

# 1. Landsberger Stromsparwettbewerb

Ein Drittel des Stromverbrauchs in Bayern  
geht zu Lasten der privaten Haushalte.

Davon läßt sich leicht die Hälfte  
wirtschaftlich sinnvoll einsparen.

# Energie - was ist das?

## 10 kWh

Hat verschiedene „Gesichter“

- ca. 1 Liter Öl
- ca. 1 m<sup>3</sup> Erdgas
- ca. 2 kg Holz
- wenn 10 Personen mit 100 kg 3670 m hoch steigen
- 10 Stunden föhnen mit einem 1000W Föhn (1kW)
- 100 l Wasser zum Kochen bringen mit dem Wasserkocher
- 1,14 Watt im Standby (1a = 8760 h)



=====

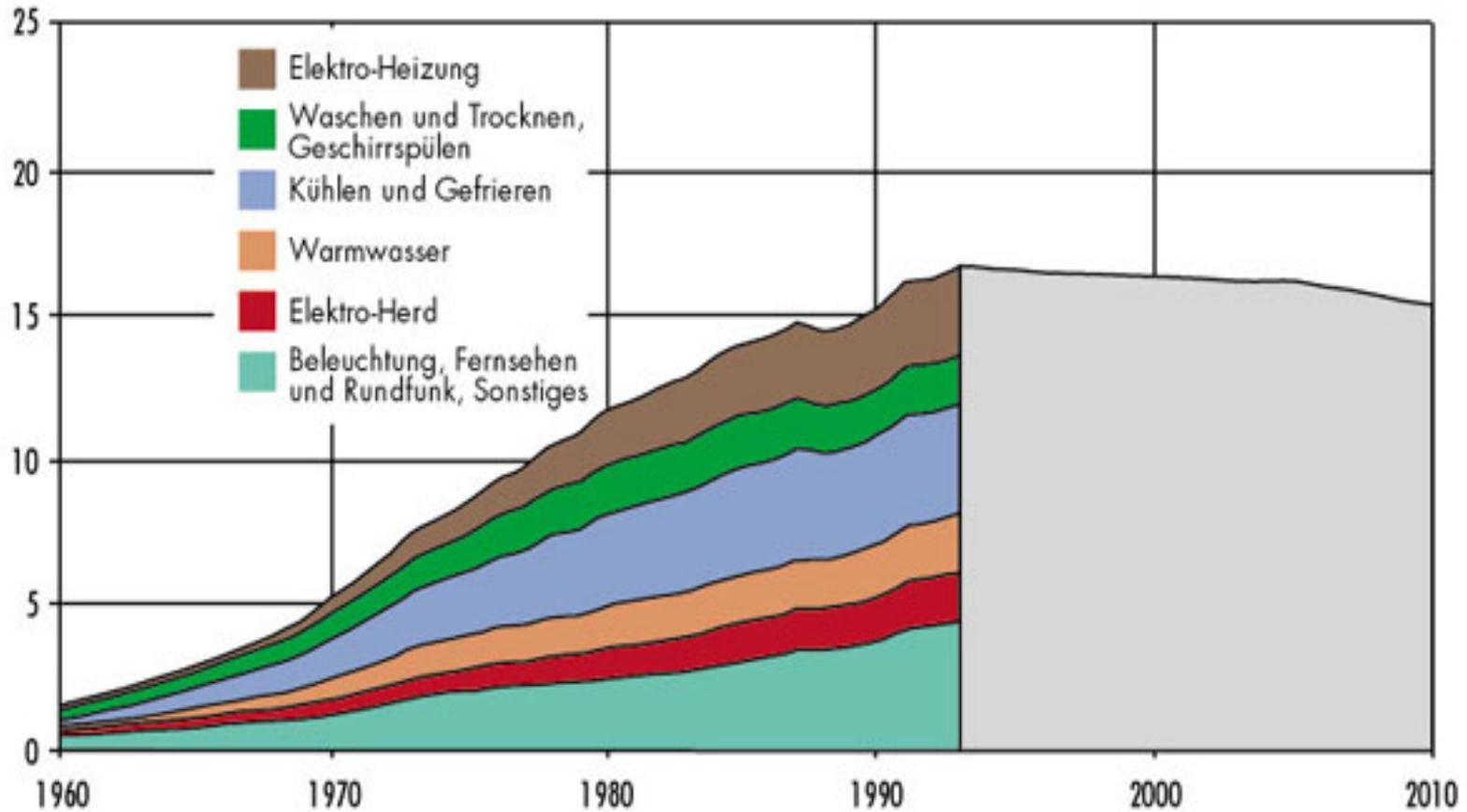
Einheiten: 1 kWh = 1000 Wh = 3.600.000 VAs = 3.600.000 J = 3600 kJ

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ [kg*m}^2\text{/s}^2\text{]}$$

$$1 \text{ kW} = 1000 \text{ Watt} = 1000 \text{ VA}$$

# Stromverbrauch im Haushalt (Entwicklung)

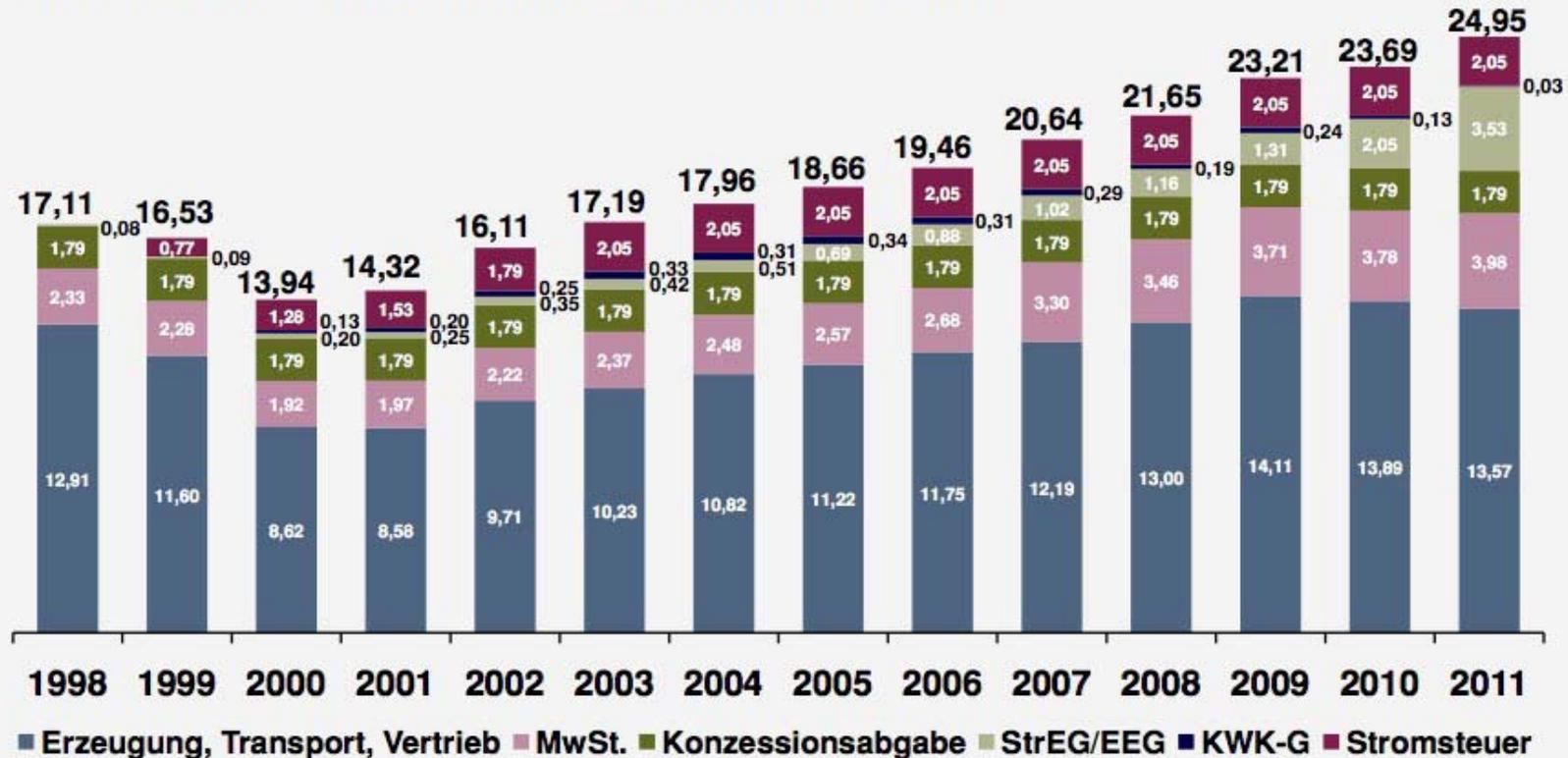
**Entwicklung des Haushaltsstromverbrauchs in Bayern**  
Angabe in Terawattstunden pro Jahr



Quelle: [www.stmwvt.bayern.de/energie/energiespartipps/index.html](http://www.stmwvt.bayern.de/energie/energiespartipps/index.html)

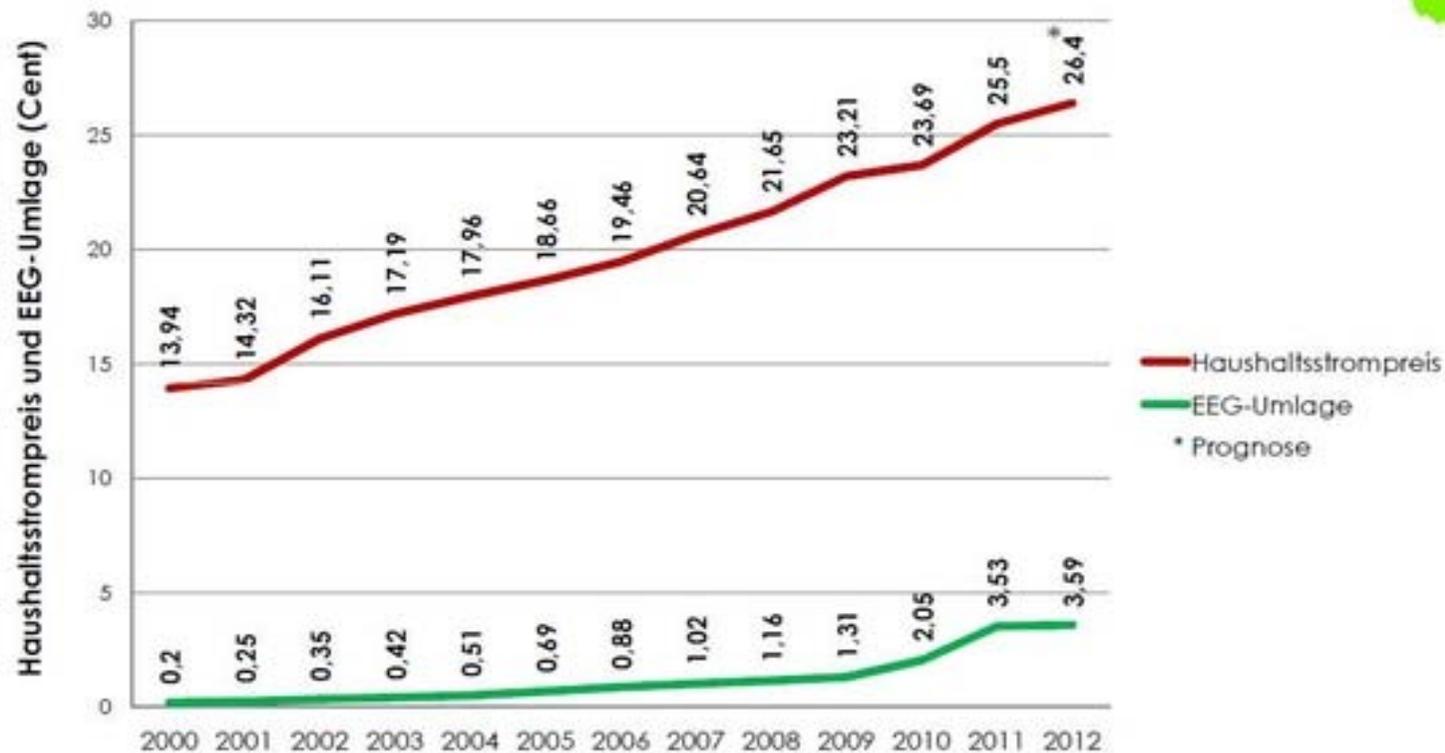
# Strompreis für Haushalte

Durchschnittlicher Strompreis eines Drei-Personen-Haushaltes mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh/a in Cent/kWh



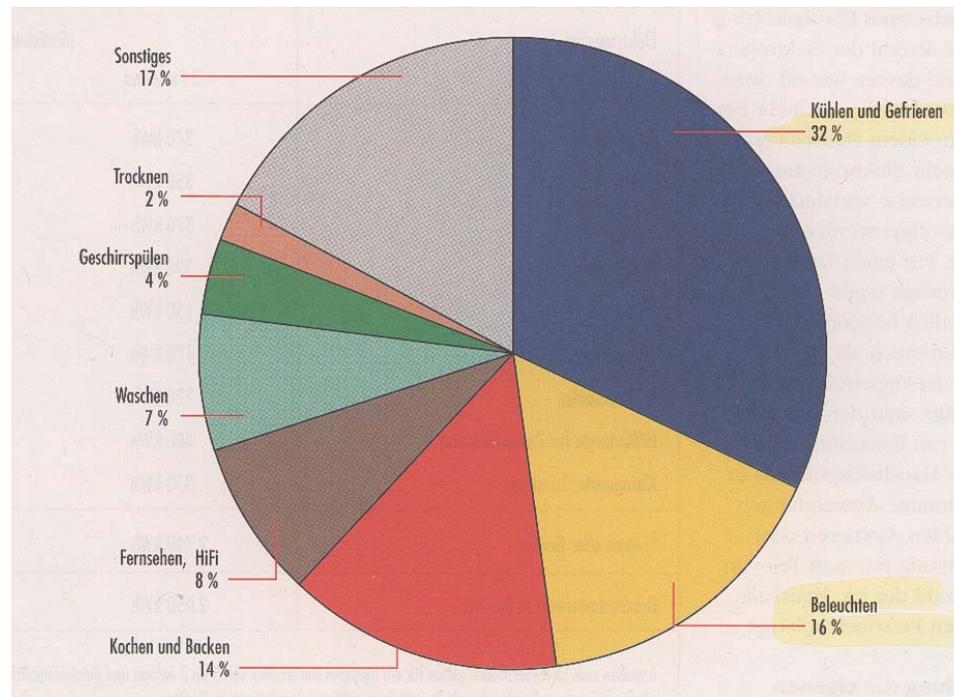
Quelle: BDEW, Stand 03/2011

## Haushaltsstrompreis und EEG-Umlage



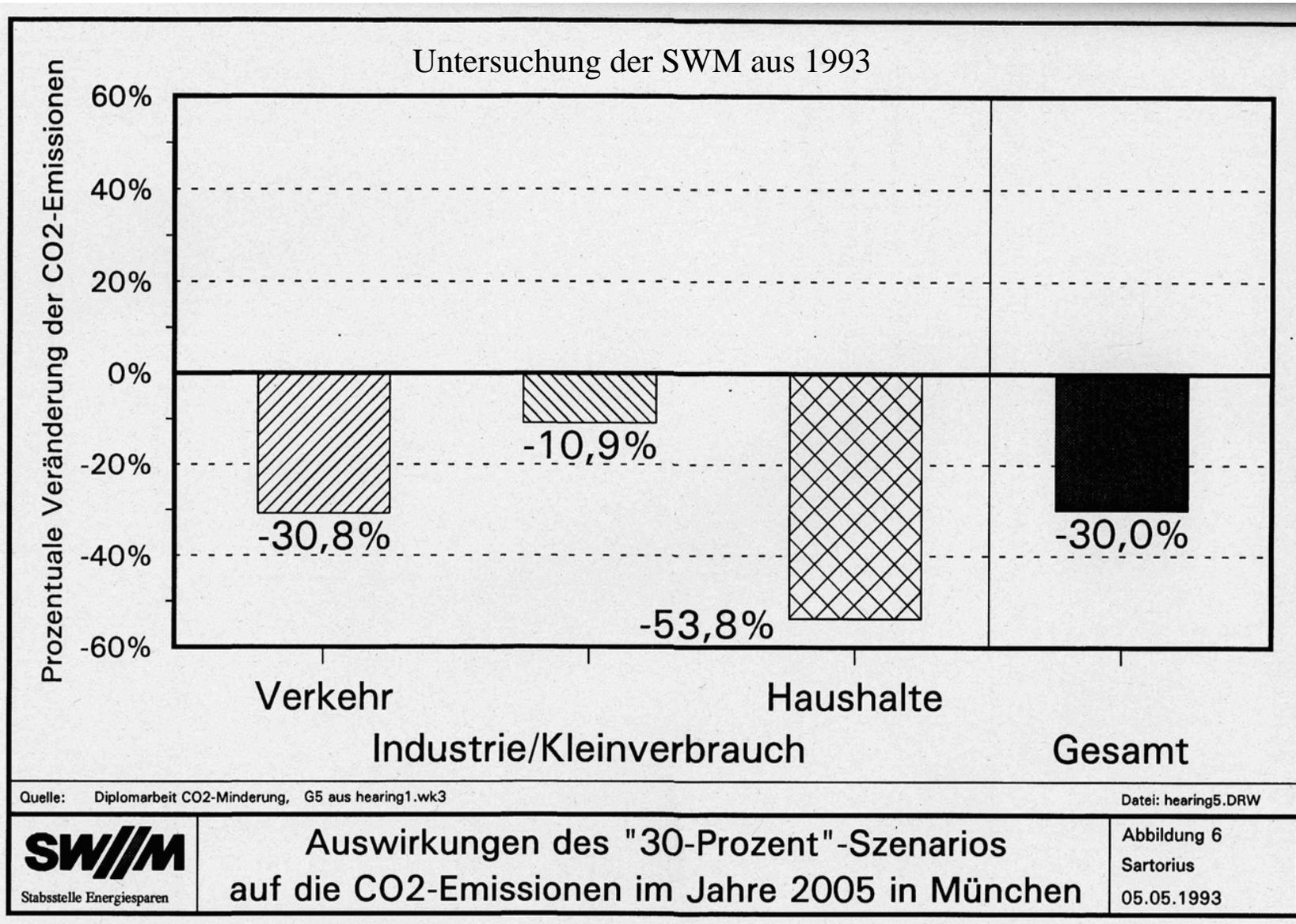
Quellen: 1) Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten Grafiken (2011), BDEW 2012. 2) Agentur für Erneuerbare Energien. URLs: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Haushaltsstrompreise-2000-09\\_01.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/Haushaltsstrompreise-2000-09_01.pdf) sowie [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE\\_Haushaltsstrompreise-2007-2012-Entwicklung.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE_Haushaltsstrompreise-2007-2012-Entwicklung.pdf)  
3) Bundesnetzagentur, Entwicklung der EEG-Umlage.

# Stromverbrauch in bayerischen Haushalten derzeit etwa 24 TWh



Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps

- Hauptverbraucher ist die Kälteerzeugung
- Beleuchtung verbraucht fast 20%
- Standby steckt fast überall drinnen und verbraucht sinnlose 20%



## Stromverbrauch eines Haushaltes - BRD

Verbrauch pro Jahr im	2 Pers.-Haush.	4 Pers.-Haush.
Waschmaschine	190 kWh	380 kWh
Wäschetrockner	170 kWh	370 kWh
Kühlschrank	390 kWh	530 kWh
Gefriergerät	470 kWh	780 kWh
Geschirrspüler	210 kWh	380 kWh
Elektroherd	410 kWh	590 kWh
Warmwasser/Bad	710 kWh	1300 kWh
Warmwasser/Küche	290 kWh	500 kWh
Beleuchtung	250 kWh	380 kWh
Sonstige (inkl. TV)	580 kWh	880 kWh
Hilfsgeräte für Zentral-/ Etagenheizung	400 kWh	500 kWh

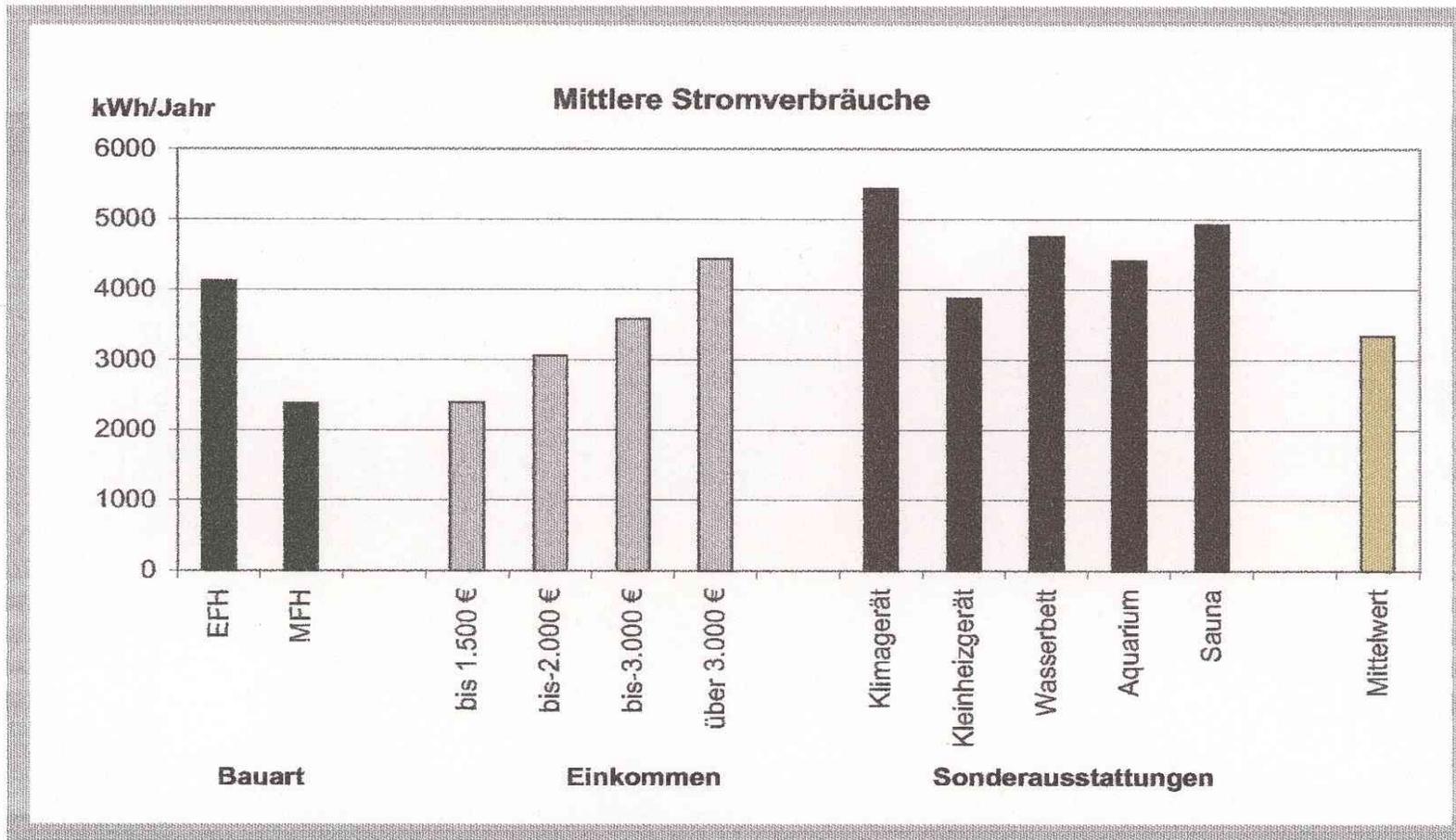
**Summe** **3670 kWh** **6090 kWh**  
**Durchschnittsfamilie** **4570 kWh**

## Jährlicher Stromverbrauch für einzelne Anwendungen

Elektrogeräte	jährlicher Stromverbrauch	
	2 Personen	3 Personen
Beleuchtung	340 kWh	400 kWh
Elektroherd	350 kWh	480 kWh
Kühlschrank	370 kWh	440 kWh
Gefriergerät	390 kWh	510 kWh
Waschmaschine	150 kWh	220 kWh
Wäschetrockner	170 kWh	250 kWh
Geschirrspüler	220 kWh	310 kWh
Hilfsenergie für Zentralheizung	400 kWh	400 kWh
Kleingeräte, Sonstiges	350 kWh	460 kWh
<b>Summe aller Geräte</b>	<b>2.740 kWh</b>	<b>3.470 kWh</b>
<b>Durchschnittswert in Bayern</b>	<b>2.050 kWh</b>	<b>2.830 kWh</b>
<p>Angaben zum Stromverbrauch gelten für ein mittleres Gerätealter von 5 bis 7 Jahren und durchschnittliche Benutzung der Geräte. Der Durchschnittswert gilt für die entsprechenden Haushalte mit einer mittleren Ausstattung an Geräten.</p>		

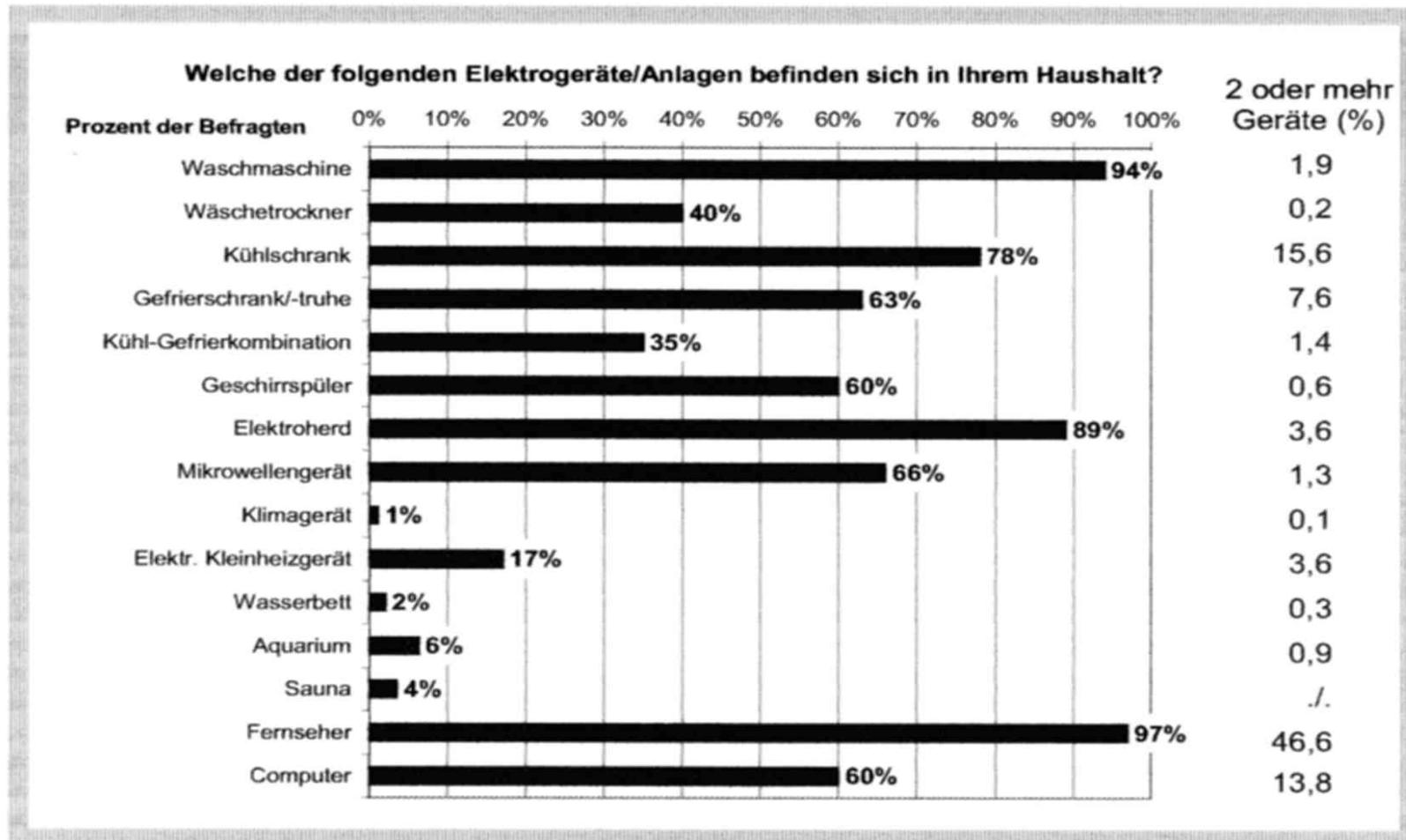
Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps

# Einflüsse auf den Stromverbrauch



Verbrauch in D pro Person statistisch : 1.840 kWh Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps

# Ausstattung der Haushalte mit elektrischen Geräten



Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps



# Kochen mit Gas statt Strom

Kosten für elektrisches Kochen  
einer 4-köpfigen Familie :

**100 EURO**

Gas mit gleichem Heizwert :

**25 EURO**

wenn kein Erdgas verfügbar,  
dann Propangas verwenden

# Stromverbrauch Kühlschrank messen



- Verbrauchsmeßgerät kaufen oder ausleihen
- Standby- und 24-h-Verbrauch bestimmen
- Wenn Heizelement vorhanden, dann abstecken (lassen) !
- Wenn Stromverbrauch dann immer noch  $> 1$  kWh pro Tag :  
neuer Kühlschrank ist fällig !
- Bestgerät aus Liste vom Bund der Energieverbraucher aussuchen (max. Effizienzklasse A+++)
- Besonders wichtig : kühler Aufstellort !

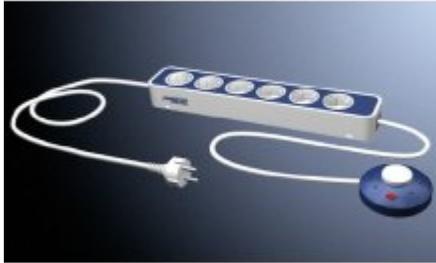
# Energiesparen → Standby Verluste vermeiden

schaltet 2-polig AUS : schützt besser vor Überspannungen



The advertisement features a background image of a modern kitchen with light-colored cabinets. In the foreground, a black MoneySaver power strip is shown with a mouse plugged into it. The power strip has five outlets and a circular control knob with a red indicator light. Text and logos are overlaid on the image:

- reddot design award honourable mention 2008 (with the red dot logo)
- Focus Green Silber 2008 (with the Focus Green logo)
- Reduziert CO<sub>2</sub>
- MoneySaver®- Die Geldsparleiste
- Schluss mit kostentreibendem Stand-By/Schein-Aus



A close-up photograph of the MoneySaver power strip, showing its five outlets and the circular control knob with a red indicator light.

# Beispiele für **Standby**



## „Heimlicher Verbrauch“ verschiedener Haushaltsgeräte

Geräteart	mittlere elektrische Leistung in Watt	jährlicher Stromverbrauch in kWh
Akku-Sauger	2	17
Anrufbeantworter	4	35
Antennenverstärker	4	35
Klingeltrafo	0,6	5
Schaltuhr	1,3	12
Telefonanlage	7	61
Videorecorder	10	85
elektr. Zahnbürste	1,5	13

Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps

# Bereitschaftsenergieverbrauch von **Aquarien und Wasserbetten**

zwischen 1- und 4-Personenhaushalt, da ED = 8760 h



Gegenmaßnahmen:

Wärmedämmung

Einheimische statt  
tropische Zierfische

.....

## Unerkannter **Bereitschaftsenergieverbrauch Gastherme**



•z.B.:

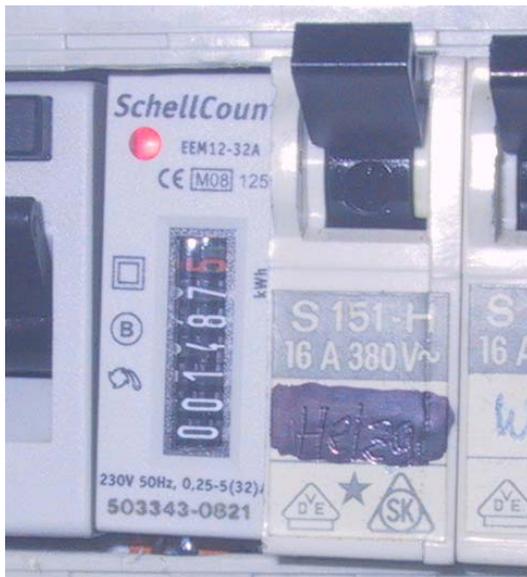
• 8760 h am Netz mit 82 Watt ergibt 720 kWh/a oder 180 €/a

•Abhilfe : ausschalten (etwa über Schaltuhr oder manuell)

•Bei Neukauf auf niedrigen Standby achten !

# Das Messen von fest angeschlossenen Verbrauchern am Beispiel Heizungsstromverbrauch

- Früher Ölkessel : 1,35 kWh / Tag
- Jetzt Pelletkessel : 2,75 kWh / Tag  
(Mehrverbrauch u.a. wegen „Rücklaufanhebung“)



Kosten:

kWh-Zähler ab 30€

Bh-Zähler ab 12 €



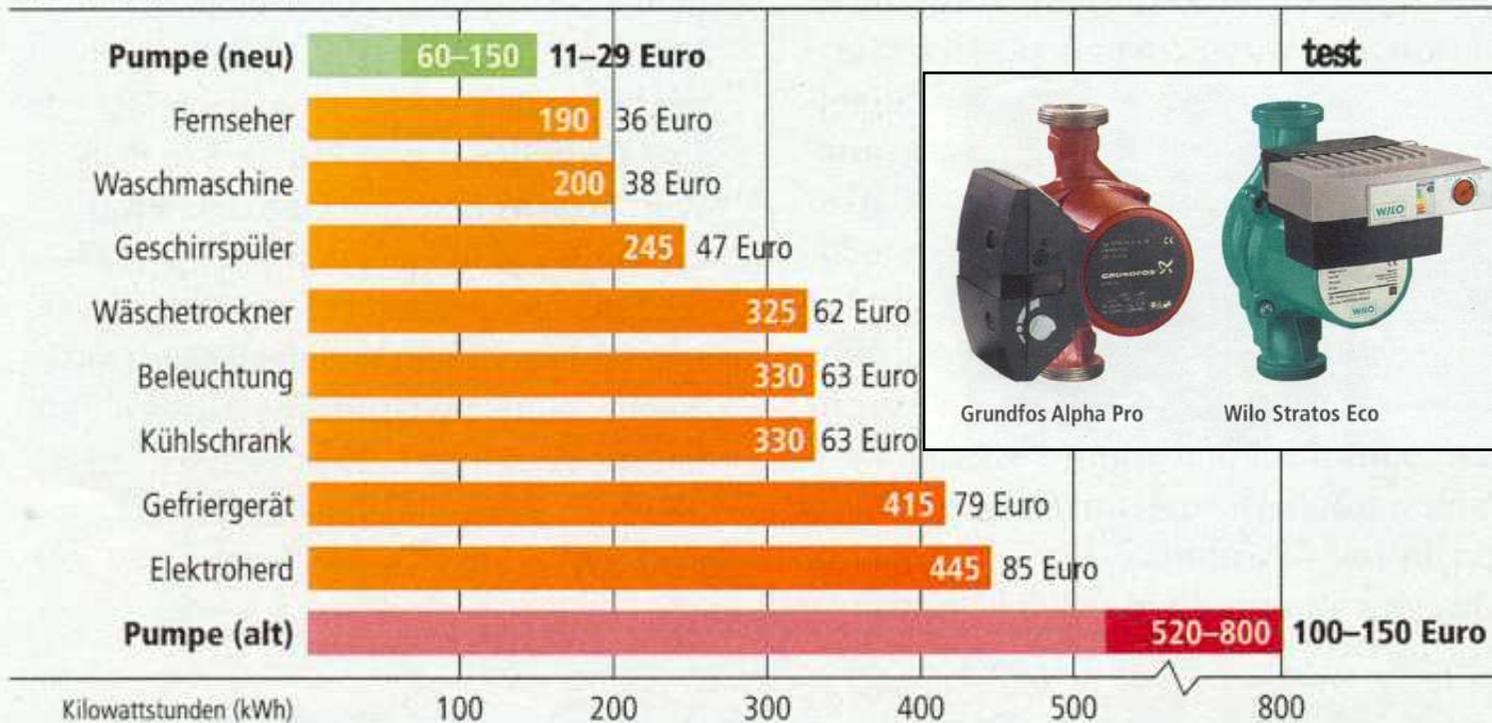
Wolfgang Buttner - Dipl.Ing.  
Maschinenbau-Energietechnik

