

# **Energieeffizienz, Energiesparen & Klimaschutz in Anwendungsbereichen**



**Baden-Württemberg**

# Impressum

## Herausgeber:

**Dieter Bouse\***

Diplom-Ingenieur

Werner-Messmer-Str. 6, 78315 Radolfzell am Bodensee

Tel.: 07732 / 8 23 62 30

E-Mail: dieter.bouse@gmx.de

Internet: www.dieter-bouse.de

,„Infoportal Energie- und Klimawende Baden-Württemberg plus weltweit“

## Kontaktempfehlung:

**Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)**

Kernerplatz 9; 70182 Stuttgart

Tel.: 0711/ 126 – 0; Fax: 0711/ 126 - 2881

Internet: www.um.baden-wuerttemberg.de;

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

### Besucheradresse:

Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart

### Abteilung 6 „Energiewirtschaft“

Leitung: Mdgt. Dominik Bernauer

Sekretariat: Telefon 0711 / 126-1201

### Referat 63 „Energieeffizienz“

Leitung: MR Dirk Schröder

Tel.: 0711 /126-1222;

E-Mail: dirk.schroeder@um.bwl.de

### Kontakt:

Baudirektor Dipl.-Ing. Harald Höflich

Tel.: 0711 / 126-1223, Fax: 0711/126-1258

E-Mail: harald.hoeflich@um-bwl.de

\* Energierreferent a.D., Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM)

Letzte Aktualisierung: 3. Januar 2026

# Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM), Stand August 2021



**WM-Neues Schloss**

**Hausanschrift**  
**WM-Neues Schloss**

Schlossplatz 4; 70173 Stuttgart  
[www.wm.baden-wuerttemberg.de](http://www.wm.baden-wuerttemberg.de)  
Tel.: 0711/123-0; Fax: 0711/123-2121  
E-Mail: [poststelle@wm.bwl.de](mailto:poststelle@wm.bwl.de)  
**Amtsleitung, Abt. 1, Ref. 51-54,56,57**

**WM-Dienststelle**  
Theodor-Heuss-Str. 4/Kienestr. 27  
70174 Stuttgart  
**Abt. 2, Abt. 4; Abt. 5, Ref. 55**

**WM-Haus der Wirtschaft**  
Willi-Bleicher-Straße 19  
70174 Stuttgart  
**Abt. 3, Ref.16 (Haus der Wirtschaft)**  
**Kongress-, Ausstellungs- und Dienstleistungszentrum**



**WM-Haus der Wirtschaft**



**WM-Dienststelle**

# Inhalt

## Grundsätzliches

- Energie- und Förderpolitik
- Energieeffizienz, Energiesparen, Energiemanagement und Klimaschutz in Anwendungsbereichen
- Energieeffizienz, Energiesparen und Klimaschutz in Verbrauchssektoren in BW, D, EU-27 und in der Welt

## Energieeffizienz und Energiemanagement in Unternehmen

### Energieeffizienz nach Anwendungsbereichen in Unternehmen

- Licht & Beleuchtung
- Information- und Kommunikationstechnik (IKT)
- Kälte- und Klimaanlagen
- Elektrische Antriebe
- Prozesswärme
- Prozessoptimierung

### Energieeffizienz nach Anwendungsbereichen in Privathaushalten

- Energiesparende Beleuchtung
- Haushaltsgeräte
- Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT

### Energieeffizienz nach Anwendungsbereichen in Kommunen und Bildungseinrichtungen

## Anhang zum Foliensatz

Ausgewählte Internetportale, Informationsstellen und Infomaterialien sowie Übersicht weitere Foliensätze

# Folienübersicht (1)

- FO 1: Titelseite
- FO 2: Impressum
- FO 3: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM), Stand Mai 2021
- FO 4: Inhalt
- FO 5: Folienübersicht (1-4)

## Grundsätzliches

### Energiepolitik & Energieeffizienz, E-Sparen, Klimaschutz in BW, D, EU-27

FO 10: Einleitung und Ausgangslage: Energieeffizienz in der Europäischen Union (EU-27) im Jahr 2020 (1,2)

FO 12: Energieeffizienz in der Europäischen Union (EU-27)

FO 13: Fortschritte bei den Klima- und Energiezielen der EU-28 von 2005-2016, Ziele bis 2020

FO 14: Endenergieverbrauch (EEV) nach Anwendungsbilanzen in Deutschland 2017

FO 15: Energieverwendung in Deutschland 2017

FO 16: Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität in Deutschland 1990-2017

FO 17: Entwicklung Endenergieverbrauch und –produktivität in D 1990-2016

FO 18: Begriff Energieeffizienzindikatoren

FO 19: Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschlands 1990-2017 (1-3)

FO 22: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) mit Beiträgen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg 1990-2010, Ziele bis 2050

FO 23: Umwelt und Klima

## Endenergieverbrauch (EEV) und energiebedingte Kohlendioxid (CO2)-Emissionen in BW und D

FO 25: Entwicklung Endenergieverbrauch nach Sektoren, Energieträgern u. Anwendungsbereichen in Baden-Württemberg von 1990-2017 (1,2)

FO 27: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) nach Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Baden-Württemberg 1990-2017 (1,2)

FO 29: Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid (CO2)-Emissionen (Quellenbilanz) nach Energieträger in BW 1973/1990-2017

FO 30: Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Sektoren, Energieträgern und Anwendungsbereichen in Deutschland 1990-2017 (1-5)

FO 35: Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) nach Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Deutschland 1990-2017 (1,2)

FO 37: Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid (CO2)-Emissionen nach Energieträgern in Deutschland 1990-2018

## Grundlagen zur Energieeffizienz und zum Energiemanagement

FO 39: Energieeffizienz und Energiesparen (1,2)

FO 41: Kontinuität: Energiemanagement (1,2)

FO 43: Kernfrage: Wirtschaftlichkeit (1,2)

## Energieeffizienz im Unternehmen

FO 46: Energieeffizienz lohnt sich in KMU (1,2)

FO 48: Förderfähige Energieberatung in KMU

FO 49: Förderfähiges Energiemanagement in KMU (1-3)

FO 52: Finanzierung und Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen für KMU in Deutschland 2015 (1,2)

FO 54: Finanzielle Förderung und Unterstützungs möglichkeiten für Unternehmen in Baden-Württemberg, Stand 5/2014

FO 55: Checkliste für erste wichtige Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in KMU

FO 56: Energiemanagement & Energieeffizienz für KMU-Unternehmen nach Alba Energiemanagement

FO 57: Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden in KMU (1-3)

FO 60: Energieeffizienz in Lufttechnischen Anlagen in KMU (1,2)

# Folienübersicht (2)

## Energiemanagement im Unternehmen

- FO 63: Feingeregeltes Lastmanagementsystem bei Anlagenkomponenten und Badheizungen in einem Metallverarbeitungs-Unternehmen
- FO 64: Energiemanagementsystem als Basis für die Identifikation von Energieeinsparpotenzialen in einem Zementhersteller-Unternehmen
- FO 65: Web-basiertes Energiemanagementsystem in einem Elektrotechnik-Unternehmen
- FO 66: Intelligentes Lastmanagementsystem beim Recycling von Kupfergusslegierungen in einem Metallerzeugungs-Unternehmen
- FO 67: Mehr Energieeffizienz durch Schulung und intensive Mitarbeiterbeteiligung im Maschinenbau-Unternehmen
- FO 68: Druckluftmanagement mit dem Einsatz der Auszubildenden im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## Energieeffizienz im Unternehmen - Elektrische Antriebe

- FO 70: Einleitung zur Effizienz von elektrischen Antrieben
- FO 71: Anteil von Elektromotoren am Stromverbrauch in der Europäischen Industrie 2002
- FO 72: Stromverbrauch und Einsparpotenziale bei elektrischen Antrieben im Sektor Industrie in Deutschland 2002
- FO 73: Fachbereich Elektrische Antriebe beim ZVEI in Deutschland (1,2)
- FO 75: Elektrische Antriebe – Energieeffizienz wird zunehmend reglementiert in der EU, Stand 1/2015
- FO 76: Entwicklung der Wirkungsgradklassen (Effizienzklassen) für Elektromotoren von 2009 - 2017, Stand Juni 2017 (1-3)
- FO 79: Übersicht ausgewählte Einsparpotenziale bei elektrischen Antrieben
- FO 80: Energieeffizienz bei Druckluftanwendungen in KMU (1,2)
- FO 82: Drehzahlgeregelter Druckluftkompressor im Maschinenbau-Unternehmen
- FO 83: Lebenszykluskosten von Motorensystemen am Beispiel von Druckluftanlagen
- FO 84: Energieeffizienz von Pumpen in KMU (1,2)

## Energieeffizienz im Unternehmen – Kälte- und Klima

- FO 87: Effizienter Energieeinsatz durch Kopplung von Heiz- und Kühlsystem im Einzelhandel
- FO 88: Heizen mit Kälteanlagen im Nahrungsmittelgewerbe
- FO 89: Optimierte Kühlung durch Einsatz von Freikühlern und eines Sprinklerbeckens in der Kunststoffverarbeitung
- FO 90: Mit Ordnung zu einer effizienten Kühlung in der Textilherstellung
- FO 91: Effizientes Kühlen mit Differentialtheke im Einzelhandel
- FO 92: Aus Wasser und Eis wird kalt oder heiß in der Elektrotechnik

## Energieeffizienz im Unternehmen - Prozesswärme

- FO 94: Energieeffizienz bei der Prozesswärme in KMU (1,2)
- FO 96: Beheizung von Reinigungsbädern mittels Kompressoren-Abwärme im Metallverarbeitungs-Unternehmen
- FO 97: Verstromung von Abwärme mittels ORC-Technologie im Metallerzeugungs-Unternehmen
- FO 98: Abwasserwärme nutzen im Gegenstrom im Textilienherstellungs-Unternehmen
- FO 99: Betriebs- und branchenübergreifende Nutzung von Prozessabwärme im Metallerzeugungs-Unternehmen
- FO100: Einsatz flammenloser Oxidation in Industriöfen im Elektrotechnik-Unternehmen
- FO101: Prozessintegration von Dampferzeuger und Trockner im Textilreinigungs-Unternehmen

## Energieeffizienz im Unternehmen - Prozessoptimierung

- FO103: Umfangreiche Synergien durch Optimierung eines Klebeprozesses im Maschinenbau-Unternehmen
- FO104: Innovative Dampfsterilisation im Parma-Unternehmen
- FO105: Verbesserte Auslastung einer Pulverbeschichtungsanlage im Kunststoffverarbeitungs-Unternehmen

# Folienübersicht (3)

FO106: Bedarfsgerechte Erzeugung von Schutzgas für die Wärmebehandlung im Metallverarbeitungs-Unternehmen

FO107: Saubere Waschprozesse im Maschinenbau-Unternehmen

FO108: Klinkerbrennen mit Trockenverfahren im Zementherstellungs-Unternehmen

FO109: Trockene Prozessluft mit Sonnenwärme im Pharma-Unternehmen

FO110: Energieeffizienz durch Materialeffizienz im Möbelherstellungs-Unternehmen

FO111: Streichfarben-Rückgewinnung in der Papierproduktion im Papierherstellungs-Unternehmen

FO112: Ressourceneinsparung beim Feuerverzinken durch neuartigen Fluxomat im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## Energieeffizienz im Unternehmen - Licht und Beleuchtung

FO114: Welche Lampentypen gibt es?

FO115: Nachhaltige Lichttechnik durch die EU-28

FO116: Lichttechnische Begriffe und Größen

FO117: Faktoren guter Beleuchtung

FO118: Beleuchtungsstärke – Normen

FO119: Übersicht Lampentypen

FO120: Technische Eigenschaften verschiedener Lampentypen

FO121: EU-Energielabel für Lampen und Leuchten ab 2013/14 (1-3)

FO124: Effizienz und Lichtausbeute der Lichtquellen im Vergleich

FO125: Prognose: LED-Leuchten nach Anwendungen bis 2020

FO126: Vorteile der LED-Leuchten auf einen Blick

FO127: Das LED-Funktionsprinzip

FO128: LED-Lampen

FO129: Lebensdauer von LED-Leuchten

FO130: Weißes LED-Licht

FO131: Energieeffizientes Licht

FO132: LED-Leuchten bei der Außenbeleuchtung bieten hohes Sparpotenzial beim Stromverbrauch

FO133: Beleuchtungskosten über den Lebenszyklus

FO134: Effizienzbeispiel LED-Downlights in Bürogebäuden

FO135: Effizienzbeispiel LED-Spot in Industrie und Handwerk

FO136: Energieeffizienz bei Beleuchtungen in KMU (1,2)

FO138: Vielfältige Vorteile durch Energiespar-Contracting bei der Beleuchtung in einem Maschinenbau-Unternehmen

## Energieeffizienz im Unternehmen - Information- und Kommunikationstechnologie (IKT)

FO140: Energieeffizienz bei Informationstechnologien in KMU (1,2)

## Energieeffizienz im Privathaushalt

FO143: Einleitung - Energieeffizienz und Energiesparen im Haushalt (1,2)

FO145: Übersicht elektrische Einrichtungen in Privaten Haushalten

## Energiesparende Beleuchtung

FO147: Energieeffizienz bei Lampen & Leuchten in Privaten Haushalten (1-5)

FO152: Effiziente Lampen für Private Haushalte (1-4)

FO156: Effiziente Lampen sparen Strom und Kosten in Privaten Haushalten

FO157: Leuchtmittelvergleich bei der Helligkeit von Lampen (Leuchtmittel) in Privaten Haushalten

FO158: Energieeffiziente Nutzung von Lampen in Privaten Haushalten

FO159: Entsorgung von Lampen in Privaten Haushalten

## Energiesparende Haushaltsgeräte

FO161: Einleitung - Energieeffizienz Haushaltsgeräte (1,2)

FO163: Übersicht Energiesparende Haushaltsgeräte

FO164: Energieeffizienz Kühl- und Gefriergeräte in Privaten Haushalten

FO165: Energieeffizienz Elektrobacköfen in Privaten Haushalten

FO166: Energieeffizienz Dunstabzugshauben in Privaten Haushalten

FO167: Energieeffizienz Geschirrspüler in Privaten Haushalten (1-3)

FO170: Energieeffizienz Waschmaschinen in Privaten Haushalten (1,2)

FO172 Energieeffizienz Waschtrockner in Privaten Haushalten

# Folienübersicht (4)

FO173: Energieeffizienz Staubsauger in Privaten Haushalten (1-3)

FO176: Energieeffizienz Warmwasserbereiter/-speicher im Privaten Haushalt

## Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT

FO178: Einleitung - Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten (1-4)

FO182: Energieeffizienz Fernsehgeräte in Privaten Haushalten (1,2)

FO184: Energieeffizienz Set-Top-Boxen in Privaten Haushalten

FO185: Energieeffizienz Festplattenrekorder in Privaten Haushalten

FO186: Energieeffizienz Audiosysteme in Privaten Haushalten (1,2)

FO188: Energieeffizienz Computer in Privaten Haushalten (1,2)

FO190: Energieeffizienz Monitore in Privaten Haushalten

FO191: Energieeffizienz Multifunktionsgeräte und Drucker in Privaten Haushalten

## Energieeffizienz in Kommunen und Bildungseinrichtungen

FO193: Förderbeispiel Innenbeleuchtung: LED-Beleuchtung im Bildungszentrum St. Wendel und Markt Perlesreut (1,2)

FO195: Förderbeispiele Außenbeleuchtung: Energieeffiziente LED-Beleuchtung in Bielefeld und Ehringshausen (1,2)

## Anhang zum Foliensatz

FO198: Ausgewählte Internetportale + KI

FO199: Ausgewählte Informationsstellen (1-8)

FO207: Ausgewähltes Informationsmaterial (1,2)

FO209: Übersicht Foliensätze zu den Energiethemen Märkte, Versorgung, Verbraucher, Klimaschutz und Energieeffizienz

# **Grundsätzliches**

## **Energiepolitik, Energieeffizienz, Energiesparen &**

## **Klimaschutz in BW, D, EU-27**

# Einleitung und Ausgangslage

## Energieeffizienz in der Europäischen Union (EU-27) im Jahr 2020 (1)

### Energieverbrauch und -produktivität in der Europäischen Union

Die EU-27 hat von 2008 bis 2020 den Primärenergieverbrauch um 10.585 PJ oder 17,4 Prozent reduziert.

Die Primärenergieproduktivität stieg um 25,1 Prozent.

Im selben Zeitraum ging der Endenergieverbrauch um 4.097 PJ oder 10 Prozent zurück. Die Endenergieproduktivität stieg um 16,6 Prozent.

Der **Primärenergieverbrauch** gemäß Bruttoinlandsverbrauch [37](#) (PEV) der Europäischen Union (EU-27) ist zwischen 2008 und 2020 um 10.578 PJ oder 17,4 Prozent auf 56.109 PJ gesunken. Der Verbrauchsrückgang ist auf den allgemeinen technischen Fortschritt und gezielte Energieeffizienzmaßnahmen auf nationaler und europäischer Ebene zurückzuführen, etwa die Ökodesign-, Gebäude- und Energieeffizienz-Richtlinie. Heutzutage wird weniger Primärenergie als in der Vergangenheit benötigt, um den gleichen wirtschaftlichen Ertrag zu realisieren. Im geringeren Umfang haben auch Effizienzgewinne im Umwandlungssektor zu Primärenergieeinsparungen beigetragen (Europäische Kommission 2019). Der starke Rückgang des Primärenergieverbrauchs um 4.932 PJ (8,1 Prozent) gegenüber 2019 ist auf die Corona-Pandemie zurückzuführen.

Die wichtigsten Primärenergieträger der EU waren im Jahr 2020 mit einem Anteil von 32,8 Prozent Mineralöle (18.407 PJ), gefolgt von Gasen (24,4 Prozent bzw. 13.689 PJ). Erneuerbare Energien kamen [2020](#) auf einen Anteil von 17,9 Prozent (10.037 PJ) und lagen damit vor Kernenergie (13,1 Prozent bzw. 7.334 PJ), Steinkohle (6,7 Prozent bzw. 3.774 PJ) und Braunkohle (3,9 Prozent bzw. 2.174 PJ). Deutschland war im Jahr 2020 für 45,3 Prozent des europäischen Braunkohleverbrauchs verantwortlich, der bei der Stromerzeugung mit relativ hohen Umwandlungsverlusten verbunden ist. [38](#) Die sonstigen Energieträger machten 1,2 Prozent (694 PJ) des PEV der EU aus.

Von 2008 bis 2020 stieg der PEV aus erneuerbaren Energien in der EU-27 um 3.807 PJ (+61,1 Prozent). Derweil reduzierte sich die Nachfrage nach fossilen Primärenergieträgern in der EU: Mineralöl -5.893 PJ (-24,3 Prozent), Steinkohle -3.416 PJ (-47,5 Prozent), Gase -1.354 PJ (-9 Prozent), Braunkohle -1.584 PJ (-42,2 Prozent).

Die Kernenergie trug 2020 2.240 PJ oder 23,4 Prozent weniger zum PEV bei als im Jahr 2008. Davon sind 910 PJ auf Kernkraftwerke zurückzuführen, die in diesem Zeitraum in Deutschland weniger Energie umwandelten bzw. vom Netz gingen. In einer Reihe von europäischen Mitgliedsländern kam es seit 2008 zum Rückgang der Kernenergienutzung. Besonders stark ging die Nutzung in Frankreich (-885 PJ, -18,7 Prozent) sowie durch den Ausstieg Litauens aus der Kernkraft Ende 2009 zurück (-112 PJ, -100 Prozent). In Tschechien (+24 PJ, +8,4 Prozent), Ungarn (+8 PJ, +4,9 Prozent) und Bulgarien (+9 PJ, +4,9 Prozent) hat die Kernenergie dagegen an Bedeutung gewonnen. [39](#)

Dieser Wandel im **Primärenergiemix der EU** – weg von fossilen Brennstoffen und der Kernenergie, hin zu erneuerbaren Energien – führte aufgrund berechnungsmethodischer Vorgaben in der europäischen Energiebilanz ebenfalls zu einem sinkenden PEV.[40](#)

Der **Endenergieverbrauch (EEV)** der EU-27 hat sich im Zeitraum 2008 bis 2020 um 4.097 PJ oder 10 Prozent auf 37.085 PJ reduziert. Die europäische Energiebilanz weist für Deutschland im gleichen Zeitraum einen Rückgang von 7,1 Prozent aus.[41](#) Wie im Bereich des PEV wirkten sich neben den Sondereffekten durch die Pandemie vor allem der technische Fortschritt und Energieeffizienzmaßnahmen positiv auf den Rückgang des europäischen EEV aus. Darüber hinaus wirkten strukturelle Veränderungen in der Wirtschaft verbrauchssenkend, da die energieintensiven Wirtschaftszweige in der EU an Bedeutung verlieren und energieeffizientere Wirtschaftssektoren einen höheren Beitrag zum BIP leisten. Durch die Zunahme der Wirtschaftstätigkeit wird der Energieverbrauch jedoch voraussichtlich weiter steigen (Europäische Kommission 2019a), wenn keine weiteren Effizienzmaßnahmen unternommen werden. Der Rückgang um 5,6 Prozent (2.192 PJ) gegenüber 2019 liegt vor allem in der Corona-Pandemie begründet.

Im **Endenergiemix der EU-27** dominierten im Jahr 2020 Mineralölprodukte mit 35,5 Prozent (13.073 PJ) vor allem durch ihre Bedeutung als Kraftstoff im Verkehrssektor. Strom (23,4 Prozent bzw. 8.639 PJ) und Gase (22,6 Prozent bzw. 8.334 PJ), erneuerbare Energien (11,9 Prozent bzw. 4.392 PJ) und Fernwärme (5 Prozent bzw. 1.852 PJ) ergänzten den Endenergiemix. Steinkohle (1,5 Prozent bzw. 552 PJ) Braunkohle (0,2 Prozent bzw. 59 PJ) und sonstige Energieträger (1,1 Prozent bzw. 401 PJ) haben nur geringe Anteile am EEV.

Die EU-27 konnte von 2008 bis 2020 vor allem die Nachfrage nach fossilen Endenergieträgern reduzieren: Mineralöl 3.382 PJ (-20,7 Prozent), Gase -862 PJ (-9,5 Prozent), Steinkohle -289 PJ (-34,3 Prozent) und Braunkohle -42 PJ (-41,5 Prozent). Außerdem wurde der Verbrauch der Sekundärenergieträger Strom (-520 PJ oder -5,7 Prozent) und Fernwärme (-188 PJ oder -9,3 Prozent) gesenkt. Dagegen stieg die Nachfrage nach erneuerbaren Energien um 1.148 PJ oder 36 Prozent. Auf niedrigem Niveau ebenfalls leicht gewachsen sind die sonstigen Energieträger (+38 PJ oder +10,3 Prozent) wie z. B. nicht erneuerbare Industrie- und Haushaltsabfälle.

Der **Verkehr** ist innerhalb der EU-27 der größte Verbrauchssektor mit einem Anteil von 28,4 Prozent (10.490 PJ). Die **Haushalte** kommen mit einem Anteil von 28,0 Prozent auf einen Endenergieverbrauch von 10.335 PJ. Die **Industrie** verbrauchte 9.626 PJ (26,1 Prozent). Der **GHD-Sektor** hat einen Anteil von 17,4 Prozent am Endenergieverbrauch der EU-27. Dies entspricht 6.426 PJ.

Gegenüber 2008 konnten alle Endenergiesektoren ihren Verbrauch reduzieren: Verkehr -1.538 PJ (-12,8 Prozent), Industrie -1.456 PJ (-13,1 Prozent), Haushalte -703 PJ (-6,4 Prozent) und der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen um -400 PJ oder -5,9 Prozent. Jedoch beruht der Rückgang im Verkehrssektor auf Sondereffekten durch die Corona-Pandemie. Allein von 2019 auf 2020 sank der EEV des Verkehrs um 12,9 Prozent bzw. 1.549 PJ.

Die Zahlen der Europäischen Kommission zeigen, dass in **Deutschland die Primärenergieproduktivität** im Jahr 2020 gegenüber 2008 um 32 Prozent gesteigert werden konnte. Dies ist etwas besser als die Entwicklung der **Primärenergieproduktivität der EU-27 (+25,1 Prozent)**.

In Bezug auf die Endenergie ist eine ähnliche Entwicklung feststellbar. Zwischen 2008 und 2020 stieg die deutsche **Endenergieproduktivität gemäß Europäischer Kommission um 17,7 Prozent**, während die **europäische um 16,6 Prozent zunahm**. Die Differenz zur Primärenergieproduktivität ist auf Effizienzsteigerungen im Umwandlungssektor zurückzuführen, die im Indikator Endenergieproduktivität nicht berücksichtigt werden.

## Einleitung und Ausgangslage Energieeffizienz in der Europäischen Union (EU-27) im Jahr 2020 (2)

### ***Wichtige methodische Hinweise zur EU-27 im Vergleich zu Deutschland***

**37**

*Die Ermittlung des PEV durch Eurostat unterscheidet sich methodisch vom Vorgehen der AGEB (bezüglich nicht-energetischer Verbräuche).*

*Dementsprechend liegt der von der Europäischen Kommission für Deutschland ausgewiesene PEV (gemäß Bruttoinlandsverbrauch) im Jahr 2020 (11.921 PJ) um 26 PJ (0,22 Prozent) höher als der von der AGEB ermittelte PEV (11.895 PJ).*

*Bei der Ermittlung des EEV durch die Europäische Kommission führen zudem unterschiedliche Bilanzkreise, Heizwerte und Datenstände zu Abweichungen.*

*Daher liegt der EEV Deutschlands der AGEB im Jahr 2020 mit 8.341 PJ um 235 PJ (2,8 Prozent) über dem von der Europäischen Kommission für Deutschland ausgewiesenen Wert (8.106 PJ). AGEB (2022a), Europäische Kommission (2022).*

**38**

*Bezogen auf den PEV bzw. Bruttoinlandsverbrauch; UBA auf Basis Europäische Kommission (2023)*

**39**

*UBA auf Basis Europäische Kommission (2022)*

**40**

*Siehe auch Fußnote 6*

**41**

*Europäische Kommission (2021); vgl. Hinweise in Fußnote 32*

# Energieeffizienz in der Europäischen Union (EU-27)

## Energieeffizienz in der EU-27

Die Energieeffizienz ist ein zentraler Bestandteil der Energiepolitik der EU-27 und spielt eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Ziele für eine nachhaltige, sichere und wettbewerbsfähige Energieversorgung. Hier sind einige Schlüsselinformationen zur Energieeffizienz in der EU-27:

- Strategische Bedeutung: Energieeffizienz hat eine strategische Bedeutung in der Energieunion, die auf dem Grundsatz "Energieeffizienz an erster Stelle" beruht<sup>1</sup>.
- Ziele für 2030: Die EU hat das Ziel, den Endenergieverbrauch bis spätestens 2030 um 11,7% zu verringern<sup>1</sup>. Dies beinhaltet eine Senkung des Primär- und Endenergieverbrauchs um 32,5% gegenüber den Prognosen für das Jahr 2007<sup>1</sup>.
- Nationale Energie- und Klimapläne (NEKP): Die Mitgliedstaaten müssen zehnjährige nationale Energie- und Klimapläne für den Zeitraum 2021-2030 erstellen<sup>1</sup>.
- Gebäudestandards: Bis 2030 müssen alle neuen Gebäude in der EU generell emissionsfrei sein und alle neuen öffentlichen Gebäude bis 2027<sup>1</sup>.

Diese Maßnahmen sollen dazu beitragen, Treibhausgasemissionen zu senken, die Versorgungssicherheit zu verbessern, die Kosten für die Einfuhr von Energie zu senken und die europäische Wettbewerbsfähigkeit zu stärken<sup>1</sup>. Die EU-Richtlinien zur Energieeffizienz wurden in den letzten 15 Jahren erheblich weiterentwickelt und sind ein wesentlicher Teil des Energierechts der Europäischen Union<sup>2</sup>.

Weitere Informationen: 1 [europarl.europa.eu](http://europarl.europa.eu); 2 [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org); 3 [eur-lex.europa.eu](http://eur-lex.europa.eu); 4 [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Quelle: Microsoft BING Chat (KI) vom 5/2024

## Novellierte EU-Energieeffizienz-Richtlinie (EED) vom 13.09.2023

Die novellierte EU-Energieeffizienz-Richtlinie (EED) ist ein wichtiger Schritt zur Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs in der gesamten EU. Sie legt ehrgeizige Ziele fest und berücksichtigt dabei nationale Besonderheiten. Hier sind einige wichtige Punkte zur überarbeiteten Richtlinie:

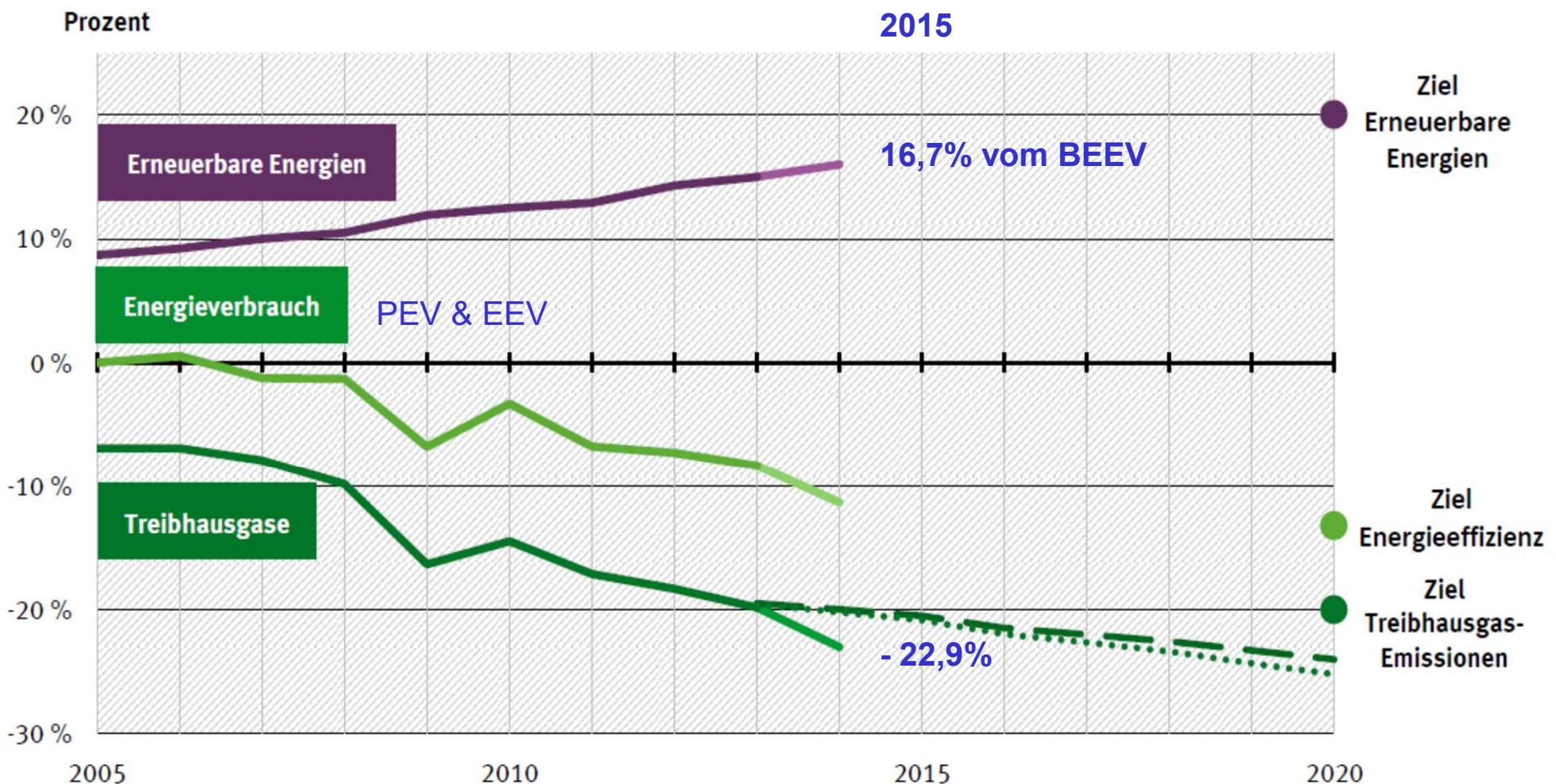
1. **Energieeffizienz als Grundprinzip:** Die novellierte EED etabliert das Prinzip "Energieeffizienz zuerst" als grundlegendes Element der EU-Energiepolitik. Dies bedeutet, dass Energieeffizienz bei allen relevanten politischen Entscheidungen und großen Investitionen im Energie- und Nichtenergiesektor von den EU-Ländern berücksichtigt werden muss.
2. **Erhöhte Energieeffizienzziele:** Die überarbeitete Richtlinie verpflichtet die EU-Länder, bis 2030 eine zusätzliche Reduzierung des Energieverbrauchs um 11,7 % im Vergleich zu den Prognosen des EU-Referenzszenarios 2020 sicherzustellen. Das Gesamtenergieverbrauchsziel für die EU sollte bis 2030 nicht mehr als 992,5 Millionen Tonnen Öläquivalent (Mtoe) für Primärenergie und 763 Mtoe für Endenergie betragen.
3. **Indikative nationale Beiträge:** Die EU-Länder haben sich darauf geeinigt, zur Erreichung des Ziels indikative nationale Beiträge festzulegen. Diese basieren auf objektiven Kriterien wie Energieintensität, BIP pro Kopf, Potenzial für Energieeinsparungen und frühere Bemühungen der EU-Länder zur Energieeffizienz.
4. **Lückenfüllmechanismus:** Die novellierte EED enthält einen verbesserten "Lückenfüllmechanismus", der ausgelöst wird, wenn Länder ihre nationalen Beiträge nicht erfüllen. Die novellierte EED ist ein wichtiger Schritt, um die Klimaziele der EU zu erreichen und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffimporten zu verringern. Weitere Informationen findest du auf der offiziellen [Website der Energy Efficiency Directive](#) 1. % hint (Copilot language = "Deutsch") %}

Erfahren Sie mehr: 1. [eur-lex.europa.eu](http://eur-lex.europa.eu) 2. [energy.ec.europa.eu](http://energy.ec.europa.eu) +3 mehr

Quelle: Microsoft BING Chat (KI) vom 5/2024

# Fortschritte bei den Klima- und Energiezielen der EU-28 von 2005-2015, Ziele bis 2020

## Fortschritte der EU bei der Umsetzung der Klima- und Energieziele für 2020



Ziel für die Erneuerbaren Energien: 20 % Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch der EU im Jahr 2020 (gegenüber 9 % im Jahr 2005).

Ziel für die Energieeffizienz: Senkung des Energieverbrauchs bis zum Jahr 2020 um 20 % gegenüber einem "business as usual" Szenario, was einer Abnahme um 13 % gegenüber dem Jahr 2005 entspricht.

Ziel für die Treibhausgase: 20 % Minderung der Treibhausgas-Emissionen gegenüber 1990 (die im Jahr 2005 erreichte Minderung entsprach -7 %). Die gestrichelten und punktierten Linien entsprechen Emissions-Projektionen, die auf im Jahr 2015 übermittelten Daten der Mitgliedstaaten beruhen.

Quelle: European Environment Agency (EEA), EEA Report No 4/2015, Trends and projections in Europe 2015, Figure ES.1

# Endenergieverbrauch (EEV) nach Anwendungsbilanzen in Deutschland 2017

Mit den in der Energiebilanz dargestellten Größen Aufkommen und Gesamt-verbrauch, Umwandlung und Endenergieverbrauch wird die Energienutzungs- kette noch nicht vollständig abgebildet. Die letzte Stufe - die Umwandlung der Endenergieträger in Nutzenergie der jeweiligen Anwendungsbereiche fehlt. Diese Stufe ist die Voraussetzung dafür, dass der Endverbraucher die von ihm letztlich gewünschte Energiedienstleistung (gute Beleuchtung, angenehm temperierter Wohnraum) realisieren kann.

Bislang mangelt es noch an methodischen und statistischen Voraus-setzungen, um den Nutzenergieverbrauch oder die in Anspruch genommenen Energiedienstleistungen hinreichend gesichert quantifizieren zu können. Zumindest ist aber die Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs auf die verschiedenen Anwendungsbereiche möglich, wenngleich nicht für alle hinreichend qualitätsvolles Datenmaterial zur Verfügung steht.

Die AG Energiebilanzen kann für diese Aufgabe auf Mittel des BMWi zurückgreifen und vergibt für die Erstellung der Anwendungsbilanzen und die Schließung von Datenlücken Forschungsaufträge an das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) sowie das Rheinisch- Westfälische Institut für Wirtschaftsforschung (RWI). Grundlage für die Aufschlüsselung bilden jeweils die vorläufigen Angaben zur Endenergiebilanz.

## Die Anwendungsbereiche lassen sich unterscheiden in:

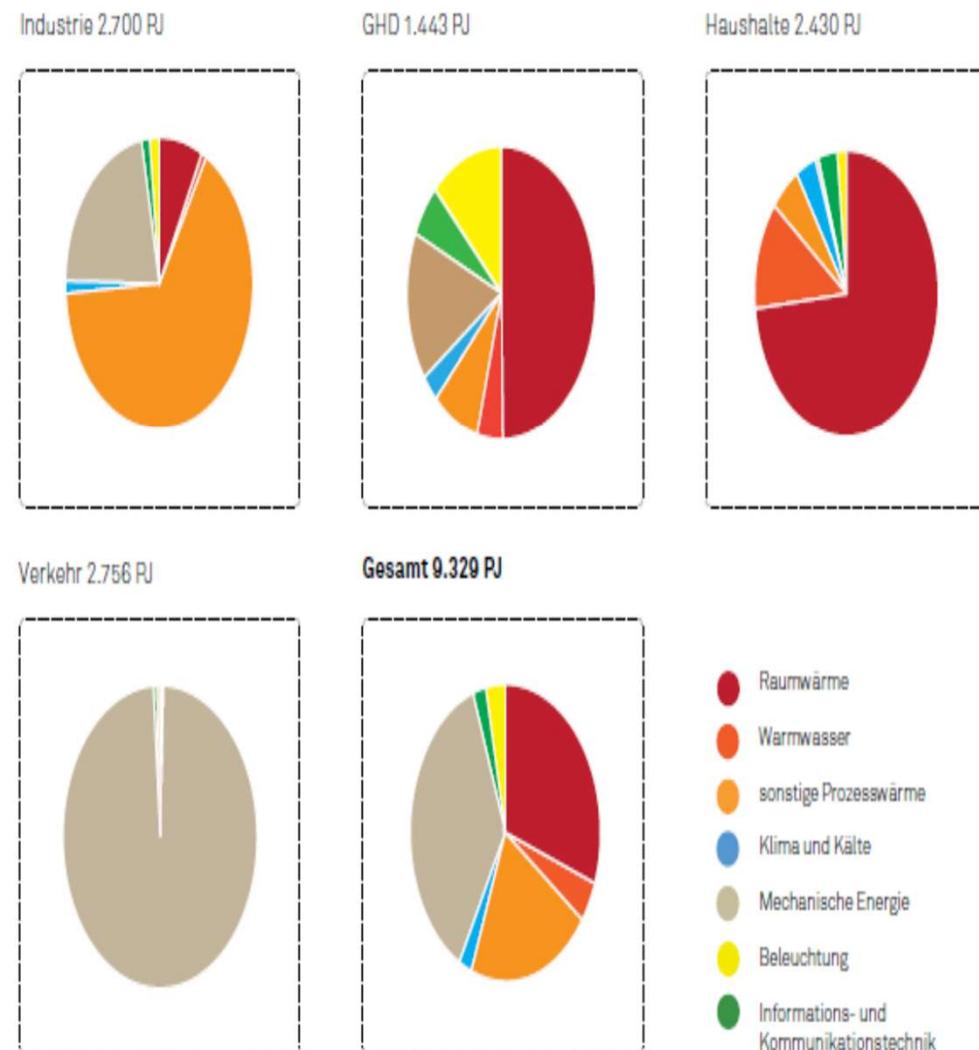
- Wärmeanwendungen (Raumwärme, Warmwasser, sonstige Prozesswärme)
- Kälteamwendungen (Klimakälte, sonst. Prozesskälte)
- Mechanische Energie (Kraft)
- Information und Kommunikation
- Beleuchtung

## Diese Anwendungsbereiche werden zum einen für alle Verbrauchergruppen getrennt ausgewiesen.

Zum anderen werden sie auch nach den eingesetzten Energiearten unterschieden. Als Ergebnis lässt sich ablesen, welcher Verbrauchssektor für welche Anwendung welche Mengen einer bestimmten Energieart verbraucht hat.

Die Anwendungsbilanzen zeigen damit detailliert, wo und für welche Zwecke etwa große Mengen an Energie verbraucht werden und sind somit eine gute Ausgangsbasis zur Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz.

## Endenergieverbrauch nach Anwendungszwecken (2017)



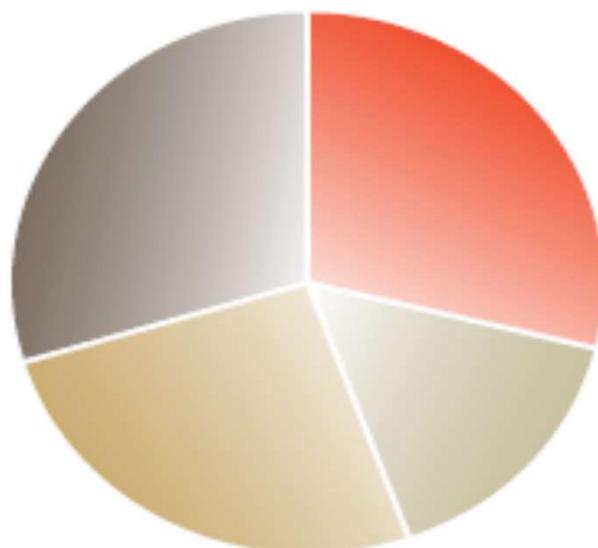
# Energieverwendung in Deutschland 2017

## Was ist EEV?

Als Endenergieverbrauch (EEV) wird die Verwendung von Energieträgern in den einzelnen Verbrauchergruppen ausgewiesen, soweit sie unmittelbar der Erzeugung von Nutzenergie dienen. Der Endenergieverbrauch ist - anders als der Sprachbegriff suggeriert - energetisch und energieökonomisch noch nicht die letzte Stufe der Energieverwendung. Es folgen noch die Nutzenergiestufe und die Energiedienstleistung, die in der Energiebilanz jedoch nicht abgebildet werden.

Der Endenergieverbrauch setzt sich zusammen aus dem Energieeinsatz in der Industrie, im Verkehr, bei den privaten Haushalten sowie im Bereich von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher (Militär, Land- und Forstwirtschaft, Fischerei).

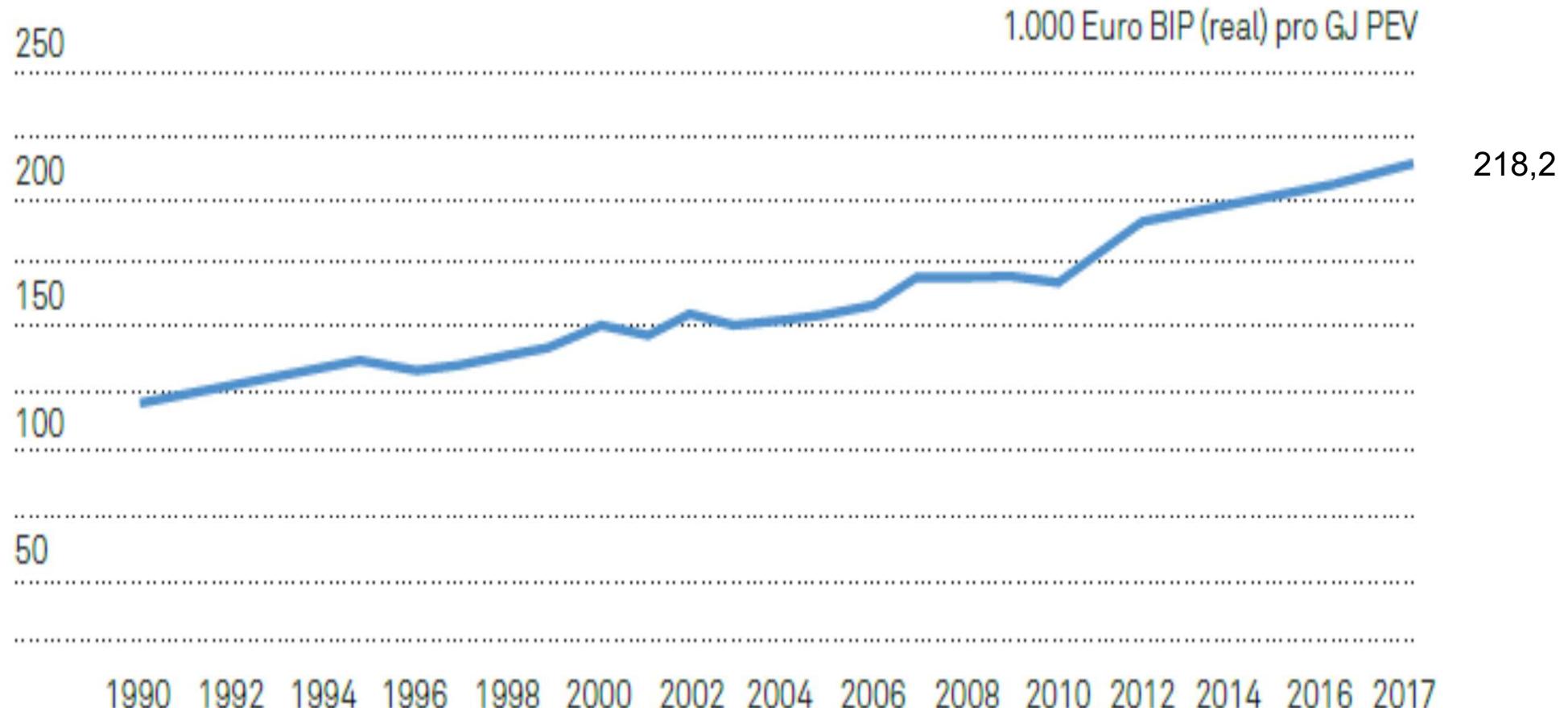
## Energieverwendung Struktur des Endenergieverbrauchs nach Verwendungsbereichen in Deutschland (2017) in Petajoule (PJ) - Anteile in Prozent



<b>GESAMT</b> Anteil in % gesamt 9.329 PJ	<b>INDUSTRIE</b> 29,0 % 2.700 PJ	<b>GEWERBE - HANDEL - DIENSTLEISTUNGEN</b> 16,5 % 1.443 PJ
<b>HAUSHALTE</b> 26,0 % 2.430 PJ	<b>VERKEHR</b> 29,5 % 2.765 PJ	

## Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität in Deutschland 1990-2017

### Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität in Deutschland 1990-2017



# Entwicklung Endenergieverbrauch und –produktivität in Deutschland 1990-2016

## Endenergieproduktivität

Die Endenergieproduktivität hat sich im Zeitraum von 1990 bis 2016 um 51,7 Prozent erhöht, was einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 1,6 Prozent pro Jahr entsprach.

Im Zeitraum von 2008 bis 2016 betrug die jährliche Zunahme der Endenergieproduktivität durchschnittlich 0,9 Prozent.

