

**www.me-vermitteln.de**

www.me-vermitteln.de ist das Informationsportal für Lehrkräfte, Eltern und Unternehmen.

- Bestellung des InfoTrucks zum Einsatz an Ihrer Schule
- Informationen zur Vor- und Nachbereitung des Truck-Einsatzes
- Profile zu Berufen in der Metall- und Elektro-Industrie
- Perspektiven in der M+E-Industrie
- Unterrichtsmaterialien zum kostenfreien Download und Technik-Tests

## Social Media

Aktuelle Informationen zur Ausbildung in der M+E-Industrie finden Sie auch auf unseren Social-Media-Kanälen:

-  facebook.com/ichhabpower
-  facebook.com/MEBerufe
-  instagram.com/ausbildung\_me
-  twitter.com/MEBerufe\_Info
-  youtube.com/MEBerufe



# M+E-LEHRHEFT

SPANNENDE MATERIALIEN FÜR IHREN UNTERRICHT

## Impressum:

© 2019 | Herausgegeben vom  
Arbeitgeberverband Gesamtmetall  
Postfach 06 02 49 | 10052 Berlin  
[www.gesamtmetall.de](http://www.gesamtmetall.de) | [gollub@gesamtmetall.de](mailto:gollub@gesamtmetall.de)

Konzeption und Redaktion:  
Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH  
Grafische Gestaltung: Evoloop Communication, Köln  
Fotos: [stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

## INHALTSVERZEICHNIS

VIELFALT IN DER M+E-INDUSTRIE	2
SENSORIK: INTELLIGENT CAR	3 - 11
VERSCHLÜSSELUNG	12 - 16
THERMISCHE ENERGIE	17 - 27
HINWEISE	28



## Vielfalt in der M+E-Industrie!

### FÜR IHREN UNTERRICHT

Von spannenden Themen bis hin zu abwechslungsreichen Aufgaben und Arbeitsblättern: Eine gute Unterrichtsstunde vorzubereiten ist anspruchsvoll. Zum Einstieg in die facettenreiche Welt der Metall- und Elektro-Industrie finden Lehrer/innen in dieser Broschüre drei praxisnahe Unterrichtseinheiten für die Gestaltung Ihrer Unterrichtsstunden. Die Materialien sind verständlich und zielgruppengerecht aufbereitet und geben Lehrer/innen und Schüler/innen einen wertvollen Einblick in Themen wie Technik, IT, Kommunikation und vieles mehr.

Jede Unterrichtseinheit setzt sich aus verschiedenen Übungsaufgaben, Gruppendiskussionen, didaktischen Hinweisen und Stundenverlaufsplänen zusammen. Schüler/innen werden also nicht nur einzeln gefordert, sondern können sich in Gruppenarbeiten austauschen und so ihr Interesse vertiefen. Für einen spannenden und spaßbringenden Berufskunde- und MINT-Unterricht!








### SENSORIK: INTELLIGENT CAR

UNTERRICHTSMODUL:

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

#### Fachinhalte:

-  Assistenzsysteme im Auto
-  Sensoren und Aktuatoren
-  Basiswissen zu Steuerungs- und Regelalgorithmen
-  Beispiel: Einparkassistent
-  Beispiel: Abstandsregeltempomat

## SENSORIK: INTELLIGENT CAR

Die Schülerinnen und Schüler haben erste Praxiserfahrungen als Beifahrer mit Assistenzsystemen im Auto gesammelt. Die SuS haben Kenntnisse von der Ausbreitung von Strahlung, insbesondere Licht, Ultraschall und Radar. Sie sind zudem vertraut mit der Durch-

führung einer Internetrecherche. Sie haben Zugang zu einem Tablet oder Smartphone. Weiterführende Informationen finden Sie unter: [me-vermitteln.de/car](http://me-vermitteln.de/car).

### HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

**GESAMTZEIT: 90 MINUTEN**

PHASE	INHALT	ZEIT
1. Einstieg ins Thema und Motivation	Fragen Sie die SuS im Klassengespräch, welche Sensorsysteme oder welche Assistenzsysteme sie bei der letzten Fahrt mit dem PKW bemerkt haben. Sammeln Sie die Antworten und sichern Sie die Bezeichnungen der Systeme als Aufschrieb.	10 Min.
2. Aufgabenstellung	Im ersten Schritt bearbeiten die SuS in Einzel- oder Partnerarbeit Aufgabe 1. Im Anschluss gleichen sie ihre Ergebnisse mit der Sammlung an der Tafel ab. Besprechen Sie im Plenum, welche Assistenzsysteme sie noch nicht kannten. Zum besseren Verständnis der Systeme erarbeiten sich die SuS in Einzel- oder Partnerarbeit Aufgabe 2.1 und besprechen die Ergebnisse im Plenum. Weiterhin in Einzel- oder Partnerarbeit verorten sie Sensoren räumlich im Auto (Aufgabe 2.2) und vergleichen ihre Lösung mit dem Nachbarn oder der Nachbargruppe.	25 Min.
3. Aufgabenstellung und Diskussion	Lassen Sie die SuS den Einführungstext der Aufgabe 3 lesen. Betrachten Sie im Plenum, mit den SuS die beiden Grafiken und lassen Sie sie den Unterschied zwischen Steuerungs- und Regelungstechnik herausarbeiten sowie die genannten Beispiele zuordnen.	10 Min.
4. Aufgabenstellung und Diskussion	Teilen Sie die Klasse in zwei Gruppen. Stellen Sie sicher, dass die SuS zu zweit Zugang zu einem Tablet oder Smartphone haben. Gruppe 1 schaut das Video zur VW-„Park Assist“-Einparkhilfe. Gruppe 2 schaut das Video zum Abstandsregelungstempomat „Adaptive Cruise Control“ von VW. Die Links zu beiden Videos finden Sie hier: <a href="http://me-vermitteln.de/car">me-vermitteln.de/car</a> . In Partnerarbeit in den jeweiligen Gruppen beantworten die SuS die Fragen in Aufgabe 3 zu Sensor und Aktuator.	15 Min.
5. Sicherung und zusammenfassende Diskussion	Die bereits bestehenden Zweiergruppen arbeiten anhand der Informationen aus den Videos und der Tabelle die Abläufe der beiden Assistenzsysteme nach dem Schema des Programmablaufplans heraus. Analysieren Sie im Plenum abschließend die unterschiedlichen Darstellungen und die Konsequenzen daraus für das Assistenzsystem.	30 Min.

## SENSORIK: INTELLIGENT CAR

### BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungsstärkere Lernende.

### HAUSAUFGABE:

Die Schülerinnen und Schüler bezeichnen und beschreiben genau Funktionsweise, Sensor und räumliche Anordnung eines Assistenzsystems aus einem (neueren) Auto, ihrem persönlichen Trauauto im Umfeld oder recherchieren ein neues Fahrerassistenzsystem in aktuellen Autofachzeitschriften.

## SENSORIK: INTELLIGENT CAR

Fahrerassistenzsysteme finden sich inzwischen in großer Zahl in modernen Kraftfahrzeugen. Teilweise wirken sie passiv auf den Fahrer mit Warnhinweisen ein, teilweise greifen sie selbstständig aktiv ins Fahren ein. Der Einbau einiger Systeme ist gesetzlich vorgeschrieben, weil sich dadurch die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs erheblich verbessert.

Assistenzsysteme unterstützen die Fahrer von Kraftfahrzeugen, entlasten von Routinetätigkeiten und können menschliches Fehlverhalten abmildern oder sogar korrigieren. Die Systeme arbeiten in aller Regel mit hochempfindlichen vernetzten Sensoren, die die menschlichen Sinne – wie das aufmerksame Sehen auch bei Nacht – nachbilden oder sogar übertreffen.

## AUFGABEN

### 1. FAHRERASSISTENZSYSTEME

Arbeitet in Einzel- oder Partnerarbeit.

- ▶ Lest die Beschreibungstexte für die Assistenzsysteme genau durch und ordnet der jeweiligen Bezeichnung des Assistenzsystems die zugehörige Ziffer einer Beschreibung zu.
- ▶ Überlegt, ob die Assistenzsysteme eher zur Kategorie „Komfort“ oder zur Kategorie „Sicherheit“ passen. Tragt den passenden Buchstaben „K“ für Komfort und „S“ für Sicherheit in die Kästchen ein.
- ▶ Gleicht die genannten Assistenzsysteme mit der Sammlung an der Tafel ab. Besprecht im Plenum, welche an der Tafel oder auf dem Blatt fehlen.

▶ Basisaufgabe ▶▶ Bonusaufgabe

MATERIAL	FAHRERASSISTENZSYSTEME
	Funktionsweise der Assistenzsysteme
1	Sensoren überwachen Helligkeit und Lichtbrechung durch Niederschlag auf der Frontscheibe. Eine Steuereinheit aktiviert selbsttätig Fahrlicht und Scheibenwischer.
2	Eine Front-Wärmebildkamera überwacht die Fahrspur vor dem Auto außerhalb des Stadtgebiets und zeigt lebende Hindernisse auf dem Display an.
3	Sensoren erkennen (bewegte) Hindernisse im toten Winkel hinter und neben dem Auto. Dann erscheint im Außenspiegel ein Symbol, ein Warnsignal erfolgt.
4	Ultraschall- oder Radarsensoren scannen Parklücken längs und quer zur Straße und liefern während des Einparkvorgangs die aktuellen Messdaten zur Berechnung des Wegs in die Lücke. Die Lenkung funktioniert selbsttätig, der Fahrer fährt und bremst selbst.
5	Sensoren an Rädern und Lenkung überprüfen ständig, ob das aktuelle Fahrverhalten dem gewünschten Fahrverhalten (nach Lenkung) entspricht oder ein Schleudern vorliegt. Falls notwendig werden einzelne Räder gezielt abgebremst, bis das Fahrzeug wieder in der Spur ist.
6	Erkennung aktueller Verkehrszeichen durch Frontkamera und GPS-Empfang. Einblenden der Symbole im Bord-Display.
7	Sensoren an den Rädern überwachen die Drehzahl der Räder. Verringert sich die Drehgeschwindigkeit schlagartig, droht ein Blockieren des Rades. Die Steuerung verringert dann automatisch die Bremskraft. Das Bremspedal pulsiert und das Rad bremst optimal ab und bleibt lenkbar.
8	Bezeichnung für das Zusammenwachsen von Audio-Entertainment, Navigationssystem und Internetzugang auch mit Sprachsteuerung über die Innenmikrofone und den Bordcomputer.
9	Frontkameras und Umfeld-Sensoren erkennen bewegte Hindernisse oder Personen auf der Fahrspur vor dem Auto, die sich mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 60km/h bewegen. Automatisch folgen ein Warnsignal und die Gefahrenbremsung.
10	Radar und Frontkamera überwachen den eingestellten Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Verringert sich der Abstand, bremst der Assistent automatisch ab oder beschleunigt wieder. Das funktioniert auch im Stop-and-Go-Betrieb oder im Stau.








