

## **Ständig unter Strom**

Strom ist eine kostbare Ressource, die wir sinnvoll einsetzen sollten. Im privaten Haushalt, aber auch im Büro verbirgt sich der Stromverbrauch oft an unvermuteten Stellen. Denn immer mehr elektronische Geräte verbrauchen Strom, auch wenn sie gar nicht benutzt werden. Auf den Bereitschaftsbetrieb, auch „Stand-by“ genannt, entfällt ein steigender Anteil am Stromverbrauch.

Kaffeemaschinen, TV-Geräte und DVD-Recorder, aber auch PCs, Drucker und Waschmaschinen verbrauchen im Stand-by-Betrieb bis zu 10 % des gesamten Stromverbrauchs in einem Haushalt.

Allein der Stand-by-Betrieb der Geräte kann in einem Haushalt 5 – 10 % des Gesamtstromverbrauchs ausmachen. Der Stromverbrauch im Stand-by-Modus belastet dabei nicht nur den Geldbeutel, sondern auch unsere Umwelt. Denn der Stromverbrauch steigt national und international seit Jahrzehnten ständig an. Andererseits sind die Ressourcen zur Stromerzeugung begrenzt. In Vorarlberg wird der Strom aus der erneuerbaren Energiequelle Wasser erzeugt. Wird Strom aus fossilen Brennstoffen produziert, entsteht Kohlendioxid, das mitverantwortlich für den Klimawandel ist. Die sinnvolle und effiziente Nutzung von Energie gewinnt immer mehr an Bedeutung. Stand-by-Energie vermeiden ist ein Beitrag, um die Ressourcen zu schonen und die zukünftige Energieversorgung zu sichern.

Stand-by-Energie zu reduzieren ist einfach: Elektrische Geräte nach dem Gebrauch ausschalten oder den Stecker ziehen. Leidet darunter der Komfort, können schaltbare Steckerleisten, Master-Slave-Steckdosen und Vorschaltgeräte eingesetzt werden. Zeitschaltuhren oder aktivierte Energiesparfunktionen können Stand-by-Energie ebenfalls unkompliziert reduzieren und auch beim Neukauf von Elektrogeräten sollte auf die Frage nach dem Verbrauch im Stand-by-Betrieb nicht vergessen werden. Durch diese Maßnahmen kann viel Geld und Energie gespart werden. Bei 135.000 Haushalten in Vorarlberg (3,3 Millionen Haushalten in Österreich) kommt da einiges zusammen.

## **„Sparefinger“-Kampagne**

Die VKW als führender Energiedienstleister in Vorarlberg fördert seit vielen Jahren den sinnvollen Einsatz der wertvollen Energie „Strom“. Im Herbst 2005 startete in Kooperation mit dem Energieinstitut Vorarlberg eine Informationskampagne zum Thema „Stand-by-Energie ohne Komfortverlust reduzieren“ – mit großer Resonanz in der Bevölkerung.

Transportiert wurden die Inhalte über den „Sparefinger“. Ein einfaches Bild mit Handlungsempfehlung, die sofort ohne Aufwand und große Erklärung umgesetzt werden kann. Der Sparefinger tritt in Aktion, indem er Geräte ausschaltet, den Stand-by-Verbrauch mit Hilfe des Stand-by-Rechners ausrechnet und weitere kluge Maßnahmen zur Vermeidung des Stand-by-Betriebs setzt.

## **Schulpakete „Stand-by-Energie vermeiden“**

Das Schulpaket ist ein weiterer Bestandteil dieser Kampagne. „Stand-by vermeiden“ thematisiert den effizienten Einsatz der Ressource Strom bereits in der Volksschule. Mit spielerischen Mitteln lernen die Schülerinnen und Schüler, wie sie in ihrem Umfeld energiebewusst elektrische Geräte einsetzen und damit einen Beitrag zur Schonung der Ressourcen und der Umwelt leisten können.

Die Schulpakete für Volksschule, Hauptschule und AHS wurden unter Einbindung von Diplompädagogen entwickelt. Während in der Volksschule ein spielerischer Zugang zum Thema ermöglicht wird, steht bei Hauptschule und speziell im AHS-Bereich die experimentelle technische Sichtweise des Bereitschaftsbetriebes von Geräten im Vordergrund.

# ... allgemeine Informationen

Grundlage für die Besprechung von Stand-by-Verlusten ist die Beherrschung der grundlegenden Formeln aus der Elektrizitätslehre.

