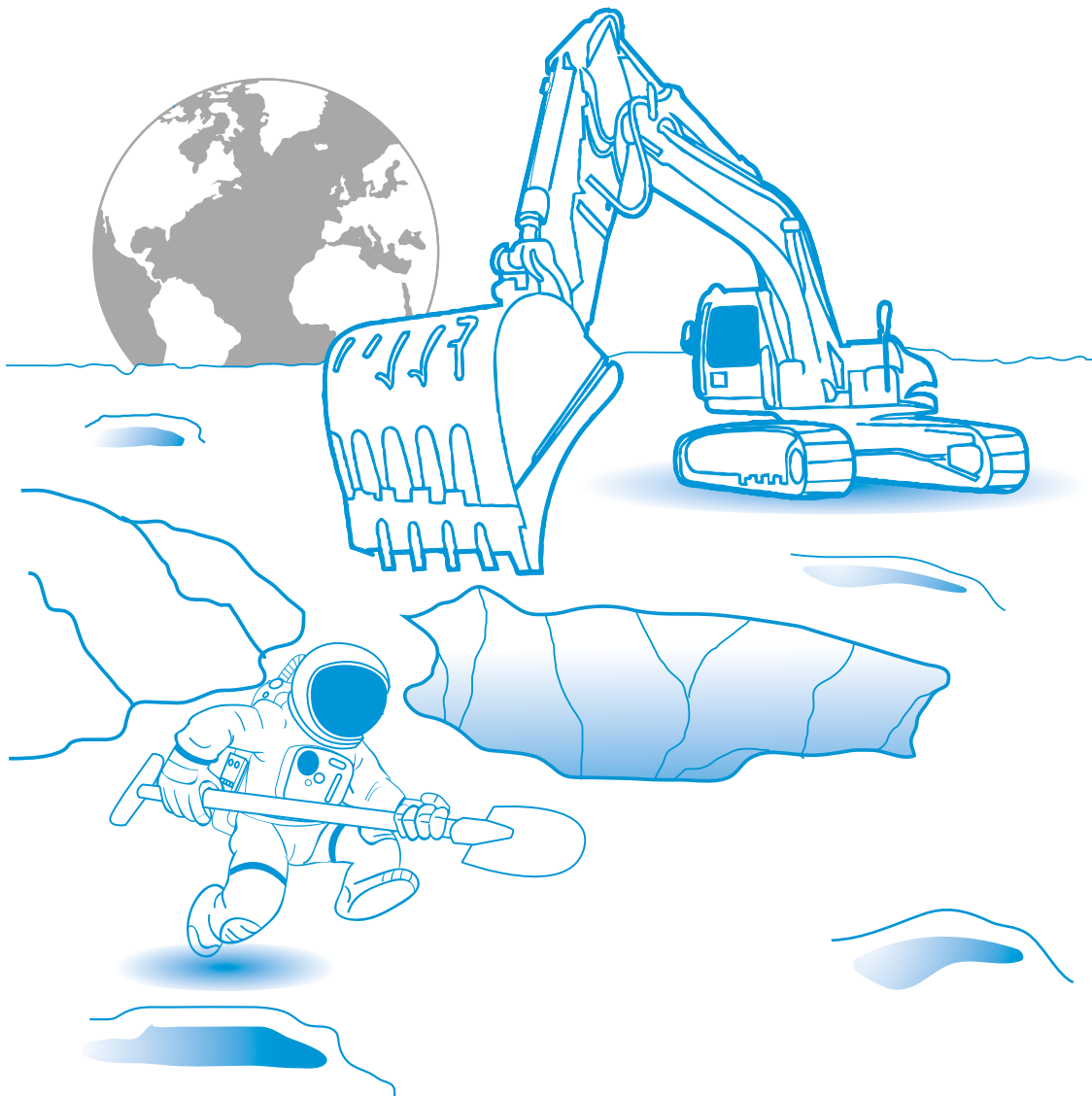


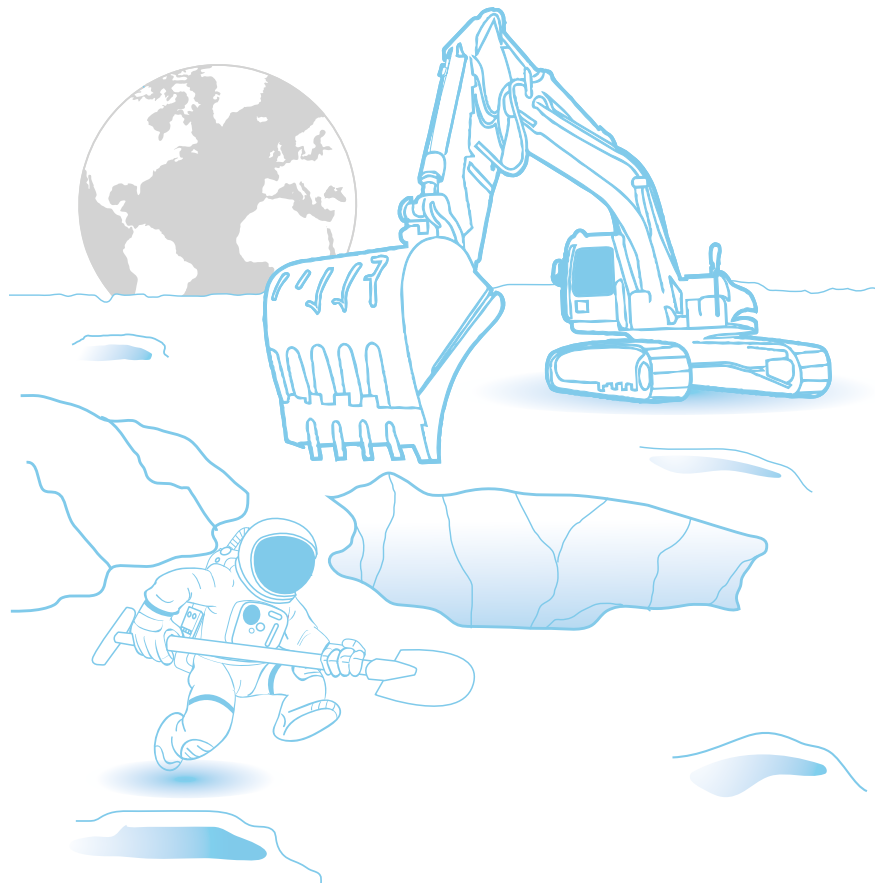
Chemie | C10

teach with space

→ EXTRAKTION VON WASSER AUS DEM MONDBODEN

Einführung in das Filtrieren und Destillieren





Schüler*innenteil

Einleitung	Seite 3
Aufgabe 1: Ist das Wasser auf dem Mond anders?	Seite 4
Aufgabe 2: Filtrieren oder Destillieren?	Seite 7
Links	Seite 12

teach with space – Extraktion von Wasser aus dem Mondboden | C10
www.esa.int/education

Das ESA Education Office (ESA-Bildungsbüro) freut sich über Rückmeldungen und
Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion von ESA Education (ESA-Bildungsbüro) in Zusammenarbeit mit
ESERO UK
Copyright 2018 © European Space Agency

→ EXTRAKTION VON WASSER AUS DEM MONDBODEN

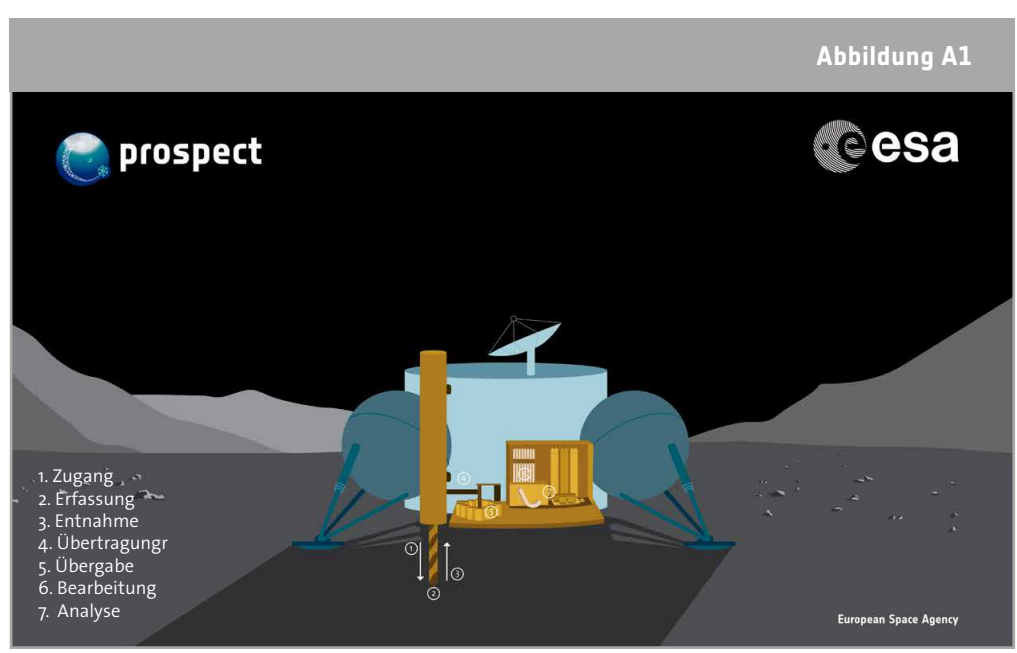
Einführung in das Filtrieren und Destillieren