# Energieeffiziente Zirkulationspumpen

## Die Heizungspumpe: Vom Stromfresser zum Stromsparer

Typischer Stromverbrauch in kWh und Stromkosten in Euro pro Jahr in einem Einfamilienhaus mit 3 Personen

Quelle: HEA (außer Pumpe)



# Stromverbrauch Waschen

	Haushaltsgröße			
	1 Person	2 Personen	3 Personen	4 Personen
<b>Strom</b>				
Stromverbrauch altes Gerät	120 kWh	220 kWh	320 kWh	410 kWh
Stromverbrauch neues Gerät	70 kWh	120 kWh	180 kWh	230 kWh
Stromeinsparung	50 kWh	100 kWh	140 kWh	180 kWh
Stromkostensparnis pro Jahr	15 DM	30 DM	40 DM	55 DM
<b>Wasser</b>				
Wasserverbrauch altes Gerät	9 m <sup>3</sup>	17 m <sup>3</sup>	25 m <sup>3</sup>	32 m <sup>3</sup>
Wasserverbrauch neues Gerät	4 m <sup>3</sup>	7 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	13 m <sup>3</sup>
Wassereinsparung	5 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>	19 m <sup>3</sup>
Wasserkostensparnis pro Jahr	25 DM	50 DM	75 DM	95 DM
Betriebskostensparnis pro Jahr	40 DM	80 DM	115 DM	150 DM

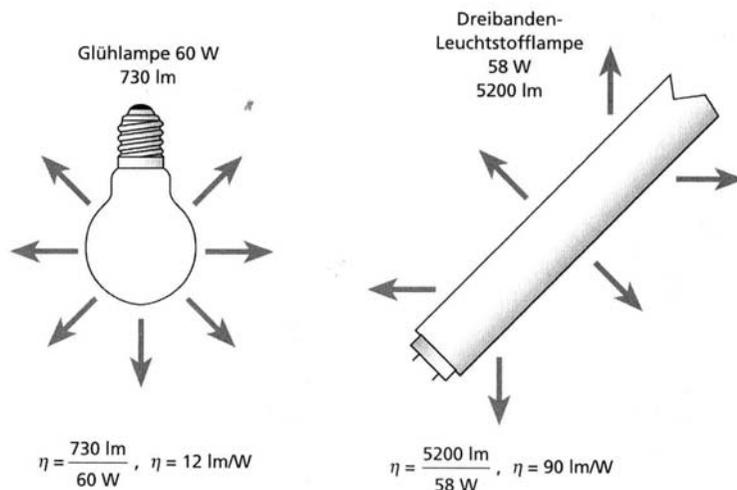
Strompreis 0,30 DM/kWh, Wasserkosten 5 DM/m<sup>3</sup>, altes Gerät, 1,5 Jahre

51

Quelle : stmwvt.bayern Energiepartipps

Wolfgang Buttner - Dipl.Ing.  
Maschinenbau-Energietechnik

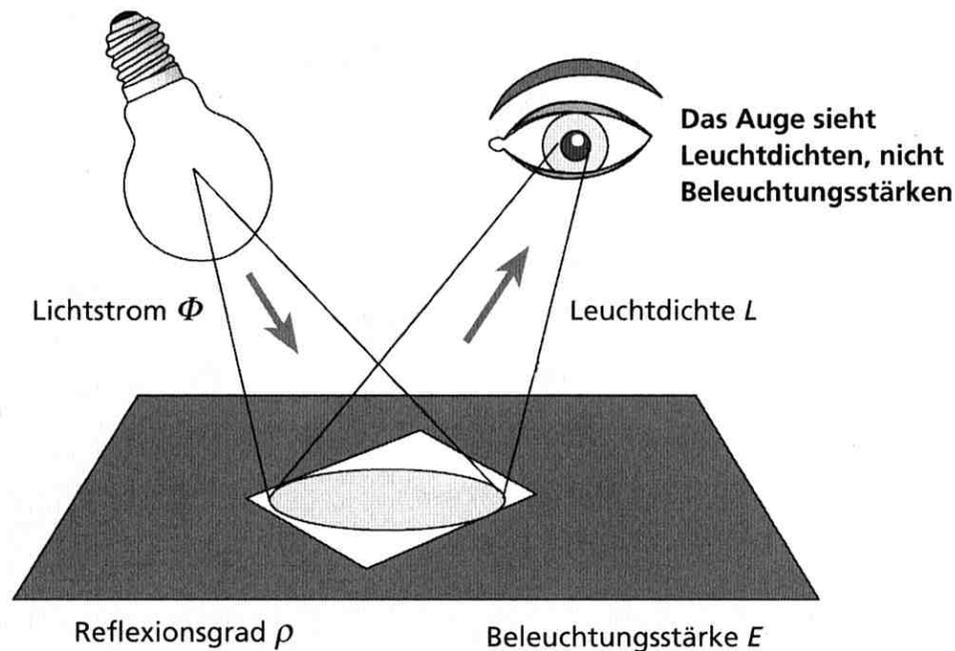
# Lichtstrom [lm] = physiologische Größe



Grafik aus : Zieseniß S.19

- Aufgenommene Leistung in Watt
- Abgegebene Lichtleistung in Lumen
- $\text{lm/W}$  : ein Maß für die Effizienz einer Lichtquelle

# Das Auge sieht „Leuchtdichte“



Grafik aus : Zieseniß S.22

*NB: Die sog. Beleuchtungsstärke [lx] kann das Auge nicht sehen!*

Sinneseindruck hängt ab von:

- Lichtstrom, Lichtverteilung und Spektrum der Lichtquelle
- Spektraler Absorption und Reflexion des betrachteten Gegenstands
- dem Auge selbst

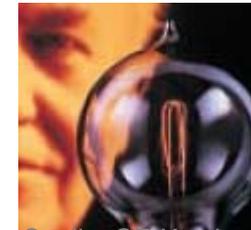
# 3 bedeutende Erzeugungsprinzipien

## Funktionsweisen verschiedener Leuchtmittel

- Temperaturstrahler (Volksmund „Glühbirne“)
- Entladungslampen (Gas mit und ohne Hg)
- Halbleiter (LED = Leuchtdioden)

- Funktionsweise einer „Glühbirne“

Unter Luftabschluß wird ein Metall- oder Kohlefaden durch den ihn durchfließenden Strom zum Glühen gebracht. Dabei wird neben Wärme (95%) auch sichtbares Licht abgestrahlt.



Quelle: GE-Katalog

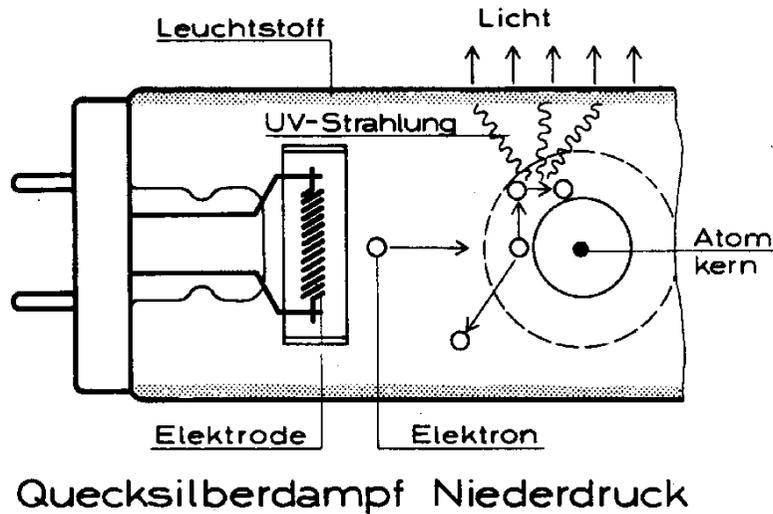
- Viele Väter, viele Vorteile, eine große Schwäche

- Der wirtschaftliche Durchbruch kam mit Thomas A. Edison.
- Die Deutsche Post erinnert 2004 an Heinrich Göbels Lampe, 25 Jahre vor Edison.
- Allgebrauchslampe – viele Anwendungen
- Vergleichsweise einfache Handhabung.
- Angenehmes Licht („Lagerfeuer-Effekt“)
- Günstiger Anschaffungspreis – mit Ausnahmen
- **ABER: miserable Lichtausbeute!**



Quelle: Post Philatelie

- Funktionsweise einer Entladungslampe

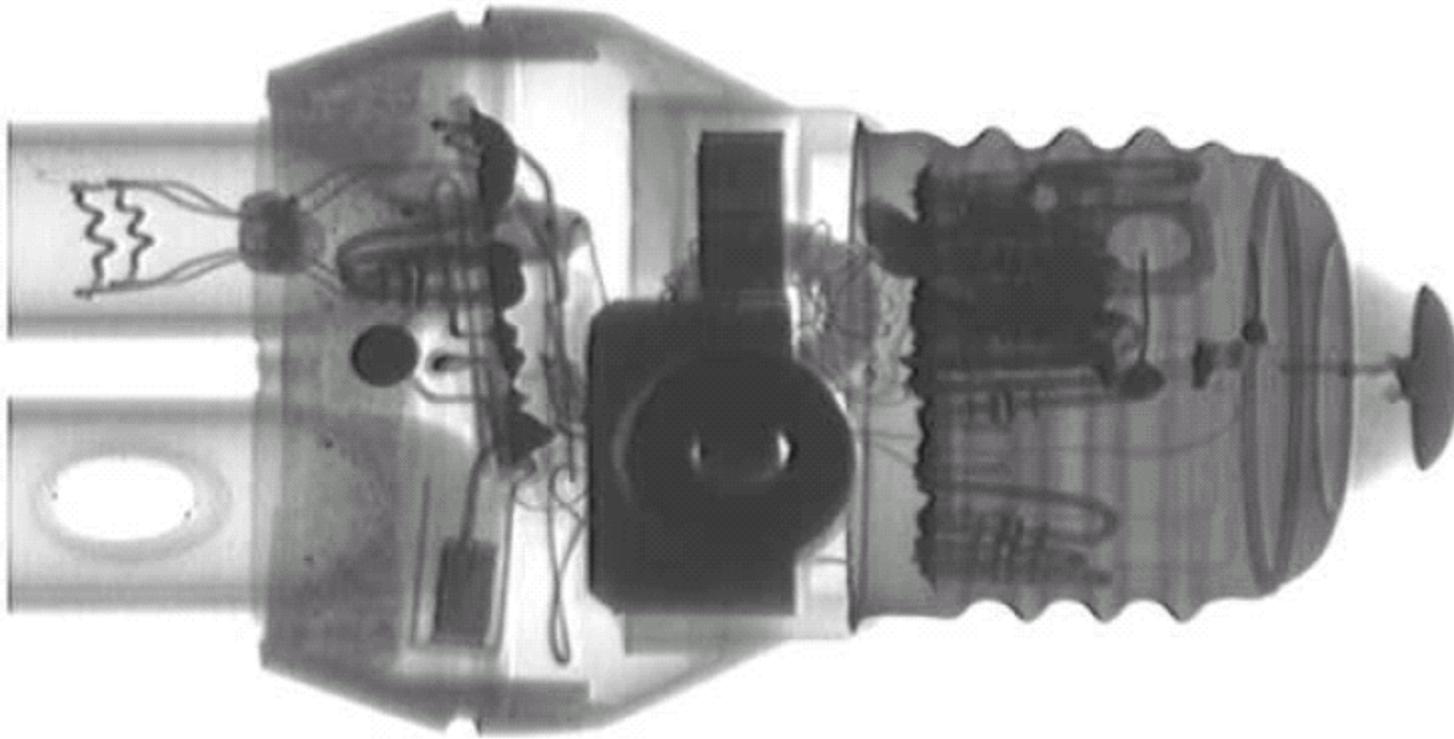


Graphik Zieseniß

Leuchtstofflampen brauchen anders als Glühlampen eine Vorrichtung zur Begrenzung des fließenden Stromes. Dieses Vorschaltgerät kann ein induktives oder ein elektronisches sein. Außerdem benötigen Leuchtstofflampen eine Vorrichtung zum Start. Der bekannte Starter ist bei elektronischen VG integriert.

