

Themenmappe 1

## **Energieeffizientes Bauen und Wohnen**

### **Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen**

Anregungen für den Unterricht in den Fächern  
Naturwissenschaften, Physik und Mathematik  
der Jahrgangsstufen 8/9



Impressum

## **Themenmappe 1**

### **Energieeffizientes Bauen und Wohnen**

#### **Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen**

Anregungen für den Unterricht in den Fächern Naturwissenschaften, Physik und Mathematik der Jahrgangsstufen 8/9

#### **Herausgeber**

Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen  
Schleswig-Holstein (IQSH)  
des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
des Landes Schleswig-Holstein  
Dr. Thomas Riecke-Baulecke, Direktor  
Schreberweg 5, 24119 Kronshagen  
<http://www.iqsh.schleswig-holstein.de>  
[https://twitter.com/\\_IQSH](https://twitter.com/_IQSH)

#### **Bestellungen**

T +49 (0)431 5403-148  
F +49 (0)431 988-6230-200  
[publikationen@iqsh.landsh.de](mailto:publikationen@iqsh.landsh.de)

#### **Förderer**

EKSH Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH  
Boschstraße 1, 24118 Kiel, [www.eksh.org](http://www.eksh.org)

#### **Kooperationspartner**

Sheff-Z Schleswig-Holstein Energieeffizienz-Zentrum e. V.  
c/o EK-SH, Boschstraße 1, 24118 Kiel, <http://www.sheff-z.de>  
Geschäftsführung und Betreuung Energiemobil Schleswig-Holstein:  
Niklas Beendorf, [www.energiemobil.sh](http://www.energiemobil.sh)

#### **Autoren**

Karl-Martin Ricker, IQSH, Landesfachberater u. Studienleiter Naturwissenschaften  
Benjamin Hökendorf, IQSH, Studienleiter Mathematik / Pädagogischer Mitarbeiter

#### **Wissenschaftliche Beratung**

Prof. Dr. rer. nat. Manfred Euler, i. R., IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der  
Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel

#### **Gestaltung Deckblatt**

Meike Voigt Grafikdesign, Kiel

#### **Gestaltung Inhalt**

IQSH

#### **Fotos und Zeichnungen**

Bildquelle siehe jeweilige Abbildung

#### **Publikationsmanagement und Lektorat**

Petra Haars, Stefanie Pape, Elke Wiechering

#### **Druck**

SCHOTTdruck Bodo Werner Schott e. K., Kiel  
Druck auf FSC-zertifiziertem Papier

© IQSH Februar 2019  
Auflagenhöhe 500

**Best.-Nr. 04/2019**

Themenmappe 1

## **Energieeffizientes Bauen und Wohnen**

### **Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen**

Anregungen für den Unterricht in den Fächern  
Naturwissenschaften, Physik und Mathematik  
der Jahrgangsstufen 8/9



## Vorwort

Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche Themen zu begeistern und ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Berufen zu wecken, ist eine wichtige Aufgabe von Schule. Die Behandlung alltagsrelevanter Themen im Unterricht kann dazu entscheidend beitragen.

Mit der vorliegenden Veröffentlichung „Energieeffizientes Bauen und Wohnen: Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen“ wollen wir Lehrkräften Anregungen für einen modernen fächerverbindenden Unterricht in den Fächern Naturwissenschaften (Nawi) beziehungsweise Physik und in Mathematik in den Jahrgangsstufen 8 und 9 in Gemeinschaftsschulen und Gymnasien geben.

Die vorliegende Broschüre basiert auf den neuen Fachanforderungen der naturwissenschaftlichen Fächer und der Mathematik und beschäftigt sich praxisnah am Beispiel des Baus eines energieeffizienten Hauses mit den physikalischen Grundlagen der Wärmelehre, dem energieeffizienten Bauen und Wohnen sowie den Möglichkeiten des Energiesparens. Es werden zudem politische, ökonomische und soziale Aspekte im Sinne einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)“ berücksichtigt.

Die Schülerinnen und Schüler können sich mithilfe der Materialien mit Fragen der Energiegewinnung und -nutzung intensiv auseinandersetzen und werden zum selbstständigen Forschen angeregt. Die Broschüre gibt zudem vielfältige Anregungen, wie mit heterogenen Lerngruppen differenziert gearbeitet werden kann und wie digitale Medien sinnvoll im Unterricht eingesetzt werden können.

Die Veröffentlichung wird in der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte eingesetzt, um einen fachlich fundierten Einsatz im Unterricht zu gewährleisten.

Ich danke den Autoren Karl-Martin Ricker, Studienleiter und Landesfachberater Naturwissenschaften, sowie Benjamin Hökendorf, Studienleiter Mathematik, für die Erarbeitung der Handreichung, Prof. Manfred Euler (ehem. Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Didaktik der Physik) für die wissenschaftliche Begleitung sowie Manfred Pribsch (Vereinigte Stadtwerke GmbH, Ratzeburg) als Vertreter der Energiewirtschaft für seine fachlichen Rückmeldungen.

Dem Verein Schleswig-Holstein Energieeffizienz-Zentrum e. V. (SHeff-Z) danke ich für die inhaltliche Zusammenarbeit mit den beiden Energieberatern, Joachim Knofius und Swea Evers, und für die Möglichkeit, in der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte das „Energie-Mobil Schleswig-Holstein“ mit seiner Ausstellung zu Energie- und Klimaschutzthemen nutzen zu können.

Die gemeinnützige Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein (EKSH) fördert das Informations- und Beratungsangebot des SHeff-Z und auch die Herausgabe dieses Themenheftes. Dafür gilt mein besonderer Dank!

Wir freuen uns, wenn die Veröffentlichung dazu beitragen kann, den naturwissenschaftlichen und den Mathematik-Unterricht in Schleswig-Holstein zu bereichern und weiterzuentwickeln.

Dr. Thomas Riecke-Baulecke  
Direktor  
Institut für Qualitätsentwicklung  
an Schulen Schleswig-Holstein



## Vorwort

Die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH) fördert Wissenschaft und Forschung in Energie und Umweltschutz und Bildungsprojekte in diesem Bereich. Das gemeinnützige Unternehmen stellt jährlich rund 2 Mio. Euro für pilothafte Vorhaben und Programme bereit. Arbeitsschwerpunkte sind derzeit Nachhaltige Mobilität, Erneuerbare Energien, Sektorenkopplung und Energieeffizienz.

Ein großes EKSH-Förderprojekt war die Energieausstellung SHeff-Z in Neumünster, die von 2011 bis 2018 betrieben worden ist. Schülerinnen und Schüler konnten dort am Bildungsprogramm „Energie-Checker“ teilnehmen und Wissenswertes rund um Stromverbrauch und Energieeffizienz erfahren. Parallel wurde das „Energiesparmobil Schleswig-Holstein“ konzipiert, das bis Ende 2018 etwa 100 Einsätze im Land gehabt hat, davon 38 Tage an Schulen. Das „Energie-Checker“-Programm aus dem Ausstellungszentrum wurde in Kooperation mit dem IQSH als mobiles Angebot weiterentwickelt.

Wie muss das Energiesystem umgebaut werden, damit die Energiewende gelingt? Mit Förderung des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung und der EKSH baut der SHeff-Z e. V. das Energiesparmobil zum neuen „Energiesparmobil Schleswig-Holstein“ um. Künftig gibt es noch mehr spannende Ausstellungsinhalte zu den Themenfeldern Energieerzeugung, Sektorenkopplung einschließlich Speicherung von Energie. Das neue Informationsangebot gibt auch Einblicke, wie die Mobilitätswende und die Verkehrswende gestaltet sein müssen, damit sie ihren Beitrag zur Energiewende leisten. Auch Zukunftsthemen wie Autonomes Fahren werden abgebildet. Das Angebot richtet sich schwerpunktmäßig an Schülerinnen und Schüler.

Das Energiesparmobil Schleswig-Holstein kann von Schulen in Schleswig-Holstein kostenfrei gebucht werden. Es rundet die Inhalte dieser Themenmappe aus meiner Sicht ganz hervorragend ab.

Stefan Sievers  
Geschäftsführer  
Gesellschaft für Energie und Klimaschutz  
Schleswig-Holstein GmbH (EKSH)

## Vorwort

Energie ist allgegenwärtig und begegnet uns auf vielfältige Weise. Auf der einen Seite handelt es sich um eine abstrakte physikalische Erhaltungsgröße, andererseits ist Energie in ganz unterschiedlichen Erscheinungsformen der konkrete „Treibstoff“, auf den sich das Leben ebenso wie die gesellschaftliche Entwicklung gründet.

Bei der Gestaltung einer ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Energieversorgung steht unsere Gesellschaft vor großen Herausforderungen, sowohl auf systemischer als auch auf individueller Ebene.

Vor diesem Hintergrund kommt der Bildung eine zentrale Rolle zu. Die vorliegenden Materialien regen Jugendliche dazu an, sich mit den unterschiedlichen Facetten des Energiekonzepts im Kontext von Bauen und Wohnen aktiv auseinanderzusetzen und dabei grundlegende Einsichten und praxisrelevante Kompetenzen zu gewinnen.

Zweifelloos wird die fächerübergreifende Ausrichtung der Materialien auf ein breites Interesse stoßen und die Aufgeschlossenheit der Schülerinnen und Schüler für Fragen der Energiegewinnung, -verteilung und -nutzung fördern.

Prof. Dr. Manfred Euler  
Wissenschaftliche Beratung



## Didaktische Einführung

### Didaktische Zielsetzung

Die menschliche Bevölkerung auf unserem Planeten nimmt weiter zu und damit auch der Energiebedarf, nicht nur bei uns, sondern vor allem in den sogenannten Entwicklungs- und Schwellenländern. Oft werden Energien durch einen falschen Umgang von uns „verschwendet“. Um den Klimawandel in erträglichen Grenzen zu halten und um unsere wichtigsten Lebensvoraussetzungen zu erhalten, müssen wir künftig Energie nicht nur CO<sub>2</sub>-arm bereitstellen, sondern auch möglichst effizient nutzen.

Der Klimawandel und die eingeleitete Energiewende veranlassen Lehrkräfte, diese Themen verstärkt im Unterricht zu behandeln. Dabei darf es nicht bei einer Darstellung der Problematik bleiben. Vielmehr muss eine vertiefte fachliche Auseinandersetzung mit den Ursachen und Folgen und vor allem mit Lösungsmöglichkeiten erfolgen. Dazu müssen die Lernenden sowohl naturwissenschaftliche als auch mathematische Kompetenzen erwerben. Aber auch politische, ökonomische und soziale Aspekte sind im Sinne einer „Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)“ zu berücksichtigen. Die Fähigkeiten, vernetzt zu denken und im Team gemeinsam nach kreativen Lösungen zu suchen, werden Grundvoraussetzungen sein, um einerseits im beruflichen Alltag zu bestehen und andererseits die Probleme zu lösen, die uns die gegenwärtige und künftige Energieversorgung und -nutzung bereitet.

Unter dem Oberthema „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“ bietet das IQSH für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zwei Themenmappen an:

Themenmappe 1:  
Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen

Themenmappe 2:  
Elektrische Energie gewinnen und effizient nutzen

Die beiden Themenmappen verknüpfen naturwissenschaftliche Grundlagen mit den dazu notwendigen mathematischen Werkzeugen insbesondere durch einen experimentellen Zugang. Somit soll die Theorie leichter erfahrbar, anschaulich und verständlich gemacht werden.

Die Inhalte gehen von alltagsbezogenen Kontexten aus, die interessante Probleme aufwerfen. Diese gilt es zu untersuchen und auf vielfältige Art und Weise zu lösen. Dabei ist neben dem Experimentieren, Kommunizieren, Bewerten und Argumentieren auch der Umgang mit modernen Medien gefragt. So können zum Beispiel mathematische Aufgaben mittels dynamischer Geometriesoftware hinterfragt und aufgeschlüsselt werden.

Die Anregungen im Bereich der Naturwissenschaften sollen die Lernenden zum selbstständigen Forschen anleiten. Dazu gehören das Entwickeln interessanter und relevanter Fragestellungen, die Hypothesenbildung, die Durchführung und gegebenenfalls Abwandlung und Erweiterung von Experimenten, die Auswertung der Beobachtungen und die Bewertung der Ergebnisse. Daneben spielt aber auch die fachliche Erschließung des Themas aus Texten und Filmen eine wichtige Rolle. So können die theoretisch gewonnenen Erkenntnisse mit denen durch eigene praktische Forschung gewonnenen verglichen werden.

Im experimentellen Umgang mit der Thematik können die Lernenden Grundvorstellungen von Begriffen und Prozessen entwickeln, sodass sie in die Lage versetzt werden, modellierend Schlussfolgerungen aus neuen Kontexten zu ziehen und argumentativ zu vertreten.

Die Mathematik bietet Aufgaben an, die sich auf die jeweiligen Kontexte aus den Naturwissenschaften beziehen. Sie dienen vor allem der Wiederholung, der Vertiefung und dem Transfer zuvor erworbener mathematischer Kompetenzen. Ziel ist es, den naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterricht über das Thema und die verschiedenen Forschungsfragen inhaltlich und fachlich miteinander zu vernetzen.



### Themenmappe 1: Wärme-Energie gewinnen und effizient nutzen

Die vorliegenden Unterrichtsmaterialien der Themenmappe 1 ermöglichen den Lehrkräften, den Unterricht in den Fächern Naturwissenschaften beziehungsweise Physik und in Mathematik inhaltlich miteinander zu verknüpfen. Die Fachanforderungen des Landes Schleswig-Holstein bieten dafür sehr gute Voraussetzungen.

Die Anregungsböden aus den Naturwissenschaften enthalten Aufgaben und Versuchsanleitungen für das selbstständige Forschen und Lernen der Schülerinnen und Schüler in den Jahrgangsstufen 8 bis 9. Dabei setzen sie sich vor allem mit der Versorgung und effizienten Nutzung von Wärmeenergie auseinander.

Die Mathematik bietet passende Aufgaben an, die sich auf die jeweiligen Kontexte aus den Naturwissenschaften beziehen.

Für die Mathematik stellt die Orientierung am naturwissenschaftlichen Thema einen sinnstiftenden Kontext dar, der den Lernenden den Nutzen der mathematischen Verfahren im Alltag verdeutlichen kann. Darüber hinaus bietet der Kontext vielfältige Möglichkeiten, neben den inhaltsbezogenen auch die prozessbezogenen Kompetenzen in beiden Fachbereichen zu vertiefen. Dies trägt nicht nur dazu bei, sich effektiv auf die angestrebten Schulabschlüsse vorzubereiten, sondern stellt auch eine wichtige Grundlage für lebenslanges Lernen dar.

Die Gliederung der Themenmappe liefert Hinweise für eine sinnvolle Abfolge der Unterrichtssequenzen.

### Der Einstieg

Das Zeichnen eines Traumhauses in der Einstiegsphase dient im Wesentlichen der Motivierung der Lernenden. Aus der Auswertung der Ideen der Jugendlichen kann leicht der Bedarf nach exakten Bauzeichnungen abgeleitet werden. Das eigene Zimmer oder die Schulräume eignen sich hervorragend, um das Ausmessen und das maßstabgerechte Zeichnen zu üben.

Der Bau eines „Hauses“ aus Zeitungspapier fördert die Kreativität und bietet eine gute Möglichkeit, sich mit den Schülerinnen und Schülern über Prinzipien des ökologischen Bauens auszutauschen: optimale Stabilität bei minimalem Material- und Energieaufwand bei voller Recyclingfähigkeit. Diese Prinzipien spielen beim Nestbau von Tieren eine große

Rolle. Im Laufe der Evolution haben sich optimale Nestformen entwickelt, die diese Anforderungen voll erfüllen. Uns Menschen gelingt es noch lange nicht, diesen Ansprüchen in entsprechender Weise gerecht zu werden.

### Gründe für das Energiesparen

Für Jugendliche ist das Thema „Energiesparen“ zunächst einmal wenig attraktiv. Schließlich muss dafür das eigene Handeln ständig reflektiert und kontrolliert werden. Das widerspricht dem Bedürfnis nach Freiheit und Unabhängigkeit der Jugendlichen.

Für manche mögen die finanziellen Einsparmöglichkeiten besonders motivierend sein. Deshalb werden bei einigen Aufgaben Möglichkeiten für Taschengelderhöhungen angesprochen.

Behrungen und vorgegebene Verhaltensregeln im Umgang mit Energie sind kaum zielführend. Viele junge Menschen sind aber gern bereit, sich für ihre eigene Zukunft zu engagieren. Die selbstständige Auseinandersetzung mit dem Klimawandel und seinen weltweiten Folgen lässt die Jugendlichen die Bedeutung dieses Themas auch für die eigene Zukunft erkennen. Das erhöht die Bereitschaft, sich mit Fragen der Energienutzung zu befassen und daraus Konsequenzen im privaten und schulischen Umfeld zu ziehen.

### Physikalische Grundlagen der Wärmelehre

Im naturwissenschaftlichen Unterricht spielt die Wärmelehre bereits in den Jahrgangsstufen 5 und 6 eine Rolle. Dabei geht es vor allem um das Erwärmen und Warmhalten des Körpers von Menschen und Tieren.

An das in diesen Jahrgangsstufen erworbene Grundwissen kann jetzt angeknüpft werden. Einfache Experimente zur Wahrnehmung von Wärmeenergie zeigen, dass unsere Sinneswahrnehmung nicht für exakte Messungen geeignet ist. In dieser Unterrichtssequenz lernen die Schülerinnen und Schüler zwischen Temperatur und Wärme und zwischen den drei Arten des Wärmetransports (Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Wärmeströmung) zu unterscheiden.

Diese physikalischen Grundlagen sind eine wichtige Voraussetzung, um sich mit Fragen der effizienten Nutzung von Wärmeenergie auseinanderzusetzen.



### Energieeffizientes Bauen und Wohnen

Diese Unterrichtssequenz sollte den Hauptteil der gesamten Unterrichtseinheit darstellen. Die Anregungen bieten viele Möglichkeiten, experimentell die Wirkung der Wärmedämmung und des Wärmetransports in Gebäuden zu erforschen. Aber auch das eigene Verhalten beim Heizen und Lüften können die Jugendlichen hinterfragen und optimieren.

Hier sollte das forschende Lernen im Vordergrund stehen. Das erfordert einen recht hohen Zeitaufwand. Die Versuche zeigen aber sehr anschaulich, wie auch in der professionellen Materialforschung in ähnlicher Weise gearbeitet wird.

Die Aufgabe, verschiedene Heizungsarten und Heizmittel zu vergleichen und zu bewerten, stellt sich bei jedem Neubau und bei Renovierungen. Aber auch bei der Wahl einer Mietwohnung sollte man sich gründlich über die Heizung informieren. Möglicherweise stellen sich diese Fragen auch bei der Renovierung oder bei Neubauten an der eigenen Schule.

Die Projekt-Aufgaben zum Bau eines gut isolierten Modellhauses, eines Sonnenkollektors und Wärmetauschers fördern die Planungskompetenz, die Fähigkeit, theoretisch erworbenes Wissen in die Tat umzusetzen und das handwerkliche Geschick. Deshalb eignen sich diese Aufgaben sehr gut für heterogene Gruppen, in denen die unterschiedlichen Talente genutzt werden können.

Ergänzend zu diesen Anregungen für den praxisorientierten Unterricht bietet sich an, das Energiemobil des SHeff-Z für einen Besuch an der Schule zu buchen, um dieses von den Lernenden erkunden zu lassen. Das Informationsangebot ist für Schulen kostenfrei.



## Inhalt

### Naturwissenschaften / Physik

#### Einstieg in das Thema

- N 1.1 Mein Traumhaus: So möchte ich einmal wohnen
- N 1.2 Eine Grundriss-Zeichnung meines Zimmers
- N 1.3 Wir fertigen Bauzeichnungen von Schulräumen an
- N 1.4 Statik: Papierhaus-Wettbewerb
- N 1.5 Turmbau-Wettbewerb

#### Gründe für das Energiesparen

- N 1.6 Energiesparen? Wozu das denn?!
- N 1.7 Globale Erwärmung? Ist doch prima!
- N 1.8 Steigt die Temperatur bei steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre?
- N 1.9 Meine Beiträge zum Treibhauseffekt und zum Klimaschutz

#### Physikalische Grundlagen der Wärmelehre

- N 1.10 Im Winter gemütlich warm, im Sommer angenehm kühl
- N 1.11 Wie gut ist euer Temperaturempfinden?
- N 1.12 Die Hand als Thermometer?
- N 1.13 Wärmeleitung bei verschiedenen Materialien
- N 1.14 Wir untersuchen die Wärmestrahlung
- N 1.15 Heißes in kaltem Wasser
- N 1.16 Wärmeströme nachweisen
- N 1.17 Wie wird Wärme transportiert?
- N 1.18 Methode: Mosaik-Vortrag ★★
- N 1.19 Methode: Einen Text mit einem Mosaik-Vortrag vorstellen ★★★

#### Energieeffizientes Bauen und Wohnen

- N 1.20 Wie gut nehmen Baumaterialien Wärmeenergie auf und wie schnell ... wieder ab?
- N 1.21 Dämmstoff-Tests
- N 1.22 Auf die Fenster kommt es an!
- N 1.23 Neue Fenster – auf jeden Fall sinnvoll?
- N 1.24 Untersuchungen mit der Wärmebildkamera
- N 1.25 Energiesparen durch Lüften?
- N 1.26 Wie funktioniert eine Heizungsanlage?
- N 1.27 Was bedeutet der „Wirkungsgrad“ einer Heizung?
- N 1.28 Wir bestimmen den Heizwert eines Brennstoffs
- N 1.29 Der Brennwert und Heizwert verschiedener Stoffe
- N 1.30 Wir vergleichen den Energiegehalt fürs Heizen
- N 1.31 Welcher Heizungstyp soll es sein?
- N 1.32 Wir bauen ein gut isoliertes Modellhaus
- N 1.33 Wir bauen einen Sonnenkollektor
- N 1.34 Wir bauen ein Funktionsmodell eines Wärmetauschers

### Mathematik

inkl. Lösungen

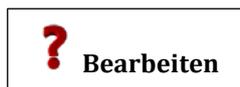
- M 1.1 Traumhaus – Umfänge und Flächen von Figuren
- M 1.2 Temperaturskala – Ganze Zahlen
- M 1.3 Modellhaus – Netze und Schrägbilder von Körpern
- M 1.4 Wärmeströme messen – Lineare Funktionen
- M 1.5 Wirkungsgrad-Funktionsgleichungen aufstellen, Werte ... berechnen und vergleichen
- M 1.6 CO<sub>2</sub>-Gehalt – Manipulation durch Diagramme
- M 1.7 Temperaturregelung in Häusern – Oberfläche und Volumen von Körpern
- M 1.8 In der Verbraucherberatung – Lineare Gleichungssysteme



Merken



Erinnern



Bearbeiten



Fertigen



\*Beeindrucken



**Naturwissenschaften**



**Bauen und Wohnen**

# Naturwissenschaften | Physik



## Mein Traumhaus: So möchte ich einmal wohnen

Hast du ein eigenes Zimmer? Oder musst du dir es mit jemandem teilen? Hast du es dir nach deinen Wünschen eingerichtet?

Wer erwachsen wird, möchte gern in eine eigene Wohnung ziehen, die nach den eigenen Bedürfnissen eingerichtet werden kann. Für manche Leute bietet sich auch eine Wohngemeinschaft an. Oder er/sie zieht mit der Freundin oder dem Freund zusammen. Manche/-r möchte sich irgendwann einmal ein eigenes Haus bauen oder eine Wohnung kaufen. Wie stellst du dir deine Traumwohnung oder dein Traumhaus vor?



**Fertige eine Zeichnung deines Traumhauses oder deiner Traumwohnung an.**

**Tausche** dich mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern darüber aus,

- wie eure Traumhäuser beziehungsweise Traumwohnungen aussehen;
- was euch darin wichtig ist;
- wie ihr euch euer Leben darin vorstellt.

**Überlege**, wie du dein Traumhaus / deine Traumwohnung am besten zeichnen kannst, sodass du dein Ergebnis der Klasse gut vorstellen kannst.

Du kannst Außenansichten oder einen Grundriss mit der Einrichtung zeichnen.



Bildquelle: iStock.com/BardoczPeter

So ähnlich könntest du zum Beispiel einen Grundriss zeichnen.



## Eine Grundriss-Zeichnung meines Zimmers

Erinnerst du dich an deine Zeichnungen von Häusern, die du als Kind gezeichnet hast? Vielleicht sahen sie so ähnlich aus wie auf diesem Bild. Was fällt dir daran auf? Was würdest du sagen, wenn das die Zeichnung eines Architekten oder einer Architektin wäre?



Abb. 1: Kinderzeichnung  
Bildquelle: Pape, Nathalie (2018)



### Zeichne einen Grundriss deines Zimmers.

Du brauchst Zollstock oder Maßband, Notizblock, einen spitzen Bleistift, Millimeterpapier, Geodreieck und Lineal.

#### 1 Skizze zeichnen und Maße aufnehmen

**Schau** dir Abbildung 2 mit dem Grundriss eines Zimmers an.

**Überlege**, welche Maße du in deinem Zimmer ausmessen musst, um eine exakte Grundrisszeichnung anfertigen zu können.

**Fertige** auf dem Notizblock eine Grundriss-Skizze deines Zimmers an.

**Miss** die Länge der Wände, die Breite der Türen und Fenster und die Dicke der Wände.

**Trage ein**, in welcher Richtung sich Türen öffnen.

**Notiere** alle Messwerte in deiner Grundriss-Skizze.

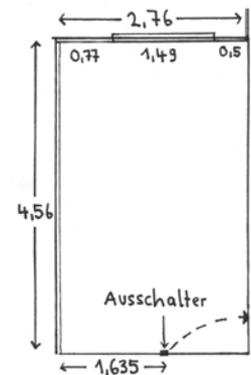


Abb. 2: Skizze Grundmaße eines Zimmers  
Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Zeichne** die Möbel deines Zimmers ein. Notiere auch ihre Breite und Länge.

#### 2 Exakte Zeichnung anfertigen

Deine Zeichnung soll gut auf das Blatt Millimeterpapier passen. Sie darf nicht zu groß und nicht zu klein sein. Deshalb überlege, welcher Maßstab geeignet ist. Eine DIN-A4-Seite hat die Maße 21 cm x 29,7 cm.

**Kreuze an**, welcher der folgenden Maßstäbe am besten geeignet ist, um das Zimmer aus Abb. 1 auf dem DIN-A4-Blatt darzustellen.

**Verfahre** genauso bei deinem Zimmer und notiere:

Maßstab meiner Grundrisszeichnung: 1 : \_\_\_\_\_

Zeichnung in cm	Tatsächliche Maße in cm	geeignet
1	1	
1	10	
1	20	
1	50	
1	100	
1	1000	



**Fertige** jetzt mit angespitztem Bleistift eine exakte Bauzeichnung deines Zimmers auf dem Millimeterpapier an. Orientiere dich an dem Beispiel.

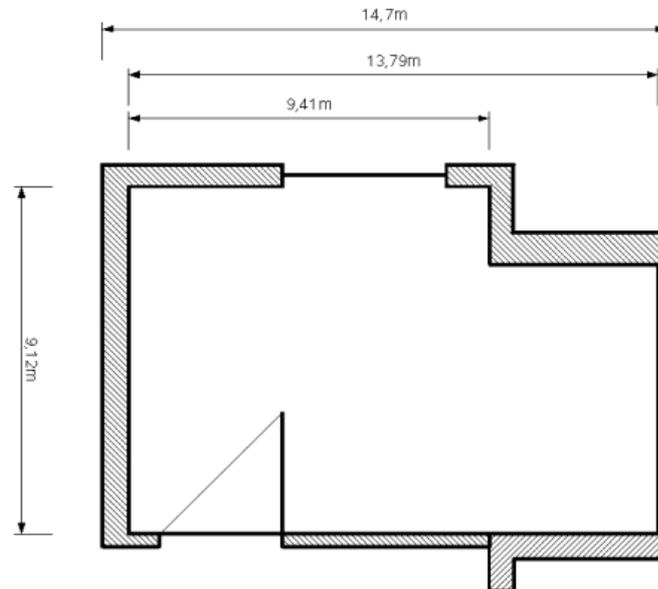


Abb. 3: Grundrisszeichnung eines Zimmers  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

Um Möbel in die Grundrisszeichnung der Räume einzuzichnen, benutzen Architekten und Architektinnen oft Schablonen (Abb. 4).

**Benenne** die Möbel und festen Bauteile (z. B. in der Küche), die du auf der Schablone erkennen kannst.

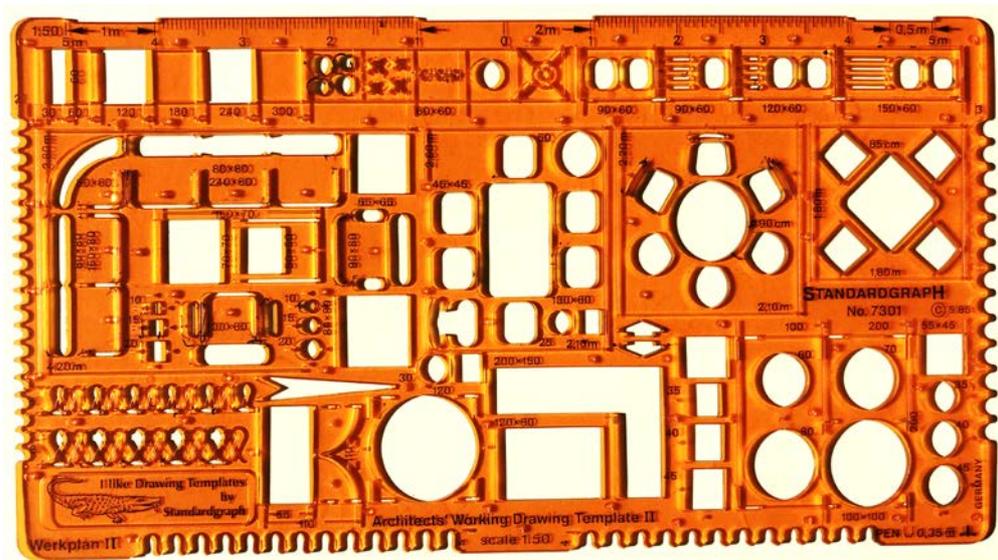


Abb.4: Schablone für Möbel-Zeichnungen  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

**Zeichne** die Möbel deines Zimmers maßstabsgerecht in deinen Grundriss ein.



## Wir fertigen Bauzeichnungen von Schulräumen an

Die Bauzeichnungen eines Architekten, einer Architektin müssen exakt sein. Stimmen die Maße nicht, dann gibt es große Schwierigkeiten beim Hausbau und auch bei der Einrichtung der Wohnung. Exakte Grundriss- und Aufriss-Zeichnungen benötigen nicht nur die Beschäftigten des Maurer-, Installateur- und Elektriker-Handwerks, sondern auch die Eigentümer/-innen und Bewohner/-innen des Hauses. Exakte Bauzeichnungen anzufertigen, gehört unter anderem zur Ausbildung vieler handwerklicher und technischer Berufe.



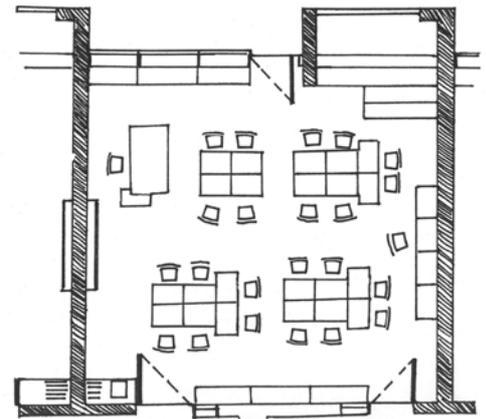
**Fertigt unterschiedliche Bauzeichnungen von Räumen eurer Schule an.**

**Nutzt** eure Fähigkeiten, die ihr bei „Eine Grundriss-Zeichnung meines Zimmers“ erworben habt.

### Anwendung eures Wissens und Könnens – Level 1

Ihr könnt folgende Grundriss-Zeichnungen anfertigen:

- Unterrichtsraum samt Inventar (Tafel, Möbel, Waschbecken, Lehrerpult ...)
- Grundriss eines Flurs mit Inventar (Bänke, Garderobe ...)



Bildquelle:  
Lindenberg-Saho, Anna (2018)

### Anwendung eures Wissens und Könnens – Level 2

- Seitenansicht (Aufriss) der Fensterfront eures Unterrichtsraums
- Seitenansicht (Aufriss) der Wand, an der sich die Tafel bzw. das Whiteboard befindet

**Schaut** euch das Foto einer Klassenraum-Ecke an. Überlegt, wie ihr von der Fensterfront oder von der Tafel-Wand eine exakte Seitenansicht zeichnen könntet.

**Übertragt** eure Ideen auf den eigenen Unterrichtsraum und setzt euren Plan um.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

**Stellt eure Zeichnungen in der Klasse aus.**



## Statik: Papierhaus-Wettbewerb

Im Jahr 2000 bewunderten die Besucher und Besucherinnen der internationalen Ausstellung EXPO 2000 in Hannover den japanischen Pavillon. Das war ein riesiges Gebäude, fast nur aus Papier beziehungsweise Pappe gebaut.



**Führt einen Wettbewerb im Papierhaus-Bauen durch.**

**Lest** zuerst die folgende Einleitung.

*Wenn Tiere ein Nest bauen, dann müssen sie ganz bestimmte Regeln der Statik beachten. Sie müssen natürlich das passende Nistmaterial benutzen. Sie dürfen das Nest nicht zu klein und auch nicht zu groß bauen. Das heißt, sie dürfen nicht zu viel und auch nicht zu wenig Nistmaterial heranschaffen. Sie müssen außerdem dafür sorgen, dass das Nest stabil genug ist. Diese energie- und materialsparende Verhaltensweisen sind artspezifisch und den Tieren angeboren.*



*Rauchschwalben bauen zum Beispiel ihre Nester in Ställen unter der Decke. Meistens kleben sie mit ihrem Speichel das Nistmaterial aus feuchter Erde und aus ein paar Grashalmen an einen Balken. Die verwendeten Materialien können irgendwann der Natur zurückgegeben werden. Das Nest ist gerade groß genug, dass 4 bis 5 fast ausgewachsene Jungvögel darin sitzen können.*

Bildquelle: © Michael Gäbler / Wikimedia Commons

**Beschreibt** die möglichen Folgen, die ein zu kleines oder zu großes Nest für die Tiere hätte.

**Erklärt**, welche Vorteile es hat, dass der Nestbau angeboren ist.

**Leitet** aus dem Beispiel Regeln für den Nestbau ab.

**Baut ein „Haus“ aus Papier, in dem eine Person eurer Gruppe (etwa 4 bis 5 Schüler/-innen) sitzen kann. Ihr habt etwa 70 Minuten Zeit.**

**Ihr braucht** einen dicken Stapel alter Tageszeitungen und pro Gruppe eine Rolle Malerkrepp.

- 1 Wendet die Regeln für den Nestbau beim Bau eures Papierhauses an.
- 2 Verwendet so wenig Papier und Klebestreifen wie möglich.
- 3 Werkzeuge und andere Materialien dürfen nicht verwendet werden.
- 4 Das Haus muss frei stehen, darf höchstens am Boden festgeklebt werden.
- 5 Es muss so stabil sein, dass es nicht umkippt oder zusammenbricht.



## Auswertung des Papierhaus-Wettbewerbs

**Beantwortet** bei der Präsentation eurer Häuser folgende Fragen:

- 1 Wie habt ihr euer Vorgehen geplant?
- 2 Wie gut hat eure Absprache funktioniert?
- 3 Habt ihr euch an die Regeln gehalten?
- 4 Wie erfolgreich wart ihr beim Material-Sparen und bei der Stabilität?
- 5 Durch welche Maßnahmen habt ihr für die Stabilität gesorgt?
- 6 Wodurch konntet ihr Energie einsparen?

Die Abflughalle des Hamburger Flughafens ist sehr groß.

**Vergleicht** die Dachkonstruktion mit eurem Papierhaus.

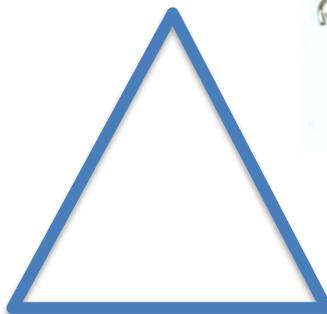
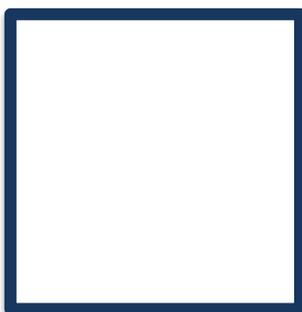
**Erklärt** anhand des Fotos von der Deckenkonstruktion, wie es die Architekten/Architektinnen geschafft haben, ein so großes Dach zu bauen und dabei die Regeln für energie- und materialsparendes Bauen zu beachten und die Sicherheit der Flughafen-Besucher/-innen zu gewährleisten.



Airport Hamburg  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2016)

**Schaut** euch im Internet Fotos vom japanischen Pavillon auf der EXPO 2000 an und vergleicht diesen mit der Dachkonstruktion des Flughafens.

**Baut** aus Zeitungspapier und Klebestreifen ein Rechteck und ein Dreieck und untersucht ihre Stabilität. Wie wirken sich Krafteinwirkungen von der Seite und von oben auf die Konstruktionen aus. Ihr könnt dafür auch einen Kraftmesser (= Federwaage) verwenden.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

**Erklärt**, warum Papierhäuser aus Dreieckskonstruktionen besonders stabil sind.



## Turmbau-Wettbewerb

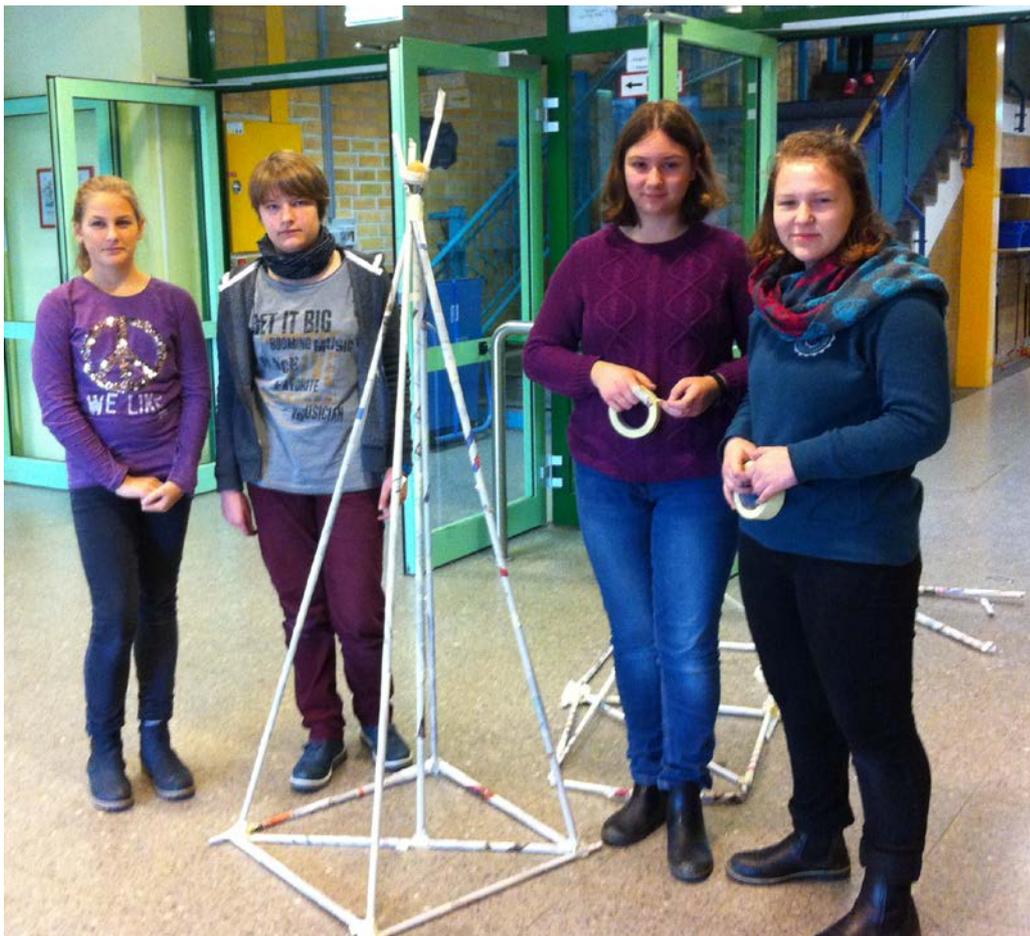
Beim Papierhaus-Bau habt ihr gelernt, dass Dreiecke wie bei einem Fachwerkhaus oder beim Hamburger Flughafen die Hauskonstruktion stabilisieren. Dünne, feste Papierrohre haben sich sicher auch bewährt.

Vielleicht waren aber nicht alle Gruppen mit ihrem Ergebnis zufrieden und hätten gern eine zweite Chance.

### **Baut einen möglichst hohen Turm aus Zeitungspapier und Malerkrepp, an dessen Spitze ein rohes Ei befestigt werden muss.**

Es gelten die gleichen Regeln wie beim Papierhaus-Wettbewerb.

Dieses Mal wird die Menge des Papiers gewogen und die Menge des verbrauchten Klebestreifens durch Wiegen ermittelt.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2016)

Die Schülerinnen der Jahrgangsstufe 8 machen es euch vor.



## Energiesparen? Wozu das denn?!

„Lass die Haustür nicht so lange offen stehen, es wird so kalt im Haus.“  
 „Dauerlüften muss doch nicht sein! Und dreh die Heizung nicht so stark auf.  
 Denkt doch auch mal ans Energiesparen!“

Kennt ihr solche Ermahnungen eurer Eltern? Wollen sie euch wie kleine Kinder behandeln oder steckt vielleicht mehr dahinter?

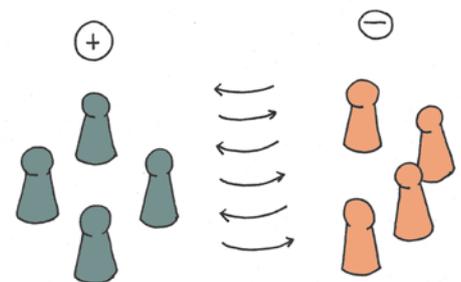


**Diskutiert in eurer Klasse, ob Energiesparen wirklich sinnvoll ist.**

**Bereitet** euch auf die Diskussion vor, indem jede/-r Argumente für und gegen das Energiesparen sammelt und notiert.

Ihr könnt eine **Pro- und Kontra-Diskussion** führen.  
 Einigt euch darauf, wer die Diskussion leiten soll.  
 Lost unter euch aus, wer in eine Pro- und wer in eine Kontra-Energiespargruppe geht.

Diskutiert miteinander.



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Oder:**



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

Ihr könnt eine **Familienszene** spielen, in der Jugendliche mit ihren Eltern über die Notwendigkeit des Energiesparens im Haus streiten.

**Wertet** eure Diskussion aus, indem ihr die Kraft eurer Argumente gegeneinander abwägt. Welche Argumente wirkten am überzeugendsten?

Vielleicht habt ihr gemerkt, dass eure Kenntnisse für wirklich überzeugende Argumente nicht ausreichen.

**Überlegt und entscheidet**, über welche Themen ihr euch intensiver informieren wollt.



## Globale Erwärmung? Ist doch prima!

„Der September war in Deutschland wieder deutlich wärmer als die Durchschnittstemperatur seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.“ Solche oder ähnliche Mitteilungen können wir immer wieder im Wetterbericht hören. Weltweit steigen die Temperaturen an, in manchen Regionen weniger, in anderen umso stärker. Klimawissenschaftler sprechen vom „Global Warming“.

„Ist doch prima!“, denkt Philipp. „Dann kann ich demnächst von Mai bis Ende Oktober draußen schwimmen gehen.“



**Forscht nach, was die weltweite Erwärmung der Erde verursacht.**

**Tragt** zuerst zusammen, was ihr über dieses Thema schon gehört habt und was ihr darüber wisst.

**Überlegt**, welche Gründe es für den Temperaturanstieg geben könnte.

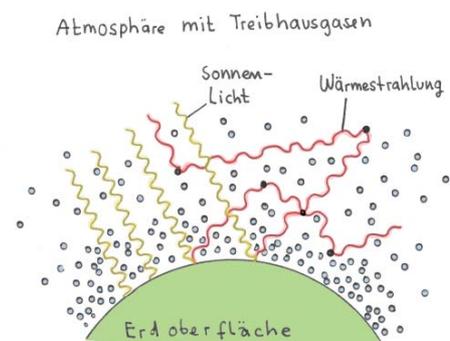
Seht euch einen Film im Internet an, zum Beispiel:

<https://www.youtube.com> → Suchbegriff: Klimawandel, fildold



**Macht** euch während des Films Notizen, um anschließend die folgenden Aufgaben zu lösen:

- 1 **Erklärt** den Unterschied zwischen Wetter und Klima.
- 2 **Nennt** die Gase, die für die globale Erwärmung verantwortlich sind.
- 3 **Erklärt** die wichtige Aufgabe der Bäume und Wälder (und aller anderen Pflanzen).
- 4 **Benennt** die Hauptverursacher des zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.
- 5 **Erklärt** die Rolle der Treibhausgase bei der globalen Erwärmung. Nutzt dafür die Abbildung.
- 6 **Vergleicht** die Erde mit einem Gewächshaus (= Treibhaus). Erklärt den Begriff „Treibhauseffekt“.
- 7 **Benennt** Folgen des vom Menschen gemachten Treibhauseffektes auf der Erde.



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

## Modell

**Nehmt Stellung** zur Äußerung von Philipp aus dem Eingangstext. Begründet eure Meinungen.



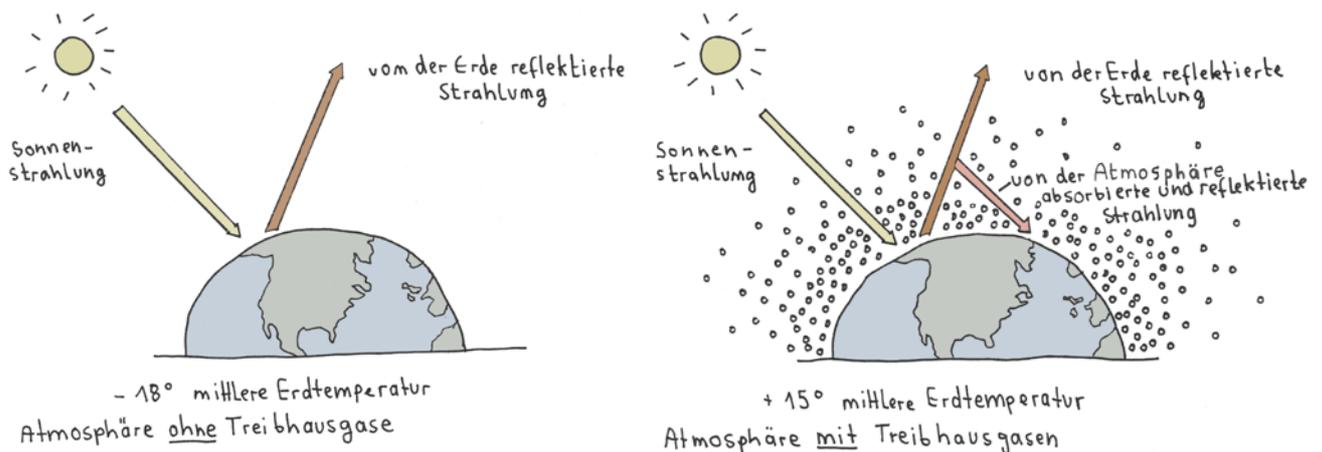
## Globale Erwärmung

## Erweiterung und Vertiefung

Erweitert und vertieft eure Kenntnisse über den Treibhauseffekt und den Klimawandel, indem ihr selbstständig im Internet recherchiert, um folgende Aufgaben zu lösen:

- 1 Erklärt anhand der folgenden Abbildung, warum die Treibhausgase in unserer Atmosphäre wichtig sind.
- 2 Erklärt, wie sich eine weitere Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre auswirken würde.
- 3 Erklärt den Unterschied zwischen dem „natürlichen Treibhauseffekt“ und dem „anthropogenen Treibhauseffekt“ (*Anthropos = griech.: Mensch*).

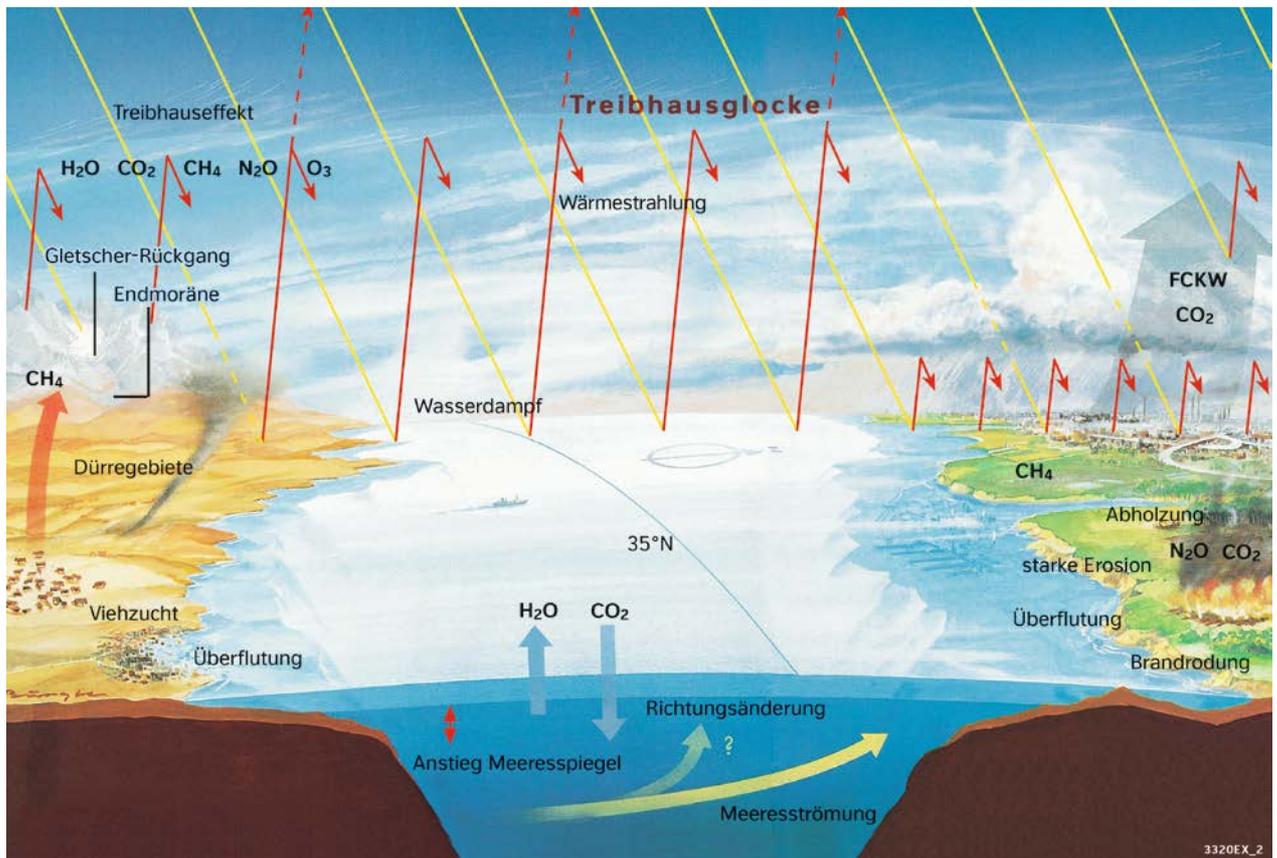
### Treibhausgaseneffekt



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Beschreibt und erklärt** die Abbildung auf der nächsten Seite. Geht dabei auf folgende Aspekte ein:

- Viehzucht: Rinderhaltung, Fleischproduktion
- Abholzung der Wälder
- Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen
- Mobilität mit Autos, Flugzeugen, ...
- Treibhausgase
- Licht- und Wärmestrahlung
- Wolkenbildung
- Meeresströmungen (Golfstrom)
- Weltweite Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts
- Fehlende Aspekte in der Grafik



© Westermann Gruppe mit Bildquelle Greenpeace

**Bedeutung der chemischen Formeln:**

- H<sub>2</sub>O = Wasser
- O<sub>2</sub> = Sauerstoff
- CO<sub>2</sub> = Kohlenstoffdioxid
- CH<sub>4</sub> = Methan (Kohlenwasserstoff-Molekül)
- N<sub>2</sub>O = Lachgas (Distickstoffmonoxid)

**Bedeutung der Abkürzung:**

- FCKW = Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe

**Recherchiert** im Internet, mit welchen Folgen des Treibhauseffektes in Deutschland und in eurer Region zu rechnen ist.

Die internationale Klimakonferenz in Paris 2016 hat beschlossen, dass alle Staaten Maßnahmen ergreifen sollen, die globale Erwärmung auf 2 °C weltweit zu begrenzen.

**Findet heraus**, welche Maßnahmen dazu international, national und in eurer Region erforderlich sind.

**Nennt** Möglichkeiten, wie ihr selbst zum Klimaschutz beitragen könnt.

**Diskutiert**, ob ihr dazu bereit seid.



## Steigt die Temperatur bei steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre?

Scheint Sonnenlicht auf eine schwarze und auf eine weiße Oberfläche, so heizt sich die schwarze Fläche sehr viel schneller und stärker auf als die weiße. Diese Erfahrung habt ihr im Alltag schon gemacht. Ihr wisst auch, dass sich das Wasser im Meer oder in Seen und Flüssen durch die Sonneneinstrahlung aufwärmt. Trifft das auch auf die Luft zu? Mit dem Klimawandel verändert sich auch die Zusammensetzung der Luft ein wenig. 1950 enthielt die Atmosphäre eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von etwa 0,031 Vol.-%. Heute beträgt sie etwa 0,039 Vol.-%.



**Untersucht mit einem Modellversuch, wie sich die Zusammensetzung der Luft auf die Wärmeaufnahme der Erde auswirkt.**

**Ihr braucht:** zwei verschließbare Glasgefäße, CO<sub>2</sub> aus einer Druckgasflasche oder einem Wassermassx und ein digitales Infrarot-Thermometer

### 1 Lest zuerst die folgende Versuchsanleitung durch.

Führt den Versuch bei Sonnenschein durch.

Füllt ein Glasgefäß mit CO<sub>2</sub>. Das andere Glas soll einfach nur frische Luft enthalten.

Stellt die beiden Gläser mit dem Deckel nach unten in das Sonnenlicht, sodass beide Gläser gleichmäßig beschienen werden.

Misst die Temperatur mit dem Infrarot-Thermometer einmal pro Minute bei beiden Gläsern.

### 2 Beschreibt die vermutete Temperaturentwicklung in beiden Gläsern.

### 3 Führt den Versuch nach der Anleitung durch.

Notiert die Messwerte in der folgenden Tabelle.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

Zeit:	1 Min.	2 Min.	3 Min.	4 Min.	5 Min.	6 Min.	7 Min.	8 Min.	9 Min.	10 Min.
Gas:										
Luft										
CO <sub>2</sub>										

**Variation:** Führt den Versuch mit einer anderen Gaszusammensetzung durch.

**Beschreibt** das Ergebnis dieses Versuchs. Beantwortet die Ausgangsfrage!



## Meine Beiträge zum Treibhauseffekt und zum Klimaschutz

„Der Treibhauseffekt und der damit verbundene Klimawandel beruhen doch auf einer Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre. Dafür sind doch die Kraftwerke, die Flugzeuge, die vielen Lkws und Autos verantwortlich. – Ich fahre mit dem Fahrrad zur Schule. Also habe ich damit doch gar nichts zu tun“, meint Nico.



**Entdecke, wie klimafreundlich oder -schädigend du lebst.**

**Formuliere** zunächst deine persönliche Einschätzung.

Vergleiche sie mit den Aussagen deiner Mitschülerinnen und Mitschüler.

**Erstelle** nach folgendem Muster einen Tagesablauf, in dem du deine gestrigen Aktivitäten auflistest und prüfst, ob dabei CO<sub>2</sub>-Emissionen anfielen oder nicht.

Tageszeit	Aktivitäten	CO <sub>2</sub> -Produktion durch	Keine CO <sub>2</sub> -Produktion
6:30 Uhr	15 Minuten warm duschen	Verbrennung von Erdgas in der Heizungsanlage	...
6:50 Uhr	Frühstück mit gekochtem Ei und warmem Kakao	Elektrische Energie vom Kraftwerk	—
7:05 Uhr	Fahrt zur Schule mit dem Fahrrad	...	X
8:00 Uhr	Unterricht in der beheizten, beleuchteten Schule		

**Prüfe**, ob deine Mobilität viel oder eher wenig CO<sub>2</sub> freisetzt. Trage deine wichtigsten Fahrten eines Jahres in einer Tabelle nach folgendem Muster ein.

Häufigkeit	Mobilität mit Fahrrad, Auto, Bus, Flugzeug	Gefahrene Strecken in Kilometern	CO <sub>2</sub> -Produktion?
1 x pro Woche	Busfahrt zum Sport	15 km	Verbrennung von Treibstoff
5 x pro Woche	Fahrradfahrt zur Schule	30 km	—
1 x pro Monat	Fahrt mit dem Auto zu den Großeltern	240 km	
1 x pro Jahr	Flugzeug: Urlaub auf Mallorca		



**Prüfe**, wie der Energiebedarf in eurer Wohnung / eurem Haus zur Freisetzung von CO<sub>2</sub> beiträgt.

**Markiere farbig**, was für eure Wohnung / euer Haus zutrifft. Ergänze die Tabelle bei Bedarf.

Energieversorgung	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch	Geringe CO <sub>2</sub> -Emissionen durch
Heizung und Warmwasserversorgung	Verbrennung von Erdgas oder Heizöl	
		Sonnenkollektoren
		effektive Wärmedämmung des Gebäudes
		geringere Raumtemperaturen
Elektrische Energie	Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Gas, Öl) in Kraftwerken	
		regenerative Energienutzung: Fotovoltaik-Anlage, Windkraftwerk, ...

**Vergleiche** deine Angaben mit denen deiner Mitschüler/-innen.

**Schätze** deine CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich mit denen deiner Mitschüler/-innen ein:

sehr hoch – hoch – mittel – eher niedrig – niedrig

**Begründe** deine Einschätzung.

**Überlege** dir Maßnahmen, mit denen du deine Kohlenstoffdioxid-Emissionen senken kannst. Liste diese Maßnahmen auf und kreuze an, wozu du ab sofort tatsächlich bereit bist.

**Überlege** dir Maßnahmen, die ihr als Familie durchführen könnt.



## Im Winter gemütlich warm, im Sommer angenehm kühl

Wenn der Wind kalt durch die Straßen fegt, Regen gegen die Fenster klatscht oder wenn es draußen eisig kalt ist und Schnee fällt, dann möchten wir es in unserem Haus gern mollig warm haben. Dafür sorgt in der Regel unsere Zentralheizung.

In den Ländern Südeuropas stellt sich das Problem eher umgekehrt dar. Dort scheint die Sonne oft von morgens früh bis abends spät und es ist drückend heiß. Die Menschen wünschen sich dort eine Wohnung, in der sie Schatten haben und sich ein wenig abkühlen können.



**Forscht nach, wie die Temperatur in den Häusern bei uns und in Südeuropa geregelt wird.**

**Tragt** eure Kenntnisse zusammen:

- Wie schaffen wir es, dass es bei tiefen Außentemperaturen dennoch angenehm warm in unseren Häusern und Wohnungen ist?
- Wie schaffen es die Südeuropäer/-innen, ihre Wohnungen bei hohen Außentemperaturen kühl zu halten. Schaut dazu Abb. 1 an.



Abb. 1: Haus in Italien  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)



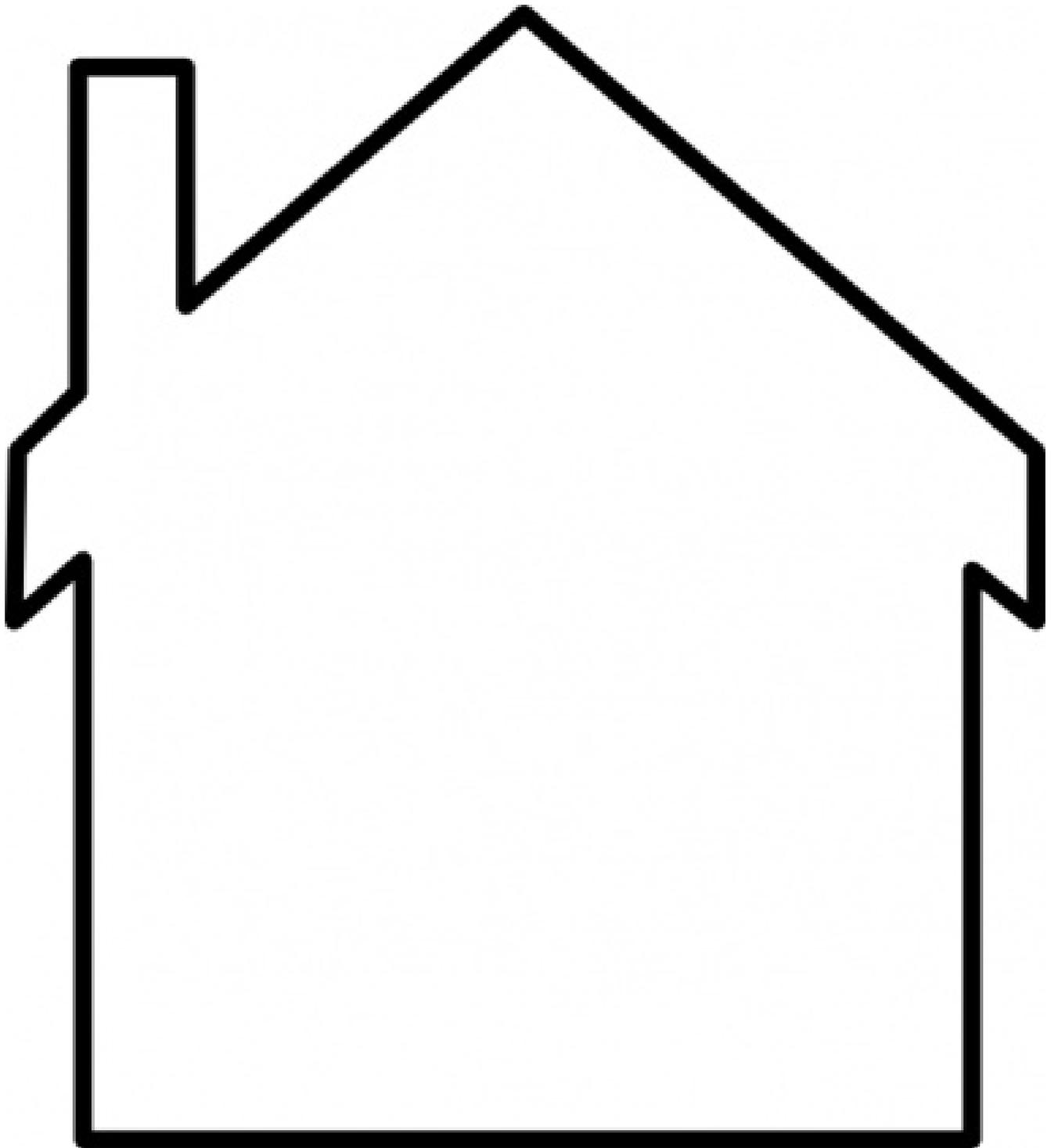
Abb. 2: Haus in Italien  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)

- Erklärt, wozu die Geräte an dem Haus irgendwo in Italien dienen (Abb. 2).

**Erklärt**, welche der Maßnahmen zur Temperierung der Häuser und Wohnungen viel Energie benötigen und welche auf Dauer eher energiesparend wirken.

**Sammelt** in eurer Tischgruppe Ideen, wie ein Haus möglichst klimafreundlich gestaltet, gebaut und bewohnt werden kann.

**Tragt** eure Vorschläge in das Haus ein.





## Wie gut ist euer Temperaturempfinden?

„Puh, hier ist es aber warm!“ ruft Nina, als sie den Nawi-Raum betritt. – „Wieso warm? Ich friere die ganze Zeit“, erwidert Nurten, die in einer dicken Jacke auf sie wartet.

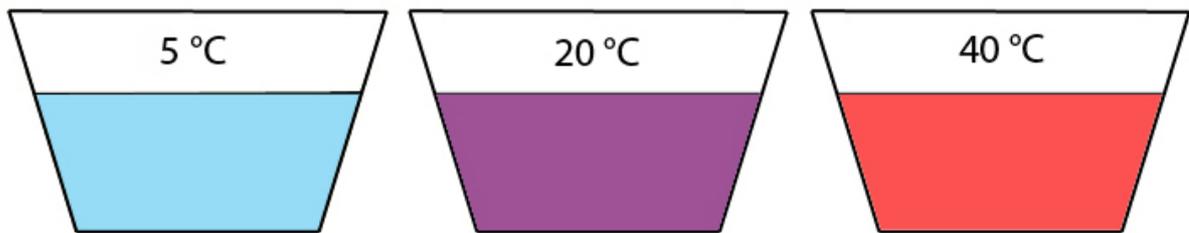
Kennt ihr solche Situationen?



**Untersucht, wie gut ihr euch auf eure Temperaturwahrnehmung verlassen könnt.**

**Ihr braucht** drei gleich große Schüsseln (ca. 5 Ltr.), einen großen Messbecher, Eiswürfel und Wasser, ein Thermometer, ein Handtuch und Versuchspersonen (= Probanden).

**Stellt** die drei Schalen nebeneinander auf und füllt je eine mit 5 °C, 20 °C und 40 °C warmem Wasser.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)

**Informiert** eure Versuchspersonen NICHT über die Temperatur in den drei Schüsseln.

**Bittet** die Versuchsperson, zuerst 30 bis 60 Sekunden lang zeitgleich eine Hand in das kalte und eine in das warme Wasser zu tauchen. Dann soll sie beide Hände gleichzeitig und sehr zügig – ohne dass sich diese berühren – in das mittlere Becken halten und ihre Temperaturempfindungen beschreiben.

**Notiert** die Aussagen mehrerer Versuchspersonen.

**Probiert** den Versuch auch selbst aus.

**Probiert aus**, was passiert, wenn sich die beiden Hände im mittleren Becken berühren.

**Findet** eine plausible Erklärung für das Phänomen.

**Lest** die Erklärung auf der folgenden Seite.

**Fasst** jeden Absatz des Textes mit euren eigenen Worten zusammen.

**Vergleicht** eure Erklärungsversuche mit wissenschaftlichen Aussagen.

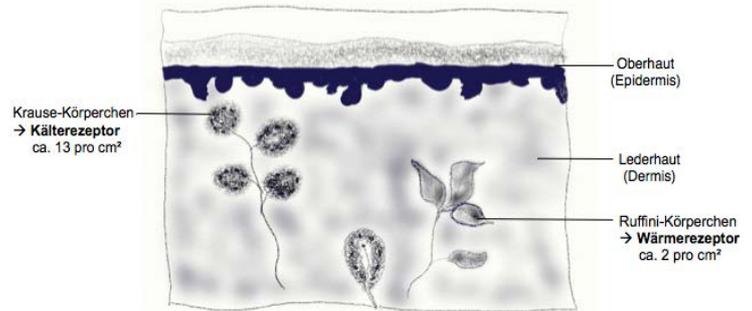
**Findet** eine Erklärung für das Beispiel im Einstiegstext oben.



### Erklärung für den Weberschen Drei-Schalen-Versuch

Die Haut ist ein spezialisiertes Sinnesorgan mit unterschiedlich vielen Rezeptoren (Sinneszellen), die auch als „Fühler“ bezeichnet werden könnten. Diese Rezeptoren sind dafür zuständig, Empfindungen wahrzunehmen und an das Gehirn weiterzuleiten. Dort werden die Informationen ausgewertet.

Die Rezeptoren sind hochspezialisiert. Sie können Druck, Schmerz, Wärme oder Kälte wahrnehmen. In deinen Fingerkuppen befinden sich besonders viele Thermorezeptoren. Diese Körperchen reagieren, wenn sich die Temperatur um sie herum ändert. Wenn du zum Beispiel deine Hand in heißes oder sehr kaltes Wasser tauchst.



Kälte- und Wärmerezeptoren in der Haut  
Bildquelle: <https://www.denkwerkstatt-physik.de>, Dr. Schröter, Evelin (2011)

Wenn die Temperaturänderung zu groß wird, senden die Wärme-Sinneskörperchen (Ruffini-Körperchen) Signale an das Gehirn. Je heißer es ist, desto mehr Signale werden gesendet. Allerdings nehmen die Wärme-Rezeptoren nicht die tatsächliche Temperatur wahr, sondern sie registrieren nur einen Temperaturanstieg im Vergleich zu deiner eigenen Körpertemperatur. So ähnlich arbeiten auch die Kälte-Rezeptoren (Krause-Körperchen). Sie nehmen wahr, wenn die Temperatur im Vergleich zur Körpertemperatur sinkt.

Aber dieses Empfinden der Temperatur lässt nach einiger Zeit nach. Die Wahrnehmung adaptiert, sie passt sich an die neue Umgebung an. Die Zahl (Frequenz) der Signale lässt nach, sodass keine Temperaturdifferenz mehr gemeldet wird.

Erst wenn sich diese gewohnte Umgebung in der dritten Schale, mit dem Wasser der mittleren Temperatur, wieder ändert, wird wieder eine Veränderung der Umgebung wahrgenommen. Es werden aufgrund der Temperaturänderung wieder mehr Signale an das Gehirn gesendet. Die Rezeptoren der „kalten Hand“ melden warmes Wasser und die der „warmen Hand“ kaltes Wasser.

In deiner Haut befinden sich etwa 10 bis 20 Millionen Wärmerezeptoren. Wir haben etwa 10-mal mehr Kälterezeptoren als Wärmerezeptoren. Dazu kommt, dass die Kälterezeptoren schneller adaptieren, da die Kälte für den menschlichen Körper gefährlicher ist als Wärme und daher schneller neue Informationen verarbeitet werden müssen.

Quelle: <https://www.denkwerkstatt-physik.de>, Tangl, Lisa (2011)



### Die Hand als Thermometer?

Unsere Hände sind sehr empfindlich. Tastsinneszellen und Drucksinneszellen liefern unserem Gehirn Informationen über die Beschaffenheit der Dinge, die wir anfassen. Können wir mit den Händen auch wahrnehmen, wie kalt oder warm ein Gegenstand ist?



**Untersucht, wie gut eure Hände als „Thermometer“ geeignet sind.**

**Ihr braucht** verschiedene Materialien in der Größe von etwa 15 cm x 20 cm aus Kupfer, Keramik, Styropor, Holz, Pappe, Schaumstoff und ein Infrarot-Thermometer. Legt die Materialien eine Weile im Raum aus, in dem ihr den Versuch durchführen wollt.

**Legt** die Materialien nebeneinander auf den Tisch.

Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)



*Kupfer*

*Keramik-Fliese*

*Styropor*

*Holz*

*Pappe*

*Schaumstoff*

**Formuliert eure Vermutungen:** Welche Beobachtungen erwartet ihr, wenn ihr die Materialien nacheinander mit der ganzen Handfläche für etwa 10 Sekunden anfasst.

**Prüft,** wie kalt oder warm euch die Materialien erscheinen.

**Führt** den Versuch mit mehreren Versuchspersonen durch.

**Sortiert** die Materialien von „kalt“ nach „warm“.

**Messt** die Temperatur mit dem Infrarot-Thermometer, nachdem die Materialien wieder ein paar Minuten ohne Berührung waren.

**Notiert** die Messwerte und vergleicht diese mit euren Empfindungen.

Material	Empfindung	Gefühlte Temperatur	Temperatur (°C)

**Findet** Erklärungen für eure Beobachtungen.

**Vergleicht** eure Erklärungen mit den Aussagen auf Seite B.



### Wärme- und Kälteempfindung und die tatsächliche Temperatur

Wahrscheinlich habt ihr erstaunt festgestellt, dass sich die Materialien unterschiedlich warm anfühlen, aber etwa die gleiche Temperatur haben.

5

Dafür sorgen gleich zwei Gründe:

10 Treffen zwei Körper mit unterschiedlicher Temperatur aufeinander, gleichen sich die beiden Temperaturen an. Eure Hand – gibt so lange Wärme ab oder nimmt sie auf, bis die Hand und das berührte Material die gleiche Temperatur haben. Unsere Körperwärme trifft auf die Wärme des angefassten Gegenstandes. Ist dieser kälter als die Hand, wandert sofort Wärme von der Hand auf den Gegenstand über. Das Gehirn meldet: Der Gegenstand ist kalt!

15 Gleichzeitig hat aber auch die Wärmeleitfähigkeit des angefassten Gegenstandes einen Anteil an diesem Phänomen.

20 Styropor zum Beispiel wird da, wo es angefasst wird, schnell warm. Es leitet die Wärme innerhalb des Styropors nicht gut weiter, ist also ein schlechter Wärmeleiter. Deshalb bleibt die Wärme, die unser Körper an das Styropor abgibt, so ziemlich an der gleichen Stelle.

25 Ganz anders beim Metall (Kupfer): Hier wird auch Wärme von unserem Körper abgegeben. Da Metall aber gut leitet, wird diese Wärme gleich in der ganzen Metallplatte weiterverteilt. Bis die angefasste Stelle warm wird, dauert es also viel länger. Deshalb fühlen sich Metall und Styropor erst mal so unterschiedlich an, obwohl sie exakt die gleiche Temperatur haben.

**Beurteilt**, wie gut euer Körper für Temperaturwahrnehmungen geeignet ist.

**Überlegt**, welche Bedeutung das Phänomen für das Bauen und Wohnen hat.

Welche Konsequenzen können bei der Ausgestaltung des eigenen Hauses / der eigenen Wohnung daraus gezogen werden, damit sich die Bewohnerinnen und Bewohner darin wohlfühlen?



## Wärmeleitung bei verschiedenen Materialien

Wenn du einen Kochtopf von der heißen Herdplatte nimmst, fasst du am besten an den Griffen an, denn die sind nicht heiß. Egal ob sie aus Metall oder aus Kunststoff gefertigt sind. – Berührst du dagegen versehentlich den Topf, kannst du dich rasch verbrennen.

Offenbar unterscheiden sich verschiedene Materialien in ihrer Wärmeleitfähigkeit.



**Untersucht die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien.**

**Überlegt** zunächst, wie ihr untersuchen könnt, welche Materialien Wärme am besten leiten.

**Stellt** eure Ideen eurer Lehrkraft vor und lasst euch gegebenenfalls Tipps geben.

**Besorgt** die erforderlichen Materialien, führt euren Versuch durch und wertet ihn aus.



**Alternativ oder zusätzlich könnt ihr folgenden Versuch durchführen.**

**Ihr braucht** einen Topf oder ein Becherglas, eine Styroporschreibe (mind. 1 cm dick), Kochlöffel mit etwa gleich dicken Stielen aus Holz, Metall und Kunststoff (oder Stäbe gleicher Dicke aus Holz, Metall, Kunststoff, Glas) und einen Trinkhalm, eine Heizplatte, einen Styroporschneider, einen Handbohrer und Wachsklebeplättchen.

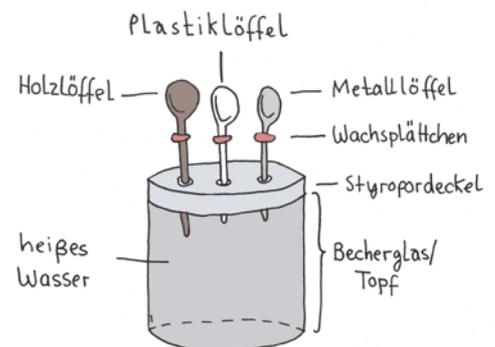
**Drückt** den Topf bzw. das Glas mit der Öffnung auf die Styroporschreibe, sodass ein Abdruck entsteht.

**Schneidet** die runde Styroporschreibe aus und passt sie so an, dass sie genau in die Topföffnung passt.

**Bohrt** Löcher in die Styroporschreibe, sodass ihr die Löffel bzw. Stäbe und den Trinkhalm hindurchschieben könnt. Sie sollen fest im Styropor verankert sein.

**Füllt** den Topf zu 4/5 mit Leitungswasser. Sorgt dafür, dass die Stäbe/Löffelstiele alle gleich tief in das Wasser ragen.

**Heftet** an allen Stielen/Stäben auf gleicher Höhe ein kleines Wachsplättchen an.



Versuch zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit  
Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)



**Formuliert** eure Vermutungen, was geschehen wird, wenn ihr das Wasser erwärmt.

**Führt** den Versuch durch, messt dabei die Zeit bis zu den „Ereignissen“ und notiert die Werte in einer vorbereiteten Tabelle.

**Vergleicht** eure Beobachtungen mit Werten über Wärmeleitfähigkeit aus dem Internet.



<http://www.chemie.de> → Literatur → Chemie-Lexikon → Suchbegriff: Wärmeleitfähigkeit

**Notiert** die Reihenfolge der Wärmeleitfähigkeit:

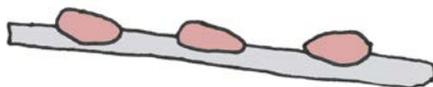
hohe Leitfähigkeit  $\longrightarrow$  geringe Leitfähigkeit



**Untersucht die Wärmeleitung verschiedener Metalle.**

**Ihr braucht** Stativmaterial, Stäbe in gleicher Dicke und Länge, eine Kerze, Streichhölzer, eine Uhr und Wachsklebeplättchen.

Klebt in regelmäßigen Abständen an jeden Metallstab drei oder vier Wachsplättchen.

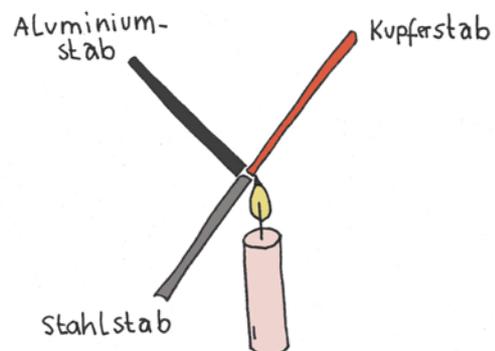


Metallstab mit Wachsklebeplättchen.  
Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Baut** den Versuch wie in der Abbildung auf.

Befestigt die verschiedenen Metallstäbe so an Stativen, dass die Enden auf gleiche Weise in die Flamme ragen.

**Formuliert** eure Hypothesen zu diesem Versuch, bevor ihr die Kerze anzündet.



Versuchsanordnung ohne Stativmaterial.  
Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)



**Notiert**, wie lange es dauert, bis sich die einzelnen Wachsplättchen von den Stäben lösen.

Tragt die Werte in der folgenden Tabelle ein.

Plättchen (Anzahl)	Zeiten (in Min.) bis zum Schmelzen der Wachsplättchen auf ...		
	<i>Stahl</i>	<i>Kupfer</i>	<i>Aluminium</i>
1			
2			
3			
4			

**Beschreibt** das Versuchsergebnis.

---

**\*Erweiterungsmöglichkeiten zu beiden Versuchen:**

Mit einem Infrarot-Thermometer könnt ihr die jeweiligen Temperaturen messen.

Mit einer Wärmebild-Kamera könnt ihr die unterschiedlichen Temperaturen erkennen.



## Wir untersuchen die Wärmestrahlung

Durchgefroren kommst du nach Hause. Im Wohnzimmer brennen ein paar Holzscheite im Kaminofen. Du setzt dich vor den Ofen und spürst die Wärme auf deiner Haut. Nach kurzer Zeit wird es dir zu heiß und du musst den Abstand vergrößern.

Deine Mutter hat sich eine Nasennebenhöhlenentzündung zugezogen. Sie sitzt am Tisch und bestrahlt ihr Gesicht mit einer Infrarotlampe.



### Untersuche die Wirkung von Wärmestrahlung.

**Du brauchst** eine Infrarotlampe, einen großen weißen Papierbogen, ein weißes und ein schwarzes T-Shirt, eine Pinnwand, Stecknadeln, ein Digitalthermometer und eine Uhr.

**Hefte** den großen weißen Papierbogen auf die Pinnwand.

**Hefte** das weiße T-Shirt an die Pinnwand.

**Befestige** das Thermometer, sodass du die Temperatur zwischen der Bauch- und der Rückenseite des T-Shirts messen kannst.



Bildquellen: Ricker, Karl-Martin (2018)  
Hand, Hilke (2018)



**Stelle** die Infrarotlampe in 1 Meter Entfernung vom weißen T-Shirt auf und schalte sie ein.

**Lies** die Temperatur im Abstand von 1 Minute ab und notiere die Werte in einer Tabelle.

**Führe** den Versuch genau so mit dem schwarzen T-Shirt durch.

**Stelle** den Temperaturverlauf in beiden T-Shirts in einem Koordinatenkreuz dar.

### Abwandlung des Versuchs:

**Entwickle** einen Versuchsplan, in dem du die IR-Lampe durch Sonnenschein ersetzt. Achte darauf, dass die Messbedingungen bei beiden T-Shirts gleich sind.

### \*Erweiterung und Vertiefung:

**Recherchiere** im Internet, welche therapeutische Wirkung IR-Strahlung hat.



## Heißes in kaltem Wasser

Tina liegt nun schon zwanzig Minuten in der Badewanne. Das Wasser wird ihr langsam zu kalt. Also lässt sie heißes Wasser hinzulaufen. Doch das wärmt zuerst nur ihre Beine.



**Untersucht, was geschieht, wenn heißes Wasser in kaltes Wasser gelangt.**

**Ihr braucht** ein großes Glasgefäß, einen kleinen Erlenmeyerkolben, rote und blaue Lebensmittelfarbe, heißes und kaltes Wasser.

**Füllt** das große Glas etwa 4/5 voll mit kaltem Wasser.

**Füllt** heißes Wasser in den Erlenmeyerkolben und färbt es rot an.

**Verschließt** den Erlenmeyerkolben mit einem Stopfen und stellt ihn in das kalte Wasser.

**Diskutiert eure Hypothesen:** Was wird passieren, wenn ihr den Erlenmeyerkolben unter Wasser öffnet?

**Entfernt** den Stopfen vom Erlenmeyerkolben und beobachtet ganz genau, was passiert.

**Beschreibt** eure Beobachtungen und vergleicht sie mit euren Vermutungen.

**Formuliert** Erklärungen für eure Beobachtungen. Diskutiert, welche Erklärung die beste ist.

**Plant** einen oder mehrere Versuche, mit denen ihr überprüfen könnt, ob eure Erklärung richtig ist. Dazu könnt ihr den obigen Versuch abwandeln.

**Führt** eure Versuchsvarianten durch, beobachtet genau und erklärt eure Beobachtungen.

**Leitet** eine Regel aus euren Versuchsergebnissen ab.

**Gebt an und erklärt,** welche Art des Wärmetransports (Wärmeleitung, Wärme-strömung, Wärmestrahlung) bei euren Versuchen vorkam.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)



## Wärmeströme nachweisen

Deine linke Hand legst du auf eine Metallplatte, die rechte auf eine Styroporplatte. Die linke Hand kühlt rasch ab, während die rechte relativ warm bleibt. Offenbar wird von deiner linken Hand Wärmeenergie auf das Metall übertragen. Denn dieses wird durch das Anfassen etwas wärmer.



**Wärmeströme könnt ihr mit einem Peltier-Element nachweisen.**

**Ihr braucht** ein Peltier-Element, ein Multimeter, ein rotes und ein blaues Kabel, zwei Krokodilklemmen, ein Becherglas mit heißem und eines mit kaltem Wasser und viele andere warme Dinge und Bauteile im Raum.

**Informiert** euch zuerst über die Funktion und die Verwendung von Peltier-Elementen.



Peltier-Element.  
Bildquelle:  
Ricker, Karl-Martin (2018)

**Schreibt** über jeden Textabschnitt eine passende Überschrift.

### Funktionsweisen und Einsatzmöglichkeiten des Peltier-Elements

5 Peltier-Elemente werden zum Beispiel in manchen Kühltaschen fürs Auto verwendet. Die flächigen Peltier-Elemente sind in die Wand der Kühltasche eingebaut und werden an den Zigaretten-Anzünder des Autos (= Stromquelle) angeschlossen. Die Peltier-Elemente sorgen dafür, dass Wärmeenergie aus der Tasche nach außen transportiert wird (= Peltier-Effekt). Auf diese Weise werden die Lebensmittel in der Tasche kühl gehalten.

10

15 Es funktioniert jedoch auch umgekehrt. Berührt das Peltier-Element mit der einen Seite einen warmen Gegenstand, fließt Wärmeenergie auf die kältere Seite. Je stärker der Temperaturunterschied ist, desto stärker ist der Stromfluss. Das funktioniert, weil das Peltier-Element in diesem Fall den Wärmestrom in elektrischen Strom (= Seebeck-Effekt) umwandelt.

20

25 Thomas Johann Seebeck entdeckte zufällig, dass in einem Stromkreis aus zwei unterschiedlichen Metallstangen eine elektrische Spannung entsteht, wenn zwischen den Enden einer Stange jeweils ein Temperaturunterschied herrscht. Nach dem Verbinden der Enden floss ein elektrischer Strom. Seebeck nutzte diesen Effekt 1821 in einem ersten Thermoelement aus.

**Untersucht Wärmeströme mit dem Peltier-Element:**

**Klärt** zuerst auf, warum das Peltier-Element geeignet ist, um Wärmeströme nachzuweisen. Lest dazu die folgende Versuchsanleitung.

**Schließt** das Peltier-Element an das Multimeter an. Stellt das Messgerät so ein, dass ihr die Stromstärke im Milliampere-Bereich (mA) messen könnt.

- 1 **Legt** das Peltier-Element auf die Innenfläche einer Hand. Prüft, ob ihr einen Stromfluss messen könnt. Prüft das auch an anderen Stellen eures Körpers und auf der Kleidung.
- 2 **Messt** den Stromfluss (als Maß für den Wärmeenergie-Transport) an Bechergläsern mit unterschiedlich warmem Wasser.
- 3 **Messt** den Stromfluss an der warmen Heizung.
- 4 **Messt** den Wärmeenergie-Transport am Fenster
  - a innen und
  - b außen.
- 5 **Führt** weitere Messungen nach eigenen Ideen durch, um zu prüfen, an welchen Stellen des Raums Wärmeenergie von innen nach außen fließt.

**Notiert** alle Werte und Beobachtungen.

**Erklärt** eure Beobachtungen.

**Überprüfung eures Verständnisses:**

**Erklärt** abschließend, warum für diese Messungen kein Stromanschluss erforderlich ist.



## Wie wird Wärme transportiert?

Stell dir vor, du kommst im Winter nach Hause und stellst fest, dass die Heizung offenbar seit ein paar Tagen ausgefallen ist. Da es draußen Minus-Temperaturen gegeben hat, ist deine Wohnung ausgekühlt. Dabei war sie doch angenehm warm, als du das Haus verlassen hast. Wo ist die Wärme geblieben?

Eine andere Situation im Sommer: Die Sonne scheint, die Lufttemperatur beträgt 25 °C. Es geht ein leichter Wind. Nach dem Bummel durch die Stadt kehrst du zu eurem Auto zurück, einem schicken, schwarzen SUV mit dunkelblauen Ledersitzen. Du schwingst dich auf den Beifahrersitz und erschrickst, denn der Sitz und auch die Armaturen sind sehr heiß.



**Klärt die beiden Situationen auf, in dem ihr nachforscht, wie Wärmeleitung funktioniert.**

**Formuliert** zuerst eure Vermutungen: Wie sind die beiden Situationen zu erklären?

**Überprüft** eure Vermutungen mithilfe der folgenden Texte.

Ihr könnt die Texte in eurer Tischgruppe aufteilen, um euch anschließend eure Erkenntnisse gegenseitig vorzustellen.

**Lest** die drei folgenden Texte arbeitsteilig.

Und stellt euch eure Erkenntnisse gegenseitig vor.

**Beschreibt und erklärt** die Art des Wärmeenergie-Transports.

**Stellt** Beispiele vor.

Und sucht nach eigenen passenden Beispielen.

**Beschreibe** die Bedeutung des Wärmetransports für das Bauen und Wohnen.

**Leitet** aus eurem Text eine Regel ab.

**Vergleicht** die drei Arten des Wärmetransports und stellt Gemeinsamkeiten und Unterschiede heraus.

**Erklärt** die beiden Fallbeispiele aus dem Eingangstext.

**Wählt** aus der Themenmappe Versuchsanleitungen aus, mit denen ihr die drei Arten des Wärmetransports untersuchen könnt.



## 1. Wärmestrahlung

- Von der Sonne gehen ungeheure Mengen Energie in Form elektromagnetischer Strahlung (Wellen) aus. 48 % der Sonnenstrahlung entfallen auf das sichtbare Licht, 38 % auf Infrarotlicht (= Wärmestrahlung), 7 % auf UV-Licht und 7 % auf andere Strahlungsarten. Somit liefert die Sonne einen wesentlichen Teil unserer Wärmeenergie auf der Erde.
- Wärmestrahlen sind, wie das Licht, nicht an Materie gebunden. Sie können sich auch im Vakuum ausbreiten.
- Wärmestrahlung geht auch von Heizkörpern, Glühlampen alter Bauart und von Öfen aus. Sitzt man an einem Lagerfeuer, spürt man die Energie der Wärmestrahlung auf der Haut. Aber auch Menschen und Tiere geben etwas Wärmestrahlung an die Umgebung ab. Wärmestrahlung geht also von allen Körpern mit hinreichend hoher Temperatur aus. Wir können sie zwar nicht sehen, aber mit der Haut fühlen.
- Licht wird an hellen und glatten Oberflächen reflektiert. Raue, schwarze Oberflächen absorbieren das kurzwellige Licht und wandeln es in langwellige Wärmestrahlung um. Diese Erfahrung kann zum Beispiel mit dunkler und heller Kleidung oder mit weißen und schwarzen Autos gemacht werden. Dieser Vorgang führt zu einer Erwärmung der Atmosphäre.

## 2. Wärmeleitung

- Erhitzt ihr im Nawi-Unterricht einen Nagel an seiner Spitze über einer Brennerflamme, dann solltet ihr den Nagel nicht mit den Fingern, sondern mit einer Zange festhalten. Die Wärme wird von der Nagelspitze weiter bis zum Nagelkopf geleitet. Haltet ihr dagegen einen Glasstab in die Flamme, dann breitet sich die Wärmeenergie nicht so gut darin aus. Die Wärmeleitfähigkeit von verschiedenen Stoffen unterscheidet sich offenbar.
- Bei der Wärmeleitung wandert die Energie durch einen festen, flüssigen oder auch gasförmigen Stoff von einem Ort mit höherer Temperatur zu einem Ort mit niedrigerer Temperatur. Stellt man sich den Stoff aus vielen kleinen Teilchen aufgebaut vor, so geben die Teilchen ihre Energie an die angrenzenden Teilchen immer weiter.
- Beim Hausbau muss man sehr genau auf die Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Baustoffe achten. Je höher die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes ist, desto mehr Wärmeenergie kann zum Beispiel vom Innern des Hauses nach außen transportiert werden.

Stoff	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W / (m · K)]	Stoff	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W / (m · K)]
Kupfer	401	Holz	0,13 - 0,18
Stahl	48 - 58	Gummi	0,16
Beton	2,1	Porenbeton (Poroton)	0,08 - 0,25
Glas	1,0	Glaswolle	0,04 - 0,05
Ziegelmauerwerk	0,5 - 1,4	PU-Dämmstoff	0,024 - 0,035
Wasser	0,6	Vakuumdämmplatte	0,004 - 0,006

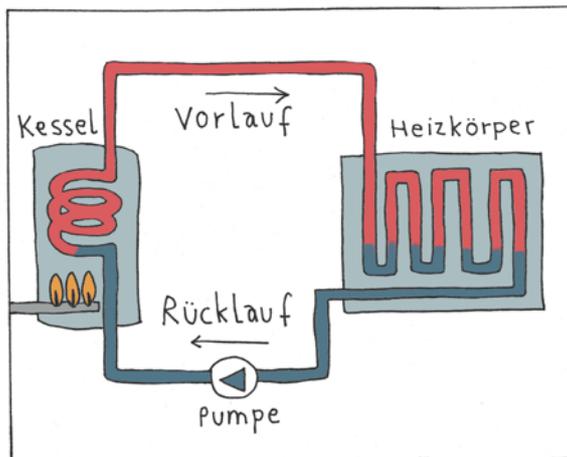
Quelle: <http://www.chemie.de/lexikon/Wärmeleitfähigkeit.html>



### 3. Wärmeströmung (Konvektion)

In den Heizkörpern befindet sich Wasser. Wird es von einem Gas- oder Ölbrenner der Heizungsanlage erwärmt, fließt das heiße Wasser vom Brenner in die Heizkörper. Die Wärme wird zusammen mit der Materie transportiert. Das ist der wesentliche Unterschied zur Wärmestrahlung und Wärmeleitung.

Erhitzt ihr Wasser in einem Becherglas, dann steigt das warme Wasser nach oben und das kühlere Wasser sinkt an den Rändern nach unten. Es entsteht eine Strömung im Becherglas, bei der die Wärmeenergie mitgenommen wird. Der Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Dichte von kaltem und heißem Wasser. In einer Heizungsanlage funktioniert das im Prinzip auch. Da das erhitzte Heizungswasser aber oft über mehrere Stockwerke hoch transportiert werden muss, wird die Strömung durch eine Pumpe verstärkt.



Schema einer Heizungsanlage

Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Ordne** die drei Arten des Wärmetransports dem nebenstehenden Beispiel zu.



Bildquelle: pixabay/Ajale



## Methode: Mosaik-Vortrag



*Einen freien mündlichen Vortrag ohne Powerpoint-Unterstützung zu halten, ist gar nicht einfach. Dennoch sollte dieses Können vorhanden sein.*

*Die Methode des **Mosaik-Vortrags** eignet sich gut, um das gemeinsam im Team zu üben.*

**Ihr erhaltet** einen Briefumschlag mit einem Thema.

**Nehmt** die laminierten Stichwortkarten aus dem Umschlag. Breitet sie verdeckt auf dem Tisch aus.

**Teilt** die verdeckt liegenden Kärtchen auf alle Personen eurer Tischgruppe auf.

**Jede/-r** deckt die eigenen Kärtchen nach und nach auf und überlegt, was ihm/ihr dazu einfällt und was das jeweilige Stichwort mit dem Thema zu tun hat. Ihr dürft euch dabei gegenseitig helfen.

**Sortiert** die Kärtchen so, dass die Zusammenhänge zwischen den Stichworten deutlich werden. Das kann eine Reihenfolge oder auch eine Gruppierung sein.

**Verteilt** die Kärtchen jetzt so, dass jede/-r nach dem eigenen Leistungsvermögen Stichworte erhält, zu denen er/sie etwas im Vortrag sagen kann.

**Die Reihenfolge** der Redebeiträge kann so aussehen:

*Lisa – Michael – Tarik – Nurten – Nina – Hans – Mareile*

Oder auch mosaikartig:

*Lisa – Tarik – Lisa – Michael – Nina – Mareile – Michael – Hans – Tarik ...*

Sollte ein Stichwort mehrmals benutzt werden, fertigt noch zusätzliche Kärtchen an.

**Bereitet** euren Vortrag vor, in dem ihr ...

- ... euch gegenseitig helft,
- ... in euren Mappen nachlest,
- ... im Internet recherchiert,
- ... im Nawi-Buch nachlest,
- ... oder euch von einer Lehrkraft Hilfe holt.

**Übt** euren Vortrag mithilfe eurer Kärtchen, die ihr dabei in der richtigen Reihenfolge in der Hand haltet.

**Legt** die Karten ab, wenn ihr dazu etwas gesagt habt.

Der Vortrag ist zu Ende, wenn zu allen Karten etwas gesagt wurde. Ist das nicht im Zusammenhang möglich und es bleiben ein paar Kärtchen übrig, dann ergänzt eure Erklärungen im Anschluss an den gemeinsamen Vortrag.



## **Methode:** **Einen Text mit einem Mosaik-Vortrag vorstellen**

*Einen freien mündlichen Vortrag ohne Powerpoint-Unterstützung zu halten, ist gar nicht einfach. Dennoch sollte dieses Können vorhanden sein.*

*Die Methode des **Mosaik-Vortrags** eignet sich gut, um das gemeinsam im Team zu üben.*

**Ihr erhaltet** einen Text und leere Stichwortkärtchen.

**Nehmt** die leeren Stichwortkarten. Breitet sie verdeckt auf dem Tisch aus.

**Lest** euren Text, unterstreicht Schlüsselbegriffe.

**Schreibt** die Schlüsselbegriffe einzeln auf die Stichwortkärtchen.

**Sortiert** die Kärtchen so, dass die Zusammenhänge zwischen den Stichworten deutlich werden. Das kann eine Reihenfolge oder auch eine Gruppierung sein.

**Verteilt** die Kärtchen jetzt so, dass jede/-r nach dem eigenen Leistungsvermögen Stichworte erhält, zu denen er/sie etwas im Vortrag sagen kann.

**Fertigt** zusätzliche Kärtchen an, wenn ihr noch mehr Begriffe benötigt.

**Die Reihenfolge** der Redebeiträge kann so aussehen:

*Lisa – Michael – Tarik – Nurten – Nina – Hans – Mareile*

Oder auch mosaikartig:

*Lisa – Tarik – Lisa – Michael – Nina – Mareile – Michael – Hans – Tarik ...*

**Bereitet** euren Vortrag vor, in dem ihr ...

- ... euch gegenseitig helft,
- ... in eurem Text nachlest,
- ... bei Klärungsbedarf im Internet recherchiert,
- ... im Nawi-Buch nachlest,
- ... oder euch von einer Lehrkraft Hilfe holt.

**Übt** euren Vortrag mithilfe eurer Kärtchen, die ihr dabei in der richtigen Reihenfolge in der Hand haltet.

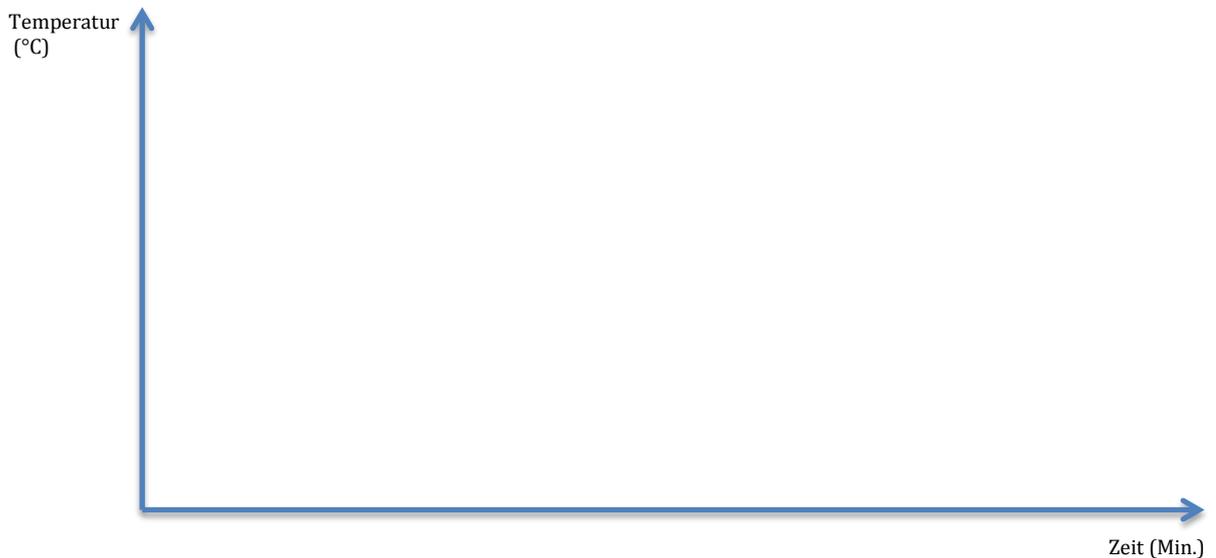
**Legt** die Karten ab, wenn ihr dazu etwas gesagt habt.

Der Vortrag ist zu Ende, wenn zu allen Karten etwas gesagt wurde. Ist das nicht im Zusammenhang möglich und es bleiben ein paar Kärtchen übrig, dann ergänzt eure Erklärungen im Anschluss an den gemeinsamen Vortrag.





**Vervollständigt** das Koordinatenkreuz und tragt die Werte darin ein, sodass ihr die Temperaturverläufe in farbigen Kurven darstellen könnt.



**Vergleicht** die Temperaturentwicklung in den verschiedenen Materialien, indem ihr

- a die Temperaturen der Proben nach einer Stunde und
- b den Temperaturverlauf beim Abkühlen vergleicht.

**Gebt an**, welche Materialien sich aus energetischen Gesichtspunkten gut beziehungsweise eher schlecht für den Hausbau eignen.



Bildquelle: savoieleysse / fotolia.com

Heute werden viele Einfamilienhäuser aus Holz gebaut. Nur die Außenwände bestehen aus Klinkern (Ziegeln). Dazwischen befindet sich Dämm-Material.

**Bewertet** diese Bauweise unter dem Gesichtspunkt der Wärmeenergie.



## Dämmstoff-Tests

Damit ein Haus nicht so viel Wärme nach außen verliert, muss es gut gedämmt sein. Dafür gibt es viele verschiedene Dämmstoffe aus unterschiedlichen Materialien. Aber welche halten die Wärme am besten im Haus?



**Untersucht die Wärmedämm-Eigenschaften verschiedener Dämmstoffe.**

### Baut zuerst eine „Energie-Box“:

**Ihr braucht** einen großen Pappkarton, Polyurethan-Platten (1,5 cm), ein scharfes Messer, einen Styroporschneider (aus dem Technikraum), speziellen Styropor-Kleber ohne Lösungsmittel, ein Netzgerät, ein rotes und ein blaues Kabel mit je zwei Krokodilklemmen, Klingeldraht, je nach Größe des Kartons 3 bis 4 12-V-Glühlampen mit Fassung und ein Digitalthermometer. Außerdem braucht ihr verschiedene Testplatten, z. B. aus Styropor, Polyurethan, Holz, Pappe ..., möglichst in gleicher Stärke und Größe.

**Entfernt** zunächst die Deckel-Klappen des Kartons.

**Kleidet** den Karton innen mit passend zugeschnittenen PU-Platten aus.

**Baut** die Energiebox nach folgendem Vorbild. Bringt die Glühlampen in Parallelschaltung an.

**Lest** die weitere Anleitung und stellt Vermutungen auf, welche Dämmplatten am wirksamsten sein werden.



**Befestigt** eine Testplatte vor der Öffnung.

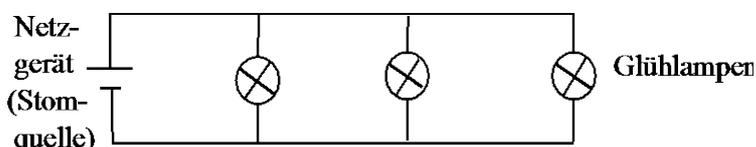
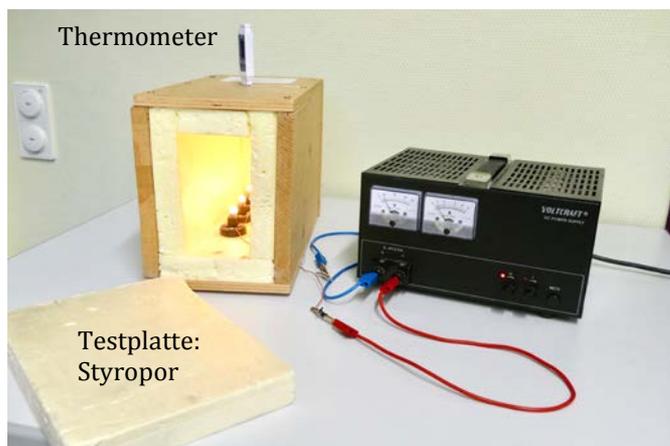
**Führt** die Messung in einem kühlen Raum durch.

**Schaltet** die Lampen als Wärmequelle an (10 V).

**Misst** die Temperatur in der Box in regelmäßigen Zeitabständen und notiert die Werte in einer Tabelle.

**Heizt** die Box bis auf 50 °C. Schaltet dann ab.

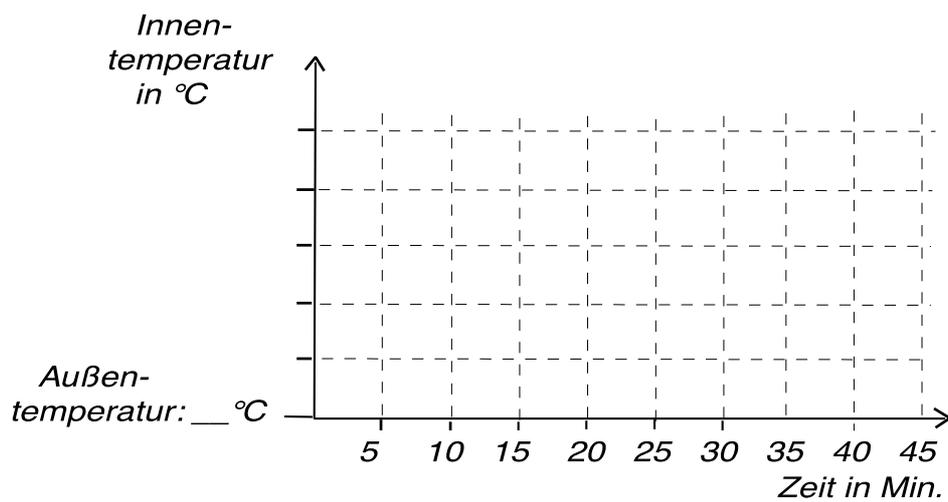
**Beobachtet** die Temperaturveränderung und notiert die Werte.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)



**Tragt** die Werte im folgenden Koordinatenkreuz ein und stellt die Temperaturentwicklung bei verschiedenen Dämmstoffplatten mit unterschiedlich farbigen Kurven dar.



**Wertet euren Versuch aus:**

**Vergleicht** die Kurvenverläufe und die Dämmeigenschaften der verschiedenen Materialien.

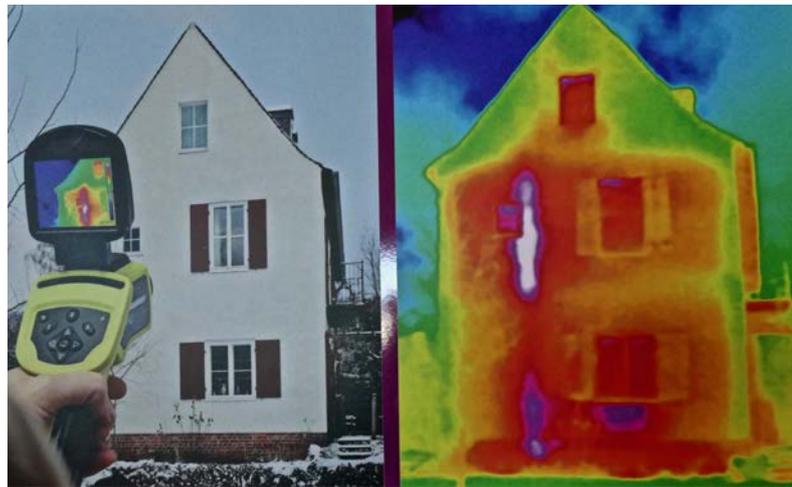
**Vergleicht** eure Ergebnisse mit euren zuvor aufgestellten Vermutungen.

**Überlegt**, worauf die unterschiedlichen Dämmwirkungen beruhen können. Und überlegt, wie ihr das überprüfen könnt.



## Auf die Fenster kommt es an!

Damit ein Haus nicht so viel Wärme nach außen verliert, muss es gut gedämmt sein. Aber die beste Wärmedämmung der Wände nützt nicht viel, wenn die Fenster zu viel Wärme durchlassen.



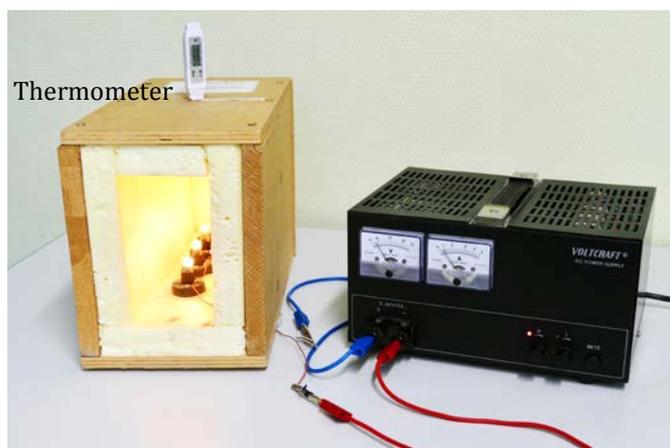
Ausstellung im SHEff-Z  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)



Untersucht die Wirkung von Mehrfachverglasungen bei Fenstern.

**Ihr braucht** die „Energie-Box“ (siehe AB „Dämmstoff-Tests“), Plexiglasscheiben für die Öffnung der Energiebox und doppelseitig klebendes Dichtungsband (ca. 0,5 cm dick) oder Knetgummi.

**Informiert** euch zuerst, wie ihr die Energie-Box verwenden könnt.



Thermometer

**Plexiglasscheibe**

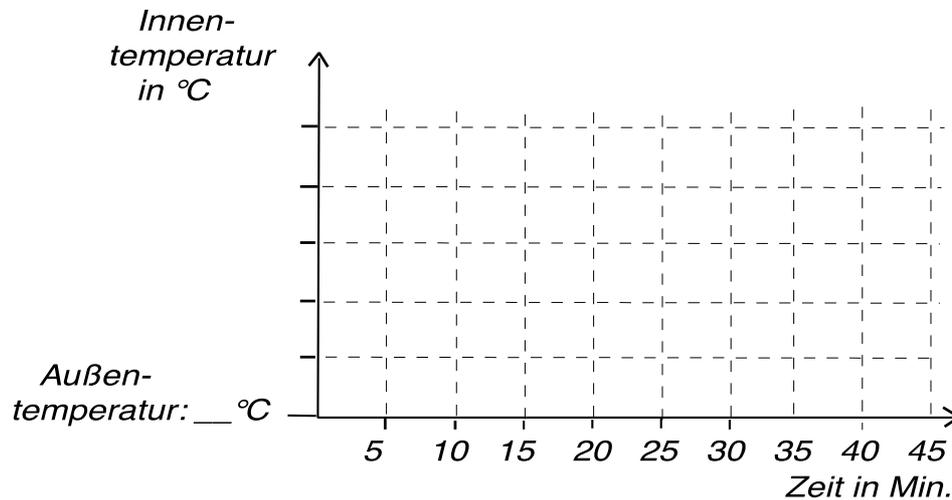
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

**Setzt** eine Plexiglasscheibe vor die Öffnung der Energie-Box.  
**Führt** die Messung durch und notiert die Werte.  
**Tragt** die Messwerte in das Koordinatenkreuz ein.

**Baut** ein „Doppelglas-Fenster“, indem ihr am Rand zwischen den Scheiben rundherum einen Streifen Dichtungsband oder Knetgummi anbringt.  
**Testet** auch dieses Fenster.  
**Notiert** die Werte und tragt sie in das Koordinatenkreuz ein.



**Stellt** die Temperatur-Entwicklung für das einfach und das doppelt verglaste Probefenster mit unterschiedlich farbigen Kurven dar.



**Wertet euren Versuch aus:**

**Vergleicht** die Kurvenverläufe und die Dämmeigenschaften der beiden Probefenster.

**Vergleicht** eure Ergebnisse mit euren zuvor aufgestellten Vermutungen.

**Erklärt**, worauf die unterschiedlichen Dämmwirkungen beruhen.



**Erforscht den Aufbau und die Funktionsweise moderner, wärmedämmender Fenster.**

**Recherchiert** im Internet und findet heraus, ...

- ... welche Faktoren die Wärmeabgabe durch ein Fenster beeinflussen.
- ... worauf beim Einbau neuer Fenster geachtet werden muss, damit sie einen guten Wärmeschutz bieten.
- ... welche Informationen der „U-Wert“ und der „G-Wert“ von Fenstern liefern.
- ... mit welchen Gasen die Zwischenräume zwischen den Fensterscheiben gefüllt sein können und warum dort nicht einfach Luft ist.



## Neue Fenster – auf jeden Fall sinnvoll?

„Dreifach verglaste Fenster sind auf jeden Fall besser als einfach oder auch doppelt verglaste Fenster“, meint Timm, „das haben wir in unserem Versuch mit der Energiekiste herausgefunden.“ Doch Lena ist sich da nicht so sicher. Ihr Vater ist Architekt und schimpft manchmal über das übertriebene Abdichten der Häuser.



**Klärt an einem Fallbeispiel auf, ob der Austausch alter Fenster durch neue sinnvoll ist.**

Familie Müller hat sich ein altes Haus in der Stadt gekauft. Es ist ein sehr schönes Gebäude mit alten Fenstern. Deren Holz ist aber noch sehr gut. Es sind sogar Doppelfenster alter Art, das heißt mit zwei separaten Fensterrahmen, die durch eine dicke Luftschicht voneinander getrennt sind (siehe Foto!).

Frau Müller meint, sie sollten die alten Fenster gegen neue, dreifach verglaste Fenster austauschen. Doch ihr Mann ist der Ansicht, die alten Fenster sähen nicht nur gut aus, sondern sie würden wegen der dicken Luftschicht im Zwischenraum auch besonders gut isolieren. Das wäre bei der Wärmedämmung der Wände doch auch so. Je dicker die Dämmschicht, desto besser die Isolierung.



Abb. 1: Doppelfenster alter Bauart

Bildquelle: Handwerker,  
CC BY-SA 3.0, Wikimedia Commons

**Tauscht** eure Meinungen zu diesem Fall aus.

**Lest** den folgenden Text auf Seite 2 und schaut euch die folgende Tabelle und die Abbildung 2 an, um folgende Aufgaben zu lösen:

- 1 Nennt Argumente, die für den Erhalt der alten Fenster sprechen.
- 2 Nennt Beispiele aus dem alltäglichen Leben, bei denen eine Luftschicht isolierend wirkt.
- 3 Prüft die Aussage, ob eine dickere Luftschicht stärker isolierend wirkt als eine dünnere.
- 4 Erklärt den Fachbegriff „Wärmeleitfähigkeit“ an einem Beispiel.
- 5 Vergleicht die isolierende Wirkung verschiedener Gase in den Zwischenräumen zwischen den Glasscheiben moderner Fenster.
- 6 Beschreibt und erklärt die Energiegewinne und Verluste in Abbildung 2.



**Wie wirken moderne, dreifach verglaste Fenster?**

Moderne Fenster sollten dazu dienen, die Heizkosten zu senken. Dies legt unter anderem die aktuelle Energieeinsparverordnung (EnEV) fest. Vor zwanzig Jahren wurden bereits doppelt verglaste Fenster eingebaut. Heute ist Dreifachverglasung der Standard. Dabei handelt es sich oft um ganz normale Flachglas-Flächen, zwischen denen sich eine bestimmte Menge an leitarmem Gas befindet. Die Scheiben werden durch einen sogenannten „Randverbund“ in einem vorbestimmten Abstand zueinander gehalten. Dadurch bleibt das Volumen jedes Zwischenraums stets gleich. Während der Scheibenzwischenraum von Fenstern früher häufig nur mit Luft gefüllt war, sind die Edelgase Argon, Krypton und Xenon bei modernen Bauelementen mittlerweile Standard. Sie leiten nicht nur Wärmeenergie schlecht weiter, sondern auch Schall. Somit können diese Fenster auch zum Schallschutz eingebaut werden. Die Edelgase sind reaktionsträge, das heißt, sie reagieren nicht mit anderen Stoffen in der Umwelt, wenn sie einmal freigesetzt werden.

Gase im Zwischenraum	Wärmeleitfähigkeit in W / (m x K)	Als Wärmeleitfähigkeit wird die Fähigkeit eines Stoffes/Gemisches, Wärme zu leiten, bezeichnet. Die Wärmeleitfähigkeit bezeichnet die Energiemenge, die pro Meter (Abstand) und Temperaturdifferenz (in Kelvin) fließen kann. Dieser Wert wird auch Wärmeleitzahl genannt.
• Luft (veraltet)	0,025	
• Argon	0,016	
• Krypton	0,009	
• Xenon	0,005	

Tabelle 1: Wärmeleitfähigkeit bei verschiedenen Gasen

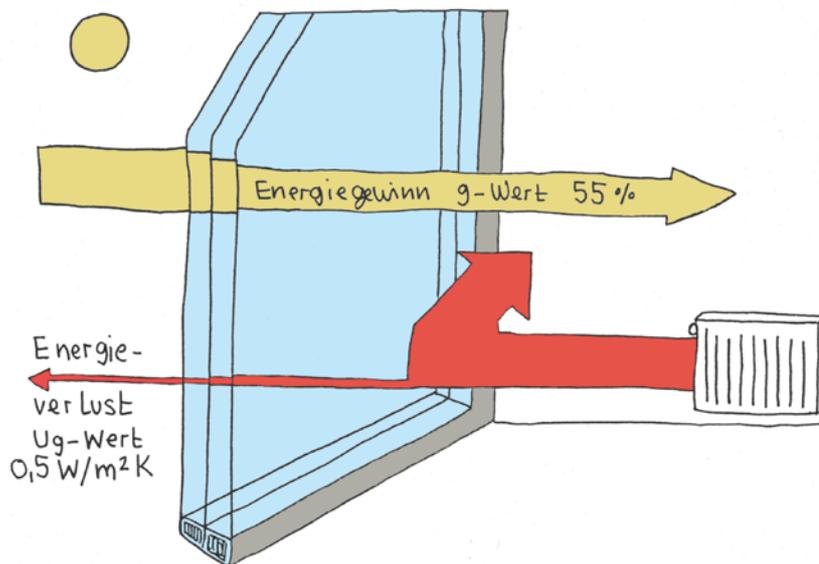


Abb. 2: Energiegewinn und Energieverluste bei dreifach verglasten Fenstern

Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)



**Überlegt gemeinsam**, welche Bedeutung die Frage „Krank durch neue Fenster?“ haben könnte.

**Lest** den folgenden Text.

**Schreibt** über die drei Textabschnitte je eine zusammenfassende Überschrift.

**Fasst** die Aussage des Textes zusammen, indem ihr erklärt,

warum neue Fenster in einem Altbau nicht immer sinnvoll sind.

unter welchen Voraussetzungen auch dreifach verglaste Fenster in einem Altbau sinnvoll sein können.

**Formuliert** eine Empfehlung für Familie Müller zur Renovierung ihres alten Stadthauses.

### **Krank durch neue Fenster?**

Heute sind Fenster mit dreifacher Verglasung Stand der Technik. Doch nicht immer macht es Sinn, sich für diese Elemente zu entscheiden.

5 In einem Vier-Personen-Haushalt werden täglich bis zu 15 Liter Wasserdampf durch Atmung, Schwitzen, Kochen, Waschen und Duschen an die Luft abgegeben. Kann der Wasserdampf nicht durch Lüften aus dem Haus gelangen, setzt er sich an den kältesten Flächen im Haus ab. Er kondensiert. Bei einer Raumtemperatur von oft über 20 °C sind das gute Voraussetzungen für das Wachstum von Schimmelpilzen. Vor allem in Badezimmern ist das oft zu beobachten. Schimmelpilze an den Wänden sehen nicht nur hässlich aus, sondern können auch vielfältige Krankheiten verursachen. Schimmelbildung ist daher unbedingt zu vermeiden!

15 Neubauten werden heute mit einer sehr effektiven Wärmedämmung an den Wänden und im Dach ausgestattet. Und auch die dreifach verglasten Fenster halten die Wärme im Hause. Sie schließen sehr dicht und lassen somit keinen ständigen leichten Luftaustausch zwischen Innen- und Außenluft zu. Um Schimmelbildung zu vermeiden, benötigen diese Häuser ein gutes Lüftungssystem.

20 Bei der Renovierung von Altbauten sollte nicht nur an die Wärmedämmung durch die Fenster gedacht werden. Werden dort dreifach verglaste Fenster eingebaut, ohne dass auch die Wände gedämmt werden, ist der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) der Fenster deutlich niedriger als der der Wände. Die Wände sind dann während der kalten Jahreszeit die kältesten Flächen im Haus. Dort kann dann die Luftfeuchtigkeit kondensieren und es kann sich Schimmel bilden. Fachleute empfehlen als Faustregel: „Die Fenster sollten in einem Haus den höchsten U-Wert haben, also die schwächste Wärmedämmung aufweisen.“



## Untersuchungen mit der Wärmebildkamera

Energieberater nutzen Wärmebildkameras, um „Wärme-Lecks“ an Gebäuden festzustellen. Sie können damit die Wärmestrahlung sichtbar machen, die vom Gebäude ausgeht. Sie können dann genaue Aussagen darüber machen, wo besonders viel Wärmeenergie aus dem Haus entweicht.



**Spürt Wärme-Lecks mithilfe einer Wärmebildkamera auf.**

**Ihr braucht** eine Wärmebildkamera und einen Computer mit der zur Kamera gehörenden Software. (In ähnlicher Weise – allerdings ohne Bild – könnt ihr auch mit einem Infrarot-Thermometer arbeiten.)

### 1 Lest zuerst, wie eine Wärmebildkamera funktioniert

Unsere Augen erkennen elektromagnetische Strahlung zwischen  $0,4$  und  $0,7 \mu\text{m}$ . Das ist der Bereich des sichtbaren Lichts. Daneben gibt es unter anderem noch die kurzwelligere Ultraviolett-Strahlung und die langwelligere Infrarotstrahlung. Beide Strahlungsarten können wir mit unseren Augen nicht wahrnehmen. Das geht jedoch mit entsprechenden Detektoren, die für diese Wellenlängen empfindlich sind.

Eine Wärmebildkamera, auch „Thermografie-“ oder „Infrarotkamera“ genannt, zeichnet die Intensität der Strahlung im Infrarotbereich von  $0,9$  bis  $14 \mu\text{m}$  auf und wandelt die Infrarotstrahlung in ein für uns sichtbares Bild um. Die Bilder werden in Form verschiedener Farbpaletten dargestellt, um die Auswertung zu vereinfachen.

Eine Infrarotkamera kann Temperaturen nicht direkt messen. Aber sie kann die Werte der Infrarotstrahlung in Temperaturwerte umrechnen. Denn zwischen beiden gibt es einen physikalischen Zusammenhang. Somit kann man sich auch die Temperatur an einem bestimmten Punkt eines mit der Kamera anvisierten Gegenstandes anzeigen lassen.

### 2 Macht euch mit der Funktionsweise der Kamera vertraut

**Lest** die Bedienungsanleitung.

**Fotografiert** mit der Kamera Personen und unterschiedlich temperierte Gegenstände.

**Findet heraus**, was die Farben bedeuten und wie ihr punktuell auch die Temperatur anzeigen lassen könnt.

**Analysiert** eure Aufnahmen. Wo könnt ihr besonders starke und wo eher niedrige Wärmestrahlung entdecken?



Ausstellung im SHEFF-Z  
Bildquelle: Ricker,  
Karl-Martin (2018)



**Experimentiert** weiter mit der Kamera, indem ihr ...

- ... prüft, welche Wirkung Reibung auf der Haut oder auf einem Gegenstand bewirkt;
- ... eine Person vor und hinter einer Glasscheibe fotografiert;
- ... eine Person vor einen Spiegel stellt und das Spiegelbild fotografiert.

### 3 Spürt Wärmequellen und besonders kalte Stellen im Innern von Gebäuden auf

**Sucht** zum Beispiel nach Wärmequellen in eurem Nawi-Raum oder auf dem Schulflur. Notiert, wo Wärmestrahlung abgegeben wird.

**Sucht** nach besonders kalten Stellen im Raum und macht Fotos davon. Überlegt, warum die Temperaturen an diesen Stellen so niedrig sind.

**Entwickelt** Vorschläge zur Verbesserung der Situation.

**Stellt** eure Beobachtungen, Messergebnisse und Vorschläge in der Klasse vor.

### 4 Spürt Wärmelecks außen am Gebäude auf

*Diese Untersuchung könnt ihr nur während der Heizperiode bei Außentemperaturen unter 10 °C durchführen, damit die Temperaturdifferenzen deutlich werden.*

**Überlegt**, welche Farben ihr auf den Bildern der Infrarotkamera an Stellen erwartet,

- ... die gut isoliert sind, also wenig Wärme aus dem Hausinneren herauslassen,
- ... die schlecht isoliert oder undicht sind.

**Fotografiert** Wände mit Türen und Fenstern und auch Dächer mit Schornsteinen, Dachaufbauten und Dachfenstern. Spürt dabei Stellen auf, an denen viel Wärmeenergie aus dem Gebäude abgegeben wird.



Ausstellung im SHeff-Z  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)

**Wertet** eure Fotos am Computer aus. Überlegt und prüft, welche Ursachen es für die Wärmelecks gibt. Entwickelt Vorschläge für eine Renovierung.

**Präsentiert** eure Versuchsergebnisse, eure Schlussfolgerungen und eure Vorschläge.



## Energiesparen durch Lüften?

„Mach doch mal das Fenster auf und lass frische Luft in dein Zimmer. Hier erstickt man ja“, fordert Timos Mutter. Doch Timo kontert: „Ich bin eben Energiesparer. Du lässt im Badezimmer bei laufender Heizung immer das Fenster auf Kippstellung. Das ist viel schlimmer als schlechte Luft.“



**Untersucht, welche Art des Lüftens in eurem Unterrichtsraum am besten ist.**

**Ihr braucht** ein CO<sub>2</sub>-Messgerät und ein Thermometer.

**Tauscht** euch zuerst darüber aus, wie ihr es zu Hause mit dem Lüften haltet.

**Tragt zusammen**, ob ihr das Lüften für eine sinnvolle oder notwendige Maßnahme haltet und worauf dabei zu achten wäre.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

**Führt den Versuch während der Heizperiode durch.**

**Misst und notiert** die Außentemperatur.

**Stellt** das CO<sub>2</sub>-Messgerät in ein paar Metern Abstand von Fenstern und Türen im Klassenraum auf.

**Startet den Versuch**, nachdem ihr den Raum einmal gründlich gelüftet habt. Notiert die Ausgangswerte des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Luft, der Raumtemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit.

*Die Maßeinheit für den CO<sub>2</sub>-Gehalt ist ppm (parts per million; Beispiel: 400 ppm = 0,04 %). Das ist der derzeitige Wert in der Außenluft.*

**Misst und notiert** die Werte je 20 Minuten (evtl. auch länger):

- 1 bei geschlossenen Fenstern und Türen
- 2 bei einem gekippten Fenster
- 3 bei allen gekippten Fenstern

**Führt** weitere Varianten des Lüftens durch und findet heraus, wie ihr damit fürs Lernen günstige CO<sub>2</sub>- und Temperaturwerte im Raum erreicht. Notiert auch diese Werte.

Muster-Tabelle

Art des Lüftens	Dauer	Temperatur (°C)	Rel. Luftfeuchtigkeit (%)	CO <sub>2</sub> -Gehalt (ppm)
<i>Ohne Lüften Außentemperatur: 6 °C Heizung läuft</i>	0 Min.			
	5 Min.			
	10 Min.			
	15 Min.			
	20 Min.			



**Übertragt** die CO<sub>2</sub>-Werte eurer Messreihen in eine Grafik folgenden Musters. Verwendet für die Darstellung der Messreihen verschiedene Farben.



**Wertet** eure Versuchsreihen aus und formuliert eine Empfehlung für das Lüften des Klassenraums während der Heizperiode.

Vergleicht eure Empfehlungen mit den Ergebnissen der folgenden Nachforschenaufgabe.



**Forscht nach, welche Tipps Experten für das richtige Lüften geben.**

**Recherchiert** im Internet oder fragt Heizungs-Experten.

<https://www.co2online.de> → Energie sparen → Lüften, Lüftungsanlagen & Fenster  
→ Richtig lüften



**Formuliert Regeln** für das richtige Lüften in den vier Jahreszeiten. Begründet die Regeln.

Jede Person transpiriert etwa 1,5 Liter Wasser pro Tag.

**Berechnet**, wie viel Feuchtigkeit alle Schülerinnen und Schüler eurer Klasse abgeben:

- 1 während einer Schulstunde,
- 2 während eines Schultages im Klassenraum.

**Erklärt**, warum das Lüften wichtig ist:

- 1 im Schlaf- und Wohnbereich zu Hause,
- 2 in Bad und Küche,
- 3 im Unterrichtsraum.

**Erklärt**, wie man durch Lüften am meisten Energie spart.



## Wie funktioniert eine Heizungsanlage?

Es ist Herbst geworden. Du sitzt in deinem Zimmer und dir ist kalt. Kein Problem, du drehst einfach am Heizungsregler und schon bald wird der Heizkörper warm. Hast du dir schon einmal überlegt, wie das eigentlich funktioniert?

**Tragt zunächst zusammen**, was ihr über die Funktion einer Heizungsanlage wisst beziehungsweise welche Vorstellungen ihr davon habt.



**Führe einen Modellversuch durch, um die Grundfunktion einer Heizungsanlage zu verstehen.**

**Ihr braucht** ein Glasrohr für Wärmeströmung, Lebensmittelfarbe, eine Spritzflasche mit kaltem Leitungswasser, einen Brenner und Streichhölzer.

**Lest** die folgende Versuchsanleitung und formuliert eure Hypothesen dazu.

**Befestigt** das Glasrohr am Stativ.

**Füllt** das Glasrohr bis zum unteren Rand des Einfüllstutzens mit Wasser.

**Gebt** ein paar Tropfen Lebensmittelfarbe hinzu.

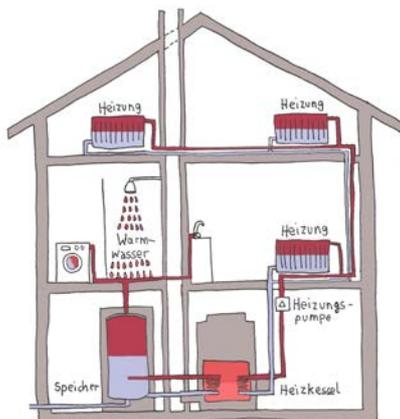
**Entzündet** den Brenner und erhitzt das Rohr an der linken unteren Ecke.

**Beobachtet**, was geschieht. Ihr könnt auch Fotos oder Filmaufnahmen davon machen.

**Führt** den Versuch noch einmal mit neuem Wasser durch, in dem ihr die rechte, untere Ecke des Glasrohrs erhitzt.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)



Dieser Modellversuch soll die grundsätzliche Funktion einer Heizungsanlage verdeutlichen.

**Vergleiche** den Modellversuch mit der Heizungsanlage in der linken Abbildung.

**Erkläre** die Funktion der Heizungsanlage und die Rolle, die die Wärmeströmung dabei spielt.

Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)



## Was bedeutet der „Wirkungsgrad“ einer Heizung?

Werden verschiedene Heizungssysteme miteinander verglichen, dann taucht rasch der Begriff „Wirkungsgrad“ auf. Was ist damit gemeint?

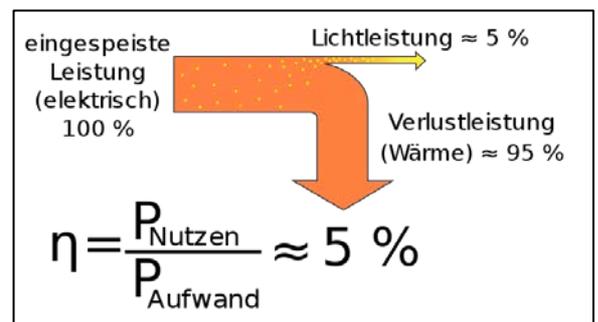


Findet heraus, welche Informationen uns die Angaben eines Wirkungsgrades liefern.

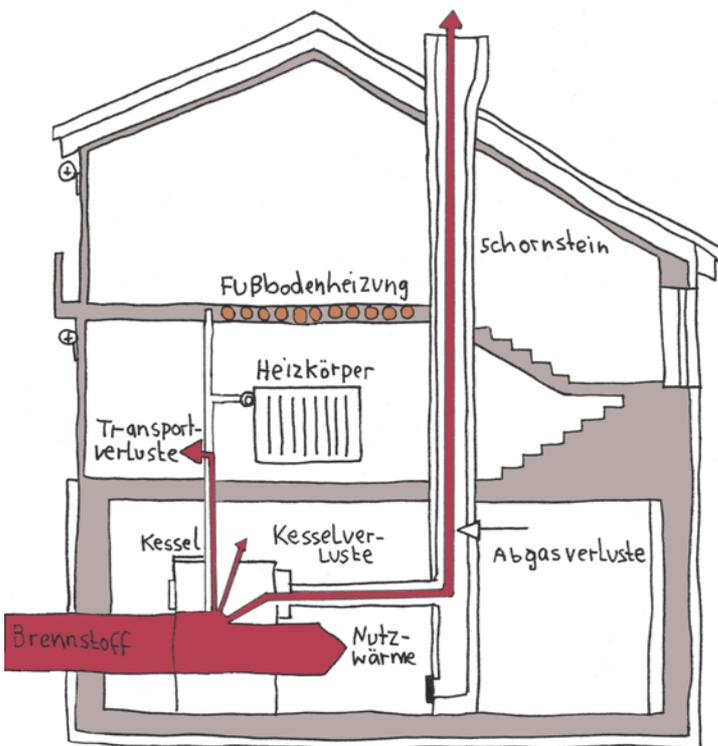
Formuliert zuerst eure Vermutungen.

Beschreibt und erklärt die nebenstehende Grafik, die den Wirkungsgrad  $\eta$  einer Glühlampe alter Bauart darstellt.

Erklärt, warum solche Glühlampen inzwischen nicht mehr im Handel sind.



Bildquelle: Wikimedia Commons, Wirkungsgrad einer Glühlampe



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

Übertragt eure Kenntnisse nun auf eine Ölheizung, deren Wirkungsgrad mit 80 % angegeben wird. Zeigt anhand der Grafik, wo die restlichen 20 % der Energie bleiben.

Fertigt eine Grafik nach dem obigen Muster für die Ölheizung an.

Entwickelt Vorschläge, wie die Energieverluste bei dieser Heizungsanlage verringert werden könnten.

Forscht im Internet nach, welche Wirkungsgrade moderne Heizungssysteme erreichen.



## Wir bestimmen den Heizwert eines Brennstoffs

Brennstoffe wie Holz, Kohle, Erdgas oder Erdöl liefern bei der Verbrennung in einem Heizsystem unterschiedlich viel Wärmeenergie. Das hängt von der stofflichen Zusammensetzung des Brennstoffs ab. Für die Heizung eines Gebäudes ist es sinnvoll, einen Brennstoff zu wählen, der einen möglichst hohen Heizwert hat. Im Internet könnt ihr die Heizwerte recherchieren. – Aber wie kann der Heizwert experimentell bestimmt werden?

### Bestimmt den Heizwert von Brennstoffen mit einem Kalorimeter-Versuch.

#### Vorbereitung

Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen haben herausgefunden, dass die Energiemenge von  $4,18 \text{ J} / (\text{g} \times \text{K})$  benötigt wird, um 1 kg Wasser um  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Dieser Wert wird als die „spezifische Wärmekapazität“ des Wassers bezeichnet. Andere Flüssigkeiten lassen sich leichter oder schwerer erwärmen. Sie haben eine andere spezifische Wärmekapazität.

**Schaut** euch das Foto von Versuchsvariante 1 an und lest die Anleitung dazu.

**Erklärt euch gegenseitig**, wie ihr den Versuch durchführen sollt.

**Notiert**, mit welcher Beobachtung ihr rechnet. Begründet eure Hypothese(n).

**Erklärt**, was mit der chemischen gebundenen Energie im jeweiligen Brennstoff nach dem Entzünden bei diesem Versuch passiert.

**Erklärt**, unter welcher Voraussetzung sich dieser Versuch eignet, um den Heizwert eines Brennstoffs zu bestimmen. Lest dazu noch mal den Text zur Wärmekapazität und erklärt die Berechnung des Heizwerts mit der folgenden Formel.

$$Q = E = m \times c \times \Delta T$$

Q = Vom Brennstoff an das Wasser übertragene Energiemenge

E = Gesamtenergie des Brennstoffs

M = Masse des Wassers (1 l = 1 kg)

c = Spezifische Wärmekapazität des Wassers:  $4,18 \text{ J} / (\text{g} \times \text{K})$

$\Delta T$  = Temperaturdifferenz zwischen Ausgangs- und Endtemperatur in K (Kelvin)  
(1 K =  $1 \text{ }^\circ\text{C}$ )

**Überlegt**, ob ihr den genauen Heizwert mit dieser Versuchsanordnung ermitteln könnt. Begründet eure Vermutung(en).



### Versuchsvariante 1

**Ihr braucht** die leere Alu-Schale eines Teelichts, Oktan, destilliertes Wasser, einen Magnetrührer mit „Fischchen“, lange Streichhölzer und kurze Streichhölzer, zwei Pipetten, ein Becherglas (ca. 300 ml), einen Messzylinder (100 ml), ein digitales Thermometer, eine Feinwaage und eine Tiegelzange.

**Tragt Schutzbrillen!**

**Messt** 100 ml destilliertes Wasser im Messzylinder ab und gebt das Wasser in das Becherglas mit dem „Fischchen“.

**Stellt** das Becherglas auf den Magnetrührer und schaltet ihn ein, sodass das Wasser möglichst langsam gerührt wird.

**Wiegt** 1 g kurze Streichhölzer in der Alu-Schale ab.

**Setzt** die Aluschale mit den kurzen Streichhölzern vorsichtig auf die Wasseroberfläche im Becherglas.

**Messt** die Ausgangstemperatur des Wassers und notiert den Wert.

**Zündet** die Streichhölzer in der Schale mit einem langen Streichholz an und beobachtet.

**Messt** die Temperatur erneut etwa  $\frac{1}{2}$  Minute nach Erlöschen der Flamme und notiert den Wert.

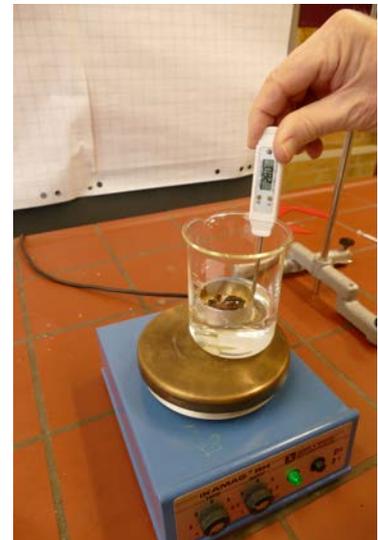
**Prüft**, wie gut die Streichhölzer verbrannt ist. Wiegt den Rest der Streichhölzer (ohne Aluschale!) und notiert auch diesen Wert. Schätzt den prozentualen Anteil der verbrannten Streichhölzer im Verhältnis zur Ausgangsmenge.

**Berechnet** den Heizwert mit der Formel.

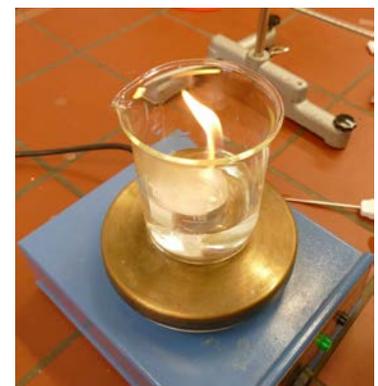
**Führt** den Versuch nun mit 1 g des flüssigen Brennstoffs **Oktan** durch. Das könnt ihr direkt entzünden. (Achtung, die Flamme wird größer!)

**Berechnet** auch diesen Heizwert und vergleicht die beiden Heizwerte miteinander.

**Erklärt** die Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Versuche.



Versuchsaufbau Variante 1  
mit Streichhölzern  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)



Versuchsaufbau Variante 1  
mit Oktan  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)



## Versuchsvariante 2

**Ihr braucht** die leere Alu-Schale eines Teelichts, kurze Streichhölzer, Oktan, destilliertes Wasser, einen Messzylinder (100 ml), eine kleine, leere Konservendose (ohne Papiermantel), ein Stativ mit Muffe und Klammer, eine Feinwaage, ein digitales Thermometer und ein kleines Brett als Unterlage.

**Tragt Schutzbrillen!**

**Füllt** 1 g kurze Streichhölzer und lange Streichhölzer in die Alu-Schale.

**Stellt** die Schale auf das Brett.

**Befestigt** die Konservendose mit der Klammer am Stativ, sodass sie sich einige Zentimeter oberhalb der Alu-Schale befindet.

**Gebt** 100 ml destilliertes Wasser in die Konservendose. Messt und notiert die Ausgangstemperatur.

**Stellt** das Stativ möglichst rasch so ein, dass sich die Konservendose etwa 2 cm über der Alu-Schale befindet. Das übernimmt am besten eine zweite Person.

**Entzündet** die Streichhölzer.

**Messt** den maximalen Temperaturwert nach Erlöschen der Flamme und notiert diesen.

**Prüft**, wie gut die Streichhölzer verbrannt sind. Wiegt den Rest (ohne Aluschale!) und notiert auch diesen Wert. Schätzt den prozentualen Anteil der verbrannten Streichhölzer im Verhältnis zur Ausgangsmenge.

**Berechnet** den Heizwert mit der Formel.

**Führt** den Versuch nun mit 1 g des flüssigen Brennstoffs *Oktan* durch. Den könnt ihr direkt entzünden.

**(Achtung, die Flamme wird größer!)**

**Berechnet** auch dafür den Heizwert.



Versuchsaufbau Variante 2  
mit Streichhölzern  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)



Versuchsaufbau Variante 2  
mit Oktan  
Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2017)

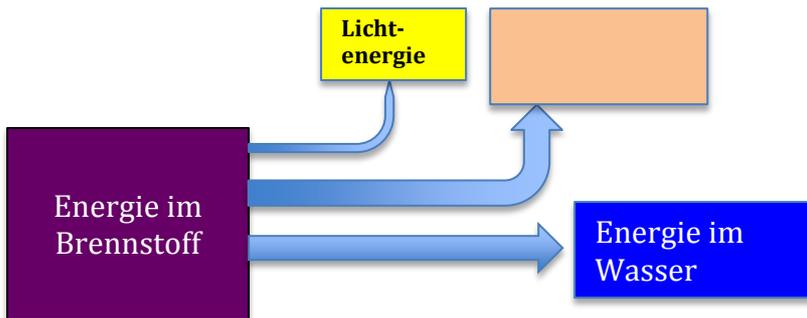


### Auswertung der Versuche

**Vergleicht** zunächst eure Messergebnisse und Beobachtungen bei den vier Versuchen.

**Beschreibt** die Energieumwandlung bei diesen Versuchen anhand der folgenden Grafik.

**Ergänzt** die Beschriftung im leeren Feld.



Bildquelle: Ricker, Karl-Martin (2018)

Beispielrechnung mit 1 g Knäckebrot als Brennstoff (Packungsangabe: 1.687 kJ / 100 g)  
Temperaturdifferenz bei Versuchsvariante 1: 9,6 K

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

$$Q = 100 \text{ g} \times 4,18 \text{ J / g} \times 9,6 \text{ K} = 401,28 \text{ J / 100 g}$$

**Tipp:**

*Die Bedeutung der Formelzeichen findet ihr auf Seite 1.*

**Berechnet** die Heizwerte der getrockneten Sägespäne und des Oktans nach dieser Formel.

**Vergleicht** die ermittelten Heizwerte mit den wissenschaftlich ermittelten Werten von

- |   |                          |                  |                                   |
|---|--------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | getrockneten Sägespänen: | 15.200 J / 1 g   | (vergleichbar mit Streichhölzern) |
| 2 | Oktan                    | : 47.890 J / 1 g |                                   |

**Erklärt** die Unterschiede zwischen euren und den wissenschaftlichen Werten. Nutzt dafür die obere Grafik und eure Beobachtungen während des Versuchs.

**Entwickelt Vorschläge** für die Optimierung des Versuchs, um die Energieübertragung zu verbessern und damit einen genaueren Heizwert zu ermitteln.

**Findet** durch Recherche im Internet heraus, wie sich die Heizwerte zum Beispiel von Holz, Pellets, Heizöl, Erdgas unterscheiden.

**Gebt an**, welche Brennstoffe ihr für eine neue Heizungsanlage empfehlen würdet.



## Der Brennwert und Heizwert verschiedener Stoffe

Habt ihr schon mal darüber nachgedacht, dass unsere Nahrung auch in den Zellen unseres Körpers „verbrannt“ wird? Das geschieht natürlich nicht durch ein Feuer. Während Brennstoffe im Feuer schnell oxidieren, das heißt mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlenstoffdioxid und Wasser reagieren, so findet eine langsame Oxidation von Nährstoffen zu Kohlenstoffdioxid und Wasser in unseren Zellen statt. Dabei wird auch Energie frei, die unser Körper fürs Warmhalten, für Bewegung und für alle anderen Stoffwechselprozesse nutzen kann. Unsere Nahrungsmittel enthalten unterschiedlich viel Energie. Der sogenannte „Brennwert“ beträgt bei 100 g Knäcke-  
brot zum Beispiel 1687 kJ.  
Bei Brennstoffen wie Öl, Gas oder Holz wird die Energieausbeute als „Heizwert“ bezeichnet. Brennwert und Heizwert sind fast das Gleiche.



**Untersucht die Brennbarkeit verschiedener Lebensmittelproben.**

### 1 Knäcke- brot

**Ihr braucht** eine Scheibe Knäcke-  
brot, eine große Petrischale, eine feuerfeste Unterlage,  
ein Stabfeuerzeug und eine Tiegelzange.

**Brecht** ein kleines Stück Knäcke-  
brot ab und haltet es mit der Tiegelzange über die  
Petrischale, die auf der feuerfesten Unterlage steht.

**Zündet** das Knäcke-  
brot an, beobachtet und beschreibt die Reaktion.

**Erklärt** die chemische Reaktion mithilfe der Angaben im Eingangstext.

**Beschreibt**, wie vollständig die Verbrennung stattfindet. Gibt es Reste?

### 2 Zucker

**Ihr braucht** ein Stück Würfelzucker, Zigarettenasche, ein Stabfeuerzeug und eine  
Petrischale.

**Legt** den Würfelzucker auf die Petrischale und legt ein wenig Zigarettenasche (als  
Docht) auf den Zucker.

**Zündet** den Zucker an, beobachtet und beschreibt die Reaktion.

**Erklärt** die chemische Reaktion mithilfe der Angaben im Eingangstext.

**Beschreibt**, wie vollständig die Verbrennung stattfindet. Gibt es Reste?



### 3 Brennwerte von Lebensmitteln

**Wählt** verschiedene Lebensmittel (fettreiche, kohlenhydratreiche und proteinreiche) aus und forscht im Internet nach, welchen Brennwert sie haben.

**Notiert** dabei auch die prozentualen Anteile an Proteinen, Fetten und Kohlenhydraten.

<https://fddb.info> → Wissen → Allgemeines → Brennwert



Lebensmittel	Brennwert	Fette	Kohlenhydrate	Proteine

**Vergleicht** die Brennwerte der Lebensmittel und prüft, welche Nährstoffe die meiste Energie liefern.

**Erklärt** den Temperaturanstieg im besetzten Klassenraum bei ausgeschalteter Heizung.

### 4 Brennwerte und Heizwerte von Brennstoffen

Bei Brennstoffen für unsere Heizung wird unterschieden zwischen Brennwert und Heizwert. Da bei manchen Brennstoffen (z. B. feuchtes Holz) ein Teil der Energie für das Verdampfen des Wassers verloren geht, verringert sich die zum Heizen nutzbare Energie. Feuchtes Holz liefert bei der Verbrennung weniger Heizenergie als trockenes. Der Heizwert feuchten Holzes liegt also unter dem des Brennwertes.

**Erklärt**, worauf beim Heizen mit Holz geachtet werden muss.

**Erklärt** den Unterschied zwischen Brennwert und Heizwert an einem anderen Beispiel.



**Informiert** euch im Internet über die Heizwerte (in kWh/kg) verschiedener Brennstoffe.

<https://www.brennholz-lager-lindau.com> → Brennholz Knowhow

→ Brennstoffe im Vergleich

Heizöl: \_\_\_\_\_, Erdgas: \_\_\_\_\_  
Steinkohle: \_\_\_\_\_, Buchenholz: \_\_\_\_\_

**Vergleicht** die Werte und gebt an, welcher Brennstoff aus energetischer Sicht für die Heizung eines Gebäudes am günstigsten ist.



## 5 Wie funktioniert eine Brennwertheizung?

Die im Brennstoff chemisch gespeicherte chemische Energie sollte möglichst effektiv genutzt werden, das heißt in Wärme-Energie umgewandelt werden. Das spart Ressourcen und schont den Geldbeutel. Gas- und Ölheizungen nutzen dafür heute in der Regel die sogenannte „Brennwert-Technik“. Dabei können bis zu 110 % der Energie genutzt werden. Das Phänomen, das bei dieser Technik genutzt wird, beobachten Brillenträger im Winter, wenn sie aus der kalten Außenluft in einen beheizten Raum kommen.

**Erklärt**, warum ein Aussage des Eingangstextes zunächst unrealistisch erscheint.

**Beschreibt und erklärt**, was mit einer Brille geschieht, wenn sie aus kalter Luft in warme Luft gelangt.

**Erklärt**, warum die Fensterscheibe oder auch der Spiegel im Badezimmer vor allem im Winter nach dem Duschen beschlägt. Benennt das Phänomen mit dem Fachbegriff.

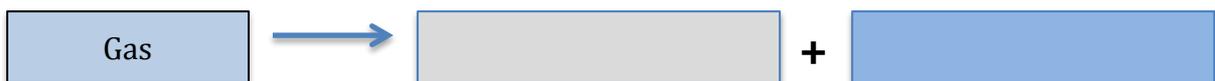
**Forscht nach**, wie eine Gas-Brennwertheizung funktioniert. Recherchiert dazu im Internet und schaut euch dort zum Beispiel das folgende Erklär-Video an.  
<https://www.youtube.com> → Suchbegriffe: Brennwertkessel, Loviscach



**Klärt** folgende Begriffe:

*Rücklauftemperatur, Vorlauftemperatur, Kondensation, Kondensat, Wärmetauscher.*

**Gebt an**, welche Stoffe bei der Verbrennung von Gas entstehen:



**Gebt an**, in welchem der beiden Stoffe noch nutzbare Energie steckt.

**Fertigt** eine eigene Skizze der Brennwertheizung an.

**Erklärt** die Funktion anhand eurer eigenen Skizze.

**Erklärt**, warum die Energie-Ausbeute von 110 % ein „theoretischer Wert“ genannt wird.



## Wir vergleichen den Energiebedarf fürs Heizen

Habt ihr schon einmal erlebt, dass eure Eltern erschrocken reagierten, als sie die Energieabrechnung für das vergangene Jahr erhielten. Manchmal fallen die Heizkosten erheblich höher aus, als angenommen.

Der Bedarf an Heizenergie dürfte sich auch von Haus zu Haus unterscheiden.

### Vergleicht den Energiebedarf und die Energiekosten fürs Heizen eurer Wohnungen.

**Nennt** Gründe für die von Jahr zu Jahr schwankenden Energiekosten einer Wohnung.

**Nennt** Gründe für die unterschiedlichen Energiekosten bei verschiedenen Häusern.

### Hausaufgabe zur Vorbereitung:

**Besorgt** euch die Abrechnung für die Heizkosten euer Wohnung / eures Hauses.

**Notiert**, um welchen Heizungstyp es sich handelt (Öl-, Gas-, Holz-, Kohle-, Pellet-Heizung).

**Erkundigt** euch zu Hause nach der Wohnungsgröße in Quadratmetern.

**Erstellt** gemeinsam eine Tabelle nach folgendem Muster.

Übertragt die Werte aus der Heizkostenabrechnung und berechnet die Heizenergie und die Kosten pro Quadratmeter.

Wohnung	Heizungs- typ	Wohnfläche in m <sup>2</sup>	Heizenergie in kWh/m <sup>3</sup>	Kosten in € (brutto)	Heizenergie pro m <sup>2</sup> in kWh/m <sup>3</sup>	Kosten pro m <sup>2</sup> in €
A	Erdgas	105	13.465	767,68	128,24	7,31
B						

**Vergleicht** den Energiebedarf und die Kosten eurer Wohnungen.

**Sammelt** Gründe für die Unterschiede.

### Heizenergie für dein Zimmer:

**Berechne** zu Hause die Fläche deines Zimmers in m<sup>2</sup>.

**Berechne** den Energiebedarf und die Kosten für das Heizen deines Zimmers.

**Sammelt Ideen**, wie ihr den Energiebedarf eures Zimmers / eurer Wohnung und die Heizkosten senken könnt. (Vielleicht springt beim Erfolg ja eine kleine Taschengelderhöhung dabei raus.)



## Welcher Heizungstyp soll es sein?

Beim Bau und bei der Renovierung von Wohnhäusern, Bürogebäuden und auch Schulen stellt sich die Frage, welche Heizung am besten geeignet ist. Und auch beim Einzug in eine neue Wohnung sind Informationen über die Heizung wichtig. Ist sie alt oder eher neu? Womit wird geheizt, mit Öl, Gas, ...? Wie hoch werden die Heizkosten etwa sein?



**Erforscht die Vor- und Nachteile verschiedener Heizungssysteme.**

**Tragt** zunächst zusammen, welche Heizungstypen ihr kennt.

Erweitert eure Liste, indem ihr im Internet recherchiert oder Experten und Expertinnen befragt.

**Sammelt** Kriterien, die für eine gute Heizungsanlage sprechen.

**Bildet** Arbeitsgruppen und teilt die Heizungstypen unter euch auf.

**Legt fest**, für welchen Gebäudetyp die Heizung geeignet sein soll (z. B. Einfamilienhaus, Reihenhaus, Schule, ...).

**Forscht** im Internet und gegebenenfalls bei Heizungsfirmen oder bei Verbraucherorganisationen nach, wie euer ausgewähltes Heizungssystem funktioniert und welche Vor- und Nachteile es hat. Berücksichtigt dabei die zuvor gesammelten Kriterien.

**Stellt eure Ergebnisse vor**, indem ihr zum Beispiel ...

- ... einen illustrierten Vortrag haltet;
- ... eine Plakatausstellung präsentiert;
- ... einen Animationsfilm gestaltet;
- ... eine eigene Idee umsetzt.



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Gemeinsame Auswertung in der Klasse:**

**Vergleicht die verschiedenen Heizungssysteme. Stellt die Vor- und Nachteile einander gegenüber.**

**Diskutiert**, welchen Heizungstyp ihr für den am besten geeigneten haltet. Begründet eure Entscheidungen.



## Wir bauen ein gut isoliertes Modellhaus

Häuser in unserer Region müssen gut isoliert sein, um im Winter möglichst wenig Wärmeenergie zu verlieren. Das spart Heizkosten und schont das Klima. Aber womit und wie wird ein Haus möglichst effektiv gedämmt?



**Konstruiert und baut ein Modellhaus, das Wärmeenergie möglichst gut speichern kann.**

**Bereitet** euch auf diese komplexe Aufgabe vor, indem ihr Untersuchungen zur Wärmedämmung verschiedener Materialien durchführt.

### Eure Aufgabe:

Für euer Modellhaus benötigt ihr einen Karton aus Pappe als Grundkonstruktion, zum Beispiel einen großen Schuhkarton. Das „Haus“ soll also nur aus einem Raum bestehen. Es soll mehrere Fenster haben, die genügend Licht ins Haus lassen. Es soll mit kleinen Glühlampen erwärmt werden. Und es soll möglichst gut isoliert sein.



### Überlegt und plant gemeinsam, ...

- wie euer Modellhaus aussehen soll;
- wie groß es sein soll;
- welche Dämm-Materialien ihr einsetzen wollt;
- welche weiteren Materialien ihr verwenden wollt;
- wie ihr die „Lampen-Heizung“ einbauen wollt;
- wie ihr die Wirksamkeit eurer Maßnahmen testen wollt;
- welche Werkzeuge ihr benötigt;
- wer welche Materialien und Werkzeuge besorgt;
- ...

Ihr könnt auch einen Modellhaus-Wettbewerb in eurer Klasse veranstalten.

**Fertigt** eine Zeichnung eures Hauses an.

**Legt** euren Plan zur Genehmigung vor.

**Baut** euer Modellhaus und testet, wie gut die Wärme im Haus bleibt.

**Präsentiert** euer Modellhaus und beschreibt dabei, wie ihr vorgegangen seid.

Viel Spaß und Erfolg!



## Wir bauen einen Sonnenkollektor

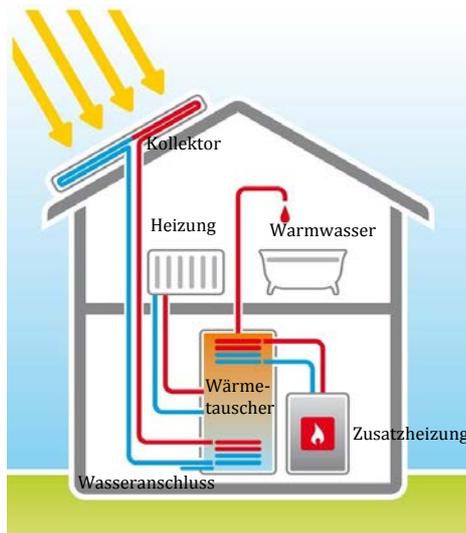
Erinnerst du dich an deine Zeit als Kleinkind? Hast du damals auch im Sommer im Garten in einer Kinderbadewanne geplantscht? Meistens schleppen die Eltern das warme Wasser aus dem Haus in den Garten.



Viel einfacher wäre es doch, wenn man das warme Wasser direkt im Garten zur Verfügung hätte. Man könnte das Wasser mit einem Sonnenkollektor erwärmen.



**Forscht nach, wie Sonnenkollektoren funktionieren.**



Bildquelle: egm / fotolia.com

**Tauscht** zuerst eure Vorkenntnisse über Sonnenkollektoren aus.

**Recherchiert** im Internet, ...

... wofür Sonnenkollektoren verwendet werden,

... wie sie aufgebaut sind und wie sie funktionieren

... und vergleicht Sonnenkollektoren mit Solarzellen.

**Schaut** euch den Film über den Bau und die Funktionsweise von Sonnenkollektoren bei „Planet Schule“ im Internet an.

<https://www.planet-schule.de> → Suchbegriff: Wie funktioniert ein Sonnenkollektor?



**Beschreibt** in der Tabelle die Funktionen der fünf in der Zeichnung markierten Bauteile.

Nr.	Bauteil	Funktion

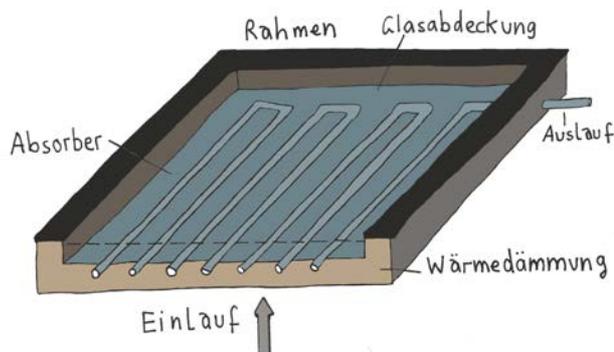


### Konstruiert und baut einen Sonnenkollektor.

Mithilfe eures Sonnenkollektors sollt ihr eine Kinderbadewanne mit warmem Wasser (25 °C) füllen oder eine Dusche im Garten mit warmem Wasser versorgen können.

**Beschreibt und erklärt** den Aufbau und die Funktion des Flachkollektors.

#### Aufbau eines Flachkollektors



Bildquelle: Lindenberg-Saho, Anna (2018)

**Entwickelt einen Plan**, wie ihr ein funktionsfähiges Modell eines Sonnenkollektors mit preisgünstigen Bauteilen bauen könnt. Der Kollektor kann an einen Kaltwasserhahn angeschlossen werden.

**Überlegt**, welche Bauteile ihr benötigt,  
wie viel Wasser erwärmt werden soll,  
wie groß der Kollektor sein soll,  
welche Werkzeuge ihr benötigt,  
wer was besorgen kann,  
...

**Fertigt** eine beschriftete Zeichnung eures Selbstbau-Kollektors an.

**Legt** euren Plan zur Genehmigung vor.

**Baut** euren Kollektor und testet, wie gut er funktioniert.

**Präsentiert** euren Sonnenkollektor und beschreibt dabei, wie ihr vorgegangen seid.

Viel Spaß und Erfolg!



## Wir bauen ein Funktionsmodell eines Wärmetauschers

Es ist bitterkalt draußen. Doch die Enten und Schwäne stehen und laufen auf dem Eis herum. Sie scheinen überhaupt nicht zu frieren.



**Forscht nach, warum Enten und andere Vögel auf dem Eis laufen können, ohne zu viel Wärmeenergie zu verlieren.**

**Überlegt**, welche Erklärungen euch für das Phänomen einfallen.

**Lest** den folgenden Text und schreibt über jeden Abschnitt eine passende **Überschrift**.

**Zeichnet** einen Entenfuß mit dem Wundernetz der Arterien und Venen.

**Erklärt** anhand eurer Zeichnung, warum Enten und andere Vögel im Winter nicht erfrieren.

### Der Entenfuß-Wärmetauscher

Wenn Enten im Winter auf Eis stehen, müssten sie eigentlich sehr kalte Füße bekommen. Sie müssten viel kostbare Wärmeenergie verlieren, sodass der ganze Körper des Vogels  
5 auskühlen würde. Offenbar passiert das aber nicht.

Um den Energieverlust möglichst gering zu halten, hat die Natur Enten, Schwäne und viele  
10 andere in kalten Gebieten lebende Vögel mit einem natürlichen Wärmetauscher, dem sogenannten „Wundernetz“, ausgestattet.

Das Blut der Vögel wird in den Beinen abgekühlt, bevor es in die Füße gelangt, sodass  
15 keine Wärme auf das Eis oder ins Wasser übertragen wird. Die Füße sind also immer so kalt wie der Untergrund. Das scheinen die Vögel aber nicht zu empfinden. Vermutlich haben sie kaum Sinneszellen für Kälte in den Füßen.

Im Wundernetz der Vogelbeine liegen feine Blutgefäße sehr dicht beieinander. Das  
20 arterielle Blut strömt darin vom knapp 40 Grad warmen Körper Richtung Füße. Dabei fließt es sehr nah an den Venen vorbei, die das Blut aus den Füßen wieder zum Körper zurücktransportieren. Im Wundernetz erwärmt das warme Blut das aus den Füßen zurückfließende kalte Blut in den Venen. Die Wärmeenergie wird also von den Arterien auf die Venen übertragen. Die Ente kühlt deshalb selbst dann nicht aus, wenn sie  
25 stundenlang auf dem Eis herumläuft. Dabei sind die Füße gut durchblutet – allerdings mit relativ kaltem Blut –, weshalb kaum Wärme verloren geht und auch das Eis unter den Füßen der Enten nicht wegschmilzt.

30 Der Mensch hat sich dieses Phänomen zum Vorbild genommen, um Energie zu sparen. Mit ganz ähnlich gebauten Wärmetauschern wird zum Beispiel der Abluft oder dem Abwasser eines Hauses die Restwärme entnommen und mit Wärmepumpen wieder zum Heizen genutzt.



## Konstruiert und baut ein funktionierendes Modell eines Wärmetauschers.

**Informiert** euch im Internet, ...

- ... wofür Wärmetauscher in einem Haus genutzt werden können;
- ... wie Wärmetauscher aufgebaut sind;
- ... wie sie funktionieren.

### **TIPP!**

Schaut euch den Film im Internet an:



<https://www.youtube.com>

→ Suchbegriff: Funktion eines Wärmetauschers

**Fertigt** eine Zeichnung an, mit der ihr das Grundprinzip eines Wärmetauschers erklären könnt.

### **Eure Aufgabe:**

Mithilfe eures selbstgebauten Wärmetauschers sollt ihr kaltes Wasser auf ca. 35 °C erwärmen und in einen 10-Liter-Eimer füllen.

**Entwickelt einen Plan**, wie ihr ein funktionsfähiges Modell eines Wärmetauschers mit preisgünstigen Bauteilen bauen könnt. Kaltes und heißes Wasser stehen zur Verfügung.

**Überlegt**,  
 welche Bauteile ihr benötigt,  
 wie die Wärmeübertragung erfolgen soll,  
 welche Maße der Wärmetauscher haben soll,  
 welche Werkzeuge ihr benötigt,  
 wer was besorgen kann,  
 ...

**Fertigt** eine beschriftete Zeichnung eures Selbstbau-Wärmetauschers an.

**Legt** euren Plan zur Genehmigung vor.

**Baut** euren Wärmetauscher und testet, wie gut er funktioniert.

**Präsentiert** euren Wärmetauscher: Erklärt, wie er funktioniert, und beschreibt, wie ihr ihn konstruiert und gebaut habt.

Viel Spaß und Erfolg!

**Mathematik**



**Bauen und Wohnen**

**Mathematik**



## Traumhaus – Umfänge und Flächen von Figuren

**Was lernst du?** „Drinne ist nicht drum herum“. Du lernst hier Umfänge und Flächeninhalte von Figuren zu unterscheiden, zu berechnen und in einer Planungssituation sinngemäß einzusetzen.



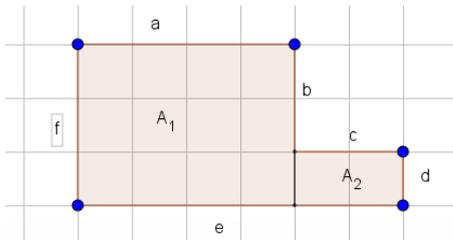
Geeignet für den Nawi-Bogen: **Mein Traumhaus**

*Umfang = Summe aller Seiten, die eine Form begrenzen*

*Flächeninhalt = Maß für die Größe einer Fläche*



### Beispiel:



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Umfang:  $U = a + b + c + d + e + f$

Flächeninhalt:  $A = A_1 + A_2 = a \cdot f + c \cdot d$



**Zerlege die Gesamtfläche in Teilflächen.**

### Situation:

Stelle dir vor, du lässt dein Traumzimmer renovieren. Dazu möchtest du gern einen neuen Teppichboden und Fußleisten verlegen lassen.

### Aufgaben:

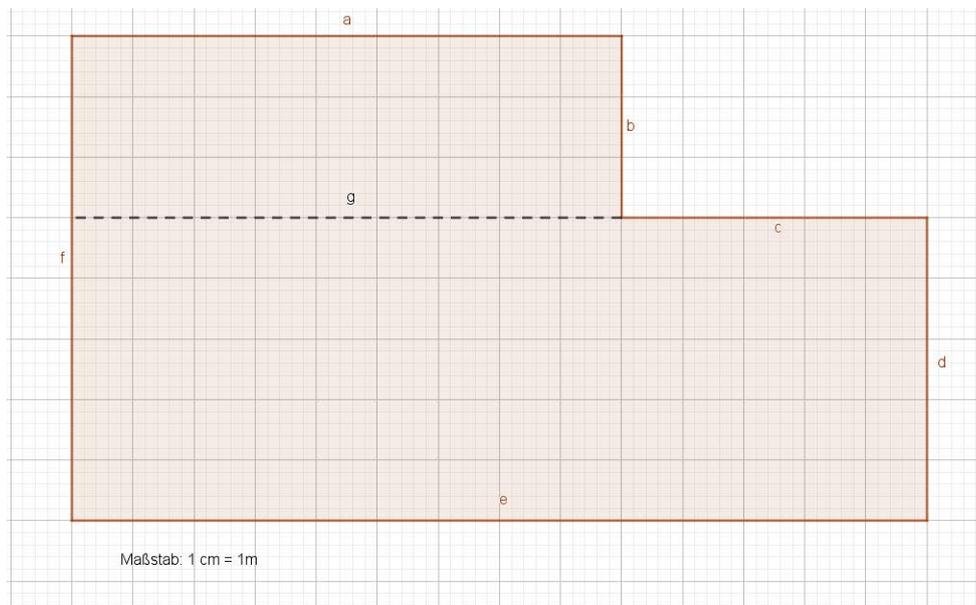
- 1 Zeichne dein Traumzimmer maßstäblich auf und bestimme die Fläche und den Umfang des Zimmers.
- 2 Bestimme die Gesamtkosten deines Traumzimmers.  
Recherchiere dazu vorher mögliche Preise deines Wunschteppichs und deiner Fußleisten.
- 3 Was würdest du noch in deinem Zimmer renovieren? Erstelle eine Liste.
- 4 Bestimme den neuen Gesamtpreis der Renovierung inklusive neuer Tapeten und Wandanstrich.
- 5 „Der Gesamtpreis ist höher geworden, als vorher berechnet.“  
Nimm Stellung zur Aussage.



## Lösungen: Traumhaus – Umfänge und Flächen von Figuren

### 1 Individuelle Lösungen

#### Beispiel:



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Fläche:  $A = e \cdot f - c \cdot b$   
 $A = 7 \cdot 4 - 2,5 \cdot 1,5$   
 $A = 28 - 3,75$   
 $A = 24,25$

Die Fläche des Zimmers beträgt  $24,25 \text{ m}^2$ .

Umfang:  $U = a + b + c + d + e + f$   
 $U = 4,5 + 1,5 + 2,5 + 2,5 + 7 + 4$   
 $U = 22$

Der Umfang des Zimmers beträgt 22 m.



## 2 Individuelle Lösungen

### Beispiel:

Kosten Teppichboden  $1 \text{ m}^2 = 14 \text{ €}$

Kosten Laminat =  $24,25 \cdot 14$

Kosten Laminat = 339,50

Der Teppichboden kostet 339,50 € für das Zimmer.

Kosten Fußleiste  $1 \text{ m} = 8 \text{ €}$

Kosten Fußleisten =  $8 \cdot 22$

Kosten Fußleisten = 176

Die Fußleisten kosten 176 €.

Gesamtkosten = Kosten Teppichboden + Kosten Fußleisten

Gesamtkosten =  $339,50 + 176$

Gesamtkosten = 515,50

Die gesamte Renovierung des Zimmers kostet 515,50 €.

## 3 Individuelle Lösung

### Beispiele:

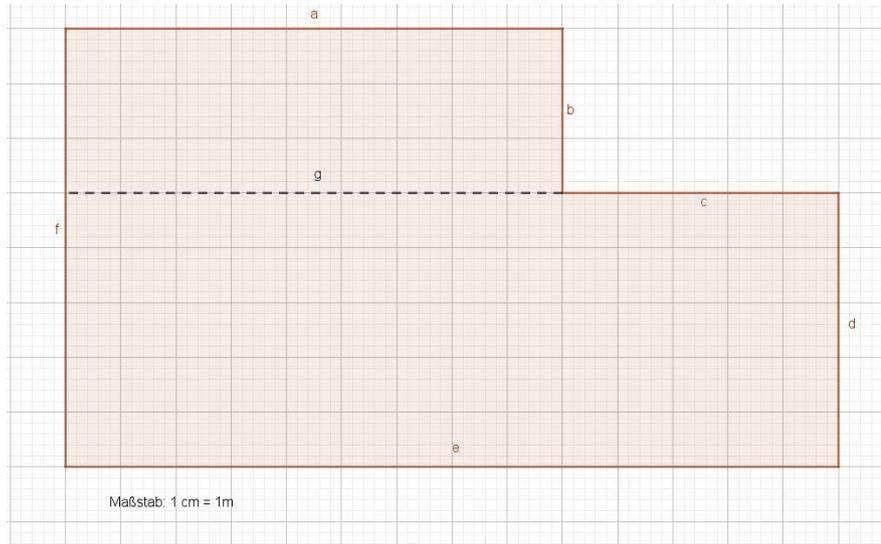
- Stuckleisten
- Wandverkleidung
- Neuer Farbanstrich der Wände/Fensterbänke
- Neue Türzargen
- ...



## 4 Individuelle Lösung

Beispiel:

Angenommen die Zimmerhöhe beträgt 2,50 m.



