

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

„Wie viel Wärmemenge  $Q$  muss man einem Kilogramm Wasser zuführen, damit es sich um ein  $^{\circ}\text{C}$  erwärmt?“

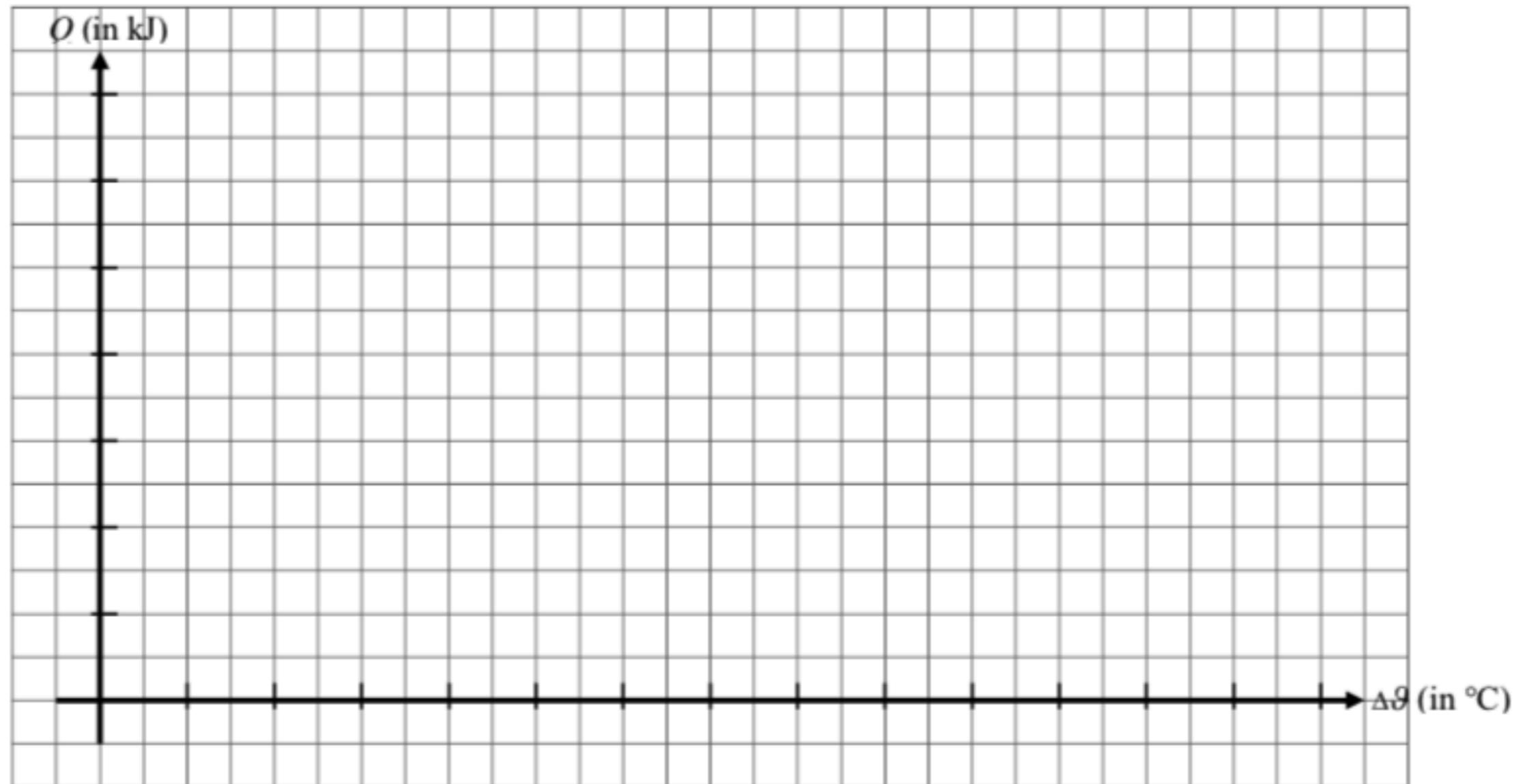
# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Zeit $t$ (in s)	zugeführte Wärmemenge $Q$ (in kJ)	gemessene Temperatur $T$ (in °C)	Temperaturänderung (seit $t = 0$ s) $\Delta T$ (in °C)	$\frac{Q}{\Delta T}$ in $(\frac{kJ}{^\circ C})$

# 4. Spezifische Wärmen

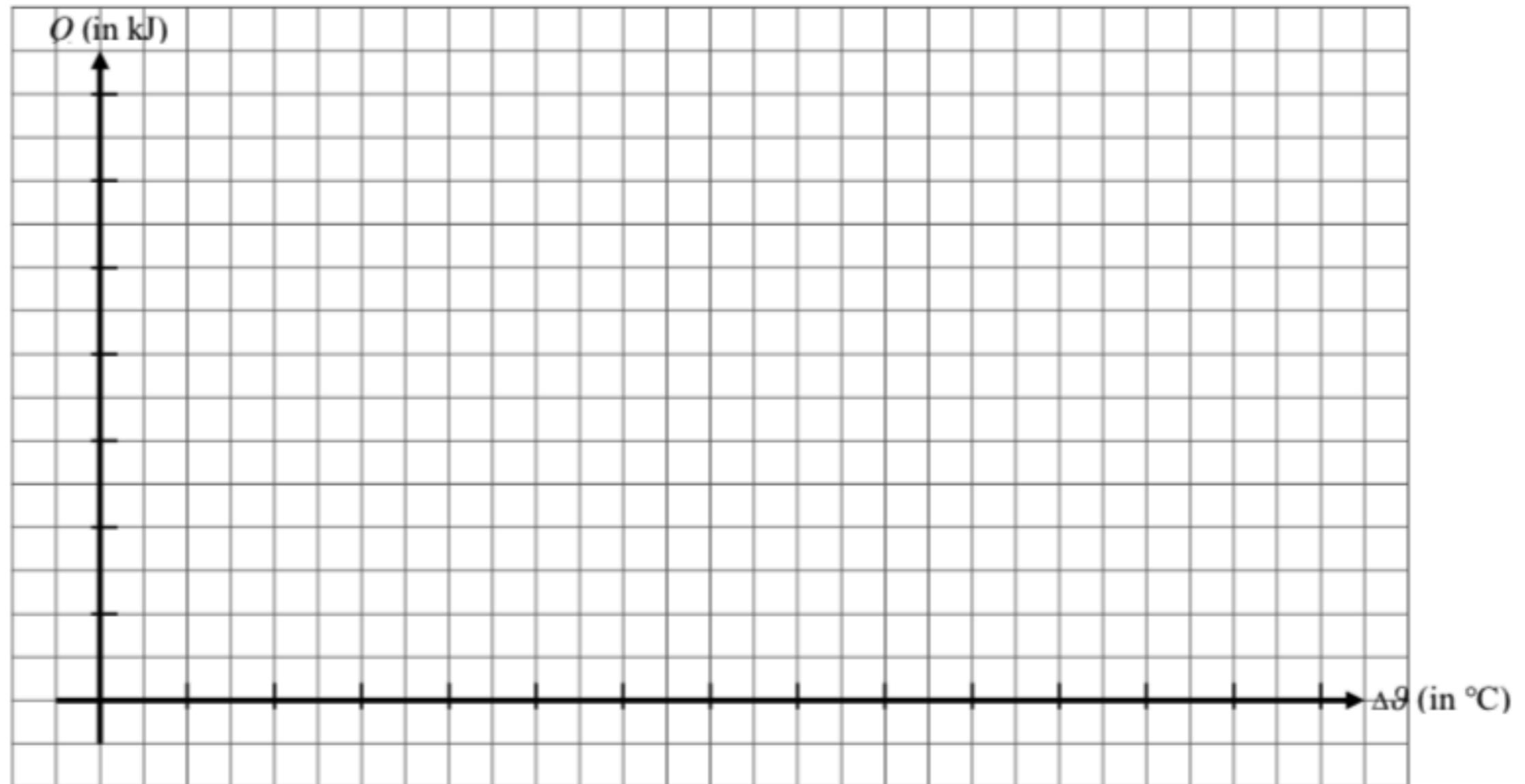
## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)



Wir finden also folgenden Sachverhalt:

