



**MEHR
ERFAHREN**

TRAINING

Realschule

Physik 9. Klasse

Für alle Wahlpflichtfächergruppen

STARK

Inhalt

Vorwort

Wärmelehre

1	Wärme, Arbeit und innere Energie	1
2	Temperatur und Temperaturmessgeräte	6
3	Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung	12
4	Längenänderung von Festkörpern*	20
5	Volumenausdehnung von Festkörpern und Flüssigkeiten*	23
6	Die Dichteanomalien des Wassers	27
7	Die allgemeine Gasgleichung*	30
8	Das Erwärmungsgesetz	35
9	Die Leistung einer Wärmequelle	38
10	Die Mischungstemperatur	41
11	Verdampfen, Sieden und Verdunsten*	45
12	Volumenarbeit, Dampfturbine und Ottomotor	49

Elektrizitätslehre

13	Der Magnetismus	53
14	Elektrische Ladungen	59
15	Elektrisches Feld, Influenz und Polarisierung	68
16	Elektrischer Strom und Stromkreis	73
17	Leiter und Nichtleiter, elektrische Stromstärke	81
18	Das Magnetfeld stromdurchflossener Leiter	87
19	Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld	90
20	Elektrische Energie und Arbeit	95
21	Die elektrische Spannung	99
22	Die elektrische Leistung	102
23	Die Elektrizitätsleitung im Vakuum*	105

* Diese Teilkapitel sind für dich nur wichtig, wenn du in der Wahlpflichtfächergruppe I bist. Ansonsten kannst du diese Teilkapitel auslassen.

Lösungen	107
-----------------------	-----

Anhang

1 Grundwissen Klasse 7 und 8	163
2 Stichwortverzeichnis	168

Autor: Lorenz K. Schröfl

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

der gesamte **Lernstoff der 9. Klasse Realschule** in allen Wahlpflichtfächergruppen (I, II und III a/b) ist in diesem Buch enthalten. Mit dem Buch kannst du dich auf Leistungsnachweise in der Schule vorzubereiten, dein Können zu festigen und Wissenslücken zu schließen.

Das Übungsbuch ist folgendermaßen aufgebaut, sodass ein **selbstständiges Arbeiten** einfach möglich ist:

- In den Theoriekapiteln werden **alle Themen des Lehrplans** erklärt und verständlich dargestellt.
- In den **Merkkästen** wird das Wichtigste knapp und einprägsam zusammengefasst.
- Anhand von **Beispielen** und deren Lösung wird der Stoff veranschaulicht und dargestellt. Hier kannst du sehen, wie das Gelernte häufig abgefragt wird. Auch die Herangehensweise an Aufgaben wird ausführlich aufgezeigt.
- Zahlreiche **Übungsaufgaben** zu jedem Kapitel bieten dir die Möglichkeit, den Unterrichtsstoff selbst einzuüben. Damit kannst du testen, ob du den gelernten Stoff anwenden kannst.
- Zu jeder Aufgabe gibt es am Ende des Buchs eine **ausführlich vorgerechnete Lösung**. Damit kannst du überprüfen, ob deine Lösung richtig ist.
- Im Anhang ist das **Grundwissen aus Klasse 7 und 8** zusammengefasst. Hier kannst du als erstes nachschauen, wenn du von den letzten Schuljahren etwas nicht mehr weißt. Das **Stichwortverzeichnis** hilft dir, bestimmte physikalische Begriffe im Buch zu finden.

Ich wünsche dir gute Fortschritte beim Arbeiten mit diesem Buch und viel Erfolg in der Physik.



Lorenz K. Schröfl

Wärmelehre

1 Wärme, Arbeit und innere Energie

Du hast einen Schneemann gebaut und deine Hände sind kalt. Welche Möglichkeiten hast du, deren Temperatur zu erhöhen?

Du kannst beispielsweise deine Hände aneinanderreiben, sie mit einem Heizkörper in Berührung bringen oder zu einem Kaminfeuer ausstrecken.



Es gibt zwei Möglichkeiten für die **Energiezufuhr** zu einem Körper:

- Zufuhr von **Wärme Q** oder **W_{th}**
z. B. Kontakt mit einem Körper höherer Temperatur, Bestrahlung
- Verrichten von **Arbeit W**
z. B. Reibungsarbeit, Verdichtungsarbeit, Verformungsarbeit

Einheit: $[Q] = [W_{th}] = 1 \text{ J}$; $[W] = 1 \text{ J}$ (Joule)

In der Physik versteht man unter dem Begriff Wärme einen Energiebetrag, der von einem Körper auf einen anderen übergeht. Durch die Wärme wird also ein Vorgang der Energieübertragung beschrieben. Die Wärme ist eine **Prozessgröße**. Auch der umgekehrte Vorgang ist möglich: Der Körper kann Energie abgeben. Das ist durch Abgabe von Wärme (an einen Körper niedrigerer Temperatur) bzw. Verrichten von Arbeit (z. B. Ausdehnungsarbeit eines Gases) möglich. Achte bei der Verwendung des Begriffs Wärme darauf, dass der physikalische Sinn erfüllt ist. Die Bedeutung des Begriffs Wärme im alltäglichen Sprachgebrauch deckt sich hiermit oft nicht.

Beispiele

1. Nenne ein Beispiel, bei dem Reibungsarbeit verrichtet wird.

Lösung:

Hände reiben, Bremsen, Sägen, Bohren, Feuerreiben

2. Gib ein Beispiel an, beim dem Verdichtungsarbeit verrichtet wird:

Lösung:

Verdichtungstakt des Verbrennungsmotors, Luftpumpe, Feuerpumpe

3. Nenne ein Beispiel, bei dem Wärme durch den Kontakt mit Körpern höherer Temperatur übertragen wird.

Lösung:

Hände an Tasse wärmen, Kochen, Wärmflasche

4. Gib ein Beispiel für Wärmestrahlung an.

Lösung:

Kamin, Lagerfeuer, Sonnenbad, Heizstrahler



Durch Wärme bzw. Verrichten von Arbeit kann man den Händen Energie zuführen. Jetzt stellt sich die nächste Frage: Auf welche Weise ist die zugeführte Energie in den Händen gespeichert?

Die **innere Energie U** eines Körpers ist die gesamte Energie, die in der **Bewegung der Teilchen** und in den **Abständen der Teilchen zueinander** gespeichert ist. Sie entspricht der Summe von der **mittleren kinetischen Energie** aller Teilchen und der **mittleren potenziellen Energie** aller Teilchen.

$$U = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$$

Einheit: [U] = 1 J (Joule)

Durch die innere Energie kann der Zustand eines Körpers beschrieben werden. Deshalb handelt es sich um eine **Zustandsgröße**.

Das Adjektiv „mittlere“ muss verwendet werden, weil nicht alle Teilchen die gleiche Geschwindigkeit aufweisen und den gleichen Abstand besitzen. Es lassen sich dafür nur Mittelwerte angeben.

Zusammenfassend ist bisher bekannt, dass sich die innere Energie U durch Zufuhr von Wärme Q bzw. Verrichten von Arbeit W erhöhen lässt. Da es sich um eine Änderung (Differenz von nachher zu vorher) der inneren Energie handelt, muss dies mit ΔU (delta U) geschrieben werden.

Erster Hauptsatz der Wärmelehre
Die Zunahme der inneren Energie ΔU entspricht der Summe von zugeführter Wärme Q und verrichteter Arbeit W.
 $\Delta U = Q + W$

Auch der umgekehrte Vorgang ist möglich: Die innere Energie eines Körpers kann weniger werden ($\Delta U < 0$). Das ist durch Abgabe von Wärme (an einen Körper niedrigerer Temperatur) bzw. durch Verrichten von Arbeit (z. B. Ausdehnungsarbeit eines Gases) möglich.

Ein wichtiger Grundsatz der Physik ist der Energieerhaltungssatz. Dieser Satz wurde im 19. Jahrhundert von Mayer, Joule und auch Helmholtz formuliert und ist in der Wärmelehre uneingeschränkt gültig.

Allgemeiner Energieerhaltungssatz

In einem abgeschlossenen System bleibt die Summe aller Energien konstant. Energie kann also weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann nur in andere Energieformen umgewandelt werden.

Auswirkungen einer höheren inneren Energie

Wird die innere Energie eines Körpers erhöht, so kann sich dies auf den kinetischen bzw. den potenziellen Anteil der inneren Energie auswirken. Dabei ergeben sich jeweils bestimmte Auswirkungen:

	höhere mittlere kinetische Energie aller Teilchen	höhere mittlere potenzielle Energie aller Teilchen
beobachtbar/ messbar	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Temperatur • schnellere Durchmischung 	<ul style="list-style-type: none"> • Zunahme von Länge und Volumen • Phasenübergang (fest zu flüssig; flüssig zu gasförmig)
Teilchen	höhere mittlere Geschwindigkeit der Teilchen (bei Gasen und Flüssigkeiten) oder heftigere Schwingung der Teilchen (bei Festkörpern)	größerer mittlerer Abstand der Teilchen

In der Regel führt eine Erhöhung der inneren Energie sowohl zu einer Erhöhung des kinetischen als auch des potenziellen Anteils.

Der umgekehrte Vorgang, also der Abnahme der inneren Energie, wirkt sich gegenteilig aus: niedrigere Temperatur, Abnahme von Länge und Volumen usw.

Es gibt jedoch eine wichtige Ausnahme. Wird einem Körper an seinem **Schmelzpunkt** oder **Siedepunkt** Energie zugeführt, wird ausschließlich der potenzielle Anteil der inneren Energie erhöht. Das ist an dem **Phasenübergang** und der konstanten Temperatur beim Schmelzen bzw. Sieden zu erkennen.

Nicht bei jedem Stoff kann sich ein Phasenübergang ereignen, z. B. bei Holz oder Zucker. Das liegt an der chemischen Struktur des Stoffs.

Weiterhin gibt es Stoffe, die Dichteanomalien aufweisen, d. h., bei Energiezufuhr nimmt ihr Volumen ab wie beispielsweise bei Wasser zwischen 0°C und 4°C.

Anwendungsbeispiele für die Auswirkungen einer höheren Energie:

- Temperatur: Feuerreiben, Kochen, Backen, Grillen
- Längen- und Volumenzunahme: Dehnungsfugen bei Brücken, Radspannwerk, Flüssigkeitsthermometer, Ausdehnungsgefäß, Sprinklerkopf, Heißluftballon
- Phasenübergang: Löten, Metall schmelzen

Beispiel

- a) Gib die beiden grundsätzlichen Möglichkeiten der Energiezufuhr an.
- b) An einem Körper werden durch Reibung 12,0 kJ verrichtet. Zudem nimmt der Körper 3,0 kJ von einem zweiten Körper höherer Temperatur auf. Berechne ΔU .
- c) Welche messbaren und beobachtbaren Auswirkungen kann eine höhere innere Energie haben?

Lösung:

a) Die Energiezufuhr ist durch Wärme bzw. Arbeit möglich.

b) Geg.: $W = 12,0 \text{ kJ}$; $Q = 3,0 \text{ kJ}$

Ges.: ΔU

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = 3,0 \text{ kJ} + 12,0 \text{ kJ}$$

1 gültige Nachkommastelle [TR: 15]

$$\Delta U = 15,0 \text{ kJ}$$

Die Zunahme der inneren Energie beträgt 15,0 kJ.

c) Eine höhere innere Energie kann diese messbaren und beobachtbaren Auswirkungen haben:

- höhere Temperatur
- schnellere Durchmischung
- Zunahme von Länge und Volumen
- Phasenübergänge (fest zu flüssig; flüssig zu gasförmig)

1 Beschreibe jeweils den Vorgang und nenne eine Auswirkung der Energiezufuhr.

- a) Die Temperatur eines Bohrkopfs hat durch das Bohren eines Lochs in der Wand deutlich zugenommen.
- b) Die Temperatur eines Kupferblechs hat durch häufiges Biegen zugenommen.
- c) Zu Silvester wird ein Stück Blei in einem Löffel mit einer Kerzenflamme erhitzt, wodurch es schmilzt.

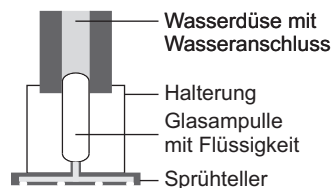
- d) In einer Feuerpumpe wird durch einen Stoß Luft so schnell verdichtet, dass Zunder entflammt wird.
- e) Ein Eiswürfel schmilzt in der Hand.
- f) Nina wärmt ihre Hände am offenen Kamin.

2 Wurde einem Körper Energie zugeführt, so geschieht die Speicherung in Form von innerer Energie.

- a) Beschreibe den Energiebegriff anschaulich.
- b) Aus welchen energetischen Bestandteilen setzt sich die innere Energie zusammen? Schreibe auch die Formel auf.
- c) Handelt es sich bei der inneren Energie um eine Prozessgröße oder eine Zustandsgröße? Begründe.
- d) Der erste Hauptsatz der Wärmelehre lautet als Formel $\Delta U = Q + W$. Was ist darunter zu verstehen?
- e) An einem Körper wurden 200 J Reibungsarbeit verrichtet. Zudem wurden 350 J an Wärme zugeführt. Wie groß ist ΔU ?

- 3**
- a) Nenne Auswirkungen, die du bei einer niedrigeren inneren Energie beobachten kannst.
 - b) Die innere Energie eines Stücks Eisen wurde durch eine Gasflamme erhöht. Wie kann man messen bzw. beobachten, dass sowohl der kinetische als auch der potenzielle Anteil der inneren Energie zugenommen haben?
 - c) Beschreibe physikalisch, was passiert, wenn (noch flüssigem) Wasser bei 100 °C Energie zugeführt wird. Gehe dabei sowohl auf die messbaren und beobachtbaren als auch auf die Vorgänge der Teilchen ein.

- 4** Der Sprinklerkopf einer Sprinkleranlage ist eine automatische Feuerlöschanlage, die zum Beispiel in Kaufhäusern und Industrieanlagen zum Einsatz kommt. Den Aufbau eines Sprinklerkopfs kannst du in der Skizze sehen. Erkläre die Funktionsweise.



- 5**
- a) Gib zwei Beispiele an, bei denen die Volumenänderung eine Rolle spielt.
 - b) Erkläre den Vorgang des Lötens physikalisch. Gehe dabei insbesondere auf die Phasenübergänge des Lötzinns ein.
 - c) Der Heißluftballon ist auch heute noch ein beliebtes Fluggerät. Erkläre, warum der Ballon abheben kann.

Lösungen

- 1**
- a) Durch das Bohren wird Reibungsarbeit am Bohrkopf verrichtet. Dadurch ist die innere Energie des Bohrkopfs erhöht worden. Eine der Auswirkungen ist die höhere Temperatur.
 - b) Durch das Biegen des Blechs wird Verformungsarbeit am Blech verrichtet. Dadurch hat die innere Energie des Blechs zugenommen. Eine der Auswirkungen ist die höhere Temperatur.
 - c) Durch die Kerzenflamme wird dem Blei Wärme zugeführt. Dadurch ist die innere Energie des Bleis erhöht worden. Eine der Auswirkungen ist der Phasenübergang von fest zu flüssig.
 - d) Durch den Stoß wird an der Luft Verdichtungsarbeit verrichtet. Dadurch hat die innere Energie der Luft zugenommen. Eine der Auswirkungen ist die höhere Temperatur.
 - e) Durch den Kontakt mit der Hand (höhere Temperatur) wird dem Eiswürfel Wärme zugeführt. Dadurch hat die innere Energie des Eiswürfels zugenommen. Eine der Auswirkungen ist der Phasenübergang von fest zu flüssig.
 - f) Durch die Bestrahlung wird den Händen Wärme zugeführt. Dadurch hat die innere Energie der Hände zugenommen. Eine der Auswirkungen ist die höhere Temperatur.
- 2**
- a) Die innere Energie eines Körpers ist die gesamte Energie, die in der Bewegung der Teilchen und in den Abständen der Teilchen gespeichert ist.
 - b) Die innere Energie eines Körpers entspricht der Summe von der mittleren kinetischen Energie aller Teilchen und der mittleren potenziellen Energie aller Teilchen.
Als Formel lautet dies: $U = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$
 - c) Die innere Energie eines Körpers ist eine Zustandsgröße. Durch sie wird kein Vorgang der Energieübertragung beschrieben, sondern der energetische Zustand eines Körpers.
 - d) Die Zunahme der inneren Energie ΔU kann durch Zufuhr von Wärme Q bzw. Verrichten von Arbeit W erreicht werden.

e) Geg.: $W = 200 \text{ J}$; $Q = 350 \text{ J}$

Ges.: ΔU

$$\Delta U = Q + W$$

$$\Delta U = 200 \text{ J} + 350 \text{ J}$$

$$\Delta U = 550 \text{ J}$$

Die Zunahme der inneren Energie beträgt 550 J.

- 3** a) Eine niedrigere innere Energie kann diese Auswirkungen haben:
- niedrigere Temperatur
 - langsamere Durchmischung
 - Abnahme von Länge und Volumen
 - Phasenübergänge (flüssig zu fest; gasförmig zu flüssig)
- b) Die höhere kinetische Energie kann an der Temperaturzunahme erkannt werden. Die höhere potenzielle Energie kann durch einen Nachweis der Zunahme von Länge bzw. Volumen erfolgen.
- c) Wird (flüssigem) Wasser bei 100°C Energie zugeführt, ändert sich die Temperatur nicht. Nach einer gewissen Zeit ist das Wasser vollständig verdampft. Es hat also ein Phasenübergang von flüssig zu gasförmig stattgefunden. Die zugeführte Energie führt zu einer Zunahme der inneren Energie, jedoch nur des Teilbereichs der mittleren potenziellen Energie aller Teilchen. Die Teilchen nehmen dadurch einen größeren Abstand zueinander ein. (Die mittlere kinetische Energie aller Teilchen bleibt konstant. Dadurch bleibt auch die Temperatur während des gesamten Siedevorgangs bei 100°C .)
- 4**
- Bei einem Brand wird dem Sprinklerkopf und der Glasampulle Wärme zugeführt.
 - Die innere Energie der Ampulle steigt.
 - Das Volumen der Flüssigkeit nimmt zu und zwar viel stärker als das des Glases.
 - Die Ampulle platzt.
 - Wasser strömt aus der Düse und wird durch den Sprühteller verteilt.
- 5** a) Beispiele:
- Flüssigkeitsthermometer
 - Ausdehnungsgefäße für Warmwasserheizungen

- b) Durch Kontakt mit der Spitze eines LötKolbens (Körper höherer Temperatur) wird dem Lötzinn Wärme zugeführt. Dadurch nimmt die innere Energie des Lötzinns zu. Eine der Auswirkungen ist der Phasenübergang von fest zu flüssig.
Der flüssige Tropfen Lötzinn wird auf einer Stelle aufgetragen, um einen leitfähigen Kontakt herzustellen.
Durch Abgabe von Wärme an die Umgebung (niedrigere Temperatur) nimmt die innere Energie des Tropfens ab. Eine der Auswirkungen ist der Phasenübergang von flüssig zu fest. Nach kurzer Zeit ist der Tropfen erstarrt.
- c) Mit einem Brenner wird die innere Energie der Luft in einem Heißluftballon erhöht. Eine der Auswirkungen der höheren inneren Energie ist die Zunahme des Volumens. Die Dichte der Luft im Ballon ist dadurch kleiner als die der Luft außerhalb des Ballons. Die Folge ist ein Auftrieb (archimedisches Prinzip).

- 6** a) Die Temperatur eines Körpers ist ein Maß für die mittlere kinetische Energie seiner Teilchen und damit für deren mittlere Geschwindigkeit.
- b) Eine höhere kinetische Energie der Teilchen bedeutet bei Flüssigkeiten/Gasen eine höhere mittlere Teilchengeschwindigkeit, bei Festkörpern hingegen führen die Teilchen heftigere Schwingungen aus.
- c) Je höher die Temperatur des Gases ist, desto höher ist die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen. Zudem ist bei einer höheren Temperatur die Verteilung breiter.

- 7** a) Die Durchmischung läuft in dem Becherglas mit $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ schneller ab.
- b) Bei der höheren Temperatur ist die mittlere Geschwindigkeit der Teilchen höher. Dadurch können die Farbteilchen schneller verteilt werden.

- 8** a) Vorgehensweise:
- Das Thermoskop wird in ein Eisbad gehalten. Der erste Fixpunkt wird markiert (Schmelzpunkt von Eis).
 - Das Thermoskop wird in siedendes Wasser gebracht. Der zweite Fixpunkt wird markiert (Siedepunkt von Wasser).
 - Durch den Abstand der beiden Fixpunkte ist der Fundamentalabstand festgelegt.
 - Die erste Markierung wird mit $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ beschriftet, die zweite mit $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dazwischen werden 100 gleiche Teile erstellt.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK