

---

**Energie-Bonus**

**für**

**Schulen**

---

## **Impressum:**

Nachdruck durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft mit freundlicher Genehmigung des Landes Oberösterreich

Für den Inhalt verantwortlich:

Malte Schmidhals, Hartmut Oswald (beide Unabhängiges Institut für Umweltfragen e. V., Friedrichstraße 165, D-10117 Berlin, im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, Berlin-Mitte)

DI Andreas Drack (OÖ Akademie für Umwelt und Natur)

Redaktion:

Doris Huber, Birgit Paireder, Christian Hummer (alle OÖ Akademie für Umwelt und Natur)

Gefördert durch die Europäische Kommission im Rahmen des SAVE-II-Programmes

## **Wozu Energiesparen an Schulen?**

Schieben Sie diese Projektunterlage nicht beiseite - hier geht es um mehr als um zwanghaftes Sparen. Es geht um die Vermittlung von handlungsorientiertem Wissen über Energiesparmaßnahmen durch projektbezogenen, fächerübergreifenden Unterricht. Hier wird ein Musterprojekt vorgestellt, mit dem das Unterrichtsprinzip "Umweltschutz" lebendig wird.

**Erkläre mir,  
und ich werde vergessen.  
Zeige mir,  
und ich werde mich erinnern.  
Beteilige mich,  
und ich werde verstehen.**

**Leitspruch der ÖKO-HS Scheiblingkirchen  
(Ö)**

---

# Inhalt

1. Zielsetzung .....	1
2. Finanzielle Anreizsysteme zum Energiesparen .....	4
2.1. Vereinbarung zwischen Schule und Schulträger .....	5
2.2. Ermittlung der Vergleichswerte und der eingesparten Energiekosten.....	6
3. Energiemanagement-Organisatorische Struktur.....	8
3.1. Das Projektteam .....	9
3.2. Energieverantwortliche in den Klassen.....	10
3.3. Energiesparen im Fachunterricht .....	11
3.4. Fächerübergreifender Unterricht zum Thema Energie .....	11
3.5. Energieprojekte an Projekttagen .....	12
3.6. Energiesparwochen.....	13
3.7. Schulinterne Öffentlichkeitsarbeit .....	13
4. Energieanalyse des Schulgebäudes und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen .....	14
<b>4.1. Überblick über die Energieversorgung der Schule .....</b>	<b>15</b>
Ermittlung und Bewertung des Energieverbrauchs	
Begehung des Schulgebäudes - Energierundgang	
<b>4.2. Raumwärme .....</b>	<b>19</b>
Überprüfung der Raumtemperaturen	
Temperaturregelung	
Behaglichkeit: die Bedeutung von Luftzug, Oberflächentemperatur und Tempera- turempfinden	
Richtiges Lüften	
Wärmeerzeugung	
Wärmeverteilung und Wärmeabgabe	
<b>4.3. Warmwasser .....</b>	<b>29</b>
<b>4.4. Strom.....</b>	<b>32</b>
Beleuchtung	
Elektrogeräte	
Vermeidung von Stromspitzen und Blindstrom, tarifliche Eingruppierung	
<b>4.5. Wasser .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6. Abfall.....</b>	<b>45</b>
<b>4.7. Reinigung der Klassenräume.....</b>	<b>45</b>
<b>Anhänge</b>	
<b>Anhang I: Finanzielle Anreizsysteme: Praxisbeispiele .....</b>	<b>I</b>
<b>Anhang II: Mustervereinbarung.....</b>	<b>V</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>VII</b>

## 1. Zielsetzung

Das Thema "Energiesparen" den Menschen bewusst zu machen, ist keine leichte Aufgabe in einer Zeit, in der vieles automatisiert ist und sehr technisch abläuft. Es ist für uns selbstverständlich, dass über die Gasleitung automatisch Heizenergie geliefert wird und der elektrische Strom scheinbar unbegrenzt aus der Steckdose kommt.

Anhand von konkreten Projekten fällt es den Menschen - und in diesem Fall den Schülern und Lehrern - leichter, ihr Bewusstsein zu erweitern. Das Ziel von nach dieser Projektunterlage konzipierten Projekten ist es, dass die Schüler und Lehrer einen kritischen und verantwortungsbewussten Umgang mit der Ressource Energie erlernen.

Verhaltensänderungen erfordern immer ein hohes Maß an Motivation. Bei Energiesparprojekten ist der Erfolg von Verhaltensänderungen durch den reduzierten Energieverbrauch messbar. Bonusmodelle, bei denen ein Teil der eingesparten Energiekosten an die Schule rückvergütet wird (z.B. "fifty/fifty" in Deutschland und "BONUS" in Österreich), motivieren zusätzlich, das Verhalten zu ändern.

Derartige Modelle bieten die Chance, aktiv einen Beitrag für unsere Umwelt zu leisten und gleichzeitig etwas für die Schulkasse zu tun und stellen somit ein ausgezeichnetes Beispiel für die Versöhnung von Ökonomie und Ökologie dar.

---

*Ökologie:*

*Durch Veränderung des Nutzerverhaltens können ohne kostspielige Technik im Durchschnitt ca. 10 Prozent Energie gespart werden.*

*Ökonomie:*

*Die Schule erhält einen Anteil der eingesparten Energiekosten zur freien Verfügung.*

---

Das Thema "Energiemanagement an Schulen" ist hervorragend geeignet, neue Lernformen zu erproben:

Fachübergreifend werden die Schüler in die Energiethematik eingeführt. Mit dem erlangten Wissen sollten die Schüler eine aktive

Rolle im Energieprojekt spielen können, vorausgesetzt, das Unterrichts-geschehen wird handlungsorientiert gestaltet. Neben inhaltlich-fachlichem Lernen steht methodisch-strategisches und sozial-kommunikatives Lernen im Vordergrund.

<b>Inhaltlich-fachliches Lernen</b>	<b>Methodisch-strategisches Lernen</b>	<b>Sozial-kommunikatives Lernen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen (Fakten, Regeln, Begriffe, Definitionen)</li> <li>• Verstehen (Phänomene, Argumente, Erklärungen)</li> <li>• Erkennen (Zusammenhänge)</li> <li>• Beurteilen (Thesen, Themen, Maßnahmen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• messen</li> <li>• exzerpieren</li> <li>• nachschlagen</li> <li>• strukturieren</li> <li>• organisieren</li> <li>• gestalten</li> <li>• Ordnung halten</li> <li>• planen</li> <li>• entscheiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren</li> <li>• diskutieren</li> <li>• kooperieren</li> <li>• integrieren</li> <li>• Gespräche leiten</li> <li>• zuhören</li> <li>• präsentieren</li> <li>• vortragen</li> </ul>

Die Schüler lernen nicht für die Schule, sondern für sich selbst. Damit das Gelernte in der Praxis umgesetzt werden kann, muss der Unterricht stark an der Lebenswelt orientiert sein. Die Schüler lernen Möglichkeiten kennen, Energie bereitzustellen, sie umzuwandeln und zu nutzen. Sie messen den Energieverbrauch in der Schule, erstellen Energiebilanzen und

erproben Sparmaßnahmen sowie alternative Lösungen. Das ganze Schulgebäude wird zum Lernort. Hausmeister, Schüler und Lehrer setzen Verbesserungsvorschläge in die Tat um. Praktisches Tun, Reflexion, Begriffsbildung und fachbezogene Wissenserweiterung sind ständig miteinander verzahnt.

*Über Umweltprobleme zu wissen, heißt noch lange nicht,  
auch umweltbewusst zu handeln*

Schüler, die erfolgreich ihre Ideen umsetzen, identifizieren sich eher mit der Schule als ihrem Lebens- und Arbeitsort. Dadurch wächst das Verantwortungsgefühl und gleichzeitig nimmt die vielfach vorhandene Aggression gegen die Schule ab.

Mit erfolgreich durchgeführten Projekten können Schulen individuell Schwerpunkte setzen und das Image der Schule heben. Für die Schulauswahl durch Schüler und Eltern sowie für die an Bedeutung gewinnende Kooperation der Schulen mit der Wirtschaft ist dies von großer Bedeutung.

*"Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Energiesparprojekte an Schulen sehr vielen Zielen der Nachhaltigkeit aktiven Vorschub leisten, und keinem der Ziele völlig entgegenlaufen. Sie können also als richtungssichere Positivbeispiele für eine mögliche Form der Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung angesehen werden."*<sup>1</sup>

- × **Umwelt- und Klimaschutz, Ressourcenschonung:** Durch energiesparendes Nutzerverhalten können ca. 10 % des Energieverbrauches eingespart werden.
- × **Pädagogik:** Die Schüler entwickeln Umweltbewusstsein und üben die Übernahme von Verantwortung sowie selbstständiges Arbeiten an einem praxisnahen Thema.
- × **Multiplikatoreffekt:** Energiesparprojekte an Schulen besitzen eine wichtige Multiplikatorfunktion durch ihre Wirkung auf die privaten Haushalte und auf das zukünftige Arbeitsumfeld der Schüler.
- × **Kostenentlastung:** Reduzierte Energiekosten entlasten die öffentlichen Budgets. Eine Erfolgsbeteiligung der Schulen an den erzielten Einsparungen erhöht die Motivation für Verhaltensänderungen.
- × **Arbeitsplätze:** Energiesparprojekte an Schulen können in den Bereichen Projektmanagement, Energieberatung und Handwerk Arbeitsplätze schaffen.

---

<sup>1</sup> LÜDTKE B. & D. KEMPER (1997): In: Ziele und Verfahrensvorschläge für eine nachhaltige Regionalentwicklung. Projektbericht. Technische Universität Berlin.

## 2. Finanzielle Anreizsysteme zum Energiesparen

Finanzielle Anreizsysteme motivieren Schulen, Energiesparprojekte umzusetzen. Die hier beschriebenen Modelle sehen die Rückvergütung eines gewissen Anteils (z.B. 50 %) der von der Schule eingesparten Energiekosten zur freien Verwendung vor. Dabei geht es nicht um Energieeinsparungen durch investive Maßnahmen wie Wärmedämmung der Fassade, neue Fenster oder eine Heizungsanlage mit höherem Wirkungsgrad, für welche der Schulträger verantwortlich ist, sondern vielmehr um solche Maßnahmen, die nur durch die bzw. mit den Nutzern (Schülern, Lehrern, Hausmeister, externe Nutzer) an der Schule umgesetzt werden können. nämlich

- ✘ Verhaltens- und Nutzungsänderungen,
- ✘ eigenständige Durchführung kleinerer, nicht-investiver Energiesparmassnahmen
- ✘ Kooperation mit dem Schulträger bei investiven Maßnahmen.

Folgende Probleme sollten vor der Einführung eines finanziellen Anreizsystems zum Energiesparen an Schulen geklärt werden:

- ✘ Die Integration des Energiemanagements in den Schulbetrieb muss festgelegt werden: Welche Lehrer sind verantwortlich und wie wird deren Freistellung geregelt, wie werden das Lehrerkollegium, die Schüler und der Hausmeister 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 (siehe Kap. 2.2.).



## 2.1. 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 ist in Anhang II zu finden.

### Anmerkungen

#### ✗ zur Ermittlung der Vergleichswerte und der Kostenersparnis:

Es gibt kein absolut gerechtes Berechnungssystem, das mit vertretbarem Aufwand eingeführt werden könnte. Die Gründe dafür sind, dass die Daten nicht in der erforderlichen Genauigkeit vorliegen und dass über das Nutzerverhalten der Schule hinaus etliche andere Faktoren den Energieverbrauch beeinflussen. 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 (des Startwertes) berücksichtigt werden, andere nicht. Das Berechnungsverfahren ist daher immer ein Kompromiss zwischen notwendiger Genauigkeit und geringstmöglichem Berechnungs- bzw. Schätzaufwand.

#### ✗ zum Verteilungsschlüssel für die eingesparten Energiekosten:

Um die Motivation zu stärken, sollte das Belohnungssystem leistungsorientiert sein, d.h. es sollten diejenigen Schulen am stärksten belohnt werden, die am meisten Energie sparen. Beim Modell "fifty/fifty" (D) beispiels-

weise wird den Schulen die Hälfte der aus dem Energieminderverbrauch ermittelten finanziellen Einsparungen rückerstattet. Möglich sind auch andere Verteilungsschlüssel. Positiv zu bewerten sind Modelle, bei denen von vornherein ein bestimmter Prozentsatz der Einsparungen für (klein-)investive Maßnahmen vorgesehen wird. Dadurch kann ein Schneeballeffekt für immer weitergehende Energiesparmaßnahmen unter Einbeziehung des investiven Bereichs ausgelöst werden. So lautet der Verteilungsschlüssel im Hannoveraner sowie im BONUS-Modell (Ö): je 30% für Schule und Schulträger und 40% für weitere Energiesparmaßnahmen.

#### ✗ 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 Schulen nicht zu beeinträchtigen.

## 2.2. 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 (dem Vergleichswert) und den im Rahmen des Projekts 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 bzw. den Schulträger) aufgezeichnet. Andernfalls müssen die Jahresenergieverbräuche den Energierechnungen entnommen werden.

Damit die Vergleichswerte, die für jedes einbezogene Medium (Wärme, Strom, Wasser, Müll) separat ermittelt werden, die derzeitige Nutzung der Schule und den Gebäudezustand widerspiegeln, müssen die Verbräuche der einzelnen Jahre folgendermaßen korrigiert werden:

✘ **Klimakorrektur:** Die Strenge des Winters an einem bestimmten Ort (Länge der Heizperiode, Außentemperaturen) wird in den sogenannten 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 relativ gering.

- ✘ **Veränderungen der beheizten Fläche** (z.B. durch Zubauten, Beheizen zusätzlicher Räume) bzw. **energetische Sanierungen** (z.B. Wärmeisolierungen, Heizkesseltausch) müssen berücksichtigt werden. Die Bewertung dieser Einflüsse erfolgt durch Energieexperten.
- ✘ Durch **spezielle Ausstattungen** (z.B. Brennöfen) kann fallweise der Energieverbrauch verändert worden sein. Diese Korrekturen sind ebenfalls von Energieexperten vorzunehmen.

Um Ungerechtigkeiten 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. bei 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 oder entsprechend den jährlichen Energierechnungen). Der Vergleichswert wird während der (mehrjährigen) Projektlaufzeit auf Grund aufgetretener Einsparungen nicht angepasst, sondern bleibt konstant.

Beispiele finanzieller Anreizsysteme zum Energiesparen an Schulen befinden sich im Anhang I.

### 3. Energiemanagement – Organisatorische Struktur

Unter dem Begriff Energiemanagement verstehen wir im folgenden 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 Lehrer und Schüler und im inhaltlichen Schwerpunkt - der Erschließung verhaltensbedingter und anderer nicht-investiver Energiesparpotentiale. Darin unterscheidet es sich vom Energiemanagement der Schulträger bzw. von ihnen beauftragter Energiedienstleistungsunternehmen (z.B. Contracting und andere Private-Public-Partnership-Modelle), welche vor allem auf die Verbrauchsüberwachung und die Umsetzung investiver Maßnahmen gerichtet sind. Gleichwohl lassen sich beide Ansätze miteinander kombinieren, wodurch zusätzliche Einsparungen erzielt werden können.

