

# Unterrichtseinheit

## Orientierung im Dschungel der Energiedaten

Erhebung, Verwaltung und Interpretation von  
Schulverbrauchsdaten (Energie und Wasser)  
im Informatikunterricht der Sekundarstufe I

erstellt von:

**Jörg Eschner**, Askanische Oberschule Berlin-Tempelhof und

**Hartmut Oswald**, Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V., Berlin

im Auftrag von:

**Berliner ImpulsE**

Berlin, Januar 2000

# Inhalt

<b>1. Einführung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Inhalt und pädagogische Zielstellung</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Voraussetzungen</b> .....	<b>5</b>
3.1. Welche Energie wird in der Schule verwendet? .....	5
3.2. Wie oft soll abgelesen werden? .....	8
3.3. Gerätebedarf .....	9
<b>4. Durchführung</b> .....	<b>11</b>
4.1. Vorüberlegungen, Vorarbeiten .....	11
4.2. Notwendiges Material für den Beginn des Unterrichts:.....	12
A. Wir berechnen mit Papier und Bleistift und präsentieren: .....	13
B. Einführung in das Kalkulationsprogramm von StarOffice am Beispiel der Energiedatenverwaltung einer Schule .....	13
Eingabe der abgelesenen Daten .....	13
Auswertung des Verbrauchs elektrischer Energie .....	15
Auswertung des Heizenergieverbrauchs .....	18
Probleme bei der Datenerhebung - Lösungsvorschläge.....	18
<b>5. Beispiel: Ergebnisse der Energiedatenauswertung der Askanischen Oberschule</b> .....	<b>20</b>
5.1. Ergänzungen in den Tabellen.....	20
5.2. Erstellung der Diagramme .....	20
5.2. Interpretation der Diagramme.....	21
<b>Quellen, weiterführende Literatur</b> .....	<b>24</b>
<b>Anlagen</b> .....	<b>25</b>
1. Checklisten .....	
2. Informationen zur Zählerbeschreibung.....	
3. Geräte- und Preisübersicht, Schaltbild .....	
4. Adressen .....	

# 1. Einführung

Der Einsatz von Energie wirft bekanntermaßen eine Vielzahl von Problemen auf: Es sei hier nur ohne weitere Erläuterung auf unterschiedlichste Umweltbelastungen, auf die negative Beeinflussung des Klimas und nicht zuletzt auf die Kosten verwiesen, die im allgemeinen mit unserem Energieverbrauch verbunden sind. All dem kann man entgegenwirken, in dem man den Energieeinsatz z.B. durch bewussten Umgang mit Energie senkt.

Eine Voraussetzung für die Effizienz von Energiesparbemühungen ist es, sich zunächst über Art und Umfang des Energieeinsatzes für einen bestimmten Zweck - hier den Betrieb einer Schule - Klarheit zu verschaffen. Dies soll die vorgestellte Unterrichtseinheit ermöglichen: Im Laufe des Schuljahres sammeln Schüler, z.B. im informationstechnischen Grundkurs (ITG) der 9. Klasse oder einer Energie-AG, die für eine solche Analyse wesentlichen Energieverbrauchsdaten und lernen, diese auszuwerten und zu interpretieren.

Der Schule und den zuständigen Sachbearbeitern im Bezirksamt steht mit dieser Arbeit eine immer aktuelle Datenbasis zur Verfügung, die differenziertere Analysen und Aussagen ermöglicht als die obligatorische Datenerhebung durch den Hausmeister. Eingesetzt werden können die Daten

- schulintern für Bemühungen zum Energiesparen (z.B. im Rahmen von „fifty/fifty“)
- in anderen Fächern wie Mathematik, Physik, Chemie, Biologie als aktuelles Hintergrundmaterial bzw. als Zahlenbeispiele zu vielen Themen
- vom Hausmeister, um Fehlfunktionen z.B. der Haustechnik schnell zu erkennen und darauf zu reagieren
- für den Vergleich des Energieeinsatzes in unterschiedlichen Schulgebäuden
- bei der Planung von investiven und nichtinvestiven Maßnahmen zur Senkung des Energieeinsatzes (z.B. Hausmeisterschulung).

In der Unterrichtseinheit ist ein einfacher Einsatz von Informationen aus dem Internet, d.h. der Umgang mit diesem Medium, vorgesehen. Natürlich können Arbeitsergebnisse auch in die schuleigene Homepage integriert werden, bzw. es kann im Internet untersucht werden, was andere Schulen in diesem Zusammenhang erarbeitet haben.

Mit dieser Unterrichtseinheit kann das Thema „Umgang mit Energie“ in einen Bereich des Regelunterrichts einer Schule und damit ins alltägliche Schulleben integriert werden. Mit den Lernergebnissen der Unterrichtseinheit erwerben die Schüler themenrelevantes Fachwissen und Handlungskompetenz. Beides kann über seinen Einsatz in der Schule hinaus im späteren Privat- wie Berufsleben bei Energieverbrauchsanalysen angewandt werden.

Es ist sinnvoll und nur mit geringer Mehrarbeit verbunden, in Datenaufnahme und -auswertung auch den Wasserverbrauch mit einzubeziehen. Da es sich bei Energie und Wasser um sehr unterschiedliche „Mengen“ handelt, ist dies im Text nicht immer ausgeführt.

## 2. Inhalt und pädagogische Zielstellung

Das vordergründige Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es, in die Grundfunktionen einer Tabellenkalkulation einzuführen: Die Schüler lernen, was ein Kalkulationsprogramm ist und wozu man es verwenden kann. Im Rahmen der Arbeit wird wie üblich eine Vielzahl von einschlägigen Begriffen und Funktionen erläutert. Darin unterscheidet sich diese Einheit nicht von vielen, wie sie z.B. in Lehrbüchern publiziert sind. Im Gegensatz zu diesen wird hier jedoch grundsätzlich nicht mit fiktiven, sondern immer mit realen, aktuellen Daten gearbeitet. So bietet sich die Möglichkeit, die Schüler auch dadurch zur Mitarbeit zu motivieren, dass man sie im Gespräche/Kontakt mit dem Hausmeister, mit Sachbearbeitern des Bezirksamtes oder mit älteren Schülern, die mit ihren Daten und Ergebnissen arbeiten, erfahren lässt, dass ihre Arbeit über das Lernen hinaus praktische Relevanz hat. Dabei lässt sich die Qualität der Ergebnisse u.a. an ihrer praktischen Verwendbarkeit erkennen. Die Berührungsebenen zwischen ITG und Praxis sind in der Einführung im einzelnen beschrieben.

Im Hintergrund der Arbeit werden, ohne dass sie direkt angesprochen werden, noch andere Ziele verfolgt. Die Schüler

- übernehmen Verantwortung bei der regelmäßigen und sorgfältigen Datenaufnahme: Fehler, Vergessen führen zu erheblicher Mehrarbeit im Kurs oder können ggf. bisher erarbeitetes bedeutungslos werden lassen.
- lernen unter dem Aspekt „Energieeinsatz“ ihr Schulgebäude näher kennen.
- können über Fragen zu den Ergebnissen ihrer Arbeit zwanglos ohne „erhobenen Zeigefinger“ an einfache Grundregeln im Umgang mit Energie in der Schule herangeführt werden (siehe Checkliste in Anlage 1).

Die Unterrichtseinheit bietet Möglichkeiten zur Leistungsdifferenzierung und zu selbständiger Fortführung der Arbeit mit jeweils eigenen inhaltlichen Schwerpunkten.

Für den Kursleiter bietet diese Einheit die Möglichkeit, ohne Mehrarbeit einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Gleichzeitig liefert der Kurs mit seinen Ergebnissen aber auch einen Beitrag zur Senkung der Energiekosten, woraus sich die Berechtigung von Zahlungen des Bezirksamtes an die Schule (z.B. im Rahmen des Anreizsystems „fifty/fifty“) ableiten lässt, da sich bei Kooperation eine Entlastung der im Amt zuständigen Sachbearbeiter ergibt.

Im allgemeinen steht für den Kurs ITG ein Drittel des Schuljahres zur Verfügung. Mit drei aufeinanderfolgenden Gruppen ist dadurch eine fortlaufende Energiestatistik für ein Schuljahr gewährleistet, ohne dass die Schüler durch das Thema ermüdet werden.

Innerhalb der Schule bietet sich eine Kombination dieser UE mit den anderen der bei ImpulsE erschienenen Reihe an: der „Energiesparwoche“ - „eine Verhaltensschulung zum sparsamen und bewussten Umgang mit Energie“, und der „Aufnahme und Präsentation eines Schultemperaturprofils“ - „Ist unsere Schule eine Sauna?“. Im weiteren kann mit den Daten zum Thema „Energieumwandlungen“ im Physikunterricht der 10. Klasse bzw. in den gleichnamigen Grundkursen gearbeitet werden, wenn man dort den Energieeinsatz im Schulgebäude zum Leitthema wählt. Im Fach Chemie lässt sich auf der Datenbasis die Umweltbelastung durch die Schulheizung berechnen. Schließlich bieten sich die Daten als Arbeitsgrundlage für Arbeitsgruppen bei Projekttagen oder für die Arbeit einer Energie-AG an.

## 3. Voraussetzungen

### 3.1. Welche Energie wird in der Schule verwendet? - Kurze Erläuterung der üblichen Zähler und der abzulesenden Daten

In der Vorbereitung der Unterrichtseinheit muss geklärt werden, welche Energien im Schulgebäude für welchen Zweck zum Einsatz kommen. Dazu ist es sinnvoll, mit dem Hausmeister und/oder einem Sachbearbeiter des Heiz- und Maschinenamtes die entsprechenden Anlagen (Heizung, elektrischer Hauptanschluss mit Zählern, Standort der Wasseruhr usw.) zu besichtigen. Dabei kann festgestellt werden, mit welchen Zählern welche Energien gemessen werden und wie die Schüler einmal wöchentlich an diese Zählerdaten kommen können (siehe auch: 3c Gerätebedarf).

