

- **Wie läuft die partizipative Analyse ab?**

[PDF](#)

### **Antwort in Bildern**

Partizipative Analyse (Im [Powerpoint](#) oder im [PDF](#) Format).

### **Antwort in Videoform**



### **Methodologie der partizipativen Analyse (FR)**



- **Sollen Neonleuchten in den Pausen ausgeschaltet werden?**

[PDF](#)

Manchmal wird behauptet, dass mehr Energie verbraucht wird, wenn man Neonleuchten aus- und anschaltet, als wenn man sie an lässt.

**Das stimmt nicht. Je mehr man ausschaltet, desto mehr kann man sparen.**

Es stimmt aber, dass sich eine Neonleuchte schneller abnutzt, wenn sie öfter an- und ausgeschaltet wird.

Es wird also empfohlen, die Leuchten nur für Zeiträume, die länger als 10 bis 15 Minuten dauern, auszuschalten. In der Grundschule kann ein Poster mit der Beschriftung: « Aus der Klasse raus, Licht aus! » ein deutliches Signal sein.

Nach jeder Unterrichtsstunde, in den Pausen und in der Mittagspause sollten also alle Lichter in den Klassen ausgeschaltet werden, da sie für nichts und niemanden von Nutzen sind. Den Schülern das immer wieder zu wiederholen ist mühsam, gehört aber zu den Lehraufgaben. Je früher die Kinder das verinnerlichen, desto besser.

Das ist natürlich eine Aufgabe, die man den Schülern, die als wöchentlicher "Energiebeauftragter" bestimmt wurden, anvertrauen kann.



Die neueren Gerätetypen der Neon- und LED-Leuchten können inzwischen beliebig oft an- und ausgeschaltet werden: ein Grund mehr, sich an die Regel zu halten!

- **Soll die Heizung am Wochenende ausgeschaltet werden?**

[PDF](#)

[themify\_box style="red warning"]Es geht das Gerücht um, dass es besser ist die Temperatur eines Gebäudes nachts und am Wochenende nicht unter 16°C fallen zu lassen: «... sonst wird umso mehr Energie verbraucht, um das Gebäude am Montag wieder auf Temperatur zu bringen! ».

### **DAS STIMMT NICHT!**

Energietechnisch gilt es als erwiesen, dass die Heizung bei Leerstehenden Gebäuden ausgeschaltet sein soll. Nur so kann der Verbrauch so niedrig wie möglich gehalten werden, auch wenn das Gebäude morgens tatsächlich wieder aufgewärmt werden muss.[/themify\_box]

Einzige Ausnahme: sehr feuchte Räume (Küche, Duschräume, Waschküche, usw.) sollten nicht abgeschaltet werden, wenn dort keine mechanischen Luftregler vorhanden sind. Durch die Kälte an den Wänden könnte es durch die Feuchtigkeit zu Schimmelbildung kommen.  
In diesem Fall, muss das Problem der Lüftung erst gelöst werden, bevor die Heizung abgeschaltet werden kann.

In allen anderen Fällen sollte die Heizung nachts und an den Wochenenden ausbleiben und eine vernünftige Frostschutzvorrichtung vorgesehen werden (z. B. eine Warnsonde in einem kalten nach Norden gerichteten Raum).

Der Heizkörper sollte Samstagmorgens also nicht „lauwarm“ sein (= einfache traditionelle Absenkung der Wassertemperatur). Er muss kalt sein!

« Der Verbrauch der Heizung einer Schule kann durch diese Maßnahmen um 30 bis 40% gesenkt werden. Die Ersparnis ist umso größer je schlechter das Gebäude isoliert ist. Dazu kommen dann noch bis zu 70% eingesparter Strom durch die abgeschalteten Umwälzpumpen ». J. Claessens - UCL- facilitateur Energie pour les écoles en Wallonie.



## Wie kann man das beweisen?

- **Durch ein praktisches Experiment:** wenn eine Schule, in der die Heizung immer an war, zu einem System wechselt, wo die Heizung nachts, an den Wochenenden und in den Ferien ausgeschaltet wird, kommt es einer effektiven Einsparung der Heizkosten von 30 bis 40%. Die Zahl hängt von der Qualität der Isolierung und dem Trägheitsgrad ab. Hier kann man sich an den Ansprechpartner J. Claessens wenden, der schon viele Fälle verfolgt hat und praktische Tipps zur Renovierung beisteuern kann (jacques.claessens@uclouvain.be);
- **Durch logische physikalische Schlussfolgerung:** die Heizung wird natürlich Energie verbrauchen, um montags wieder auf Zimmertemperatur zu kommen, aber wie kann man diesen Mehrverbrauch mit den Einsparungen vom Wochenende in Relation setzen? Unmöglich!

☒ Aber man davon ausgehen, dass alle verbrannte Energie von der Heizung über die Heizkörper zu den Räumen geleitet wird. Die zirkulierende Energie ist gleich der von der Heizung zur Verfügung gestellten Energie. Wenn man die Heizung also am Wochenende abschaltet, wird die Innentemperatur der Räume sinken. Der Temperaturunterschied zwischen Drinnen und Draußen entspricht als dem Verbrauch des Gebäudes.

