UfU
Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

fifty/fifty Energiesparen an Schulen

Starter-Kit

Inhaltsverzeichnis

1. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

2. Einleitung

2.1 Fifty/fifty Fakten und Hintergründe

3. Planung eines Energiesparprojekts

3.1 Der Energierundgang

4. Kontaktadressen

5. Vereinbarung

6. Unterrichtskonzept „Energiesparen an Schulen“

6.1 Auswertung der räumlichen Temperaturmessung

6.2 Checkliste: Wärme

7. Messung der Beleuchtungsstärke

7.1 Fragen die das Thema erleichtern

7.2 Auswertung der Beleuchtungsstärke

7.3 Checkliste: Beleuchtung

8. Elektrische Geräte

8.1 Checkliste: Elektrische Geräte

9. Die wichtigsten Messgeräte auf einen Blick

10. Abschluss des Projektes

11. Fotodokumentation des Heizungskellers

12.1 Protokoll für den Energierundgang 1+2

12.2 Messgerätebeschreibung

12.3 Literaturempfehlungen aus dem UfU – Fachgebiet „Klimaschutz und Umweltbildung“

1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Treibhauseffekt

Abbildung 2: Sekundenthermometer, Energiekostenmessgerät, Luxmeter, Testo-Datenlogger

Abbildung 3+4: Plakatgestaltung des fifty/fifty – Projekts (Grundschule im Grünen)

Abbildung 5: Kessel mit Umwälzpumpe

Abbildung 6: Wärmetauscher

Abbildung 7: Funktionsweise eines Kessels (Grundschule unter den Buchen)

Abbildung 8: Vorläufe und Rückläufe der Heizungsanlage

Abbildung 9: Druckanzeige

Abbildung 10: Druckausgleichsbehälter

Abbildung 11: Sekundenthermometer mit Thermoelement

Abbildung 12: Digitales Luxmeter

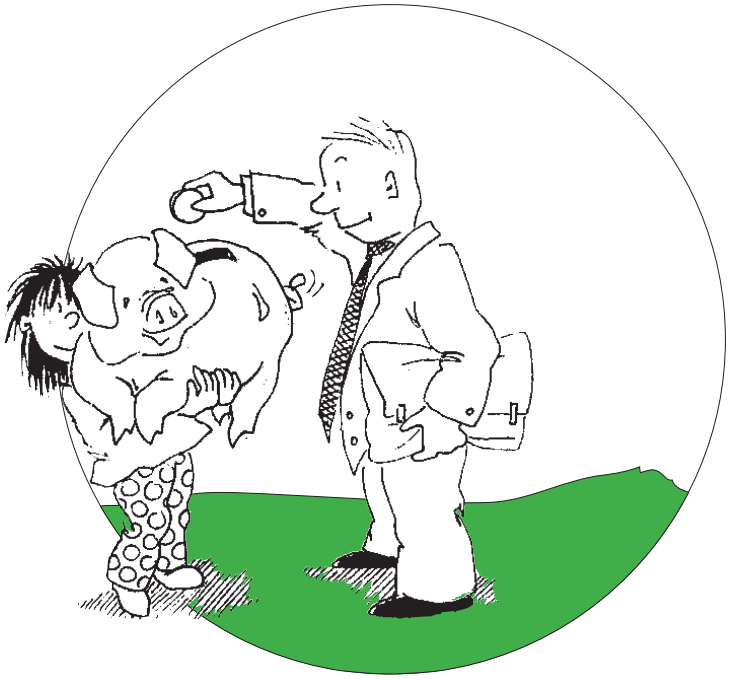
Abbildung 13: Temperatur Datenlogger

Abbildung 14: Energiekostenmessgerät

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Solltemperaturen

Tabelle 2: Beleuchtungsstärke



2. Einleitung

Das Ziel des vorliegenden Starterkits ist die Bereitstellung von Informationen und Messgeräten für am Projekt „fifty/fifty“ interessierte Schulen, Contractingunternehmen (Energiesparpartner) und Verwaltungen. Es existieren zwei zielgruppenspezifisch zusammengestellte Versionen des Starterkits:

- Eine Version ist für eine „Probestunde“ bzw. eine erste Übersicht über das Projekt und die Potentiale des Themengebiets (dieses Starterkit können die Empfänger behalten).
- ein anderes Paket für die bereits grundlegend informierten bzw. entschiedenen Zielgruppen mit Informations- und Unterrichtsmaterialien sowie Messgeräten zur Durchführung einer ersten praktischen Unterrichtseinheit mit Schülern.

Die Zielgruppen sind vor allem Schulen die ein Energiesparprojekt durchführen wollen, Contractingunternehmen zur Information über das Projekt und die Möglichkeiten der pädagogischen Arbeit im Bereich Energiesparverhalten (technische Voraussetzung, Kontaktadressen zur weiteren Information), Verwaltungen zur Information über das Projekt und die Möglichkeiten der Unterstützung auf Verwaltungsebene (Vorgehen, Verträge, Kontaktadressen).

Das Starterkit wird in Abhängigkeit der nutzerspezifischen Anfrage individuell in Form von Informationsblättern, Unterrichtsmaterialien, Broschüren, Messgeräten, Kontaktdaten, Checklisten etc. zusammengestellt.

2.1 Fifty/fifty - Fakten und Hintergründe

Fifty/fifty ist eine freie Initiative, die seit 1996 bundesweit an über 3500 Schulen in Deutschland durchgeführt wird. International wird fifty/fifty in mehreren europäischen Ländern (u.a. Spanien, Italien, Griechenland, Dänemark, England, Bulgarien und Deutschland) sowie in Japan erfolgreich durchgeführt.

