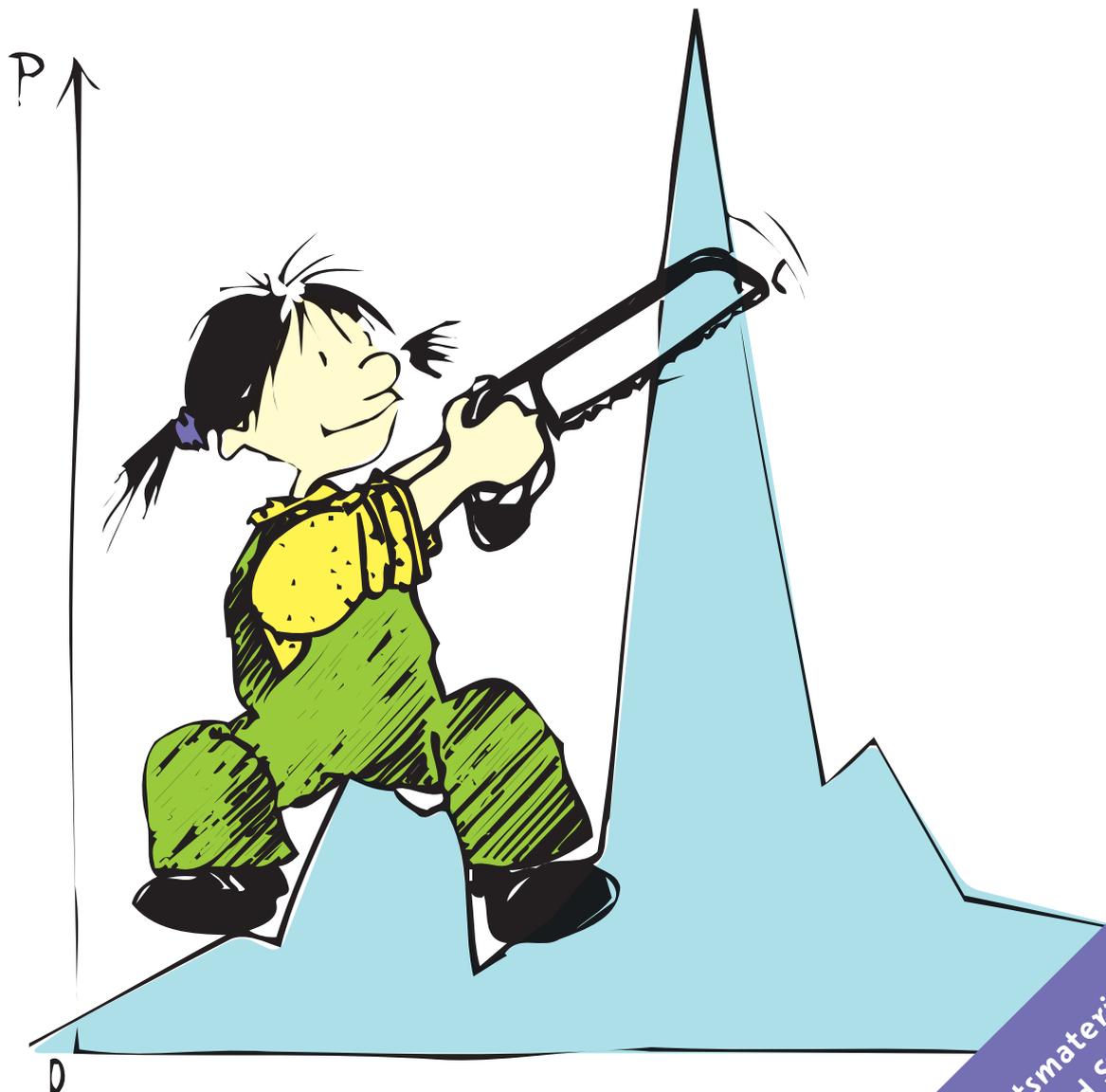


Florian Kliche

# Schulpaket fifty/fifty – Energiesparen an Schulen

Materialien für Schulen und Bildungseinrichtungen



Unterrichtsmaterialien für die  
Mittel- und Sekundarstufe  
**Klassen 5-10**

# Inhalte

3	Zielsetzung
3	Warum Energie sparen an Schulen?
3	Wie ist die Broschüre aufgebaut?
4	Wie kann man junge Menschen für ökologische Fragen begeistern?
4	Welche Kompetenzen erwerben die Schülerinnen und Schüler?
5	Einordnung in den Rahmenlehrplan Physik
6	Welche transdisziplinären Ansätze gibt es?
6	Fächerübergreifender Kompetenzerwerb in den Klassenstufen 7-8
<b>7</b>	<b>Kapitel 1: Start in das Energieprojekt</b>
7	Energiemanagement
8	Aufbau eines Energieteams
9	Energieverantwortliche in den Klassen
<b>9</b>	<b>Kapitel 2: Unterrichtsmodule</b>
10	Thema 1: Einführung ins Thema Energie sparen an Schulen
28	Thema 2: Energie in der Schule
43	Thema 3: Öffentlichkeitsarbeit in der Schule
45	Thema 4: Ergänzendes Material für den fächerübergreifenden Unterricht
<b>51</b>	<b>Kapitel 3: Beste Praxis</b>
51	Energiesparwoche
52	Was strömt denn da?
53	Einrichten eines Energiesparkontos für Schulen
55	Berechnung eines ökologischen Fußabdrucks für die eigene Schule
56	Klimawandel in der einen Welt: Der Klimaballon
58	Kapitel 4: Finanzielle Anreizsysteme fifty/fifty
58	Wie funktioniert fifty/fifty?
58	Welche Probleme kann es geben? Was ist zu beachten?
58	Vereinbarung zwischen Schule und Schulträger
59	Anmerkungen zur Ermittlung der Vergleichswerte und der Kostenersparnis
59	Anmerkungen zur Laufzeit der Vereinbarung
59	Anmerkungen zum Verteilungsschlüssel für die eingesparten Energiekosten
60	Ermittlung der Vergleichswerte und der eingesparten Energiekosten
60	Klimakorrektur
60	Veränderungen der beheizten Fläche
<b>61</b>	<b>Kapitel 5: Anhang</b>
61	Checklisten
66	Vereinbarung (Muster)
69	Literaturliste

## Abkürzungen

Sch	Schülerinnen und Schüler
L	Lehrkraft
AB	Arbeitsblatt
F	Folie
T	Tafelbild
I	Informationsblatt

## Einheiten und Formelzeichen

W/kW	Watt/Kilowatt	U	Spannung
P	Leistung (Power)	A	Ampère
Ws/kWh	Wattsekunde/ Kilowattstunde	I	Stromstärke
E	Energie	lux	Beleuchtungsstärke
V	Volt	a	Jahr (anno)

# Schulpaket fifty/fifty – Energiesparen an Schulen

## » Zielsetzung

In der heutigen Zeit ist Energie allgegenwärtig: Wir nutzen sie bei der Arbeit für den Computer, brauchen sie, um uns fortzubewegen, und verwenden sie ständig im Alltag. Dabei wissen viele häufig aber gar nicht, woher die Energie kommt und was für Auswirkungen mit unserem Energieverhalten verbunden sind. Dieses Phänomen trifft vor allem auch auf Schulen zu, in denen man als Schüler, Lehrer oder anderweitiger Nutzer schlicht voraussetzt, dass die Schule warm und gut beleuchtet ist. Ein bewusster Umgang mit Energie ist hier nicht nötig bzw. findet kaum statt, da grundsätzlich kein näherer Bezug zum Gebäude und seinen technischen Eigenschaften besteht. Verantwortlich ist der Hausmeister und der wird nur begehrt, wenn es mal zu kalt oder zu dunkel sein sollte. Im Gegensatz zum Eigenheim, in dem heutzutage bei gestiegenen Energiekosten nahezu jedermann auf richtiges Lüften und Heizen achtet, ist dies in der Schule auch heute leider immer noch nicht der Fall. Dabei kann es so einfach sein, das Energiesparen in den Schulalltag zu integrieren und sogar noch finanziell dafür belohnt zu werden.

Während der Vorbereitung dieser Broschüre wurden Unterrichtsvorschläge, Aufgabenstellungen und Arbeitsbögen zum Thema Energie und Energiesparen an Schulen gesammelt und ausgewertet. Ziel der Broschüre ist die Erleichterung der Nutzung dieser Materialien und damit der eigenständigen Durchführung von Energiesparprojekten im Regelunterricht durch Lehrkräfte.

## » Warum Energie sparen an Schulen?

Einsparprojekte an Schulen sind notwendig, um die viel zu hohen Kosten im Umweltbereich zu senken und einen aktiven Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung zu leisten. Allein bei den ca. 42.000 allgemein bildenden Schulen in Deutschland (950 davon in Berlin) liegt pro Schule ein riesiges Einsparpotenzial brach:

- 80 MWh Wärme pro Jahr
- 8.000 kWh elektrischer Strom pro Jahr
- 25 t CO<sub>2</sub> pro Jahr
- 5.000 € pro Jahr

Dieses Potenzial bezieht sich allein auf Einsparungen durch Veränderungen beim Nutzerverhalten. Wird ein Energieprojekt in Verbindung mit einem finanziellen Anreizsystem durchgeführt, wird eine große Akzeptanz bei allen Beteiligten erreicht. Die Schulen werden wie z.B. bei fifty/fifty, dem wohl größten umweltpädagogischen Projekt Europas, an den Einsparungen beteiligt. Leider nehmen bislang nur ca. 10% der Schulen an solchen Projekten teil, weshalb ein Großteil der Einsparpotenziale in Höhe von 150 Mio€/Jahr und 750.000 t CO<sub>2</sub>/Jahr brach liegen.

## » Wie ist die Broschüre aufgebaut?

Die Broschüre „Energiesparen an Schulen“ richtet sich an Lehrerinnen und Lehrer der 5.-10. Klasse. Neben dem theoretischen Wissenserwerb zum Thema Energie, Treibhauseffekt und Energiewende stehen praktische Übungen im Vordergrund. Über verschiedene handlungsorientierte Methoden und Medien sollen die Jugendlichen forschend tätig werden und sich Fachinhalte selbständig und in Teamarbeit aneignen.

Das Schulpaket „Energiesparen an Schulen“ ist in 4 Kapitel untergliedert.

<b>Kapitel 1:</b> Finanzielles Anreizsystem fifty/fifty	Herangehensweise, Wissenswertes
<b>Kapitel 2:</b> Unterrichtsmodule	Unterrichtsmodule zu verschiedenen Themen mit Kopiervorlagen, Tafelbildern, Literaturhinweisen und weiterführenden Lehrerinformationen
<b>Kapitel 3:</b> Weiterführende Themen zum Energie sparen an Schulen	Darstellung von Fallbeispielen zur Ergänzung bei der Durchführung von Energieprojekten in Schulen
<b>Kapitel 4:</b> Anhänge	Checklisten, Mustervereinbarungen

## » Wie kann man junge Menschen für ökologische Fragen begeistern?

In den Schulen tut sich heute im Bereich Umwelterziehung bereits vieles. Die Praxis und die Projekte zum Thema sind konkret, und sie werden zunehmend arbeitsteilig. Die für Kinder und Jugendliche nicht länger verkraftbare Katastrophenpädagogik, in welcher globale Umweltgefahren und -krisen ausschließlich den Unterrichtsinhalt bestimmten, gehören der Vergangenheit an. Das Schulpaket Energiesparen an Schulen ermöglicht Schülerinnen und Schülern wie auch allen beteiligten Lehrerinnen und Lehrern, Eltern, Hausmeisterinnen und Hausmeistern, in Eigeninitiative an der positiven Zukunftsgestaltung mitzuwirken. So steht neben der Vermittlung von Fachwissen zum Thema Energie und Energiesparen das produktive Gestalten, projektorientierte Lernen, gemeinsame Diskutieren, selbstständige Recherchieren und Präsentieren im Vordergrund.

## » Welche Kompetenzen erwerben die Schülerinnen und Schüler?

Im Vordergrund des heutigen Lernens steht das Entwickeln von Kompetenzen. Daher wurde hierauf ein spezielles Augenmerk gelegt. Das Schulpaket Energiesparen an Schulen ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, sich in folgenden Kompetenzklassen weiterzuentwickeln.

### Personale Kompetenz

Diese steht für selbstorganisiertes Handeln und dafür sich selbst einzuschätzen, produktive Einstellungen, Werthaltungen, Motive und Selbstbilder zu entwickeln, eigene Begabungen, Motivationen Leistungsvorsätze zu entfalten und sich im Rahmen der Arbeit und außerhalb kreativ zu entwickeln und zu lernen.

- Bewusster Umgang mit Energie im Alltag
- Entwicklung energiesparender Verhaltensweisen
- Entwicklung einer Haltung zu klima- und energiepolitischen Fragestellungen
- Überzeugung und Motivation bei anderen Mitschülerinnen und Mitschülern sowie bei Eltern zum Energiesparen zu wecken

### Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Kompetenzen

Hierunter versteht man das aktive und gesamtheitlich selbstorganisierte Handeln, und dieses Handeln auf die Umsetzung von Absichten, Vorhaben und Plänen zu richten – entweder für sich selbst oder auch für andere und mit anderen, im Team, im Unternehmen, in der Organisation.

- Einrichten, Erarbeiten und Betreuen eines Energie-Teams sowie Beschaffung der dafür notwendigen Informationen
- Erstellung von Informationsplakaten und Energiesparsymbolen
- Eigenständige Durchführung und Auswertung von Experimenten (Treibhauseffekt)
- Eigenständige Durchführung von wissenschaftlichen Arbeiten (Erstellen und auswerten eines Temperaturprofils der Schule)
- Umgang mit verschiedenen Energiemessgeräten
- Praktische Umsetzung selbst entwickelter Ideen zum Energiesparen

### Fachlich methodische Kompetenz

Schülerinnen und Schüler sollen bei der Lösung von sachlich-gegenständlichen Problemen geistig und physisch selbstorganisiert handeln. D.h. sie sollen mit fachlichen und instrumentellen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten kreativ Probleme lösen, Wissen sinnorientiert einordnen und bewerten.

- Kenntnisse physikalischer Energieeinheiten und chemischer Formeln
- Kenntnis von energiesparenden Alltagsgeräten
- Grundwissen über Treibhauseffekt, Klimawandel und Klimaschutz
- Erwerb technischer Grundlagen zur Energieversorgung in der Schule und im Haushalt
- Entwicklung von Recherchestrategien bei der Suche nach Energieverbrauchern
- Auswertung und Systematisierung von Energieverbrauchsdaten
- Anlegen von Tabellen am Computer im Word- oder Excel-Format
- Kreative Darstellung von Fachinhalten

### Sozial-kommunikative Kompetenzen

Diese umfassen das kommunikative und kooperative selbstorganisierte Handeln, d.h. sich mit anderen kreativ auseinander- und zusammensetzen, sich gruppen- und beziehungsorientiert zu verhalten und neue Pläne, Aufgaben und Ziele zu entwickeln.

- Präsentation der Rechercheergebnisse
- Öffentlichkeitsarbeit an der Schule
- Gestaltung von Arbeitsprozessen während der Projektarbeit
- Organisation eines schulweiten Energie-Basars

## » Einordnung in den Rahmenlehrplan Physik

Physik Standards	Physik Fachwissen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie</li> <li>• Wärme im Alltag – Energie ist immer dabei</li> <li>• Energieformen</li> <li>• Mit Energie versorgen</li> <li>• Alternative Energiequellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentieren, protokollieren und auswerten</li> <li>• Energie aus der Steckdose</li> <li>• Heizen und Kochen im Haushalt</li> <li>• Energie und Leistungsbegriff</li> <li>• Wärmeenergie</li> <li>• Elektrische Energie</li> <li>• Stromrechnung</li> </ul>

## » Welche transdisziplinären Ansätze gibt es?

<b>Geografie</b>	<b>Arbeitslehre (BE); Sozialkunde / Arbeit / Wirtschaft</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Globale Zukunftsszenarien und Wege zur Nachhaltigkeit auf lokaler und globaler Ebene: Klimaentwicklung und Einfluss des Menschen auf das Klima; Verknappung von Ressourcen; Aktuelle weltpolitische Problemfelder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerbsarbeit: Zusammenhang Ökonomie – Ökologie</li> <li>• Haushalt und Konsum: Technik im Alltag: Technikausstattung und Nutzung im Alltag (Stoff-, Energie- und Informationsfluss in technischen Geräten)/Technisierung im Alltag/Entwicklungstrends</li> <li>• Konsum und Umwelt (Wahlpflicht): z.B. Energie- und Ökobilanzen, Energie und Wasser in der Schule</li> </ul>
<b>Chemie</b>	<b>Mathematik</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenwasserstoffe – Brennstoffe und Rohstoffe: Erdöl, Kohle und Erdgas, Energie aus Biomasse, Ressourcenknappheit, Energie aus der Sonne, nachwachsende Rohstoffe</li> <li>• Treibhausgase – Methan, Kohlenstoffdioxid und Wasser: Treibhauseffekt, Treibhaus Erde, Treibhausgase – Entstehung und Wirkung, Kohlenstoffdioxidkreislauf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Aus statistischen Daten Schlüsse ziehen“: Kritisches Analysieren grafischer statistischer Darstellungen, situationsangemessenes Darstellen von Zahlen</li> </ul>
<b>Ethik</b>	<b>Biologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internationale Politik – Auswirkungen der Globalisierungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologie und Nachhaltigkeit</li> </ul>

## » Fächerübergreifender Kompetenzerwerb in den Klassenstufen 7-8

<b>Deutsch</b>	<b>Mathematik</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediengestaltung, Mediennutzung und Reportage</li> <li>• Nachschlage- und Recherchetechniken</li> <li>• Fachbegriffe erwerben</li> <li>• Sachtexte verfassen</li> <li>• Präsentieren und Informieren</li> <li>• Argumentieren und Diskutieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sachaufgaben</li> <li>• Größen und Maßeinheiten</li> <li>• Daten erfassen, auswerten und reflektieren</li> </ul>
<b>Informatik</b>	<b>Bildende Kunst</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzte Informationsstrukturen: Internet</li> <li>• Daten verwalten und verarbeiten: Tabellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildhaftes Gestalten</li> <li>• Kommunikation und Mediengestaltung</li> <li>• Erfinden, Entwickeln und Darstellen</li> </ul>

# Kapitel 1: Start in das Energie-Projekt

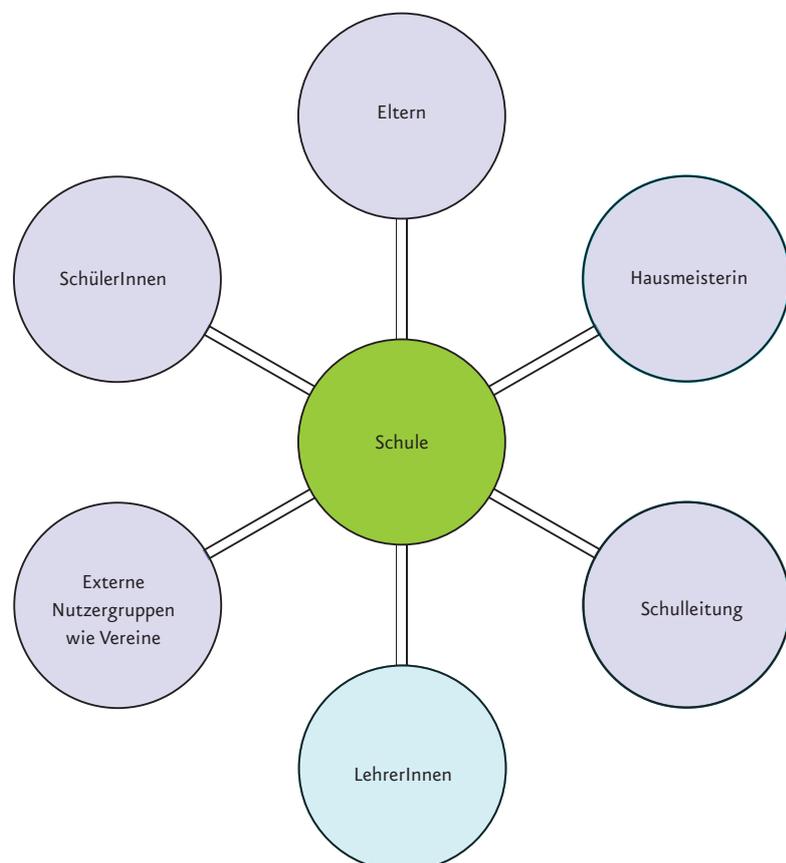
## » Energiemanagement

Unter dem Begriff Energiemanagement versteht man alle Bemühungen der Nutzer zur Realisierung von Energieeinsparungen. Energiemanagement umfasst das Schaffen arbeitsfähiger Strukturen, das Erfassen und Analysieren des Energieverbrauchs sowie das Entwickeln und Umsetzen konkreter Energiesparmaßnahmen. Das Besondere an dem hier vorgestellten Ansatz eines schulinternen Energiemanagements besteht in der aktiven Rolle der Lehrerinnen, Lehrer und Schülerinnen und Schüler sowie im inhaltlichen Schwerpunkt – der Erschließung verhaltensbedingter und anderer nicht-investiver Energiesparpotenziale. Darin unterscheidet es sich vom Energiemanagement der Schulträger und anderer beauftragter Dienstleistungsunternehmen. Diese sehen ihre Aufgabe eher in der Verbrauchsüberwachung und der Durchführung investiver Maßnahmen. Gleichwohl lassen sich beide Ansätze miteinander kombinieren, wodurch zusätzliche Einsparungen erzielt werden können.

Häufig wird in diesem Zusammenhang das Argument vorgebracht, technische Instandsetzungen seien Voraussetzung für ein energiesparendes Verhalten. Prinzipiell sind jedoch in allen Gebäuden verhaltensnutzungsbedingte Einsparungen möglich. Durch den Aufbau einer klaren Organisationsstruktur erfolgt eine optimale Vernetzung innerhalb der Schule sowie nach außen (z.B. zu Sponsoren, Ämtern, externen Fachleuten, Medien). Das Kernstück des schulischen Energiemanagements bildet das Projektteam. Es ist verantwortlich für die Koordination aller Energiesparbemühungen der Schule. Der Erfolg des Energiemanagements hängt im Wesentlichen davon ab, wie viele Nutzer miteinbezogen werden. Möglichst viele Schülerinnen und Schüler können erreicht werden durch:

- Energieverantwortliche in den Klassen
- Integration des Energiesparprojekts in den Fachunterricht
- fächerübergreifenden Unterricht zum Thema Energie
- Energiesparwochen
- Energieprojekte an Projekttagen und im Rahmen von Schülerwettbewerben

Mit dieser Struktur wird das Ziel verfolgt, das Energiemanagement zu einem integralen Bestandteil des Schulalltags zu machen und eine breite Akzeptanz und Unterstützung durch alle Nutzergruppen zu gewinnen.



**Nutzergruppen in der Schule >>**

## » Aufbau eines Energieteams

Die Einführung und Umsetzung eines Energiemanagements erfordert Zusammenarbeit, Einsatz und Motivation. Dabei sind nicht nur Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler angesprochen.

Folgender Personenkreis soll zur Zusammenarbeit in einem Projektteam, welches die Koordination des Energiemanagements übernimmt, motiviert werden:

- engagierte Lehrkräfte
- Schulwart/Hausmeister
- Schülervertretung
- Vertreter des Schulträgers
- Externe Fachleute (Energieberater, Umweltinstitute)

Je mehr Leute sich für das Projekt interessieren, desto schneller und besser wird gute Arbeit gelingen.

Die Leitung übernimmt ein Fachlehrer oder eine Fachlehrerin, der/die neben Fachkenntnissen auch das notwendige Engagement aufbringt. Da diese Tätigkeit einen erheblichen Zeitaufwand erfordert, sollte sie durch Freistellung unterstützt werden. Auch der Hausmeister oder die Hausmeisterin trägt entscheidend zum Erfolg des Projektes bei.

Der Hausmeister/Die Hausmeisterin ist auch in Zeiten da, in denen Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte nicht in der Schule sind!

Da er/sie sich um die betrieblichen Belange der Schule kümmert, von der Steuerung, Betreuung und Wartung der Haustechnik bis hin zur Aufsicht des Reinigungspersonals, kennt er/sie das technische Innenleben der Schule am besten.

Als Verbündeter beim Energiesparen darf der Hausmeister/die Hausmeisterin nicht außen vor gelassen werden. Auf seine/ihre Bereitschaft kommt es maßgeblich an.

Da in den seltensten Fällen im Projektteam das fachliche Know-how vorhanden sein wird, muss der Schulträger für eine qualifizierte Betreuung in fachlichen Fragen sorgen. Diese kann entweder durch die für die Energiebewirtschaftung zuständige Stelle selbst oder durch externe Fachleute erfolgen.