Einleitung

Flüssiges Wasser ist eine Substanz, die auf der Erde im Übermaß vorhanden ist und die 71% der Erdoberfläche bedeckt, doch Wasser ist tatsächlich außergewöhnlich. Es ist die einzige allgemein bekannte Substanz, die unter normalen irdischen Bedingungen als Festkörper, Flüssigkeit und Gas existiert und die Fähigkeit besitzt, mehr feste Substanzen als jede andere Flüssigkeit lösen zu können. Wasser ist auch für alle bekannten Formen des Lebens von vitaler Bedeutung!

Auf dem Mond wurde Wasser in der Form von Eis entdeckt. In Zukunft könnte Wassereis ausgegraben werden, um flüssiges Wasser auf dem Mond für Astronauten als Trinkwasser und zum Anwachsen von Pflanzen bereitzustellen. Das Wasser könnte auch in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten werden, um atembaren Sauerstoff und Raketentreibstoff bereitzustellen.

ESA entwickelt derzeit das System PROSPECT, das Teil der Luna-27-Mission ist. Es nimmt Bohrungen in der Mondoberfläche vor, um wertvolle Ressourcen einschließlich Wasser zu gewinnen, um damit künftige Erkundungsmissionen zu unterstützen.



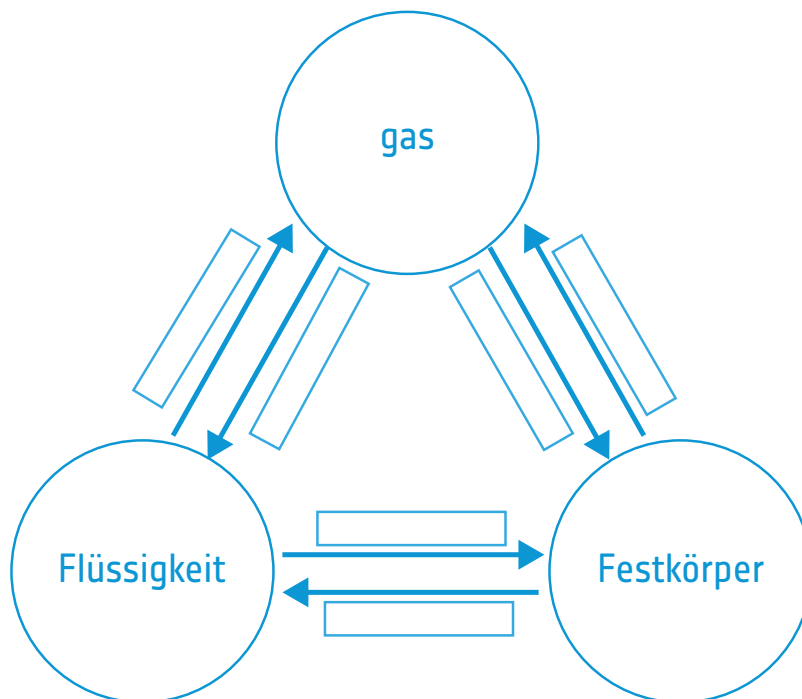
↑ Konzept des Systems PROSPECT und dessen Funktionen.

→ Aufgabe 1: Ist Wasser auf dem Mond anders?

Um Wasser auf dem Mond extrahieren zu können, müssen wir etwas über Aggregatzustände und Phasenübergänge wissen.

