

# Einführung in die Thermodynamik

## Am Beispiel der Neutralisationsreaktion



LNCU.de  
ID 39920  
CC-BY-SA 4.0  
Online abrufen

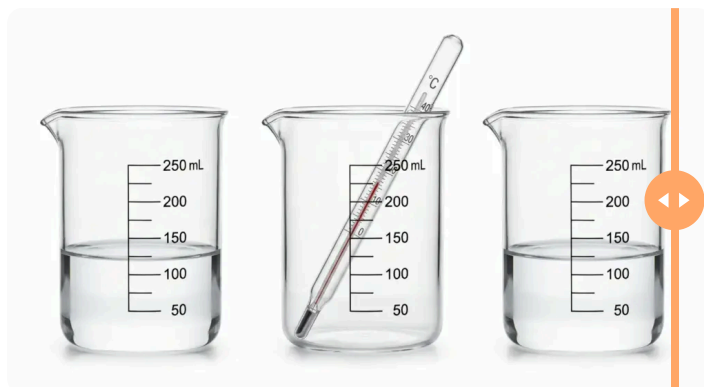


Chemische Reaktionen sind neben einer Stoffumwandlung auch mit einer Energieumwandlung verbunden.

Korrekt. Bei einem **Lagerfeuer** zum Beispiel wird die in chemischer Form gespeicherte Energie in Licht- und Wärmeenergie umgewandelt.



Lasst uns diese Gedanken einmal am Beispiel der **Neutralisationsreaktion** vertiefen!



**Abb. 1:** Konzentrierte **Salzsäure** (links) und konzentrierte **Natronlauge** (rechts) werden in der Mitte vereinigt. Dabei wird die Temperatur gemessen. <sup>1</sup>

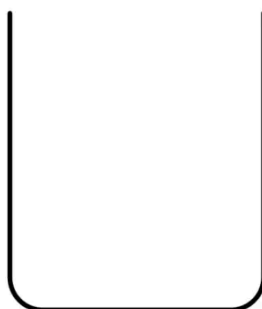
### Aufgaben

- 1 **Entwickeln** und **skizzieren** Sie am Beispiel der **Neutralisationsreaktion** ein Schaubild, welches den Zusammenhang zwischen den **orange markierten Begriffen** in **M2** – **M5** zeigt. Beginnen Sie ihr Schaubild nach der Vorlage in **M1**. ⌚ 25 Min
- 2 **Entwickeln** Sie einen experimentellen Ansatz, mit dem die Reaktionswärme bei einer Neutralisationsreaktion möglichst exakt bestimmt werden kann. ⌚ 5 Min

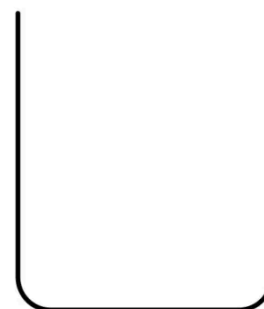
### M1 Vorlage



Nutze das Bild in **Abb. 2** als Startvorlage für das Schaubild!



Zustand 1



Zustand 2

**Abb. 2:** Startvorlage zur Entwicklung des Schaubildes. <sup>2</sup>

### M2 Systeme & Umgebung

## Offenes System

In einem **offenen System** kann ein Stoff- und Energieaustausch mit der **Umgebung** stattfinden. Der Druck im System ist stets identisch mit dem Druck der Umgebung (= Atmosphärendruck).

## Geschlossenes System

In einem **geschlossenen System** kann nur ein Energieaustausch mit der **Umgebung** stattfinden. Der Druck kann sich während einer Reaktion ändern, beispielsweise wenn Gase entstehen oder verbraucht werden.

## Isoliertes System

In einem **isolierten System** findet weder ein Stoff- noch ein Energieaustausch mit der **Umgebung** statt. Der Druck kann sich während einer Reaktion ändern, beispielsweise wenn Gase entstehen oder verbraucht werden.

## M3 Zustands- & Prozessgrößen

### Zustandsgrößen

Beschreiben den aktuellen Zustand eines Systems, zum Beispiel:

Druck

Masse

Volumen

Eine wichtige Zustandsgröße ist die gesamte im System enthaltene Energie, auch **innere Energie U** genannt. Die hat die Einheit Kilojoule (kJ) und setzt sich u.a. aus folgenden Energiebeiträgen zusammen:

Bewegung der Teilchen

Chemische Bindungen bzw. Wechselwirkungen



Die innere Energie eines Systems ist nicht direkt messbar, sondern nur indirekt über **Prozessgrößen**.

### Prozessgrößen

Die **innere Energie U** eines Systems ist nicht direkt messbar. Indirekt messbar ist hingegen die Veränderung der inneren Energie zwischen zwei Zeitpunkten, z.B. vor und nach einer chemischen Reaktion. Diese Veränderung entspricht dem Energieaustausch des Systems mit seiner Umgebung. Sie wird über **Prozessgrößen** beschrieben. Man unterscheidet zwischen:

Wärme Q

Energieübertragung, die zu einer zufälligen, ungeordneten Teilchenbewegung führt.

Arbeit W

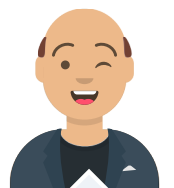
Energieübertragung, die eine gerichtete Bewegung erzeugt.



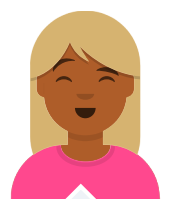
Prozessgrößen beschreiben also den **Weg** auf dem sich ein System von einem Zustand in einen anderen Zustand verändert.

## M4 Erster Hauptsatz der Thermodynamik

**E**nergie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie wird lediglich in eine andere Energieform umgewandelt. Das bedeutet, dass die Gesamtenergie eines Systems mit seiner Umgebung konstant bleibt!



Für **geschlossene Systeme** bedeutet das, dass die Summe der mit der Umgebung ausgetauschten Energie der Änderung der inneren Energie des Systems entspricht.



Für ein **offenes System** bedeutet das, dass auch die mit dem Stoffaustausch verbundene zu- oder abgeführte Energie betrachtet werden muss.

## M5 Reaktionsenergie und -wärme

Die Änderung der inneren Energie bei einer chemischen Reaktion wird als **Reaktionsenergie  $\Delta_r U$**  (Einheit Kilojoule, kJ) bezeichnet. Der bei einer chemischen Reaktion auftretende Betrag an Wärme wird als **Reaktionswärme  $Q_r$**  (Einheit Kilojoule, kJ) bezeichnet.

### EXOTHERME REAKTIONEN

Überträgt ein System im Verlauf einer chemischen Reaktion einen Teil seiner inneren Energie in Form von Wärme **an die Umgebung**, bezeichnet man dies als **exotherme Reaktion**. Hierbei ist die innere Energie des Systems nach der Reaktion geringer als vorher. Wenn bei einer chemischen Reaktion nur die Prozessgröße Wärme eine Rolle spielt, gilt:

1 Reaktionswärme bei exothermen Reaktionen

$$Q_{r,V} = U_{\text{nach}} - U_{\text{vor}} = \Delta_r U < 0$$

### ENDOTHERME REAKTIONEN

Wird im Verlauf einer chemischen Reaktion Energie in Form von Wärme **aus der Umgebung** an das System übertragen, bezeichnet man dies als **endotherme Reaktion**. Hierbei ist die innere Energie des Systems nach der Reaktion größer als vorher:

2 Reaktionswärme bei endothermen Reaktionen

$$Q_{r,V} = U_{\text{nach}} - U_{\text{vor}} = \Delta_r U > 0$$



Das **V** in  $Q_{r,V}$  bedeutet, dass dies nur für Prozesse bei konstantem Volumen gilt. Wir klären noch gemeinsam, was das bedeutet.

## Einzelnachweise

- 1 David Weninger, 2026, Bilder KI-generiert mit Nano Banana 2 von Google Gemini
- 2 David Weninger, 2026