Handreichungen für Lehrkräfte

**Inhalt:**

* **Hintergrundmaterialien für die Module 1 und 2**
* **Checkliste zum Energiesparen für Schule**
* **Richtwerte für Energie-Effiziente Schulen**
* **Weitere Informationen und Links**
* **Dokumentationsheft für teilnehmende Schulen des EinSparProjekts**

Handreichung für Modul 1:

**„Klimawandel und Energieversorgung“**

Was ist Klima?

Der Begriff Klima wird deutlich, wenn wir verwandte Wörter wie zum Beispiel Wetter oder Witterung betrachten. Das Wetter bezieht sich auf einen sehr kurzen Zeitrahmen, z.B. das aktuelle Wetter in diesem Moment. Es ist windig, bewölkt, mit kurzen Schauern und nicht sehr kalt. Wobei eine Witterung sich auf mehrere Tage bezieht und oft die Auswirkung von Wetterlagen beschreibt, z.B. durch ein Hochdruckgebiet ist es über mehrere Tage anhaltend sonnig und nicht bewölkt.

Wenn wir von Klima reden, dann geht es um einen Zeitraum von mehreren Jahren oder Jahrzehnten. Wir sprechen auch von Klimazonen auf der Erde, die sich wie breite Gürtel in Ost-West-Richtung ausbreiten und spezifische Faktoren aufweisen. Im Einzelnen sind das die Tropen, Subtropen, gemäßigte Zone (in der wir leben), Subpolargebiete und Polargebiete.

Klima ist die Beschreibung aller Wetterfaktoren über einen sehr langen Zeitraum hinweg. Das beinhaltet Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte, Wind, Niederschlag, Bewölkung, Sicht, Sonnenscheindauer und Strahlung.

Klimawandel

Das Klima hat sich in der Geschichte der Erde häufig verändert. Allerdings über sehr lange Zeiträume. So gab es Eiszeiten (Kaltzeiten) und Warmzeiten, die allerdings aus menschlicher Perspektive extrem weit auseinander liegen (viele Millionen Jahre!). Die letzte Kaltzeitfase liegt ca. 11.700 Jahre zurück. Erdgeschichtlich befinden wir uns immer noch in dieser Kaltzeit, allerdings innerhalb einer Warmphase.  
Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Eiszeitalter> (Zugriff am 31.01.2015)

*Aufgabe für Schülerinnen und Schüler: Eiszeitdiagramme der Erdgeschichte recherchieren und besprechen. In das Diagramm kann z.B. der Beginn der industriellen Revolution bis heute, eingezeichnet werden. Dadurch entsteht eine Relation zu den Zeiträumen über die wir in der Erdgeschichte sprechen.*

Der aktuelle Klimawandel ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit von Menschen gemacht. Durch die Industrialisierung und die Nutzung von fossilen Energien wurden sehr viele klimaschädliche Gase in die Erdatmosphäre freigesetzt. Dadurch wird der natürliche Treibhauseffekt der Erde verstärkt und die durchschnittliche Temperatur auf der Erde steigt an. Eine höhere Temperatur bedeutet ein höheres Energieniveau zwischen der Erdoberfläche und der Erdatmosphäre. Damit lassen sich die Wetterextreme erklären, die in den letzten beiden Jahrzehnten vermehrt zu beobachten sind. Überschwemmungen, starke Stürme (Orkane, Hurrikans), Dürren, warme Winter und Hitzerekorde in Europa können als Beispiele genannt werden.

Allerdings ist das Klima eine sehr komplexe Angelegenheit, so dass exakte Vorhersagen kaum möglich sind. Sicher ist jedoch die Tatsache, dass eine weitere Erderwärmung unvorhersehbare Gefahren für die Menschheit mit sich bringt.

Deshalb empfiehlt der Weltklimarat eine durchschnittliche Erwärmung von 2°C nicht zu überschreiten. Ansonsten muss mit nicht beherrschbaren Klimafolgen gerechnet werden.

Eine Zusammenfassung auch der regional zu erwartenden Wirkungen des Klimawandels in Baden-Württemberg und besonders Karlsruhe zeigt der Bericht „Anpassung an den Klima­wan­­­del in Karlsruhe“ aus dem Jahr 2008 auf, in dem auch zahlreiche Maßnahmen beschrieben sind. Diese sollen helfen, die Auswirkungen in Karlsruhe besser zu meistern  
Quelle: <http://www.karlsruhe.de/b3/natur_und_umwelt/klimawandel/klimaanpassung.de> (Zugriff am 20.02.2015).

Klimagase und die Entstehung von CO2

Der weitaus größte Anteil an klimaschädlichen Gasen ist dem CO2 zuzuschreiben. In Deutschland waren es 87,1 % im Jahre 2005. Die restlichen Gase waren Methan (4,8%), Lachgas (6,6%); Fluorkohlenwasserstoffe FCKW (0,9%), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe PFC (0,1%), Schwefelhexafluorid SF6 (0,5%).

CO2 entsteht durch Verbrennung und durch Atmen. Wenn der Mensch einatmet nimmt er sich den Sauerstoff aus der Luft, weil er diesen über die Lunge und das Blut im Körper verteilt. Die eingeatmete Atemluft entspricht in ihrer Gaszusammensetzung der Atmosphäre und besteht aus 21% Sauerstoff, 0,03% Kohlendioxid, 78% Stickstoff und 1% Edelgasen. Nach dem Ausatmen sind nur noch 17% Sauerstoff, aber dafür 4% Kohlendioxid in der Atemluft.   
Quelle: http://flexikon.doccheck.com/de/Atemluft

Deshalb muss in geschlossenen Räumen regelmäßig Frischluft zugeführt werden, weil sonst der Sauerstoffanteil zu gering wird. Die Menschen werden müde, das Denken und Arbeiten gelingt nicht mehr gut. Stoßlüften ist die schnellste und effektivste Art zu lüften.