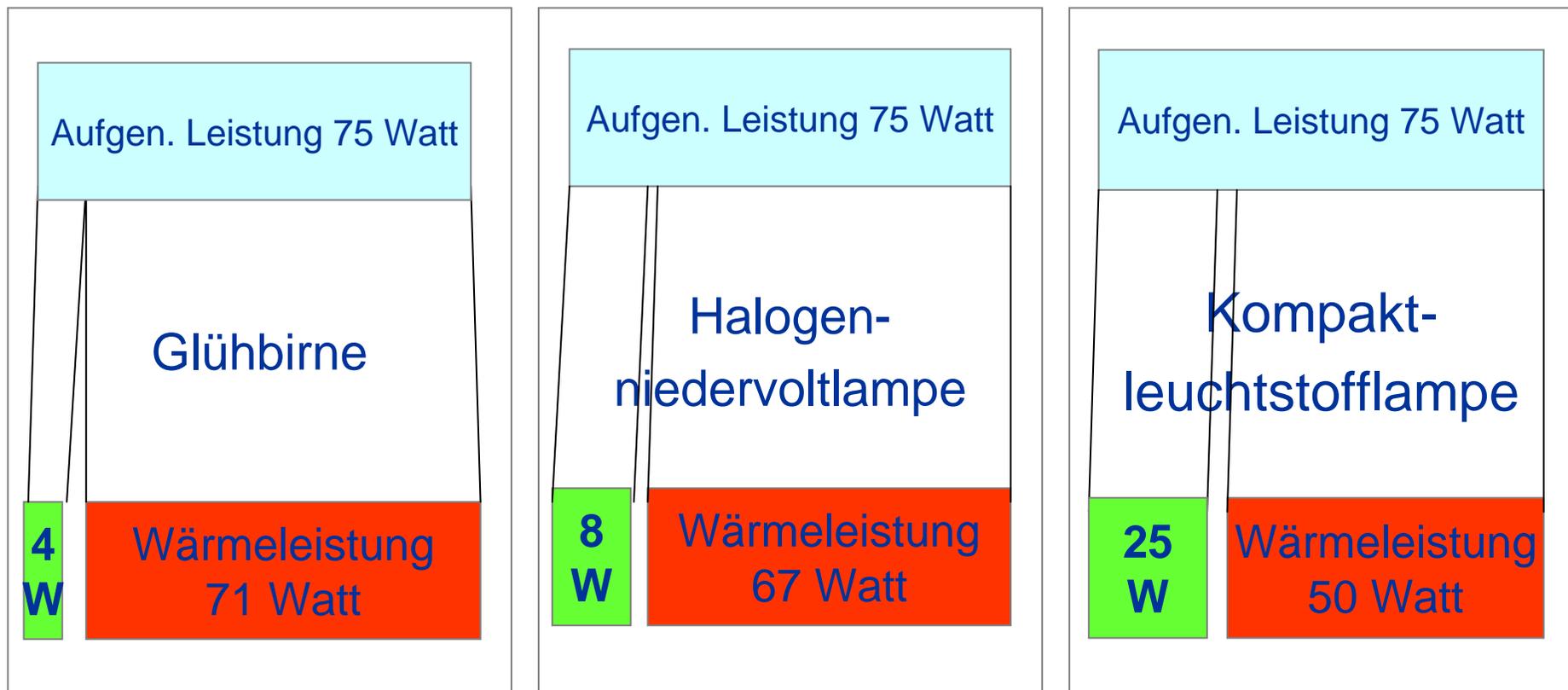
Bauart	Verluste	Preis	Komfort	Lebensdauer
KVG: Konventionelles Vorschaltgerät	Hoch	Gering	Gering	> 100.000h
VVG: Verlustarmes Vorschaltgerät	Mittel	Mittel	Gering	> 100.000h
EVG: Elektronisches Vorschaltgerät	Gering	Hoch	Hoch	ca. 50.000h

# Kompaktleuchtstofflampen



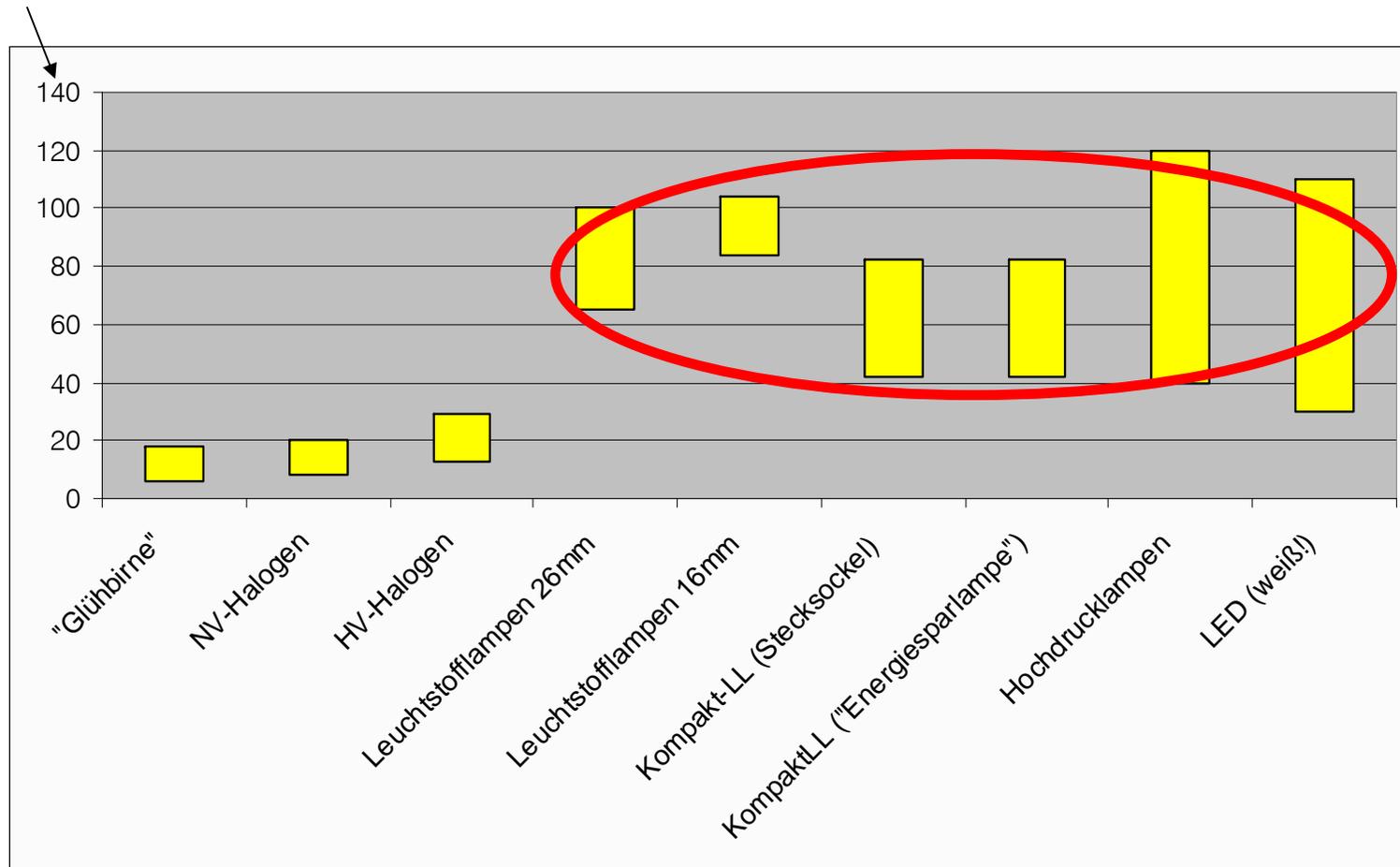
Der digitale Röntgenscanner EZ40 lieferte diese (in Auflösung und Graustufen reduzierte) Innenansicht einer Energiesparlampe. Mit freundlicher Genehmigung durch [ntbxray.com](http://ntbxray.com).

- Energiebilanz einer 75 Watt Glühbirne
- Energiebilanz einer 75 Watt Halogenniedervoltlampe
- Energiebilanz einer 75 Watt CFL (70 W + 5 W EVG)



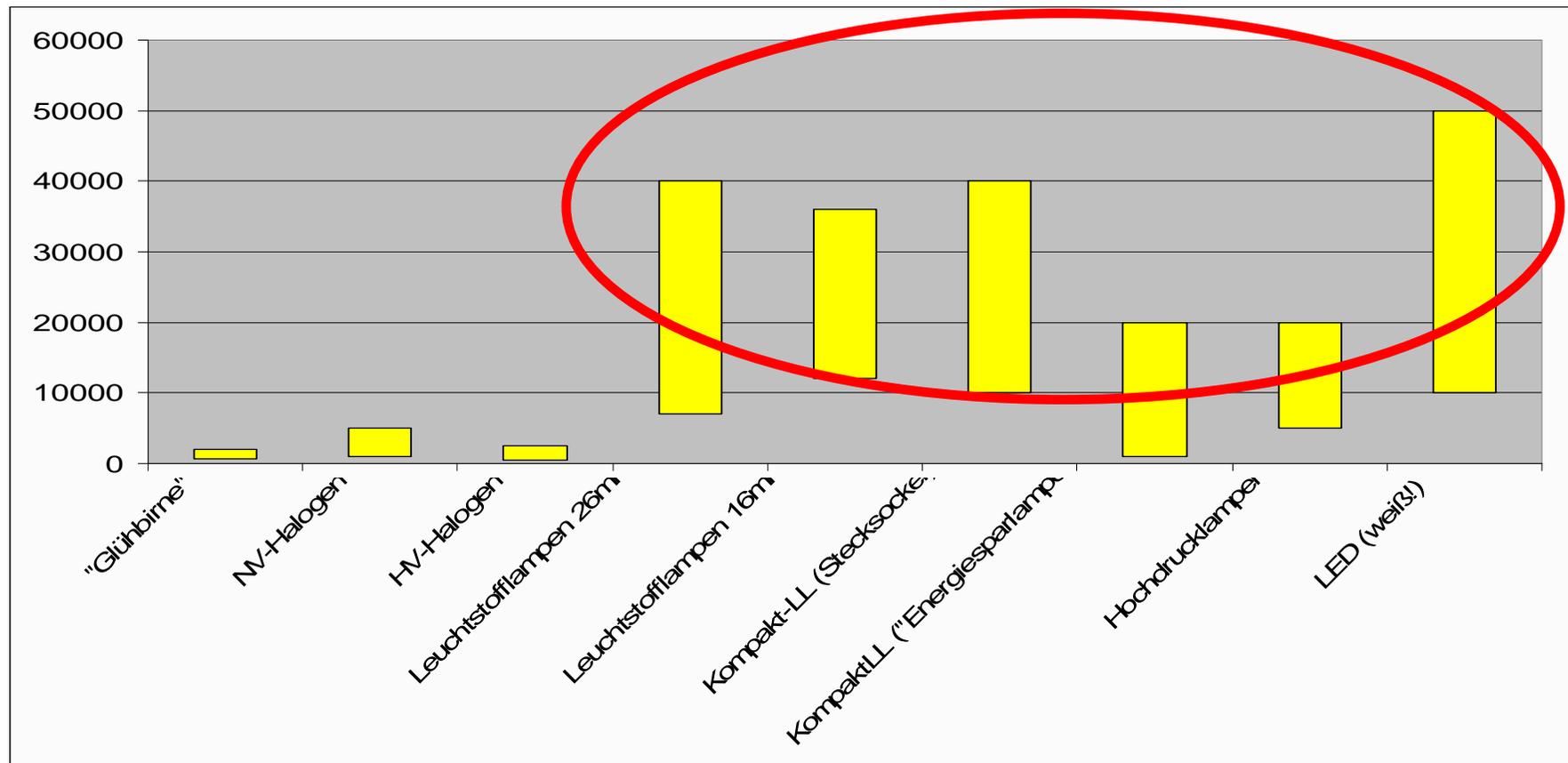
# Effizienz verschiedener Leuchtmitteltypen