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)



Wir finden also folgenden Sachverhalt:

$$Q \propto \Delta T$$

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Formel  $Q$ :

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Formel  $Q$ :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$m$  : Masse

$\Delta T$  : Temperaturänderung  $T_{\text{nachher}} - T_{\text{vorher}}$

$c$  : spezifische Wärmekapazität

Ist ein Mass dafür, welche Wärme  $Q$  man 1kg eines Stoffes zuführen muss, damit sich seine Temperatur um  $1^\circ\text{C}$  erhöht.  
Umgekehrt: Wie viel Wärmemenge 1kg eines Stoffes bei einer Temperaturerniedrigung von  $1^\circ\text{C}$  abgibt.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Gültigkeitsbereich von  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Gültigkeitsbereich von  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

- Der Körper darf während der Erwärmung bzw. Abkühlung keine weitere Wärme an die Umgebung abgeben oder aus ihr aufnehmen.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Gültigkeitsbereich von  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

- Der Körper darf während der Erwärmung bzw. Abkühlung keine weitere Wärme an die Umgebung abgeben oder aus ihr aufnehmen.
- Es dürfen keine Aggregatzustandsänderung auftreten.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

Gültigkeitsbereich von  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

- Der Körper darf während der Erwärmung bzw. Abkühlung keine weitere Wärme an die Umgebung abgeben oder aus ihr aufnehmen.
- Es dürfen keine Aggregatzustandsänderung auftreten.
- Die Temperaturänderung darf nicht zu gross sein, da auch die spezifische Wärmekapazität der Stoffe mit steigender Temperatur grösser wird.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.1 Temperaturänderung)

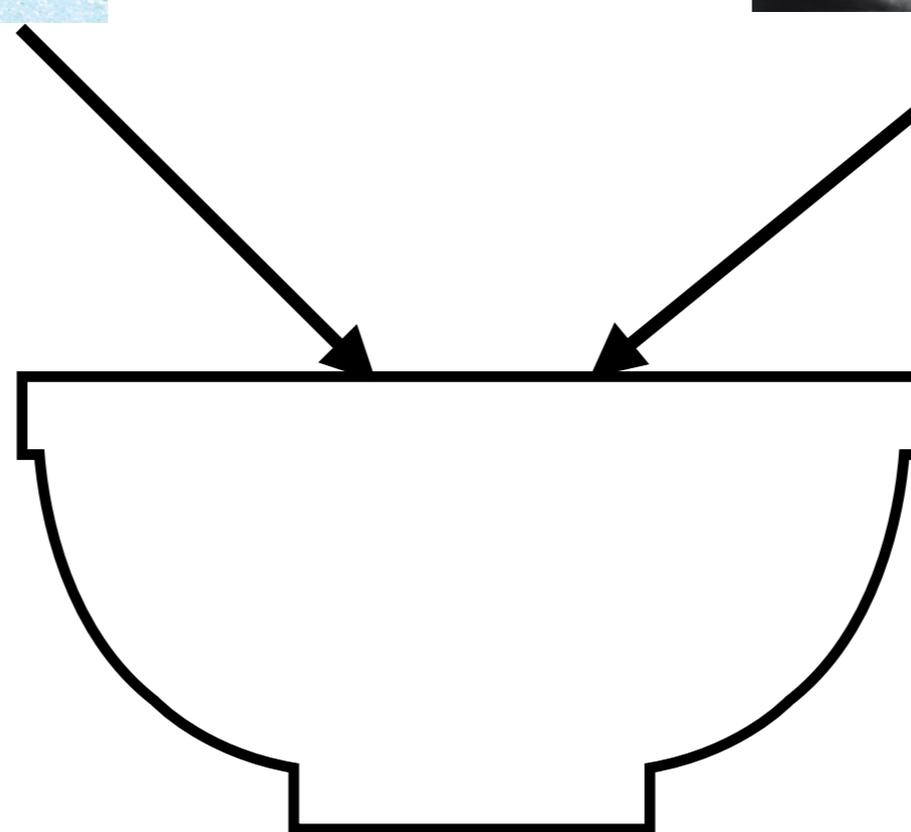
Lösen Sie die Aufgaben 13 - 21 im Skript auf Seite 27.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.2 Mischungsprobleme)

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.2 Mischungsprobleme)

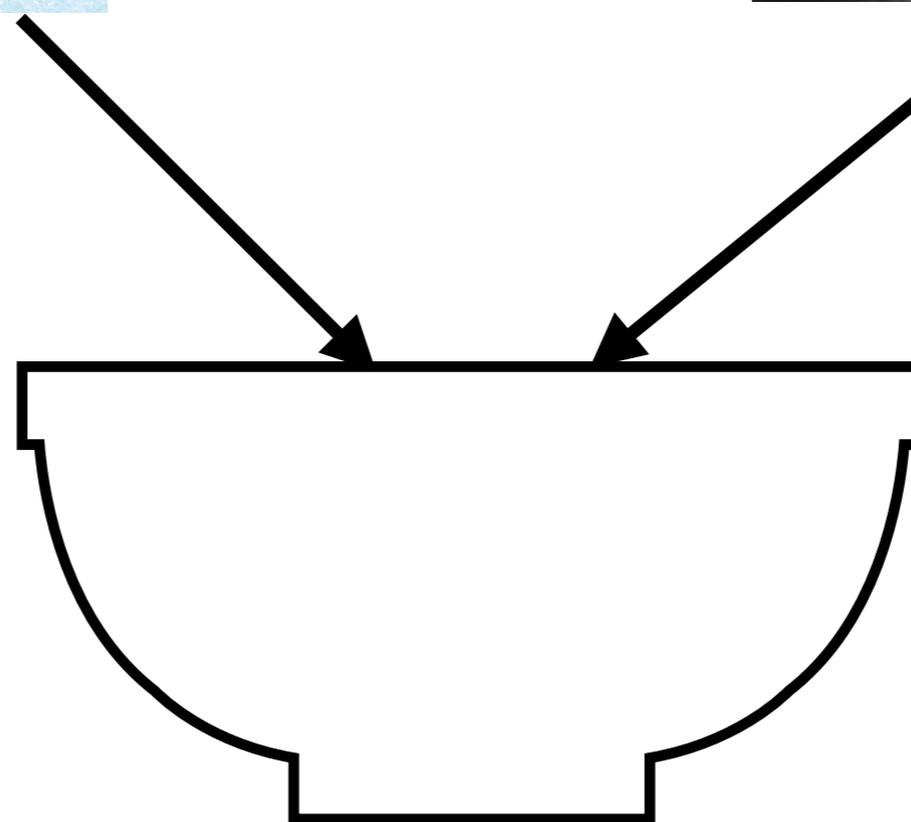


# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.2 Mischungsprobleme)



- Welche Flüssigkeit gibt Wärme ab?
- Welche Flüssigkeit nimmt Wärme auf?



Wenden Sie den Energieerhaltungssatz für das Mischungsproblem an! Wie sieht der aus?



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.2 Änderung der inneren Energie (4.2.2 Mischungsprobleme)

Lösen Sie das Beispiel 22 im Skript auf Seite 12.

