

# DOWNLOAD



Kerstin Neumann

# Wärmelehre: Aggregatzustandsänderungen

Physik selbst entdecken

VORSCHAU

Downloadauszug aus  
dem Originaltitel:



 **netzwerk  
lernen**

**AOL**  
verlag

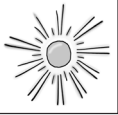
**zur Vollversion**

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den **Einsatz im eigenen Unterricht** zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, **nicht jedoch für** einen schulweiten Einsatz und Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Kollegen), für die Veröffentlichung im Internet oder in (Schul-)Intranets oder einen weiteren kommerziellen Gebrauch.

**Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.**

**Verstöße gegen diese Lizenzbedingungen werden strafrechtlich verfolgt.**

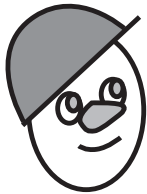
VORSCHAU



### Material:

Heizplatte, Becherglas, Thermometer, Faden, Stativ, Arbeitsblatt „Protokoll Sieden von Wasser“

### 1. Wasser kochen



Ich werde das Wasser erst eine Weile kochen lassen, ehe ich die Nudeln in den Topf gebe. Dann ist das Wasser heißer und die Nudeln sind schneller gar.

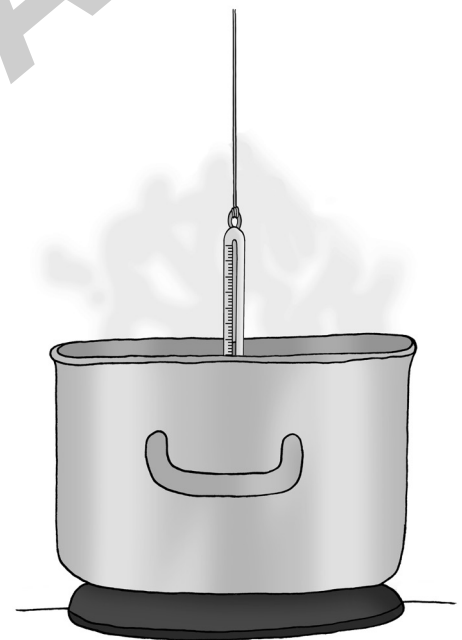
Was denkt ihr: Hat Felix recht?



### 2. Wasser sieden

Untersucht experimentell, wie sich Wasser beim Sieden verhält. Nehmt entsprechende Messwerte auf und zeichnet ein Temperatur-Zeit-Diagramm. Verwendet dazu die Protokollvorlage. Geht so vor:

1. Stellt ein Becherglas auf eine Heizplatte und befestigt ein Thermometer mit einem Faden so an einem Stativ, dass sich der Messfühler des Thermometers knapp über dem Boden befindet.
2. Stellt die Heizplatte beiseite und heizt sie 2 Minuten vor.
3. Füllt inzwischen das Becherglas etwa zur Hälfte mit warmem Wasser und misst die Anfangstemperatur.
4. Erwärmt nun das Wasser solange, bis es 1 Minute gesiedet hat. Misst alle 30 Sekunden die Temperatur.

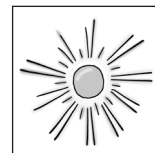


### 3. Nudeln kochen

Überprüft nun noch einmal eure Aussage bei Aufgabe 1.

## Sieden

Bei einer bestimmten Siedetemperatur geht eine Flüssigkeit in ein Gas über, die Flüssigkeit siedet. Wasser siedet bei 100 °C. (Umgangssprachlich nennen wir das Sieden „Kochen“.) Während des Siedens steigt die Temperatur nicht an, die zugeführte Wärme wird benötigt, um den Aggregatzustand zu ändern.



# Protokoll Sieden von Wasser

Thema: ..... Datum: .....

Name: ..... Gruppenmitglieder: .....

1. Aufgabe: .....

## 2. Vorbereitung: Experimentieranordnung

## 3. Durchführung: Messwerttabellen

Zeit in min	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Temperatur in °C									

Zeit in min	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Temperatur in °C									

## 4. Auswertung: Temperatur-Zeit-( $\vartheta$ - $t$ )Diagramm

Erkenntnis:

.....

.....

.....

.....

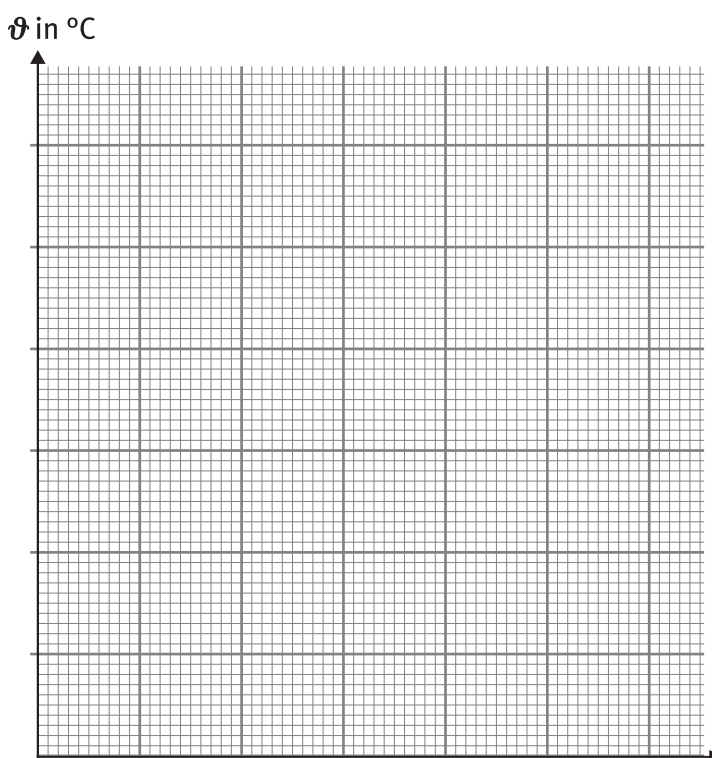
.....

