



LANDKREIS  
AICHACH-FRIEDBERG

**Energie erleben**  
**Klassen 9-10**  
**Informationen für Lehrer/-innen**



# Energie erleben

## Lehrerinfo

Die Kiste „Energie“ der Reihe Energiekisten im Rahmen des Projekts „Energie macht Schule“ soll den Schülerinnen und Schülern einen allgemeinen Einblick in das Thema Energie geben. Mit Informationsmaterial und Versuchen soll ein Gefühl für verschiedene Energieformen, die Wandlung von Energie, bis hin zur Energieerhaltung entstehen. Die Schülerinnen und Schüler sollen verstehen, dass Strom nicht einfach aus der Steckdose kommt und warum es wichtig ist, effizient mit Energie umzugehen.

Zur Kiste „Energie erleben“ gehört auch das Energiefahrrad, mit dem anschaulich und spielerisch die Stromerzeugung und -wandlung, aber auch Verluste und Leistung „erfahren“ werden können.

Außerdem beinhaltet die Kiste „Energie erleben“ auch die Materialien des mobilen Messgerätekoffers der „Aktion Klima! mobil“ mit umfangreichen Unterlagen zum Klimaschutz.

Wie alle Energiekisten ist auch die Kiste „Energie“ mit einem nach Klassen gestaffelten Informationsmaterial versehen. Sowohl die Komplexität der Informationen, als auch die zugehörigen Versuche sind diesen Lernstufen angepasst. Die Informationen sollen allgemein und fächerübergreifend beim Verstehen behilflich sein, sind aber auf den jeweiligen Bedarf bezogen. Sie ersetzen daher kein reguläres Unterrichtsmaterial.

Die Messgeräte sind nicht für jede Altersstufe geeignet, daher wird darauf verzichtet, die Funktionen in verschiedenen Schwierigkeitsstufen darzustellen. Wenn Grundschulkinder mit den Messgeräten arbeiten, sollte immer ein Lehrer oder ein Elternteil dabei sein.

Zu den Themen **Kohlenstoff und Klimawandel**, **Brennstoffe** sowie **Sonnenkraft, Wasserkraft** und **Windkraft** gibt es weitere Energiekisten, die Sie in der Medienzentrale ausleihen können.

Im Rahmen des Leader-Projekts „Energie macht Schule im Wittelsbacher Land“ wurde zusätzlich ein Energielehrpfad angelegt. Betreiber von Anlagen, in denen Strom und Wärme mit erneuerbaren Energien gewonnen werden, geben Schulklassen die Möglichkeit, die Anlagen zu besichtigen. Informieren Sie sich über das Angebot unter <https://ira-aic-fdb.de/landkreis/klimaschutz/projekte/energielehrpfad> und besuchen Sie mit Ihren Schülern die modernen Anlagen in einem anschaulichen Praxisunterricht.



LANDKREIS  
AICHACH-FRIEDBERG



## Inhalt Kiste „Energie erleben“

- 7 Strommessgeräte
- 11 Kühlzentralkühlthermometer
- 1 Lux-Meter
- 6 Thermo-/Hygrometer
- 1 Datenlogger
- 1 Infrarot-Thermometer
- 1 Außenthermometer
- 12 Flummis
- 9 Meterstäbe
- 1 Steckerleiste mit Schalter
- 1 Video-Kamera
- 1 Digitalkamera
- 1 Zeitschaltuhr
- 1 Wasser-Durchflussbegrenzer
- 1 Heizkörper-Entlüftungsschlüssel
- 1 Dichtband
- 1 Messbecher
- 1 Federwaage
- 1 Waage
- 1 Klimaschutzmappe

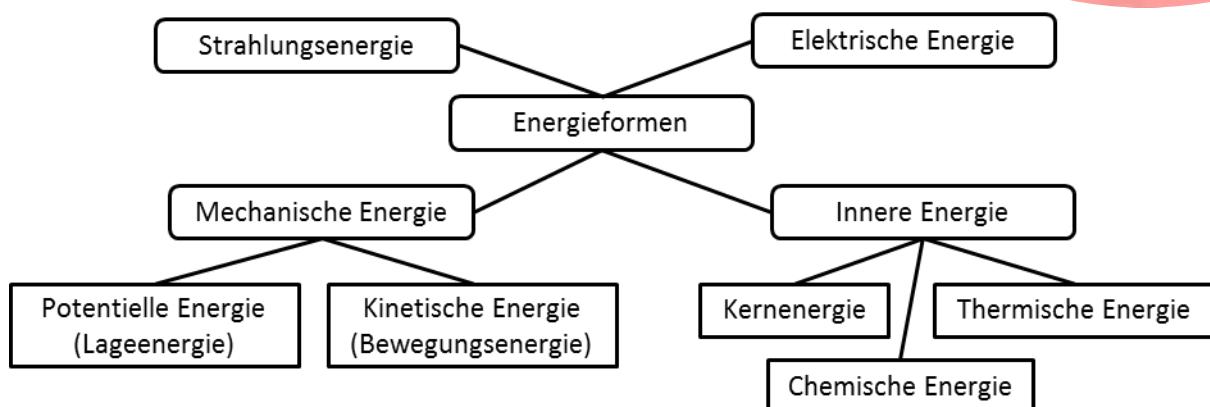
### Zusatz „Energiefahrrad“

- 1 Energiefahrrad
- 1 Schaltkasten mit 12V-Steckdosen
- 2 LED und 1 Glühbirne
- 1 Lampenfassung
- 1 Wasserkocher
- 1 tragbares Radio
- Smartphone-Ladegeräte (USB-Adapter + 3 Ladekabel)

# Energie erleben

## Was ist Energie

Energie kennen wir in unterschiedlichen Formen – Strom beispielsweise ist **elektrische Energie**. Ein Fahrradfahrer, der mit viel Schwung über einen Hügel fährt, nutzt die **mechanische Energie**, beim Lagerfeuer nutzen wir die **innere Energie**, um uns aufzuwärmen und im Sommer können wir dank **Strahlungsenergie** im See baden.



Wir können die verschiedenen Energieformen aber auch umwandeln. Die Fahrradlampe hat einen Dynamo, in dem aus der Bewegungsenergie des Reifens elektrische Energie gemacht wird. Viele haben auch batteriebetriebene Leuchten. Beim Aufladen hat die Batterie Strom als chemische Energie gespeichert und kann diese wiederum in Strom umwandeln und an die Birne abgeben. Diese macht aus der elektrischen Energie Licht - und Licht ist Strahlungsenergie.