Der größte Teil des CO2 entsteht bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle). Seit der Industrialisierung wurde der Energiehunger immer größer. Auch heute noch entwickeln sich Länder wie China, Indien und Brasilien weiter, so dass der weltweite Energiebedarf und somit der CO2-Ausstoß weiter ansteigt. Es sind aber auch diese Länder, die am meisten erneuerbare Energien installieren. China hat 2014 ca. 12 Gigawatt elektrische Leistung Photovoltaik installiert, gefolgt von Japan mit 9 GW und USA mit 6 GW. Aber auch die Türkei, Mexiko, Südafrika, Indien, Thailand und Chile sind wichtige wachsende Märkte für die erneuerbaren Energien.  
Quelle: http://www.energiezukunft.eu/solar/photovoltaik/das-ist-der-globale-pv-zubau-2014-gn102871/

Wir sollten mit den begrenzten und wertvollen fossilen Energien sinnvoll umgehen und deren Verbrauch senken. Die Umstellung auf erneuerbare Energien wird immer wichtiger, weil wir den CO2-Ausstoß reduzieren und die fossilen Energien ersetzen müssen.

Energiegewinnung

|  |  |
| --- | --- |
| **Fossile Energiequellen** | **Erneuerbare Energiequellen** |
| Braun- und Steinkohle  Erdöl  Erdgas  Müllverbrennung | Windkraft  Wasserkraft  Solarenergie  Biomasse |
| **Nukleare Energiequellen** | **Erd- oder Mondenergie** |
| Kernkraft | Geothermie, Gezeiten |

Physikalisch gesehen wird vorhandene Energie in eine andere Energieform umgewandelt. Zum Beispiel ist Erdgas energiehaltig. Bei der Verbrennung wird diese Energie frei und es entsteht Wärme, CO2 und Wasserdampf. Wenn wir von Energiegewinnung oder Energieerzeugung sprechen, dann meinen wir die Bereitstellung von Nutzenergie, z.B. Wärme oder Strom. Heute gibt es viele Energiegewinnungsmöglichkeiten. In der Zukunft müssen wir immer mehr erneuerbare Energien nutzen, weil die fossilen Energien begrenzt sind.

Energieeinheiten Kilowatt und Kilowattstunde

So wie wir eine Länge in Metern, Zentimetern oder Millimetern messen, das Gewicht in Tonnen, Kilogramm oder Gramm oder die Geschwindigkeit in km/h, so können wir auch die Energie messen.  
Die Einheit heißt Kilowattstunde (kWh), d.h. 1000 Watt Leistung für eine Stunde. Wenn z.B. ein kleiner Fön mit einer Leistung von 1000 Watt (W) für eine Stunde in Betrieb ist, dann hat dieser 1 kWh verbraucht. Eine halbe Stunde (0,5 h) würde somit auch eine halbe Kilowattstunde (0,5 kWh) bedeuten. Ein TV-Set, das 200 Watt elektrische Leistung aufnimmt, würde in einer Stunde 0,2 kWh verbrauchen oder in 5 Stunden eine ganze kWh.

*Aufgabe für Schülerinnen und Schüler: Macht eine Liste mit verschiedenen elektrischen Verbrauchern aus dem Alltag und bestimme deren Leistung. Wenn die Leistung (W) nicht auf dem Typenschild steht, dann kannst du diese mit einem Energiemessgerät bestimmen. Wie lange müssen diese Geräte in Betrieb sein, bis sie eine Kilowattstunde verbraucht haben?*

Energie Zuhause und in der Schule  
Unnötige Verluste…?

In Deutschland könnten wir auf alle Atomkraftwerke verzichten, wenn wir unnötige Energieverbräuche beseitigen würden. Alleine der Standby-Verbrauch macht schon zwei Atomkraftwerke aus. Wie viele Lichter sind unnötiger Weise an? Wie viele Computer laufen Tag und Nacht? Wie viele Lüftungen laufen in öffentlichen Gebäuden nachts und in den Ferien. Wie viele Pumpen sind in Betrieb, obwohl sie nicht gebraucht werden? Und so weiter …

*Aufgabe für Schülerinnen und Schüler:   
Messt den Verbrauch von verschiedenen elektrischen Geräten in der Schule oder auch zuhause und notiert die Ergebnisse. Vergleicht die Messungen in der Schule und macht (je nach Klassenstufe) Hochrechnungen, wie viel Energie pro Jahr verbraucht wird und welche Kosten entstehen. Am meisten Freude machen entdeckte Elektrogeräte, die unnötig eingeschaltet sind. In manchen Schulen oder Häusern kommt man auf hohe Einsparpotentiale.*

Klassenenergiemanager

Warum Energie sparen oder einteilen? Warum Klassenenergiemanager?   
Der bewusste Umgang mit Energie sollte im Laufe der Zeit zu einer Selbstverständlichkeit werden. Klimaschutz und Energiesparen ist eine Frage der Wahrnehmung und der Einstellung. Deshalb enthalten unsere Workshops praktische Sensibilisierungseinheiten, d.h. die Schülerinnen und Schüler erzeugen elektrische Energie mit eigener Muskelkraft. Sie erfahren, was es bedeuten würde eine Kilowattstunde zu erzeugen. Und sie lernen den Blick auf Energie zu richten. Wir leben in einer technologisierten Welt und nutzen die Technik selbstverständlich und (meist) gekonnt. Aber wie werden die Geräte angetrieben? Wieviel Energie benötigen diese? Was bedeutet Energie sinnvoll zu nutzen? Welche Maßnahmen führen in der Schule zum Erfolg. Was sind die Aufgaben von Klassenenergiemanagern? Siehe hierzu die Checkliste (am Ende des Dokuments)

Das EinSparProjekt bekannt machen (Öffentlichkeitsarbeit)

Tue Gutes und rede darüber! Es gibt viele Gründe warum andere Menschen von einem Energiesparprojekt erfahren sollten.

