

## • Die Beleuchtungsnormen

Ab wann ist die Beleuchtung ausreichend?

### Empfohlene Beleuchtungswerte am Arbeitsplatz (in Lux) nach der EN 12464-1 Norm

Raumart, Arbeit oder Aktivität	E (lux)	Referenzfläche
Klassenraum der Schüler	300	Schulbank
Klassenraum für Abendschüler	500	Schulbank
Schwarze Tafel	500	Die vertikale Fläche der Tafel
Raum für individuelles Design	750	Zeichentafel
Raum für praktische Arbeiten und Labor	500	Labor- und Arbeitstisch
Werkstatt	500	Arbeitsplatz
Informatikraum	500	Arbeitsfläche
Flure und Freiräume	100	Boden
Treppen	150	Treppen
Lehrerzimmer	300	Arbeitsfläche
Bibliothek: Regale	200	Regale
Bibliothek: Leseraum	500	Arbeitsfläche
Sporthalle und Schwimmbecken	300	Siehe EN 12193
Schulkantine	200	Tisch

Zu bemerken ist die empfohlene Norm von 500 Lux auf der Tafel. Dadurch kann das Licht in der Klasse meistens früher gelöscht werden oder können die Vorhänge länger aufbleiben bei zu starker Sonneneinstrahlung.



[PDF](#)

## • Der durchschnittliche Verbrauch der wallonischen Schulen



## Wie kann der Verbrauch der Schule eingeordnet werden?

Hier wird der Verbrauch der wallonischen Schulen, nach Kategorien der Schulträger geordnet.

Ein Durchschnittswert wird jeweils für Heizung und Strom angezeigt, sowie eine Punktwolke der verschiedenen Schulen, die an der statistischen Erhebung teilgenommen haben.

Wenn man die in kWh gemessenen Werte in Euro ausdrücken möchte, kann man von den folgenden Daten ausgehen:

- Strom: 0,17 €/kWh für die großen Schulen (monatliche Rechnungen) und 0,24 €/kWh für die kleineren Grundschulen, näher bei den Haushalten (Jahresrechnung).
- Heizung: 0,05 €/kWh für Gas und Heizöl im Jahr 2016, aber es waren 0,08 €/kWh zwei Jahre früher.

### Auszug aus dem „BILAN ENERGETIQUE WALLON 2006 - ICEDD“

#### 1. Vorstellung des statistischen Datenbestands

Die untersuchten Einrichtungen wurden nach den Kategorien der Schulträger eingeordnet: öffentlich (Gemeinde oder Provinz), und frei oder privat. Die universitären Einrichtungen wurden nicht berücksichtigt. Da die Resultate der Untersuchung nur Einrichtungen betreffen, die als „Hochspannungskunden“ eingestuft wurden, sind viele Schulen darin nicht vertreten.

Die folgende Tabelle enthält die Anzahl der eingeschulten Schüler in der Wallonie pro Kategorie, sowie die Repräsentativität unserer Stichprobe für das Schuljahr 2005-2006.



#### 2. Unterrichtswesen der Gemeinschaften

##### 2.1. Spezifischer Verbrauch pro Schüler





## 2.2. Spezifischer Verbrauch pro Quadratmeter



## 3. Unterrichtswesen der Provinzen und Gemeinden

### 3.1. Spezifischer Verbrauch pro Schüler

Die Abweichung zwischen dem spezifischen Verbrauch von Strom und Brennstoffen entspricht der Größenordnung des öffentlichen Unterrichtswesens, d. h. ein Faktor von 6 bis 7.



### 3.2. Spezifischer Verbrauch pro Quadratmeter



## 4. Freies und privates Unterrichtswesen

### 4.1. Spezifischer Verbrauch pro Schüler



### 4.2. Spezifischer Verbrauch pro Quadratmeter



## 5. Vergleich

Wenn man die Tatsache ausblendet, dass die durchschnittliche Größe der Schulen des öffentlichen Sektors (Gemeinschaft, Provinzen und Schulen) kleiner ist als die des freien Sektors, erhält man sehr unterschiedliche Resultate der spezifischen Durchschnittswerte.

Es muss aber auch berücksichtigt werden, dass Schulen des öffentlichen Sektors teilweise ganz anderen Verpflichtungen unterliegen, was die Öffnungszeiten angeht (Abendschule, Konferenzen, usw.). Das kann schon einen Teil der Unterschiede,



besonders bei den Heizkosten, erklären.



Die Unterschiede werden schon geringer, wenn sie in kWh/m<sup>2</sup> ausgedrückt werden, weil die zur Verfügung stehende Fläche pro Schule so unterschiedlich sein kann. Die allgemeine interne Aufteilung der Räume innerhalb der Gebäude des öffentlichen Schulsektors und die Größe und Breite der Flure z. B. erklären zum großen Teil, warum die durchschnittliche Fläche pro Schüler hier so viel größer ist als im freien Unterrichtswesen.



[PDF](#)

## • Der Verbrauch der Kühlschränke

Wie viel Strom verbraucht ein „normaler“ Kühlschrank?

Der Verbrauch hängt vom inneren Volumen des Kühlschranks ab (wird in Liter oder in dm<sup>3</sup> ausgedrückt) und seiner Leistungsfähigkeit (dargestellt auf dem Energielabel).



Hier drunter befinden sich Verbrauchsprofile von Geräten der Klassen A+ und A++.

Es soll darum gehen, den Schülern zu erklären, wie ein neues, leistungsstärkeres Gerät zu Einsparungen führen kann.

Mit einem Wattmeter wird der Verbrauch während einem oder einer Woche gemessen, und per Dreisatz der extrapolierte Jahresverbrauch ermittelt.

Die Schüler wählen eine geeignete Grafik aus und füllen sie mit den gemessenen Werten (Volumen in der Abszisse, Jahresverbrauch in den Ordinaten), um so den Mehrverbrauch im Vergleich zu einem A++ Gerät visualisieren.

