

Die Atmosphäre des Mars

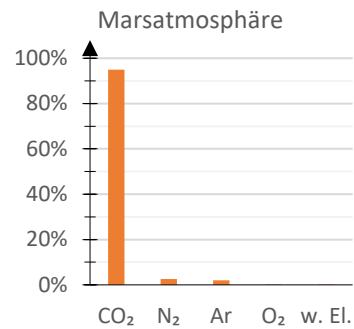
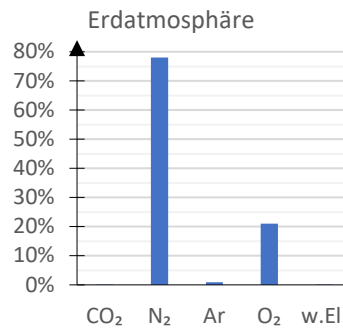
Menschen auf den Mars zu bringen ist ein (fernes) Ziel für staatliche Raumfahrtbehörden und private Weltraumunternehmen. Sollte der Mensch es auf den Mars schaffen, findet er dort schlechte Bedingungen zum Überleben. Eines der Probleme ist, dass die Atmosphäre einen sehr geringen Sauerstoffanteil hat. Wenn man den Helm absetzt, kann man nicht atmen.



Abb. 1: Marsatmosphäre
Credit: NASA, scinexx.de

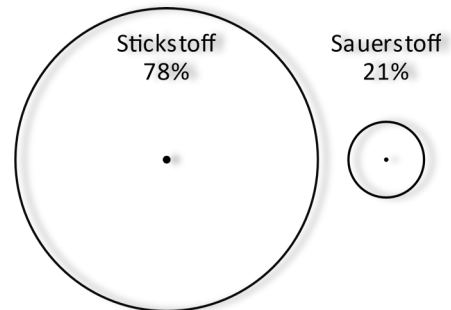
Die Tabelle zeigt die prozentualen Anteile der verschiedenen Elemente in den Atmosphären unserer Erde und des Mars. In den Diagrammen sind die Daten veranschaulicht.

	Erde	Mars
Kohlenstoffdioxid CO₂	0,05%	95%
Stickstoff N₂	78%	2,6%
Argon Ar	0,9%	2%
Sauerstoff O₂	21%	0,2%
weitere Elemente (w. El.)	0,05%	0,2%



1.) Erkläre, warum die Daten sich schlecht aus den Diagrammen oben ablesen lassen.

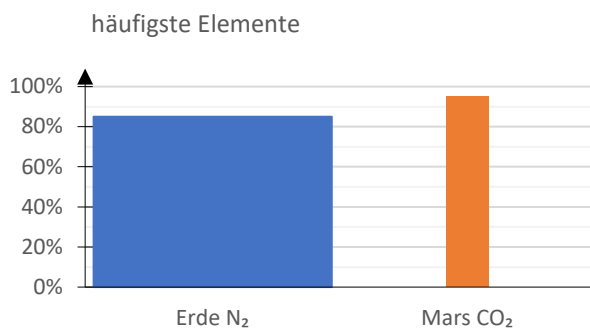
2.) a) Eric zeichnet die Grafik über Elemente der Erdatmosphäre (rechts) und meint: „Die Darstellung ist richtig. Das kann man ganz leicht nachmessen.“ Beschreibe, wie Eric auf die Größen der Kreise gekommen ist.



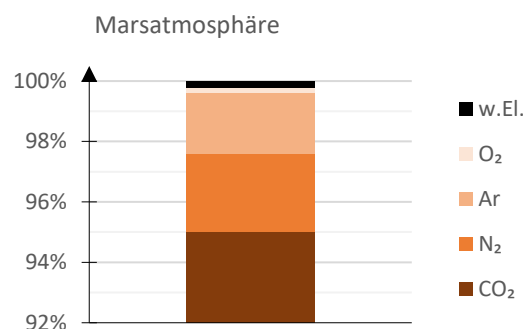
b) Beurteile, ob die Grafik die Anteile von Stickstoff und Sauerstoff in unserer Luft geeignet wiedergibt.

3.) Die Diagramme ① und ② sind mathematisch richtig, man könnte aber falsche Schlüsse aus ihnen ziehen. Beschreibe, welchen Eindruck die Diagramme vermitteln und gib Verbesserungsvorschläge.