Lumen/Watt



# übliche Lebensdauern bei Markenware

Stunden



### E. Wirtschaftlichkeitsrechnung DULUX® EL LONGLIFE

	DULUX® EL LONGLIFE	Glühlampe
Leistungsaufnahme	20 W	100 W
Anzahl	1	1
Brenndauer	15000 Stunden	15000 Stunden
durchschnittliche Lebensdauer	15000 Stunden	1000 Stunden
Stromverbrauch über die Brenndauer	300 kWh	1500 kWh
Stromkosten bei 0,13 €/kWh	39,00 €	195,00 €
+ Lampenpreis**	10,69 €	15,00 € (15x1,00)
= Gesamtkosten	49,69 €	210,00 €
<b>Einsparung je DULUX® EL LONGLIFE</b>	<b>160,31 €</b>	

*Eine einzige DULUX® EL LONGLIFE 20 W ersetzt durchschnittlich 15 herkömmliche gleich helle 100-W-Glühlampen. Während ihrer Brenndauer von 15000 Stunden verbraucht sie 300 kWh Strom – bei 0,13 €/kWh sind das 39,00 € Stromkosten. Die 15 Glühlampen verbrauchen für dieselbe Brenndauer zusammen 1500 kWh Strom – verursachen also Stromkosten von 195,00 €. Selbst nach Berücksichtigung der jeweiligen Lampenanschaffungskosten bedeutet das: Jede DULUX® EL LONGLIFE 20 W spart 160,31 €.*



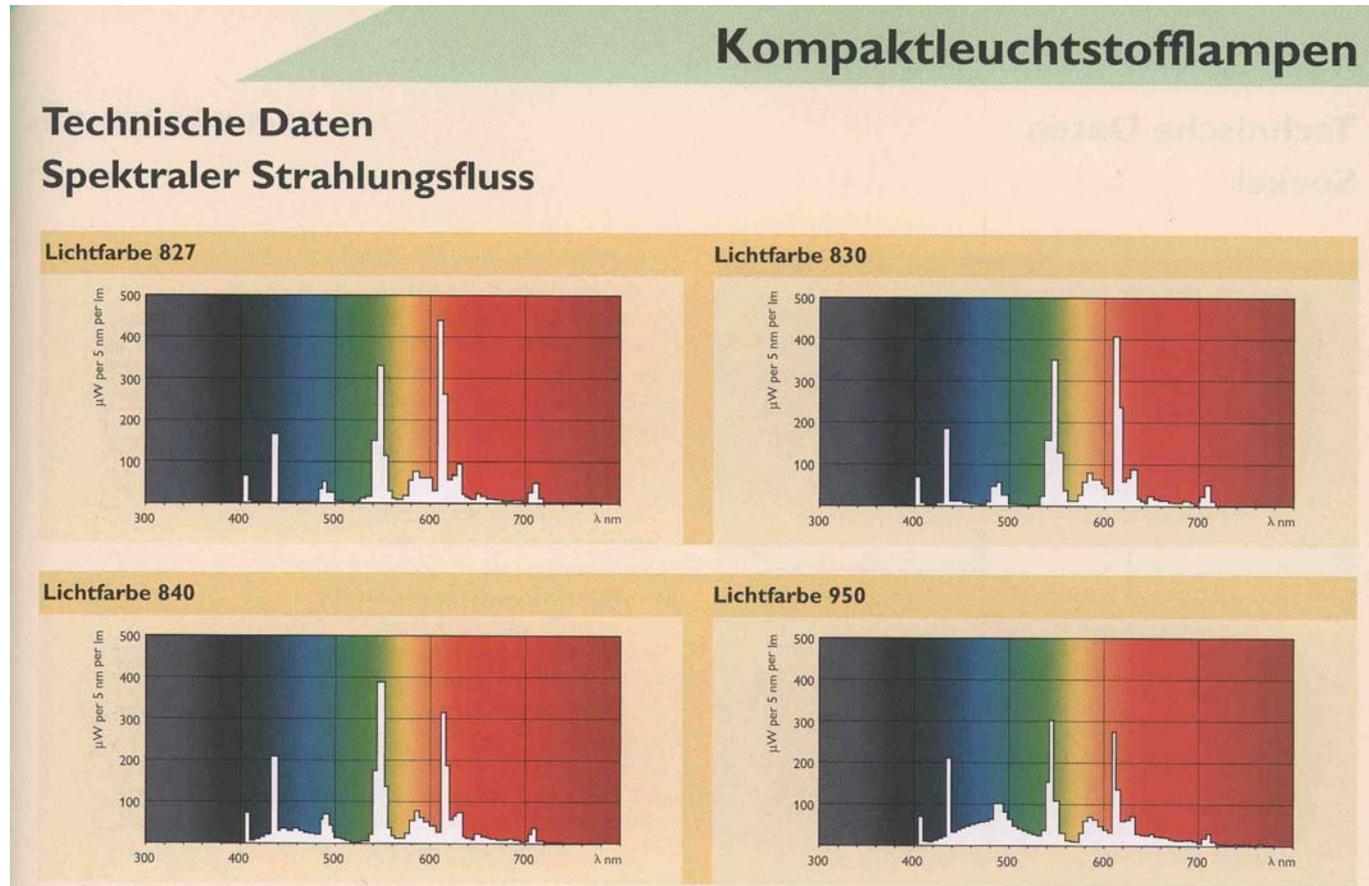
\*\*\*) unverbindliche Preisempfehlung, Stand 10/02

Quelle : OSRAM

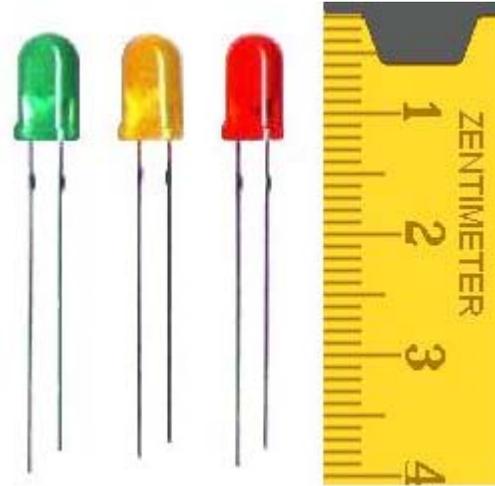
# Qualität von „Sparlampen“

15.000 Stunden – d.h.  
länger als 10 Jahre im  
Haushalt !  
Baumarktware („Eco-  
Versionen“) halten  
manchmal nur **wenige**  
**100 Stunden !**

# Lichtfarben von Sparlampen



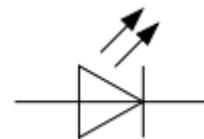
# RGB-



*Diskrete und SMD-Halbleiterdioden zur Erzeugung von einfarbigem Licht*

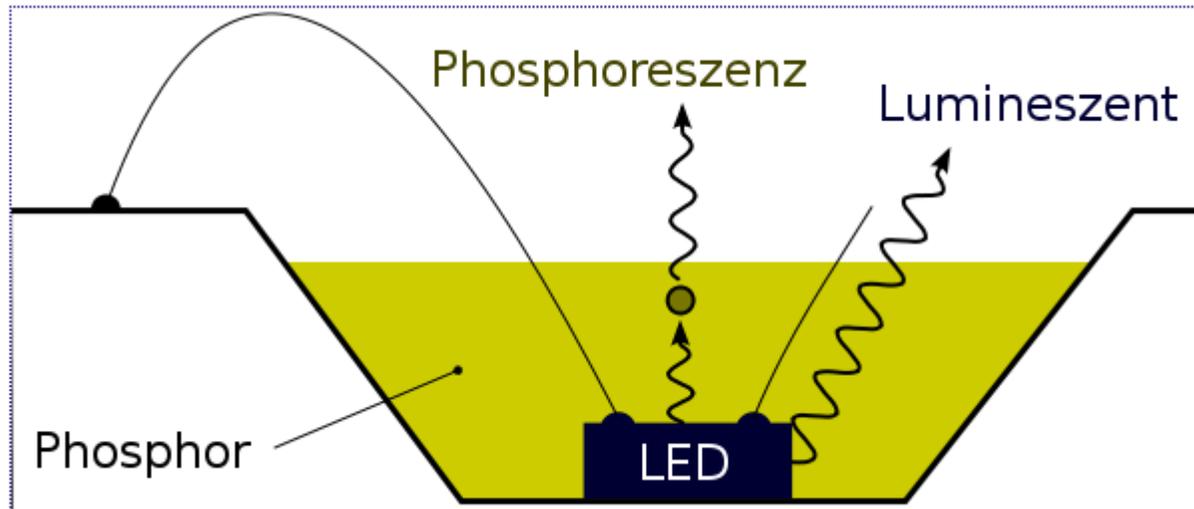
*weißes Licht kann sowohl über RGB-Mischung, als auch über Leuchtstoffe aus blauem Licht erzeugt werden!  
(Bis hin zu Farbwiedergabe 1A)*

*Bilder: wikipedia*

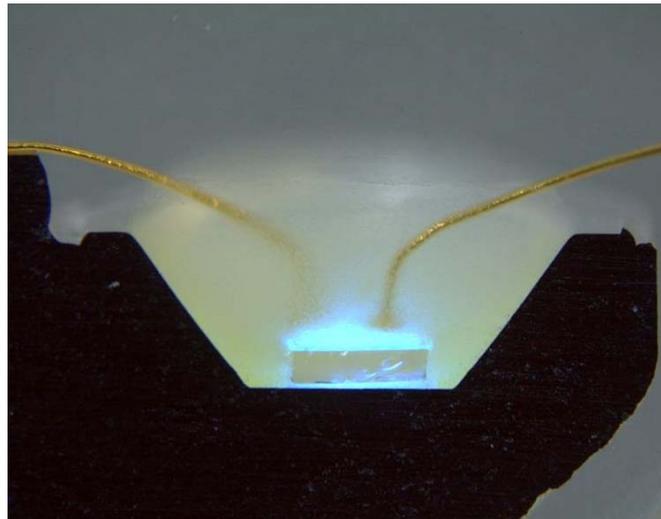


*Schaltungssymbol*

# Aufbau einer SMD-LED



- Lichtabstrahlung immer einseitig
- Wärmeabfuhr durch Wärmeleitung nach „hinten“
- Fluoreszenzstoffe wandeln das blaue Licht in weißes Licht wie bei Leuchtstofflampen



# LEDs haben „Eigenheiten“

- Empfindlich auf Hitze  
(Faustregel: pro 10K mehr Temperatur halbiert sich die Lebenserwartung; daher sind LED in der Straßenbeleuchtung besonders langlebig.)
- Empfindlich auf Feuchte
- Effizienz sinkt mit steigender Temperatur
- Effizienz steigt mit der Farbtemperatur (bei Fluoreszenz-LEDs)
- Farbwiedergabe extrem unterschiedlich
- Perfekt geeignet für die Erzeugung von monochromem Licht
- Kein anderes Leuchtmittel kann so perfekt gedimmt werden
- „Binning“ -> Klasseneinteilung (Farbort, Lichtstrom etc.)
- Alterungsprozesse (Lichtstrom/Farbverschiebung)
- Lumenpaket (Lichtstrom) nicht beliebig hoch
- Sie werden daher nie alle anderen Leuchtmittel ersetzen

# Verzinsung einer 12W LED bei 3h Betrieb pro Tag

## Wirtschaftlichkeitsvergleich und Renditeberechnung

AGL 60W gegen 12W-LED von Philips  
Parameter sind variierbar

	AGL 60W	LED 12W *
System-Leistungsaufnahme [W]	60	12
Brennstunden p.a.	1000	1000
elektrische Arbeit p.a. [kWh]	60	12
Preis pro kWh	0,24 €	0,24 €
Stromkosten-Einsparung p.a.	-	11,52 €
Nutzlebensdauer Lampe [Bh]	1000	25.000
Lampenkosten	2,00 €	50,00 €
Lampenwechselkosten	- €	- €
Betriebskosten p.a.	16,40 €	4,88 €
Investition		48,00 €
Gesamteinsparung p.a.	--	11,52 €
<b>Kapitalverzinsung</b>		<b>24%</b>



Diese Verzinsung ist durchaus kein Witz, sondern realistisch gerechnet  
Im operativen Geschäft sind solche Verzinsungen (nahezu) unmöglich.

Einsparung an CO<sub>2</sub> p.a. \_\_\_\_\_ | 29,8 | kg

# Wirtschaftlichkeitsvergleich und Renditeberechnung

Kaltlichtspiegellampen HNV gegen LED von Philips

Parameter sind variierbar

	HNV 50W	LED 10W *	
System-Leistungsaufnahme [W]	53	10	
Brennstunden p.a.	365	365	vom
elektrische Arbeit p.a. [kWh]	19	4	
Preis pro kWh	0,24	0,24	vom
Stromkosten-Einsparung p.a.	-	3,77 €	
Nutzlebensdauer Lampe [Bh]	2000	25.000	
Lampenkosten	4,00 €	30,00 €	
Lampenwechselkosten	- €	- €	vom
Betriebskosten p.a.	5,37 €	1,31 €	
Investition		26,00 €	
Gesamteinsparung p.a.	--	4,06 €	
<b><u>Kapitalverzinsung</u></b>		<b>16%</b>	



Diese Verzinsung ist durchaus kein Witz, sondern realistisch gerechnet  
Im operativen Geschäft sind solche Verzinsungen nahezu unmöglich.

Einsparung an CO<sub>2</sub> p.a. | 9,7 | kg

# Stromspar-Check im Internet

Strom-Check 4 Personen-Haushalt + elektr. Warmwassererz. Sommer, Kochen mit Strom

Version 1.0 freeware

**Stromverbrauch im Vergleich**

Kategorie	Verbrauch (kWh)
Normal	4.100
Sie	4.800
Einspar	1.200

**Strom für was?**

Auswertung anzeigen

Kurzbeschreibung:  
Klicken Sie  
1) auf das rote Diagramm und geben sie Ihre Haushaltsdaten ein  
2) die zutreffenden Stromverbraucher an  
3) auf Daten, um die Angaben zu präzisieren  
4) auf das Kreisdiagramm zur Auswertung

Auswertung ausdrucken | Alle Daten zurücksetzen | INFO

**Was trifft für ihren Haushalt zu?**

Gerät / Aktivität	Daten	Verbrauch (kWh/a)	Anteil (%)
<input type="checkbox"/> Heizen mit Strom			
<input checked="" type="checkbox"/> Warmwasser m. Strom	1/2 Jahr: 16 Duschen/Woche +13 l/Tag Sonst.	990 kWh/a	21%
<input checked="" type="checkbox"/> Kühlen/Gefrieren	1 Kühlger.+1 Gefrierger.	750 kWh/a	16%
<input checked="" type="checkbox"/> Waschen/Trocknen	5 x Waschen/Woche + 5 x Trocknen /Woche	780 kWh/a	16%
<input checked="" type="checkbox"/> Kochen m. Strom	7 x Kochen/Woche + 4 x Backen/Monat =	540 kWh/a	11%
<input checked="" type="checkbox"/> Licht	8 Glüh-, 9 Halogen- und 4 Energiesparlampen	340 kWh/a	7%
<input checked="" type="checkbox"/> Heizungspumpe	Heizungs- und Zirkulationspumpe	240 kWh/a	5%
<input checked="" type="checkbox"/> TV/Kleingeräte	12 nennenswerte Geräte, 3 mit Standby Verbrauch	420 kWh/a	9%
<input checked="" type="checkbox"/> Spülmaschine	5 Masch./Woche x 1,2 kWh/Masch =	310 kWh/a	6%
<b>Gesamt</b>		<b>4.370 kWh/a</b>	<b>91%</b>

Ergebnis / Tabelle4 / Einspartipps

Der Strom-Check im Energienetz beurteilt den Stromverbrauch im Haushalt und zeigt zahlreiche Einspar-Möglichkeiten.

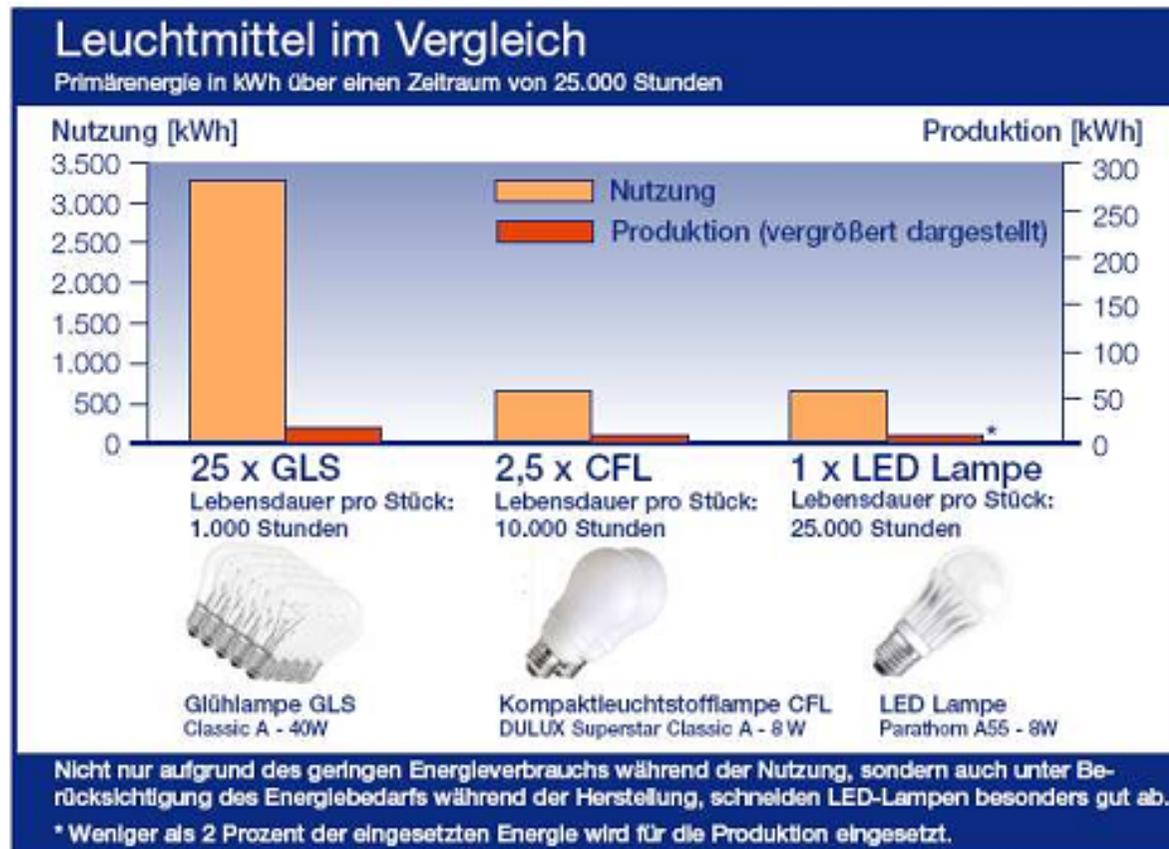
## Excel Tabelle zum Download:

[http://www.energieverbraucher.de/de/Energiebezug/Strom/Stromsparen/Strom-Check\\_\\_1093/](http://www.energieverbraucher.de/de/Energiebezug/Strom/Stromsparen/Strom-Check__1093/)

**Mit Hilfe der genannten  
Maßnahmen sollten Sie in der Lage  
sein Ihren Stromverbrauch  
gegenüber dem statistischen  
Mittelwert zu halbieren !!**

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**

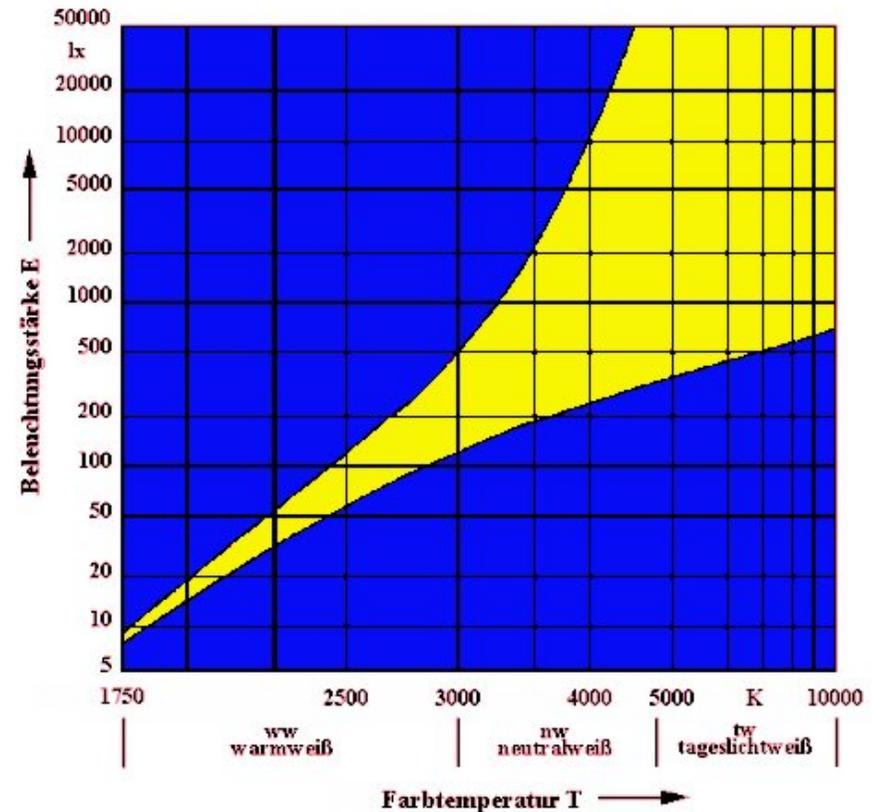
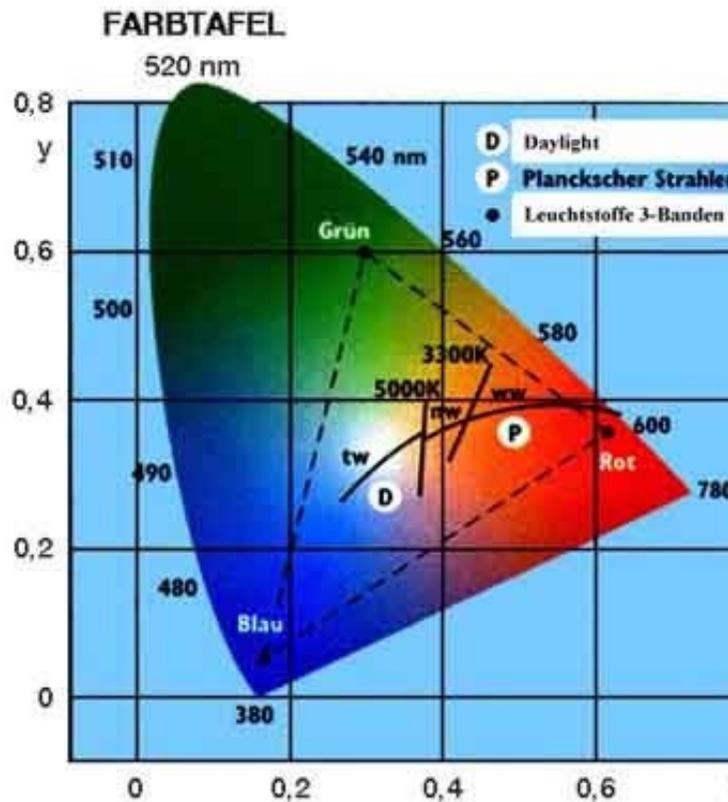
# Ökobilanz (KEA)