Die Heizung am Wochenende abschalten bedeutet, die Innentemperatur und die Wärmenachfrage zu senken, und entsprechend den Verbrauch nach zu unten zu drücken.

Weitere Infos in Französisch: <http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10907>

## • Was ist der Unterschied zwischen kW und kWh?

[PDF](#)

☒ Das kW (kiloWatt) ist eine Maßeinheit für die Leistung (Energieumsatz pro Zeitspanne). Die kWh (Kilowattstunde) ist eine Maßeinheit der Arbeit bzw. der Energie.

Eine Lampe, die eine Leuchtkraft von 60 Watt entwickelt, ist weniger stark als eine 100 Watt Lampe.



Der 24 Stundenverbrauch ergibt sich wie folgt:

$$60 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 1\,440 \text{ Wh} = 1,44 \text{ kWh}$$

Die verbrauchte Energie wird für einen bestimmten Zeitraum ermittelt.

Im Allgemeinen,

$$\begin{aligned} \text{Energie} &= \text{Arbeit} = \text{Verbrauch} \\ \text{Energie} &= \text{Kraft} \times \text{Zeit} \end{aligned}$$

Oder,

$$\text{Kraft} = \text{Energie} / \text{Zeit}$$

### Beispiel

Um 100 Liter Wasser von 0° auf 100 °C aufzuheizen, braucht man 11,6 kWh Energie. Diese Quantität/Menge ist unabhängig von der dafür benötigten Zeit, und ergibt sich aus der spezifischen Wärmekapazität des Wassers von 1,16 kWh/m<sup>3</sup>.

$$\text{K : Energie} = 1,16 \text{ kWh/m}^3 \times \text{K} \times 0,1 \text{ m}^3 \times 100 \text{ K} = 11,6 \text{ kWh}$$

Aber dieses Wasser innerhalb einer Stunde aufzuwärmen benötigt weniger Kraft, als es innerhalb von 6 Minuten zu erhitzen:

- im ersten Fall: Kraft = 11,6 kWh / 1 h = 11,6 kW
- im zweiten Fall: Kraft = 11,6 kWh / 0,1 h = 116 kW!

### • Warum verbraucht ein PC nachts Strom?

[PDF](#)

Auch wenn ein Computer scheinbar aus ist, zeigt das Wattmeter an, dass noch eine Restleistung von 5 bis 10 Watt verbraucht wird.

Die Gründe hierfür können folgende sein:

- Manchmal liegt es am installierten Transformator: es ist manchmal billiger, einen Schalter an den Niederspannungskreislauf anzuschließen als an den



Hochspannungskreislauf, die Primärspule wird also weiterhin mit Strom versorgt.

- Der “Ausschaltknopf” vorne auf dem Gerät ist kein elektrischer Knopf, der seriell an den Stromanschluss angeschlossen ist (im Gegensatz zum Knopf hinten am Gerät), sondern es handelt sich um einen “elektronischen Knopf”, der an die Platine angeschlossen ist.

Diese wird weiterhin mit Strom versorgt, für den Fall, dass ein Techniker verschiedene Wartungsarbeiten an dem PC abends ausführen und dafür den PC von außen hochfahren können muss (Backups, Updates, usw.). Diese Funktion ist auf fast allen PCs aktiv, und ist eigentlich nur bei vernetzten Arbeitsgeräten sinnvoll. In der Schule ist das eher selten der Fall.

- **Lohnt es sich in LED Leuchten zu investieren?**

[PDF](#)

## **Eine Leuchtstofflampe durch eine LED in der Schule ersetzen (Zusammenfassung für die Schuldirektion)**

Ein 1.500 mm lange 58 W Leuchtstofflampe verbraucht 68 W samt Vorschaltgerät. In bestimmten Fällen könnte diese durch eine 23 W verbrauchende LED Leuchte ersetzt werden. Die Kosteneinsparungen (15 bis 20 €/Jahr während den Bürostunden) und die geringere Umweltbelastung sind auf jeden Fall eine Überlegung wert.

[1. Technische Analyse](#)

[2. Schlussfolgerungen: unsere Empfehlungen für eine Schule](#)

[3. Vorschläge zur Installation](#)

[4. Lastenheft](#)

---

### **1- Technische Analyse**



## 1. Gesundheit

1.1. Der Blauanteil des Lichts der LED Leuchten kann ungesund für die Netzhaut sein. Kinder sind besonders gefährdet, da ihre Linsen noch sehr klar sind und die schädigenden Lichtanteile kaum herausfiltern.

1.2. Der Blauanteil der LED Lampen ist höher als der Anteil konventioneller Lampen.

1.3. Lampen, die "kaltes Licht" ausstrahlen haben einen größeren Blauanteil, als Lampen mit "warmem Licht".

1.4. Die EN 62471 Norm stuft das photobiologische Risiko der Lampen ein. Es gibt Lampen der Energieklassen RG0 und RG1 (auf einer Skala von RG0 bis RG3, RG3 ist am gefährlichsten), die die Risiken der möglichen Verletzungen der Linsen minimieren. Diese Norm gilt aber nur für Erwachsene und wir wissen nicht, wie sich das auf Kinderaugen auswirkt, die im Prinzip anfälliger sind. Die Hersteller müssen nur Produkte der Risikogruppen RG2 und RG3 entsprechend kennzeichnen. Leuchtprodukte für Innenbereiche dürfen nie ein Risiko darstellen.