Oft wird in diesem Zusammenhang das Argument vorgebracht, die technische Instandsetzung sei Voraussetzung für energiesparendes Nutzerverhalten. Prinzipiell sind jedoch in allen Gebäuden verhaltens- und nutzungsbedingte Energieeinsparungen möglich. Die technische Ausstattung sowie das Alter und

der Zustand der vorhandenen Anlagen beeinflussen lediglich die Höhe der möglichen Einsparungen.

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 mitbezogen werden können. Möglichst viele Schüler können erreicht werden durch

- ✗ Energieverantwortliche in den Klassen,
- ✗ Integration des Energiesparprojektes in den Fachunterricht,
- ✗ fächerübergreifenden Unterricht zum Thema Energie,
- ✗ Energiesparwochen,
- ✗ Energieprojekte an Projekttagen und im Rahmen von Schülerwettbewerben (z.B. "Jugend forscht").

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.

### 3.1. Das Projektteam

Die Einführung und Umsetzung eines Energiemanagements erfordert Zusammenarbeit,

Einsatz und Motivation. Dabei sind nicht nur Lehrer und Schüler angesprochen.

---

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

---

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

- ✘ engagierte Lehrkräfte,
- ✘ Schulwart/Hausmeister,
- ✘ Schülervvertretung,
- ✘ Vertreter des Schulträgers,
- ✘ externe Fachleute (z.B. Energieberater).

Die Leitung übernimmt ein Fachlehrer, der neben einigen Fachkenntnissen auch das notwendige Engagement aufbringt. Da diese Tä-

tigkeit einen nicht unerheblichen Zeitaufwand erfordert, sollte sie durch Freistellung unterstützt werden.

Auch der Schulwart/Hausmeister trägt entscheidend zum Erfolg des Projektes bei. Da er sich um die betrieblichen Belange der Schule kümmert, von der Steuerung, Betreuung und Wartung der Haustechnik bis hin zur Aufsicht über das Reinigungspersonal, kennt er das technische Innenleben der Schule am Besten. Auf seine Bereitschaft kommt es maßgeblich an.

---

*Der Schulwart ist auch in Zeiten da,  
in denen Schüler und Lehrer nicht in der Schule sind!*

---

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. Im einzelnen erfüllt es folgende Aufgaben:

- ✘ Kennenlernen der Energieversorgungssituation an der Schule (Energierundgang, Ermitteln und Bewerten des Energieverbrauchs),

- ✘ Erfassen und Überwachen der Zählerstände (Verbrauchsüberwachung),
  - ✘ Aufspüren von Energiesparpotentialen 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 Projekttagge, Vorbereiten von Energiesparwochen,
  - ✘ Schulung der Energieverantwortlichen in den Klassen,
  - ✘ Erstellen von Aushängen über Energieverbrauch, realisierte Maßnahmen, Einsparergebnisse
-

Im Normalfall können nicht alle angesprochenen Aufgaben auf einmal bewältigt werden. Daher empfiehlt sich ein schrittweises Vorgehen. Dabei müssen - unter Beachtung der Möglichkeiten und Fähigkeiten der Beteiligten sowie deren Zeitbudgets - Prioritäten gesetzt werden. Mit wachsender Erfahrung wird dann auch die Umsetzung anspruchsvollerer Maß-

nahmen möglich sein.

Allmählich kann sich das Projektteam durch verschiedene Dienstleistungen wie Verbrauchsmessungen, Überwachen energiesparenden Verhaltens oder Umsetzen von Energiesparmaßnahmen zu einem ernstzunehmenden Partner der Verwaltung bzw. des Energiedienstleisters entwickeln.

### 3.2. Energieverantwortliche in den Klassen

Wir empfehlen, in jeder Klasse zwei (möglichst an dem Thema interessierte) Energieverantwortliche zu wählen, deren Aufgabe es ist, auf energiesparendes Verhalten ihrer Mitschüler und Lehrer zu achten. Insbesondere sollen sie folgende Maßnahmen umsetzen:

- ✗ Stoß- statt Dauerlüften,
- ✗ Temperaturregelung (Thermostatventile einstellen),
- ✗ Beleuchtung in den Pausen und nach dem Unterricht abschalten,
- ✗ einzelne Lichtleisten nur bei Bedarf ein-

- ✗ schalten, Schalter kennzeichnen,
- ✗ unbenötigte elektrische Geräte abschalten,
- ✗ Vorschläge für weitere Energiesparmaßnahmen in das Energieteam einbringen.

Um die Energieverantwortlichen in die Lage zu versetzen, diese Aufgaben zu erfüllen und Probleme und Erfahrungen auszutauschen, sollten sie möglichst monatlich, mindestens jedoch zweimal pro Heizperiode vom Projektteam geschult werden. Dadurch wird gleichzeitig der Informationsfluss zu den einzelnen Klassen gewährleistet.

### 3.3. Energiesparen im Fachunterricht

Im Fachunterricht können verschiedene Fragestellungen erarbeitet werden, die im Zusammenhang mit der Bestandsaufnahme zur Energieversorgung der Schule stehen, z.B.

- ✗ Energierundgang, bei dem eine Mängelliste erstellt wird,
- ✗ Energiekennzahlen ermitteln, Energiebilanz erstellen,
- ✗ Energieverbrauch erfassen und überwachen, statistisch auswerten und grafisch darstellen,
- ✗ Verbrauchsanalyse auf der Grundlage einer Witterungsbereinigung,
- ✗ Temperatur-, Beleuchtungsstärke- und Strommessungen,
- ✗ eine Energiesparwoche vorbereiten (siehe unten).

### 3.4. Fächerübergreifender Unterricht zum Thema Energie

Möglichst viele Lehrer sollen das Thema Energie in ihre Fachdisziplin integrieren. Anknüpfungspunkte für einen fächerübergreifenden Unterricht bieten fast alle Unterrichtsfächer:

#### **Biologie und Umweltkunde, Geographie**

- ✗ Energiehaushalt in biologischen Systemen: z.B. Bedeutung der Sonne als Energiequelle, Wirkungsgrad der Nahrungskette, Strategien zur Verminderung der Energieverluste (z.B. Winterschlaf)
- ✗ Schadstoffemissionen: Waldsterben
- ✗ Bedeutung des Kohlendioxids: Treibhauseffekt
- ✗ Nord-Süd-Konflikt aus der Sicht des Klimaschutzes
- ✗ Regionale Verteilung der Energievorräte
- ✗ Energie als Ursache für internationale Konflikte (z.B. Suezkrise, Golfkrieg)
- ✗ Nachhaltige Energieversorgung unserer Region
- ✗ Internationale Zusammenhänge in der Energiepolitik: Import von Waren (Problematik der Verlagerung von Anbauflächen für Kaffee, Orangensaftkonzentrat etc. in die Dritte Welt), Transporte über weite Strecken

- ✗ Energiepolitik: z.B. Ökologische Steuerreform

#### **Chemie und Physik**

- ✗ Hauptsätze der Thermodynamik
- ✗ Energiearten, Energieumwandlungen
- ✗ Aufzeichnen des Energieverbrauchs an den Schulen, Umgang mit physikalischen Größen
- ✗ Energieeinheiten als Bezugsgrößen im täglichen Leben: z.B. Welche Dienstleistungen erhalte ich mit einer kWh (Wärmebedarf des Klassenzimmers, Warmwasserverbrauch, Stromverbrauch von Elektrogeräten, "graue" Energie in Materialien)? Welchen körperlichen Aufwand muss ein Mensch betreiben, um eine kWh umzusetzen? Erarbeiten von interessanten Vergleichen (z.B. Ein Autofahrer fährt 100 km und isst dann in einem Gasthaus ein Schnitzel. Wie teuer war jeweils die kWh für den Treibstoff und die Nahrung (Nährwert))?
- ✗ Erneuerbare Energieträger und neue Techniken (Kraft-Wärme-Kopplung, Elektro- und Hybridfahrzeuge)

### **Geschichte**

- ✗ Geschichte der Energieträger
- ✗ Entwicklung des Energieverbrauchs

### **Bildnerische Erziehung**

- ✗ Umweltspiel entwerfen
- ✗ Karikaturen für das Projekt oder eine "Energiezeitung" entwerfen
- ✗ Informationswände und Plakate gestalten
- ✗ Pressefotos für eine "Energiezeitung" fotografieren
- ✗ Buttons, Aufkleber und Flyer gestalten

### **Deutsch**

- ✗ Slogans zum Energiesparen
- ✗ Zeitungsartikel für "Energiezeitung" oder für die Schulzeitung
- ✗ Umfrage durchführen
- ✗ "Energische" Gedichte
- ✗ Theaterstück, Sketch oder Werbespot ausdenken, aufführen
- ✗ Vorträge zum Thema Energie ("Redeübung")
- ✗ Informationsblätter für schwarzes Brett in der Schule erstellen (ev. einheitliche Gestaltung)
- ✗ Pressekonferenz einberufen

## **3.5. Energieprojekte an Projekttagen**

Im Rahmen von Projekttagen ist ein sehr freier Umgang mit dem Thema Energie möglich. Deswegen eignen sie sich (neben der Beschäftigung mit regenerativen Energiequellen, Exkursionen usw.) auch zur Bestandsaufnahme der Energieversorgung und zur Umsetzung arbeitsintensiver Energiesparmaßnahmen an der Schule, z.B.:

- ✗ Energierundgang,
- ✗ Bestandsaufnahme und Analyse der Schulraumheizung (Aufnahme des räumlichen und zeitlichen Temperaturprofils),
- ✗ Ermittlung der Nutzfläche und der Raumbelegung,

- ✗ Förderungen beantragen

### **Geometrisch Zeichnen/ Arbeitslehre/ Informatik**

- ✗ Formulare zum Eintragen der Messergebnisse gestalten
- ✗ Ergebnisse bzw. Zwischenergebnisse darstellen
- ✗ Heizplan darstellen

### **Werken**

- ✗ Fahrrad zur Stromerzeugung umbauen (Standfahrrad, Generator)
- ✗ Einfache Energieumwandlungsanlagen bauen: Windkonverter, Solarkocher, Solarkollektor, Photovoltaik-Bastelmodelle (Bausätze)
- ✗ Einfache Messgeräte bauen (z.B. Hygrometer, Thermometer)

### **Mathematik**

- ✗ Berechnungen im Rahmen des Projekts (z.B. Umrechnung von Energieeinheiten, Abschätzung des Stromverbrauchs durch die Beleuchtung: Anschlussleistungen, Leuchtdauer)

- ✗ Bau eines Modellhauses für Messungen zur Wärmedämmung,
- ✗ Wärmebedarfsberechnung für die Schule,
- ✗ Beleuchtungsmessungen,
- ✗ Abdichten von Fenstern und Türen,
- ✗ Isolierung von Außenflächen hinter Heizkörpern sowie von Armaturen und Rohrleitungen im Heizungskeller,
- ✗ Dämmung des Dachbodens durch Auslegung von Dämmmatten.

Diese und weitere Beispiele werden im 4. Kapitel näher beschrieben.

Wichtig ist eine gute Vorbereitung, um innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit zu Ergebnissen zu kommen.



### 3.6. Energiesparwochen

Ein Projekt besonderer Art stellt die Energiesparwoche dar. Dabei wird die ganze Schule einbezogen und für eine Woche energiesparendes Verhalten geübt und umgesetzt. Die erzielten Einsparungen können dann - sofern Verbrauchserfassung möglich ist - durch den Vergleich mit dem Normalverbrauch ermittelt werden. In der Praxis zeigt sich zumeist, dass

sich das energiesparende Verhalten einige Zeit fortsetzt, dann aber allmählich abebbt, so dass die Energiesparwoche nach einiger Zeit, spätestens jedoch nach dem nächsten Sommer, wiederholt werden sollte.

Eine Unterrichtseinheit "Energiesparwoche" ist in Eschner, J.; J. Wolff und W. Schulz (1991) beschrieben.

### 3.7. Schulinterne Öffentlichkeitsarbeit

Zunächst ist es wichtig, die Nutzer über den Start, den Fortgang und die Ergebnisse des Projektes zu informieren, um für die Unterstützung des Projektes zu werben. Dabei sollten Möglichkeiten zur aktiven Beteiligung der Adressaten gefunden werden, z.B. durch

- × einen Wettbewerb für Name und Logo des Energieprojekts an der Schule,

- × Umfragen, Interviews zum Projekt oder zum Thema Energie,
- × Informationsveranstaltungen,
- × aktuelle Aushänge mit Verlauf und Ergebnissen des Projektes,
- × Exkursionen zu interessanten Energieprojekten (z.B. Windkraftanlagen, Niedrigenergiegebäuden, Solaranlagen).

## 4. Energieanalyse des Schulgebäudes und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen

Der Energieverbrauch von Schulen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zum einen ist die Bausubstanz und technische Ausstattung, zum anderen die Nutzungsart von Bedeutung. Deshalb können keine fertigen

“Kochrezepte” zum Energiesparen angeboten werden. Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen sind daher auf ihre Anwendbarkeit im konkreten Fall zu prüfen.

---

*Die Erhebung des IST-Zustandes ist die Voraussetzung für erfolgreiche Sparmaßnahmen.*

---

Die Erhebung des Ist-Zustandes wird durch das Messen verschiedener physikalischer Größen unterstützt.

Bereits mit einfachen Messgeräten kann man wesentliche Aspekte des Energieverbrauchs eines Schulgebäudes analysieren und kontrol-

lieren (siehe *INFO*-Kasten). Falls solche Geräte in Ihrer Schule nicht vorhanden sind, können diese Geräte beim UfU e.V. (D), bei der O.ö. Umweltakademie (Ö) oder bei Energieberatungsstellen ausgeliehen werden. Möglicherweise können auch Firmen als Sponsoren gewonnen werden.

### **INFO:**

#### **Messgeräte für die Energieanalyse des Schulgebäudes**

- **Thermograph, Minimum/Maximum-Thermometer:** Kontrolle der Temperaturabsenkung (nachts, Wochenende, Ferien)
- **Digitalthermometer:** Messung von Raum- und Außentemperaturen
- **Luxmeter:** Messung der Beleuchtungsstärken in den Räumen
- **Stromverbrauchs- und Leistungsmessgeräte:** Messung des Stromverbrauchs (Kilowattstunden = kWh) und der elektrischen Leistung von Geräten (Kilowatt = kW)
- **Rauchgasthermometer:** Messung der Abgastemperatur von Kesseln

## 4.1. Überblick über die Energieversorgung der Schule

### Ermittlung und Bewertung des Energieverbrauchs

Zunächst müssen die Unterlagen zum Energieverbrauch beschafft und analysiert werden. Dies sollte rechtzeitig vor Projektbeginn geschehen, weil sie häufig gar nicht so einfach zu bekommen sind und der Zeitaufwand leicht unterschätzt wird. Energieverbrauchsdaten (aus der Energiebuchhaltung bzw. den Energierechnungen) sowie Pläne und Angaben zum Gebäude und Gebäudetechnik befinden sich meist beim Schulträger.