- Fazit : LED ist derzeit vergleichbar einer CFL
- Quelle : OSRAM bzw. TU Berlin

- Farbtemperatur und Behaglichkeit

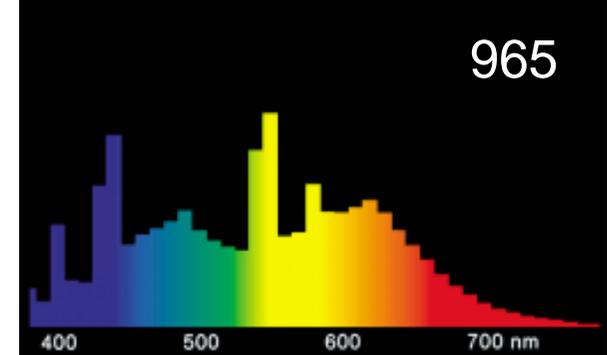
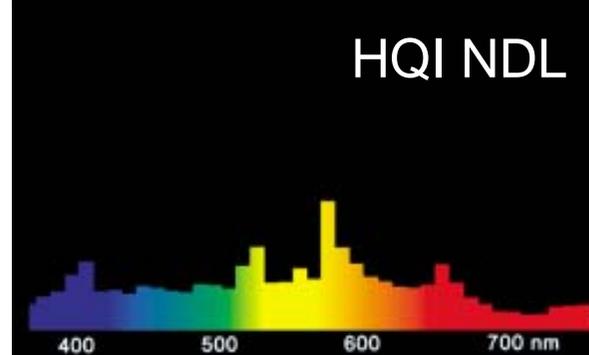
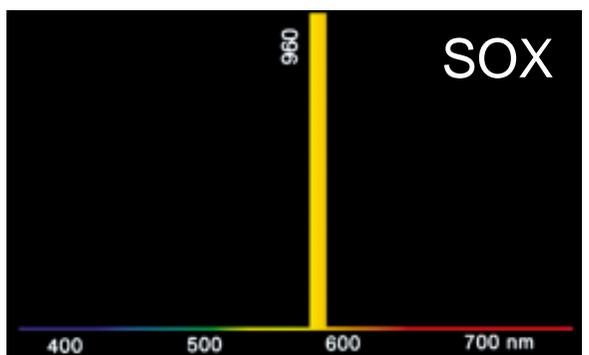
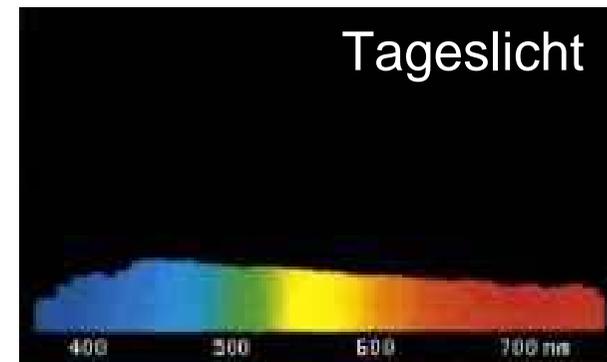
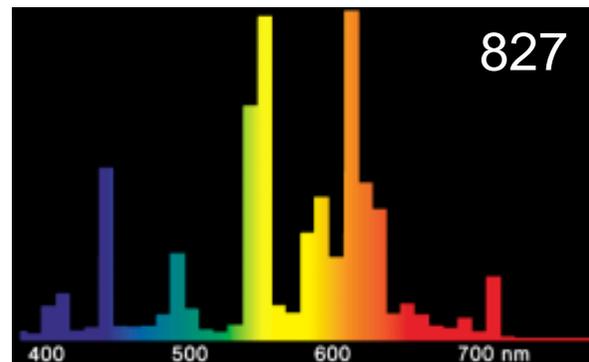
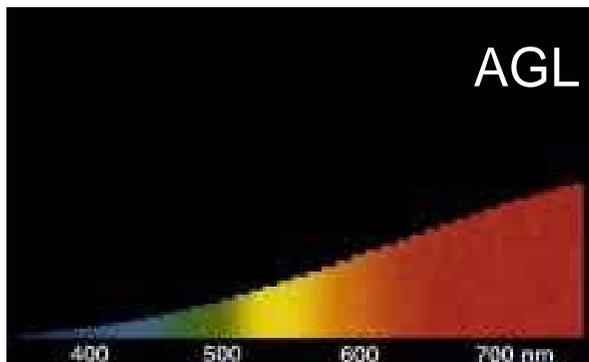
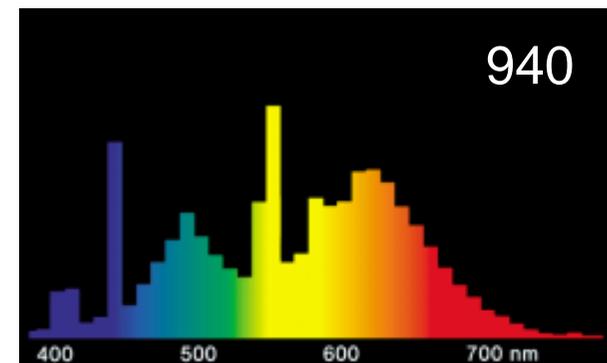
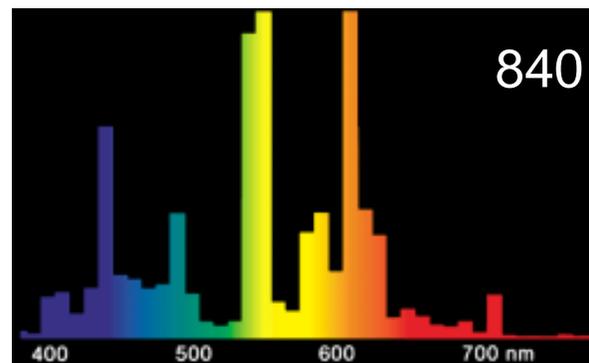
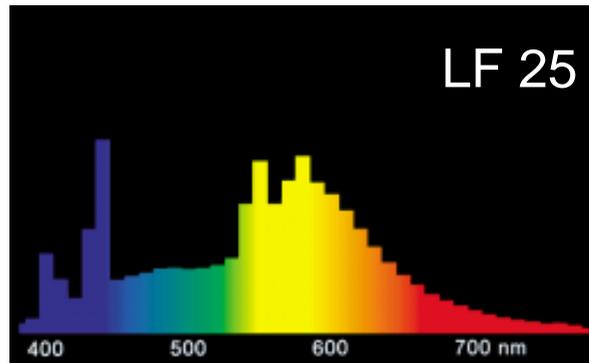
Graphiken Philips



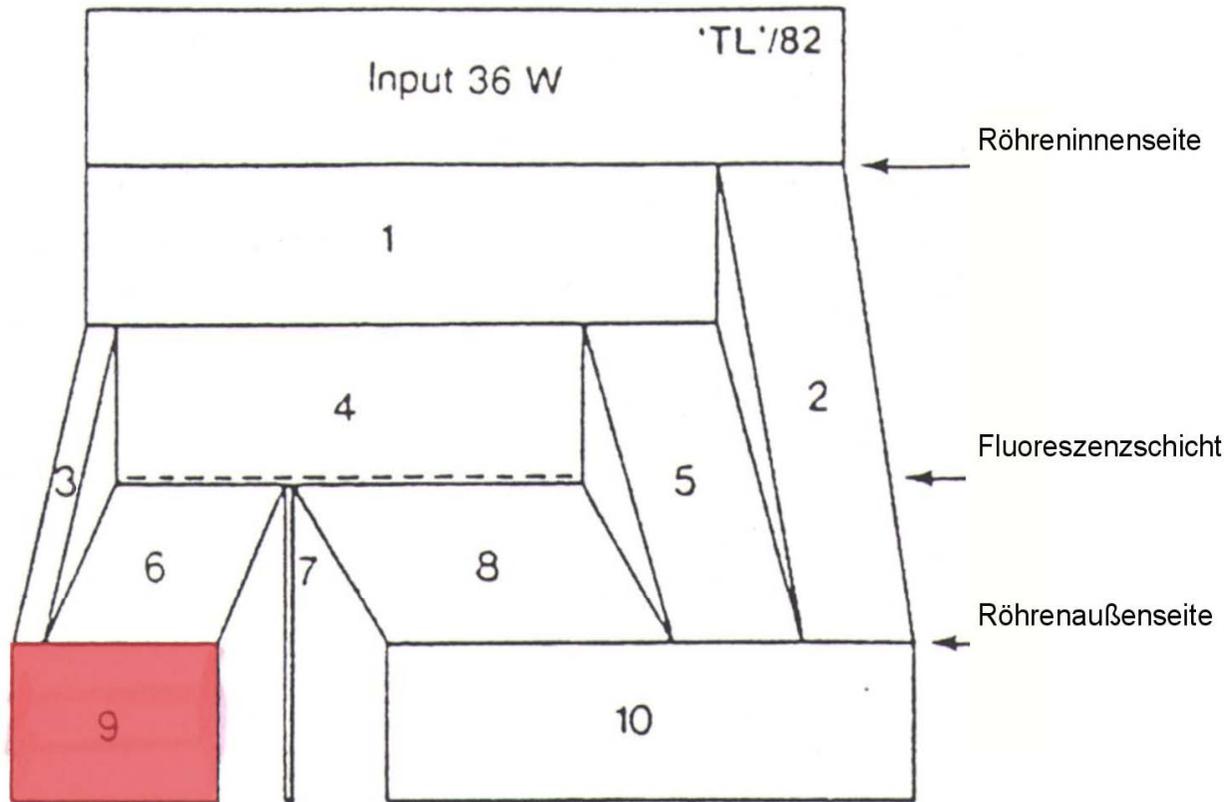
„Behaglichkeitskurve“ nach Kruthoff

# ■ Spektralverteilungen

Grafiken OSRAM



# Energiebilanz einer 36 Watt Leuchtstofflampe



- 1: Leistung in der Entladungssäule - 30,1 W
- 2: Wärmeverluste an den Elektroden - 5,9 W
- 3: Sichtbare Strahlung von der Entladungssäule - 1,2 W
- 4: UV-Strahlung von der Entladungssäule - 22,5 W
- 5: Wärmeverluste in der Entladungssäule - 6,5 W
- 6: Sichtbare Strahlung von der Fluoreszenzschicht - 8,8 W
- 7: UV-Strahlung - 0,2 W
- 8: Infrarot-Strahlung - 13,5 W
- 9: Gesamte sichtbare Strahlung - 10 W
- 10: Gesamtwärmeverluste 25,8 W

**Energiebilanz einer 36 Watt Leuchtstofflampe**