1.5. Die starke Leuchtkraft der LED-Chips kann die Netzhaut schädigen. Man darf keine Punkte einer LED Lampe mit den Augen fixieren. Opale LED Leuchten sind weniger Leuchtstrak als helle LED Leuchten.

1.6. Man weiß noch nicht sehr viel über die Risiken einer längeren Aussetzung der LED Beleuchtung mit hohem Blauanteil. Erste Studien deuten auf einen höheren Risikofaktor bei weißen LED Leuchten (6500 K) als bei herkömmlichen Leuchtstofflampen hin. Es wird befürchtet, dass die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) schon ab 50 statt ab 60 Jahren auftreten könnte.

1.7. Wenn die mit den LED Leuchten verbundenen Risiken so klein wie möglich halten will, empfehlen wir also:

- Leuchten der Klasse RG0 und RG1 (also Leuchten ohne spezielle Kennzeichnung);
- Leuchten mit "warmem Licht" (z. B. mit der Bezeichnung « warm white », oder  $T^{\circ} 3.000\text{ K}$  und auf jeden Fall  $T^{\circ} \leq 4.000\text{ K}$ );
- opalweiße Leuchten oder helle Lampen, die sich in einem opalweißen Leuchter befinden;
- da die Langzeitrisiken noch nicht eingeschätzt werden können, sollte man darauf



achten, dass die Kinder dem Licht nicht den ganzen Tag lang ausgesetzt sind – als Präventivmaßnahme sollte man LED Leuchten im Moment also nur in Fluren, Sälen und nur sporadisch benutzten Räumen einsetzen. In Kitas sollten gar keine LED Leuchten zum Einsatz kommen, weil Kinder unter zwei Jahren noch so klare Linsen haben, dass der schädigende Blauanteil nicht herausgefiltert werden kann.

## **2. Ökologie / Umwelt**

2.1. Auch wenn eine LED Leuchte kein Blei enthält (wie eine Neonleuchte), weiß man heute noch nicht, wie lange die darin verwendeten Werkstoffe (seltene Metalle) mittelfristig zur Verfügung stehen werden.

2.2. Bei diesen seltenen Metallen (seltene Erde z.B.) handelt es sich um dieselben, wie bei den Smartphones, PCs, usw.

2.3. Gegenwärtig gibt es auch noch kein organisiertes Recycling für diese Produkte, aber das ist sicher nur eine Frage der Zeit.

## **3. Rechtssicherheit der Anpassung (1:1) in einer bestehenden Lampe**

3.1. Eine LED Leuchte kann doppelt so schwer sein, wie ein Leuchtstoffleuchte T8, aber das Gewicht bleibt unter den erlaubten 500g, die für Leuchtstofflampen vom Typ T8 (norme IEC 62 776) gelten. Plastiklampen vermindern das Verletzungsrisiko, wenn eine Lampe runterfällt und erlauben das Entfernen der teilweise vergilbten und unnützen Schutzhüllen.

3.2. Um jegliches Stromschlagrisiko zu vermeiden, müssen die Leuchten der Norm NBN EN 62560 entsprechen. Das nötige Konformitätszertifikat sollte der Verkäufe zur Verfügung stellen können.

3.3. Der Betrieb der LED Leuchten benötigt weder Starter noch Vorschaltgerät.

3.4. Je nachdem ob eine Neonlampe mit einem elektronischen oder einem elektromagnetischen Vorschaltgerät ausgerüstet ist, ist der Einbau der LED Leuchte verschieden.

3.5. Bei einem elektronischen Vorschaltgerät muss die interne Verkabelung des Geräts geändert werden. In der Regel stellen die Hersteller der LED Leuchten ein entsprechendes Schema zur Verfügung.



3.6. Bei einem elektromagnetischen Vorschaltgerät muss die Verkabelung nicht geändert werden, wenn man eine LED Leuchte wählt, die nur von einer Seite mit Strom versorgt wird und die mit einer "Sicherung" an der Stelle des Starters ausgerüstet ist. Somit ist die Leuchte funktionstüchtig und gesichert für den Fall, dass fälschlicherweise wieder eine Neonleuchte installiert werden sollte. Das Vorschaltgerät wird aber weiterhin mit Strom versorgt und verursacht somit einen Mehrverbrauch von  $\pm 1$  Watt. Dieser Mehrverbrauch kann durch eine Überbrückung des Vorschaltgeräts vermieden werden. Dann muss allerdings die Verkabelung angepasst werden, was zu einem Verlust des Versicherungsschutzes im Falle eines durch die Lampen verursachten Brandes führen kann.



Luminaire avec ballast conventionnel

3.7. Man muss sich darüber im Klaren sein, dass jede Veränderung einer Leuchte, den Verlust dessen CE- und ENEC-Konformität zur Folge hat und dadurch die Produktgewährleistung des Herstellers erlischt.

3.8. Die Verantwortung für eine Änderung dieser Art liegt als bei der Person, die die Änderung durchführt oder die Durchführung in Auftrag gibt.