Übung

1. Ergänzt die leeren Kästchen mit den verschiedenen Phasenübergängen:

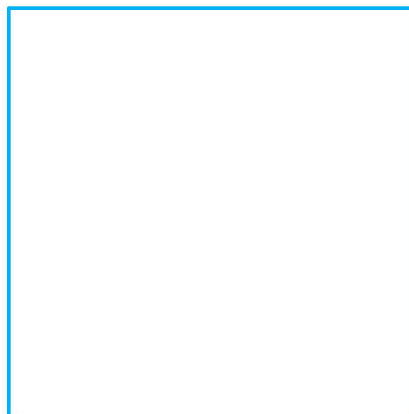


2. Zeichnet die Struktur der Teilchen in jedem der drei Aggregatzustände in den untenstehenden Kästchen. Das Teilchenmodell für den gasförmigen Aggregatzustand wurde euch schon vorgegeben.

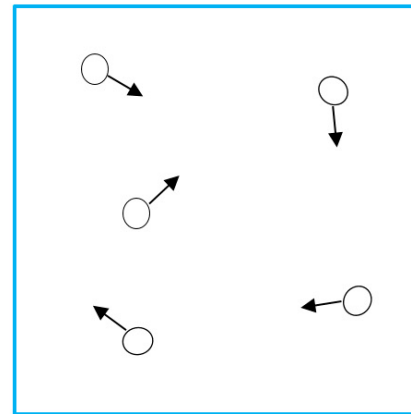
Festkörper



Flüssigkeit

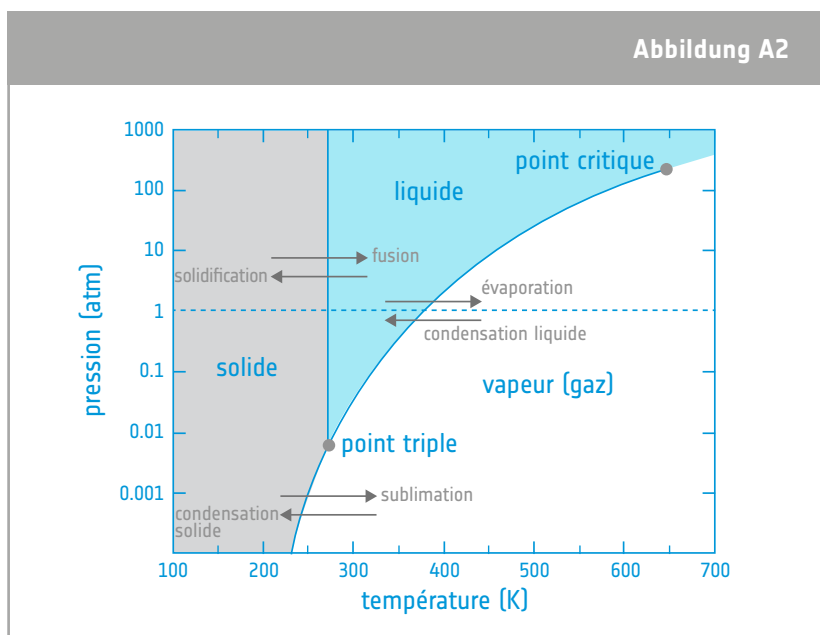


Gas



3. Phasenübergänge hängen nicht nur von der Temperatur, sondern auch vom Druck ab.

Das unten stehende Phasendiagramm (Abbildung A2) zeigt den Aggregatzustand von Wasser als eine Funktion von Temperatur und Druck. Es gliedert sich in drei Bereiche: Festkörper, Flüssigkeit und Dampf (Gas).



Ergänzt die unten stehende Tabelle anhand von Abbildung A2:

Aggregatzustand des Wassers	Temperaturbereich (K)	Druck (atm)
Festkörper		1
Flüssigkeit		1
Gas		1

↑ Phasendiagramm für Wasser. Das Diagramm gliedert sich in drei Bereiche: Festkörper, Flüssigkeit und Gas. Bei Raumtemperatur (ca. 300 K) und einem atmosphärischen Druck (1 atm), befindet sich Wasser in seinem flüssigen Aggregatzustand.