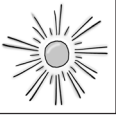
.....

.....

.....

.....





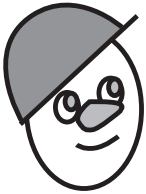
# Aggregatzustandsänderungen

A2

## Schmelzen und Erstarren

### Material:

Kerze, Löffel, Thermometer, Blei, Schüssel mit kaltem Wasser



Oh je, meine schöne Kerze ist am Fenster durch die Sonne geschmolzen, obwohl ich sie gar nicht angezündet habe.



Ja, die Sonne erreicht hinter dem Fenster schon mal Temperaturen von weit über 50 °C. Dann nämlich schmilzt eine Kerze.

### 1. Kerzenwachs

Na, ob Leonis Behauptung stimmt?

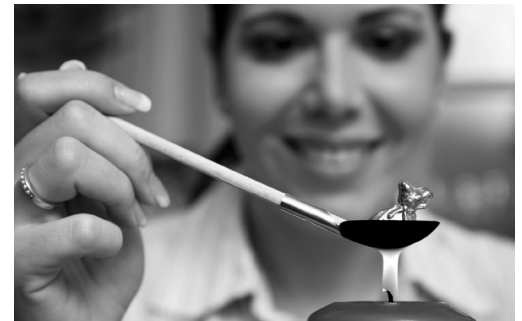


- Überprüft, bei welcher Temperatur eine handelsübliche Kerze schmilzt. Die Schmelztemperatur ist erreicht, wenn das Kerzenwachs zu schmelzen beginnt.
- Misst auch die Erstarrungstemperatur des Kerzenwachses. Die Erstarrungstemperatur ist erreicht, wenn das Wachs zu erstarren beginnt.

Hinweis: Die Schmelz- und Erstarrungstemperatur müssen annähernd gleich sein.

### 2. Bleigießen

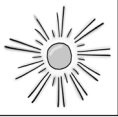
Zu Silvester pflegen manche Leute folgende Tradition: Jeder erwärmt etwas Blei auf einem Löffel über einer Kerzenflamme und gießt das geschmolzene Blei in eine Schüssel mit kaltem Wasser. Beim Erstarren des Bleis entsteht eine Figur. Sieht diese z. B. aus wie ein Herz, dann wird demjenigen spaßhaft für das kommende Jahr eine große Liebe prophezeit.



- Notiert die Schmelztemperatur von Blei (aus der Formelsammlung).
- Führt jeder das Bleigießen wie beschrieben durch.
- Skizziert jeweils die eigene entstandene Figur und deutet sie anschließend gemeinsam, wenn ihr möchtet.

## Schmelzen und Erstarren

Wird ein fester Stoff erwärmt, so geht er bei einer bestimmten Schmelztemperatur in eine Flüssigkeit über. Während des Schmelzens ändert sich die Temperatur nicht, die Wärme wird benötigt, um den Aggregatzustand zu ändern. Bei derselben Temperatur erstarrt diese Flüssigkeit auch, wenn sie wieder abgekühlt wird.



# Aggregatzustandsänderungen

A3

## Verdunsten

**Material:**  
Küchenpapier, Pipette,  
Kölnisch Wasser o. Ä.,  
Thermometer, Watte



### 1. Wasser „verschwindet“

Wäsche trocknet besonders gut bei Wärme, Wind und wenn sie weit ausgebreitet ist. Dann kann die Feuchtigkeit am besten zu Dampf werden, also verdunsten.

Veranstaltet einen Wettbewerb:

Gebt jeder mit der Pipette 3 Tropfen Wasser auf je ein Blatt Küchenpapier. Ziel ist es nun, das Wasser so schnell wie möglich wieder verschwinden zu lassen. Technische Hilfsmittel wie ein Föhn sind nicht erlaubt.

Wer hat gewonnen? Warum?



### 2. Kühlung durch Verdunsten

Wenn wir schwitzen, sondern wir Schweiß ab. Dieser Schweiß verdunstet. Dabei wird unserem Körper Wärme entzogen und er kühlt sich ab.

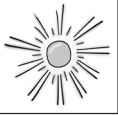
Viele Tiere haben keine Schweißdrüsen. Der Hund regelt seine Körpertemperatur über die Zunge (er hechelt), der Elefant bewirft sich mit feuchtem Sand oder Wasser, die Maus beleckt sich.



- Reibt etwas Kölnisch Wasser o. Ä. auf die Haut. Spürt ihr die Kälte? Pustet darauf. Was spürt ihr jetzt?
- Wiederholt den Vorgang mit etwas Wasser. Vergleicht die Empfindung mit Teil a).
- Hüllt einen mit Kölnisch Wasser getränkten Wattebausch um den Messfühler eines Thermometers und pustet dagegen. Beobachtet.

## Verdunsten

Auch unterhalb der Siedetemperatur werden Flüssigkeiten gasförmig. Man nennt dies Verdunsten. Wind, Wärme und eine große Oberfläche beschleunigen das Verdunsten. Während des Verdunstens benötigt die Flüssigkeit Wärme, diese Wärme wird der Umgebung entzogen. Dadurch kühlt die Umgebung ab.



# Aggregatzustandsänderungen

A4

## Schmelzen und Erstarren von Wasser

**Material:**  
Reagenzglas,  
Thermometer,  
Eis, Salz

Seltsam, im Frühling findet man manchmal noch Schneehaufen, obwohl es schon einige Tage warm ist.



### 1. Schmelzen

a) Füllt ein Reagenzglas halb voll mit gestoßenem Eis. Lasst das Eis schmelzen (z. B. Reagenzglas in heißem Wasser) und misst alle 30 Sekunden die Temperatur, bis das Wasser etwa 10 °C erreicht hat.



b) Zeichnet ein Temperatur-Zeit-Diagramm.

c) Gebt die Schmelztemperatur an. Die Schmelztemperatur ist erreicht, wenn das Eis zu schmelzen beginnt.

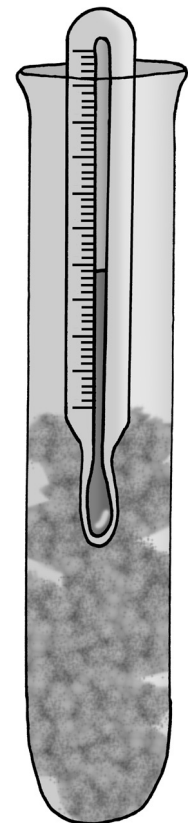
### 2. Erstarren

a) Bereitet eine Kältemischung aus 4 Esslöffeln zerstoßenem Eis und 3 Esslöffeln Salz. Rührt gut um und misst die Temperatur dieser Mischung.

b) Gebt das Reagenzglas mit dem geschmolzenen Eis (also Wasser) in diese Kältemischung. Misst alle 30 Sekunden die Temperatur, bis das gesamte Wasser erstarrt ist.

c) Messt die Erstarrungstemperatur. Die Erstarrungstemperatur ist erreicht, wenn das Wasser zu gefrieren beginnt.

d) Zeichnet ein Temperatur-Zeit-Diagramm.

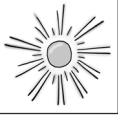


### 3. Vergleich

Findet eine Erklärung für Leonis Feststellung.

## Eis – Wasser – Eis

Erwärmt man Eis bis zur Schmelztemperatur, so schmilzt es. Kühlt man das entstandene Wasser wieder bis zur Erstarrungstemperatur ab, dann erstarrt es wieder zu Eis. Während der Aggregatzustandsänderung verändert sich die Temperatur nicht.



# Aggregatzustandsänderungen

## Sieden und Kondensieren von Wasser

A5

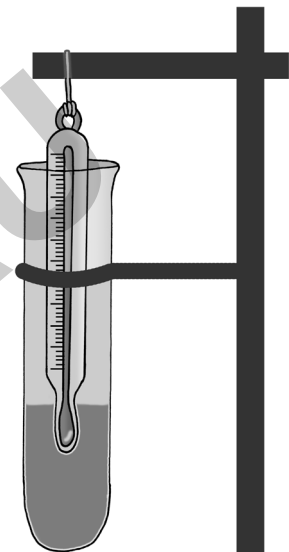
**Material:**  
Reagenzglas, Thermo-  
meter, Eis, Salz,  
Ausschneidebogen  
„Aggregatzustände  
von Wasser“



„Heißer wird's nicht.“

### 1. Sieden

- Baut folgende Versuchsanordnung auf:  
An einem Stativ wird ein Reagenzglas befestigt, das zu 1/3 mit Wasser gefüllt ist. Darunter muss Platz für eine Kerze sein. Über einen Faden wird ein höhenverstellbares Thermometer so angebracht, dass sich sein Messfühler knapp über dem Reagenzglasboden befindet.
- Erhitzt nun das Wasser über der Kerzenflamme, bis es 1 Minute siedet. Messt die Siedetemperatur des Wassers und die Wassertemperatur während des Siedens. Was stellt ihr fest?



### 2. Kondensieren

- Zieht das Thermometer am Faden bis knapp über die siedende Wasserfläche und messt so die Temperatur des Wasserdampfes.
- Zieht das Thermometer so weit hoch, bis es gerade noch 100 °C anzeigt. Dort beginnt der Dampf zu kondensieren. Was könnt ihr am Reagenzglas beobachten?