Das Projektteam koordiniert das Energiemanagement an der Schule und übernimmt im Einzelnen folgende Aufgaben:

- Kennenlernen der Energieversorgungssituation an der Schule
  - Energieerzeugung, Ermitteln und Bewerten des Energieverbrauchs
- Erfassen und Überwachen der Zählerstände
- Aufspüren von Energiesparpotenzialen und Erstellen eines Maßnahmenkatalogs
- Umsetzen von Energiesparmaßnahmen bzw. Unterbreiten von Vorschlägen für investive Maßnahmen an die zuständige Behörde
- Organisieren von Projekten zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen für Projektstage
- Vorbereiten von Energiesparwochen
- Schulung der Energieverantwortlichen in den Klassen
- Erstellen von Aushängen über Energieverbrauch, realisierte Maßnahmen, Einsparergebnisse

## » Energieverantwortliche in den Klassen

Es ist empfehlenswert in jeder Klasse Energieverantwortliche zu wählen. Diese nehmen ähnlich wie der meistens schon vorhandene Tafeldienst oder Klassenbuchdienst diverse Aufgaben wahr. Dazu gehören:

- Stoßlüften
- Temperaturregelung (Thermostatventile einstellen)
- Beleuchtung in den Pausen und nach dem Unterricht abschalten
- einzelne Lichtleisten nur bei Bedarf einschalten, Schalter entsprechend kennzeichnen
- unbenötigte elektrische Geräte abschalten
- Vorschläge für weitere Energiesparmaßnahmen in das Energieteam einbringen

Sinnvollerweise sollten sich die Energieverantwortlichen der unterschiedlichen Klassen untereinander regelmäßig austauschen, um sich über Probleme und Erfahrungen auszutauschen. Dadurch wird der Informationsfluss unter den einzelnen Klassen gewährleistet.



## Kapitel 2: Unterrichtsmodule

Kapitel 2 setzt sich mit der konkreten Durchführung eines Energiesparprojektes an Schulen auseinander. Das Kapitel ist in 3 Themen untergliedert, die aus mehreren Modulen bestehen. Jedes Thema beginnt mit einer kurzen Einführung in die vorgesehenen Lerninhalte, Methoden und Medien. Zur Vorbereitung auf den Unterricht wird dargestellt, welches Vorwissen die Schülerinnen und Schüler zur Erarbeitung der Lerninhalte benötigen und welche Vorbereitungen seitens der Lehrkraft zu treffen sind. Die Module können einzeln oder miteinander verknüpft im Unterricht bearbeitet werden. Die modulare Zusammenstellung erlaubt eine Auswahl der Lerninhalte nach dem aktuellen Wissenstand der Jugendlichen und entsprechend den zeitlichen und fachlichen Vorstellungen und Vorgaben für den Unterricht. Die Module sind – ähnlich einer Verlaufsplanung – tabellarisch aufgebaut. Arbeitsschritte und Methoden zur Vermittlung der Lerninhalte werden detailliert erklärt und Lernziele formuliert. Darüber hinaus werden Angaben über Materialien, Medien, Zeit und Fächer gemacht. Die entsprechenden Kopiervorlagen für Arbeitsblätter (AB), Folien (F), Tafelbilder (T) und Lehrerinformationen finden sich im Anschluss an die Modulbeschreibungen. Am Ende jeder Themeneinheit werden die zu vermittelnden Fachinhalte ausführlich beschrieben, so dass auch fachfremde Lehrerinnen und Lehrer sich auf den Unterricht vorbereiten können.

# Thema 1:

## Einführung ins Thema

### Energiesparen an Schulen

Der Themenbereich 1 soll zweierlei Aufgaben erfüllen. Zum einen erwerben die Schülerinnen und Schüler Hintergrundwissen zu den Themen Kohlenstoffkreislauf, Treibhauseffekt, Klimawandel und Klimaschutz und zum anderen entwickeln sie eine Haltung zu klima- und energiepolitischen Fragestellungen. Langfristiges Ziel ist es, die Jugendlichen zum verantwortlichen Umgang mit Energieressourcen zu motivieren und ihnen individuelle Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

#### Vorbereitung:

- **Modul 1-03 Treibhausexperiment:** Dunkle Erde am Vortag sammeln und an einem warmen Ort lagern, damit sie nicht so kalt ist (vor allem im Winter).
- **Modul 1-06 Ausflug:** Auswahl eines möglichen Ausflugsziels (z.B. Technikmuseum) und Terminvereinbarung

#### Lernziele des Themenbereichs:

- Die Schülerinnen und Schüler kennen die chemischen Eigenschaften der wichtigsten Treibhausgase, können den Treibhauseffekt erklären und die Folgen der Erderwärmung für Mensch und Natur abwägen.
- Sie setzen sich mit Klimaschutzmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen (politisch, wirtschaftlich, technisch, persönlich) auseinander und beurteilen deren Effektivität.
- Sie können zwischen elektrischer Leistung und Energie unterscheiden sowie physikalische Einheiten berechnen.
- Sie entwickeln eine Vorstellung von Energiemengen anhand praktischer Beispiele und Messungen.

#### » Modul 1-01 Energieformen

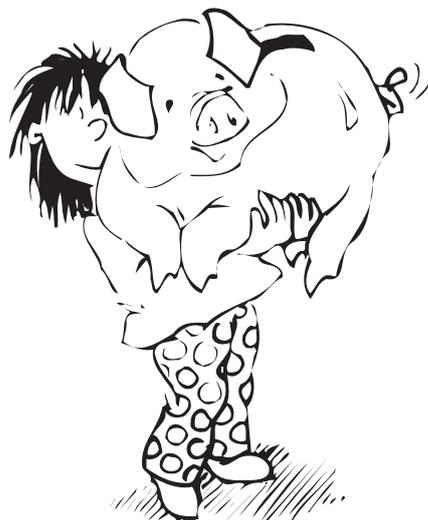
Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
30 min Physik, Chemie	Dieses Modul dient als Einstieg in das Thema Energiesparen an Schulen. Im Gespräch zwischen L und Sch werden die verschiedenen Energieträger abgefragt. Die L schreibt die Energieträger in verschiedenen Farben an die Tafel und sortiert sie nach fossilen und erneuerbaren Energieträgern. Als dritte Kategorie taucht hier die Energieverwendung auf. So lassen sich auch Energieträger und Energieverwendung zueinander in Beziehung setzen. (Erdöl → Wärme; Wasserkraft → Strom)	Tafelbild T1-01 (s. S. 18)

## » Modul 1-02 Unterscheidung Energie und Leistung

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
10 min Physik, Chemie	Nach einer kurzen Einführung über den Unterschied zwischen Energie und Leistung (siehe Merkblatt) ordnen die Sch an der Tafel verschiedene Beschreibungen (auf Papierstreifen geschrieben) diesen beiden Kategorien zu. Danach erhalten sie Kärtchen mit Einheiten in Watt oder Kilowattstunden, die sie den jeweiligen Beschreibungen zuordnen. Eine Schülergruppe bearbeitet den Bereich Energie, die andere den der Leistung. Die Ergebnisse werden mithilfe des Lösungsblatts ausgewertet und an der Tafel korrigiert. Die Papierstreifen und Kärtchen müssen vorher hergestellt werden. Als Variante kann auch das Arbeitsblatt verwendet werden. Der erste Schritt, die Zuordnung zu Energie oder Leistung, fällt bei dieser Variante weg. Im Anschluss kann zusätzlich das Merkblatt an die Sch verteilt und mit ihnen gemeinsam durchgegangen werden.	Arbeitsblatt AB 1-02 (s. S. 19–21)

## » Modul 1-03 Treibhauseffekt

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
10 min Physik	Mithilfe eines Tafelbilds wird erklärt, wie der natürliche Treibhauseffekt funktioniert. Die L vertieft das Wissen über den Treibhauseffekt mit Hilfe eines Experiments (→ Ein Marmeladenglas mit Erde füllen und mit Klarsichtfolie verschließen. Mit einem Thermometer alle 5 min die Temperatur im Glas messen und an der Tafel dokumentieren) bzw. eines Modells (Luftballons und Schals) und diskutiert mit den Sch, welche negativen Konsequenzen der verstärkte Ausstoß von CO <sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen auf diesen Effekt hat.	Tafelbild T1-03 (s. S. 22–23), Marmeladengläser gefüllt mit Erde, Schal, Luftballon, Thermometer



### » Modul 1-04 CO<sub>2</sub>-Kreislauf

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
10 min Physik, Chemie	Was ist CO <sub>2</sub> und welche Auswirkungen hat es? An der Tafel werden Beispiele gesammelt, wo CO <sub>2</sub> entsteht und wo CO <sub>2</sub> gebunden wird. Anhand der Sammlung wird der Kohlenstoffkreislauf kurz erläutert (siehe Info). Anhand der Leitfragen werden die Ursachen einer erhöhten Konzentration von CO <sub>2</sub> und anderer Treibhausgase in der Atmosphäre diskutiert. Dabei soll auch der Zusammenhang zu Energieerzeugung und Ressourcenverbrauch hergestellt werden. Die Sch bringen ihre Erfahrungen in die Diskussion ein.	Folie F1-04 (s. S. 25–27), Laminiervorlagen

### » Modul 1-05 Klimawandel und Energiewende

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
15 min Physik, Ethik, Politik	Welche Folgen hat der Treibhauseffekt für das Klima? In einem zeichnerischen Brainstorming sammeln die Sch ihr Vorwissen zu dieser Frage. Sie erhalten A5-Karten, auf die sie die Folgen des Klimawandels aufzeichnen sollen. Die Karten werden an die Tafel geheftet und gemeinsam ausgewertet.	A5-Karten, Magnete

### » Modul 1-06 Ausflug

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
1 Schultag Physik, Chemie	Dass der Klimawandel auch in der unmittelbaren Umgebung zu sehen ist, kann auf einem Ausflug erfahren werden. Führungen von Naturschutzorganisationen oder Vereinen zu entsprechenden Orten in und um Berlin zeigen die Folgen des Klimawandels auch in unserem unmittelbaren Umfeld.	Informationsblatt I1-06 (s. S. 24) Proviant, Fotoapparat

# Einführung ins Thema Energie sparen an Schulen – Lehrerinformationen

## » Modul 1-01 Energieformen

Es wird zwischen Primär- und Sekundär- oder zwischen Primär-, End- und Nutzenergie unterschieden. Zur **Primärenergie** zählen alle Rohstoffe aus natürlichem Vorkommen, die zur Energieerzeugung verwendet werden, wie fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle, Ölschiefer, Teersande), Kernbrennstoffe (Uran, Thorium) und erneuerbare Energien (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Geothermie, Gezeitenenergie). Außer Geothermie, Gezeitenenergie und Kernenergie sind die Energieträger auf der Erde solaren Ursprunges (gespeicherte Sonnenenergie). **Sekundärenergie** entsteht als Ergebnis eines Umwandlungsprozesses aus den Primärenergieträgern. Dazu gehören Kohleprodukte (Koks, Briketts), Mineralölprodukte (Benzin, Heizöl, Kerosin), Gasprodukte (Stadtgas, Raffineriegas), Strom und Fernwärme. Unter **Endenergie** wird die Energie gefasst, die vom Verbraucher eingesetzt wird (Sekundärenergie und direkt nutzbare Primärenergie). **Nutzenergie** ist die tatsächlich vom Endnutzer genutzte Energie: Wärme, Licht, Kraft, Nutzelektrizität. In Deutschland liegt die tatsächlich genutzte Energie zurzeit bei  $\frac{1}{3}$  der eingesetzten Primärenergie.

Zu den **Energieformen** gehören mechanische Energie (kinetische oder Bewegungsenergie, Lageenergie), thermische oder Wärmeenergie, elektrische Energie, chemische Energie, Kernenergie und elektromagnetische oder Strahlungsenergie.

## » Modul 1-02 Unterscheidung Energie und Leistung

Als **Energie** (E) bezeichnet man die Fähigkeit von Körpern, Arbeit zu verrichten. Bei der Verrichtung von Arbeit wird Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen oder in andere Energieformen umgewandelt.



**Formel:**  $E = P \times t$ . z.B.  $E = 2 \text{ kW} \times 3 \text{ h} = 6 \text{ kWh}$   
**Einheiten:** Joule (J), Kilojoule (kJ), Wattsekunden (Ws), Wattstunden (Wh), Kilowattstunden (kWh)  
**Umrechnung:**  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ ,  $1 \text{ kWh} = 3.600 \text{ kJ}$

**Leistung** (P) ist momentan verrichtete Arbeit. Sie beschreibt die Anstrengung, die unternommen werden muss, um etwas zu tun.

**Formel:**  $P = E / t$  (für  $E = \text{const.}$ ) z.B.  $P = 6 \text{ kWh} / 3 \text{ h} = 2 \text{ kW}$   
**Einheiten:** Joule pro Sekunde (J/s), Watt (W)  
**Umrechnung:**  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

In einem abgeschlossenen System bleibt die Energiemenge konstant, sie geht nicht verloren, sondern wird von einer Form in eine andere umgewandelt. Dieses **Prinzip der Energieerhaltung** ist gleichzeitig 1. Hauptsatz der Thermodynamik (Wärmelehre). Nach dem **Prinzip der Energieentwertung** kann jedoch der energetische Nutzwert abnehmen, da die Richtungen der Energieumwandlung nicht gleichwertig sind. Energie in geordneter Form (mechanische Energie) kann vollständig in Energie weniger geordneter Form (Wärme) umgewandelt werden. In umgekehrter Richtung funktioniert die Umwandlung nur teilweise, die Wärmeenergie wird nicht vollständig in mechanische Energie umgewandelt (2. Hauptsatz der Thermodynamik). Wenn umgangssprachlich von „Energieverlust“ die Rede ist, dann ist damit der ungenutzte Teil der Energie bei der Energieumwandlung gemeint, z.B. die Abwärme, die beim Motor entsteht. Je effizienter die Energieumwandlung (geringerer Energieaufwand bei gleicher Energiedienstleistung) desto höher ist auch der Wirkungsgrad bzw. entsprechend geringer ist der Energieverlust.

Es wird zwischen Primär- und Sekundär- oder zwischen Primär-, End- und Nutzenergie unterschieden. Zur **Primärenergie** zählen alle Rohstoffe mit natürlichem Vorkommen, die zur Energieerzeugung verwendet werden, wie fossile Brennstoffe (Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle, Ölschiefer, Teersande), Kernbrennstoffe (Uran, Thorium) und erneuerbare Energien (Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Geothermie, Gezeitenenergie). Außer Geothermie, Gezeitenenergie und Kernenergie sind die Energieträger auf der Erde solaren Ursprunges (gespeicherte Sonnenenergie). **Sekundärenergie** entsteht als Ergebnis eines Umwandlungsprozesses aus den Primärenergieträgern. Dazu gehören Kohleprodukte (Koks, Briketts), Mineralölprodukte (Benzin, Heizöl, Kerosin), Gasprodukte (Stadtgas, Raffineriegas), Strom und Fernwärme. Unter **Endenergie** wird die Energie gefasst, die vom Verbraucher eingesetzt wird (Sekundärenergie und direkt nutzbare Primärenergie). Nutzenergie ist die tatsächlich vom Endnutzer genutzte Energie: Wärme, Licht, Kraft, Nutzelektrizität. In Deutschland liegt die tatsächlich genutzte Energie zurzeit bei 1/3 der eingesetzten Primärenergie.

Zu den **Energieformen** gehören mechanische Energie (kinetische oder Bewegungsenergie, Lageenergie), thermische oder Wärmeenergie, elektrische Energie, chemische Energie, Kernenergie und elektromagnetische oder Strahlungsenergie.

### » Modul 1-03 Treibhauseffekt

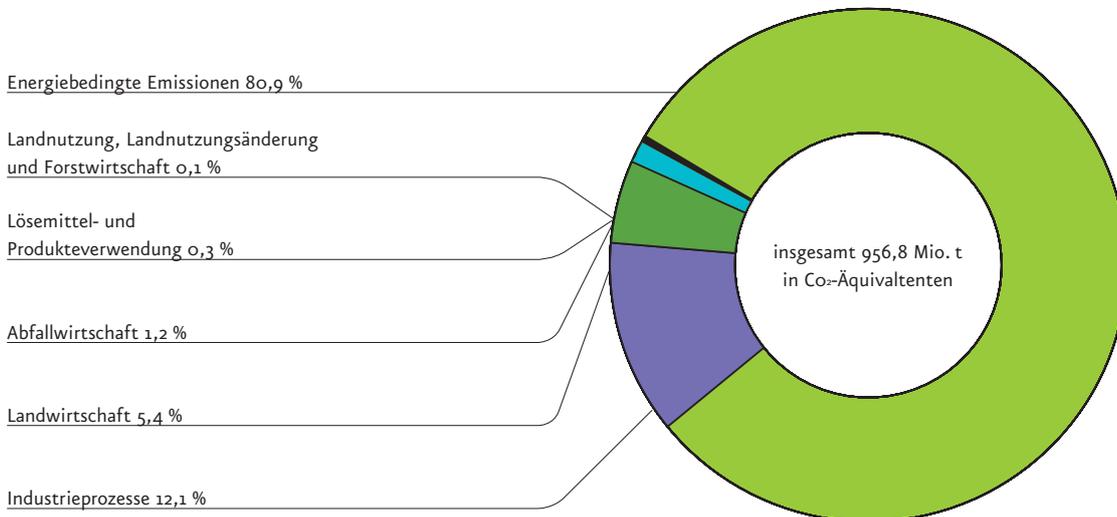
Die Treibhaus- bzw. Spurengase sind als natürlicher Teil der Atmosphäre wichtig für das Leben. Neben Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) zählen dazu Methan ( $\text{CH}_4$ ), Distickstoffoxid bzw. Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW), Ozon ( $\text{O}_3$ ) und Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Die Treibhausgase verhalten sich wie die Glashülle eines Treibhauses für Pflanzen. Sie lassen die kurzwellige solare Strahlung weitgehend auf die Erdoberfläche durch, absorbieren jedoch die langwellige terrestrische Strahlung, verhindern also, dass die Wärme der Sonnenstrahlen ins All zurück reflektiert wird. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt wäre die Erde eine Eiswüste mit einer globalen Mitteltemperatur von  $-18$  statt  $15^\circ\text{C}$ . Die Temperaturerhöhung um ca.  $33^\circ\text{C}$  ist zu 2/3 auf Wasserdampf und zu 21% auf  $\text{CO}_2$  zurück zu führen. Der Rest entfällt auf die anderen Treibhausgase und auf Aerosole. Obwohl der Anteil der Treibhausgase nur sehr gering ist, beeinflussen sie durch ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften entscheidend das Klima. Nimmt ihre Konzentration zu, verstärkt dies den Treibhauseffekt und führt zu globalen und regionalen Klimaveränderungen. In den letzten 35 Jahren sind die menschlich verursachten Treibhausgasemissionen um etwa 70 % gestiegen. Die steigende Konzentration der Gase durch Energieerzeugung, Verkehr, Industrie, Abholzung, Landwirtschaft etc. führt zu einer unnatürlichen Erwärmung der Erdoberfläche mit weit reichenden Folgen für unser Klima. Man spricht von einem künstlichen, menschlich verursachten oder anthropogenen Treibhauseffekt, dessen Auswirkungen nur durch massive Treibhausgasreduktion gestoppt werden können. Mit 64 % hat  $\text{CO}_2$  den

größten Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt, es folgen CH<sub>4</sub> mit 20 %, FCKW mit 10 % und N<sub>2</sub>O mit 6 %. O<sub>3</sub> wird nicht direkt ausgestoßen, sondern entsteht als Folgeprodukt z.B. bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Auch Kondensstreifen und NO<sub>x</sub>-Emissionen (Stickstoffoxide) der Flugzeuge haben eine den Treibhauseffekt verstärkende Wirkung. Der anthropogene Effekt von Wasserstoff ist noch gering, wird jedoch aufgrund der globalen Temperaturerhöhung (Verdunstung) weiter steigen. Eine entgegengesetzte Wirkung entfalten Schwefeldioxidemissionen (SO<sub>2</sub>). Sie haben einen kühlenden Effekt und kompensieren damit teilweise die Temperaturerhöhung, indem Aerosole (wie z.B. Schwefelpartikel) die Durchlässigkeit der Atmosphäre für Sonnenstrahlung vermindern.

### Treibhausgasemissionen in Deutschland

Über 80 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland sind energiebedingt. Einen großen Anteil daran hat die Verbrennung von Braun- und Steinkohle zur Energieerzeugung. Grafik 1 zeigt, wie die Emissionen in Deutschland nach Sektoren verteilt sind. Grafik 2 dokumentiert den Emissionstrend der wichtigsten Treibhausgase von 1990 bis 2007. Daraus wird ersichtlich, dass die atmosphärischen Emissionen seit 1990 vermindert werden konnten. Verantwortlich dafür sind klimapolitische Maßnahmen in Industrie, Landwirtschaft und Haushalten: der Einsatz effizienterer Technologien, der Ausbau erneuerbarer Energien mithilfe des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) und die Durchsetzung energiesparender Maßnahmen (Energieeffizienz, erneuerbare Energien, Energiesparen).

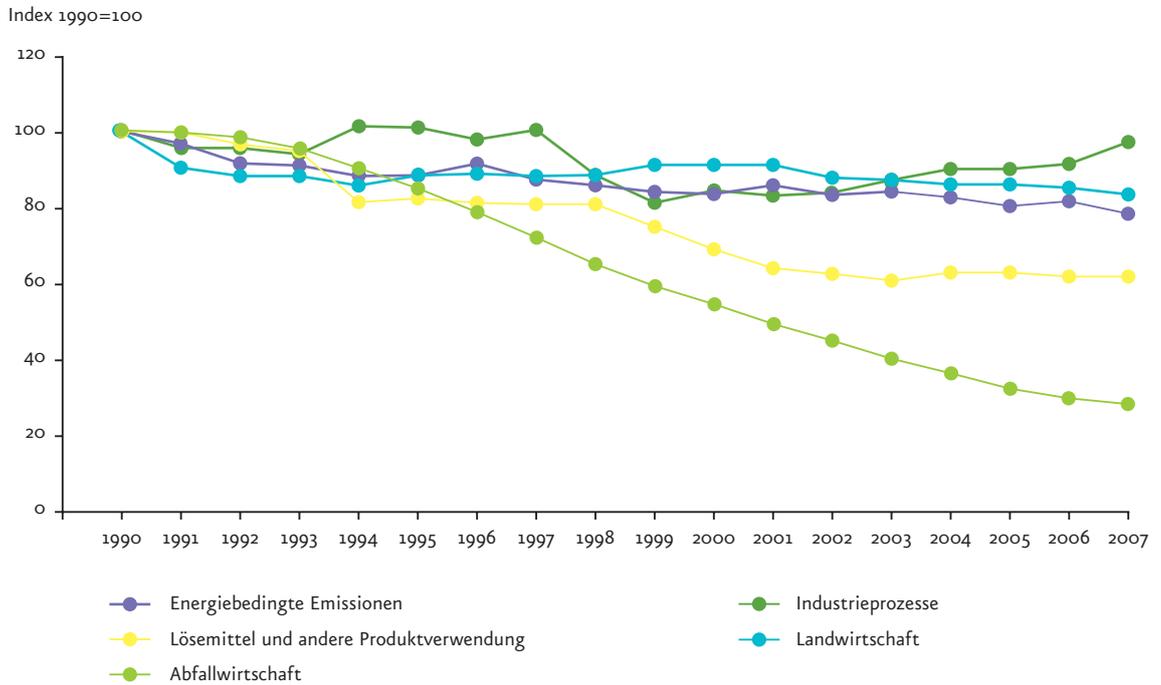
### Anteile der Quellkategorien<sup>1)</sup> an den deutschen Treibhausgasemissionen (berechnet in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten) 2007



<sup>1)</sup> LULUCF aus N<sub>2</sub>O ohne LULUCF aus CO<sub>2</sub>

Diese und die nachfolgende Grafik basieren auf den entsprechenden Grafiken in → Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990–2007 (Endstand 12.11.2008)

## Emissionstrend der sechs im Kyoto-Protokoll genannten Treibhausgase in Deutschland nach Quellkategorien



### » Modul 1-04 CO<sub>2</sub>-Kreislauf

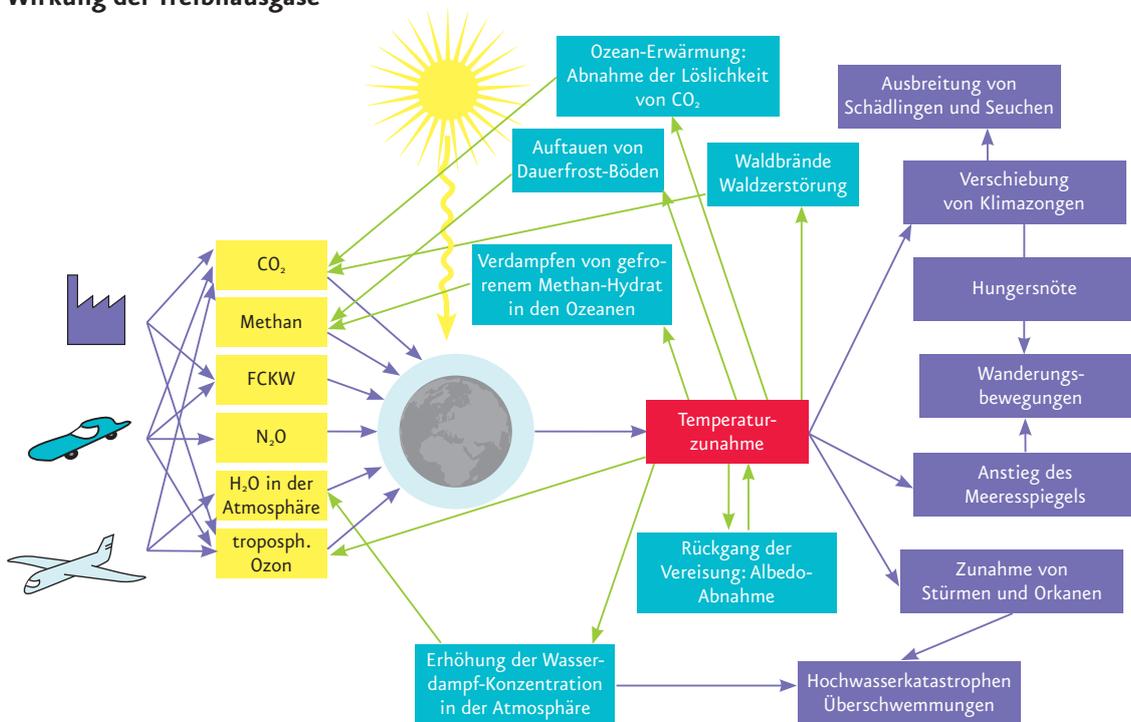
**Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)** ist ein farbloses, nicht brennbares Gas und ein wichtiges Stoffwechselprodukt. Es ist mit einer Konzentration von ca. 0,04 % natürlicher Bestandteil der Luft. In dieser Konzentration ist es nicht toxisch. Unter -78,5°C liegt es als Trockeneis vor. Darüber hinaus reagiert es mit Wasser zu Kohlensäure. Kohlendioxid hat sowohl natürliche als auch zu einem weitaus geringeren Anteil anthropogene Quellen. Es ist als Kohlenstoff vor allem in Wäldern, Meeren, Böden und Gesteinen sowie in Kohle, Erdgas und Erdöl gespeichert. Ein Teil gelangt als CO<sub>2</sub> wieder in die Luft, etwa beim Verrotten von Pflanzen, bei Waldbränden oder Vulkanausbrüchen (geologischer Kohlenstoffkreislauf). Zusätzlich werden riesige Mengen an CO<sub>2</sub> durch die Verbrennung von Kohle, Gas und Öl in Kraftwerken, Fabriken, Heizungen und Motoren verursacht.

Der **Kohlenstoffkreislauf** ist einer der wichtigsten Naturkreisläufe, denn er transportiert den lebenswichtigen Kohlenstoff zwischen Boden, Wasser und Luft. Alle tierischen und menschlichen Organismen produzieren Kohlendioxid, das von den Pflanzen aufgenommen und in Sauerstoff und Kohlenstoff umgewandelt (Photosynthese) wird. Sauerstoff gelangt in die Luft, während der Kohlenstoff in den Pflanzen gespeichert wird. Menschen und Tiere wiederum nehmen Kohlenstoff über die pflanzliche Nahrung auf, verbrennen ihn mit Sauerstoff und gewinnen dadurch Energie. Der Kreislauf schließt sich.

## » Modul 1-05 Klimawandel und Energiewende

Der **Klimawandel** wird überwiegend vom Menschen verursacht, er lässt sich nicht allein durch natürliche Ursachen erklären. Zu diesem Schluss kommt auch das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), das vom Umweltprogramm der UN und von der Weltorganisation für Meteorologie ins Leben gerufen wurde, in seinem Klimabericht 2007. Seit Beginn der Industrialisierung ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration um 30 % auf 387 ppm gestiegen (in den letzten 420.000 Jahren hatte sie nie 290 ppm überschritten). Die Methankonzentration steigerte sich sogar um 140 %. Die Auswirkungen der Erderwärmung auf Mensch und Natur sind vielfältig und komplex (siehe Grafik). Durch positive Rückkopplung werden die Effekte an vielen Stellen weiter verstärkt. Auf der Internetseite vom Umwelt-Prognose-Institut ([www.upi-institut.de](http://www.upi-institut.de)) werden die Zusammenhänge ausführlich beschrieben. Weitere Literaturhinweise finden sich im Quellenverzeichnis.

### Wirkung der Treibhausgase



Quelle: Die Grafik basiert auf der Grafik vom UPI-Institut

Nur wenn es bis 2020 gelingt, eine Trendwende in der Emissionsentwicklung herbeizuführen (die technisch möglich ist), lassen sich die Folgen des Klimawandels begrenzen. Eine radikale Energiewende ist dafür notwendig. Die Energiewende muss drei Komponenten (die 3 E) umfassen: Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Energiesparen. Insbesondere die Industrieländer als Hauptverursacher sind aufgefordert zu handeln, um einen Temperaturanstieg über den kritischen Wert von 2°C zu verhindern. Um das zu erreichen, müssen sie ihre Emissionen bis 2050 um 50-80 % reduzieren, denn die Treibhausgase bleiben über Jahre in der Atmosphäre und bauen sich nur sehr langsam ab. Ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist nach 100 Jahren weiter wirksam, nach 1000 Jahren ist es immer noch ein Fünftel. Aber auch die Schwellen- und so genannten Entwicklungsländer müssen ihre Energieversorgung mit Unterstützung der Industrieländer umstellen.

# T1-01: Energieträger und Energieverwendung

## Einstieg ins Thema mit folgenden Fragestellungen:

Energie und Energiesparen. Warum ist es überhaupt notwendig, Energie zu sparen?

Mögliche Antworten: Geld sparen, Klima retten, Treibhauseffekt

## Was gibt es für Energieformen? Wo verwenden wir Energie?

Primärenergie		Endenergie
Fossile Energieträger	Erneuerbare Energieträger	Nutzenergie
Gas	Wasser	Wärme (Heizung)
Kohle (Braun- und Steinkohle)	Sonne	Strom (Fernseher, Handy, Licht etc.)
Erdöl	Wind	Bewegung (Auto, Laufen ...)
Nukleare Energieträger Atomenergie	Biomasse (Holz, Pflanzen)	
	Erdwärme	

## Verwendung nach der Energieumwandlung:

Gas → Strom + Wärme

Atomenergie → Strom

Wind → Strom

Kohle → Strom + Wärme

Wasser → Strom

Biomasse → Strom und Wärme

Erdöl → Wärme

Sonne → Strom + Wärme

Erdwärme → Wärme

Zuerst die Nennungen der Sch wie oben in den drei Spalten eintragen.

Die Überschriften nach den Nennungen der Sch setzen und erläutern. Falls Atomkraft genannt wird, extra stellen, da es sich dabei weder um eine fossile noch eine erneuerbare Energie handelt.

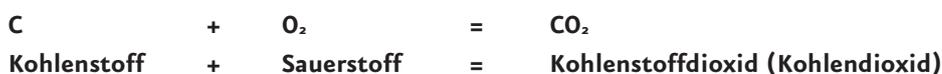
Danach lässt sich im Gespräch der Energieträger noch in Bezug zur Verwendung setzen.

**Erneuerbar:** Energieträger, die sich nicht aufbrauchen und immer zur Verfügung stehen bzw. ständig nachwachsen.

**Fossil:** Fossile Brennstoffe sind wie die Fossilien (Versteinerungen) vor Urzeiten aus verpressten Pflanzenresten entstanden. Diese enthalten alle Kohlenstoff, den die Pflanzen damals gebunden haben. Sie sind nicht erneuerbar. Kohlenstoff enthält Energie, die durch Verbrennung freigesetzt werden kann.

## Überleitung zum Thema Treibhauseffekt:

Womit muss Kohlenstoff verbrannt werden, um Energie (Wärme) freizusetzen? (Was passiert, wenn man ein Glas über eine Kerze stellt? Was fehlt?) Antwort: Sauerstoff (Luft)



Von Kohlendioxid haben sicher alle schon gehört. Es ist ein so genanntes Treibhausgas und zum Wesentlichen für den anthropogenen Treibhauseffekt verantwortlich. Es entsteht immer dann, wenn Kohlenstoffhaltiges, i.d.R. Pflanzenmaterial verbrannt wird. Bei dieser Reaktion wird Energie freigesetzt.



# AB 1-02: Energie und Leistung

Als **Energie (E)** bezeichnet man die Fähigkeit von Körpern, Arbeit zu verrichten. Bei der Verrichtung von Arbeit wird Energie von einem Körper auf einen anderen übertragen oder in andere Energieformen umgewandelt. Energie ist also Arbeit mal Zeit.

**Formel:**  $E = P \times t$  z.B.  $E = 2 \text{ kW} \times 3 \text{ h} = 6 \text{ kWh}$   
**Einheiten:** Joule (J), Kilojoule (kJ), Wattsekunden (Ws), Wattstunden (Wh), Kilowattstunden (kWh)  
**Umrechnung:**  $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$ ,  $1 \text{ kWh} = 3.600 \text{ kJ}$

**Leistung (P)** ist momentan verrichtete Arbeit. Sie beschreibt die Anstrengung, die unternommen werden muss, um etwas zu tun.

**Formel:**  $P = E / t$  (für  $E = \text{const.}$ ) z.B.  $P = 6 \text{ kWh} / 3 \text{ h} = 2 \text{ kW}$   
**Einheiten:** Joule pro Sekunde (J/s), Watt (W)  
**Umrechnung:**  $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

**Aufgabe:** Was braucht wie viel Watt (W) Leistung? Was verbraucht bzw. produziert wie viele Wattstunden (Wh) Energie? Ordne die Einheiten mithilfe von Pfeilen zu und rechne die Watt- bzw. Wattstundenwerte in die entsprechenden Einheiten um.

## Leistung

Schnellzug (ICE)	20 W	kW
Computer (PC)	200 W	kW
20 m <sup>2</sup> Photovoltaikanlage	2.000 W	kW
Schlafendes Baby	20.000 W	kW
Großes Blockheizkraftwerk	2.000.000 W	MW
Gasturbinenkraftwerk	20.000.000 W	MW
Wasserdurchlauferhitzer	200.000.000 W	MW
Dieselmotor	2.000.000.000 W	GW

## Energie

Autofahrt Berlin-Bonn	20 Wh	kWh
Fernsehen für 10 min	200 Wh	kWh
menschlicher Umsatz am Tag	2.000 Wh	kWh
tägliche Sonneneinstrahlung auf ein Fußballfeld	20.000 Wh	kWh
7 Kohlebriketts	200.000 Wh	kWh
Inhalt von 40 Öltanks	2.000.000 Wh	MWh
Flugzeug Berlin - Ankara	20.000.000 Wh	MWh
Photovoltaikanlage im Jahr	200.000.000 Wh	MWh
Glühlampe in 4 Stunden	2.000.000.000 Wh	GWh



# AB 1-02: Energie und Leistung

## Lösungsblatt: Energie und Leistung

### Leistung

Schlafendes Baby	20 W	0,02 kW
Computerarbeitsplatz	200 W	0,2 kW
20 m <sup>2</sup> Photovoltaikanlage	2.000 W	2 kW
Wasserdurchlauferhitzer	20.000 W	20 kW
Dieselmotor	200.000 W	200 kW
Großes Blockheizkraftwerk	2.000.000 W	2 MW
Schnellzug (ICE)	20.000.000 W	20 MW
Gasturbinenkraftwerk	200.000.000 W	200 MW

### Energie

Fernsehen für 10 Min.	20 Wh	0,02 kWh
Glühlampe in 4 Stunden	200 Wh	0,2 kWh
menschlicher Umsatz am Tag	2.000 Wh	2 kWh
7 Kohlebriketts	20.000 Wh	20 kWh
Autofahrt Berlin-Bonn	200.000 Wh	200 kWh
Photovoltaikanlage im Jahr	2.000.000 Wh	2 MWh
Tägliche Sonneneinstrahlung auf ein Fußballfeld	20.000.000 Wh	20 MWh
Flugzeug Berlin - Ankara	200.000.000 Wh	200 MWh
Inhalt von 40 Öltanks	2.000.000.000 Wh	2 GWh



# AB 1-02 Merkblatt: Energie und Leistung

## » Unterschied zwischen Energie und Leistung

Leistung kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt gemessen werden, während Energie über eine bestimmte Zeitspanne gemessen wird, z.B. eine Sekunde, eine Stunde oder ein Jahr.

## » Die Einheit kWh anschaulich

Hier ein paar Beispiele, welche Nutzwirkung einer kWh entspricht, wenn keine Energieverluste auftreten.

### Man benötigt 1 kWh um:

- 1 t Masse 367 m hoch zu heben
- 9,5 l Wasser von 10°C zum Sieden zu erhitzen
- eine ca. 30 l große Pressluftflasche mit Luft auf 200 bar zu füllen
- 1 t Masse von 0 auf 85 m/s zu beschleunigen (= 305 km/h)

### Worin ist 1 kWh Energie gespeichert?

- ca. 1 voll geladene große Batterie für Diesel-PKW (85 Ah)
- ca. 0,1 l Benzin oder Diesel
- ca. 0,25 kg Brennholz
- ca. 0,13 kg Steinkohle
- ca. 0,09 m<sup>3</sup> Erdgas

## » Wirkungsgrade bei der Energieumwandlung

Je nach Wirkungsgrad der Energiewandlung muss zur Erzeugung von 1 kWh Nutzenergie entsprechend mehr Energie eingesetzt werden. Wirkungsgrade liegen zurzeit bei etwa:

- Wärmeerzeugung: 90–100 %
- Fahrzeugmotoren: 20–45 %
- große Wasserturbinen: bis >90 %
- Wasserräder: 70 %
- menschliche Muskulatur: 10–20 %
- Elektromotoren: 70–90 %
- Glühlampen: 5 %
- Energiesparlampen: 15 %
- Kohlekraftwerk: ca. 45 %
- Kernkraftwerk: ca. 40 %
- Blockheizkraftwerk: 80–90 %
- Solarzellen: 10–18 %

### Wirkungsgrad

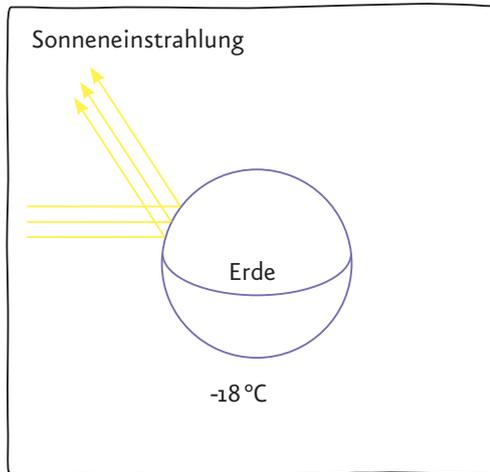
Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen zugeführter und genutzter Energie. Er gibt also an, wie viel Prozent der zugeführten Energie nach der Umwandlung in eine andere Energieform genutzt werden können. Beispiel: Glühlampen nutzen nur 5 % des zugeführten Stroms für Licht. Die restlichen 95 % werden in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.



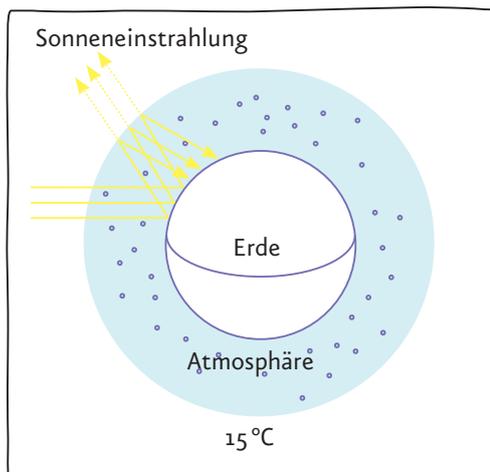
# T1-03: Treibhauseffekt

## » Vorschlag für die Tafelarbeit zum Treibhauseffekt

Die Grafiken werden der Reihe nach an die Tafel gezeichnet und können wie folgt mit den Schülerinnen und Schülern besprochen werden.



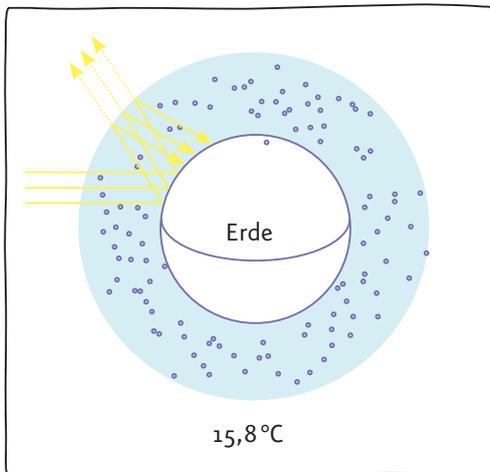
1. Erdkugel ohne Atmosphäre: An der Tafel ist die Erde ohne Atmosphäre dargestellt. In diesem Zustand wäre es  $-18^{\circ}\text{C}$  kalt und schon aus diesem Grund kein Leben möglich. Die Sonnenstrahlen würden auf die Erde treffen und komplett ins Weltall zurück reflektiert werden.



2. Natürlicher Treibhauseffekt: In der Tafelmitte wird die Atmosphäre um die zweite Erdkugel gezeichnet und das Wort Atmosphäre dazu geschrieben. In diese Lufthülle werden Punkte für die Gaspartikel gesetzt und mit den Schülerinnen und Schülern über die chemische Zusammensetzung der Luft gesprochen. Es bietet sich an, die Formelzeichen für die Gase beim Anschreiben an die Tafel zu verwenden und die Treibhausgase in einer anderen Farbe zu markieren:

$\text{O}_2 = 78\%$ ,  $\text{N}_2 = 21\%$ ,  $\text{H}_2\text{O} =$  schwankend, bis  $3\%$ ,  $\text{CO}_2 = 387\text{ ppm}$  ( $=0,0387\%$ ),  
Edelgase =  $26\text{ ppm}$ ,  $\text{CH}_4 = 1,8\text{ ppm}$ ,  $\text{N}_2\text{O} = 0,32\text{ ppm}$ ,  $\text{O}_3 = 0,01$  bis  $0,1\text{ ppm}$ ,  
FCKW =  $0,001\text{ ppm}$ )

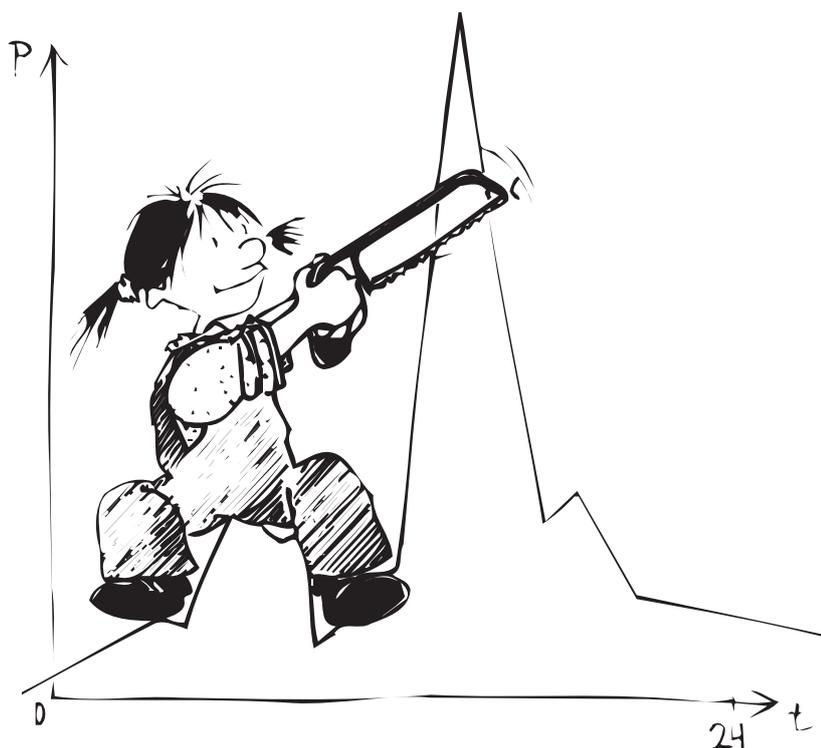
Beim Erklären des Treibhauseffekts kann der Vergleich zu einem Treibhaus bzw. Gewächshaus gezogen werden. Sonnenstrahlen durchdringen die Atmosphäre und werden auf der Erdoberfläche in Wärmestrahlen umgewandelt oder reflektiert. Ein Teil wird in der Atmosphäre festgehalten. Die Treibhausgase verhindern die Rückstrahlung. Durch die Zusammensetzung (Konzentration) der Treibhausgase in der Atmosphäre haben wir eine durchschnittliche Temperatur auf der Erde von  $+15^{\circ}\text{C}$ . Den Schülerinnen und Schülern sollte erläutert werden, was in diesem Zusammenhang durchschnittlich bedeutet. In der Eiszeit betrug die globale Durchschnittstemperatur beispielsweise nur  $9^{\circ}\text{C}$ .



3. Anthropogener Treibhauseffekt: In die dritte Zeichnung an der Tafel werden deutlich mehr Gas-Partikel gezeichnet, um den vermehrten Ausstoß von  $\text{CO}_2$  und anderer Treibhausgase durch den Menschen darzustellen. Durch die exzessive Verbrennung von Kohlenstoff (z.B. bei der Energieerzeugung) erhöht sich die  $\text{CO}_2$ -Konzentration in der Atmosphäre. Dies hat wiederum den Effekt, dass die Atmosphäre für die Wärmerückstrahlung undurchlässiger wird, wodurch sich die globale Durchschnittstemperatur kontinuierlich erhöht. Innerhalb der letzten 100 Jahre ist sie allein um etwa  $0,8^\circ\text{C}$  gestiegen. Diese globale Erwärmung führt bereits jetzt zu Klima-veränderungen, die zu beobachten und messbar sind.

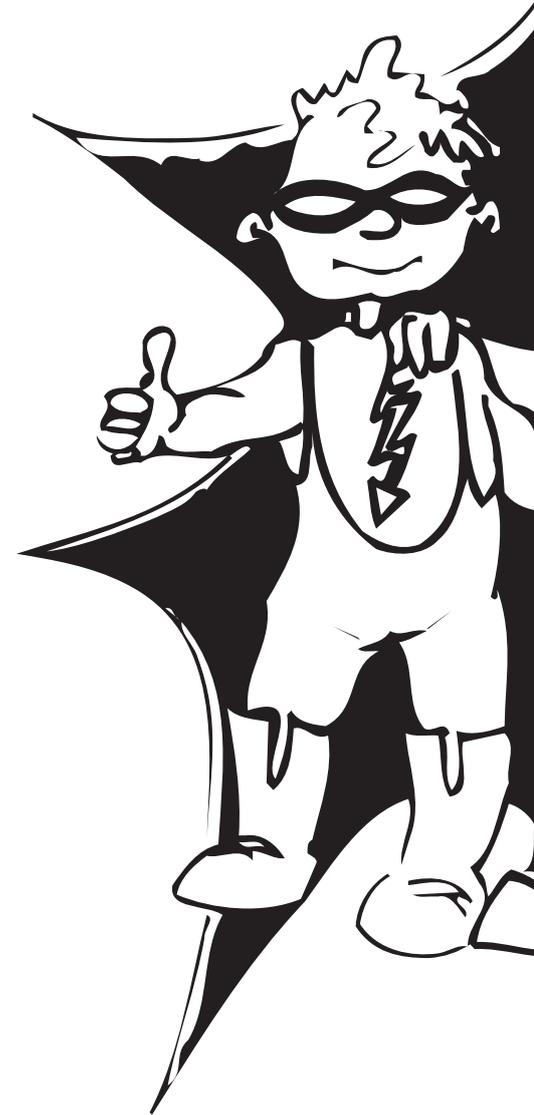
### Leitfragen für den Erfahrungsaustausch

- Worauf ist die erhöhte Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre zurück zu führen?
- Wie lange bleiben die einzelnen Treibhausgase in der Atmosphäre? Wie schnell werden sie abgebaut?
- In welchem Zusammenhang stehen Treibhauseffekt und Energieverbrauch?
- Worauf ist der erhöhte Energieverbrauch weltweit zurückzuführen?
- Wie viel Energie braucht der Mensch?
- Welche Energieressourcen gibt es auf der Erde? Wie werden sie genutzt? Wie sind sie verteilt?



# I1-06: Informationen über mögliche Ausflugsziele

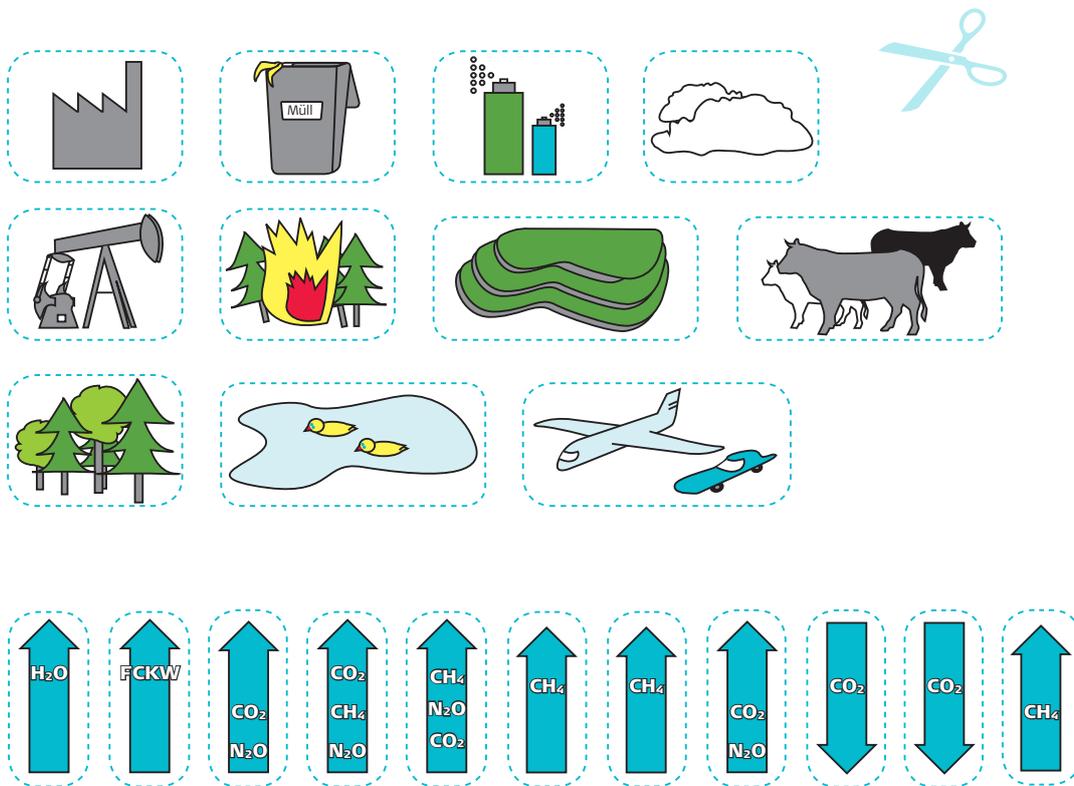
- » **Technik Museum Berlin**  
[www.dtmb.de](http://www.dtmb.de)
  
- » **Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung**  
[www.pik.de](http://www.pik.de)
  
- » **Landesumweltamt Brandenburg**  
[www.mluv.brandenburg.de](http://www.mluv.brandenburg.de)
  
- » **Grüne Lernorte in Berlin**  
[www.stiftung-naturschutz.de/gruene\\_lernorte/uebersicht.php](http://www.stiftung-naturschutz.de/gruene_lernorte/uebersicht.php)
  
- » **Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin**  
[www.schorfheide-chorin.de](http://www.schorfheide-chorin.de)
  
- » **Naturwacht Brandenburg**  
[www.naturwacht.de](http://www.naturwacht.de)
  
- » **Wald-Solar-Heim Eberswalde**  
[www.waldsolarheim.de](http://www.waldsolarheim.de)
  
- » **Ökowerk Berlin**  
[www.oekowerk.de](http://www.oekowerk.de)
  
- » **Umweltportal der Stadt Berlin**  
[www.berlin.de/umwelt/aufgaben/natur-gruene-lernorte.html](http://www.berlin.de/umwelt/aufgaben/natur-gruene-lernorte.html)
  
- » **Institut für Meteorologie der FU**  
[www.met.fu-berlin.de](http://www.met.fu-berlin.de)



# F1-04: Wirkung der Treibhausgase

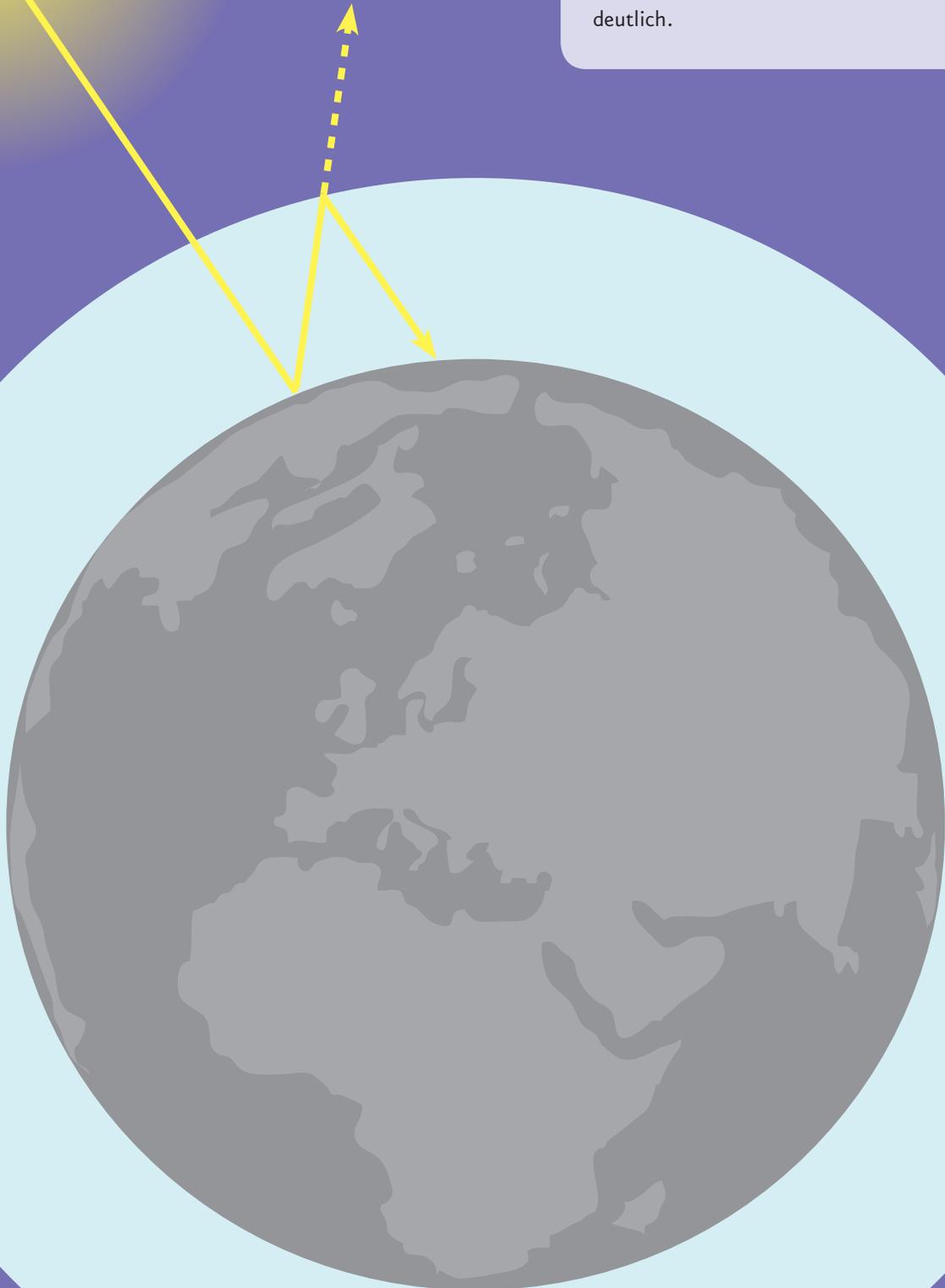
**Gruppenaufgabe:** Stellt die Wirkung der Treibhausgase grafisch dar.

1. Schneidet die Bilder, Textfelder und Pfeile aus.
2. Klebt die Bilder mit den entsprechenden Beschriftungen auf die Weltkugel.
3. Ordnet dann die Pfeile zu, achtet dabei auf die Richtung (nach oben: Ausstoß von..., nach unten: Aufnahme von...).
4. Überprüft euer Ergebnis mit dem Lösungsblatt. Klebt dann erst die Pfeile fest.



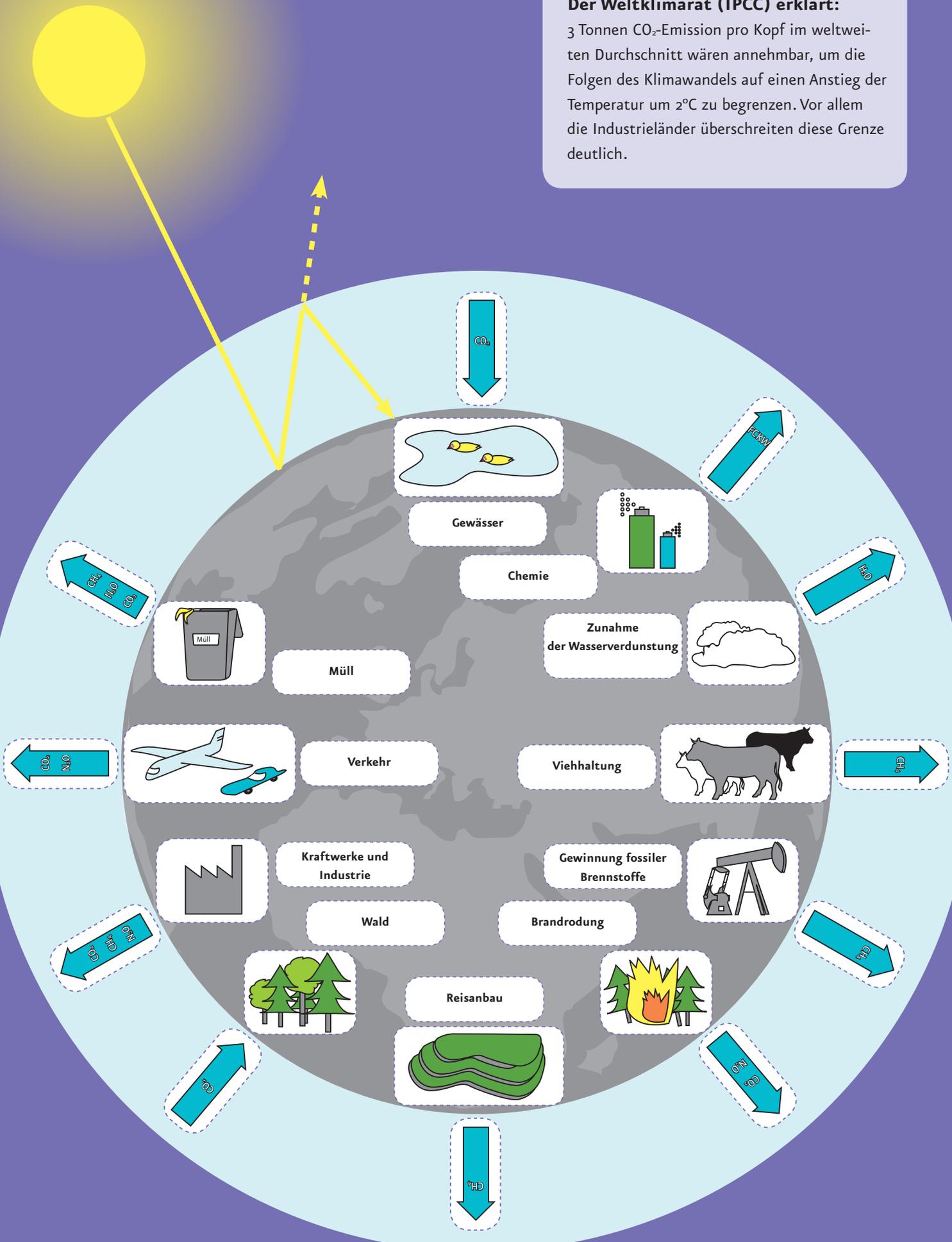
**Der Weltklimarat (IPCC) erklärt:**

3 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf im weltweiten Durchschnitt wären annehmbar, um die Folgen des Klimawandels auf einen Anstieg der Temperatur um 2°C zu begrenzen. Vor allem die Industrieländer überschreiten diese Grenze deutlich.



### Der Weltklimarat (IPCC) erklärt:

3 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf im weltweiten Durchschnitt wären annehmbar, um die Folgen des Klimawandels auf einen Anstieg der Temperatur um 2°C zu begrenzen. Vor allem die Industrieländer überschreiten diese Grenze deutlich.



# Thema 2: Energie in der Schule

Die Schülerinnen und Schüler werden in diesem Themenbereich zu Energieexperten. Sie informieren sich über die Energieversorgung der Schule, ermitteln, wie die Energie verteilt und wo sie benötigt wird, analysieren Energiesparmöglichkeiten und entwerfen Energiekonzepte. Sie entwerfen Hinweise für alle anderen Nutzerinnen und Nutzer des Gebäudes und agieren aktiv, indem sie Energiesparmaßnahmen (Fenster abdichten, Dachboden dämmen u. a.) selbstständig durchführen.

## Vorbereitung

- **Modul 2-01 Nutzerverhalten:** Laminiergerät, Scheren, Pappen
- **Modul 2-02 Energierundgang:** Absprache mit dem Hausmeister bzw. der Hausmeisterin über den Energierundgang und die Besichtigung des Heizungsraums
- **Modul 2-03 Energiemessen, Temperaturprofil und Energie-Recherche:** Besorgen folgender Messgeräte: Luxmeter, Strommessgeräte, Sekundenthermometer. Absprache mit dem Hausmeister/ der Hausmeisterin über die Raumbesichtigungen. Bestens geeignet ist das **Starterkit zum Energiesparen an Schulen**, erhältlich über [www.ufu.de](http://www.ufu.de)
- **Modul 2-05 Handwerkliche Maßnahmen:** Besorgen der Materialien in Zusammenarbeit mit externem Berater und Schulamt

## Lernziele des Themenbereichs:

- Die Schülerinnen und Schüler wissen, wie sie sich im Umgang mit Energie richtig verhalten.
- Die Schülerinnen und Schüler können verschiedene Energiemessgeräte bedienen: Luxmeter, Strommessgerät, Sekundenthermometer.
- Sie setzen sich mit der Energieversorgung der Schule auseinander, erwerben Kenntnisse zur Heizung, zum Strom- und Wasserverbrauch, wissen, welche Energieträger eingesetzt und wie Energiedaten ausgelesen werden.
- Sie erlernen wissenschaftliches Arbeiten: sachbezogenes Recherchieren, Datensammlung und -analyse, Systematisierung und Klassifizierung der Daten (in Tabellenform), Auswertung der Ergebnisse nach festgelegten Kriterien etc.
- Sie analysieren den Energieverbrauch in einzelnen Räumen und vergleichen ihn miteinander.
- Sie präsentieren ihre Ergebnisse aus der Energie-Recherche anschaulich, sachlich und für andere verständlich.
- Sie erkennen Einsparpotentiale und entwickeln umsetzbare Ideen zum Energiesparen.
- Sie entwickeln eine Vorstellung davon, wie viel CO<sub>2</sub> und Energiekosten sie durch Energiesparmaßnahmen an der Schule einsparen können.
- Sie engagieren sich für den Klimaschutz an der Schule, indem sie ihre eigenen Vorschläge zum Energiesparen umsetzen und auch andere Schulmitglieder zum verantwortungsbewussten Handeln motivieren (langfristiges Ziel).

### » Modul 2-01 Nutzerverhalten

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
20-45 min Kunst, Deutsch, Physik	Die Sch erarbeiten nach einer theoretischen Einführung Hinweisschilder, um die anderen Nutzer der Schule über das richtige Nutzerverhalten aufzuklären und an den richtigen Stellen die richtigen Hilfestellungen zu geben. Dazu gehören Klebeschilder für die Lichtschalter, Hinweise zum richtigen Lüften und Heizen.	KV 2-01 zum Nutzerverhalten (s. S 36/37), Laminiergerät, Scheren, Buntstifte, Filzstifte

### » Modul 2-02 Energierundgang

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
35 min Physik	Die Sch besichtigen gemeinsam mit dem Hausmeister bzw. der Hausmeisterin das eigene Schulgebäude. Sie begehen den Heizungskeller, das Lehrerzimmer, Fachräume, Klassenräume, Außenanlagen sowie die Turnhalle. Während oder nach dem Energierundgang füllen die Sch das Arbeitsblatt aus. Zum Abschluss des Tages legen die Sch mehrere Datenlogger aus, um zu überprüfen, wie der Temperaturverlauf in der Schule über einen längeren Zeitraum aussieht. Für die spätere Dokumentation werden Bilder gemacht.	AB 2-01 (s. S. 38), Sekundenthermometer, Fotoapparat, Datenlogger

### » Modul 2-03 Erstellen eines Temperaturprofils

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
45 min Physik	Wenn das Energie-Team aus weniger als 15 Sch besteht, sollten an diesem Termin weitere Sch aus einer Schulklasse teilnehmen. Die Messung erfolgt aufgeteilt in Gruppen, um innerhalb eines relativ kurzen Zeitraumes (eine Schulstunde) die Temperaturen in den verschiedenen Bereichen (Flügel, Stockwerke) der Schule messen zu können. Die Messung muss vormittags, d.h. während des Unterrichts stattfinden. Außer der Feststellung der Temperaturen werden Besonderheiten (kaputte Heizkörperventile, offen stehende Fenster etc.) notiert und die sich im Unterrichtsraum befindende Klasse nach ihrem subjektiven Temperaturempfinden befragt. Neben den Informationen zur Temperaturverteilung, die z.B. zu einer Empfehlung eines hydraulischen Abgleichs führen können, wird durch diese Messung das Energiesparprojekt automatisch in der ganzen Schule bekannt. Nach dieser Messung erfolgen die Auswertungen von Energierundgang und Messungen und die Entwicklung von Energiesparmaßnahmen.	Raumplan der Schule, 5-6 AB 2-02 (s. S 39); Sekundenthermometer, Fotoapparat, Checkliste Wärme

Unterschieden wird dabei in Maßnahmen, die das Alltagsverhalten betreffen und die deshalb in der Schulöffentlichkeit verbreitet werden müssen in Maßnahmen, die das Energie-Team zusammen mit Hausmeister oder Hausmeisterin und einem externen Berater direkt umsetzen kann, und in solche Maßnahmen, die vom Gebäudemanagement der Stadt umzusetzen sind. Die Auswertung, die je nach Alter und Interesse der Sch nur unvollständig erfolgen kann, wird vom externen Berater komplettiert, so dass an einem Folgetermin die weitere Umsetzung handwerklicher Maßnahmen erfolgen kann. Für die spätere Dokumentation werden Bilder gemacht.

### » Modul 2-04 Energie-Recherche

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
5-7 min pro Raum, Physik,	Die Sch erstellen mithilfe eines Arbeitsbogens für die Räume der Schule einen Energiepass. Bei der Erstellung werden spezifische Merkmale des Raumes untersucht. Dazu gehören die Beleuchtung, die elektrischen Verbraucher, die Heizungssituation sowie die Warmwasserversorgung. Anschließend bewerten die Sch den Raum im Vergleich zu anderen Räumen und erarbeiten Energiespartipps.	AB 2-03 (s. S. 40), Luxmeter, Stromverbrauchsmessgeräte, Fotoapparat, Checklisten Beleuchtung und elektrische Verbraucher

### » Modul 2-05 Umsetzung handwerklicher Maßnahmen

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
Je nach Aufwand Physik	Die Umsetzung handwerklicher Maßnahmen erfolgt gleichzeitig als Bildungsmaßnahme für das beteiligte Energie-Team (Lehrkraft, Schüler/innen und Hausmeister/in). Die Tätigkeit sollte deshalb auch von einem Ingenieur oder Mitarbeiter mit vergleichbarer Ausbildung durchgeführt werden. Zu den handwerklichen Maßnahmen gehören: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abdichten von Fenstern mit Dichtband</li> <li>- Dämmen von Heizkörpernischen</li> <li>- Dämmen von Dachböden und Kellern</li> <li>- Austauschen von Lampen (Glühlampe gegen Energiesparlampe)</li> <li>- Einstellungen der Heizungssteuerung</li> </ul>	

# Energie in der Schule – Lehrerinformationen

## » Die wichtigsten Messinstrumente für einen Energierundgang sind:

### 1 Sekundenthermometer

Für die Messungen der Temperatur im Schulgebäude und zur Auswertung bzw. zum Vergleich der Sollwert- mit den Istwerttemperaturen.

### 2 Energiekostenmessgerät

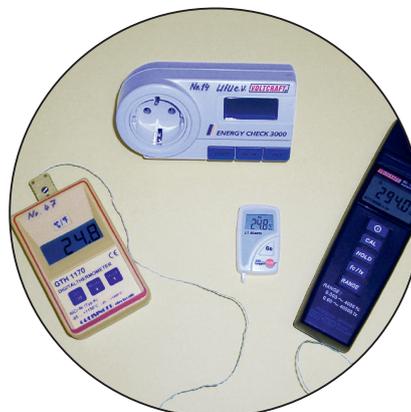
Hierbei können Stromverbrauch bzw. Kosten angezeigt werden.

### 3 Luxmeter

Die Beleuchtungsstärke wird mit einem Luxmeter gemessen.

### 4 Datenlogger

Für die Langzeitmessung von Temperaturen wird der Datenlogger verwendet, hierbei können bei der Auswertung auf das Heizverhalten der Schule Rückschlüsse gezogen werden.



Diese Instrumente könnten beim Schulträger bzw. bei der Verwaltung oder beim UFU e.V. ausgeliehen werden. Die Handhabung ist einfach und für Grundschüler unkompliziert. Zur Erklärung der Messgeräte werden Betriebsanleitungen beigelegt.

## » Modul 2-01 Richtiges Nutzerverhalten

### Heizen:

- Sich im Winter in der Klasse tropische Temperaturen zu gönnen, ermüden nicht nur die Schüler, sondern kann auch richtig teuer werden. Jedes Grad weniger spart etwa sechs Prozent an Heizenergie. Die optimale Raumtemperatur im Klassenraum liegt bei 20°C. In den anderen Räumen, Treppenhäusern, Fluren und der Sporthalle genügen oft weniger. Die Temperatur regulieren Sie an den Thermostatventilen: Die mittlere Stufe entspricht 20°C. Bei einer fünfstufigen Skala liegen zwischen jeder Stufe etwa vier Grad. Richtige Raumtemperaturen beachten! Beim Lüften sollte die Heizung ausgestellt werden.
- Ist es in Ihrem Heizungskeller sehr warm? Vermutlich sind dann die Heizungs- und Warmwasserrohre noch ungedämmt. Ein großer Teil der Wärme verpufft also im Keller, anstatt die Schule zu beheizen. Das ist nicht nur ärgerlich, sondern laut der ENEV 2009 sogar eine Ordnungswidrigkeit. Sie können das leicht in Zusammenarbeit mit dem Energie-Team ändern: Material für das Isolieren von Rohrleitungen finden Sie in handlichen, geraden Stücken im Baumarkt. Winkel können Sie ganz einfach mit einem Messer zuschneiden und Verbindungsstellen mit selbstklebendem Aluband umwickeln.
- Ihre Heizkörper rauschen oder gluckern? Oft schafft das Entlüften der Heizkörper Abhilfe. Wenn jedoch nicht alle Heizkörper mit ausreichend Wasser versorgt werden und trotz aufgedrehtem Ventil kühl bleiben, muss ein Fachmann ran. Der so genannte „hydraulische Abgleich“ sorgt dafür, dass jeder Heizkörper die richtige Menge an warmem Wasser erhält. Bedingung für diesen Abgleich ist, dass Ihre Heizung bereits regelbare Thermostatventile verwendet. Mit einer richtig eingestellten Heizanlage können Sie zehn bis 20 Prozent Energie sparen, so macht sich der Handwerker rasch wieder bezahlt.
- Ist Ihre Schulheizung im Dauerbetrieb? Am Wochenende, in den Ferien und auch nachts, wenn niemand in Ihrer Schule ist, kann die Temperatur deutlich abgesenkt werden. Moderne Heizungen lassen sich heutzutage leicht steuern, und die Betriebszeiten lassen sich bequem an ihre Nutzerzeiten anpassen.

### Lüften:

- Gekippte Fenster sorgen kaum für Luftaustausch, sondern kühlen nur die Wände aus. Richtiges Stoßlüften spart dagegen viel Energie und unterstützt Ihre Gesundheit: Zu wenig Feuchtigkeit im Raum trocknet die Schleimhäute aus, zu viel begünstigt gerade an kalten Wänden Schimmelpilze. In den Monaten Dezember bis Februar empfiehlt die DIN mehrmals täglich Stoßlüften für vier bis sechs Minuten, im März und November acht bis zehn Minuten, im April und Oktober zwölf bis 15 Minuten, im Mai und September bis zu 20 Minuten und in den Monaten Juni, Juli und August können die Frischluftstöße 25 bis 30 Minuten dauern.
- Sie sitzen im beheizten Klassenraum, aber Ihnen ist trotzdem kalt? Mit Hilfe eines brennenden Teelichts können Sie testen, ob Zugluft das Problem ist. Füllen Sie Spalten mit Schaumdichtungsband oder Gummidichtungen. Bei Doppelfenstern nur den inneren Flügel abdichten, sonst sammelt sich das Kondenswasser im Scheibenzwischenraum und Feuchtigkeitsschäden entstehen. Auch nach dem Abdichten sollten Sie das regelmäßige Lüften nicht vergessen.

### Strom:

- Achten Sie auf die richtige Beleuchtung in den Räumen. Markierte Lichtschalter helfen, erst die Wand- und später bei Bedarf auch die Fensterseite zu beleuchten. In den Pausen kann das Licht ausgeschaltet werden. Auch bei modernen Energiesparlampen lohnt sich das ausschalten.
- Elektrische Verbraucher im Standby-Betrieb verbrauchen Strom. Achten Sie darauf, die Geräte richtig abzuschalten. Auch Computer verbrauchen im heruntergefahrenen Zustand noch Strom. (Hilfe: Steckerleiste mit Kippschalter).

### Thermostatventil:

Ein Heizungsthermostatventil ist ein Einzelraumtemperaturregler, der innen einen Temperaturfühler besitzt. Ein so genanntes Dehnstoffelement dehnt sich entsprechend der Raumlufttemperatur aus. Diese Längenänderung wird auf einen Übertragungsstift und über diesen auf das Ventil übertragen, das den Durchflussquerschnitt des Heizungsvorlaufs und damit die Durchflussmenge verändert. Eine Rückstellfeder öffnet das Ventil bei sich zusammenziehendem Dehnkörper. Die kontinuierliche Regelung des Heizwasserdurchflusses bewirkt eine konstante Raumlufttemperatur. Die Raumlufttemperatur wird durch Drehen des Einstellkopfes vorgewählt. Dreht man den Kopf nach rechts, wird die Öffnung des Ventils verkleinert, die Wärmeabgabe wird vermindert und die Raumlufttemperatur sinkt. Bei Linksdrehung öffnet das Ventil mehr, es erhöht sich die Wärmeabgabe. Eine Frostschutzmarke „\*“ am Einstellring kennzeichnet die Frostschutz-Stellung, so dass der Raum nicht unter ca. 6 °C auskühlen kann. Die Einstellung auf „3“ bedeutet eine Raumtemperatur von etwa 20 °C. Eine Veränderung der Raumtemperatur durch Sonneneinstrahlung, mehrere Personen oder sonstige Wärmequellen wird vom Thermostat wahrgenommen. Er regelt diese selbständig aus und verschließt das Ventil, damit der Raum nicht zusätzlich aufgeheizt wird. Bei sinkender Raumtemperatur wird das Ventil wieder geöffnet. Jede Veränderung der Einstellung um eine Zahl nach oben oder unten bewirkt eine Änderung der Temperaturvorgabe von etwa 4 °C.

## » Modul 2-02 Energierundgang (Checkliste)

Bei der Begehung des Gebäudes wird die Aufmerksamkeit auf Dinge gelenkt, die mit dem Energieverbrauch zu tun haben. Dies sind z.B.

Thema:	Fragestellungen:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Beleuchtung im Außenbereich</li> </ul>	<p>Lässt sich der Außenbereich der Schule (Parkplätze, Hof, Wege, Eingangsbereich) künstlich beleuchten? Für wen wird sie abends eingeschaltet? Gibt es Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder?</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beleuchtungszustand der Räume und Flure</li> </ul>	<p>Ist es zu hell oder zu dunkel? Welche künstliche Beleuchtung wird eingesetzt? Brennt Licht in unbenutzten Räumen? Gibt es offensichtlich unnötige Lampen? Wie lassen sich die einzelnen Leuchtbänder in den Klassenräumen schalten? Gibt es noch alte Lampen, die gegen Energiesparlampen ausgetauscht werden müssten?</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Wärmedämmung</li> </ul>	<p>Ist das Gebäude wärmegeklämt? Ist der unbeheizte Keller gedämmt? Sind die Heizungsrohre gedämmt? Was ist mit dem Dachboden? Wäre eine zusätzliche Dämmung sinnvoll?</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Heizkörper</li> </ul>	<p>Defekte Heizkörper verschwenden Energie. Ein abgebrochenes Thermostatventil steht automatisch auf der höchsten Heizstufe. Können die Heizkörper einzeln eingestellt werden oder gibt es eine zentrale Steuerung?</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenster</li> </ul>	<p>Dauerhaft offen stehende oder gekippte Fenster bedeuten mindestens ein falsches Lüftungsverhalten (Dauerlüftung, obwohl Stoßlüftung energiesparender ist). Häufig sind sie außerdem ein Zeichen für Überheizung von Räumen und damit für eine schlecht ausgelegte oder falsch betriebene Heizung.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Fensterscheiben und Dichtungen und sonstige Ursachen für Zugluft</li> </ul>	<p>Zugluft führt zu unnötigen Wärmeverlusten, die von der Heizanlage nachgeliefert werden müssen. Oftmals können Dicht- und Klebestreifen einen großen Energiespareffekt bei kleinen Kosten erzielen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Warmwasserverbrauch</li> </ul>	<p>Für welchen Bedarf ist die Warmwasserbereitung ausgelegt und wie hoch ist der tatsächliche Verbrauch? Gibt es Handwaschbecken, die unnötigerweise mit Warmwasser versorgt werden? Sind wassersparende Armaturen installiert? Auch Küche und Schulcafé kommen als (Warm-) Wasserverschwender in Frage.</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Warmwasserverbrauch</li> </ul>	Gibt es Handwaschbecken, die unnötigerweise mit Warmwasser versorgt werden? Sind wassersparende Armaturen installiert?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Verbraucher</li> </ul>	Wie Kühlschränke in Fachräumen, Wasserboiler, Be- und Entlüftung, Schulmensa, Keramikbrennöfen. Gibt es offensichtlich unnötige Verbraucher? Wann und wie oft werden die einzelnen Geräte eingesetzt? Sind die Kühltemperaturen und die Warmwassertemperaturen optimal eingestellt?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Temperatur im Raum</li> </ul>	Ist es zu warm oder zu kalt? Vergleich der Temperaturen im Klassenraum mit den Sollwerten. Hier können Schwierigkeiten bei der Einstellung der Heizanlage deutlich werden, die hohe Energieverluste mit sich bringen. Werden auch Räume beheizt, die meist ungenutzt sind (Keller, Abstellräume, ehemalige Klassenräume)?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Heizkörper</li> </ul>	Defekte Heizkörper verschwenden Energie. Ein abgebrochenes Thermostatventil steht automatisch auf der höchsten Heizstufe. Können die Heizkörper einzeln eingestellt werden oder gibt es eine zentrale Steuerung?

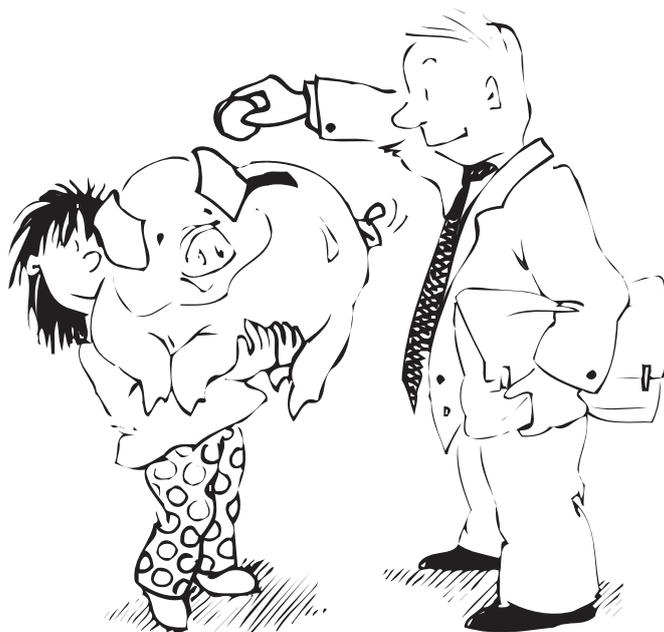
### Richtwerte:

#### Richtwerte Beleuchtung

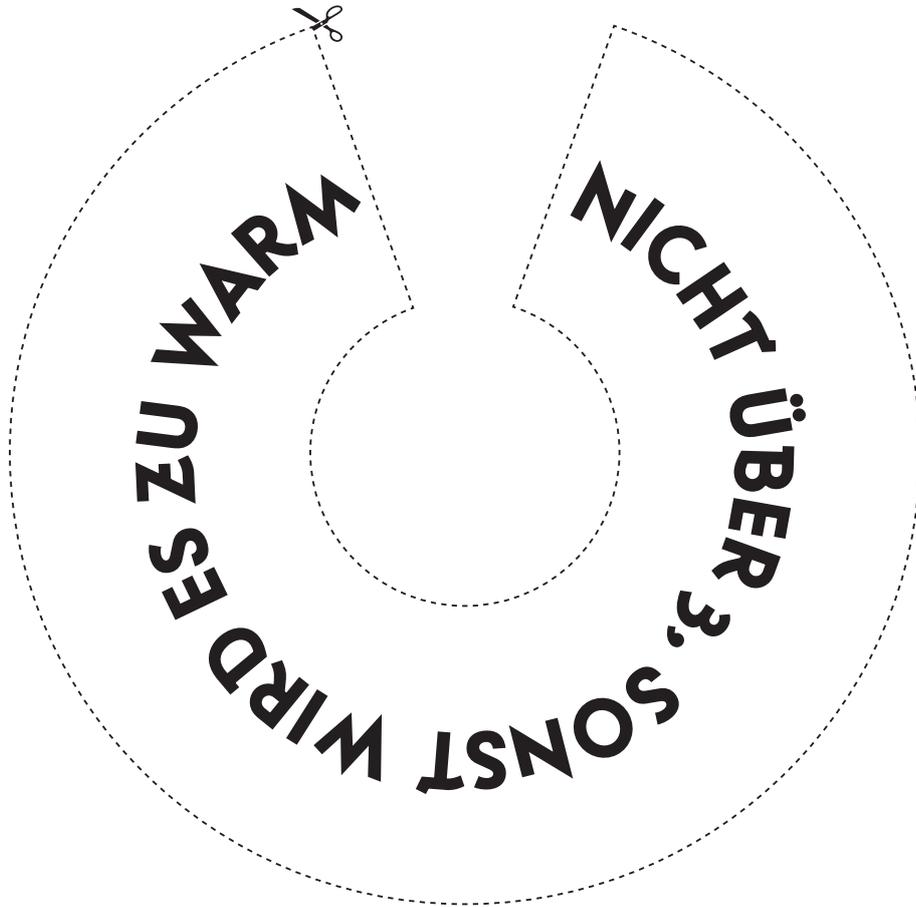
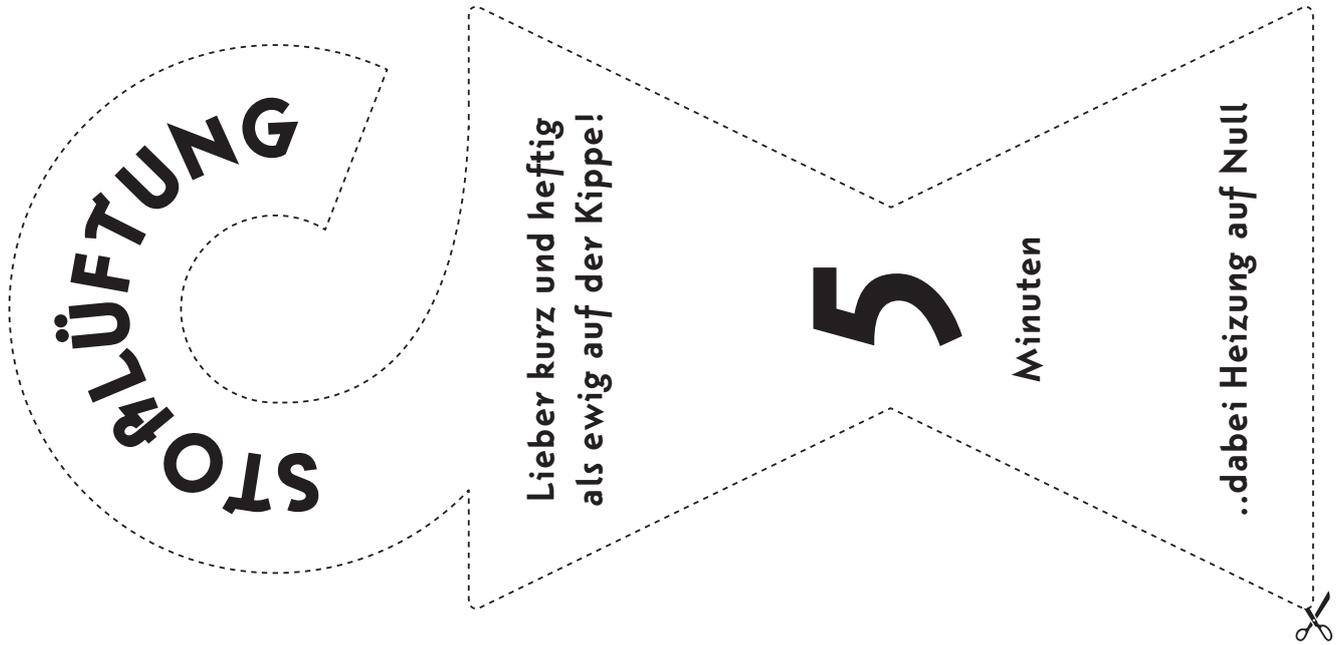
300 lux im Klassenraum  
 100 lux in Nebenräumen  
 500 lux Fachräume

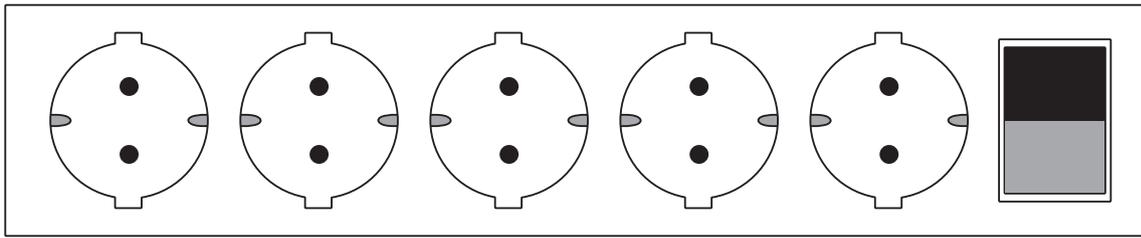
#### Solltemperaturen:

Klassenraum 20°C  
 Flur 16-18°C  
 Treppenhaus 14-17°C  
 Sporthalle 15-18°C

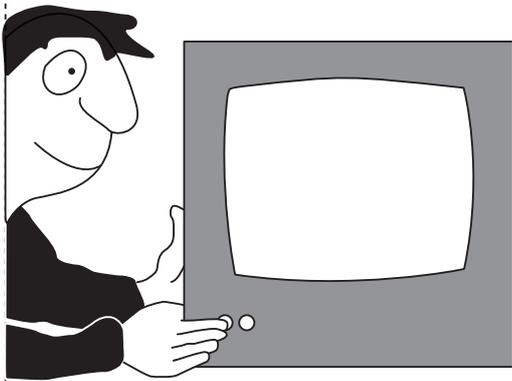


# KV 2-01: Nutzerverhalten





**Ausgeschaltet?**



**Standby  
aus!**



**Licht  
aus!**



Fenster

Tafel

Wand



Bitte an den gestrichelten Linien in einzelne Karten schneiden.

Kapitel 2: Unterrichtsmodule

# AB 2-01: Energierundgang – Informationen zum Schulgebäude

## Aufgabe:

Zeichnet einen Gebäudegrundriss von der Schule. Umrandet mit einem roten Stift die beheizten und mit einem blauen Stift die unbeheizten Flächen.

Allgemein: Datum \_\_\_\_\_ Außentemperatur: \_\_\_\_\_

Gibt es für das Gebäude einen Energiepass? Ja  nein

Fragen zum Gebäude: Baujahr: \_\_\_\_\_

Grundfläche: \_\_\_\_\_

Beheizte Fläche: \_\_\_\_\_

Keller: Keller beheizt? Ja  nein

Kellerdecke gedämmt? Ja  ca. \_\_\_\_\_ cm nein

Dachboden: Gibt es einen Dachboden? Ja  nein

Wird der Dachboden genutzt (beheizt) Ja  nein

Wenn nein: Dachboden gedämmt? Ja  nein

Wärmedämmung außen: Ist das Schulgebäude gedämmt?  
Ja  ca. \_\_\_\_\_ cm nein

## Außenbeleuchtung:

Es gibt \_\_\_\_\_ Lampen, von denen \_\_\_\_\_ angeschaltet sind.

## Fenster:

Es gibt \_\_\_\_\_ Fenster, davon sind \_\_\_\_\_ offen

und \_\_\_\_\_ angekippt.

## Türen:

Es gibt insgesamt \_\_\_\_\_ Türen, davon schließen \_\_\_\_\_ von

alleine und \_\_\_\_\_ müssen von Hand geschlossen werden.

\_\_\_\_\_ Türen sind (ständig) offen. \_\_\_\_\_ Türen schließen schlecht.

## Wasser:

Wird das Regenwasser gesammelt? Ja  nein

Wird das Wasser auf dem Gelände verrieselt? Ja  nein

# AB 2-02: Energierundgang – Heizung

## Wie wird die Schule beheizt?

- Fernwärme
- Heizöl
- Blockheizkraftwerk mit \_\_\_\_\_  
(z.B. Holz, Pflanzenöl, Biogas, Erdgas, Erdöl)
- Erdgas
- Solarenergie
- Holzpellets

## Was wird alles beheizt, wie viele Heizstränge gibt es?

- Hauptgebäude
- Nebengebäude
- Turnhalle
- Kindergarten
- Sonstiges: \_\_\_\_\_

Jahresverbrauch an Wärmeenergie: \_\_\_\_\_ kWh

### Steuerung der Schulheizungsanlage:

Die Schulheizungsanlage ist steuerbar und wird nach folgenden Regeln angepasst:

Heizbetrieb tagsüber von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

Voreingestellte Temperatur Klassen: \_\_\_\_\_

Sparbetrieb am Wochenende von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

- Es gibt keinen Sparbetrieb am Wochenende.

Eingestellte Temperatur im Sparbetrieb: \_\_\_\_\_

Sparbetrieb in den Ferien von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

- Es gibt keinen Sparbetrieb in den Ferien.

Die Heizungsrohre im Keller sind  gedämmt.  nicht gedämmt.

## Wie wird das warme Wasser erzeugt:

- zentral über Heizung
- in den Räumen über elektrische Geräte
- über eine solarthermische Anlage (deckt ca. 60 % des Warmwasserbedarfs)

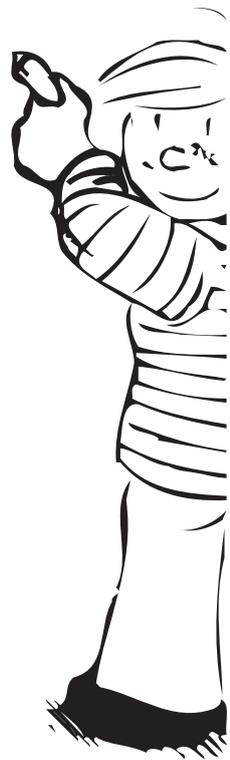
## Woher kommt der Strom?

- Photovoltaik-Anlage
- Blockheizkraftwerk mit \_\_\_\_\_ (z.B. Holz, Pflanzenöl, Biogas, Erdgas, Erdöl)
- Strommix aus dem öffentlichen Stromnetz
- Ökostrom von einem alternativen Stromanbieter

Aktueller Stromzählerstand: \_\_\_\_\_

Jährlicher Stromverbrauch: \_\_\_\_\_

Ertrag Photovoltaikanlage: \_\_\_\_\_





# AB 2-04: Energie-Recherche

## Aufgabe:

Verschafft euch einen Überblick über die Energiesituation im Raum und überlegt, wo ihr Energie einsparen könnt. Für die Messungen benötigt ihr ein Luxmeter (zum Messen der Beleuchtungsstärke), ein Thermometer und ein Strommessgerät, das zwischen Gerät und Steckdose geschaltet wird.

### Richtwerte Beleuchtung

300 lux im Klassenraum  
100 lux in Nebenräumen  
500 lux Fachräume

Raum: \_\_\_\_\_

## » Beleuchtung

Raumseite	Anzahl der Lampen	Beleuchtungsstärke in lux	Persönliche Einschätzung {zu hell/zu dunkel/genau richtig}	Möglichkeit, das Licht einzuschalten {ja/nein}	Energiespartipps
Fenster					
Wand					
Tafel					

## » Stromverbrauch

Gerät	Anzahl	Leistung in Watt	Zustand {standby/aus/an}	Energiespartipps

## » Raumtemperatur



### Solltemperaturen:

Klassenraum	20°C	Treppenhaus	14–17°C
Flur	16–18°C	Sporthalle	15–18°C

	Ist	Soll	Heizungsthermostate einstellbar {ja/nein}	Temperaturempfinden {warm/kalt/okay}
Temperatur				
Energiespartipps				

	Anzahl	davon offen	davon gekipp	Lüftungsgewohnheiten {Dauerkipp, Stoßlüften, nie lüften}
Fenster				
Energiespartipps				

## » Warmwasser

Der Raum bekommt Warmwasser über:

- Solarthermie
- Boiler
- Durchlauferhitzer
- zentrale Warmwasserversorgung
- kein Warmwasser

### Zirkulation

Um sofort Warmwasser zur Verfügung zu haben, lässt man mithilfe einer Pumpe das warme Wasser in der Leitung zirkulieren. Das ist für einige Räume notwendig, verbraucht aber zusätzlich Energie.

Nutzung des Warmwassers {Hände waschen, putzen, Experimente etc.}	Bei zentraler Versorgung: mit oder ohne Zirkulation?	Wird Warmwasser in diesem Raum benötigt?	Energiespartipps



## » Bewertung

Im Vergleich zu den anderen Räumen der Schule ist dieser Raum wie folgt einzuordnen:

A	B	C	D	E
---	---	---	---	---

niedriger Energieverbrauch

<<< >>>

hoher Energieverbrauch

# Thema 3: Öffentlichkeitsarbeit an der Schule

Um ein Energiesparprojekt zum Erfolg zu führen, ist es notwendig, alle Nutzerinnen und Nutzer des Gebäudes über das Energiesparprojekt zu informieren und zu motivieren, mitzumachen. In diesem Themenbereich geht es um Öffentlichkeitsarbeit, die elementarer Bestandteil des Energiesparprojektes ist.

## Vorbereitung

- Modul 3-01 Plakate: Zur Vorbereitung werden ausreichend Plakate, Filzstifte, Scheren, Papier und Kleber benötigt.
- Modul 3-03 Energiesparbasar: Absprache mit Schulleitung und Hausmeister/in über Termin und Umfang des Energiesparbasars. Evtl. können Energiesparlampen zum Weiterverkauf besorgt sowie Energieberater/innen und alternative Stromanbieter eingeladen werden, die über ihre Arbeit informieren.
- Modul 3-05 Learning by teaching: Besorgen eines entsprechenden Authoring Tools wie z.B. Evolution oder Audacity. Für einfache Präsentationen, die nicht interaktiv sind, reicht auch Powerpoint.

## Lernziele des Themenbereichs

- Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse aus der Energierecherche anschaulich, sachlich und für andere verständlich.
- Sie entwickeln Energiesparideen und setzen sie grafisch um.
- Sie organisieren selbstständig einen Energiemarkt, auf dem sie ihre Unterrichtsergebnisse der (Schul-) Öffentlichkeit präsentieren.
- Sie dokumentieren ihre Ergebnisse aus der Energierecherche sachlich und für andere verständlich auf Plakaten und entwickeln Kurzvorträge und Präsentationen zum Thema.

### » Modul 3-01 Plakate

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
90 min Kunst, Deutsch Physik	Die Sch dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit auf Plakaten, die dann an einem möglichst hoch frequentierten Ort aufgehängt werden sollten, um die Schulöffentlichkeit über das Projekt zu informieren.	Bunte Pappen für Plakate, Filzstifte, Scheren DINA3 Papier, Scheren, Kleber

### » Modul 3-02 Vorträge

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
45-90 min Deutsch	Die Sch gehen durch die Klassen und halten kurze Referate über ihre Tätigkeit als Energiemanager. In diesem Zusammenhang können die im Modul 2-04 erstellten Hinweise zum richtigen Nutzerverhalten an die Klassen verteilt werden.	Kärtchen für Referatsstichpunkte

### » Modul 3-03 Energiesparbasar

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
Physik	Die Sch planen gemeinsam einen Energiemarkt, auf dem sie ihre Ergebnisse aus der Unterrichtseinheit präsentieren bzw. verkaufen. Sie überlegen, ob der Markt in einer Pause, auf dem Schulfest oder auf einem Markt in Schulumgebung stattfinden soll. Verantwortlichkeiten werden aufgeteilt und ggf. mit kleineren Vorbereitungen begonnen. Um die weitere Organisation kümmern sich die Sch selbständig, entweder außerhalb der Schulzeit oder im Rahmen eines Projekttags.	

### » Modul 3-04 Pressearbeit – Internetauftritt, Schülerzeitung

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
90 min Deutsch, Informatik	Die Ergebnisse des Energiesparmanagements werden in einer eigenen Internetpräsenz oder, wenn vorhanden, in der Schülerzeitung veröffentlicht. Neben anschaulichen Bildern und Handlungstipps werden der Schulumgebung auch Protokolle und Dokumentationen präsentiert. So lassen sich auch über Jahre hinweg Einsparerfolge dokumentieren und bisher Unbeteiligte für das fortlaufende Projekt gewinnen.	

# Thema 4: Ergänzendes Material für den fächerübergreifenden Unterricht



## » Modul 4-01 Referate

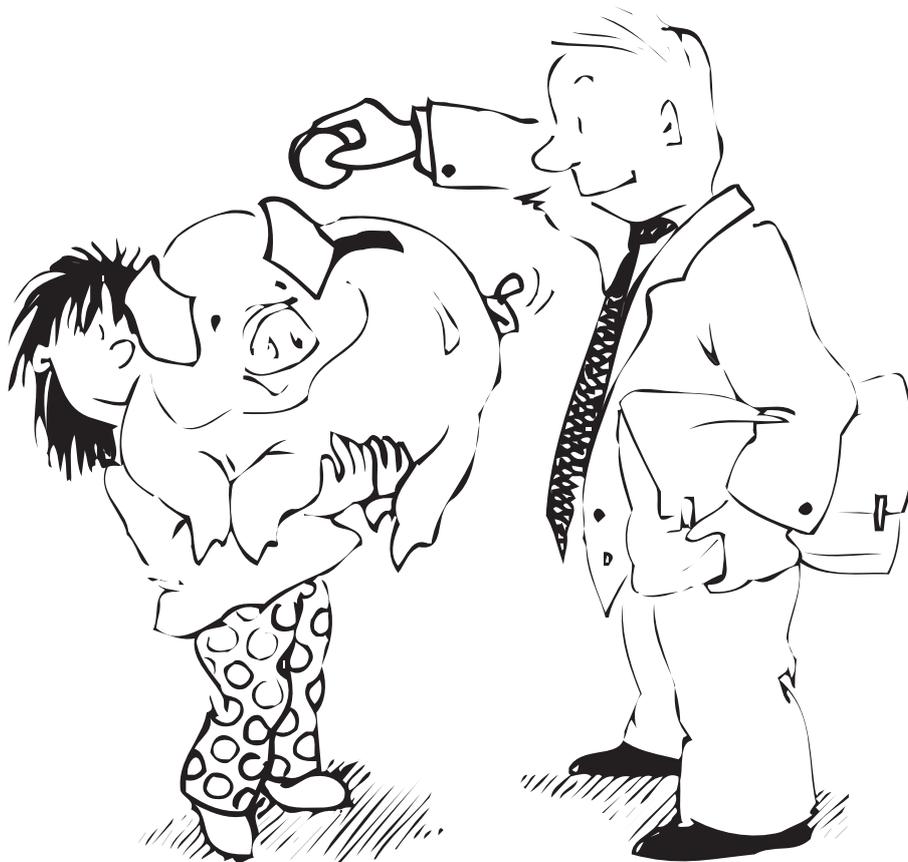
Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
Zeit Variabel  Physik Deutsch Kunst Geografie Politik	Durch die Ausarbeitung von Referaten in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit erschließen sich die Sch eigenständig fächerübergreifendes Wissen zum Energiesparen. Sie präsentieren ihr Teilthema vor der Klasse und erstellen dazu ein Handout mit den wichtigsten Informationen, das für alle vervielfältigt werden kann. Die Sch werden dazu angeregt, ihre Präsentation anschaulich mit Fotos, Grafiken und Tafelbildern zu gestalten. Arbeitsauftrag könnte z.B. sein, zu jedem Referat ein Plakat zu erstellen, das später im Schulgebäude ausgehängt wird. Der Zeitrahmen für die Ausarbeitung und Präsentation sollte zu Beginn festgelegt werden. Die Referatsliste ist so gestaltet, dass sie – wenn doppelseitig kopiert und ausgeschnitten – als Kärtchen verteilt werden kann. Vorne steht jeweils das Thema, auf der Rückseite befinden sich Stichpunkte und Literaturhinweise für die Internetrecherche. Die aufgelisteten Broschüren können unter Eingabe des Titels in den gängigen Suchmaschinen gefunden werden.	Referatsliste (s. S. 47–50), Internet, Drucker, evtl. Plakate, Fotos etc.

## » Modul 4-02 Wissensspiel

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
Zeit Variabel  Physik Deutsch Kunst Geografie Politik	Mithilfe der Kärtchen aus der Referatsliste entwickeln die Sch selbstständig ein Wissensspiel zum Energiesparen. Sie erhalten den Auftrag, zu jedem vermerkten Stichpunkt eine bestimmte Anzahl von Fragen zu formulieren und diese auf Karteikarten (die späteren Spielkarten) mit den entsprechenden Antworten zu notieren. Literaturhinweise zu Fachartikeln finden sie auf der Referatsliste. Dann werden nur noch ein Spielbrett mit Start und Zielpunkt, Spielfiguren und ein Würfel benötigt, und fertig ist das Wissensspiel. Je nach Zeitaufwand können arbeitsteilig Spielbrett, Spielfiguren und Spielregeln selbst gestaltet werden. Bei großen Klassen wird das Spiel in mehreren Gruppen gespielt, und die Spielkarten werden flexibel ausgetauscht. Denkbar ist auch eine klassenübergreifende Spielstunde mit anschließender Evaluation und Überarbeitung des Spiels.	Referatsliste (s. S. 47–50), Karteikarten, Internet, Spielbretter, Spielfiguren und Würfel

## » Modul 4-03 Interviews zum Klimaschutz

Zeit und Fach	Aktivitäten und Methoden	Material und Medien
45 min Geografie Physik Deutsch	Die Sch führen in der Schulumgebung eine Befragung zum Klimaschutz durch. Im Vorfeld entwickeln sie einen Fragebogen, anhand dessen sie die Interviews führen. Dafür werden jeweils 3er Teams gebildet (1 interviewt, 1 dokumentiert, 1 spricht die Passant/innen an und macht evtl. Fotos). Die Ergebnisse der Interviews werden vor der Klasse präsentiert und die Vorschläge zum Klimaschutz in Stichpunkten an der Tafel festgehalten. Wichtig bei der gemeinsamen Auswertung ist, dass die Sch erkennen, dass Ressourcen- und damit auch Energieeinsparung ein wichtiges Mittel sein kann, um die Folgen des Klimawandels zu begrenzen und dass jeder Mensch einen Beitrag dazu leisten kann.	Notizblock, evtl. Fotoapparat, Tafel



# Referatsliste

**Fossile Energie**

**Generationengerechtigkeit –  
Verantwortung gegenüber  
den nachfolgenden Generationen**

**Erneuerbare Energien**

**Nachhaltige Entwicklung**

**Graue Energie**

**Nachhaltiger Konsum**

**Ökologischer Fußabdruck**

**Kraft Wärme Kopplung**



Bitte an den gestrichelten Linien in einzelne Karten schneiden.

- Kohle, Erdgas, Öl
- Energieversorgung in Deutschland
- Ressourcen in Deutschland
- Weltweite Ressourcen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- BINE-Broschüre: Was ist Energie?
- Broschüre BMWi – Energie in Deutschland
- Broschüre EV/UO – Erdöl – Energieverbrauch und Reserven
- [www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)

- Intergenerationale Gerechtigkeit
- Intragenerationale Gerechtigkeit
- Öko-Institut Broschüre – Ressourcenfieber
- Buch Holger Rogall – Ökologische Ökonomie
- Grundgesetz Artikel 20b – Generationengerechtigkeit

- Solarenergie
- Windenergie
- Bioenergie
- Broschüre BMWi – Energie in Deutschland
- BINE-Broschüre – Photovoltaik
- BINE-Broschüre – Solarthermie
- BINE-Broschüre – Windenergie
- UfU-Unterrichtseinheit Windenergie
- Broschüre BMU – Erneuerbare Energie 2008 in Deutschland

- Sustainable Development
- Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro
- Brundtland-Bericht
- Nachhaltige Forstwirtschaft
- 3 Säulen der Nachhaltigkeit

- BINE-Broschüre – Was ist Energie?
- Energie bei der Rohstoffgewinnung
- Energie bei der Herstellung
- Energie beim Transport
- Nutzenergie
- Energie bei der Entsorgung/beim Recycling
- BINE-Broschüre: Was ist Energie?
- Suchbegriff in Suchmaschine eingeben

- Fairer Handel
- 3 Säulen der Nachhaltigkeit
- Broschüre – Der nachhaltige Warenkorb
- BMU Broschüre – Nachhaltiger Konsum
- Broschüre DLR – Vom Wissen zum Handeln - Neue Wege zum nachhaltigen Konsum
- [www.transfair.de](http://www.transfair.de)
- [www.oeko-fair.de](http://www.oeko-fair.de)

- [www.umwelt-bayern.de](http://www.umwelt-bayern.de), Studie für Bayern
- [www.latschlatsch.de](http://www.latschlatsch.de), Persönlicher Fußabdruckrechner
- [www.agenda21berlin.de/fussabdruck](http://www.agenda21berlin.de/fussabdruck), ökologischer Fußabdruck der Stadt Berlin
- [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org), [www.nachhaltig-berlin.de](http://www.nachhaltig-berlin.de) Nichtregierungsorganisation, die sich mit der Weiterentwicklung des ökologischen Fußabdrucks beschäftigt

- KWK-Modellstadt Berlin
- Energieeffizienz
- Landesenergieprogramm der Stadt Berlin
- Möglichkeiten zur Anwendung von KWK (Biogas, Erdgas)
- Vergleich KWK – herkömmliche Energieerzeugung
- Schulpaket KWK
- [www.kwk-modellstadt.de](http://www.kwk-modellstadt.de)

# Referatsliste

**Energieverbrauch pro Kopf**

**Energiesparen zu Hause**

**Solarenergie in der Schule**

**Internationale  
Klimaschutzziele**

**Null-Emissions-Schule –  
Runter mit dem Energieverbrauch!**

**Nationale Klimaschutzziele**



Bitte an den gestrichelten Linien in einzelne Karten schneiden.

- Deutschland im internationalen Vergleich
- Primärenergieverbrauch
- CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner
- Broschüre BMWi – Energie in Deutschland
- Bundesverband politische Bildung - [www.bpd.de](http://www.bpd.de)
- Broschüre BUND – 59 Tipps zum nachhaltigen Umgang mit Energie
- BP Statistical Review of World Energy 2009

- Energieverbrauch privater Haushalte
- Einsparpotenziale
- Wärmeverbrauch
- Stromverbrauch
- BINE-Broschüre – Energiesparen zu Hause

- Solarsupport für Schulen
- BINE-Broschüre: Solarenergie macht Schule
- Klimaschutz als Kapitalanlage
- UfU-Broschüre: Good Practice – Pädagogische Nutzung von Solaranlagen
- UfU-Broschüre: Leitfaden zur Nutzung von Fotovoltaikanlagen
- [www.solarsupport.org](http://www.solarsupport.org)
- [www.izt.de/solarsupport](http://www.izt.de/solarsupport)
- [www.powerado.de](http://www.powerado.de)

- Klimarahmenkonvention
- Kyoto-Protokoll
- Club of Rome
- Grünbuch der EU - nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energieversorgung
- UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung, Rio de Janeiro
- <http://europa.eu>
- [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

- Mobilität der LehrerInnen und SchülerInnen
- Energieverbrauch in der Schule
- Energieeffizienz und Energieeinsparung
- Nutzung von Solarenergie
- Abfallmanagement
- Szenarioentwicklung

- Klimaschutzziele der Bundesrepublik Deutschland
- CO<sub>2</sub>-Reduktion
- Klimaschutzziele für die Schule?
- UfU-Broschüre: Energ(W)ie sparen an Schulen
- UfU-Broschüre: Energiesparen und erneuerbare Energien
- [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

# Kapitel 3: Beste Praxis



## » Energiesparwoche

Durch den Vergleich des Energieverbrauchs zweier aufeinander folgender Wochen – einer „normalen Schulwoche“ und einer anschließenden „Energiesparwoche“, während der energiesparendes Nutzerverhalten umgesetzt wird – soll der Einfluss der Schülerinnen und Schüler und Lehrerinnen und Lehrern auf die Höhe des Energieverbrauchs gezeigt werden. Eine entsprechend eingewiesene Schulklasse, die Energiesparklasse, beobachtet und kontrolliert in einer Woche der Heizperiode (Referenzwoche) die üblichen Fehler im Verhalten der Mitschüler und Lehrkräfte beim Umgang mit Energie in der Schule. Beispielsweise wird oft nicht daran gedacht, die Klassenraumbelichtung mit steigender Außenhelligkeit zu reduzieren bzw. sie in den Pausen und am Ende des Unterrichts ganz auszuschalten. Während der Heizperiode wird oft, wie im Sommer, durch die Oberlichter gelüftet, die oft den ganzen Vormittag geöffnet bleiben. Türen und Fenster bleiben oft auch nach Unterrichtsende offen. In der ersten Schulstunde am Montag der darauf folgenden Energiesparwoche weisen die Schülerinnen und Schüler der Energiesparklasse alle Mitschüler und Lehrkräfte in den sinnvollen Umgang mit Licht und in das richtige Lüften ein. Dies geschieht durch vorbereitete Kurzvorträge, die in allen Klassen gehalten werden, sowie durch Aushänge, Handzettel und Artikel in der Schülerzeitung. Sie begründen ihre Einweisung mit den Konsequenzen des unzweckmäßigen Handelns für die Umwelt und – im Falle einer Teilnahme der Schule an dem finanziellen Anreizsystem fifty/fifty – auch für die Schulfinanzen.

In der damit eingeleiteten Energiesparwoche unterstützt die Energiesparklasse ihre Mitschüler soweit wie möglich bei der Umsetzung der empfohlenen Verhaltensweisen, sie führt ihre Verhaltensbeobachtungen fort und vergleicht Nutzerverhalten und den spezifischen Energieeinsatz dieser Woche mit dem der „normalen“ Vorwoche. Zu diesem Zweck erfassen die Schülerinnen und Schüler der Energiesparklasse mit Unterstützung des Hausmeisters bzw. der Hausmeisterin oder des zuständigen Amtes die aktuellen Zählerstände für Wärme und Strom jeweils zu Beginn und zum Ende der beiden Wochen. Dann werden die Werte verglichen und untersucht, welche Einsparungen erzielt wurden. Im Allgemeinen lohnt sich die Aktion; der spezifische Energieeinsatz für Heizung und Beleuchtung sinkt um 5-10%.

### Organisation und Umsetzung

Es ist zu empfehlen die Energiesparwoche in den Wintermonaten durchzuführen, denn der Bedarf an Wärme für die Raumheizung und an elektrischer Energie für künstliches Licht erreicht in dieser Zeit sein Jahresmaximum. Die Energiesparwoche wird durch die Energiesparklasse überraschend für alle anderen ausgerufen. Andernfalls kann es schon vorher zu Veränderungen im Nutzerverhalten kommen, was einen Vergleich nur noch schwer möglich macht. Die Energiesparwoche wird mit der Schulleitung abgestimmt, damit es in den beiden Vergleichswochen nicht zu Wandertagen, Klausuren oder anderen außergewöhnlichen Schulveranstaltungen kommt.

Das Projekt Energiesparwoche kann im Rahmen des Physikunterrichts (2 Stunden pro Woche) von einer 9. oder 10. Klasse durchgeführt werden. Es werden unter anderem Lernziele bzw. Lerninhalte der Lernabschnitte Elektrizitätslehre bzw. Wärmelehre/Energieumwandlungen des Berliner Rahmenlehrplans abgedeckt.

**Weitere Informationen:** Unterrichtseinheit Energiesparwoche von Jörg Eschner und Hartmut Oswald

## » Was strömt denn da? Elektrischer Strom und Energiestrom

Seit vielen Jahren setzt sich die Erkenntnis durch, dass man Physikunterricht nicht allein an der Fachsystematik der Wissenschaft Physik orientieren sollte. Durch zusätzliche Schwerpunkte wird das Fach Physik seiner gesellschaftlichen Bedeutung besser gerecht als durch die zentrale Orientierung an der Vorbereitung eines Studiums dieses Faches. In diesem Zusammenhang ist auch die Diskussion über die zunehmende Bedeutung von methodischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler zu sehen. Nicht zuletzt kann durch ein breiteres Angebot vielleicht auch ein stärkeres Interesse am Fach in größeren Schülerkreisen erreicht werden. Nach der Einführung eines neuen Physikrahmenplans für Berlin ab Schuljahr 1994/95 haben sich Physiklehrerinnen und -lehrer der Fichtenberg-Oberschule verstärkt um eine Veränderung des Physikunterrichts der Mittelstufe und später auch der Oberstufe bemüht. Durch die Beteiligung der Schule am Förderprogramm der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung mit dem Titel „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (kurz: BLK-Programm „21“) können seit 1999 diese Bemühungen verstärkt und fächerverbindend erweitert werden. Im Rahmen des BLK-Programms wurde erprobt, an welchen Zielen, Inhalten und Methoden sich Schulen zukünftig orientieren könnten, um im Sinne der Agenda 21 (Abschlussbericht des Weltklimagipfels von 1992 in Rio de Janeiro) Gestaltungskompetenzen zu vermitteln. Konkretisiert heißt das für den Physikunterricht, dass bewährte Leitlinien für Unterrichtseinheiten wie Fachsystematik, historische Entwicklung, technische Geräte oder Schülerübungen ergänzt werden durch Einheiten mit der Leitfrage: „Wie wollen wir in Zukunft leben?“. In diesem Kontext entstand an der Fichtenberg-Oberschule die Unterrichtsreihe „Was strömt denn da?“, der folgende Lernziele zu Grunde liegen:

- Kenntnis der Bedeutung von Alltagsbegriffen aus dem Bereich elektrischer Strom und elektrische Energie, z. B. in der Werbung für Elektrogeräte
- Präsentation von Ergebnissen für die Schulöffentlichkeit
- Verständiger Umgang mit elektrischer Energie
- Einbeziehung der Familien in eine Auseinandersetzung über die Nutzung elektrischer Energie
- Kenntnis von Elementen der Elektrizitätslehre: elektrischer Strom, Stromstärke, Energiestrom, Leistung, Spannung, elektrische Energie
- Differenzierung der Leistung nach Anschlussleistung und Nutzleistung
- Unterscheidung von elektrischem Strom und Energiestrom
- Zusammenhang zwischen elektrischen Größen und Energiegrößen
- Größenordnungen für Leistung und elektrische Energie im Haushalt
- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Präsentation von Arbeitsergebnissen
- Einbeziehung der Familie

Methodisch wurden hauptsächlich Erarbeitungsunterricht und Schülerexperimente eingesetzt. Hinzu kamen Hausexperimente mit schuleigenen Energiemessgeräten und die Vorbereitung von Plakaten als langfristige Hausaufgabe. Für die Klasse wurde ein Zweijahresprogramm zur Förderung der Schülereigen-tätigkeit und Selbständigkeit entwickelt. Begonnen wurde mit zwei Methodentagen, gefolgt von einzelnen methodischen Bausteinen zur Informationsbeschaffung, -bearbeitung und -präsentation. Parallel erfolgte die Einführung der Methode des selbstorganisierten Lernens SOL (Gruppenpuzzle) im Fach Erdkunde.

**Kontakt:** Wolfgang Schwarz, Fichtenberg-Oberschule Berlin, [www.fichtenberg.cidsnet.de](http://www.fichtenberg.cidsnet.de)

## » Einrichten eines Energiesparkontos für Schulen

Die Schülerinnen und Schüler richten ein Energiesparkonto am Computer ([www.energiesparclub.de](http://www.energiesparclub.de)) ein. Sie besorgen sich die notwendigen Informationen beim Hausmeister, bei der Schulleitung oder recherchieren selbständig. Mit dem Energiesparkonto können sie die Energiebilanz der Schule erstellen und CO<sub>2</sub>-Kilos reduzieren.

### Was kann das Energiesparkonto?

Das Energiesparkonto macht für jede Schule die Verbräuche von Heizenergie, Strom und Wasser online sichtbar und bewertet deren Entwicklung.

### Für wen ist das Konto geeignet?

Das Energiesparkonto für Schulen richtet sich an alle Schulen, Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte. Die Schülerinnen und Schüler führen das Energiesparkonto am besten gemeinsam mit einer Lehrkraft.

### Wieso spart man mit dem Konto?

Das Energiesparkonto macht den Verbrauch von Energie und Wasser sichtbar. Es dokumentiert Einsparfolge und erkennt frühzeitig Verbrauchsanstiege. Das motiviert Schüler/innen und Schulangestellte zum sparsamen Umgang mit Energieressourcen. Künftig kann das Energiesparkonto zudem Erträge aus schuleigenen Photovoltaik-Anlagen darstellen.

### Was benötigt man für ein Schul-Energiesparkonto?

Es sind Energieabrechnungen (Strom und Heizenergie) der Schule oder Zählerstände nötig sowie einige Angaben zum Schulgebäude. Hier kann der Hausmeister weiterhelfen, oder die erforderlichen Daten müssen beim Schulträger angefordert werden.

### Kann man auch mit weniger Angaben ein Konto führen?

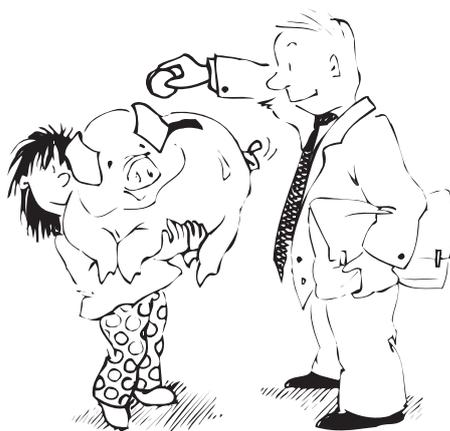
Nicht alle Angaben sind für das Konto erforderlich, sie verbessern aber die Auswertung. Um Ergebnisse anzuzeigen, sind mehrere eingetragene Zählerstände oder Abrechnungen nötig.

### Wie oft sind Einträge sinnvoll?

Je mehr Abrechnungen eingetragen werden, desto mehr und desto genauere Ergebnisse sind möglich. Jährliche Abrechnungen und Zählerstände im mehrmonatigen Abstand reichen für genaue Ergebnisse und Voraussagen aus. Es ist für die Ergebnisanzeige günstig, wenn eingetragene Zählerstände nah am Jahreswechsel liegen.

### Wer steckt dahinter?

Das Energiesparkonto ist ein Service der vom Bundesumweltministerium geförderten Kampagne Energiesparclub ([www.energiesparclub.de](http://www.energiesparclub.de)). Träger der Kampagne ist die gemeinnützige Beratungsgesellschaft cozonline ([www.cozonline.de](http://www.cozonline.de)).



» So einfach geht's!

## Energiesparkonto auf [www.energiesparclub.de](http://www.energiesparclub.de) anmelden

Die Einrichtung des Kontos erfolgt Schritt für Schritt. Infotexte bieten Hilfe zu jeder Angabe. Zur Anmeldung sind Name, E-Mail-Adresse und Passwort nötig, mit denen man sich beim nächsten Besuch einloggen kann.

## Objekt anlegen

Zunächst müssen die Basisdaten wie der Name der Schule und die Postleitzahl eingetragen werden, Heizenergieträger, ggf. das Heizsystem und die Art der Warmwasserbereitung, das Baujahr des Gebäudes sowie weitere Angaben dazu. Das Konto speichert alle Angaben und Einträge. Sie lassen sich jederzeit ergänzen oder ändern.

## Verbrauchsdaten eintragen

Zähler 123456 (EG) Zähler verwalten

Geben Sie hier die Daten einer Abrechnung ein.

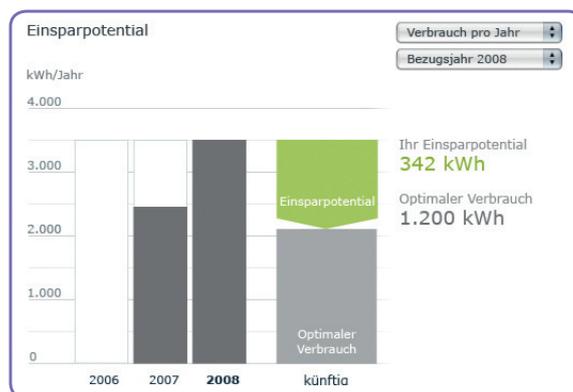
Abgerechneter Zeitraum von	02.06.2008	i
Abgerechneter Zeitraum bis	02.07.2009	i
Stromkosten für Abrechnungszeitraum inkl. Grundkosten und Steuern in €	450,54	i
Zählernummer	123456	i
Zählerstand am Anfang des Abrechnungszeitraums	123456 kWh/J	i
Zählerstand am Ende des Abrechnungszeitraums	123456 kWh/J	i
Stromtarif	<input checked="" type="radio"/> Normaltarif <input type="radio"/> Ökostrom	i

abbrechen speichern & schließen

Nach dem Anlegen eines Objektes können die Verbrauchsdaten zu Heizenergie, Strom oder Wasser eingetragen werden, sowohl abgelesene Zählerstände als auch Abrechnungen der Versorgungsunternehmen. Bei Zählerständen sind die Zählernummer und das Ablesedatum einzutragen. Bei Abrechnungen sind der abgerechnete Zeitraum, die Brennstoffkosten bzw. die Kosten für Wärme, ggf. der Heizenergieverbrauch des Gebäudes und der Warmwasserverbrauch bzw. Anfangs- und Endzählerstände sowie deren Maßeinheiten anzugeben; für Strom und Wasser entsprechend die Stromkosten sowie Angaben zum Stromtarif

bzw. die Gesamtkosten für Kalt- und Abwasser. Die Angaben finden sich in den jeweiligen Abrechnungen. Beispiele dazu im Energiesparkonto helfen, die jeweils benötigten Angaben zu finden.

## Ergebnisse anzeigen



Sobald mehrere Zählerstände oder Abrechnungen zu einem Bereich eingetragen sind, zeigt das Energiesparkonto Ergebnisse an.

Für Heizenergie, Strom und Wasser werden grafisch der Verbrauch sowie der damit verbundene CO<sub>2</sub>-Ausstoß und die Kosten angezeigt. Aus den bisherigen Angaben erstellt das Konto eine Voraussage für das aktuelle Jahr.

Alle Werte können pro Jahr sowie pro m<sup>2</sup> Nutzfläche betrachtet werden. Beim Heizenergieverbrauch ermöglicht die klimabereinigte Darstellung, Jahre mit unterschiedlicher Witterung besser miteinander vergleichen zu können. Das Konto errechnet zudem aus den Ergebnissen die prozentualen Änderungen über den Erfassungszeitraum und pro Jahr. Aus den Angaben der letzten drei Jahre berechnet das Konto Durchschnittswerte und prognostiziert Werte für künftige Zeiträume.

**Kontakt:** Iken Draeger, UfU e.v., [iken.draeger@ufu.de](mailto:iken.draeger@ufu.de)

## » Berechnung eines ökologischen Fußabdrucks für die eigene Schule

Unter dem ökologischen Fußabdruck wird die Fläche auf der Erde verstanden, die notwendig ist, um den Lebensstil und Lebensstandard eines Menschen (unter Fortführung heutiger Produktionsbedingungen) dauerhaft zu ermöglichen. Das schließt Flächen ein, die zur Produktion seiner Kleidung und Nahrung oder zur Bereitstellung von Energie, aber z. B. auch zum Abbau des von ihm erzeugten Mülls oder zum Binden des durch seine Aktivitäten freigesetzten Kohlendioxids benötigt werden. Der ökologische Fußabdruck bündelt zahlreiche Umweltdaten und Wirkungszusammenhänge zu einem einzigen handhabbaren Wert. Dadurch wird eine fortlaufende Beobachtung und Bewertung, ein so genanntes „Monitoring“, der globalen Auswirkungen unseres Handelns auf die Umwelt ermöglicht.

Gegenwärtig werden in den westlichen Industrieländern mit ca. 25% der Weltbevölkerung ca. 80% der auf der Erde erzeugten Energie verbraucht. Die Entwicklungsländer in Asien, Afrika und Südamerika mit ca. 75% der Weltbevölkerung verbrauchen „nur“ ca. 20% der weltweit erzeugten Energie. Allerdings werden in diesen Ländern große Anstrengungen unternommen, das Wirtschaftswachstum zu erhöhen, was mit einem deutlich erhöhten Energieverbrauch einhergeht. Umso notwendiger ist es, den weltweiten Verbrauch der verfügbaren Ressourcen drastisch zu senken. Die weltweit verfügbare Fläche zur Erfüllung der menschlichen Bedürfnisse wird nach Daten des Global Footprint Network und der European Environment Agency insgesamt um 23 % überschritten. Danach werden bei gegenwärtigem Verbrauch pro Person 2,2 ha (2006) beansprucht, es stehen allerdings lediglich 1,8 ha pro Person zur Verfügung. Dabei verteilt sich die Inanspruchnahme der Fläche sehr unterschiedlich auf die verschiedenen Regionen. Europa beispielsweise benötigt 4,7 ha pro Person, kann aber nur 2,3 ha selber zur Verfügung stellen. Dies bedeutet eine Überbeanspruchung der europäischen Biokapazität um über 100 %. Frankreich beansprucht demnach annähernd das Doppelte, Deutschland etwa das Zweieinhalbfache und Großbritannien das Dreifache der verfügbaren Biokapazität. Ähnliche Ungleichgewichte finden sich auch zwischen Stadt und Land. Der ökologische Fußabdruck einer Person in Berlin liegt bei 4,41 ha!

Die USA brauchen etwa 9,7 ha, Großbritannien 5,6 ha, Brasilien 2,1 ha, die Volksrepublik China 1,6 ha und Indien 0,7 ha für eine Person. Den größten Anteil am individuellen Eigenverbrauch haben Gebäudeheizung, Warmwasserbereitung sowie die elektrische Energie. Mit Hilfe von Onlineportalen lässt sich der ökologische Fußabdruck der Schule berechnen, und anschließend lassen sich leicht Maßnahmen zur Verringerung des Fußabdruckes der Schule ableiten. Auf alle Faktoren, die den ökologischen Fußabdruck ausmachen, haben SchülerInnen und LehrerInnen unmittelbaren Einfluss.

### Hier finden Sie mehr zum ökologischen Fußabdruck:

Broschüre vom Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltWissen, Der ökologische Fußabdruck, 2009, Wettbewerbsbeitrag zum Wettbewerb GASAG Energy Cup der Carl von Ossietzky Oberschule

### Internet:

[www.latschlatsch.de](http://www.latschlatsch.de), Persönlicher Fußabdruckrechner  
[www.nachhaltig-berlin.de](http://www.nachhaltig-berlin.de), Büro für Nachhaltige Entwicklung Berlin  
[www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org), Nichtregierungsorganisation, die sich mit der Weiterentwicklung des ökologischen Fußabdrucks beschäftigt  
[www.ossietzky-gym.cidsnet.de](http://www.ossietzky-gym.cidsnet.de), Homepage der Carl von Ossietzky Oberschule  
[www.umwelt-bayern.de](http://www.umwelt-bayern.de), Studie für Bayern



## » Klimawandel in der einen Welt – Der Klimaballon

Um die Notwendigkeit von Klimawandel und Energiewende deutlich zu machen, ist es auch sinnvoll, sich mit den CO<sub>2</sub>-Emissionen im weltweiten Vergleich auseinanderzusetzen. Dies geht auf unterschiedliche Art und Weise. Zum einen durch den Vergleich von Zahlen, aber auch durch die Visualisierung beispielsweise mit dem Klimaballon.

Kohlendioxid entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl und Erdgas), aber auch bei der Vernichtung des Tropenwaldes. Dies trägt zu über 50% zum anthropogenen, d.h. vom Menschen verursachten, Treibhauseffekt bei. Experten sagen für das 21. Jahrhundert einen Temperaturanstieg von 1,5 – 5,8°C voraus. Dies wird katastrophale Folgen haben: Unwetter nehmen weiter zu und viele besiedelte Gebiete und Ackerbauflächen werden dauerhaft überschwemmt werden.

Hauptverantwortlich für die CO<sub>2</sub>-Anreicherung in der Atmosphäre sind die Industrieländer (siehe Tabelle Seite 59) mit ihrem großen Energiehunger. So erzeugt Deutschland ca. 3% der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen, bei einem Anteil von nur 1,3% der Weltbevölkerung! Die CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen in Deutschland im Jahr:

- 880 Millionen Tonnen
- 10 Tonnen pro Einwohner.

Der Klimaballon ist in verschiedenen Größen hergestellt worden, um derzeitige und zukünftige CO<sub>2</sub> Emissionen visuell und physisch erfahrbar zu machen.

### Die Ballone haben folgende Maße:

1. Täglicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Deutschen: 14,8 Kubikmeter, Durchmesser 3,05 Meter.
2. Täglicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Inders: 1,45 Kubikmeter, Durchmesser 1,40 Meter.
3. Reduzierung der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80% bis 2050 gegenüber 1990: 3,43 Kubikmeter, Durchmesser des Ballons 1,87 Meter.



### Weitere Informationen unter:

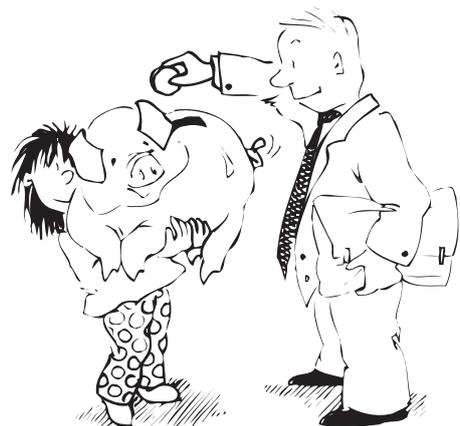
Hartmut Oswald, Unterrichtseinheit Klimaballon, Berlin 2002.

### Internet:

[www.powerado.de](http://www.powerado.de)  
[www.ufu.de](http://www.ufu.de)

### Kontakt:

Florian Kliche,  
[florian.kliche@ufu.de](mailto:florian.kliche@ufu.de)



## » Treibhausgas-Emissionen ausgewählter Länder im Vergleich:

Staat	Emissionen 1990 in Mio. t CO <sub>2</sub> -Äquivalenten	Verpflichtung zur Emissionsreduktion in %	Ist-Stand 2006	Abweichung in Prozentpunkten gegenüber 1990	Anteil an den weltweiten CO <sub>2</sub> -Emissionen in Prozent	CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Kopf in Tonnen
USA	6.135	keine (urspr.-7)	7.017	+14,4	20,34	19
Russland	3.326	keine	2.190	-34,2	5,67	8,42
Japan	1.272	-6	1.340	+5,3	4,33	9,49
Deutschland	1.228	-21	1.004	-18,2	2,94	10
Ukraine	925	keine	444	-51,9	1,40	7,4
Vereinigtes Königreich	776	-12,5	656	-17,4	1,95	9,5
Kanada	599	-6	728	+27,7	1,92	15,9
Australien	423	keine (+8)	544	+20,8	1,80	17,2
Indien	1.105	keine	1.975	+78,6	4,46	1,8
China	3.648	keine	7.932	+108	20,02	5,1
Nigeria	150	keine	261	+74,3	0,3	0,1
Katar	19	keine	63	+334	0,2	40,67
Brasilien	551	keine	1.020	+45,9	1,22	3,8
Südafrika	383	keine	504	+31,6	1,29	10,6

Quelle: Factors underpinning future action – country fact sheets 2008 update. Daten für Katar, und Äthiopien, aus Little Green Data Book 2008

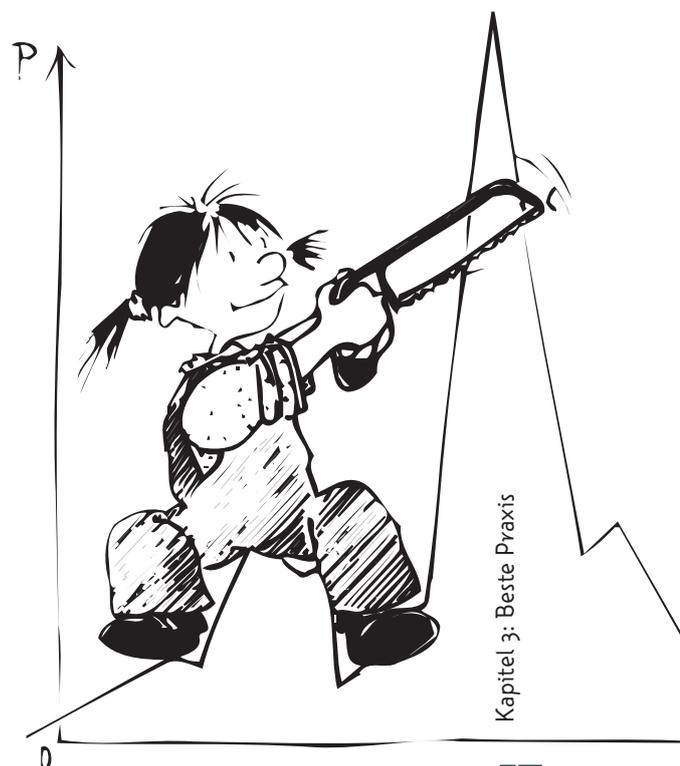
### Klimaforscher fordern:

3 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf im weltweiten Durchschnitt wären annehmbar, um die Folgen des Klimawandels auf einen Anstieg der Temperatur um 2°C zu begrenzen. Einige Länder überschreiten diese Grenze allerdings deutlich.

### Fragen:

Experten schlagen einen weltweiten Emissionshandel vor. Wie könnte dieser aussehen? Ist es gerecht, dass einige Länder mehr CO<sub>2</sub> produzieren als andere, wenn sie dafür Geld bezahlen?

Welche anderen Möglichkeiten zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gibt es?



# Kapitel 4: Finanzielle Anreizsysteme *fifty/fifty*

Mit den Anreizmodellen sollen Schulen motiviert werden, so viel Energie wie möglich einzusparen. Damit dies nicht nur zum Nutzen der Umwelt sondern auch zum Nutzen der teilnehmenden Schulen und Kommunen geschieht, wird der Schule auch ein finanzieller Anreiz geboten. Es geht um energiebewusstes Alltagshandeln bei der Benutzung von Thermostatventilen, Lampen, sonstigen elektrischen Geräten und beim Lüften. Und es geht um den richtigen Einsatz der vorhandenen Heizungs-, Energie- und Regelungstechnik. Hierzu gehört z.B. Nacht-, Ferien- und Wochenendabsenkung der Temperatur, sinnvolle Schaltung der Beleuchtung in Fluren und Treppenhäusern und die Reduzierung der Beleuchtungsstärke auf die in den entsprechenden Richtlinien vorgegebenen Werte.

Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Methoden. So kann es sein, dass Schulen einen Betrag als Unterstützung bekommen, um ein solches Projekt durchzuführen. Es geht dann in erster Linie um die Pädagogik. Ein weiteres bewährtes System ist, wenn Schulen in einen Wettbewerb treten, und die erfolgreichste Schule bekommt eine Belohnung. In Berlin ist es jedoch zumeist das in der Folge vorgestellte Anreizsystem *fifty/fifty*.

## » Wie funktioniert *fifty/fifty*?

Bei *fifty/fifty* handelt es sich um ein Belohnungssystem. Der Schule werden die Hälfte der eingesparten Energiekosten erstattet: Aus dieser Aufteilung der Sparsumme – 50 Prozent für die Schule und 50 Prozent für den Schulträger – hat *fifty-fifty* auch seinen Namen. Es sind allerdings auch andere Aufteilungen denkbar, z.B. 40:30:30 => 40% für die Schule, 30% für Investitionen in der Schule und 30% als Einsparung für den Schulträger.

## » Welche Probleme kann es geben? Was ist zu beachten?

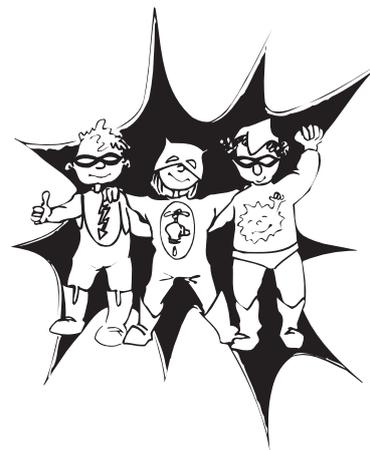
Die Integration des Energiemanagements in den Schulbetrieb muss festgelegt werden: Welche Lehrkräfte sind verantwortlich, und wie wird deren Freistellung geregelt? Wie werden das Lehrerkollegium, die Schülerinnen und Schüler und der Hausmeister bzw. die Hausmeisterin einbezogen?

Die Schulträger müssen die haushaltstechnischen Voraussetzungen und die Zuständigkeiten innerhalb der beteiligten Ressorts der Verwaltung klären. Sie sind für die Bereitstellung, Auswertung und Klimakorrektur der Energieverbrauchsdaten der Schule (zur Festlegung der Bemessungsgröße) verantwortlich.

## » Vereinbarung zwischen Schule und Schulträger

Sind die Voraussetzungen für die Einführung des Anreizsystems erfüllt, sollten die Einzelheiten in einer schriftlichen Vereinbarung zwischen der Schule und dem Schulträger geregelt werden. Diese hat folgenden Inhalt:

- Nennung der Vereinbarungspartner (i.d.R. Schule und Schulträger)
- Gemeinsames Ziel und Gegenstand der Vereinbarung (einzubeziehende Medien: Strom, Wärme, Wasser, Abfall usw.)



- Verpflichtungen der Schule
- Verpflichtungen des Schulträgers
- Vergleichswerte (Startwerte)
- Verfahren zur Ermittlung der Kostenersparnis
- Verteilungsschlüssel für die eingesparten Energiekosten
- Modalitäten der Auszahlung
- Festlegungen zur Mittelverwendung
- Laufzeit der Vereinbarung

Eine Mustervereinbarung finden Sie im Anhang.

## » Anmerkungen zur Ermittlung der Vergleichswerte und der Kostenersparnis

Es gibt kein absolut gerechtes Berechnungssystem, das mit vertretbarem Aufwand eingeführt werden könnte. Die Gründe dafür liegen darin, dass über das Nutzerverhalten hinaus etliche andere Faktoren als das Nutzerverhalten einen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Dazu zählen der energetische Zustand des Gebäudes, die Witterung, die Nutzungsdauer, Nutzungsänderungen, das Verhalten der Drittnutzer und bauliche Maßnahmen. Einige dieser Faktoren wie bauliche Änderungen, die Witterung und teilweise auch Nutzungsänderungen können durch Korrekturfaktoren bei der Berechnung der Bemessungsgrundlage berücksichtigt werden, andere nicht. Das Berechnungsverfahren ist daher immer ein Kompromiss zwischen notwendiger Genauigkeit und geringst möglichem Berechnungs- bzw. Schätzaufwand.

## » Anmerkungen zur Laufzeit der Vereinbarung

Die Laufzeit der Vereinbarung sollte nicht zu kurz gewählt werden, denn häufig ist eine längere Anlaufzeit notwendig, um den vollen Effekt durch das Energiemanagement zu erzielen. Unsicherheiten über die Fortführung des Projektes bei nur einjähriger Laufzeit wirken kontraproduktiv. Die Dauer beträgt im Idealfall drei bis fünf Jahre. Während dieser Zeit sollten die Startwerte nicht verändert werden, um die Motivation der Schule nicht zu beeinträchtigen.

## » Anmerkungen zum Verteilungsschlüssel für die eingesparten Energiekosten

Sinnvollerweise wird von vornherein ein Verteilungsschlüssel gewählt, der kleininvestive Maßnahmen sowie eine Beteiligung des Hausmeisters/der Hausmeisterin vorsieht. Durch weitere kleininvestive Energiesparmaßnahmen kann es zum Schneeballeffekt für immer weitere Energiesparmaßnahmen kommen. Mit der Beteiligung des Hausmeisters/der Hausmeisterin holt man sich den stärksten Verbündeten für das Energiesparprojekt ins Boot. Schließlich hat der Hausmeister bzw. die Hausmeisterin bei einer solchen Motivation ein ureigenes Interesse an Einsparungen und kann als Hauptverantwortlicher für das Schulgebäude einen erheblichen Beitrag zu Einsparungen beitragen.

## » Ermittlung der Vergleichswerte und der eingesparten Energiekosten

Die eingesparte Energie ist die Differenz zwischen dem mittleren Verbrauch der einzelnen Energieträger in den vergangenen zwei bis drei Jahren und den im Rahmen des Projektes ermittelten Jahresverbräuchen. In der Regel liegen die Verbrauchsdaten bei den Schulträgern vor. Dort ist auch das Know-how für die erforderlichen Berechnungen vorhanden. Falls nicht, können dafür externe Energiefachleute einbezogen werden. In einem ersten Schritt ist es notwendig, die Energieverbräuche der Vergangenheit zu analysieren, um einen Vergleichswert zu erhalten. Im Idealfall wurde der Jahresenergieverbrauch für die verschiedenen Energieträger anhand einer Energiebuchhaltung durch den Hausmeister oder den Schulträger aufgezeichnet. Andernfalls müssen die Jahresenergieverbräuche den Energierechnungen entnommen werden. Um den Gebäudezustand und die Nutzung der Schule exakt widerzuspiegeln gibt es einige Korrekturverfahren, die angewendet werden müssen.

## » Klimakorrektur

Die Strenge des Winters an einem bestimmten Ort (Länge der Heizperiode, Außentemperaturen) wird in den so genannten Heizgradtagen berücksichtigt. Der Energieverbrauch für die Heizung eines bestimmten Jahres wird durch die Multiplikation mit einem Faktor (mittlere Heizgradtage dividiert durch Heizgradtage des aktuellen Jahres) korrigiert. Falls der Energieverbrauch für die Heizung und der für die Warmwasserbereitung nicht getrennt erfasst werden, muss mit dem Gesamtverbrauch gerechnet werden. Der dadurch bedingte Fehler ist aber gering.

## » Veränderungen der beheizten Fläche

Dies können unter anderem sein: Zubauten, Beheizen zusätzlicher Räume, aber auch energetische Sanierungen (z.B. Wärmeisolierungen, Heizkesseltausch). Die Bewertung dieser Einflüsse erfolgt durch Energieexperten. Um Ungereimtheiten gegenüber jenen Schulen zu vermeiden, die bereits vor Projektbeginn aktiv Energiesparmaßnahmen durchgeführt haben, wird bei solchen Schulen der Vergleichswert aus den Verbrauchsjahren vor den Einsparbemühungen errechnet. Die Startwerte werden einvernehmlich zwischen den Vertragspartnern festgelegt. Die während der Projektlaufzeit ermittelten aktuellen Verbrauchswerte müssen ebenfalls entsprechend korrigiert werden, damit sie sich auf den gleichen Zustand wie die Vergleichswerte beziehen. Die Differenz zwischen dem aktuellen Verbrauchswert und dem Vergleichswert multipliziert mit den aktuellen, spezifischen Energiekosten stellt die eingesparten Energiekosten dar. In den spezifischen Energiekosten sind gegebenenfalls die Kosten für Leistung (z.B. Strom) und Messeinrichtungen (z.B. Zählermieten) entsprechend den Endabrechnungen der Energieversorger im Projektjahr enthalten. Um die Berechnungen zu vereinfachen, sollten Beginn und Ende des Projekts mit den bisherigen Zeitpunkten der Energieverbrauchsaufzeichnungen übereinstimmen (z.B. Anfang Januar bei kalenderjährmäßiger Energiebuchhaltung). Der Vergleichswert wird während der mehrjährigen Projektlaufzeit auf Grund aufgetretener Einsparungen nicht angepasst, sondern bleibt konstant.

# Kapitel 5: Anhänge

## » Checkliste Wärme

### Raumtemperatur optimieren

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

### Heizen ungenutzter Räume verhindern

- Raumbelastung optimieren (zeitliche und örtliche Zusammenlegung von Veranstaltungen)
- Eigene Heizkreise für Zonen unterschiedlichen Wärmebedarfs

### Luftzug vermindern

- Dichtungen von Fenstern und Türen überprüfen und nachrüsten\*
- Fenster und Türen (auch zwischen Treppenhäusern) nach dem Unterricht richtig schließen

### Außerdem

- Richtige Kleidung wählen
- Richtig lüften (Stoßlüftung)

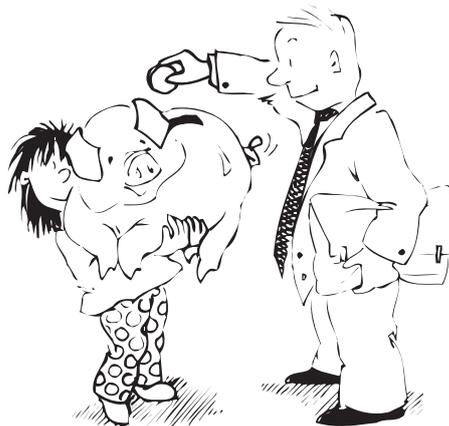
### Wärmeerzeugung optimieren

- Auf Investitionsentscheidungen des Schulträgers hinsichtlich energiesparender Alternativen (z.B. Brennwertkessel, BHKW) Einfluss nehmen
- Kesselabgastemperatur regelmäßig kontrollieren; bei Überschreiten der minimalen Abgastemperatur um ca. 40 °C Kessel reinigen
- Heizkesseloberfläche dämmen\*

### Wärmeverteilung und -abgabe optimieren

- Armaturen und Rohrleitungen in unbeheizten Gebäudeteilen (z.B. Keller) isolieren\*
- Wärmeabgabe der Heizkörper durch Reinigung und Entlüftung erhöhen
- Prüfen, ob vorhandene Rollläden, Fensterläden, Vorhänge, etc. die Wärmeabgabe behindern
- Außenflächen hinter Heizkörpern dämmen\*

\* mit Kosten verbunden



## » Checkliste Beleuchtung

### Beleuchtungssituation der Schule klären und auswerten

- Beleuchtungsstärke der verschiedenen Lampen im ganzen Schulgebäude messen
- Kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärken mit den Richtwerten übereinstimmen
- Nicht benötigte Lampen stilllegen (z.B. durch Herausdrehen des Leuchtkörpers) oder Leuchtkörper mit geringerer Leistung wählen\*
- Lampenabdeckungen bzw. Leuchtkörper reinigen (Erhöhung der Lichtausbeute)
- Einsatz effektiverer Beleuchtungssysteme (Verantwortlichkeit: Schulträger)\*

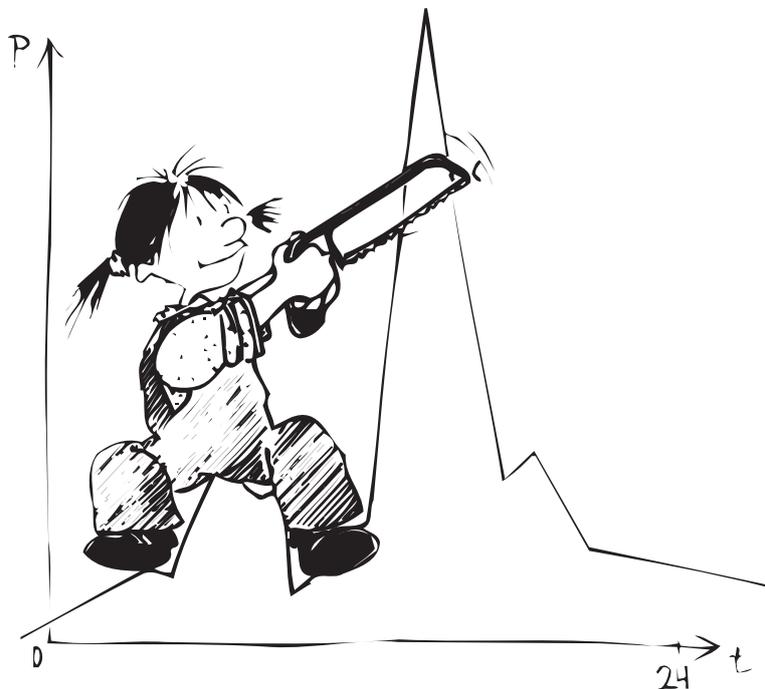
### Sparsame Verwendung von künstlichem Licht

- Lampen nicht unnötig eingeschaltet lassen (z.B. bei ausreichend Tageslicht, in Pausen ab 5 min 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 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 bzw. Arbeiten (z.B. Reinigung) bei Tageslicht durchführen bzw. durchführen lassen
- Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder in Räumen einsetzen, in denen häufig unnötig Licht brennt\*
- Nutzungen in den Abendstunden auf Teilbereiche konzentrieren

### Effizientere Beleuchtungssysteme verwenden

- Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzen (v.a. bei >2h Einschaltdauer pro Tag)\*
- Elektronische Vorschaltgeräte einbauen lassen
- Bewegungsmelder

\* mit Kosten verbunden



## » Checkliste elektrische Geräte

### „Stromfresser“ identifizieren und Alternativen erörtern

- Elektrische Heizung oder Warmwasserbereitung ersetzen (Zuständigkeit: Schulträger)
- Beim Neukauf von Elektrogeräten energiesparende Modelle bevorzugen

### Nicht benötigte Geräte ganz oder zeitweise ausschalten

- Schaltbare Steckdosenleisten anschaffen und nutzen
- Computer-Bildschirme bei längeren Pausen (ab ca. 20 min) abschalten
- Getränkeautomaten in der schulfreien Zeit abschalten
- Nicht oder selten benötigte Warmwasserboiler abschalten
- Auf die Standby-Funktion von Videogeräten, Kopierern etc. verzichten
- Kaffeemaschinen nicht im Dauerbetrieb lassen, sondern Kaffee in Thermoskanne füllen
- Bei Vorhandensein mehrerer Kühlschränke Inhalte zusammenlegen

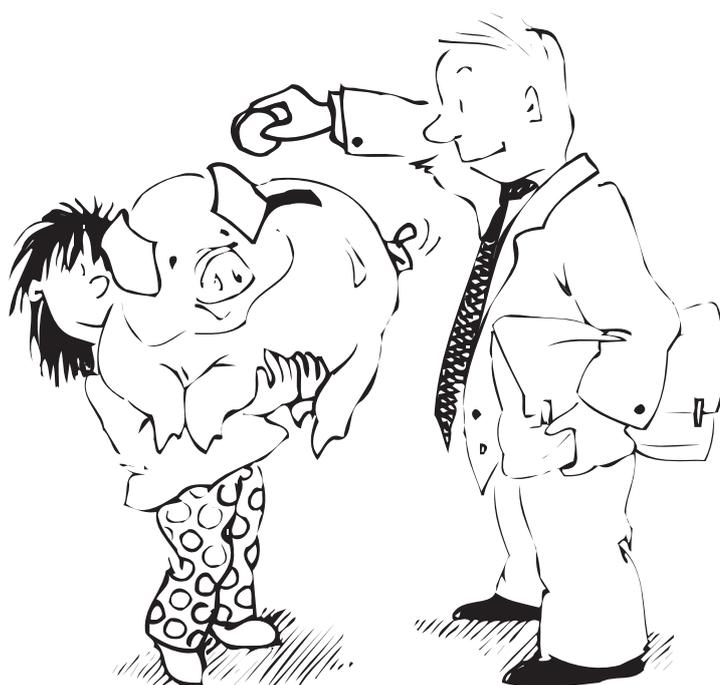
### Auch ausgeschaltete Geräte können Strom verbrauchen (z.B. Trafoverluste), deshalb:

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

### Geräte energiesparend betreiben

- Warmwasserboiler auf möglichst niedrige Temperatur einstellen
- Stromverbrauch von Heizungs-Umwälzpumpen durch Nachrüsten von Pumpensteuerungen und/oder Leistungsreduzierung minimieren
- Energiespartasten bzw. Energiemanagement-Systeme von Geräten nutzen
- Kühltemperatur (Kühlschränke, Getränkeautomaten) vernünftig wählen
- Energiesparend kochen

\* mit Kosten verbunden



## » Maßnahmenliste

Ist-Zustand	Energiesparmaßnahme	Zuständigkeit	Bemerkungen
1. Dachgeschoss, bes. Kriechboden unter Flachdach unzureichend gedämmt	Dämmmatten auslegen (besonders kritische Bereiche vorher ermitteln)	Schulverwaltung	relativ preisgünstig umsetzbar mit großem Effekt, Beteiligung von Schülern möglich
2. in Turnhallen und in einigen Flurbereichen alte Einscheibenverglasung	Einfachfenster sukzessive ersetzen durch Wärmeschutzverglasung	Schulverwaltung	
3. Eckräume im OG sind kühl wegen undichter Fenster	Fenster erneuern oder abdichten!	Schulverwaltung	
4. zentrale Temperaturregelung: Heizzeit im Schulgebäude von 6.30 bis 19.15 (Nutzung von 7.00 bis 20.00)	Absenkbetrieb probeweise ½ Stunde früher, ab 18.45	Hausmeister	
5. in einigen Räumen (z.B. Physik, D203) Strahler für Tafelbeleuchtung	Ersatz der Strahler der Tafelbeleuchtung durch LEDs und der Glühlampen der Notbeleuchtung durch Energiesparlampen	Erfassung durch Energie-Team, Meldung an Hausmeister	
6. Lichtschalter nicht markiert	Lichtschalter markieren, um bedarfsgerechtes Einschalten zu ermöglichen	Energie-Team	Umsetzung durch Energiemanager am
7. Heizkörpernischen unge-dämmt	Prüfung Wärmeverlust durch durch IR-Aufnahme, wenn Verluste groß, dann Dämmung Heizkörpernischen	Schulverwaltung, Energie-Team	IR-Aufnahmen durchgeführt, Dämmung der Glasbausteine hinter den Heizkörpern in der Turnhalle mit Schülern am ....
8. Lampen im Eingangsbereich haben keine Reflektoren...	Ausstattung der Lampen mit Reflektoren	Schulverwaltung	Geprüft und wegen zu hoher Kosten verworfen
9. ... und sind auch bei Tageslicht eingeschaltet, da mit Lampen in fensterlosen Seitenbereichen zusammengeschaltet	Trennung der Schaltkreise von tageslicht-abhängigen und -unabhängigen Bereichen	Schulverwaltung	
10. hoher Wärmeverlust im Heizungskeller durch Lüftungsschlitze in der Außentür (rühren von ehemaliger Gasheizung her und werden nun nicht mehr gebraucht)	Verschließung der Lüftungsschlitze	Hausmeister	Zusammen mit Maßnahme 7 erledigen
11. ein Fenster im Raum D3 (EG) defekt und nicht verschließbar	Reparatur erforderlich	Hausmeister	
12. Becker berichtet, dass Räume des Griechischen Lyzeums zumeist überheizt	Begrenzung der Thermostatventile nach oben auf 3 (Absprache mit Hausmeister)	Energie-Team, Hausmeister	Anbringung von Thermometern am ...
13. Beleuchtung im Physikraum knapp ausgelegt (ca. 350-450 statt 500 Lux)	Hinterlegung der Lampen mit Reflektoren oder Austausch durch neue Lampen	Schulverwaltung	
14. alte Lampen in Klassenräumen im Erdgeschoss ohne Verspiegelung und Blendschutz	Erneuerung im Rahmen des Lampentauschprogramms	Schulverwaltung	



# Vereinbarung

zwischen der \_\_\_\_\_ Schule  
und dem Bezirksamt \_\_\_\_\_ von Berlin,  
Abteilung \_\_\_\_\_ (Schulträger) wird  
folgende Vereinbarung getroffen:

## § 1 Gemeinsame Absichtserklärung

Die Vertragspartner sind sich und ihrer Verantwortung für einen sparsamen Umgang mit den Finanzmitteln des öffentlichen Haushaltes und für eine schonende Verwendung natürlicher Ressourcen zum Erhalt einer lebenswerten Umwelt bewusst und beschließen deshalb einvernehmlich die erforderlichen Schritte zur Einsparung von

- Heizung und Warmwasser
- Elektrischer Energie
- Wasser
- Abfall

in der Schule zu unternehmen.

## § 2 Verpflichtung der Schule

1. Die Schule verpflichtet sich, durch ihre Lehrkräfte und sonstiges Personal sowohl im Unterricht und in Arbeitsgemeinschaften als auch bei anderen Aktivitäten die Gebäudenutzer zu einem sparsamen Umgang mit den unter §1 aufgeführten Medien anzuleiten.
2. Zu diesem Zweck wird an der Schule eine Arbeitsgruppe (AG) gebildet, die für die Umsetzung der hier vereinbarten nicht-investiven Einsparmaßnahmen bei Wärme, Strom, Abfall und Wasser (nicht zutreffendes bitte streichen) verantwortlich ist. In der AG sollen Hausmeister, Lehrkräfte, SchülerInnen und soweit möglich Erziehungsberechtigte mitwirken.  
Die fachliche Betreuung der AG erfolgt durch \_\_\_\_\_ .
3. Die Schule verpflichtet sich, ihre Maßnahmen zu protokollieren und dem Schulträger mitzuteilen. Sie macht außerdem Vorschläge zu weitergehenden (auch investiven) Einsparmaßnahmen, die nur vom Schulträger umsetzbar sind.

## § 3 Verpflichtung des Schulträgers

1. Der Schulträger ist für die Berechnung der Vergleichswerte gemäß §4 und der erzielten Einsparungen zuständig.
2. Der Schulträger stellt der Schule alle zur erfolgreichen Durchführung des Projektes erforderlichen Unterlagen und Informationen zur Verfügung.
3. Zur Motivation der Schule verpflichtet sich der Schulträger zur Zahlung einer erfolgsabhängigen Prämie gemäß §5.

## § 4 Festlegung der Energiekosteneinsparung

### Wärme

Als Vergleichszeitraum zur Ermittlung der Einsparung wird der Verbrauch der Heizperiode der Jahre/des Jahres \_\_\_\_\_ festgelegt.

Der mittlere, für die derzeitige Nutzung und den derzeitigen Gebäudezustand der Schule charakteristische Verbrauch (Vergleichswert) beträgt:

Heizwärmeenergie: \_\_\_\_\_ im Normjahr mit einer Gradtagszahl/G15-Wert von \_\_\_\_\_

Anschlusswert (bei Fernwärme): \_\_\_\_\_ kW

Beheiztes Volumen bzw. Netto-Heizfläche laut WSchV: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> bzw. \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> im Jahr oder Geschossfläche: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> im Jahr

Warmwasser: \_\_\_\_\_ (falls getrennt erfasst)

### Elektrizität

Elektrische Energie: \_\_\_\_\_ kWh/a bzw. \_\_\_\_\_ kWh HT  
\_\_\_\_\_ kWh NT

Elektrische Leistung:

1/2 h-Wert bzw. \_\_\_\_\_ kW

### Abfall

Als Vergleichswert zur Ermittlung der Einsparung werden die bezahlten Entsorgungskapazitäten am \_\_\_\_\_ zugrunde gelegt:

Art der Container	Volumen je Container	Anzahl der Container	Turnus der Leerung
Restmüll			
Altpapier			
Altglas			
Verpackungsmüll			

### Wasser

Als Vergleichszeitraum zur Ermittlung der Einsparung wird der Wasserverbrauch der Jahre / des Jahres \_\_\_\_\_ festgelegt.

Der mittlere, für die derzeitige Nutzung und den derzeitigen Gebäudezustand der Schule charakteristische Verbrauch (Vergleichswert) beträgt pro Jahr: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Trinkwasser, davon \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Sprengwasser (lt. Rechnung) sowie \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> Abwasser.

## Nutzungsänderungen

Wesentliche Nutzungsänderungen sowie Änderungen an der Bausubstanz, der Heizungsanlage und der technischen Ausstattung werden von der AG protokolliert. Die Vergleichswerte werden dann entsprechend angepasst.

### § 5 Ermittlung der Kostenersparnis

Die erzielten Einsparungen in den unter §1 ausgewählten Bereichen werden mit aktuellen Preisen in Geldwert umgerechnet. Hierzu wird die Differenz aus den theoretischen Kosten (resultierend aus den mit aktuellen Preisen bewerteten Vergleichswerten) und den tatsächlich aufgetretenen Kosten gebildet. Die Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs der Gebäude erfolgt über Gradtagszahlen bzw. G15-Werte. Stichtag der jährlichen Abrechnung ist der \_\_\_\_\_ (Datum). Es werden jeweils die vorangegangenen Jahresrechnungen der unter §1 ausgewählten Bereiche abgerechnet.

### § 6 Verteilungsschlüssel

Die eingesparten Mittel werden nach folgendem Schlüssel verteilt:

- \_\_\_\_\_ % für die Schule zur freien Verwendung
- \_\_\_\_\_ % für die Haushaltsentlastung beim Schulträger
- \_\_\_\_\_ % für zusätzliche investive Energiesparmaßnahmen an der Schule
- \_\_\_\_\_ % für den Hausmeister oder die Hausmeisterin

### § 7 Auszahlung und Mittelverwendung

Die Auszahlung der eingesparten Mittel erfolgt jährlich, sobald die erforderlichen Daten vorliegen, spätestens jedoch bis \_\_\_\_\_ (3 Monate nach Stichtag der Abrechnung gemäß §5). Über die Verwendung der Mittel entscheidet die Schul-, Gesamt- bzw. Lehrerkonferenz oder ein von ihr eingesetzter Ausschuss. Dabei ist die Beteiligung der für die Erfüllung des Einsparziels zuständigen AG sicherzustellen.

### § 8 Inkrafttreten und Laufzeit

Die Vereinbarung tritt am \_\_\_\_\_ in Kraft und ist zunächst auf \_\_\_\_\_ Jahre befristet. Die Vergleichswerte bleiben während dieser Zeit unverändert, sofern nicht Änderungen nach §4 Nutzungsänderungen auftreten.

Beide Parteien können eine Verlängerung vereinbaren.

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Schule

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Schulträger

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

# Literaturliste

## Broschüren

### Bestellbar oder als download unter [www.ufu.de](http://www.ufu.de)

- UfU Broschüre – Energiesparen an Schulen Beste Praxis
- UfU Broschüre – Energ(W)ie sparen an Schulen
- UfU Unterrichtseinheit – Windenergie
- UfU Broschüre – Good Practice – Pädagogische Nutzung von Solaranlagen
- UfU Broschüre – Leitfaden zur Nutzung von Fotovoltaikanlagen
- UfU Broschüre – Energiesparen und erneuerbare Energien
- UfU Broschüre – Berliner Nachhaltigkeitsindex
- UfU Broschüre – Kleines Handbuch für Klimaretter
- UfU Broschüre – Erdgas und Sonne in der Grundschule
- UfU Broschüre – Starterkit

### Bestellbar oder als download unter [www.bine.info](http://www.bine.info)

- BINE Broschüre – Was ist Energie?
- BINE Broschüre – Photovoltaik
- BINE Broschüre – Solarthermie
- BINE Broschüre – Windenergie
- BINE Broschüre – Solarenergie macht Schule
- BINE Broschüre – Energiesparen zu Hause

### Bestellbar oder als download unter [www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)

- BMU Broschüre – Erneuerbare Energie 2008 in Deutschland
- BMU Broschüre – Nachhaltiger Konsum
- BMU Broschüre – Lokale Agenda 21 und nachhaltige Entwicklung in deutschen Kommunen
- BMU Broschüre – Energie dreifach nutzen

### Bestellbar oder als download im Internet

- BMWi Broschüre – Energie in Deutschland [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)
- Broschüre EV/UO – Erdöl - Energieverbrauch und Reserven
- Öko-Institut Broschüre – Ressourcenfieber
- Broschüre – Der nachhaltige Warenkorb
- Broschüre DLR – Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum
- Broschüre BUND – 59 Tipps zum nachhaltigen Umgang mit Energie
- BP Statistical Review of World Energy 2009
- Klimadetektive – Handreichung für den Klima- und Umweltschutz in Schulen, Tilman Langner:  
[www.umweltschulen.de/broschueren/br1.html](http://www.umweltschulen.de/broschueren/br1.html)
- Broschüre vom Bayerisches Landesamt für Umwelt, UmweltWissen, Der ökologische Fußabdruck, 2009

## Schulbücher

- Diercke spezial, Globaler Klimawandel, Westermann Verlag
- Materialsammlung Energie, Cornelsen Verlag
- Praxis Geografie – Klimawandel, Westermann Verlag, bestellbar über [www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)
- TERRA global, Klima im Wandel, Klett Verlag
- TERRA Thema, Globaler Klimawandel,
- Themenheft und Materialmappe, Klett Verlag

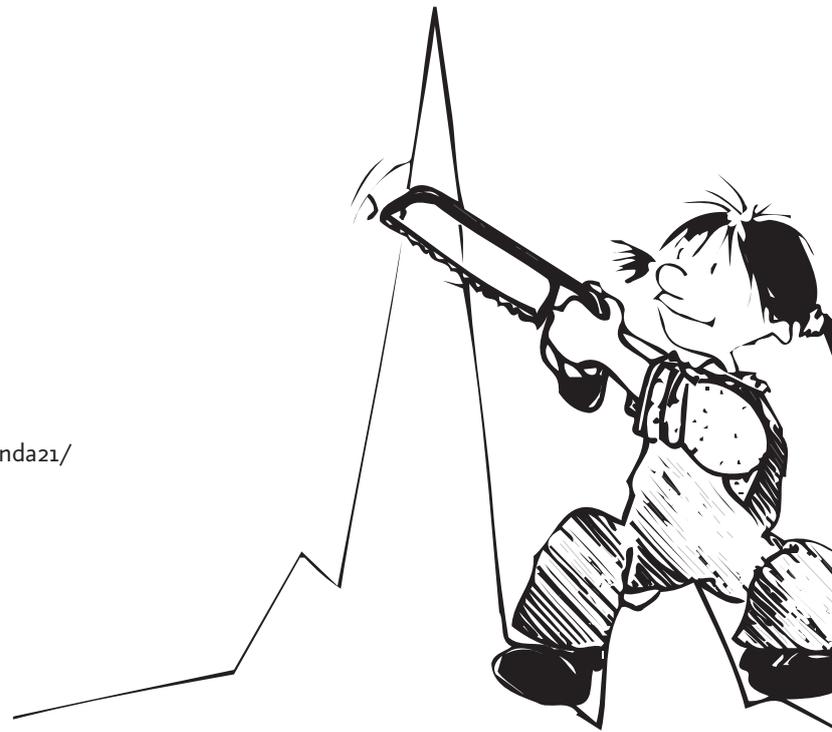


## Fachbücher

- Holger Rogall – Ökologische Ökonomie - Eine Einführung, VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Grünbuch der EU - nachhaltige, wettbewerbsfähige und sichere Energieversorgung
- John Erpenbeck, Handbuch Kompetenzmessung, Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft · Steuern · Recht GmbH
- Brundtland Bericht
- Energie, Forschungszentrum Jülich (Hg.) [www.energie-in-der-schule.de](http://www.energie-in-der-schule.de)
- Pendo's CO<sub>2</sub>-Zähler. Die CO<sub>2</sub>-Tabelle für ein klimafreundliches Leben, cozonline
- CO<sub>2</sub> Lebenselixier und Klimakiller, Jens Soentgen und Armin Müller, oekom Verlag
- WasIstWas Band 3 – Energie, Tessloff Verlag
- WasIstWas Band 125 – Das Klima, Tessloff Verlag

## Internetseiten

[www.agenda21berlin.de](http://www.agenda21berlin.de)  
[www.agenda21berlin.de/fussabdruck](http://www.agenda21berlin.de/fussabdruck)  
[www.atmosfair.de](http://www.atmosfair.de)  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)  
[www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)  
[www.bpd.de](http://www.bpd.de)  
[www.das-energieportal.de](http://www.das-energieportal.de)  
[www.energiesparclub.de](http://www.energiesparclub.de)  
[www.fiftyfiftyplus.de](http://www.fiftyfiftyplus.de)  
[www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)  
[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)  
[www.izt.de/solarsupport](http://www.izt.de/solarsupport)  
[www.klimawink.de](http://www.klimawink.de)  
[www.klimaschutzschule.de](http://www.klimaschutzschule.de)  
[www.kwk-modellstadt.de](http://www.kwk-modellstadt.de)  
[www.latschlatsch.de](http://www.latschlatsch.de)  
[www.oeko-fair.de](http://www.oeko-fair.de)  
[www.powerado.de](http://www.powerado.de)  
[www.stadtentwicklung.berlin.de/agenda21/](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/agenda21/)  
[www.schule-energie-bildung.de](http://www.schule-energie-bildung.de)  
[www.solarsupport.org](http://www.solarsupport.org)  
[www.transfair.de](http://www.transfair.de)  
[www.ufu.de](http://www.ufu.de)  
[www.umwelt-bayern.de](http://www.umwelt-bayern.de)  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)  
[www.umweltschulen.de](http://www.umweltschulen.de)  
[www.upi.institut.de](http://www.upi.institut.de)  
<http://europa.eu>



## Filme

- fifty/fifty Energiesparen an Schulen, [www.ufu.de](http://www.ufu.de)

## Weitere Materialien und Aktionen für den Unterricht

- CO<sub>2</sub> Klima-Orakel: [www.klima-sucht-schutz.de/klima-orakel.o.html](http://www.klima-sucht-schutz.de/klima-orakel.o.html)
- Box Primary und Box Next Generation (Experimentierkisten zu erneuerbaren Energien): [www.ufu.de/de/fachgebiete/klimaschutz-und-umweltbildung/powerado/powerado-downloads.html](http://www.ufu.de/de/fachgebiete/klimaschutz-und-umweltbildung/powerado/powerado-downloads.html)
- Klimaballon [www.ufu.de/de/leistungen/klimaballon.html](http://www.ufu.de/de/leistungen/klimaballon.html)
- powerado-Materialien zu erneuerbaren Energien: [www.ufu.de/de/fachgebiete/klimaschutz-und-umweltbildung/powerado/powerado-downloads.html](http://www.ufu.de/de/fachgebiete/klimaschutz-und-umweltbildung/powerado/powerado-downloads.html)

# Notizen

Woher kommt die Energie in der Schule? Wo geht sie hin? Wofür brauchen wir sie? All das sind Fragen, die mithilfe des Schulpakets „Energiesparen an Schulen“ beantwortet werden sollen. Schülerinnen und Schüler werden aktiv in ihrer Schule, analysieren den Energieverbrauch, decken Energieverschwendung auf und entwickeln eigene Energiesparideen. Damit das Ganze auch noch finanziell belohnt werden kann, werden Handlungstipps und Hinweise für die Teilnahme am **Projekt fifty/fifty** gegeben. Mit der Teilnahme am größten europäischen Bildungsprojekt für den Klimaschutz können Schulen einen großen Beitrag zum internationalen Klimaschutz leisten.

Die Broschüre richtet sich an Lehrkräfte der Sekundarstufe I, die ihre Schülerinnen und Schüler für die Zukunft fit machen wollen. Sie enthält Informationen zum Projekt fifty/fifty und Unterrichtsmodule inklusive Arbeitsblätter für die Umsetzung eines Energiesparprojektes in der Schule.

UfU ist ein wissenschaftliches Institut und eine Bürgerorganisation. Es initiiert und betreut wissenschaftliche Projekte in ihrer praktischen Anwendung, Aktionen und Netzwerke, die öffentlich und gesellschaftlich relevant sind, auf Veränderung ökologisch unhaltbarer Zustände drängen und die Beteiligung der Bürger benötigen und fördern. 15 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten seit 1990 in den Fachgebieten Klimaschutz und Umweltbildung, Umweltrecht und Partizipation sowie Ressourcenschutz und Landschaftsökologie in verschiedenen Projekten im In- und Ausland. Die UfU-Werkstatt als offener Bereich mit verschiedenen Themen und Projekten fungiert als beständige Keimzelle für neu entstehende Bereiche.

## Impressum

### Autor

Florian Kliche unter Mitarbeit  
von Iken Draeger

### Gestaltung und Illustration

Enrica Hölzinger, [www.ricmedia.de](http://www.ricmedia.de)

**Schulpaket fifty/fifty – Energie-sparen an Schulen** erstellt, im Rahmen des Projektes Energiemanagement für Schulen 2009 in Berlin



**UfU**  
Unabhängiges Institut  
für Umweltfragen

### Herausgeber

UfU e.V.  
Greifswalder Straße 4  
10405 Berlin  
[www.ufu.de](http://www.ufu.de)

### Gefördert von

