



empfohlen für  
Klassen 3-6

Prof. Julia Festman, Ph.D.

# WIE FUNKTIONIERT EIGENTLICH EINE HEIZUNG?

## DER KREISLAUF DES WASSERS IM HEIZSYSTEM

DaF, Niveaustufe: A1+/A2



# WIE FUNKTIONIERT EIGENTLICH EINE HEIZUNG?

## DER KREISLAUF DES WASSERS IM HEIZSYSTEM

### LEITFRAGEN:

- Wie wird eine Heizung warm?
- Woher kommt das warme Wasser im Rohr?
- Wo fließt das Wasser danach hin?



**Klassen:** 3–6  
**Zeitbedarf:** 2 × 45 Minuten  
**Fächer:** Deutsch als Fremdsprache, Deutsch, Sachunterricht, BNE  
**Niveaustufe:** A1+/A2

### PASSENDE KINDERUNIVORLESUNG: DIE HEIZUNG

Hier geht's zum ► [Vorlesungsvideo](#).



### KURZE INHALTLICHE BESCHREIBUNG

- Aufbau einer Heizungsanlage im Haus
- Funktionsbeschreibung der Warmwasserheizung in einem Haus
- Hauptfrage in der Vorlesung: **Wie wird eine Heizung warm? Woher kommt das warme Wasser im Rohr und wo fließt das Wasser danach hin?**
- Antwort auf die Hauptfrage: Erwärmung von Wasser im Heizsystem, Rohrsystem für Wasserkreislauf, das zu Heizkörpern führt, Regulation der Wärme durch Thermostate, Rückfluss des abgekühlten Wassers in den Heizkessel

### BEZUG ZUM BILDUNGSPLAN

#### Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Sachunterricht, fachlich-sprachliches Lernen:

Die Schüler\*innen erhalten ausgewählte Informationen zur Nutzung von Wasser zur Wärmeleitung, um die Zusammenhänge von Technik und Naturwissenschaft in einer Heizungsanlage zu verstehen. Dieser Themenbereich ist als fächerübergreifendes Thema „Natürliche Umwelt und Ressourcen“ im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zu verorten und erfüllt damit auch die von der Bundesregierung verfolgte ► **Nachhaltigkeitsstrategie** (sustainable development goals = SDGs).

► **SDGs, Ziel 7: Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und zeitgemäßer Energie für alle sichern.** (► [www.sdg-portal.de](http://www.sdg-portal.de))

Die Informationen dieser Vorlesung zielen auf die Beantwortung von konkreten naturwissenschaftlichen Fragen ab (z. B. Wie funktioniert eine Heizung?). Anhand dieser konkreten Frage wird zum einen das **naturwissenschaftliche Verständnis und Denken** gefördert, zum anderen werden notwendige Voraussetzungen geschaffen, sich über aktuelle und zukünftige Ressourcenschonung Gedanken zu machen und informiert und kritisch eigene Entscheidungen des Stromkonsums fällen zu können. Diese Handlungskompetenz wird als Übernahme von Verantwortung zum Schutz der Umwelt und für eine nachhaltige Entwicklung gesehen.

## KOMPETENZEN

- Die Lernenden schulen ihre **Beobachtungs-kompetenz** in der Wahrnehmung ihres eigenen Lebensumfelds.
- Förderung der **Reflexions- und Methoden-kompetenz**, da die Lernenden durch eine Form der modernen Heizmöglichkeiten auch eine Form der Energieumwandlung kennenlernen (Lehrplan Bereich Technik und Arbeitswelt) und sie in den größeren Zusammenhang der Energiekrise stellen.
- Die Schüler\*innen verbessern ihre **Urteils- und Argumentationskompetenz** bei der Bewertung der verschiedenen Heizmöglichkeiten und deren Probleme und Gefahren.
- Die Lernenden bauen ihre **Kommunikations-kompetenz** aus, indem sie Vermutungen äußern, vergleichen, die Ergebnisse besprechen und die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge erklären.
- Erweiterung der **Handlungskompetenz** durch die Prüfung eigener Möglichkeiten der Einflussnahme.

## LERNZIELE FACHLICH UND SPRACHLICH

Die Kinder können:

- einfache Fragen zum Thema verstehen und beantworten.
- ihre Vorerfahrungen und Kenntnisse zum Thema (Wärme, Veränderung der Temperatur von Wasser) und angrenzenden Themen (andere Heizungsarten im jeweiligen Land, je nach Klima) einbringen.
- ihren rezeptiven und produktiven Wortschatz erweitern.
- diesen Wortschatz anwenden (z. B. Unterrichtsgespräch, Befüllen von Arbeitsblättern).
- einen Kurzfilm (eine Sachgeschichte) global verstehen.
- Informationen im Hörtext gezielt heraushören (z. B. Zahlenangaben).
- Fachausdrücke im Kontext verstehen und anwenden.
- ihre Ideen/Meinungen mit einfachen sprachlichen Mitteln formulieren.
- Vermutungen anstellen, Vorgänge rekonstruieren.
- Lernstrategien zunehmend bewusst einsetzen (im Internet recherchieren).
- Handlungsanweisungen verstehen und befolgen.

## MATERIALLISTE

- Ausgedruckte Arbeitsblätter dieser Vorlesung
- Stifte
- zwei Schüsseln/Eimer mit Wasser (einmal warmes, einmal kaltes Wasser)
- Handtuch
- Thermometer
- Bildkarten von anderen Thermometern, Rohrsystemen, Heizmöglichkeiten in anderen Ländern, besonders in dem unterrichtet wird.

### SCHON GEWUSST?

Die UNESCO versteht unter BNE einen **lebenslangen Lernprozess**, der eine **ganzheitliche** und **transformative** Bildung, die die Lerninhalte und -ergebnisse, Pädagogik und die Lernumgebung berücksichtigt.