Bei der Umwandlung von einer in eine andere Energieform entstehen immer auch weitere Energieformen, die wir eigentlich nicht nutzen. Diese nennen wir **Verluste**, obwohl die Energie in Wahrheit gar nicht verschwindet, sondern nur nicht nutzbar ist. Bei der Fahrradlampe entsteht neben dem Licht auch immer Wärme, die wir an der Stelle gar nicht nutzen, und die einfach in die Umwelt entweicht.

Auch wenn es den Anschein macht, Energie kann niemals verloren gehen. Sie besteht immer in irgendeiner Form weiter, auch wenn sie für uns erstmal nicht mehr nutzbar erscheint. Dies lehrt uns der Energieerhaltungssatz. Er lehrt uns aber auch, dass Energie nicht erzeugt werden kann – wir können nur vorhandene Energie umwandeln.

Mit mechanischer Energie wurdest Du schon als kleines Kind konfrontiert, denn dass etwas schwer ist, wenn man es aufhebt, Dinge herunterfallen können und es weh tut, wenn man zu schnell auf den Boden fällt, lernt jeder. Dies alles hat etwas mit der Lage- und Bewegungsenergie zu tun, fachlich ausgedrückt der potentiellen und kinetischen Energie.

Eine ganz bekannte Form der Energie ist Strom. Du hast jeden Tag damit zu tun, obwohl Du eigentlich gar keinen Strom brauchst. Du benutzt Strom, um damit Licht zu machen, Deine Eltern benützen Strom zum Kochen, auch der Fernseher wäre ohne Strom einfach nur ein dunkler Kasten. All diese Geräte können Strom in andere Energieformen umwandeln, in Licht zum Beispiel, oder in Wärme. Vielleicht benützen Deine Eltern Strom sogar zum Autofahren?



Aber wie entsteht Strom? Elektrischer Strom ist auch eine Form der Energie, die wir erst aus einer anderen Energieform gewinnen müssen. In ganz großen Kraftwerken können wir Strom aus Kohle, Gas oder Öl gewinnen. Das macht viel Dreck, und ist sehr schädlich für das Klima. Umweltfreundlicher sind die großen und kleinen Windräder, mit denen auch sehr viel Strom gewonnen wird. Vielleicht hast Du zu Hause eine Photovoltaikanlage auf dem Dach, mit dem Deine Familie ihren eigenen Strom produzieren kann? Bestimmt bist Du schon einmal vor einer großen Staumauer gestanden – auch hier wird Strom produziert, mit Wasserkraft.

Weiβt Du, wie Dein Zuhause im Winter geheizt wird? Öl, Gas oder Holz sind zum Beispiel Brennstoffe, in denen viel Energie steckt. Verbrennt man sie, bekommt man dabei Energie in Form von Wärme, und damit werden ganze Häuser beheizt. Wärmepumpen nutzen die im Boden oder in der Luft gespeicherte Wärme zum Heizen.

Jetzt kennst Du schon die wichtigsten Formen der Energie – fällt Dir vielleicht etwas ein, worin auch ganz viel Energie steckt?

Wenn Dich das Thema Energie interessiert, kannst Du auf der Internetseite [www.leiphysik.de](http://www.leiphysik.de) ganz viele verschiedene Informationen und hilfreiche Darstellungen abrufen.

## Messgeräte

### Stommessgerät für den Haushalt

Mit diesem Messgerät kann der Verbrauch verschiedener elektrischer Geräte in Betrieb und im Stand-by gemessen und direkt auf den Jahresverbrauch kalkuliert werden. Ebenso können Defekte an Geräten aufgespürt werden, oder es kann gemessen werden, ob ein Gerät auch im ausgeschalteten Zustand Strom zieht. Funktionen:

Das Stommessgerät kann viele verschiedene Werte messen und darstellen. Auch wenn es auf den ersten Blick verwirrend erscheint, es ist eigentlich sehr einfach.

Grundsätzlich unterscheidet das Messgerät die Zeiträume, welche Du über die Taste c (Uhr) wählen kannst:

„Aktuell“; „Messzeit“; „Prognose“ mit Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresprognose; „Min“ und „Max“



Abbildung 1

Innerhalb des gewählten Zeitraumes kannst Du die jeweils gemessenen Werte über die Taste b (Tacho) abrufen:

- **Aktuell:** Aktuelle Werte wie Leistung [W], Stromstärke [A], Spannung [V], Blindleistung [VAR], Scheinleistung [VA], Netzfrequenz [Hz] und der Leistungsfaktor [PF]
- **Messzeit:** Über den Zeitraum einer Messung erfasste Werte wie Stromverbrauch [kWh], CO<sub>2</sub>-Emissionen [kg CO<sub>2</sub>], Stromkosten [€], Zeit [ohne Einheit]
- **Prognose:** Das Gerät berechnet alle Werte der Messzeit als Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresprognose.
- **Min/Max:** Zusätzlich können die über den Messzeitraum entstandenen minimalen und maximalen Werte angezeigt werden, wie bei „Aktuell“ wird hier die Leistung, Stromstärke und Spannung angezeigt.

Zusätzlich gibt es die Taste a (€), mit welcher Du über einen kurzen Tastendruck zwischen 3 voreingestellten Tarifen wählen kannst oder über einen langen Tastendruck Deinen persönlichen Tarif eingeben kannst. Die Tasten + und – verwendest Du hierbei zum Einstellen.

Außerdem kannst Du den CO<sub>2</sub>-Faktor Deines Stromanbieters eingeben, indem Du die Taste b (Tacho) lange drückst. Voreingestellt ist der CO<sub>2</sub>-Faktor des deutschen Strommixes.

Das Gerät verfügt über die Möglichkeit, bis zu 10 Geräte hintereinander zu messen und anschließend gemeinsam auszuwerten. Wähle hierzu mit den + und – Tasten den Verbraucher aus, bzw. ändere diesen beim Wechseln der Geräte. Für die Auswahl des Verbrauchers hast Du Zeit, so lange die Anzeige blinks.

### Kühlschrankthermometer

Einer der größten Strom-Verbraucher im Haushalt ist der Kühlschrank. Gleichzeitig ist er jedoch auch eine der größten Einsparmöglichkeiten, denn oftmals werden die Temperaturen falsch eingestellt, die Nutzung nicht energiesparend durchgeführt oder auch alte und defekte Geräte verwendet.

Mit dem Kühlschrank-Thermometer kannst Du das Gerät prüfen.

Energiespartipps für Kühl- und Gefrierschrank

- Vermeide häufiges Öffnen und damit das Eindringen von Feuchtigkeit
- Stelle keine warmen Speisen in den Kühlschrank

- Sortiere den Inhalt, um die Öffnungszeit möglichst kurz zu halten



### Lux-Meter

Ein Lux-Meter misst die Beleuchtungsstärke. Es zeigt an, wie hell es an einer bestimmten Stelle, beispielsweise Deinem Schreibtisch, dem Esstisch oder im Klassenzimmer ist.

Genauso wie zu helle Räume, können auch zu dunkle Räume unbehaglich sein, und das ist oftmals ein persönlicher Eindruck. Diese Liste dient lediglich als Anhaltspunkt für die Einschätzung Deiner Beleuchtung aus technischer Sicht.

**Lux** ist eine physikalische Einheit mit der die Beleuchtungsstärke angegeben wird. Sie gibt an, welcher Lichtstrom in **Lumen** auf eine Flächeneinheit in Quadratmetern fällt.

Die physikalische Formel lautet  $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

**Abbildung 2**

### Beleuchtungsstandards im Haushalt

- |                 |                |                  |                |
|-----------------|----------------|------------------|----------------|
| • Wohnzimmer    | 70 – 200 Lux   | • Küche          | 300 – 750 Lux  |
| • Leseplatz     | 500 – 750 Lux  | • Arbeitsflächen | 750 – 1500 Lux |
| • Schlafzimmer  | 45 – 80 Lux    | • Flur           | 50 – 100 Lux   |
| • Arbeitszimmer | 500 – 1000 Lux | • Badezimmer     | 200 – 500 Lux  |
| • Esszimmer     | 200 – 500 Lux  | • Toilette       | 100 – 200 Lux  |

### Thermo-/Hygrometer bzw. Datenlogger

Das Thermo- Hygrometer ist ein Gerät zur Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in einem Raum.

Es gibt Werte über das Raumklima in Deinem Zuhause, welches neben der Behaglichkeit entscheidend zu Deiner Gesundheit sowie auch zum notwendigen Energieverbrauch beiträgt.

Prüfe, ob in Deinen Räumen ein gutes Raumklima herrscht, welche Auswirkungen regelmäßiges Stoßlüften hat, wie Du die Heizung regulieren solltest und welche Unterschiede zwischen Tag und Nacht in Deinem Zuhause auftreten.

Das Raumklima ist ein entscheidender Faktor für das Wohlbefinden der Bewohner, aber auch für Deine Gesundheit und die Haltbarkeit des Gebäudes. Daher solltest Du stets sowohl auf die Raumtemperatur als auch auf die Luftfeuchtigkeit achten.

Gerade die Luftfeuchtigkeit hat auf die Qualität des Raumklimas großen Einfluss, allgemein wird ein Wert zwischen 40 % und 65 % als behaglich bewertet.

Wie viel Feuchtigkeit die Luft aufnehmen kann, hängt von ihrer Temperatur ab und ist umso höher, je wärmer es im Raum ist. Feuchte ist in jedem Raum, in dem sich Personen aufhalten, sei es durch Menschen, Tiere und Pflanzen, durch das Kochen oder die Wassernutzung im Bad.

Die Gefahr der Kondenswasser-Bildung ist jedoch nicht nur von Luftfeuchtigkeit, sondern auch der Temperatur der Außenwand abhängig: je höher die Temperatur, desto niedriger ist die Luftfeuchtigkeit und somit die Kondenswasserbildung.



**Abbildung 3**

Es ist demnach weder eine Lösung, die Temperatur in Räumen möglichst niedrig zu halten noch diese möglichst hoch zu drehen.

Ein idealer Zustand ist eine mittlere Luftfeuchtigkeit, wenn Raum- und Wandtemperatur in einem behaglichen Bereich sind und einen möglichst geringen Unterschied zueinander haben.

Aus diesem Grund wird gerade im Winter intensiv auf das richtige Heizen und Lüften hingewiesen. Durch Heizen kann die Luft Feuchtigkeit aufnehmen, die sich im Raum befindet. Auch außenliegende Wände heizen sich ausreichend auf. Durch das sogenannte Stoßlüften wird die feuchte, warme Luft gegen trockenere, kalte Luft ausgetauscht, ohne dass die Wände auskühlen und sich dort Kondenswasser bilden kann.

Stoßlüften bedeutet 2- bis 3-mal täglich für 5 bis 10 Minuten intensiv zu lüften, am sinnvollsten über Eck. Vermeide gerade in der kalten Jahreszeit, Fenster längere Zeit zu kippen oder Räume auskühlen zu lassen.

### Infrarot-Thermometer

Ein Infrarot-Thermometer wird zur berührungslosen Messung von Oberflächentemperaturen verwendet. Damit können Wärmebrücken im Raum und Undichtigkeiten an Fenstern oder Kühlgeräten entdeckt, sowie die Dämmwirkung unterschiedlicher Materialien untersucht werden.

Was sind Wärmebrücken?

Die Außenhülle eines Gebäudes besteht aus unterschiedlichen Baustoffen. Je nach Material und Stärke haben die jeweiligen Bereiche unterschiedliche Dämmwirkung, bzw. Wärmeleitfähigkeit.

Einige Schwachstellen an Gebäuden sind sehr offensichtlich, beispielsweise an Fenstern. Es gibt jedoch auch versteckte Wärmebrücken, wie Lücken in der Dämmung oder Verankerungen in der Mauer für Balkone.

Neben dem Verlust von Wärmeenergie über diese Wärmebrücken stellen Sie auch eine Gefahr für die Entwicklung von Schimmelpilzen im Wohnbereich dar. Denn bei hoher Luftfeuchtigkeit bildet sich Kondenswasser am schnellsten dort, wo die Temperatur am niedrigsten ist. Am besten ist dieser Effekt zu erkennen, wenn nach einem heißen Bad die Fensterscheibe, als kälteste Fläche der Außenwand in diesem Raum, beschlägt.

Dieser Effekt kann dort, wo es unbemerkt bleibt, zu feuchten Wänden und langfristig zu Schimmelbildung führen. Schimmel ist nicht nur unansehnlich, sondern auch gesundheitsgefährdend. Deshalb sollte er unbedingt vermieden werden.



Abbildung 4

**!!! Vorsicht !!! Das Gerät hat einen sehr starken Laser, der auf keinen Fall in das Auge von Mensch oder Tier gebracht werden darf. Miss keine Körpertemperaturen mit diesem Gerät und halte es von kleinen Kindern fern.**

## Außenthermometer

Das Außenthermometer ist ein analoges Messgerät für die Temperaturmessung im Raum oder außerhalb.

**!!! Vorsicht !!! Das Thermometer muss sehr vorsichtig behandelt werden, da das Quecksilber in der Glasmöhre gesundheitsschädlich ist. Das Thermometer darf auf keinen Fall zerbrechen. Sollte doch etwas passieren, informiert Eure Lehrer und Mitschüler und verlasst so schnell es geht den Raum.**

### Weitere Inhalte für Versuchsaufbauten:

Messbecher; Wasserhahn-Strahlregler; Dichtband; Waage; Meterstäbe; Federwaage; Zeitschaltuhr; Steckdosenleiste

Zur Dokumentation der Versuche sind eine Digitalkamera sowie ein Minicamcorder verfügbar.



Abbildung 5

## Stommessgerät Versuch 1

*Du brauchst aus der Kiste: Stommessgerät (7 Stück vorhanden); Broschüre Haushaltsgeräte.*

Für diesen Versuch nimmst Du ein Stommessgerät mit nach Hause und misst dort verschiedene Geräte, zum Beispiel den Kühlschrank, den Fernseher oder die Waschmaschine, wenn sie angeschaltet sind. Notiere auch die Leistungsangabe auf dem Typenschild des Geräts.

*Anleitung:*

Stecke das Stommessgerät in die Steckdose, schließe das gewünschte Gerät an und schalte es ein.

Warte den zu messenden Zeitraum ab (Nutzungsdauer bzw. bei Kühlschrank oder Standby 3 Std.).

Schalte das Gerät aus und entferne das Messgerät.

Drücke die Taste c (Uhr) so oft bis im Display „Messzeit“ erscheint.

Drücke die Taste b (Tacho) so oft bis im Display eine Zahl und „kWh“ erscheint -> notiere diese Zahl.

Drücke die Taste b weiter, bis eine Uhrzeit ohne Einheit erscheint -> das ist der gemessene Zeitraum.

Trage die Werte in das Messprotokoll ein. <sup>1</sup> Hersteller-Angabe auf dem Gerät, meist Maximal-Leistung; <sup>2</sup> Berechnung: (Verbrauch x 1000) / Messdauer).

Wenn Du den Stand-by-Verbrauch eines Gerätes messen willst, gehe genauso vor, nur ohne Ein- und Ausschalten des Geräts. Auch mit der Zeitschaltuhr kannst Du Versuche durchführen.

Das Gerät zeigt auch ohne Strom bis zu 30 Minuten alle Werte an.

- Welches Gerät benötigt am meisten Strom?
- Stimmt die Angabe auf dem Typenschild?
- Vergleiche die Daten mit Deinen Mitschülern, und schaue im Internet und der Broschüre ob die gemessenen Geräte energieeffizient sind.

## Stommessgerät Versuch 2

*Du brauchst aus der Kiste: Stommessgerät (7 Stück vorhanden); Steckdosenleiste.*

Suche im Schulgebäude ein Gerät mit Stecker, um den Stromverbrauch zu messen. Notiere die verschiedenen Daten, die das Gerät anzeigt und vergleiche die Messwerte mit Deinen Mitschülern. Suche auf dem Gerät das Typenschild und notiere die darauf angegebene Leistung.

- Welches Gerät benötigt am meisten Strom?
- Wenn das Gerät einen Aus-Schalter besitzt, benötigt es auch ausgeschaltet noch Strom?
- Ist die angegebene Leistung des Geräts Deiner Messung nach korrekt?
- Ist das Gerät dem aktuellen Stand entsprechend?

## Stromverbrauch-Versuch

Für diesen Versuch brauchst Du kein Messgerät, nur Deine Ohren. Frage Deine Eltern anhand des Protokolls nach Eurem Energiebedarf im Haushalt pro Jahr. Du kannst dann mit Deinen Mitschülern vergleichen, wie energiesparend Euer zu Hause ist, oder wo Ihr noch Strom sparen könnt.

Prüfe, ob Ihr energiesparende Geräte im Haushalt habt und wie lange es dauern würde, bis sich eine Neuanschaffung allein der Stromeinsparung nach rechnen könnte.

## Protokoll Strommessgerät

## Versuch Kühlschrankthermometer

*Du brauchst aus der Kiste:* Kühlschrankthermometer.

*Du brauchst zusätzlich:* Einen Kühlschrank - dieser Versuch funktioniert am besten zu Hause.

Lege das Thermometer entweder in den Kühlschrank oder in den Gefrierschrank bzw. die Gefrierschublade.

Ein Kühlschrank ist unten am kältesten und oben wärmer, das Thermometer nach Möglichkeit auf mittlerer Höhe einlegen.

Um ein korrektes Messergebnis zu erhalten, lasse das Thermometer mindestens eine halbe Stunde im geschlossenen Kühlschrank.

Lies mehrfach über einen längeren Zeitraum ab.

Beachte auch, dass bei jedem Öffnen des Kühlschranks ein Luftaustausch stattfindet, die Messung hängt also auch davon ab, wie oft er geöffnet wird. Nutze den Kühlschrank daher wie gewohnt, um den realistischen Energieverbrauch zu erhalten.

Im normalen Kühlbereich werden 7 °C empfohlen, spezielle Fächer für Gemüse und andere gesondert gelagerte Lebensmittel können kälter sein. Für Gefrierschränke gelten -18 °C als Empfehlung. Stelle die Geräte nicht zu kalt ein, es ist für die Lebensmittelaufbewahrung nicht nötig und kostet unnötige Energie.

<sup>1</sup> Soll-Temperatur: Die eingestellte Temperatur am Kühlschrank.

