

Wie funktioniert ein Schnellkochtopf?

Hinweis: Diese Aufgabe ist so konzipiert, dass sie mit gestuften Hilfen gelöst werden kann.

Die Hilfen stehen im Medienportal zum Ausdruck auf Papier zur Verfügung oder können von den Schülerinnen und Schülern über den auf dem Arbeitsblatt enthaltenen QR-Code auf einem Tablet oder Smartphone online genutzt werden.

Das Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler sowie die Hilfen zum Druck sind in gesonderten Dateien auf dem Medienportal der Siemens Stiftung verfügbar. Allgemeines zum Einsatz von Aufgaben mit gestuften Hilfen im Unterricht findet sich in Dokument „Aufgaben mit gestuften Hilfen – Einführung“, das auch auf dem Medienportal vorhanden ist.

1 Themenaspekte

Die Aufgabe steht im Zusammenhang mit den Aggregatzuständen des Wassers, genauer mit dem Verhalten von Wasser bei erhöhtem Druck und Temperaturen über 100 °C sowie allgemeiner mit der Abhängigkeit des Siedepunktes vom Druck. Unter alltagsrelevanten Aspekten geht es um die Funktionsweise eines Dampfdrucktopfes („Schnellkochtopf“) und darum, wie und warum sich Garzeiten damit verändern.

2 Lernvoraussetzungen und Schwierigkeitsgrad

Die Schülerinnen und Schüler müssen die Aggregatzustände des Wassers und die Übergänge zwischen seinen Phasen kennen. Bekannt sein muss ihnen auch die Darstellung der Phasen in einem Phasendiagramm.

Günstig ist die Verfügbarkeit von Vorwissen zur Abhängigkeit des Siedepunktes von Wasser vom Luftdruck und damit von der Höhe eines Ortes, an dem Wasser zum Sieden gebracht werden soll. Unter diesen Voraussetzungen hat die Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrad.

3 Zum Hintergrund der Aufgabe

Der Dampfdrucktopf, wie man ihn heute in vielen Haushalten findet, hat bereits eine lange Vorgeschichte. Erfunden wurde er von dem französischen Wissenschaftler Denis Papin (1647 – 1712), der auch die erste Dampfmaschine entwickelte. Den Dampfdrucktopf entwickelte Papin, um damit die Veränderung des Siedepunktes von Wasser durch unterschiedlichen Druck zu untersuchen. Die ersten in Haushalten verwendeten Drucktöpfe wurden nach ihm als Papin'sche Töpfe benannt. Als Massenprodukt hielt der Dampfdrucktopf als „Siko“ (Sicherheitsdrucktopf) in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts in vielen Haushalten Einzug.

Der Nutzen eines Dampfdrucktopfes liegt in erster Linie in der Zeitersparnis, wenn man damit Lebensmittel „kocht“, daher rührt auch die Bezeichnung „Schnellkochtopf“ her. Im luftdicht verschlossenen Topf verdampft bei Erreichen von ca. 100 °C ein Teil des Wassers; weil der Wasserdampf nicht entweichen kann, kommt es zu einem Druckanstieg. Wie man dem Phasendiagramm des Wassers entnehmen kann, erhöht sich dabei auch der Siedepunkt des Wassers. Aus diesem Grund können in einem Schnellkochtopf Temperaturen deutlich über 100 °C erreicht werden und dennoch bleibt ein Teil des Wassers dabei flüssig. In handelsüblichen Schnellkochtöpfen ist der Druckanstieg und damit auch die Temperatur durch ein Ventil begrenzt, durch das ab einem bestimmten Druck Wasserdampf abgelassen wird. Die Arbeitstemperatur liegt normalerweise bei 115 – 117 °C.