①

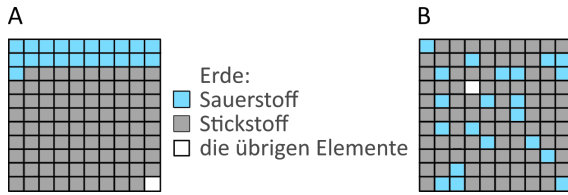


②

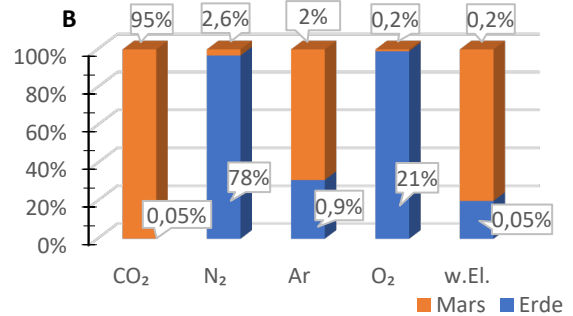
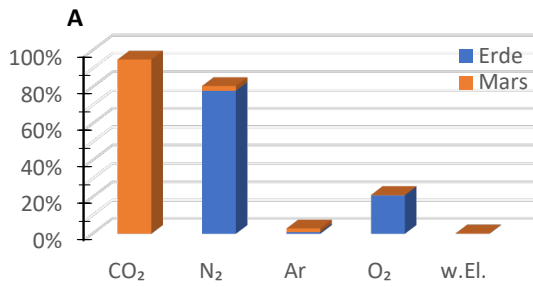


4.) Auch diese Veranschaulichungen sind mathematisch richtig. Entscheide, welche der Alternativen A oder B besser geeignet ist. Begründe durch Vor- und/oder Nachteile.

a)

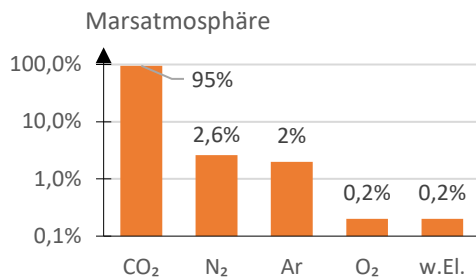


b)

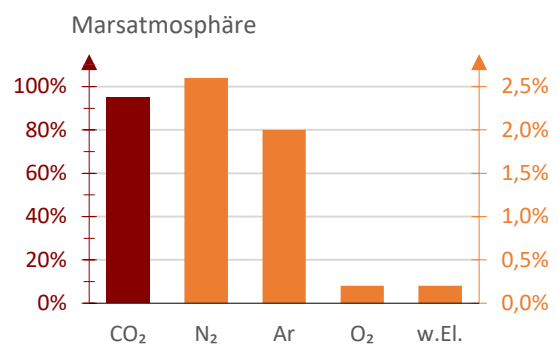


5.) a) Hier wusste man sich zu helfen: Die Diagramme lassen sich gut ablesen. Beschreibe, was an den Diagrammen ① bis ③ ungewöhnlich ist und wie man sie lesen muss.

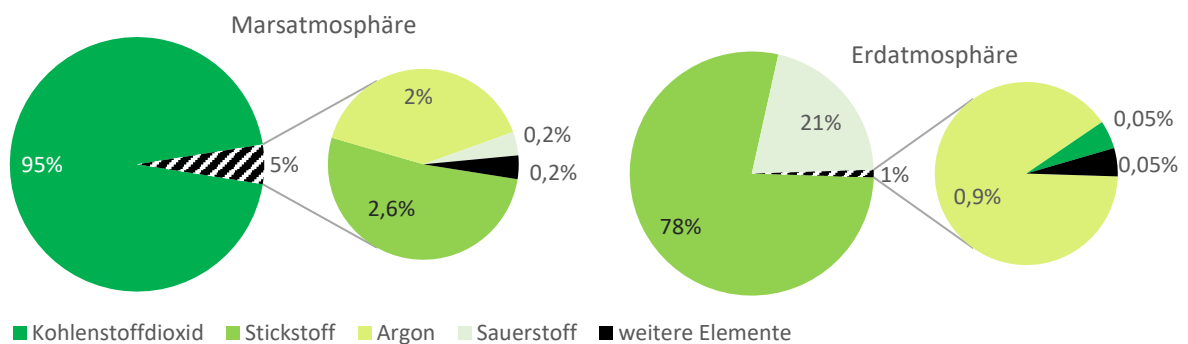
①



②



③



b) Rechne im Diagramm ③ an einem der beiden kleinen Kreise nach, ob die Kreisabschnitte die richtige Größe (d.h. die richtige Winkelgröße) haben.

Kl. 7/8 – Die Atmosphäre des Mars - Lösung

1.) Die Prozentangaben haben verschiedene Größenordnungen (von Zehner- bis Hundertstel Prozentangaben). Dadurch sind manche Säulen/Anteile in den Diagrammen nicht sichtbar und nicht ablesbar.

2.) Stickstoff: 78% \approx 80%
 Sauerstoff: 21% \approx 20% \rightarrow Anteil Stickstoff \approx 4-mal Anteil Sauerstoff

a) Eric hat den Durchmesser (oder Radius) der Kreise gemessen. Der Durchmesser (Radius) des Stickstoffkreises ist 4-mal so groß wie der des Sauerstoffkreises.

b) Der Stickstoffkreis sollte für eine angemessene Darstellung der Verhältnisse etwa 4-mal so groß (Fläche) sein wie der Sauerstoffkreis. Es ist klar zu sehen, dass der Sauerstoffkreis mehr als 4-mal in den Stickstoffkreis passt und der Stickstoffkreis damit unverhältnismäßig groß ist.

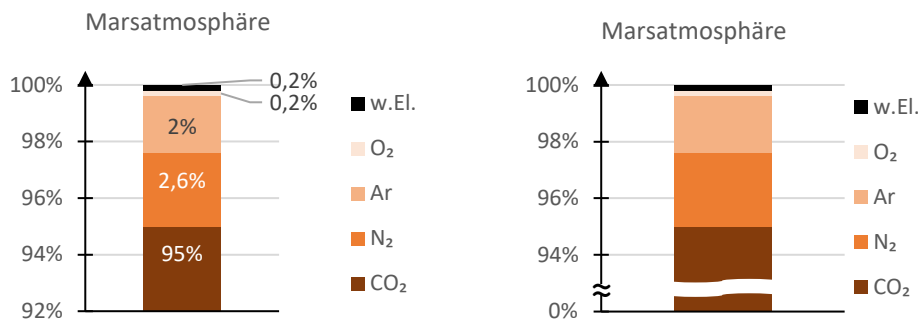
3.) ① Die Säule für „Erde N₂“ ist viel breiter als „Mars CO₂“. Obwohl der CO₂-Gehalt der Marsatmosphäre höher ist als der N₂-Gehalt der Erdatmosphäre, suggeriert die größere Fläche der „Erde N₂“-Säule, dass es andersherum sei.

Verbesserung: Säulen gleich breit zeichnen

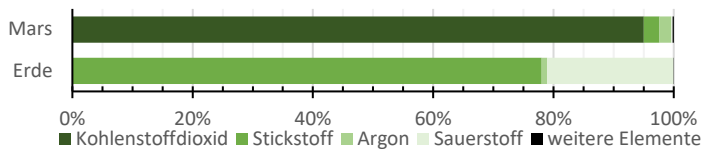
② Da die y-Achse erst bei 92% beginnt, wirken die Anteile von CO₂, N₂ und Argon fast gleich groß.

mögliche Verbesserungen:

- Element-Abschnitte mit Wert beschriften
- symbolisch anzeigen, dass die Achse gekürzt wurde



Ein Beginn der Achse bei 0% ist zwar eine Verbesserung für dieses Problem, generiert aber ein neues, da man dann nicht mehr alle Werte ablesen kann. (siehe Streifendiagramm)



4.) a) besser: A

Vorteil: die Sortierung der Farben lässt auf einen Blick die Anteile erfassen

Kl. 7/8 – Die Atmosphäre des Mars - Lösung

b) nicht eindeutig, welches Diagramm besser ist

mögliche Begründungen

	Vorteile	Nachteile
A (gestapelte Säulen)	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt, welche der beiden Atmosphären mehr eines Elementes besitzt • zeigt, welche Elemente in beiden Atmosphären selten oder häufig sind 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleich der Planeten schwierig: die Anteile einer Planetenatmosphäre/einer Farbe, sind schwer zu erfassen • manche Anteile nicht darstellbar, wegen des Unterschieds in der Größenordnung
B (gestapelte Säulen, 100%)	<ul style="list-style-type: none"> • zeigt, welche der beiden Atmosphären mehr eines Elementes besitzt • zeigt auch wieviel mehr (relative Anteile) 	<ul style="list-style-type: none"> • voll und unübersichtlicher • Vergleich der Elemente schwierig: vermittelt falschen Eindruck der Häufigkeit der Elemente, da absolute Anteile zwar als Beschriftung angegeben sind, die Säulen es aber nicht so wiedergeben

5.) a)

① y-Achsen-Einteilung hat ungleichgroße Abstände: Zwischen jedem Achsenstrich ändert sich die Größenordnung (Zehntel, Einer, Zehner, Hunderter Prozent).

Beim Ablesen muss man aufpassen, in welchem Intervall auf der Achse man sich befindet.

Auf den Begriff „logarithmisch“ und die nicht äquidistanten Teilstriche innerhalb zweier Achsenstriche soll nicht eingegangen werden (→ Klasse 10).

② hat zwei y-Achsen (links und rechts)

Aus den Angaben in der Tabelle kann man sehen, dass man für CO₂ die linke Skala und für die übrigen Elemente die rechte Skala verwenden muss.