Mehr zur  
Bildung 2030

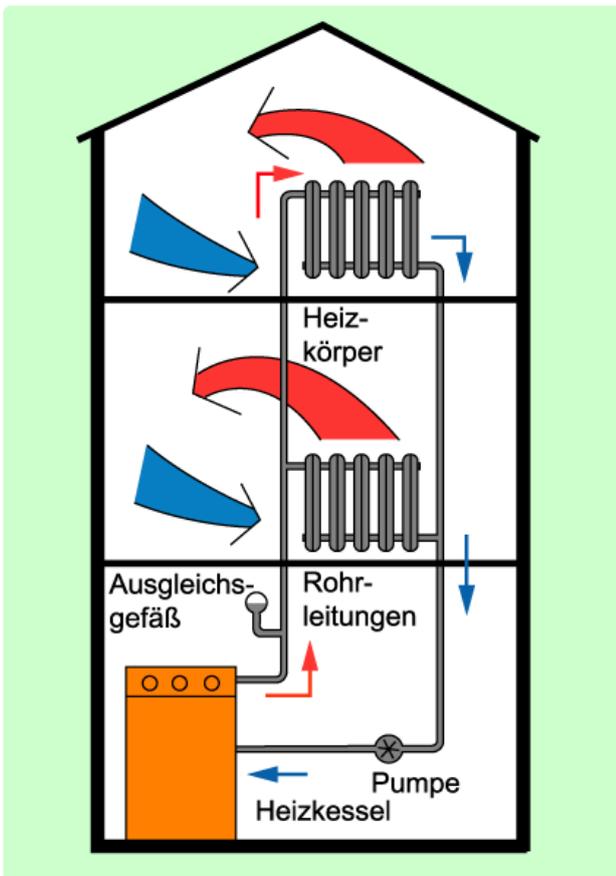
► [www.unesco.at](http://www.unesco.at)

◆ ZUR SACHE

## HEIZEN

In Ländern wie Deutschland werden viele Häuser durch eine Warmwasserheizung geheizt. Dafür gibt es einen Heizkessel, in dem z.B. Heizöl verbrannt wird, um Wasser zu wärmen, das dann durch Rohrleitungen in verschiedene Räume geleitet wird und dort in Heizkörpern Wärme ausstrahlt.

Lothar Meyer: Warmwasserheizung, Lernheifer, © Duden Lernattack GmbH



Aufbau einer Warmwasserheizung in einem Haus

### FUNKTIONSWEISE EINER HEIZUNGSANLAGE

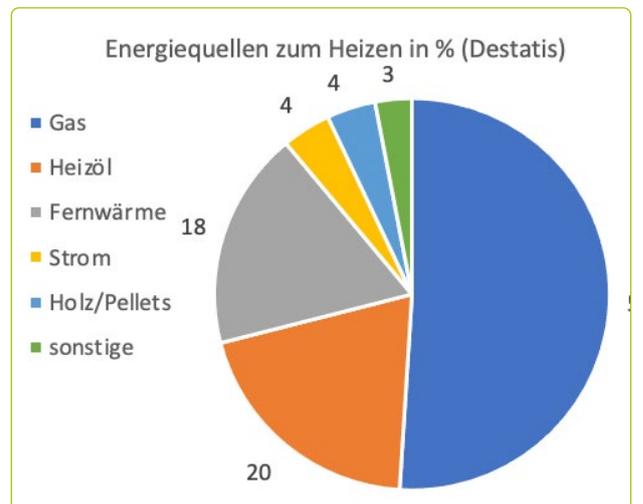
Ein Haus hat eine ganze Heizungsanlage, also ein System, das das gesamte Haus heizen kann. Die Warmwasserheizung hat einen Heizkessel, der sich meist im Keller befindet, und von dem aus Rohrleitungen (getrennt für warmes und kaltes Wasser) zu Heizkörpern im ganzen Haus führen. Das im Heizkessel angewärmte Wasser (z. B. auf 80 °C) wird durch eine Pumpe in die Heizkörper befördert. Wasser hat eine besonders große spezifische Wärmekapazität, so dass das Wasser noch immer warm ist, wenn es in den Heizkörpern ankommt. Die Wärme des Wassers wird durch

die Wärmeleitung der Metallwände der Heizkörper auf deren Oberfläche übertragen. Von dort wird die Wärme durch Wärmestrahlung an die Umgebung abgegeben. Besonders die Luft in der Nähe des Heizkörpers wird erwärmt. Warme Luft steigt über dem Heizkörper nach oben. Dadurch entsteht eine Wärmeströmung der Luft im Zimmer. Diese sorgt neben der Wärmestrahlung für eine Verteilung der Wärme im Zimmer.

Durch die Abgabe von Wärme von den Heizkörpern in den Raum kühlt sich das Wasser langsam ab und sinkt im Heizkörper in den unteren Bereich. Dort befindet sich eine weitere Rohrleitung. Das kühlere Wasser strömt durch die Rohrleitungen zurück zum Heizkessel. Dort wird es erneut erwärmt.

### NACHHALTIGE ENERGIERESSOURCEN

Aufgrund der natürlichen Beschränkung von Rohstoffvorkommen ist es notwendig, auf nachhaltige Energieressourcen und -erzeugung umzuschwenken. Inzwischen werden in Deutschland Heizungsanlagen nicht nur mit Öl und Gas, sondern auch vermehrt mit Holz, Pellets, Fernwärme, Solarthermie etc. betrieben.



Energiequellen zum Heizen in Deutschland (2022);

### LESETIPP



Die Art des Heizens ist weltweit sehr unterschiedlich: zum einen ist sie abhängig von den klimatischen Bedingungen eines Landes (ob geheizt werden muss), zum anderen von den Möglichkeiten an Rohstoffen, die zum Heizen verwendet werden können.

► [www.sueddeutsche.de/panorama/heizung-energie-heizen-vergleich-international-1.5468654](http://www.sueddeutsche.de/panorama/heizung-energie-heizen-vergleich-international-1.5468654)