Bildquelle:  
Hökendorf,  
Benjamin (2017)

20 l Eimer Farbe reicht für 50 m<sup>2</sup> Anstrich. Dieser kostet 28,50 €.  
1 m<sup>2</sup> Tapete kostet 6 €.

$$\begin{aligned} \text{Wandfläche} &= U \cdot 2,5 \\ \text{Wandfläche} &= 22 \cdot 2,5 \\ \text{Wandfläche} &= 55 \end{aligned}$$

Die Wandfläche beträgt 55 m<sup>2</sup> (Vorsicht: Hier sind keine Fenster und Türen berücksichtigt).

$$\begin{aligned} \text{Kosten Farbe} &= 2 \cdot 28,50 \\ \text{Kosten Farbe} &= 57 \end{aligned}$$

Die Farbe kostet 57 €.

$$\begin{aligned} \text{Kosten Tapete} &= 55 \cdot 6 \\ \text{Kosten Tapete} &= 330 \end{aligned}$$

Die Tapete kostet 330 €.

$$\begin{aligned} \text{Gesamtkosten} &= 515,50 + 57 + 330 \\ \text{Gesamtkosten} &= 902,50 \end{aligned}$$

Die neuen Gesamtkosten betragen 902,50 €.



- 5 Da noch Verschnitte bei den Fußleisten, beim Teppich und bei der Tapete anfallen, muss mehr eingekauft werden als in der Rechnung angegeben. Außerdem gibt es z. B. Fußleisten und Tapeten nur in bestimmten Größen, sodass mehr davon eingekauft werden muss. Somit wird der Gesamtpreis höher.  
Bei der Berechnung handelt es sich also um einen Idealfall ohne Verschnitt in den passenden Größen.



## Temperaturskala – Ganze Zahlen

**Was lernst du?** Du wiederholst, ganze Zahlen am Thermometer darzustellen und Temperaturdifferenzen zu bestimmen.



Geeignet für den Nawi-Bogen:  
**Steigt die Temperatur bei steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt?**

**Ganze Zahlen** beinhalten die natürlichen und die negativen Zahlen.  
Temperaturdifferenzen entstehen durch Subtraktion zweier Temperaturen.



### Beispiel:

Ganze Zahlen: -2, -5, 0, 1, 5, 19

Temperaturdifferenz =  $10\text{ }^{\circ}\text{C} - 7\text{ }^{\circ}\text{C} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$



**Stelle dir die Rechenzeichen wie das Gehen einer Figur in eine bestimmte Richtung vor.**

**Beispiel:** (a)  $3 - 4$  bedeutet, dass auf einem Thermometer vier Sprünge ausgehend von +3 nach unten gemacht werden.

(b)  $3 + 4$  bedeutet, dass auf einem Thermometer vier Sprünge ausgehend von +3 nach oben gemacht werden.

### Situation:

Stelle dir vor, du willst Aussagen über Temperaturdifferenzen tätigen. Dazu nutzt du die Darstellung eines Thermometers als Hilfe.

**Aufgaben:**

- 1 Bestimme jeweils zwei verschiedene Gegenstände, bei denen die Temperaturdifferenz möglichst (a) klein, (b) groß ist, und bestimme jeweils den Unterschied.
- 2 Stelle mithilfe einer Thermometerdarstellung drei verschiedene Temperaturdifferenzen von  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  dar.
- 3 Was bedeutet die folgende Rechnung „ $10\text{ }^{\circ}\text{C} - 15\text{ }^{\circ}\text{C} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$ “? Zeige es anhand einer Thermometerdarstellung und beschreibe die Rechnung in Worten.
- 4 Finde weitere Beispiele aus deinem Alltag, mit denen die Rechnung aus (c) in Worten erklärt werden kann.
- 5 Die Temperaturdifferenz beträgt  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Warum lassen sich die entsprechenden Temperaturen nicht eindeutig bestimmen? Erkläre.
- 6 Anja meint: „ $8\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ist genau das Gleiche wie  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} - (-8\text{ }^{\circ}\text{C})$ .“ Hat sie recht? Begründe zeichnerisch und überprüfe mithilfe einer Rechnung.
- 7 Recherchiere die Durchschnittstemperaturen in Schleswig-Holstein von 2016 und berechne jeweils die Temperaturdifferenzen zwischen den aufeinander folgenden Monaten. Stelle diese Differenzen in einem geeigneten Diagramm dar.
- 8 \* **Entwickle ein Spiel, mit dem die Rechengesetze von rationalen Zahlen (ganze Zahlen) anschaulich erklärt werden können.**



## Lösungen: Temperaturskala – Ganze Zahlen

### Aufgaben:

1

→ Messung der Oberflächentemperaturen der Gegenstände mit einem Infrarot-Thermometer; individuelle Lösung

→ **Exemplarisches Beispiel:**

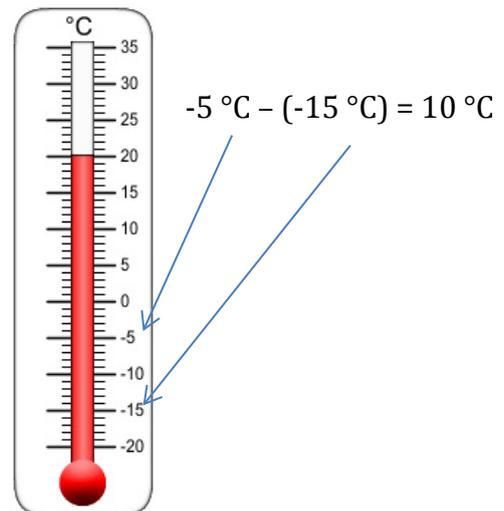
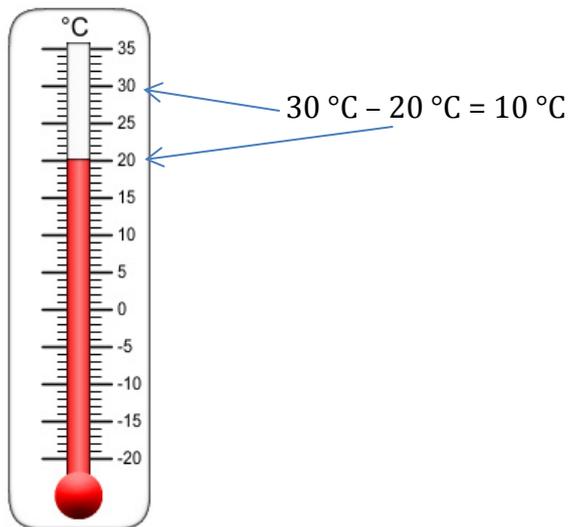
Temperatur Holz:  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatur Gummi:  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperaturdifferenz =  $18\text{ }^{\circ}\text{C} - 16\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Temperaturdifferenz klein)

2

→ Beispiele:



Bildquelle: [http://www.teacherfiles.com/clip\\_art\\_thermometers.htm](http://www.teacherfiles.com/clip_art_thermometers.htm)

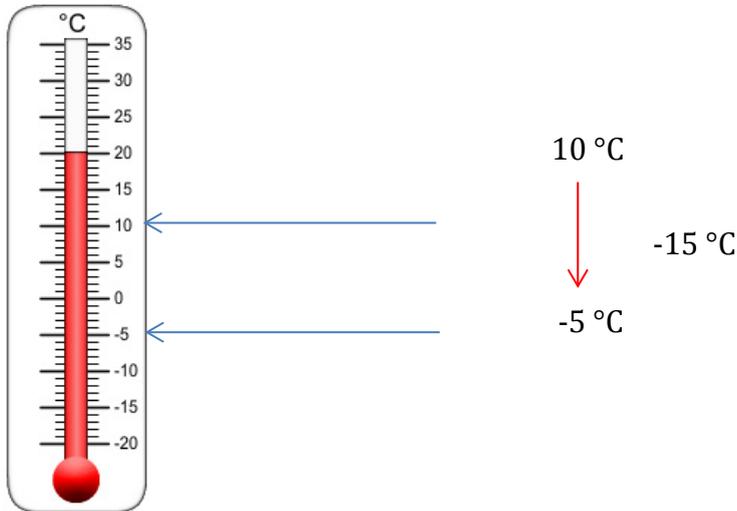
### Anmerkungen:

Sollten keine Schülerbeispiele mit negativen Temperaturen gewählt worden sein, dann unbedingt noch einmal thematisieren.

(Z. B. Temperaturdifferenz =  $3\text{ }^{\circ}\text{C} - (-17\text{ }^{\circ}\text{C}) = 3\text{ }^{\circ}\text{C} + 17\text{ }^{\circ}\text{C} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )



3 Was bedeutet die folgende Rechnung „ $10\text{ °C} - 15\text{ °C} = -5\text{ °C}$ “?



Die Temperatur sinkt von  $10\text{ °C}$  um  $15\text{ °C}$  auf  $-5\text{ °C}$ .

4 Individuelle Lösungen

Z. B. mit Geldbeträgen:

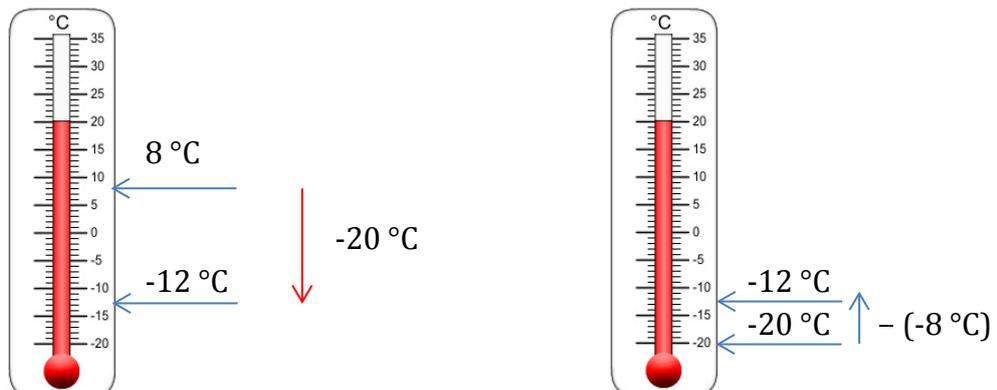
Ich habe  $10\text{ €}$  Guthaben, muss davon  $15\text{ €}$  bezahlen, dann habe ich  $5\text{ €}$  Schulden.

5 Beispiele:

Die Temperaturdifferenzen können beliebig entstehen.

1.  $10\text{ °C} - 5\text{ °C} = 5\text{ °C}$  oder 2.  $20\text{ °C} - 15\text{ °C} = 5\text{ °C}$  usw.

6



Anmerkungen:

- (-8) bedeutet von der Grundvorstellung, dass der Weg der Temperatur sich umkehrt.

$$8\text{ °C} - 20\text{ °C} = -12\text{ °C}$$

$$-20\text{ °C} - (-8\text{ °C}) = -12\text{ °C}$$

7

Zeitraum	Temperatur	
	Mittel	Abw.
2016 / 12	4,7	+2,7
2016 / 11	4,0	-1,0
2016 / 10	9,2	-0,2
2016 / 09	16,9	+3,5
2016 / 08	16,7	0,0
2016 / 07	17,2	+0,3
2016 / 06	16,8	+2,2
2016 / 05	13,6	+2,0
2016 / 04	6,9	-0,5
2016 / 03	4,3	+0,6
2016 / 02	3,1	+1,7
2016 / 01	0,7	-0,6

Beispiel:

Temperaturdifferenz zwischen November und Dezember:

$$4,7\text{ °C} - 4\text{ °C} = 0,7\text{ °C}$$

Quelle: <https://www.wetterkontor.de/de/wetter/deutschland/monatswerte-station.asp>

Anmerkungen:

Die Temperaturdifferenzen können von den jeweiligen Quellenangaben leicht voneinander abweichen.

Das Diagramm kann frei gewählt werden, z. B. Säulendiagramm. Die x-Achse zeigt jeweils die Differenz zwischen den Monaten und die y-Achse die Größe der Differenz.

**8 \*Individuelle Lösungen**

**Wichtig für die Grundvorstellung beispielsweise ist, dass man die Rechenzeichen als Bewegungsrichtung (rückwärts, vorwärts) versteht.**



## Modellhaus – Netze und Schrägbilder von Körpern

**Was lernst du?** Du vertiefst das Anfertigen von Netzen und Schrägbildern von verschiedenen Modellhäusern. Dabei lernst du auch den Umgang mit GeoGebra kennen.



Geeignet für den Nawi-Bogen: **Wir bauen ein gut isoliertes Modellhaus.**

Das **Netz (auch: Körpernetz)** entsteht, wenn ein geometrischer Körper aufgefaltet wird. Dazu wird der Körper an einigen Kanten aufgeschnitten und flach ausgebreitet.

Netze dienen auch als Bastelvorlage, um Körpermodelle zu bauen, aber auch zur Veranschaulichung bei der Berechnung des Flächeninhalts der Oberfläche des Körpers.

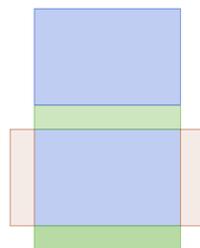
Du benutzt ein **Schrägbild**, um räumliche Körper auf Papier zu zeichnen. Durch die abgeschrägte Form entsteht ein räumlicher Effekt. So kannst du dir die Größe und Form der Figur gut vorstellen.

Für Schrägbilder gilt:

- Parallele Körperkanten sind auch im Schrägbild parallel.
- Gegenüberliegende Körperkanten, die in Wirklichkeit gleich lang sind, sind auch im Schrägbild gleich lang.
- Die Körperkanten, die nach hinten laufen, sind im Schrägbild halb so lang. Das Originalmaß steht dennoch an den verkürzten Seiten.
- Unsichtbare Kanten sind gestrichelt.



**Beispiel: Quader**



Körpernetz des Quaders

Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)



Schrägbild des Quaders

Zum Beispiel gehören der Quader und der Würfel zu den Prismen.



Für alle Prismen gilt:



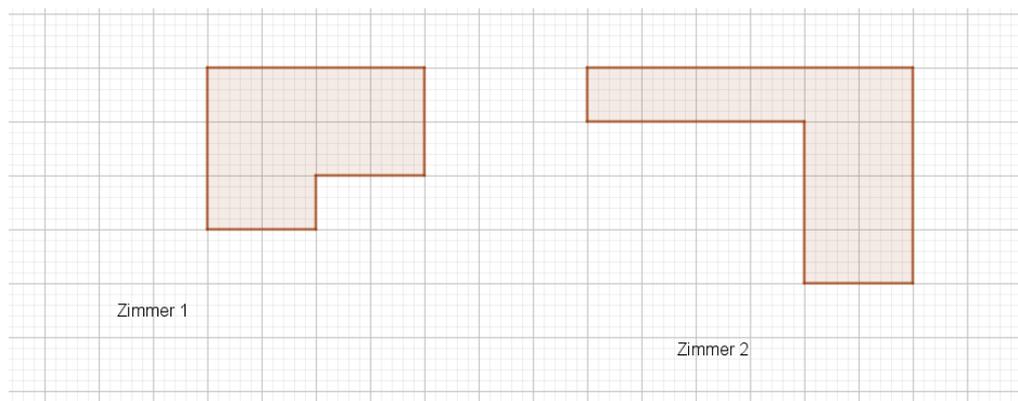
Die gegenüberliegenden Flächen sind gleich groß und sie liegen parallel zueinander.

### Situation:

Du bist ein Unternehmer / eine Unternehmerin, der/die Bastelvorlagen für geschlossene Zimmer anfertigt. Diese Zimmer sollen als Bastelanleitung auch im Schrägbild dargestellt werden, um sich das Zusammenklappen der Bastelvorlage besser vorstellen zu können.

### Aufgaben:

1



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Familie H. zieht um und es stehen zwei Zimmer für ihre Kinder zur Verfügung. Maike möchte unbedingt das größere Zimmer bekommen.

- Für welches Zimmer wird sie sich entscheiden?
  - Für welches Zimmer würdest du dich entscheiden? Begründe.
  - Übertrage die Zimmer auf Karopapier in der fünffachen Größe und erstelle jeweils ein Körpernetz für einen geschlossenen Raum.
- Erstelle ein Körpernetz für einen quaderförmigen geschlossenen Raum mit  $60 \text{ m}^3$  Volumen.
  - Begründe, warum es schwierig ist, ein Körpernetz für einen  $60\text{-m}^3$ -Raum zu zeichnen.



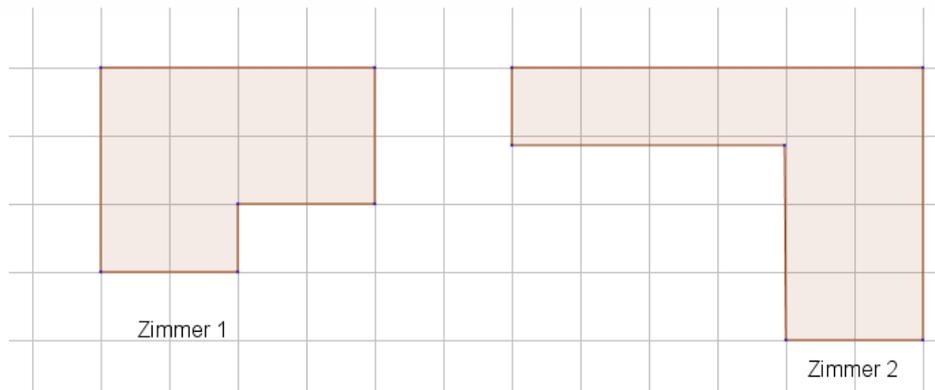
- 4 Wie viel  $\text{m}^2$  Dämmplatte müsstest du für den Raum aus (1b) im Baumarkt besorgen? Berücksichtige auch, dass das Zimmer zwei Fenster hat.
- 5 Falte dein Körpernetz zum Raum aus (1b) und fertige das dazugehörige Schrägbild an.
- 6 Fertige ein Schrägbild eines Zimmers mit einer Oberfläche von  $66 \text{ m}^2$  an. Beschreibe deinen Lösungsweg in eigenen Worten.
- 7 Erstelle mithilfe von GeoGebra das Schrägbild eines Würfels und überprüfe, wie sich die Volumina verändern, wenn
  - a sich die eine Seite verdoppelt,
  - b sich die eine Seite halbiert,
  - c sich die eine Seite um das x-Fache erhöhe.
- 8 \* **Fertige einen Brief an, in dem du den Bau deines Zimmers aus energetischer Sicht rechtfertigst.**



## Lösungen: Modellhaus – Netze und Schrägbilder von Körpern

### Aufgaben:

1



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Maßstab: 1 Kästchen entspricht 1 m.

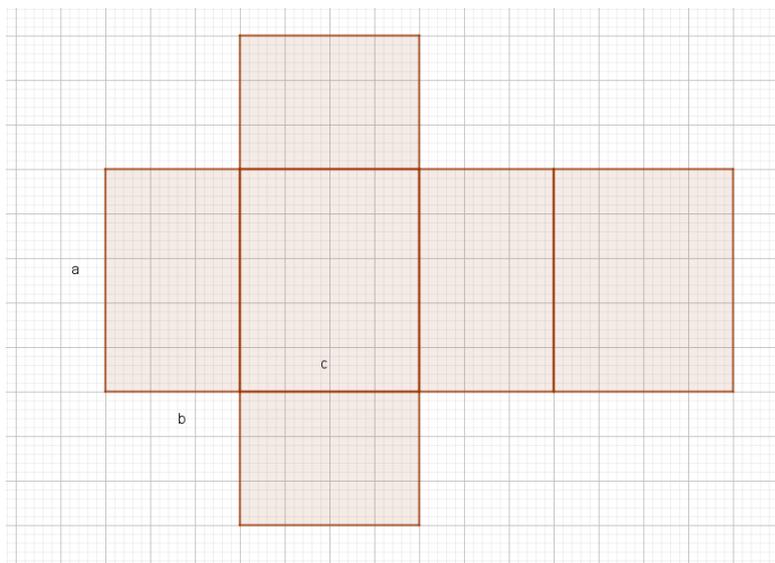
- a Fläche Zimmer 1 =  $10 \text{ m}^2$   
 Fläche Zimmer 2 =  $12 \text{ m}^2$

Maike wird sich für Zimmer 2 entscheiden, weil dieses größer ist als Zimmer 1.

- b Ich würde mich für Zimmer 1 entscheiden, weil es einen besseren Schnitt hat.  
 Man kann beispielsweise die Möbel besser hinstellen.

2  $V = a \cdot b \cdot c$

Beispiel:  $a = 5 \text{ m}$ ;  $b = 3 \text{ m}$ ;  $c = 4 \text{ m}$



Bildquelle:  
 Hökendorf, Benjamin  
 (2017)

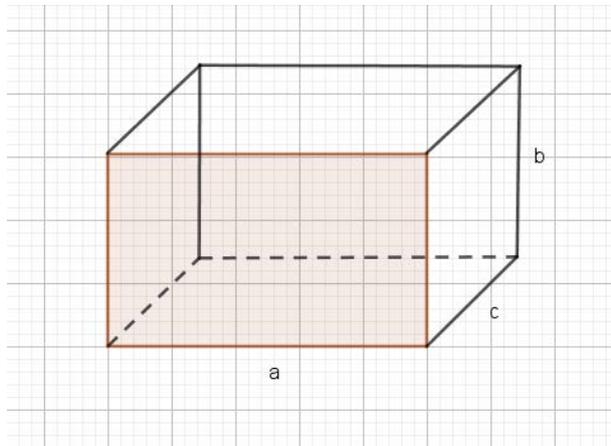


- 3  $V = a \cdot a \cdot a$ , man findet keine ganzzahlige Lösung für die Seitenlänge des Würfels.
- 4 Ausgegangen wird davon, dass es sich um ein Zimmer handelt, das mit zwei Wänden nach draußen angrenzt. Außerdem sollen die Fenster jeweils 1,50 m hoch und 0,80 m breit sein.

$$A = a \cdot b + b \cdot c - 2 \cdot 1,5 \cdot 0,8$$

$$A = 24,6 \text{ m}^2$$

5



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

6 Lösungsansatz:

$$0 = 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot a \cdot c + 2 \cdot b \cdot c$$

Wir finden z. B. durch systematisches Probieren Lösungen für  $a$ ,  $b$  und  $c$ , sodass die Oberfläche  $66 \text{ m}^2$  entsteht. Es bietet sich eine Tabelle zum Finden der Seitenlänge an.

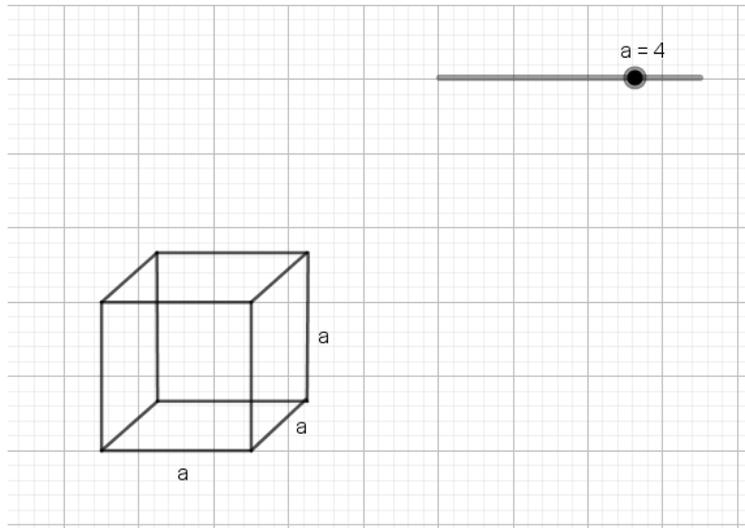
Die obere Grundfläche entspricht der Zimmerdecke und die Grundfläche dem Fußboden.

Beispiel:

$$a = 3 \text{ m}; b = 3 \text{ m}; c = 4 \text{ m}$$



- 7 Die Veranschaulichung erfolgt in GeoGebra mithilfe eines Schiebereglers für die Kantenlänge des Würfels.



Bildquelle:  
Hökendorf, Benjamin  
(2017)

- a Das Volumen wird acht mal größer.  
b Das Volumen wird acht mal kleiner.  
c Das Volumen vergrößert sich um das  $x^3$ -Fache.
- 8\*** Die Heizkosten hängen von der Oberfläche eines Körpers ab. Je kleiner die Oberfläche ist, desto kleiner ist auch der energetische Bedarf, einen Raum zu erwärmen. Die kleinste praktikabelste Oberfläche bei gleichem Volumen hat der Würfel. Daher wäre es aus energetischer Sicht sinnvoll, ein Zimmer würfelförmig zu bauen.



## Wärmeströme messen – Lineare Funktionen

**Was lernst du?** Du vertiefst das Anfertigen von linearen Funktionsgraphen und du lernst die Bedeutung der Parameter von linearen Funktionen in Sachsituationen kennen. Dabei spielt die Mathematisierung von Sachverhalten durch diese grafischen Darstellungen eine wichtige Rolle.



Geeignet für den Nawi-Bogen: **Energiesparen? Wozu das denn?!**

**Lineare Funktionen:**  $f(x) = m \cdot x + b$

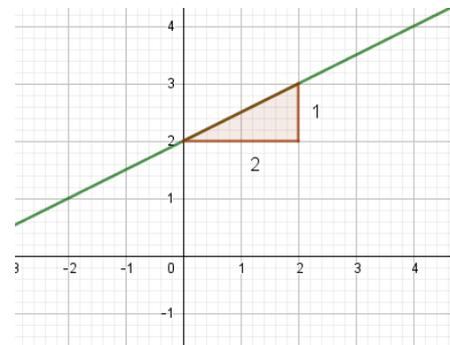
Wobei  $m$  die Steigung der Funktion und  $b$  der Achsenabschnitt ist.



**Beispiel:** Ein Taxi kostet 2 € Grundgebühr und 50 ct pro gefahrenem Kilometer.

Die Funktionsgleichung der linearen Funktion lautet:

$$f(x) = 0,50 x + 2, \text{ also } f(x) = \frac{1}{2} x + 2$$



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2018)



Wenn die Steigung  $m$  größer als 0 ist, dann steigt der Funktionsgraph.

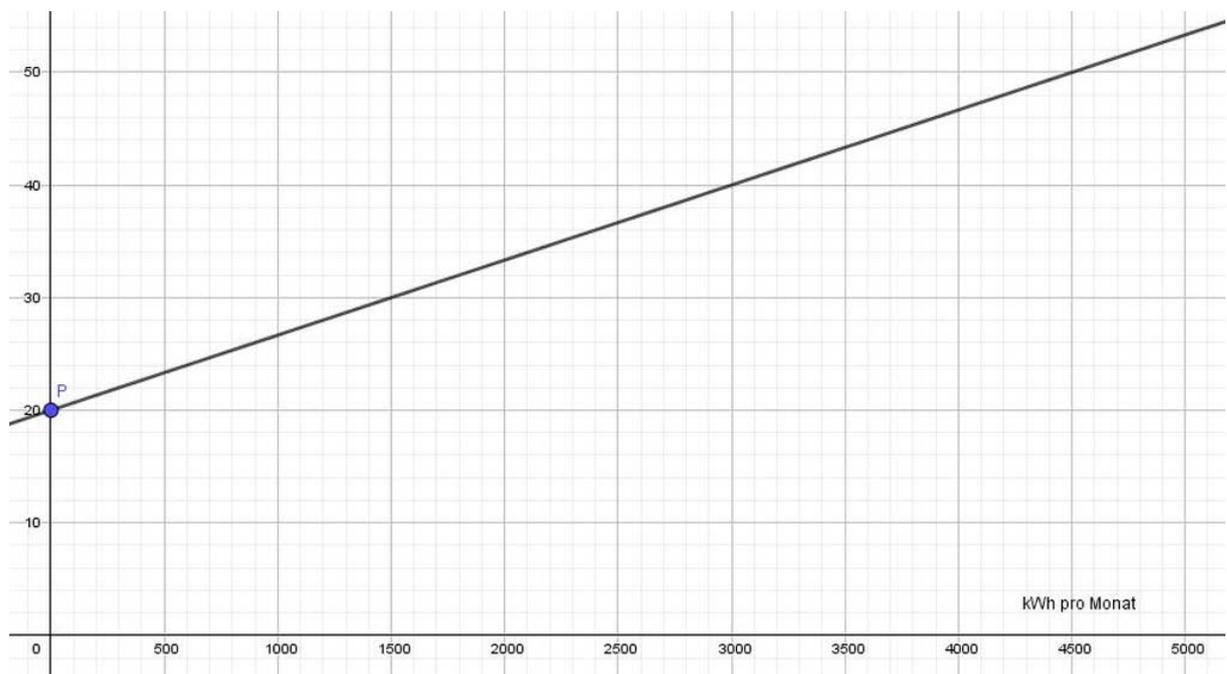
Wenn  $m$  kleiner als 0 ist, dann fällt der Graph.

**Situation:**

Du sollst dich näher mit Energiekosten für das Haus beschäftigen. Dazu untersuchst du die Eigenschaften und den Verlauf von linearen Funktionen.

**Aufgaben:**

1



Gaspreise des Anbieters „Number two“ (in €)  
Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

- Beschreibe den Verlauf des Graphen.
- Woran kannst du erkennen, dass eine lineare Funktion vorliegt? Erkläre.
- Stelle einen Funktionsterm für die lineare Funktion auf.



- d Erstelle eine entsprechende Funktionstabelle:  
**kWh pro Monat → Kosten in € pro Monat** von 0 kWh bis 4.500 kWh.
- e Zeige zeichnerisch, wie du auf die Steigung  $m$  und den Achsenabschnitt  $b$  gekommen bist.
- f Wie viele kWh Gas pro Monat kosten 60 €? Löse zeichnerisch und rechnerisch.

2

- a Untersuche und erkläre die Bedeutung der Parameter  $m$  und  $b$  in der linearen Funktion  $f(x) = mx + b$ . Erstelle zum Untersuchen die Schieberegler  $m$  und  $b$  mit GeoGebra.
- b Entwickle Angebotstexte von verschiedenen Gasanbietern, die jeweils mit einer linearen Funktion modelliert werden können.
- c Stelle die Angebotstexte mithilfe eines Funktionsterms, einer Tabelle und eines Graphen dar. Überprüfe die Funktionswerte deiner Tabelle mithilfe einer Tabellenkalkulation.
- d Was fällt dir an den Funktionswerten in deiner Tabelle auf?
- e Untersuche mithilfe von GeoGebra, ob es sich bei folgendem Angebot eines Gasanbieters um eine lineare Funktion handelt. Begründe.

*Die Grundgebühr für den Gasanbieter beträgt 5 € im Monat, der Arbeitspreis pro kWh 1,5 ct. Ab einem Gaseinsatz von 5.000 kWh im Monat wird ein Festpreis von insgesamt 90 € berechnet.*

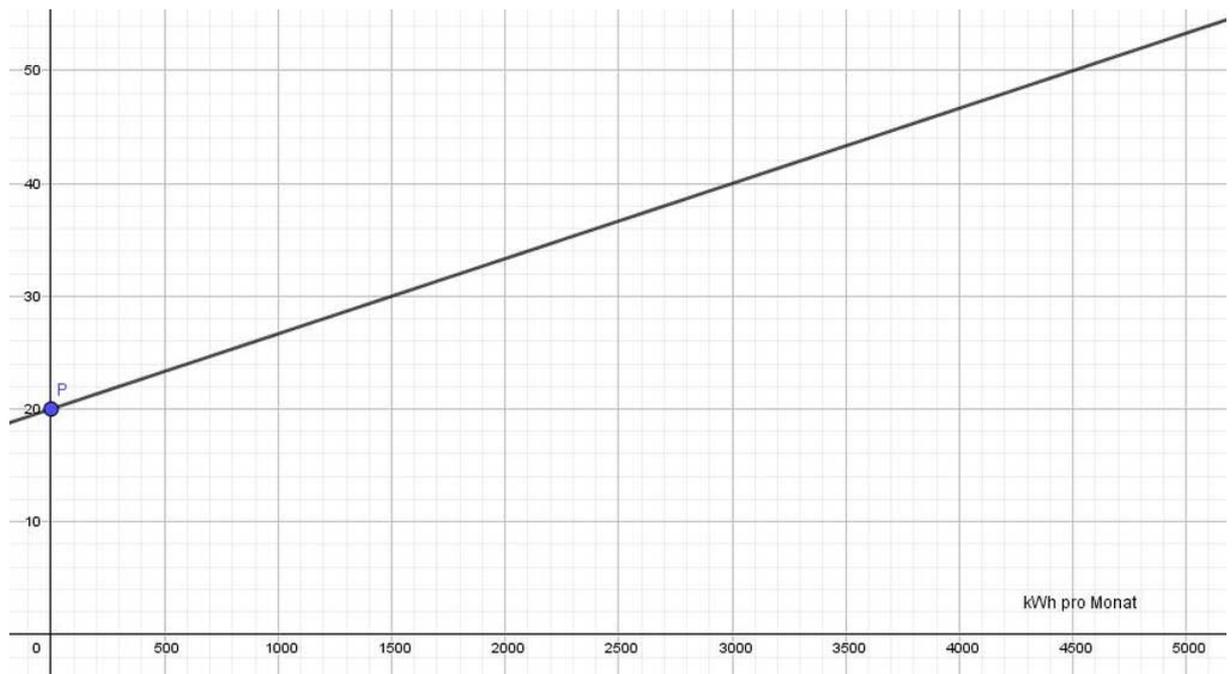
- f \* Stelle einen Funktionsterm auf, dessen Graph parallel zu dem Graphen aus Aufgabe (1a) verläuft. Welche Bedeutung hat dieser Verlauf für die Stromkosten?



## Lösungen: Wärmeströme messen – Lineare Funktionen

## Aufgaben:

1



Gaspreise des Anbieters „Number two“ (in €)  
Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

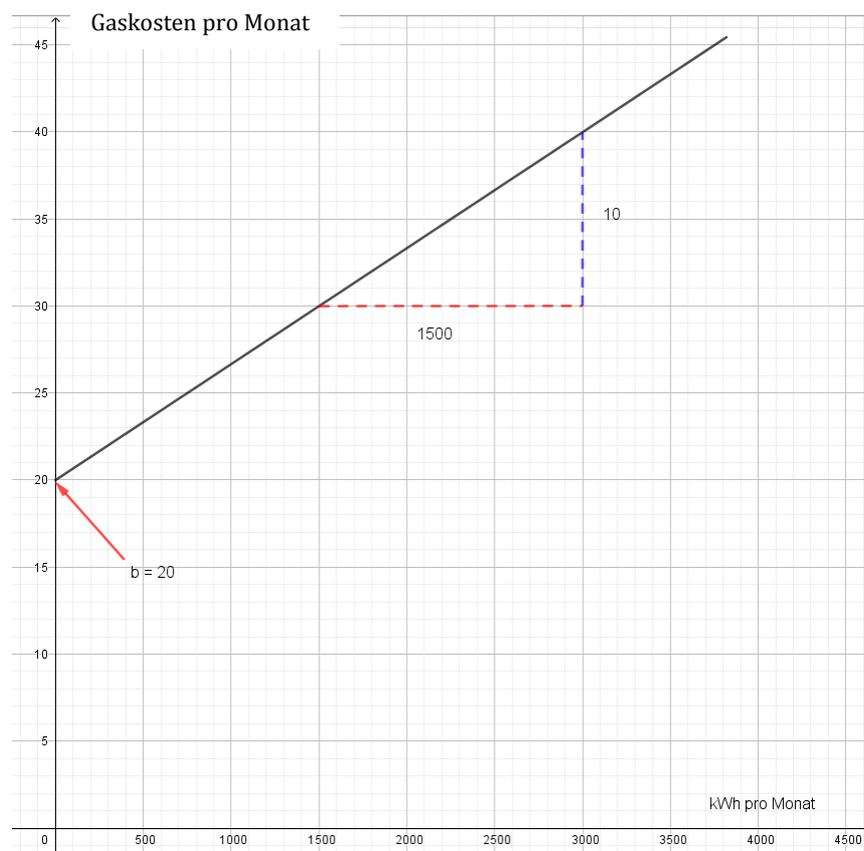
- Die monatliche Grundgebühr beträgt 20 €. Für jeweils 1.500 kWh Strom müssen 10 € zusätzlich bezahlt werden. Der Graph steigt.
- Es liegt eine lineare Funktion vor, da der Graph eine Gerade ist. Die Steigung bleibt also immer gleich.
- $f(x) = \frac{10}{1500} \cdot x + 20$ , wobei  $x$  = Anzahl der kWh pro Monat



d

kWh pro Monat	Kosten in € pro Monat
0	20
500	23,33
1000	26,66
1500	30
2000	33,33
2500	36,66
3000	40
3500	43,33
4000	46,66
4500	50

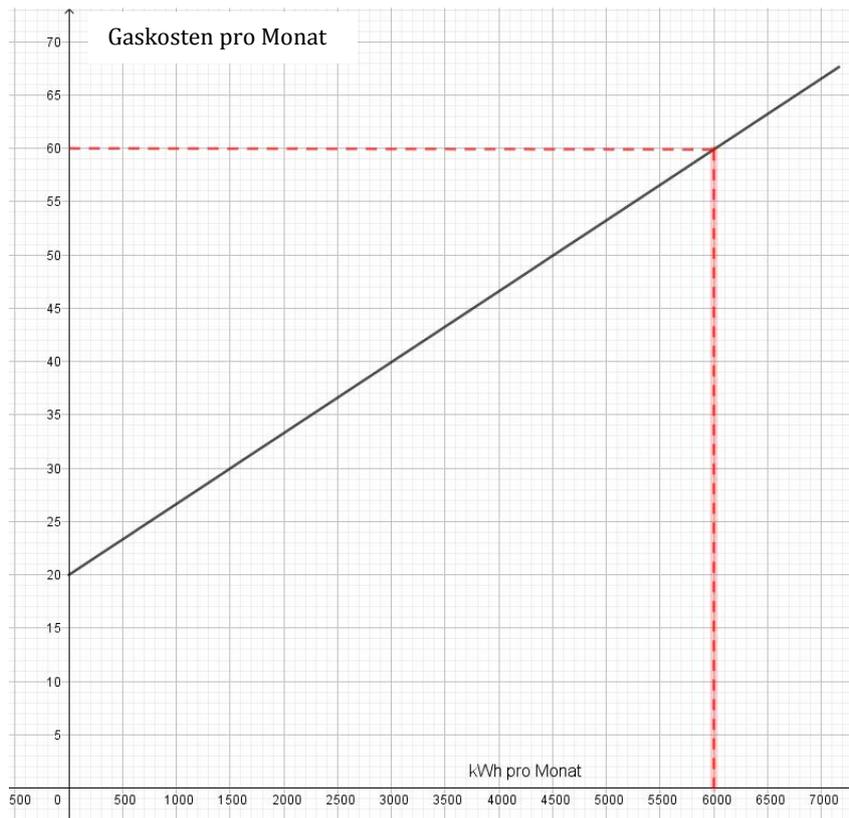
e



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)



f Zeichnerisch:  $x = 6.000$  kWh Gas



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

Rechnerisch:

$$f(x) = \frac{10}{1500} \cdot x + 20 \quad \text{und} \quad f(x) = 60$$

$$60 = \frac{10}{1500} \cdot x + 20 \quad / -20$$

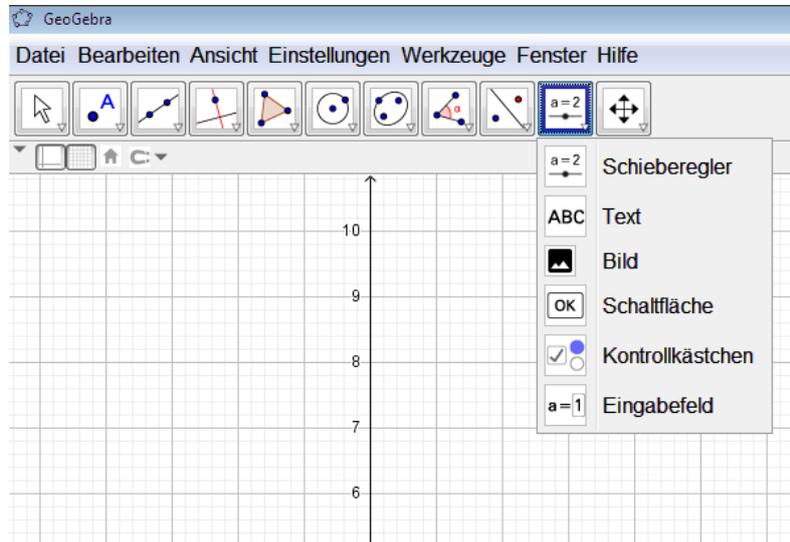
$$40 = \frac{10}{1500} \cdot x \quad / : \frac{10}{1500}$$

$$6000 = x$$



2

a



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

Die Steigung  $m$  beschreibt, wie steil oder flach der Graph einer linearen Funktion steigt oder fällt. Die Steigung  $m$  beschreibt in der 1. Aufgabe eine Kostenzunahme von 10 € pro 1.500 kWh Gas.

Der Achsenabschnitt  $b$  beschreibt den Punkt, in dem der Graph die y-Achse schneidet. In der 1. Aufgabe liegt die Grundgebühr bei 20 €, also ist der Schnittpunkt des Graphen mit der y-Achse bei  $S(0/20)$ .

b Individuelle Lösungen

Beispiele:

1. Ein Anbieter bietet eine Gasflatrate von 70 € pro Monat an.
2. Ein Gasanbieter verlangt pro kWh 1,5 ct und eine monatliche Grundgebühr von 10 €.

c Individuelle Lösungen

Beispiel:

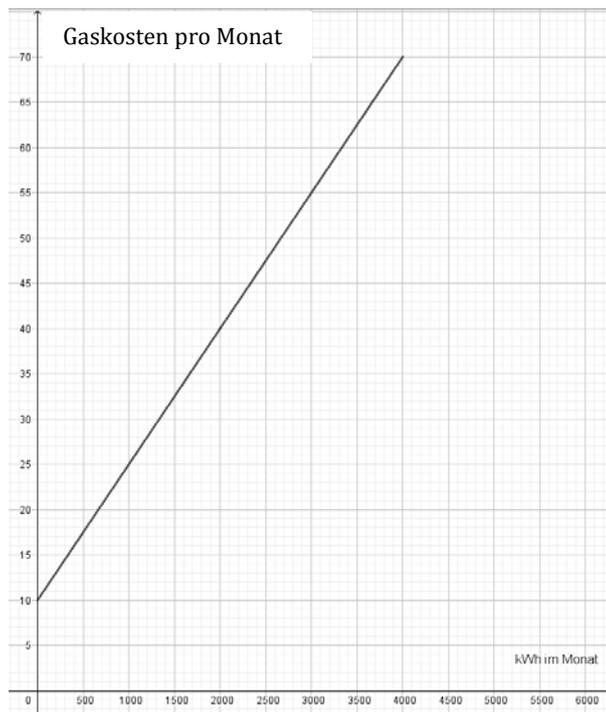
In Anlehnung an das 2. Beispiel aus (b)

$$f(x) = \frac{15}{1000} \cdot x + 10 \quad \text{Funktionsterm}$$



## Tabelle

Stromverbrauch in kWh	Stromkosten in € pro Monat
1000	25
2000	40
3000	55
4000	70
5000	85
6000	100



## Funktionsgraph

Quelle:  
Hökendorf, Benjamin (2018)

## d Individuelle Lösungen

Beispiel:

Die Funktionswerte steigen jeweils um 15 €, bei einer jeweiligen Erhöhung von 1.000 kWh, an.

- e Der Graph stellt mit  $m = 0,015$  und  $b = 5$  (auf der y-Achse bei 5 beginnend) eine Gerade dar. Daher handelt es sich um eine lineare Funktion bis 6.000 kWh. Ab 6.000 kWh verläuft der Graph parallel zur x-Achse. Dies stellt eine weitere lineare Funktion dar mit  $m = 0$  und  $b = 90$ .

- f\* Da der Graph parallel verläuft, hat dieser dieselbe Steigung  $m$ , also  $m = \frac{10}{1500}$ .

Dies bedeutet, dass die Gaskosten im gleichen Maße steigen wie beim Graph aus 1a.



## Wirkungsgrad – Funktionsgleichungen aufstellen, Werte von Funktionsgleichungen berechnen und vergleichen

**Was lernst du?** Du vertiefst den Umgang mit Funktionsgleichungen, indem du Funktionsgleichungen aufstellst, Funktionswerte berechnest und miteinander vergleichst.



Geeignet für den Nawi-Bogen:

**Was bedeutet der „Wirkungsgrad“ einer Heizung?**

### Funktionsgleichung

Eine **Funktion** drückt die Abhängigkeit einer Größe von einer anderen aus. Es findet eine Zuordnung statt. Die Zuordnung wird durch das Funktionszeichen  $f$  in der Form  $y = f(x)$  ausgedrückt. Dabei ist  $x$  die unabhängige Veränderliche und  $f(x)$  die abhängig Veränderliche.

Eine **Gleichung** ist eine Aussage, in der die Gleichheit zweier Terme ausgedrückt wird. Gleichungen sind entweder wahr oder falsch.



### Beispiel:

**Eine Taxifahrt kostet eine Grundgebühr von 2 € und für jeden Kilometer 30 ct.**

Die Funktionsgleichung  $f(x) = 0,30 \cdot x + 2$  drückt den Sachverhalt aus, wobei  $x$  für die Anzahl der gefahrenen Kilometer und die 2 für die Grundgebühr steht.

Wenn man zum Beispiel 10 Kilometer fährt, kostet die Fahrt

$$f(x) = 0,30 \cdot 10 + 2 = 5.$$

Der Funktionswert  $f(x) = 5$  bedeutet, dass die Taxifahrt bei 10 Kilometern 5 € kostet.



**Wichtig ist, dass du immer die Variable  $x$  entsprechend der Situation festlegst.**

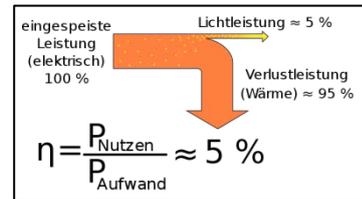
### Situation:

Im Folgenden sollst du dich mit dem Energieaufwand und den Energiekosten verschiedener Lampen beschäftigen und somit mögliche Energieverschwendungen erkennen.



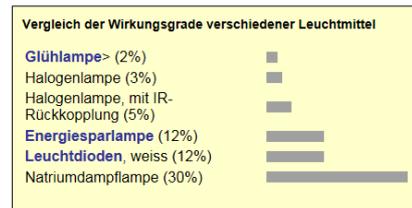
**Aufgaben:**

Wie du bereits gelernt hast, beschreibt der Wirkungsgrad das Verhältnis von der genutzten zur zugeführten Leistung.



Bildquelle: Wikimedia Commons, Wirkungsgrad einer Glühlampe

Hier siehst du die Wirkungsgrade verschiedener Leuchtmittel.



Bildquelle: [http://www.energieinfo.de/energiesparen/energiespartipps\\_wirkungsgrad\\_leuchtmittel.html](http://www.energieinfo.de/energiesparen/energiespartipps_wirkungsgrad_leuchtmittel.html)

- Die Betriebskosten von Glühlampe, Halogenlampe und Energiesparlampe sollen miteinander verglichen werden. Alle Lampen sollen 8.000 Stunden in Betrieb sein. Eine kWh kostet 20 ct.

Folgende Daten zu den Lampen sind bekannt:

**Standard-Glühlampe** Lebensdauer = 1.000 Stunden, 100 Watt, Preis: 1 €

**Hocheffiziente Halogenlampe (mit IR-Rückkopplung)** Lebensdauer = 4.000 Stunden, 50 Watt, Preis: 8 €

**Hochwertige Energiesparlampe** Lebensdauer = 8.000 Stunden, 20 Watt, Preis: 15 €

- Überlege dir zunächst, aus welchen Kosten sich die Gesamtkosten zusammensetzen. Begründe, welche Lampe du dir aus Kostengründen anschaffen würdest.
- Sind die berechneten Kosten tatsächlich die Gesamtkosten? Begründe.
- Im Internet auf der Seite

<https://www.energiespar-rechner.de> → Rechner → Haushalt → Sparlampen findest du einen Energiesparrechner für herkömmliche und Energiesparlampen. Probiere einige verschiedene Werte aus und beantworte die Frage: „Lohnt der Einsatz von Energiesparlampen?“ Schreibe dazu eine Begründung.





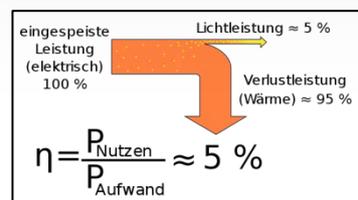
- d Nutze eine Tabellenkalkulation, um die Kostenersparnisse (y-Achse) der Energiesparlampen im Gegensatz zur herkömmlichen Glühlampe in Abhängigkeit von der Anzahl der Lampen (x-Achse) grafisch darzustellen.
- e Stelle jeweils zu den Leuchtmitteln aus (a) eine Funktionsgleichung zur Berechnung der Stromkosten in Abhängigkeit einer beliebigen Betriebsdauer auf. Überlege dir, welche Bedeutungen die Variable in deiner Gleichung hat.
- f Lege jeweils eine Tabelle für die Gesamtkosten der Energiesparlampe und die der herkömmlichen Glühlampe im Bereich 0 und 10.000 Stunden an und stelle die Werte grafisch dar.
- g Beschreibe den Verlauf der beiden Graphen.
- h \* Wann würde sich der Einsatz von herkömmlichen Glühlampen lohnen? Begründe zeichnerisch.**
- 2 Die Wirkungsgrade der einzelnen Lampen sollen näher untersucht werden.
- a Angenommen, die aufgewendete Leistung beträgt 80 W. Wie hoch ist jeweils die Nutzleistung?
- b Vergleiche die Nutzleistungen. Was stellst du fest?
- c Wie viel Watt müsste eine herkömmliche Glühlampe haben, um eine hochwertige Energiesparlampe mit 30 W zu ersetzen?



## Lösungen: Wirkungsgrad – Funktionsgleichungen aufstellen, Werte von Funktionsgleichungen berechnen und vergleichen

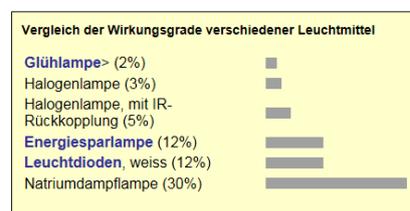
### Aufgaben:

Wie du bereits gelernt hast, beschreibt der Wirkungsgrad das Verhältnis von der genutzten zur zugeführten Leistung.



Bildquelle: Wikimedia Commons, Wirkungsgrad einer Glühlampe

Hier siehst du die Wirkungsgrade verschiedener Leuchtmittel.



Bildquelle: [http://www.energieinfo.de/energiesparen/energiespartipps\\_wirkungsgrad\\_leuchtmittel.html](http://www.energieinfo.de/energiesparen/energiespartipps_wirkungsgrad_leuchtmittel.html)

1

- a Die Gesamtkosten setzen sich aus der Anzahl der benötigten Leuchtmittel bei einer Betriebsdauer von 8.000 Stunden und der Leistung zusammen.

#### (1) Standard-Glühlampe

$$\begin{aligned} \text{Kosten Leuchtmittel} &= 8 \cdot 1 \text{ €} = 8 \text{ €} \\ \text{Stromkosten} &= 8000 \text{ h} \cdot 0,1 \text{ kW} \cdot 0,2 \text{ €/kWh} = 160 \text{ €} \\ \text{Gesamtkosten} &= 168 \text{ €} \end{aligned}$$

#### (2) Hocheffiziente Halogenlampe

$$\begin{aligned} \text{Kosten Leuchtmittel} &= 2 \cdot 8 \text{ €} = 16 \text{ €} \\ \text{Stromkosten} &= 8000 \text{ h} \cdot 0,05 \text{ W} \cdot 0,2 \text{ €/kWh} = 80 \text{ €} \\ \text{Gesamtkosten} &= 96 \text{ €} \end{aligned}$$

#### (3) Hochwertige Energiesparlampe

$$\begin{aligned} \text{Kosten Leuchtmittel} &= 1 \cdot 15 \text{ €} = 15 \text{ €} \\ \text{Stromkosten} &= 8000 \text{ h} \cdot 0,02 \text{ kW} \cdot 0,2 \text{ €/kWh} = 32 \text{ €} \\ \text{Gesamtkosten} &= 47 \text{ €} \end{aligned}$$

Ich würde mich aus Kostengründen für die hochwertige Energiesparlampe entscheiden, da diese am günstigsten ist.



b Wird berücksichtigt, dass die durch Glühlampen abgestrahlte Wärme den Energiebedarf für die Raumbeheizung mindert, können die Gesamtkosten bei der Standard-Glühlampe am stärksten reduziert werden. Die Gesamtkosten sind jedoch bei der hochwertigen Energiesparlampe am niedrigsten.

c Bei der Begründung sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- (1) Anschaffungskosten
- (2) Brenndauer/Lebensdauer
- (3) Strompreis pro kWh

d Individuelle Lösungen

Ideen

Begründung zur höheren Lebensdauer, weniger Energieverbrauch, gleiche Helligkeit der Energiesparlampe.

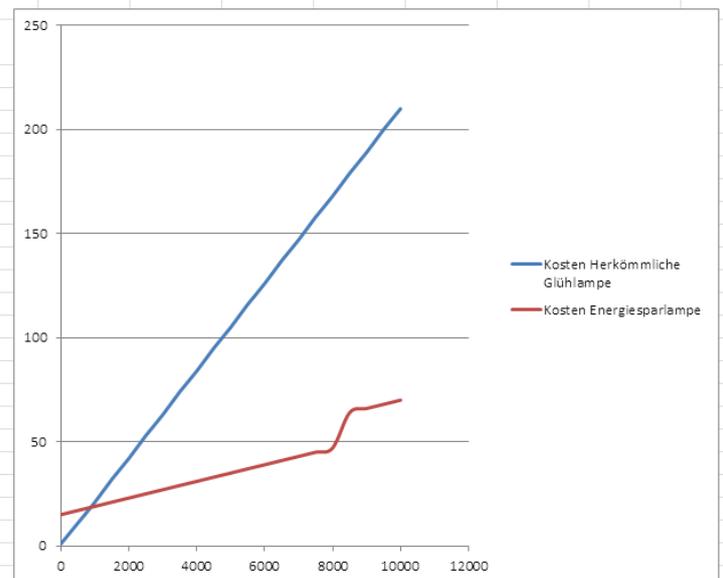
- e (1)  $f(x) = x \cdot 0,1 \cdot 0,20$
- (2)  $g(x) = x \cdot 0,05 \cdot 0,20$
- (3)  $h(x) = x \cdot 0,02 \cdot 0,20$

Die Variable x entspricht der Anzahl der Betriebsstunden für das Leuchtmittel.

f

Quelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Betriebsdauer	Kosten Herkömmliche Glühlampe	Kosten Energiesparlampe
0	1	15
500	11	17
1000	21	19
1500	32	21
2000	42	23
2500	53	25
3000	63	27
3500	74	29
4000	84	31
4500	95	33
5000	105	35
5500	116	37
6000	126	39
6500	137	41
7000	147	43
7500	158	45
8000	168	47
8500	179	64
9000	189	66
9500	200	68
10000	210	70





- g Der Graph für die Kosten der herkömmlichen Glühlampe verläuft fast linear. Jedoch ist die Anzahl der Glühlampen abhängig von der Betriebsdauer, sodass sich die Kosten jede 1.000 kWh um 1 € zusätzlich erhöhen. Bei den Gesamtkosten der Energiesparlampe erhöhen sich die Gesamtkosten abschnittsweise linear. Beim Überschreiten von jeweils 8.000 kWh Betriebsdauer erhöht sich der Preis jedoch um 15 €.
- h\* Die herkömmliche Glühlampe würde sich bis zu dem Bereich zwischen 500 bis 1.000 kWh lohnen, da dort die Gesamtkosten noch unter denen der Energiesparlampe liegen.

2

- a Standard-Glühlampe

$$P_{\text{Nutzen}} = 1,6 \text{ W}$$

Hocheffiziente Halogenlampe

$$P_{\text{Nutzen}} = 4 \text{ W}$$

Hochwertige Energiesparlampe

$$P_{\text{Nutzen}} = 9,6 \text{ W}$$

- b Die Nutzleistung ist bei der Energiesparlampe deutlich am höchsten. Dies liegt auch daran, dass diese am wenigsten Wärme abstrahlt, sodass der Wirkungsgrad hoch ist.
- c Theoretisch müsste die Glühlampe eine Leistung von 180 W haben.



## CO<sub>2</sub>-Gehalt – Manipulation durch Diagramme

**Was lernst du?** Du vertiefst das Interpretieren von Daten aus grafischen Darstellungen, indem du Manipulationen feststellst und korrigierst.

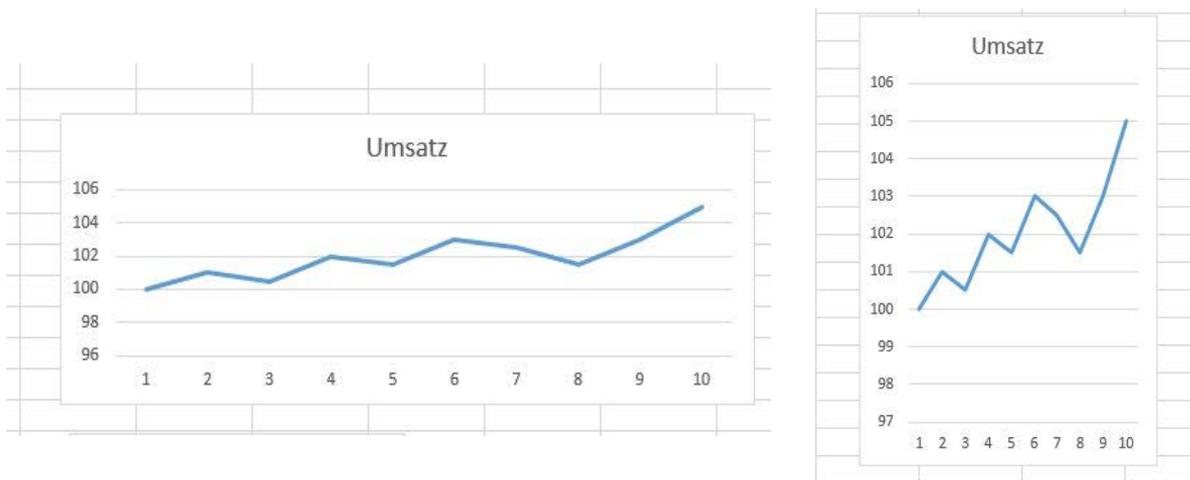


Geeignet für Nawi-Bogen: **Energiesparen durch Lüften**

Aussagen zu bestimmten Sachverhalten können auf vielfältige Art und Weise manipuliert werden. Das Beispiel unten rechts zeigt, dass der oder die Lesende unmittelbar den Eindruck bekommt, die Umsätze seien stark gestiegen. Werden jedoch die Daten mit dem Bild links verglichen, wird die Manipulation entdeckt.



Schaut euch die Skalierung an der y-Achse an. Was fällt euch auf?

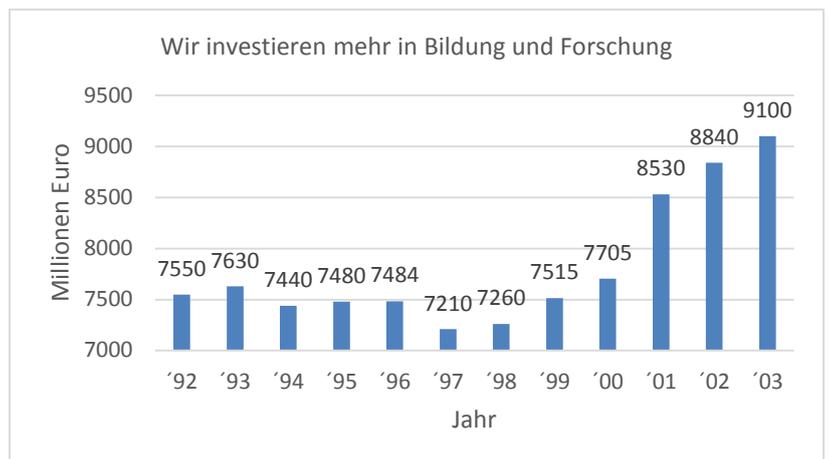


Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

### Beispiel:

Es wird der Eindruck erweckt, als ob die Investitionskosten für Bildung und Forschung stark angestiegen wären. Dies liegt daran, dass die Einteilung bei der y-Achse erst bei 7.000 Mio. € beginnt.

Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)





### Beispiele für weitere Manipulationen bei Diagrammen:

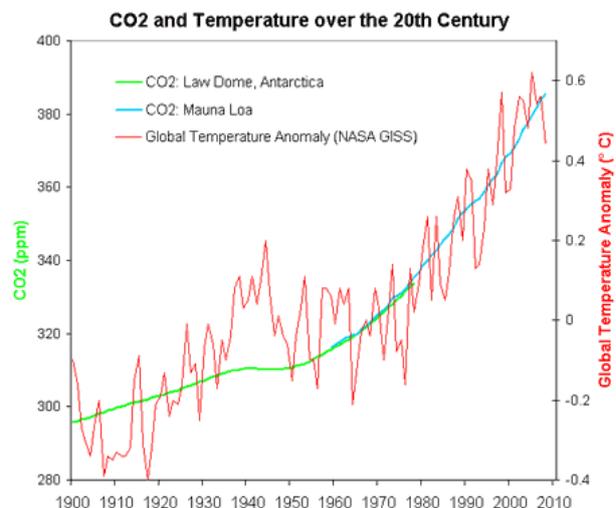
- Beschriftung der Achsen weglassen
- Einfügen von Grafikelementen, z. B. Pfeilen, die den Anstieg oder Abfall noch stärker verdeutlichen sollen
- Stauchen und Strecken ganzer Achsen
- Das falsche Verhältnis von Längen, Flächen oder Volumina zur darzustellenden Häufigkeit

### Situation:

Du arbeitest bei einer Zeitung und sollst die vorliegenden Daten jeweils der Überschrift des Zeitungsartikels entsprechend manipulativ anpassen oder vorhandene Diagrammanipulationen aufdecken.

### Aufgaben:

In der Abbildung rechts siehst du, dass sich die Temperatur auf der Erde mit steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt in den letzten 110 Jahren erhöht hat.



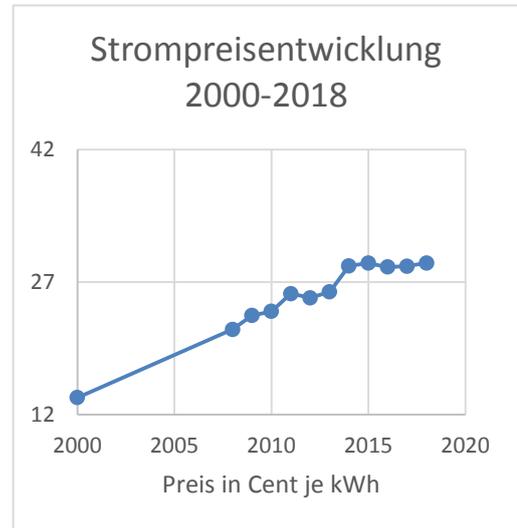
**Abbildung 1:** Die rote Kurve zeigt die Veränderung der Erdmitteltemperatur in den zurückliegenden 110 Jahren, eingezeichnet ist außerdem die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre (grün – laut Eisbohrkernen, die am Law Dome in der östlichen Antarktis entnommen wurden, blau – laut direkten Messungen auf Mauna Loa/Hawaii;  
Quellen: GISS, CDIAC, NOAA

- 1 In der Zeitung steht folgende Überschrift: „Der CO<sub>2</sub>-Gehalt ist von 1900 bis 2010 nur sehr wenig gestiegen.“ Verändere das Diagramm so, dass dieser Eindruck entsteht.
- 2 Verändere das Diagramm so, dass der Eindruck entsteht, als wäre der CO<sub>2</sub>-Gehalt in diesem Zeitraum dramatisch angestiegen. Nutze dazu auch Grafikelemente.



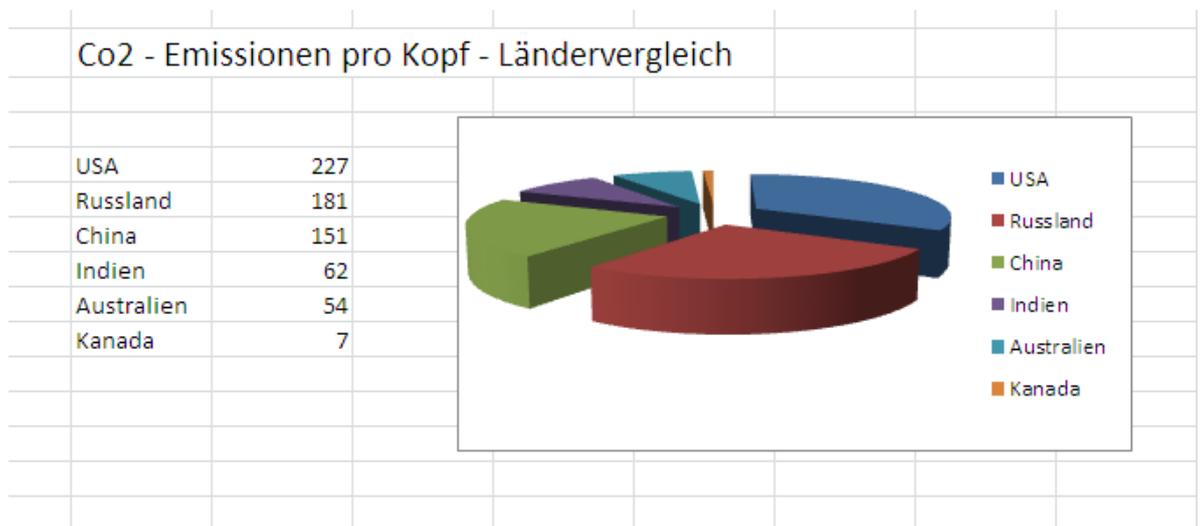
3 Beschreibe jeweils die Diagrammanipulationen.

a Der Preis für Strom ist von 2010 bis 2017 kaum gestiegen.



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

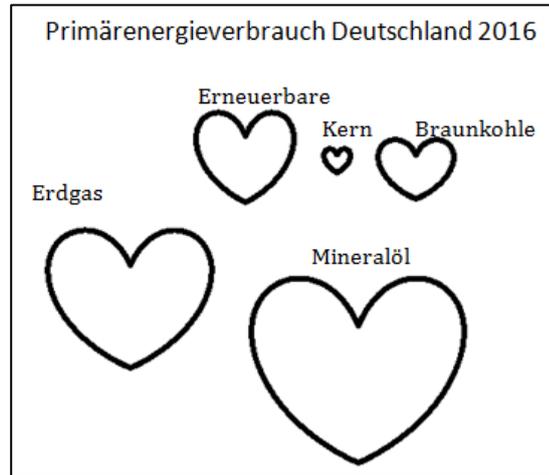
b Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf sind in Russland am größten.



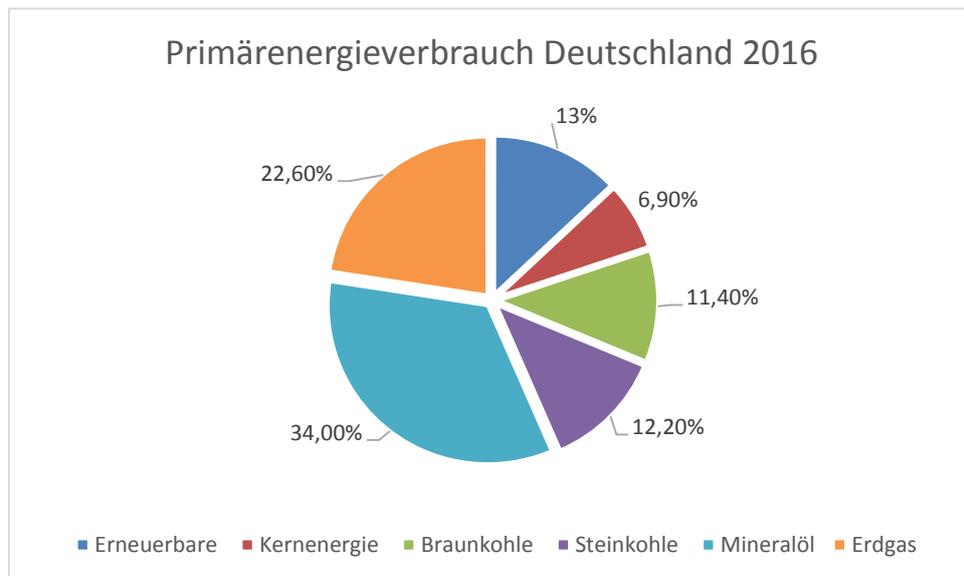
Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)



- c Der Anteil von Mineralöl des Primärenergieverbrauchs in Deutschland 2016 ist um ein Vielfaches größer als der Verbrauch von Erdgas.