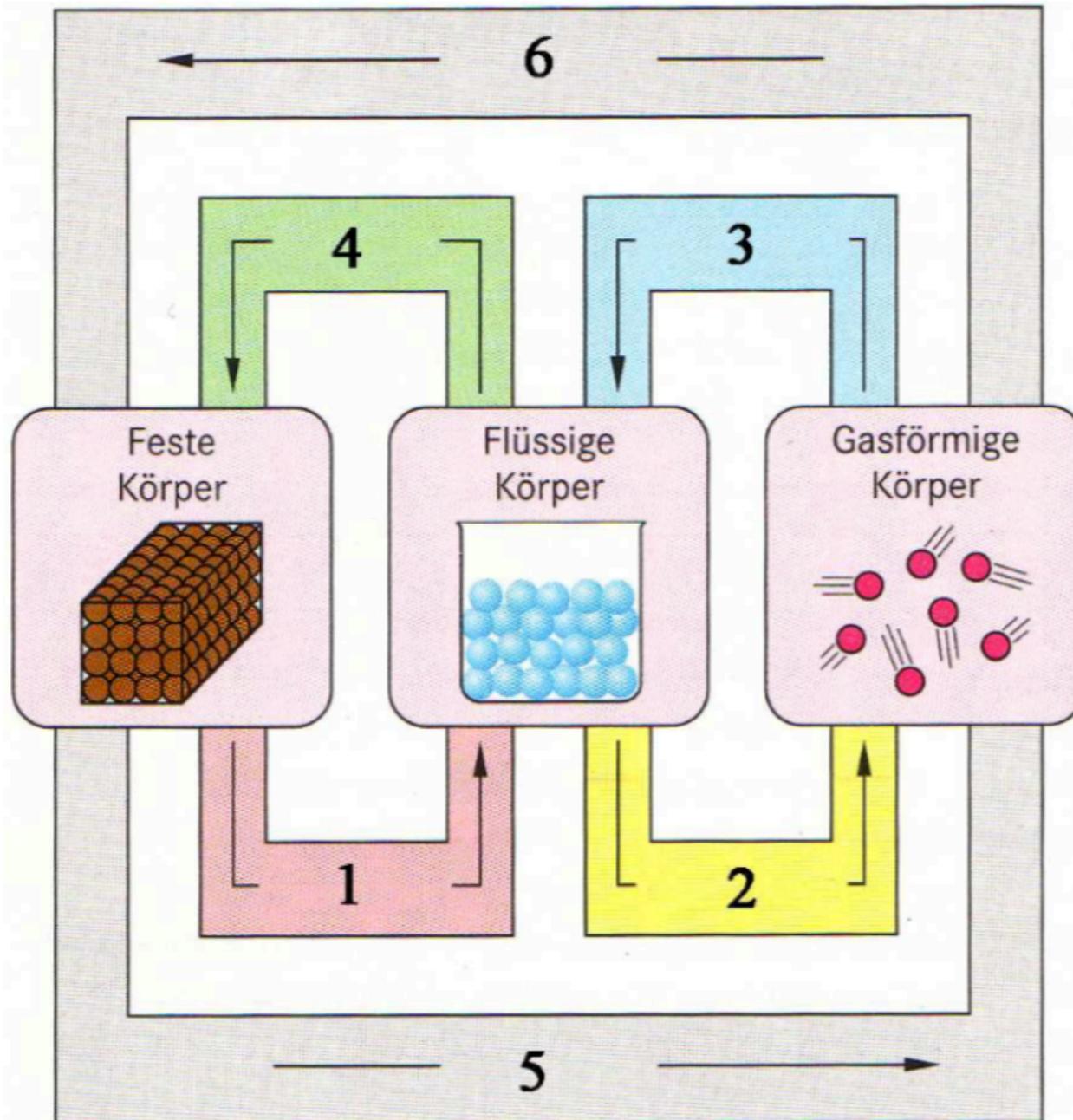
Lösen Sie die Aufgaben 22 - 26 im Skript auf Seite 27/28.

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

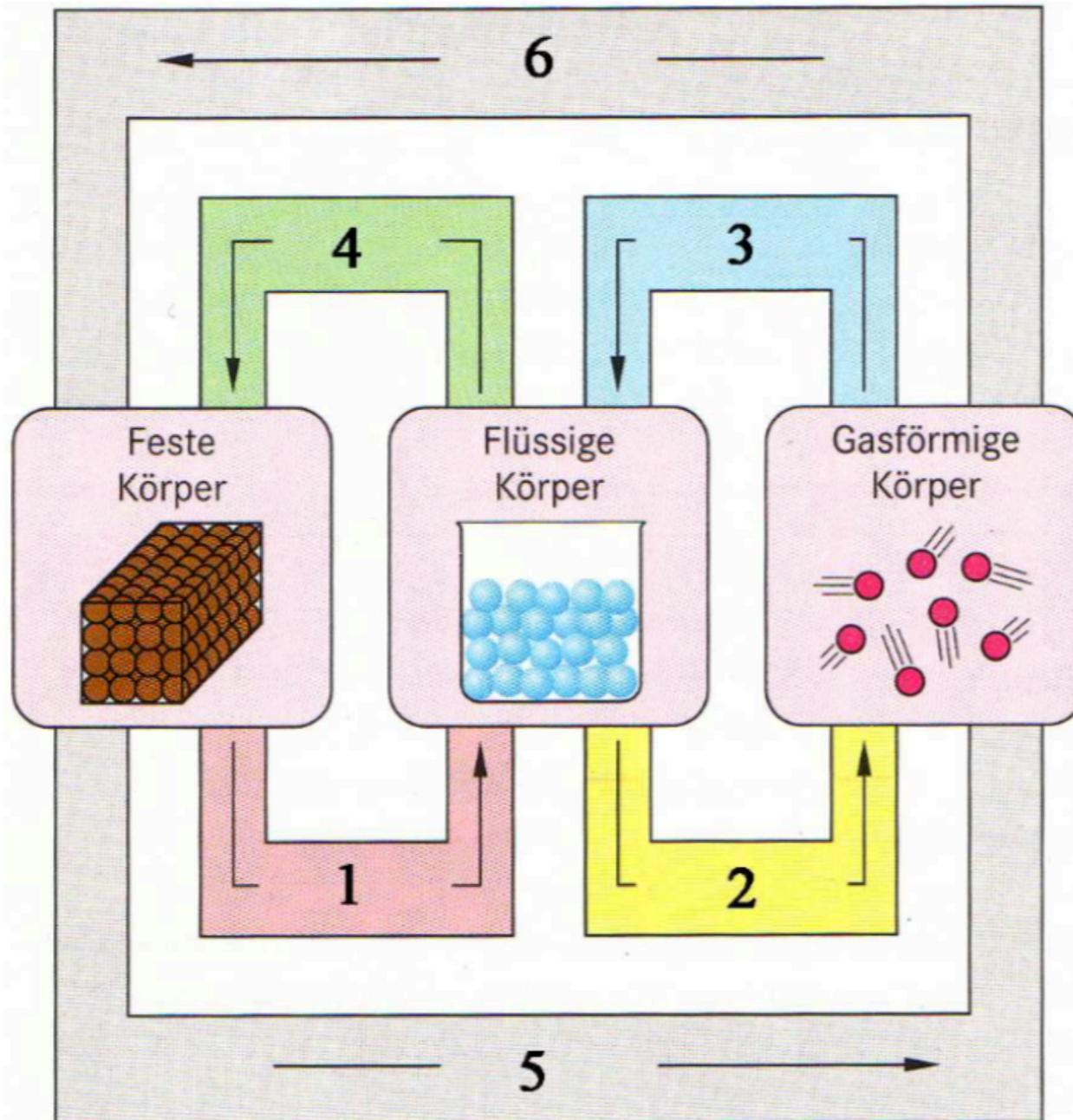


Benennen Sie die Änderung des Phasenzustandes!

- Übergang 1: .....
- Übergang 2: .....
- Übergang 3: .....
- Übergang 4: .....
- Übergang 5: .....
- Übergang 6: .....

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



Übergang 1: Schmelzen

Übergang 2: Verdampfen

Übergang 3: Kondensieren

Übergang 4: Erstarren

Übergang 5: Sublimation

Übergang 6: Resublimation

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Experiment: Vermischen von Eis mit warmen Wasser.

$m_{\text{Eis}} =$

$T_{\text{Eis}} =$

$m_{\text{Wasser}} =$

$T_{\text{Wasser}} =$

Wie gross ist die Mischtemperatur?