Wenn möglich, sollte für diesen Einstieg in die Arbeit an der Unterrichtseinheit auch ein Energieberater für Schulen z.B. vom UfU (Adresse siehe Anlage 4) hinzugezogen werden, damit sofort erörtert werden kann, was von dem Gesehenen in welcher Form in den Unterricht eingebracht werden kann.

#### Elektrische Energie

Elektrische Energie wird in der Schule für die Beleuchtung von Klassenräumen und Fluren, für die Heizungspumpen und schließlich für eine Vielzahl von Medien (Computer, Kopierer, Overhead-Projektor, usw.) sowie diverse Kleingeräte verwendet. In einigen Schulen wird auch Warmwasser in größerem Umfang mit Strom bereitet, es wird in der Schulkantinen elektrisch gekocht oder es laufen große Maschinen in der Berufsausbildung.

Nur in seltenen Fällen wird die elektrische Energie noch mit den aus dem Privathaushalt bekannten **Rollenzählwerken** gemessen. Sie zeigen an, wieviel Energie seit Installation des Zählers dem nachgeschalteten Hausnetz entnommen wurde.

***Im Rahmen der Datenerfassung muss eine Zahl, der aktuelle Zählerstand, notiert werden. Will man den Energieverbrauch in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man den Zählerstand vom Anfang dieser Periode von dem am Ende.***

Unter Umständen muss das Ergebnis der Subtraktion noch mit einem konstanten Faktor multipliziert werden, falls ein Zähler mit Messwandler installiert ist. Dies ist am Zähler erkennbar bzw. kann ggf. beim Energieversorger (Bewag: Tel. 267-24671) nachgefragt werden.

Im allgemeinen werden **Leistungszähler mit gleitender 96-Stunden-Messperiode** verwendet. Auch hier kann ein Messwandler installiert sein. Diese Zähler bieten aus tariflichen Gründen außer dem Energieverbrauch eine Vielzahl weiterer Daten an. Hinter Kennziffern werden diese in stetem Wechsel angezeigt (siehe z.B. Bewag-Infoblatt in Anlage 2; im übrigen sind vergleichbare Informationen beim jeweils zuständigen Energieversorger erhältlich).

In unserem Zusammenhang sind vier Werte von Interesse, auf deren Bedeutung unter 4. noch näher eingegangen wird:

- nach der 1: der bisherige Höchstwert (LW),
- nach der 2: die Anzahl der Tage zwischen der letzten Zählerrückstellung und dem Auftreten des unter 1 gespeicherten Wertes,
- nach der 4: der Energieverbrauch in der Hochtarifzeit (HT, von 6.00 bis 22.00 Uhr),
- nach der 5: der Energieverbrauch in der Niedertarifzeit (NT, von 22.00 bis 6.00 Uhr),
- nach der 8: die Summe der Werte von 4 und 5 (nicht immer gegeben).

***Im Rahmen der Datenerfassung sollten – falls getrennt nach HT und NT abgerechnet wird - die genannten fünf Zahlen bei allen interessierenden Zählern notiert werden. Sonst genügen die Werte nach 1, 2 und 4. Will man den Energieverbrauch HT in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man den Zählerstand nach der 4 vom Anfang dieser Periode von dem am Ende.***

Zur Orientierung: Im Schuljahr 1998/99 zahlte das Bezirksamt Berlin-Tempelhof ca. 20 Pf/kWh (+ 16 % Umsatzsteuer) je Kilowattstunde Stromverbrauch in der Askanischen Oberschule. Die jährlichen Stromkosten, welche sich aus dem verbrauchsabhängigen Arbeitspreis und dem von der in Anspruch genommenen Leistung (Leistungswerte) abhängigen Leistungspreis zusammensetzt, beliefen sich für rund 93.600 kWh auf ca. 36.400 DM.

## **Heizen mit Gas**

Wie bei Strom- ist es auch bei Gaszählern möglich, dass es mehrere im Gebäude gibt. Sinnvoll ist es im allgemeinen, nur Zähler für Heizungsgas in diese Datenerfassung aufzunehmen, da der Verbrauch von Gas in naturwissenschaftlichen Laboren und Schulküchen (für Lehrzwecke) meist verhältnismäßig gering ist - „Sparen“ ließe sich hier nur durch Eingriffe in die pädagogische Freiheit der betroffenen Kollegen.

Die Gaszähler für das Heizungsgas geben - anders als Gaszähler im privaten Haushalt - „Norm-Kubikmeter“ an: Der Energiegehalt des Gases ist nicht nur vom bezogenen Volumen abhängig sondern auch vom Druck und von der Temperatur, mit dem/der es der Versorgungsleitung entnommen wird. Diese Größen werden gemessen und mit dem Volumen zu den genannten Norm-m<sup>3</sup> umgerechnet.

Erwähnt werden muss schließlich, dass sich im Laufe der Zeit auch die Zusammensetzung des Gases geringfügig ändert. Deswegen kann man erst der GASAG-Rechnung den genauen Energiegehalt der bezogenen Gasmenge entnehmen. Diese Schwankungen sind aber so geringfügig (ca 2 %), dass sie in unserem Zusammenhang vernachlässigt werden können.

Aus der Volumeneinheit Nm<sup>3</sup> erhält man mit ausreichender Genauigkeit den Energiegehalt in kWh, wenn man das gemessene Volumen mit 11,1 multipliziert: 1 Nm<sup>3</sup> entspricht 11,1 kWh. Abgerechnet wird über die Energiemenge, also über die bezogenen kWh. Der für den betrachteten Zähler aktuell gültige Gaspreis kann bei der GASAG erfragt werden (Abt. Verbrauchsabrechnung, Tel. 7872-1922).

***Im Rahmen der Datenerfassung muss eine Zahl, der aktuelle Zählerstand, notiert werden. Will man den Energieverbrauch in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man den Zählerstand vom Anfang dieser Periode von dem am Ende.***

Der Erdgasverbrauch für die Heizung ist witterungsabhängig. Im Abrechnungszeitraum 1998/99 wurden an der Askanischen Oberschule 974 MWh verbraucht. Die Kosten dafür betragen – bei einem Tarif von Tempelhof ca. 4 Pf/kWh (+ 16 % Umsatzsteuer) für das Heizgas – ca. 42.500 DM.

## **Heizen mit Fernwärme**

An der Übergangsstation sind in den meisten Schulen inzwischen Energiezähler montiert, die die abgenommene Wärmeenergie in MWh angeben.

***Im Rahmen der Datenerfassung muss hier also eine Zahl, der aktuelle Zählerstand, notiert werden. Will man den Energieverbrauch in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man den Zählerstand vom Anfang dieser Periode von dem am Ende.***

## Heizen mit Öl

Die Datenerhebung ist meist etwas komplizierter als die bisher beschriebenen: Tankuhren müssen oft manuell zum Ablesen betätigt werden oder die im Tank vorhandene Ölmenge wird grob mit einem Peilstab ermittelt. Beides kann nur der Hausmeister oder Haustechniker bzw. ein eingewiesener Lehrer vornehmen. Behelfsmäßig können sonst nur die Betriebsstundenzählerstände der Brenner für den Energieeinsatz herangezogen werden: Wenn Brenner mit konstanten Leistungsstufen installiert sind, so sind deren Betriebsstunden angenähert proportional zum Energieeinsatz. Den notwendigen Faktor erhält man, indem man die über einen längeren Zeitraum verfeuerte Ölmenge durch die in dieser Zeit angefallenen Brennerbetriebsstunden teilt.

***Im Rahmen der Datenerfassung müssen entweder die Tankuhr-/Peilstab-Ablesungen oder die aktuellen Zählerstände notiert werden. Will man den Heizenergieverbrauch in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man die Tankuhr-/Peilstab-Ablesung bzw. die Zählerstände der Brennerbetriebsstundenzähler vom Anfang dieser Periode von dem am Ende und multipliziert das Ergebnis ggf. mit dem genannten Faktor.***

## Heizen mit Kohle

Die Menge der in einer Woche verheizten Kohle kann meist nur sehr grob geschätzt werden, u.U. füllt ein freundlicher Heizer Strichlisten über die in die Öfen eingefüllten Kohleloren. Da es nur noch wenige Schulen mit Kohleheizung gibt, die zudem meist in den nächsten Jahren umgerüstet werden sollen, wird auf diese Heizungsart und die zugehörige Datenerhebung in diesem Rahmen nicht weiter eingegangen.

## Wasser

Wasseruhren sind nicht immer problemlos zu erreichen, aber leicht abzulesen. In den meisten Fällen empfiehlt sich daher die Installation eines Kameramoduls. In Zahlen werden die abgenommenen m<sup>3</sup> angegeben, dahinter zeigen Zeigeruhren insgesamt vier Dezimalen an.