Dabei erhalten die teilnehmenden Schulen 50% der durch bewusstes Nutzerverhalten eingesparten Energiekosten zur freien Verwendung. Die anderen 50 % verbleiben beim Schulträger. Dieser Anreiz trägt zum Umwelt- und Klimaschutz sowie zur Senkung der Energiekosten bei. Das Themengebiet „Klimaschutz und Energie“ wird dabei zum Gegenstand des Unterrichts, von Projekttagen, Arbeitsgemeinschaften und Exkursionen.

Die an fifty/fifty teilnehmenden Schulen erhalten 50% der eingesparten Energiekosten zur freien Verwendung.

Fifty/fifty ist das vermutlich größte umweltpädagogische Schulprojekt in Europa. Dennoch nehmen in Deutschland bisher nur knapp 10 % der Allgemeinbildenden Schulen teil. Bei jährlichen Einsparungen pro Schule in Deutschland von

- 80 MWh Wärme
- 8.000 kWh elektrischer Strom
- 25 t CO_2
- 5.000 Euro

liegt ein Sparpotential von 750.000 t CO_2 und 150 Mio. Euro jährlich brach, das durch die bundesweite Kampagne „fifty/fifty“ gehoben werden soll.

3. Planung eines Energiesparprojekts

Wenn in der Schule Energie eingespart wird, profitieren alle davon: Die Schüler als Projektteilnehmer lernen den richtigen Umgang mit Energie und bekommen bei der Teilnahme an fifty/fifty je eingesparter Energie sogar Geld dafür. Das Geld kann z.B. für die nächste Klassenfahrt verwendet werden.

Bevor man ein Energiesparprojekt an seiner Schule startet, sollte das Interesse aller Schulbeteiligten zu den Themen Energiesparen und Klimaschutz vorliegen. Zusätzlich benötigt man etwa einen Tag in der Woche, an dem man in ein bis zwei Unterrichtsstunden oder im Rahmen einer AG das Energiesparprojekt mit den Schülern durchführen kann. Aufgrund der sehr knappen Zeit während des Unterrichts hat sich die Gründung einer Energie AG in der Vergangenheit bewährt.

Die Gründung einer Energie-AG hat sich bewährt.

3.1 Der Energierundgang

Wie und wo kann man in der Schule Energie sparen? Diese Frage kann mit einem Energierundgang am besten beantwortet werden. Dabei gehen Schüler, Lehrer, Hausmeister und Vertreter der Verwaltung mit einem Fachmann durch die wichtigsten Räume einer Schule und suchen gemeinsam nach Schwachstellen im Energieverbrauch. Im Vordergrund steht dabei die energieeffiziente Nutzung der vorhandenen Anlagen. Gerade der Austausch zwischen den Gebäudenutzern und Spezialisten von außen gibt entscheidende Impulse für die weitere Projektarbeit.

Der Energierundgang eignet sich für Schüler/-innen der Grundschule und Oberschule und sollte in verschiedenen Etappen durchgeführt werden. Zu Beginn der Heizperiode im November kann mit den Schülern erforscht werden, wo die Wärme herkommt (hierzu empfiehlt sich die Besichtung des Heizungskellers). Mit Hilfe des Hausmeisters können die Schüler lernen wie ihre Schule beheizt wird und welche Energieträger dafür verwendet werden (z.B. Öl, Gas oder Fernwärme).

Außerdem sollte auf Spurensuche nach Energieverschwendern gegangen werden:

- Gibt es offene Fenster bei voll aufgedrehter Heizung?
- Brennt das Licht in ungenutzten Räumen?
- Werden getrennt schaltbare Lichtleisten verwendet?
- Wird die Beleuchtung in den großen Pausen in leeren Klassenräumen ausgeschaltet?

Weitere Fragen, die erforscht werden können, sind im Kapitel genauer betrachtet.

4. Kontaktadressen

Für weitere Information/Unterstützung bei der Durchführung von Energiesparprojekten:

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.
www.ufu.de

Bundesverband Schule Energie Bildung e.V.
www.schule-energie-bildung.de

Amt für Lehrerbildung in Hessen
www.afl.bildung.hessen.de

IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
www.ifeu.org

Energie- und Umweltzentrum in Eldagsen
www.e-u-z.de

3/4 Plus in Bremen und Bremerhaven
www.energiekonsens.de

Energie gewinnt! (Jena)
www.energie-gewinnt.de

Keep Energy in Mind – Energie- und Wassersparprogramm Nürnberg
www.kubiss.de

e&u Energiebüro GmbH (Bielefeld)
www.eu-energiebuero.de

Hamburger Bildungsserver
www.hamburger-bildungsserver.de

Bezirksamt Lichtenberg
Mellenseestrasse 34 · 10319 Berlin
Ansprechpartnerin: Frau Villain, Tel.: 030/902 96 - 5582, ulrike.villain@libg.verwalt-berlin.de

Bezirksamt Treptow-Köpenick von Berlin
Abt. Bildung, Kultur und Schule, Schul-und Bibliotheksamt
Alt-Köpenick 21 · 12555 Berlin, Tel.: 030/6172 - 0

Bezirksamt Steglitz-Zehlendorf von Berlin
Abteilung Jugend, Schule und Umwelt
Kirchstrasse 1/3 · 14163 Berlin-Zehlendorf
Ansprechpartner: Herr Schrage-Aden, Tel.: 030/902 99 - 6142

Arge ESP Pool 3
Puschkinallee 52 · 12435 Berlin
Ansprechpartnerin: Frau Meyer, Tel.: 030/267 - 10686, 38 64 61 41

5. Vereinbarung

Vereinbarung

zwischen der _____ (Schule)

und dem

Bezirksamt _____ von Berlin,

Abteilung _____ (Schulträger) wird folgende Vereinbarung getroffen:

§1 Gemeinsame Absichtserklärung

Die Vertragspartner sind sich 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 (Wärme)
- Elektrische Energie
- Abfall
- Wasser

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 nichtinvestiver Einsparmaßnahmen bei Wärme, Strom, Abfall und/oder Wasser in der Schule verantwortlich ist. In der AG sollen Hausmeister, Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler und soweit möglich Erziehungsberechtigte mitwirken.
   Die AG nimmt an einem Fortbildungsprogramm „Energieeinsparung durch geändertes Nutzerverhalten an Schulen“ teil, dass vom Schulträger, von der Energieleitstelle bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, vom Berliner Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung (BIL) oder von freien Trägern angeboten wird.