- Wenn die Arbeit vom Haustechniker ausgeführt wurde, steht der Schuldirektor in der Verantwortung. Eine Zertifizierungsstelle kann die Änderung aber anerkennen.
- Wenn die Arbeit durch einen zertifizierten Techniker ausgeführt wurde, ist dieser für die Arbeiten verantwortlich.
- Interessanterweise kümmern sich einige Hersteller selber um die Installation der LED Leuchten und passen die Lampen nach einem im Vorhinein beglaubigten Verfahren an. Der Hersteller steht hier also in der Verantwortung (Mehrpreis:  $\pm 8$  Euro pro Lampe).

3.9. Damit eine LED Leuchte eingesetzt werden kann, sollte die Lampe auch in einem guten Zustand sein, besonders was die Verbindungsstücke der Lampen angeht.

## 4. Beleuchtungsstärke

4.1. Auch wenn es eine Beeinträchtigung der Helligkeit zur Folge hat, wird das Anbringen einer Schutzhülle wärmstens empfohlen, um übermäßige Blendung zu verhindern.





4.2. Die Anzahl der durch eine LED Leuchte produzierten Lumen hängen von der Marke ab, und sollten ein Auswahlkriterium darstellen.

4.3. Im Prinzip produziert eine LED weniger Licht als eine Neonleuchte (1.900 Lumen gegen 3.000, für eine 1.200 mm lange Leuchte). Aber das ganze Licht der LED Leuchte wird benutzt, weil es nach unten gerichtet ist. Die Rückstrahler können zwar einen Teil des Lichts nach unten leiten, aber bei LEDs werden die Rückstrahler natürlich nicht mehr benötigt.



Efficacité lumineuse de différentes configurations de luminaires et de tubes

4.4. Bei einem Austausch wird der Vergleich vorher / nachher also sehr stark abhängen:

- 1° - von der Qualität der Lampe: wenn schon Rückstrahler vorhanden sind, wird es mit den LEDs etwas weniger hell sein, wenn nicht, werden die LEDs für etwas mehr Licht sorgen.
- 2° - vom Alter der Leuchtstofflampe: nach 10.000 Stunden Gebrauch verliert die Leuchte  $\pm 20\%$  ihrer Strahlkraft. Umso heller wird einem die neue LED vorkommen. Bei einem Test vergleicht man also alt mit neu und sollte darauf achten, dass man die zukünftigen Leistungsverluste der Lampen mit in Betracht zieht.

4.5. Die Lichtverteilung an Arbeitsplätzen ist nicht so einheitlich wie den klassischen Leuchtstofflampen ("Fledermaus"-Kurve).

4.6. Es wird also empfohlen, das Resultat der neuen Leuchten in einer Klasse zu testen, ehe man das Projekt auf alle Klassen ausweitet. So kann man sicher sein, dass weiterhin genug Licht in allen Klassen zur Verfügung stehen wird.

## 5. Rentabilität

5.1. Die Rentabilität hängt vom Kaufpreis, der Länge, dem kWh-Preis, dem Installationspreis, den Unterhaltskosten und Laufzeitkosten (je im Vergleich zu den alten Leuchten) der neuen Leuchten ab.

5.2. Die Lebensdauer ist im Moment noch schwer zu bestimmen, da die Hersteller selten deutlich machen, ob sich die Lebensdauer auf die LED-Chips, die Elektronik



oder die Leuchte als Ganzes bezieht. Die angegebene Lebensdauer ist im Prinzip die Dauer, in der die Leuchtkraft der LED-Chips über 70% der ursprünglichen Leuchtkraft bleibt (unter normalen Nutzungsbedingungen). LED-Chips sind sehr empfindlich was die Funktionstemperatur angeht und die Tatsache, dass sie in einem Rohr stecken ist sicher nicht ideal. Die Lebensdauer kann also durchaus beeinträchtigt werden, und man sollte sich nach den Garantieangaben des Herstellers richten.

5.3. Einige Hersteller geben an, dass eine 3-Stundenleuchte nach 8 Stunden ausgeschaltet werden muss, um eine Überhitzung zu vermeiden und die angegebene Lebensdauer zu erreichen.

5.4. Wenn man die Installations- und Unterhaltskosten außer Acht lässt, amortisiert sich die Investition für eine Klasse in 3 bis 7 Jahren (1.000 Stunden Betrieb pro Jahr, wenn das Licht während eines ganzen Schuljahres brennt), für ein Büro in 2 bis 3 Jahren (2.000 Stunden Betrieb pro Jahr), und in weniger als einem Jahr für eine Leuchte, die immer an sein muss (8.760 Stunden im Jahr).

### Übersichtstabelle der verschiedenen Umgebungen:

Länge der Leuchte	Einkaufspreis	Niederspannungstarif (~0.22€/kWh)	Hochspannungstarif (~0.15€/kWh)
1200 mm (ex-36W)	29€ TVAC	4 500 h	6 500 h
1500 mm (ex-58W)	34€ TVAC	2 500 h	4 000 h

## 2- Schlussfolgerungen: unsere Empfehlungen für die Schule

Es gibt inzwischen LED Leuchten zu kaufen, die, bei ausreichender Beleuchtung ohne zu blenden, ein Drittel einer Leuchtstofflampe verbrauchen.

Die Entscheidung, ob es zu einem Austausch kommen soll, hängt davon ab, wie vertrauenswürdig die Angaben zur Lebensdauer des Herstellers sind und wie lange die bestehenden Geräte noch aus eine ausreichende Beleuchtung der Räume aufrecht erhalten können.

- Fälle, in den man sofort auswechseln sollte:
  - Der Sportsaal mit seiner hohen Decke und hohen Unterhaltskosten, wobei



- sichergestellt werden sollte, dass überall genug Licht vorhanden sein wird.
- Lampen, die 24 Stunden am Tag in Betrieb sind, wenn der Hersteller garantiert, dass diese dafür geeignet sind.
  - Lampen, die regelmäßig an- und ausgemacht werden (Toiletten, Duschen, usw.)
  - “Nackte” Leuchten
  - Fälle, die sehr günstig für eine Wechsel sind:
    - 1,5 M lange Leuchten (58 W) in Lampen, die noch über gute Vorschaltgeräte verfügen.
    - Kleine Schulen, die noch über Niederspannung versorgt werden (0,22 €/kWh)
    - Wenn Klassen und Räume zu stark beleuchtet werden > 20% (Klassen, mit mehr als 400 Lux pro Arbeitsfläche)
    - Fluren und Räume, in denen das Licht sehr lange brennt (weil z.B. nach Norden gerichtet)

Da man in den seltensten Fällen über das nötige Budget verfügt, um alle Leuchten zu ersetzen, sollte man sich in einem ersten Schritt auf diese Fälle beschränken. Einige Hersteller bieten auch Miet- oder Leasinglösungen an.

Sollte man renovieren, wenn die Beleuchtung in einem sehr schlechten Zustand ist (alte Geräte mit vergilbten Schutzhüllen, usw.):

- Eine neue T5-Installation ?
- Eine neue Installation mit LED Leuchten (Lampen, die mit Neon- und LED Leuchten ausgerüstet werden können)?
- Eine neue Installation mit LED Leuchten (ausschließlich)?

In diesem Fall ist es ratsam, sich nicht auf die Auswechslung einzelner Geräte zu beschränken, sondern eine entsprechende Studie in Auftrag zu geben, um den genauen Bedarf zu bestimmen und die beste Lösung auszuarbeiten.

---

### 3- Vorschläge zur Installation

1. Ein Elektriker über den Zustand der bestehenden Beleuchtung und den Beleuchtungsgrad (300 Lux sind für jeden Arbeitsplatz vorgeschrieben, abzüglich des Tageslichts) und je nachdem wie gleichmäßig das Licht ist (Verhältnis



- Minimalbeleuchtung durch Durchschnittsbeleuchtung > 60%).
2. Der Schulträger entscheidet, ob er auf einen externen Dienstleister zurück greift oder eine interne Lösung bevorzugt.
  3. Der Schulträger lässt sich vom Hersteller oder Lieferanten bestätigen, dass alle LED Leuchten den im Lastenheft geforderten Kriterien entsprechen.
  4. Der Techniker führt eine erste Testinstallation in einer Klasse aus, um die Leuchtintensität und -uniformität einschätzen zu können.

Wenn es sich um einen hausinternen Techniker handelt, reicht der Ankauf einiger Testleuchten aus, ehe ein größerer Ankauf ins Auge gefasst werden kann. Wenn dieser Ankauf über eine Ausschreibung laufen muss, kann er schon angeben, welche Geräte sich im Test bewährt haben und ausreichen.

---

## 4. Lastenheft

Die LED Leuchten müssen den geltenden gesetzlichen Normen entsprechen, d. h. im Besonderen:

- Die Stromschlagrisiken minimieren nach der Norm NBN EN 62560 (LED-Lampen mit eingebautem Vorschaltgerät für Allgemeinbeleuchtung für Spannungen > 50 V) oder IEC 62776 (zweiseitig gesockelte LED-Lampen mit Sockeln G5 und G13, die für den Ersatz von Leuchtstofflampen mit denselben Sockeln vorgesehen sind).
- Die LED-Chips müssen so beschaffen sein, dass sie nur nach unten leuchten (keine "double-side").
- Die LEDs müssen den Klassen RG0 oder RG1 der Norm N 62471 (photobiologische Risiken) entsprechen.
- Die LEDs müssen über warmes Licht verfügen:  $T^{\circ} \leq 4.000 \text{ K}$  oder besser  $3.000 \text{ K}$ .
- Die LEDs müssen opalweiß sein, wenn sie sich nicht in einer Schutzhülle befinden oder in einer mit einer Schutzhülle ausgerüsteten Lampe installiert werden.
- Die LEDs müssen für eine permanente Betriebsdauer garantiert sein, wenn sie dafür bestimmt sind.
- Die LEDs müssen eine Leistungsfähigkeit verfügen, die 100 Lumen/Watt übertrifft.
- Die LEDs müssen über einen Farbwiedergabeindex von über 80 verfügen.



Vom Hersteller wird verlangt, die Größe der Leuchten, das Montageschema und das nötige Zubehör im Preisangebot mit zu berücksichtigen und zu beziffern.

---

Weitere Infos :

- <https://www.beleuchtungdirekt.de/wechsel-zu-led/>

### • **Wie funktionieren LEDs?**

[PDF](#)

Leider ist die Materie zu komplex, um sie kindgerecht aufbereiten zu können.

Wie entsteht Licht?

Licht entsteht in der Natur, wenn ein sehr warmes Objekt Licht ausstrahlt.

Zum Beispiel,



Le fer chauffé à 700°C envoie une lumière rouge (chauffé au rouge), mais à 1200°C, il envoie de la lumière blanche (chauffé à blanc).



Comme la bougie dont le cœur est à 1200 °C !





Le filament de la lampe tungstène sera lui à 3.500°C !



Et la surface du soleil est à 6.000°C

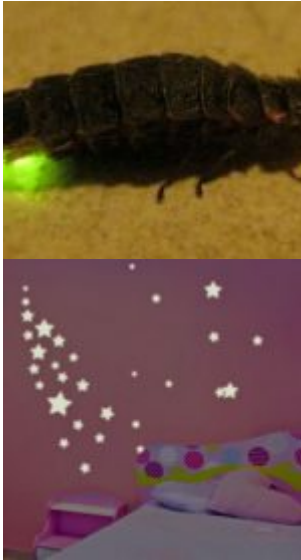
Die Natur liefert noch einen andere Lichtquelle: der Blitz bei einem Gewitter! In den Neonleuchten kann man auch Blitze entfachen.



Andere Lichtquelle aus der Natur: die Phosphoreszenz. Wir kennen zum Beispiel den



Leuchtkäfer oder das Glühwürmchen:



Der Schwanz wird nicht warm, sondern die am Tag gespeicherte Energie wird nachts freigegeben. Man geht davon aus, dass tagsüber aufgeladene Teilchen im Körper des Insekts die Lichtenergie (Photon genannt) nachts wieder abgeben.

Die gleiche Technik wird zur nächtlichen Beleuchtung in den Kinderzimmern benutzt.

Bei den LEDs ist es ähnlich: wenn sie von elektrischem Strom durchquert werden, werden Lichtphotonen ausgestrahlt.





Ein LED-Chip (Light Emitting Diode) ist eine Diode, die Licht in Stromrichtung ausstrahlt, wenn sie von Gleichstrom in durchquert wird.



Folgende französischsprachige Referenz erklärt alles im Detail:

<http://couleur-science.eu/?d=2014/08/15/16/46/31-comment-fonctionne-une-led>

Weitere Infos:

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17163>

#### • **Kleineres Material für die Aktionen in der Schule?**

[PDF](#)

#### **Einige Materialideen, die die Schüler eventuell selber installieren können**

Mehrfachstecker mit Schalter (Kosten: 4 Euro).

Programmierbare mechanische Schaltuhr (Warmwasserboiler, elektrischer Heizkörper, Getränkeautomat, usw. (Kosten: 8 Euro).

Niedrigenergielampen wie die LED oder die Kompaktleuchtstofflampe.

Weiße Farbe für Mauern und Decken.





Thermometer mit digitaler Anzeige, die an einer Wand befestigt werden können, um ein Einstellungsproblem zu entdecken oder um die Thermostate auf die gewünschte Temperatur einzustellen (Kosten: 8 Euros).

Isoliermaterial: z. B. eine Rolle 6 cm dicke Glaswolle, die man um die den Warmwasserbehälter wickeln kann (Elektrizität oder Heizung)

Schaumdichtungsband für die Türen und Fenster.

Isoliermaterial um die Rohrleitungen im Keller oder in den Fluren anbringen.

Isoliermaterial an der Mauer hinter einem Heizkörper anbringen.

### **Folgende Installation sollten einem versierten Techniker vorbehalten werden**

Auch wenn die Schüler nicht direkt an der Umsetzung beteiligt werden können, stehen sie dank der Analyse am Anfang der Prozedur, die sie z. B. durch einen Brief an die Schuldirektion in die Wege geleitet haben.

Thermostatventile.

Ein automatischer Türschließer an den Außentüren, oder an den Türen zwischen den Fluren und der Eingangshalle.

Tafelbeleuchtungen.



LED Leuchten.

Opalweiße Vorhänge an den Fenstern.

Einen Hauptschalter für die Computer im Informatikraum an der Versorgungsrinne anbringen.

Eine programmierbare Dämmschaltung für die Außenbeleuchtung der Schule anbringen.

Bürolampen im Sekretariat, im Lehrerzimmer und für die Lehrer bereitstellen.

• **Wie können die Energieeinsparungen während des Wettbewerbs verfolgt werden?**

[PDF](#)

Die Herausforderung besteht darin, mindestens 10% Stromersparnis zu erreichen im Vergleich zum Verbrauch des Vorjahres, anhand der letzten Stromrechnung.

Um heraus zu finden, ob Strom gespart, wird eine Projektion anhand von Mittelwerten von mehreren Schulen erstellt:

<b>11,0%</b>	Januar
<b>10,6%</b>	Februar
<b>9,3%</b>	März
<b>7,7%</b>	April
<b>7,6%</b>	Mai
<b>7,4%</b>	Juni
<b>4,1%</b>	Juli



<b>5,3%</b>	August
<b>7,4%</b>	September
<b>9,5%</b>	Oktober
<b>9,4%</b>	November
<b>10,5%</b>	Dezember
<b>100%</b>	Jahr

Anhand der Projektion und den Daten, die vom zu installierenden Smartmeter erhoben werden, kann dann eine Vergleichsgrafik erstellt werden, die die Evolution des Stromverbrauchs darstellt. Diese Grafik ist über den individuellen GBook-Zugang jeder Pilot-Klasse einsehbar.

#### • Welche Geräte können nachts in der Schule an sein?

[PDF](#)

- Geräte im Standby-Betrieb:
  - PCs der Verwaltung
  - PCs im Informatikraum
  - Projektor, Fernseher, Stereoanlage, usw. in den Klassen
  - Drucker
  - Photokopiermaschinen
  - Fax
  - Getränkeautomat für warme Getränke
  - Getränkeautomat für kalte Getränke
  - Server und Modem
  - Mikrowelle
  - ...
- Die technischen Installationen:
  - Umwälzpumpe (manchmal sogar im Sommer)
  - Pumpe des Sanitärkreislaufs
  - Brenner der Heizungen
  - Regler der Heizungsanlage
  - Lüftungssysteme in den Toiletten, Umkleideräumen, usw.
  - Schlecht programmierte Luftstromgeräte
  - Feuermeldezentrale
  - Einbruchssicherung
  - ...



- Die Beleuchtung:
  - Vergessen Beleuchtung in den Räumen
  - Beleuchtung in den Pausenräumen
  - Außenbeleuchtungen
  - Unnötige Sicherheitsbeleuchtung
  - ...
- Das sanitäre Warmwasser:
  - Elektrische Durchlauf-Warmwasserspeicher
  - Die kleinen Warmwasserboiler in den Klassen
  - ...
- Die Küche und der Speisesaal
  - Kühlschränke
  - Kühltruhen
  - Warmhalteplatten
  - Abzugshauben in der Küche
  - ...
- Streustrom / Fehlerstrom / Ableitstrom?

Hier steht ein Fragezeichen, weil wir diese Fehlerquellen bisher nie untersucht haben. Sie basieren darauf, dass 1 Ampere Fehlerstrom bis zu 230 Watt verbrauchen kann. Anscheinend kommen diese Störfälle schon in ganz alten Gebäuden und bei alten Elektroinstallation vor.

Normalerweise muss die Hauptsicherung, die heute Pflicht ist, ausgelöst werden, wenn so ein Fehler auftritt, aber vielleicht gibt es ja noch Schulen, die nicht gesetzeskonform ausgerüstet sind!?

Wir würden uns trotzdem über einen Präzedenzfall freuen!!

## **Wie kann man den Energieverbrauch untersuchen?**

### **- Am Anfang steht die Stromrechnung**

Auf der Rechnung steht der Verbrauch des Nacht- und Tagstroms. Der Nachtstromtarif gilt von 22 Uhr bis 7 Uhr (im Allgemeinen) und an den Wochenenden. Das sind 93 Stunden pro Woche, 390 Stunden pro Monat und 4.836 Stunden pro Jahr. Wenn den gesamten Verbrauch der Nachstunden durch die Anzahl der Nachstunden teilt, erhält man den Durchschnittsverbrauch der Zeitspanne, in der die Schule leer steht.



Zum Beispiel:

- Jahresrechnung Nachstrom = 23.000 kWh/Jahr, dann  $P = (23.000 \text{ kWh/Jahr}) / (4.836 \text{ h/Jahr}) = 4,75 \text{ kW}$
- Monatsrechnung Nachstrom = 3.000 kWh/Monat, dann  $P = (3.000 \text{ kWh/Monat}) / (390 \text{ h/Monat}) = 7,7 \text{ kW}$

Konkret: ein permanenter Verbrauch von 4,75 kW entspricht dem Verbrauch von 24 angeschalteten 200 Watt Fernsehgeräten.

### - Ein Messgerät benutzen

Mit z. B. dem EcoWatt-Messgerät von Chacon (im Fachhandel erhältlich für  $\pm 100$  Euro) kann man die benutzte Energie direkt messen und protokollieren. Zur Messung wird das zu messende Kabel von einer Klemme des Messgeräts umfasst.



Anhand einer Grafik der täglichen und stündlichen Messungen lernt man zu verstehen, wie sich z. B. der Verbrauch der Sporthalle im Laufe einer Woche entwickelt.



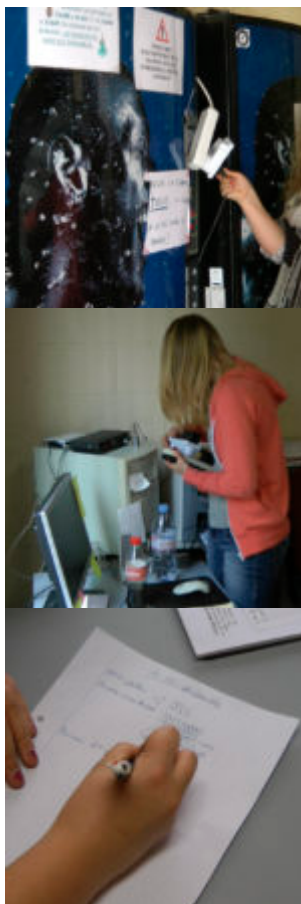
Diese Material kann bei den Ansprechpartnern (Link?) angefragt werden.



### - Die Schüler messen den Standby-Verbrauch

Das gehört zum partizipativen Audit, der ja nicht nur zur Messung dient, sondern auch eine entscheidende Rolle bei der Bewusstseinsbildung spielen soll. Diese Messungen finden außerhalb der Schulstunden statt.

Der so gemessene Verbrauch entspricht in der Regel einem Drittel des gesamten gemessenen Verbrauchs der Schule.



Récapitulatif, local par local, sur feuille papier et puis sur excel pour globaliser

### - Einzelne Bereiche messen

Das Messgerät wird oft an die Stromzentrale der Schule angeschlossen. Dadurch kann man allerdings nicht sehen, wo genau der Verbrauch tatsächlich verbraucht wird. Man kann aber natürlich auch einzelne Bereiche der Schule einer Messung unterziehen:

- Entweder mit einem Zangenamperemeter, das jeden Ausgang der Trennschalter



umgibt: man multipliziert den so gemessenen Strom mit der Spannung (normalerweise 230 Volt), um die Wattzahl zu erhalten. Das stimmt nicht für die Neonleuchten, weil die Anzeige dort doppelt so hoch angezeigt wird.



- Oder ein zweites Messgerät wird über eine Klemme der Durchfluss der verschiedenen Ausgänge gemessen.
- Oder indem ein Messgerät vor dem Verteilerschrank angeschlossen wird: alle Sicherung werden abgeschaltet und dann Stück für Stück aktiviert. Dafür muss man sich natürlich mit den Technikern und der Direktion absprechen.

Es ist natürlich interessant, wenn man die Messungen im Laufe der Zeit verfeinern kann: erst globale Messungen, dann pro Gebäude oder speziellen Räumen (Speisesaal, Sportsaal, usw.) und innerhalb eines Bereiches.

Es ist so wie bei einem Baum: man arbeitet sich vom Stamm zu den Ästen und dann von Ast zu Ast vor und versucht heraus zu finden, wie viel Saft durch die Adern fließen!



## • **Wie analysiert man eine Stromrechnung?**

[PDF](#)

Es ist nicht so leicht, eine Stromrechnung zu lesen und zu verstehen. Und doch ist es interessant, darauf z. B. den Tag- und Nachtstrom auseinander halten zu können.

Zur Verdeutlichung:

- Tagstrom = Stunden unter der Woche (von 7 Uhr bis 22 Uhr).
- Nachtstrom = Nachtstunden (von 22 Uhr bis 7 Uhr) und an den Wochenenden.

Auf der Rechnung befinden sich die Energiekosten, die Transportkosten und die verschiedenen Steuern.

Wie kann man herausfinden, wie viel Nachtstrom man verbraucht und hat und wie viel das gekostet hat?



Am einfachsten ist es, den Gesamtbetrag des Nachstroms zu nehmen und proportional dazu die Transportkosten und die Steuern zu berechnen.

Zum Beispiel:

Verbrauch Tagstrom	1.000 kWh x 0,07 €/kWh	70 €
	=	
Verbrauch Nachtstrom	500 kWh x 0,04 €/kWh =	20 €
Transportkosten		85 €
Steuern (wovon MwSt.)		75 €
Total		250 €

### Analyse :

Prozentsatz des Nachstroms:  $500 \text{ kWh} / (1.000 + 500) \text{ kWh} = 0,33 = 33 \%$

Das heißt also, dass 33% des Verbrauchs nachts und an den Wochenenden anfällt, aber nicht 33% der Kosten verursacht.

Durchschnittspreis der kWh insgesamt:  $250 \text{ €} / 1.500 \text{ kWh} = 0,17 \text{ €/kWh}$

Anhebungskoeffizient der Transportkosten und Steuern:  $250 / (70+20) = 2,78$

Reelle Gesamtkosten des Tagstroms:  $0,07 \text{ €} \times 2,78 = 0,195 \text{ €/kWh}$

Reelle Gesamtkosten des Nachtstroms:  $0,04 \text{ €} \times 2,78 = 0,11 \text{ €/kWh}$

### Überprüfung:

Wenn man alles wieder addiert, sollte der Gesamtpreis der Rechnung wieder stimmen:

$$1000 \text{ kWh} \times 0,195 \text{ €/kWh} + 500 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 250 \text{ €}$$

Man kann also sagen, dass

- die Verbrauchskosten des Tagstroms  $1000 \text{ kWh} \times 0,195 \text{ €/kWh} = 195 \text{ €}$  betragen.
- die Verbrauchskosten des Nachtstroms  $500 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 55 \text{ €}$  betragen.

- [Elektrische Geräte](#)





- [Beleuchtung](#)
- [Heizung](#)
- [↓](#)
- [F.A.Q.](#)
- [Normen & Formeln](#)
- [Messgeräte](#)