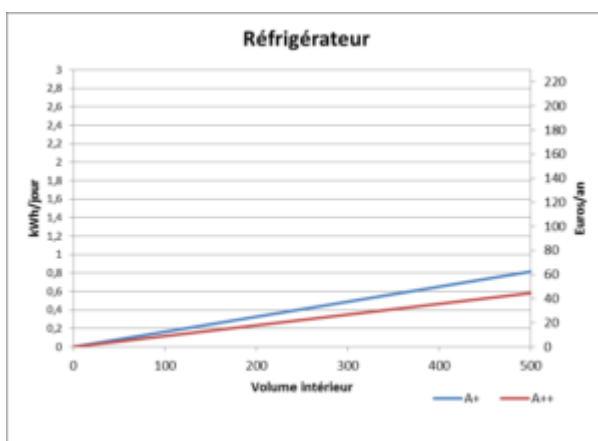


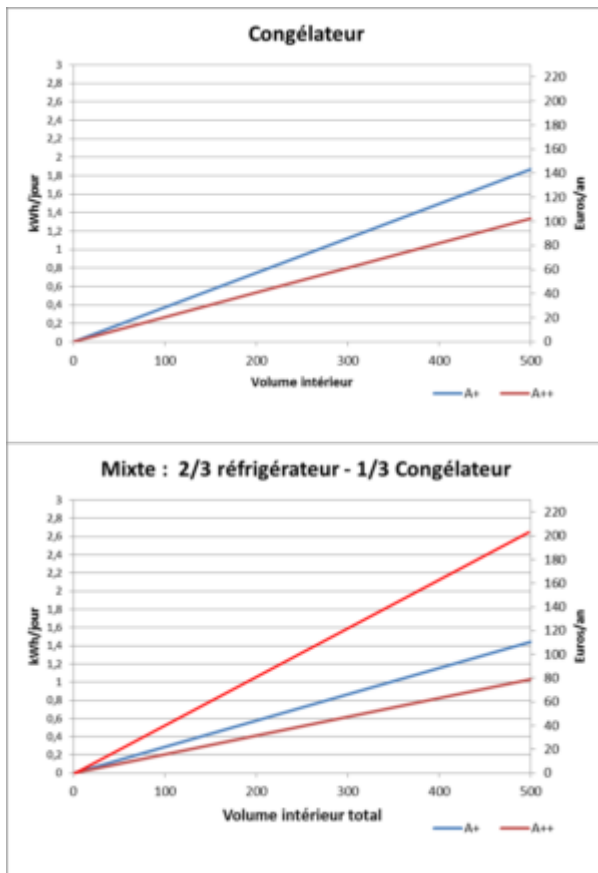




Dieser Mehrverbrauch kann in €/Jahr ausgedrückt werden, auf der Basis von Durchschnittskosten von 0,20 €/kWh. Diese Einsparung kann dann mit dem Kauf eines neuen Gerätes verglichen werden (das nicht unbedingt gleich groß sein muss, vielleicht reicht ja auch ein kleineres Gerät).

Wenn man davon ausgeht, dass ein Kühlschrank eine Lebensdauer von 10 Jahren hat, wie hoch sind die Kosten über diese 10 Jahre für das alte und das neue Gerät, inklusive Investition?





Label C :

[PDF](#)

## • Energie in Ziffern fassen (Quiz)

### Richtig oder falsch?

- [Wenn ich das Fenster öffne, geht alle Wärme aus dem Raum verloren.](#)
- [Wird die Energie von 2 Stück Zucker im Kaffee durch Treppen steigen \(2 Stockwerke\) wieder verbrannt?](#)
- [Ein ausgeschalteter Fernseher verbraucht mehr als ein eingeschalteter.](#)
- [100 m<sup>2</sup> Solarzellen auf dem Dach reichen aus, um den Strombedarf der Schule zu decken.](#)
- [Neonleuchten sollten während der Mittagspause nicht ausgeschaltet werden.](#)
- [Ein Warmwasserboiler im Keller hat nur eine Außentemperatur von 25°C und verliert somit 100 Euro Energie/Jahr.](#)



7. [Die Wände der Heizung sind durchschnittlich 35°C heiß. Ich verliere 400 Euro im Jahr um den Heizkeller zu wärmen.](#)
8. [Die Heizungsrohre müssen nur im Heizungskeller isoliert werden, nicht in den Fluren oder sonst wo.](#)
9. [Das warme Wasser für ein Bad kostet weniger als ein Paket Zigaretten.](#)
10. [Zum Besteigen des Mont Blanc wird mehr Energie verbraucht als zum Aufwärmen des Badewassers.](#)
11. [In einer Klasse oder einem Büro sollte die Temperatur am Wochenende nicht unter 16°C fallen, sonst kostet die Aufwärmung am Montag morgen mehr als eingespart wurde.](#)
12. [Wie viel Energie gewinnt man jährlich, indem man eine einfache Verglasung durch eine Doppelverglasung ersetzt?](#)
13. [Wie hoch sind die Kosten für die jährliche Beleuchtung einer Klasse?](#)
14. [Das Atomkraftwerk von Tihange produziert so viel Energie wie 1.000 Windräder.](#)
15. [Wie hoch sind die Energiekosten einer Schule mit 1.000 Schülern?](#)
16. [In jedem Familienhaus müssen 12 Personen täglich 8 Stunden am Tag in die Pedale treten, um den Stromverbrauch zu decken.](#)
17. [Jeder Belgier verbraucht einen Eimer Heizöl pro Tag.](#)

---

**1. Wenn ich das Fenster öffne, geht alle Wärme aus dem Raum verloren.  
Richtig oder falsch?**

Ausgehend von einer 60 m<sup>2</sup> großen, 3 M hohen Klasse = also ein Volumen von 180 m<sup>3</sup>.  
Drinne herrscht eine Temperatur von 20°C und draußen von 6°C. Die durch den Austausch warmer Luft durch kalte Luft verlorene Energie ist:

Energie = Volumen x spezifische Wärmekapazität des Materials x Delta T°

$$= 180 \text{ m}^3 \times 0,34 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K} \times (20 - 6) \text{ K} = 857 \text{ Wh} = 0,09 \text{ Liter Heizöl}$$

(Ein Liter Heizöl enthält 10.000 Wh Energie).

Vergleichen wir das nun mit der Wärme, die in den Wänden der Klasse enthalten ist.  
Wenn wir jetzt 10 cm in die Wand eindringen und von der Energie dieser 10 cm jeder Wand, außer der Fensterwand, ausgehen, beträgt die durchschnittliche Wärmekapazität des Materials 500 Wh/m<sup>3</sup>·K.

Fläche insgesamt = 2 x 60 + 2 x 6 x 3 + 10 x 3 = 186 m<sup>2</sup>





Bei 10 cm Wandstärke ergibt das einen Volumen von  $= 186 \text{ m}^2 \times 0.1 \text{ m} = 18,6 \text{ m}^3$

Energie  $= 18,6 \text{ m}^3 \times 500 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K} \times (20 - 6) \text{ K} = 130.200 \text{ Wh} = 13 \text{ Liter Heizöl}$

**Es ist also FALSCH!**

In den Mauern befindet sich 150 x mehr Energie in den Mauern als in der Luft. Deshalb kann man die Luft problemlos erneuern, indem man sehr schnell und intensiv lüftet, ohne die Wärme der Mauern zu verlieren. Und nur wenige Minuten nachdem gelüftet wurde, ist die Lufttemperatur wieder auf 20°C gestiegen.

[> nach oben](#)

---

## 2. Die Energie von 2 Stück Zucker im Kaffee durch Treppensteigen (2 Stockwerke) wieder verbrannt. Richtig oder falsch?

Ein 75 kg schwere Person, die 3 Stockwerke oder 9 M hochsteigt, verbraucht:

Energie  $= \text{Masse} \times g \times \text{Höhe}$ , ausgedrückt in Joules

$$= 75 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 9 \text{ m} = 6.622 \text{ Joules oder } 6,62 \text{ kJ}$$

Der menschliche „Motor“ ist nicht sehr leistungsfähig: die Energieeffizienz liegt bei 20%... 80% der verbrauchten Energie geht über die Körpererwärme verloren (und Schweiß).

Insgesamt verbrauchte Energie:  $6,62 / 0.2 = 33 \text{ kJ}$

Aber 1 Stück „Tirlemont“-Zucker, also 6 Gramm, enthält 100,3 kJoule Energie.

**Es ist also FALSCH!**

Um diese Energie zu verbrennen, müssen wir 9 Stockwerke überwinden. Oder eben nur ein Drittel Stück Zucker in den Kaffee geben ☐

[> nach oben](#)



### 3. Auf das ganze Jahr gerechnet, verbraucht ein Fernseher mehr, wenn er aus ist. Richtig oder falsch?



Wenn man den Verbrauch eines ausgeschalteten Fernsehgerätes (0...10...25 W) mit dem eines eingeschalteten Gerätes (120... 250 W) vergleicht, ist das natürlich falsch.

Wenn man aber den jährlichen Verbrauch, den das Gerät im Standby verbraucht, nimmt (kleine rote oder blaue leuchtende LED), könnte das stimmen. Es hängt dann von den Stunden ab, während denen das Gerät tatsächlich angeschaltet ist!

Hypothese: ein 180 W Fernseher läuft im Durchschnitt effektiv 2 Stunden am Tag, bei einem Standby-Verbrauch von 25 W.

Verbrauch des Fernsehers, wenn er an ist:

$$180 \text{ W} \times 2 \text{ St./Tag} \times 365 \text{ Tage/Jahr} = 131.400 \text{ Wh} = 131 \text{ kWh}$$

Standby-Verbrauch:

$$25 \text{ W} \times 22 \text{ St./Tag} \times 365 \text{ Tage/an} = 200.750 \text{ Wh} = 201 \text{ kWh}$$

**Es stimmt also!**

Aber nur unter der Voraussetzung, dass der Fernseher im Durchschnitt nicht mehr als 3 Stunden am Tag läuft.

Wenn zum Verbrauch des Fernsehers noch der Verbrauch des VOO-Recorders (36 W...) oder jedem sonstigen Zusatzgerätes hinzugerechnet wird, ist die Bilanz noch eindeutiger.

201 kWh im Standby erhöhen die jährliche Stromrechnung des Verbrauchers um sage und schreibe 45 Euro.

[> nach oben](#)



---

#### 4. 100 m<sup>2</sup> Solarzellen auf dem Dach reichen aus, um den Strombedarf der Schule zu decken. Richtig oder falsch?

Ein Schüler verbraucht im Durchschnitt 200 kWh Strom pro Jahr. Das entspricht einem Betrag von 30 bis 40 Euro/Jahr/Schüler, je nachdem wie hoch der Energiepreis ist.

Die Sonne bestrahlt Belgien mit einer Energie von 1000 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr. Ein m<sup>2</sup> Solarzellen produzieren 150 kWh jährlich, bei einer Energieausbeute von durchschnittlich 15%.

Man bräuchte also 1,3 m<sup>2</sup> Solarzellen pro Schüler, bzw. 390 m<sup>2</sup> nach Süden gerichtete Zellen für eine Schule mit 300 Schülern.

Das ist schwer vorstellbar, und wohl auch kaum bezahlbar.

Außerdem wäre es schade so viel grüne Energie für Geräte zu produzieren, die im Standby Strom vergeuden oder nachts und an den Wochenenden abgeschaltet werden könnten. Hier sollte also unser erster Schwerpunkt bei der Umsetzung des Wettbewerbs liegen, bei den möglichen Einsparungen.

Die Grundschulen, die am Wettbewerb teilgenommen haben, haben ihren Verbrauch pro Schüler auf bis zu 50 Watt senken können.

Dadurch sind dann nur noch 0,33 m<sup>2</sup> pro Schüler nötig, also 100 m<sup>2</sup> für eine Schule mit 300 Schülern. Das ist schon eher im Bereich des Machbaren □

Man kann also sagen **RICHTIG** für den Fall, dass die Schule ebenso viel in die Stromersparnis investiert, wie in den Ankauf einer Photovoltaikanlage!

[> nach oben](#)

---

#### 5. Neonleuchten sollten während der Mittagspause nicht ausgeschaltet werden. Richtig oder falsch?



## Energie = Kraft x Zeit

Wenn eine Leuchtstofflampe angeschaltet wird, entsteht während der Fraktion einer Sekunde eine Überspannung von 800 Volt. Im Vergleich zur eingesparten Energie einer ausgeschalteten Lampe, ist die dadurch verbrauchte Energie nicht der Rede wert.

### Es ist also FALSCH!

Warum wird das trotzdem so oft behauptet?

Weil die Abnutzung einer Leuchtstofflampe im direkten Zusammenhang mit der Anzahl der An- und Ausschaltungen steht. Wenn die Lampe also zu oft an- und ausgemacht wird, muss sie schneller ausgewechselt werden. Das führt natürlich zu Mehrkosten und zu zusätzlichem Energieverbrauch bei der Herstellung einer neuen Lampe.

Daher also die Empfehlung: nicht für weniger als eine Viertelstunde ausschalten!

Auch wenn es pädagogisch gesehen besser ist, zu sagen: Aus der Klasse raus, Licht aus!

Anmerkungen:

- Mit Vorschaltgeräten ausgerüstete Lampen sind nicht mehr verschleißanfällig. Das ist z. B. der Fall bei sehr dünnen, T5 genannten, Leuchten, die man immer ausschalten sollte.
- Bei bestimmten Kompaktleuchtstofflampen (bei Osram z. B.) werden 500.000 An- und Ausschaltungen garantiert. Dieser Typ Leuchten sollte auf jeden Fall in Fluren und Toiletten bevorzugt genutzt werden.

[> nach oben](#)

---

## 6. Ein Warmwasserboiler im Keller hat nur eine Außentemperatur von 25°C und verliert somit 100 Euro Energie/Jahr. Richtig oder falsch?



Gehen wir davon aus, dass der Warmwasserbehälter eine Ummantelung von 2m<sup>2</sup> hat



und er sich in einem 15°C warmen Keller befindet.

Der Wärmeverlust ergibt sich durch

$$\text{Kraft} = 10 \text{ W/m}^2 \times S \text{ (Fläche)} \times \text{Delta T}^\circ$$

Also in diesem Fall:  $10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \times 2 \text{ m}^2 \times (25 - 15) \text{ K} = 200 \text{ W}$

Wenn der Boiler das ganze Jahr an ist und die Durchschnittstemperatur im Keller bei 15°C liegt, beträgt der Energieverlust:

Energie = Kraft x Zeit

Energie = 200 W x 24 St./Tag x 365 Tage/Jahr / 0,8

= 2.190.000 Wh/Jahr = 2.190 kWh/Jahr = 219 Liter Heizöl/Jahr

= 180 Euro/Jahr

Hierbei sind wir von einer Energieeffizienz der Heizungsanlage von 80% ausgegangen.

Wenn es sich um einen elektrischen Boiler handelt, ist die Ausbeute 100%, aber der Energiepreis ist höher, z. B. 0,18 €/kWh im Doppeltarif:

Energie = 200 W x 24 Stunden/Tag x 365 Tage/Jahr x 0,18 €/kWh = 315 Euro/Jahr.

**Es ist also FALSCH.**

Und was kostet eine zusätzliche Isolierung?



[> nach oben](#)

---

**7. Die Wände der Heizung sind durchschnittlich 35°C heiß. Ich verliere 400 Euro im Jahr um den Heizkeller zu wärmen. Richtig oder falsch?**



Wenn wir von einer 40°C heißen Fläche von 4 m<sup>2</sup> bei einer durchschnittlichen Kellertemperatur von 15°C ausgehen, kann der Verlust wie folgt beziffert werden:



$$\text{Kraft} = 10 \text{ W/m}^2 \times \text{S (Fläche)} \times \text{Delta T}^\circ$$

Also in unserem Fall:  $P = 10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \times 4 \text{ m}^2 \times (35 - 15) \text{ K} = 800 \text{ W}$

Wenn die Heizung diese Temperatur also während des ganzen Winters hält und die Durchschnittstemperatur im Keller  $15^\circ\text{C}$  beträgt, beträgt der Energieverlust:

Energie = Kraft x Zeit

Energie =  $800 \text{ W} \times 24 \text{ Stunden/Tag} \times 242 \text{ Tage/Jahr}$   
=  $4.646.000 \text{ Wh/Jahr} = 4.646 \text{ kWh/Jahr} = 465 \text{ Liter Heizöl/Jahr}$   
=  $400 \text{ Euro/Jahr}$

Die Beheizungszeit beträgt im Durchschnitt 242 Tage im Jahr (vom 15. September bis zum 15. Mai).

**Es STIMMT also.**

Und diese Energie ist tatsächlich verloren, da der Heizungskeller aus Sicherheitsgründen gut durchlüftet werden muss. So landet diese ganze Energie also an der frischen Luft...

[> nach oben](#)

---

## **8. Die Heizungsrohre müssen nur im Heizungskeller isoliert werden, nicht in den Fluren oder sonst wo. Richtig oder falsch?**

Wir haben 20 m einer nichtisolierten Rohrleitung in einem Flur (10 m hin und zurück - 1 Zoll Durchmesser, also  $\pm 3 \text{ cm}$  Außenumfang), durch die  $70^\circ\text{C}$  heißes Wasser läuft.

Die verlorene Energie beträgt ungefähr  $60 \text{ W/m}$ .