   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 Motivierung der Schule verpflichtet sich der Schulträger zur Zahlung einer erfolgsabhängigen Prämie gemäß §6.

ENERGIESPAREN AN SCHULEN

§4 Vergleichswerte

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: _____ m3 bzw. m2 im Jahr _____ oder Geschoßfläche: _____ m2 im Jahr _____ Warmwasser (falls getrennt erfasst) _____

Elektrizität

Elektrische Energie: _____ kWh/a bzw. _____ kWh HT _____ kWh NT

Elektrische Leistung :
1/2 h-Wert bzw. _____ kW
96 h-Wert (Leistungswerte) _____ Lw (kWh/96h)

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:
_____ m3 Trinkwasser pro Jahr
davon _____ m3 Sprengwasser pro Jahr (lt. Rechnung)
_____ m3 Abwasser pro Jahr

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 Einsparung von 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 ökologische Maßnahmen an Schulen,

ggf. _____ % für die externe Projektbetreuung (nur bei erfolgsabhängigem Honorar).

§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 der Schule im Rahmen der Berliner Haushaltsordnung entscheidet die Schul- bzw. Gesamtkonferenz 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 3 Jahre befristet. Die Vergleichswerte bleiben während dieser Zeit unverändert.
Bei einem Erfolg des Programms kann eine Verlängerung vereinbart werden.

_____

Unterschrift Schule

_____

Unterschrift Schulträger/Contractingunternehmen

_____

Ort, Datum

6. Unterrichtskonzept „Energiesparen an Schulen“

Das Projekt „Energiesparen an Schulen“ startet in der Regel zu Beginn der Heizperiode im November und dauert ca. bis März des folgenden Jahres. Die Themen Klimaschutz und Energiesparen können gut in die naturwissenschaftlichen Fächer sowie in den Mathematikunterricht eingebaut werden. Das hier dargestellte Unterrichtskonzept dient als Hilfestellung für die Lehrer/-innen, die das Projekt erstmalig in einer Klasse durchführen.

Sollte eine Vergütung der Energiesparaktivitäten, wie z.B. im Rahmen des fifty/fifty- Projekts, erfolgen, dann kann das Energiesparprojekt beginnen, sobald die Schulleitung eine Vereinbarung mit dem Schulträger oder einem Contractingunternehmen (ESP Pool) getroffen hat.

Schritt 1 Besorgung der Unterlagen zum Schulgebäude und Energieverbrauch

In einem ersten Schritt werden die Unterlagen zum Schulgebäude und Energieverbrauch besorgt, hierzu gehören u.a.:

- Rechnungen über den Energieverbrauch (Strom, Heizung, Warmwasser)
- falls vorhanden: zusätzliche Zählerstände für die Heizung (Wärme- bzw. Brennstoffverbrauch) und elektrischen Strom
- Lageplan und Baupläne des Schulgebäudes (auch in abstrakter Form)
- Angaben über die Heizungsanlage der Schule.

Die Unterlagen zum Energieverbrauch der Schule können beim Schulträger, Lagepläne und Angaben zur Heizung beim Hausmeister erfragt werden.

Schritt 2 Einführung in die Themen Klimaschutz und Energiesparen

Eine Einführung in das Themengebiet soll vor allem folgende drei Bereiche abdecken:

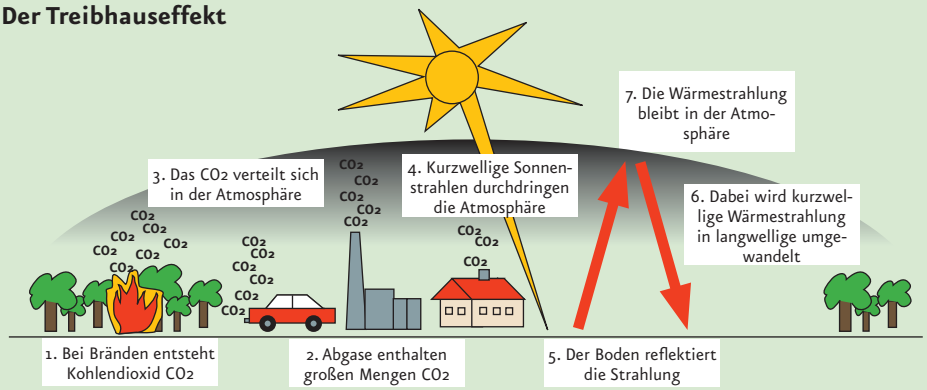
- Warum gibt es das Projekt „Energiesparen an Schulen“?
- Was ist Energie und wo kommt Energie her?
- Was bedeutet Endlichkeit und was sind erneuerbare Energien?

Energie sparen ist aus drei wesentlichen Gründen wichtig, zum einem spart es Kosten, zum anderen wird durch Energieeinsparung die Umwelt geschont und es findet ein bewusster Umgang mit den begrenzt verfügbaren natürlichen Ressourcen statt. Dabei wird der Begriff Endlichkeit/Unendlichkeit erklärt. In diesem Zusammenhang erschließt sich auch die Frage, wo die Energie, die wir verbrauchen, eigentlich herkommt, Kohle, Erdöl, Erdgas sind endliche Energieträger. Die Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie (Erdwärme) gehören zu den unendlichen also zu den erneuerbaren Energien.

Um den **Umweltschutz** im Unterricht zu integrieren, kann bei der Frage, wo Energie herkommt, auf folgende Themen eingegangen werden:

- **Ressourcenbeschaffung** (Tagebau – Landschaftszerstörung, Bohrinseln – Meeresverschmutzung bzw. Tiersterben bei Ölunfällen etc).
- **Abgase:** Bei der Energienutzung (Strom und Wärme) aus Kohle, Erdgas und Erdöl entstehen Abgase. Diese sind die bei einem Verbrennungs- oder Produktionsprozess anfallenden, nicht weiter nutzbaren gasförmigen Abfallprodukte. Die Abgase enthalten Luftverunreinigende Stoffe wie Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid, Schwefeloxide, Stickoxide, Staub und Ruß.
- **Klimawandel:** Der Begriff Treibhauseffekt wird am besten anhand einer Zeichnung erklärt.

Der Treibhauseffekt



Zur **Einführung in den Begriff Treibhauseffekt** muss bedacht werden, dass dieser Effekt ganz natürlich ist. Wenn die gesamte Sonnenstrahlung, die auf der Erde ankommt, wieder komplett ins Weltall zurück reflektiert würde, wäre es auf der Erde sehr kalt (-18° C). Nun gibt es immer mehr Menschen auf der Erde und somit auch mehr Autos, Strom und Herstellungs-/Entsorgungsprozesse, die Energie verbrauchen. Der Treibhauseffekt kann gerade jüngeren Schüler/-innen vereinfacht wie folgt erklärt werden:

Infolge industrieller Prozesse, wie z.B. bei der Energieerzeugung in Kohlekraftwerken oder bei sonstigen Verbrennungsvorgängen, entsteht **Kohlenstoffdioxid (CO_2)**. Kohlenstoffdioxid ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff (C) und Sauerstoff (O_2). Die chemische Formel hierzu lautet: **$C+O_2 \Rightarrow CO_2$**. Verbrennungsgase enthalten große Mengen CO_2, das sich in der Atmosphäre verteilt und einen unsichtbaren Mantel bildet. Die energiereichen kurzwelligen Sonnenstrahlen durchdringen diesen Mantel, der sich in der Atmosphäre ausgebreitet hat. Der Boden reflektiert die kurzwellige Strahlung und wandelt diese in langwellige Wärmestrahlung um. Diese schafft es nicht, den Mantel zu durchdringen und muss in der Atmosphäre verbleiben. Dadurch erwärmt sich die Erde.

Auch auf die **Folgen der Erderwärmung** sollte hingewiesen werden, so u.a.:

- Abschmelzen der Polkappen
- Anstieg des Meeresspiegels
- Überschwemmungen
- Wirbelstürme

Für dieses Thema bietet sich an, die Schüler-/innen selbst die Folgen des Klimawandels zusammentragen zu lassen.

Schritt 3 Begehung des Schulgebäudes und des Heizungskellers

Im Anschluss an die theoretische Einführung findet eine Begehung des Schulgebäudes und des Heizungskellers statt. Ziel der Begehung ist die Identifizierung der Orte, an denen die Schule Energie benötigt und an denen Energie verschwendet wird (z.B. offene Fenster). Die Besichtigung zeigt den Schüler-/innen wie die Schule beheizt wird. Dabei sind folgende Themenschwerpunkte von Bedeutung:

- Heizungssteuerung und Heizkreislauf,
- Thermostatventil,
- Wärmedämmung,
- Fenster.

Außerdem soll geklärt werden, wie die Schule mit Energie versorgt wird (Kohle, Erdöl, Erdgas, Fernwärme). Am Ende der Unterrichtsstunde wird der Heizungskeller bzw. der Heizkreislauf schematisch an der Tafel visualisiert.

Anmerkungen zum Heizungskeller:

Es ist durchaus spannend für alle Beteiligten, einmal die Heizungsanlage der eigenen Schule zu sehen. Bei der Begehung steht die Heizungsregelung im Vordergrund. In vielen Schulen können die Heizzeiten auf die Unterrichtszeiten besser abgestimmt werden: Manche Teile des Gebäudes oder auch manche Wochentage lassen sich beispielsweise früher in den Temperaturen absenken, wenn die Gebäude an den Nachmittagen nicht mehr genutzt werden. Auch die Abendnutzung (z.B. durch die Volkshochschule) wird so organisiert, dass einige Gebäudeteile nach Schulschluss nicht mehr beheizt werden müssen.

In vielen Schulen können die Heizzeiten auf die Unterrichtszeiten besser abgestimmt werden.

Nicht zu vergessen sind die technischen Bauelemente im Heizungskeller. Diese werden unter Berücksichtigung des Hausmeisters erläutert. Dazu gehören vor allem:

- Kessel
- Warmwasserspeicher
- Pumpen
- Wärmetauscher

Schritt 4 Räumliche und zeitliche Temperaturmessung

Zur Ermittlung des räumlichen Temperaturprofils werden in allen Räumen, Fluren und Treppenhäusern des Schulgebäudes einschließlich der Toiletten die Temperaturen gemessen. Die Messungen werden mit einem digitalen **Sekundenthermometer** durchgeführt. In das Protokoll werden die gemessenen Temperaturen, die offenen Fenster und die Stellung der Thermostatventile eingetragen (Protokollmuster siehe Anhang 12.1). Nicht zu vergessen ist die Betrachtung des Schulgebäudes von außen. Hierbei können die Schüler Informationen erhalten über Wärmedämmung und offene Fenster.

Nicht vergessen: Die Betrachtung des Schulgebäudes von außen!

Die Messung des zeitlichen Temperaturprofils wird mit einem **Datenlogger** für Langzeitmessungen durchgeführt. Der Datenlogger erfasst und speichert in gleichen Zeitabständen elektronisch die Temperatur, die dann über eine Schnittstelle an einem Computer ausgelesen und ausgedruckt werden kann. Als Ergebnis erhält man eine Temperaturkurve. Nun, können Aussagen getroffen werden, ob eine Tag/-Nachtabsenkung eingestellt wurde, wie die Temperaturen am Wochenende waren und ob die Temperatur des Raumes deutlich über der Solltemperatur liegt. Wenn dies der Fall ist, kann das Contractingunternehmen kontrollieren ob ein Defekt vorliegt oder Veränderungen der Heizungs-/Steuerungsanlage vornehmen.

Anmerkungen zum Klassenraum:

Im Klassenraum verbringen Lehrer und Schüler die meiste Zeit und hier wird auch der Großteil der Heiz- und Elektroenergie verbraucht. Deshalb gibt es in den Klassenräumen auch das größte Energieeinsparpotential. Die Raumtemperatur sollte etwa 20 °C nicht überschreiten. Zu Beginn des Unterrichtes reichen sogar 18 °C – 19 °C völlig aus, da sich der Raum innerhalb kurzer Zeit durch die Wärmeabstrahlung der Kinder bei Klassenstärken von etwa 20 Schülern zusätzlich erwärmt. Dazu gehört natürlich auch richtiges Lüften. Die Fenster sollten möglichst nicht gekippt, sondern nach Bedarf für etwa 5 Minuten geöffnet werden (Stoßlüftung). In jedem Fall aber dreht man während des Lüftens die Thermostatventile unter den Fenstern solange auf Null. Zur Erinnerung daran dienen kleine Hinweisschilder, die am Fenstergriff hängen. Selbst gefertigte Schilder (z.B. aus dem Kunstunterricht) halten übrigens am längsten.

In den Klassenräumen gibt es das größte Energieeinsparpotential.

Anmerkungen zu den Fluren:

Häufig ist es in den Fluren genauso warm wie in den Klassenräumen, nämlich etwa 20 °C. Da Flure aber in der Regel nicht als Aufenthaltsräume genutzt werden reicht eine Temperatur von 15 °C völlig aus.

Anmerkungen zu Lehrerzimmer/ Verwaltungsräumen:

Auch hier gelten natürlich die Regelungen zum Energiesparen, wie richtiges Lüften, und die Raumtemperatur etwa bei 20 °C einstellen.

Tipps zur Durchführung der Temperaturmessung

- Die entsprechenden Messgeräte (Sekundenthermometer) müssen den Schüler/innen vorgestellt und erklärt werden
- Die Klasse wird idealerweise in Gruppen aufgeteilt und die Verantwortlichkeiten der Schüler/innen werden festgelegt (Sprecher, Temperaturmesser, Protokollschreiber…) .
- Die gemessenen Temperaturen werden von den Schüler/innen dokumentiert.
- Anschließend verteilen sich die Schülergruppen im Schulgebäude und messen die Temperatur.

6.1 Auswertung der räumlichen Temperaturmessung

Für die Auswertung der gemessenen Temperaturen werden Säulendiagramme gezeichnet. Dabei werden die Soll-Temperaturen und Ist-Temperaturen der einzelnen Unterrichtsräume, Flure und Toiletten eingezeichnet und verglichen. Für das Zeichnen der Diagramme kann Millimeterpapier oder normales Kästchenpapier verwendet werden. Anhand der dargestellten Diagramme kann nun festgestellt werden, welche Räume, Flure oder Toiletten überheizt bzw. gut temperiert sind.

Unterrichtsräume	20 °C
Schulflure	15–17 °C
Turnhalle (je nach Sportart)	15–18 °C
Treppenhaus	13–17 °C

Tabelle 1: Solltemperaturen

6.2 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 unnötiger Räume verhindern

- ○ Raumbelegung optimieren (zeitliche und örtliche Zusammenlegen 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

7. Messung der Beleuchtungsstärke

In den meisten Schulen hat die Beleuchtungsanlage den größten Anteil am Stromverbrauch. Hier ist oftmals ein großes Einsparpotenzial durch Nutzerverhalten und durch verschiedene technische Maßnahmen vorhanden. Die Schüler messen die Beleuchtungsstärke mit einem Luxmeter in ausgewählten Räumen und ermitteln Einsparmöglichkeiten. Außerdem werden Lichtschalter markiert, um ein Ein- und Ausschalten der Lampen zu ermöglichen.

Materielle Voraussetzungen sind eine ausreichende Anzahl von Messgeräten (Luxmeter) sowie Klebepunkte in den Farben Rot, Gelb und Grün und durchsichtiges Klebeband.

Fachräume:

In den Räumen für die Naturwissenschaften, Werkräume und Computerräume gibt es viele zusätzliche Stromverbraucher, teilweise auch mit kurzen Nutzungszeiten. Auch hier kann man an das Ausschalten der Geräte erinnern und Stand-by Betriebe überprüfen. Zur Verdunkelung sollten Jalousien statt Vorhänge genutzt werden, da sonst die von den Heizkörpern aufsteigende erwärmte Luft nur den Fensternischen zu gute kommt und nicht dem ganzen Raum. Grundsätzlich sollten die Heizkörper nicht verstellt werden.

7.1 Fragen die das Thema erleichtern

- Wie viel Energie verbrauchen wir? (Rechnen/Schätzaufgabe)
- Werden Energiesparlampen eingesetzt oder gibt es noch Glühlampen?
- Die Schüler/innen werden Lichtmessungen im Schulgebäude mit einem Luxmeter durchführen. Fragen an die Klasse zum Thema Beleuchtung…z.B. Wird das Licht während der großen Pause und nach dem Unterricht abgeschaltet?
- Welche elektrischen Verbrauchsgeräte gibt es in der Schule.
- Um herauszufinden wie viel Energie elektrische Geräte verbrauchen, werden die Schüler/innen Energieverbrauchsmessungen mit einem E-Check Messgerät durchführen.
- Fragen zum Thema Energieverbrauch: z.B. Können überflüssige elektrische Geräte außer Betrieb genommen werden?

7.2 Auswertung der Beleuchtungsstärke

Räume	Beleuchtungsstärke
Normale Unterrichtsräume, Lehrerzimmer, Verwaltungs- und Mehrzweckräume	300 Lux
Fachräume (Kunst, Ph, Ch, Bio, Werken …)	500 Lux
Flure, Treppen	100 Lux
Aulen, Mensen	200 Lux
Nebenräume (Lagerräume …)	200 Lux

Tabelle 2: Beleuchtungsstärke

7.3 Checkliste: Beleuchtung

Beleuchtungssituation der Schule klären und auswerten

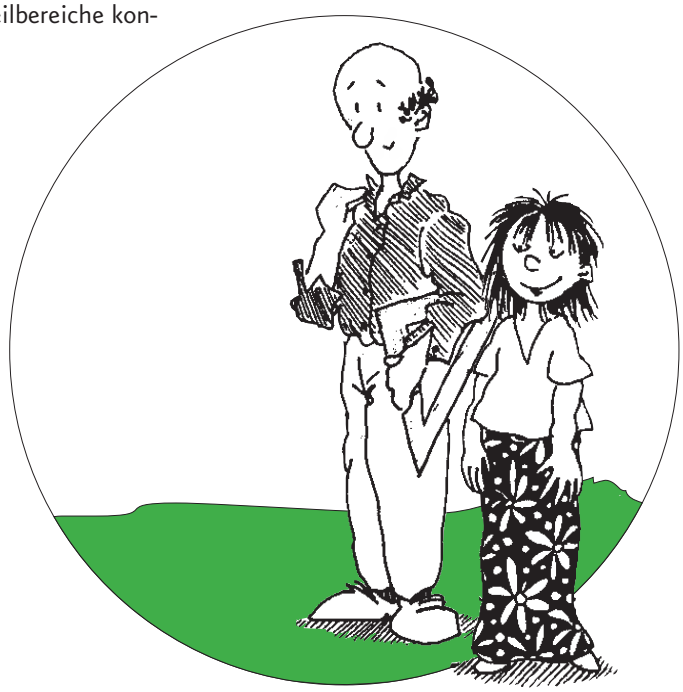
- ○ Beleuchtungsstärke der verschiedenen Lampen im ganzen Schulgebäude messen
- ○ Kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärken mit den Richtwerten übereinstimmen
- ○ Nicht benötigte Lampen stilllegen (z.B. durch Herausdrehen des Leuchtkörpers) oder Leuchtkörper mit geringerer Leistung wählen*
- ○ Lampenabdeckungen 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*



* mit Kosten verbunden

8. Elektrische Geräte

Zur Einführung in das Thema empfiehlt es sich die **Kenngrößen der Energie** vorzustellen:

Als **Energie (Formelzeichen E oder W)** 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. Arbeit kann somit als eine spezielle Energieform angesehen werden. Beide Größen können deshalb auch mit demselben Formelzeichen bezeichnet und in den selben physikalischen Einheiten angegeben werden.

- Einheiten: Joule (J), Kilojoule (kJ)
- Wattsekunden (Ws), Kilowattstunden (kWh)
- Umrechnung: 1 J=1Ws, 1kWh=3.600 kJ

Kilowattstunde (kWh) ist die Einheit, die auf der Stromrechnung angegeben wird. Mit einer Kilowattstunde kann man einen Eimer (10 Liter) Wasser zum Kochen bringen, 5 Minuten Auto fahren oder ca. 10 Stunden fernsehen. Ein Haushalt verbraucht im Jahr ungefähr 3.000kWh Strom und 10.000 kWh Wärme. Eine kWh Strom kostet ca. 20 Cent, eine kWh Wärme ca. 5 Cent.

Leistung (L oder P) ist Arbeit (oder Energie) pro Zeiteinheit oder momentan verrichtete Arbeit.

- Definition: L=E/t (für E=const.)
- Einheiten: Joule pro Sekunde (J/s), Watt (W) 1W=1J/s.

In **Watt** wird beispielsweise die Leistung von Lampen angegeben: Glühbirnen haben zumeist 40, 60 oder 100 W Leistung, Energiesparlampen etwa 10 bis 20 W und Leuchtstoffröhren, wie sie in Schulen zum Einsatz kommen, 60 W.

Im Schulgebäude befinden sich versteckte Elektrische Verbrauchsgeräte die den ganzen Tag Strom schlucken bzw. im Stand-by Modus laufen. Die Schüler können mit einem Energiekostenmessgerät heraus finden um welche Geräte es sich handelt und wie viel der Energieverbrauch der Geräte kostet. Beispielsweise befindet sich in fast jedem Lehrerzimmer ein Kopierer, Kaffeemaschine oder manchmal ein Aquarium.

8.1 Checkliste: Elektrische Geräte

„Stromfresser“ identifizieren und Alternativen erörtern

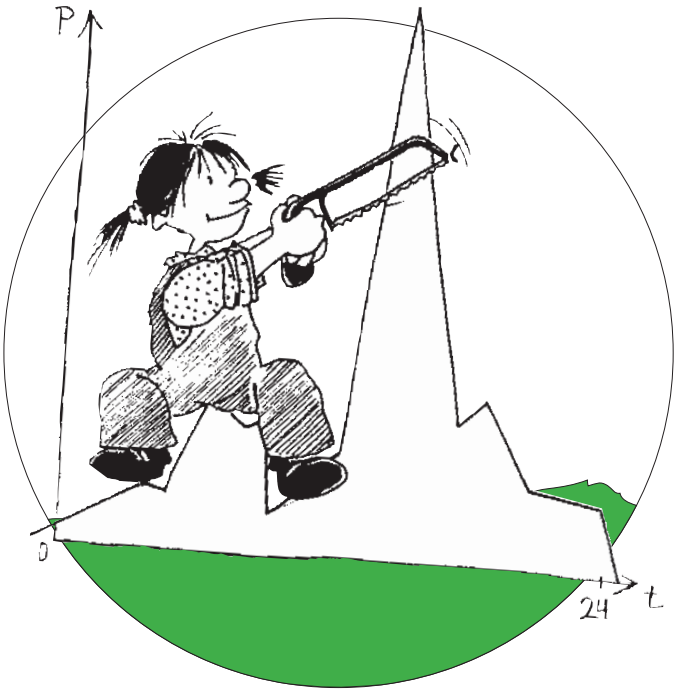
- ○ Elektrische Heizung oder Warmwasserbereitung ersetzen (Zuständigkeit: Schulträger)
- ○ Beim Neukauf von Elektrogeräten energiesparende Modelle bevorzugen

Nicht benötigte Geräte ganz oder zeitweise ausschalten

- ○ Schaltbaren 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

9. Die wichtigsten Messgeräte auf einen Blick

Abbildung 2:
v.l. Sekundenthermometer, Energiekostenmessgerät, Luxmeter, Mitte: Testo (Datenlogger)

Die wichtigsten Messinstrumente für einen Energierundgang sind:

1 Sekundenthermometer
Für die Messungen der Temperatur im Schulgebäude und zur Auswertung bzw. Vergleich der Sollwert –mit den Istwerttemperaturen.

2 Energiekostenmessgerät
Hierbei können Stromverbrauch bzw. Kosten angezeigt werden.

3 Luxmeter
Die Lichtstärke wird mit einem Luxmeter gemessen.

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

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

10. Abschluss des Projektes

Am Ende des Projektes werden die Arbeitsschritte und Ergebnisse dokumentiert. Dazu werden von den Schüler/innen Plakate angefertigt. Wichtig bei der Plakatgestaltung ist die Darstellung des Projektes bzw. die einzelnen Schritte und Ergebnisse müssen für andere Klassen, Lehrer/innen gut nachvollziehbar und verständlich sein. Die Veröffentlichung der Plakate ist ein wichtiger Schritt damit alle Schulbeteiligten sehen und verstehen können wie einfach Energiesparen ist.

Themen für die Plakatgestaltung können sein:

- Inhalt des Projektes Fifty/fifty
- Energierundgang
- Messgeräte
- Ergebnisse und Auswertung
- Handlungsstrategien

Abbildungen 3 und 4: Plakatgestaltung des fifty/fifty Projektes (Grundschule im Grünen)

11. Fotodokumentation Heizungskeller

Abbildung 5:
Kessel mit Umwälzpumpe

Abbildung 6:
Wärmetauscher

Abbildung 7:
Grundschule unter den Buchen:
Hausmeister erklärt die Funktionsweise
eines Kessels

Abbildung 8:
Vorläufe und Rückläufe der Heizungsanlage

Abbildung 9:
Druckanzeige

Abbildung 10:
Druckausgleichsbehälter

1

12.1 Protokoll für den Energierundgang

Name der Schule: _____

Name des Protokollführers/ der Protokollführerin: _____

1 Das Schulgebäude von außen betrachtet

Datum:	Uhrzeit:	Gemessene Außentemperatur:
Ist die Fassade des Schulgebäudes gedämmt?	○ nein	○ ja
Gibt es einen Dachboden?	○ nein	○ ja
Gibt es Außenbeleuchtung?	○ nein	○ ja, Anzahl der Lampen
Gibt es Möglichkeiten, Regenwasser zu sammeln?	○ nein	○ ja

2 Im Keller umgeschaut

Die Heizungsanlage		
Wie wird die Schule beheizt?	Mit ○ Fernwärme ○ Kohle ○ Gas ○ Öl	
Was wird alles beheizt?	○ Hauptgebäude ○ Nebengebäude ○ Turnhalle ○ Hausmeisterwohnung ○ andere Gebäude _____	
Kann die Heizungsanlage gesteuert werden?	○ nein	○ ja
Sind die Heizungsrohre gedämmt?	○ nein	○ ja
Wird Warmwasser von der Heizungsanlage bereitgestellt?	○ nein	○ ja
Die Stromversorgung		
Gib den Stand des Stromzählers an	_____	

3 In den Fluren und im Treppenhaus

Wie ist die Beleuchtung in den Fluren?	○ zu hell	○ zu dunkel	○ okay
Wie ist die Beleuchtung im Treppenhaus?	○ zu hell	○ zu dunkel	○ okay
Welche Beleuchtungsstärke messt ihr in den Fluren?	von ____	bis ____	lux
Welche Beleuchtungsstärke messt ihr auf der Treppe?	von ____	bis ____	lux
Kann man die Beleuchtung unterschiedlich schalten?	○ nein	○ ja	

4 In eurem Klassenraum

Welche Temperatur herrscht im Klassenraum?	____ °C		
Wie fühlt sich dort die Temperatur an?	○ zu warm	○ okay	○ zu kalt
Stehen Fenster dauernd offen?	○ nein	○ ja	
Lassen sich die Fenster dicht schließen?	○ nein	○ ja	
Gibt es an den Heizkörpern regelbare Thermostatventile?	○ nein	○ ja	
Beschreibe die Heizungsventile:			
Wie ist die Beleuchtung in den Klassenräumen?	○ zu hell	○ zu dunkel	○ okay
Welche Beleuchtungsstärke messt ihr?	____ Fensterseite	____ Mitte	____ Wandseite
Kann man die Beleuchtung an der Wand- und Fensterseite unterschiedlich schalten?	○ nein	○ ja	
Welche elektrischen Verbraucher gibt es zusätzlich in den Klassenräumen?			
Sind davon welche im Stand-by-Betrieb?	○ nein	○ ja	

12.2 Messgeräte Beschreibung

Die hier aufgeführten Messgeräte werden im Fifty/fifty Projekt seit mehreren Jahren verwendet. Diese sind unserer Erfahrung nach praktisch, einfach und liefern genaue Messergebnisse.

Zur Konfiguration der Geräteparameter lesen Sie bitte die Bedienungsanleitung.

Sekundenthermometer:

Für die Messung der Raumtemperatur und zum Vergleich der Temperaturverteilung im Schulgebäude. Das Thermoelement besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen (Nickel, Chrom) die sich unterschiedlich lang ausdehnen. Diese minimale Ausdehnung erzeugt einen Temperaturunterschied, dieser wird auf der digitalen Anzeige sichtbar. Bei durchgeführten Messungen, darf das Thermoelement nicht mit den Händen berührt werden, da ansonsten die Körpertemperatur gemessen wird. Sinnvoll ist eine Messung in Sitzhöhe der Schüler.

Abbildung 11: Sekundenthermometer mit Thermoelement

Abbildung 12: Digitales Luxmeter

Abbildung 13: Temperatur-Datenlogger

Abbildung 14: Energiekostenmessgerät

Luxmeter:

Das Digitale Luxmeter MS – 1300 eignet sich zur schnellen Messung der Lichtstärke in Lx (Lux) und Fc (Foot candle) von Arbeitsplätzen und Klassenräumen. Die Messung erfolgt über ein Fotoelement, das Messergebnis wird in vier Messbereichen auf dem Display angezeigt.

Testo-Datenlogger:

Der Testo 174 ist ein Temperatur-Speichergerät. Mit diesem Gerät können Langzeitmessungen durchgeführt werden. Um festzustellen wie die Schule bzw. der Klassenraum beheizt wird oder ob eine Nachtabsenkung stattfindet. Zur Auswertung der Messdaten benötigt man eine spezielle Software zum Auslesen der Temperaturen, diese werden in einer Kurve dargestellt.

Energiekostenmessgerät – Energy Check:

Der Energy Check wird einfach an der Netzsteckdose und der jeweilige Verbraucher am Energy Check angesteckt bzw. angeschlossen. Neben der Wirkleistung in W und der Arbeit in kWh, wird zusätzlich die Verbraucher-Einschalt- sowie die Aufzeichnungsdauer angezeigt. Wenn Sie den aktuellen Stromtarif eingeben, erhalten Sie die Stromkosten z.B. Ihres Kopierers. Selbst die oftmals unterschätzten StandBy-Betriebskosten werden exakt berechnet.

Wir hoffen das euch das Starter Kit motiviert und Freude bereitet. Falls Euch noch Bemerkungen oder Fragen zum Thema einfallen dann lasst es uns wissen. Die folgenden Empfehlungen könnt ihr im UfU Onlineshop oder direkt beim UfU bestellen.

12.4 Literaturempfehlungen aus dem UfU – Fachgebiet „Klimaschutz und Umweltbildung“

- **Energiesparen und erneuerbare Energiequellen an Schulen** (Unterrichtsvorschläge und Materialien)
- **Der Klimaballon** (Unterrichtseinheit zum Thema Klimaschutz)
- **Energiesparen an Berliner Schulen** (Beste Praxis)
- **Kleines Handbuch für Klimaretter** (Lehrerleitfaden für die Grundschule)
- **Kleines Handbuch für Klimaretter auf Achse** (Lehrerleitfaden für die Grundschule)
- **Erdgas und Sonne in der Grundschule** (Unterrichtseinheit)
- **Leitfaden zur Nutzung von Fotovoltaikanlagen an Schulen**
- **Energie wie Sparen an Schulen** (Arbeitsbehelf für Lehrer)
- **Orientierung im Dschungel der Energiedaten** (Unterrichtseinheit)
- **Ist unsere Schule eine Sauna?** (Unterrichtseinheit)
- Energiesparwoche (Unterrichtseinheit)

Herausgeber:
Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.
Greifswalder Straße 4
10405 Berlin
Tel.: (030) 428 49 93-0, Fax: (030) 42 80 04 85
mail@ufu.de, www.ufu.de

Kontakt:
Dagmar Hellwig
dagmar.hellwig@ufu.de
Tel.: (030) 428 49 93-22

Layout:
Enrica Hölzinger
www.hoelzinger.de

Spendenkonto:
Stadt- und Saalkreissparkasse Halle
BLZ 800 537 62
Kto-Nr. 387 01 11 81