Da Schüler nach unseren Erfahrungen häufig abgewiesen werden, sollten sie von vornherein mit schriftlichem Auftrag von ihrer Schule unterwegs sein. Oftmals sind auch unterstützende Telefonate durch den Lehrer notwendig. Bei Schwierigkeiten nicht aufgeben und sich gegen ständiges Hin-und-hergeschickt-Verden zur Wehr setzen! Eines ist sicher: Irgendwer hat das Schulgebäude errichtet und saniert es von Zeit zu Zeit, und irgendwer bezahlt die Energierechnungen.

---

*Durch das monatliche und jährliche Aufzeichnen des Energieverbrauches wird der Erfolg des Projektes festgestellt.*

---

Die Datenbasis sollte durch eigene Aufzeichnungen des Energieverbrauchs ergänzt werden. Dafür werden die Zählerstände (Strom, Erdgas, Fernwärme), die Lagerbestände (feste Brennstoffe) oder die Tankstände (Heizöl, Flüssiggas) regelmäßig abgelesen. Anhand dessen lassen sich sowohl die Erfolge einzelner Maßnahmen, als auch die Entwicklung des Energieverbrauchs insgesamt während der Heizperiode (unabhängig vom Eingang der Energierechnungen) feststellen.

Als sinnvoll hat sich die wöchentliche Erfassung der Zählerstände erwiesen. Der Ableseaufwand und die zu verarbeitende Datenmenge sind bei wöchentlichem Ablesen beherrschbar, und die bestmögliche Vergleichbarkeit der Daten ist gewährleistet, da auch der Schulbetrieb sich nach einem wöchentlichen Rhythmus (Stundenpläne, außerschulische Aktivitäten) richtet. Bei größeren Intervallen (z.B. monatliche Ablesung) lässt sich beispielsweise der Einfluss von Ferien nur

schwer herausrechnen. Darüber hinaus kann die (zeitweilige) Aufzeichnung von Tagesverbräuchen zur IST-Zustandserfassung (z.B. um zu klären, an welchen Tagen der Energieverbrauch höher liegt, etwa durch Abendveranstaltungen) und zur Kontrolle entsprechender Maßnahmen sinnvoll sein.

Anhand der Daten aus der Zählerstandserfassung bzw. aus den Energierechnungen können auch Energiekennzahlen berechnet werden. Dazu wird der Jahresenergieverbrauch dividiert durch die beheizte Fläche bzw. die Schülerzahl (kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr bzw. kWh pro Schüler und Jahr). Energiekennzahlen sind ein Maß für die Energieeffizienz von Gebäuden. Mit ihrer Hilfe lassen sich z.B. Schulen untereinander vergleichen. Vergleichswerte können bei Energieberatungsstellen, Energieagenturen usw. erfragt werden.

### ***Checkliste: Ermittlung und Bewertung des Energieverbrauchs***

#### **1. Unterlagen beschaffen**

- ✓ Lageplan und Baupläne, Angaben zur Fläche (Bruttogeschoßfläche, Reinigungsfläche)
- ✓ Unterlagen zur Heizungsanlage
- ✓ Energiedaten aus der Energiebuchhaltung
- ✓ Rechnungen über den Energieverbrauch von Strom, Heizung und ggf. Warmwasser

#### **2. Verbrauchsdaten ermitteln**

- ✓ Wärme- und Stromverbrauch sowie -kosten (aus den vorhandenen Rechnungen)
- ✓ Zählerstände (wöchentlich) erfassen
- ✓ Kohlendioxid-Ausstoß berechnen anhand der Emissionsfaktoren\*

#### **3. Ergebnisse vergleichen und bewerten**

- ✓ Energiekennzahlen ermitteln: Strom- bzw. Wärmeverbrauch pro Fläche/Schüler
- ✓ Mit anderen Schulen vergleichen
- ✓ Mit der Wärmeschutzverordnung vergleichen
- ✓ Ergebnisse bewerten

#### **4. Ergebnisse darstellen, Aushang in der Schule**

##### **\*Emissionsfaktoren:**

Braunkohle:	0,40 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Strom: (abh. v. Primärenergieträgern und Umwandlungstechnik)
Steinkohle:	0,33 kg CO <sub>2</sub> /kWh	BRD: alte Bundesländer: : 0,56 kg CO <sub>2</sub> /kWh
Holz:	CO <sub>2</sub> -neutral	neue Bundesländer: 1,10 kg CO <sub>2</sub> /kWh
Heizöl:	0,29 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Österreich: Jahresmittel: 0,25 kg CO <sub>2</sub> /kWh
Erdgas:	0,19 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Sept.–April: 0,36 kg CO <sub>2</sub> /kWh
Fernwärme:	0,24 kg CO <sub>2</sub> /kWh	

## Begehung des Schulgebäudes - Energierundgang

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

- ✘ **der Beleuchtungszustand der Räume und Flure:** Werden sie als zu hell oder zu dunkel empfunden? Welche künstliche Beleuchtung wird eingesetzt? Brennt Licht in unbenutzten Räumen? Gibt es offensichtlich unnötige Lampen z.B. neben Fenstern? Wie wird die Flur- und Treppenhausebeleuchtung geschaltet? Wie lassen sich die einzelnen Leuchtbänder in den Unterrichtsräumen schalten?
- ✘ **die Beleuchtung im Außenbereich:** Lässt sich der Außenbereich der Schule (Parkplätze, Hof, Wege, Eingangsbereich) künstlich beleuchten und wie ist die Beleuchtung ausgeführt und geschaltet? Für wen wird sie abends eingeschaltet? Gibt es Zeitschaltuhren oder Bewegungsmelder?
- ✘ **elektrische Verbraucher** wie Kühlschränke in Fachräumen, Wasserboiler, Be- und Entlüftung, Schulmensa oder Café, Keramikbrennöfen: Gibt es offensichtlich unnötige Verbraucher? Wann und wie oft werden die einzelnen Geräte genutzt? Sind die Kühltemperaturen und die Warmwassertemperaturen optimal eingestellt?
- ✘ **die Temperaturverteilung im Gebäude:** Ist es zu warm oder zu kalt? Vergleich der Temperaturen in den Klassenräumen, Fluren, verschiedenen Etagen und Gebäudeflügel. 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)?
- ✘ **die Wärmedämmung:** Ist das Gebäude wärmegeklämt? Wäre eine zusätzliche Wärmedämmung sinnvoll? Ist eine Fassadenbegrünung sinnvoll und möglich?
- ✘ **die Heizkörper (-ventile):** Defekte Heizkörper verschwenden Energie. Ein abgebrochenes Thermostatventil steht automatisch auf der höchsten Heizstufe.
- ✘ **die Fenster:** Dauerhaft offenstehende 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.
- ✘ **die Fensterscheiben und Dichtungen und sonstige Ursachen für Zugluft:** Zugluft führt zu unnötigen Wärmeverlusten, die von der Heizanlage nachgeliefert werden müssen.
- ✘ **der Warmwasserverbrauch:** 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.

Interessant sind für die Schüler auch bisher unbekannte (weil sonst nicht zugängliche) Bereiche des Gebäudes. Hierzu gehören:

- ✗ **Stromanschlussraum** mit Stromzähler(n),
- ✗ **Heizungskeller** oder **Wärmeüberträgerstation** (Wie wird die Schule beheizt? Wie hoch ist die Leistung des/der Kessel bzw. die Fernwärmeanschlussleistung?),
- ✗ **Wärmeverteilung** (Sind die Heizungsrohre im Keller und im Außenbereich gedämmt?),
- ✗ **Warmwasserbereitung** (Wird das Warmwasser vom selben System wie die Raumheizung erwärmt? Entstehen hier

- ✗ große Verluste? Wie sehen der Winter- und der Sommerbetrieb aus? Ließe sich im Sommer das Wasser über Sonnenkollektoren erwärmen?),

- ✗ **Dachboden** (Ausgebaut oder nicht? Wärmedämmung gegenüber dem darunterliegenden Geschoß?).

Die Auswertung des Energierundgangs wird ebenfalls gemeinsam mit den Schülern durchgeführt. Ziel ist dabei jeweils die Erarbeitung von Vorschlägen zu Energiesparmaßnahmen und von Handlungsempfehlungen für alle Schüler und Lehrer der Schule.

Die ermittelten Energiesparpotentiale sollten in einem Protokoll (Maßnahmenkatalog bzw. Mängelliste) erfasst werden. (siehe Kap. 3.1.)

## 4.2. Raumwärme

---

*Für die Beheizung der Räume wird ein Großteil der Energie verwendet.  
Darum liegt hier auch das größte Einsparpotential.*

---

### Überprüfung der Raumtemperaturen

Geringere Raumtemperaturen senken den Verbrauch an Heizenergie deutlich. Bis zu sechs Prozent Heizenergie kann pro Grad Celsius Temperaturabsenkung gespart

werden. Reichen beispielsweise im Klassenraum 20°C statt 23°C aus, sinkt der Energieverbrauch um ca. 18%!.

---

*Die Einhaltung der vorgeschriebenen Raumtemperaturen trägt wesentlich zum Erfolg des Energiesparprojektes bei: 1°C Temperaturabsenkung spart ca. 6% Heizenergie.*

---

Keine Angst, Gänsehaut ist deswegen nicht angesagt. Es ist durchaus möglich, beachtliche Energieeinsparungen ohne Komforteinbußen zu erreichen.

Das Absenken der Raumtemperatur (auf den jeweils vorgeschriebenen Wert, siehe Tabelle auf Seite 18) hat nicht nur hinsichtlich des Energieverbrauchs positive Auswirkungen, es sinkt auch die Ausgasungsrate von Schadstoffen aus Baumaterialien und Gebrauchsgesständen (z.B. Spanplatten, Kleber) und die Ausdunstung von Personen. Wesentlich für den Schulbetrieb ist auch, dass die Leistungsfähigkeit der Schüler positiv beeinflusst wird.

Zur Überprüfung der Raumtemperaturen sollten die Schüler zwei Temperaturprofile durch Messungen ermitteln:

- ✘ die räumliche Temperaturverteilung zu einem Zeitpunkt (in einem möglichst kurzen Zeitraum) im gesamten Schulgebäude während der Unterrichtszeit und
- ✘ den zeitlichen Temperaturverlauf in ausgewählten Räumen.

Um die räumliche Temperaturverteilung zu ermitteln, messen (sinnvollerweise mehrmals) Gruppen zu jeweils zwei bis drei Schüler in möglichst allen beheizten Räumen (Klassen- und Fachräume, Flure, Treppenhäuser, Toiletten, Turnhallen, Lehrerzimmer...) die Temperatur. Wegen der Zugänglichkeit und um die Werte unter "realen Betriebsbedingungen" zu ermitteln, ist dafür die Unterrichtszeit am besten geeignet. Um die Temperaturverteilung im Schulgebäude innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraumes (nicht länger als eine Schulstunde) zu ermitteln, sollen möglichst viele Gruppen gleichzeitig losgeschickt werden, die vorher Vorlagen für Messprotokolle erstellt und das Gebäude untereinander aufgeteilt haben. Als Messgeräte eignen sich Digitalthermometer mit einer kurzen Einstellzeit (vorher prüfen und Messdauer festlegen!). Solche Geräte liegen (einschließlich Messfühler) in der Preislage zwischen EURO 25 und EURO 50. Die Messwerte werden unter Angabe der Außentemperatur, der Anzahl der Personen im Raum, der Anzahl geöffneter Fenster und (falls bekannt) der Uhrzeit der letzten Lüftung

in Protokolle eingetragen. Zugleich können die anwesenden Schüler und Lehrer dabei nach Mängeln an der Heizungsanlage und an der Außenwand des Gebäudes (undichte Fenster) suchen und nach der Behaglichkeit befragt werden (Anzahl der Stimmen zu warm /o.k./ zu kalt). Die Ergebnisse werden mit den für Unterrichtsgebäude geltenden Solltemperaturen verglichen (siehe Tabelle). Dadurch lässt sich feststellen, ob bestimmte Unterrichts-

oder sonstige Räume über- oder nicht ausreichend beheizt sind. Insbesondere fällt auf, wenn ganze Bereiche des Gebäudes (Etagen, Gebäudeflügel) wärmer oder kälter sind als der Rest. Es lassen sich so Hinweise auf eine möglicherweise fehlerhaft ausgelegte oder betriebene Heizungsanlage, fehlende Wärmedämmung oder falsches Nutzerverhalten finden.

### Solltemperaturen in Unterrichtsgebäuden (in °C)

	Österreich ÖNORM M 7500 T. 4	Deutschland DIN 4701, T. 2
Unterrichtsräume (Klassen- u. Fachräume), Lehrerzimmer, Bibliotheken, Verwaltungsräume	20	20
Pausenhalle und Aula als Mehrzweckräume	18	20
Turnhallen, Gymnastikräume	16	20
Lehrküchen	18	18
Werkräume (je nach körperlicher Beanspruchung)	12-18	15-20
beheizte Nebenräume (Vorräume, Flure)	15	15
Treppenträume	10	10
Toiletten	15	15
Bade- und Duschräume	24	24
Arzt- und Untersuchungszimmer	22	24

Die Messung des zeitlichen Temperaturverlaufes ist insbesondere interessant, um herauszufinden, ob und in welchem Maße Wochenend- und Nachtabsenkungen der Temperatur vorgenommen werden (siehe folgendes Kap.). Ideal ist die Messung des Temperaturverlaufes mit Hilfe eines Thermographen (bekannt z.B. aus Museen). Einfache Geräte, bei denen der

Temperaturverlauf auf eine Papierscheibe aufgezeichnet wird, sind schon für weniger als DM EURO 250 erhältlich. Genauer ablesbare Geräte, bei denen die Aufzeichnung auf einen aufrecht stehenden Zylinder erfolgt, kosten ca. das Drei- bis Vierfache. Es ist jedoch auch möglich, sich Thermographen auszuleihen. Sollte kein Thermograph verfügbar sein, so



kann auch auf einfache Minimum-Maximum-Thermometer zurückgegriffen werden, die nicht teurer als EURO 10 sind. Der Nachteil der Minimum-Maximum-Thermometer gegenüber einem Thermographen besteht in der fehlenden Aussagemöglichkeit über Dauer und Verlauf einer Temperaturabsenkung. Durch den Vergleich der gemessenen Werte mit den Normwerten (Absenkung auf 15°C) lassen sich anhand der Faustregel, dass 1°C Temperaturabsenkung ca. 6% Energie spart, Aussagen über die erreichbare Energieeinsparung treffen.

## Temperaturregelung

---

*Optimale Temperaturregelung kann zu erstaunlichen Energieeinsparungen führen.*

---

Nicht alle Heizsysteme können problemlos geregelt werden. Schwer regelbar sind z.B. Nachtstrom-Elektroheizungen.