### 3. Wasserkreislauf

- Schneide die Karten „Aggregatzustände von Wasser“ aus und lege mit ihnen den Kreislauf: Eis – Wasser – Dampf – Wasser – Eis.
- Übertrage das gelegte Bild.

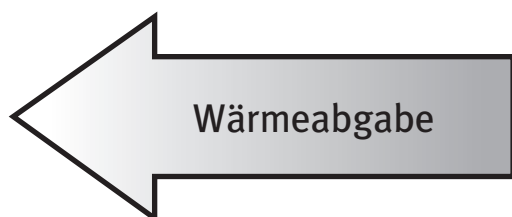
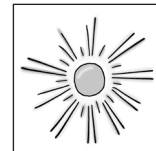


## Wasser – Dampf – Wasser

Erwärmt man Wasser bis zur Siedetemperatur, so verdampft (siedet) es. Kühlt sich der Wasserdampf wieder bis zur Kondensationstemperatur ab, dann kondensiert er, wird also wieder flüssig. Während der Aggregatzustandsänderung verändert sich die Temperatur nicht.

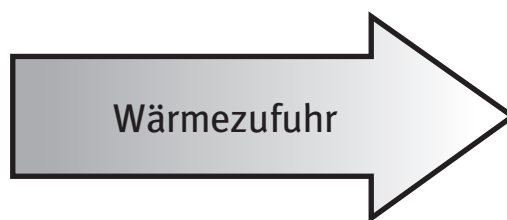


# Aggregatzustände von Wasser – Ausschneidebogen



Erstarrungs- temperatur 0 °C	Kondensations- temperatur 100 °C	Schmelz- temperatur 0 °C	Siede- temperatur 100 °C
------------------------------------	--	--------------------------------	--------------------------------

Schmelzen	Kondensieren	Sieden	Erstarren
-----------	--------------	--------	-----------



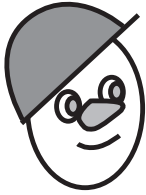


# Aggregatzustandsänderungen

... und Temperatur

A6\*

**Material:**  
Reagenzglas, Eis, Salz,  
Thermometer, Kerze,  
Klebeband



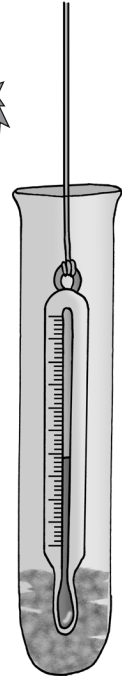
Wenn ich einem Körper Wärme zuführe,  
erhöht sich immer seine Temperatur, und wenn ich ihm  
Wärme entziehe, verringert sich seine Temperatur.

Stimmt diese Aussage? Erwärmt Eis bis zum Sieden und kühlt anschließend wieder bis zum Gefrieren ab. Misst regelmäßig die Temperatur und beantwortet die Frage.



## Vorbereitung:

- Füllt ein Reagenzglas etwa zu 1/5 mit zerstoßenem Eis.
- Gebt vorsichtig ein Thermometer hinein, sodass der Messfühler kurz über dem Boden steckt.  
TIPP: Befestigt das Thermometer mit Klebeband am Reagenzglas.
- Misst die Anfangstemperatur.
- Bereitet eine Messwerttabelle vor.



## Erwärmen:

- Erwärmt das Ganze mit einer Kerze, bis zunächst das Eis schmilzt, und weiter, bis das Wasser 1 Minute siedet.
- Notiert nach jeweils einer Minute die Temperatur.

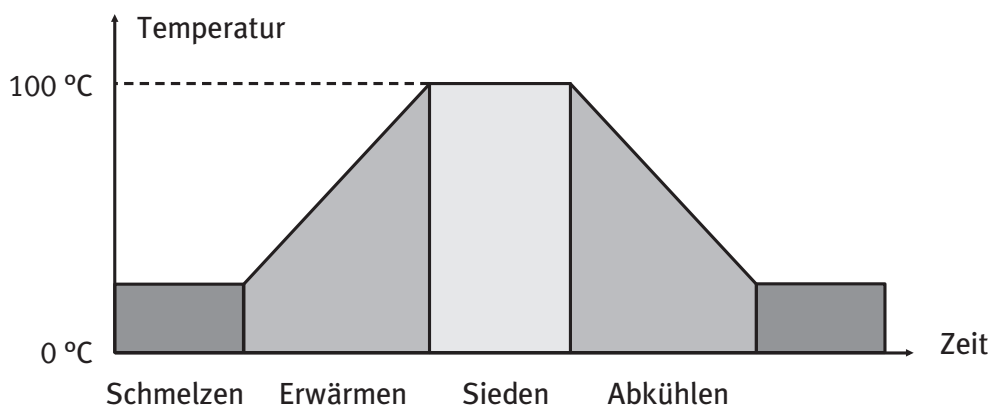
## Abkühlen:

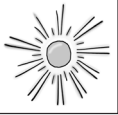
- Kühlt das heiße Wasser möglichst schnell ab (z. B. unter fließendem kaltem Wasser).
- Notiert nach jeweils einer Minute die Temperatur.
- Fertigt unterdessen in einem Becherglas eine Kältemischung (Eis und Salz im Verhältnis 4:3) an.
- Kühlt das Reagenzglas weiter in dieser Kältemischung ab, bis das Wasser vollständig gefroren ist.
- Notiert nach jeweils einer Minute die Temperatur.