Komfort/ Sicherheit	Assistenzsystem	Funktionsweise
	Verkehrszeichenerkennung	
	Licht-/Regen-Automatik	
	Nachtsichtassistent	
	Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP	
	Aktive Einparkhilfe	
	Infotainment-System	
	Notbremsassistent	
	Antiblockiersystem ABS	
	Toter-Winkel-Assistent	
	Abstandsregelungstempomat	

### 2.1. SENSORIK UND IHR EINSATZ

Jedes Assistenzsystem greift auf die Messwerte eines oder mehrerer Sensoren zurück. Die Sensoren ersetzen oder erweitern die menschlichen Sinne. Setze dich mit den verschiedenen Sensoren auseinander.

- ▶ Trage in die Spalte der Tabelle jeweils die menschlichen Sinneseindrücke ein, die dem Sensortyp am ehesten entsprechen.
- ▶ Ordne jedem Sensor die zugehörige Messtechnik aus den Kästen A bis G zu.

MATERIAL	SENSORIK UND IHR EINSATZ
B	Erkennt und verarbeitet die Schallschwingungen durch Sprache im Inneren des Autos.
D	Erkennt die Entfernung von Hindernissen durch „Echo-Effekt“, hat allerdings nur eine Reichweite von 15 Metern und ist empfindlich gegenüber Eis und Schnee.
A	Sehen in mittlerer oder großer Reichweite je nach Frequenz, d.h. erkennen von Objekten mit (hoher) Geschwindigkeit und in weiter Entfernung. Niederschlag, Nebel und Nacht stören die Funktion nicht.
C	Erfasst die Wärmestrahlung lebender Objekte in Entfernungen bis zu 300 Metern.
E	Ein Schleifring mit Mitnehmer misst den Einschlagwinkel an der Lenkachse und kann damit den Stand der Räder „ertasten“.
G	Drehrichtung und Drehgeschwindigkeit jedes einzelnen Rades werden genau erfasst, indem ein mitbewegter Magnet am Sensor vorbeiläuft und damit eine Magnetfeldänderung erzeugt.
F	Aufnahme eines optischen Abbilds der Umgebung.

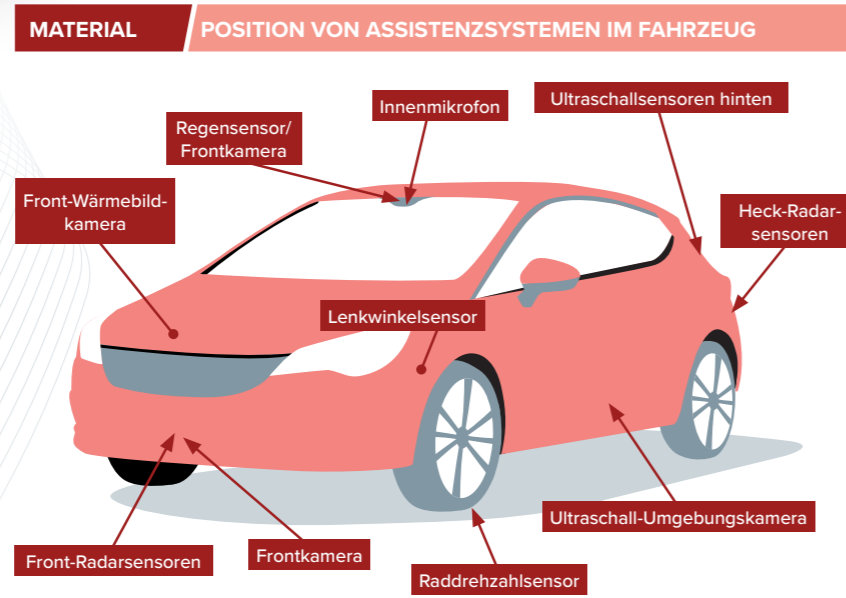
Sensortyp	Welches physikalische Phänomen wird verwendet?	Welche menschlichen Sinneseindrücke kommen dem Sensortyp am nächsten?	Welche Messtechnik aus Kasten A bis G kommt zum Einsatz?
 Wärmebildkamera	Infrarotlicht oder Wärmestrahlung		
 Kamera	Optisches Licht		
 Radarsensor	Sehr hochfrequente Radiowelle		
 Ultraschallsensor	Schallfrequente Radiowelle		
 Innenmikrofon	Schall im Hörbereich		
 Raddrehzahlsensor	Änderung einer Magnetisierung durch die Radbewegung		
 Lenkwinkelsensor	Änderungen von elektrischen und magnetischen Größen		

Bildquellen: www.flir.de/automation (Wärmebildkamera), keerati – adobe.stock.com (Kamera), Denis Dryashkin – adobe.stock.com (Radarsensor), Юрий Куделко – adobe.stock.com (Ultraschallsensor), navintar – adobe.stock.com (Innenmikrofon), lastfurianec – adobe.stock.com (Raddrehzahlsensor), www.bosch-automotive.com (Lenkwinkelsensor)

2.2 POSITION VON ASSISTENZSYSTEMEN IM FAHRZEUG

Die Position wichtiger Sensoren ist in der Grafik mit Pfeilen gekennzeichnet

- ▶ Ordne den genannten Sensoren in der Grafik die passenden Assistenzsysteme zu und schreibe die Bezeichnung dazu. Mehrfachnennungen sind möglich.



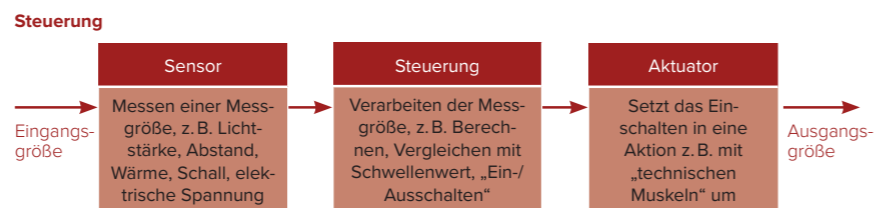
2.3 ASSISTENZSYSTEME ALS REGELUNG ODER STEUERUNG

- ▶ Vergleiche die beiden Schaltpläne und benenne die Unterschiede.

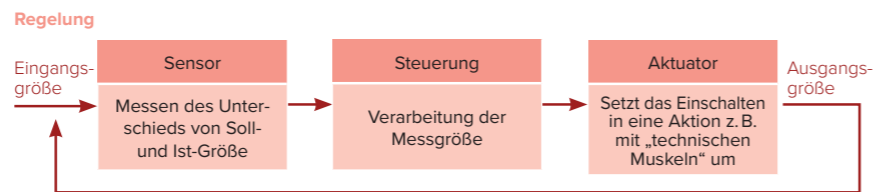
- ▶ Formuliere am Beispiel des Regensensors, was jede der Einheiten Sensor, Steuereinheit und Aktuator macht. Trage die Vorgänge an der richtigen Stelle in die Grafik ein.

- ▶ Spiele den Schaltplan mit einem Assistenzsystem durch, das eine Regelung ist.

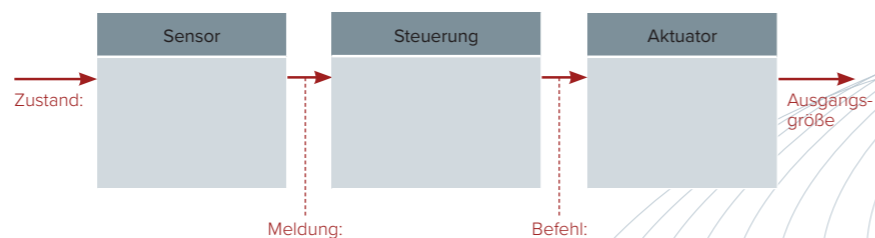
MATERIAL ASSISTENZSYSTEME ALS REGELUNG ODER STEUERUNG



Die Eingangsgröße am Sensor „weiß“ nichts von der Ausgangsgröße.



Die Ausgangsgröße wird zum Eingang zurückgeführt und mit der Eingangsgröße verglichen.



Assistenzsysteme regeln oder steuern wichtige Vorgänge im Auto wie Bremsen, Beschleunigen, Lenken, Lichtsteuerung oder sie erzeugen Warnsignale. Eine Regelung und eine Steuerung bestehen immer aus einzelnen Einheiten, die miteinander verbunden sind. Diese Einheiten heißen Sensor, Steuereinheit und Aktuator. Der Aktuator ist die Einheit, die eine Aktion umsetzt.  
Eine Steuerung hat einen offenen Wirkungsweg, d.h. der Messwert am Eingang der Steuerung erhält keine Rückmeldung darüber, was am Ausgang passiert. Bei einer Regelung wird der Ausgangswert zum Eingang zurückgeführt und mit dem Eingangswert verglichen.

3. PRAXISBEISPIEL SENSOR UND AKTUATOR

Schaut euch in Zweiergruppen das Video zu „Park Assist“-Einparkhilfe oder zum Abstandsregelungstempomat „Adaptive Cruise Control“ aufmerksam an. Mit dem QR-Code gelangt ihr zum jeweiligen Video.

- ▶ „Park Assist“: Notiert die drei Fälle, die im Beispiel gezeigt werden, und tragt sie als Überschrift in die Spalten der Tabelle ein.
- ▶ „Adaptive Cruise Control“: Notiert die beiden Fahrsituationen, die im Beispiel gezeigt werden, und tragt sie als Überschrift in die Spalten der Tabelle ein.
- ▶ Tragt die Funktion des Sensors und des Aktuators in der jeweiligen Situation in die Tabelle ein.

MATERIAL PRAXISBEISPIEL SENSOR UND AKTUATOR

Gruppe 1: „Park-Assist“-Einparkhilfe

Einpark-situation			
Sensor			
Aktuator			



Gruppe 2: Abstandsregelungstempomat „Adaptive Cruise Control“

Fahr-situation			
Sensor			
Aktuator			



4. FLUSSDIAGRAMM FÜR DEN ABSTANDSREGELUNGSTEMPOMAT „ACC“ UND DIE EINPARKHILFE „PARK ASSIST“ VON VW

In der Grafik sind nach DIN 66001 die Symbole für einen Programmablaufplan oder ein sogenanntes Flussdiagramm erklärt.

- ▶ Macht euch mit den Symbolen eines Flussdiagramms vertraut. Erstellt anhand dieser Symbole einen kompletten Programmablaufplan für den Abstandsregelungstempomaten „ACC“ und die Einparkhilfe „Park Assist“. Achtet bei der Erstellung darauf, entlang des zeitlichen und technischen Ablaufs des jeweiligen Assistenzsystems zu arbeiten. Tragt notwendige Aktionen in den Ablaufplan ein.