 DER UNTERRICHTSVERLAUF IM ÜBERBLICK

## 1. STUNDE

<b>Einstimmung auf das Thema</b>	<b>Zwei Schüsseln</b> – eine mit warmem und eine mit kaltem Wasser: Kinder können nacheinander die Hände reinhalten – sie überlegen gemeinsam: <i>Wie fühlt es sich an?</i> <i>Was bewirkt warmes Wasser?</i> <i>Und was Kaltes?</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprechansätze schaffen</li> <li>• Eindrücke beschreiben</li> <li>• Wissen aktivieren (Wasser, warm, kalt, wärmen, frieren)</li> <li>• Relevanten Wortschatz (den die Kinder schon besitzen) nutzen: Temperaturunterschiede feststellen und besprechen</li> </ul>
<b>Gespräch</b>	<b>Thermometer zeigen und einbeziehen:</b> <i>Was ist das?</i> <i>Wann ist es warm/kalt?</i> <i>Welche Bedeutung haben dabei die Farben rot und blau?</i> <u>Optional:</u> Wassertemperatur messen.  <b>Ideensammeln und weiterführen:</b> <i>Wofür kann warmes Wasser noch genutzt werden?</i> → um Zimmer/Wohnung zu wärmen → dafür braucht es eine Heizung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnisaufbau</li> </ul>
<b>Wortschatz klären zum Aufbau eines Heizkörpers</b>	<i>Was ist eine Heizung?</i> <i>Wie wird sie warm?</i>  <b>Arbeitsblatt 1:</b> Die Heizung = der Heizkörper <u>Hinweis:</u> Farbe der Wassertemperatur (warm = rot bzw. kalt = blau)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auf Video vorbereiten</li> </ul>
<b>Videoausschnitt zum Aufbau der Heizung schauen (00:06–01:24)</b>	<b>Vorlesevideo (00:06–01:24)</b> anschauen/anhören: Inhalt folgen, Bildinformationen verarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bessere Vorstellung vom Aufbau einer Heizung und Auswirkungen der Temperatur des Wassers im Heizkörper</li> </ul>
<b>Gespräch</b>	<b>Inhalt des Videoausschnitts besprechen.</b> <i>Wie z. B.: Was habt ihr gesehen? Im Video geht es auch um das Wasser und wie warm es ist oder wie kalt. Ihr habt vorhin gesagt, dass warmes Wasser eure Hände warm macht. Was macht das warme Wasser im Video?</i>  Ggf. nochmal Video zeigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitung des audiovisuellen Inputs</li> <li>• Erneute Verwendung des neuen Fachwortschatzes beim Nacherzählen, wie der Wasserkreislauf in einem Heizkörper abläuft,</li> <li>• Eindruck gewinnen, wie gut die Kinder das Thema bisher verstanden haben</li> </ul>
<b>Schlussfrage</b>	<b>Schlussfrage</b> im Video bei 01:28: „das Rohr verschwindet da in der Wand, aber wo führt es hin?“	<b>Das ist die Frage für die nächste Stunde</b>

## 2. STUNDE

<b>Wiedereinstieg ins Thema</b>	<b>Wiederholung</b> Wie war das nochmal mit dem Heizkörper und dem Wasser?  <b>Arbeitsblatt 1 wiederholen</b> ; Nacherzählen; bei Bedarf auch nochmal Video bis 01:28 schauen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissen und Wortschatz wiederholen</li> </ul>
<b>Gespräch</b>	Gespräch und phasenweise <b>Arbeitsblatt 2</b> ergänzen.  <b>Arbeitsblatt 2</b> zu einer <b>Heizungsanlage</b> in einem Haus: Zuerst die Zimmer beschriften, dann die Heizkörper (Thermometer, Thermostat), dann den Wasserkreislauf im Rohrsystem anmalen (rot/blau); Heizkessel, Hahn und Pumpe noch nicht eintragen.  <i>Wo führt das Rohr hin?</i>  → Heizkörper ist mit ganzem Rohrsystem im Haus verbunden!	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verständnisaufbau</li> <li>Vermutungen anstellen und äußern</li> </ul>
<b>Videoausschnitt</b> Aufbau der Heizungsanlage schauen	<b>Videoausschnitt (04:04-06:19)</b> „Aufbau der Heizungsanlage“ anschauen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalt folgen, Bildinformationen verarbeiten</li> <li>Bessere Vorstellung des Zusammenhangs/der Funktionen der Einzelteile</li> </ul>
<b>Videoausschnitt wiederholen</b>	<b>Aufgabe beim 2. Anschauen/Anhören:</b> fehlende drei Wörter heraushören und ergänzen: Heizkessel, Hahn und Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hörverständnis</li> </ul>
<b>Differenzierung</b>	<i>optional:</i> <b>Arbeitsblatt 3</b> einsetzen  evtl. Video noch weiter anschauen (zur Funktion der Thermostate – 07:07)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komplexere Textbausteine mit Passiv</li> </ul>
<b>Gespräch (paarweise)</b>	Die Lernenden erklären sich gegenseitig (paarweise), wie eine Heizungsanlage aussieht/funktioniert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenfassung des Themas</li> <li>Festigung des Wortschatzes</li> </ul>
<b>Abschluss</b>	Vorstellung/Sammeln der Erkenntnisse aus der Paararbeit.  Diskussion in der Gruppe: <ul style="list-style-type: none"> <li>Wie wird in unserem Land geheizt oder warum wird hier nicht geheizt?</li> <li>Was kann statt Öl genutzt werden?</li> </ul> Dabei auf lokale Gegebenheiten beziehen, Transfer des Wissens in den größeren Kontext stellen; ggf. Ressourcenschonung berücksichtigen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transfer</li> </ul>

## METHODISCH-DIDAKTISCHE BEGRÜNDUNG

Im Vorlesungsvideo werden Aufbau und Funktionsweise einer Heizungsanlage im Zusammenhang mit der Temperatur von Wasser gezeigt und erklärt. Um dem Video und der dichten, fachsprachlichen Erklärung gut folgen zu können, ist es wesentlich, zuerst das thematische Vorwissen und den dazu gehörenden Wortschatz zu aktivieren. Der Sprung in die eigene Erfahrungswelt und der Anschluss daran sind essentiell, um die Neugier und das Interesse der Kinder am Thema und damit auch am Video zu wecken. Dies bietet den idealen Einstieg in das Thema und einen Sprech Anlass.