## Temperatur-Zeit-Diagramm:

- Zeichnet das Temperatur-Zeit-Diagramm für den gesamten Zeitraum.
- Markiert die Bereiche der Aggregatzustandsänderungen.
- Interpretiert das Diagramm.

## Aggregatzustandsänderungen und Temperatur für Wasser





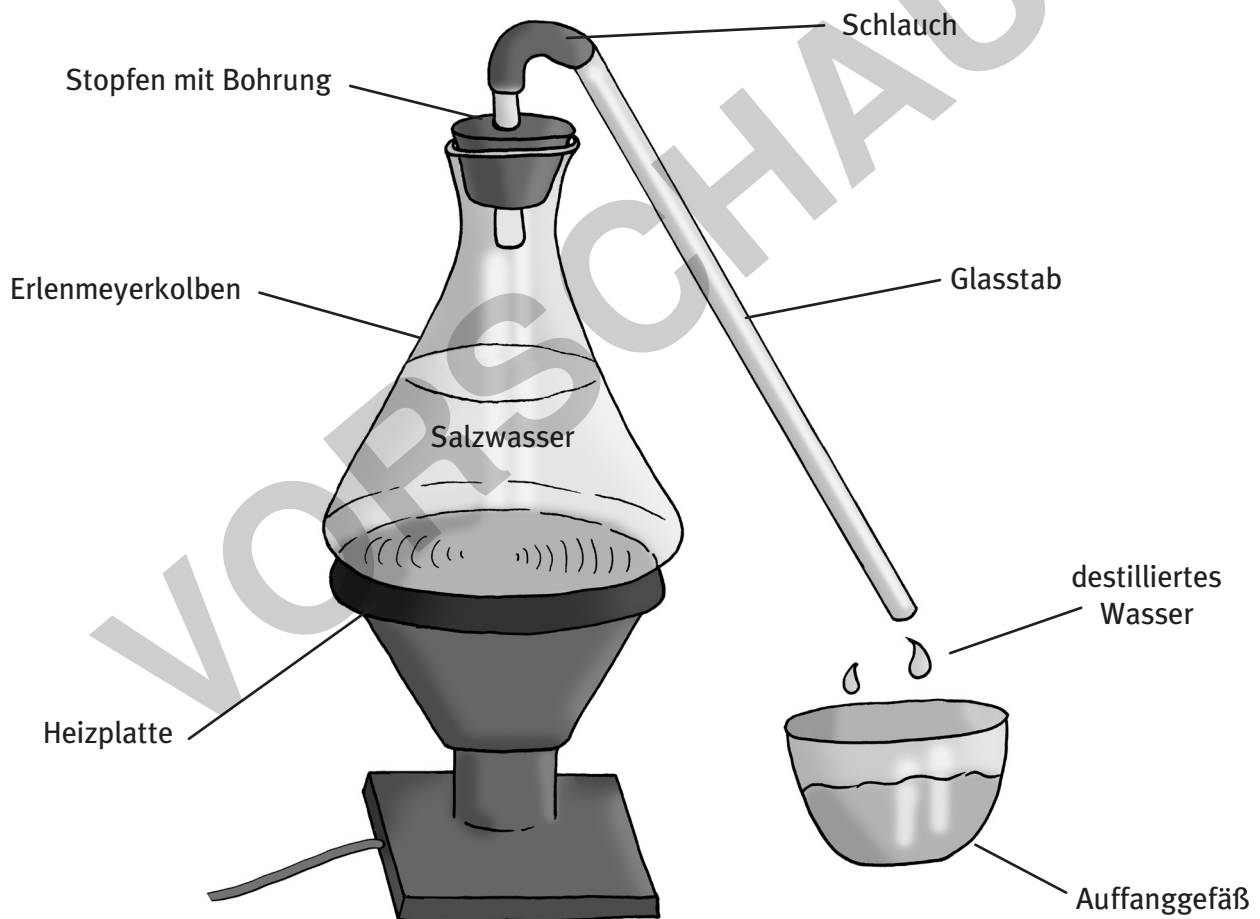
### Material:

Heizplatte, Erlenmeyerkolben, Stopfen, Glasstäbe, Schlauch, Auffanggefäß, Salz, Tuch

Gewinnt aus Salzwasser durch Destillation reines, destilliertes Wasser.



1. Löst in 200 ml warmem Wasser einen Esslöffel Salz auf.
2. Baut die Versuchsanordnung entsprechend der Abbildung auf.
3. Bringt das Salzwasser zum Sieden und fangt das destillierte Wasser auf. Umwickelt dazu eventuell den Glasstab mit einem kalten, feuchten Tuch.
4. Überprüft durch vorsichtiges Kosten, ob ihr noch Salz schmecken könnt oder ob ihr reines Wasser im Auffanggefäß habt.