MATERIAL FLUSSDIAGRAMM

Symbol	Bedeutung	Beispiel „Adaptive Cruise Control“	Beispiel „Einparken längs“
Start	Jeder Ablauf oder Vorgang hat Anfang und Ende. Das sind im Plan ovale Grenzpunkte und nennen sich „Start“ und „Ende“.		
→	Der Pfeil stellt den zeitlichen Ablauf des Vorgangs dar. Ein Pfeil verbindet die Symbole in der Reihenfolge der Durchführung.		
Ein-/Ausgabe	Hier werden Daten in den Ablauf eingegeben oder nach Berechnung ausgegeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Soll-Abstand zum voraus-fahrenden Fahrzeug</li> <li>■ Ist-Abstand zum voraus-fahrenden Fahrzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Größe der Parklücke</li> <li>■ Abstand hinten</li> <li>■ Abstand vorn</li> </ul>
Prozess	Rechenleistung und/oder -operation, ein Prozess der Zeit benötigt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Radar und Kamera messen Abstand zum vorderen Fahrzeug</li> <li>■ Fahrzeug bremst selbstständig</li> <li>■ Fahrzeug beschleunigt selbstständig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ultraschallsensor scannt Umgebung</li> <li>■ Berechnung optimaler Weg</li> <li>■ Fahrer brems</li> <li>■ Fahrer gibt Gas</li> <li>■ Fahrer schaltet</li> <li>■ Abstand hinten und vorn messen</li> </ul>
Entscheidung	Eine Raute ist das Symbol, wenn eine Entscheidung zu treffen ist. Dies ist z.B. beim Vergleich von zwei Größen gegeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vergleichen des Ist-Abstands mit Soll-Abstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Messwert größer oder kleiner als Autolänge plus 2 x 40 cm</li> </ul>
●	Verbindungsstelle; hier werden Abläufe zusammengeführt.		

HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN

1. FAHRERASSISTENZSYSTEME

Lösung:

Komfort/Sicherheit	Assistenzsystem	Funktionsweise
K	Verkehrszeichenerkennung	6
K	Licht-/Regen-Automatik	1
S	Nachtsichtassistent	2
S	Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP	5
K	Aktive Einparkhilfe	4
K	Infotainment-System	8
S	Notbremsassistent	9
S	Antiblockiersystem ABS	7
S	Toter-Winkel-Assistent	3
S	Abstandsregelungstempomat	10

2.1 SENSORIK UND IHR EINSATZ

Lösung:

Sensortyp	Welche menschlichen Sinnesindrücke kommen dem Sensortyp am nächsten?	Welche Messtechnik aus Kasten A bis G kommt zum Einsatz?
Wärmebildkamera	Temperaturempfinden der Haut	C
Kamera	Sehen mit den Augen	F
Radar	Sehen mit den Augen	A
Ultraschall	Hören mit den Ohren	D
Innenmikrofon	Hören mit den Ohren	B
Raddrehzahl	keine	G
Lenkwinkel	Tastsinn	E

2.2 EINBAU VON ASSISTENZSYSTEMEN IM FAHRZEUG

Lösung:

Sensor	Assistenzsystem	Funktionsweise
Regensensor/ Frontkamera	Licht-/Regenautomatik	1
	Verkehrszeichenerkennung	6
Innenmikrofon	Infotainment-System	8
Ultraschallsensoren hinten	Aktive Einparkhilfe	4
Heck-Radarsensoren	Toter-Winkel-Assistent	3
Ultraschall/Umgebungskamera	Aktive Einparkhilfe	4
Raddrehzahlsensor	Elektronisches Stabilitätsprogramm ESP	5
	Antiblockiersystem ABS	7
Front-Radar-Sensoren, Frontkamera	Notbremsassistent	9
	Abstandsregelungstempomat	10
Front-Wärmebild-Kamera	Nachtsichtassistent	2

2.3 ASSISTENZSYSTEM ALS REGELUNG ODER STEUERUNG

Lösungsvorschlag:

- ▶ Zustand: Frontscheibe
- ▶ Sensor: Regensensor „sieht“ bzw. „misst“ Niederschlag auf der Scheibe
- ▶ Meldung: Zustand der Scheibe
- ▶ Steuerung: Steuereinheit erkennt die Meldung, wertet aus und schaltet ggf. Scheibenwischer auf „an“ oder „aus“
- ▶ Befehl: Wischer „an“ oder „aus“
- ▶ Aktuator: Schaltet den Scheibenwischermotor „an“ oder „aus“
- ▶ Der Regensensorassistent ist eine Steuerung, weil der Motor keine Rückmeldung an den Sensor gibt.

3. BEISPIEL FÜR SENSOR UND AKTUATOR

Lösungsvorschlag:

Gruppe 1: „Park-Assist“-Einparkhilfe			
Einpark-Situation	Einparken längs zur Straße	Ausparken aus einer Lücke	Einparken quer zur Straße
Sensor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soll-Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug</li> <li>Ist-Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ultraschall-Umgebungssensoren</li> <li>Abstandssensoren vorn/hinten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ultraschall-Umgebungssensoren</li> <li>Abstandssensoren vorn/hinten mit Warnton</li> </ul>
Aktuator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entscheidung, ob Lücke passt</li> <li>Berechnung des Weges</li> <li>Automatische Lenkung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Weges</li> <li>Automatische Lenkung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berechnung des Weges</li> <li>Automatische Lenkung</li> </ul>

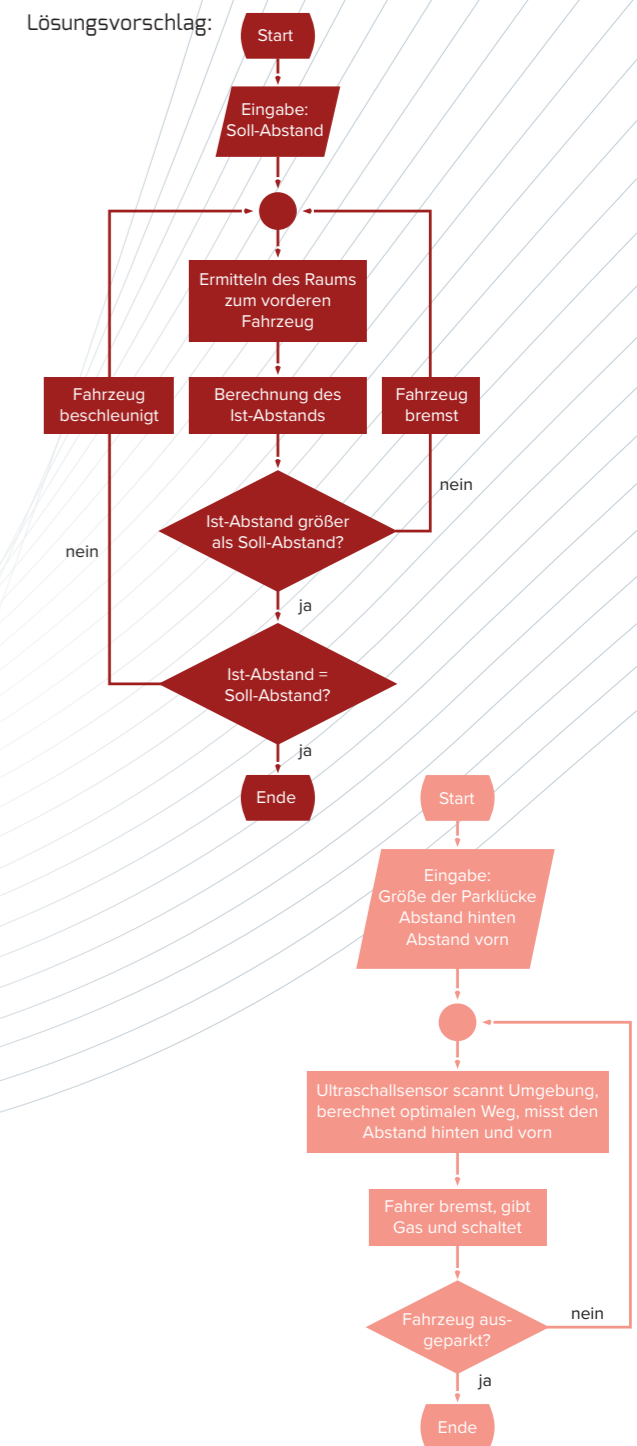
Gruppe 2: Abstandsregelungstempomat „Adaptive Cruise Control“	
Fahr-situation	Fließender Verkehr
Sensor	<b>Frontkamera/Radar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Überwachen des freien Raums vor dem Fahrzeug</li> <li>Ermittlung des Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug</li> </ul>
Aktuator	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrzeug wird selbsttätig abgebremst</li> <li>Fahrzeug wird selbsttätig beschleunigt</li> </ul>

Abschlussdiskussion:

- ▶ Vorteile, die genannt werden könnten:
  - Die Fahrsicherheit wird verbessert.
  - Menschliches Fehlverhalten kann vermieden werden.
  - Der Fahrer wird von Routineaufgaben entlastet und kann sich besser auf das Verkehrsgeschehen konzentrieren.
  - Kameras und akustische Signale erweitern den Wahrnehmungsbereich des Fahrers.
- ▶ Nachteile, die genannt werden könnten:
  - Die Signale und Warnungen können störend oder irreführend sein.
  - Gewöhnungseffekte verringern die Wachsamkeit des Fahrers
  - Der Fahrer fühlt sich teilweise von der Elektronik bevormundet.
  - Gewöhnung an die Automatik verringert die Souveränität in der manuellen Handhabung der Technik.

4. FLUSSDIAGRAMM FÜR DEN ABSTANDS-REGELUNGSTEMPOMAT „ACC“ UND DIE EINPARK-HILFE „PARK ASSIST“ VON VW

Lösungsvorschlag:



KOMMUNIKATIONS- UND DIGITALTECHNIK

UNTERRICHTSMODUL:

VERSCHLÜSSELUNG

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

Fachinhalte:

Kodierung und Dekodierung von Informationen

VERSCHLÜSSELUNG

Das Unterrichtsmodul lässt sich im Technikunterricht der 7. und 8. Klasse in weiterführenden Schulen einsetzen. Die Schülerinnen und Schüler sind vertraut mit einfacher Mathematik und den Methoden der Recherche sowie der Verwendung von Suchmaschinen im Internet. Sie benötigen für die Bearbeitung teilweise einen Onlinezugang, z. B. per WLAN oder über den Computerraum der Schule. Dieses Unterrichtsmodul vermittelt verschiedene Verschlüsselungsmethoden sowie das Kodieren und Dekodieren von Informationen als

Grundlage kommunikationstechnischer Systeme zur Signalübertragung. Für Lehrerinnen und Lehrer bietet es sich an, bereits selbst Erfahrungen mit der E-Mail-Verschlüsselung PGP gesammelt zu haben. Weiterführende Informationen bietet zum Beispiel das unabhängige Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein. Den Link zur Website des Datenschutzzentrums finden Sie hier: [me-vermitteln.de/verschlueselung](http://me-vermitteln.de/verschlueselung).