<sup>2</sup> Differenz: Abweichung zwischen Soll-Temperatur und gemessener Temperatur

## Protokoll Kühlschrank-Thermometer

## Luxmeter Versuch

*Du brauchst aus der Kiste:* Luxmeter.

Messe die unterschiedliche Beleuchtung im Schulgebäude. Beispielsweise auf deinem Pult, am Fenster, an der Wand, im Gang, in der Toilette und in der Aula. Trage die Werte in die Tabelle ein.

*Anleitung:*

Schalte das Gerät ein

Messe in einem Raum an mehreren Stellen, in etwa 85cm Höhe

Halte den Sensor immer in einem rechten Winkel zur Lichtquelle

Lies den Messwert vom Display ab

Um die Max-Funktion zu aktivieren, drücke kurz die Max-Taste, ebenso um dies rückgängig zu machen

Notiere die Werte, den Ort und den Raum auf dem Protokoll

Was kannst Du feststellen?

Vergleiche die gemessenen Werte mit den Angaben aus folgender Tabelle:



**Abbildung 2**

Wohnzimmer	70 – 200 Lux	Küche	300 – 750 Lux
Leseplatz	500 – 750 Lux	Arbeitsflächen	750 – 1500 Lux
Schlafzimmer	45 – 80 Lux	Flur	50 – 100 Lux
Arbeitszimmer	500 – 1000 Lux	Badezimmer	200 – 500 Lux
Esszimmer	200 – 500 Lux	Toilette	100 – 200 Lux

## Luxmeter Versuch II

*Du brauchst aus der Kiste:* Luxmeter, Protokoll Luxmeter von der Aktion Klima! Mobil

Führe den Versuch nach Angaben auf dem Protokoll durch. Das Protokoll findest Du als Kopierversion auf CD sowie eingeschweißt in der Kiste.

## Protokoll Luxmeter

## Versuch Thermo- Hygrometer I

*Du brauchst aus der Kiste: Ein Thermo-Hygrometer (7 Vorhanden).*

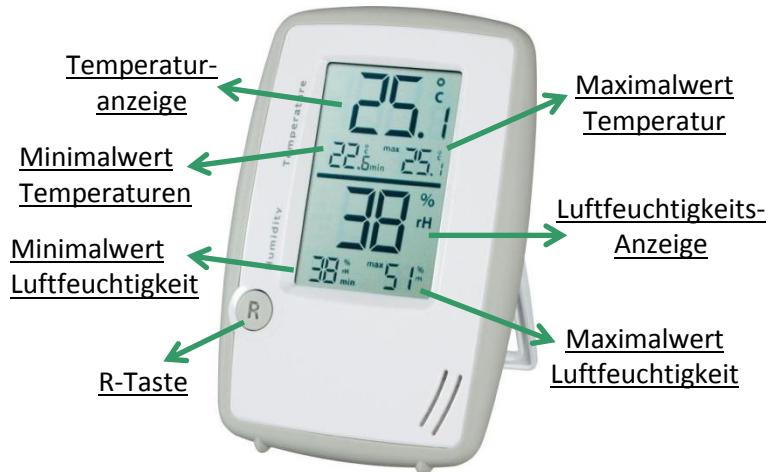
*Anleitung:*

Damit alle Daten gelöscht sind, drücke die R-Taste

Stelle die Geräte zusammen mit Deinen Mitschülern gut verteilt im Klassenzimmer auf. Am Fenster, auf dem Boden, möglichst weit oben und an der Wand.

Beobachte, wie sich die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit entwickeln, was passiert zum Beispiel in der Pause, wenn alle draußen sind? Was passiert wenn Ihr die Fenster aufmacht zum Stoßlüften?

Notiert den Verlauf, und auch welche minimalen und maximalen Werte angezeigt werden.



**Abbildung 3**

## Versuch Thermo- Hygrometer II

Nimm eines der Geräte mit nach Hause

Damit alle Daten gelöscht sind, drücke die R-Taste

Stelle das Gerät in einem Zimmer Deiner Wahl auf – vielleicht darfst Du es ja im Wohnzimmer hinstellen?

Beobachte, wie sich die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit entwickeln, was zeigt das Gerät abends an, was in der Früh nach dem Aufstehen?

Notiere den Verlauf und auch welche minimalen und maximalen Werte angezeigt werden.

Die beiden Versuche können auf Wunsch auch mit dem Datenlogger durchgeführt und am Computer ausgewertet werden.

## Protokoll Thermo- Hygrometer

## Versuch Infrarotthermometer

*Du brauchst aus der Kiste:* Infrarotthermometer; evtl. Dichtungsband.

*Anleitung:*

Schalte das Gerät ein

Kontrolliere, ob die Einstellung auf Celsius °C ist

Suche markante Messpunkte aus, z.B. Fensterrahmen, Wand oberhalb des Fensters, Außenwände oder rund um Türen.

Halte den Sensor immer in einem rechten Winkel zur Oberfläche.

Lies den Messwert vom Display ab.

Übertrage die gemessenen Werte in das Messprotokoll.

<sup>1</sup> Der Messpunkt ist z.B. "Außenwand" oder "Fensterscheibe".

<sup>2</sup> Die Differenz errechnet sich aus Raumtemperatur minus gemessene Temperatur.



Um die Max-Funktion zu aktivieren, drücke kurz die Max-Taste, ebenso um dies rückgängig zu machen.

**Abbildung 4**

Du hast ein Fenster entdeckt, dessen Rahmen an manchen Stellen kälter ist als an anderen? Dann wurde möglicherweise ein undichtes Fenster entdeckt. Probiere aus, ob sich das Fenster mit dem Dichtband aus der Kiste abdichten lässt.

**!!! Vorsicht !!! Das Infrarotthermometer hat einen sehr starken Laser, der auf keinen Fall in das Auge von Mensch oder Tier gebracht werden darf. Miss keine Körpertemperaturen mit diesem Gerät, und halte es von kleinen Kindern fern.**

## Versuch Außenthermometer

*Du brauchst aus der Kiste:* Außenthermometer

Notiere die angezeigte Temperatur im Raum, lege dann das Thermometer auf die Fensterbank außen, warte mehrere Minuten ab und notiere dann die Außentemperatur.

- Was kannst Du feststellen?
- Wie groß ist der Temperaturunterschied?
- Warum ist das so?