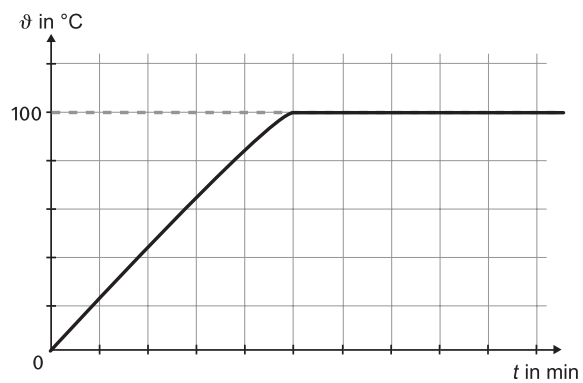


### Destillieren

Destillieren ist ein Trennverfahren, um Stoffe eines Gemisches zu trennen. Diese Stoffe müssen unterschiedliche Siedetemperaturen haben. Beispielsweise kann mit diesem Verfahren reines, destilliertes Wasser gewonnen werden.

**Karte A1**      Aggregatzustandsänderungen – Sieden

2. Wasser siedet bei annähernd 100 °C. Auch wenn weiter Wärme zugeführt wird, erhöht sich die Temperatur des siedenden Wassers nicht. Dementsprechend ist der Verlauf des Diagramms.



VORSCHAU

3. Es bringt keinen Nutzen, das Wasser länger kochen zu lassen, die Wassertemperatur wird dadurch nicht höher.

Übrigens: In einem Schnellkochtopf steht das Wasser unter einem höheren Druck, sodass das Wasser erst bei einer Temperatur über 100 °C siedet. Dadurch sinkt die Garzeit.

#### **Karte A2**      Aggregatzustandsänderungen – Schmelzen und Erstarren

1. Die Schmelz- und Erstarrungstemperatur für handelsübliches Kerzenwachs liegt bei ca. 50 °C bis 70 °C. Auf diese Temperatur kann sich eine Kerze im Sonnenschein erwärmen, dann wird sie weich und verliert ihre Form.
2. Blei schmilzt bei 327 °C, eine Kerzenflamme erreicht Temperaturen bis 1400 °C, das Schmelzen über einer solchen Flamme ist also problemlos möglich.

#### **Karte A3**      Aggregatzustandsänderungen – Verdunsten

1. Günstig ist es, die drei Tropfen nebeneinander, nicht aufeinander auf das Papier zu geben (größere Oberfläche). Wind begünstigt das Verdunsten; Pusten und Wedeln sind also förderlich. Auch Wärme (Sonnenstrahlung, Heizung) führt zu schnellerer „Trocknung“ der Wassertropfen.
2. Alkoholhaltige Stoffe wie Kölnisch Wasser haben eine geringere Siedetemperatur als Wasser, sie verdunsten also auch schneller. Dazu benötigen sie Wärme, die sie dem Körper (z. B. Haut oder Thermometer) entziehen. Somit verringert sich die Temperatur: Die Hautpartie wird als kühl empfunden, das Thermometer zeigt einen Temperaturrückgang beispielsweise von 19 °C auf 13 °C in 4 Minuten. Bei Wasser ist dieser Effekt schwächer.

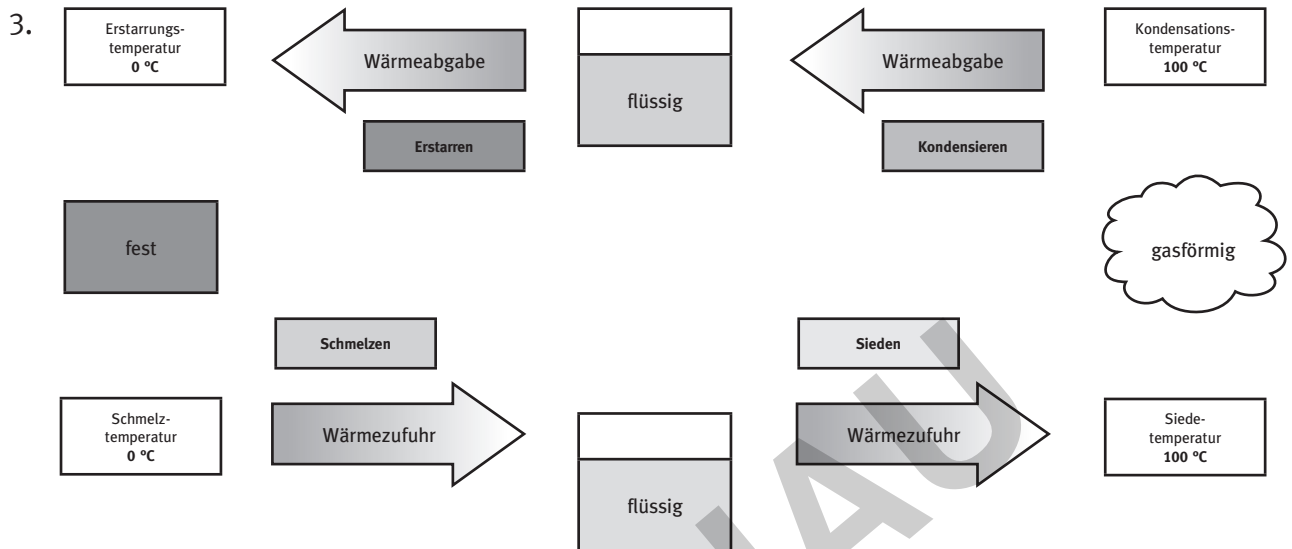
#### **Karte A4**      Aggregatzustandsänderungen – Schmelzen und Erstarren von Wasser

1. Das Eis schmilzt bei 0 °C und behält diese Temperatur trotz Erwärmung während des Schmelzens bei. Erst wenn das Eis vollständig geschmolzen ist, steigt die Temperatur.
2. Die Kältemischung erreicht eine Temperatur von ca. –20 °C. Dadurch erstarrt das Wasser sehr schnell. Auch hier ist wieder zu beobachten, dass während des Erstarrens die Temperatur nahe 0 °C bleibt und erst dann, wenn das gesamte Wasser erstarrt ist, sich das Eis weiter abkühlt.  
Schmelztemperatur = Erstarrungstemperatur = 0 °C

#### **Karte A5**      Aggregatzustandsänderungen – Sieden und Kondensieren von Wasser

1. Über der Kerzenflamme erwärmt sich das Wasser bis zur Siedetemperatur in ca. 5 Minuten. Die Siedetemperatur beträgt in der Regel 100 °C und ändert sich während des Siedens nicht. Sie ist aber druckabhängig, kann also je nach Höhen- und Wetterlage geringfügig variieren.

2. Die Temperatur des Dampfes beträgt ebenfalls ca. 100 °C. Der Dampf kühlt sich auf dem Weg nach oben ab und kondensiert. Dies ist am Beschlagen des Reagenzglases zu erkennen und beginnt auch bei 100 °C.



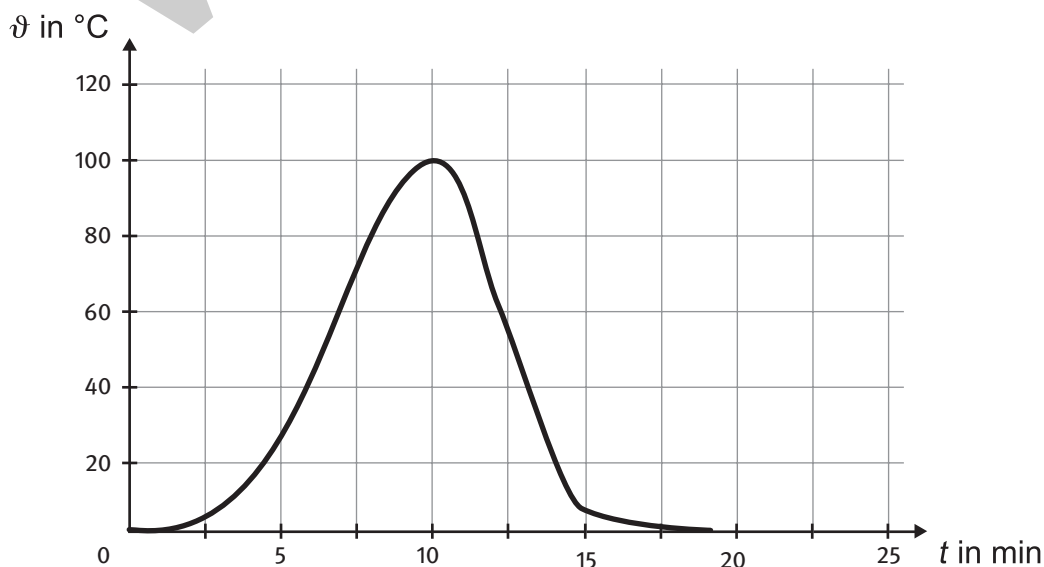
### Karte A6\* Aggregatzustandsänderungen – ... und Temperatur

Diese Auftragskarte kann alternativ zu A4 und A5 eingesetzt werden.

Wird das Eis erwärmt, erhöht sich die Temperatur zunächst kaum und bleibt bei nahezu 0 °C. Die zugeführte Wärme wird zum Schmelzen benötigt. Ist das gesamte Eis geschmolzen, steigt die Temperatur gleichmäßig an. Während des Siedens bleibt die Temperatur wiederum nahezu gleich. Die Siedetemperatur beträgt in der Regel 100 °C, ist aber druckabhängig, kann also je nach Höhen- und Wetterlage geringfügig variieren. Während des Abkühlens kehrt sich der Vorgang um: Die Temperatur verringert sich gleichmäßig, während des Erstarrens bleibt sie nahezu gleich bei 0 °C.

Beispielmesswerte für 14 ml Wasser, erwärmt über einer Kerzenflamme:

Temperatur-Zeit-Diagramm

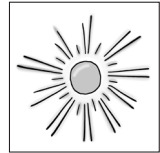


**Karte A7**      Aggregatzustandsänderungen – Destillieren

Das Wasser siedet, lässt das Salz zurück und kondensiert auf dem Weg zum Auffanggefäß. Man erhält „destilliertes Wasser“, also Wasser, das frei von Salzen ist.