***Im Rahmen der Datenerfassung muss eine Zahl, der aktuelle Zählerstand, notiert werden. Will man den Wasserverbrauch in einer bestimmten Zeitperiode bestimmen, so subtrahiert man den Zählerstand vom Anfang dieser Periode von dem am Ende.***

## Witterungsdaten

Der Bedarf an Heizenergie ist unter anderem von der Witterung abhängig: Je kälter es ist, desto mehr Wärmeenergie strömt bei gleicher Innentemperatur durch die Gebäudehülle nach außen, muss also aus dem Heizungskeller nachgeliefert werden. Ein Maß für den witterungsbedingten Heizenergiebedarf ist der täglich von Meteorologen bestimmte **Heizgradwert** (Definition siehe unten) bzw. die Gradtagszahl. Der Heizgradwert des jeweils vergangenen Tages kann während der Heizperiode vom 1.10. bis zum 30.4. für Berlin aus dem Internet geladen werden: [http://grobi.met.fu-berlin.de/index\\_wetter](http://grobi.met.fu-berlin.de/index_wetter), dort findet er sich auf der Seite „Wetterbeobachtungen aus Berlin-Dahlem“. Im übrigen haben die Heiz- und Maschinenämter der Bezirke einige Tage nach Monatsbeginn Datenblätter des meteorologischen Instituts der FU, denen u.a. die Heizgradwerte für alle Tage des Vormonats entnommen werden können.

Der witterungsbereinigte spezifische Heizenergieeinsatz in einem Gebäude wird dann durch den Quotienten:

$$\frac{\text{eingesetzte Heizenergie in einem Zeitraum}}{\text{Summe der Heizgradwerte im Zeitraum}}$$

bestimmt, dieser Quotient ist das Vergleichsmaß, mit dessen Hilfe Einsparungen abgeschätzt werden können.

**Im Rahmen der Datenerfassung muss täglich der Heizgradwert aus dem Internet abgerufen werden. Im Unterricht muss dann die Summe der Tageswerte für den betrachteten Zeitraum, also die vergangene Woche, notiert und wie beschrieben durch Bildung des Quotienten zum Heizenergieverbrauch in Bezug gesetzt werden. Alternativ können die Heizgradwerte den Datenblättern der Bezirkeämter entnommen werden** - die Ergebnisse der Auswertung liegen dann allerdings nicht in möglicher Aktualität vor.

Der **Heizgradwert** wird durch das Meteorologische Institut der Freien Universität Berlin nach folgender Formel berechnet:

$$H = (20^{\circ}\text{C} - t_m) \cdot (1 + 0,05 \cdot (v_b - v_m))$$

Darin bedeuten:

$t_m$ : Tagesmitteltemperatur

$v_b$ : mittlere Windgeschwindigkeit des Tages

$v_m$ : mittlere Windgeschwindigkeit für die Zeit Oktober - April  
( $v_m$  für Dahlem: 3,3 Beaufort)

### 3.2. Wie oft soll abgelesen werden?

Die Erfahrung hat gezeigt, dass es empfehlenswert ist, die Zählerdaten einmal wöchentlich zu erfassen. Häufigeres Ablesen führt langfristig zu unübersichtlichen Datenmengen. Außerdem verliert die Auswertung an Aussagekraft in der aktuellen Betrachtung, da den Schülern die Ergebnisse nicht hinreichend begründet bzw. interpretiert werden können: Sie sind zu stark durch übliche statistische Schwankungen beeinträchtigt. Damit besteht die Gefahr, dass der Sinn der Unterrichtseinheit aufs Spiel gesetzt wird.

Der Energieeinsatz in der Schule ist im wesentlichen von Jahreszeit und Wetter abhängig. Die jeweils „vergangene Woche“ hat man, was das Wetter betrifft, meist noch ungefähr in der Erinnerung und man weiß auch noch, ob es im Schulbetrieb Abweichungen vom „Normalen“ gab, so dass sich der festgestellte Energieverbrauch bzw. Änderungen im Vergleich mit der Woche davor deuten lassen.

Die Verwaltung lässt den Hausmeister die Daten zu jedem Monatswechsel ablesen. Aus folgenden Gründen ist diese Routine für das hier vorgeschlagene Projekt nicht ausreichend:

1. Die Auswertung soll es u.a. ermöglichen, technische Mängel der Anlagen, die den Verbrauch erhöhen, ohne dass sie zu im Schulalltag erkennbaren Veränderungen führen, schnell erkannt und behoben werden können (häufige Beispiele: Wasserrohrbruch, Vergessen einer Heizungsumstellung).
2. Langfristig ist es sinnvoll, die Datensammlung und Auswertung so anzulegen, dass auch verschiedene Schuljahre (z.B. gleiche Kalenderwochen) miteinander verglichen werden können. Auf diese Weise können Erfolge beim Energiesparen (z.B. im Rahmen von „fifty/fifty“) dokumentiert werden. Da Schulferien in jedem Jahr in den Monaten anders liegen, sind in diesem Zusammenhang monatliche Verbrauchswerte nicht aussagekräftig.
3. Die wöchentliche Ableseroutine ist schließlich auch dem Schulrhythmus gut angepasst: Die Zähler können von Schülern z.B. vor einer geeigneten ITG-Stunde (Ausgabe des Monitors - siehe dazu 3c - zu Beginn einer Pause) abgelesen werden, so dass die

frischen Daten einerseits für den Unterricht zur Verfügung stehen, andererseits auch die Kontrolle besteht, dass die Daten aufgenommen wurden.

Für den Anfang ist es vielleicht möglich, den Hausmeister um den für das Ablesen notwendigen Gang zu bitten, allerdings kommen nur wenige Hausmeister dieser Bitte über einen längeren Zeitraum zuverlässig nach. Bis zu einer endgültigen Lösung des Problems der Datenerfassung durch Schüler kann vielleicht auch der unterrichtende Lehrer vom Hausmeister einmal in der Woche den Schlüssel für die Betriebsräume erhalten und die Zähler ablesen, da Schüler aus Sicherheitsgründen diese Räume allein nicht betreten dürfen. Im Rahmen der Besichtigung sollte deswegen überlegt und entschieden werden, ob und mit welchen der unter 3c vorgeschlagenen Geräte die Zählerablesung selbstständig durch Schüler vorgenommen werden kann. Zur Erprobung kann ggf. ein installationsbereiter Kamera- und Monitormodulsatz beim UfU (Adresse im Anhang) ausgeliehen werden.

### **3.3. Gerätebedarf**

In den Abschnitten 3a und 3b wurde angedeutet, dass es im allgemeinen nicht möglich ist, die hier nötigen Zählerdaten durch Schüler ablesen zu lassen, da sie aus Sicherheitsgründen die technischen Betriebsräume, in denen sich die Zähler meist befinden, nicht allein betreten dürfen.

Um die Daten in den „öffentlichen“ Bereich der Schule zu transportieren, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

Die einfachste - allerdings auch teuerste -, die sich aus Kostengründen nur bei Neuinstallation von technischen Anlagen anbietet: Man bittet den entsprechenden Energielieferanten, z.B. die BEWAG oder die GASAG, die Anzeigen ihrer Energiezähler in den Eingangsraum der Schule zu übertragen bzw. die Zähler so zu installieren, dass sie von Schülern abgelesen werden können. Der nachträgliche Einbau solcher Anlagen ist meist nicht mit üblichen Standardkomponenten realisierbar, so dass sich Arbeits- und Material-/Gerätekosten auf mehrere tausend Mark belaufen können.

Wesentlich billiger und damit aus dem Lehrmittelletat finanzierbar die folgende: Man montiert vor den betreffenden Zählern jeweils ein Kameramodul - ggf. mit einer Möglichkeit, den Zähler zu beleuchten - wie es in Elektronikfachgeschäften erhältlich ist, führt eine Leitung mit Steckeranschluss von diesem Modul in den öffentlich zugänglichen Bereich. Der Stecker kann ggf. in einem Kästchen an der Wand aufbewahrt werden. Zur Ablesung schließt ein Schüler ein passendes - batteriebetriebenes - Monitor-Modul an den Stecker an und kann auf dem Monitor die Daten ablesen, ohne den Betriebsraum zu betreten. In Anlage 2 sind Schaltbilder und Stück-/Preis-Listen zusammengestellt. (Basiseinheit für einen Zähler: ca. 400.- DM, für jeden weiteren Zähler ca. 110.- DM)

Schließlich - wenn die Entfernung vom Zähler bis in den öffentlichen Bereich nicht mehr als 5 m beträgt und die Schule ein Notebook jeweils zum Ablesen der Zählerdaten ausleihen kann - ist es möglich, vor dem jeweiligen Zähler eine Miniaturkamera zum direkten Anschluss an das Notebook zu befestigen. Wird das Anschlusskabel in den öffentlichen Bereich hinausgeführt, können Schüler, wie zuvor beschrieben, die Daten ablesen und ggf. sofort in die Tabellenkalkulation eingeben. Dieser Modus ist insbesondere für die Energiedatenaufnahme in einer AG geeignet. Die benötigte Kamera ist, z.B. von der Firma „Logitech“: „Quick Cam Web“, für ca. 100.- DM im Computerfachhandel erhältlich.

## 4. Durchführung

Die Unterrichtseinheit wird am Beispiel der Energiedatensammlung und -Auswertung der Askanischen Oberschule - kurz ASKA - beschrieben. Verwendet wurde das Softwarepaket „StarOffice 5.1a“, die dort integrierte Tabellenkalkulation enthält alle hier notwendigen Befehle und Werkzeuge, das Programm selbst ist inzwischen umsonst entweder aus dem Internet oder auf Beilage-CD-ROMs von Computerzeitschriften erhältlich. Dokumentiert werden die in diesem Programm gegebenen Befehle bzw. Menütitel usw. Natürlich kann die Unterrichtseinheit auch mit jeder anderen Tabellenkalkulation durchgeführt werden. Um die Vorteile des Einsatzes der EDV zu verdeutlichen, kann die Auswertung zunächst handschriftlich und anschließend noch einmal mit dem Computer erfolgen.