**!!! Vorsicht !!! Das Thermometer muss sehr vorsichtig behandelt werden, da das Quecksilber in der Glaskugel gesundheitsschädlich ist. Das Thermometer darf auf keinen Fall zerbrechen. Sollte doch etwas passieren, informiert Eure Lehrer und Mitschüler, und verlasst so schnell es geht den Raum.**



**Abbildung 5**

## Protokoll Infrarot-Thermometer

## Flummiversuch

Du brauchst aus der Kiste: 1 Flummi, Waage, Meterstab

Der Versuch funktioniert am besten mit drei Schülern: Einer hält den ausgeklappten Meterstab, ein zweiter lässt den Flummi fallen, der dritte versucht, möglichst exakt abzulesen. Lasst den Flummi drei Mal fallen, von jeweils unterschiedlicher Höhe, und beobachtet, wie hoch er nach dem zweiten Aufprall auf den Boden wieder springt.

- a) Kannst Du mit eigenen Worten erklären, warum der Flummi wieder zurück springt?
- b) Weißt Du, welche Energieformen bei diesem Versuch vorkommen?
- c) Und weißt Du, warum der Flummi nicht wieder genauso hoch springt wie vorher?
- Miss die Höhe, die der Flummi nach dem ersten Aufprall zurück springt
- d) Warum springt der Flummi nicht genau so hoch wie vorher?
- e) Warum springt der Ball höher, wenn Du ihn nicht fallen lässt, sondern mit Kraft auf den Boden wirfst?

## Berechnung Flummiversuch

- Wiege den Flummi mit der Küchenwaage
- f) Welche potentielle Energie (Lageenergie) hat der Flummi gegenüber dem Boden wenn Du ihn in einem Meter Höhe festhältst?

$$\text{Potentielle Energie} = \text{Masse} [\text{kg}] \times \text{Erdbeschleunigung} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \times \text{Höhe} [\text{m}]; E_{\text{pot}} = m \times g \times h$$

Masse: Flummigewicht in kg; Erdbeschleunigung: 9,81 m/s<sup>2</sup>; Höhe habt Ihr gemessen.

$$\text{Hinweis: } [\text{kg}] \times \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \times [\text{m}] = \left[ \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] = [\text{J}]; \text{J} = \text{Joule} - \text{die Einheit für Energie}$$

- g) Angenommen wir haben keine Reibungsverluste, welche kinetische Energie hat der Flummi kurz vor dem Aufprall (Denke an den Energieerhaltungssatz)?

$$\text{Kinetische Energie} = \text{halbe Masse} [\text{kg}] \times \text{Geschwindigkeit}^2 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]; E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \times v^2$$

Kannst Du daraus ableiten welche Geschwindigkeit der Ball zu diesem Zeitpunkt besitzt?

- h) Kannst du aus dieser Rechnung eine Schlussfolgerung ziehen, welche Faktoren einen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben?

Berechne zur Hilfe einen 3 kg schweren Flummi der aus 1 m und Höhe fällt, danach lasse beide Flummis aus 3 m Höhe fallen.

- i) Welche potentielle Energie hat der Flummi nach dem Rückprall maximal? Berechne mit der Höhe, die der Flummi nach dem ersten Aufprall erreicht hat.

### Antwort Flummiversuch

- a) Der Flummi ist weich, und deshalb wird er beim Aufprall zusammengedrückt. Weil er aber auch elastisch ist, geht er auch ganz schnell wieder auseinander. Deshalb kann er wieder nach oben springen.
- b) Wenn Du den Ball in der Hand hältst, besitzt er eine sogenannte **potentielle Energie**, auch **Lageenergie** genannt, die sich aus seinem Gewicht, der Höhe zum Boden, sowie der Erdanziehungskraft ergibt. Lässt Du ihn fallen, wandelt sich die Lageenergie in **kinetische** bzw. **Bewegungsenergie**. Beim Aufprall auf den Boden wird die Bewegungsenergie in **mechanische Energie** gewandelt, dabei verformt sich der Ball. Da er aus einem elastischen Material ist, lässt er sich leicht verformen, möchte aber sofort zurück in seine ursprüngliche Form. Die mechanische Energie, die nun im verformten Flummi steckt, wird zurück in kinetische Energie gewandelt und befördert den Ball wieder nach oben, wo er beim Auffangen wieder eine höhere potentielle Energie besitzt. Beim Aufprall des Balles auf den Boden geht auch ein Teil der Bewegungsenergie als mechanische Energie durch den Ball auf den Boden über, je nachdem wie gut der Boden sich verformen lässt. Deshalb springt ein Flummi auf hartem Untergrund besser als auf weichem.
- c) Die Energie, die in den Boden übergeht, kann der Ball nicht mehr zum Zurückspringen nutzen – sie ist für uns also „verloren“. Bei der Verformung, aber auch bei der Reibung am Boden, entsteht zusätzlich Wärme, also **thermische Energie**, die an den Boden und die Luft abgegeben wird. Das ist auch eine für unsere Zwecke verlorene Energie. Ein guter Flummi hat aber nur sehr geringe Verluste, deshalb springt er auch so hoch.
- d) Aufgrund der Verluste kann der Flummi nicht wieder genau so viel kinetische Energie besitzen, wie vor dem Fall, demnach nicht mehr dieselbe Höhe erreichen.
- e) Der Ball springt mit zusätzlicher Kraft höher als die Ausgangslage, weil Muskelkraft in Bewegungsenergie umgewandelt wurde, und deshalb die kinetische Energie des Balles größer wird als die potentielle Energie vorher war.

### Ergebnis Berechnung Flummiversuch

- f) Potentielle Energie: Angenommen der Flummi wiegt ca. 32g

$$E_{\text{pot}} = 0,032 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1 \text{ m} = 0,2943 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 0,2943 \text{ J};$$

Sollte das Gewicht abweichen, so sind alle Ergebnisse zwischen 0,1 J und 1 J als annähernd richtig anzusehen. Abweichende Ergebnisse musst Du nachrechnen.

- g) Kinetische Energie

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} 0,032 \text{ kg} \times v^2 = 0,2943 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 0,2943 \text{ J}; \quad v = \sqrt{\frac{0,2943 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\frac{1}{2} 0,032 \text{ kg}}} = 4,289 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Da die potentielle Energie (abgesehen von Reibungsverlusten) vollständig in kinetische Energie umgewandelt wird, kannst Du sie gleichsetzen. Wenn Du die Formel umstellst, kannst Du die Geschwindigkeit (v) ausrechnen.

