

Thema: Temperaturkontrolle des Marsrovers



Abb.: Rover Curiosity auf dem Mars.[2]

Die dünne Marsatmosphäre kann nur wenig Sonnenwärme speichern, daher sind die Temperaturunterschiede auf der Oberfläche sehr groß. Während eines Marstages kann die Temperatur um 113 Grad Celsius differieren. Die Elektronik des Rovers funktioniert jedoch nur in einem Temperaturbereich von -40 bis $+40$ Grad Celsius. Deshalb sind die wichtigsten Teile wie Batterien, Elektronik und Computer innerhalb des Rovers in einer isolierten Box eingepackt, die *Warm Electronics Box* (WEB). Durch eine Goldbeschichtung der Außenseite und durch Heizelemente wird der Innenbereich des Rovers warm gehalten. Überschüssige Wärme wird über Radiatoren abgestrahlt. Eine Grundversorgung mit Wärme übernehmen acht Radioisotopenheizelemente. [1]

Fragestellung:

Das Salz Natriumthiosulfat-Pentahydrat soll auf seine Eignung als Wärmespeicher in einem Marsrover hin untersucht werden. Dazu soll die Temperaturänderung beim Schmelzen von Natriumthiosulfat bzw. beim Erstarren der unterkühlten Schmelze gemessen werden.

Materialien: Stativ, 2 Muffen, 2 Klemmen, Wasserkocher, Reagenzglas, Thermometer, Bechergläser, Spatel, Papiertuch, Stoppuhr

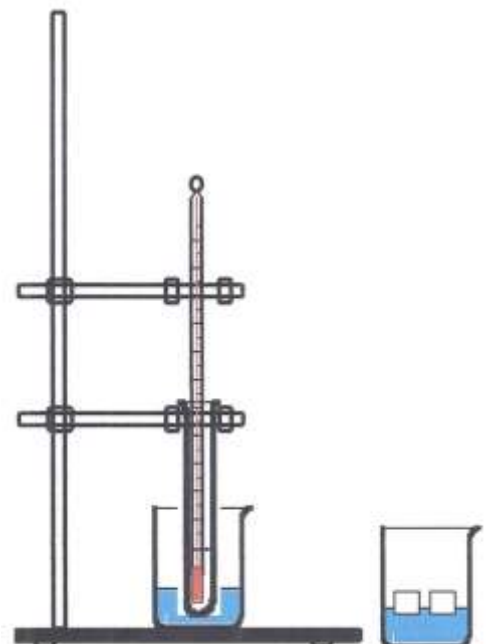
Chemikalien: Natriumthiosulfat-Pentahydrat, Wasser, Eiswürfel

Hinweise zur Durchführung:

Die nebenstehende Skizze zeigt Dir den Versuchsaufbau.

Fülle in das Reagenzglas ca. 2 cm hoch Natriumthiosulfat-Pentahydrat und tauche das Thermometer in das Salz. Hebe einen kleinen Salzkristall auf! Sollte die Klemme zu groß sein, umwickle das Thermometer am Befestigungspunkt mit etwas Papier.

Stelle das Reagenzglas mit dem Salz in das ca. 90°C heiße Wasserbad. Erwärme das Salz bis auf ca. 60°C . Kühle dann die Schmelze mit dem Eiswasser erschütterungsfrei bis auf etwa 15°C ab. Entferne das Eiswasser und gib den zurückgelegten Salzkristall in die unterkühlte Schmelze.



Auswertung:

1. Fotografiere mit deinem Handy die auf 15°C abgekühlte Schmelze nach Zugabe des Salzkristalls und formuliere eine treffende Bildunterschrift!
2. Notiere während des Versuchs in 10 Sekundenabständen die gemessene Temperatur und fertige eine Wertetabelle an!
3. Fertige ein Temperatur/Zeit-Diagramm an!
4. Ermittle den Schmelzpunkt von Natriumthiosulfat-Pentahydrat und erkläre den Temperaturverlauf während des Schmelzens!
5. Erkläre die Temperaturänderung nach Zugabe des Salzkristalls zur unterkühlten Schmelze!
6. Beurteile, ob Natriumthiosulfat als Wärmespeicher in einem Marsrover geeignet ist!

Quellen:

[1] [wikipedia.org/wiki/Mars_Exploration_Rover](https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_Exploration_Rover)

[2] [zeit.de/wissen/2012-08/mars-curiosity-hintergrund-teaser](https://www.zeit.de/wissen/2012-08/mars-curiosity-hintergrund-teaser)

Auswertung:

1. Bei Zugabe eines Kristallisationskeimes erstarrt die unterkühlte Schmelze, die Temperatur steigt an.

2. Bsp.:

Erhitzen:

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
u (°C)	22	25	45	47	48	49	49	50	56	68	71

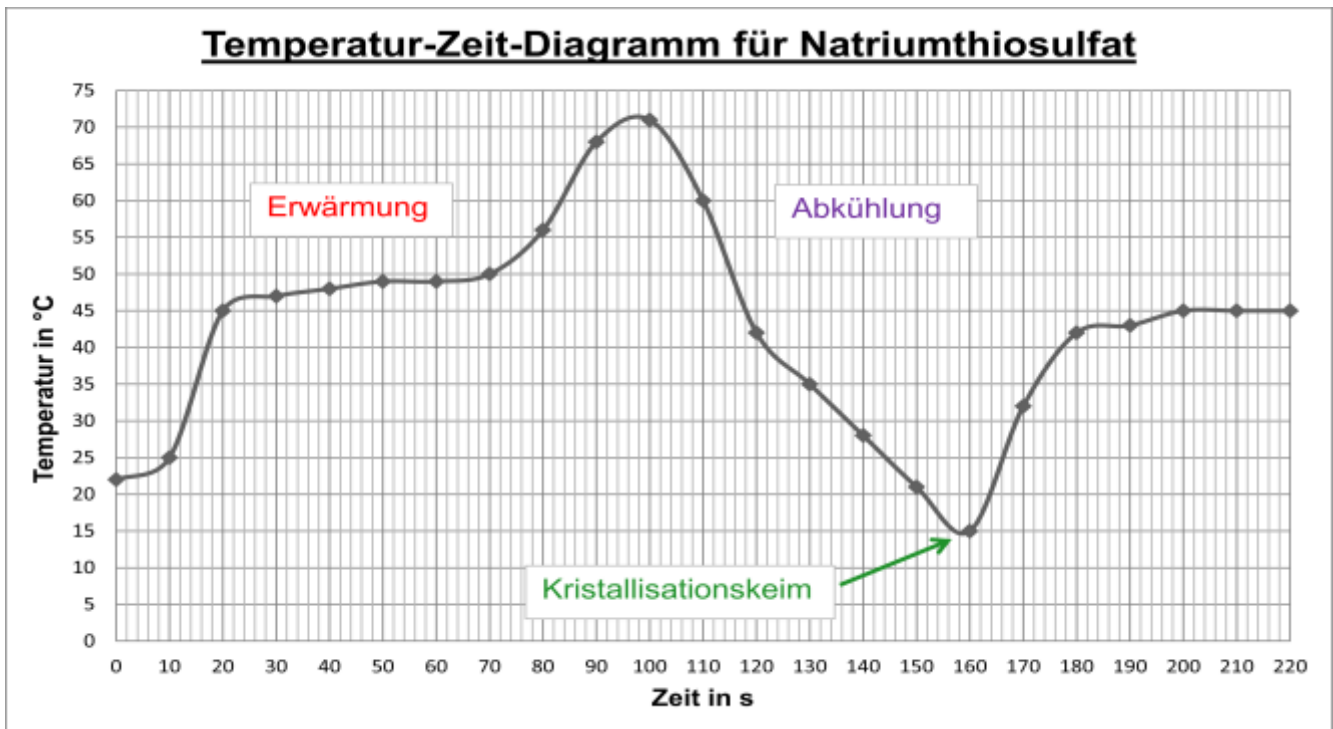
Abkühlen:

t (s)	110	120	130	140	150	160
u (°C)	60	42	35	28	21	15

Zugabe des Kristallisationskeimes:

t (s)	170	180	190	200	210	220
u (°C)	32	42	43	45	45	45

3.



4. u_m (Natriumthiosulfat-Pentahydrat) $\sim 49^\circ\text{C}$

Während des Schmelzens ändert sich die Temperatur nicht. Schmelzenergie muss aufgewendet werden um die Teilchen von ihren Plätzen im Kristall zu lösen.

5. Wenn sich beim Erstarren aus den frei beweglichen Teilchen wieder ein festes Kristallgitter bildet wird Wärmeenergie freigesetzt. Dies führt zum Temperaturanstieg bei der Kristallisation der unterkühlten Schmelze.

6. Z.B. Natriumthiosulfat ist als Wärmespeicher grundsätzlich geeignet. Das Erstarren einer relativ geringen Menge der unterkühlten Schmelze führt zu einem deutlichen Temperaturanstieg. Allerdings kann beim Erstarren die Temperatur über 40°C ansteigen. Das ideale Temperaturfenster für die Bordelektronik wird dabei geringfügig überschritten.