- 1. Vorwissen aktivieren:** Vorerfahrungen und Kenntnisse zum Thema (Wassertemperatur) und angrenzenden Themen (heizen, frieren – evtl. kann das Legevideo dazu genutzt werden) zuerst durch **Material** und **Fragen** aktivieren, damit sich die Kinder sprachlich einbringen, d.h. erklären, wie sich das Wasser in den beiden Schüsseln anfühlt und wozu warmes Wasser genutzt werden kann). So können vorhandene Wissensbestände mit neuen Inhalten aus dem Video (spezifisch zum Wasserkreislauf in der Heizung) leichter in Zusammenhang gebracht werden. Auch wird so eine Grundlage für das Verständnis der Funktionsweise der Heizungsanlage vorbereitet, welche für die Rezeption des Videos notwendig ist.
- 2. Wortschatz vorentlasten:** Im Video gibt es sehr viele Fachbegriffe, die unbedingt vor dem Anschauen geklärt werden müssen. Hierzu sollte zunächst **Arbeitsblatt 1** eingesetzt werden, um den Aufbau der Heizung und ihre Teile zu besprechen. Auch die **Bildkarten** sind hilfreich, um die Wörter genau zu verstehen und die Kollokationen in ihrer Zusammengehörigkeit abzuspeichern. Dann erst den Teil des Videos zeigen (**00:06–01:24**), denn so werden die neuen Wörter wiedererkannt. Anschließend kann im Video das Spiel „Wörter fangen“ zur Festigung des Wortschatzes durchgeführt werden. Während des Videos werden auf dem Bildschirm deutsche Wörter angezeigt. Um das Video erfolgreich abzuschließen, müssen diese deutschen Wörter „eingefangen“ werden, indem man sie mit der Mause anklickt.
- 3. Sprachsensibel Wörter klären:** Im Video tauchen Wörter auf, die die Kinder sehr wahrscheinlich schon aus anderen Kontexten kennen, z. B. HAHN. Hier ist es besonders wichtig für die Wortschatzverknüpfung, die Konzepte jeweils mit den bekannteren Repräsentanten (z. B. das Tier, der Wasserhahn) kontrastiv anhand der Bildkarten zu besprechen und auf die Sonderbedeutung im Zusammenhang mit dem Wasserrohr explizit hinzuweisen. → **dies ermöglicht ein besseres und korrekteres Verstehen des Videoinhalts, da das Verständnis der spezifischen Bedeutung der bekannten Wörter gesichert ist.**
- 4. Sachliches Lernen ermöglichen:** Im Video soll den Kindern nahegebracht werden, wie warmes Wasser zum Heizen von Innenräumen verwendet wird. Das ist an sich für viele Kinder sicher unverständlich. Daher ist die Vorerfahrung mit dem warmen Wasser in einer Schüssel essentiell – sie spüren, dass ihnen warm wird. Das Verstehen der Umsetzung der Nutzung eines Wasserkreislaufs ist anspruchsvoll, kann aber durch die schrittweise Kombination aus Video und Arbeitsblätterbearbeitungen gut gelingen. Zentral ist auch der Transfer des Themas in die eigene Lebenswelt der Kinder und ein Besprechen, ob und wie in dem Land, in dem sie leben, geheizt wird/werden muss. Dafür haben sie durch die Auseinandersetzung mit der Thematik den Wortschatz erlernt.
- 5. Differenziertes Material:** Insbesondere wird die Zahl an neuen Wörtern und die damit verbundenen Grammatikphänomene (z. B. Passivbeschreibungen) verändert, so dass sich **zwei Varianten** ergeben (AB 2 vs. 3), die entsprechend den Deutschkenntnissen eingesetzt werden können.
- 6. Mit Grammatik verknüpft lernen:** Im Video sind Grammatikphänomene enthalten, die sehr dominant die sprachliche Gestaltung des Audioinputs prägen, z. B. Komposita (alle Wörter mit Heiz-), Steigerung von Adjektiven (warm – wärmer – am wärmsten), Lokalangaben (oben, unten, das obere Rohr). Diese werden mit in das Sachlernen einbezogen. Die **Arbeitsblätter** sind hierbei unterstützend.