### 4.1. Vorüberlegungen, Vorarbeiten

Vor Beginn der Arbeit ist festzulegen, welche Zählerdaten in welchem Zeitabstand aufgenommen und ausgewertet werden sollen. Bis die Schüler in diese Routine eingewiesen sind, muss der Lehrer diese Daten aufnehmen.

An der ASKA werden u.a. abgelesen (Eingaben in das Kalkulationsprogramm werden im ***Kursiv-Fett-Druck*** dargestellt, Erläuterungen im nachfolgenden Kasten):

#### 1. Datensatz:

Datum: Freitag, den **28.8.98**; Zeit: **12:30**

##### Elektrozähler 1 (96-Stunden-Zähler):

- nach der Ziffer 1 der bisherige Höchstwert (LW): **18,76** kWh/96h
- nach der Ziffer 2 die Anzahl der Tage zwischen der letzten Zählerrückstellung und dem Auftreten des unter 1 gespeicherten Wertes: **44** d
- nach der Ziffer 4 der Zählerstand: **107,0** kWh

##### Elektrozähler 2 (Rollenzählwerk):

**44941** kWh

##### Heizungsgaszähler:

**94705** Nm<sup>3</sup>

#### 2. Datensatz:

Datum Freitag, den **4.9.98**; Zeit: **11:50**

##### Elektrozähler 1:

nach der 1: **19,58** kWh/96h  
nach der 2: **45** d  
nach der 4: **136,5** kWh

Elektrozähler 2: **45090** kWh

Heizungsgaszähler: **95147** Nm<sup>3</sup>

#### 3. Datensatz:

Freitag, den **11.9.98**; Zeit: **10:45**

##### Elektrozähler 1:

nach der 1: **20,33** kWh/96h  
nach der 2: **52** d  
nach der 4: **164,2** kWh

Elektrozähler 2: **45161** kWh

Heizungsgaszähler: **95552** Nm<sup>3</sup>

Im nachfolgenden Kasten ist die Bedeutung der verschiedenen Zähleranzeigen dargestellt, und es wird begründet, warum sie für die Energieverbrauchsüberwachung wichtig sind.

Eine kurze Begründung zur Aufnahme der verschiedenen Werte:

**Elektrozähler 1** (96-Sunden-Zähler):

Dem **Wert nach 1**, welcher den höchsten Verbrauch innerhalb von 96 Stunden seit der letzten Ablesung durch die Bewag (sog. Leistungswert) anzeigt, kann man entnehmen, wann im Schulbetrieb Lastspitzen beim Bezug elektrischer Energie auftraten. Da der hier festgehaltene Höchstwert entscheidend in die Jahresstromrechnung eingeht, kann dieser unter Umständen durch schulorganisatorische Maßnahmen gesenkt werden, wenn die Ursachen für extreme Lastspitzen bekannt sind. Wenn daran Interesse besteht, sollte in Hochlastzeiten der Wert nach 3 (aktueller Messwert LW) täglich aufgenommen werden.

Dem **Wert nach 2** kann man entnehmen, an welchem Tag nach der letzten Bewag-Ablesung (zu erfragen bei der Bewag) die Lastspitze auftrat und diese ggf. aus dem Schulbetrieb begründen und vielleicht in Zukunft verhindern.

Der **Wert nach 4** gibt die von der BEWAG bezogene elektrische Energie an.

In der ASKA ist zu diesem Zähler ein Messwandler montiert, die Werte von 1 und 4 sind mit 50 zu multiplizieren.

Bei **Elektrozähler 2** kann man die von der BEWAG bezogene elektrische Energie am Rollenzählwerk wie von zuhause gewohnt ablesen.

Die Existenz von zwei Stromzählern erklärt sich aus tarifhistorischen Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.

Am **Heizungsgaszähler** kann man die von der GASAG bezogene Heizgasmenge in Nm<sup>3</sup> ablesen. Wie unter 3a oben erläutert, muss der Wert mit 11,1 kWh/Nm<sup>3</sup> multipliziert werden, um mit dem erhaltenen Wert die Heizkosten abschätzen zu können.

## 4.2. Notwendiges Material für den Beginn des Unterrichts

Es werden drei Datensätze, z.B. wie oben angegeben, benötigt.

Wenn möglich: Aktuelle Preise für die kWh bei BEWAG und GASAG, der aktuelle Preis für den Leistungswert und der aktueller Mehrwert- bzw. Umsatzsteuersatz. Zu Beginn könnte allerdings auch mit älteren Werten gearbeitet werden, die aktuellen Daten können ja - Vorteil einer Tabellenkalkulation - jederzeit eingefügt werden.

Bei Beginn des Unterrichts in der Heizperiode: die täglichen Heizgradwerte für die betrachteten Wochen.

### **A. Wir berechnen mit Papier und Bleistift und präsentieren:**

Wöchentlich bezogene elektrische Energie

- über Zähler 1
- über Zähler 2
- über beide Zähler

Anlage einer Grafik:

wöchentlicher Stromverbrauch über der Zeit (z.B. Wochennummer),  
evtl. auch Entwicklung der (wöchentlichen) Stromkosten über der Zeit.

Kosten des Leistungswerts

Anlage einer Grafik: Entwicklung der Kosten für den Leistungswert.

Wöchentlich bezogene Heizenergie (im September meist nur für Duschwasser)

Anlage einer Grafik:

wöchentlicher Heizgasverbrauch über der Zeit (z.B. Wochennummer),

evtl. auch Entwicklung der (wöchentlichen) Heizkosten über der Zeit.

Funktionsanalyse der Heizung: Addition der 7 Heizgradwerte zwischen zwei Datensätzen, Bildung der Quotienten

$$\text{Heizenergie} / (\text{Summe der Heizgradwerte im Zeitraum})$$

Grafik: Quotient über der Wochennummer.

## **B. Einführung in das Kalkulationsprogramm von StarOffice am Beispiel der Energiedatenverwaltung einer Schule**

Zunächst: Was ist ein Kalkulationsprogramm? Wozu kann man es verwenden?

Begriffsklärungen:

**Zeile** (Zahl); **Spalte** (Buchstabe); **Zelle** (benannt durch Buchstabe und Zahl); **markierte Zelle** = aktive Zelle in die Zahlen oder Texte geschrieben werden können; **neue Zelle** aktivieren durch Eingabe-, Tabulator-, Pfeiltasten oder Mauscursor; **Bearbeitungszeile**: Inhalt der aktiven Zelle unterhalb der Symbolleiste usw.

**Zusammenfassung:** Ein Tabellenkalkulationsprogramm arbeitet auf der Grundlage von elektronischen Rechenblättern, den **Tabellen**. In die Zellen dieser Tabellen können Zahlen, Formeln und Texte eingetragen werden, das Programm berechnet automatisch in Zellen eingetragene Formeln. Kalkulationsprogramme erlauben, auf einfache Weise Formeln sicher auszuwerten, ggf. Ergebnisse grafisch aufbereitet zu präsentieren. Dies soll am Beispiel der Dokumentation und Verarbeitung der Schulenergiedaten gezeigt und gelernt werden.

### **Die Eingabe der abgelesenen Daten**

Die wesentlichen Arbeitsschritte zur Formatierung der Zellen und Spalten und zur Eingabe der Ablesedaten sind im folgenden dokumentiert. Menübefehle sind *kursiv* gedruckt, Eingaben in die Zellen stehen zwischen > <.

StarOffice laden, *Datei - Neu - Tabellendokument* anklicken;

Spätestens jetzt muss geplant werden, wie viele Spalten und Zeilen für die Dokumentation der abgelesenen Daten notwendig sind, und welche Eigenschaften diese Daten - und damit die zugehörigen Zellen bzw. Spalten - haben müssen.

- Im allgemeinen empfiehlt es sich, vorab DIN A4 Querformat für die Darstellung der Tabellen zu wählen: *Format - Seite - Seite - Papierformat - quer*
- Überschrift in A1: > Energiedaten der Askanischen Oberschule, Schuljahr 1998/99 <
- A1-H1 markieren; *Format - Zellen zusammenfassen - Festlegen* anklicken.
- *Button Zelleninhalt horizontal zentrieren* anklicken.
- Entsprechend die weiteren Spaltentitel eingeben und formatieren.
- in A6: > 35 <
- in A7: > =A6+1 <
- A7 markieren; *Bearbeiten - Kopieren*; Zellen A7 bis A60 markieren; *Bearbeiten - Einfügen* anklicken. A3 bis A60 markieren, *Format - Spalte - Optimale Breite*; dann *Button Zentrieren* anklicken.
- B6 - B60 markieren; *Format - Zelle - Zahlen - Datum - Fr, 31. Dez 99*; dann *Button Zentrieren* anklicken.