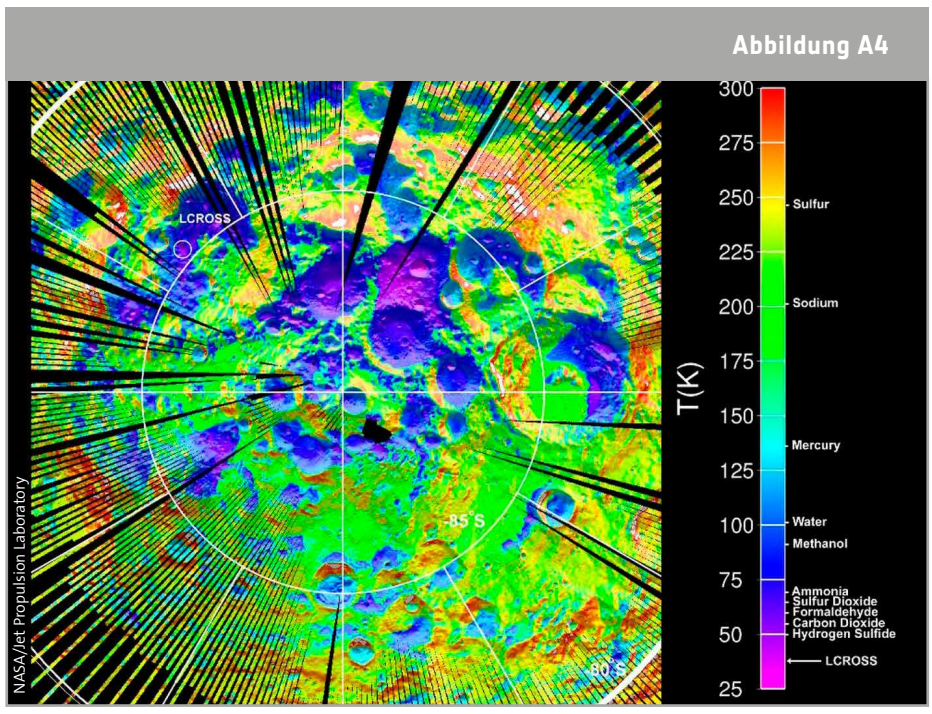
4. a. Was passiert bei abnehmendem Druck mit dem Siedepunkt von Wasser? Erläutert dies.

b. Überprüft eure Hypothese. Benutzt eine Spritze, um ca. 1 ml warmes Wasser (lauwarm oder wärmer) anzusaugen. Haltet euren Finger an die Spitze und zieht die Spritze wie in Abbildung A3 gezeigt zurück.



Was passiert mit dem Wasser in der Spritze?

5. Da der Mond keine Atmosphäre hat, beträgt der Druck auf seiner Oberfläche ungefähr 0 atm. Die Temperaturen auf dem Mond fallen extrem aus und reichen von -248°C bis 123°C, je nachdem, wo man sich auf seiner Oberfläche befindet und ob es Tag oder Nacht ist.



↑ Karte der Oberflächentemperatur der Südpolregion des Mondes bei Tage von LRO Diviner. Die Karte zeigt die Orte einiger ständig beschatteter Krater, die potenzielle Standorte für Wassereis darstellen.

a. Erläutert anhand der Abbildungen A2 und A4, weshalb sich auf der Mondoberfläche kein Wasser im flüssigen Aggregatzustand finden lässt.

b. Stellt euch vor, ihr habt Wasser aus einem ständig beschatteten Krater extrahiert, der eine Temperatur von 100 K aufweist. Welchen Aggregatzustand hätte das Wasser in diesem Krater?

c. Was würde mit eurer Wasserprobe aus Frage 5 b passieren, wenn ihr versuchen würdet, sie aus dem Krater zu transportieren?

d. Wie könntet ihr auf dem Mond flüssiges Wasser aus Eis gewinnen?

e. Zeichnet Pfeile auf das Phasendiagramm, um damit eure Lösung für Frage 5 d zu zeigen.

→ Aufgabe 2: Filtrieren oder Destillieren?

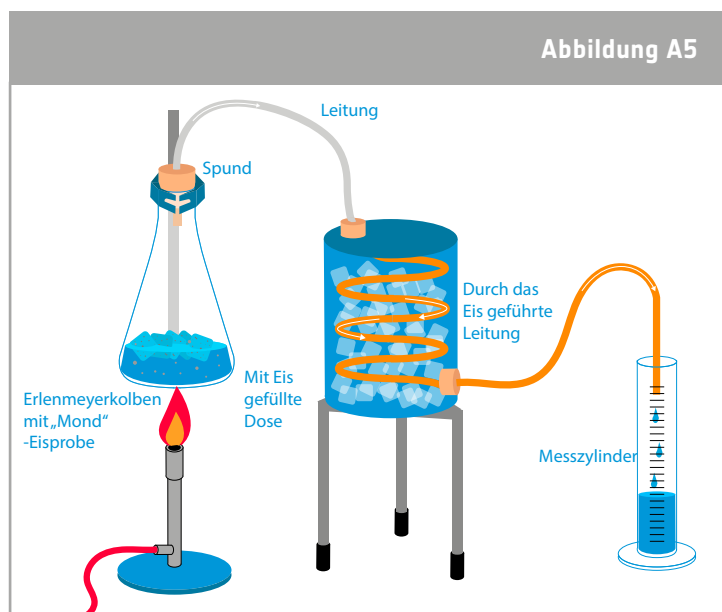
Das von den Oberflächenschichten des Mondes extrahierte Wassereis wird im Regolith (Mondboden) festgehalten. Bei dieser Aufgabe müsst ihr eine Möglichkeit finden, das Wasser von einem Regolith-ähnlichen Material zu trennen. Ihr erhaltet gefrorene „Mond“-Eiskerne und eure Aufgabe besteht darin, zwei Methoden des Extrahierens von Wasser aus dem simulierten Mond-Regolith zu vergleichen.

Versuch

Vergleicht zwei Methoden zum Extrahieren von Wasser aus dem Mond-Regolith: Filtrieren and Destillieren. **Destillieren** ist der Prozess, bei dem Substanzen von einem flüssigen Gemisch durch Sieden der Flüssigkeit und Abkühlen des Dampfes zur Bildung eines Kondensats getrennt werden. Beim **Filtrieren** werden Festkörper von Flüssigkeiten durch Hinzufügung eines Mediums getrennt, das nur die Flüssigkeit durchlässt.

Destilliermaterial

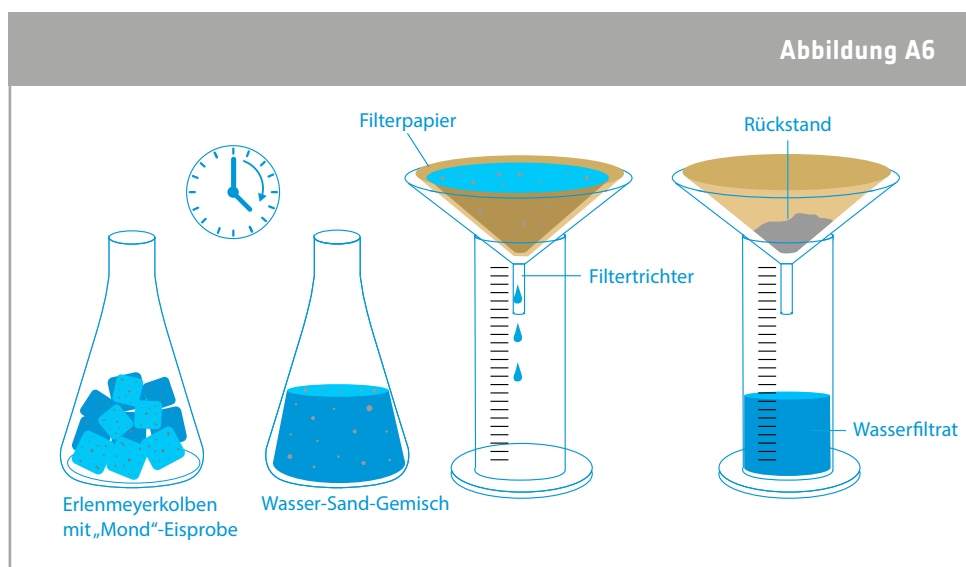
- Bunsenbrenner oder Kochplatte bzw. Kochring
- Erlenmeyerkolben
- Dreifuß
- Spund mit Loch für Kunststoff- bzw. Gummileitung
- Große Dose mit seitlichem Loch
- Eiswürfel (zum Kühlen der Leitungen)
- Kleines Stück Kupferleitung (wahlweise – verbessert die Kühlung)
- Messzylinder



↑ Versuchsanordnung zum Destillieren

Filtriermaterial

- Erlenmeyerkolben
- Messzylinder
- Filterpapier
- Trichter
- Bunsenbrenner (wahlweise, zum Schmelzen der Eiskerne)



↑ Versuchsanordnung zum Filtrieren

Eure Aufgabe besteht darin, den Prozentsatz der Masse an Wasser zu vergleichen, das beim Destillier- und beim Filtrierprozess extrahiert wurde.

1. Erstellt anhand der oben stehenden Informationen und des verfügbaren Versuchsmaterials einen Untersuchungsplan zum Vergleich beider Extraktionsmethoden.

2. Welche Sicherheitsvorkehrungen müsst ihr berücksichtigen?

3. Was sind eurer Meinung nach die Vor- und Nachteile des Filtrierens und Destillierens?

4. Was müsst ihr **vor** der Durchführung des Verfahrens messen?

5. Was müsst ihr **nach** der Durchführung des Verfahrens messen?

6. Tragt eure Ergebnisse in die Tabelle ein.

Masse der Eiskerne (g)	Filtrieren	
	Wassermasse (g)	% aufgefangen

Masse der Eiskerne (g)	Distillation	
	Wassermasse (g)	% aufgefangen

7. Welche Methode ergibt die höchste Wassermenge? Weshalb ist das eurer Meinung nach so?

8. Welche Methode ergibt eurer Meinung nach das sauberste Wasser?

9. a. Welche Methode ist eurer Meinung nach die energieintensivste auf der Erde? Erläutert dies.

b. Und auf dem Mond? Erläutert dies.

10. Auf welche Probleme würdet ihr stoßen, wenn ihr diese Untersuchung auf dem Mond durchzuführen versuchtet?

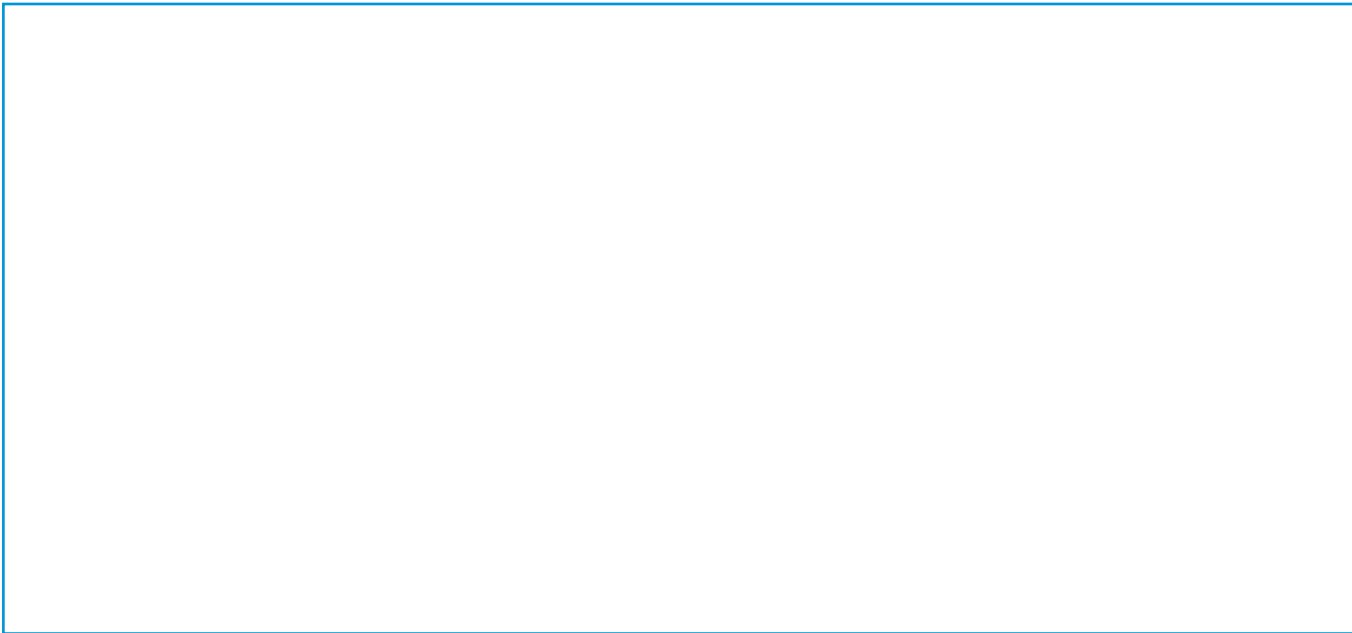
11. Könnt ihr euch andere Möglichkeiten zum Extrahieren von Wasser aus dem Regolith vorstellen?

Schon gewusst?

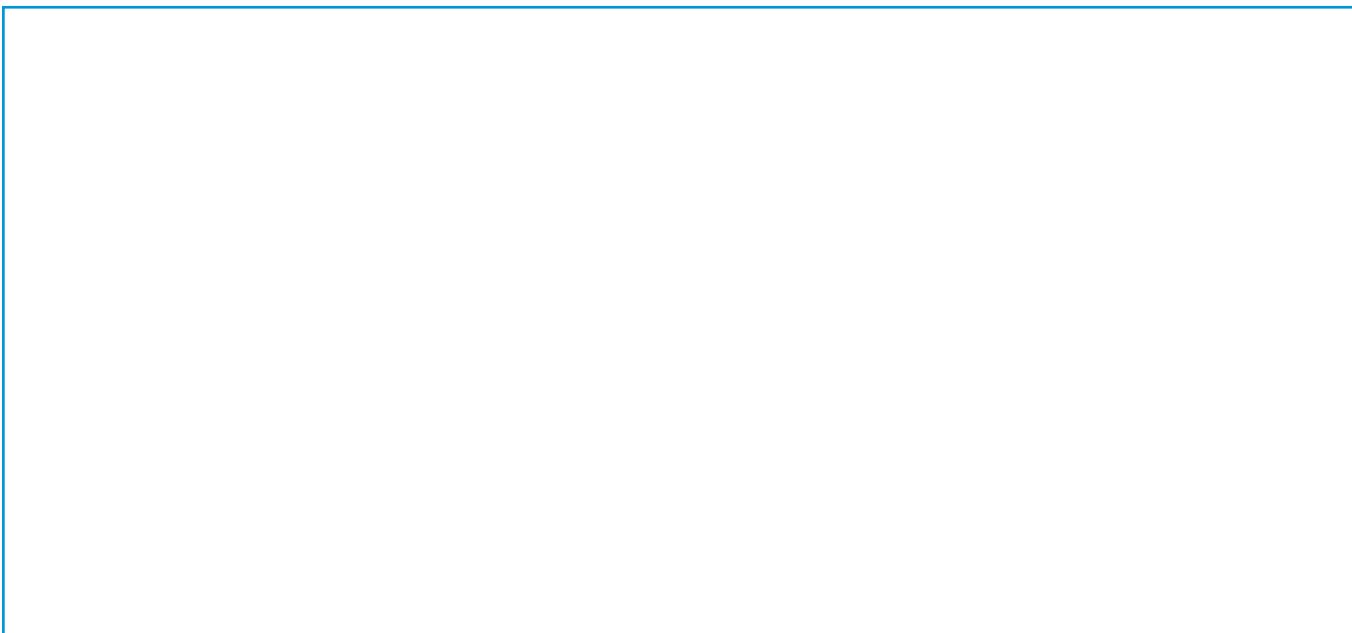
Die Astronauten auf der Internationalen Raumstation bereiten das meiste von ihnen verwendete Wasser wieder auf – etwa 75%. Das Wasser-Rückgewinnungssystem kann Wasser aus dem Urin der Astronauten und aus deren Atem wiedergewinnen. Dieses wird gefiltert und gereinigt und kann wiederverwendet werden. Im Durchschnitt verwendet ein Astronaut auf der Internationalen Raumstation 90% weniger Wasser als ein Mensch auf der Erde.



12. Wieviel Liter Wasser je Kilogramm Mondeis gewinnt ihr mit der effizientesten Methode? (Als Hilfe bei eurer Analyse könnt ihr davon ausgehen, dass 1 l Wasser eine Masse von 1 kg hat).



13. Angenommen, es werden 6 l Wasser pro Tag und pro Astronaut auf dem Mond benötigt. Wieviel Kilogramm Mondeis müsstet ihr extrahieren, um jeden Tag eine Besatzung von 6 Astronauten zu versorgen?



→ LINKS

ESA-Ressourcen

Moon Camp Challenge:

esa.int/mooncamp

Mondanimationen zu den Grundlagen des Lebens auf dem Mond:

esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

ESA-Ressourcen für die Schulklasse:

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA-Missionen

Das ESA-Projekt PROSPECT untersucht Bohrungen auf dem Mond zur Probenahme von Mondeis:

exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

ESA Smart-1, der erste europäische Mondorbiter:

sci.esa.int/smart-1

Zusatzinformationen

Der Mond, interaktiver Leitfaden der ESA:

lunarexploration.esa.int

Airbus Foundation Discovery Space, Wasser auf dem Mond:

youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM

Probenahme von Wassereis und anderen flüchtigen Stoffen aus Eis:

lunarexploration.esa.int/#/library?a=293

Wasser und flüchtige Stoffe auf dem Mond:

lunarexploration.esa.int/#/library?a=252