ARBEITSBLATT 1

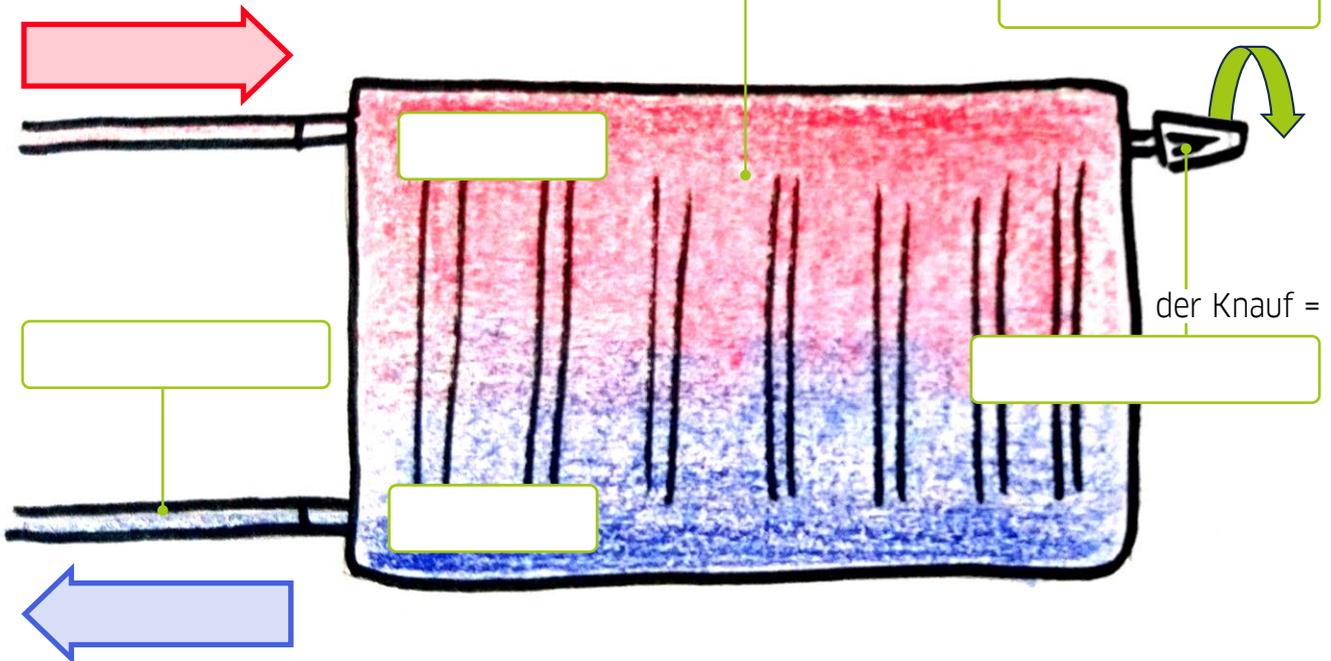
# DIE HEIZUNG = DER HEIZKÖRPER

Warmes Wasser fließt durch das Rohr in den Heizkörper

→

die Heizung =

den Heizkörper anmachen / andrehen



Kaltes Wasser fließt durch das Rohr aus dem Heizkörper

**Ordne die Bestandteile eines Heizkörpers zu und beschrifte die Abbildung.**



ARBEITSBLATT 1

# DIE HEIZUNG = DER HEIZKÖRPER

Warmes Wasser fließt durch das Rohr in den Heizkörper

→ **das Rauschen**



**das Rohr**



Kaltes Wasser fließt durch das Rohr aus dem Heizkörper

die Heizung =

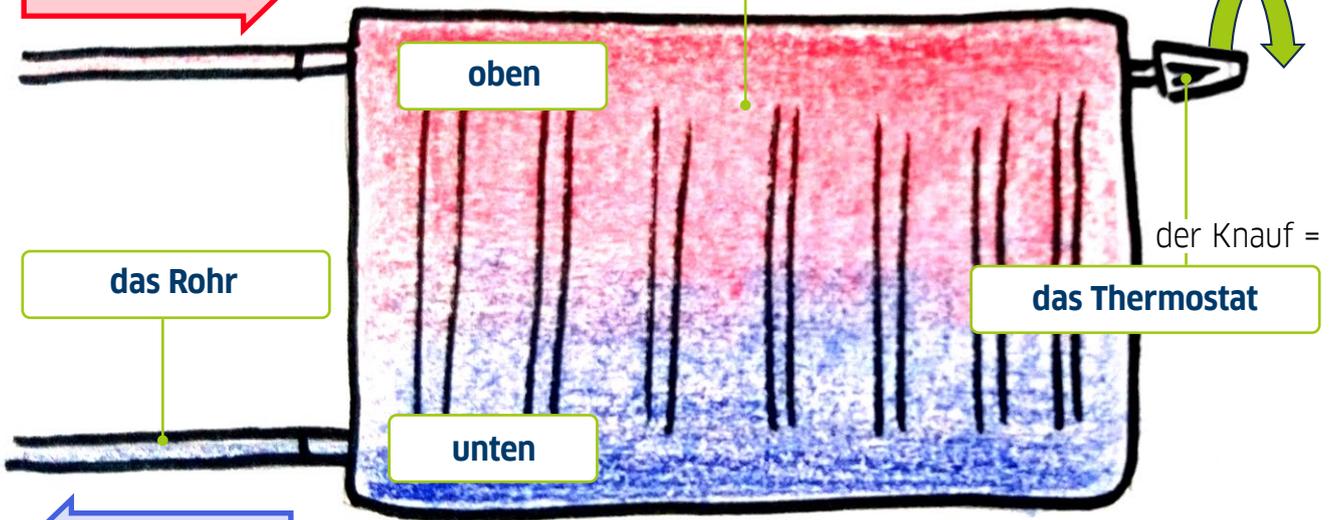
**der Heizkörper**

den Heizkörper anmachen / andrehen

**aufdrehen**

der Knauf =

**das Thermostat**



**Ordne die Bestandteile eines Heizkörpers zu und beschrifte die Abbildung.**

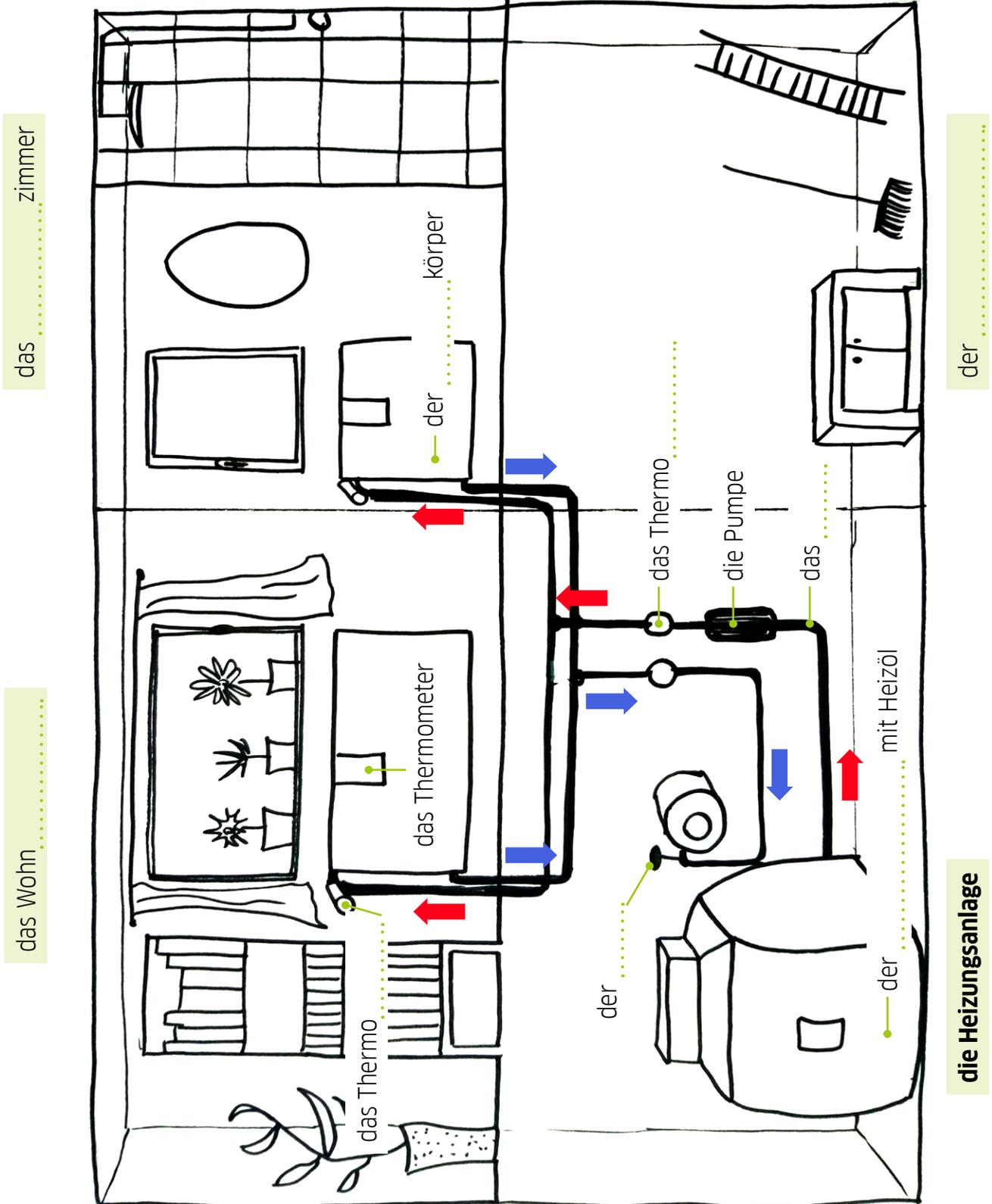




ARBEITSBLATT 2

# WAS GEHÖRT ZU EINER HEIZUNGSANLAGE IM HAUS?

Beschrifte die Zeichnung mit den passenden Fachbegriffen.