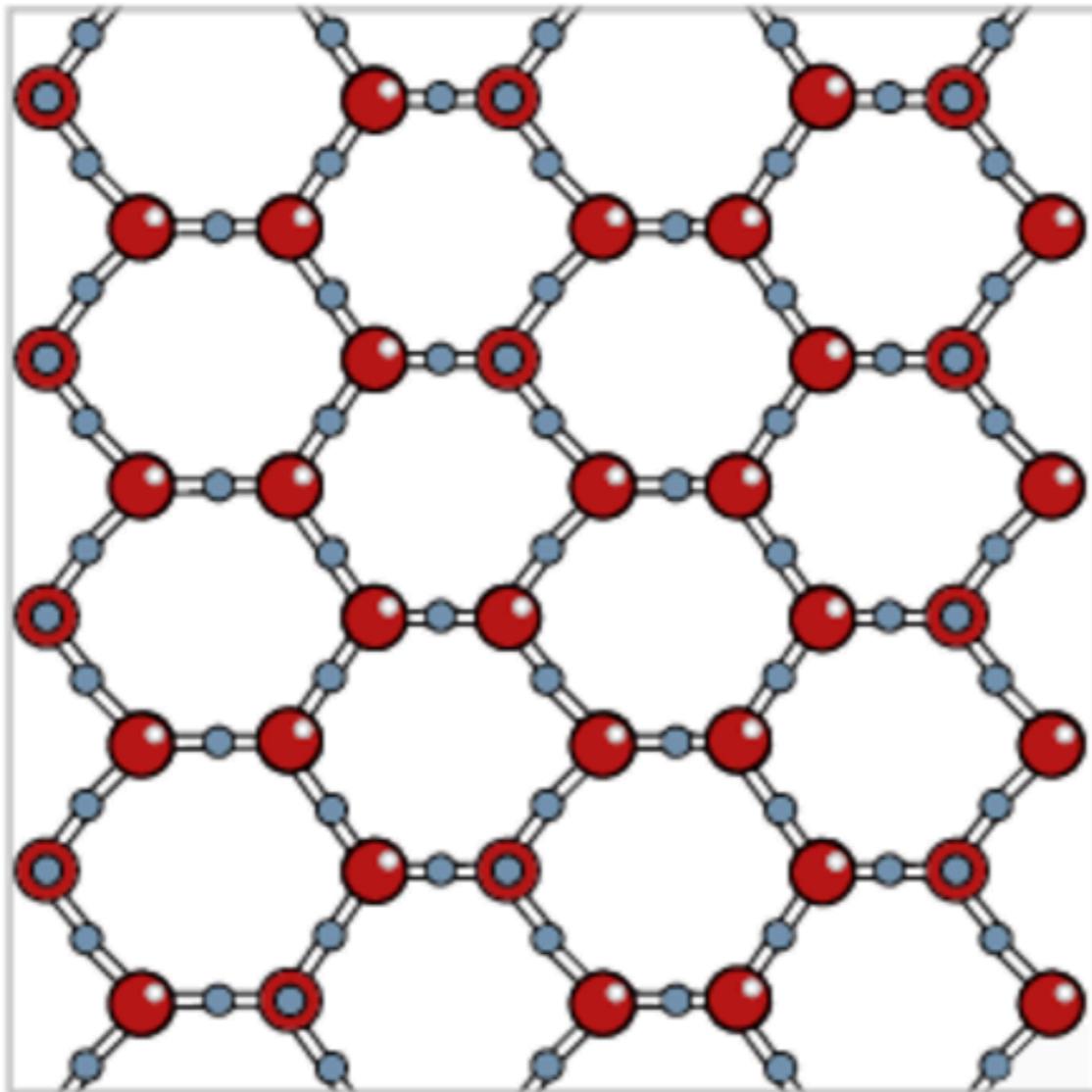
# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

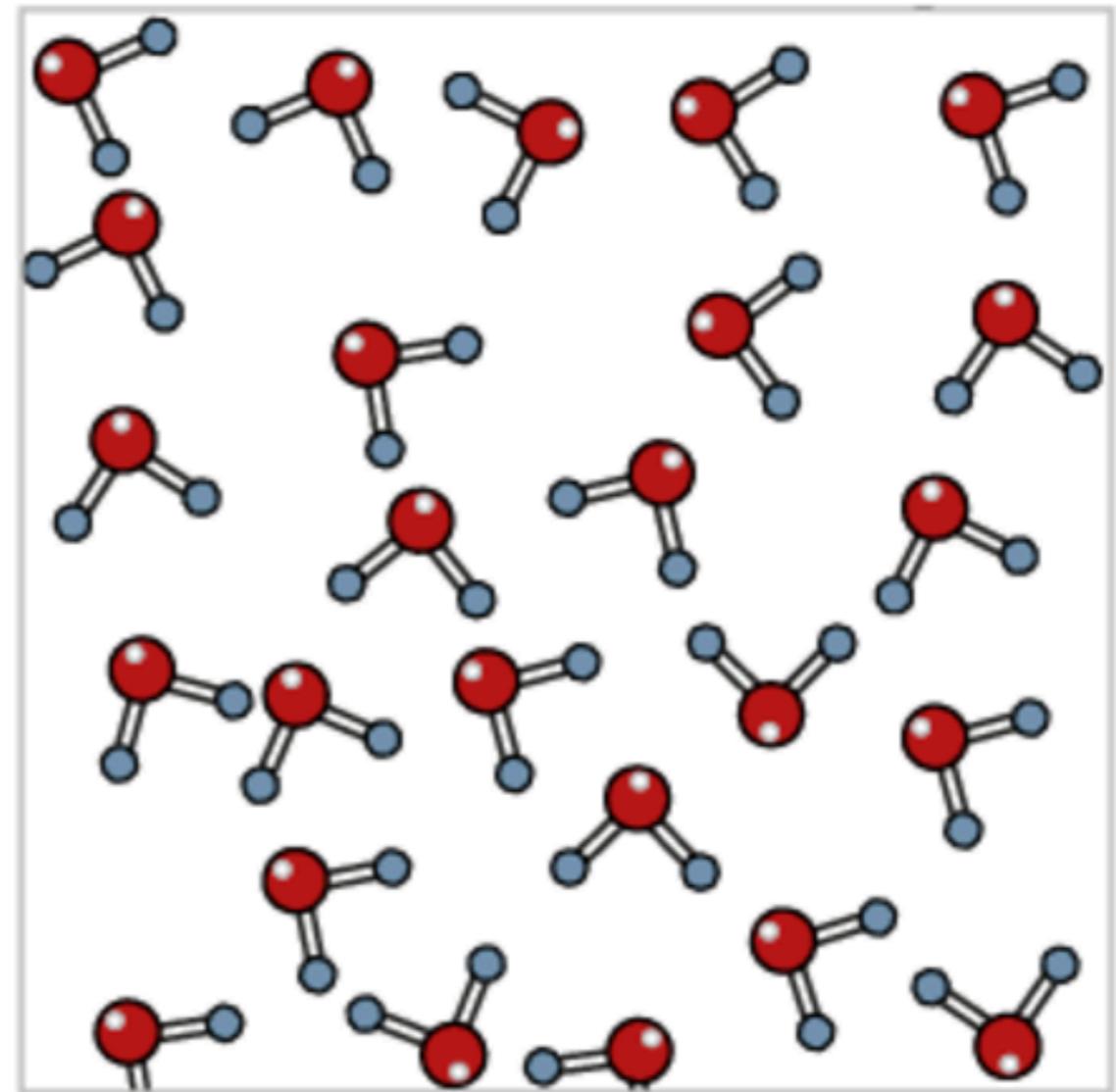


# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



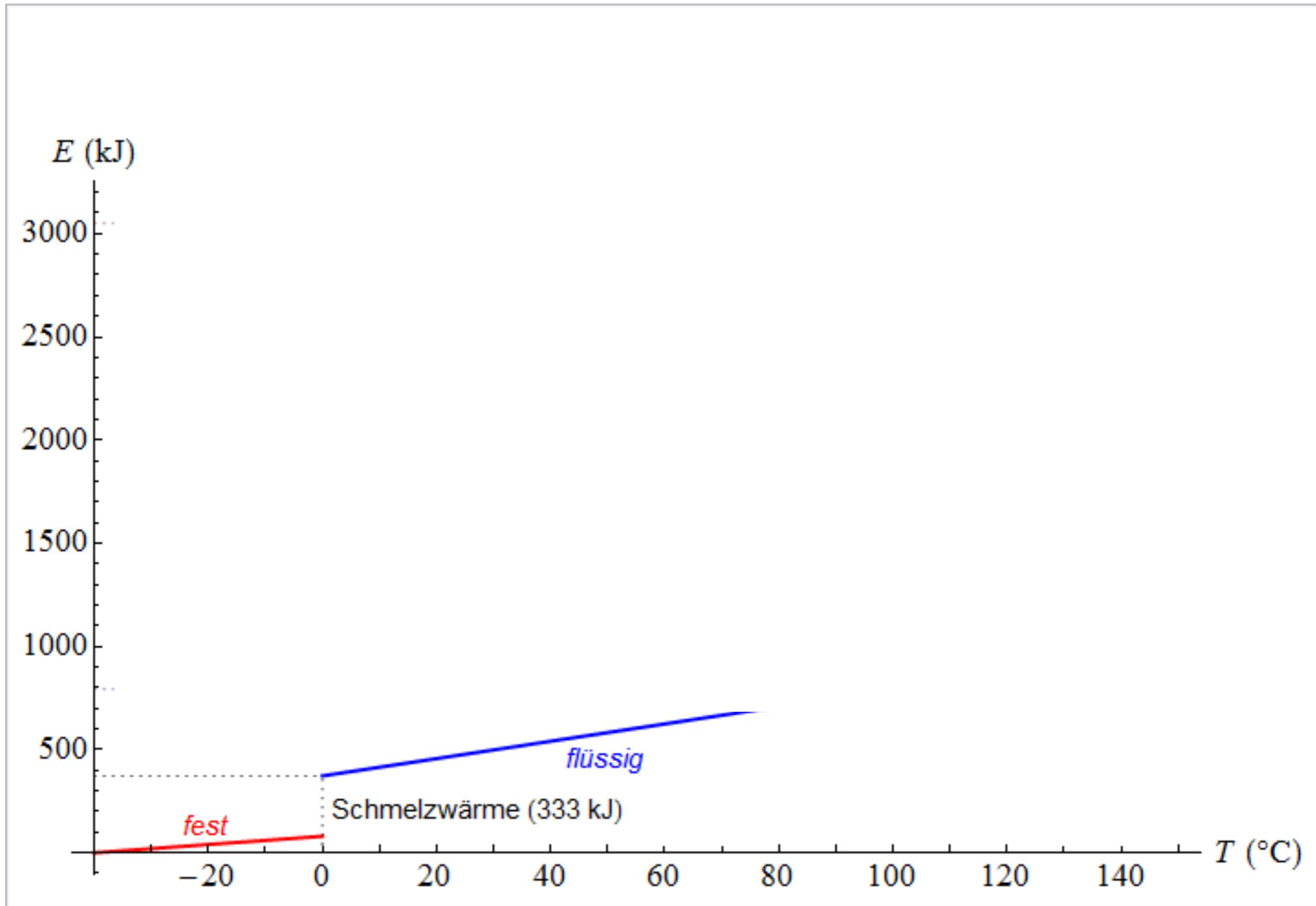
fest



flüssig

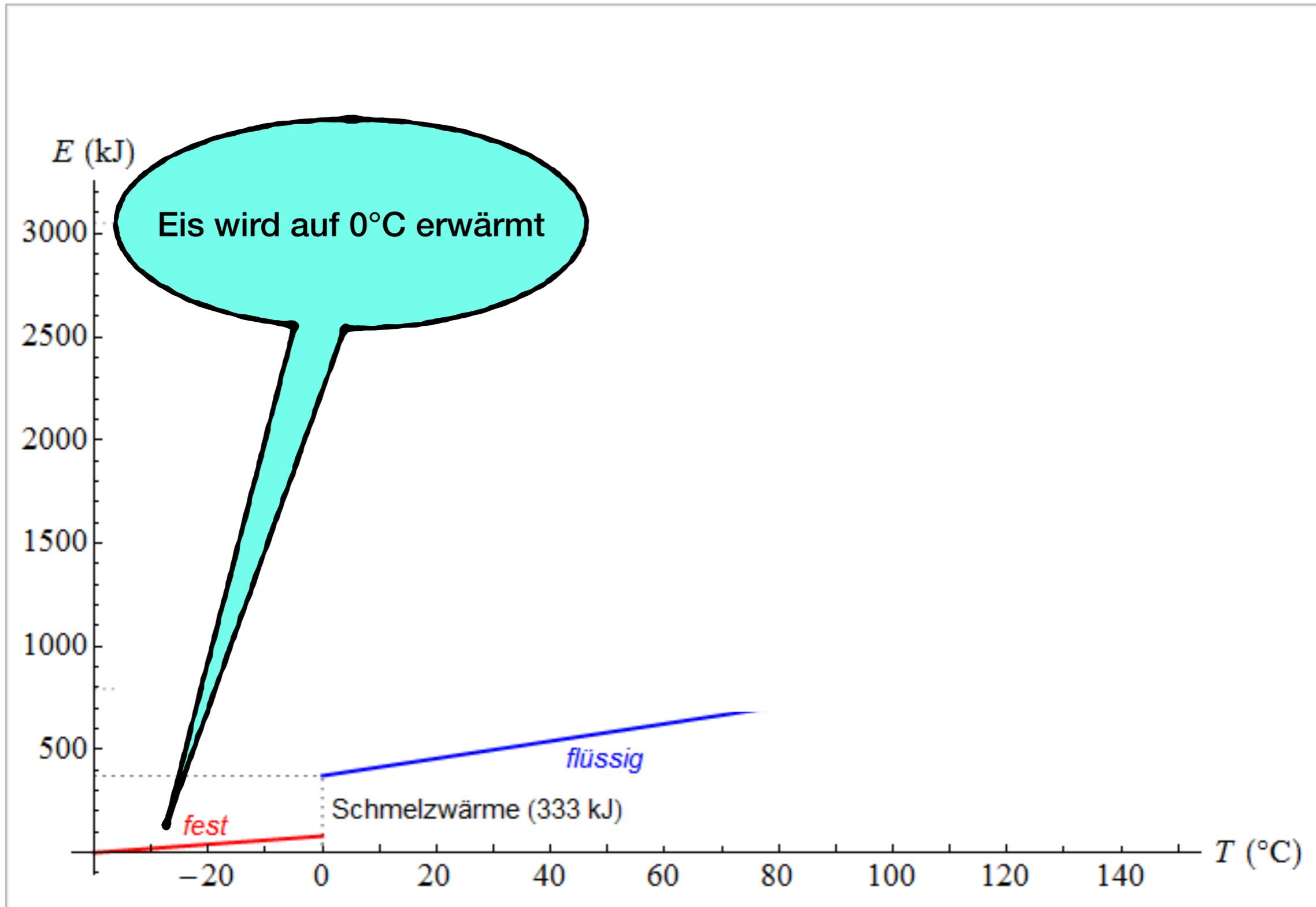
# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