Insgesamt verlorene Energie =  $60 \text{ W/m} \times 20 \text{ m} = 1.200 \text{ Watt}$ , also in etwa die Leistung eines Heizkörpers!

Somit können wir den Wärmeverlust im Winter berechnen (ausgehend davon, dass die Heizung nachts und an den Wochenenden aus ist):



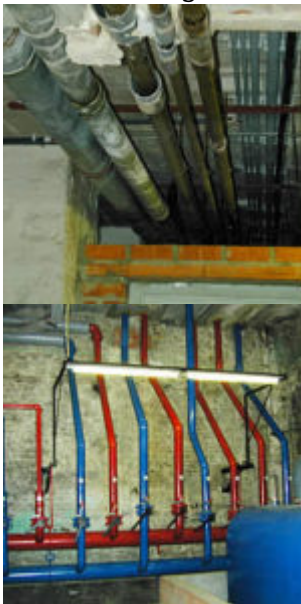
$$\begin{aligned} &= 1,2 \text{ [kW]} \times 50 \text{ Stunden/Woche} \times 35 \text{ Wochen} / 0,8 \\ &= 2.625 \text{ [kWh/Jahr]} = 263 \text{ [Liter Heizöl/Jahr]} = 263 \times 0,85 \text{ Euro/Liter Heizöl} = 220 \text{ Euros/Jahr} \end{aligned}$$

Hierbei sind wir von einer Energieeffizienz der Heizungsanlage von 80% ausgegangen.

Also richtig oder falsch? **Falsch**, wenn die Rohre den Flur durchqueren und nicht nur die Heizkörper im Flur versorgen. Es ist besser die Leitungen zu isolieren und die Thermostate der Heizkörper so einzustellen, dass die Heizkörper bei über 16° ausgeschaltet werden.

Andere Beispiele:

- Nebenstation ohne Isolierung.
- Nicht isolierter Warmwasserverteilungskreislauf in einem 100 m langen Lüftungsschacht.



[> nach oben](#)

---

## 9. Das warme Wasser für ein Bad kostet weniger als ein Paket Zigaretten. Richtig oder falsch?

Ein Bad, das sind 120 Liter Wasser, das von 10° (Leitungswasser) auf 40°C erhitzt



wird.

Energie = Volumen x Wärmekapazität des Materials x Delta T°

$$= 0.12 \text{ m}^3 \times 1.163 \text{ Wh/m}^3 \cdot \text{K} \times (40 - 10) \text{ K} = 4.187 \text{ Wh} = 4,19 \text{ kWh}$$

Wenn es sich um eine elektrische Heizung handelt, gehen wir von 0,18 €/kWh im Doppeltarif aus:

$$\text{Ein Bad kostet: } 4,19 \times 0,18 \text{ €/kWh} = 0,75 \text{ Euro}$$

Wenn das Wasser durch die Zentralheizung erhitzt wird, muss ein Verlust von 20% (Rauch, Rohre, usw.) hinzugefügt werden:

$$\text{Ein Bad kostet: } (4,19 / 0,8) \times (0,85 \text{ Euro/10 kWh/Liter Heizöl}) = 0,44 \text{ Euro}$$

(Ein Liter Heizöl enthält 10 kWh Energie).

Hinzu kommen 0,3 Euro Kosten für das Wasser.

**Es STIMMT also.**

[> nach oben](#)

---

## 10. Zum Besteigen des Mont Blanc wird mehr Energie verbraucht als zum Aufwärmen des Badewassers. Richtig oder falsch?

Bei Frage 9 haben wir festgestellt, dass ein warmes Bad 4,19 kWh Energie verbraucht (ohne die Verluste bei der Herstellung und dem Transport zu berücksichtigen).

Für eine 75 kg schwere Person, die den 4.810 m hohen Mont Blanc von Chamonix (1.035 m) besteigt, bedeutet das:

Energie = Masse x g x Höhe, ausgedrückt in Joules

$$= 75 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times (4.800 - 1.035) \text{ m} = 2.777 \text{ kJ} \times 1 \text{ kWh/3.600 kJ} = 0,77 \text{ kWh}$$





Der menschliche „Motor“ ist nicht sehr leistungsfähig: die Energieeffizienz liegt bei 20%... 80% der verbrauchten Energie geht über die Körperwärme verloren (und Schweiß).

Insgesamt verbrauchte Energie des Menschen:  $0.77 / 0.2 = 3,85$  kWh

**Es ist also FALSCH.** Es wird mehr Energie benötigt, um sich ein warmes Bad einzulassen.

[> nach oben](#)

---

**11. In einer Klasse oder einem Büro sollte die Temperatur am Wochenende nicht unter 16°C fallen, sonst kostet die Aufwärmung am Montagmorgen mehr als eingespart wurde. Richtig oder falsch?**

**Das ist FALSCH.**

Aber es lässt sich nicht leicht mit einer Formel belegen.

Es ist allerdings wahr, dass schon ziemlich viel Energie nötig ist, um kalte Räume montagsmorgens wieder auf Temperatur zu bringen. Andererseits ist die Heizung am Wochenende überhaupt nicht gelaufen. Aber wie kann man den einen mit dem anderen Verbrauch vergleichen?

Die Lösung besteht darin, den Verbrauch im Raum selbst zu berücksichtigen, und nicht den Verbrauch der Heizung. Es geht ja darum, ein Material warm zu halten, das sich in einer kalten Umgebung befindet. Je wärmer der Raum bleiben soll, je mehr Energie muss hinzugefügt werden, um den Wärmeverlust über die Mauern auszugleichen. Wenn aber die Temperatur am Wochenende fällt, verringert sich auch der Wärmeverlust des Raums gegenüber der Umgebungstemperatur.

In der Praxis zeigt sich, dass, wenn man die Heizung nachts und an den Wochenenden abschaltet, man 30% der globalen Heizkosten einsparen kann, und dass, wenn man die Temperatur auf 16°C nachts und an den Wochenenden begrenzt, man nur 10% einspart.

[> nach oben](#)



---

## 12. Durch einfache Verglasung gehen jedes Jahr 10 Liter Heizöl in einem 20°C warmen Raum verloren? Richtig oder falsch?

Es geht natürlich darum, zu bestimmen, wie viel Wärme durch einen m<sup>2</sup> einfacher Verglasung verloren geht, und daraus zu ermitteln, wie viel Heizöl verbrannt werden muss, um diese Energie zu erzeugen.

Durch eine einfache Verglasung dringen ungefähr 6 Watt pro m<sup>2</sup> und pro Grad C Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen. Die Zeit, in der effektiv geheizt werden muss, dauert ± 8 Monate, also 5.800 Stunden.

Die Energie, die durch die Verglasung entweicht, entspricht also:

$$6 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K} \times 1 \text{ m}^2 \times (20 - 6) \text{ K} \times 5.800 \text{ St./Jahr} = 487 \text{ kWh/Jahr}$$

2 Anpassungen:

- Dieser Wert erhöht sich um 20%, durch Energieverluste der Heizung - Teilung durch 0,80.
- Dieser Wert verringert sich um 35%, durch externe Energiezuführung, die entweder nichts kostet (Sonne, Anwesende, usw.) oder die durch andere Faktoren in der Klasse verursacht wird (Beleuchtung, elektrische Geräte, usw.) - Multiplikation mal 0.62.

Durch die Heizung gelieferte Energie:  $(487 / 0,8) \times 0,65 = 395 \text{ kWh/Jahr}$ .

Da ein Liter Heizöl 10 kWh Energie produziert, werden 40 Liter verbrannt, als 4 Eimer Heizöl!

[> nach oben](#)

---

## 13. Eine Klasse zu beleuchten kostet ungefähr 200 Euro pro Jahr. Richtig oder falsch?

Gehen wir von einer Klasse von 60 m<sup>2</sup> aus. Darin gibt es 18 x 58 Watt Leuchtstofflampen, denen man 25% zusätzlichen Verbrauch für die nötigen



Vorschaltgeräte hinzurechnen muss.

Insgesamt kommen wir also auf  $18 \times 58 \text{ W} \times 1,25 = 1.305 \text{ Watt}$ .

Die Laufzeit wird auf  $7 \text{ Stunden/Tag} \times 140 \text{ Tage/Jahr} = 980 \text{ Stunden}$  geschätzt.

Jährliche Energie:  $\text{Kraft} \times \text{Zeit} = 1.305 \text{ W} \times 980 \text{ St.} = 1.278.900 \text{ Wh} = 1.279 \text{ kWh}$

Kosten: bei einem Basispreis der elektrischen kWh von  $0,15 \text{ €/kWh}$  (Großkumentarif)

Kosten =  $1.279 \text{ kWh} \times 0.15 \text{ €/kWh} = 192 \text{ Euro/Jahr}$

Und wenn wir das jetzt für die ganze Schule ausrechnen?

[> nach oben](#)

---

#### **14. Das Atomkraftwerk von Tihange produziert so viel Energie wie 1.000 Windräder. Richtig oder falsch?**

Wenn man von der Kapazität ausgeht (sofort verfügbare Produktionskapazität),

- kann Tihange eine Kraft von  $3 \text{ GW} = 3.000.000 \text{ kW}$  entwickeln
- kann ein Windrad eine Kraft von ungefähr  $2.000 \text{ kW}$  entwickeln

Man braucht also 1.500 Windräder, um dieselbe elektrische Kraft zu produzieren, wie die Reaktoren von Tihange.

Aber ein Windrad kann nur produzieren, wenn der Wind günstig steht, und kann dementsprechend auch schon mal still stehen.

Im Durchschnitt geht man davon aus, dass ein Windrad während insgesamt  $2.000 \text{ Stunden/Jahr}$  seine Nennleistung erreicht (also ein Viertel des Jahres).

Wenn man also die so produzierte Energie vergleicht:

- Tihange produziert  $25.000.000.000 \text{ kWh}$ , also 25 Milliarden kWh /Jahr
- Ein Windrad produziert:  $2.000 \text{ kW} \times 2.000 \text{ h} = 4.000.000 \text{ kWh / Jahr}$

Vom Energiestandpunkt her werden also 6.250 Windräder benötigt, um die jährliche Energie von Tihange zu produzieren.



Im Moment gibt es ungefähr 300 Windräder in der Wallonie und bis 2020 sollen es 750 sein.

[> nach oben](#)

---

**15. Die jährlichen Energiekosten einer Schule (1.000 Schüler) betragen 25.000 Euro. Richtig oder falsch?**

Der Durchschnittsverbrauch beträgt 120 €/Jahr/Schüler für die Heizung und 40 €/Jahr/Schüler für Strom, also insgesamt 160 €/Schüler/Jahr.  
Für eine Schule mit 1.000 Schülern belaufen sich die Kosten also auf 160.000 Euro/Jahr.

[> nach oben](#)

---

**16. In jedem Familienhaus müssen 12 Personen täglich 8 Stunden am Tag in die Pedale treten, um den Stromverbrauch zu decken. Richtig oder falsch?**

**Das Stimmt.**

Ein Mensch kann auf Dauer mechanisch nur ungefähr 100 Watt pro Stunde produzieren (vergleichbar mit einem leichten Anstieg auf dem Fahrrad...). In 8 Stunden werden also 800 Wh produziert.

Der Durchschnittsverbrauch eines wallonischen Haushalts liegt bei ungefähr 3.500 kWh, also täglich 10 kWh.

Es werden also mehr oder weniger 12 Personen gebraucht, die 8 Stunden am Tag in die Pedale treten, um uns mit Licht, sauberer Wäsche, Fernseher, usw. zu versorgen.

[> nach oben](#)

---

**17. Jeder Belgier verbraucht 1 Eimer Heizöl pro Tag.**



Der Brutto Inlandsverbrauch pro Belgier beträgt ungefähr 6.000 Liter Heizöl pro Jahr.  
Man kann also von 2 Eimern pro Tag ausgehen ;-(



[themify\_box style="pink question"]

An einem Tag liefert die Sonne in Belgien die Menge Energie, die dem jährlichen produzierten Verbrauch in Belgien entspricht.

Um eine Batterie herzustellen, wird 50 Mal mehr Energie verbraucht, als sie in ihrem kurzen Leben selber produziert.

Weltweit produzieren Wasserkraftwerke mehr Energie als Atomkraftwerke.

In einem Passivhaus muss die Heizung über die Kraft eines Bügeleisens verfügen.

Weitere Beispiele?

[/themify\_box]

[> nach oben](#)

---

[PDF](#)

- **Wie viel Energie geht durch ein schlecht isoliertes Heizungsrohr verloren?**





Sous-station de distribution sans isolation !



Boucle de distribution d'eau chaude sanitaire non isolée, dans un vide ventilé de 100 m de long !

Vorgabe: eine 1 Meter nicht-isolierte Rohrleitung in einem Flur (10 Meter hin und zurück) von 1" Dicke (1 Zoll Durchmesser, also ungefähr 3 cm Außenhülle), durch die 70°C heißes Wasser zirkuliert.



Die verlorene Energie beträgt ungefähr 60 W/m.

Wenn die Rohrleitung 20 m lang ist:

Insgesamt verlorene Energie = 60 W/m x 20 m = 1.200 Watt, ... also die Heizkraft eines Heizkörpers!

Geschätzte verlorene Wärme während eines Winters (bei nachts und an den Wochenenden abgeschalteter Heizung):



$$\begin{aligned} &= 1,2 \text{ [kW]} \times 50 \text{ Stunden/Woche} \times 35 \text{ Wochen} / 0,8 \\ &= 2.625 \text{ [kWh/Jahr]} = 263 \text{ [Liter Heizöl/Jahr]} = 263 \times 0,85 \text{ Euro/Liter Heizöl} = 220 \text{ Euro/Jahr} \end{aligned}$$

(0,8 ist die Jahresarbeitszahl - le rendement saisonnier - der Heizungsanlage.)

Weiter Informationen in Französisch:

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10904>

[PDF](#)

- **Wie viel Hitze geht hinter einem Heizkörper verloren?**

Wir beginnen mit einer Mauer ohne Heizkörper:



**Verbrauch: 13 Liter Heizöl / m<sup>2</sup> / Jahr.**

Wenn sich ein Heizkörper an der Mauer befindet, kann zweimal  $\Delta T^\circ$  geschätzt werden.



**Verbrauch: 26 Liter Heizöl / m<sup>2</sup> / Jahr, weil  $T^\circ \text{ Innen} - T^\circ \text{ Außen} = 40 \text{ K}$**

Heizkörper mit Isolierung zur Mauer hin.



**Verbrauch: 15 Liter Heizöl / m<sup>2</sup> / Jahr**

**Einsparung:  $(26-15) = 11 \text{ Liter Heizöl} * 0,5 \text{ €/Liter} = 5,5 \text{ Euro/m}^2/\text{Jahr}$**

**Investition: 5 Euro/m<sup>2</sup> im Baumarkt.**

**Amortisierung = 1 Jahr**

In dem folgenden Fall:



**Einsparung:  $(26-10) = 16 \text{ Liter Heizöl} * 0,5 \text{ €/Liter} = 8 \text{ Euro/m}^2/\text{Jahr}$**

**Investition: 16 Euro/m<sup>2</sup>**



**Amortisierung = 2 Jahre**

[PDF](#)

- **Wie sehen die Größenordnungen bei Verbrauchern und Produzenten aus?**

## **Einige Zahlen zur Veranschaulichung des Themas**

### **Die Energie**

#### **1. Die Basis = die Sonnenergie**

In Belgien fallen jährlich 1.000 kWh pro Quadratmeter Sonnenstrahlen ein. Das entspricht 100 Liter Heizöl/m<sup>2</sup>/Jahr (in entsprechender Energie).

#### **2. Die Photovoltaikzellen**

1 Quadratmeter Photovoltaikzellen kann 140 bis 190 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr produzieren (bei einem Wirkungsgrad von 14 bis 19 %), was in etwa 14 bis 19 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> pro Jahr entspricht, bzw. 30 bis 40 €/m<sup>2</sup>/Jahr (bei einem Grundpreis von 0,22 €/kWh für Tagesstrom).

Dafür müssen 400 €/m<sup>2</sup> inklusive MwSt. investiert werden, die sich in 10 bis 13 Jahren amortisiert haben (Prämien nicht mitgerechnet).

Es bleibt zu notieren, dass es nicht logisch wäre, mit diesen Zellen Strom für veraltete Techniken (Neonleuchten) und Geräte (Kühltruhen) zu produzieren.

#### **3. Solarthermieanlagen**

1 Quadratmeter Kollektoren kann 450 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr produzieren (bei einem Wirkungsgrad von durchschnittlich 45%), was ungefähr 45 Liter Heizöl /m<sup>2</sup>/Jahr entspricht (bei einem Literpreis für Heizöl von 0,8 €).

Dafür müssen 900 bis 1.000 €/m<sup>2</sup> inklusive MwSt. investiert werden (ohne Prämien), die sich in 25 Jahren amortisiert haben (Prämien nicht mitgerechnet).

Ein neuer Duschkopf kann aber schon viel rentabler sein als die Kollektoren.





#### 4. Der Energieverbrauch der privaten Haushalte

Ein durchschnittlicher Haushalt verbraucht ungefähr 30.000 kWh/Jahr, also 3.000 Liter Heizöl pro Jahr (wovon 300 für die Warmwasserproduktion anfallen), oder ungefähr 3.000 m<sup>3</sup> Gas pro Jahr (wovon 300 m<sup>3</sup> für das Warmwasser und 30 m<sup>3</sup> zum Kochen).

Ein Passivhaus verbraucht dagegen nur durchschnittlich 3.000 kWh/Jahr, also 300 Liter Heizöl oder 300 m<sup>3</sup> Gas pro Jahr.

Der Energieverbrauch der Heizung kompensiert zwei Verlustquellen: der Energieverlust durch die Mauern und durch die Lüftung. Die Aufteilung dieser beiden Verlustarten hängt vom Grad der Isolierung des Hauses ab:

- „Normales“ Haus: 70% durch die Mauern und 30% durch die Lüftung.
- K45-Haus: 50% durch die Mauern und 350% durch die Lüftung.
- Passivhaus: 30% durch die Mauern und 70% durch die Lüftung.
- Passivhaus mit Wärmerückgewinnung: 67% durch die Mauern und 27% durch die Lüftung.

#### 5. Der globale Verbrauch der privaten Haushalte

Verbrauch eines Haushalts in einem traditionellen Haus:

- Heizung: 30.000 kWh/Jahr, also 3.000 Liter Heizöl oder 3.000 m<sup>3</sup> Gas,
- Strom: zwischen 3.400 kWh/Jahr (ohne elektrisches Warmwasser) und 5.500 kWh/Jahr (mit elektrischem Warmwasser),
- Auto: 18.000 kWh/Jahr (30.000 km = 1.800 Liter Heizöl pro Jahr).

Das ergibt insgesamt 52.000 kWh/Jahr für eine Vierpersonenhaushalt, also 13.000 kWh/Jahr/Person, oder 1.300 Liter Heizöl/Jahr/Person.

Dazu muss der Verbrauch auf der Arbeitsstelle hinzugefügt werden: im Büro oder in der Schule verbraucht eine Person 200 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr x 10 m<sup>2</sup>/Person um sich aufzuwärmen = 2.000 kWh/Jahr, also 200 Liter Heizöl pro Jahr.

Das ergibt also einen Totalverbrauch pro Person von 13.000 kWh/Jahr + 2.000 kWh/Jahr = 15.000 kWh/Jahr, also 1.500 Liter pro Jahr!

Dabei werden alle Güter und Dienste, die wir sonst noch konsumieren, noch nicht



mitgerechnet. Die sogenannte graue Energie, wie zum Beispiel der Verzehr eines Glases Orangensaft, der mit  $\pm 1/3$  Liter Heizöl für Produktion und Transport zu Buche schlägt!

Wenn wir den Gesamtverbrauch Belgiens betrachten, verbraucht jeder Einwohner 5.000 Liter pro Jahr. Jeder von uns entnimmt der Erde also täglich 13 Liter Heizöl nur um zu leben (Vergleich mit Verbrauch in der Dritten Welt?)!

## Die Leistung

### Beim Verbraucher (Größenordnung):

- Wecker: 1 à 3 Watts
- Portable: 50 Watt
- Fernseher: 150 Watt
- Fön: 1.000 Watt
- Wasserwärmer: 2.000 Watt
- Heizkessel: 30 kW
- Heizung der Grundschule: 300 kW
- Hochofen: 800.000 kW

### Bei der Produktion (Größenordnung) :

- Photovoltaikplatte: 150 W/m<sup>2</sup>, also ungefähr 8 kW für 50 m<sup>2</sup> für ein Haus in der prallen Sonne
- Windkraft: 3.000 kW bei starkem Wind
- Kernreaktor: 1.000.000 kW, also 3.000.000 kW für die 3 Anlagen in Tihange

[PDF](#)

## • Wie viel Geld spart man, wenn man eine Neonleuchte abschaltet?

Wie viel Geld spart man, wenn man eine Neonleuchte abschaltet?

[themify\_box style="yellow"]

## Wie berechnet man den Energieverbrauch der Beleuchtung?

Energie = Kraft x Zeit/Weg (??)



Beispiel: eine 60 Watt Leuchte, die 24 Stunden lang an ist, verbraucht:

$$60 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 1440 \text{ Wh} = 1,44 \text{ kWh}$$

Der Preis einer Tages-kWh steht auf der Stromrechnung (mit den MwSt.-Angaben). Als Beispiel nehmen wir den Preis von 0,24 €/kWh für eine kleine, und 0,17 €/kWh für eine große Schule.

Eine 60 Watt Leuchte, die den ganzen Tag an ist, kostet also 0,35 € in einer kleinen Schule.

[/themify\_box]



Es gibt 1,2 Meter lange 36 W Leuchten und 1,5 Meter lange 58 W Leuchten.

Bei dieser Stärke müssen noch 25% für das magnetische Vorschaltgerät hinzugerechnet werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die Leuchten 7 Tage in der Woche während den Schulstunden an sind (182 Tage im Jahr), und dass die kWh 0,17 Euro (große Schule) oder 0,24 Euro (kleine Schule) kostet, erhält man:

$$36 \text{ W} \times 1,25 \times 7 \text{ St./Tag} \times 182 \text{ Tage/Jahr} \times 0,17 \dots 0,24 \text{ Euro/kWh} / 1000 \text{ Wh/kWh} = 10 \dots 14 \text{ Euro/Jahr}$$

$$58 \text{ W} \times 1,25 \times 7 \text{ St./Tag} \times 182 \text{ Tage/Jahr} \times 0,17 \dots 0,24 \text{ Euro/kWh} / 1000 \text{ Wh/kWh} = 16 \dots 22 \text{ Euro/Jahr}$$

Als ungefähr **10 bis 20 Euro pro Jahr**, und das für nur eine **abgeschaltete Leuchte!**

Wenn man das mit der Zahl der Doppelleuchten in Fensternähe multipliziert, kann das schon eine ganz schöne Einsparung bedeuten.

[PDF](#)

- [Elektrische Geräte](#)
- [Beleuchtung](#)
- [Heizung](#)
- ↓
- [F.A.Q.](#)



- [Normen & Formeln](#)
- [Messgeräte](#)