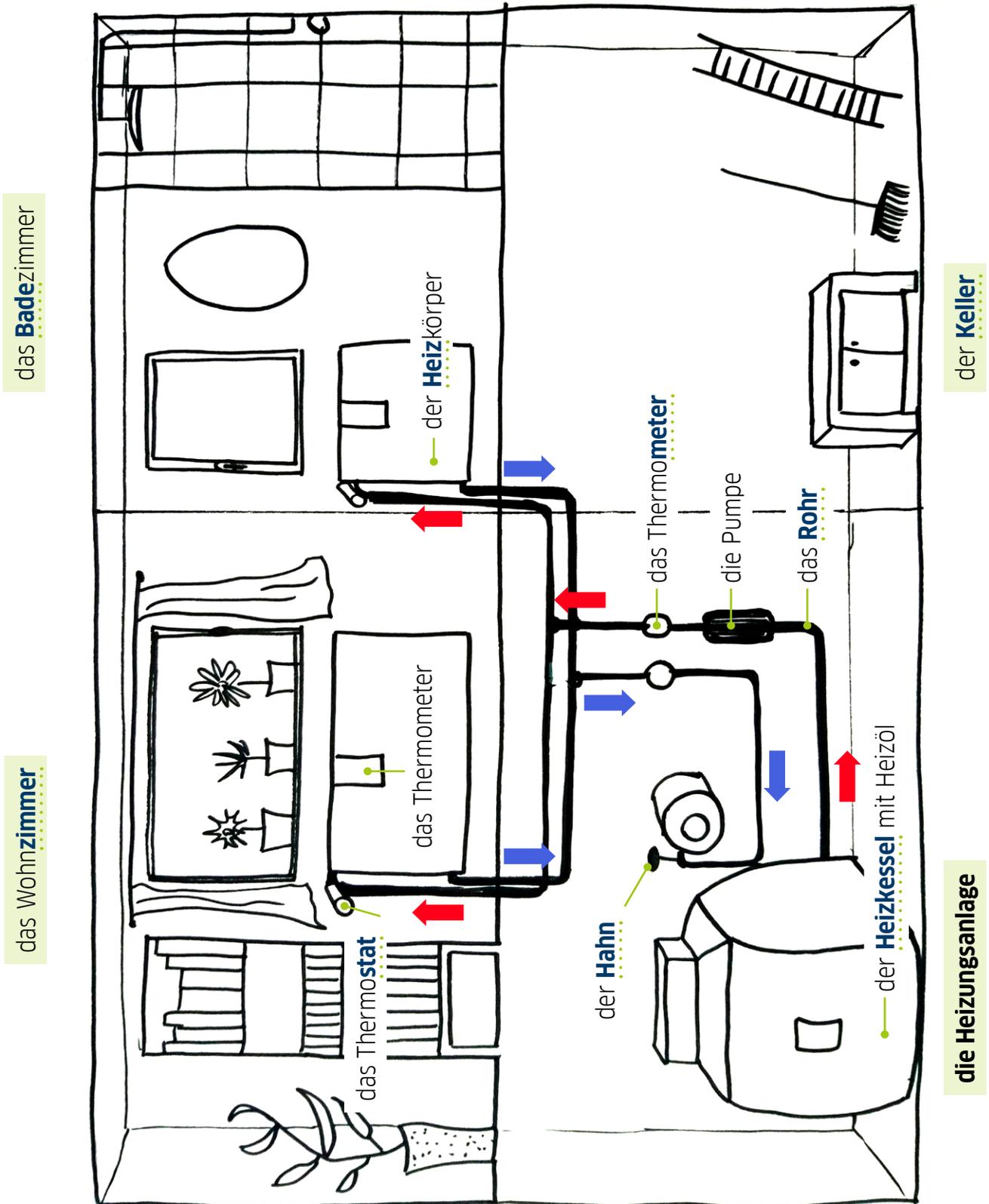




ARBEITSBLATT 2

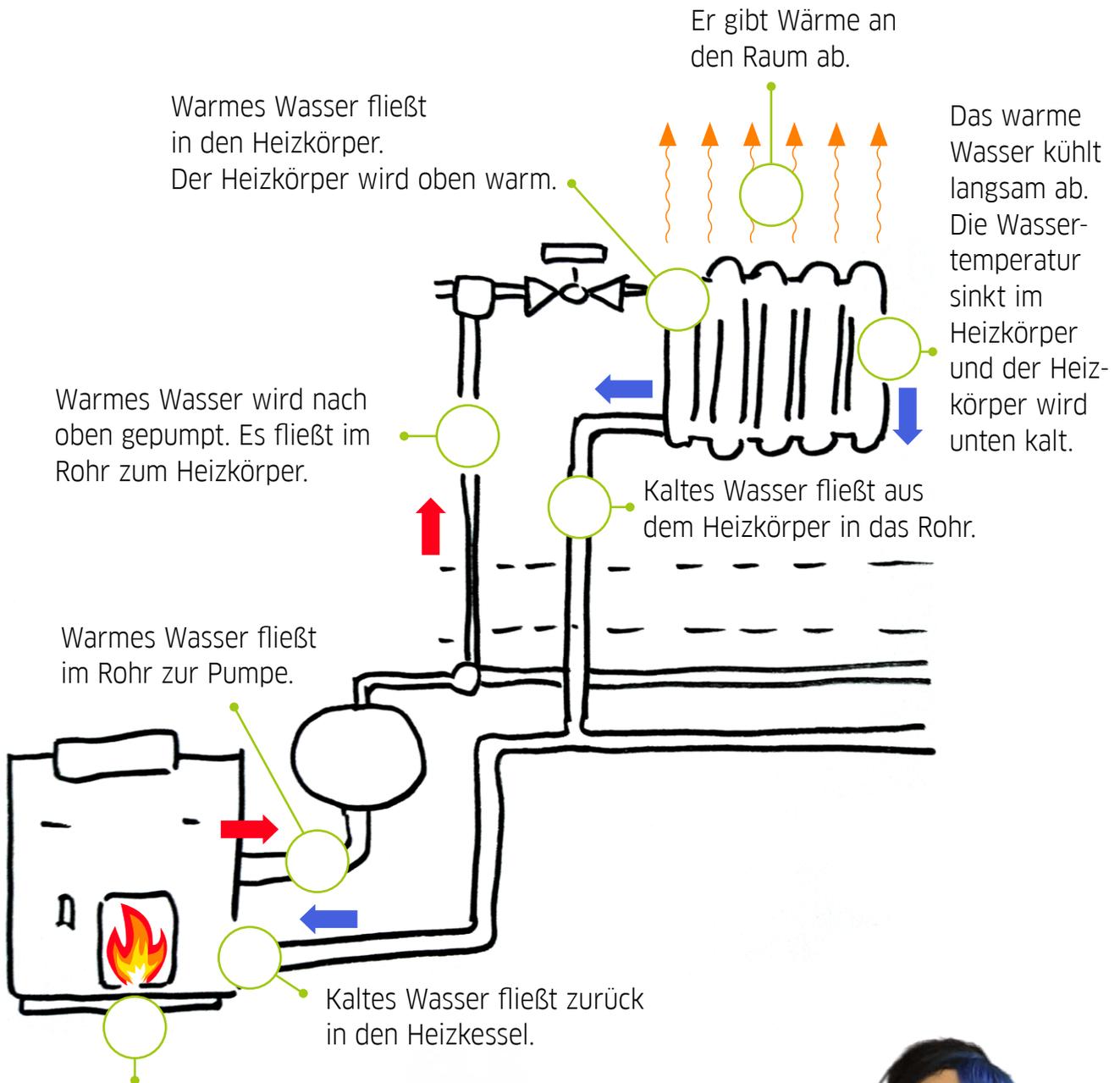
# WAS GEHÖRT ZU EINER HEIZUNGSANLAGE IM HAUS?