Im Normalfall erfolgt die Regelung in zwei Stufen:

- ✘ die zentrale Regelung der Kessel- bzw. Vorlauftemperatur (im Heizungskeller, Bedienung durch Hausmeister, Schulträger bzw. Fachfirmen) und
- ✘ die dezentrale Regelung durch Thermostat- oder einfache Ventile an den Heizkörpern.

Da die beiden Regelstufen einander beeinflussen, müssen sie aufeinander abgestimmt werden. Dieses Problem ist auch durch den Einbau einer Einzelraum-Temperaturregelung lösbar. Dabei werden die Heizkörperventile in den angeschlossenen Räumen von einem zentralen Computer aus gesteuert, in den die Belegungszeiten und die gewünschten Temperaturen eingegeben sind.

Häufig werden die Räume auf unnötig hohem Temperaturniveau beheizt. Wird es zu heiß, werden dann einfach die Fenster geöffnet. Die Verringerung der Vorlauftemperatur (zentrale Regelung) schafft Abhilfe. Das Problem muss dem Hausmeister mitgeteilt werden. Bei Fernwärmeversorgung kann unter Umständen auch die Anschlussleistung verringert werden. Dies ist durch den Schulträger vertraglich mit dem WärmeverSORGER zu regeln.

Falls keine Möglichkeit zur zentralen Tem-

### **INFO:**

#### **Automatische Temperaturregelung**

Aufgabe einer automatischen Regeleinrichtung ist, den Energieverbrauch soweit einzuschränken, wie zur Aufrechterhaltung der gewünschten Raumtemperatur notwendig ist. Insbesondere muss eine Anpassung an die verschiedenen Witterungsbedingungen und FremdwärmegeWINNE (Sonneneinstrahlung durch Fenster, Abwärme durch Personen) erfolgen. Zu hohe Raumtemperaturen können ein Hinweis auf nicht optimal funktionierende Regelungen sein.

peraturregelung besteht, sollte beim Schulträger der Einbau von Thermostatventilen beantragt werden. Dadurch ist bei richtiger Nutzung eine Einsparung von ca. 10% erzielbar.

Beim Umgang mit Thermostatventilen ist folgendes zu beachten:

- ✘ Die Temperatureinstellung ist wegen des Regelverhaltens nicht exakt.
- ✘ Im leeren Raum ist die Einstellung von 18°C ausreichend, da sich während des Unterrichts durch die Wärmeabgabe der Personen der Raum auf 20 °C erwärmt.
- ✘ In Klassenräumen ist eine Freigabe der Heizkörperventile zur Temperaturabsenkung sinnvoll.
- ✘ Es dürfen keine Heizlüfter verwendet werden, da diese zur Schließung der Ventile und damit zur ausschließlichen Elektroheizung in den betreffenden Räumen führen.

Zeitweiliges Absenken der Temperatur (Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkung auf 15°C oder darunter) spart viel Energie. Voraussetzung ist jedoch, dass die Gebäude in der zur Verfügung stehenden Zeit auch tatsächlich merklich auskühlen und dadurch weniger Wärme nach außen abgeben. Insbesondere bei massiv gebauten Altbau­schulen mit großem Wärmespeichervermögen wirkt sich eine zeitlich kurze Absenkung nur wenig aus. Deshalb ist in solchen Gebäuden ein frühzeitiger Beginn der Temperaturabsenkung (bereits ab Nachmittag) sinnvoll. Eventuell ist es in diesem Zusammenhang auch möglich, Abendveranstaltungen auf einen oder wenige Wochentage und auf die Räume eines Heizkreises zu konzentrieren.

Das Trennen von Heizkreisläufen oder der Einbau einer separaten Heizung ist dann von Vorteil, wenn die Hausmeisterwohnung oder ein anderer Nutzer von der Heizungsanlage der Schule mitversorgt wird. Temperaturabsenkungen sind dann nämlich unmöglich - oft wird in den Ferien die ganze Schule mitgeheizt. Eine separate Regelbarkeit ist auch dann notwendig, wenn verschiedene Gebäudeteile auf unterschiedlichen Temperaturniveaus beheizt werden sollen (z.B. sind südorientierte Klassenräume mit solaren Gewinnen mit niedrigerer Heiztemperatur zu versorgen als die nordgelegenen). Dieses Problem ist alternativ mit einer Einzelraumtemperaturregelung zu lösen. Für diese investiven Maßnahmen ist der Schulträger (bzw. der Energiedienstleister) zuständig.

Die Regeleinrichtungen müssen regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft und gewartet werden.

In einem etwas arbeitsintensiveren Schülerprojekt kann die Einstellung der Schulheizung optimiert werden. Ziel ist es, sich in allen Räumen den jeweils vorgeschriebenen Temperaturen anzunähern und zu vermeiden, dass die ganze Schule überheizt wird, nur weil ein oder wenige Räume zu kühl sind. Zur Vorbereitung dienen die Messung der räumlichen Temperaturverteilung im Schulgebäude sowie Befragungen über das Temperaturempfinden. Dabei werden die kältesten und die wärmsten Räume ermittelt. Anschließend werden die Heizkörperventile in diesen Räumen so eingestellt, dass überall ungefähr die gleiche Temperatur erreicht wird. Ist danach das Temperaturniveau insgesamt zu hoch bzw. zu niedrig, kann die zentrale Regelung optimiert werden (z.B. durch Änderung der Vorlauf­temperatur oder der Heizkurve).

## Behaglichkeit: die Bedeutung von Luftzug, Oberflächentemperatur und Temperaturempfinden

---

*Geringe Behaglichkeit durch  
Luftzug oder niedrige Oberflächentemperatur  
wird mit erhöhter Raumtemperatur kompensiert.*

---

Schon bei geringem Luftzug neigen wir dazu, die Raumtemperatur zu erhöhen. Undichte Fenster oder Türen zu kalten Nebenräumen sind die Ursache für oft gar nicht bewusst wahrgenommenen Luftzug.

Der Zustand der Dichtungen kann optisch überprüft werden (Risse, Fehlstellen, Porosität). Flackert eine Kerzenflamme vor einem geschlossenen Fenster oder bewegt sich ein im Fenster eingeklemmtes Blatt Papier, sind ebenfalls die Dichtungen fehlerhaft.

In Baumärkten gibt es sehr billige, selbstklebende Dichtungsbänder aus Schaumstoff, die allerdings zumeist nach einer Heizperiode erneuert werden müssen. Etwas teurere Systeme aus Kunststoff überdauern durchaus mehrere Heizperioden.

Behaglichkeit hängt aber nicht nur von der Raumlufttemperatur ab, auch die Oberflächentemperatur von den Umschließungsflächen (Wänden, Böden, Decken und Fenstern) spielt eine wichtige Rolle.

Der Grund für zu niedrige Oberflächentemperaturen kann mangelhafte Wärmedämmung von Fenstern, Außenwänden und Decken sein. Relativ einfache, auch unter Einbeziehung von Schülern durchführbare Wärmeschutzmaßnahmen (z.B. für Projektstage) sind

- ✘ das Abdichten von Fenstern und Türen (mittels selbstklebender Dichtungsbänder aus Schaumgummi),
- ✘ das Verlegen von Dämmmatten zur besseren Dämmung des Dachbodens,

✘ das Dämmen von Heizkörpernischen. Beim Schulträger anfragen, ob die Materialkosten übernommen werden können!

Ist das individuelle Wärmebedürfnis einzelner Personen der Grund für erhöhte Raumtemperaturen, kann auf die richtige Wahl der Kleidung hingewiesen werden.

**INFO:**

**Berechnung des Wärmebedarfs der Schule**

Der Vergleich des Wärmebedarfs der Schule mit den tatsächlichen Verbrauchswerten kann klären, inwieweit ein hoher Energieverbrauch der Heizung auf unzuweckmäßiges Nutzerverhalten, eine veraltete oder falsch betriebene Heizanlage oder auf die baulichen Gegebenheiten der Schule zurückzuführen ist (schlechte Wärmedämmung, große, nach Norden ausgerichtete Fensterfläche, relativ große, wärmeabstrahlende Außenfläche bei geringem Gebäudevolumen).

Die Berechnung des Wärmebedarfes der Schule lässt sich als einzige hier vorgeschlagene Analyse nur schwer mit den Schülern gemeinsam durchführen (eventuell im Informatikunterricht mit relativ viel Zeit und der notwendigen Software). Sie wird nach dem Hüllflächenverfahren d.h. durch Aufsummierung der Wärmeverluste der Schulaußenflächen (Fassade, Fenster, Dach, Grundfläche) durchgeführt (BRD: nach Wärmeschutzverordnung bzw. DIN 4701, Österreich: nach ÖNORM B 8110).

Wenn die vollständige Ermittlung des Wärmebedarfes zu aufwendig erscheint, kann der Wärmeverlust von einzelnen "neuralgischen" Bauteilen (Einfachverglasung, nicht gedämmtes Obergeschoß, nicht gedämmter Keller) über die Berechnung ihrer k-Werte (nach DIN 4108) ermittelt werden. Es lässt sich so z.B. berechnen, welche Energieeinsparung mit einer Isolierverglasung verbunden wäre.

## Richtiges Lüften

---

*Falsches Lüften erhöht den Energieverbrauch entscheidend.*

---

Bei ständig geöffneten oder gekippten Fenstern (beim Dauerlüften) kühlen zusätzlich zur Luft auch die Wände, Decken und Böden aus. Beim Stoßlüften werden etwa stündlich für kurze Zeit die Fenster weit geöffnet. So geht lediglich die in der Luft enthaltene Wärme verloren.

Je tiefer die Außentemperaturen sind, desto schneller wird die Luft ausgetauscht. Der Luftzug wird zudem erhöht, wenn gegenüberliegende Fenster oder Türen geöffnet werden. Im Idealfall werden vor der Stoßlüftung die Heizkörperventile zuge dreht.

Wichtig ist auch, dass alle Fenster und Türen nach dem Unterricht richtig geschlossen sind (Hebel oder Griff einrasten lassen!) und dass die Türen zwischen Treppenhäusern und Fluren geschlossen gehalten werden (sonst Wärmeverlust durch "Kamineffekt").

## Wärmeerzeugung

---

*Durch optimale Wartung und Dämmung des Heizkessels werden Verluste minimiert.*

---

Energieträger für die Beheizung der Schulen sind hauptsächlich Heizöl, Erdgas, Fern- bzw. Nahwärme sowie Elektrizität (Elektroheizung, Wärmepumpe). Vor allem in Österreich werden mitunter auch Holzhackschnitzel als Brennstoff verwendet.

Wenig verbreitet sind noch sogenannte Blockheizkraftwerke (BHKW), welche gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen und dadurch eine optimale Energieausbeute aufweisen. Bei anstehenden Erneuerungen der Wärmeerzeuger soll geprüft werden, ob ein BHKW zur Heizwärme- und Warmwasserbereitung wirtschaftlich betrieben werden kann. Dies ist zumeist bei einer jährlichen Laufzeit ab 5.000 bis 6.000 Stunden der Fall, welche meist nur in größeren Objekten, die auch in den Sommermonaten einen gewissen Wärmebedarf aufweisen, erreicht werden (z.B. bei Vorhandensein eines Hallenbades).

Beim Austausch von Heizkesseln soll der Einsatz von Brennwertkesseln, die aufgrund der Ausnutzung der Kondensationswärme eine höhere Energieausbeute erreichen, geprüft werden.

Bei Heizkesseln entstehen Verluste durch die Wärmeabgabe über deren Oberfläche und die Rauchgase. Die Oberflächenabstrahlung wird durch eine ausreichende Dämmung minimiert. Aufgrund der dämmenden Wirkung der sich mit der Zeit auf den Wärmetauscherflächen ansammelnden Beläge aus Asche, Ruß und Teer nimmt der Wärmeübergang zum Heizwasser ab. Steigende Abgastemperaturen und eine Verschlechterung des Wirkungsgrades der Feuerungsanlage sind die Folge. Durch regelmäßige Kontrolle der Rauchgastemperatur mit einem einfachen Rauchgasthermometer kann insbesondere bei Ölfeuerungen die Notwendigkeit einer Kesselreinigung bzw. Wartung festgestellt werden. Über die Besonderheiten Ihrer Heizanlage (z.B. die optimale Raumtemperatur) sprechen Sie am besten mit dem Wartungsfachmann.

## Wärmeverteilung und Wärmeabgabe

Viele Wärmeverteilungsnetze sind nicht ausreichend isoliert. In unbeheizten Gebäudeteilen kann an zugängigen Stellen (z.B. im Heizungskeller, auf dem Dachboden) nachträglich die Isolierung der Armaturen und Rohrleitungen verbessert werden.

Die Wärmeabgabe erfolgt in Schulen in der Regel über Heizkörper. Diese erfüllen ihre Aufgabe dann optimal, wenn die Wärmeabgabe in den Raum nicht behindert wird (z.B. durch vorstehende Möbel, Verschmutzung der Heizkörperoberfläche,

der Heizkörperoberfläche, Verkleidungen der Heizkörper und Abdeckungen von Heizkörpernischen) und der Verlust nach außen minimiert wird (z.B. durch Anbringen einer nachträglichen Wärmedämmung in Heizkörpernischen; bei Innendämmung Tauwasserproblematik beachten!) Häufig ist Luft in den Heizkörpern eine Ursache für zu geringe Wärmeabgabe. Das Entlüften unter Anleitung des Hausmeisters schafft Abhilfe.

**Checkliste Raumwärme:**

**1. Raumtemperatur optimieren**

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

**2. Heizen unnötiger Räume verhindern**

- ✓ Raumbelegung optimieren (nicht ganze Zonen heizen, wenn nur Einzelräume z.B. für einen Elternabend genutzt werden: Zusammenlegen mehrerer Veranstaltungen auf einen Abend und in Räume, die an einem gemeinsamen Heizkreis liegen etc.)
- ✓ Eigene Heizkreise für Zonen unterschiedlichen Wärmebedarfs einrichten (z.B. Hausmeisterwohnung: Heizen auch in den Ferien nötig)\*

**3. Luftzug vermindern**

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

**4. Oberflächentemperatur erhöhen**

- ✓ Wärmebedarf ermitteln und mit Verbrauchswerten vergleichen (zur Klärung der Frage, ob ein hoher Energieverbrauch mit den baulichen Gegebenheiten zusammenhängt)
- ✓ Dachboden mit Dämmmatten verlegen\*

**5. Richtige Kleidung wählen**

**6. Richtig Lüften (Stoßlüftung)**

**7. 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\*

**8. Wärmeverteilung und -abgabe optimieren**

- ✓ Armaturen und Rohrleitungen in unbeheizten Gebäudeteilen (z.B. Keller) isolieren\*
- ✓ Wärmeabgabe der Heizkörper durch Reinigung und Entlüftung (nötig, falls "Glücksgeräusche" dies anzeigen oder Teile des Heizkörpers kalt sind) erhöhen
- ✓ Prüfen, ob vorhandene Rollläden, Fensterläden, Vorhänge, etc. die Wärmeabgabe behindern
- ✓ Außenflächen hinter Heizkörpern dämmen\*

\* mit Kosten verbunden



### 4.3. Warmwasser

Die Warmwasserbereitung verursacht im Vergleich zur Raumheizung einen geringen Energieverbrauch, es sei denn, der Schule ist ein Hallenbad angeschlossen. Zudem hängt der Warmwasserverbrauch von den außerschuli-

schen Nutzungen (Sportvereine, Veranstaltungen) ab. Nicht optimierte Planungen (z.B. lange Warmwasserleitungen) können im nachhinein nur teilweise korrigiert werden.