VORSCHAU

# Übungskarten Aggregatzustandsänderungen



falten - - - - -

<p style="text-align: center;">Siedepunkttemperatur = Siedetemperatur = Kondensationstemperatur = 100 °C</p> <p style="text-align: center;"><b>Sieden und Kondensieren</b></p>	<p style="text-align: center;">Erstarrungstemperatur = Schmelztemperatur (Es wird die Schmelztemperatur angegeben.)</p> <p style="text-align: center;"><b>Schmelzen und Erstarren</b></p>	<p style="text-align: center;">Unterschied: Verdunsten bei jeder Temperatur möglich, Sieden erst ab der Siedetemperatur</p> <p style="text-align: center;">Gemeinsamkeit: aus Flüssigkeit wird Dampf</p> <p style="text-align: center;"><b>Verdunsten – Sieden</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Sieden und Kondensieren</b> <b>A</b></p> <p>Wie hoch sind Siede- und Kondensationstemperatur für Wasser?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Schmelzen und Erstarren</b> <b>A</b></p> <p>Warum findet man in Formelsammlungen keine Erstarrungstemperaturen?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Verdunsten – Sieden</b> <b>A</b></p> <p>Nenne je eine Gemeinsamkeit und einen Unterschied von Sieden und Verdunsten.</p>
<p style="text-align: center;">Das Wasser verdunstet und entzieht dem Körper Wärme, der Körper kühlt sich ab.</p> <p style="text-align: center;"><b>Verdunsten</b></p>	<p style="text-align: center;">Die Behauptung stimmt nicht. Während des Siedens bleibt die Wassertemperatur konstant bei 100 °C. Die zugeführte Wärme wird zum Sieden benötigt.</p> <p style="text-align: center;"><b>Temperatur bei Aggregatzustandsänderung</b></p>	<p style="text-align: center;">Schmelzen Sieden Kondensieren Erstarren</p> <p style="text-align: center;"><b>Eis – Wasser – Dampf</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Verdunsten</b> <b>A</b></p> <p>Warum kann man sich erkälten, wenn man nasse Badesachen anbehält?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Temperatur bei Aggregatzustandsänderung</b> <b>A</b></p> <p>Je länger das Wasser siedet, umso heißer wird es.</p> <p>Stimmt das? Begründe.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Eis – Wasser – Dampf</b> <b>A</b></p> <p>Nenne nacheinander die Vorgänge, die aus Eis Dampf und schließlich wieder aus Dampf Eis machen.</p>



# Engagiert unterrichten. Natürlich lernen.

Weitere Downloads, E-Books und Print-Titel des umfangreichen AOL-Verlagsprogramms finden Sie unter:

[www.aol-verlag.de](http://www.aol-verlag.de)



**AOL**  
verlag

Hat Ihnen dieser Download gefallen? Dann geben Sie jetzt auf [www.aol-verlag.de](http://www.aol-verlag.de) direkt bei dem Produkt Ihre Bewertung ab und teilen Sie anderen Kunden Ihre Erfahrungen mit.

## Impressum

### Wärmelehre: Aggregatzustandsänderungen

**Kerstin Neumann** ist seit 25 Jahren Lehrerin und engagiert sich als Fachberaterin, Autorin und in bundesweiten Fortbildungen insbesondere für die Entwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Derzeit ist sie am Sächsischen Bildungsinstitut tätig.

© 2014 AOL-Verlag, Hamburg  
AAP Lehrerfachverlage GmbH  
Alle Rechte vorbehalten.

Postfach 900362 · 21043 Hamburg  
Fon (040) 32 50 83-060 · Fax (040) 32 50 83-050  
info@aol-verlag.de · www.aol-verlag.de

Redaktion: Daniel Marquardt  
Layout/Satz: MouseDesign Medien AG, Zeven  
Illustration: MouseDesign Medien AG, Zeven

Bestellnr.: 8114DA3

Das Werk als Ganzes sowie in seinen Teilen unterliegt dem deutschen Urheberrecht. Der Erwerber des Werkes ist berechtigt, das Werk als Ganzes oder in seinen Teilen für den eigenen Gebrauch und den Einsatz im Unterricht zu nutzen. Die Nutzung ist nur für den genannten Zweck gestattet, nicht jedoch für einen weiteren kommerziellen Gebrauch, für die Weiterleitung an Dritte oder für die Veröffentlichung im Internet oder in Intranets. Eine über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung bedarf in jedem Fall der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages.

Sind Internetadressen in diesem Werk angegeben, wurden diese vom Verlag sorgfältig geprüft. Da wir auf die externen Seiten weder inhaltliche noch gestalterische Einflussmöglichkeiten haben, können wir nicht garantieren, dass die Inhalte zu einem späteren Zeitpunkt noch dieselben sind wie zum Zeitpunkt der Drucklegung. Der AOL-Verlag übernimmt deshalb keine Gewähr für die Aktualität und den Inhalt dieser Internetseiten oder solcher, die mit ihnen verlinkt sind, und schließt jegliche Haftung aus.

Engagiert unterrichten. Natürlich lernen.

**AOL**  
verlag

 **netzwerk  
lernen**

Illustration: © Grumby24 - Fotolia.com; S. 1: © oliver-marc steffen - Fotolia.com; S. 3: © Gina Sand  
Elefant: © Grumby24 - Fotolia.com

**zur Vollversion**