3

Daher bietet sich dieses Kapitel in der Oberstufe im Bereich der Elektrizität an.

## **Auszug aus dem Lehrplan (AHS OSt): 5. und 6. Klasse**

Die Schülerinnen und Schüler sollen folgende physikalische Bildungsziele erreichen:

- Mittels einfacher Schülerexperimente insbesondere die Fähigkeit zum Beobachten, Beschreiben und Berichten sowie Planen, Durchführen und Auswerten entwickeln.
- Größenordnungen im Mikro- und Makrokosmos kennen und unsere Stellung im Universum einschätzen können.
- Grundlagen der Elektrizitätslehre (einfacher Stromkreis, Spannung, Strom, elektrischer Widerstand, elektrische Energie und Umgang mit elektrischen Messgeräten) anwenden.

# ... Lernziele

- Der Schüler/die Schülerin soll die Begriffe Arbeit und Leistung unterscheiden können.
- Der Schüler/die Schülerin soll die Einheiten von Arbeit und Leistung kennen.
- Der Schüler/die Schülerin soll die verbrauchte Arbeit eines Gerätes im Stand-by-Modus berechnen können.
- Der Schüler/die Schülerin soll den finanziellen Aufwand bei Geräten im Stand-by-Betrieb ausrechnen können.
- Der Schüler/die Schülerin soll komplexe Versuche aufbauen und Messungen auswerten können.
- Der Schüler/die Schülerin soll mit einem Wattmeter zuhause Geräte mit Stand-by-Verbrauch ausfindig machen können.
- Der Schüler/die Schülerin soll erkennen können, welche Stand-by-Energie vermieden werden kann.

# ... Unterrichtsablauf

## Übersicht des Unterrichtsablaufs

Eine mögliche Unterrichtseinheit (2 - 3 Stunden) wäre ein Versuch zum Thema Stand-by. Durch den von den Schülern und Schülerinnen selbst durchgeführten Versuch soll deutlich gemacht werden, dass auch Energie verbraucht wird, wenn Geräte scheinbar ausgeschaltet sind. Der zweite Teil der Unterrichtseinheit bezieht die Tätigkeit zu Hause mit ein. Dadurch kann auch die Verbindung zum täglichen Leben sehr gut hergestellt werden.

## Vorhergegangene Unterrichtseinheiten

- Aufbau eines einfachen Stromkreises
- Ohm'sches Gesetz inkl. Versuch
- Ev. Kirchhoff'sche Regeln

## Übersicht Unterrichtseinheiten

### 1. Unterrichtseinheit

Besprechung der physikalischen Grundlagen: Arbeit und Leistung mit Beispielen aus der Praxis! (Beginn: Mitgeben der Messgeräte)

### 2. Unterrichtseinheit

Durchführung des Schülerversuches inkl. Auswertung

### 3. Unterrichtseinheit

Besprechung und Auswertung der Ergebnisse der zu Hause gemachten Messungen

# ... 1. Unterrichtseinheit

## Physikalische Grundlagen

Das Wissen kann sich auf einige wenige Formeln reduzieren. Entscheidend ist das klare Herausstreichen des Unterschiedes Leistung und Arbeit. Außerdem sollte in diesem Zusammenhang auch herausgearbeitet werden, dass Strom nicht verbraucht wird und dass der Verbraucher nicht den verbrauchten Strom bezahlt, sondern die elektrische Arbeit, die der Strom im Haushalt verrichtet hat (umgangssprachlich wird bei der elektrischen Arbeit von Stromverbrauch gesprochen).

*Elektrische Leistung = Spannung x Stromstärke*

$$P = UI$$

*Leistung = Arbeit : Zeit bzw. Arbeit = Leistung x Zeit*

$$W = Pt = UIt$$

## Einheiten

[P]=1 W = 1VA (W ... Watt; V ... Volt; A ... Ampere)

[W]= 1 J = 1Ws (J ... Joule; Ws ... Wattsekunde)

Meist wird ein Vielfaches der Einheit 1Ws verwendet, nämlich die Kilowattstunde (1 kWh)

$$1\text{kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3\,600\,000 \text{ Ws} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

# ... 1. Unterrichtseinheit

## Beispiel

Ein Fernsehgerät verbraucht im Stand-by-Betrieb eine Leistung von 7 Watt. Wie groß ist der reine Stand-by-Verbrauch in einem Jahr unter der Annahme, dass das Gerät 20 Stunden täglich im Stand-by-Betrieb gehalten wird. (4 Stunden wird täglich ferngesehen!)

