

 **STEINFURTER
ENERGIE
SPARTAGE**

03. + 04. MÄRZ
STEINFURT-BORGHORST
IM AUTOHAUS WILLBRAND

SCHLAUE TIPPS FÜR
**ENERGIE-
SPARER** VON
HANDEL &
HANDWERK



Energieeffizienzklasse A+++:
Spart das nur Strom
oder auch Geld?

Prof. Dr.-Ing. Tilman Philip Sanders
Leistungselektronik und Elektrische Energietechnik

Stegerwaldstraße 39 fon +49 (0)251.83 62-069
D-48565 Steinfurt fax +49 (0)251.83 64-060

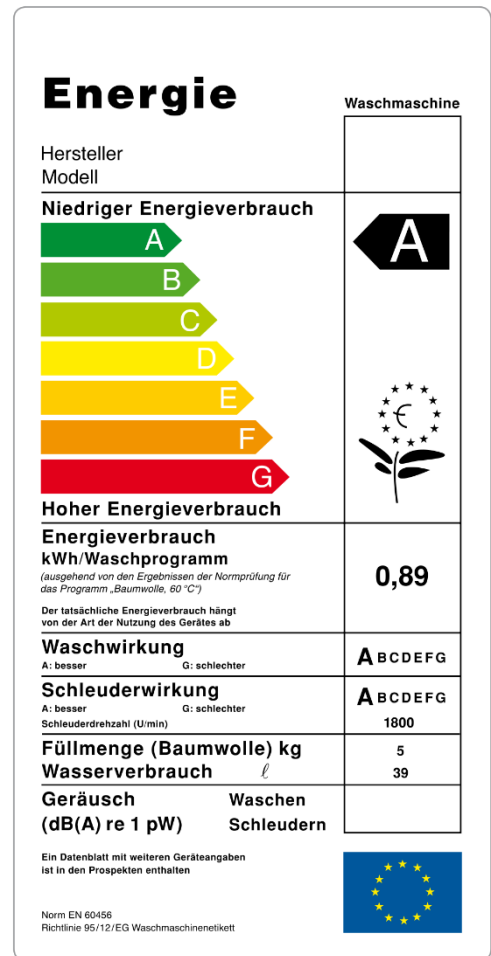
tilman.sanders@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

Steinfurter Energiespartage

Energie-Effizienz-Index



- Der **Energie-Effizienz-Index** (oder Energieverbrauchskennzeichnung) soll Verbraucher bei der Kaufentscheidung unterstützen.
- Ein standardisiertes **Energielabel** gibt Auskunft über wesentliche Verbrauchsdaten und Kennzahlen.
- Wesentliches Merkmal des Energielabels ist der **Energieverbrauch**, gemessen in **Kilowattstunden** (kWh).



Steinfurter Energiespartage

Energie-Effizienz-Index



- Für das Energielabel wird der Energieverbrauch von typischen Haushaltsgeräten mit einem **Referenzgerät** verglichen und in Klassen eingeteilt.
- Ein standardisiertes **Energielabel** gibt Auskunft über die so ermittelte Energieverbrauchsklasse und über weitere Kennzahlen.

Zuordnung zu Energieeffizienz-Klassen
(Prozent des Energieverbrauchs eines (fiktiven) Referenzgeräts)

Energieeffizienz-Klasse	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
Haushaltskühlgeräte ^[14]	<22	<33	<44 ^[A 1]	<55	<75	<95	<110	<125	<150	≥150
Lampen ^[15] (ungebündelt) ^[A 2]		≤11	≤17	≤24	≤60	≤80	≤95	>95		
Fernseher ^[16]	<10	<16	<23	<30	<42	<60	<80	<90	<100	≥100
Haushaltswaschmaschinen ^[17]	<46	<52	<59	<68	<77	<87	≥87			
Haushaltsgeschirrspüler ^[18]	<50	<56	<63	<71	<80	<90	≥90			
Autos ^[19]	<45	<54	<63	<72	<81	<90	<99	<108	<117	≥117
Energieeffizienz-Klasse	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
1. ↑ Ab 1. Juli 2014: < 42 2. ↑ Abstrahlwinkel > 120°										

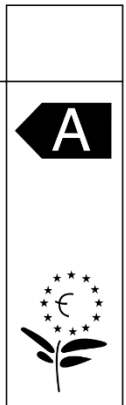
Energie

Hersteller
Modell

Niedriger Energieverbrauch



Waschmaschine



Hoher Energieverbrauch

Energieverbrauch
kWh/Waschprogramm

(ausgehend von den Ergebnissen der Normprüfung für das Programm „Baumwolle, 60 °C“)

0,89

Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Art der Nutzung des Gerätes ab

Waschwirkung
A: besser G: schlechter

A B C D E F G

Schleudrerwirkung
A: besser G: schlechter
Schleuderdrehzahl (U/min)

A B C D E F G
1800

Füllmenge (Baumwolle) kg

5

Wasserverbrauch ℓ

39

Geräusch (dB(A) re 1 pW) Waschen Schleudern

Ein Datenblatt mit weiteren Geräteangaben ist in den Prospekten enthalten



Norm EN 60456
Richtlinie 95/12/EG Waschmaschinenetikett

https://de.wikipedia.org/wiki/Energieverbrauchs-kennzeichnung

Wikimedia Commons, Chris828, public domain

Steinfurter Energiespartage

Energie



- Energie, was ist das?



Steinfurter Energiespartage

Energie



- Energie, was ist das?
 - „Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten.“
 - Einheit: Joule (J), Wattsekunde (Ws), Kilowattstunde (kWh), ...
 - Energie kann umgewandelt werden, aber weder erzeugt noch vernichtet werden.
 - Streng genommen gibt es also keinen Energieverbrauch!
Bei der Umwandlung wird fast immer ein Teil in Wärme umgewandelt.

Steinfurter Energiespartage

Energie - Beispiele



- Bewegungsenergie (kinetische Energie):

Auto mit einer Masse von 1,5 Tonnen wird auf 100 km/h beschleunigt:

$$- E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ t} \cdot \left(100 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1500 \text{ kg} \cdot \left(27,778 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 578,7 \text{ kJ} = 0,161 \text{ kWh}$$

- Lageenergie (Potentielle Energie):

Kran hebt Auto um 10 Meter an:

$$- E = m \cdot g \cdot h = 1500 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m} = 147,2 \text{ kJ} = 0,041 \text{ kWh}$$

- Elektrische Energie:

Glühlampe (60 Watt) brennt 3 Stunden:

$$- E = P \cdot t = 60 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 60 \text{ W} \cdot 10800 \text{ s} = 648 \text{ kJ} = 0,180 \text{ kWh}$$

Steinfurter Energiespartage

Leistung



- Leistung?



Steinfurter Energiespartage

Leistung



- Leistung?
 - „Energie pro Zeit.“
 - Einheit: Watt (W) oder Joule pro Sekunde (J/s), $1 \text{ J/s} = 1 \text{ W}$
auch Kilowatt (kW) oder Pferdestärke (PS)...
 - Die Leistung gibt an, wie schwer es ist, etwas zu tun:
Langsam gehen → einfach → wenig Leistung.
Schnell laufen → schwer → viel Leistung.

Steinfurter Energiespartage

Leistung - Beispiele



- Mechanische Leistung (Beschleunigung):

Auto wird in 10 Sekunden von 0 auf 100 km/h beschleunigt:

$$- P = \frac{E}{t} = \frac{0,161 \text{ kWh}}{10 \text{ s}} = \frac{578,7 \text{ kJ}}{10 \text{ s}} = 57,87 \text{ kW} = 77,60 \text{ PS}$$

- Mechanische Leistung (Anheben eines Gewichtes):

Auto wird in 5 Sekunden um 10 Meter angehoben:

$$- P = \frac{E}{t} = \frac{0,041 \text{ kWh}}{5 \text{ s}} = \frac{147,2 \text{ kJ}}{5 \text{ s}} = 29,44 \text{ kW}$$

- Elektrische Leistung:

Glühlampe mit 60 Watt verbraucht eine elektrische Leistung von 60 Watt.

Steinfurter Energiespartage

Leistung und Energie



- Leistung und Energie sind über die Zeit miteinander verknüpft.
- Beispiele:
 - Lange langsam gehen → Energie ← kurz schnell laufen
 - Wasserkocher:
Viel Leistung (2000 Watt), aber nur kurz (ca. 3 Minuten für 1 Liter).
→ ~0,1 kWh Verbrauch für 1 Liter kochendes Wasser.
 - Glühbirne:
Wenig Leistung (60 Watt), aber lange (z.B. 3 Stunden).
→ 0,18 kWh Verbrauch für 3 Stunden Licht.

Steinfurter Energiespartage

Kosten für Stromverbrauch



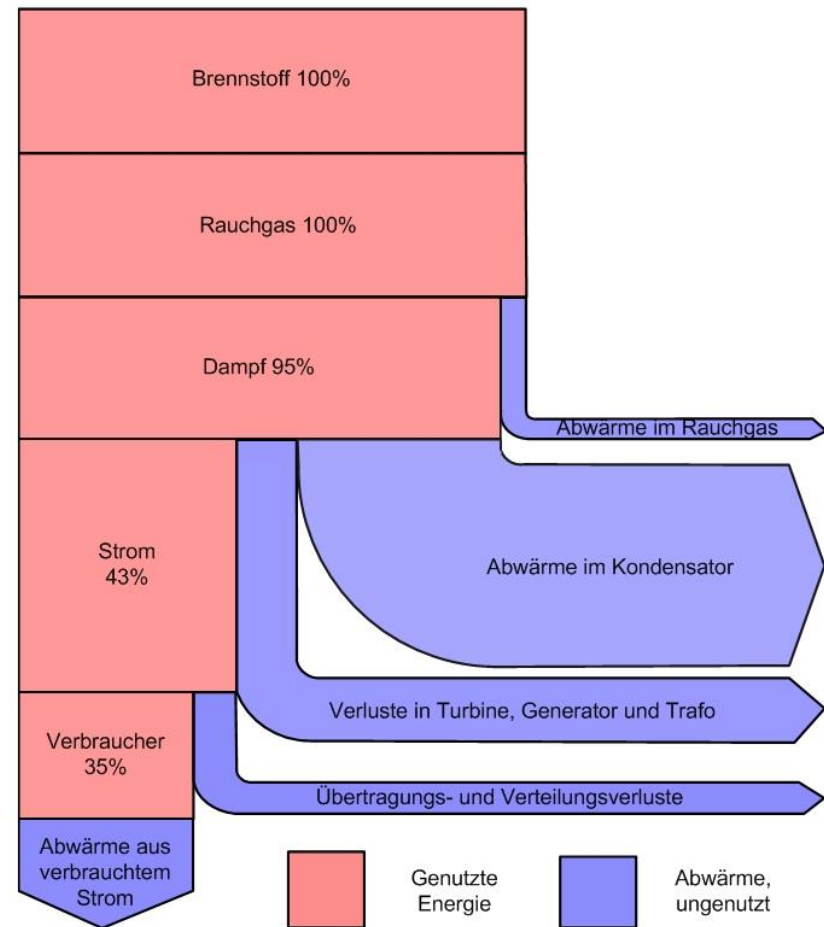
- Beahlt wird die verbrauchte elektrische Energie, also kWh.
- Als Stromverbrauch wird oft sowohl die Leistung (Watt oder Kilowatt) als auch die Energie (Kilowattstunden) bezeichnet.
- → Nur der Stromverbrauch als Energie sagt etwas über die Kosten aus!
- Beispiel Wasserkocher:
2000 W → hoher Stromverbrauch
0,1 kWh → niedriger Stromverbrauch
Kosten: ~**3 Cent** für 1 Liter kochendes Wasser

Steinfurter Energiespartage

Energieumwandlung



- Bei der Stromerzeugung gehen fast 2/3 der in den Brennstoffen gespeicherten Energie „verloren“.
- Der Verlust äußert sich in Form von abgegebener Wärme, die meist nicht mehr sinnvoll genutzt werden kann.
- Jede gesparte Kilowattstunde spart dadurch etwa zwei weitere Kilowattstunden bei der Stromerzeugung.



Wikimedia Commons, Viola sonas, CC-BY-SA 3.0

Steinfurter Energiespartage

Effizienz



- Effizienz, was ist das?



Steinfurter Energiespartage

Effizienz



- Effizienz, was ist das?
 - Eine bestimmte Wirkung mit möglichst geringen Mitteln zu erreichen.
→ Minimierung des Mitteleinsatzes.
 - Abzugsgrenzen von Effektivität: Effektiv ist es, eine bestimmte Wirkung möglichst vollständig zu erreichen, der Aufwand ist egal.
 - „Effektiv ist es, die richtigen Dinge zu tun;
effizient ist es, die richtigen Dinge richtig zu tun.“
 - Effizienz setzt Effektivität voraus, beschreibt aber zusätzlich das Verhältnis zwischen Input und Output.

Steinfurter Energiespartage

Energieeffizienz



- Energieeffizienz?



Steinfurter Energiespartage

Energieeffizienz



- Energieeffizienz?
 - Eine bestimmte Wirkung mit möglichst geringem Energieumsatz zu erreichen.
 - Beispiele sind das Bereitstellen einer warmen Wohnung, die Produktion eines bestimmten Produktes oder auch die Messung einer physikalischen Größe (Spannung, Strom, ...).
 - Oft soll ein Ungleichgewicht aufrecht erhalten werden, z.B. ein warmer Raum in einer kalten Umgebung (Heizung) oder ein kalter Raum in einer warmen Umgebung (Kühlschrank).

Steinfurter Energiespartage

Gesetzliche Regelungen



- Die genauen Regelungen zur Kennzeichnung und Messung des Energieverbrauchs sind auf einer Webseite der EU zu finden:
- <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficient-products>
- Seite auf Englisch, Dokumente aber auch auf Deutsch!

Energy efficient products - European Commission - Mozilla Firefox

Energy efficient products - EU X +

https://ec.europa.eu/energy/en/...

Commission and its priorities Policies, information and services

English EN Search

European Commission > Energy > Topics > Energy Efficiency >

Energy

HOME TOPICS DATA & ANALYSIS CONSULTATIONS NEWS EVENTS FUNDING STUDIES PUBLICATIONS ABOUT US

Energy efficient products

- > Air conditioners and comfort fans
- > Air heating and cooling products
- > Cooking appliances
- > Computers and servers
- > Circulators
- > Electric motors
- > External power supplies
- > Fridges and freezers
- > Dishwashers
- > Vacuum cleaners
- > Tumble driers
- > Ventilation units
- > Industrial fans
- > Local space heaters
- > Lighting
- > Professional refrigerators
- > Power transformers
- > Tyres
- > Washing machines
- > Water pumps
- > Solid fuel boilers
- > Televisions
- > Standby and off-mode
- > Set-top boxes
- > Space and water heaters

A

B

C

D

E

F

G

LATEST

Vice-President Setbon in Austria for second Energy Union Tour
27 February 2018

Smart finance for smart buildings: investing in energy efficiency in buildings
7 February 2018

Energy consumption in 2016 - Consumption in the EU above the energy efficiency target
5 February 2018

Smart Specialisation: Sixty European regions get ready to develop joint energy projects
26 January 2018

Overview

In the European Union, many everyday products such as washing machines, refrigerators and cooking appliances carry energy labels and have been designed to meet minimum energy efficiency standards.

Steinfurter Energiespartage

Energieeffizienzklassen



- Der Energieverbrauch eines Gerätes wird nach einem genau festgelegten Verfahren gemessen und bewertet.
- Verfahren und Bewertung werden in einer entsprechenden Verordnung für jedes Gerät festgelegt. (Siehe Webseite der EU!)
- Die Bewertung erfolgt auf einer Skala von G bis A+++.
- In naher Zukunft (ca. Ende 2018) wird die Skala geändert und geht nur noch von G bis A. (A+, A++ und A+++ gibt es dann nicht mehr!)
- Der Energieverbrauch wird in Relation zur Größe oder der Leistungsfähigkeit bewertet, ein großer Kühlschrank darf in derselben Energieeffizienzklasse mehr Strom verbrauchen als ein kleiner, eine starke Lampe mehr als eine schwache, usw.

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Vergleich dreier Leuchtmittel:

Wikimedia Commons, Edokter, CC-BY-SA 3.0



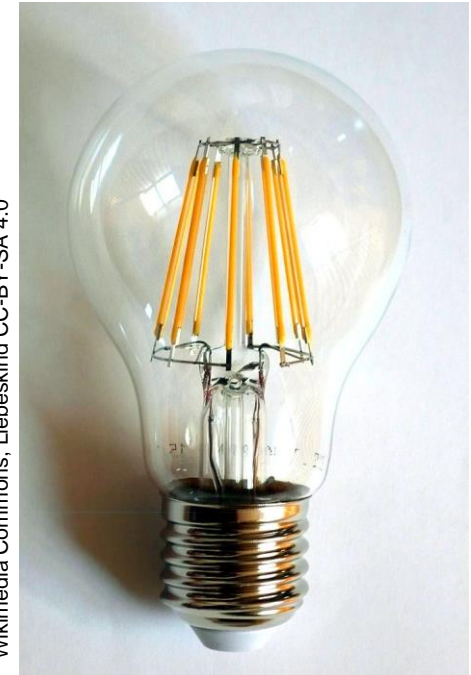
Glühbirne

Wikimedia Commons, Armin Kübelbeck, CC-BY 3.0



Energiesparlampe

Wikimedia Commons, Liebeskind CC-BY-SA 4.0



LED-Lampe

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Stromverbrauch (Leistung) für gleiche Leuchtstärke:

60 W

11 W

8 W

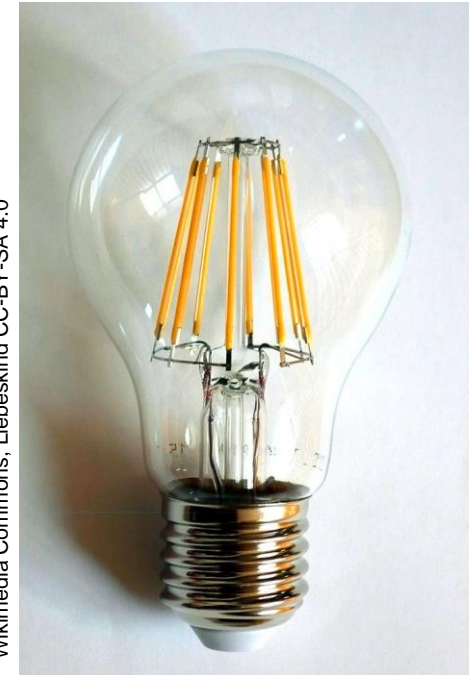
Wikimedia Commons, Edokter, CC-BY-SA 3.0



Wikimedia Commons, Armin Kübelbeck, CC-BY 3.0



Wikimedia Commons, Liebeskind CC-BY-SA 4.0



Glühbirne

Energiesparlampe

LED-Lampe

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Stromverbrauch (Energie)?
 - Berechnen aus der Nutzungsdauer!
 - Annahme:
3 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr
= 1095 Stunden pro Jahr



Bildquellen wie vorherige Folie.



	Glühbirne	Energiesparlampe	LED-Lampe
Leistung	60 Watt	11 Watt	8 Watt
Effizienzklasse	E	A	A++
Nutzungsdauer	1095 h / a	1095 h / a	1095 h / a
Stromverbrauch	65,7 kWh / a	12,0 kWh / a	8,8 kWh / a
Stromkosten	17,74 € / a	3,25 € / a	2,37 € / a

- Stromkosten angenommen mit 27 Cent pro Kilowattstunde.

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Lohnt sich der Austausch?

	Glühbirne	Energiesparlampe	LED-Lampe
Leistung	60 Watt	11 Watt	8 Watt
Effizienzklasse	E	A	A++
Nutzungsdauer	1095 h / a	1095 h / a	1095 h / a
Stromverbrauch	65,7 kWh / a	12,0 kWh / a	8,8 kWh / a
Stromkosten	17,74 € / a	3,25 € / a	2,37 € / a
Kosten pro Lampe	ca. 0,70 €	ca. 3,00 €	ca. 3,00 €
Lebensdauer	ca. 1.000 h	ca. 8.000 h	ca. 15.000 h
Kosten im 1. Jahr	18,44 €	6,25 €	5,37 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber Glühbirne	-	12,19 €	13,07 €



Bildquellen wie vorherige Folie.



Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Lohnt sich der Austausch?



Bildquellen wie vorherige Folie.



	Glühbirne	Energiesparlampe	LED-Lampe
Leistung	60 Watt	11 Watt	8 Watt
Effizienzklasse	E	A	A++
Nutzungsdauer	1095 h / a	1095 h / a	1095 h / a
Stromverbrauch	65,7 kWh / a	12,0 kWh / a	8,8 kWh / a
Stromkosten	17,74 € / a	3,25 € / a	2,37 € / a
Kosten pro Lampe	ca. 0,70 €	ca. 3,00 €	ca. 2,00 €
Lebensdauer	ca. 1.000 h	ca. 10.000 h	ca. 25.000 h
Kosten im 1. Jahr	18,44 €	6,25 €	5,37 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber Glühbirne	-	12,19 €	13,07 €

Lohnt sich!

Lohnt sich!

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Anderes Beispiel:

Lampe wird nur **10 Minuten am Tag** benutzt (Dachboden o.ä.):



Bildquellen wie vorherige Folie.



	Glühbirne	Energiesparlampe	LED-Lampe
Leistung	60 Watt	11 Watt	8 Watt
Effizienzklasse	E	A	A++
Nutzungsdauer	60,8 h / a	60,8 h / a	60,8 h / a
Stromverbrauch	3,7 kWh / a	0,7 kWh / a	0,5 kWh / a
Stromkosten	0,99 € / a	0,18 € / a	0,13 € / a
Kosten pro Lampe	ca. 0,70 €	ca. 3,00 €	ca. 3,00 €
Kosten im 1. Jahr	1,69 €	3,18 €	3,13 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber Glühbirne	-	-1,50 €	-1,45 €

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Leuchtmitteln



- Anderes Beispiel:

Lampe wird nur **10 Minuten am Tag** benutzt (Dachboden o.ä.):



Bildquellen wie vorherige Folie.



	Glühbirne	Energiesparlampe	LED-Lampe
Leistung	60 Watt	11 Watt	8 Watt
Effizienzklasse	E	A	A++
Nutzungsdauer	60,8 h / a	60,8 h /	60,8 h
Stromverbrauch	3,7 kWh / a	0,7 kWh	0,5 kWh
Stromkosten	0,99 € / a	0,18 €	0,13 €
Kosten pro Lampe	ca. 0,70 €	ca. 3,10 €	ca. 3,10 €
Kosten im 1. Jahr	1,69 €	3,10 €	3,10 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber Glühbirne	-	-1,41 €	-1,41 €

Nach 3 Jahren lohnt es sich trotzdem!

Nach 3 Jahren lohnt es sich trotzdem!

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Kühlschränken

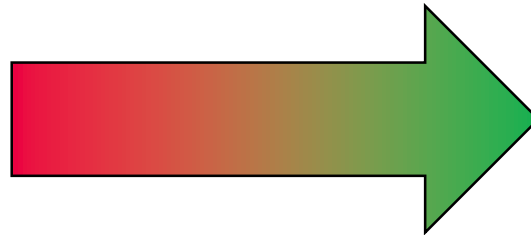


- Vergleich dreier Kühlschränke, gleiche Größe (Höhe 122 cm, mit Gefrierfach), andere Effizienzklasse:

Wikimedia Commons, Birmingham Museums Trust, CC-BY-SA 4.0



A+



A++

eigenes Bild, T. Sanders



A+++

Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Kühlschränken



- Lohnt sich der Kauf eines teureren Kühlschranks mit Effizienzklasse A++ oder A+++?

Einbaukühlschrank Höhe 122 cm, ca. 196 l, mit Gefrierfach

Effizienzklasse	A+	A++	A+++
Stromverbrauch	214 kWh / a	172 kWh / a	115 kWh / a
Stromkosten	57,78 € / a	46,44 € / a	31,05 € / a
Anschaffungskosten	299,00 €	308,90 €	494,00 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber A+	-	1,44 €	-168,27 €
Amortisationszeit gegenüber A+	-	0,87 Jahre	7,3 Jahre



Bildquellen wie vorherige Folie.



Steinfurter Energiespartage

Stromverbrauch von Kühlschränken



- Lohnt sich der Kauf eines teureren Kühlschranks mit Effizienzklasse A++ oder A+++?

Einbaukühlschrank Höhe 122 cm, ca. 196 l, mit Gefrierfach

Effizienzklasse	A+	A++	A+++
Stromverbrauch	214 kWh / a	172 kWh / a	115 kWh / a
Stromkosten	57,78 € / a	46,44 € / a	31,00 € / a
Anschaffungskosten	299,00 €	308,90 €	494,00 €
Ersparnis im 1. Jahr gegenüber A+	-	1,44 €	-1,44 €
Amortisationszeit gegenüber A+	-	0,87 Jahre	7,3 Jahre

Lohnt sich in diesem Fall schon im 1. Jahr!

Lohnt sich nur, wenn Kühlschrank mehr als 7,3 Jahre benutzt wird.



Bildquellen wie vorherige Folie.

Steinfurter Energiespartage

Zusammenfassung



- Bessere Effizienzklasse spart Strom, Anschaffungskosten sind aber meist auch höher. Tatsächlicher Verbrauch hängt von der Nutzung ab.
- In vielen Fällen lohnt sich der Kauf eines Gerätes mit höherer Effizienzklasse, insbesondere, wenn das Gerät viel oder lange benutzt wird.
- Bei alten Geräten ist der Energieverbrauch manchmal schwer zu bestimmen und somit schwer zu sagen, ob sich der Austausch gegen ein neues Gerät lohnt.
- Die Entsorgung von alten Geräten ist eine Umweltbelastung, Geräte sollten daher nicht zu oft ausgetauscht werden.

Steinfurter Energiespartage

Ausblick



- Weitere Informationen gibt es hier:
 - Webseite der EU:
<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficient-products>
 - Broschüren zum Energiesparen der Deutschen Energie-Agentur:
[https://shop.dena.de/sortiment/detail/?tx_zrwshop_pi1\[pid\]=27](https://shop.dena.de/sortiment/detail/?tx_zrwshop_pi1[pid]=27)
 - Webseite des Labors für Leistungselektronik und elektrische Energietechnik:
<https://www.fh-muenster.de/energie>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

 **STEINFURTER
ENERGIE
SPARTAGE**

03. + 04. MÄRZ
STEINFURT-BORGHORST
IM AUTOHAUS WILLBRAND

SCHLAUE TIPPS FÜR
**ENERGIE-
SPARER** VON
HANDEL &
HANDWERK



Prof. Dr.-Ing. Tilman Philip Sanders

Leistungselektronik und Elektrische Energietechnik

Stegerwaldstraße 39 fon +49 (0)251.83 62-069
D-48565 Steinfurt fax +49 (0)251.83 64-060

tilman.sanders@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de