- C6 - C60: *Format - Zelle - Zahlen - Zeit - 13:37* usw.
- D6 - D60: *Format - Zelle - Zahlen - Zahl - 2 Nachkommastellen*
- Spalten E, G, H: *0 Nachkommastellen*, Spalte F *1 Nachkommastelle*
- I6 - I60 markieren; *Format - Zelle - Zahlen - Text - Schrift - (z.B.)Arial - Standard - 8* (ggf.6).
- Die Breite der Spalte I wird so gewählt, dass die zur Verfügung stehende Seite voll genutzt wird:
- *Ansicht - Seitenumbruch-Vorschau* anschalten; dann *Format - Spalte - Breite - 5,00 cm* falls man in *Format - Seite* nichts geändert hat, so stellt man fest, dass die Tabelle mehr als nur eine Seite einnimmt. Man fügt deshalb über *Einfügen - Zeilen* fünf Zeilen nach dem erkennbaren Umbruch ein, markiert die 4 Titelzeilen A1 - I4 und kopiert sie (s.o.) an die gewünschte Stelle. Zur besseren Lesbarkeit des Ausdrucks empfiehlt sich eine Rasterung der Blätter. Dazu werden die Zellen A1 - I64 markiert und das Raster über *Format - Zelle - Umrandung - entsprechendes Button aus den Vorgaben* eingefügt. Die Seite hat automatisch die Kopfzeile „Tabelle 1“. Es ist günstig, hier auch den Dateinamen und ggf. das aktuelle Bearbeitungsdatum einzufügen. Dies geschieht über *Format - Seite - Kopfzeile - Bearbeiten* - linkes Feld aktivieren, Dateisymbol anklicken, mittleres Feld ggf. ändern, rechtes Feld aktivieren, Datumssymbol anklicken. In jedem Fall sollte eine ausreichend breite Spalte für Bemerkungen reserviert werden. Die Tabelle ist nun für die Eingabe der Seiten der Schulzähler vorbereitet. Es kann vorkommen, dass bei der Datenaufnahme der wöchentliche Ablesetourneus nicht eingehalten wird (Ferien, Krankheit, Vergessen usw.). Im Teil „Sonderfälle“ dieses Kapitels werden Lösungen der sich daraus ergebenden Probleme vorgeschlagen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Energiedaten der Askanischen Oberschule, Schuljahr 1998/99								
2	Elektrische Energie								
3	Wo.-	Datum	Zeit	Zähler 1		Zähler 2	Gas	Bemerkungen	
4	Nr.			1	2	4			
5									
6	35	Fr, 28. Aug 98	12:30	18,76	44	107,0	44941	94705	Schulanfang am 24.8.; Nur Duschw .
7	36	Fr, 4. Sep 98	11:50	19,58	45	136,5	45090	95147	
8	37	Fr, 11. Sep 98	10:45	20,33	52	164,2	45161	95552	
9	38	Fr, 18. Sep 98							
10	39	Fr, 25. Sep 98							
11	40	Fr, 2. Okt 98							

Zur Auswertung der Daten werden im weiteren die Heizgradwerte benötigt - und damit auch für sie eine geeignete Tabelle (Bezug usw. siehe Witterungsdaten). Dazu öffnet man *Tabelle 2* durch anklicken links unten. Die Formatierung der Zellen und Spalten erfolgt in geeigneter Weise wie oben beschrieben. Es wird empfohlen, jeweils die Monatssumme zu bilden, da man über diese eine einfache Möglichkeit hat, die Richtigkeit der Dateneingabe zu überprüfen - die von den Bezirksamtern erhältlichen Datenblätter enthalten diesen Wert. Z.B. B37 aktivieren > =SUMME(B5:B35) < eingeben und den Zelleninhalt *Bearbeiten - Kopieren* in die dann markierten Zellen C37 - M37 *Bearbeiten - Einfügen*. Schließlich ergibt sich die Jahressumme der Heizgradwerte in Zelle C40 als > =SUMME(B37:M37) <.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Tabelle der Heizgradwerte Schuljahr												
2													
3	Datum	Aug.	Sept.	Okt.	Nov	Dez.	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli
4													
5	1	0,0	0,0	13,4	16,7	25,1	21,5	19,4	15,5	7,5	8,7	0,0	0,0
6	2	0,0	0,0	17,8	16,0	26,9	20,2	19,7	14,9	8,2	9,3	0,0	0,0
7	3	0,0	0,0	17,5	14,7	25,2	18,1	16,8	11,9	8,0	7,6	0,0	0,0
...													
32	28	0,0	0,0	11,4	17,4	10,5	20,0	13,6	15,5	8,1	0,0	0,0	0,0
33	29	0,0	0,0	13,3	20,3	16,5	25,0		13,4	8,9	0,0	0,0	0,0
34	30	0,0	0,0	15,7	21,3	20,0	24,5		11,0	7,9	0,0	0,0	0,0
35	31	0,0		15,3		20,7	25,9		8,5		0,0		0,0
36													
37	Summe:	0,0	18,7	376,9	563,6	627,9	548,5	553,2	462,7	305,9	110,0	0,0	0,0
38													
39													
40	Jahressumme:		3567,4										

### Auswertung des Verbrauchs elektrischer Energie:

Nach Öffnung eines neuen Rechenblattes - unten links *Tabelle 3* anklicken - werden zunächst Seiten- und Spaltentitel wie beschrieben eingegeben und formatiert, ebenso die Zellen bzw. Spalten nach den zu erwartenden Eintragungen bzw. Rechenergebnissen.

Das Datum der letzten Bewag-Ablesung ist bei der Bewag bzw. beim Bezirksamt - es steht auf der letzten Rechnung - erfragbar. Ebenso erfährt man dort den aktuellen kWh-Preis mit den entsprechenden Zulagen (z.B. „Stromsteuer“) und Nachlässen sowie den Preis für einen Leistungswert. Durch Multiplikation mit 1,16 wird die Umsatzsteuer mit einbezogen.

In den Spalten B, C und D wird nun der wöchentliche Stromverbrauch der Schule berechnet. Dazu öffnet man mit *Fenster - Neues Fenster* die Datei ein zweites Mal, klickt dort *Tabelle 1* an und setzt

in B11:  $> =(Tabelle1.F7-Tabelle1.F6)*50 <$ , in C11:  $> =Tabelle1.G7-Tabelle1.G6 <$  und in D11:  $> =B11+C11 <$ . Die entsprechenden Zellen sind mit der Maus bzw. mit den Cursortasten aktivierbar, die Rechenzeichen werden mit der Tastatur eingegeben. Setzt man in E11:  $> =\$K\$5+Tabelle1.E6 <$ ; und formatiert die Zelle auf *Datum*, so erfährt man, dass während der 4 Tage vor dem hier nun erscheinenden Datum das bisherige Maximum des Leistungswertes auftrat. Durch nachträgliches Einfügen der \$-Zeichen wird der relative Bezug auf die Zelle G4 in einen absoluten umgewandelt, so dass dieser Bezug auf K5 beim Kopieren erhalten bleibt. in F11:  $> =Tabelle1.F6*50 <$ ; der zum soeben ermittelten Datum gehörige Leistungswert.

In den weiteren Spalten werden nun die Energiekosten überschlägig berechnet: diese setzen sich aus dem Preis für die bezogenen kWh und aus dem Preis für den maximalen Leistungswert zusammen. Die jährlichen Zählergebühren werden hier nicht erfasst. In G11 - formatiert in *Währung* - erscheinen die wöchentlichen Stromkosten, wenn man  $> =C11*\$K\$2+D11*\$K\$3 <$  einträgt, in H11:  $> =G11*\$K\$1 <$  die jährlichen Kosten für den Leistungswert.

In I11 trägt man:  $> =Tabelle1.I6 <$  ein. Damit werden die Bemerkungen, die in *Tabelle 1* eingetragen sind, automatisch auch in *Tabelle 3* gesetzt.

Am Ende wird die fertige Zeile 11 mit der Maus markiert, *Bearbeiten - Kopieren* angeklickt, die Spalte B wird von 12 bis 66 markiert und dort der Inhalt von Zeile 11 durch *Bearbeiten - Einfügen* plaziert. Wenn nun im Datenblatt Messwerte eingeschrieben werden, so werden sie zur Berechnung ohne weitere Arbeit in Tabelle 4 übertragen. Ist der Eintrag der Messwerte noch nicht vollständig, so ergeben sich natürlich „sinnlose“ Rechenwerte in Tabelle 4 (so die negativen Zahlen im Beispiel). Für die oben angegebenen ersten drei Datensätze sind die Ergebnistabellen der „Datenverarbeitung - Elektrische Energie“ und der „Datenverarbeitung - Heizenergie“ auf der folgenden Seite dokumentiert, die vollständigen Ergebnisse der Energiedatenauswertung der Askanischen Oberschule für das Schuljahr 1998/99 sind in Abschnitt 5 angegeben.

**SEITE MIT TABELLEN *ELEKTRISCHER UND HEIZENERGIEVERBRAUCH* IM  
QUERFORMAT EINFÜGEN**

### **Auswertung des Heizenergieverbrauchs:**

Man öffnet *Tabelle 4* und gibt in ähnlicher Weise wie in der Beispielvorgabe Spaltentitel usw. ein.

Das Datum wird wieder durch den Eintrag  $\text{>=Tabelle1.B6 <}$  in Zelle B7 übertragen, das datum in Zelle B6 wird ergänzt.

Die in der Woche verheizte Energie in D8 erhält man durch den Eintrag  $\text{>=Tabelle1.H7-Tabelle1.H6*11,1 <}$ .

Wie kalt es in dieser Woche war, sagt die Summe der Heizgradwerte aus *Tabelle 2* für diesen Zeitraum: in E7 trägt man entweder der Einfachheit halber 0 ein oder  $\text{>SUMME(Tabelle2.C8;Tabelle2.C7;Tabelle2.C6; ... ;Tabelle2.B33) <}$ . Dieser Zelleninhalt kann später nicht durch kopieren in die darunterliegenden Zellen übertragen werden, sondern muss jeweils neu passend geschrieben werden!

In der nächsten Spalte dividiert man den Heizenergieeinsatz durch die Summe der Heizgradwerte im betrachteten Zeitraum: Eintrag in E7:  $\text{>=C7/D7 <}$ . (Zur Interpretation dieser Quotienten: siehe Kapitel „Witterungsdaten“ und „Ergebnisse der Energiedatenauswertung der Askanischen Oberschule“).

Spalte F gibt schließlich in guter Näherung die wöchentlichen Heizenergiekosten an: Eintrag in F7:  $\text{>=C7*\$I\$1 <}$ .

In Spalte G werden wieder die Bemerkungen aus *Tabelle 1* übertragen:  $\text{>=Tabelle1.I6 <}$ .

Wie schon bei der Auswertung des Verbrauchs elektrischer Energie wird nun Zeile 7 von Spalte B bis Spalte I zum kopieren markiert, *Bearbeiten - Kopieren* angeklickt, und in die darunterliegenden Zeilen 8 bis 63 (markieren, *Bearbeiten - Einfügen* anklicken) übertragen.

Ist die Summe der Heizgradwerte 0, so erscheint in der entsprechenden Zelle der Spalte D „Err:503“, da verbotenerweise durch 0 dividiert werden soll. Dies kann man stehenlassen oder wie im Muster durch einen Kommentar ersetzen. Wie schon beschrieben, müssen die Zellen der Spalte D jeweils einzeln mit der passenden Formel versehen werden; alle anderen Zellen füllen sich nun beim Eintrag der abgelesenen Daten in *Tabelle 1* automatisch.

### **Probleme bei der Datenerhebung - Lösungsvorschläge:**

Die Konstruktion der *Tabellen 3* und *4* sowie die der später daraus entwickelten Grafiken gehen von einer regelmäßigen Ableseroutine, d.h. einer vollständig ausgefüllten *Tabelle 1*, aus. Der Schulalltag zeigt, dass dies nicht immer verwirklicht werden kann: Ferienanfang, Feriende liegen nicht auf den festgesetzten Ablesetagen. Nur selten wird es gelingen, in den Ferien das regelmäßige Ablesen durch einen Ablesedienst aufrecht zu erhalten, und schließlich geschieht es in der Hektik des Alltags immer wieder, dass das Ablesen von den beauftragten Schülern nicht geleistet werden kann oder vergessen wird (z.B. Krankheit), auch wenn das Ablesen vor bzw. zu Beginn des ITG-Unterrichts gut kontrollierbar ist.

Um die Übersichtlichkeit zu wahren und die Vorteile der hier beschriebenen Anlage der *Tabellen* zu nutzen, empfiehlt es sich, in *Tabelle 1* statt der fehlenden Messwerte extrapolierte Werte einzutragen. In der *Tabelle* kann man sie durch *Kursivsatz* hervorheben und ggf. noch in den Bemerkungen auf die Maßnahme hinzuweisen.

Vorab: es ist günstig, Ablesedaten, die außerhalb der üblichen Routine aufgenommen werden, in *Tabelle 1* unterhalb der wöchentlichen Werte einzutragen (siehe auch *Ergebnisse der Energiedatenauswertung der Askanischen Oberschule* in 5.)

Die folgenden Möglichkeiten bieten sich zur Extrapolation an:

**Ferien:** Man liest am letzten Schultag vor und am ersten Schultag nach den Ferien die Zählerstände ab. Dividiert man die Zählerstands- durch die Datums-Differenz, so erhält

man den durchschnittlichen Energieverbrauch für einen Ferientag. Diesen Wert multipliziert man mit der Anzahl der Tage vom Ferienanfang bis zum gewünschten Datum und addiert das Ergebnis zum Zählerstand des Ferienbeginns. Die für diese Berechnung nötige Formel wird in Tabelle 1 in die entsprechende Zelle eingesetzt.

**Verpasstes Ablesen in der Schulzeit:** Man liest sobald wie möglich nach dem versäumten Ablesen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen die Zählerstände ab und ermittelt mit diesen Werten einen für diese (Jahres-)Zeit wahrscheinlichen Tagesenergieverbrauch. Diesen Wert oder Vielfache addiert oder subtrahiert man zu/von Ablesedaten, die den verpassten nahegelegenen sind. Zu beachten ist, dass bei dieser Berechnung kein Wochenende oder ein Feiertag überschritten werden darf. Wenn nicht anders möglich, können natürlich auch grob geschätzte Werte hilfsweise eingetragen werden, damit die Berechnungen in den angeschlossenen Tabellen 3 und 4 mit sinnvollen Ergebnissen vollzogen werden können.

## 5. Beispiel: Ergebnisse der Energiedatenauswertung der Askanischen Oberschule, Berlin-Tempelhof

### 5.1. Ergänzungen in den Tabellen

Im Laufe des Schuljahres können Tabellen wie die zum Verbrauch von elektrischer und Heizenergie (siehe S. 17) durch vorläufige Energiekostenabschätzungen ergänzt werden: Bei den Kosten für elektrische Energie werden die wöchentlichen Stromkosten aufaddiert, indem z.B. unter Woche 35 in Zelle G65: > =SUMME(G63:G11) < eingetragen wird. Daneben wird in Zelle H65 das Maximum der Stromkosten für Leistung aus der Spalte H eingesetzt, beide Werte werden addiert: z.B. in Zelle J65: > =G65+H65. Bei den Heizungskosten ergibt der Eintrag > =SUMME(C7:C59) < z.B. in Zelle C61 die Menge des verbrannten Gases in Nm<sup>3</sup>, der Eintrag > =SUMME(D7:D59) < in Zelle D61 die Jahressumme der Heizgradwerte - ein Maß dafür, wie „warm“ oder „kalt“ die vergangene Heizperiode war (Durchschnittswert der Heizperioden 1954/55 bis 1990/91 für Berlin: 3663), der Quotient > =C61/D61 < in Zelle E61 kann als Kenngröße für den Vergleich des Heizenergieeinsatzes in verschiedenen Jahren genommen werden. Wird der Wert noch durch die Nutzfläche des Gebäudes geteilt, so ergibt sich eine gebäudespezifische Kennzahl, über die der Heizenergieverbrauch unterschiedlicher Schulen verglichen werden kann. Schließlich ergibt der Eintrag > =SUMME(F7:F59) < in Zelle F61 die Heizkosten des vergangenen Schuljahres. In allen beschriebenen Fällen kann es sich nur um eine Kostenabschätzung handeln, da die Tarifbedingungen innerhalb dieses Projekts für die Sekundarstufe I nicht genau genug eingearbeitet werden können. Man sollte sich bei den Energieversorgern während des Schuljahres ggf. noch einmal der Tarifbedingungen versichern.

### 5.2. Erstellung der Diagramme

Am Ende des Schuljahres hat man mit drei Schülergruppen insgesamt 4 Tabellen - ausgedruckt 7 Seiten voller Zahlenkolonnen - erstellt. In dieser Form ist das Ergebnis wohl nur für den Fachmann geeignet, aber auch er freut sich über eine Darstellung, aus der wesentliches schneller erkennbar ist, eine **Grafik**, genauer ein **Diagramm**. In dieser Form sollen hier Ergebnisse aus der Askanischen Oberschule präsentiert und erläutert werden. Zunächst wird die Erstellung einer Grafik am Beispiel der Entwicklung des wöchentlichen Stromverbrauchs im Laufe des Schuljahres geschildert. Die beiden Größen, die in Zusammenhang gebracht werden sollen, werden in eine neue Tabelle (Nr. 5) übertagen: in Spalte A z.B. in Zelle A5 die Wochennummern: > =Tabelle3.A11 < und in Spalte B in Zelle B5 der zugehörige wöchentliche Stromverbrauch: > =Tabelle3.D11 <. Die beiden Zelleninhalte werden in die darunterliegenden Zellen kopiert, so dass alle Werte des Jahres in Tabelle 5 übertragen werden. Alle gefüllten Zellen der beiden Spalten werden nun mit der Maus markiert. Jetzt wird im Menü nach der Reihe angeklickt: *Einfügen - Diagramm - Erste Spalte als Beschriftung - Weiter - (z.B.) 3. Typ in der oberen Reihe - Datenreihen in Spalten - Weiter - Gitternetzlinien X-Achse und Y-Achse - Diagrammtitel* (Haupttitel, Achsentitel eingeben) - *Fertigstellen*. Das Diagramm erscheint dann in der aktuellen Tabelle 5 in einer ersten Version. Ist man damit - z.B. mit der Form der Achsenbeschriftung - nicht zufrieden, so können Änderungen über Doppelklicken auf das Diagramm erreicht werden; danach Anklicken: *Format - Achse - X-Achse - Ausrichtung - Hoch-tief versetzt - OK*. Das Diagramm kann über „Klicken (vier Pfeile) und Ziehen auf den Rand“ verschoben werden, es kann über „Klicken (zwei Pfeile) und Ziehen auf markierte Randpunkte“ auf die gewünschte Größe in Länge und Breite gestreckt oder gestaucht werden.

Die gleichzeitige Darstellung der Abhängigkeit mehrerer Größen, z.B. Strom- und Gasverbrauch, von der Zeit in einem Diagramm ist möglich, im hier besprochenen Zusammenhang aber im allgemeinen zu kompliziert, so dass darauf hier nicht eingegangen wird. In vergleichbarer Weise werden die Diagramme „Heizenergieeinsatz pro Woche“, „Heizgradwertsumme pro Woche“ und „Heizenergie pro Heizgradwert“ über der Wochennummer erstellt. Dies kann übrigens schon relativ frühzeitig im Schuljahr geschehen, die Diagramme füllen sich automatisch, wenn man die entsprechenden Werte in Tabelle 1 einträgt.