1 Jahr = 365 Tage  
365 Tage \* 20 Stunden = 7300 Stunden

Es empfiehlt sich hier nicht in SI-Einheiten zu rechnen. Einfacher ist es, wenn man die Zeit gleich in Stunden einsetzt, da die Verrechnungseinheit kWh ist.

$$P = Wt = 7W \times 7300h = 51100Wh = 51,1kWh$$

Eine Kilowattstunde Strom kostet etwa 15 Cent.

$$51,1kWh \times 0,15 \text{ EUR} = 7,67 \text{ EUR}$$

Der unnütze Stand-by-Verbrauch eines Fernsehers beträgt in einem Jahr 51,1kWh, dies bringt zusätzliche Stromkosten von 7,67 EUR!

Rechnet man in Österreich mit insgesamt 6 Millionen Fernsehapparaten, so ergäbe dies einen unnützen Stromverbrauch von 306,6 Mio kWh. Dies entspricht ziemlich genau der jährlichen Stromerzeugung der beiden größten VKW-Kraftwerke (Langenegg und Alberschwende) zusammen!!

# ... 2. Unterrichtseinheit

## Stand-by im Versuch

Die verschiedenen Möglichkeiten der Energie-Verschwendung durch Stand-by können in einem Versuch durch Schülerinnen und Schüler relativ einfach nachvollzogen werden. Für diesen Versuch wurden die üblichen Schülerübungsgeräte, die praktisch in jeder Schule vorhanden sind, verwendet. Der Versuch kann auch leicht auf die eigenen Geräte adaptiert werden und ist auch als Lehrerexperiment geeignet.

## Es gibt 2 Arten von Stand-by

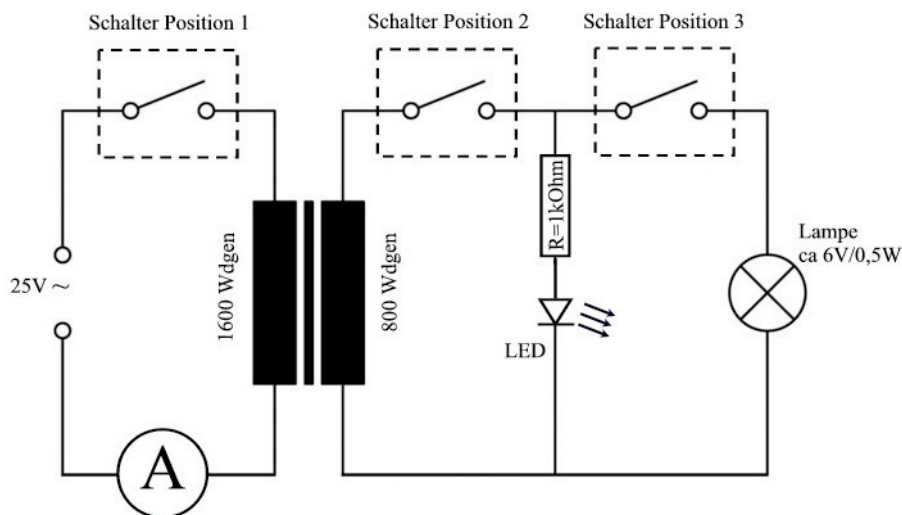
- **Stand-by**

Das Gerät ist bis auf eine Betriebsanzeige ausgeschaltet (und kann meist mit einer Fernbedienung leicht wieder eingeschaltet werden).

- **Schein-Aus**

Es leuchten keine Betriebsanzeigen mehr, der Transformator ist jedoch noch in Betrieb und verbraucht Energie (meist bei Netzgeräten).

Der Schaltplan des Versuches sieht folgendermaßen aus:





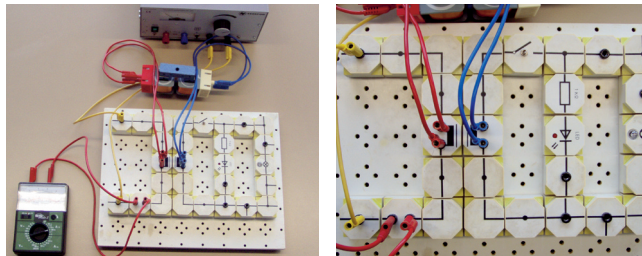
# ... 2. Unterrichtseinheit

**Anhand dieser Schaltung kann der Stromverbrauch in 3 verschiedenen Zuständen gemessen werden**

- Alle Schalter geschlossen:  
Das Gerät ist in Betrieb (hier durch eine Glühbirne simuliert).
- Schalter in Position 3 offen:  
Das Gerät befindet sich im Stand-by-Betrieb (es leuchtet die Betriebsanzeige: hier eine LED mit Vorwiderstand).
- Schalter in Position 2 offen:  
Das Gerät befindet sich im Schein-Aus-Zustand (es leuchten keine Lampen, der Trafo ist weiter in Betrieb).
- Schalter in Position 1 offen:  
Das Gerät ist wirklich ausgeschaltet, es fließt kein Strom.