③ In dem größeren Kreis sind die häufig vorkommenden Elemente aufgeführt und die Anteile der seltenen Elemente addiert und als ein Kreisabschnitt dargestellt (Mars 5% und Erde 1%). Dieser Kreisabschnitt wird im kleineren Kreis in die einzelnen Elemente aufgeteilt. Der **Prozentsatz des gestreiften Kreisabschnittes** ist für den **kleinen Kreis** der neue **Grundwert**.

b)

Mars:

seltene Elemente:

5% Atmosphärenanteil = „das Ganze“

≙ 100 % vom kleinen Kreis

≙ 360° Vollwinkel

Seltene Elemente	Anteil am kleinen Kreis in %	Anteil am kleinen Kreis in Grad
Stickstoff	$\frac{2,6\%}{5\%} = 0,52 = 52\%$	$360^\circ \cdot 0,52 = 187,2^\circ$
Argon	40%	144°
Sauerstoff	4%	14,4°
weitere Elemente	4%	14,4°

Grundwert: 5%

Prozentsätze der seltenen Elemente aus der Tabelle agieren hier als **Prozentwerte** – dem Schüler hilft es sicherlich mehr, den Kontext zu betrachten und den Anteil zu berechnen, als die richtigen Fachbegriffe zuzuordnen und die Formel zu verwenden.

„Ich suche den Anteil eines Ganzen. Das Ganze sind die 5 Prozent. Wieviel sind 2,6 von 5?“

Erde:

Seltene Elemente	Anteil am kleinen Kreis in %	Anteil am kleinen Kreis in Grad
Kohlenstoffdioxid	5%	18°
Argon	90%	324°
weitere Elemente	5%	18°

Daten:

Die Angaben wurden auf Zehntel Prozent gerundet, damit sich der Schüler auf die Größenordnungen der Zahlen konzentriert. Die ungerundeten Zusammensetzungen der Atmosphären zeigt die Tabelle.

Für die Marsatmosphäre ist das jährliche mittlere Volumenverhältnis angegeben. Die Messungen erfolgten mit dem Instrument Sample Analysis at Mars (SAM) – einem tragbaren Chemielabor, das im NASA-Rover „Curiosity“ verbaut ist – über fünf Jahre (drei Marsjahre) im Gale Krater (Trainer, M., 2019).

	Erde	Mars
Kohlenstoffdioxid	0,04%	95,10%
Stickstoff	78,08%	2,59%
Argon	0,93%	1,94%
Sauerstoff	20,94%	0,16%
weitere Elemente	0,01%	0,21%

Marsatmosphäre:

Die Dichte der Marsatmosphäre beträgt nur etwa ein Hundertstel der Dichte der Erdatmosphäre. Der atmosphärische Druck auf die Oberfläche ist mit 6,35 mbar ungefähr so groß wie der Druck der Erdatmosphäre in 35 km Höhe.

Es wird angenommen, dass die Atmosphäre vor ca. 4 Milliarden Jahren dichter gewesen sein muss, um flüssiges Wasser auf der Oberfläche zu ermöglichen (welches mittlerweile als belegt gilt).

Es ist nachgewiesen, dass die Atmosphäre durch den Sonnenwind abgetragen wird und der Mars so den Großteil seiner Atmosphäre an das Weltall verlor (MAVEN Projekt). Dieser Vorgang setzte vermutlich ein, nachdem der Planet abkühlte und somit sein schützendes globales Magnetfeld verlor.

Durch Neigung der Rotationsachse entstehen wie auf der Erde Jahreszeiten. Die Häufigkeit einiger Elemente schwankt aufgrund des Jahreszeitenzyklus um bis zu 40%. Die aus Wassereis und Kohlenstoffdioxid bestehenden Polkappen sublimieren im Frühling teilweise und erhöhen den Druck und den CO₂-Gehalt der Atmosphäre. Im Winter resublimiert das CO₂ wieder zu einer Eisschicht.

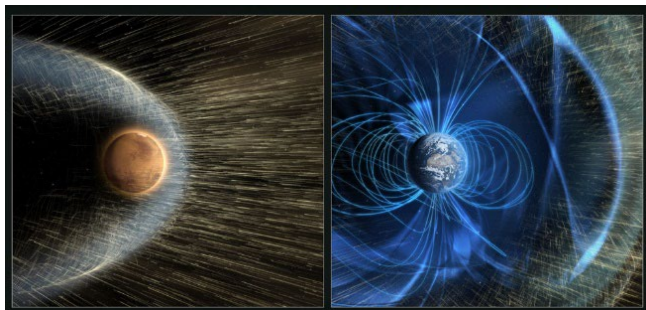


Abb. 1: links: Der Sonnenwind interagiert direkt mit der oberen Atmosphäre des Mars. rechts: Das globale Magnetfeld der Erde lenkt den Sonnenwind um unseren Planeten herum. künstlerische Darstellungen
Credit: NASA/GSFC