### **5.3. Interpretation der Diagramme**

#### ***Wöchentlicher Stromverbrauch der ASKA 1998/99:***

(Bild – Seite 3 – einfügen)

Das Diagramm zeigt deutlich, dass in dieser Schule Strom im wesentlichen für Beleuchtung benutzt wird. Der Anstieg des wöchentlichen Stromverbrauchs in den Wochen 36 bis 51 erklärt sich aus der kürzer werdenden Tageshelligkeit im Herbst und Winter. In den Wochen 43 und 44 war der Verbrauch wegen der Herbstferien deutlich geringer, gleiches gilt für die Weihnachtsferien in den Wochen 52 bis 1, die Winterferien in 5 und 6, die Osterferien in 14 und 15; schließlich sind auch die freien Tage um Himmelfahrt in Woche 19 erkennbar.

Nachdem die Daten erst mit 1½ bis ½-jähriger Verspätung aufgearbeitet und ausgewertet wurden, lassen sich einige auffällige Werte nur bedingt erklären: der niedrige Wert in Woche 50 kann genauso in einer Aufforderung zum Energiesparen an alle begründet sein wie in einem Ablesefehler (z.B. „Zahlendreher“). In Woche 20 ist wohl der Wert für den Pfingst-Montag ungünstig ergänzt worden.

Die unterschiedlich hohen Werte in den Ferien sollten mit dem Hausmeister diskutiert werden: gab es z.B. in den Herbstferien Fremdnutzer oder war die Flurbeleuchtung unnötig eingeschaltet?

Langfristig sollte untersucht werden, welche Geräte oder Nutzer den Ferienverbrauch verursachen und ob hier Verbrauchsreduzierungen möglich sind. Können z.B. Heizungspumpen in den frostfreien Osterferien ausgeschaltet werden?

#### ***Wöchentlicher Heizenergieeinsatz der ASKA 1998/99***

(Bild – Seite 6 – einfügen)

Das Diagramm ist nur bedingt aussagekräftig, denn die Witterungsbedingungen, die den Heizenergieeinsatz verursachen, sind darin nicht enthalten. Es ist im wesentlichen nur geeignet diese Tatsache zu demonstrieren. Zur Diskussion des Heizenergieeinsatzes ist es nicht geeignet.

### ***Wöchentliche Heizgradwertsumme der Heizperiode 1998/99 (Berlin)***

(Bild – Seite 9 – einfügen)

Das Diagramm zeigt den Witterungsverlauf wieder, wie er sich aus der Definition der Heizgradwerte (s. S. ) ergibt. Bei wöchentlicher Betrachtung können mit diesem Diagramm Gefühle zum Wetter: „Wie war die letzte Woche“ diskutiert und auf eine neutrale Betrachtungsebene gestellt werden, die für eine Beurteilung der ordnungsgemäßen Funktionsfähigkeit und Bedienung der Heizung notwendig ist.

## **Witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch der ASKA 1998/99**

(Bild – Seite 12 – einfügen)

Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch wird durch die wöchentlichen Werte der Heizenergie pro Heizgradwert angegeben. Mit Hilfe dieses Diagramms können Heizenergiesparpotenziale mit dem Hausmeister bzw. einem Sachbearbeiter des zuständigen Heiz- und Maschinenamtes diskutiert werden:

Auffällig sind die hohen Werte in „warmen“ Zeiten der Heizperiode, verursacht durch hohe „Standby“-Verluste. Hier kann überlegt werden, ob eine „manuelle“ Bedienung der Heizung durch den Hausmeister günstiger wäre.

Relativ gering erscheint die Senkung der Werte in Ferienwochen. Unter Umständen kann die Temperaturabsenkung im Gebäude vergrößert werden. Messungen hierzu können durch den Fachbereich Physik erbracht werden.

Zu den hohen Werten vor Woche 51: Unter Bemerkung findet sich in Tabelle 1: „Schule für mein Gefühl überheizt“. Dies hätte bereits nach Woche 48 durch die ITG-Gruppe gemeldet werden können und durch Schüler im Physikunterricht überprüft werden können (siehe auch Unterrichtseinheit „Ist unsere Schule eine Sauna?“).

Schließlich ist zu überlegen, ob die Schulheizung in Oster- und Pfingstferien notwendig betrieben werden muss.

Die Auswertung liefert schließlich die Daten für Untersuchungen zum Einsatz regenerativer Energien. So lässt sich auf der Basis dieser Auswertung - z.B. im Fachbereich Physik in der Sekundarstufe II - die Frage beantworten, unter welchen Voraussetzungen sich Solarwärme für die Sportduschen der Aska lohnt.

## Quellen, weiterführende Literatur

***Eschner, J./Wolff, J./Schulz, W.:***

ASKA - Eine Schule spart Energie. IPN Kiel (1991)  
(beim IPN noch telefonisch zu bestellen)

***Eschner, J./Fischler, H./Lichtfeldt, M./Wolff, J.:***

Energieumwandlungen - Ein Unterrichtskonzept für Grundkurse der gymnasialen Oberstufe, Sekundarstufe II. PLIB Ludwigsfelde (1993)  
(beim PLIB noch telefonisch zu bestellen)

***Eschner, J., Oswald, H.:***

Energiesparwoche – Verhaltensschulung zum sparsamen und bewussten Umgang mit Energie (Unterrichtseinheit), herausgegeben von Berliner ImpulsE, Berlin (1999)

***Eschner, J., Oswald, H.:***

Ist unsere Schule eine Sauna? – Aufnahme und Präsentation eines Schultemperaturprofils (Unterrichtseinheit), herausgegeben von Berliner ImpulsE, Berlin (1999)

***Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.):***

fifty/fifty – Hamburgs Schulen schalten auf Spargang, Hamburg (1996)

***Greenpeace und Initiative Bildung der GEW:***

Lasst die Sonne rein!, Solarschulprojekt, Berlin (1996)

***Hauptberatungsstelle für Elektrizitätsanwendung e.V. - HEA (Hrsg.):***

Energiesparen in der Schule. Energie-Verlag GmbH Heidelberg 1998  
(Neben diesem Heft vertreibt der Arbeitskreis Schulinformation Energie der HEA weitere geeignete Materialien.)

***Reichert, K., Seifried, D.:***

Energiesparen in der Schule, Öko-Institut Verlag, Freiburg (1996)

***UfU e.V. (Hrsg.):***

Finanzielle Anreizsysteme zum Energiesparen an Schulen, Seminar auf der UTECH Berlin (1997)

***UfU e.V., O.ö. Umweltakademie (Hrsg.):***

Energ(W)ie sparen an Schulen, Linz (1999)

***Veese, H.:***

Wege zur Niedrigenergieschule - ein Beitrag zum praktischen Klimaschutz. LEU Stuttgart (1993)  
(beim LEU noch telefonisch zu bestellen)

***Wuppertal Institut, GERTEC (Hrsg.):***

Energieeinsparung in Schulen in Nordrhein-Westfalen, Zwischenbericht (1997)

Anlagen:

**1. Checklisten**

**2. Informationen zur Zählerbeschreibung**

**3. Geräte- und Preisübersicht, Schaltbilder zu 3.3.**

**4. Adressen**

## Checklisten

### **Checkliste Raumwärme:**

- **Ermittlung des räumlichen Temperaturprofils und Optimierung der Raumtemperaturen:** Einstellung auf Sollwerte mit Hilfe der dezentralen und zentralen Temperaturregelung
- Nachrüstung von Thermostatventilen
- Aufzeichnung des zeitlichen Temperaturverbrauchs und Optimierung der Temperaturabsenkung (nachts, an Wochenenden und in den Ferien)
- Ermittlung des Wärmebedarfs und Vergleich mit Verbrauchswerten
- Wahl der richtigen Kleidung
- Verbesserung der Dichtheit von Fenstern und Außentüren: Nachrüsten von Dichtungen\*
- Dämmung des Dachbodens durch Verlegung von Dämmatten\*
- Dämmung von Außenflächen hinter Heizkörpern\*
- Isolierung von Armaturen und Rohrleitungen in unbeheizten Gebäudeteilen (z.B. Keller)\*
- Richtiges Lüften (Stoßlüftung)
- Verbesserung der Wärmeabgabe der Heizkörper durch Reinigung, Entlüftung (nötig, falls "Gluckston" wahrnehmbar bzw. Teile des Heizkörpers kalt sind)
- Prüfen, ob vorhandene Rolläden, Fensterläden, Vorhänge, etc. die Wärmeabgabe behindern
- Optimierung der Raumebelegung, um zu verhindern, dass wegen der Nutzung von Einzelräumen (z.B. Elternabend) ganze Zonen beheizt werden müssen (Zusammenlegung mehrerer Veranstaltungen auf einen Abend, Verlegung in andere Räume, die an einem gemeinsamen Heizkreis liegen, etc.).
- Einflussnahme auf Investitionsentscheidungen des Schulträgers hinsichtlich energiesparender Alternativen (z.B. Brennwertkessel, BHKW)
- regelmäßige Kontrolle der Kesselabgastemperatur: bei Überschreiten der minimalen Abgastemperatur um ca. 40 Grad Celsius Kessel reinigen (Schulwart)