- h) Einflussfaktoren: Du wirst feststellen, dass ausschließlich die Höhe, aber nicht das Gewicht dafür verantwortlich ist, mit welcher Geschwindigkeit ein Gegenstand fällt.
- i) Potentielle Energie 2: Angenommen der Flummi hüpfte ca. 70 cm hoch (abhängig vom Boden).

$$E_{\text{pot}} = 0,032 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,7 \text{ m} = 0,2197 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 0,2197 \text{ J};$$

## Wassersparen

*Du brauchst aus der Kiste: Messbecher mit Messskalen*

Wasser ist ein kostbares Gut, und warmes Wasser ist auch noch mit viel Energieaufwand verbunden. Es ist deshalb sinnvoll, mit Wasser sparsam umzugehen, vor allem mit warmem Wasser. Mit diesem Versuch kannst Du messen, ob ein Wasserhahn zu viel Wasser durchlässt, und deshalb beim Händewaschen oder Abspülen mehr Wasser verloren geht als notwendig.

Zur Messung der Wasserdurchflussmenge bei Waschbecken und Duschen dient der speziell skalierte Messbecher aus dem Aktion Klima! mobil.

Auf dem Messbecher sind zwei Messskalen zu finden. Mit Hilfe der ersten Skala wird nach einer Messdauer von zehn Sekunden die Wasserdurchflussmenge direkt abgelesen. Für die Messung wird der Wasserhahn normal geöffnet und dann die Öffnung des Messbechers für zehn Sekunden in den Wasserstrahl gehalten.

Mit der auf Milliliter geeichten Skala kann ein anderes Zeitintervall gewählt werden.

Im Koffer gibt es einen aufschraubbaren Durchflussmengen-Begrenzer. Wenn dieser auf den gemessenen Wasserhahn passt, probiere aus, wie sich der Wasserverbrauch ändert.

## Protokoll Wassersparen

## Kraft-Versuch

Eng verbunden mit der mechanischen Energie sind immer die Einheiten Gewicht, Zeit und Weg. Wenn ein Gegenstand hochgehoben wird, erhöht sich seine potentielle Energie. Diese berechnet sich aus dem Gewicht [kg], der Höhe [m] und der Erdbeschleunigung [ $m/s^2$ ]. Das Ergebnis wird in Joule bzw.  $kg \cdot m/s^2$  angegeben. Auch die kinetische Energie ist über die Masse und die Geschwindigkeit, die sich aus Weg und Zeit ergibt, definiert.

Mit der Federwaage kannst Du spielerisch ausprobieren was Gewicht bedeutet. Hängst Du einen Gegenstand dran, wiegst ihn, erfährst Du dessen Gewicht in Kilogramm. Du kannst aber auch einmal ausprobieren was passiert wenn Du die Waage an einer stabilen Stelle anhängst, z.B. Türgriff an der Tür-Innenseite (Vorsicht bitte, es sollte wirklich halten!), und kräftig daran ziehst. Damit kannst Du erfahren, welche Kräfte wirken, wenn ein Gegenstand steht, bzw. bewegt werden muss.

## Energiesparversuch

Nenne je 3 Möglichkeiten Energie zu sparen:

Strom sparen

Heizenergie sparen

Kraftstoff sparen

Material sparen

## Wasserrakete

Du brauchst aus der Kiste: Wasserrakete

Du brauchst zusätzlich: Wasser, freien Himmel

Baue die Wasserrakete laut bebildeter Anleitung zusammen, fülle sie teilweise mit Wasser und platziere sie in der Abschussrampe. Nun kannst Du mit Muskelkraft über die Pumpe den Druck in der Flasche erhöhen. Wenn die Flugbahn frei ist, kannst Du an der Schnur ziehen und die Rakete steigen lassen.

**Vorsicht! Dieser Versuch ist nicht zu unterschätzen. Die Rakete fliegt mit viel Kraft aus der Abschussstation. Achte darauf, dass niemand verletzt wird, und dass alles nach Anleitung aufgebaut und gesichert ist.**

## Energiefahrrad

Das Energiefahrrad besteht aus einem Hometrainer, dessen Bewegungsenergie der Schwungscheibe über einen Generator in elektrische Energie gewandelt wird. Ein Kabel verbindet das Fahrrad mit der Schaltbox, welche neben einem Volt- und einem Ampermeter 3 12 V-Steckdosen sowie eine E27-Fassung beinhaltet, die jeweils über einen eigenen Schalter aktiviert werden können. Außerdem befinden sich ein 4mm Anschlusspaar für weitere Messgeräte in der Box.

Zubehör für die verschiedenen Versuche sind ein 12 V-Wasserkocher mit Thermometer, ein CD-Kassetten-Radio, eine E27-Klemmfassung sowie 12 V-Glühlampen und 12 V-LED Birnen. Außerdem stehen ein USB-Adapter sowie diverse USB-Ladekabel für Smartphones zur Verfügung.

**Bitte beachten, dass das Fahrrad eine gewisse Körpergröße voraussetzt. Kinder müssen auf dem Sitz sitzen, da ansonsten erhöhte Unfallgefahr besteht.**

### Zubehör „Energiefahrrad“

- Energiefahrrad
- Schaltkasten mit 12V-Steckdosen
- LED und Glühbirnen
- Lampenfassungen
- Wasserkocher
- Tragbares Radio
- Smartphone-Ladegeräte (USB-Adapter + 3 Ladekabel)

### Vergleich LED und Glühbirne

Stecke die zusätzliche Lampenfassung in die Steckdose der Schaltbox. Schraube in die Fassung in der Schaltbox eine Glühbirne ein und in die zusätzliche Lampenfassung eine LED-Leuchte. Schließe den Stecker der Schaltbox am Fahrrad an.

Achte darauf, dass alle Schalter auf 0 stehen. Ein Schüler setzt sich auf das Fahrrad und beginnt zu treten, ein anderer Schüler schaltet zuerst den Schalter der LED-Lampe für einige Zeit ein, dann den Schalter der Glühbirne. Der jeweils andere Schalter ist in dieser Zeit ausgeschaltet, so dass immer nur ein Schalter an ist.