GESAMTZEIT: 90 MINUTEN

HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

PHASE	INHALT	ZEIT
1. Motivation	Den Schülerinnen und Schülern wird eine mit dem Caesar-Algorithmus verschlüsselte Nachricht vorgelegt, die Sie zuvor erstellt haben. Schreiben Sie die erforderliche Kodierungszahl für die Buchstabenverschiebung unkommentiert separat sichtbar auf. Sammeln Sie nach kurzer Bedenkzeit die Ideen der Schülerinnen und Schüler, was die Nachricht bedeuten könnte. Verweisen Sie zur Lösung auf die erste Bonusaufgabe.	10 Min.
2. Aufgabenstellung und Diskussion	Verteilen Sie die Arbeitsblätter und lassen Sie die Schülerinnen und Schüler Aufgabe 1 und 2 bearbeiten. Geben Sie den Schülerinnen und Schülern Zeit, das Schema der Verschlüsselung herauszufinden. Bei Bedarf können Sie Hinweise geben. Beide Aufgaben halten einen Bonus für schneller lernende Schülerinnen und Schüler bereit. Gehen Sie bei der Diskussion nach Aufgabe 3 auf die von den Schülerinnen und Schülern entwickelten Verschlüsselungsmethoden ein. Sammeln Sie die besten Schlüssel der Klasse für die spätere Sicherung.	40 Min.
3. Recherche und Diskussion	Bei Aufgabe 4 empfiehlt sich die Nutzung einer Internetverbindung für breitere Recherchemöglichkeiten. Die Schülerinnen und Schüler tragen ihre Ergebnisse zum PGP-Schema vor. Diskutieren Sie anschließend die Vor- und Nachteile der PGP-Verschlüsselung im Vergleich zu symmetrischen Verschlüsselungsverfahren.	30 Min.
4. Sicherung und Hausaufgabe	Die Schülerinnen und Schüler notieren sich die bereits in Phase 2 gesammelten symmetrischen Schlüssel. Auch die Funktionsweise des PGP-Schemas sowie dessen Vor- und Nachteile werden notiert. Besprechen Sie nun die Hausaufgabe. Sollten Sie die Bonusaufgabe anbieten, geben Sie vor, wie Ihr öffentlicher Schlüssel an die Schülerinnen und Schüler übermittelt wird.	10 Min.

HAUSAUFGABE: DIE VERSCHLÜSSELTE E-MAIL

Die Schülerinnen und Schüler sollen herausfinden, wie sie für ihr E-Mail-Programm eine PGP-Verschlüsselung verwenden können und eine Anleitung dazu notieren. Für eine Bonusaufgabe können Sie Ihren öffentlichen Schlüssel per E-Mail an Ihre Schülerinnen und Schüler senden, damit sie Ihnen eine mit PGP verschlüsselte E-Mail schicken können.

BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungsstärkere Lernende.



## VERSCHLÜSSELUNG

E-Mails sind in der heutigen Wirtschaftswelt die Methode, um wichtige Betriebsinformationen weltweit auszutauschen. Dabei ist die Geheimhaltung der Informationen absolut wichtig für den Erfolg des Unternehmens. Die folgenden Aufgaben sollen dir einen Einblick in die Funktionsweisen verschiedener Verschlüsselungstechniken geben.

## AUFGABEN

▶ Basisaufgabe ▶ Bonusaufgabe

### 1. SYMMETRISCHE VERSCHLÜSSELUNG: DER KLEINE CAESAR

- ▶ Untersuche die nebenstehende Tabelle und finde heraus, nach welchem Schema das Kodieren der Geheimschrift funktioniert.
- ▶ Schreibe einen Satz auf und kodiere ihn mit dieser Caesar-Verschlüsselung.
- ▶ Tausche deine Nachricht mit einem Mitschüler. Übersetze die verschlüsselte Nachricht, indem du die Verschiebung rückwärts anwendest.
- ▶▶ Entschlüssele die Nachricht deines Lehrers vom Beginn der Stunde.

#### MATERIAL KLEINER CAESAR

KLAR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
GEHEIM	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O

KLAR	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
GEHEIM	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B

### 2. VERSCHLÜSSELUNGEN MIT KODIERUNGSSCHLÜSSEL

- ▶ Dekodiere das Wort „CBXBXJ“, es wurde mit dem Schlüssel „KODIERUNG\_Q“ verschlüsselt.
- ▶ Finde nun heraus, wie der Schlüssel „KODIERUNG\_Q“ entstanden ist. Notiere deine Erkenntnisse schrittweise.
- ▶▶ Wähle nun selbst ein Schlüsselwort und notiere eine Kodierungstabelle mit deinem Schlüssel.

#### MATERIAL KODIERUNGSSCHLÜSSEL

KLAR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
GEHEIM	B	C	F	H	J	L	M	P	Q	S	T	V	W

KLAR	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
GEHEIM	X	Y	Z	K	O	D	I	E	R	U	N	G	A

### 3. EIGENE VERSCHLÜSSELUNGSTECHNIKEN

- ▶ Entwickelt in Gruppen von 3 Personen eine eigene Buchstabenverschlüsselung nach dem Vorbild aus Aufgabe 1 oder 2 und kodiert eine Nachricht mit dieser.
- ▶ Damit die Empfängergruppe der Botschaft eure Nachricht entschlüsseln kann, benötigt sie den Schlüssel, sowie die Kenntnis über die Verschlüsselungsmethode. Notiert eure Verschlüsselungsmethode auf das freie Feld dieses Arbeitsblattes und übermittelt den Schlüssel an die Empfänger eurer Botschaft.
- ▶ Stellt gemeinsam als Gruppe eure Verschlüsselungsmethode der Klasse vor. Diskutiert dabei, welcher Schlüssel die zum Kodieren einfachste Methode ist und welcher Schlüssel die einfachste Methode zur Dekodierung ist.

### 4. PGP-VERSCHLÜSSELUNG UND DEKODIERUNG

Eine sehr sichere Methode der E-Mailverschlüsselung ist die PGP-Verschlüsselung. PGP steht für pretty good privacy, ziemlich gute Privatsphäre, und ist ein asymmetrisches Verschlüsselungsschema. Im Gegensatz zur symmetrischen Verschlüsselung gibt es zwei Schlüssel. Der erste verschlüsselt die Nachricht, der zweite entschlüsselt die Nachricht. Im Schaubild siehst du schematisch, wie die PGP-Verschlüsselung funktioniert.

- ▶ Recherchiere, was ein öffentlicher und ein privater Schlüssel bei der PGP-Verschlüsselung sind.
- ▶ Beschreibe gemeinsam mit deiner Gruppe den Verschlüsselungsverlauf der E-Mail anhand des Schaubildes und notiere eure Ergebnisse.

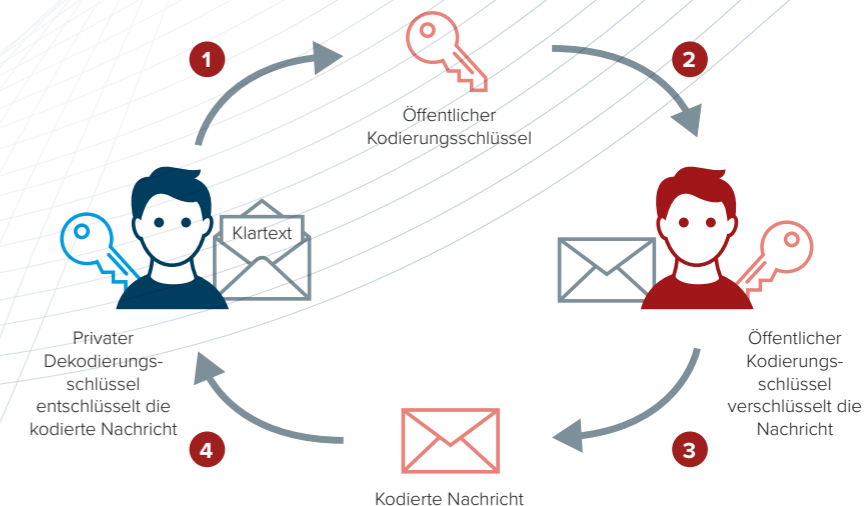
#### MATERIAL MEIN KODIERUNGSSCHLÜSSEL

NOTIERE HIER DEINEN SCHLÜSSEL ZUR KODIERUNG UND DEKODIERUNG:

KLAR	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
GEHEIM													

KLAR	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
GEHEIM													

#### MATERIAL DIE PGP-VERSCHLÜSSELUNG



- ▶ Welche Vor- und Nachteile bietet die PGP-Verschlüsselung unter Berücksichtigung der Sicherheit? Sammle zuerst Argumente und diskutiere diese dann in deiner Gruppe.

HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN

1. SYMMETRISCHE VERSCHLÜSSELUNG: DER KLEINE CAESAR

Der kleine Caesar ist eine der leichtesten Verschlüsselungsmethoden. Der gleiche Schlüssel ver- und entschlüsselt eine Nachricht. Dazu wird diese mit jeweils einer freien Zeile auf Kästchenpapier notiert. Pro Kästchen ein Buchstabe. In die freie Zeile werden mit einem andersfarbigen Stift die kodierten Buchstaben eingetragen. Jeder Buchstabe der Nachricht wird um eine bestimmte Anzahl im Alphabet nach rechts verschoben. Im vorliegenden Beispiel um zwei Buchstaben. So wird aus dem A im Klartext ein C im Geheimtext.

Beim Empfänger der Nachricht ist es ratsam, nicht den jeweiligen Sitznachbarn zu wählen. Besprechen Sie im Vorfeld klare Verhaltensregeln bzgl. der Lautstärke in der Klasse, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Nachrichten an andere übermitteln.

Schülerinnen und Schüler, die die Aufgaben bereits erledigt haben, können die Bonusaufgabe lösen.

2. VERSCHLÜSSELUNG MIT KODIERUNGSSCHLÜSSEL

Ein Kodierungsschlüssel kann auch ein Wort sein. Im Beispiel auf dem Schülerarbeitsblatt ist es das Wort „Kodierung“. Geben Sie Ihren Schülerinnen und Schülern auch hier zunächst Zeit, die Funktionsweise der Verschlüsselungsmethode herauszufinden. Erklären Sie bei Bedarf oder nach Ablauf der Zeit selbst, wie das Kodierungsverfahren funktioniert.

Das Schlüsselwort wird unter die Klartextbuchstaben des Alphabets geschrieben. Bei doppelt auftretenden Buchstaben wird jeweils der zweite gestrichen. Bei welchem Klartextbuchstaben das Schlüsselwort anfängt, bestimmt ein Schlüsselbuchstabe, im Beispiel das „Q“. Anschließend schreibt man die restlichen Geheimbuchstaben in alphabetischer Reihenfolge nach dem Schlüsselwort auf, wobei man die Buchstaben, die bereits im Schlüsselwort enthalten sind, auslässt. Der geheime Schlüssel lautet nun „KODIERUNG\_Q“.

Das verschlüsselte Wort lautet im Klartext „Banane“.

**Bonusaufgabe:** Achten Sie darauf, dass Buchstaben nicht doppelt in der Geheimzeile der Kodierungstabelle auftauchen dürfen. Der von den Schülerinnen und Schülern erstellte Schlüssel kann auch Grundlage einer vertiefenden Aufgabe sein, bei der eine Schüler-

gruppe versucht, einen Schlüssel anhand eines verschlüsselten Satzes herauszufinden. Hilfestellungen können gegeben werden, indem für einzelne verschlüsselte Buchstaben die Klartextbuchstaben angegeben werden.

3. EIGENE VERSCHLÜSSELUNGSTECHNIKEN

Bei den von den Schülerinnen und Schülern entwickelten Schlüsseln kann es durch sehr komplizierte Abläufe in der Kodierung zu Zeitproblemen kommen. Besprechen Sie daher im Vorfeld, dass die Schülerinnen und Schüler nur ein begrenztes Zeitfenster für die Aufgabe haben.

Die unterschiedlichen Kodierungsschlüssel können Sie zur Sicherung auch per Smartphone oder Kamera fotografieren.

Es besteht die Möglichkeit, dass eine Schülerin oder ein Schüler eine verschlüsselte Nachricht an zwei Empfänger senden kann. So entsteht kein Frust, falls die Schüleranzahl nicht gerade ist.

Im Anschluss an die Diskussion lassen Sie über die besten Schlüssel abstimmen und notieren diese für die spätere Sicherung.

4. PGP-VERSCHLÜSSELUNG UND DEKODIERUNG

Unter Eingabe des Suchbegriffs „PGP-Verschlüsselung“ finden die Schülerinnen und Schüler zahlreiche Erklärungen, Videos und Grafiken zu diesem Thema. Empfehlenswert ist der Link auf [me-vermitteln.de/verschlüsselung](http://me-vermitteln.de/verschlüsselung), hier finden Sie die Website zum Selbstdatenschutz.

**Eine Musterlösung kann sein:** Der blaue Empfänger lässt seinen öffentlichen Schlüssel dem roten Sender zukommen. Der Sender verschlüsselt seine Nachricht mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers und leitet die kodierte Nachricht an den Empfänger weiter. Die Nachricht wird dann vom Empfänger mit seinem privaten Schlüssel entschlüsselt.

**Vorteil:** Dank der asymmetrischen Schlüssel ist dies (je nach Stärke des Schlüssels) das sicherste Verschlüsselungsverfahren.

**Nachteil:** Der Empfänger muss seinen öffentlichen Schlüssel sicher zum Sender bringen. An dieser Stelle können Sie auch das Thema vertrauensvolle Signatur besprechen.



THERMISCHE ENERGIE

UNTERRICHTSMODUL:

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

Fachinhalte:

- Thermische Energie
- Brownsche Bewegung
- Aggregatzustände
- Energiesparen
- Statistische Daten zum Wärmeverbrauch
- Kältemittel, Verdampfung
- Kältekreislauf
- Wärmepumpen

## THERMISCHE ENERGIE

### VORAUSSETZUNGEN

Aus Alltagserfahrungen kennen die SuS die Veränderungen eines Stoffes durch Zufuhr von Wärme. Das Teilchenmodell sowie die Brownsche Bewegung der Teilchen sind den SuS vertraut. Die SuS haben physikalische Grundkenntnisse zu thermodynamischen Prozesskreisläufen, insbesondere im Zusammenhang mit Temperatur, Druck und Zustandsänderung.

### HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

PHASE	INHALT	ZEIT
<b>Vorbereitende Hausaufgabe zur Stunde</b>	Die SuS machen je zwei Vorher-nachher-Fotos von einem Teebeutel in einem hitzebeständigen Glas. Im ersten Versuch wird der Teebeutel in kaltes Leitungswasser getaucht und der Zustand direkt nach dem Eintauchen und dann 60 Sekunden später fotografiert. Im Anschluss wird der(selbe) Teebeutel in sehr heißes Wasser gegeben. Wiederum halten die SuS den Eintauchmoment und die Situation 60 Sekunden später im Foto fest.	(15 Min.)
<b>1. Einstieg und Motivation</b>	Fragen Sie als Einstieg im Klassengespräch, was eigentlich Wärme ist und sammeln Sie mit den SuS Beispiele aus dem Alltag für Wärmequellen und Heizungssysteme.  Diskutieren Sie verschiedene Möglichkeiten, wie Wärme abgeführt werden kann. Damit besprechen Sie auch Wege der Wärmeübertragung. Sammeln Sie im Klassengespräch Nutzen und Nachteile von Wärmeenergie.	15 Min.
<b>2. Aufgabenstellung zu Wärmebewegung und Aggregatzuständen</b>	Mit Aufgabe 1 frischen die SuS ihr Wissen zur Teilchenbewegung, zur inneren Energie und zu den Zustandsänderungen der Stoffe in Einzelarbeit auf. In dieser Phase greifen die SuS auf die eigenen Fotos aus der vorbereitenden Hausaufgabe zurück.	30 Min.
<b>3. Aufgabenstellung und Diskussion zum Kältekreislauf und zur Wärmepumpe</b>	Am Beispiel der Funktionsweise eines Kühlschranks erarbeiten sich die SuS mit Aufgabe 2.1 in Zweierteams ein grundlegendes Verständnis der Wärmepumpe. Sie übertragen mit Aufgabe 2.2 das Wissen auf die Funktionsweise allgemein. Zusammen mit einem weiteren Zweierteam vergleichen sie ihre Ergebnisse und ergänzen als Vierergruppe Aufgabe 2.3. Im Plenum werden die Ergebnisse von 2.3 verglichen.	30 Min.
<b>4. Aufgabenstellung und Diskussion zu Wärmeenergie und Energiesparen</b>	Anhand der Fragen in Aufgabe 3 analysieren die SuS im Plenum die Grafik. Diskutieren Sie gemeinsam Möglichkeiten, Energie einzusparen.	15 Min.

**GESAMTZEIT: 90 MINUTEN**

## THERMISCHE ENERGIE

### BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungsstärkere Lernende.

### HAUSAUFGABE:

Die Schülerinnen und Schüler führen einen einfachen Versuch zur Zustandsänderung des Wassers durch. Dazu erhitzen sie Eiswürfel in einem Topf auf dem Herd bei voller Heizleistung. Mit dem Beginn wird die Zeitdauer ermittelt, bis der nächste Aggregatzustand vollständig erreicht ist. Die Zeitdauer ist dabei ein Maß für die zugeführte Energiemenge.

**Hinweis:** Weisen Sie bitte darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler bei dem Versuch auf Sicherheit achten sollen. Achtung, Verbrühungsrisiko! Am besten Schutzbrille tragen!

## THERMISCHE ENERGIE

Was Menschen beim Berühren eines Gegenstandes als Wärme oder Kälte wahrnehmen, ist die innere Energie der Stoffe. Diese Energie der Stoffe ist in der Umwelt nahezu unbegrenzt vorhanden. Das ist die Idee moderner Heizsysteme ist es daher, diese erneuerbare, innere Energie der Stoffe als Heizwärme zu nutzen.

## AUFGABEN

### 1. INNERE ENERGIE, BROWNSCHE BEWEGUNG, ZUSTÄNDE

- ▶ Lies die beiden Infoblöcke aufmerksam und fülle die Lücken mit den Begriffen aus den Kästen.
- ▶▶ Suche Beispiele aus dem Alltag zu den oben beschriebenen Zustandsänderungen der Stoffe, besonders zu den Begriffen „verdampfen“, „erstarren“, „verflüssigen“ und „kondensieren“. Schreibe jeweils auf, ob bei dem Vorgang Wärme zu- oder abgeführt wird.

### MATERIAL INNERE ENERGIE, BROWNSCHE BEWEGUNG, ZUSTÄNDE

1. Deine Vorher-nachher-Fotos vom Teebeutel zeigen in vereinfachter Form die \_\_\_\_\_ der kleinsten Teilchen, benannt nach dem Versuch des Schotten Robert Brown im Jahr 1827. Die Fotos zeigen, dass sich die feinen Farbtelchen des Tees, ohne Einwirkung von außen, nach kurzer Zeit \_\_\_\_\_ im Wasserglas verteilen. Bei hoher Temperatur läuft der Vorgang deutlich \_\_\_\_\_ ab.

1.

- Wärmeenergie
- stärker
- wärmer
- der kleinsten Teilchen
- innere Energie
- gleichmäßig
- Temperatur
- schneller
- Brownsche Bewegung

Damit kann indirekt über die sichtbare Ausbreitung der Farbtelchen im Wasser auf die nicht sichtbare Bewegung der kleinsten Teilchen des Wassers im Glas geschlossen werden. Die selbsttätige, immerwährende Bewegung der Wasserteilchen in der Flüssigkeit stößt die vielen größeren Farbtelchen ständig an und verteilt diese mit der Zeit gleichmäßig im Glas.

Die Bewegung \_\_\_\_\_ eines Stoffes findet bei allen Stoffen, egal ob flüssig, gasförmig oder fest, statt. Sie bestimmt die \_\_\_\_\_ eines Stoffes und wird als Wärme oder \_\_\_\_\_ eines Stoffes empfunden. Die innere Energie entspricht der \_\_\_\_\_ des Stoffes. Die Bewegung der Teilchen ist \_\_\_\_\_, je \_\_\_\_\_ der Stoff ist. Nur am absoluten Nullpunkt der Temperatur bei  $-273^{\circ}$  Celsius, das entspricht  $0^{\circ}$  Kelvin, bewegen sich die Teilchen überhaupt nicht mehr. Das heißt auch, dass Stoffe schon bei niedrigen Celsius-Temperaturen große innere Bewegungsenergie speichern.

▶ Basisaufgabe ▶▶ Bonusaufgabe

### 2. ENERGIESPARTRICK WÄRMEPUMPE

#### 2.1 DIE IDEE HINTER KÜHLSCHRANK UND WÄRMEPUMPE

- ▶ Formuliere in eigenen Worten, was die Aufgaben einer Wärmepumpe und eines Kühlschranks sind.
- ▶ Zeichne jeweils unter das Wort „Wärme“ Pfeile ein und kennzeichne, in welche Richtung Wärme übertragen wird.
- ▶ Erläutere anhand der Abbildung, wieso man mit der Wärmepumpe energiesparend heizen kann. Vergleiche die Energiebilanz der Wärmepumpe mit einer Gasheizung.

2. Im \_\_\_\_\_ stellt man sich die kleinsten Teilchen eines Stoffes vereinfacht als kleine \_\_\_\_\_ vor. Bei einem Stoff im festen Zustand liegen die Kugeln geordnet aufeinander und ziehen sich gegenseitig an. Aufgrund der \_\_\_\_\_ schwingen die Kugeln an ihrem Platz hin und her. Wenn der Feststoff durch \_\_\_\_\_ von Wärmeenergie \_\_\_\_\_ wird, sind die Schwingbewegungen \_\_\_\_\_ und die Kugeln brauchen immer \_\_\_\_\_ Raum um sich herum.

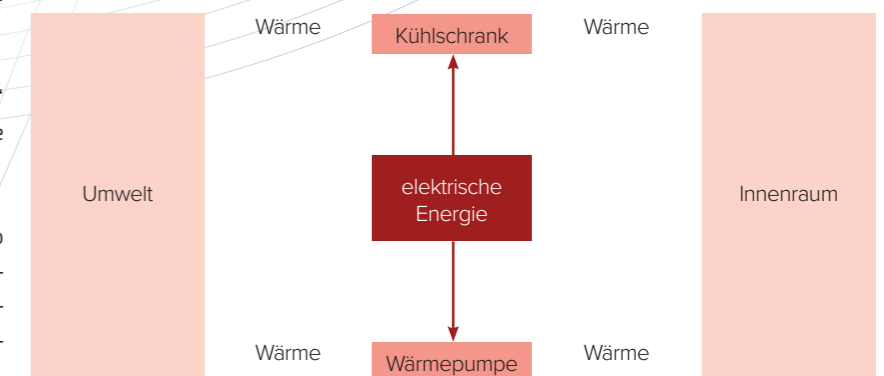
2.

- erstarrt
- erhitzt
- Zufuhr
- Kugeln
- aufgeheizt
- mehr
- Flüssigkeit
- Anziehungskräfte
- Gas
- stärker
- Kondensation
- Teilchenmodell
- geschmolzen
- innere Energie
- entzieht
- verdampft

Schließlich können die \_\_\_\_\_ und die feste Ordnung überwunden werden. Der Feststoff ist \_\_\_\_\_ und flüssig. Die Kugeln liegen ungeordnet nebeneinander und sind leicht verschiebbar. Wird die \_\_\_\_\_ unter Wärmezufuhr weiter \_\_\_\_\_, bewegen sich die Teilchen so schnell, dass sie losgelöst von den Nachbarteilchen frei im Raum schwingen. Die Flüssigkeit ist \_\_\_\_\_, der Stoff ist ein \_\_\_\_\_. Kühlt man das Gas wieder ab und \_\_\_\_\_ ihm die innere Energie, zieht sich das Gas zusammen und die Teilchen lagern sich aneinander an. Dieser Vorgang heißt \_\_\_\_\_ und verursacht, dass sich Flüssigkeitstropfen bilden. Kühlt die Flüssigkeit immer weiter ab, \_\_\_\_\_ die Flüssigkeit und es bildet sich wieder ein Feststoff.

### MATERIAL DIE IDEE HINTER KÜHLSCHRANK UND WÄRMEPUMPE

Zur Versorgung von Industrie und Haushalten mit Wärme- und Kälteenergie sind große Energiemengen nötig. Eine energiesparende Wärmepumpe nutzt die Idee, dass „Kälte“ oder „Wärme“ nicht mit hohem Energieaufwand erzeugt wird, sondern mit mechanischer Arbeit eines Elektromotors gegen das natürliche Temperaturgefälle „verschoben“ wird. Dazu wird ein Arbeitsstoff eingesetzt, der zwischen den Zuständen „flüssig“ und „gasförmig“ wechselt und dabei Wärme transportieren kann.

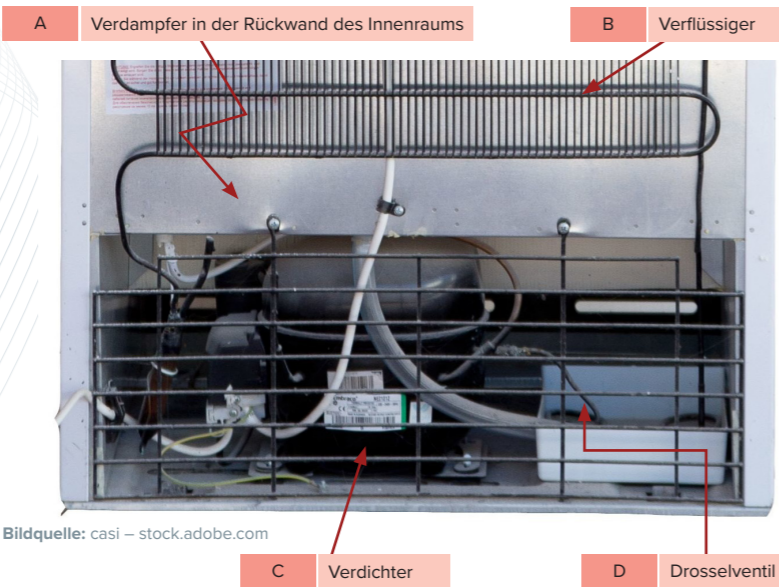


2.2 TECHNISCHE BAUTEILE EINES KÜHLSCHRANKS

In der Abbildung siehst du die Rückseite eines Kühlschranks. Die wichtigsten Bauteile zur Kälteerzeugung sind benannt und mit Großbuchstaben gekennzeichnet. In den Infokästen findest du Erklärungen zur Funktion der Bauteile.

- ▶ Ordne den Funktionen die passenden Bauteile zu. Trage die Buchstaben in das leere Kästchen ein.

MATERIAL TECHNISCHE BAUTEILE EINES KÜHLSCHRANKS



Bildquelle: casi – stock.adobe.com

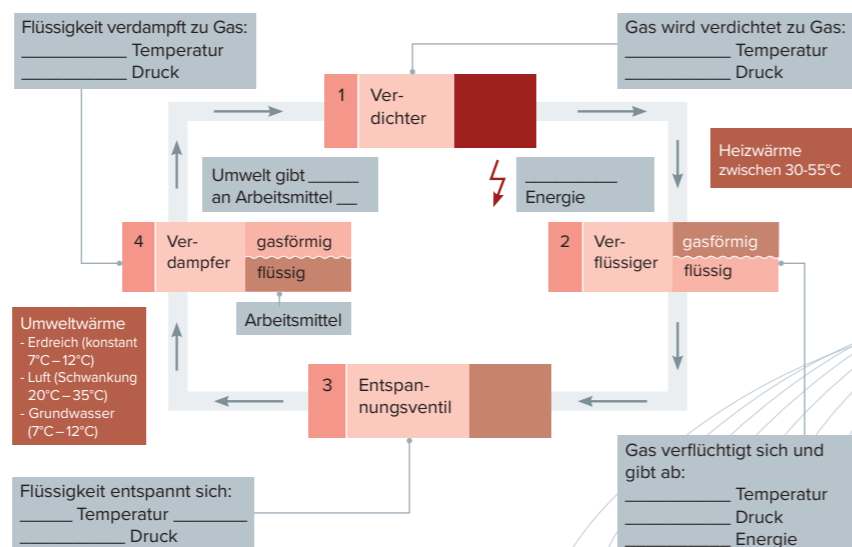
Das Kältemittel entzieht dem Innenraum Wärme und geht von flüssig zu gasförmig über.	Das gasförmige Kältemittel wird angesaugt, stark verdichtet und dadurch erwärmt.
Der Druck und die Temperatur des flüssigen Kältemittels werden durch ein enges Ventil stark abgesenkt und in den Innenraum des Kühlschranks geleitet.	Das sehr warme gasförmige Kältemittel gibt seine Wärme über die Kühlrippen an die Umgebung ab und wird dabei wieder flüssig.

2.3 FUNKTIONSWEISE DER WÄRMEPUMPE

In der Abbildung siehst du den schematischen Wärmekreislauf einer Wärmepumpe.

- ▶ Vergleiche die Funktion der technischen Bauteile aus dem Kühlschrank mit den schematischen Bauteilen im Kreislauf der Wärmepumpe. Gibt es Unterschiede?
- ▶ Trage in die Lücken ein, wie sich jeweils Druck und Temperatur ändern und welche Energieform zu- oder abgegeben wird.

MATERIAL FUNKTIONSWEISE DER WÄRMEPUMPE



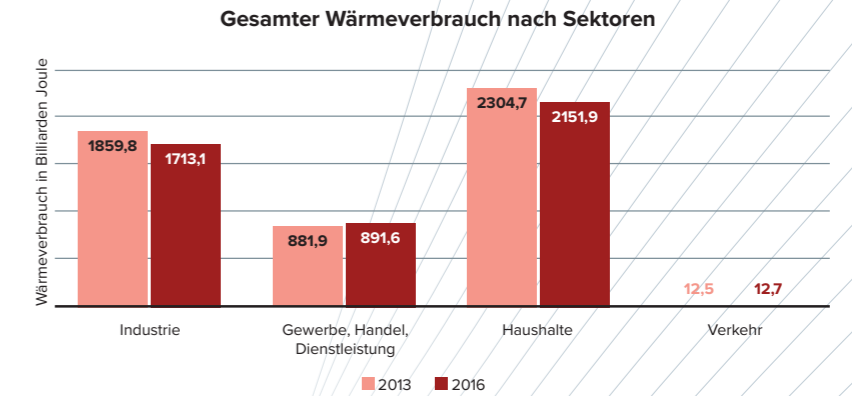
3. WÄRMEVERBRAUCH UND ENERGIESPAREN

Ob im Alltag, Handel, Gewerbe oder in der Industrie: Für die Erwärmung von Wasser, Räumen oder technischen Prozessen wird Wärmeenergie benötigt.

In der Abbildung ist der gesamte Wärmeverbrauch nach verschiedenen Sektoren in den Jahren 2013 und 2016 dargestellt. Analysiere die Grafiken genau und beantworte in Stichworten:

- ▶ Wofür wird Wärmeenergie in den verschiedenen Sektoren verbraucht? Nenne Beispiele.
- ▶ In welchen Sektoren ist der Wärmeverbrauch zwischen 2013 und 2016 zurückgegangen?
- ▶ In welchen Bereichen ist der Wärmeverbrauch gestiegen?
- ▶ Stelle Vermutungen über die Gründe für den Rückgang des Wärmeverbrauchs in den einzelnen Bereichen an.
- ▶ Entwickle ein schlüssiges Energiespar-konzept und Zukunftsvisionen für den gesamten Energiebedarf eines Einfamilienhauses.

MATERIAL WÄRMEVERBRAUCH UND ENERGIESPAREN



Neben der erwünschten Wärmewirkung entsteht bei Vorgängen mit zugeführter Energie auch oftmals **unerwünschte Verlustwärme** aus Reibung oder Abstrahlung. Bei der klassischen Beleuchtung mit Glühlampen werden 95 Prozent der eingesetzten elektrischen Energie in Verlustwärme umgewandelt. Im Verbrennungsmotor werden etwa 60 Prozent der chemischen Energie aus Kraftstoff in Verlustwärme umgewandelt. Im Heizkessel einer Hausheizung gehen allein bis zu 17 Prozent der erzeugten Wärme mit den Abgasen durch den Schornstein verloren. Durch ungedämmte Wände, Fenster oder Dächer kann ein Wärmeverlust von 20 bis 30 Prozent der Heizungswärme entstehen.

## HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN

## LÖSUNGSVORSCHLÄGE FÜR DAS EINSTIEGSGESPRÄCH

- ▶ Beispiele für Wärmequellen
  - Verbrennung, Explosion: Umsetzung chemischer Energie in Wärme
  - mechanische Reibung, z. B. an einem Seil, oder einer Luftpumpe, erhöht die innere Energie der Stoffteilchen
  - Wärmestrahlung von Rotlichtlampen oder der Sonne, Strahlungsenergie erhöht beim Auftreffen die innere Energie der Stoffteilchen
  - Wärme im Erdinneren wie Geysire, Vulkane, Thermalwasser
- ▶ Heizungssysteme:
  - Fernwärme
  - Heizen mit fossilen Brennstoffen
  - Elektroheizung: erzeugt durch den Stromdurchfluss Reibung der inneren Teilchen
  - Erdwärme: der Umgebung wird die innere Energie entzogen
  - Solarthermie: Wasser wird durch Strahlung erhitzt
- ▶ Überschüssige Wärme abführen durch:
  - Schwitzen, also Kälte durch Verdunstung
  - Ventilator, Lüfter: Verwirbeln der überhitzten Luftteilchen
  - Kühlwasser: Wärme an kälteres Medium übertragen
  - Kühlrippen, Kühlkörper: gut wärmeleitendes Metall gibt Hitze an die Umgebungsluft ab
- ▶ Wärmeübertragung:
  - Wärmeleitung: Wärme „fließt“ entlang eines Temperaturgefälles durch engen Kontakt zwischen dem wärmeren und dem kälteren Stoff
  - Konvektion: Bewegung und Durchmischung von Stoffen, weil wärmere Flüssigkeiten und Gase i. d. R. aufsteigen, Beispiel Heizkörper
  - Wärmestrahlung: Ein warmer Körper sendet Lichtstrahlen im nicht sichtbaren Infrarotbereich aus (Beispiel: überhitzte Herdplatte wird rotglühend, Feuer, Rotlichtlampe)
- ▶ Nutzen von Wärmeenergie:
  - Heizung im Haus
  - Warmwasserversorgung

- Kochen
- Erhitzen von Stoffen für Industrieprozesse (Schmelzen, Fügen, Schweißen)
- ▶ Nachteile von zu viel Wärme:
  - Verbrennung der Haut, Verbrennen von Materialien
  - Abwärme muss abgeführt werden (Kraftwerke, elektronische Geräte)
  - Hitzschlag beim Menschen
  - unerwünschte Veränderungen und Schmelzen von Materialien

## 1. INNERE ENERGIE, BROWNSCHE BEWEGUNG, ZUSTÄNDE

**Lösung:**  
Deine Vorher-nachher-Fotos vom Teebeutel zeigen in vereinfachter Form die **Brownsche Bewegung** der kleinsten Teilchen, benannt nach dem Versuch des Schotten Robert Brown im Jahr 1827. Die Fotos zeigen, dass sich die feinen Farbtelchen des Tees, ohne Einwirkung von außen, nach kurzer Zeit **gleichmäßig** im Wasserglas verteilen. Bei hoher Temperatur läuft der Vorgang deutlich **schneller** ab.

Damit kann indirekt über die sichtbare Ausbreitung der Farbtelchen im Wasser auf die nicht sichtbare Bewegung der kleinsten Teilchen des Wassers im Glas geschlossen werden. Die selbsttätige, immerwährende Bewegung der Wasserteilchen in der Flüssigkeit stößt die vielen größeren Farbtelchen ständig an und verteilt diese mit der Zeit gleichmäßig im Glas.

Die Bewegung **der kleinsten Teilchen** eines Stoffes findet bei allen Stoffen, egal ob flüssig, gasförmig oder fest, statt. Sie bestimmt die **innere Energie** eines Stoffes und wird als Wärme oder **Temperatur** eines Stoffes empfunden. Die innere Energie entspricht der **Wärmeenergie** des Stoffes. Die Bewegung der Teilchen ist **stärker**, je **wärmer** der Stoff ist. Nur am absoluten Nullpunkt der Temperatur bei  $-273^{\circ}\text{C}$ , das entspricht  $0^{\circ}\text{K}$ , bewegen sich die Teilchen überhaupt nicht mehr. Das heißt auch, dass Stoffe schon bei niedrigen Celsius-Temperaturen große innere Bewegungsenergie speichern.

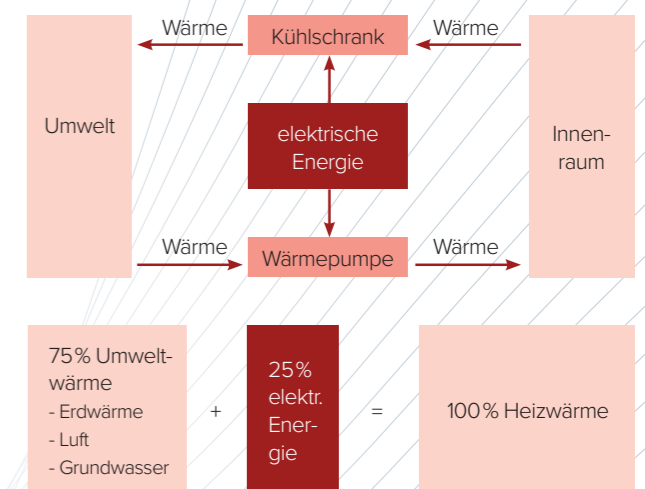
Im **Teilchenmodell** stellt man sich die kleinsten Teilchen eines Stoffes vereinfacht als kleine **Kugeln** vor. Bei einem Stoff im festen Zustand liegen die Kugeln geordnet aufeinander und ziehen sich gegenseitig an. Aufgrund der **inneren Energie** schwingen die Kugeln an ihrem Platz hin und her. Wenn der Feststoff durch **Zufuhr** von Wärmeenergie **aufgeheizt** wird, sind die Schwingbewegungen **stärker** und die Kugeln brauchen immer mehr Raum um sich herum. Schließlich können die **Anziehungskräfte** und die feste Ordnung überwunden werden. Der Feststoff ist **geschmolzen** und flüssig. Die Kugeln liegen ungeordnet nebeneinander und sind leicht verschiebbar. Wird die **Flüssigkeit** unter Wärmezufuhr weiter **erhitzt**, bewegen sich die Teilchen so schnell, dass sie losgelöst von den Nachbarpartikeln frei im Raum schwingen. Die Flüssigkeit ist **verdampft**, der Stoff ist ein **Gas**. Kühlt man das Gas wieder ab und entzieht ihm die innere Energie, zieht sich das Gas zusammen und die Teilchen lagern sich aneinander an. Dieser Vorgang heißt **Kondensation** und verursacht, dass sich Flüssigkeitstropfen bilden. Kühlt die Flüssigkeit immer weiter ab, **erstarrt** die Flüssigkeit und es bildet sich wieder ein Feststoff.

Lösungsvorschlag:

- ▶ Verdampfen:
  - Sieden, d. h. Wasser wird zu Wasserdampf, Benzin wird beim Tanken zu Benzindampf durch Erwärmung durch Umgebungsluft
  - Schwitzen, Schweiß verdunstet, Wärmezufuhr nötig, entzieht der Haut die benötigte Energie
- ▶ Erstarren:
  - Wasser wird zu Eis, Energie wird entzogen, Abkühlung des Wassers
  - Wachs wird hart, Wärme wird entzogen nach Löschen der Flamme
  - Lötzinn erstarrt, Wärme wird entzogen durch Luftkühlung
- ▶ Verflüssigen:
  - Eis wird zu Wasser durch Erhitzen, Wärmezufuhr
  - Wachs wird flüssig durch Wärmezufuhr einer Flamme
  - Stahl wird flüssig durch Erhitzen im Hochofen
  - Durch Erhitzen im Topf wird Zucker flüssig (Karamellisieren)
- ▶ Kondensieren:
  - Wasserdampf kondensiert als „Beschlagen“, Wärmeentzug am kalten Glas

## 2. ENERGIESPARTICK WÄRMEPUMPE

## 2.1 DIE IDEE HINTER KÜHLSCHRANK UND WÄRMEPUMPE



Lösungsvorschlag:

Der Kühlschrank transportiert Wärme aus seinem isolierten Innenraum nach außen und gibt die Wärme an die Umgebungsluft ab.

Die Wärmepumpe pumpt die in der Umwelt gespeicherte Wärmeenergie aus Luft, Erdreich oder Grundwasser in den Innenraum des Hauses. Sowohl Kühlschrank als auch Wärmepumpe transportieren die Wärme mithilfe von geringem Einsatz an elektrischer Energie gegen das natürliche Temperaturgefälle.

Die Wärmepumpe ist besonders energiesparend, weil sie 75 Prozent der notwendigen Heizungswärme aus der Umwelt holt. Um auf 100 Prozent Heizungswärme im Innenraum zu kommen, muss nur noch 25 Prozent elektrische Energie eingesetzt werden. Eine Gasheizung muss mehr als 100 Prozent der Heizwärme aus Brennstoff gewinnen, da man auch noch Wärmeverluste in der Heizungsanlage und in den Rohren hat.

2.2 TECHNISCHE BAUTEILE EINES KÜHLSCHRANKS

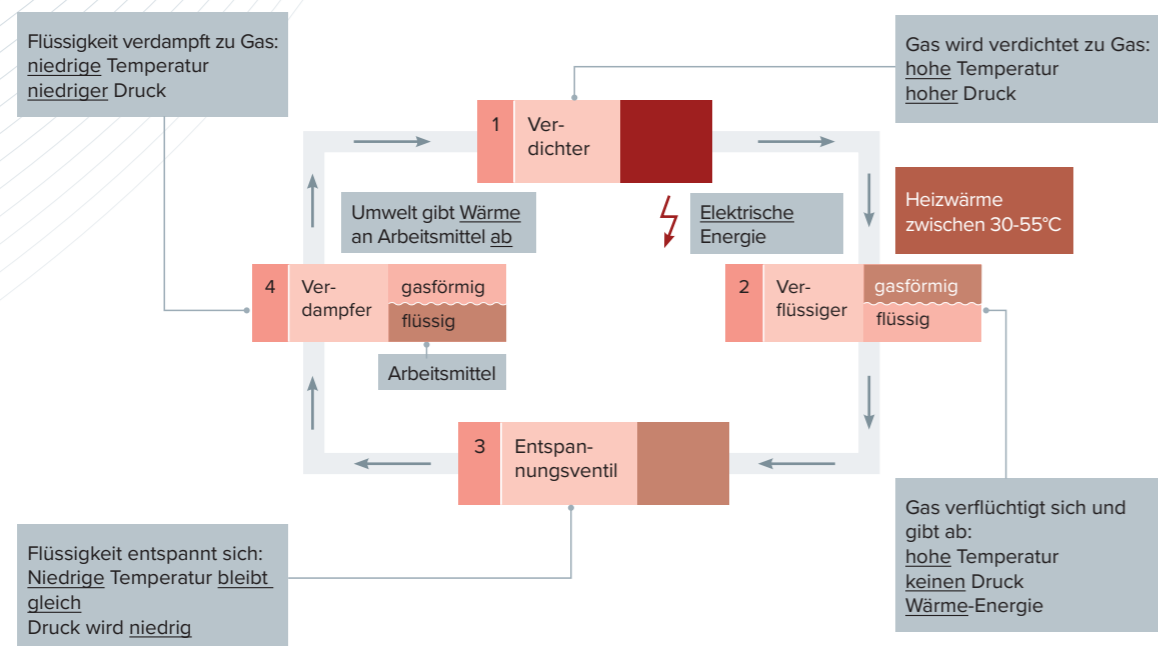
- A Das Kältemittel entzieht dem Innenraum Wärme und geht von flüssig zu gasförmig über.
- B Das sehr warme gasförmige Kältemittel gibt seine Wärme über die Kühlrippen an die Umgebung ab und wird dabei wieder flüssig.
- C Das gasförmige Kältemittel wird angesaugt, stark verdichtet und dadurch erwärmt.
- D Der Druck und die Temperatur des flüssigen Kältemittels werden durch ein enges Ventil stark abgesenkt und in den Innenraum des Kühlschranks geleitet.

