

# 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

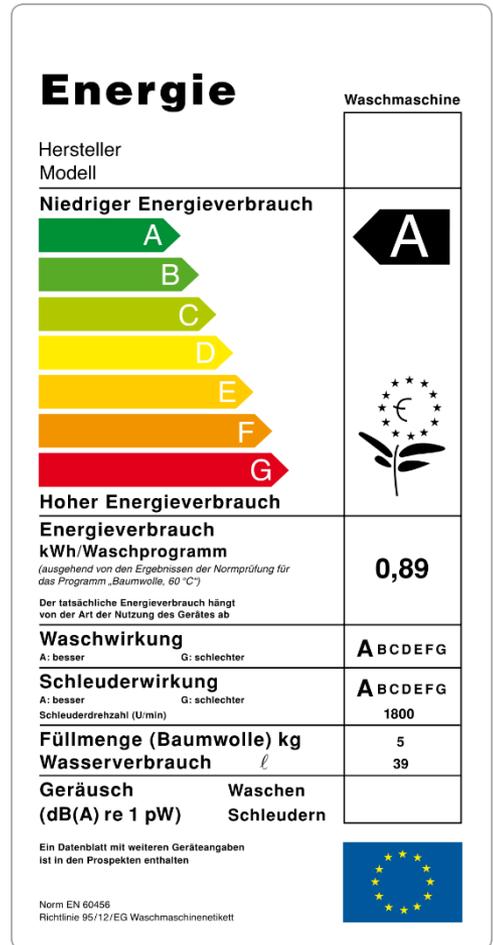
tilman.sanders@fh-muenster.de  
www.fh-muenster.de

# 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.

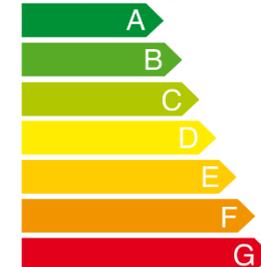
Zuordnung zu Energieeffizienz-Klassen  
(Prozent des Energieverbrauchs eines (fiktiven) Referenzgeräts)

Energieeffizienz-Klasse	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
Haushaltskühlgeräte <sup>[14]</sup>	<22	<33	<44 <sup>[A 1]</sup>	<55	<75	<95	<110	<125	<150	≥150
Lampen <sup>[15]</sup> (ungebündelt) <sup>[A 2]</sup>		≤11	≤17	≤24	≤60	≤80	≤95	>95		
Fernseher <sup>[16]</sup>	<10	<16	<23	<30	<42	<60	<80	<90	<100	≥100
Haushaltswaschmaschinen <sup>[17]</sup>	<46	<52	<59	<68	<77	<87	≥87			
Haushaltsgeschirrspüler <sup>[18]</sup>	<50	<56	<63	<71	<80	<90	≥90			
Autos <sup>[19]</sup>	<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

# 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:

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

- 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



FH MÜNSTER  
University of Applied Sciences



- 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



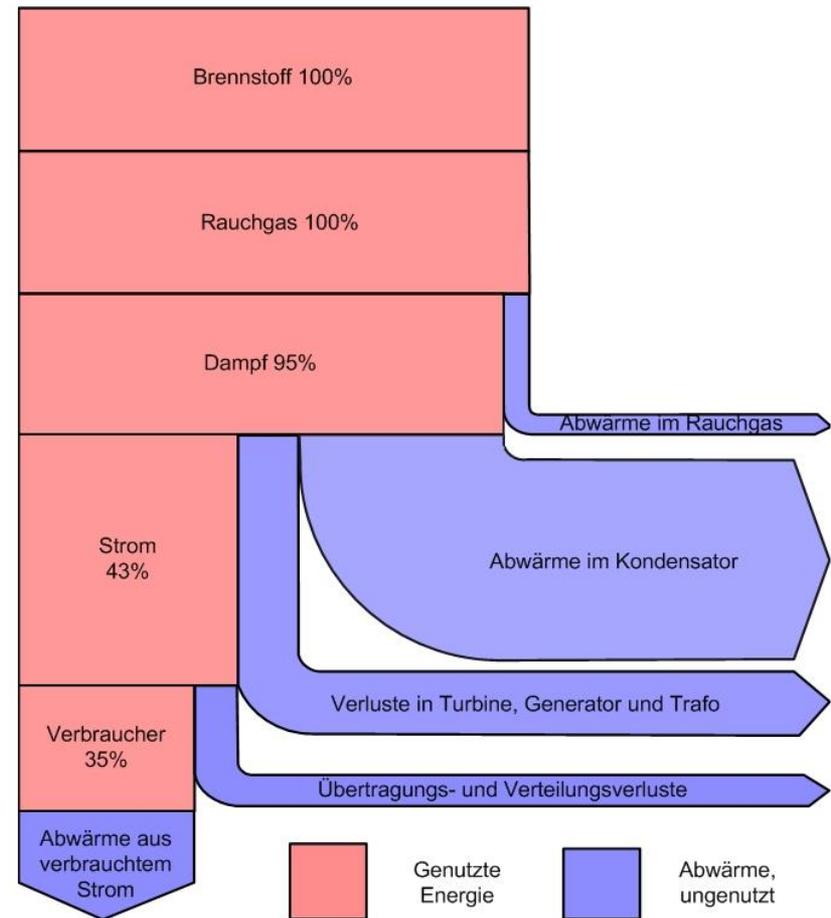
- Beahlt wird die verbrauchte elektrische Energie, also kWh.
- Als Stromverbrauch wird oft sowohl die Leistung (Watt oder Kilowatt) als auch die Energie (Kilowattstunden) bezeichnet.
- → Nur der Stromverbrauch als Energie sagt etwas über die Kosten aus!
- Beispiel Wasserkocher:  
2000 W → hoher Stromverbrauch  
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 - European Commission - Mozilla Firefox

Commission and its priorities Policies, information and services

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

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

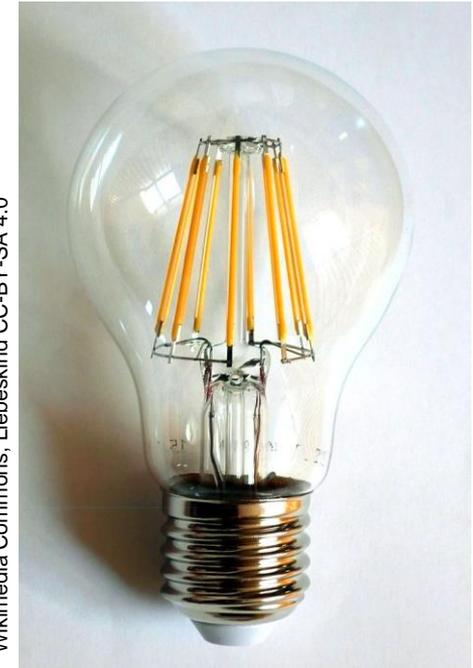
Wikimedia Commons, Edokter, CC-BY-SA 3.0



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?



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. 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 €

# 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. 1,50 €
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

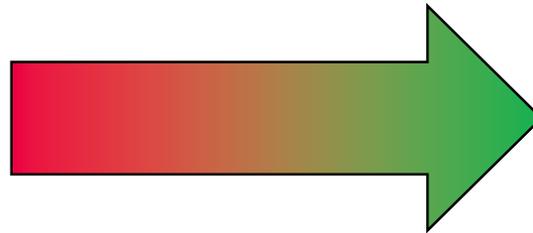


- Vergleich dreier Kühlschränke, gleiche Größe (Höhe 122 cm, mit Gefrierfach), andere Effizienzklasse:

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+++?



Bildquellen wie vorherige Folie.



### 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 €	<b>-168,27 €</b>
Amortisationszeit gegenüber A+	-	0,87 Jahre	7,3 Jahre

# 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