- Was spürst Du beim Strampeln auf dem Fahrrad bei den beiden Lampen? Ist da ein Unterschied?

### Erhitze 200ml Wasser um 10° C

- Wer ist ein richtiger Ausdauersportler? Fülle den Wasserkocher mit 200 ml Wasser, stelle ihn in die Halterung und lege den Temperaturfühler des Thermometers in das Wasser. Achte darauf, dass nur der Schalter eingeschaltet ist, an dem der Wasserkocher angeschlossen ist. Und nun heißt es strampeln, strampeln strampeln! Wie lange brauchst Du, bis die Temperatur um 10° C angestiegen ist? Schafft Ihr es in Gemeinschaftsarbeit, das Wasser zum Kochen zu bringen?

### Höre Dir eine Kassette an

- Nicht nur Kraft und Ausdauer, sondern auch Feingefühl brauchst Du, um die altägyptischen Tonbänder anzuhören. Ein Ton kommt schnell heraus, aber schaffst Du es über eine längere Zeit so zu strampeln, dass ein gleichmäßiger Beat erschallt?

### Lade Deinen Smartphone-Akku auf

Finde das passende Ladekabel zu Deinem Smartphone, und verbinde es mit dem Fahrrad. Am besten öffnest Du das Akku-Menü, um den aktuellen Ladestand genau zu sehen. Nun kannst Du strampeln und sehen wie viel Energie es benötigt, um Deinen Akku nur wenige Prozent zu laden. Lade den Akku 5 % auf und stoppe mit, wie lange Du dafür benötigst. Wie stark Du strampeln musst kannst Du Dir vorher ausrechnen, denn die benötigte Leistung wird durch maximale Spannung und Stromstärke der Ladeadapter begrenzt. Der Ladeadapter liefert maximal eine Spannung von 5 V und einen Ladestrom von 2 A.

Leistung [W] = Spannung [V]  $\times$  Stromstärke [A]

Wenn Du durchgehend mit mindestens der benötigten Leistung gestrampelt hast, sollte die Zeit mit der berechneten übereinstimmen. Tut sie das? Die Kapazität des Akkus kannst Du auf dem Akku selbst ablesen.

$$\text{Ladezeit} = \frac{\text{Kapazität des Akkus [mAh]}}{\text{Ladestrom [mA]}} \times 1,3$$

**Kapazität** ist die Ladungsmenge, die ein Akku speichern kann. Sie wird in Amperestunden [Ah] bzw. Milliamperestunden [mAh] angegeben.

**Ladestrom** bezeichnet den Strom, mit dem der Akku geladen wird. Dieser berechnet sich aus der elektrischen Leistung im Verhältnis zur elektrischen Spannung.

Der Faktor 1,3 wird genutzt, um die Verluste durch die Arbeit, die beim Ladevorgang durch den Akku verrichtet wird, einzuberechnen.

- Berechne, wie lange Du benötigst, den Akku vollständig zu laden,
- Kannst Du durch sehr starkes Strampeln diese Zeit verkürzen?

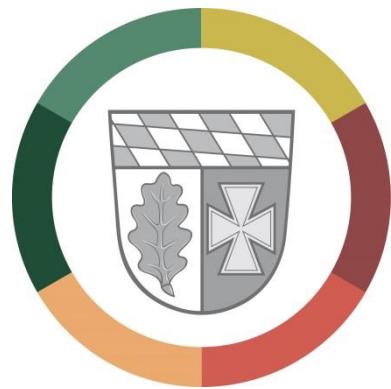
Abbildungsverzeichnis

Nr.	Bezeichnung	Quelle
1	Strommessgerät	<a href="http://www.techome.de/media/images/tec0105800_elv-energy-master-profi-2-energiekosten-messgeraet-arr-bausatz_2-original.jpg">http://www.techome.de/media/images/tec0105800_elv-energy-master-profi-2-energiekosten-messgeraet-arr-bausatz_2-original.jpg</a>
2	Lux-Meter	<a href="https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/de/123206_BB_00_FB/image.jpg?x=150&amp;y=150&amp;ex=150&amp;ey=150&amp;align=center">https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/de/123206_BB_00_FB/image.jpg?x=150&amp;y=150&amp;ex=150&amp;ey=150&amp;align=center</a>
3	Thermo-/ Hygrometer	<a href="https://files.elv.com/bilder/artikel/Produkte/7/715/71539/Internet//normalneu/71539_F02_GeHygrometer.jpg">https://files.elv.com/bilder/artikel/Produkte/7/715/71539/Internet//normalneu/71539_F02_GeHygrometer.jpg</a>
4	Infrarotthermometer	<a href="https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/de/100980_RB_00_FB/infrarot-thermometer-voltcraft-ir-260-8s-optik-81-30-bis-260-c-pyrometer-kalibriert-nach-werksstandard.jpg?x=520&amp;y=520">https://asset.conrad.com/media10/isa/160267/c1/-/de/100980_RB_00_FB/infrarot-thermometer-voltcraft-ir-260-8s-optik-81-30-bis-260-c-pyrometer-kalibriert-nach-werksstandard.jpg?x=520&amp;y=520</a>
5	Außenthermometer	<a href="http://www.thermometer-direkt.de/images/product_images/original_images/880.jpg">http://www.thermometer-direkt.de/images/product_images/original_images/880.jpg</a>

## **Impressum**

### Herausgeber

Fachstelle für Klimaschutz  
im Landratsamt Aichach-Friedberg  
Münchener Straße 9  
86551 Aichach



Tel 08251 92-100  
Fax 08251 92-172  
[lra-aic-fdb.de/landkreis/klimaschutz](http://lra-aic-fdb.de/landkreis/klimaschutz)  
[klimainfo@lra-aic-fdb.de](mailto:klimainfo@lra-aic-fdb.de)

©2016 Fachstelle für Klimaschutz  
im Landratsamt Aichach-Friedberg  
2. überarbeitete Auflage

### Autoren

B.Sc.Ing. Dominik Pfeifer  
RAK Umweltbildung Schwaben  
Umweltstation Augsburg

### Redaktion

Martina Imminger  
Dominik Pfeifer

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der Fachstelle für Klimaschutz im Landratsamt Aichach-Friedberg

Sämtliche Inhalte wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Die Fachstelle für Klimaschutz übernimmt keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen.