

Der Urozean auf dem Mars

Unser Nachbarplanet Mars ist eine große Gesteinskugel wie die Erde. Aber die Marsoberfläche ist eine große, trockene Wüste. Die Forschung hat einige Hinweise darauf gefunden, dass auf dem Mars vor ca. 4 Milliarden Jahren ein Ozean existiert haben könnte.



Abb. 1: Foto der Marslandschaft, aufgenommen vom Mars Rover, Credit: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Hier siehst du eine „Weltkarte“ des Mars (Abb. 2). Sie zeigt seine 144 800 000 km² große Oberfläche, wie sie damals mit Wasser ausgesehen haben könnte.

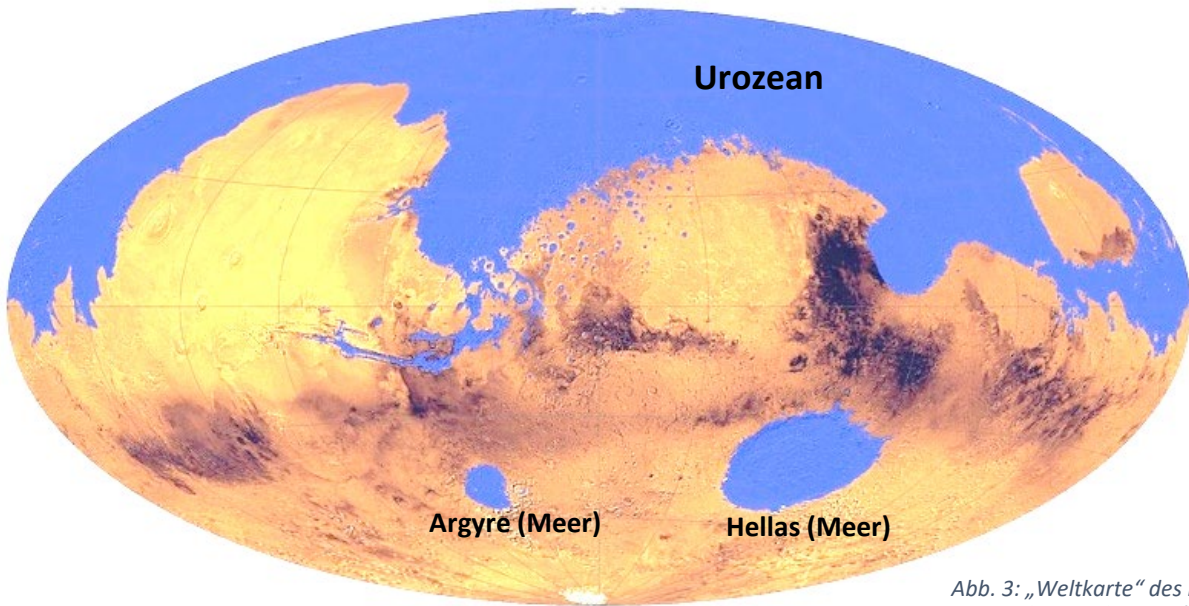


Abb. 3: „Weltkarte“ des Mars
Credit: Brian Hynek, University of Colorado



Die kleinere, gleichartige Karte der Erde (Abb. 3) dient zum Vergleich. So kannst du dich überzeugen, dass wirklich die gesamte Oberfläche der Planeten in den Karten gezeigt wird.

Abb. 2: Weltkarte der Erde
http://www.boehmwanderkarten.de/mapprojections/w100/w100_world_mollweide_25.jpg

Aufgabe: Entscheide, welche Schlagzeile die beste Schätzung ist!

Erkläre, wie du zu deiner Entscheidung gekommen bist. Schreibe deine Rechnung auf.

(1) Forschung deutet darauf hin, dass der Mars einst einen Ozean hatte, der so viel Fläche einnimmt wie der Arktische Ozean der Erde

(2) Mars könnte Ozean von der Größe des Pazifiks gehabt haben

(3) Vor Milliarden Jahren gab es auf dem Mars einen Ozean von gleicher Fläche wie der Indische Ozean

Ozeane der Erde	Fläche
Pazifischer Ozean	166 Millionen km ²
Atlantischer Ozean	84 Millionen km ²
Indischer Ozean	74 Millionen km ²
Antarktischer Ozean (Südpolarmeer)	20 Millionen km ²
Arktischer Ozean (Nordpolarmeer)	14 Millionen km ²

Der Urozean auf dem Mars

Unser Nachbarplanet Mars ist eine große Gesteinskugel wie die Erde. Aber die Marsoberfläche ist eine große, trockene Wüste. Die Forschung hat einige Hinweise darauf gefunden, dass auf dem Mars vor ca. 4 Milliarden Jahren ein Ozean existiert haben könnte.



Abb. 1: Foto der Marslandschaft, aufgenommen vom Mars Rover, Credit: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Hier siehst du eine „Weltkarte“ des Mars (Abb. 2). Sie zeigt seine 144 800 000 km² große Oberfläche, wie sie damals mit Wasser ausgesehen haben könnte.

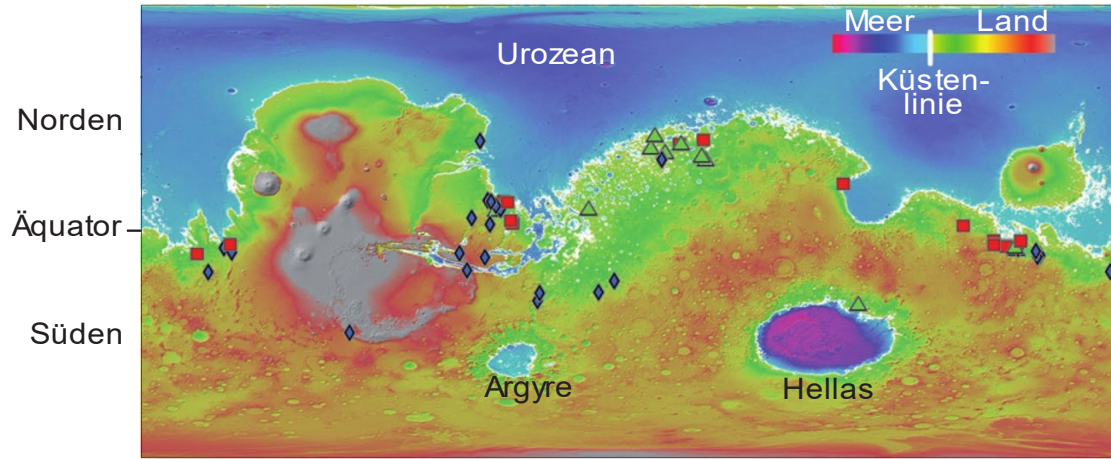


Abb. 2: „Weltkarte“ des Mars
Beschriftung verändert, aus: <https://www.nature.com/articles/ng0891.pdf>, S.3



Die kleinere, gleichartige Karte der Erde (Abb. 3) dient zum Vergleich. So kannst du dich überzeugen, dass wirklich die gesamte Oberfläche der Planeten in den Karten gezeigt wird.

Abb. 3: Weltkarte der Erde
https://cdn.prod.www.spiegel.de/images/a4f981bc-0001-0004-0000-000001120255_w920_r1.5797788309636651_fpx68.98_fov45.jpg

Aufgabe: Entscheide, welche Schlagzeile die beste Schätzung ist!

Erkläre, wie du zu deiner Entscheidung gekommen bist. Schreibe deine Rechnung auf.

(1) Forschung deutet darauf hin, dass der Mars einst einen Ozean hatte, der so viel Fläche einnimmt wie der Arktische Ozean der Erde

(2) Mars könnte Ozean von der Größe des Pazifiks gehabt haben

(3) Vor Milliarden Jahren gab es auf dem Mars einen Ozean von gleicher Fläche wie der Indische Ozean

Ozeane der Erde	Fläche
Pazifischer Ozean	166 Millionen km ²
Atlantischer Ozean	84 Millionen km ²
Indischer Ozean	74 Millionen km ²
Antarktischer Ozean (Südpolarmeer)	20 Millionen km ²
Arktischer Ozean (Nordpolarmeer)	14 Millionen km ²

Ergebnis: beste Schätzung = Größe des Indischen Ozeans

offener Lösungsweg

erlaubt sein sollte auf der Karte zu zeichnen und auch sie auseinanderzuschneiden

möglicher Weg:

- Abschätzen des Anteils Wasserfläche (Ozean ohne Meere Argyre und Hellas) an der Gesamtoberfläche des Mars
 - Schätzung durch Zeichnen eines Rasters aus gleichgroßen geometrischen Figuren (je feiner, umso genauer die Schätzung) und Auszählen der „Wasservierecke“
 - bei grobem Raster: nach Augenmaß Zerteilen und neu Aneinandersetzen der Land- oder Wassermassen durch geometrische Figuren („Lücken füllen“)
 - bei ovaler Form: Auseinanderschneiden in geometrische Formen → neu zusammenlegen, sodass ein großes Viereck entsteht und der Anteil Wasservierecke geschätzt werden kann
- Zwischenergebnis: Anteil Wasserfläche $\cong \frac{1}{3}$
- Berechnung in km^2 : $144800000 \text{ km}^2 \cdot \frac{1}{3} = 48,3 \text{ Mio km}^2$
- Ozeangrößen aus der Tabelle heraussuchen
 - der Pazifik entfällt als Lösung, da er größer als die gesamte Marsoberfläche ist
- Vergleich Größe des Marsozeans mit den drei gegebenen Ozeangrößen
 - Von den drei zur Auswahl stehenden Ozeanen ist der Indische Ozean die beste Schätzung.
 - Hinweis: Es ist allerdings keine sehr gute Schätzung. Der relative Fehler beträgt $\frac{|\text{Fläche Indischer Ozean} - \text{Fläche Marsozean}|}{\text{Fläche Marsozean}} = \frac{|74 - 48,3| \cdot 10^6 \text{ km}^2}{48,3 \cdot 10^6 \text{ km}^2} = 0,532 = 53,2\%$

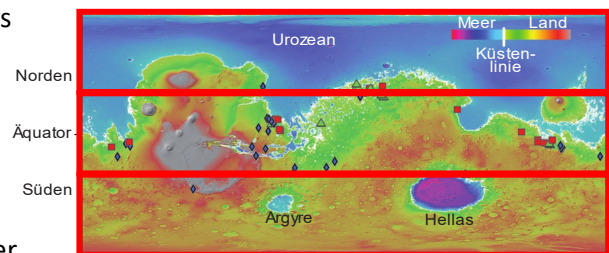


Abb. 3: „Weltkarte“ des Mars, Beschriftung verändert, aus: <https://www.nature.com/articles/ngeo891.pdf>, S.3

Beim Lösen kann Wert auf die korrekte Beschreibung („Erkläre“) durch Wort und Rechnungen gelegt werden. Lernende können meist nicht gut in Worten erklären, was sie gedacht und getan haben, weswegen es sinnvoll ist, darauf zu achten. Nur dann wird „mathematisch kommunizieren“ (K6) trainiert.

Liegt der Fokus darauf, durch einen nachvollziehbaren Weg zur Antwort zu gelangen, genügen Zeichnungen oder Markierungen in der Karte und Angabe von Rechnungen.

Der Urozean auf dem Mars

Unser Nachbarplanet Mars ist eine große Gesteinskugel wie die Erde. Aber die Marsoberfläche ist eine große, trockene Wüste. Die Forschung hat einige Hinweise darauf gefunden, dass auf dem Mars vor ca. 4 Milliarden Jahren ein Ozean existiert haben könnte.



Abb. 1: Foto der Marslandschaft, aufgenommen vom Mars Rover, Credit: NASA/JPL-Caltech/ASU/MSSS

Hier siehst du eine „Weltkarte“ des Mars (Abb. 2). Sie zeigt, wie er damals mit Wasser ausgesehen haben könnte.

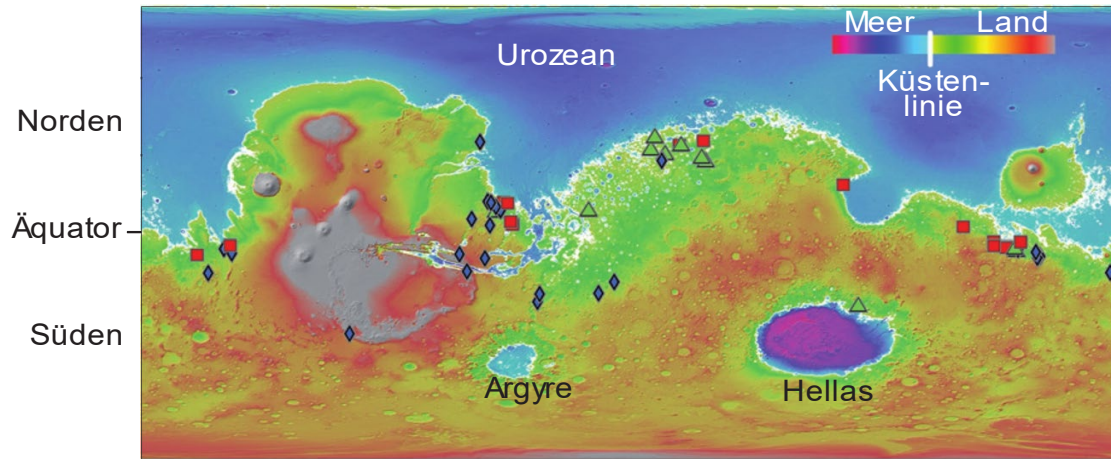


Abb. 2: „Weltkarte“ des Mars

Beschriftung verändert, aus: <https://www.nature.com/articles/ng0891.pdf>, S.3



Abb. 3: Weltkarte der Erde

https://cdn.prod.www.spiegel.de/images/a4f981bc-0001-0004-0000-000001120255_w920_r1.5797788309636651_fpx68.98_fpy45.jpg

Die kleinere, gleichartige Karte der Erde (Abb. 3) dient zum Vergleich. So kannst du dich überzeugen, dass wirklich die gesamte Oberfläche der Planeten in den Karten gezeigt wird.

- Janina behauptet: „Auf der Karte kann man gleich erkennen, dass der Ozean weniger als die Hälfte der Oberfläche einnimmt!“ Beschreibe eine Möglichkeit, wie Janina auf diese Behauptung gekommen ist. Du darfst in der Karte zeichnen.
- Schätze den Anteil, den der Urozean an der Oberfläche des Mars einnimmt. Schreibe deinen Lösungsweg auf. Du darfst in der Karte zeichnen.
- Der Flächeninhalt des Urozeans beträgt in etwa 50 Millionen km². Berechne durch den Anteil aus Aufgabe b die Größe der gesamten Marsoberfläche.
- Vergleiche die Größe des Marsozeans mit Ozeanen unserer Erde. Entscheide, welcher Ozean ein passender Größenvergleich wäre und begründe (in Worten und möglichst mithilfe einer Rechnung). Falls du keinen Ozean als passend empfindest, begründe ebenfalls (in Worten und möglichst mithilfe einer Rechnung).

Ozeane der Erde	Fläche
Pazifischer Ozean	166 Millionen km ²
Atlantischer Ozean	84 Millionen km ²
Indischer Ozean	74 Millionen km ²
Antarktischer Ozean (Südpolarmeer)	20 Millionen km ²
Arktischer Ozean (Nordpolarmeer)	14 Millionen km ²

- a) offener Lösungsweg
möglicher Weg: Schätzung durch Zeichnen und Teilen eines Rechtecks – Einteilung in Nord- und Südhälfte bietet sich an, da der Ozean nur im Norden ist

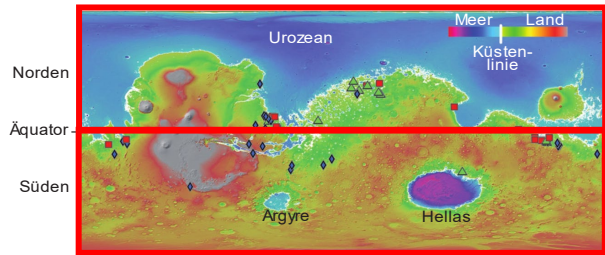


Abb. 3: „Weltkarte“ des Mars, Beschriftung verändert, aus: <https://www.nature.com/articles/ngeo891.pdf>, S.3

- b) Abschätzen des Anteils Wasserfläche (Ozean, ohne Meere Argyre und Hellas) an der Gesamtoberfläche des Mars
- Schätzung durch Zeichnen eines Rasters aus gleichgroßen geometrischen Figuren (je feiner, umso genauer die Schätzung) und Auszählen der „Wasservierecke“
 - bei grobem Raster: nach Augenmaß Zerteilen und neu Aneinandersetzen der Land- oder Wassermassen durch geometrische Figuren („Lücken füllen“)

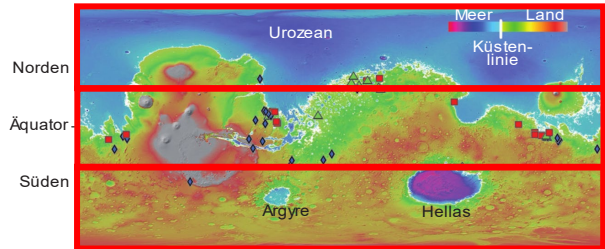


Abb. 3: „Weltkarte“ des Mars, Beschriftung verändert, aus: <https://www.nature.com/articles/ngeo891.pdf>, S.3

$$\text{Anteil Wasserfläche} \cong \frac{1}{3}$$

- c) Mars Oberflächeninhalt: $50 \cdot 10^6 \text{ km}^2 \cdot 3 = 150 \text{ Mio km}^2$ (realer Wert 144800000 km^2)

- d) In Frage kommen der Indische und Antarktische Ozean, obwohl keiner der beiden ein guter Vergleichswert ist.

Indischer Ozean	74 Millionen km^2
Antarktischer Ozean (Südpolarmeer)	20 Millionen km^2

Begründung individuell

mögliche Begründung:

$$\text{Indischer Ozean} - \text{Marsozean} = (74 - 50) \cdot \text{Mio km}^2 = 24 \text{ Mio km}^2$$

$$\text{Marsozean} - \text{Antarktischer Ozean} = (50 - 20) \cdot \text{Mio km}^2 = 30 \text{ Mio km}^2$$

Beide Ozeangrößen sind in etwa gleich weit weg von der Größe des Marsozeans.

In Aufgaben a und b sollte Wert auf die korrekte Beschreibung durch Wort und evtl. Rechnungen gelegt werden. Nur dann wird „mathematisch kommunizieren“ (K6) trainiert.

Fakten zum Mars:

Der Mars ist hauptsächlich eine Wüste aus Stein und Staub, hat aber an Nord- und Südpol Eiskappen aus Wasser und Kohlenstoffdioxid. Auch in tiefen, schattigen Kratern gibt es Eisvorkommen.

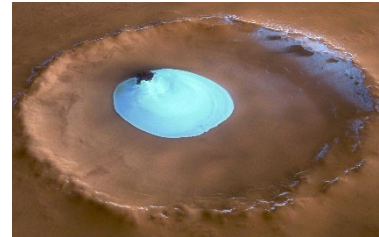


Abb. 1: Eis in einem unbenannten Krater der Region Vastitas Borealis, Credit: ESA/DLR/Freie Universität Berlin (G. Neukum)

Die Hypothese des Urozeans auf der Nordhalbkugel des Mars ist umstritten, vor allem die Interpretation einiger topologischer Merkmale als Küstenlinie wird in Frage gestellt. Mehr und mehr Forschungsergebnisse erhärten aber die Theorie eines Urozeans. Entdeckungen, die die These unterstützen, sind bspw.:

- Perron, 2007:
Topographie deformierter Küstenlinien ist konsistent mit Veränderung der Küstenlinie durch Polwanderung
- Achille, Hynek 2010:
Messung der globalen Verteilung von Flussdeltas zeigt, dass sie auf gleicher Höhe liegen und spricht für einen Ozean, der 36% der Oberfläche bedeckte
- Villanueva et. al. 2015:
Messung von Deuterium (schweres Isotop des Wasserstoffs) in der Atmosphäre zeigt Menge an Wasser, die der Mars in der Vergangenheit besessen haben muss – bei einer vollkommen glatten Oberfläche und gleichmäßiger Verteilung des Wassers, wäre der Mars von einer 137m tiefen Wasserschicht bedeckt – durch die Berge und Ebenen entspricht dies einem Ozean, der 20% der Oberfläche bedeckte
- Rodriguez et. al. 2016:
Zwei Meteoriteneinschläge lösten Mega-Tsunamiwellen aus und begründen bestimmte Merkmale der Küstenlinie
- Saberi 2020:
Längste Isohöhenlinie auf dem Mars, die die nördliche und südliche Hemisphäre trennt, dient als kritische Pegelhöhe und kann als Äquivalent zum derzeitigen mittleren Meeresspiegel auf der Erde angesehen werden
(Diese ist aber nicht das Nullniveau von dem Höhen und Tiefen auf dem Mars gemessen werden. Das Nullniveau ist ein fiktiver Ellipsoid („Mars-Areoid“), dessen Oberfläche die Referenzebene bildet.)

zu den Karten:

Die Mollweide-Projektion (Oval) und die Gall-Peters-Projektion (Rechteck) sind flächentreu. Das bedeutet, dass eine beliebige Teilfläche auf der Kugel in konstanten Verkleinerungsverhältnis in der Karte dargestellt wird. Zu Veranschaulichung: Afrika ist 14-mal größer als Grönland und diese Projektionen stellen es so dar.

Da die Flächenverhältnisse Land zu Wasser in den Karten stimmen, kann der Anteil der Wasserfläche korrekt geschätzt werden.

Die Kosten dieser Projektionen sind eine Verzerrung der Längen und Formen der Landmassen.