1. Für die Schulen haben Energiesparprojekte in der Regel einen pädagogischen Mehrwert. D.h. in der Schule werden Strukturen für praktischen Klimaschutz eingeführt. Dadurch wird ein inzwischen wichtiges Thema aus dem Bildungsplan praktisch umgesetzt. In Karlsruhe bekommen die Schulen Unterstützungsangebote von der Stadt: siehe Angebote für teilnehmende Schulen des EinSparProjekts.
2. Die Schulen können über Aktionen des Projektes berichten. Dies kann über Zeitung, Radio oder regionales Fernsehen geschehen.
3. Auf der Internetseite der Schule kann das Projekt vorgestellt und über aktuelle Aktionen berichtet werden.
4. Eine Informationstafel des Projekts in der Schule informiert andere Schülerinnen und Schülerüber Aktionen und Energiespar-Ergebnisse
5. Von Schülerinnen und Schülerangefertigte Poster vermitteln Tipps und Informationen zum Energiesparen bzw. sinnvollen Verhalten.

Monatsenergieberichte

Die Monatsberichte sind der Beweis für den Erfolg (oder Misserfolg) der Einsparbemühungen. Zusätzlich besteht die Chance Energielecks oder Wasserrohrbrüche rechtzeitig zu erkennen.

Das Energiesystem der Schule – Ergebnisse aus dem „Begehungsprotokoll“

Zu Beginn des Projekts wurde ein sogenanntes Begehungsprotokoll angefertigt. Dabei wurden die Schule und deren Energieverbrauch genau unter die Lupe genommen. Alle Räume wurden inspiziert, um unnötige Energieverluste zu identifizieren. Die Einstellung der Heizung wurde überprüft und Langzeitmessungen wurden vorgenommen. Daraus ergeben sich verschiedene Maßnahmen, die sich in zwei Kategorien unterteilen lassen:

1. Nichtinvestive Maßnahmen, die sich auf die Nutzenden beziehen. Dazu gehört ein sinnvolles Verhalten möglichst aller Menschen, die ein Gebäude nutzen, d.h. Schülerinnen und Schüler, Lehrerkräfte, Reinigungspersonal und -besonders wichtig- der Hausmeister, denn er kann die Heizanlage nach den Belegungsplänen der Schule einstellen. Meistens kann nach der ersten Langzeitmessung die Nachtabsenkung reduziert werden, weil in der Nacht niemand in der Schule ist. Dadurch lässt sich sehr viel Heizenergie und Heizkosten sparen. Wichtig ist jedoch, dass morgens zur ersten Schulstunde die Klassenzimmer warm genug sind. Grundsätzlich bedeutet Energiesparen keinen Komfortverlust, eher einen Gewinn an Lebensqualität.
2. Gering investive Maßnahmen, werden vom Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft geprüft und durchgeführt, weil technische Veränderungen am Gebäude zum einen Geld kosten und zum andern professionell durchgeführt werden müssen. Die Schule sollte deshalb auf Mängel hinweisen und Verbesserungsvorschläge machen.

Handreichung für Modul 2

**Klima, Energie, Lüftung und Heizung**

**Wiederholung aus Modul 1**

Klima und Klimawandel (siehe Modul 1)

Begehungsprotokoll (siehe Modul 1)

Was wurde umgesetzt?

Damit sich das Projekt in der Schule etabliert, müssen Handlungsziele umgesetzt werden. Die Energiespargruppe hat vor dem ersten Treffen Handlungen und Ziele festgelegt, die an dieser Stelle überprüft werden können.

* Klappt das mit dem Ausschalten der Lichter?
* Wurde die Heizung neu eingestellt, sofern dies ein Ergebnis aus dem Begehungsprotokoll war? z.B. Heizen nach Belegungsplan, Heizkurve gemäß Jahreszeit regulieren.
* Wird die Heizung in den Klassenräumen entsprechend der Nutzung geregelt?
* Klappt es mit dem Stoßlüften?
* Gibt es elektrische Geräte in der Schule, die nicht ganz ausgeschaltet werden oder nicht ganz ausgeschaltet werden können?
* Wurden weitere Energielecks entdeckt? Kaputte Fenster, Kühlschrank an der Heizung, Lüftungen, die 24 Stunden in Betrieb sind?
* Gibt es Kühlgeräte, deren Temperatur reduziert werden kann?
* Wurden Messungen durchgeführt? Beleuchtung, Nachtabsenkungstemperatur in den Klassenräumen, im Lehrerzimmer und in den Büros?
* Wurden Lichtschalter beschriftet (sofern möglich und sinnvoll)?
* Gibt es Warmwasserboiler in den Klassenzimmern, auf die evtl. verzichtet werden kann?
* Müll vermeiden schont die Umwelt und spart Energie. Alles was hergestellt wird, auch die Verpackung, braucht Energie. Gibt es ein funktionierendes Mülltrennungssystem?
* Wurde das Projekt sichtbar gemacht, z.B. Schwarzes Brett, Webseite, Schülerzeitung …?

Messen üben – Was messen wir?

Eine sehr sinnvolle und pädagogisch wertvolle Aufgabe ist das Messen von Beleuchtungsstärke, elektrischer Energie und Wärmeenergie.

*Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler:  
Nachdem Sie die Handhabung der Messgeräte und die Sicherheitshinweise erklärt haben, teilen Sie die Klasse in drei Gruppen ein, damit die entsprechenden Messungen durchgeführt und dokumentiert werden können. Vergleichen und besprechen sie die Ergebnisse in der Gruppe.*

**Beleuchtung**

Zum Messen der Beleuchtungsstärke wird ein Luxmeter verwendet. Dieser misst die Beleuchtungsstärke an einem bestimmten Punkt im Raum. In der Schule sind z.B. die Schulbank, das Treppenhaus, die Flure, die Turnhalle usw. von Bedeutung. Wir empfehlen Messungen bei Tageslicht und wenn es draußen noch dunkel ist. Je näher man mit dem Luxmeter an eine Lichtquelle geht, desto höher wird der lux-Wert. In den Klassenräumen wird die Arbeitsfläche gemessen. Dort sollten 300 lx und in Lesebereichen (Bibliotheken) 500 lx erreicht werden. Im Treppenhaus müssen 150 lx und in Gängen 100 lx nachweisbar sein.

In machen Schule und öffentlichen Gebäuden sind die Räume viel zu hell. Hier können deutliche Einspareffekte erzielt werden, wenn einige der Leuchten gezielt entfernt werden.

<http://www.sichere-schule.de/_docs/pdf/beleuchtungskriterien.pdf>   
<http://www.sichere-schule.de/treppenhaus/_docs/gutes_licht.pdf>

**Wärme und Heizen**

Da die meisten Schülerinnen und Schüler schon einmal Fieber hatten, wissen sie, dass mit einem Thermometer die Temperatur bestimmt werden kann. Die Raumtemperatur lässt sich gut mit einem digitalen Sekundenthermometer messen. Auch diese brauchen meist einige Sekunden, um den aktuellen zu messenden Wert anzuzeigen. Wie beim Licht, gibt es auch bei der Wärme Vorschriften für Mindest- und Maximaltemperaturen. Während der Heizperiode sollten die Räume in öffentlichen Gebäuden 20 °C aufweisen, sofern sich darin Menschen aufhalten. Bei Langzeitmessungen in Klassenräumen wurden sogar über Nacht 22 °C gemessen. Heizenergie bereit zu stellen erfordert einen hohen Energieaufwand, deshalb sollte unnötiges Heizen dringend vermieden werden. Nachts können die Klassenräume auf ca. 16°C reduziert werden. Das heißt 4°C Unterschied. Jedes Grad weniger führt zu ca. 6 % Energieeinsparung! Bei 4 Grad Reduktion würde rund ein Viertel Energie eingespart werden.

Die Schülerinnen und Schüler können tagsüber in verschiedenen Räumen und an unterschiedlichen Stellen Temperaturen messen und dokumentieren. Dabei können sie die vorgegebenen Raumtemperaturen überprüfen. (siehe: Referenzwerte für energieeffiziente Schulen)

* Klassenräume: 20°C, zu Nutzungsbeginn 17-19°C
* Flure: 12 - 15°C
* Turnhallen: 17°C
* Umkleiden: 22°C
* Werkräume: 18°C

Jede EnergieSparSchule sollte zu Beginn eine Langzeitmessung ausgewählter Raumtemperaturen durchführen lassen. Diese Messung ist über das HGW möglich. Dadurch lässt sich überprüfen, ob die Temperaturabsenkung in der Nacht oder bei Nicht-Nutzung gegeben ist.

**Elektrische Energie**

Die elektrische Leistung wird in Watt oder Kilowatt gemessen. Dazu eignen sich Energiekosten-monitore. Wichtig: Damit auch Standby-Verbräuche ermittelt werden können, muss der kleinste Messbereich 0,2 Watt oder weniger betragen.   
In einer Schule gibt es viele elektrische Verbraucher z.B. CD-Player, Beamer, White Board, Overheadprojektor, Kopierer, Computer, Monitore, Drucker, Küchengeräte, Werkzeuge, Kaffeemaschine im Lehrerzimmer, Wasserboiler, Musikanlagen, Theaterbeleuchtung usw.

Einige dieser Geräte sind oft eingeschaltet, obwohl sie nicht genutzt werden, andere haben eine Standby-Funktion auf die u.U. verzichtet werden kann. Hier besteht die Aufgabe darin diese Geräte zu identifizieren und zu entschieden, ob sie zu bestimmten Zeiten ganz ausgeschaltet werden können. Große Verbraucher sind z.B. Computerräume, Kühlschränke oder Kühltruhen, Kopiergeräte, Beamer.

„Erzeugung“ von Energie

Der Mensch braucht sehr viel Energie! Was ist damit gemeint? Energie für sich, damit der menschliche Organismus am Leben bleibt? Oder Energie, um sich fortzubewegen (Mobilität), um Güter herzustellen, um Lebensmittel zu verarbeiten, für Beleuchtung, Wärme, Werbung, Spaß und Freizeit … Unser Alltag (im Industrieland) ist voller Energie.

*Aufgabe für Schülerinnen und Schüler:  
Frage: Was war am heutigen Tag die erste Aktion, die elektrische Energie gebraucht hat?  
Mögliche Antworten: Der Wecker, das Handy, Licht, Radio, Fön, Zahnbürste, etc.  
Und wie geht der Tag dann weiter? Wozu wird Energie gebraucht im Laufe eines Tages?*Daraus sollte auch die Frage resultieren: *Woher kommt diese Energie? Wie wird sie erzeugt? Wie kommt sie zu uns?*

Vor der Industrialisierung, d.h. vor ca. 200 Jahren wurde noch relativ wenig Braun- und Steinkohle abgebaut, weil auch ausreichende Transportmöglichkeiten, z.B. durch die Eisenbahn, noch nicht vorhanden waren. Wie auch bei den Jägern und Sammlern vor 300.000 Jahren war noch vor 300 Jahren das Holzfeuer die wichtigste Energiequelle. Früher war es Wärmequelle und Kochstelle, dann kamen die Verarbeitung von Ton zu Keramik, von Erz zu Eisen und die Herstellung von Glas hinzu. Durch die Entwicklung des Handwerks wurde mehr Holz benötigt um z.B. Werkzeuge, Hufeisen und Waffen herzustellen. Um 1600 lebten nur 500 Millionen Menschen auf der Erde und trotzdem kam es im 18. Jahrhundert zu einer ersten Energiekriese, weil der Bestand der Bäume drastisch reduziert wurde und die Wälder geschützt werden mussten.

Mit der Entdeckung von Erdöl und der Nutzung von Stein- und Braunkohle ersetzen die Dampfmaschinen mehr und mehr die Handarbeit und den Einsatz von Pferden und Kühen. Das war der Beginn der Industriellen Revolution, mit den vielen neuen Erfindungen erster einfacher Maschinen. Schon bald übernahmen Maschinen Produktionsabläufe und der Weg in das Industriezeitalter war gebahnt. Die Verbrennung von fossilen Energien setzte noch nie dagewesene Prozesse in Gang. Der machte sich die über Jahrtausende gespeicherte Energie zu Nutze und das Leben wurde für viele Menschen einfacher. So konnte sich die Weltbevölkerung innerhalb von 200 Jahren verdoppeln, sodass um 1800 herum schon 1 Milliarde Menschen auf der Erde lebten. Bis zum Jahr 1900 waren ca. 1,6 Milliarden, 1965 waren es 3,3 Milliarden und heute (2015) sind es 7,2 Milliarden Menschen auf der Erde.

**Live Weltbevölkerungsanzeige:**  
<http://www.umrechnung.org/weltbevoelkerung-aktuelle-momentane/weltbevoelkerungs-zaehler.htm>

**Wie sieht es heute aus mit der Energiegewinnung und –umwandlung?**

Wie vor ca. 300 Jahren erleben wir heute eine neue Krise. Der Klimawandel und die Verknappung von fossilen Energien erfordern neue Ideen und Konzepte. Wenn wir Kriege und soziale Unruhen auf Grund der ungerechten Verteilung von Energie und Wohlstand vermeiden wollen, dann brauchen wir in absehbarer Zeit alternative Energiekonzepte.

Aktuell haben wir eine Mischung aus fossilen Energien und erneuerbaren Energien.

|  |  |
| --- | --- |
| Fossile Energien | Erneuerbare Energien |
| Erdöl | Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie) |
| Braunkohle, Steinkohle | Windenergie |
| Erdgas | Wasserkraft |
|  | Geothermie (Erdwärme) |
| Uran | Bioenergie (Biogas, Biomasse, Biotreibstoff) |
| Nachteile:   * Klimaschädlich * Endlich * Technische Risiken * Entsorgungsproblematik (Kernenergie)   Vorteile:   * Dauerhafte Erzeugung (Grundlast) * Günstig (geringe Endverbraucherkosten) | Nachteile:   * Zum Teil noch teuer * Sonnenlichtabhängig * Windabhängig * Zum Teil Platzaufwändig   Vorteile:   * Kaum/nicht Klimaschädlich * Nicht endlich (erneuerbar) * Auf Dauer günstiger als fossile Energien |

Bei den fossilen und atomaren Großkraftwerken werden hohe Temperaturen in Form von Dampf erzeugt, um Turbinen anzutreiben. Diese Treiben wiederum Generatoren an, um elektrische Energie zu erzeugen. Dadurch entsteht bei den fossilen Energien durch die Verbrennung das klimaschädliche Gas CO2. Bei der Atomkraft entsteht kein CO2, dafür ist das technische Risiko bei einem Unfall (Tschernobyl und Fukushima) erheblich. Auch ist die Entsorgung der strahlenden Brennstäbe bis heute noch nicht gelöst.

Die technische Umsetzung der Nutzung von erneuerbaren Energien hat sich erst in den letzten 20 Jahren vervielfältigt und weiterentwickelt. Ob wir es in Zukunft schaffen werden zu 100 % von den erneuerbaren Energien versorgt zu werden, können wir heute nicht genau voraussehen. Auf Grund des Klimawandels und der Endlichkeit der fossilen Energien sollten wir uns auf die erneuerbaren Energien konzentrieren. Es sei denn, es gelänge die Kernfusion zu beherrschen, was zurzeit noch nicht in Aussicht steht und worauf wir auch nicht spekulieren können. Funktion Heizung

Wärmeverteilung

Wärmeverbraucher

Wärmeerzeugung

Wärme wird erzeugt

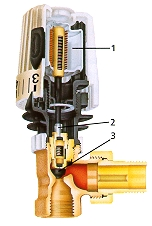




Erdgas Das erwärmte Heizungswasser wird i.d.R. über mehrere   
Erdöl Heizkreisläufe zu den Heizkörpern gepumpt. Die Heizkörper  
Biogas geben die Wärme ab und können einzeln geregelt werden.   
Solarwärme Wärmeverluste zu vermeiden bedeutet effektiver   
Holz Klimaschutz und weniger Ausgaben für Heizkosten!  
Erdwärme  
Wärmepumpe

Thermostatventil

Um Wärmeverluste zu vermeiden ist es sinnvoll die Funktionsweise des Thermostatventils zu verstehen.

Funktion:

* Das **Thermostat** (1) vergleicht die gemessene Raumlufttemperatur mit dem Sollwert (der eingestellte Wert)
* **Ventilspindel** (2) stellt den Ventilhub und damit den Zufluss zum Heizkörper ein
* Steigt die Raumtemperatur, z.B. durch Fremdwärmeeinflüsse (30 Personen kommen in den Raum oder die Sonne scheint in den Raum), bewegt sich der **Ventilteller** (3) in Schließrichtung. Fällt die Raumlufttemperatur, öffnet das Ventil.

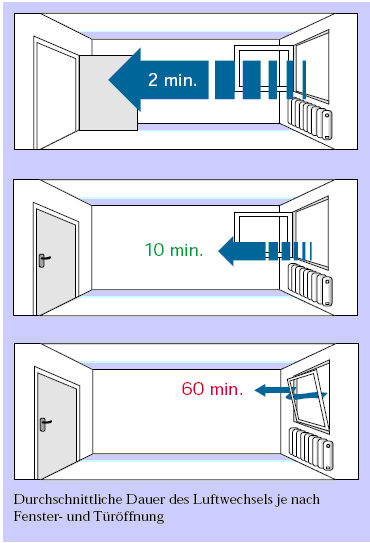
Deshalb ist es beim Stoßlüften wichtig, die Heizkörperventile zu schließen, bevor die Fenster geöffnet werden. Denn wenn es durch das Lüften kälter wird, öffnet sich das Ventil und die Heizkörper werden wärmer, damit die eingestellte Raumtemperatur erhalten bleibt. Nach dem Stoßlüften werden die Heizkörper erst richtig warm, weil diese langsam reagieren. So kann es sein, dass es zu warm wird, wenn wieder alle Schülerinnen und Schüler im Klassenzimmer sitzen. Die Folge könnte sein, dass die Fenster wieder geöffnet oder dauerhaft gekippt werden, damit die Temperatur wieder sinkt. Als Folge geht die wertvolle Wärme durch das geöffnete Fenster verloren.

Richtig Lüften

Je nach Gebäudestandard muss unterschiedlich gelüftet werden. Neue Gebäude sind u.U. mit einer kontrollierten Lüftung ausgestattet. D.h. bei diesem System müssen sich in der Regel keine Lehrkraft und keine Schülerinnen und Schüler um das Lüften kümmern, weil die Luft über ein Lüftungssystem ausgetauscht wird und die Luftqualität immer ausreichend sein sollte. Eine Wärmerückgewinnung sorgt für einen optimierten Energiefluss.

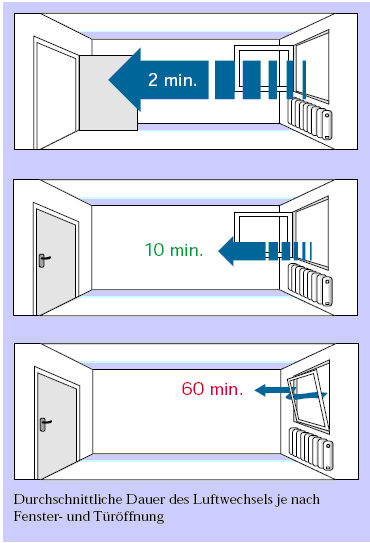
Die meisten bestehenden Schulen haben jedoch keine Lüftungsanlage und müssen selbst für gute Luft sorgen. Richtig lüften bedeutet für genügend Sauerstoff zu sorgen und möglichst wenig Wärme zu verlieren.

Wenn es technisch möglich ist, sollte regelmäßig stoßgelüftet werden, d.h. in möglichst kurzer Zeit die verbrauchte Luft mit frischer Luft auszutauschen.



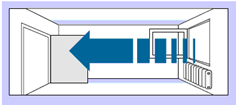
Dauerhaft gekippte Fenster bedeuten Energievernichtung und schlechte Luftqualität, weil nur wenig frische Luft rein kommt, aber dauerhaft Wärme verloren geht. Luftaustausch ca. nach einer Stunde!!

60 min.



Bei ganz geöffnetem Fenster ist die verbrauchte Luft schon nach ca. 10 min. ausgetauscht.

10 min.



Ideales Lüften geht mit offenen Fenstern und offener Tür, falls dies möglich ist. Hier ist die Luft schon innerhalb 3 min. ausgetauscht.

3 min.

Luft kann sehr wenig Wärme speichern, d.h. mit dem Austausch von verbrauchter Luft geht sehr wenig Energie verloren. Die Wärme ist in den Wänden, Böden, Decken und in den Möbeln gespeichert. D.h. kurzes Stoßlüften ermöglicht maximale Frischluft bei minimalem Wärmeverlust.

**Checklisten zum Energiesparen an Schulen**



**Checkliste Raumwärme**

**1. Raumtemperatur optimieren**

* Räumliches und zeitliches Temperaturprofil ermitteln
* Raumtemperatur auf Sollwerte mit Hilfe der dezentralen und zentralen Temperaturregelung einstellen
* Temperaturabsenkung optimieren (nachts, an Wochenenden und in den Ferien)

**2. Heizen unnötiger Räume verhindern**

* Raumbelegung optimieren (nicht ganze Zonen heizen, wenn nur Einzelräume z.B. für

einen Elternabend genutzt werden: Zusammenlegen mehrerer Veranstaltungen auf einen Abend und in Räume, die an einem gemeinsamen Heizkreis liegen etc.)

* Eigene Heizkreise für Zonen unterschiedlichen Wärmebedarfs einrichten (z.B. Hausmeisterwohnung: Heizen auch in den Ferien nötig)\*

**3. Luftzug vermindern**

* Dichtungen von Fenstern und Türen überprüfen (ggf. HGW informieren)
* Fenster und Türen (auch in Treppenhäusern) nach dem Unterricht richtig schließen

**4. Richtige Kleidung wählen**

* Im Winter nicht im T-Shirt oder mit kurzer Hose in der Schule sitzen!

**5. Richtig Lüften (Stoßlüftung)**

* Beim richtigen Lüften ist eine CO2-Ampel oder ein CO2-Messgerät hilfreich

**6. Wärmeverteilung und -abgabe optimieren**

* Wärmeabgabe der Heizkörper durch Reinigung und Entlüftung erhöhen (nötig, falls "Glucksgeräusche" dies hörbar oder Teile des Heizkörpers kalt sind)
* Prüfen, ob vorhandene Rollläden, Fensterläden, Vorhänge, Bücher, etc. die Wärmeabgabe

behindern

* Wand hinter Heizkörpern dämmen (mit geringen Kosten verbunden)

**Checkliste Beleuchtung**

**1. Beleuchtungssituation der Schule erkunden und auswerten**

* Beleuchtungsstärke in verschiedenen Räumen im ganzen Schulgebäude messen (Unterrichts-, Abstell- u. Kellerräume, Toiletten, Gänge, ...)
* Kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärken mit den Richtwerten übereinstimmen. Ggf. Lampen stilllegen lassen (z.B. durch Herausdrehen des Leuchtkörpers) oder Leuchtkörpermit geringerer Leistung wählen oder ggf. Lichtausbeute (bei gleicher Leistung) erhöhen durch Reinigen der Lampenabdeckungen und Leuchtkörper

**2. Künstliches Licht nur einschalten, wo und wann es nötig ist**

* Beleuchtung nicht unnötig eingeschaltet lassen (z.B. bei ausreichend Tageslicht, in Pausen und in der unterrichtsfreien Zeit
* Lichtschalter markieren, um eine bessere Zuordnung zwischen Schalter und Lampen für

die bedarfsgerechte Beleuchtung zu ermöglichen

* Raumgestaltung so verbessern, dass weniger Licht benötigt wird (z.B. möglichst helle

Raumgestaltung, Einfall von Licht durch die Fenster nicht behindern, saubere Fensteroberflächen)

* Statt künstlicher Beleuchtung zur Verhinderung von Spiegelungen an der Tafel: Raumgestaltung ändern, spezielle Rasterlampen\* montieren oder zumindest die Anzahl der eingeschalteten Lampen minimieren
* Beleuchtungsschaltung ändern, wenn vom Tageslicht ausgeleuchtete Flure zusätzlich

künstlich beleuchtet werden, weil dies in anderen Gebäudeteilen ohne Tageslicht notwendig ist

* Bei Reinigungsarbeiten Beleuchtung nur dort einschalten, wo gerade geputzt wird
* Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder in Räumen einsetzen, in denen häufig unnötig

Licht brennt

* Arbeiten (z.B. Reinigung) bei Tageslicht durchführen bzw. durchführen lassen
* Nutzungen in den Abendstunden auf Teilbereiche konzentrieren

**3. Effizientere Beleuchtungssysteme verwenden**

* Leuchtmittel durch LEDs ersetzen. Dies ist eine wirtschaftliche und ökologische Frage. Wie sinnvoll ist es, noch funktionierende Leuchtmittel auszutauschen? Dem gegenüber steht die Frage nach Kostenersparnis durch den geringen Energieverbrauch?   
  Ein Energiespar-Rechner finden Sie unter: <http://www.energiespar-rechner.de/berechnungen>

**Checkliste Elektrogeräte**

**1. "Stromfresser" identifizieren und energiesparende Alternativen erörtern**

* Elektrische Heizung oder Warmwasserbereitung ersetzen (Schulträger ist zuständig)
* Beim Neukauf von Elektrogeräten energiesparende Modelle bevorzugen (amortisieren

sich zumeist rasch)

**2. Nicht benötigte Geräte ganz oder zeitweise ausschalten**

* Schaltbare Steckdosenleiste einführen
* Computer-Bildschirme bei längeren Pausen abschalten
* Getränkeautomaten in der schulfreien Zeit abschalten (falls Dauerkühlung nicht

vorgeschrieben)

* Nicht benötigte Warmwasserboiler entfernen
* Auf Stand-by bei Videogeräten, Kopierern etc. verzichten
* Kaffeemaschinen nicht im Dauerbetrieb lassen, sondern Kaffee in Thermoskanne füllen
* Bei Vorhandensein mehrerer Kühlschränke Inhalte zusammenlegen
* Auch ausgeschaltete Geräte können Strom verbrauchen (z.B. Trafoverluste), deshalb:

Stecker ziehen oder eine schaltbare Steckdosenleiste verwenden; im Zweifelsfall das Strommessgerät einsetzen

**3. Geräte energiesparend betreiben**

* Warmwasserboiler auf möglichst niedrige Temperatur einstellen (Aber Achtung: Hygienischen Schutz vor Legionellen beachten)
* die Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur sollte an kalten Tagen

mindestens 20 °C betragen (Aufgabe für den Hausmeister)

* In Bereitschaftszeit elektrischer Geräte Energiespartaste (z.B. bei Kopierern) bzw.

Energiemanagement-Systeme (bei EDV-Anlagen) nutzen

* Kühltemperatur (Kühlschränke, Getränkeautomaten) vernünftig wählen (sehr tiefe

Temperaturen brauchen sehr viel Strom)

* Energiesparend kochen

**Checkliste Wasser**

* Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte an die eventuell vorhandenen Spartasten an den WC-Spülkästen sowie an sparsame Wassernutzung erinnern (Plakat in den Toiletten)
* Gebäudecheck bezüglich tropfender Wasserhähne und Duschen sowie undichter

Spülkästen, Dichtungen erneuern

* Wasseruhr kontrollieren: Sind Veränderungen feststellbar, obwohl kein Verbrauch

stattfindet. Besteht der Verdacht auf einen unentdeckten Wasserrohrbruch?

* Geschirrspüler und Waschmaschine (falls vorhanden) nur einschalten, wenn sie voll

beladen sind

* Beim Neukauf auf wassersparende Geräte achten (Spülmaschinen, Waschmaschinen)

**Checkliste Abfall / Wertstoff**

* Verpackungsabfall vermeiden (z.B. Mehrwegverpackung, größere Gebinde)
* Abfallarmes Angebot an Lebensmitteln und Getränken in der Kantine und bei Automaten durchsetzen
* Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Verwertbarkeit beim Einkauf von Produkten

beachten (z.B. Holz- statt Kunststofflineal)

* Materialien weiterverwenden (z.B. Altpapier zu Notizzwecken; Einsatz gebrauchter

Materialien im Werk- und Zeichenunterricht)

* Kopierer: doppelseitige Kopien, sparsamer Umgang mit Toner (z.B. Vermeidung

schwarzer Kopierränder durch Schließen der Abdeckung beim Kopieren)

* Von Batterien auf Netzbetrieb bzw. Akkumulatoren umstellen

**Abfalltrennung optimieren**

* Mülltrennung in allen Unterrichtsräumen
* Kontrolle des Müllweges von den einzelnen Sammelstellen bis zur Entsorgung durch die Müllabfuhr

**Referenzwerte für Energieeffiziente Schulen**

Referenzwerte für Raumtemperatur, Luftfeuchte, Beleuchtungsstärke, Luftqualität

**Richtwerte für Raumtemperaturen in Schulen**

Klassenräume: 20°C, zu Nutzungsbeginn 17-19°C

Flure: 12 - 15°C

Turnhallen: 17°C

Umkleiden: 22°C

Werkräume: 18°C

**Richtwerte für Wasserdurchlaufmenge:**

Waschtische: 3,5–6 Liter / Minute

Duschen: 9 Liter / Minute

**Richtwerte für Beleuchtungsstärke:**

Flure, Treppen, Eingang: 100 Lux

Bibliotheken: 300 Lux

Leseräume: 500 Lux

Klassenräume: 300 Lux

Klassenräume mit wenig Tageslicht: 500 Lux

Spezielle Fachräume (Physik, Chemie, Labors etc.): 500 Lux

Unterrichtsräume für technisches Zeichen: 750 Lux

Turnhallen je nach Sportart: 200–300 Lux

Turnhallen (bei Wettkampf) je nach Sportart: 400–600 Lux

Tageslicht im Sommer: bis zu 100.000 Lux

**Anhaltswerte der Raumluftqualität hinsichtlich CO2 :**

ppm  ist  eine  englische Abkürzung  die  bedeutet“  parts  per  million“   
zu Deutsch  „Teile von  einer  Million“.  
Diese  Bezeichnung  gibt  hier den CO2 Anteil in  der  Luft an.

CO2 Messgeräte oder CO2 Ampeln erweisen sich als sehr nützlich, um eine gute Luftqualität in

Klassenzimmern zu erhalten.

Außenluft in vorindustrieller Zeit, vor 1850: 260 ppm

Heutige reine Außenluft, Tendenz steigend: 350 ppm

Stadtluft im Freien, für Aufenthaltsräume empfohlen: 700 ppm

CO2 fängt an Konzentrationsfähigkeit zu beeinflussen: 800 ppm Luft ist schlecht

Werte in schlecht gelüfteten Räumen: 1.500 - 2500 ppm

Maximalwert im Klassenzimmer nach einer Unterrichtsstunde: 3.500 ppm

Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK-Wert): 5.000 ppm

Ausatmungsluft: 40.000 ppm

**Richtwerte für das Lüften von Klassenzimmern:**

Lüften nicht (zwingend) notwendig: unter 1.500 ppm

Zeit zum Lüften: 1.500 bis 2.500 ppm

Dringend Lüften: 2.500 und mehr ppm

Weitergehende Erläuterungen liefert der „Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden des Umweltbundesamtes“: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3689.pdf>

**Weitere Informationen und Links:**

<http://www.energiespartipps.de>

<http://www.wwf.de/aktiv-werden/tipps-fuer-den-alltag/energie-spartipps/strom-sparen>

<http://www.co2online.de/energie-sparen/>

|  |
| --- |
| Energie sparen an Schulen |
| AG Energiebilanzen. |
| [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de) |
| BMU (2009): Energie effizient nutzen – Tipps zum Klimaschützen und Geldsparen, Berlin. |
| [www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere\_energieeffizienz\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_energieeffizienz_bf.pdf) |
| KlimaNet Baden-Württemberg (Informationen, gute Beispiele und Materialien)  http://www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/42140/ |
| Stadtwerke Karlsruhe: Club der Energie-Detektive  http://www.stadtwerke-karlsruhe.de/de/inhalte/aktuelles/aktionen/energie\_detektive.php |
| Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen  http://www.klimaschutzschulenatlas.de/ |
| BMWI (2012): Energiedaten – ausgewählte Grafiken. |
| [www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiestatistiken-grafiken](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energiestatistiken-grafiken) |
| DENEFF (2011): Energieversorgung sichern durch Effizienz. 10-Punkte-Sofortprogramm für einen schnellen und wirtschaftlichen Atomausstieg, Berlin. |
| [www.deneff.org/cms/index.php/news-reader/items/id-10-punkte-sofortprogramm.html](http://www.deneff.org/cms/index.php/news-reader/items/id-10-punkte-sofortprogramm.html) |
| Energiekonzept 2050 der Bundesregierung. |
| [www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiekonzept/\_node.html](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiekonzept/_node.html) |
| UBA: Energiepolitik und Energiedaten. |
| [www.umweltbundesamt.de/energie/politik.htm](http://www.umweltbundesamt.de/energie/politik.htm) |
| Rat für nachhaltige Entwicklung (2012): Nachhaltigkeitsrat fordert von Regierung Verbindlichkeit für Energieeffizienz, Berlin. |
| [www.nachhaltigkeitsrat.de/de/presseinformationen/pressemitteilungen/energieeffizienz-29-03-2012/?size=yjlnmhbvpimaf](http://www.nachhaltigkeitsrat.de/de/presseinformationen/pressemitteilungen/energieeffizienz-29-03-2012/?size=yjlnmhbvpimaf) |
| Stockinger, Volker (2012): Energiesparen kostet nichts, Stuttgart. |
| [www.zeit.de/wirtschaft/2012-01/offener-brief-energiesparappell-doku/seite-1](http://www.zeit.de/wirtschaft/2012-01/offener-brief-energiesparappell-doku/seite-1) |