Die Beschleunigung des Kochvorgangs, z. B. dem Garwerden von Kartoffeln, kann mit der Erfahrungsregel erklärt werden, dass die Geschwindigkeit vieler chemischer Reaktionen u. a. anhängig

ist von der Temperatur. Die sog. RGT-Regel (**R**eaktions**G**eschwindigkeit-**T**emperatur-Regel) besagt, dass sich bei einer Erhöhung um 10 Grad die Reaktionsgeschwindigkeit ungefähr verdoppelt. Ein weiterer Vorteil des Arbeitens mit einem Schnellkochtopf ergibt sich aus der Möglichkeit, durch geeignete Einsätze das Gargut oberhalb des Wasserspiegels im Topf zu lagern, sodass es nur mit dem Wasserdampf in Berührung kommt. Auslaugungen von Nährstoffen werden so vermieden. In der Aufgabe selbst wird lediglich die physikalische Funktionsweise thematisiert, die weiteren hier genannten Aspekte können je nach Bedarf im folgenden Unterricht aufgegriffen werden.

4 Die Aufgabe

In der einfachsten Form kann die Aufgabe wie folgt formuliert werden:

Findet heraus, wie ein Schnellkochtopf funktioniert.

Nehmt dazu das Phasendiagramm des Wassers zu Hilfe.

Wegen der lernfördernden Wirkung eines Kontextes, aus dem heraus die Aufgabe entwickelt wird, kann je nach Einschätzung der Lehrkraft eine Kontextszene entwickelt werden, z. B. wie folgt:

Die Klassenfahrt geht dieses Jahr auf eine Alpenhütte mit Selbstversorgung. Die Liste der Sachen, die mitgenommen werden sollen, ist schon lang. Aber alles muss zu Fuß mit auf den Berg getragen werden. Darum protestieren einige Schüler, als Imke vorschlägt, auch noch einen Schnellkochtopf mitzunehmen.

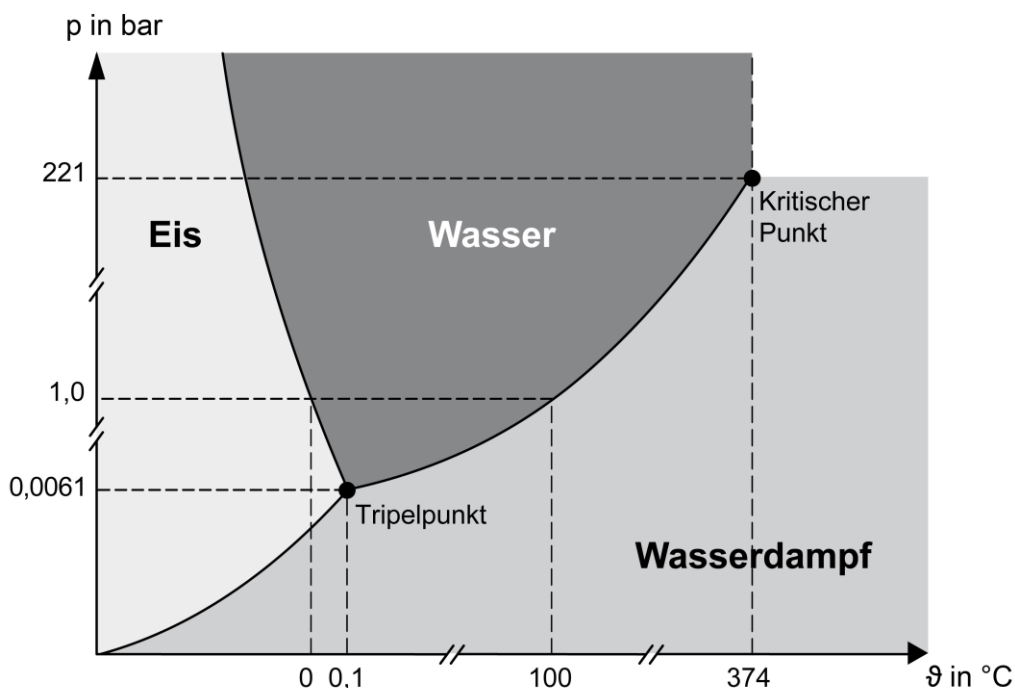
„Warum sollen wir uns damit abschleppen?“ fragt Marco.

„Na, wenn du dann immer die ganze Zeit am Herd stehen willst, bis die Kartoffeln gar sind, dann kann er ja hier bleiben. Ich könnte die halbe Stunde besser nützen“, antwortet Imke.

Die Aufgabe lautet dann entsprechend:

Findet heraus, warum ein Schnellkochtopf in höheren Lagen besondere Vorteile beim Kochen – z. B. von Kartoffeln – bringen kann. Nehmt dazu das Phasendiagramm des Wassers zu Hilfe.

Die Schülerinnen und Schülern erhalten mit dem Aufgabenblatt und den Hilfen eine Kopie mit dem Phasendiagramm des Wassers, in das sie ihre Überlegungen als Pfad eintragen können.



Phasendiagramm des Wassers.

Im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgabe sollten praktische Garversuche mit einem Schnellkochtopf durchgeführt werden. Hinweise zu Garzeiten finden sich in der Gebrauchsanleitung bzw. Rezeptsammlung zum jeweiligen Gerät. Wegen der Gefahren, die sich aus einem möglichen unsachgemäßen Umgang mit einem Schnellkochtopf ergeben können, dürfen entsprechende Versuche nur unter Aufsicht der Lehrkraft durchgeführt werden.

5 Variationen

Das Lesen von Phasendiagrammen erweist sich für viele Schülerinnen und Schüler als erhebliche Schwierigkeit. Um ihnen den Zugang zu erleichtern, können vor Bearbeitung der Aufgabe gemeinsam Fragen geklärt werden wie:

- Unser Lebensraum ist gekennzeichnet durch Temperaturen zwischen -20 °C und $+40\text{ °C}$ und einem Druck von ca. 1 bar. Wo findet man diese Bedingungen im Phasendiagramm des Wassers?
- Wo befindet man sich im Phasendiagramm, wenn man den Mt. Everest besteigt?

Zu beachten ist dabei, dass praktisch alle Darstellungen des Phasendiagramms des Wassers nicht lineare (logarithmisch verzerrte) Achsen aufweisen.

Im Anschluss an die Aufgabe kann die sog. RGT-Regel, die oft schon aus dem Chemieunterricht bekannt ist, vertieft werden.

Eine verwandte Aufgabe, die allerdings noch etwas höhere Anforderungen an die Lernenden stellt, ist die Frage, wie Gefriertrocknung funktioniert. Diese Aufgabenstellung findet man in der Aufgabe mit gestuften Hilfen „Wie funktioniert ‚Gefriertrocknen‘?“, die auf dem Medienportal der Siemens Stiftung vorhanden ist.

6 Die Hilfen in der Übersicht

Hinweis: Die Hilfen sind in einer separaten Datei zum Ausdruck vorbereitet oder können über die QR-Codes im Arbeitsblatt online genutzt werden.

Hilfe 1

Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

Antwort 1

Wir sollen anhand des Phasendiagramms des Wassers klären, wie ein Schnellkochtopf funktioniert und warum er in höheren Lagen besondere Vorteile aufweist.

Hilfe 2

Schreibt auf, was ihr über die Arbeitsweise des Schnellkochtopfes wisst.

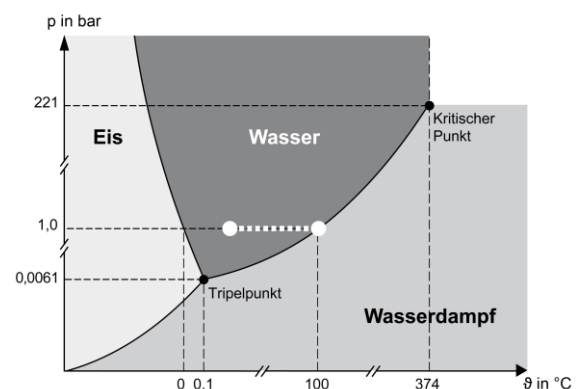
Antwort 2

Es wird etwas Wasser eingefüllt. Dann wird der Deckel verschlossen und der Topf erhitzt. Nach kurzer Zeit bildet sich im Topf ein Überdruck; das kann man am Ventil sehen, das nach oben geht.

Hilfe 3

Jetzt nehmt das Phasendiagramm des Wassers zur Hand und zeichnet ein, was bis zum Sieden des Wassers bei 100 °C passiert.
Wie geht es weiter, wenn noch mehr Energie zugeführt wird?

Antwort 3

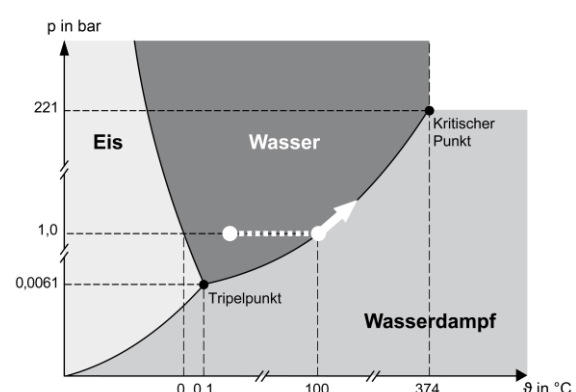


Wenn das Wasser auf 100 °C erhitzt wird, fängt es an zu sieden.
Wenn mehr Energie zugeführt wird, bildet sich auch mehr Wasserdampf und der Druck steigt.

Hilfe 4

Versucht, den weiteren Verlauf im Phasendiagramm einzuzeichnen, und begründet den angenommenen Pfad.

Antwort 4

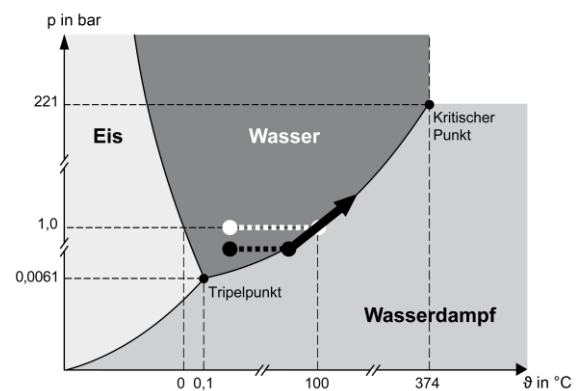


Wenn der Druck steigt, muss auch die Temperatur steigen.
Solange flüssiges Wasser und Wasserdampf nebeneinander vorliegen, muss der Pfad an der Grenze der beiden Phasen entlang führen.

Hilfe 5

Jetzt müsst ihr nur noch herausfinden, warum ein Schnellkochtopf im Hochgebirge besonders nützlich sein könnte. Schaut dazu noch einmal das Phasendiagramm an. Wo befindet ihr euch im Diagramm, wenn ihr auf 2.000 m Höhe seid?

Antwort 5



Auf 2.000 m Höhe ist der Luftdruck niedriger als auf Meereshöhe. Darum siedet Wasser bereits unterhalb von 100 °C. Das Garen, z. B. von Kartoffeln, dauert dann länger, weil sie dann bei niedrigerer Temperatur „kochen“. Im Schnellkochtopf spielt der niedrige Außen- druck keine Rolle. Die Temperatur im Topf liegt über 100 °C, das Kochen geht schneller.

Hilfe 6

Jetzt habt ihr alles zusammen, um die Frage zu beantworten, wie der Schnell- kochtopf funktioniert und warum die Klasse ihn vielleicht doch mit auf die Hütte nehmen sollte.

Antwort 6

In einem Schnellkochtopf steigt der Siedepunkt des Wassers durch den erhöhten Druck über 100 °C an, daher geht das Kochen schneller. In großer Höhe dauert das Kochen in einem normalen Topf länger, weil die Siedetemperatur des Wasser unter 100 °C sinkt. Dort ist ein Schnellkochtopf also besonders von Vorteil.