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2018)



- 4 Finde Statistiken aus der Zeitung, die manipuliert worden sind, und beschreibe, welche Eindrücke für die Leserinnen und Leser entstehen sollen.
- 5 \* **Schreibe einen Brief an die AGE B (AG Energiebilanzen e. V.), um das obere Diagramm zum Thema „Primärverbrauch Deutschland 2016“ richtigzustellen.**

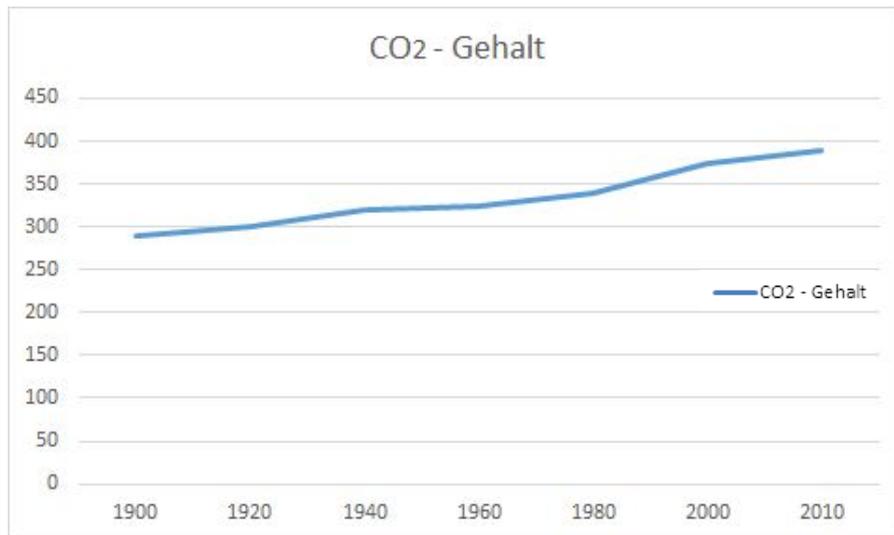


Lösungen: CO<sub>2</sub>-Gehalt – Manipulation durch Diagramme

Aufgaben:

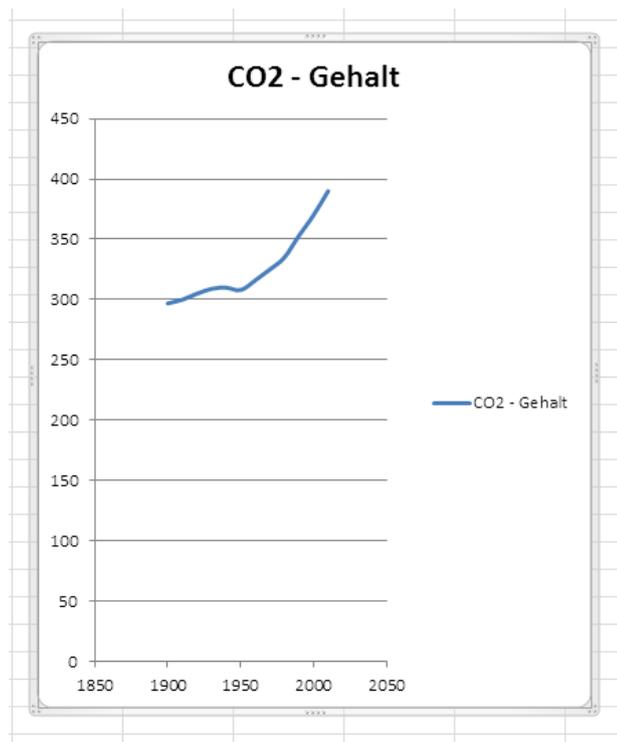
Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2018)

1



Die Skalierung auf der x-Achse wurde gestreckt.

2



Bildquelle:  
Hökendorf, Benjamin (2018)

Die Skalierung auf der x-Achse wurde gestaucht.



3

- a Die y-Achse beginnt erst bei 15.
- b Das rote Tortenstück sieht am größten aus, da es ganz vorn liegt. Dabei ist das Tortenstück der USA in Wirklichkeit das Größte.
- c Das falsche Verhältnis von Längen und Flächen zur darzustellenden Häufigkeit

4 Individuelle Lösungen

5 Der Kerngedanken des Briefes liegt darin, dass die Längen- und Flächenmaße im Verhältnis zur darzustellenden Häufigkeit richtig gewählt werden müssen.



## Temperaturregelung in Häusern – Oberfläche und Volumen von Körpern

**Was lernst du?** Du vertiefst das Schätzen und Berechnen von Oberflächen und das Berechnen von Volumina verschiedener Körper. Dabei geht es neben Prismen auch um zusammengesetzte Körper.

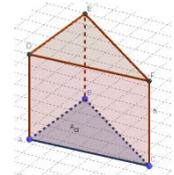


Geeignet für den Nawi-Bogen:  
**Wir vergleichen den Energiebedarf fürs Heizen.**

Im Winter mögen wir es in unserem Haus besonders warm und im Sommer lieber kühl. Der Einsatz von Energie, um die Temperatur entsprechend zu regeln, ist abhängig von der Außenfläche der einzelnen Zimmer. Meistens kann die Oberfläche durch **Prismen** angenähert werden. Verfügt der Raum über eine Schräge, dann muss auch diese in die Berechnung der Gesamtoberfläche einbezogen werden.

### Oberfläche von Prismen:

Gesamtoberfläche des Prismas =  $2 \cdot \text{Grundfläche} + \text{Mantelfläche}$

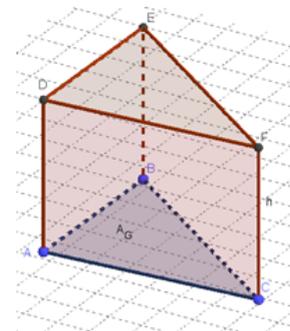


**Beachte, dass nur die Flächen zu den Außenflächen zählen, die direkt an die Außenluft grenzen.**

### Volumen von Prismen:

$$V = A_G \cdot h$$

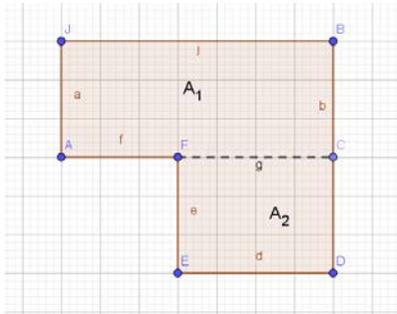
Volumen des Prismas = Grundfläche mal Höhe des Körpers



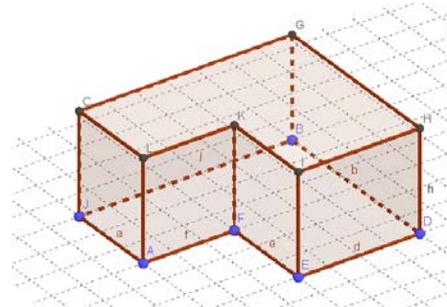
### Beispiel:

Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Das Volumen eines Zimmers soll berechnet werden. Dazu gibt es verschiedene Strategien.



Das Zimmer von oben gesehen



Das Zimmer im Schrägbild

Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Um das Gesamtvolumen des Körpers zu berechnen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

- **Zerlegen des Gesamtvolumens in Teilvolumina.**

$$V = A_1 \cdot h + A_2 \cdot h$$

$$V = (a \cdot j) \cdot h + (d \cdot e) \cdot h$$

Hier wird das Gesamtvolumen in zwei Teilvolumina zerlegt und diese werden addiert.

- **Ergänzen des Gesamtvolumens und Differenz bilden**

$$V = V_{\text{Groß}} - V_{\text{Ergänzung}}$$

$$V = b \cdot j \cdot h - e \cdot d \cdot h$$

Hier wird zunächst das Volumen des großen Quaders berechnet und davon der kleine Quader (Ergänzung) subtrahiert.



### Strategien zur Berechnung von zusammengesetzten Körpern

- **Zerlegen**

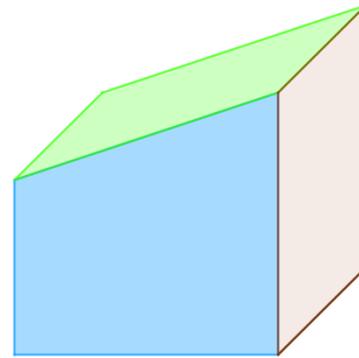
Diese Strategie bietet sich vor allem dann an, wenn beispielsweise das Gesamtzimmer verwinkelt ist, also aus einzelnen Teilen besteht.

- **Ergänzen und Differenz bilden**

Diese Strategie bietet sich vor allem zur Berechnung des Volumens bei ausgehöhlten Körpern, wie z. B. Röhren, an.

**Situation:**

Bei der Planung eines Hauses ist es von Interesse, wie groß die Außenflächen des Hauses sind. Dies hat Auswirkungen auf den Energietransport und damit auch auf die Temperaturregelung und die Heizkosten.



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

**Aufgaben:**

Das Haus auf dem Bild hat eine Breite von 11 m und eine Länge von 8 m. Die Höhe ist hinten 7 m und vorn 9 m.

- 1 Zeichne zu dem Haus auf dem Bild ein Körpernetz und überlege dir, aus welchen Teilflächen die gesamte Außenfläche besteht. Lege einen sinnvollen Maßstab vorher fest.
- 2 Markiere in deiner Zeichnung gleich große Flächen mit derselben Farbe. Beschrifte alle Seiten des Netzes und stelle einen Term zur Berechnung der Außenfläche auf.
- 3 Schätze die ungefähre Größe der Außenfläche ab und berechne dann genau. Begründe, wie es zu den Abweichungen zwischen der Schätzung und dem genauen Ergebnis kommt.
- 4 Konstruiere das Netz mit GeoGebra. Wenn du Zimmer als Vierecke anlegst, kann der Flächeninhalt automatisch berechnet werden. Kontrolliere dein Ergebnis mit dem Rechenergebnis von GeoGebra.
- 5 „Je größer die Außenfläche des Hauses, desto höher wird der Energieeinsatz und damit die Heizkosten“.

Verändere die Form des Hauses bei gleichem Innenvolumen so, dass die Heizkosten höher ausfallen.

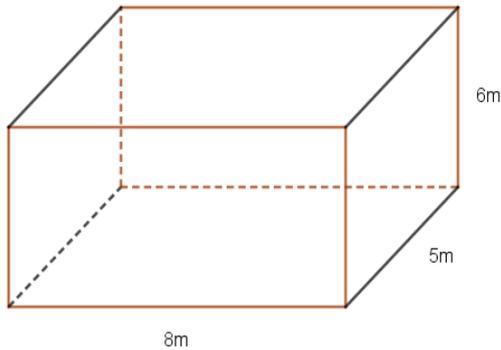
- 6 Welche Formen von Häusern kannst du empfehlen, um Heizkosten zu sparen? Begründe deine Auswahl. Fertige dazu auch mögliche Schrägbilder an.



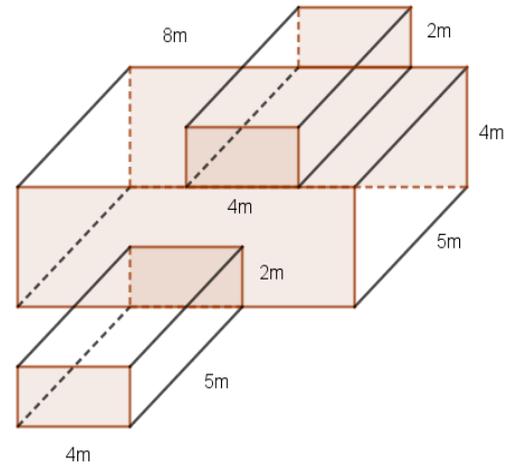
7 Vergleiche die Innenvolumina und Außenflächen der beiden Körper. Was stellst du fest?

Welche Schlussfolgerungen ziehst du daraus für den Bau eines Hauses?

1. Körper



2. Körper



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

8 Für welches Haus würdest du dich

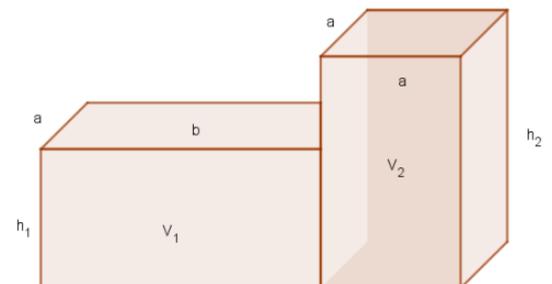
(a) energietechnisch

(b) aus Sicht des Innenvolumens

entscheiden? Begründe.

9 \* Ergänze die Lücken.

	a	b	h1	h2	V1	V2	V	O
1.	2cm	2cm	1cm	20cm				
2.	2cm	3cm	3cm			171cm <sup>3</sup>		
3.		8cm	7cm		280cm <sup>3</sup>		705cm <sup>3</sup>	
4.		12cm	11cm	15cm				1064cm <sup>2</sup>
5.	8cm					896cm <sup>3</sup>	2304cm <sup>3</sup>	1280cm <sup>2</sup>



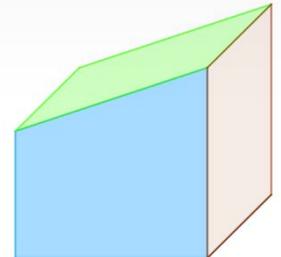
Quelle: Hökendorf, Benjamin (2017)



Lösungen: **Temperaturregelung in Häusern – Oberfläche und Volumen von Körpern**

**Situation:**

Bei der Planung eines Hauses ist es von Interesse, wie groß die Außenflächen des Hauses sind. Dies hat Auswirkungen auf den Energietransport und damit auch auf die Temperaturregelung und die Heizkosten.

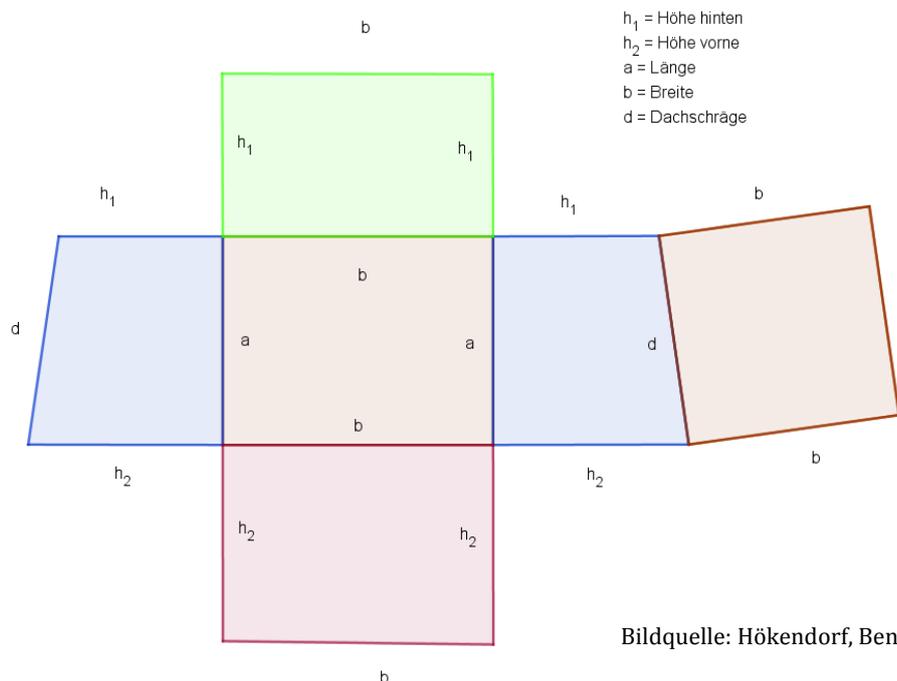


Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

**Aufgaben:**

Das Haus auf dem Bild hat eine Breite von 9 m und eine Länge von 7 m. Die Höhe ist hinten 5,50 m und vorn 6,50 m. Die Schräge des Daches beträgt 8 m.

1 und 2



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Blaue Flächen sind Trapeze, alle anderen Flächen sind Rechtecke.

$$O = b \cdot h_2 + b \cdot h_1 + (h_1+h_2) \cdot a + b \cdot d$$

Anmerkung: Die Grundfläche entfällt, da diese keine Außenfläche ist.



- 3 Geschätzt: 200 m<sup>2</sup> (durch Überschlagsrechnung)  
Genau: O = 264 m<sup>2</sup>
- 4 Die Teilflächen müssen bei GeoGebra addiert werden. Die Grundfläche wird nicht mit berechnet.
- 5 Der Ansatz liegt darin, die Oberfläche verschiedener volumengleicher Körper (Zylinder, Pyramide etc.) zu berechnen und die Oberflächen zu vergleichen.
- 6 Da die Kugel bei gleichem Volumen die kleinste Oberfläche hat, wären hier die geringsten Heizkosten. Danach kommt der Würfel. Die Kugel bietet sich als Hausform jedoch nicht an, daher wäre eine Hausform in Form eines Würfels aus energetischer Sicht ideal.

- 7 **1. Körper:** **2. Körper:**  
 $V = 180 \text{ m}^3$   $V = 160 \text{ m}^3$   
 $O = 162 \text{ m}^2$   $O = 192 \text{ m}^2$

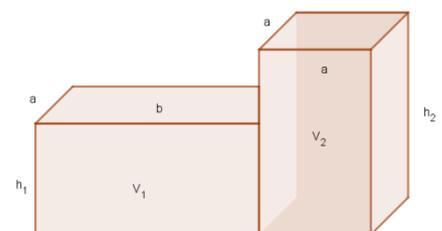
Das Volumen des ersten Körpers ist zwar größer als das des zweiten Körpers, aber die Oberfläche ist kleiner. Damit sind die Heizkosten durch Strom kleiner als beim zweiten Körper.

Häuser sollten also so gebaut werden, dass möglichst wenig Außenfläche entsteht.

- 8 Aus energetischer Sicht ist der 1. Körper vorteilhafter, da die Oberfläche kleiner ist, aber aus der Sicht des Innenvolumens ist der 2. Körper besser.

9\*

	a	b	h1	h2	V1	V2	V	O
1.	2cm	2cm	1cm	20cm				
2.	2cm	3cm	3cm			171cm <sup>3</sup>		
3.		8cm	7cm		280cm <sup>3</sup>		705cm <sup>3</sup>	



Quelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

- 1.  $V_1 = 4 \text{ cm}^3$ ;  $V_2 = 80 \text{ cm}^3$ ;  $V = 84 \text{ cm}^3$ ;  $O = 172 \text{ cm}^2$
- 2.  $h_2 = 6,54 \text{ cm}$ ;  $V = 18 \text{ cm}^3$ ;  $V = 189 \text{ cm}^3$ ;  $O = 74,32 \text{ cm}^2$
- 3.  $V_2 = 425 \text{ cm}^3$ ;  $a = 5 \text{ cm}$ ;  $h_2 = 17 \text{ cm}$ ;  $O = 517 \text{ cm}^2$



## In der Verbraucherberatung – Lineare Gleichungssysteme

**Was lernst du?** Du lernst den Umgang mit Funktionen näher kennen. Auch vertiefst du die Bedeutung des Schnittpunktes mehrerer linearer Funktionen und ermittelst diesen Punkt zeichnerisch und rechnerisch.



Geeignet für den Nawi-Bogen: **Energiesparen? Wozu das denn?!**

Der Schnittpunkt zweier linearer Funktionen kann zum Beispiel rechnerisch durch Gleichsetzen der beiden Funktionsterme ermittelt werden.

In einigen Fällen ist der Schnittpunkt auch in der Zeichnung direkt ablesbar.



### Beispiel:

#### Zeichnerisch:

1.  $f(x) = 3x + 4$
2.  $g(x) = 6x + 1$

Die beiden Funktionen haben bei  $x = 1$  den gleichen  $y$ -Wert 7.

#### Rechnerisch:

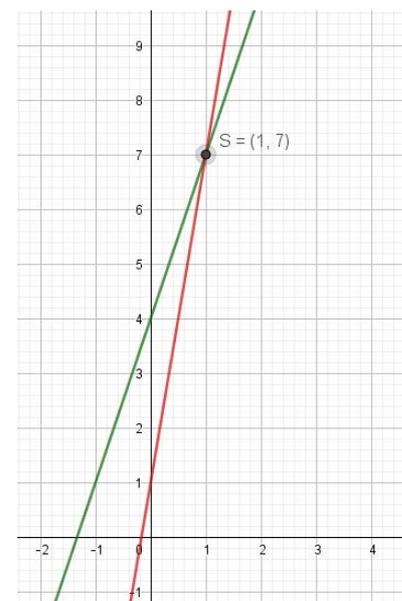
$$\begin{aligned} f(x) &= g(x) \\ 3x + 4 &= 6x + 1 \quad / -3x \quad / -1 \\ 3 &= 3x \quad / :3 \\ 1 &= x \end{aligned}$$

Einsetzen von  $x = 1$  in  $f(x)$

$$f(x) = 3 \cdot 1 + 4$$

$$f(x) = 7$$

Also liegt der Schnittpunkt bei  $S(1/7)$ .



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

**Situation:**

Du machst dein Praktikum in der Abteilung Energieberatung der Verbraucherzentrale. Dort geht es unter anderem auch um den Vergleich verschiedener Strom- und Gasstarife.

**Aufgaben:**

1 Es liegen folgende Angebote von drei Gasanbietern vor:

**Anbieter 1: Monatliche Grundgebühr: 45 €, Preis pro Kilowattstunde: 2 ct**

**Anbieter 2: Keine monatliche Grundgebühr, Preis pro Kilowattstunde: 3,5 ct**

**Anbieter 3: Gasflatrate: 85 €**

- a Welchen Gasstarif würdest du empfehlen?  
Begründe auch mithilfe von Funktionstabellen und Funktionsgraphen.
- b Welche Vor- und Nachteile hat eine Gasflatrate? Denke bei deinen Überlegungen nicht nur an die Kosten, sondern auch an die Konsequenzen für die Umwelt.
- c Warum sind zum Entscheiden der Tarife die Schnittpunkte der Funktionsgraphen besonders wichtig? Erkläre anhand eines Beispiels und verdeutliche den Zusammenhang mithilfe von GeoGebra.
- d Sammelt Informationen zu dem Gasstarif, den ihr zu Hause nutzt. Vergleicht euren Stromtarif mit den Angeboten von oben. Stelle auch einen passenden Funktionsterm auf.
- e Überlegt euch weitere Fragen, die mithilfe der Graphen und der Tabellen beantwortet werden können. Tauscht diese aus und beantwortet sie.
- f Zeichnerisch kann häufig der Punkt, bei dem die Gasstarife gleich viel kosten, nicht genau bestimmt werden. Zeige eine andere Möglichkeit, um diesen Punkt genau zu bestimmen. Überprüfe dein Ergebnis mithilfe von GeoGebra.



- 2 In einem Ort kann zwischen zwei verschiedenen Gastarifen gewählt werden:

Gastarif 1	Gastarif 2
20 € Grundpreis und 5 € pro 100 kWh	30 € Grundpreis und 4 € pro 100 kWh

- a Ab wie viel kWh würdest du dich für den Gastarif 2 entscheiden? Stelle für die Antwort die Funktionsterme auf und löse mithilfe von GeoGebra.
- b Überprüfe den Schnittpunkt durch Einsetzen der Lösung in die Funktionsterme.
- c Die Preise pro kWh haben sich im darauffolgenden Jahr beim Gastarif 1 um 1 ct erhöht. Bestimme rechnerisch den Schnittpunkt und vergleiche diesen mit dem aus b. .
- d Beschreibe die Konsequenzen für die Energiekosten einer 4-köpfigen Familie.  
Recherchiere dazu den durchschnittlichen jährlichen Verbrauch.
- e Welche Tarifempfehlung würdest du dem Kunden / der Kundin am Telefon geben?
- f Der Schnittpunkt der Graphen zweier Gastarife hat die Koordinaten (3000/110).  
Gib verschiedene mögliche Gastarife als Funktionsterme an.
- g \* Warum kann es unendlich viele verschiedene Gastarife geben, um den Schnittpunkt (3000/110) zu erhalten? Begründe.**



## Lösungen: In der Verbraucherberatung – Lineare Gleichungssysteme

### Aufgaben:

1 Es liegen folgende Angebote von drei Gasanbietern vor:

**Anbieter 1:** Monatliche Grundgebühr: 45 €, Preis pro Kilowattstunde: 2 ct

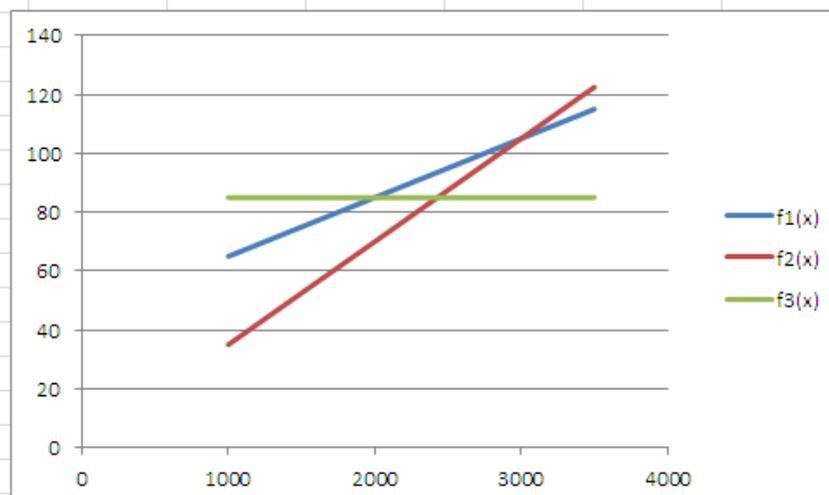
**Anbieter 2:** Keine monatliche Grundgebühr, Preis pro Kilowattstunde: 3,5 ct

**Anbieter 3:** Gasflatrate: 85 €

- a (1)  $f_1(x) = x \cdot 0,02 + 45$   
 (2)  $f_2(x) = x \cdot 0,035$   
 (3)  $f_3(x) = 85$

x	f <sub>1</sub> (x)	f <sub>2</sub> (x)	f <sub>3</sub> (x)
1000	65	35	85
1500	75	52,5	85
2000	85	70	85
2500	95	87,5	85
3000	105	105	85
3500	115	122,5	85

Bildquelle:  
Hökendorf, Benjamin (2017)



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)



Ich würde den zweiten Gastarif bis 2.000 kWh auswählen, da dieser am günstigsten ist. Bei 2.500 kWh ist der dritte Gastarif günstiger. Also lohnt sich eine Gasflatrate ab etwa 2.500 kWh.

In der Zeichnung sind die gleichen Kosten am Schnittpunkt der Graphen zu erkennen.

- b Die Gasflatrate kostet immer 85 €, unabhängig von der Höhe des Gasverbrauchs. Für größere Familien wird sich eine Gasflatrate also lohnen. Die Erzeugung von Gas ist für die Umwelt nicht immer umweltfreundlich. Erneuerbare Energien (wie z. B. Stromerzeugung durch Windkraft) sind umweltfreundlich, spielen aber in Deutschland bisher noch nicht die entscheidende Rolle bei der Energieerzeugung.

- c Der Schnittpunkt zweier Graphen bedeutet, dass die beiden Funktionswerte denselben Wert haben. Also sind die Kosten der Stromanbieter bei diesem Punkt gleich hoch. Wenn der Gasverbrauch ab diesem Punkt steigt, ist sichtbar, welche Gaskosten stärker ansteigen.

- d Individuelle Lösungen

Gefordert ist eine tabellarische und zeichnerische Überprüfung des Schnittpunktes der Funktionsgraphen, um damit einen Vergleich der Gaskosten durchführen zu können.

- e Individuelle Lösungen

Beispiele:

Wie hoch sind die Gaskosten für 5.000 kWh bei den Gasanbietern?

Wie verändert sich die Entscheidung für den Gastarif, wenn in einem Vier-Personen-Haushalt pro Person etwa 1.500 kWh Strom monatlich verbraucht werden?

- f Rechnerisch ist der Schnittpunkt, bei dem zwei Gastarife gleich viel kosten, durch Gleichsetzen der Funktionswerte und anschließendes Umstellen nach der Variable herauszubekommen. Mithilfe des Variablenwertes wird der Funktionswert berechnet und sind die Koordinaten des Schnittpunktes zu ermitteln.



Beispiel (Bezug auf 1a):

$$f_1(x) = f_2(x)$$

$$x \cdot 0,02 + 45 = x \cdot 0,035$$

2

a Gastarif 1:

(5 ct pro kWh)

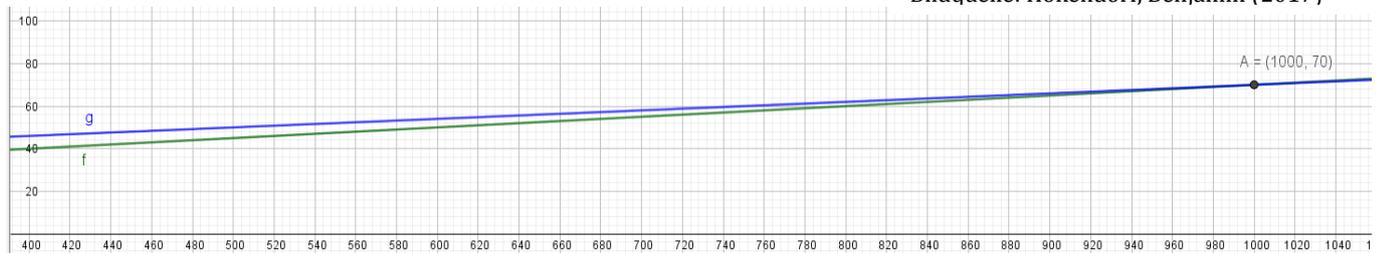
$$f(x) = x \cdot 0,05 + 20$$

Gastarif 2:

(4 ct pro kWh)

$$g(x) = x \cdot 0,04 + 30$$

Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)



Der Gaspreis beträgt bei 1.000 kWh bei beiden Anbietern 70 €.

Über 1.000 kWh ist der Gastarif 2 günstiger.

b (1)  $f(x) = 1000 \cdot 0,05 + 20$   
 $f(x) = 70$

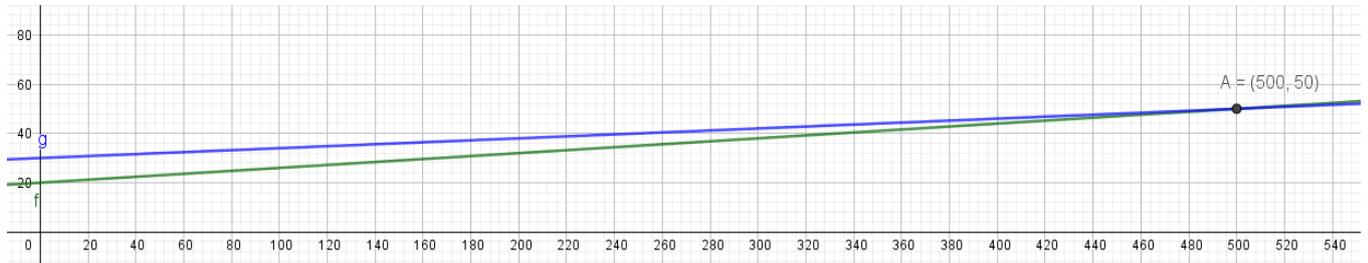
(2)  $g(x) = 1000 \cdot 0,04 + 30$   
 $g(x) = 70$

c  $f(x) = g(x)$   
 $x \cdot 0,06 + 20 = x \cdot 0,04 + 30 \quad / -0,04x \quad / -20$   
 $0,02x = 10 \quad / 0,02$   
 $500 = x$

$$f(x) = 500 \cdot 0,06 + 20$$

$$f(x) = 50$$

S (500/50)



Bildquelle: Hökendorf, Benjamin (2017)

Der Schnittpunkt S liegt schon bei 500 kWh, da die Steigung vom Gastarif 1 höher ist. Beide Gastarife kosten 50 €.

d Beispiel:

Haushaltsgröße	Gasverbrauch (kWh/Jahr)
Wohnung 30 m <sup>2</sup>	3.800 kWh
Wohnung 50 m <sup>2</sup>	5.000 kWh
Wohnung 100 m <sup>2</sup>	12.000 kWh
Reihenhaus	20.000 kWh
Einfamilienhaus	30.000 kWh

e Eine 4-köpfige Familie bräuchte mindestens eine Wohnung mit 100 m<sup>2</sup>. Daher ist der Gastarif 1 in jedem Fall günstiger.

f Beispiel:

$$f(x) = \frac{10}{500}x + 50$$

$$g(x) = \frac{40}{3000}x + 70$$

g\* Da die Steigung der Graphen beliebig sein kann und auch der Achsenabschnitt.



## Literaturverzeichnis

Naturwissenschaften Biologie – Chemie – Physik, Themenband- Energie, 1. Aufl. 2011.  
Cornelsen Verlag, ISBN 978-3-464-85168-5

Natur – Mensch – Technik, Themenband Energie, 2. Aufl. 2012.  
Duden Paetec, ISBN 978-3-8355-3024-9

Netzwerk Naturwissenschaften, Projekt Energie, 2013.  
Schroedel Verlag, ISBN 978-3-507-86551-8 (Autor: Astrid Wasmann-Frahm)

Energie, Natur Mensch Technik, Forschungszentrum Jülich GmbH, 3. Aufl. 2011.  
MIC Verlag Köln. ISBN 978-3-942658-09-6 (Autor: Christoph Buchal)

## Weiterführende Informationen

<http://www.schulbaustelleklima.de/home.html> (letzter Zugriff: 04.02.2019)

<https://www.sonntaler.net/aktivitaeten/oekologie/bauen-wohnen/haus-planet-ich/>  
(letzter Zugriff: 04.02.2019)

<https://www.zebis.ch/unterrichtsmaterial/wie-ich-und-andere-menschen-bauen-und-wohnen>  
(letzter Zugriff: 04.02.2019)

[http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-1\\_Das-Passivhaus\\_Lehrerinformation\\_2015.pdf](http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-1_Das-Passivhaus_Lehrerinformation_2015.pdf) (letzter Zugriff: 04.02.2019)

[http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-2\\_10-goldene-Regeln\\_NMS\\_2015.pdf](http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-2_10-goldene-Regeln_NMS_2015.pdf) (letzter Zugriff: 04.02.2019)

[http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-5\\_Arbeitsblätter-Passivhaus\\_NMS\\_2015.pdf](http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-5_Arbeitsblätter-Passivhaus_NMS_2015.pdf) (letzter Zugriff: 04.02.2019)

[http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-3\\_Rund-um-das-Passivhaus-von-A-Z\\_2015.pdf](http://www.klimaschutzolympiade.at/wp-content/uploads/2013/10/Kapitel-3_Rund-um-das-Passivhaus-von-A-Z_2015.pdf) (letzter Zugriff: 04.02.2019)

**IQSH**  
**Institut für Qualitätsentwicklung**  
**an Schulen Schleswig-Holstein**

Schreberweg 5  
24119 Kronshagen  
Tel.: 0431 5403-0  
Fax: 0431 988-6230-200  
[https://twitter.com/\\_IQSH](https://twitter.com/_IQSH)  
[info@iqsh.landsh.de](mailto:info@iqsh.landsh.de)  
[www.iqsh.schleswig-holstein.de](http://www.iqsh.schleswig-holstein.de)

gefördert von   
Gesellschaft für Energie und  
Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH