einmal den Fragebogen des ersten Tages beantworten sollen und erklärt: „Jetzt möchte ich nämlich herausfinden, was ihr dazugelernt habt. Wichtig ist, dass ich damit nicht euch überprüfe, sondern mich. Also ob ich mit euch guten Unterricht gemacht habe. Bitte lies die Fragen wieder in Ruhe und aufmerksam durch und beantworte sie selbstständig“.	Material: Fragebogen (Wird eingesammelt, wenn alle Kinder fertig sind.)
Abschließende Fragen	Die LP erklärt der LG, dass sie damit am Ende der Forscherreise angelangt sind. Sie dürfen ihr Forscherheft mit nach Hause nehmen und den Text „Abschluss“ selbstständig lesen. Es werden letzte offene Fragen zum Thema geklärt.	
Verabschiedung	Die LP gibt der LG den Auftrag ihre Taschen zusammenzupacken. Abschließend bedankt und verabschiedet sie sich von der LG.	