Beschrifte die Zeichnung mit den passenden Fachbegriffen.



ARBEITSBLATT 3

# DER WASSERKREISLAUF IN DER HEIZUNGSANLAGE

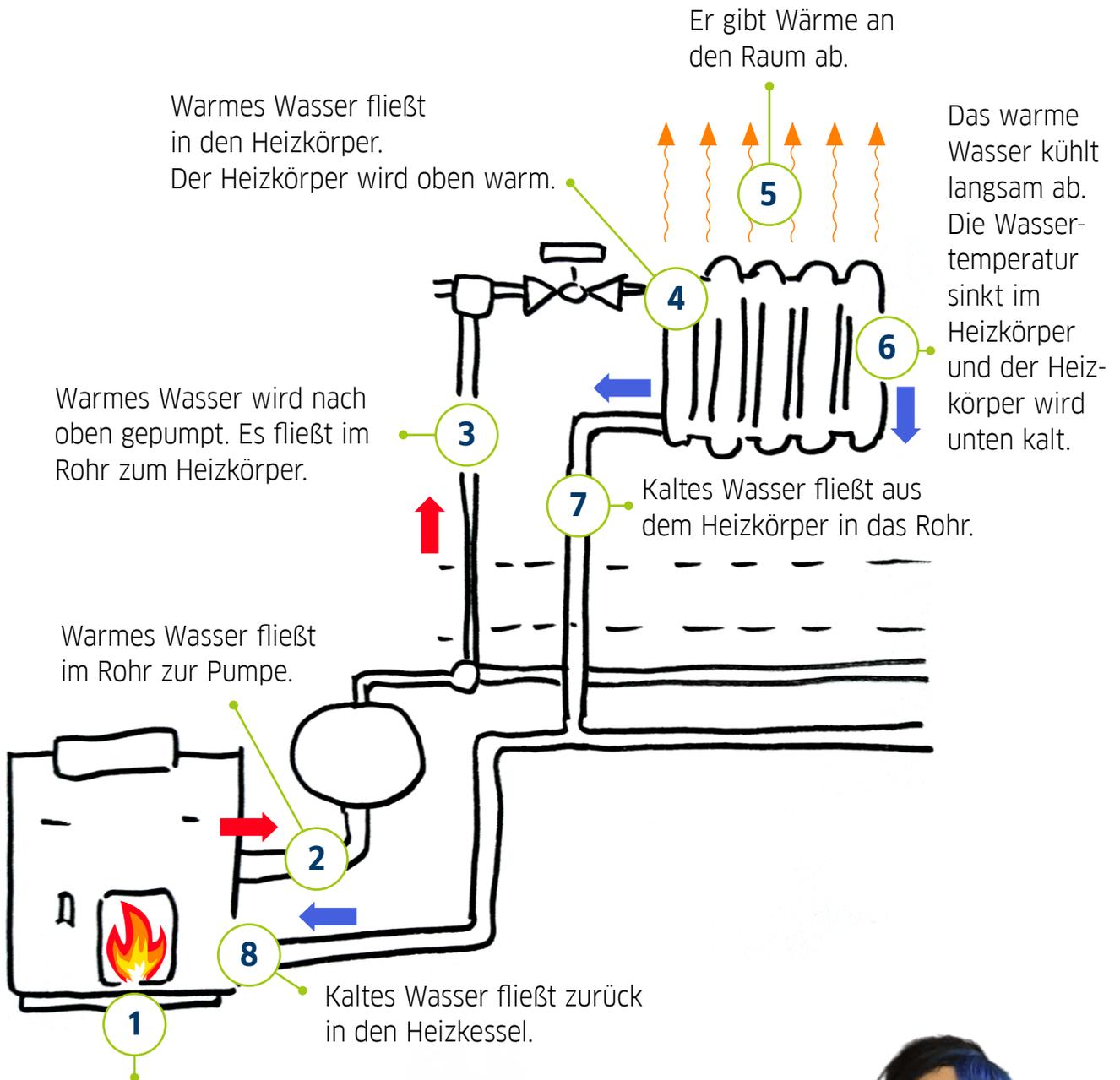


**Nummeriere die Schritte in der richtigen Reihenfolge des Ablaufs.**



ARBEITSBLATT 3

# DER WASSERKREISLAUF IN DER HEIZUNGSANLAGE



Kaltes Wasser wird im Heizkessel erwärmt.

**Nummeriere die Schritte in der richtigen Reihenfolge des Ablaufs.**



BILDKARTEN

WORTE/BEGRIFFE

Hier findest du passende Wörter und Begriffe zu dieser Vorlesung.

Einfach diese Seiten in deiner gewünschten Größe ausdrucken, ausschneiden und in der Mitte falten. So sind die Bilder auf der Vorderseite und die Texte auf der Rückseite.



ausschneiden



falten



**Adjektive kontrastiv:**

- warm / wärmer
- kalt / kälter / sehr kalt



**Ortsangaben:**

- oben warm – unten kalt
- das obere Rohr



**Die Heizung und fachsprachliche Wendungen aus dem Video:**

- die Heizung andrehen  
– angedreht
- die Heizung anmachen  
– angemacht
- den Knauf aufdrehen



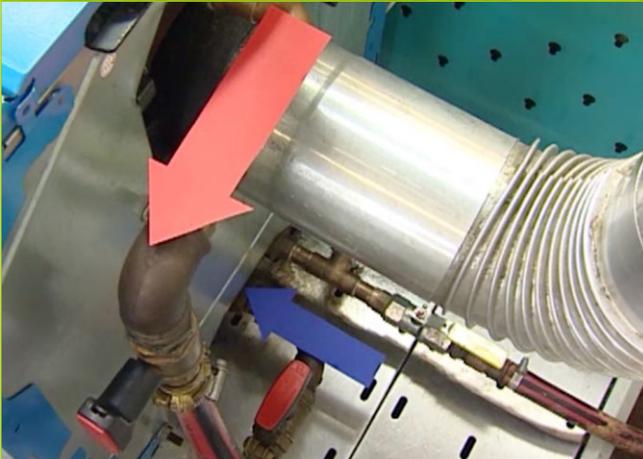
**Die Heizung und fachsprachliche Wendungen aus dem Video:**

ein Rauschen in dem Rohr (zwei Rohre), Wasser rauscht



**Die Heizung und fachsprachliche Wendungen aus dem Video:**

Wasser fließt in den Heizkessel, Wasser fließt durch den Hohlraum



**Die Heizung und fachsprachliche Wendungen aus dem Video:**

Wasser fließt durch das/aus dem Rohr



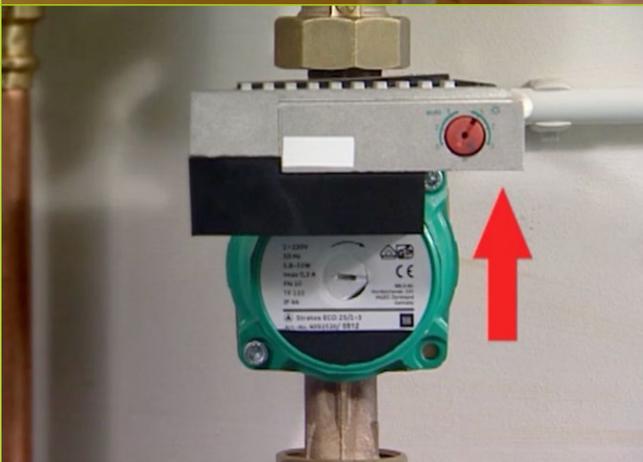
**Andere wichtige Wörter:**

- das Thermometer



**Andere wichtige Wörter:**

- das Thermostat



**Andere wichtige Wörter:**

- die Pumpe pumpt das Wasser nach oben



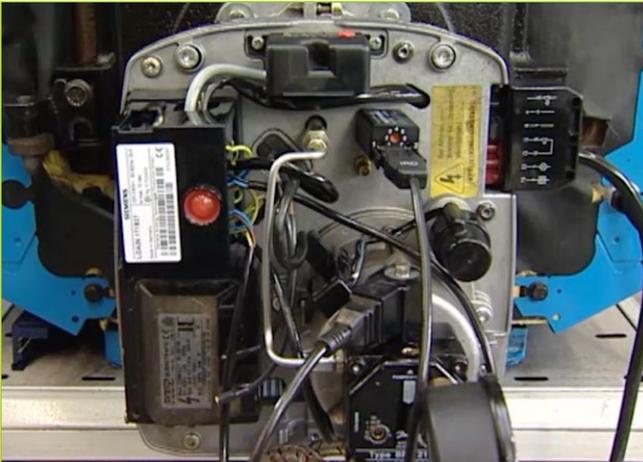
**Andere wichtige Wörter:**

- Lampe
- Flamme, die Flamme brennt
- entzünden
- Öl brennt



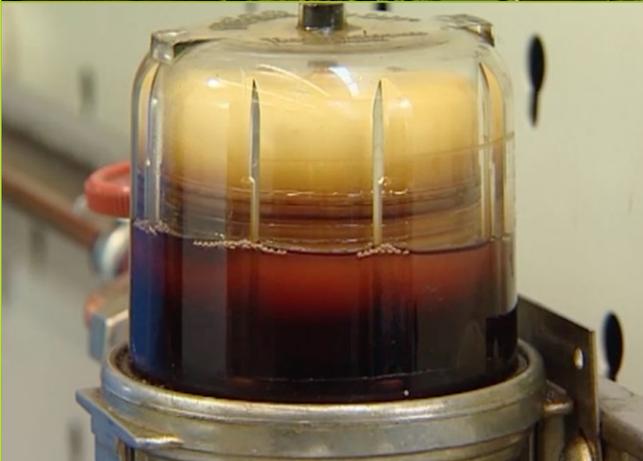
**Komposita mit Heizung:**

- der Heizraum



**Komposita mit Heizung:**

- der Heizkessel/Ölheizkessel
- die Heizungsanlage



**Komposita mit Heizung:**

- das Heizöl



**Komposita mit Heizung:**

- der Heizkörper



**Wörter, die du vielleicht aus einem anderen Zusammenhang kennst:**

der **Hahn** (Tier, Wasserhahn, Hahn beim Rohr im Video)

## PROF. HABIL. MAG. JULIA FESTMAN, PH.D.

- Professur für Mehrsprachigkeit, Pädagogische Hochschule Tirol
- Institut für fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Forschung und Entwicklung

# WIE FUNKTIONIERT EIGENTLICH EINE HEIZUNG?

Viele weitere interessante  
Unterrichtsmaterialien  
finden Sie unter  
► [www.goethe.de/kinderuni](http://www.goethe.de/kinderuni)



## IMPRESSUM

1. Auflage August 2023

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis §52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren sind nur mit Genehmigung des Verlages zulässig.

Auf verschiedenen Seiten dieses Heftes befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen. Haftungsnotiz: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausgeschlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf

kostenpflichtige, illegale oder anstößige Seiten treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail ([t.zunder@klett-mint.de](mailto:t.zunder@klett-mint.de)) davon in Kenntnis zu setzen, damit bei Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Projektkoordination, Redaktion und Autorenkoordination:  
Jörg Schmidt und Tanja Zunder, Klett MINT GmbH, Stuttgart

Satz: Tanja Bregulla, Langerwehe

Titelfotos: dilerka01, lazy\_bear, marinazloch, Yulia Raneva - Freepik

Illustrationen: Prof. Julia Festman, Ph.D.

Eine Zusammenarbeit des Goethe Instituts und der Klett MINT GmbH  
© Goethe-Institut und Klett MINT GmbH