---

*Unterschiedliche Voraussetzungen können das Einsparpotential beim Wasserverbrauch beschränken.*

---

Trotzdem lohnt es sich, auch beim Warmwasser die Energieeinsparmöglichkeiten zu prüfen.

In vielen Schulen mit alten Heizungen wird das Warmwasser im gleichen Kessel bereitet, der auch die Gebäudeheizung sicherstellt. Im Sommer bedeutet dies den Betrieb einer zu dieser Jahreszeit völlig überdimensionierten Heizanlage mit schlechtem Wirkungsgrad. Solche Anlagen verbrauchen im Sommer mehr für ihren Bereitschaftsbetrieb als zur Aufheizung des Warmwassers. Häufig ist in solchen Fällen die Trennung von Heizung und Warmwasserbereitung sinnvoll. Die Errichtung einer Sonnenkollektoranlage zur Warmwasserbereitung kann von Vorteil sein, da auf den Betrieb der Heizanlage außerhalb der Heizperiode dann vollständig verzichtet werden kann.

Bei einem sehr hohen Warmwasserbedarf ist der wirtschaftliche Betrieb eines Blockheizkraftwerks (BHKW) möglich (siehe Kap. 4.2).

Durch optimale Planung lassen sich die Transportwege des Warmwassers und damit die Wärmeverluste verringern. Die Nassräume (Bad, Toiletten usw.) und die Küche sowie

Werkräume sollen nahe aneinander liegen. Bei weiter entfernten Entnahmestellen ist je nach Wasserbedarf die Installation von dezentralen Gasthermen, Kleinspeichern oder Durchlauferhitzern sinnvoll. Oftmals kann so auf Zirkulationsleitungen verzichtet werden. In solchen Leitungen zirkuliert das Wasser permanent, damit auch an entfernten Entnahmestellen sofort Warmwasser entnommen werden kann. Ist dies nicht möglich, kann die Zirkulation (und damit erhöhte Wärmeverluste) außerhalb der Nutzungszeiten durch die Installation eines Zeitschalters unterbrochen werden.

Vor allem in den unbeheizten Gebäudeteilen ist auf eine gute Isolierung der Warmwasserleitung zu achten. Als Faustregel gilt, dass die Dämmung der Leitungen mindestens die Stärke des Rohrdurchmessers plus 2 cm und bei Speichern mindestens 15 cm aufweisen soll.

Um den Warmwasserverbrauch zu reduzieren, können Warmwasserhähne an den Handwaschbecken abgeklemmt und wassersparende Armaturen (Duchflussbegrenzer, siehe Kap. 4.5.) und Geräte installiert werden. Da häufig Sportvereine die hauptsächlichen Nutzer der Duschen sind, sollten sie vom sparsamen Umgang mit dem Warmwasser überzeugt werden.

Durch einen Warmwasseranschluss wird die teure und emissionsreiche elektrische Warmwasserbereitung in elektrischen Geräten (Waschmaschine, Geschirrspüler) vermieden. Ist die Bereitstellung umweltfreundlicheren

Warmwassers möglich (z.B. mit Solarkollektoren), sollte bei Neuanschaffungen deshalb auf getrennten Kalt- und Warmwasseranschluss geachtet werden.

**INFO:**

**Möglichkeiten der Wasserbereitung**

Bei einer **zentralen Warmwasserbereitung** erfolgt die Aufheizung eines Warmwasserspeichers durch die Heizanlage oder mit einem eigenen Heizbrenner (v.a. bei Erdgas). Anschließend wird das warme Wasser mit Hilfe einer Zirkulationspumpe zu den Zapfstellen gepumpt.

Die **dezentrale Bereitung** erfolgt mit Durchlauferhitzern und Kleinspeichern.

**Durchlauferhitzer** sind geschlossene Geräte mit einer hohen Heizleistung, in denen das Wasser während des Durchfließens mit Hilfe von Strom oder Gas erwärmt wird. Verwendet werden Durchlauferhitzer für Wasch- und Spülbecken. Da das Warmwasser sofort und nur dann erwärmt wird, wenn es gebraucht wird, und es kaum Wärmeverluste an der Geräteoberfläche gibt, werden Energie und Wasser gespart. Bei elektrischen Durchlauferhitzern sind jedoch der geringe primärenergiebezogene Wirkungsgrad und - zur Vermeidung von Stromspitzen - die hohe Anschlussleistung zu beachten.

Bei **Kleinspeichern** (Speichervolumen einige bis ca. 20 Liter) wird das warme Wasser auf einer vorgewählten Temperatur konstant gehalten. Der Kleinspeicher ist deshalb mit einer Wärmedämmung ummantelt. Meist wird er dort verwendet, wo mehrmals täglich geringe Wassermengen entnommen werden, wie bei Wasch- oder Spülbecken. Die Wassererwärmung erfolgt mit Strom.

**Checkliste Warmwasser:**

**1. Warmwasserbereitstellung optimieren**

- ✓ Versteckte und unbenötigte dezentrale Warmwasserbereiter ermitteln, außer Betrieb nehmen oder zeitweise abschalten (z.B. während der Ferien)
- ✓ Wassertemperatur der Warmwasserspeicher auf ca. 55°C begrenzen (geringere Abstrahlverluste, geringerer Kalkausfall); alle 4 Wochen auf über 60°C erhitzen, um der Vermehrung von Legionellen vorzubeugen
- ✓ Beim Schulträger für die Montage einer Sonnenkollektoranlage eintreten

**2. Warmwasserverteilung optimieren**

- ✓ Zeitschaltuhr für die Begrenzung des Zirkulationsbetriebs ggf. nachrüsten\*
- ✓ Bei Speichern und Rohrleitungen auf ausreichende Dämmung achten und diese verbessern\*

**3. Warmwasserverbrauch senken**

- ✓ Kurzfristigen Mehrbedarf an Warmwasser durch Erhöhen der Speichertemperatur abdecken (bei Nachtstromboilern)
- ✓ Durchflussbegrenzer in Wasserhähne und Brausen einbauen\* (nicht bei Durchlauferhitzern)
- ✓ Warmwasserhähne bei Handwaschbecken abklemmen
- ✓ Auf geringen Warmwasser- bzw. Energieverbrauch und, falls sinnvoll, auf Warmwasseranschluss beim Neukauf von Geräten (z.B. Waschmaschine, Geschirrspüler...) achten
- ✓ Energiesparendes Verhalten beim Umgang mit Warmwasser (z.B. Hände mit kaltem Wasser waschen, Warmwasserhahn nur betätigen, wenn tatsächlich warmes Wasser benötigt wird)
- ✓ Tropfende Wasserhähne reparieren lassen

\* mit Kosten verbunden

## 4.4. Strom

Keine Energieart ist so vielseitig einsetzbar wie der elektrische Strom. Wir nutzen den elektrischen Strom so selbstverständlich, dass wir uns kaum noch Gedanken machen, ob wir ihn auch sinnvoll und umweltschonend verwenden. Oft vergessen wir schlicht und einfach, dass wir elektrische Energie verbrauchen. Das passiert besonders bei den sogenannten "stillen Verbrauchern", bei elektri-

schon Geräten, die nur einmal eingeschaltet werden und dann ständig unter Strom stehen (z.B. Faxgeräte, Kühlschränke, TV-Geräte, Modem etc.).

Auf jeden Fall ist Stromsparen eine lohnende Sache. Der Kostenanteil liegt bei ca. 50%, obwohl Strom nur zu etwa 20% am Energieverbrauch einer Schule beteiligt ist (Bei einer Elektroheizung ist dieser Anteil höher).

---

*Stromsparen ist ökonomisch besonders attraktiv!*

---

### Beleuchtung

Innerhalb des Stromverbrauches einer Schule macht die Beleuchtung (abgesehen von Gebäuden mit Klimaanlage) in der Regel den größten Anteil aus.

Lichtquellen können von den Schülern beobachtet und selbst bedient werden. Die Schüler haben die Möglichkeit, direkt Einfluss zu nehmen und beim Energiesparen mitzuhelfen. Lichtsparen auf Kosten des Schulunterrichts ist jedoch nicht angebracht: Die Merkfähigkeit hängt von der Beleuchtungsstärke ab (bei einer Steigerung von 90 auf 500 Lux erhöht sie sich um ca. 16%).

Mit geringstem Aufwand kann Strom gespart werden durch das gezielte Ausschalten des Lichtes, vor allem bei ausreichend Tageslicht sowie in Pausen und in der unterrichtsfreien Zeit.

Ein großes Energiesparpotential lässt sich auch durch den Einsatz sparsamer Lampen erschließen. Während die Glühbirne nur ca. 5% der eingesetzten Energie in Licht umwandelt, haben in punkto Lichtausbeute Leuchtstofflampen (z.B. Energiesparlampen) und Hochdruck-Entladungslampen neue Maßstäbe gesetzt: Sie brauchen bis zu 80% weniger

Strom und weisen ein Vielfaches der Lebensdauer auf. Aus Kostenüberlegungen sollen sie überall dort eingesetzt werden, wo Einschalt-dauern von etwa zwei Stunden pro Tag überschritten werden. Die Einschalthäufigkeit wirkt sich übrigens bei Leuchtstofflampen der neueren Generation durch die Verwendung von elektronischen Vorschaltgeräten nicht mehr negativ auf die Lebensdauer aus. Neuere Lampentypen erreichen auch im Gegensatz zu alten Lampen sehr schnell die optimale Leuchtstärke. Die Anschaffung elektronischer Vorschaltgeräte ist insbesondere dort zu prüfen, wo häufiges Ein- und Ausschalten der Lampen zur Stromeinsparung sinnvoll ist.

Darüber hinaus kann durch Beleuchtungsmessungen und Vergleich mit Richtwerten festgestellt werden, ob die Beleuchtungsstärke stellenweise reduziert werden kann oder ob sie möglicherweise nicht ausreicht. Zur Vorbereitung genauerer Messungen sollten zunächst die Informationen aus dem Energierundgang ausgewertet werden. Eventuell lassen sich schon dadurch Probleme bei der Beleuchtung feststellen oder Hinweise darauf gewinnen,

welche Bereiche durch spätere Messungen besonders genau untersucht werden sollen.

Die Messungen sollen mit den Schülern durchgeführt werden. Um eine Aussage treffen zu können, ist nicht unbedingt das aufwendige Verfahren nach DIN 5035 (Einteilung der Messpunkte auf der Grundlage eines Messrasters) erforderlich. Der Lehrer muss

**INFO:**

**Leuchtstofflampen**

Als Argument gegen Leuchtstofflampen (dazu gehören auch Energiesparlampen) wird immer wieder angeführt, dass sie nach dem Gebrauch Sondermüll darstellen. Faktum ist, dass durch den geringeren Strombedarf gegenüber einer Glühlampe auch Emissionen aus Kraftwerken vermieden werden. Auch Kohlekraftwerke emittieren Quecksilber. Findet eine Aufarbeitung der Leuchtstofflampen statt (wie z.B. in Österreich) ist deren Gesamtökobilanz in jedem Fall positiv.

sich aber zuvor damit vertraut machen, um falsche Messungen bei den Schülern zu bemerken und korrigieren zu können. Es genügen Messungen an einigen Arbeitsplätzen, wobei die im jeweiligen Raum vorkommenden unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen berücksichtigt werden müssen (z.B. Platz direkt unter einer Lichtquelle). Die Messwerte werden unter Angabe der Messpunkte in einer Lageskizze erfasst. Gemessen wird bei Dunkelheit (<10 lux), am Tag wird abgedunkelt. Als Messgeräte eignen sich digitale Beleuchtungsmesser, die für ca. EURO 100 erhältlich sind oder ausgeliehen werden können. Von Zeit zu Zeit empfiehlt sich die Überprüfung der Messgeräte, da ihre Genauigkeit durch Alterungsprozesse der verwendeten Materialien nachlässt. Dies führt dann in der Regel zur Anzeige zu niedriger Werte. Durch den Vergleich mit Normwerten für Beleuchtungs-

stärken ist die Bewertung der vorhandenen Beleuchtungsstärken möglich (siehe Tabelle auf der nächsten Seite).

Bei größeren Abweichungen von den Idealwerten können folgende Maßnahmen vorge-

**INFO:**

**Das Lux [lx]**

Der Lichtstrom einer Lichtquelle wird in Lumen (lm) gemessen. Die wichtigste Einheit in der Praxis ist das Lumen pro Quadratmeter, das Lux (lx). Das Maß für die Beleuchtungsstärke bezieht sich also auf die Lichtleistung pro Fläche. Beleuchtungsstärken variieren enorm: Eine klare Vollmondnacht erbringt 1/4 lx, Übliche Innenraumbeleuchtungen erreichen Werte um 500 - 1000 lx. Im Freien liegen die Werte weit über 10.000 lx (auch an bedeckten Wintertagen), an schönen Sommertagen in den Bergen erreicht man Spitzenwerte von 150.000 lx.

schlagen werden:

Sind die gemessenen Werte zu hoch, ist die Entfernung einiger Leuchtstoffröhren möglich (nachmessen erforderlich!). Die erreichte Energieeinsparung ist durch Abschätzung der Betriebsstunden und Multiplikation mit der elektrischen Leistung quantifizierbar.

Sind die gemessenen Werte zu gering, ist zunächst zu prüfen, ob durch das Reinigen der Leuchtstoffröhren und Lampen oder eine günstigere Raumgestaltung Abhilfe geschaffen werden kann. Reicht dies nicht aus, so kommt der Einsatz effizienterer Beleuchtungssysteme (z.B. Rasterlampen, die durch die Hinterlegung der Leuchtstoffröhren mit Spiegeln eine höhere Lichtausbeute bei gleichem Energiebedarf erreichen) als investive

Maßnahme in Betracht. Mit etwas Glück kann ein Hersteller solcher Lampen dafür gewonnen werden, eine Anzahl davon für Demonstrationszwecke zur Verfügung zu stellen.

In den Unterrichtsräumen soll die Beleuchtungssituation auch bei Tageslicht untersucht werden, um festzustellen, welche Plätze bei welchem Außenlicht (Sonnenschein, bedeckter Himmel, morgens, mittags...) zusätzlich künstlich beleuchtet werden müssen. Fast immer unterscheiden sich hier Fenster- von Wandreihen. Wenn sich die Lampen im Klassenraum entsprechend des festgestellten differenzierten Bedarfes unabhängig schalten lassen, sollten die Lichtschalter so markiert werden, dass deutlich wird, mit welchem Schalter sich welche Lampen ein- und ausschalten lassen.

Häufig werden Vorhänge wegen blendender Sonnenstrahlen oder Spiegelungen an der Tafel zugezogen und künstliches Licht eingeschaltet. Durch andere Vorhänge, Jalousien o.ä. kann dies abgestellt werden. Eine Lösung bei Tafelspiegelungen stellen parallel zu den Tafeln angeordnete Rasterlampen mit asymmetrischer Lichtverteilung und eigenem Schaltkreis dar. Diese lenken das Beleuchtungsmaximum durch spezielle Reflektoren auf die Tafel. Es ist auch zu prüfen, ob die Spiegelungen durch geänderte Raumgestaltung verhindert werden können. Zumindest sollte die Anzahl der eingeschalteten Lampen minimiert werden.

Da Flure und Treppenhäuser nur unregelmäßig und kurz genützt werden, sollten Möglich-

keiten gesucht werden, diese räumlich und zeitlich differenziert zu beleuchten. Es ist weder sinnvoll, das Licht für jede Durchquerung eines Flures an- und auszuschalten, noch, die Beleuchtung präventiv in allen Fluren den ganzen Tag einzuschalten, weil z.B. bei auftretender Bewölkung bestimmte Bereiche zu dunkel sein könnten. Wenn vom Tageslicht ausgeleuchtete Flure elektrisch zusätzlich beleuchtet werden, weil dies in anderen Gebäudeteilen ohne Tageslicht notwendig ist, sollte eine Änderung in der Beleuchtungsschaltung vorgenommen werden. Es kann sinnvoll sein, die Beleuchtung in Fluren und Treppenhäusern mittels einer Zeitschaltuhr in den Pausen einzuschalten, wenn hier wesentlich mehr Betrieb herrscht.

Im Außenbereich sind die Installation von Bewegungsmeldern und der Ersatz der vorhandenen, elektrischen Schulhofbeleuchtung durch eine photovoltaische zu prüfen (finanzielle Förderung nötig).

### Beleuchtung von Unterrichtsräumen in Deutschland (Quelle: DIN 5035)

Art des Raumes bzw. der Tätigkeit	Beleuchtungsstärke [lx]
Klassenräume	300
Unterrichtsräume mit einem Tageslichtquotienten <1 % am ungünstigsten Arbeitsplatz (z.B. Dunkelräume)	500
Fachräume (Kunst, Physik, Chemie, Biologie, Werken, Lehrküchen ...)	500
Unterrichtsgroßräume	750 - 1000
Mehrzweckräume	300
Aulen	100
Mensen	200
Flure, Treppen	100
spezielle Nebenräume (z.B. Lehrmittelräume, Bildwerferräume)	200

### Beleuchtung von Unterrichtsräumen in Österreich (Quelle: ÖISS-Schulbau-Richtlinien)

Art des Raumes bzw. der Tätigkeit	Beleuchtungsstärke [lx]
Lesen, Schreiben, Zeichnen im Heft	300
Zeichnen, Handarbeit, Werken, Kochen, Hauswirtschaft	500
Sanitärräume, Pausen- und Mehrzweckräume	100
wird in diesen auch gelesen, geschrieben und gezeichnet: Zonenbeleuchtung	300
Tafelbeleuchtung für schwarze, grüne, graue Tafeln	500

**Checkliste Beleuchtung:**

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

- ✓ Beleuchtungsstärke der verschiedenen Lampen im ganzen Schulgebäude (Unterrichts-, Abstell- u. Kellerräume, Toiletten, Gänge, ...) messen
- ✓ Kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärken mit den Richtwerten übereinstimmen
- ✓ ggf. Lampen stilllegen (z.B. durch Herausdrehen des Leuchtkörpers) oder Leuchtkörper mit geringerer Leistung wählen\*
- ✓ ggf. Lichtausbeute (bei gleicher Leistung) erhöhen durch Reinigen der Lampenabdeckungen und Leuchtkörper oder Einsatz effektiverer Beleuchtungssysteme (Schulträger ist verantwortlich)\*

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

- ✓ 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 zumindest die Anzahl der eingeschalteten Lampen minimieren
- ✓ Beleuchtungsschaltung ändern, wenn vom Tageslicht ausgeleuchtete Flure zusätzlich künstlich beleuchtet werden, weil dies in anderen Gebäudeteilen ohne Tageslicht notwendig ist\*
- ✓ Bei Reinigungsarbeiten Beleuchtung nur dort einschalten, wo gerade geputzt wird
- ✓ Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder in Räumen einsetzen, in denen häufig unnötig Licht brennt\*
- ✓ Arbeiten (z.B. Reinigung) bei Tageslicht durchführen bzw. durchführen lassen
- ✓ Nutzungen in den Abendstunden auf Teilbereiche konzentrieren

**3. Effizientere Beleuchtungssysteme verwenden**

- ✓ Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzen (v.a. bei >2h Einschaltdauer pro Tag)\*
- ✓ Elektronische Vorschaltgeräte bei Leuchtstofflampen montieren\*

\* mit Kosten verbunden



## Elektrogeräte

Eine Untersuchung in der Schweiz zeigte, dass viele Elektrogeräte (Bürogeräte wie Kopierer oder Fax, Video- und Fernsehgeräte) die meiste Energie außerhalb der eigentlichen Arbeitsphase, nämlich während des Wartens

(Stand-by) verbrauchen. Bereits dieser Hinweis zeigt, dass der Stromverbrauch von Elektrogeräten durch richtiges Verhalten leicht zu beeinflussen ist.

---

*Der Stromverbrauch von Elektrogeräten lässt sich durch richtiges Verhalten absenken.*

---

Die Bestandsaufnahme aller (wichtigen) stromverbrauchenden Geräte durch die Projektgruppe ist Voraussetzung für gezielte Maßnahmen. Leistung, Stromverbrauch und Betriebszeiten der Elektrogeräte müssen erfragt, gemessen oder geschätzt werden. Diese Informationen werden in einem Protokoll festgehalten. Die Analyse dieser Daten erschließt meist Energiesparpotentiale: Ist es z.B. nötig, dass im Lehrerzimmer zwei stromfressende Kühlschränke betrieben werden, die meistens leer sind? Hat man Ursachen für

kann. In unserem Beispiel mit den beiden Kühlschränken kann die Schlussfolgerung nur lauten: Inhalt zusammenlegen und einen Kühlschrank abschalten!

Um weitere Einsparpotentiale zu ermitteln, kann der Stromverbrauch der vorhandenen Elektrogeräte mit dem moderner Neugeräte verglichen werden. Entsprechende Verbrauchslisten von Neugeräten gibt es bei verschiedenen Stellen (Beratungsstellen der Stromversorger, Energiespar- und Verbraucherverbände). Anhand der Anschaffungspreise der Neugeräte und ihrer Betriebskosten können die Amortisationszeiten bei einem Gerätetausch berechnet werden. Vor allem beim Neukauf von Elektrogeräten ist es zumeist auch ökonomisch sinnvoll, auf Energiespargeräte zurückzugreifen, da sich die Mehrkosten bei der Anschaffung über die Lebensdauer amortisieren.

Häufig werden an Schulen (zumeist elektrische) Warmhaltebecken oder -platten verwendet. Thermosbehälter sind eine gute, energiesparende Alternative.

### **INFO:**

#### **Berechnung des Stromverbrauchs von Elektrogeräten:**

Auf fast allen Elektrogeräten ist der sogenannte "Anschlusswert" angegeben. Dieser Wert entspricht der elektrischen Leistungsaufnahme eines Gerätes während der Betriebsphase. Der Stromverbrauch lässt sich durch die Multiplikation mit der Einschaltdauer berechnen.

Beispiel: Eine 100-Watt-Glühlampe (Leistung  $100 \text{ W} = 0,1 \text{ kW}$ ) verbraucht in einer Stunde  $0,1 \text{ kWh}$ . Ein Haarföhn mit 500 Watt verbraucht in sechs Minuten  $0,05 \text{ kWh}$ .

Viele Geräte verlangen während der Betriebsphase unterschiedliche Leistungen (z.B. Kühlschrank). In diesem Fall sind Stromverbrauchsmessungen über längere Zeiträume (z.B. 24 Stunden) sinnvoll.

einen überhöhten Stromverbrauch gefunden, muss überlegt werden, wie er gesenkt werden

**Checkliste Elektrogeräte:**

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

- ✓ Elektrische Heizung oder Warmwasserbereitung ersetzen (Schulträger ist zuständig)\*
- ✓ Beim Neukauf von Elektrogeräten energiesparende Modelle bevorzugen (amortisieren sich zumeist rasch)\*

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

(komfortabel gemeinsam mit einer schaltbaren Steckdosenleiste)

- ✓ Computer-Bildschirme bei längeren Pausen (ab ca. 20 min) abschalten
- ✓ Getränkeautomaten in der schulfreien Zeit abschalten (falls Dauerkühlung nicht vorgeschrieben)
- ✓ Nicht oder selten benötigte Warmwasserboiler abschalten
- ✓ Auf Stand-by bei Videogeräten, Kopierern etc. verzichten
- ✓ Kaffeemaschinen nicht im Dauerbetrieb lassen, sondern Kaffee in Thermoskanne füllen
- ✓ Bei Vorhandensein mehrerer Kühlschränke Inhalte zusammenlegen
- ✓ Auch ausgeschaltete Geräte können Strom verbrauchen (z.B. Trafoverluste), deshalb: Stecker ziehen oder eine schaltbare Steckdosenleiste verwenden; im Zweifelsfall das Strommessgerät einsetzen

**3. Geräte energiesparend betreiben**

- ✓ Warmwasserboiler auf möglichst niedrige Temperatur einstellen
- ✓ Stromverbrauch von Heizungs-Umwälzpumpen minimieren durch Nachrüsten von Pumpensteuerungen\* und/oder Leistungsreduzierung (zuständig: Schulwart und Fachfirmen); die Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur sollte an kalten Tagen mindestens 20 °C betragen
- ✓ In Bereitschaftszeit elektrischer Geräte Energiespartaste (z.B. bei Kopierern) bzw. Energiemanagement-Systeme (bei EDV-Anlagen) nutzen
- ✓ Kühltemperatur (Kühlschränke, Getränkeautomaten) vernünftig wählen (sehr tiefe Temperaturen brauchen sehr viel Strom)
- ✓ Energiesparend kochen

\* mit Kosten verbunden

## Stromspitzen, Blindstrom, tarifliche Eingruppierung

Der Strompreis setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- ✘ Fixkosten (z.B. Messpreis oder Zählermiete) und
- ✘ variable Kosten für die verbrauchte Strommenge (Arbeitspreis), für die in Anspruch genommene Leistung (Leistungspreis) sowie ggf. für Blindstrom.

Zur Ermittlung des Leistungspreises wird der maximal während des Jahres aufgetretene Verbrauch (innerhalb einer bestimmten Zeit: üblich sind z.B. 15 min, 30 min, 72 h und 96 h) gemessen. Der Höchstwert bzw. Mittelwert der höchsten aufgetretenen Stromspitzen im Abrechnungszeitraum bestimmt den Leistungspreis, der je nach Tarif einen erheblichen Anteil (bis ca. 50 %) an der Stromrechnung haben kann.

### INFO: Leistungsspitzen

Die Energieversorger müssen ihren Kraftwerkspark und ihren Strombezug an die benötigten Leistungsspitzen ihres Stromnetzes anpassen, beispielsweise durch den Bau von Spitzenstromkraftwerken (z.B. Gasturbinen, Speicherkraftwerke). Spitzenstrom ist damit auch für die Energieversorger sehr teuer, was letzten Endes der Stromkunde über den Leistungspreis zu bezahlen hat.

*Durch Reduzierung der Lastspitzen lassen sich die Stromkosten senken.*

Werden bei der Bildung des Leistungspreises kurze Intervalle (z.B. 15 oder 30 min) zugrunde gelegt, kann man mit Hilfe von sogenannten Tageslastkurven herausfinden, zu welchen Tageszeiten die Leistungsspitzen der Schule auftreten, um diese dann gezielt zu beeinflussen. Bitten Sie das Energieversorgungsunternehmen Ihrer Schule, eine Messreihe für die in Anspruch genommene Leistung durchzuführen, bzw. prüfen Sie zuvor, ob es eine solche nicht bereits gibt. Um die Leistungsaufnahme sinnvoll analysieren zu können, sind Leistungsmessungen über zwei bis drei Wochen notwendig.

Es ist auch möglich, die Stromspitzen in Eigenregie festzustellen. Dazu müssen die Stromzähler in festgelegten Abständen (z.B. 15 Minuten) abgelesen werden. Zugleich wird protokolliert, wann welche elektrischen Geräte oder Lampen eingeschaltet werden. Dadurch lässt sich überprüfen, welche Geräte

und Lichtquellen für die Leistungsspitzen verantwortlich sind.

Die Leistungsspitzen lassen sich reduzieren, entweder

- ✘ durch **Verhaltensregeln** (z.B. Stromspartunden während der Lastspitzen, in denen energieintensive und nicht unbedingt erforderliche Geräte (z.B. Keramikofen, Heizlüfter, elektrische Durchlauferhitzer, Kaffeemaschinen) ausgeschaltet sein müssen,
- ✘ durch **einfache Schalter**, wodurch z.B. zwei Geräte nicht gleichzeitig betrieben werden können, oder
- ✘ durch eine **Lastabwurfschaltung**, wobei bei Erreichen einer bestimmten Leistung bestimmte Geräte automatisch abgeschaltet werden.

Beim 72- bzw. 96-Stunden-Tarif erfolgt die

Berechnung des Leistungspreises auf der Grundlage sogenannter Leistungswerte, das ist der höchste Stromverbrauch innerhalb von 72 bzw. 96 Stunden während des jeweiligen Abrechnungszeitraumes.

Auch überhöhte Leistungswerte lassen sich vermeiden:

- ✘ Abendveranstaltungen nicht an drei aufeinanderfolgenden Abenden abhalten.
- ✘ Den Mittwoch zum Energiespartag erklären (an dem u.a. keine Abendveranstaltungen stattfinden und besonders stromintensive Geräte möglichst nicht betrieben wer-

den), so dass niemals drei bzw. vier Tage mit hohem Stromverbrauch aufeinanderfolgen.

- ✘ Den entsprechenden Zähler in der kritischen Jahreszeit (Winter) überwachen und stromintensive Geräte (sofern möglich) abschalten, wenn ein neues Maximum droht. Es wird protokolliert, wann welche elektrischen Geräte oder Lampen eingeschaltet werden. Dadurch lässt sich überprüfen, welche Geräte und Lichtquellen für die Leistungsspitzen verantwortlich sind.

**INFO:**

**Automatisches Lastmanagement**

In größeren Schulen wird mitunter bereits ein automatisches Lastmanagement betrieben. Bei Erreichen gewisser Leistungsspitzen werden der Reihe nach verschiedene Verbraucher für bestimmte Zeitintervalle vom Netz genommen. Bevorzugt werden solche Geräte abgeschaltet, bei denen ein Ausfall der Stromversorgung keine wesentliche Einschränkung ihrer Funktion mit sich bringt. So findet bei einem elektrischen Brennofen aufgrund seiner Trägheit bei mehrminütiger Unterbrechung der Stromzufuhr kein wesentlicher Abfall der Temperatur statt.

## Blindstrom

Die Energieversorger stellen den Blindstromverbrauch ab Überschreiten einer Grenze (zumeist 50% des Wirkstromverbrauchs) in Rechnung. Anhand der letzten Stromrechnung kann festgestellt werden, ob Blindstrom zu bezahlen war. Der Schulträger kann in einzelne Geräte oder für das ganze Netz eine Blindstromkompensation einbauen lassen.

Sofern bei der Stromabrechnung Hoch- und Niedrigtarife - HT und NT - unterschieden werden, sollte dies beim Betrieb elektrischer Geräte ausgenutzt werden, indem stromintensive Geräte und solche, die nicht ständig laufen müssen, möglichst in der NT-Zeit betrieben werden. Technisch kann dies durch Zeitschaltuhren (z.B. für Keramikbrennöfen) realisiert werden.

Mitunter können die Stromkosten durch die richtige Tarifwahl gesenkt werden. Der Energieversorger ist zur Abrechnung nach dem für den Abnehmer günstigsten Tarif verpflichtet, wenn der Abnehmer dies verlangt. Überprüft wird die Einstufung durch die Berechnung der

### **INFO:**

#### **Blindstrom**

Blindstrom entsteht durch elektronische Bauteile wie Spulen und Kondensatoren. Er wird zwar nicht verbraucht (daher der Name), belastet aber die Stromleitungen der Energieversorgungsunternehmen. Da höhere Leitungsquerschnitte notwendig sind, bedingt Blindstrom höhere Kosten.

Energiekosten nach den verschiedenen in Frage kommenden Tarifen anhand aktueller Verbrauchsdaten. Findet man einen günstigeren Tarif als den, nach welchem abgerechnet wird, ist Reklamation bzw. eine Änderung des bestehenden Vertrages möglich. Es kann sinnvoll sein, bei benachbarten Gebäuden einen gemeinsamen Stromzähler zu installieren, um aufgrund des höheren gemeinsamen Stromverbrauchs eine günstigere Tarifgruppe zu erreichen. Die alten Zähler bleiben als Unterzähler zur Überwachung des Stromverbrauchs erhalten. Zuständig für Tarifänderungen ist der Schulträger als Vertragspartner des Energieversorgers.

### ***Checkliste Stromspitzen, Blindstrom und tarifliche Eingruppierung:***

#### **1. Lastspitzen vermeiden** (bei Tarifen mit ½- oder ¼-stündiger Leistungsmessung)

- ✓ Feststellen, wann und durch welche Nutzungen Stromspitzen auftreten (in Schulen häufig in der Pause nach den ersten zwei Unterrichtseinheiten)
- ✓ Prüfen, welche Geräte während der Lastspitzen vom Netz genommen werden können (besonders leistungsstarke Geräte wie Arbeitsmaschinen und Brennöfen sowie nicht notwendige Geräte wie z.B. Beleuchtung, Kaffeemaschinen)
- ✓ Schalter (Verknüpfung: entweder-oder) einbauen, die verhindern, dass zwei Geräte mit hoher Leistungsaufnahme gleichzeitig betrieben werden können (z.B. Arbeitsmaschinen im Werkunterricht)\*
- ✓ Lastabwurfschaltung installieren\* bzw. bei vorhandenen Lastmanagementsystemen (Maximumüberwachungsanlagen) deren Funktion überprüfen, da diese im Laufe der Zeit mitunter von den Nutzern verstellt wurden bzw. aufgrund von Neueinkäufen von Elektrogeräten nicht mehr optimal eingestellt sind
- ✓ Energiesparende Geräte beim Neueinkauf bevorzugen\* (haben zumeist auch eine geringere elektrische Leistungsaufnahme) sowie Stromsparpotentiale bei Beleuchtung und Elektrogeräten (siehe Checklisten Beleuchtung und Elektrogeräte) ausnutzen

#### **2. Überhöhte Leistungswerte vermeiden** (bei 72- bzw. 96-h-Tarif)

- ✓ Abendveranstaltungen auf wenige Wochentage bündeln
- ✓ Mittwoch zum Energiespartag erklären (an dem u.a. keine Abendveranstaltungen stattfinden)
- ✓ Entsprechenden Zähler überwachen und stromintensive Geräte (sofern möglich) abschalten

#### **3. Blindstrom vermeiden**

- ✓ Wird Blindstrom verrechnet, beim Schulträger für den Einbau von Blindstromkompensation in einzelne Geräte oder für das ganze Netz eintreten\*

#### **4. günstige Tarife ausnutzen**

- ✓ Wird bei der Abrechnung in Hoch- und Niedrigtarif - HT und NT - unterschieden, den Niedrigtarif (NT) beim Betrieb elektrischer Geräte bevorzugen (z.B. Brennöfen in den Nachtstunden betreiben)
- ✓ Die tarifliche Einstufung überprüfen und ggf. beim Schulträger Änderung fordern

\* mit Kosten verbunden

## 4.5. Wasser

Im Gegensatz zu Energieverbrauchsbilanzen ist es relativ schwierig, eine Bilanz des Wasserverbrauchs an Schulen zu erstellen. Häufig wird ein Großteil des Wassers für die WC-

Spülung verbraucht. Beachtliche Wassermengen fließen aber auch durch die Duschen, die meist von Sportvereinen mitgenutzt werden.

---

*Der Wasserverbrauch in Schulen ist in den meisten Fällen weniger durch Verhaltensänderungen als durch technische Maßnahmen beeinflussbar.*

---

Durch Unachtsamkeiten bei der Nutzung (z.B. laufende Wasserhähne beim Tafelwischen, nicht vollständig abgedrehte Wasserhähne) wird unnötig Wasser verschwendet.

Tropfende Wasserhähne und undichte Spülkästen sind bekannte Schwachpunkte im Wasserinstallationssystem. Das Erneuern der Dichtungen schafft problemlos Abhilfe. Bei Spülkästen ohne Spartaste kann nachträglich das Wasservolumen verringert werden. In vielen Fällen reicht es, passende Gegenstände (z.B. Ziegel, Steine) in den Spülkasten zu legen, wodurch beim Spülgang eine geringere Wassermenge verbraucht wird. Eine kostengünstige Maßnahme ist der nachträgliche Einbau von Durchflussbegrenzern, welche einfach auf den Wasserhahn geschraubt werden und bei Duschköpfen und Wasserhähnen bis zu 50% Wasser sparen helfen (siehe INFO). Teilweise werden Wasserrohrbrüche über längere Zeit nicht bemerkt. Ein Nachweis gelingt durch die Kontrolle der Wasseruhr: In Zeiten ohne Wasserentnahme (z.B. am Wochenende) darf die Wasseruhr keine Veränderungen anzeigen.

### **INFO:**

#### **Durchflussbegrenzer**

Durch einen verringerten Querschnitt reduzieren Durchflussbegrenzer die Durchflussmenge pro Zeiteinheit. Weil sie gleichzeitig Luft beimischen, fühlt sich der Wasserstrahl dennoch angenehm voll an. Wichtig ist, dass der Durchflussbegrenzer den Wasserdurchfluss unabhängig vom Wasserdruck in der Leitung (mind. 2 bar) regulieren und konstant halten kann. Sonst ist der Spareffekt deutlich geringer.

***Checkliste Wasser:***

- ✓ Schüler und Lehrer an die eventuell vorhandenen Spartasten an den WC-Spülkästen sowie an sparsame Wassernutzung erinnern
- ✓ Gebäudecheck bezüglich tropfender Wasserhähne und Duschen sowie undichter Spülkästen, Dichtungen erneuern\*
- ✓ "Durchflussbegrenzer" an Wasserhähnen und Duschen anbringen\*
- ✓ Volumen von Spülkästen durch Hineinlegen von Gegenständen reduzieren
- ✓ Wasseruhr kontrollieren: Sind Veränderungen feststellbar, obwohl kein Verbrauch stattfindet. Besteht der Verdacht auf einen unentdeckten Wasserrohrbruch?
- ✓ Geschirrspüler und Waschmaschine (falls vorhanden) nur einschalten, wenn sie voll beladen sind
- ✓ Beim Neukauf auf wassersparende Geräte achten (Spülmaschinen, Waschmaschinen)\*

\*mit Kosten verbunden



## 4.6. Abfall

Aus ökologischer Sicht sollte die Abfallvermeidung Priorität besitzen. Es ist allerdings genau zu prüfen, ob mit dem Ziel der Abfallvermeidung umgesetzte Maßnahmen nicht lediglich den Abfall verlagern. Eine solche Verlagerung ist beispielsweise das Entsorgen von Verpackungsmaterialien über die Mülltonne vor der Schule.

Abfallvermeidung ist vor allem bei Verpackungsmaterialien möglich. So sollten die Schüler ihr Frühstück/ihre Jause in Mehrwegverpackungen (z.B. dicht schließende, abwaschbare Behälter anstelle von Alu-Folie)

### **INFO:**

#### **Abfallwirtschaftskonzept**

Sollten Sie sich intensiver mit dem Thema Abfall beschäftigen wollen, können Sie ein fundiertes Abfallwirtschaftskonzept an Ihrer Schule erarbeiten. Gemäß Abfallwirtschaftsgesetz sind in Österreich Schulen verpflichtet, ein solches zu erstellen, wenn mit Stichtag 1.7.1990 mehr als 100 Arbeitnehmer beschäftigt waren. Hilfestellung in Form einer Schulmappe (Handbuch zur Abfallwirtschaftskonzepterstellung) können Sie bei der OÖ. Umweltakademie anfordern.

in die Schule mitbringen. Sinnvoll ist es, Produkte zu bevorzugen, die nicht oder wenig verpackt sind (z.B. Gemeinschafts Kauf größerer Mengen, Mehrweggebinde, Schulmilch-ausgabe mit einer "Stählernen Kuh") und eine höhere Nutzungsdauer aufweisen (z.B. zu beachten beim Schulartikeleinkauf am Schulbeginn).

Der Abfallberg der Schule besteht häufig zum größten Teil aus Papier. Der Papierverbrauch lässt sich z.B. durch zweiseitiges Kopieren einschränken. Beim Kopieren von kleineren Formatvorlagen kann der Tonerverbrauch durch das Herunterklappen des Deckels verringert werden.

Beim unvermeidlich anfallenden Müll sollte durch konsequente Abfalltrennung die Voraussetzung für eine stoffliche Verwertung geschaffen werden. Das Trennen des Abfalls in verschiedene Fraktionen ist zwar aufgrund gesetzlicher Regelungen Pflicht, etwa in Österreich (z.B. biogene Abfälle, Papier), der Nutzer bestimmt aber letzten Endes über seine Trenndisziplin, welcher Anteil des Abfalls über die Mülltonne oder über getrennte Sammlung zu entsorgen ist. Wird die Abfallmenge reduziert, lassen sich auch die Entsorgungskosten senken (z.B. durch Einsparung einer Mülltonne oder Verlängerung des Entsorgungsintervalls).

## 4.7. Reinigung der Klassenräume

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass an manchen Schulen die Schüler für die Sauberkeit in ihren Klassenräumen sorgen. Dadurch lernen sie, Verantwortung zu übernehmen,

und helfen, Kosten zu sparen. Aus ökologischer Sicht ergeben sich insofern Vorteile, dass dadurch ein schulisches Abfallkonzept besser durchgesetzt werden kann.

### ***Checkliste Abfall:***

#### **1. Abfallvermeidung fördern**

- ✓ Verpackungsabfall vermeiden (z.B. Mehrwegverpackung, größere Gebinde)
- ✓ Abfallarmes Angebot an Lebensmitteln und Getränken in der Kantine und bei Automaten durchsetzen
- ✓ Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit und Verwertbarkeit beim Einkauf von Produkten beachten (z.B. Holz- statt Kunststofflineal)
- ✓ Materialien weiterverwenden (z.B. Altpapier zu Notizzwecken; Einsatz gebrauchter Materialien im Werk- und Zeichenunterricht)
- ✓ Kopierer: doppelseitige Kopien, sparsamer Umgang mit Toner (z.B. Vermeidung schwarzer Kopierblätter durch Schließen der Abdeckung beim Kopieren)
- ✓ Von Batterien auf Netzbetrieb bzw. Akkumulatoren umstellen\*

#### **2. Abfalltrennung optimieren**

\*mit Kosten verbunden

## Finanzielle Anreizsysteme: Praxisbeispiele

Bereits seit einigen Jahren laufen in verschiedenen Regionen in Europa Initiativen, Anreizmodelle für energiesparendes Verhalten an Schulen in der Praxis umzusetzen. Die bisherigen Auswertungen zeigen: Bereits im ersten

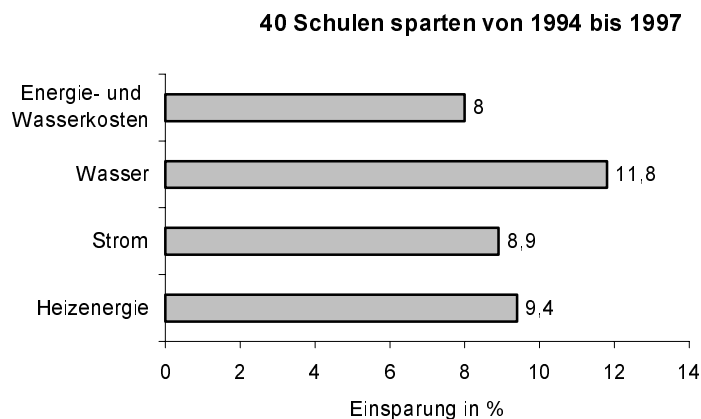
Jahr lassen sich im Schnitt 10% Energie durch richtiges Verhalten einsparen. Bei mehrjähriger Beteiligung kann sich dieser Betrag durchaus verdoppeln.

### Beispiel 1:

#### Energiesparprojekt "fifty/fifty"® in Hamburg

Die Hamburger Umweltbehörde und die Schulbehörde BSJB starteten mit dem Modellversuch "fifty/fifty" bereits 1994. Inzwischen ist ein Dauerprojekt entstanden. Alle 450 Hamburger Schulen haben die Möglichkeit, Energie- und Wassereinsparungen nach dem Aufteilungsschlüssel "Fifty/Fifty" auf

ihrem Schulkonto zu verbuchen. Mehr als 100 Schulen beteiligten sich bis jetzt. Bei ihren Einsparbemühungen erhielten die Schulen fachliche und pädagogische Unterstützung von einem Umweltberatungslehrerteam.



**....und erhielten in den 3 Jahren je 23.400 DM (11.700 EURO)!**

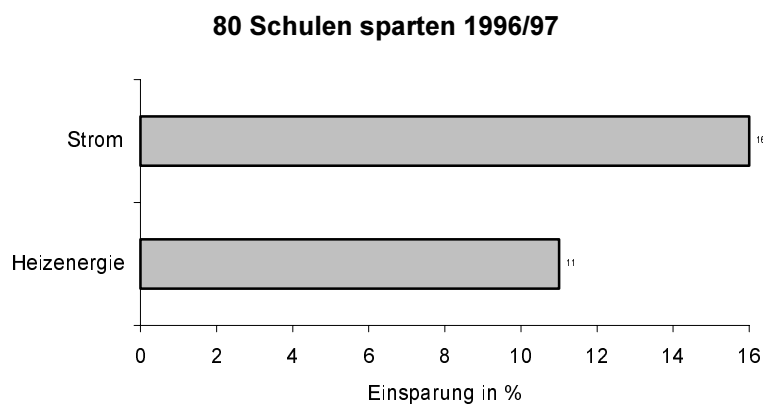
**Kontakt:** Gerhard Nobis, Wolfgang Thiel (Umweltberatungslehrer)  
Umweltbehörde Hamburg - Energieabteilung, Billstr. 84, D - 20539 Hamburg  
Tel.: +049-7880-2223, Fax: +049-7880-2099

## Beispiel 2:

### Gruppe schulinternes Energiemanagement in Hannover

Auch in Hannover startete die Initiative bereits im Jahr 1994. Der Anreizmodus beträgt: 30% der eingesparten Gelder für die Schulen, 30% für den öffentlichen Haushalt, 40% für zusätzliche energetische Maßnahmen. Letzte-

re werden im Projektteam festgelegt. In Folge werden sukzessive weitere Einsparungen erreicht. Bis Anfang 1998 beteiligten sich mehr als 200 Schulen an dem Programm.



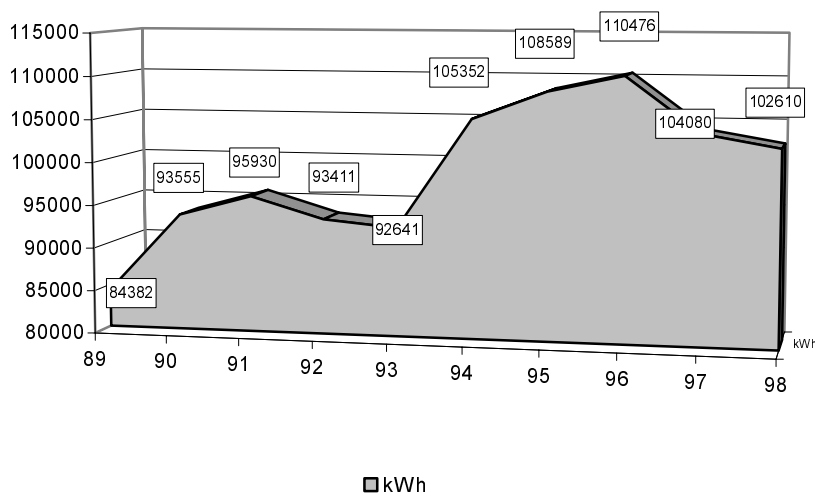
**...und erhielten je 10.400 DM (5.200 EURO)**

**Kontakt:** Dirk Schröder (Dipl. Päd., Energieberatung)  
Energie- und Umweltzentrum am Deister, D - 31832 Springe  
Tel.: +049-5044-97521, Fax: +049-5044-97566

**Beispiel 3:****BONUS-Modell in Oberösterreich**

"BONUS" steht für "Belohnungsmodell für ökologisches Nutzerverhalten an Schulen". Das Projekt wird im Bundesland Oberösterreich seit 1997 beginnend mit fünf Pilotsschulen (drei Pflichtschulen, zwei Berufsschulen) betrieben. Ab 1998 soll eine Breitenwirkung erzielt werden. Für die Aufteilung der eingesparten Energiekosten wird folgender Schlüs-

sel favorisiert: 30% zur freien Verwendung für die Schulen, 40% zweckgebunden für energetische Sanierungsmaßnahmen, 30% zur freien Verwendung für den Schulträger. Die Umsetzung eines Bonusmodells bereitet bei verschiedenen Schultypen aufgrund der fehlenden Schulautonomie Probleme.

**Stromverbrauch**

**Kontakt:** Andreas Drack (Dipl.Ing.)  
 O.ö. Umweltakademie, Stockhofstr. 32, A - 4021 Linz  
 Tel.: +043-732-7720-4411, Fax: +043-732-7720-4420  
 e-Mail: andreas.drack@ooe.gv.at

## Beispiel 4:

### Bonusmodelle in Berlin

Seit 1995 wird in Berlin an der Einführung finanzieller Anreizsysteme zum Energiesparen an Schulen gearbeitet. Ein spezifisches Berliner Problem sind die zwischen Senat und Bezirk aufgesplitteten Schulkompetenzen: Während der Senat die Rahmenbedingungen festzulegen hat, entscheiden die einzelnen Bezirke über Form, Einführung und Umset-

zung von Bonusmodellen. Als erster Bezirk hat Köpenick 1996 mit dem Projekt "Hälfte/Hälfte" begonnen. Mitte 1998 führten mindestens 13 Berliner Bezirke unterschiedliche Modellprojekte unter Einbeziehung von ca. 150 Schulen durch. Erste ermutigende Ergebnisse liegen bereits vor.

**Kontakt:** Malte Schmidhals, Hartmut Oswald  
Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UFU) e.V.  
Friedrichstr. 165, D - 10117 Berlin  
Tel./Fax: +040-30-2043549

## Beispiel 5:

### Selbstbewirtschaftung am St. Dominic's College

Im St. Dominic's Sixth Form College wie auch in vielen anderen britischen Schulen wurde in der Vergangenheit eine weitgehende Finanzautonomie eingeführt. Das bedeutet, dass die Schulen pauschale Zuweisungen erhalten, die sich nach der Schülerzahl und dem vermittelten Lehrstoff richten. Aus diesen Mitteln müssen alle anfallenden Ausgaben inklusive der Energie-, Wasser- und Müllkosten bestritten werden. Daher kommen Einsparungen den Schulen zu 100 % zugute, was einen großen Anreiz zur Durchführung von,

auch umweltrelevanten, Sparmaßnahmen darstellt.

Ein "internes" Bonusmodell, bei dem ein bestimmter Anteil der eingesparten Mittel für solche Ausgaben reserviert wird, an denen Schüler, Lehrer, die Hausmeister und etwaige externe Nutzer ein besonderes Interesse haben, könnten diese noch stärker zu energiesparendem Verhalten motivieren.

**Kontakt:** Celia Heath, Trevor Newson  
St. Dominic's Sixth Form College, Mount Park Avenue  
GB - HA13HX Harrow-on-the-Hill  
Tel.:+044-181-422-8084, Fax:+044-181-422-3759

## **Mustervereinbarung**

Zwischen [Schule] und [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)
- Elektrischer Energie<sup>2</sup>

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 nichtinvestiven Einsparmaßnahmen bei Wärme, Strom, Abfall und/oder Wasser in der Schule verantwortlich ist. In der AG sollen Hausmeister, Lehrkräfte, Schüler 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, Die Schule an den Einsparungen zu beteiligen, entweder in Form eines fixen Bonus (Geldbetrag oder Sachleistung) oder einer erfolgsabhängigen Prämie gemäß §5 .

---

<sup>2</sup> Die Bereiche Abfall und Wasser können in die Vereinbarung aufgenommen werden. Zur Ermittlung der Kostensparnis werden dabei die eingesparten Entsorgungskosten bzw. Wasserkosten herangezogen.

---

#### **§4 Festlegung der Energiekosteneinsparung**

Als Zeitpunkt für den Beginn des Projektes, Bezugsgrößen sowie Stichtag der jährlichen Abrechnung werden gemeinsam festgelegt (Mittelwert der vergangenen Jahre, Korrekturen für die Witterung oder anderer, den Verbrauch wesentlich beeinflussender Änderungen bereits berücksichtigt):

Beginn des Projekts: \_\_\_\_\_

Bezugsverbrauch für Wärme: \_\_\_\_\_

Bezugsverbrauch für Strom: \_\_\_\_\_

Bezuganschlußwert: \_\_\_\_\_

Bezugsleistung: \_\_\_\_\_

Stichtag der jährlichen Abrechnung: \_\_\_\_\_

Die Differenz des jeweiligen Bezugswertes zum im Projekt festgestellten und korrigierten Energieverbrauch bzw. Leistungswertes multipliziert mit den aktuellen, spezifischen Kosten (z.B. pro kWh, pro KW) stellt die eingesparten Kosten dar.

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 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 Schulen.

#### **§6 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 §4).

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.

#### **§7 Inkrafttreten und Laufzeit**

Die Vereinbarung tritt am \_\_\_\_\_ in Kraft und ist zunächst auf \_\_\_\_\_ Jahre befristet.

Die Vergleichswerte bleiben während dieser Zeit unverändert.

Beide Parteien können eine Verlängerung vereinbaren.



## Literatur

### **Energiespar-Infos, allgemein:**

Die energiesparende Heizung. 2. Auflage, 1997. Hrsg.: O.ö. Umweltakademie beim Amt der o.ö. Landesregierung, Linz.

Energiesparratgeber. Strom im Haushalt. Wie Sie im Haushalt Ihre Energiekosten senken. 1996. Hrsg.: Forum Haushalt 2001, Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, Wien.

Energiespar-Tips für Kids. Energiespar-Abenteuer mit Jennifer, Jan & Joghurt. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn.

Energiespartips Haus und Auto. 3. Auflage, 1996. Hrsg.: O.ö. Umweltakademie beim Amt der o.ö. Landesregierung, Linz.

Energie verwenden, nicht verschwenden. Tips & Tricks. Experimente zum Selbermachen. Das Magazin zur Aktion Energie, einer Initiative des ORF in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie und dem OÖ Energiesparverband. Hrsg.: Hörfunk Marketing, Wien.

GRAUPE, F. & W. NEUMANN, 1990: 222 Energiespartips. Das umfassende Nachschlagewerk für jeden, der mit dem Energiesparen sofort beginnen will. Orac Buch- und Zeitschriftenverlag, Wien.

KLEMENT, R., PLEISCHL, H. & E. EIBL, 1986: Drei auf Draht. 101 Stichwörter der Energie. Jugend und Volk Verlagsgesellschaft, Wien.

Klimaschutz am Arbeitsplatz. Leitfaden für Energiesparaktionen in Bürogebäuden. 1997. Hrsg.: Kombinierte Energiespar- und Beschäftigungsprojekte aus Berlin gGmbH, Berlin.

SCHMIDTHALS, M. & H. OSWALD, 1996: Energie und Umwelt. Teil 1: Grundlagen. 2. Auflage. Hrsg.: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin.

Technische Anweisungen Nr. 11. Elektro für den Betrieb. 1997. Hrsg.: Umweltbehörde Hamburg, Fachamt für Energie und Immissionsschutz, Referat Energiewirtschaft, Hamburg.

Treibhauseffekt. Persönliche Klimabilanz. 2. Auflage, 1997. Hrsg.: O.ö. Umweltakademie beim Amt der o.ö. Landesregierung, Linz.

### **Energiesparen an Schulen, allgemein:**

Erste Schulische Umweltgespräche in Niedersachsen. Schule als Zukunftsinvestition - Kommune zwischen Sparzwang und Kreativität. 1996. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Umwelt-erziehung e.V., Hamburg.

Umweltschutz in Schulen, Tilman Langner; Umweltbüro Nord e.V., Pöglitz (1998)

Finanzielle Anreizmodelle zum Energiesparen an Schulen (Tagungsband), Hrsg. Unabhängiges Institut für Umweltschutz (UfU) e.V.; Berlin 1997

Netzwerk. Die Zeitung für kommunale Umweltprojekte. Ausgabe Nr. 7: LehrerInnen als Forscher. November 1996. Hrsg.: Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

Schule und Energiezukunft in Europa. 1997. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Umwelterziehung e.V., Hamburg.

### **Unterrichtsbefehle und -materialien:**

Beispiele. In Niedersachsen Schule machen. Heft 4/92: Schwerpunkt: Umwelterziehung, Müllvermeidung. Dezember 1992, 10. Jahrgang . Hrsg.: Friedrich Verlag in Velber und Niedersächsisches Kultusministerium.

Empfehlungen zur Umweltbildung in allgemeinbildenden Schulen. Teil II: Ideenbörse. Beispielhafte Unterrichtsvorhaben und -ideen für eine handlungsorientierte Umweltbildung. 1993. Hrsg.: Niedersächsisches Kultusministerium, Referat Presse und Öffentlichkeitsarbeit, Hannover.

Energie konkret. Einstiegsvorschläge zur Auseinandersetzung mit dem Thema Energie. Eine Unterrichtshilfe für Berufsschulen im Rahmen des Projektes Tatbeweis Energie. 1993. Hrsg.: Schweiz, Zentrum für Umwelterziehung des WWF, Zofingen.

Energiesparen in der Schule. Arbeitsblätter, Lösungshilfen, Kopiervorlagen. 1. Auflage, 1996. Hrsg.: Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e.V., Frankfurt/Main.

Energiesparen. Unterrichtshilfen für die Grundschule. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn.

Laßt die Sonne rein! (Materialsammlung), Hrsg. Greenpeace, GEW 1996

SCHMIDTHALS, M. & H. OSWALD, 1995, 1997: Energie und Umwelt. Projekte und Exkursionsziele für den Unterricht, für Arbeitsgemeinschaften und für Projektstage (Teil2), Kopiervorlagen (Teil3). Hrsg.: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V., Berlin.

Umwelterziehung. Nr. 1d/97, 1997. Hrsg.: Umweltdachverband ÖGNU, Wien.

Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie, Sekundarstufe I. Heft 6: Energie und Umweltschutz. 1. Auflage, 1996. Hrsg.: Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft e.V., Frankfurt/Main.

### **Konkrete Projekte:**

ESCHNER, J.; WOLFF J. & W. SCHULZ, 1991: ASKA - eine Schule spart Energie. Hrsg.: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel.

Fifty/Fifty. Hamburgs Schulen schalten auf Spargang. 1996. Hrsg.: Umweltbehörde Hamburg - Energieabteilung, Hamburg.

MICHELSEN, G. & M. SCHULTE, 1995: Energieeinsparung in Schulen durch Änderung des Nutzerverhaltens. Evaluation eines Projekts im Rahmen des Energiesparprogramms der Landeshauptstadt Hannover. Bericht zur Pilotphase. Hrsg.: Institut für Umweltwissenschaften der Universität Lüneburg, Lüneburg.

Öfter mal abdrehen. Klimaschutz durch Energiesparen. Ein Projekt für die Schulen im Regierungsbezirk Lüneburg. Hrsg.: Das Dreh' Ab Team, Niedersächsische Energieagentur GmbH, Hannover.