\* mit Kosten verbunden

### **Checkliste Warmwasser:**

- Ermittlung und Außerbetriebnahme bzw. zeitweise Abschaltung (z.B. während der Ferien) versteckter und unbenötigter dezentraler Warmwasserbereiter
- Begrenzung der Warmwassertemperatur kleinerer Speicher auf ca. 50 °C (geringere Abstrahlverluste, Vermeidung der Exergievernichtung durch Mischung mit Kaltwasser bei der Benutzung); größere Speicher (ab 400 l) einmal täglich auf 60 °C erhitzen, um der Vermehrung von Legionellen vorzubeugen
- Geräte auf 55-60°C einstellen; Anpassung an einen kurzfristigen Mehrbedarf an Warmwasser durch Erhöhen der Speichertemperatur (bei Nachtstromboilern).
- Durchflussbegrenzer in Wasserhähne und Brausen einbauen\* (nicht bei Durchlauferhitzer)
- Zeitschaltuhr für die Begrenzung des Zirkulationsbetriebs ggf. nachrüsten\*
- auf geringen Warmwasser- bzw. Energieverbrauch und ggf. Warmwasseranschluss beim Neukauf von Geräten (z.B. Waschmaschine, Geschirrspüler ...) achten
- bei Speichern und Rohrleitungen auf ausreichende Dämmung achten und ggf. verbessern
- 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

## **Checkliste Beleuchtung:**

- Lampen nicht unnötig eingeschaltet lassen (z.B. bei ausreichend Tageslicht, in Pausen ab 5 min und unterrichtsfreier Zeit)
- Lichtschalter markieren, um eine bessere Zuordnung zwischen Schalter und Lampen für die bedarfsgerechte Beleuchtung zu ermöglichen
- Beleuchtungsstärke der verschiedenen Lampen im ganzen Schulgebäude (Unterrichts-, Abstell- u. Kellerräume, Toiletten, Gänge, ...) messen und kontrollieren, ob die Beleuchtungsstärken mit den Richtwerten übereinstimmen
- ggf. Leistungsreduzierung durch Stilllegung (z.B. durch Herausdrehen des Leuchtkörpers) oder Wahl von Leuchtkörpern mit geringerer Leistung
- ggf. Erhöhung der Lichtausbeute (bei gleicher Leistung) durch
  - Reinigung der Lampenabdeckungen und Leuchtkörper oder
  - Einsatz effektiverer Beleuchtungssysteme (verantwortlich: Schulträger) \*
- Raumgestaltung so verbessern, dass weniger Licht benötigt wird (z.B. möglichst helle Raumgestaltung, Einfall von Licht durch die Fenster nicht behindern, saubere Fensteroberflächen)
- künstliche Beleuchtung zur Verhinderung von Spiegelungen an der Tafel vermeiden durch geänderte Raumgestaltung oder zumindest die Anzahl der eingeschalteten Lampen minimieren
- Ersatz von Glühlampen durch Energiesparlampen ersetzt werden könnten (v.a. bei >2h Einschaltdauer pro Tag) \*
- Einsatz elektronischer Vorschaltgeräte bei Leuchtstofflampen
- Änderung in der Beleuchtungsschaltung, wenn vom Tageslicht ausgeleuchtete Flure zusätzlich künstlich beleuchtet werden, weil dies in anderen Gebäudeteilen ohne Tageslicht notwendig ist
- bei Reinigungsarbeiten im Schulgebäude durch das Putzpersonal Beleuchtung nur dort einschalten, wo gerade geputzt wird
- Einsatz von Zeitschaltuhren und Bewegungsmeldern in Räumen, in denen häufig unnötig Licht brennt \*
- Arbeiten (z.B. Reinigung) bei Tageslicht durchführen bzw. durchführen lassen
- Nutzungen in den Abendstunden auf Teilbereiche konzentrieren

\* mit Kosten verbunden

## **Checkliste Elektrogeräte:**

- *Identifizierung von "Stromfressern" und Erörterung von energiesparenden Alternativen (z.B. im Falle elektrischer Heizung oder Warmwasserbereitung)*
- *nicht benötigte Geräte ganz oder zeitweise (z.B. über das Wochenende, während der Ferien, bei längeren Pausen; komfortabel gemeinsam mit einer schaltbaren Steckdosenleiste) ausschalten, z.B.:*
  - *Computer-Bildschirm bei längeren Pausen (ab ca. 20 min),*
  - *Getränkeautomat in schulfreier Zeit abschalten (falls Dauerkühlung nicht vorgeschrieben)*
  - *bei Vorhandensein mehrerer Kühlschränke Inhalte zusammenlegen,*
  - *nicht oder selten benötigte Warmwasserboiler*
  - *Kaffeemaschine (z.B. im Lehrerzimmer) nicht im Dauerbetrieb lassen, sondern Kaffee in Thermoskanne füllen*
  - *auf Stand-by bei Videogeräten, Kopierern etc. verzichten,*
- *Energiesparender Betrieb von Geräten, z.B.:*
  - *benötigte Warmwasserboiler auf möglichst niedrige Temperatur einstellen,*
  - *in Bereitschaftszeit elektrischer Geräte Energiespartaste (z.B. bei Kopierern) bzw. Energiemanagement-Systeme (bei EDV-Anlagen) nutzen*
  - *Kühltemperatur (Kühlschränke, Getränkeautomaten) auf zulässiges Maximum erhöhen,*
  - *energiesparend Kochen, etc.*
- *beim Neukauf von Elektrogeräten energiesparende Modelle bevorzugen (sind unter Berücksichtigung der Gesamtlebensdauererkosten = Anschaffungs- plus Betriebskosten häufig billiger)*
- *Stromverbrauch von Heizungs-Umwälzpumpen minimieren durch Nachrüstung von Pumpensteuerungen\* und/oder Leistungsreduzierung (zuständig: Schulwart und Fachfirmen); Kontrollmöglichkeit: Differenz zwischen Vor- und Rücklauftemperatur sollte an kalten Tagen mindestens 20 °C betragen*
- *übrigens: Auch ausgeschaltete Geräte können Strom verbrauchen (z.B. Trafoverluste), deshalb: Stecker ziehen oder eine schaltbare Steckdosenleiste verwenden, im Zweifelsfall das Strommeßgerät einsetzen*

\* mit Kosten verbunden

(Bewag-Info einfügen)

## Geräte- und Preisübersicht, Schaltbild für die Ableseeinheit

Die für die Ableseeinheit – bestehend aus Kamera- und Monitormodul sowie Stromversorgung – benötigten Teile können z.B. bei der Firma CONRAD ELECTRONIC ([www.conrad.de](http://www.conrad.de)) bezogen werden:

Artikelbezeichnung	Art-Nr.	Schul-Rabattpreis
Kamera-Modul s/w CCD	116750	88.20 DM
20 m Kab.3XO, 75HO3VV-F/G	608300	23.40 DM
Monitor-Modul	192597	179.82 DM
Monitor-Gehäuse	192660	40.46 DM
Akku 12V/4 AH	487384	17.96 DM
Steckerlader 6V/12V Blei	516848	35.96 DM

Hinzu kommen zur Zählerdisplaybeleuchtung 12 V Skalenlampen mit Fassungen, z.B. Textilklebeband und Kleinmaterial zur Bestfestigung des Kameramoduls am Zähler, geeignete dreipolige Stecker und anderes Kleinmaterial, wie in den Abbildungen erkennbar.

Für insgesamt ca. 400.- DM kann so mit geringem Arbeitsaufwand eine (Basis-)Anlage beschafft und installiert werden, die mit jeweils ca. 110.- DM auf weitere Zähler im Schulbereich durch Anschaffung eines Kameramoduls mit Zubehör erweitert werden kann.

### Schaltbild:

(Zeichnung einfügen)

Die Fotografien auf der folgenden Seite zeigen eine Möglichkeit der Realisierung.

(Fotos einfügen)

## Adressen

### ***Berliner ImpulsE***

c/o Energie- und Umweltmanagementberatung Pöschk  
Körtestr. 10, 10967 Berlin

**Kontakt:** Wolfgang Tietz, Tel. 030 / 217 521-07, Fax: -09

### **Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.**

Greifswalder Str. 4, 10405 Berlin

Beratung von Schulen, Messgeräteverleih

UfU-homepage mit Energiespartipps für Schulen: [www.ufu.de](http://www.ufu.de)

Diskussionsliste zum Energiesparen an Schulen: [fifty/fifty@liste.ufu.de](mailto:fifty/fifty@liste.ufu.de)

**Kontakt:** Malte Schmidhals, Hartmut Oswald

Tel.: 4284 9932, Fax: 42800485, e-mail: [energie@ufu.de](mailto:energie@ufu.de)

Jörg Eschner, Tel. (privat): 2133768, e-mail: [Joerg.Eschner@t-online.de](mailto:Joerg.Eschner@t-online.de)

### **Berliner Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung und Schulentwicklung**

Alte Jakobstr. 12, 10969 Berlin

**Kontakt:** Herr Dr. Landsberg-Becher, Tel. 9017-2109

### **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung**

Brückenstr. 6, 10173 Berlin

**Kontakt:** Herr Kist, Tel. 9025-2470

### **BEWAG, Arbeitsgruppe Schulberatung**

Motzstr. 89, 10779 Berlin

**Kontakt:** Herr Dr. Neuendorf, Tel. 267-16423

### **GASAG, Schulkontaktpflege**

Friedrichstr. 185 – 190, 10117 Berlin

Tel. 7872-1122

**Noch zu tun:**

Tabellen S. 17 (Zeilen 1 bis 12 bzw. 1 bis 15) einfügen

Diagramme S. 21 bis 23 einfügen

Anlage 2: Bewag-Info einfügen

Anlage 3: Schaltbild und Fotos einfügen

5. Beispiel: Energiedaten der Askanischen Oberschule                      noch bearbeiten ..... 17

Anlagen ..... 13

1. Checkliste übernehmen aus „Raumtemperaturprofil“

2. Informationen zur Zählerbeschreibung besorgen und einfügen ..... 14

3. Geräte- und Preisübersicht, Schaltbilder zu 3c    Schaltbilder zeichnen, Fotos einfügen..... 15

Inhaltsverzeichnis aktualisieren