## Hinweis zum Aufbau

Da bei den meisten Schüler-Gerätesätzen nur ein Schalter vorhanden ist, muss der Schalter in die 3 Positionen gegeben werden, die anderen Stellen werden durch normale Leitungen geschlossen.



Die Messungen ergeben sehr gut den zusätzlichen Stromverbrauch beim Stand-by-Betrieb:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. Alle Schalter geschlossen (Betrieb):    | $I = 68 \text{ mA}$ |
| 2. Schalter Position 3 offen (Stand-by):   | $I = 14 \text{ mA}$ |
| 3. Schalter Position 2 offen (Schein-Aus): | $I = 12 \text{ mA}$ |
| 4. Schalter Position 1 offen (Aus):        | $I = 0 \text{ mA}$  |

In den Beilagen finden Sie Arbeitsblätter für den Schülerversuch.

# ... 3. Unterrichtseinheit

## Messung zu Hause und Auswertung

Ein wichtiger Aspekt ist die Messung von Stand-by-Energie zu Hause. Dazu dienen die beiden Koffer des ASE (Energiesmesskoffer), in denen sich 11 Energiemessgeräte befinden. Ausgeliehen werden können die Geräte beim Arbeitskreis Schule – Energie per E-Mail: ase@vkw.at  
Zur besseren Koordination sollte der Wunschtermin einige Wochen vorher geklärt werden.

10 Messgeräte sind für die Versuche im Haushalt gedacht. Sie können den Schülern und Schülerinnen bedenkenlos mit gegeben werden. Das 11. Gerät dient als Demonstrationsgerät und kann mit dem Computer verbunden werden.

Zu Hause sollten möglichst viele Geräte ausfindig gemacht werden, die in ausgeschaltetem Zustand noch Energie (Stand-by-Energie) verbrauchen. Dies beginnt bei den klassischen Stand-by-Verbrauchern, wie Musikanlagen, Fernseher, Videorekorder, Computer mit Bildschirmen und Druckern. Es betrifft jedoch auch sehr viele Netzladegeräte für Handys, Discman ... Auch in der Küche sind solche Geräte zu finden, wie z. B. die Kaffeemaschine. Teilweise haben auch Geräte, wie Geschirrspüler, Waschmaschinen bzw. Wäschetrockner einen Stand-by-Verbrauch.

In den Beilagen finden Sie eine Liste, in der die Geräte und der gemessene Verbrauch eingetragen werden können.

In der Schule kann anschließend eine Besprechung der gefundenen Geräte stattfinden, man könnte jedoch auch die gesamten Ausgaben berechnen und sich dabei überlegen, wie viel Prozent des gesamten Verbrauches eines Haushaltes der Stand-by-Verbrauch ausmacht.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei den Unterrichtseinheiten zum Thema Stand-by. Sollten Sie noch weitere Unterlagen benötigen, so wenden Sie sich an den Arbeitskreis Schule – Energie.

# ... Materialliste

11

## **Für den Schülerversuch**

- Schülerübungsgeräte (je nach Klassengröße 6 – 8 Sätze Elektrizität)
- Je ein Trafo für Schülerübungsgeräte / Gruppe
- Je ein Messgerät (Amperemeter) / Gruppe
- 8 Kabel / Gruppe
- Arbeitsblatt

## **Für die Messreihen zu Hause**

1 Gerätesatz Energiemesskoffer aus dem ASE-Verleih (10 + 1 Gerät)

Bitte melden Sie sich nicht zu spät für die Leihe an, da die Geräte von mehreren Schulen benötigt werden! Im ASE stehen 2 komplette Sätze zur Verfügung!

# ... was ist Stand-by?

Immer mehr elektronische Geräte verbrauchen Strom, auch wenn sie gar nicht benutzt werden. Auf den Bereitschaftsbetrieb, auch „Stand-by“ genannt, entfällt ein immer größerer Anteil am Stromverbrauch. Manche Elektrogeräte, beispielsweise Waschmaschinen, nehmen sogar Strom auf, wenn sie abgeschaltet sind. Viele Verbraucher wissen darüber nur wenig. Sie brauchen Strom, ohne sich dessen bewusst zu sein.

## **Stromverbrauch**

Jedes Watt Dauerleistung kostet den Vorarlberger Haushalt etwa einen Euro Stromkosten jährlich. Mit ein paar Watt wirkt die Leistungsaufnahme eines einzelnen Gerätes im Stand-by-Betrieb auf den ersten Blick sehr gering. Für den Stromverbrauch ist aber nicht nur die Leistung entscheidend, sondern auch die Dauer, in der die Geräte leer laufen. Mit der steigenden Zahl von Geräten im Stand-by-Modus kommt ein durchschnittlich ausgestatteter Haushalt auf eine Leerlaufleistung von durchschnittlich 70 Watt. So kommt ein beachtlicher Jahresverbrauch von rund 500 Kilowattstunden zusammen, was etwa dem Stromverbrauch von zwei Strom sparenden Haushaltsgroßgeräten entspricht. In Haushalten mit einer starken Ausstattung an elektronischen Geräten können sich die Leerlaufleistungen auf über 100 Watt summieren.

## **Maßnahmen**

Nachdem diese stillen Stromverbraucher ausfindig gemacht sind, lassen sich mit einfachen Maßnahmen und ohne Komfortverzicht etwa zwei Drittel bis drei Viertel des Stand-by-Verbrauchs einsparen. Vor allem durch eigenes Handeln und Verhalten, wie Abschalten direkt am Gerät, das Einsetzen von schaltbaren Steckdosenleisten und Achtsamkeit beim Kauf neuer Geräte, lässt sich der versteckte Stromverbrauch wirkungsvoll eindämmen.

# ... was ist Stand-by?

## **Jugendliche und Stand-by**

13

Die Stand-by-Problematik betrifft auch die Jugendlichen in besonderem Maß. Laut einer Untersuchung der deutschen „Initiative Energieeffizienz“ lassen die Jugendlichen angeblich ihren Fernseher doppelt so häufig im Stand-by-Betrieb laufen wie die ältere Generation. Teenager besitzen auch immer mehr elektronische Geräte, besonders Computer, Handys und Unterhaltungselektronik sind gefragt. Gerade im Bereich Handy und Netzladegeräte herrscht sehr viel Sorglosigkeit und auch Unwissenheit.

Netzladegeräte werden nicht von der Steckdose getrennt, wenn der Ladevorgang beendet ist. Da immer noch sehr viele Ladegeräte Transformatoren zur Spannungsherabsetzung verwenden, verbrauchen diese Ladegeräte auch ohne angesteckten Verbraucher dauernd Strom.

# ... typische Stromverbraucher

Fast in allen Bereichen des täglichen Lebens taucht Stand-by-Energie auf.

14

## **Unterhaltungsbereich**

Hier zählen die meisten Geräte zu den Stand-by-Verbrauchern. Vor allem fernbedienbare und programmierbare Geräte: Fernseher und Videogeräte, Satellitenempfänger, Hifi-Anlagen, CD-Player etc.

## **Information und Kommunikation**

Bei PCs mit Zusatzgeräten wie Bildschirm, Drucker, Scanner, Modem und Router ist der Bereitschaftsbetrieb oft nur schwer erkennbar. Im wachsenden Kommunikationsbereich sind schnurlose Telefone, Anrufbeantworter, Faxgeräte sowie Ladegeräte von Handys Stand-by-Verbraucher.

## **Haushaltsbereich**

Auch eine Reihe von Haushaltgeräten mit Zeitschaltuhren wie Elektroherde, Mikrowelle oder Geschirrspüler, Waschmaschinen und Kaffeemaschinen verbrauchen Stand-by-Strom.

Sie sehen, es gibt viele Bereiche in denen Sie den Stromverbrauch nachhaltig reduzieren können.

# ... Vergleiche

## **Stand-by ist wie:**

- ... ein Auto bei dem der Motor läuft, das aber nicht fährt.
- ... ein Arzt, der die ganze Nacht wach ist und Bereitschaftsdienst hat.

## **Haben Sie gewusst, dass:**

### **... ein durchschnittlicher Fernseher im Stand-by-Betrieb ca. 73 Kilowattstunden pro Jahr verbraucht?**

Das verursacht jährliche Kosten von ungefähr 8 Euro. Mit dem Strom, den alle Vorarlberger Fernseher im Stand-by-Betrieb pro Jahr verbrauchen, könnte zum Beispiel die Montafonerbahn rund 4 Jahre lang fahren.

### **... eine Kaffeemaschine im Stand-by-Betrieb bis zu 256 Kilowattstunden pro Jahr verbraucht?**

Das verursacht jährliche Kosten von ungefähr 27 Euro. Mit dem Strom, den alle Vorarlberger Kaffeemaschinen im Stand-by-Betrieb pro Jahr verbrauchen, könnte zum Beispiel das Bregenzer Frühlingsfest 370 Mal durchgeführt werden.

### **... ein durchschnittlicher PC-Arbeitsplatz im Stand-by-Betrieb ca. 58 Kilowattstunden pro Jahr verbraucht?**

Das verursacht jährliche Kosten von ungefähr 7 Euro. Mit dem Strom, den alle Vorarlberger PC-Arbeitsplätze im Stand-by-Betrieb pro Jahr verbrauchen, könnte zum Beispiel die Pfänderbahn gut 9 Jahre betrieben werden.

# ... Vergleiche

## **Wissen Sie, was man mit einer Kilowattstunde Strom so alles „anstellen“ kann?**

16

- Fünf Stunden Zähne putzen mit der elektrischen Zahnbürste (200 Watt).
- Sieben Stunden lang fernsehen. Vorausgesetzt, der TV-Apparat verbraucht nicht mehr als 140 Watt.
- Zehn Stunden lang lesen im Schein einer 100-Watt-Glühbirne. Ganz Clevere verwenden allerdings eine Energiesparlampe. Dann liefert eine Kilowattstunde Strom für 50 Stunden Licht.
- 70 Tassen Kaffee kochen mit einer Kaffeemaschine, die 850 Watt verbraucht.
- 83 Eier hart kochen mit einem elektrischen Eierkocher (350 Watt).



# ... Erkennen von Stand-by

## Wie können wir den Stand-by-Verbrauch eines Gerätes feststellen?

Viele elektronische Geräte, die mit einer Fernbedienung eingeschaltet werden können, haben eine LED-Kontrolllampe. Diese Kontrolllampe zeigt an, dass Strom verbraucht wird.

Schwieriger ist es, versteckte Stand-by-Verbraucher aufzuspüren. Bei Netzgeräten gibt es die Möglichkeit, sie einfach anzugreifen. Sind sie, obwohl kein Verbraucher angesteckt ist, nach ca. einer Stunde immer noch leicht warm, so deutet dies auf einen Stromverbrauch hin. Der Transformator setzt bekanntlich die elektrische Energie im Leerlauf in Wärme um.

Bei manchen Geräten ist der Stand-by-Verbrauch überhaupt nicht von außen feststellbar. Hier gibt es jedoch ebenfalls eine gute Möglichkeit. Jeder Haushalt kann sich bei der VKW ein Verbrauchsmessgerät kostenlos ausleihen. Dieses Gerät wird zwischen den Verbraucher und die Steckdose gesteckt und zeigt die momentane Leistung und auch den Stromverbrauch an.

**Wichtig:** Für Schulen ist es auch möglich, beim ASE zwei Koffer mit insgesamt 11 Strommessgeräten auszuleihen. Gedacht sind diese Geräte für Projekte in Klassen. 10 Geräte können den Schülern und Schülerinnen mit nach Hause gegeben werden. Die Jugendlichen können dadurch Stand-by-Verbraucher aufspüren. Das 11. Gerät ist an den Computer anschließbar und kann als Demonstrationsgerät in Schulstunden dienen. Sollten Sie Strommessgeräte ausleihen wollen, so wenden Sie sich an den ASE ([ase@vkw.at](mailto:ase@vkw.at)). Teilen Sie uns Ihren Wunsch bitte frühzeitig mit, damit wir die Ausleihtermine bestmöglich koordinieren können.

# ... Kontaktblatt

## **Informationen im Internet zum Thema Stand-by vermeiden:**

<http://sparefinger.vkw.at>

## **Informationen und Bestellungen zum Sparefinger-Schulpaket:**

Arbeitskreis Schule Energie

Weidachstraße 6  
6900 Bregenz

Tel.: 05574 601-72605

Fax: 05574 601-8506

E-Mail: [ase@vkw.at](mailto:ase@vkw.at)

Internet: <http://ase.vkw.at>

## **Konzeption und Umsetzung:**

Ricquebourg Werbeagentur OHG, Dornbirn