Der Ablauf im Kältemittelkreislauf und die Vorgänge im Innern der Bauteile sind bei Kühlschrank und Wärmepumpe gleich. Nur die Orte von Verdampfer und Verflüssiger sind genau vertauscht. Die Wärmepumpe arbeitet wie ein „Kühlschrank für die Umgebung“.

Das Drosselventil beim Kühlschrank entspricht dem Entspannungsventil im Schema. In beiden Fällen wird der Druck des Kältemittels beim Durchlauf durch das Ventil gesenkt.

2.3 FUNKTIONSWEISE DER WÄRMEPUMPE

Lösungsvorschlag:



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN ZUR WÄRMEPUMPE

Die Luft-Wärmepumpe:

- ▶ Wärmequelle: Umgebungsluft mit hohen Schwankungen in Winter und Sommer zwischen -20°C und 35°C

- ▶ Vorteile:
  - Einfach nachträglich einzubauen
  - Luft wird von außen eingesaugt
- ▶ Nachteil:
  - Die Effizienz ist gerade im Winter, bei geringer Lufttemperatur, gering.

Die Erdreich-Wärmepumpe:

- ▶ Wärmequelle:
  - Tief- oder Flachkollektoren im Erdreich
  - Tiefbohrungen bis etwa 150 m Tiefe
  - Flachkollektoren werden als Rohre in etwa 1,50 m Tiefe auf einer Fläche von 350 qm zum Beheizen eines Einfamilienhauses in engem Abstand verlegt.
  - Die Wärme in dieser Tiefe beträgt nahezu konstant zwischen 7°C und 12°C.
- ▶ Vorteil:
  - Gleichbleibende Effizienz der Wärmepumpe durch konstante Wärmequelle
- ▶ Nachteile:
  - Großer baulicher Aufwand
  - Tiefbohrungen sind genehmigungspflichtig

Die Grundwasser-Wärmepumpe:

- ▶ Wärmequelle: Die Wärme des Grundwassers wird durch Tiefbohrungen genutzt.
- ▶ Vorteile:
  - Konstante Temperatur des Grundwassers
  - Hohe Effizienz der Wärmepumpe
- ▶ Nachteile:
  - Genehmigungspflichtig
  - Großer baulicher Aufwand

3. WÄRMEVERBRAUCH UND ENERGIESPAREN

Lösungsvorschlag:

Analyse

- ▶ Wärmeenergie für Raumwärme, Warmwasser, technische Prozesse wie z. B.
  - Industrie: Verformen und Bearbeiten von Werkstoffen, chemische Verfahren
  - GHD: Verformen, chemische Prozesse, Schweißen, Fügen, Verarbeiten
  - Haushalte: Kochen, Backen
- ▶ 1. Haushalte, 2. Industrie, 3. GHD, 4. Verkehr; die meiste Wärme verbrauchen die Haushalte!
- ▶ In Industrie und Haushalt ist der Wärmeverbrauch leicht gesunken
- ▶ Änderung bei der Industrie: 7,9 %, bei den Haushalten: 6,6 %
- ▶ Im Sektor GHD und Verkehr leichter Anstieg

Interpretation

- ▶ Höhere Wirkungsgrade bei Heizsystemen in Industrie und Haushalt
- ▶ Die Industrie investiert in energieeffiziente Anlagen
- ▶ Verbesserte Wärmedämmung
- ▶ Einsparung von Warmwasser durch Spararmaturen und Sparspülung
- ▶ Klimaerwärmung und mildere Winter, deshalb geringere Heizwärme

Möglichkeiten zum Einsparen von Wärmeenergie und Energie allgemein

- ▶ Da die Haushalte am meisten verbrauchen, ist dort das Einsparpotenzial bei Wärme am größten
- ▶ Hocheffiziente, moderne Heizungsanlagen einsetzen
- ▶ Heizungen mit fossilen Brennstoffen vermeiden, die große Abwärme im Abgas enthalten
- ▶ Wärmedämmung von Gebäuden
- ▶ Mehrfach verglaste Fenster
- ▶ Smart-Konzepte zur effizienten Steuerung der Heizung
- ▶ Warmwasser sparen
- ▶ Warmwasserrohre im Haus konsequent dämmen
- ▶ Beleuchtung konsequent durch sparsame LED-Konzepte ersetzen

Lösungsvorschlag Bonusaufgabe:

- ▶ Heizwärme aus erneuerbaren Energien einsetzen
- ▶ Warmwasser durch Solarheizung
- ▶ Wärme der Umwelt nutzen, statt fossile Brennstoffe zu verbrauchen
- ▶ Smarte Technologien auch von außerhalb einsetzen, um den Verbrauch sparsam und nach Bedarf zu regeln
- ▶ Moderne, hocheffiziente Heizungssysteme verwenden mit wenig Verlustwärme
- ▶ Rückgewinnung von Wärme aus der Abluft beim Lüften der Räume über Wärmetauscher
- ▶ Dämmung von Mauerwerk und Dach
- ▶ Mehrfach-Fensterverglasung
- ▶ LED-Beleuchtung und effiziente Haushaltsgeräte
- ▶ Strom aus Solarenergie von der eigenen Fassade / vom eigenen Dach nutzen

# Weitere Unterrichtsthemen

Bringen Sie Ihren Schüler/innen die Technik von morgen nahe. Alternative Antriebstechnik, mobile Kommunikation oder digitalisierte Produktion: Zu jedem Zukunftsfeld der Technik unseres Lebens und Arbeitens haben wir für Sie fertige Unterrichtseinheiten konzipiert, die wir auf [me-vermitteln.de](http://me-vermitteln.de) kostenfrei zum Download anbieten. Neben den fertigen Unterrichtseinheiten finden Sie dort außerdem eine Mediathek mit Videos zu den Ausbildungsberufen, Technik-Tests sowie ExperiMINTe – interaktive Simulationen – zum direkten Einsatz im Unterricht.

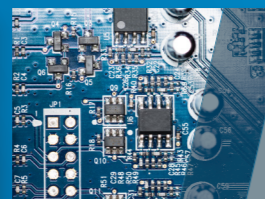
Besuchen Sie uns gerne auf  
[www.me-vermitteln.de](http://www.me-vermitteln.de)



Unterrichtsthema:  
„3-D-Druck / Additive  
Fertigungsverfahren“



Unterrichtsthema:  
„Brennstoffzelle“



Unterrichtsthema:  
„Schaltungstechnik“



Unterrichtsthema:  
„Mobile Kommunikation“



Unterrichtsthema:  
„Virtual Engineering“



Unterrichtsthema:  
„Fertigungsprozesse“



Unterrichtsthema:  
„Automatisierung“



Unterrichtsthema:  
„Mobilfunknetze  
LTE/5G“



Unterrichtsthema:  
„Elektromobilität“



Unterrichtsthema:  
„Energietechnik“



Unterrichtsthema:  
„Industrielle  
Revolutionen“

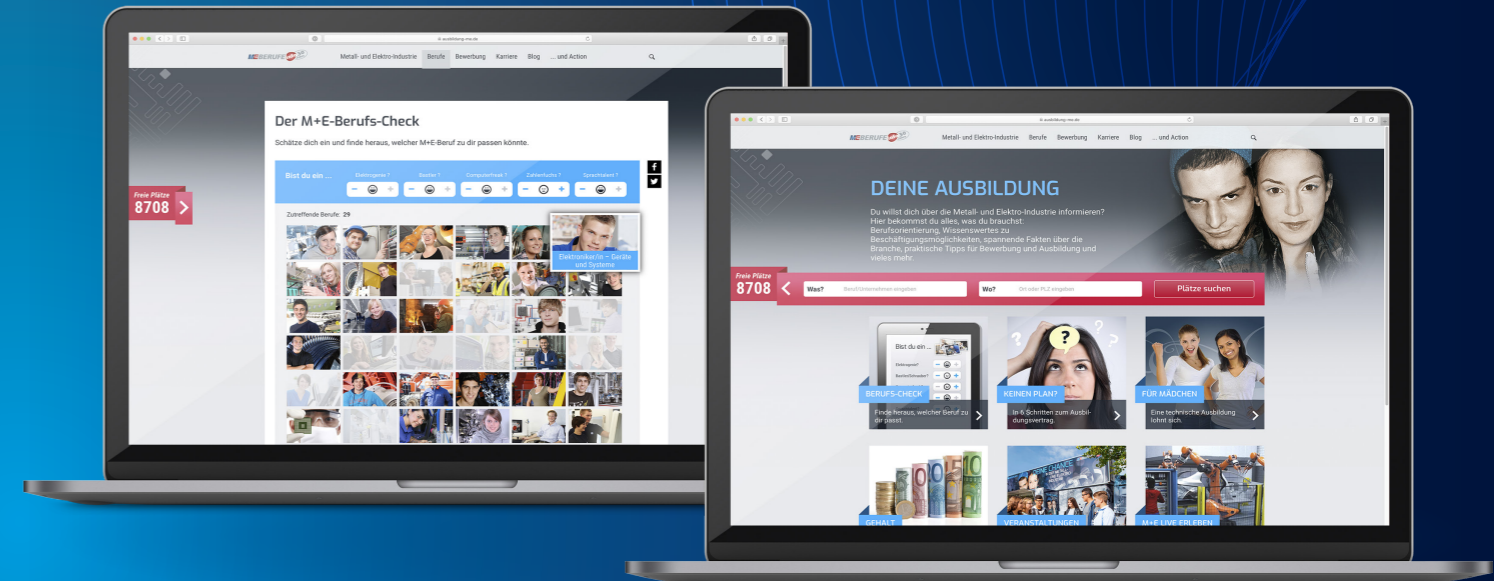


Unterrichtsthema:  
„Zukünftige  
Mobilitätskonzepte“



Unterrichtsthema:  
„Smart Machines und  
Smart Factories“

# Das Portal für Ihre Schüler



[ausbildung-me.de](http://ausbildung-me.de)

Für Ihre Schüler/innen gibt es ein eigenes Informationsportal. Dort finden sie

- über 8.000 freie Stellen in der Ausbildungsplatzbörse
- 40 Berufssteckbriefe
- Videos zu den Ausbildungsberufen
- Eignungstests