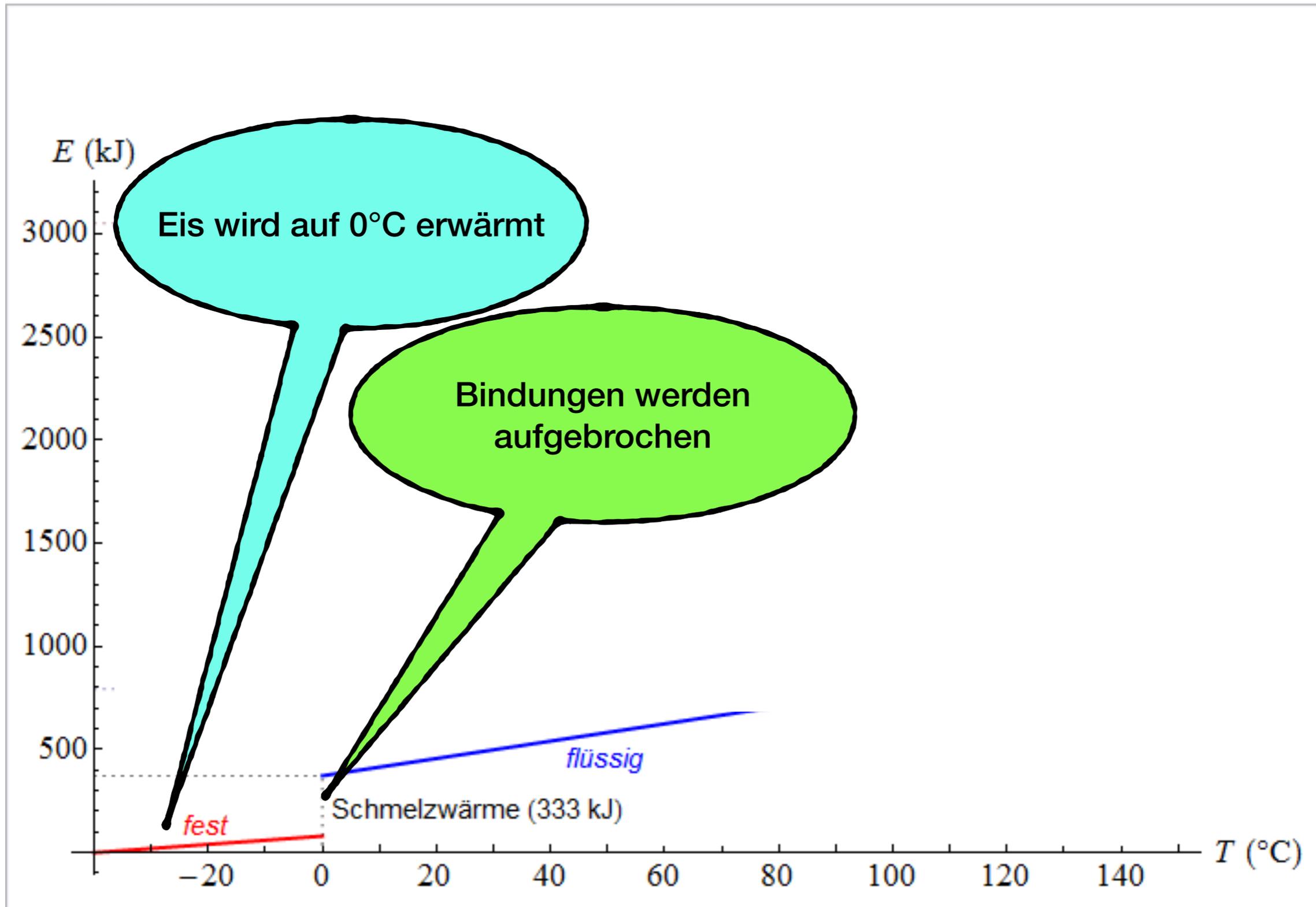
# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



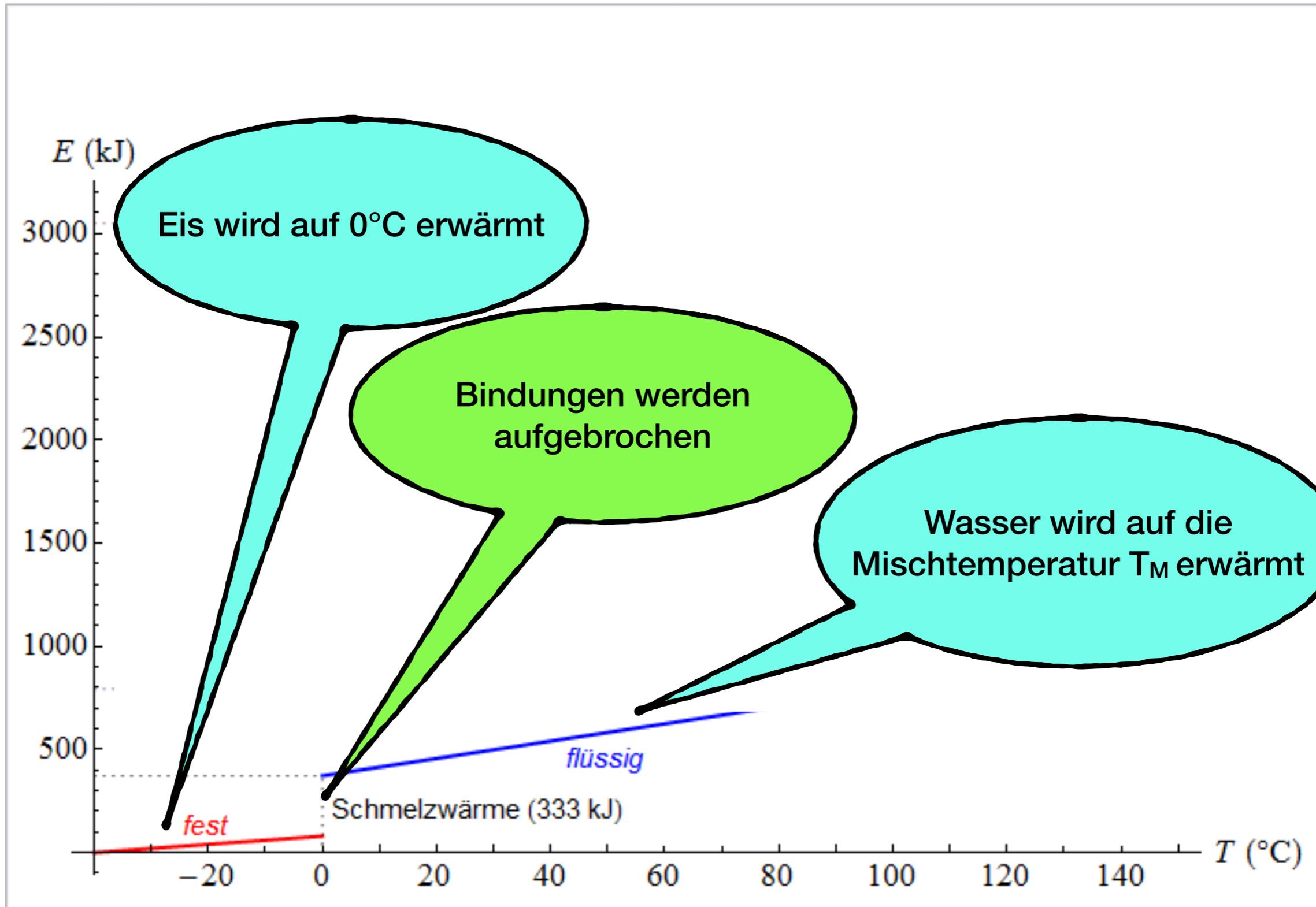
# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Definition spezifische Schmelzwärme  $L_S$ :

Spezifische Schmelzwärme  $L_S$ : Die spezifische Schmelzwärme bezeichnet die Menge Energie, die zum Schmelzen eines Stoffes benötigt wird bezogen auf die Masse.

Formel Schmelz-/Erstarrungswärme:

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Definition spezifische Schmelzwärme  $L_S$ :

Spezifische Schmelzwärme  $L_S$ : Die spezifische Schmelzwärme bezeichnet die Menge Energie, die zum Schmelzen eines Stoffes benötigt wird bezogen auf die Masse.

Formel Schmelz-/Erstarrungswärme:

$$Q = m \cdot L_f$$

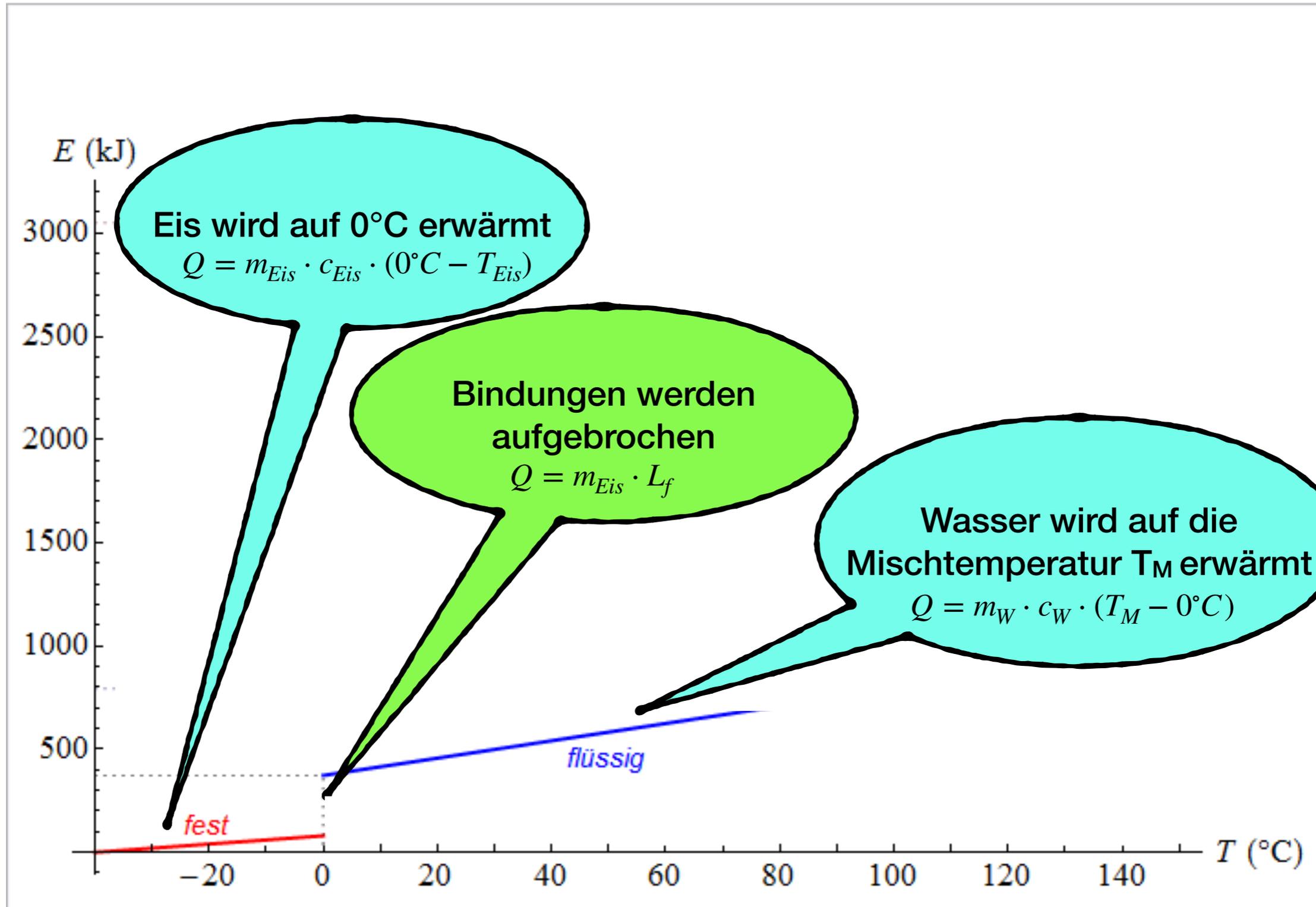
Q = Wärme [J]

m = Masse [kg]

$L_f$  = spezifische Schmelzwärme [J/kg]

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

### 7.3 Wärme

#### Thermische Daten fester Stoffe

$\alpha$ : Längenausdehnungskoeffizient  
 $c$ : Spezifische Wärmekapazität

$\vartheta_f$ : Schmelzpunkt  
 $L_f$ : Spezifische Schmelzwärme

Stoff	$\alpha$ $10^{-6} \frac{1}{K}$	$c$ $\frac{J}{kg \cdot K}$	$\vartheta_f$ $^{\circ}C$	$L_f$ $10^5 \frac{J}{Kg}$
Aluminium	23.8	896	660.1	3.97
Blei	31.3	129	327.4	0.23
Diamant	1.18	510	3820	1.05
Eis (0 °C)	37	2100	0	3.338
Eisen (rein)	12	450	1535	2.77
Fensterglas (typisch)	8.5	800		
Glaskeramik (typisch)	0±0.1	800		
Gold	14.3	129	1063.0	0.64
Gusseisen	10	540	1200	1.3
Stahl ( 1% C)	11	452	1450	
Kupfer	16.8	383	1083	2.05
Messing	18	380	905	1.6
Nickel	12.8	448	1453	3.03
Platin	9.0	133	1769.3	1.11
Quarzglas	0.55	710	1610	
Silber	19.7	235	960.8	1.045
Wolfram	4.3	134	3380	1.92
Zink	26.3	385	419.5	1.11
Zinn	27	227	231.9	0.596

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Experiment: Vermischen von Eis mit warmen Wasser.

$m_{\text{Eis}} =$

$T_{\text{Eis}} =$

$m_{\text{Wasser}} =$

$T_{\text{Wasser}} =$

Wie gross ist die Mischtemperatur?

# 4. Spezifische Wärmen

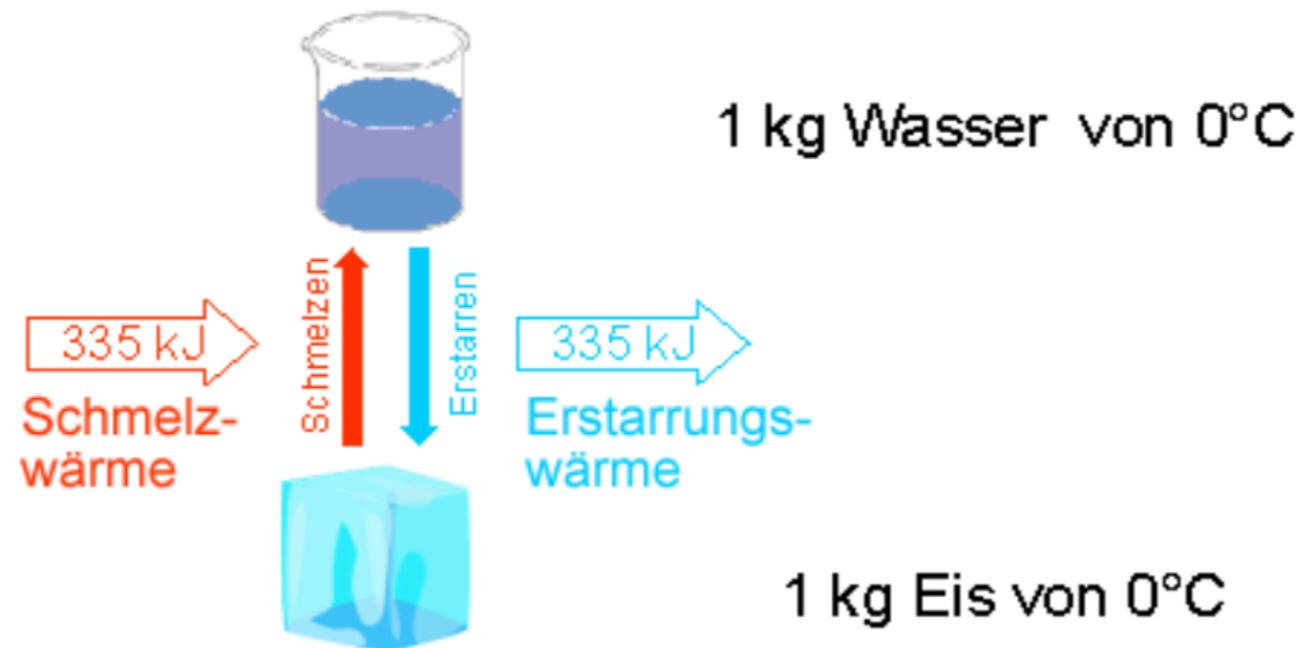
## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



1 kg Eis von 0°C

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



1 kg Wasserdampf von 100°C



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

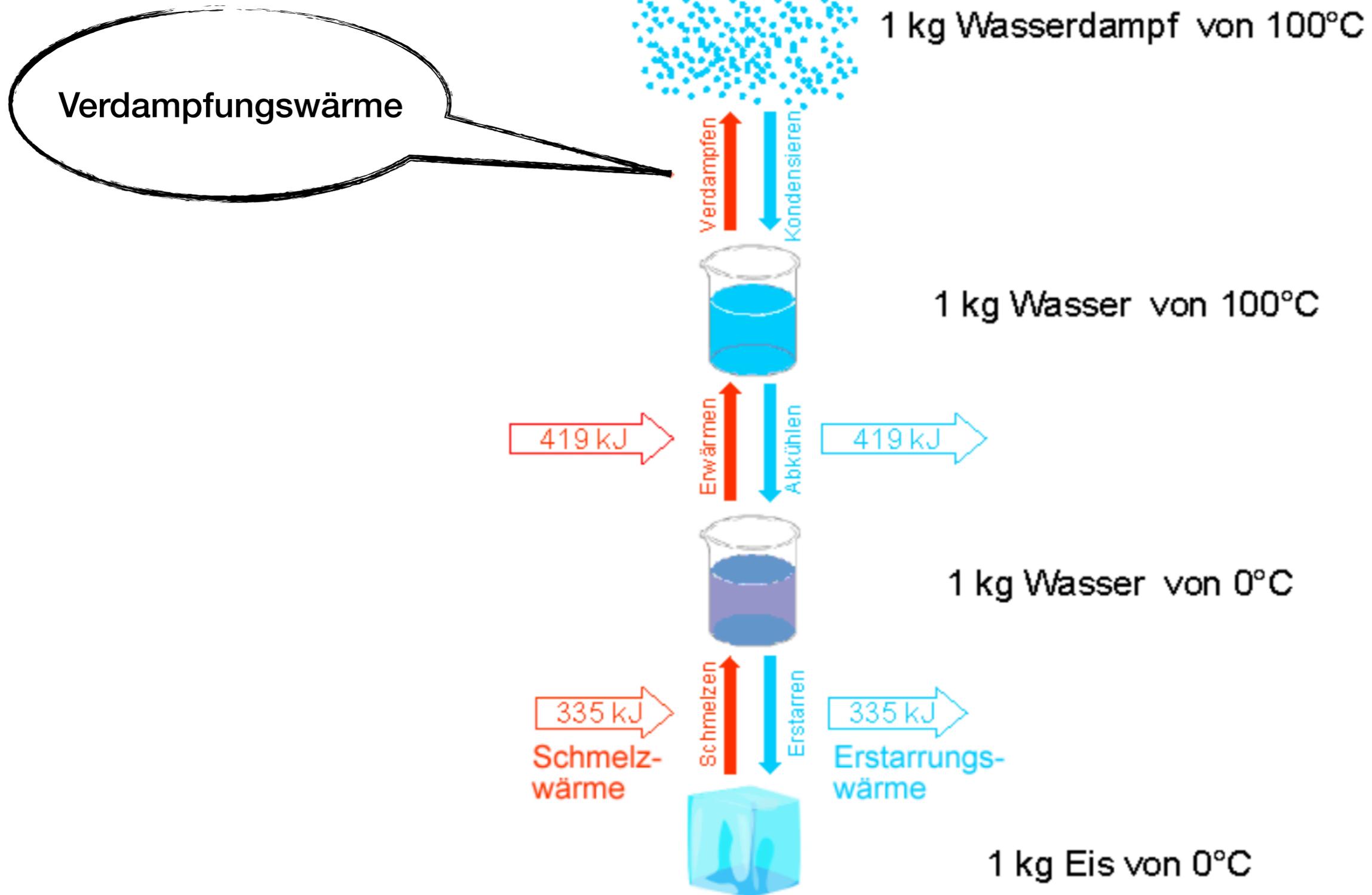


1 kg Wasserdampf von 100°C



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Definition spezifische Verdampfungswärme  $L_V$ :

Spezifische Verdampfungswärme  $L_V$ : Die spezifische Verdampfungswärme bezeichnet man die zur Verdampfung einer Flüssigkeit notwendige Wärmeenergie pro Kilogramm des Stoffes.

Formel Verdampfungs-/Kondensationswärme:

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Definition spezifische Verdampfungswärme  $L_V$ :

Spezifische Verdampfungswärme  $L_V$ : Die spezifische Verdampfungswärme bezeichnet man die zur Verdampfung einer Flüssigkeit notwendige Wärmeenergie pro Kilogramm des Stoffes.

Formel Verdampfungs-/Kondensationswärme:

$$Q = m \cdot L_V$$

Q = Wärme [J]

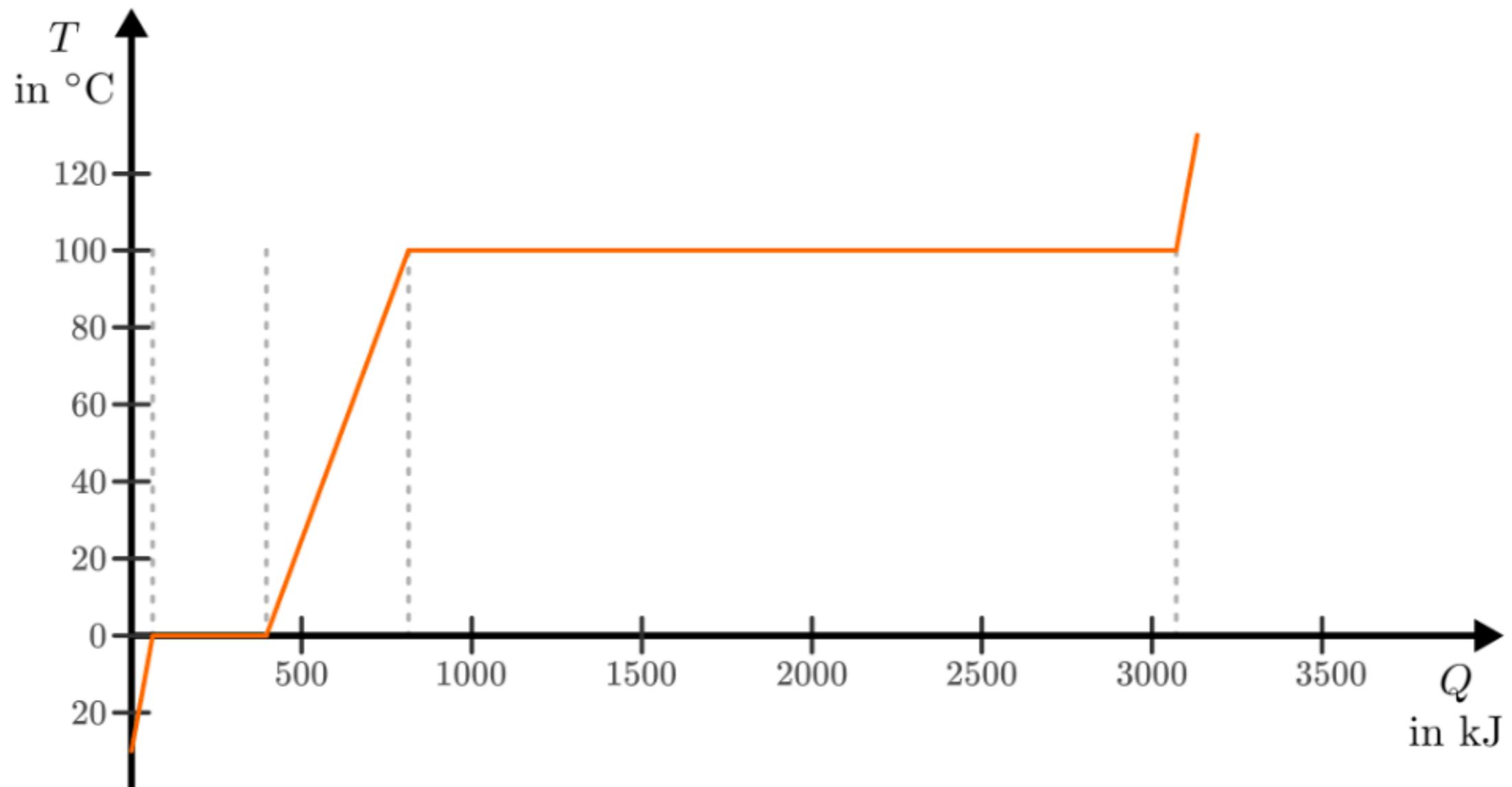
m = Masse [kg]

$L_V$  = spezifische Verdampfungswärme [J/kg]

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Erwärmung von 1kg Wasser von  $-30^{\circ}\text{C}$  (Eis) bis  $+130^{\circ}\text{C}$  (Wasserdampf)



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

1. Berechnen Sie wie viel Wärmeenergie Sie benötigen um 100g Wasser von  $T = 30^{\circ}\text{C}$  zum Sieden zu bringen und anschliessend ganz zu verdampfen?
2. Ein Mensch kann in trockener Luft Temperaturen von bis zu  $60^{\circ}\text{C}$  ertragen, ohne dabei Schaden zu nehmen. In Wasser bei gleicher Temperatur würde der Mensch Verbrennungen davon tragen.  
Erklären Sie diesen Sachverhalt physikalisch!

# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Lösen Sie das Beispiel 23 im Skript auf Seite 14.



# 4. Spezifische Wärmen

## 4.3 Aggregatzustandsänderung und latente Wärme

Lösen Sie die Aufgaben 27 - 31 im Skript auf Seite 28.