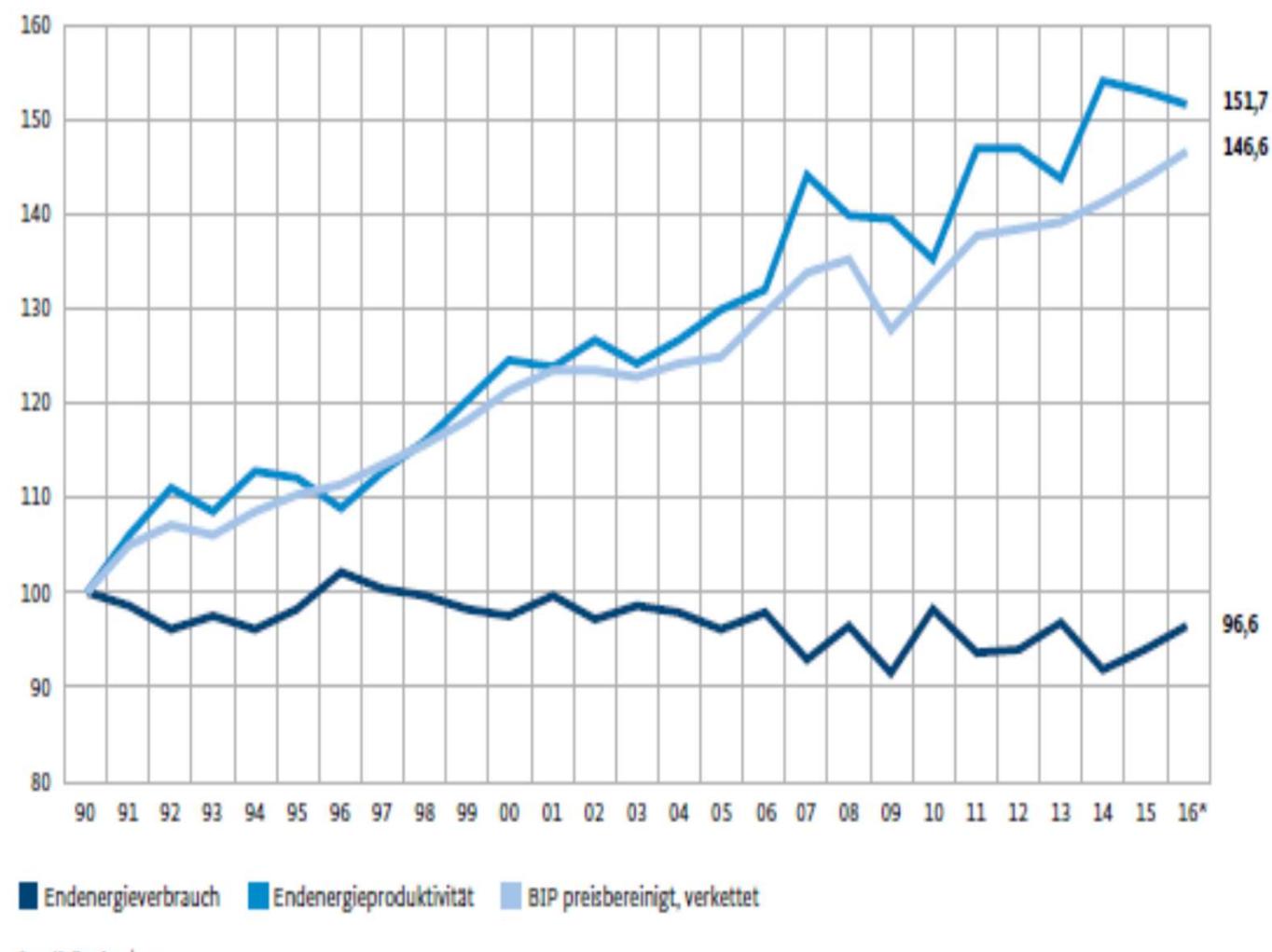
Während das Bruttoinlandsprodukt seit 1990 um 46,6 Prozent wuchs, ging der Endenergieverbrauch um 3,4 Prozent zurück. Allerdings nahm die Endenergieproduktivität im Jahr 2016 im Vergleich zum Vorjahr ab. Dies lässt sich auf den leichten Anstieg des Endenergieverbrauchs der letzten Jahre zurückführen.

Die Endenergieproduktivität erhöhte sich bisher u. a. aufgrund des Wandels der Wirtschaftsstruktur von energieintensiven Industriezweigen hin zu mehr Dienstleistungen.

In allen Wirtschaftsbereichen und in privaten Haushalten konnten zudem Einspar-potenziale durch technische Energieeffizienz-maßnahmen erschlossen werden.

Abbildung 12: Endenergieverbrauch und -produktivität

Index 1990 = 100



Quelle: UBA-Berechnung auf Basis AGEB, Auswertungstabellen, Stand 09/2017; Destatis, Fachserie 18, Reihe 1.1, Stand 01/2018

# Begriff Energieeffizienzindikatoren

Prozesse wie die Herstellung einer Maschine oder die Fahrt mit einem Auto erfordern den Einsatz von Energie. In der Regel kommt die dafür aufgewandte Energie nicht ausschließlich dem angestrebten Nutzen zugute, sondern wird teilweise in Form von Wärme an die Umgebung abgeführt. Die aufzuwendende Energiemenge kann daher durch eine gute Wärmedämmung oder die Reduzierung von Reibungsverlusten reduziert werden. Je günstiger das Verhältnis von aufgewandter zu genutzter Energie ausfällt, desto höher ist die Energieeffizienz.

Die Energieeffizienz beschreibt, welche Energiemenge eingesetzt werden muss, um einen bestimmten Nutzen zu erzielen (Energieintensität) oder welchen Nutzen man mit einer bestimmten Menge an Energie erreichen kann (Energieproduktivität). Diese Betrachtung kann sowohl auf einzelne Prozesse, wie die Beheizung einer Wohnung als auch auf ganze Volkswirtschaften angewendet werden.

**Beispiel:** Der Nutzen beim Heizen einer Wohnung von 100 Quadratmeter Wohn- und Nutzfläche kann eine konstante Raumtemperatur von 21 Grad Celsius sein. Es ist offenkundig, dass eine Wohnung von 150 Quadratmeter bei sonst gleichen Bedingungen mehr Energie zur Heizung erfordert als eine Wohnung von 100 Quadratmeter. Um eine Vergleichbarkeit der Effizienz herzustellen, ist es sinnvoll, den Heizenergieverbrauch auf die Wohnfläche zu beziehen (kWh pro m<sup>2</sup>).

Die geeigneten Bezugsgrößen unterscheiden sich von Fall zu Fall. Deshalb werden sogenannte Energieeffizienzindikatoren gebildet, die die jeweilige Situation passgenau abbilden und vergleichbar machen - intertemporal vergleichbar als Zeitreihe von Jahr zu Jahr, aber auch intersystemisch etwa im Vergleich zweier Länder.

Im **Verkehrssektor** wird der Energieverbrauch typischerweise auf die Verkehrsleistung (in Tonnen- oder Personenkilometern) bezogen. Im motorisierten Individualverkehr, der nach wie vor den Energieverbrauch zu Verkehrszwecken dominiert, stellt der spezifische Kraftstoffverbrauch (in l/100 km) der Fahrzeugflotte bzw. der Neuzulassungen eine allgemein anerkannte Effizienzkennziffer dar.

Für die Vielzahl der energetischen Verwendungen gibt es keinen allgemeinen, allumfassenden Energieeffizienzindikator. Der ungeprüfte Blick auf einen einzelnen Indikator kann bisweilen zu Fehlschlüssen verleiten. Ein Land mit einer ausgeprägten industriellen Struktur wird bei gleichem Bruttoinlandsprodukt einen ungleich höheren Energieeinsatz haben als ein auf den Banken- und Finanzsektor oder auf andere Dienstleistungen spezialisiertes Land.

Aus der rechnerisch geringeren Energieeffizienz in einem industrialisierten Land kann aber nicht ohne Weiteres auf einen verschwenderischen oder sorglosen Umgang mit Energie geschlossen werden. Entscheidend ist in diesem Beispiel die unterschiedliche wirtschaftliche Struktur. Vor allem energieintensive **Industriezweige** sind bestrebt, ihren Energieeinsatz so effizient wie möglich zu gestalten. Deutschland gehört heute auch aus diesem Grund zu den weltweit energieeffizientesten Volkswirtschaften. Dies schließt weitere Effizienzgewinne in der Produktion, mehr noch aber im Gewerbe und beim privaten Verbrauch nicht aus.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Bildung von Effizienzindikatoren sind verlässliche und aktuelle Energiestatistiken sowie Informationen zu den wichtigsten Einfluss- und Bezugsgrößen des Energieverbrauchs. Die AG Energiebilanzen veröffentlicht in regelmäßigen Abständen umfangreiche Daten zur Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland, die sich als Bezugsgröße für die Ermittlung dieser Effizienzindikatoren eignen.

In einigen Sektoren wird der Aussagewert durch eine Temperatur- und Lagerbestandsbereinigung der energiewirtschaftlichen Ausgangsdaten spürbar erhöht, so dass für diese Bereiche zusätzlich zu den beobachteten auch bereinigte Kennziffern angegeben werden.

# Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschlands 1990-2017 (1)

## Daten für die Jahre von 1990 bis 2017 (Endgültige Ergebnisse bis 2016 und vorläufige Indikatoren für 2017)

Die Beobachtung der Energieeffizienz durch die AG Energiebilanzen ist ein wichtiger Beitrag zum Monitoring der Energiewende in Deutschland. Methoden und Grundlagen zur Berechnung der Energiebilanz wurden im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums aufwändig erarbeitet. Auf diesen Grundlagen berechnet die AG Energiebilanzen regelmäßig aktuelle gesamtwirtschaftliche und sektorbezogene Statistiken zur Entwicklung der Energieeffizienz in Deutschland sowie Zeitreihen ab 1990.

### 2017 weitere Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Energieeffizienz

Um Waren und Dienstleistungen im Wert von 1.000 Euro zu produzieren, wurden 2017 nach ersten vorläufigen Schätzungen der AG-Energiebilanzen in Deutschland nur noch 4,6 Gigajoule (GJ) Primärenergie eingesetzt. Seit 1990 hat sich damit die gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz um fast 40 Prozent verbessert, im Jahresdurchschnitt der zurückliegenden 27 Jahre liegt der Effizienzzuwachs jetzt bei mehr als rund 1,8 Prozent pro Jahr. Bei Bereinigung um Witterungseinflüsse und Lagerbestandseffekte ergeben sich in einigen Jahren Abweichungen um bis zu 4 Prozent gegenüber den beobachteten Werten. Dies hat allerdings kaum Einfluss auf die längerfristige Entwicklung. Die Werte für die gesamtwirtschaftliche Energieeffizienz beim Primärenergieverbrauch verbesserten sich durch Effizienzzuwächse im Stromerzeugungsbereich sowie Effizienzsteigerungen in anderen Sektoren der Energieumwandlung und -nutzung (vgl. Seiten 1.2 bis 1.4).

### Differenzierte Entwicklung der Effizienzindikatoren nach Sektoren bis 2017

Beim **Stromverbrauch** zeigen die Indikatoren im Jahr 2017 je Einheit Bruttoinlandsprodukt eine Effizienzsteigerung von 1,6 Prozent (verglichen mit dem Vorjahr). Ursächlich dafür ist der fortschreitende Strukturwandel hin zu weniger stromintensiven Wirtschaftszweigen, technische Verbesserungen im Kapitalstock sowie im Bestand langlebiger Konsumgüter (Elektrogeräte). Hingegen erhöhte sich der Pro-Kopf-Verbrauch gegenüber dem Vorjahr geringfügig auf einen Wert von 7 245 kWh (vgl. Seiten 1.5 und 1.6).

Im Bereich der **Stromerzeugung** sorgten neue Anlagen mit hohen Wirkungsgraden sowie die statistischen Effekte des Kernenergieausstiegs und des Ausbaus der erneuerbaren Energien für Effizienzverbesserungen und trugen seit 1990 zu einer Senkung des spezifischen Energieeinsatzes von 9,8 MJ je kWh auf rund 7,2 MJ je kWh Elektrizität bei. Der durchschnittliche Wirkungsgrad aller Stromerzeugungsanlagen stieg seit 1990 in Deutschland von 36,6 Prozent auf 49,7 Prozent (vgl. Seiten 2.1 und 2.2).

Die Energieeffizienz der **privaten Haushalte** verschlechterte sich je Quadratmeter Wohnfläche im Jahr 2017 (bereinigt um Witterungs- und Lagerbestandseffekte) insgesamt um 1,4 Prozent. Während sich die Brennstoffeffizienz um 1,8 Prozent verschlechterte, nahm die Stromeffizienz um 0,2 Prozent zu. Ungeachtet dessen, hat sich die Energieeffizienz bei den privaten Haushalten seit 1991 um fast ein Viertel verbessert, der Jahresdurchschnittswert von rund 1 Prozent liegt jedoch unter den Effizienzzuwächsen der anderen Verbrauchssektoren bzw. weist auf ein noch vorhandenes Effizienzpotential in diesem Sektor hin (vgl. Seiten 6.1 und 6.2).

Im Sektor **Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)** verringerte sich die Energieeffizienz bezogen auf 1.000 Euro Bruttowertschöpfung 2017 um 1,2 Prozent. Die Verschlechterung der Energieeffizienz (beobachtet) dürfte auch auf den Einfluss der Witterung zurückzuführen sein. Die Brennstoffintensität nahm gegenüber dem Vorjahr um 5,1 Prozent zu; die Stromintensität verringerte sich um 4,8 Prozent. Seit 1991 konnte der Bereich seine gesamte Energieeffizienz im Jahresdurchschnitt um etwa 2 Prozent verbessern (vgl. Seite 5).

In der **Industrie** hat sich die Energieeffizienz (bezogen auf 1.000 Euro Bruttoproduktion) 2017 verschlechtert. Die Effizienz des Brennstoffeinsatzes verminderte sich gegenüber 2016 um 0,9 Prozent. Der spezifische Stromverbrauch verringerte sich verglichen mit dem Vorjahr um 0,5 Prozent. Die Gesamteffizienz der industriellen Produktionsprozesse verschlechterte sich infolgedessen um 0,4 Prozent. Im langjährigen Durchschnitt kommt die Industrie bezogen auf den Ausgangswert des Jahres 1991 auf Effizienzzuwächse von mehr als 1,3 Prozent (vgl. Seite 4).

Der **Verkehrsbereich** konnte 2017 eine Verbesserung der Energieeffizienz (Energieintensität 0,5 Prozent) verbuchen. Im langjährigen Jahresdurchschnitt (seit 1990) erzielt dieser Verbrauchsbereich Effizienzverbesserungen von etwa 1,6 Prozent (vgl. Seite 7)

Für den bereinigten Endenergieverbrauch als Ganzes (bezogen auf das reale Bruttoinlandsprodukt) ergibt sich insgesamt für das Jahr 2017 eine leichte Steigerung der Energieintensität von 0,8 Prozent (zum Vergleich 2016 ggü. 2015: 0,9 Prozent). Im langjährigen Durchschnitt (1990-2017) ist für diesen Indikator ein Rückgang von 1,6 Prozent p.a. zu beobachten. Er liegt damit noch unter der Zielvorstellung der Bundesregierung, die für den Zeitraum bis 2050 eine Verbesserung der Energieproduktivität von 2,1 Prozent pro Jahr anstrebt (vgl. Seiten 3.1 und 3.2).

# Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschlands 1990-2017 (2)

## Methodische und fachliche Anmerkungen

Die empirische und exakte Bestimmung der Energieeffizienz ist weder eindeutig noch einfach. Eine wesentliche Voraussetzung zur Bildung von Effizienzindikatoren sind verlässliche und aktuelle Energiestatistiken sowie Informationen zu den wichtigsten Einfluss- und Bezugsgrößen des Energieverbrauchs. Bei der Interpretation der Energieeffizienzindikatoren ist zu beachten, dass kurzfristige Entwicklungen auch von temporären statistischen Effekten beeinflusst werden können. Im längerfristigen Vergleich zeigen sich die stabilen Trends der Effizienzentwicklung deutlicher.

Die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen veröffentlicht in regelmäßigen Abständen umfangreiche Daten zur Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland, darunter vierteljährliche Schätzungen des Primärenergieverbrauchs, jährlich aktualisierte Auswertungstabellen zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern und Wirtschaftszweigen sowie vollständige Energiebilanzen, die ein detailliertes und konsistentes Abbild der energiewirtschaftlichen Verflechtung einer Volkswirtschaft liefern und den Energieverbrauch vom Aufkommen über die Umwandlung bis zur Verwendung, untergliedert nach einzelnen Energieträgern und Sektoren, in einer Matrix erfassen. Für Deutschland liegt eine geschlossene Zeitreihe an Energiebilanzen für die Jahre von 1990 bis 2016 (seit Juli 2018 auch vorläufig bis 2017) vor, die eine geeignete Ausgangsbasis zur Ableitung von Kennziffern zur Effizienz der nationalen Energieversorgung darstellen. Die Angaben für das Berichtsjahr 2017 beruhen zum Teil noch auf vorläufigen Daten.

(Bei der Interpretation von Zeitreihen ist zu beachten, dass insbesondere die Angaben zum PEV ab dem Jahre 2012 aufgrund methodischer Änderungen nicht uneingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar sind. Einzelheiten vergl. Internetangebot der AGEB:

[http://www.ag\\_energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=methodische\\_aenderungen\\_der\\_eb\\_2012.pdf](http://www.ag_energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=methodische_aenderungen_der_eb_2012.pdf))

Kennziffer zur Messung der Energieeffizienz ist typischerweise die Energieintensität (oder, als ihr Kehrwert, die Energieproduktivität). Dazu wird der Energieverbrauch in Relation zu einer Bezugsgröße betrachtet. Zur Bildung geeigneter Effizienzindikatoren werden im Primär-, Umwandlungs- und Endverbrauch allerdings unterschiedliche Bezugsgrößen herangezogen, die die speziellen Einsatzbedingungen von Energie in den jeweiligen Sektoren widerspiegeln. Relevante Bezugsgrößen sind Bevölkerung, Bruttoinlandsprodukt, Produktionswert oder Bruttowertschöpfung. Diese Daten werden durch die amtlichen Erhebungen des Statistischen Bundesamtes bereitgestellt.

Die vorliegende Darstellung konzentriert sich auf die wichtigsten Kenngrößen für jeden Bereich. In einigen Sektoren wird der Aussagewert durch eine Temperatur- und Lagerbestandsbereinigung spürbar erhöht, so dass für diese Bereiche zusätzlich zu den beobachteten auch bereinigte Kennziffern angegeben werden. Die Effizienzkennziffern umfassen den Zeitraum ab 1990.

Zusätzlich zu jedem Effizienzindikator werden durchschnittliche jährliche Veränderungsraten bezogen auf das Jahr 1990 sowie 1991 angegeben. Der Hintergrund dafür ist, dass sich wichtige klimapolitische Ziele auf das Jahr 1990 beziehen, für das allerdings zahlreiche ökonomische Aktivitätsgrößen (BIP, Produktion usw.), die in die Kennziffern einfließen, nur als Schätzung vorliegen.

## Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschlands 1990-2017 (3)

### **Energieeffizienz - Energieintensität Gesamtwirtschaft**

Primärenergieverbrauch je Einheit realen Bruttoinlandsprodukts und je Einwohner

### **Energieeffizienz - Energieproduktivität Gesamtwirtschaft**

Reales Bruttoinlandsprodukt je Einheit Primärenergieverbrauch

### **Energieeffizienz - Stromintensität Gesamtwirtschaft**

Bruttostromverbrauch je Einheit realen Bruttoinlandsprodukts und je Einwohner

### **Energieeffizienz - Stromproduktivität Gesamtwirtschaft**

Reales Bruttoinlandsprodukt je Einheit Bruttostromverbrauch

### **Energieeffizienz Stromerzeugung**

Wirkungsgrad und spezifischer Energieeinsatz der Brutto-Stromerzeugung

### **Endenergieeffizienz Gesamtwirtschaft**

Endenergieverbrauch je Einheit realen Bruttoinlandsprodukt und je Einwohner

### **Endenergieeffizienz Industrie**

Spezifischer Energieverbrauch je Einheit Bruttoproduktionswert

### **Endenergieeffizienz Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)**

Spezifischer Energieverbrauch je Einheit Bruttowertschöpfung

### **Endenergieeffizienz Private Haushalte**

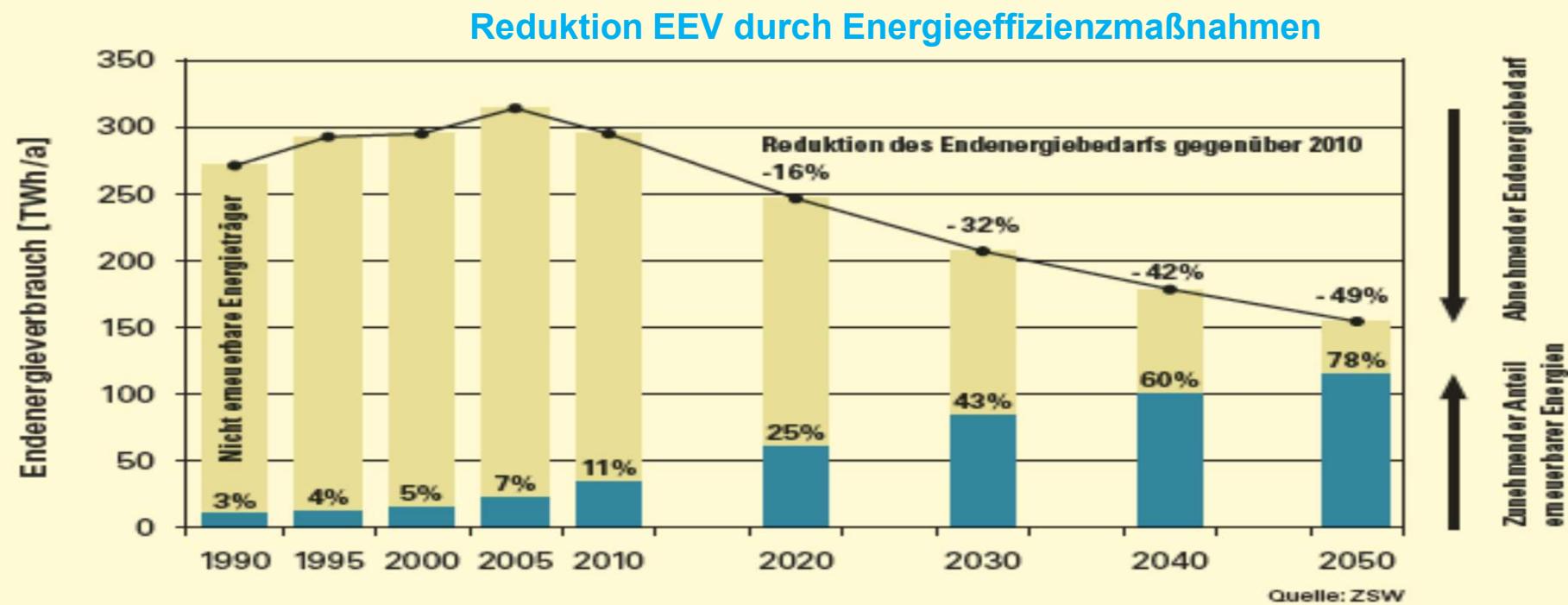
Spezifischen Energieverbrauch je Einheit Wohnfläche

### **Endenergieeffizienz Verkehr - Personen-und Güterverkehr**

Spezifischen Energieverbrauch je Personen-bzw. Tonnenkilometer

# Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) mit Beiträgen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz in Baden-Württemberg 1990-2010, Ziele bis 2050

Um den Herausforderungen der Klimaerwärmung und der Ressourcenverknappung zu begegnen, existieren sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene verschiedene strategische Ziele, Vorgaben und Gesetze. Ziel der Klimapolitik des Landes Baden-Württemberg ist die Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen um 90% bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990. Um dies zu erreichen, soll bis 2050 der Energieverbrauch im Vergleich zum Jahr 2010 um 50% reduziert und der dann verbleibende Energiebedarf zu 80% aus erneuerbaren Energien erzeugt werden.



Um diese ehrgeizigen Ziele zu erreichen, fällt dem Wirtschaftssektor in Baden-Württemberg aufgrund seiner herausragenden Bedeutung, auch bezüglich des Energieverbrauchs, eine tragende Rolle zu. Das Potenzial für CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Energieeffizienzmaßnahmen in der Wirtschaft ist immens. Durch sich verändernde Rahmenbedingungen werden immer mehr Maßnahmen auch betriebswirtschaftlich interessant.

## **Umwelt und Klima**

Praktisch jede Nutzung von Energieträgern ist mit Auswirkungen auf die Umwelt verbunden. Insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger führt zur Emission von Luftschadstoffen. Vielfach können diese Emissionen durch den Einsatz entsprechender technischer Anlagen vermieden oder vermindert werden. Durch den Einsatz von Anlagen zur Entschwefelung, Entstickung und Entstaubung konnten in Deutschland in den zurückliegenden Jahrzehnten bedeutende Emissionsreduktionen bei der Nutzung fossiler Energieträger erzielt werden.

Große und zunehmende Beachtung haben spätestens seit Ende der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts die Emissionen von Treibhausgasen erfahren. In der Klimadiskussion spielen vor allem die Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2</sub>-Emissionen), die mit der Verbrennung fossiler Energieträger einhergehen, eine zentrale Rolle.

Die AG Energiebilanzen erfasst bzw. berechnet keine Umweltdaten, doch sind die Daten der Energiebilanz für die nach der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll jährlich vorzulegenden Nationalen Inventarberichte (NIR) zum Deutschen Treibhausgasinventar eine unverzichtbare Grundlage zumindest für die Ermittlung des energiebedingten CO<sub>2</sub>-Austausches.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen können mit den Daten aus den Energiebilanzen in Verbindung mit den brennstoffspezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren unmittelbar errechnet werden. In diese Berechnung werden ausschließlich die Emissionen der fossilen Energieträger Kohle, Gas, Mineralöl und deren kohlenstoffhaltige Produkte einbezogen. Außerdem sind den Berechnungen nur die Bereiche der Energiebilanzen zugrunde zu legen, in denen entweder ein emissionswirksamer Umwandlungseinsatz oder ein Endverbrauch stattfindet. Dies ist der Fall bei Anlagen der Strom- und Wärmeerzeugung, beim Verbrauch in den Umwandlungsbereichen und in der Energiegewinnung, bei Fackelverlusten sowie im Bereich des Endenergieverbrauchs.

Andere Emissionen oder sonstige Umweltprobleme, die durch die Gewinnung, Umwandlung oder Nutzung von Energie entstehen - vornehmlich der Flächenverbrauch sowie Konflikte mit dem Landschafts- und Naturschutz – lassen sich dagegen durch die Energiebilanzen nur mit Einschränkungen oder überhaupt nicht erfassen.

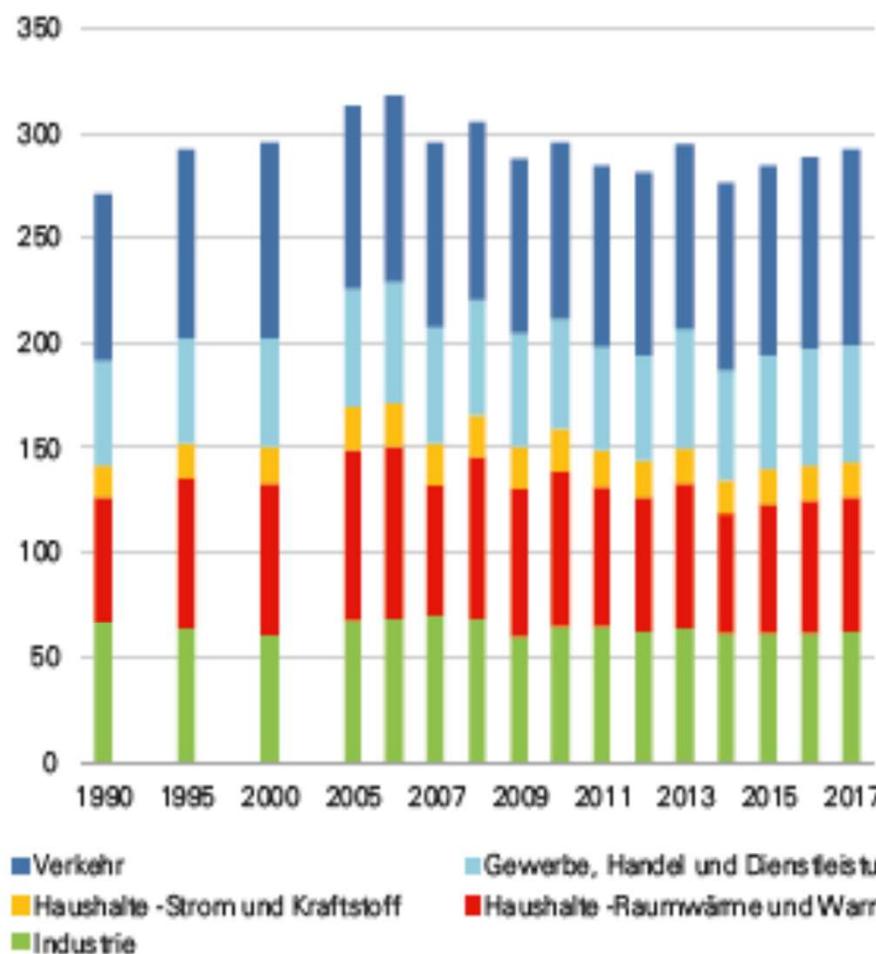
# **Endenergieverbrauch (EEV) und energiebedingte Kohlendioxid (CO2)-Emissionen in Baden-Württemberg und Deutschland**

# Entwicklung Endenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern in Baden-Württemberg von 1990 bis 2017 (1)

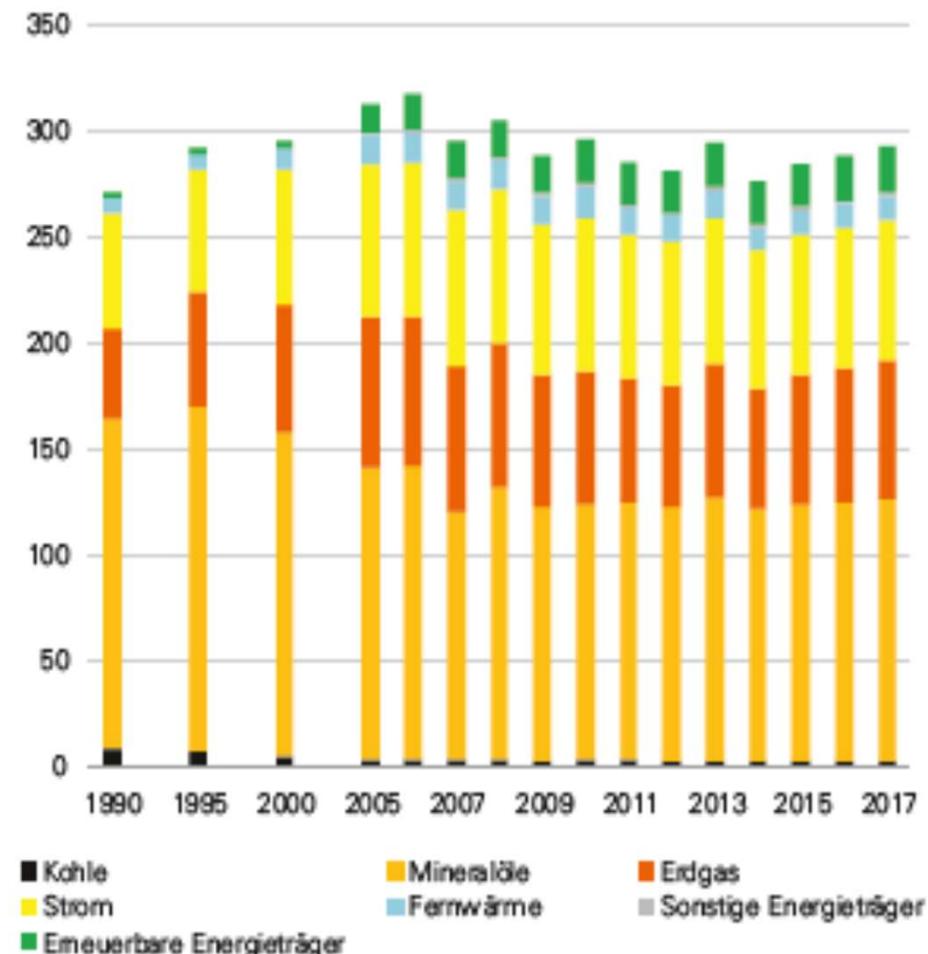
Jahr 2017: Gesamt 1.047,4 PJ = 290,9 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/17 = + 7,2%

$\varnothing 95,2 \text{ GJ/Kopf} = 26,4 \text{ MWh/Kopf}$

Endenergieverbrauch nach Sektoren [TWh/a]



Endenergieverbrauch nach Energieträgern [TWh/a]



\* Daten 2017 vorläufig, Stand 5/2019;

Energieeinheiten: 1 PJ = 1/3,6 = 0,2778 TWh (Mrd. kWh);

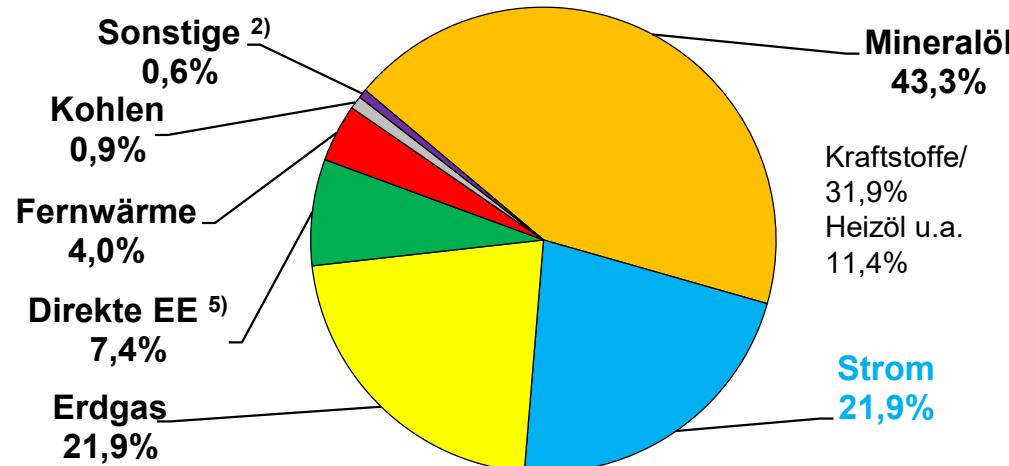
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011) Jahr 2017: 10,99 Mio.

# Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern, Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Baden-Württemberg 2017 (2)

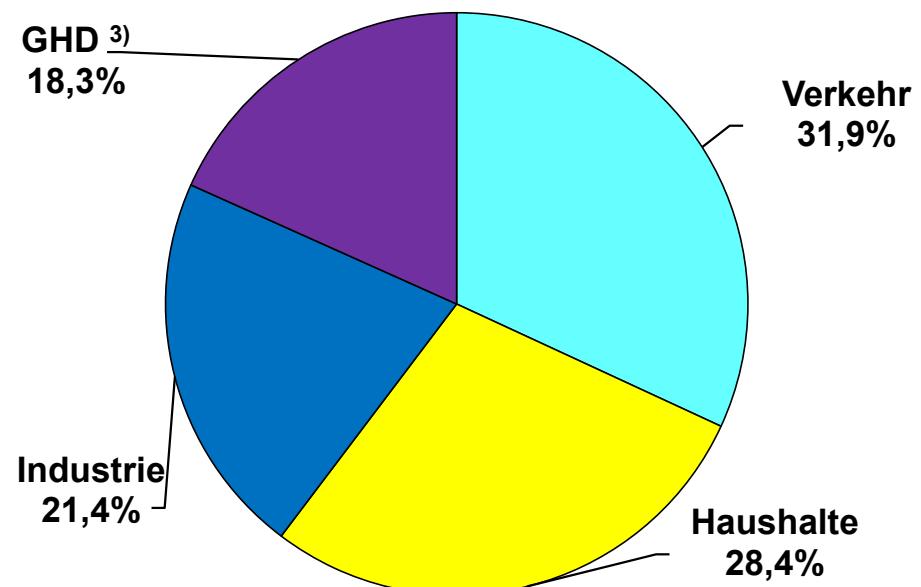
Jahr 2017: Gesamt 1.047,4 PJ = 290,9 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 90/17 = + 7,2%

$\varnothing 95,2 \text{ GJ/Kopf} = 26,4 \text{ MWh/Kopf}$

## Aufteilung nach Energieträgern <sup>2)</sup>

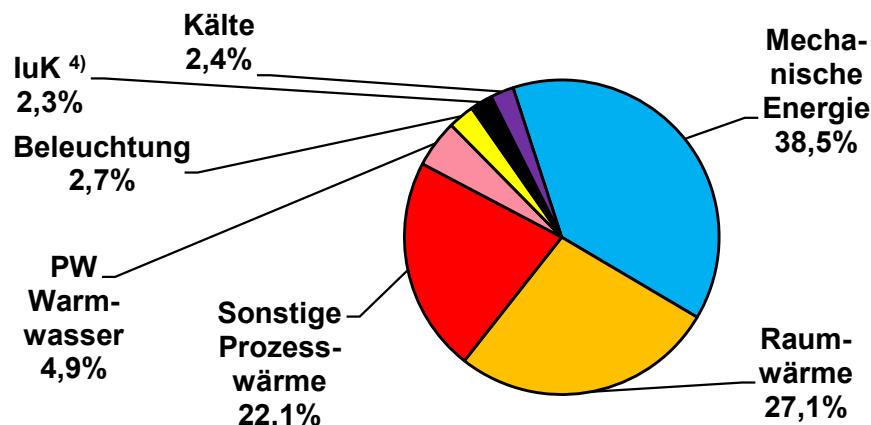


## Aufteilung nach Verbrauchssektoren



## Aufteilung nach Anwendungsbereichen

(Hinweis: in Anlehnung an Deutschland)



\* Daten 2017 vorläufig, Stand 5/2019

1) Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe 2) Klärschlamm, nichtbiogener Müll (50%), Abwärme

3) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u.a. 4) Informations- und Kommunikationstechnik 5) Direkte EE: Biomassenutzung, Solarthermie, Geothermie + WP

Quellen: AGEB - Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2017, 11/2018; AGEB aus – Energiedaten gesamt, Grafik/Tab. 7, 1/2019;

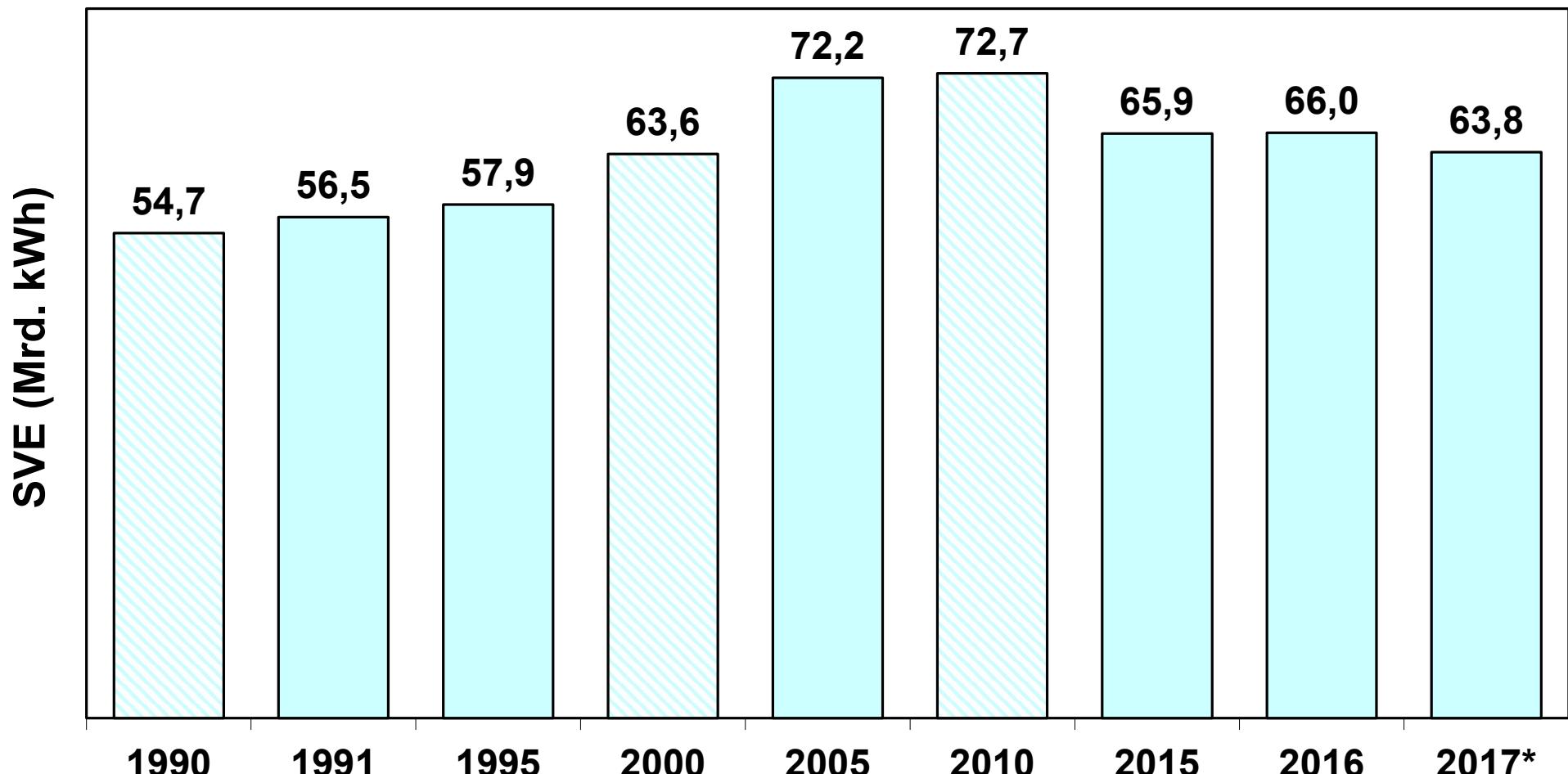
Stat. BA 10/2018; UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht kompakt 2019, 6/2019; AGEB 3/2019

## Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Baden-Württemberg 1990-2017 (1)

Jahr 2017: Gesamt 63,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 = + 16,6%

Ø 5.800 kWh/Kopf

Anteil Strom am EEV 21,9%



\* Daten 2017 vorläufig, Stand 5/2019

Energieeinheit: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

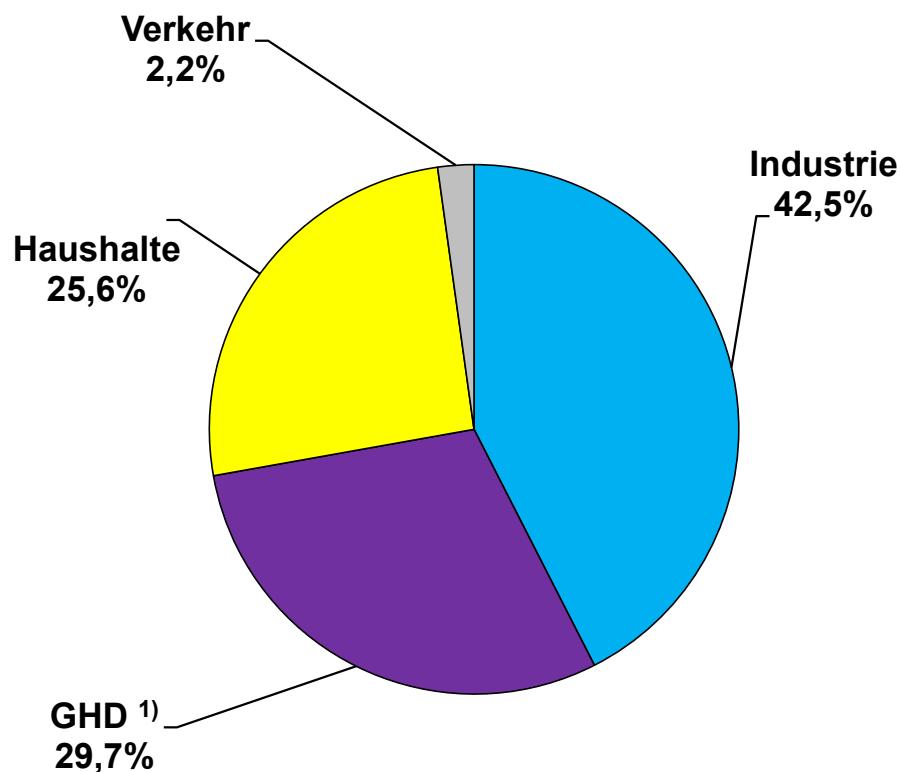
Bevölkerung (Jahresmittel) 2017 = 11,0 Mio.

Quellen: UM BW & Stat. LA BW – Energiebericht 2018, Tab. 24, 8/2018; Stat. LA BW aus [www.statistik-bw.de](http://www.statistik-bw.de) 5/2019

# Stromverbrauch Endenergie (SVE) nach Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Baden-Württemberg 2017 (2)

## Aufteilung nach

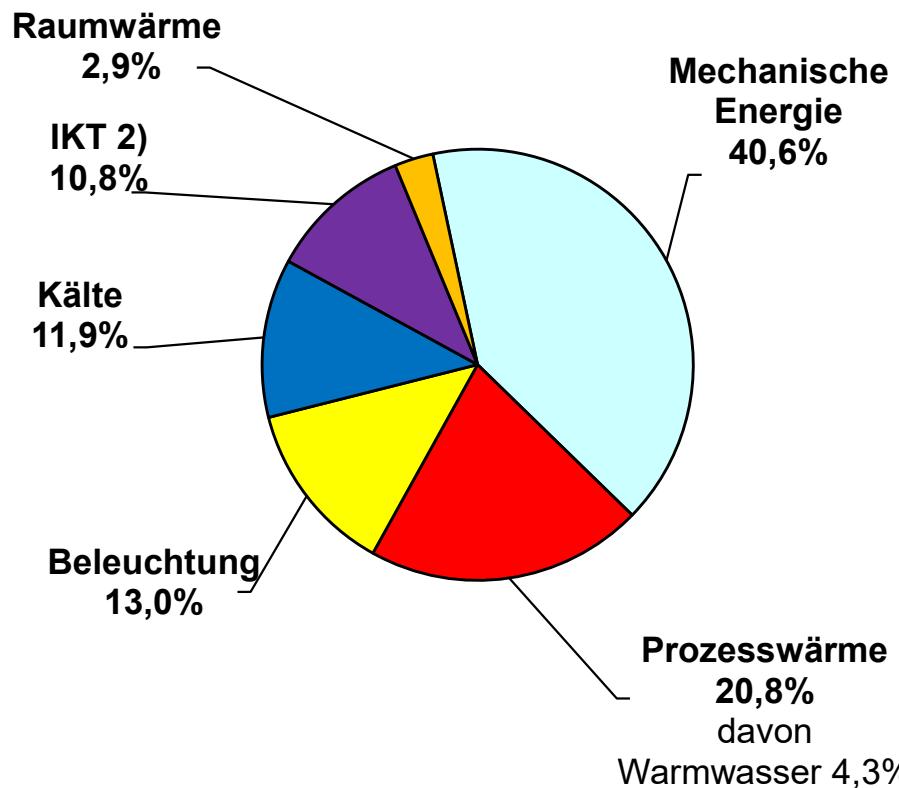
### Verbrauchssektoren



### Anwendungsbereichen

(Hinweis: in Anlehnung an Deutschland)

**Gesamt 63,8 TWh (Mrd. kWh), Veränderung 1990/2017 = + 16,6%**  
**Ø 5.800 kWh/Kopf**  
**Anteil Strom am EEV 21,9%**



Grafik Bouse 2019

\* Daten 2017 vorläufig, Stand 5/2019

Energieeinheiten: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011) 11,0 Mio.

1) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

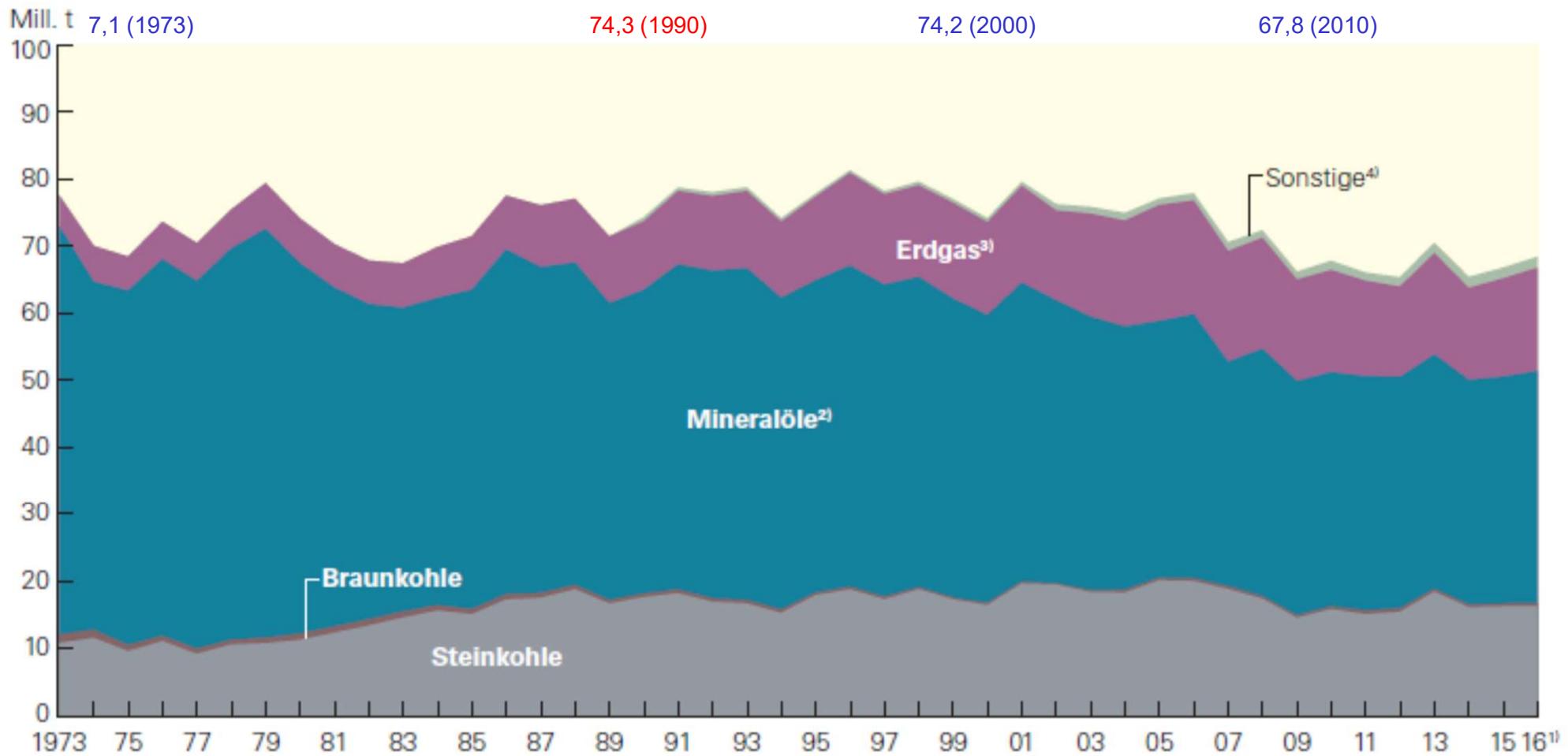
2) IKT = Information & Kommunikationstechnik

# Entwicklung der energiebedingten Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen (Quellenbilanz) nach Energieträger in Baden-Württemberg 1973/1990-2017

Jahr 2017: 68,9 Mio. t CO<sub>2</sub>, Veränderung 90/17: - 7,3% <sup>1)</sup>

Anteil an Gesamt-THG: 87,5% von 78,7 Mio. t CO<sub>2</sub>äquiv.

6,3 t CO<sub>2</sub>/Kopf



1) Daten 2017 vorläufig, Stand 4/2019

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011), Jahr 2017: 11,0 Mio.

\* ab 1990 ohne internationalen Flugverkehr (2017: 0,718 Mio. t CO<sub>2</sub>)

2) Heizöl, Benzin, Diesel, Kerosin, Raffineriegas, Flüssiggas, Stadtgas, Petrokoks, Petroleum, andere Mineralöle.

3) Einschließlich sonstige Gase.

4) Abfälle fossile Fraktion und sonstige emissionsrelevante Stoffe wie Ölschiefer.

# Entwicklung Endenergieverbrauch (EEV) nach Sektoren in Deutschland 1990-2016 (1)

## Endenergieverbrauch nach Sektoren

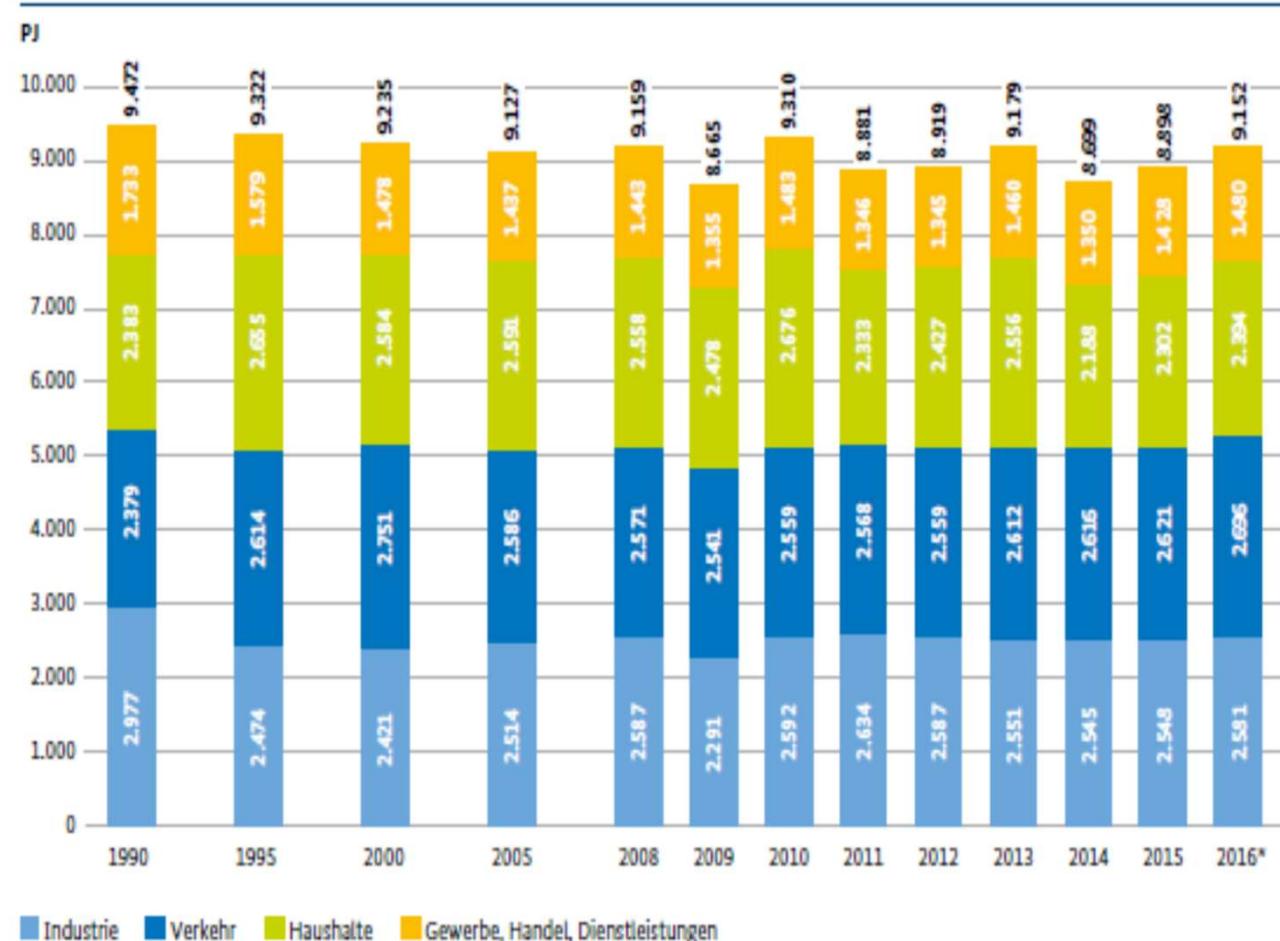
Der Endenergieverbrauch in Deutschland ist seit Beginn der 1990er Jahre bis 2016 um 3,4 Prozent gesunken. Im langjährigen Trend ist der Energieverbrauch im Verkehrssektor gestiegen, während er in den Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sank.

Der Endenergieverbrauch<sup>2</sup> (EEV) in Deutschland ist seit Beginn der 1990er Jahre bis 2016 um 3,4 Prozent gesunken. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Endenergieverbrauch im Jahr 2016 jedoch leicht angestiegen.

End- oder Sekundärenergie entsteht durch Umwandlung von Primärenergie in eine Form, die der Endverbraucher nutzen kann, z. B. Strom, Fernwärme oder Heizöl. Wie beim Primärenergieverbrauch beeinflussen die effiziente Nutzung von Energie, wirtschaftliche Veränderungen und Änderungen im (Konsum-) Verhalten auch den Endenergieverbrauch. Auch Witterungsänderungen, die sich auf den Bedarf an Wärmeenergie auswirken, haben großen Einfluss auf die Verbrauchsentswicklung. Im Jahr 2014 verbrauchten z. B. die privaten Haushalte aufgrund der milden Witterung 19,2 Prozent weniger Erdgas gegenüber dem Vorjahr. Die kühleren Wintermonate 2015 ließen den Verbrauch jedoch wieder um 10,3 Prozent steigen. Auch der hohe EEV der Jahre 2010 und 2013 ist den sehr niedrigen Temperaturen während der Heizperiode geschuldet.

Im Jahr 2016 lagen die sektoralen Anteile am Endenergieverbrauch des Verkehrs bei rund 29,5 Prozent (2.696 PJ), der Industrie bei 28,2 Prozent (2.581 PJ), der privaten Haushalte bei 26,2 Prozent (2.394 PJ) und des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen bei 16,2% (1.480 PJ).

Abbildung 5: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren



\* vorläufige Angaben

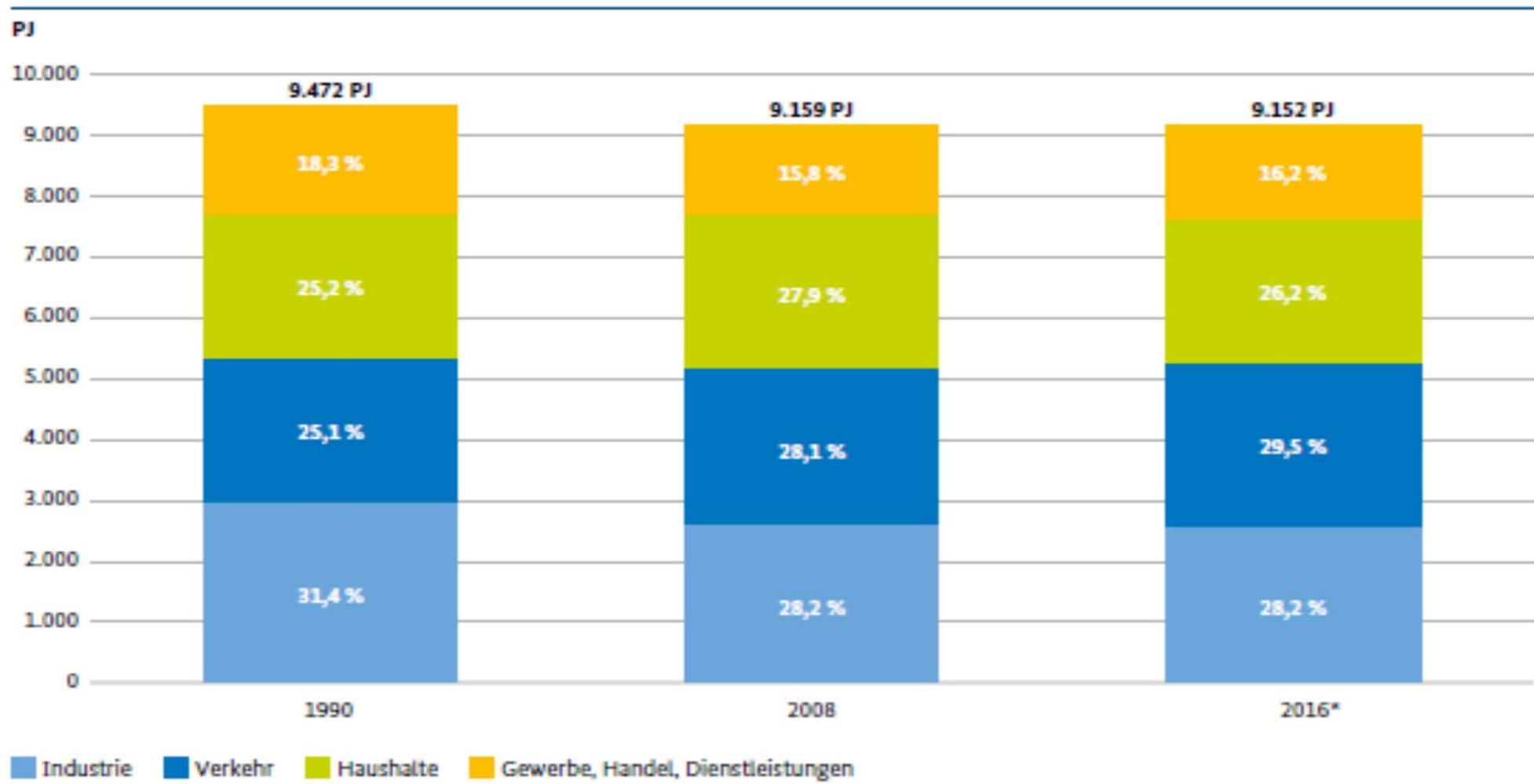
2 Der Endenergieverbrauch ergibt sich aus dem Primärenergieverbrauch abzüglich der Umwandlungsverluste, des Eigenverbrauchs des Umwandlungssektors, der Fackel- und Leitungsverluste sowie des nicht-energetischen Verbrauchs.

3 Teilweise verbrauchen die Endenergiesektoren auch Primärenergieträger. Die Industrie bspw. nutzt Rohsteinkohle zur Metallerzeugung und private Haushalte verbrauchen Erdgas zum Heizen. Sowohl beim PEV als auch EEV werden die verschiedenen Produkte (Heizöl, Steinkohlebriketts, Kokereigas usw.) zu Energieträgergruppen zusammengefasst. Die Aggregationen entsprechen denen der Auswertungstabellen der Energiebilanz (AGEB 2017b).

Quelle: AGEB – Energie in Zahlen - Arbeit und Leistungen der AG Energiebilanzen, S. 18, 1/2019

## Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch in Deutschland 1990, 2008 und 2016 (2)

Abbildung 6: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch 1990, 2008 und 2016



\* vorläufige Angaben

Quelle: Eigene Darstellung UBA auf Basis AGEB, Auswertungstabellen, Stand 09/2017

Quelle: AGEB – Energie in Zahlen - Arbeit und Leistungen der AG Energiebilanzen, S. 19, 1/2019

# Gesamter Endenergieverbrauch (EEV) nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2008 und 2016 (3)

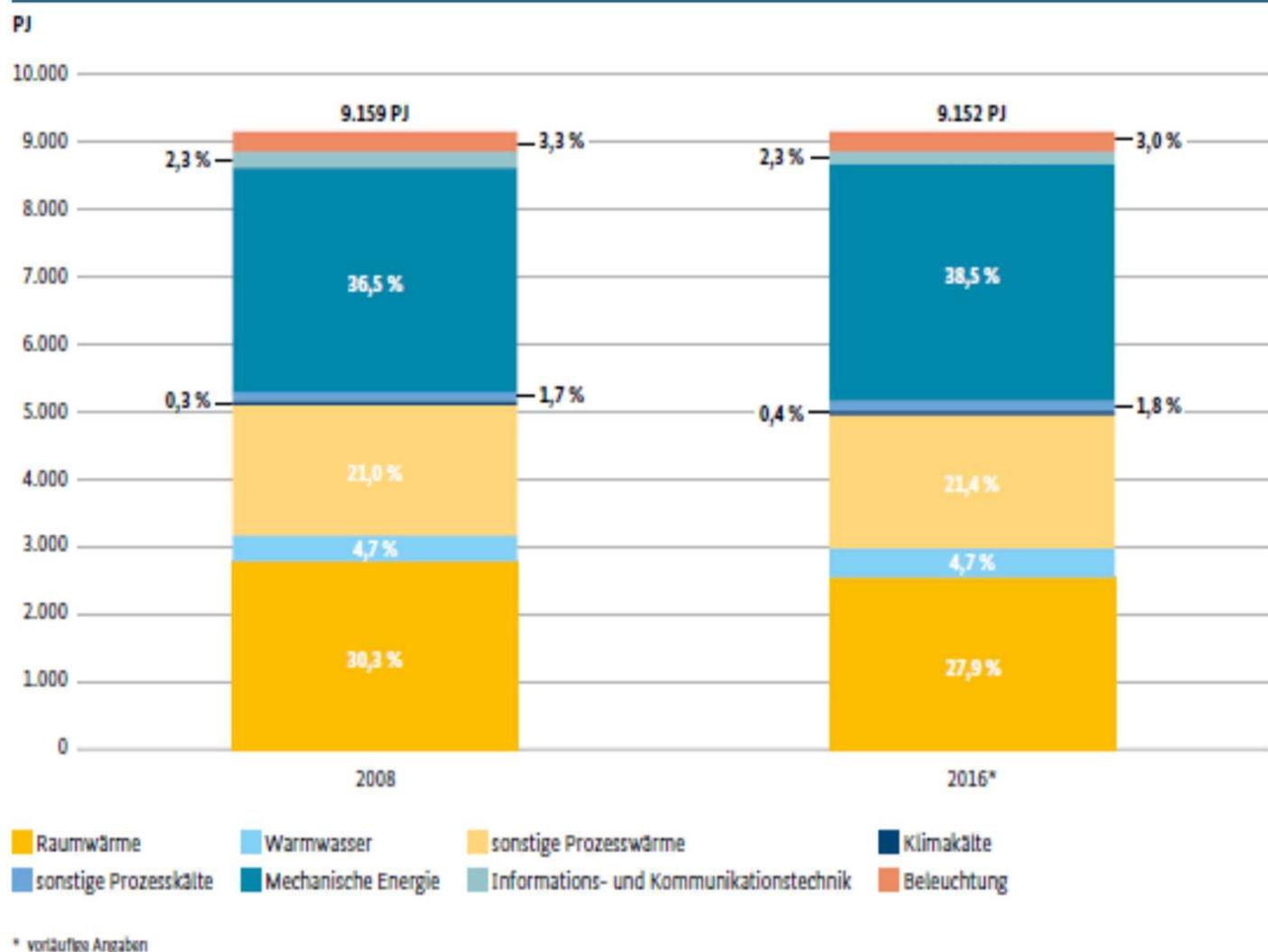
## Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen

Der größte Teil der Endenergie im Jahr 2016 wurde mit 3.520 PJ (38,5 Prozent) zur Erzeugung mechanischer Energie eingesetzt, gefolgt von Raumwärme mit 2.557 PJ (27,9 Prozent) und Prozesswärme mit 1.958 PJ (21,4 Prozent).

Die Anteile der einzelnen Anwendungsbereiche am Endenergieverbrauch haben sich seit 2008 kaum verändert. Zu verzeichnen ist ein Anstieg des Energieeinsatzes für mechanische Energie um 178 PJ (5,3 Prozent). Dies lässt sich durch eine steigende Verkehrsleistung im Verkehrssektor sowie einen vermehrten Stromeinsatz für Motoranwendungen im Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor erklären.

Der Energieeinsatz für Raumwärme ist hingegen (nicht temperaturbereinigt) um 215 PJ oder 7,8 Prozent gesunken. Dies liegt vor allem an der energetischen Sanierung des Altbaubestandes und dem Einbau effizienterer Heizsysteme.

Abbildung 9: Gesamter Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen 2008 und 2016

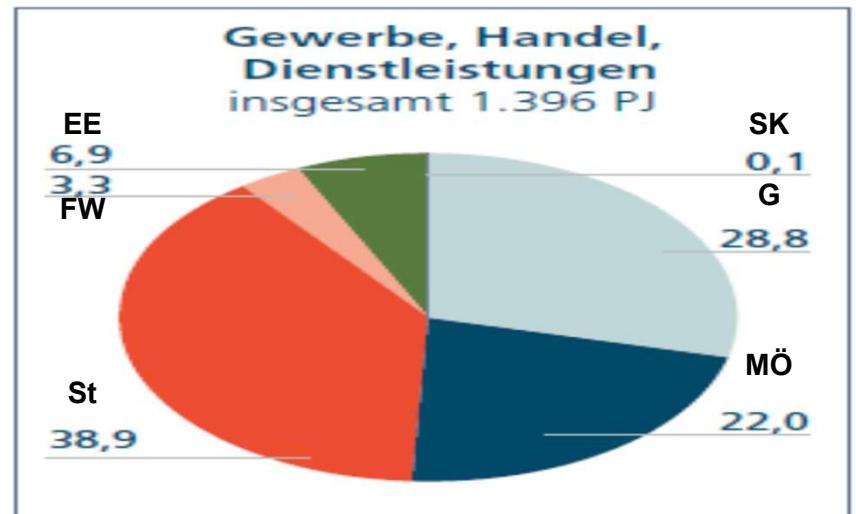
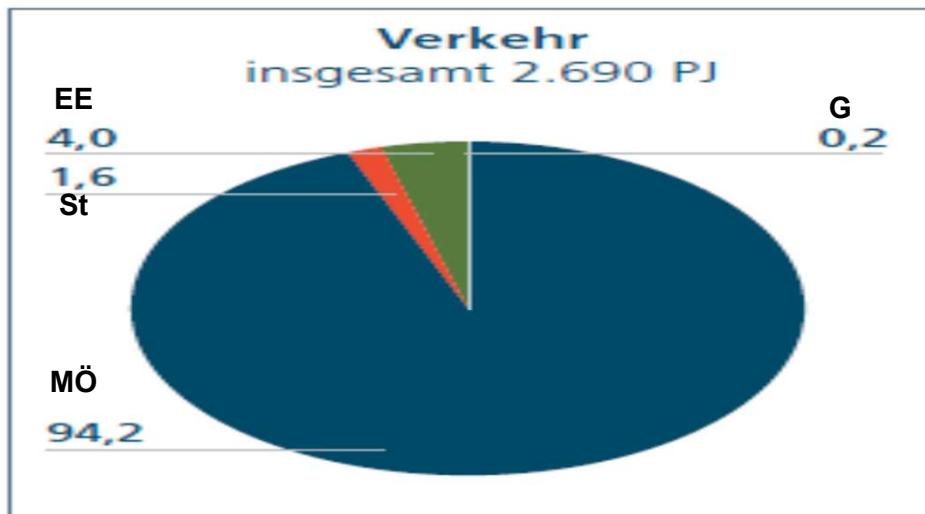
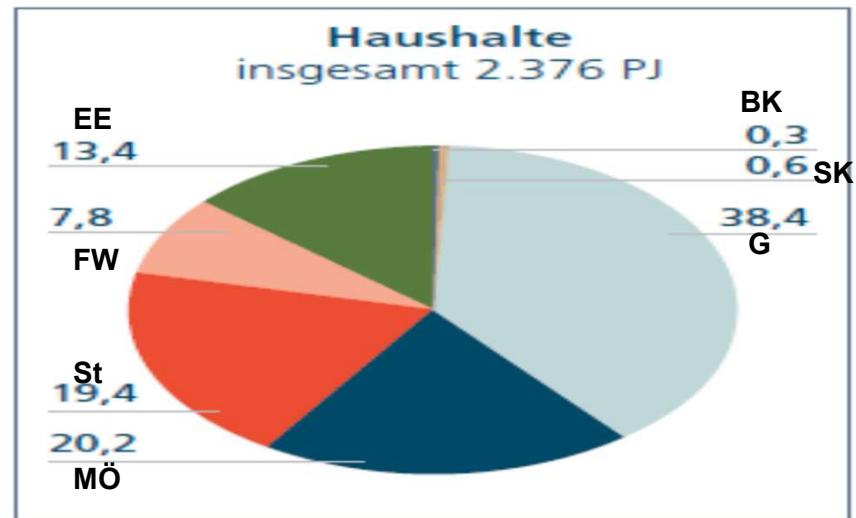
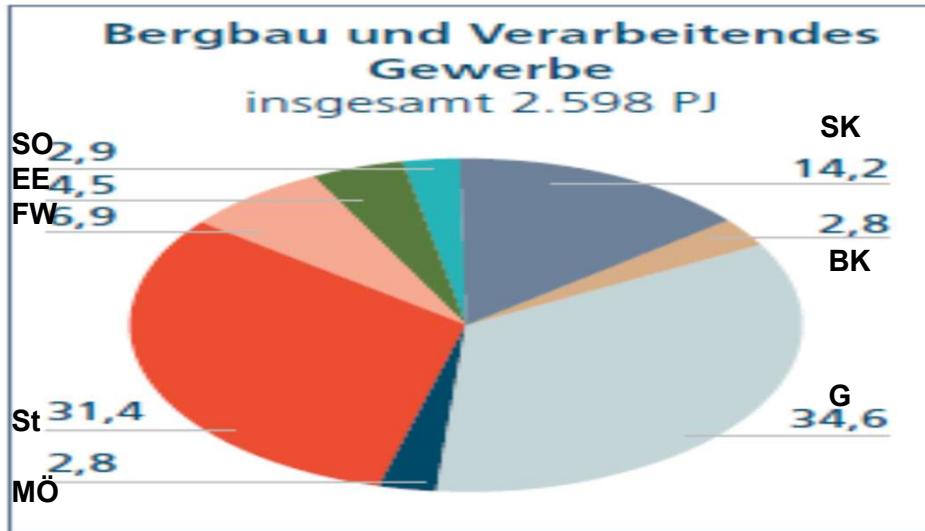


Quelle: Eigene Darstellung UBA auf Basis AGEB, Anwendungsbilanzen, Stand 12/2017

# Endenergieverbrauch (EEV) nach Sektoren mit Aufteilung nach Energieträgern in Deutschland 2016 (4)

**9.071 PJ = 2.520 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2016 - 4,3%**  
**110,2 GJ/Kopf = 30,6 MWh/Kopf**

## Anteile in %



\* Daten 2016 vorläufig, Stand 7/2018

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011) 2016: 82,3 Mio.

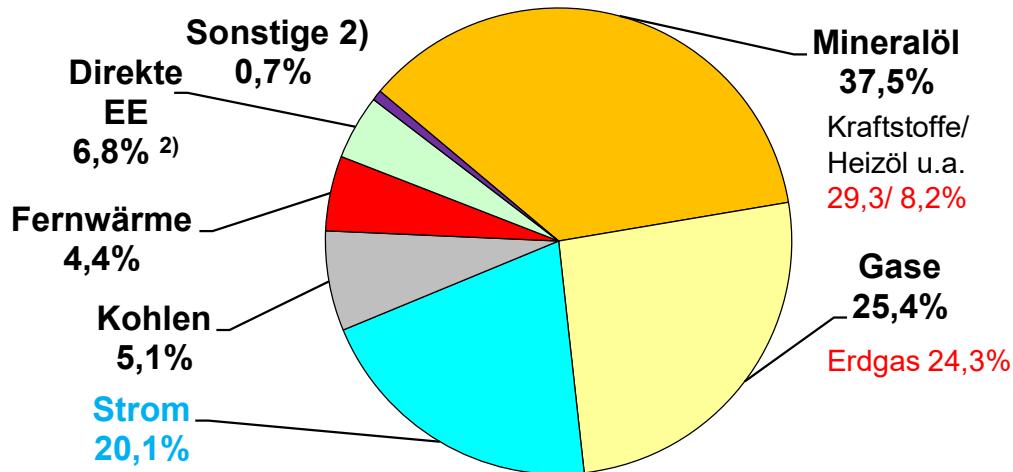
SK Steinkohle, BK Braunkohle, MÖ Mineralöle, G Gase, St Strom, EE Direkte Erneuerbare Energien ohne indirekte Erneuerbare, FW Fernwärme, So Sonstige

Quellen: AGEB – Energiedaten 2016, Grafik/Tabelle 5/2018 und Energiebilanz der BR Deutschland 2016, 8/2018

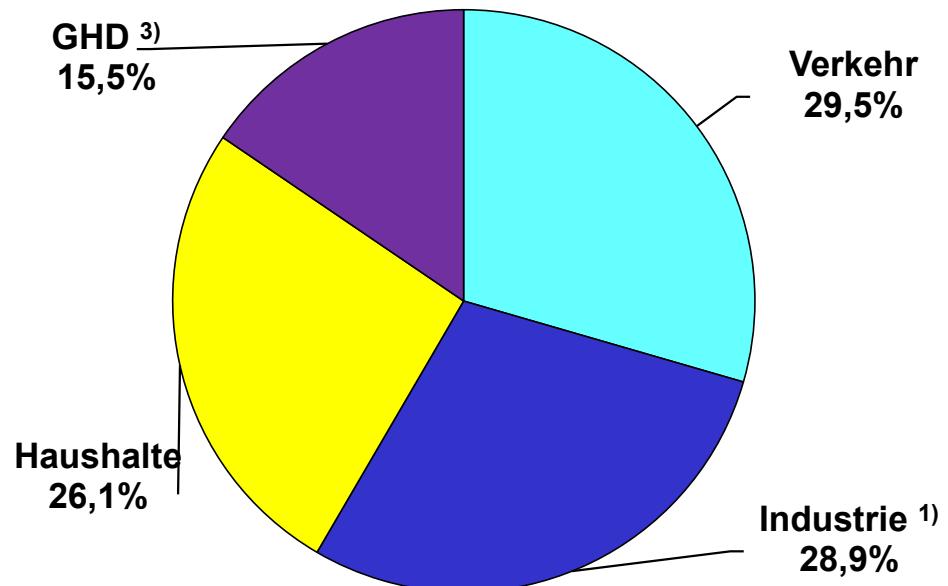
# Endenergieverbrauch (EEV) nach Energieträgern, Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Deutschland 2017 (5)

Jahr 2017: 9.329 PJ = 2.591 TWh (Mrd. kWh); Veränderung 1990/2017 - 0,2%  
 112,8 GJ/Kopf = 31,3 MWh/Kopf

## Aufteilung nach Energieträgern <sup>2)</sup>

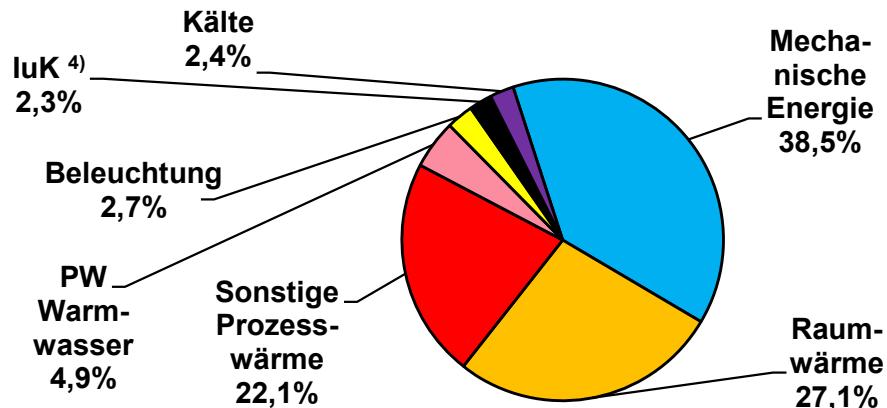


## Aufteilung nach Verbrauchssektoren



Grafik Bouse 2019

## Aufteilung nach Anwendungsbereichen



## Fazit:

- Bei den **Energieträgern** dominiert das **Mineralöl** mit einem Anteil von **37,5%**
- Bei den **Verbrauchssektoren** haben **Industrie** und **GHD** einen Anteil von **44,4%**
- Bei den **Anwendungsbereichen** ist der gesamte **Wärmeverbrauch** führend mit einem Anteil von **54,1%**

\* Daten 2017 vorläufig, Stand 1/2019

1) Übriger Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe 2) Klärschlamm, nichtbiogener Müll (50%), Abwärme

3) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen u.a. 4) Informations- und Kommunikationstechnik 5) Direkte EE: Biomassenutzung, Solarthermie, Geothermie + WP

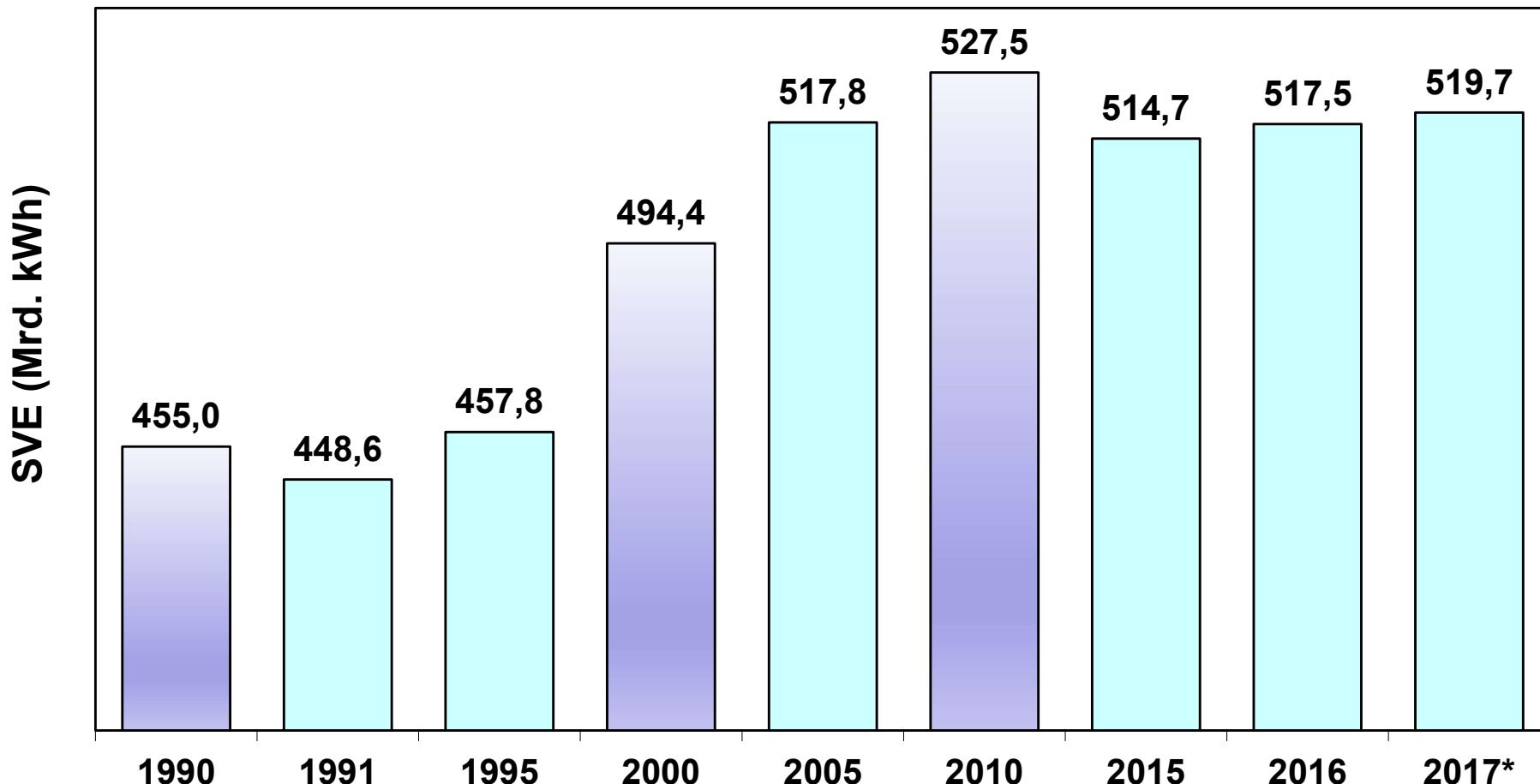
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Zensus 2011) 2017: 82,7 Mio.

Quellen: AGEB - Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2017, 11/2018; AGEB aus – Energiedaten gesamt, Grafik/Tab. 7, 1/2019;

AGEB – Energiebilanz der BR Deutschland 2017, 8/2018; Stat. BA 3/2018

# Entwicklung Stromverbrauch Endenergie (SVE) in Deutschland 1990-2017

Jahr 2017: Gesamt 519,7 TWh (Mrd. kWh) = 1.871 PJ; Veränderung 1990/2016 + 14,2%,  
 $\varnothing$  6.284 kWh/Kopf



\* Daten 2017 vorläufig, Stand 2/2019; Energieeinheit: 1 Mio. PJ = 1/3,6 Mrd. kWh (TWh)

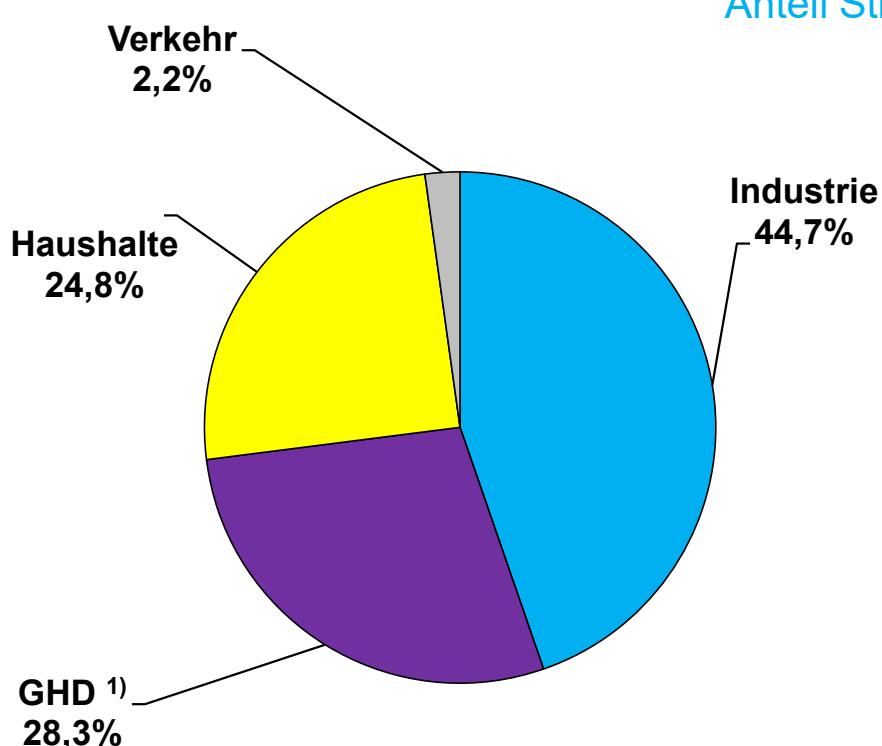
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2017: 82,7 Mio.

Quellen: AGEB- Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990-2016, 7/2017; Energieverbrauch in Deutschland 2018, Jahresbericht 2/2019  
BMWI – Energiedaten gesamt, Tab. 21, 1/2019; Stat. BA 9/2018

# Stromverbrauch Endenergie (SVE) nach Verbrauchssektoren und Anwendungsbereichen in Deutschland 2017 (2)

## Aufteilung nach

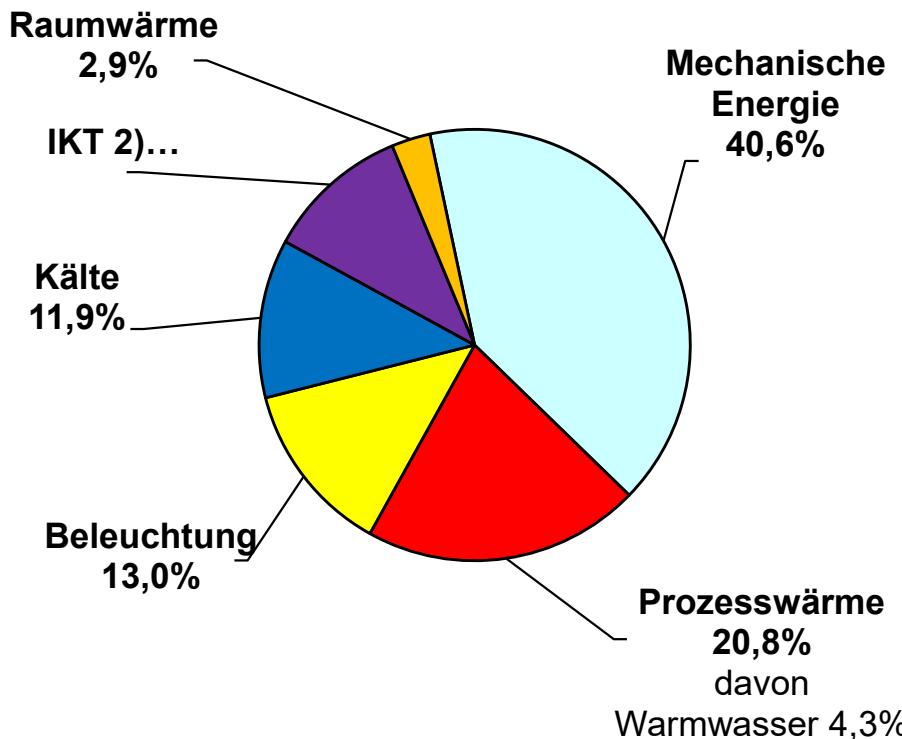
### Verbrauchssektoren



### Anwendungsbereichen

Gesamt 519,7 TWh (Mrd. kWh) = 1.871 PJ; Veränderung 1990/2016 + 14,2%,  
 $\varnothing 6.284 \text{ kWh/Kopf}$

Anteil Strom am EEV 20,1%



Grafik Bouse 2019

\* Daten 2017 vorläufig, Stand 1/2019

Energieeinheiten: 1 TWh = 1 Mrd. kWh

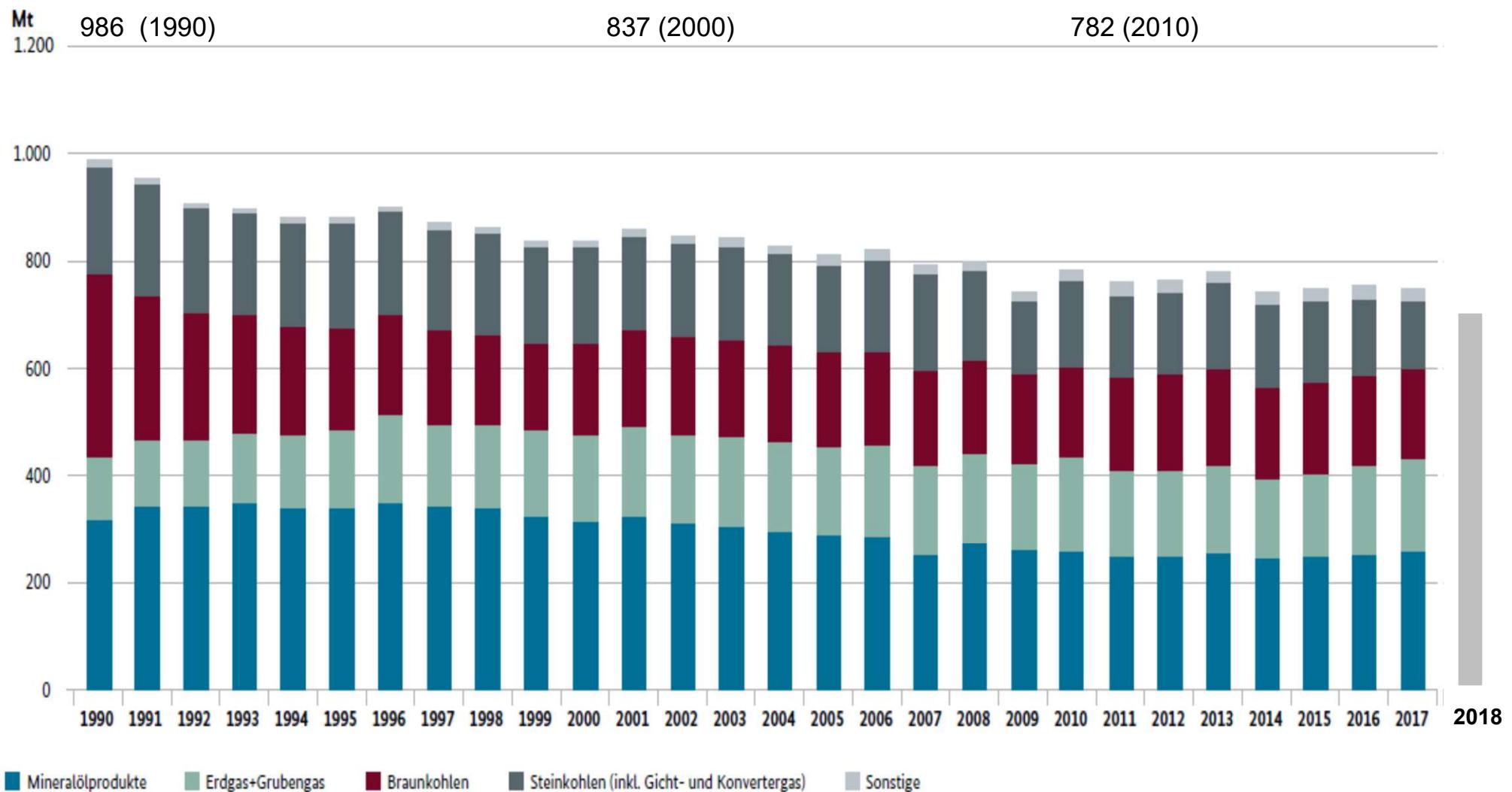
Bevölkerung (Jahresdurchschnitt, Basis Zensus 2011) 82,7 Mio.

1) GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher

2) IKT = Information & Kommunikationstechnik

# Entwicklung energiebedingte Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)-Emissionen nach Energieträgern in Deutschland 1990-2018

**Jahr 2018: Gesamt 710 Mio. t CO<sub>2</sub>; Veränderung 1990/2018 – 28,0%; 8,6 t CO<sub>2</sub> /Kopf;  
THG-Anteil 82,0% von 866 Mio. t CO<sub>2</sub> Äqui.**



■ Mineralölprodukte    ■ Erdgas+Grubengas    ■ Braunkohlen    ■ Steinkohlen (incl. Gicht- und Konvertergas)    ■ Sonstige

\* Daten 2018 vorläufig, Stand 4/2019

Bevölkerung (Jahresdurchschnitt) 2018: 82,9 Mio

1) Feste Brennstoffe einschl. Kokerei-, Stadt- und Brenngas    2) Flüssige Brennstoffe einschl. Flüssig- und Raffineriegas; ohne Flugtreibstoff für den internat. Verkehr  
3) Erdgas, Erdölgas und Grubengas    4) Sonstige einschl. statistischer Differenzen

Quellen: Umweltbundesamt (UBA) + AGEB aus BMWI Energiedaten, gesamt, Grafik/Tab. 11, 1/2019; Stat. BA 3/2019; UBA 5/2019; BMU 4/2019

# **Grundlagen zur Energieeffizienz und zum Energiemanagement**

# Energieeffizienz und Energiesparen (1)

## Was ist Energieeffizienz?

Die Energieeffizienz ist ein Maß für den Aufwand (Verbrauch) von Energie zur Erreichung eines bestimmten Nutzens.

Ein Gerät, sagen wir ein Kühlschrank, ist dann energieeffizient, wenn er den Nutzen, also die Kühlung von in ihm enthaltenen Lebensmitteln auf ca. 7°, mit wenig Energieaufwand erreicht.

Je weniger Strom der Kühlschrank zur Erreichung des Nutzens verbraucht, desto höher (besser) ist seine Energieeffizienz, und je mehr Strom er verbraucht, desto niedriger (schlechter) ist diese.

## Kennzeichnung für Energieeffizienz



Kennzeichnung für Energieeffizienz

### Einige Beispiele:

In der Europäischen Union wird die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten seit 1998 durch das **EU-Energielabel** gekennzeichnet. Seit Ende 2011 wird ein neues einheitliches EU-Label zur Kennzeichnung der Energieeffizienzklassen schrittweise für verschiedenste Geräte verbindlich. Auch neue Energiesparlampen, "Verbesserte Glühlampen", LED- und Kompakteuchtstofflampen, sowie deren Vorschaltgeräte falls vorhanden, werden in Effizienzklassen eingeteilt und für den Verbraucher gekennzeichnet.

Seit Dezember 2011 ist für **neue PKWs ein E-Effizienz-Label** vorgeschrieben, bei dem der Effizienzwert anhand der Masse und des CO<sub>2</sub> Ausstoßes des Autos/Kraftwagens berechnet wird. Seit 2009 wird in Deutschland der **Energieausweis**, manchmal auch Energiepass genannt, gemäß der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV) verwendet, um den energetischen Verbrauch von Häusern und Gebäuden zu dokumentieren.

## Bedeutung der Energieeffizienz beim Energiesparen

Die Energieeffizienz spielt heute und insbesondere in Zukunft eine wichtige Rolle beim Energiesparen, da die Verbesserung der Effizienz von Haushaltsgeräten und Glühlampen, aber auch von Autos, Heizungen, ja sogar von Häusern, also überall dort, wo Energie direkt oder indirekt verbraucht wird, eine Methode zur Energieeinsparung bei gleicher oder steigender Energienachfrage darstellt.

## Energieeffizienz und Energiesparen (2)

### Warum Energiesparen?

Energie ist ein wichtiges und notwendiges Gut in sämtlichen Bereichen unseres Lebens. Unsere Zivilisation entstand und entwickelt sich durch die Verwendung und den Verbrauch von Ressourcen und der aus ihnen erzeugten Energie. Je technisierter eine Zivilisation ist, desto mehr wird sie auf Energie angewiesen sein. Tagtäglich verbraucht jeder von uns eine Menge Energie, zum Beispiel in Form von Strom für Licht, beim Kochen, beim Wäsche Waschen, für Multimedia und Computer, Strom zum Aufladen von Akkus für Handys, Fahrräder oder Spielzeug, Kraftstoff für das Auto oder Motorrad und im Winter Gas, Öl oder andere Brennstoffe zum Heizen...

Meist ist uns der Vorgang Energie zu verbrauchen jedoch gar nicht mehr bewusst, und gleichzeitig steigt unser Energiebedarf Jahr für Jahr kontinuierlich an. So lag im Jahr 2015 der Verbrauch von Endenergie in Deutschland bei 2.472 TWh (Mrd. kWh).

### Energiesparen bedeutet Kosten senken

Die direkte Auswirkung unseres hohen Energiebedarfs bekommen wir dann schließlich mit der jährlichen Strom- und Heizkostenabrechnung präsentiert: Schon wieder eine 'gesalzene' Nachzahlung fällig! Energiegewinnung, Energieumwandlung und Verbrauch sind teuer und auch 2012 / 2013 werden die Energiepreise wieder bei den meisten Anbietern steigen.

**Je weniger Energie und Strom wir verbrauchen, desto weniger wird unser Geldbeutel belastet.**

### Energiesparen bedeutet ökologisch verantwortlich Handeln

Hohe Energiepreise sind die eine Seite, negative Auswirkungen auf Umwelt und Klima bei Energiegewinnung und Energieverbrauch die andere. Der Vorgang Energie zu erzeugen und zu verbrauchen steht fast immer in direktem Zusammenhang mit meist negativen Auswirkungen auf unsere Umwelt. So erzeugt zum Beispiel die Verbrennung von fossilen Brennstoffen zur Gewinnung von Strom, Wärme oder für Mobilität Treibhausgase wie CO<sub>2</sub>, sowie andere für Mensch und Umwelt schädliche Abgase und Feinstaub. Stromgewinnung aus Atomenergie erzeugt im Normalfall zwar keine unmittelbare Emission, aber es bleibt das große und bisher nicht gelöste Problem der Entsorgung undendlagerung des hoch radioaktiven Abfalls. Und dass die Nutzung der Atomkraft insgesamt eine unberechenbare Gefahr darstellt, ist seit der schlimmen Nuklearkatastrophe im Atomkraftwerk von Fukushima im März 2011 eine unumstößliche Tatsache.

**Je mehr Energie wir sparen und je weniger wir davon verschwenden, desto weniger belasten wir unsere Umwelt.**

# Kontinuität: Energiemanagement (1)

Der Begriff Energiemanagement bezeichnet die kontinuierliche und strukturierte Optimierung des Energiebedarfs eines Unternehmens innerhalb stetig wiederkehrender Verbesserungszyklen, wie sie in konventionellen Managementsystemen vieler Betriebe Anwendung finden. Gegenstand dieser Optimierung können sowohl technische als auch organisatorische Maßnahmen sein.

## *„Erfolgsfaktor Energiemanagement“*



Für ein Unternehmen besteht die Möglichkeit einer Zertifizierung seines Energiemanagementsystems (EuMS) nach DIN EN ISO 50001 durch entsprechende Anbieter. Die Einführung eines zertifizierten Energiemanagementsystems ist in Deutschland seit Januar 2013 Voraussetzung für Energie- und Stromsteuerermäßigungen. Darüber hinaus verlangt eine wachsende Anzahl von Betrieben von ihren Zulieferern eine Zertifizierung.

### *„Benennung eines Energiebeauftragten“*

Die Implementierung eines Energiemanagementsystems beginnt mit der Benennung eines Energiomanagers. Dieser setzt die energetischen Unternehmensziele um und berichtet der Geschäftsführung. Damit besetzt der Energiemanager die Schlüsselposition eines erfolgreichen Energiemanagementsystems.

Er ist sowohl intern als auch extern Ansprechpartner für alle energierelevanten Fragestellungen und wirkt abteilungsübergreifend als Initiator und Moderator von Energieeffizienzprojekten.

## **NORMEN UND RICHTLINIEN IM ENERGIEMANAGEMENT**

Die europäische Norm 16001 ist eine mit ISO 50001 weitgehend konforme Energiemanagementnorm aus dem Jahr 2009, während das Eco-Management and Audit Scheme EMAS dem Nachweis ökologischen Handelns dient. Eine Zertifizierung nach ISO 50001 von bereits nach den verbreiteten Normen EMAS und EN 16001 zertifizierten Unternehmen ist in der Regel nur mit geringem Aufwand verbunden.

# Kontinuität: Energiemanagement (2)

Innerhalb der ersten Verbesserungszyklen erfolgt meist die Identifikation und Umsetzung nicht- oder niedriginvestiver Maßnahmen (sogenannte low hanging fruits). Mit steigender Laufzeit beinhaltet die Projekte zunehmend komplexe Zusammenhänge, für deren Bearbeitung häufig auf externe Berater zurückgegriffen wird. Ein Beispiel für eine solche, gleichzeitig der kontinuierlichen Überwachung des Energieverbrauchs und der Erfolgskontrolle dienende Maßnahme, ist der Aufbau eines betrieblichen Energiedatenmanagementsystems.

Die Dokumentation des Energiebedarfs stellt eine wichtige Komponente eines Energiemanagementsystems dar. Abgeleitete Gang- und Summenlinien bieten die Datenbasis für eine Identifikation vieler potenziell relevanter Energieeffizienzmaßnahmen wie beispielsweise Lastmanagement oder Integration eines Blockheizkraftwerks (BHKW).

*„Belastbare Grundlage von Entscheidungen“*

Die hierfür notwendige Datenerhebung kann durch regelmäßiges, manuelles Ablesen konventioneller Verbrauchs- und Füllstandsanzeiger oder automatisiert mittels Datenloggern erfolgen. Diese bieten den Vorteil einer Verminderung des Arbeitsaufwands bei gleichzeitig höheren Investitionskosten, sodass die Wirtschaftlichkeit ihres Einsatzes von der Anzahl an Verbrauchern abhängt und damit unternehmensspezifisch bestimmt werden muss. Aus der hohen Zahl der Prozesse und Produktionsstrukturen resultiert eine

## LASTMANAGEMENT

Als Lastmanagement wird die gezielte Steuerung der elektrischen Verbraucherlast bezeichnet. Dies umfasst beispielsweise die Verlagerung der Produktion von Spitzen- hin zu Niedriglastzeiten. Aus Energiesystemsicht stellt Lastmanagement neben dem Ausbau von Speichern, Netzen und Reservekraftwerken eine wichtige Flexibilisierungsoption für die Integration volatiler erneuerbarer Energien dar. Aus Unternehmenssicht können durch Lastmanagement u.a. Lastspitzen vermieden und damit der Leistungspreis verringert werden.

Vielzahl unterschiedlicher Anforderungen an ein Energiedatenmanagement. Am Markt existieren viele Anbieter entsprechender Lösungen, wobei ein Unternehmen aus unterschiedlichen Betriebsmodellen das passende System auswählen kann. Viele Marktteure bieten die Möglichkeit der Betreuung von Datenerfassung und -verarbeitung als Dienstleistung an. Für punktuelle Messungen existieren auch sogenannte mobile Messkoffer, die erworben oder gemietet werden können.

Mit der Einführung der Dokumentation und Auswertung des Energiebedarfs verfügt ein Unternehmen über eine Entscheidungsgrundlage zur Bewertung des Verlaufs seines Energiebedarfs. Hierbei ist zu beachten, dass die Verwendung von absoluten Verbräuchen die Gefahr einer falschen Interpretation birgt. Zur Vermeidung dieses Problems muss eine Bereinigung um relevante Produktions- und Randbedingungen und/oder die Bildung von Energiekennzahlen erfolgen. Anhaltspunkte für eine praxisorientierte Bildung, Implementierung und Nutzung von belastbaren Energiekennwerten bietet die gleichnamige VDI-Richtlinie 4662.

*„Fehlerquelle Kennzahlbildung“*

# Kernfrage: Wirtschaftlichkeit (1)

Für jede im Rahmen eines Energiemanagementsystems identifizierte Maßnahme stellt sich die Frage der Wirtschaftlichkeit. Oftmals ist eine negative Umsetzungsentscheidung das Ergebnis einer Bewertung mittels der Amortisationszeit, welche in vielen Unternehmen als wirtschaftliches Entscheidungskriterium eingesetzt wird. Diese Größe dient jedoch mehr der Risikoabschätzung und besitzt hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit nur beschränkte Aussagekraft.

## „Wirtschaftlichkeitsrechnung und Amortisationsbetrachtung“

Aus dem Kapitalwert einer Maßnahme hingegen ist ihr ökonomischer Nutzen direkt ablesbar. Unterstellt wird hierbei ein definierter Zinssatz. Als Zinssatz kann der einer Bankanlage oder die angestrebte Rendite verwendet werden, wobei ein Kapitalwert größer Null entweder den Vorteil einer Investition gegenüber der Bankanlage oder die Erreichung der Zielrendite beschreibt. Die Renditevorgabe an eine Energieeffizienzmaßnahme ist dabei von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich.

Für eine möglichst generische Wirtschaftlichkeitsaussage wird in dieser Broschüre die interne Verzinsung des jeweiligen Erfolgsbeispiels als Rentabilitätsmaß angegeben. Die interne Verzinsung ist der Zinssatz, bei dem der Kapitalwert einer Investition Null wird, und entspricht damit dem effektiven Jahreszins eines Kredites mit konstanten Ratenzahlungen. Durch den Vergleich der internen Verzinsung und der firmenspezifischen Renditevorgabe können Entscheidungsträger erkennen, ob die jeweilige Maßnahme die Wirtschaftlichkeitskriterien des Unternehmens erfüllt. Zur Orientierung ist in der nachfolgenden Tabelle die interne Verzinsung in Abhängigkeit von Anlagennutzungsdauer und geforderter Amortisationszeit dargestellt.

		INTERNE VERZINSUNG [%]									
		Anlagennutzungsdauer [Jahre]									
AMORTISATIONSZEIT [Jahre]	2	3	4	5	6	7	8	10	12	15	
	0,5	100 %	173 %	192 %	197 %	199 %	200 %	200 %	200 %	200 %	
	1	62 %	84 %	93 %	97 %	98 %	99 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	2	0 %	23 %	35 %	41 %	45 %	47 %	48 %	49 %	50 %	50 %
	3	–	0 %	13 %	20 %	24 %	27 %	29 %	31 %	32 %	33 %
	4	–	–	0 %	8 %	13 %	16 %	19 %	21 %	23 %	24 %
	5	–	–	–	0 %	6 %	9 %	12 %	15 %	17 %	18 %
	6	–	–	–	–	0 %	4 %	7 %	11 %	13 %	15 %
	7	–	–	–	–	–	0 %	3 %	7 %	10 %	12 %
	8	–	–	–	–	–	–	0 %	4 %	7 %	9 %

## Kernfrage: Wirtschaftlichkeit (2)

Die Berechnung der internen Verzinsung erfolgt idealerweise mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, da sie für mehrjährige Investitionen nicht mehr analytisch lösbar ist. Zusätzlich zur Kapitalrendite sind gegebenenfalls in der Lebensdauer der Maßnahme geplante Veränderungen der Produktion

### INTERNE ZINSFUSS METHODE

Die interne Verzinsung ist jener Zinssatz, bei dem die diskontierten Aufwendungen und Erträge aus einer Investition einander ausgleichen. Es wird derjenige Zinssatz  $i$  gesucht, bei dem der Kapitalwert

$$KW = -I + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

gleich null ist. Hierbei wird die Investition  $I$  der Summe aller Zahlungen  $C_t$  zum Jahr  $t$  gegenübergestellt. Der Zeitraum  $T$  steht für die Einsatzdauer des Investitionsobjekts.

bei der Umsetzungsentscheidung zu berücksichtigen. Dies gilt ebenfalls für nicht energetische Auswirkungen wie beispielsweise Verbesserungen von Produktqualität oder Produktionstakt.

Dass diesen Effekten im Hinblick auf ihre Relevanz für die Produktion eine sehr hohe Bedeutung zukommt, wird in den folgenden Steckbriefen deutlich.

# Energieeffizienz in Unternehmen

## Energieeffizienz lohnt sich in KMU (1)

In Deutschland und Europa haben erneuerbare Energien einen immer größeren Anteil an der Stromversorgung. Um die Energiewende erfolgreich zu gestalten, muss Energie aber auch effizienter eingesetzt werden. Ein Potenzial, das öffentliche und private Haushalte sowie Unternehmen noch zu wenig nutzen.

Bis zum Jahr 2020 will die Europäische Union den Klimaschutz weiter vorantreiben. So sollen die Treibhausgasemissionen um 20 Prozent gesenkt werden, mindestens 20 Prozent der Endenergie aus erneuerbaren Quellen kommen und zugleich 20 Prozent weniger Primärenergie verbraucht werden. Doch während der Umbau des Energiesystems in Europa und Deutschland hin zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien dynamisch voranschreitet, läuft es bei der Energieeinsparung schleppender. Daher sind verstärkte Energieeffizienzmaßnahmen zentrale Bedingungen für mehr Klimaschutz und eine erfolgreiche Energiewende.

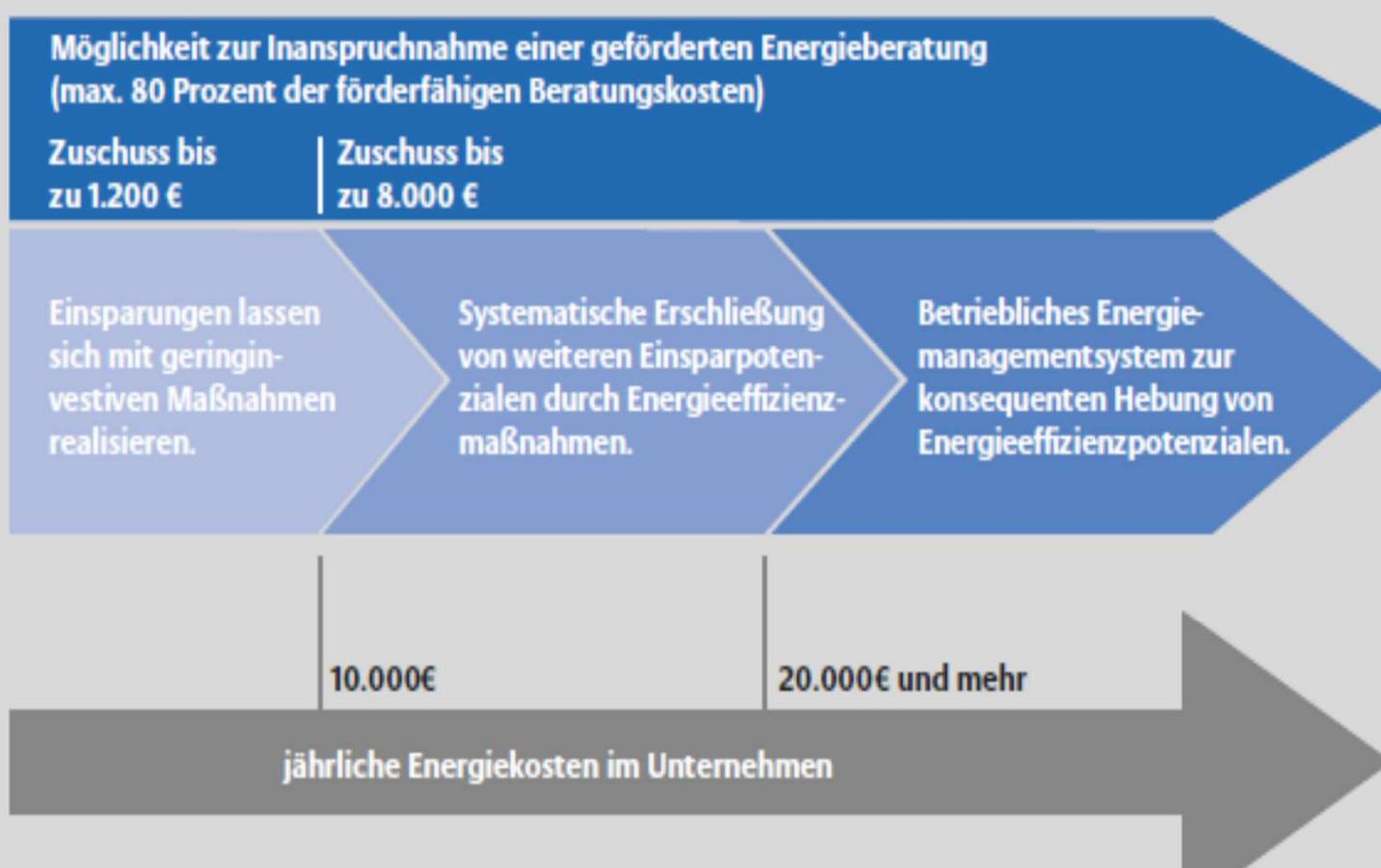
Die Einführung und Umsetzung von betrieblichen Energieremanagementsystemen sowie Investitionen in modernere, energieeffiziente Technik sind in der Regel sehr rentabel. Die anfänglichen Mehrkosten für die Anschaffung effizienterer Technik rechnen sich in den meisten Fällen, weil bei der späteren Nutzung weniger Energie verbraucht wird und somit geringere Energiekosten anfallen. Über die Dauer des gesamten Anlagenlebenszyklus betrachtet, lohnen sich solche Investitionen in mehrfacher Hinsicht. So sinken zum Beispiel durch den Austausch einer alten Beleuchtungsanlage in einem Unternehmen gegen ein modernes Lichtsystem sowohl der Energieverbrauch als auch die Kosten für Wartung und Instandhaltung.

Je nach Höhe der jährlichen Energiekosten können unterschiedliche Maßnahmen sinnvoll sein, um die Energieeffizienzpotenziale im eigenen Unternehmen zu heben.

- Bis zu 10.000 Euro: Trotz der vergleichsweise geringen Energiekosten bestehen Energieeffizienzpotenziale, die in den meisten Fällen mit geringen Investitionsmaßnahmen gehoben werden können. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben die Möglichkeit, eine staatlich geförderte Energieberatung in Anspruch zu nehmen. Sie bietet einen guten Ausgangspunkt für eine systematische Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Die Zuschüsse betragen bis zu 1.200 Euro (max. 80 Prozent der förderfähigen Beratungskosten).
- Über 10.000 Euro: Im Rahmen einer staatlich geförderten Energieberatung können bis zu 8.000 Euro der förderfähigen Beratungskosten im Rahmen des Förderprogramms geltend gemacht werden.
- Über 20.000 Euro: Bei jährlichen Energiekosten ab dieser Höhe empfiehlt es sich, zusätzlich zur Durchführung einer staatlich geförderten Energieberatung, die Einführung eines betrieblichen Energieremanagementsystems oder eines alternativen Systems zur Verbesserung der Energieeffizienz zu prüfen. So ist es möglich, konsequent die wirtschaftlichen Einsparpotenziale zu heben und gegebenenfalls auch Vergünstigungen, wie etwa den Spitzenausgleich bei der Energie- und der Stromsteuer, in Anspruch zu nehmen.

## Energieeffizienz lohnt sich in KMU (2)

### *Empfohlene Maßnahmen in Abhängigkeit von den jährlichen Energiekosten.*



# Förderfähige Energieberatung in KMU

Zur Erfassung und Hebung ihrer Energieeffizienzpotenziale können Unternehmen eine Energieberatung in Anspruch nehmen. Bei der Auswahl eines Energieberaters ist es wichtig, auf dessen Kompetenz zu achten. Ein erfahrener Energieberater verfügt zum Beispiel über fundierte theoretische und praktische Kenntnisse in der Energietechnik, aber auch über betriebswirtschaftliches Know-how. So leistet er wertvolle Unterstützung bei der Identifizierung von Einsparpotenzialen sowie bei der Entwicklung und Umsetzung wirtschaftlicher Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs und der Energiekosten.

## Aufgaben eines Energieberaters:

- Systematische Analyse der aktuellen energetischen Situation des Betriebs.
- Schaffung von Transparenz über die Verteilung der Energieverbräuche und Energiekosten innerhalb des Betriebs.
- Ermittlung der Hauptenergieverbraucher mit anschließender Festlegung jener Bereiche, die in der Folge detaillierter betrachtet werden.
- Durchführung von Messungen für einzelne Bereiche oder Anlagen sowie Auswertung der Messergebnisse.
- Bestimmung von Energiekennzahlen sowie deren Bewertung und Einordnung innerhalb der Branche.
- Erarbeitung wirtschaftlich bewerteter Maßnahmenvorschläge zur Optimierung des Energieeinsatzes und gegebenenfalls Begleitung der Umsetzung.

## Was ein Energieberater in Betrieben typischerweise untersucht:

- Wärme- oder Dampferzeugung und die entsprechende Verteilung in Neben- und Produktionsanlagen.
- Bereitstellung von Kälte für Produktionsprozesse oder für die Raumklimatisierung.
- Möglichkeiten von Wärmerückgewinnung, z. B. in der Lüftungs- und Klimatechnik oder an Produktionsanlagen.
- Möglichkeiten zur Nutzung von erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung.

## Ablauf einer Energieberatung.

Eine professionelle Energieberatung für Unternehmen besteht aus mehreren Arbeitsschritten. Im Fokus der Beratung steht die Analyse des Istzustands im Unternehmen. Diese sollte alle Energieanwendungen, z. B. Gebäude, Prozesse und Anlagen sowie die Beförderung, umfassen. Im Rahmen der Analyse werden die aktuellen Energieverbräuche und -kosten erfasst und dokumentiert. Anhand dieser Daten kann der Energieberater abschätzen, bei welchen Prozessen ein hohes Energieeinsparpotenzial zu erwarten ist und wo sich detaillierte Untersuchungen lohnen.

Basierend auf dieser Einschätzung werden konkrete Energieeffizienzmaßnahmen erarbeitet und eine Analyse der Lebenszykluskosten für die erarbeiteten Maßnahmen vorgenommen. Im Ergebnis wird vom Energieberater ein Abschlussbericht erstellt, mit dem konkrete Empfehlungen für Energieeffizienzmaßnahmen, deren Priorisierung sowie Kosten und erwartete Einsparungen dargestellt und Vorschläge zur Finanzierung (z. B. Contracting) und zu Fördermöglichkeiten vorgelegt werden.

Mit der DIN EN 16247-1 wurde im Oktober 2012 ein europaweit einheitlicher Standard veröffentlicht, der die Anforderungen und Rahmenbedingungen für qualitativ hochwertige Energieaudits festlegt. Da ein Audit durch einen Energieberater erarbeitet werden kann, sollte der Ablauf einer Energieberatung im Idealfall den Anforderungen der DIN EN 16247-1 entsprechen.

## Finanzielle Förderung.

Im Rahmen des Förderprogramms „Energieberatung Mittelstand“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie wird der Einsatz von Energieberatern finanziell gefördert. Die Höhe der Förderung beträgt bis zu 80 Prozent der förderfähigen Beratungskosten.

## Weitere Informationen.

- [www.kfw.de](http://www.kfw.de)
- [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)



# Förderfähiges Energiemanagement in KMU (1)

Ein betriebliches Energiemanagement hat das Ziel, Energieverbräuche und -kosten in einem Unternehmen systematisch zu erfassen, die energiebezogene Leistung kontinuierlich zu verbessern und damit die Energiekosten nachhaltig zu senken. Allein durch die Einführung eines Energiemanagementsystems (EnMS) und die daraus abgeleiteten nicht-investiven Maßnahmen lassen sich in der Regel Einsparungen beim Energieverbrauch von bis zu zehn Prozent erzielen. Investive Maßnahmen, die auf Basis eines Energiemanagements umgesetzt werden, können zusätzlich bis zu 25 Prozent Einsparungen erbringen.

## Die Vorteile des betrieblichen Energiemanagements:

- Systematische Erfassung und Überwachung von Energieverbräuchen und -kosten.
- Transparenz der Energiekosten und Energieverbräuche in den verschiedenen Produktionsbereichen und Abteilungen.
- Verursachergerechte Zuordnung und Abrechnung der Energiekosten.
- Möglichkeit, signifikante Änderungen im Energieverbrauch in einzelnen Bereichen schnell zu erkennen und darauf zu reagieren.
- Erfüllung der gesetzlichen Pflicht gemäß EED Art. 8 Energieaudits.
- Verbesserung der Anlagentechnik, Investition in innovative und zukunftsfähige Technologien.
- Sensibilisierung der Mitarbeiter bezüglich Energieeffizienz und Klimaschutz.

## Grundlagen eines Energiemanagementsystems.

Die Grundidee eines EnMS ist – wie auch bei anderen Managementsystemen – die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen auf Basis eines sich wiederholenden Zyklus. Dieser besteht

aus den Phasen Planung (PLAN), Umsetzung (DO), Überprüfung (CHECK) und Verbesserung (ACT):

- PLAN: Ausgehend von einer ersten Analyse und Bewertung des Energieeinsatzes und Energieverbrauchs werden Ziele gesetzt und Aktionspläne zu deren Erreichung entwickelt.
- DO: Die Aktionspläne werden umgesetzt, energierelevante Abläufe geplant, Verantwortlichkeiten festgelegt, Mitarbeiter geschult.
- CHECK: Die Wirksamkeit der Umsetzung wird überprüft.
- ACT: Auf Grundlage der Überprüfungsergebnisse werden ggf. Korrekturen eingeleitet.

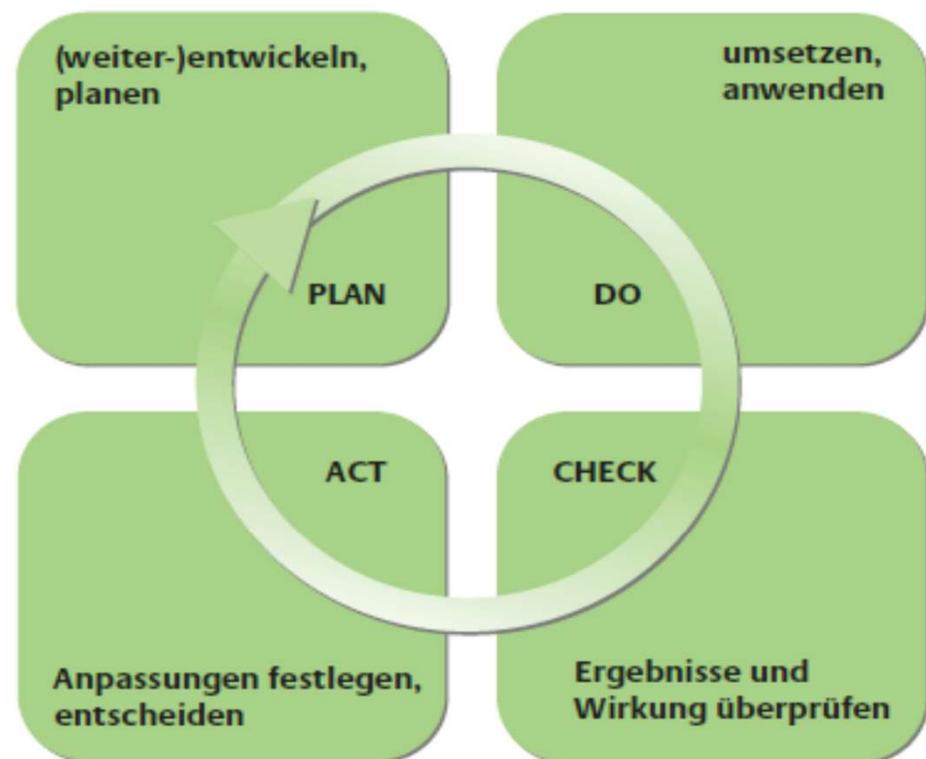


Abb. 2: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (PDCA-Zyklus) bei einem Energiemanagementsystem.

# Förderfähiges Energiemanagement in KMU (2)

## Wo wird Energiemanagement eingesetzt?

Grundsätzlich kann jedes Unternehmen ein Energiemanagementsystem einführen und nutzen. Kleine und mittlere Unternehmen, denen häufig die notwendigen Ressourcen für die Einführung eines kompletten Energiemanagements fehlen, können zunächst einzelne Bestandteile einführen. Es lohnt sich für sie, zunächst über ein Energiecontrolling Energieverbräuche und -kosten kontinuierlich zu erfassen, um eine gute Basis für die systematische Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen zu erhalten.

## Vorgehen bei der Einführung.

Zur Einführung eines EnMS bedarf es zunächst der grundsätzlichen Entscheidung der Geschäftsführung für ein solches System. Die zentralen ersten Schritte beinhalten das Formulieren strategischer Ziele, die Festlegung der Organisationsstruktur und der Verantwortlichkeiten sowie die Einsetzung eines Energiemanagers und je nach Unternehmensgröße eines Energieteams (siehe Abbildung 4). Der nächste Schritt ist die Analyse und Bewertung des Energieeinsatzes im Unternehmen. Darauf aufbauend lassen sich Energiekennzahlen ermitteln, die die betriebsinterne Energieversorgungs- und Energieverbrauchsstruktur aussagekräftig beschreiben. Nun können technische und organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Energiekosten eingeleitet und umgesetzt werden.

## Zertifizierung.

Ein zertifiziertes betriebliches Energiemanagementsystem ist für Unternehmen eine Voraussetzung, den Spitzenausgleich bei der Energie- und der Stromsteuer zu erhalten. Energieintensive Unternehmen mit hohem Stromverbrauch bekommen die Reduzierung der EEG-Umlage nach der besonderen Ausgleichsregelung des EEG nur dann gewährt, wenn sie ein zertifiziertes EnMS eingeführt haben. Die Energiemanagementnorm ISO 50001 gibt konkrete Anforderungen an die Ausgestaltung eines systematischen Energiemanagements vor. Unternehmen, die sich nach ISO 50001 zertifizieren lassen möchten, sollten die Anforderungen der Norm gleich bei der Planung und Einführung eines Energiemanagements berücksichtigen. Unternehmen können sich die Zertifizierung von EnMS finanziell fördern lassen. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf Seite 19.

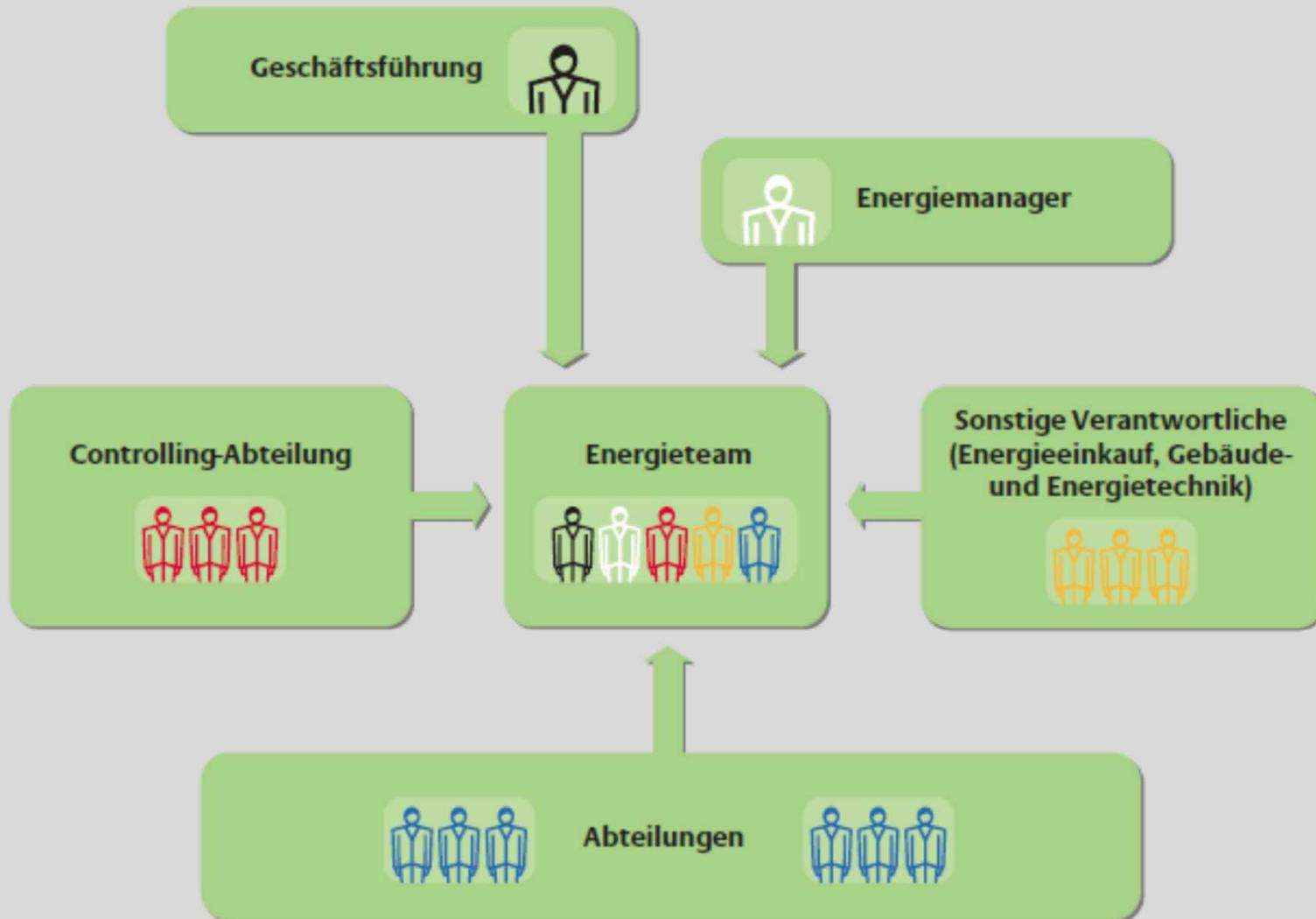


## Weitere Informationen.

- Handbuch für betriebliches Energiemanagement  
[www.industrie-energieeffizienz.de/energiemanagement](http://www.industrie-energieeffizienz.de/energiemanagement)
- Webspecial Energiemanagement unter  
[www.webspecial-energiemanagement.de](http://www.webspecial-energiemanagement.de)
- Allgemeine Informationen unter  
[www.industrie-energieeffizienz.de](http://www.industrie-energieeffizienz.de)

## Förderfähiges Energiemanagement in KMU (3)

### *Organisationsform des Energieteams.*



# Finanzierung und Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen für KMU in Deutschland 2015 (1)

Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz sind in der Regel wirtschaftlich hoch rentabel. Unternehmen, die in diesem Bereich investive Maßnahmen planen, sollten sich zunächst über die Kapitalbereitstellung Gedanken machen. Denn die Auswahl der geeigneten Finanzierungsart und der passenden Finanzierungsmodelle ist mitentscheidend für den Erfolg des Vorhabens. Dies gilt besonders für kleine und mittlere Unternehmen, denen oftmals das Eigenkapital für die Investitionen fehlt.

## Finanzierungsarten.

Zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen stehen Unternehmen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung. Einerseits kann die Finanzierung aus dem Eigenkapital oder aber auch mithilfe von Fremdkapital, wie Kreditfinanzierung, öffentlichen Förderdarlehen oder Fördermitteln, oder als Contracting durchgeführt werden. Hier unterscheidet man zwischen Energieliefer-Contracting (Planung, Finanzierung und Betrieb von Anlagen inkl. Energielieferung) und Energiespar-Contracting (Optimierung bestehender Anlagen mit einer garantierten Reduzierung des Energieverbrauchs und der Energiekosten). Um die ideale Lösung für das geplante Vorhaben zu finden, ist es wichtig, die Wahl der Finanzierungsart genau am Bedarf und an den unternehmerischen Rahmenbedingungen auszurichten. Je nach Investitionsumfang und Nutzungsdauer eignen sich unterschiedliche Finanzierungsmodelle. Unternehmen sollten sich von Ihrer Hausbank beraten lassen und die Finanzierungsmodelle sowie deren Konditionen prüfen und mit Alternativen vergleichen.

- Finanzierungs-, Investitions-, Liquiditätsplan.
- Gesellschaftsvertrag.
- Handelsregisterauszug.

## Relevante Aspekte für die Beurteilung der Finanzierungsmodelle:

- Höhe des effektiven Jahreszinses.
- Höhe der monatlichen Rate.
- Länge der Zinsbindung.
- Tilgungsplan.
- Gesamtaufzeit des Darlehens.
- Restschuld und Anschlussfinanzierung.
- Sondertilgungsrechte.
- Bereitstellungsgebühren.

## Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz.

Besonders für KMUs existieren zahlreiche Förderprogramme zur Finanzierung von Energieeffizienzmaßnahmen. So stehen von der geförderten Energieberatung über Zuschüsse zu Investitionen oder Zertifizierungskosten bis hin zu vergünstigten Krediten verschiedene Programme zur Verfügung.

## Geförderte Energieberatung.

Im Rahmen des Programms „Energieberatung Mittelstand“ werden Zuschüsse für qualifizierte und anbieterunabhängige Energieeffizienzberatungen in Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe gewährt (siehe Seite 5).



# Finanzierung und Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen für KMU in Deutschland 2015 (2)

Beim Ersatz von Anlagen oder einer Optimierung des Systems erhalten Unternehmen zum Beispiel Investitionszuschüsse für folgende Querschnittstechnologien:

- Elektrische Motoren und Antriebe.
- Pumpen.
- Drucklufterzeuger.
- Ventilatoren und Anlagen zur Wärmerückgewinnung in raumlufttechnischen Anlagen.

Antragsformulare und Merkblätter stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Verfügung.

## Geförderte Kredite.

Die KfW bietet für kleine, mittlere und große Unternehmen im Rahmen ihres Energieeffizienzprogramms Kredite zu vergünstigten Konditionen für Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen an. Die Beantragung eines entsprechenden Kredits erfolgt zum Beispiel über Ihre Hausbank.

Unter anderem für die folgenden Energieeffizienzmaßnahmen werden Kredite vergeben:

- Maschinenparks inklusive Querschnittstechnologien.
- Anlagentechnik inklusive Heizung, Kühlung, Beleuchtung, Lüftung und Warmwasser.
- Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Blockheizkraftwerke.
- Gebäudehülle.
- Informations- und Kommunikationstechnik.

Darüber hinaus bieten auch **Institutionen auf Ebene der Bundesländer** Möglichkeiten zur Unterstützung der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Über die genauen Konditionen informiert Sie beispielsweise Ihre Hausbank.

## Förderung von Energiemanagementsystemen.

Im Rahmen des Förderprogramms unterstützt das BMWi finanziell die Zertifizierung von Energiemanagementsystemen und Energiecontrollingsystemen sowie den Erwerb von Messtechnik und Energiemanagementsoftware.

Für alle Fördergegenstände gilt:

- Maximalförderung in Höhe von 20.000 Euro bei Einreichung von Anträgen für mehrere Maßnahmen.
- Nicht antragsberechtigt sind unter anderem Unternehmen, die im laufenden oder vorherigen Kalenderjahr einen Antrag auf Reduzierung der EEG-Umlage gestellt haben und zum Nachweis einer Zertifizierung verpflichtet waren.

Förderanträge können beim BAFA im elektronischen Antragsverfahren eingereicht werden.

## Weitere Informationen.

- [www.industrie-energieeffizienz.de/themen/foerdermittel](http://www.industrie-energieeffizienz.de/themen/foerdermittel)
- Informationen zum Thema Contracting unter [www.kompetenzzentrum-contracting.de](http://www.kompetenzzentrum-contracting.de)
- Förderanträge online abrufen unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de)
- Informationen zu den Förderprogrammen unter [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)



# Finanzielle Förderung und Unterstützungsmöglichkeiten für Unternehmen in Baden-Württemberg, Stand 5/2014

## LANDESFÖRDERPROGRAMME BADEN-WÜRTTEMBERG

- Klimaschutz-Plus-Förderprogramm (Programmteil für KMU)
  - Förderung von Energiediagnosen und CO2-sparenden Maßnahmen (nicht Prozesse)
  - Durchführung/Teilnahme an Energie-Effizienztischen
- Energieeffizienzfinanzierung – Mittelstand (KMU): zinsverbilligte Darlehen
- Demonstrationsvorhaben Energie
- Bioenergiewettbewerb Baden-Württemberg
- Ecofit

## BUNDESFÖRDERPROGRAMME

- Energieberatung Mittelstand: Initial- und Detailberatung
- KfW-Energieeffizienzprogramm: zinsverbilligte Darlehen für Effizienzmaßnahmen
- Zuschüsse bei der Einführung von Energiemanagementsystemen (BAFA)
- Investitionszuschüsse zum Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien (BAFA)
- Investitionszuschüsse zu KWK-Anlagen bis 20 kWel (BAFA)
- Förderung von Beratung und Maßnahmen an gewerblichen Kälteanlagen (BAFA)
- Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien (BAFA)
- KfW-Programme „Erneuerbare Energien“ und „Erneuerbare Energien – Speicher“

## WEITERE FINANZIELLE ANREIZE

Hinsichtlich Effizienz und Wirtschaftlichkeit bieten Aspekte der eigenen Erzeugung von Strom auch finanzielle Anreize:

- bei einer Eigennutzung entfallen Strombezugskosten
- bei einer Einspeisung erhält der Betreiber eine Vergütung gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
- bei einem BHKW-Betrieb erhält der Betreiber eine Vergütung gemäß dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-Gesetz)

Informieren Sie sich auch über die Möglichkeiten, bei der Strom- oder Energiesteuer bzw. bei der EEG-Umlage Entlastungen zu beantragen. Informationen finden Sie unter [www.bafa.de](http://www.bafa.de).

# Checkliste für erste wichtige Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in KMU

Erste wichtige Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zeigt Ihnen die folgende Checkliste. Sie bietet eine gute Ausgangsposition, um die Energieverbräuche in Ihrem Unternehmen transparenter zu machen und mit der systematischen Steigerung der Energieeffizienz zu beginnen. Bei der energetischen Optimierung der Querschnittstechnologien steht am Anfang immer die Ermittlung des Verbrauchs und des tatsächlichen Bedarfs. Bevor mit der Umsetzung von Maßnahmen begonnen wird, sollte geprüft werden, welche Förderprogramme zur Verfügung stehen (siehe auch Seite 18/19).



## Energieberatung.

- Energieberater ausgewählt
- geförderte Energieberatung beantragt
- Energieberatung durchgeführt



## Energiemanagement.

- Energiebeauftragten ernannt
- Energiepolitik und Ziele definiert
- Energieteam gebildet
- Datenerfassung (Energiebezug und -verbrauch) gestartet
- Datenanalyse durchgeführt
- Maßnahmen identifiziert, bewertet und dokumentiert



## Lufttechnik.

- Anlagen an den tatsächlichen Bedarf angepasst
- Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung geprüft



## Beleuchtung.

- Einsatz von Bewegungsmeldern
- Optimierte Tageslichtnutzung und Tageslichtsteuerung geprüft



## Informationstechnologie.

- zentrales Powermanagement eingeführt
- Mitarbeiter für effizienten Umgang mit Energie sensibilisiert
- Maßnahmen zur verbesserten Serverauslastung und Einsatz effizienter Endgeräte geprüft



## Prozesswärme.

- Möglichkeiten zur Energieeinsparung durch verbesserte Dämmung geprüft
- Abwärmenutzungspotenziale erfasst und bewertet



## Pumpen.

- Förderaufgabe und Pumpenleistung an den tatsächlichen Bedarf angepasst
- Austausch überdimensionierter und ineffizienter Pumpen geprüft



## Druckluft.

- Druckniveau und Druckluftqualität an den Bedarf angepasst
- Leckagen beseitigt und Leckageprüfprogramm eingeführt



## Förderung und Finanzierung.

- Förderprogramme auf Anwendbarkeit hin geprüft
- Beratung zu geeigneten Finanzierungsmodellen durchgeführt
- alternative Finanzierungsmodelle wie Contracting auf Anwendbarkeit hin untersucht

# Energiemanagement & Energieeffizienz für KMU-Unternehmen nach Alba Energiemanagement

## Leistungen im Überblick

Individuelle, passgenaue Lösungen, die genau die Lücke schließen, die Ressourcen und somit Geld kostet

Wir bieten langjährigen Erfahrungen auf allen Gebieten des Energiemanagements.

Ihre Vorteile: Transparenz im Verbrauch, Ressourcenschonung und effizienteres Energiemanagement.

- Zukunftsfähiges, effizientes Energiemanagement für KMU und Großunternehmen
- Zertifizierungssicherheit für Zertifizierungen nach DIN EN 16247-1 bzw. DIN EN ISO 50001
- Moderne Messtechnik, unterbrechungsfrei installiert für nachhaltige Verbesserung des Energieeinsatzes
- Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und Aufbau eines grünen Images
- Hilfe bei zuverlässiger Umsetzung gesetzlicher Vorgaben wie Energiedienstleistungsgesetz oder EEG-Umlage
- Potenzielle Kosteneinsparungen durch erhöhte Effizienz, fachmännischen Energieeinkauf und potenzielle Energiesteuereinsparungen

## Teilbereich Energieeffizienz

Durch eine umfassende Energieeffizienzberatung, Verbrauchsanalyse und Potenzialanalyse legen wir energetische Optimierungspotenziale offen und können so eine nachhaltige Verbesserung erzielen.

**Das Ergebnis: eine kontinuierlich steigende Energieeffizienz.**

- Umfassendes Paket von Engineering-Leistungen
- Modernste Messtechnik
- Maßnahmen zur kontinuierlichen Steigerung der Energieeffizienz
- Aufbau eines grünen Images

# Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden in KMU (1)

Büro-, Gewerbe- und Industriegebäude bilden das Grundgerüst für wirtschaftende Unternehmen. Für ein energieeffizientes Nichtwohngebäude als Gesamtsystem ist es wichtig, die Bereitstellung von Wärme sowie deren Verteilung und Nutzung energieeffizient auszustalten. Durch die Modernisierung ineffizienter Wärmeerzeuger sind vorhandene wirtschaftliche Einsparpotenziale schnell erschließbar. Zusätzlich spielt die Gebäudehülle als ein Bestandteil des Systems eine entscheidende Rolle bei der Minimierung von Wärmeverlusten. Bei einer integrierten Herangehensweise sind bis zu 60 Prozent Energieeinsparung möglich.

Um sich hier einen Überblick zu verschaffen, sollte im ersten Schritt ein Energieberater den Istzustands analysieren. Dies umfasst sämtliche Teile des zu untersuchenden Gebäudes von der Wärmebereitstellung über die Außenwände inkl. der Fenster bis hin zur Möglichkeit der Nutzung erneuerbarer Energieträger oder Kraft-Wärme-Kopplung. Liegen dann die Ergebnisse zum Beispiel in Form eines Energiesparkonzepts vor, kann mit der Entscheidung über geeignete wirtschaftliche Maßnahmen sowie deren Umsetzung begonnen werden.

Exemplarisch werden hier einige Energieeffizienzmaßnahmen genannt, die in bestehenden Gebäuden wirtschaftlich umgesetzt werden können. Diese sind grundsätzlich auch für die Planung von neuen Betriebsanlagen anwendbar.

## **Effiziente Wärmeversorgung.**

Eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung spielt für Unternehmen eine wichtige Rolle. Hierbei gilt es, den Wärmebedarf möglichst genau zu bestimmen. Es sollten auch geplante Modernisierungsmaßnahmen – z. B. Verbesserungen des baulichen Wärmeschutzes – einbezogen werden. Dadurch können auch der Wärmeerzeuger sowie die Wärmeverteilnetze richtig dimensioniert werden.

## **Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:**

- Bedarfsgerechte Anpassung der Wärmeversorgung.
- Modernisierung der Kesselanlage und des Verteilnetzes.
- Verringerung der Vorlauftemperaturen und entsprechende Anpassung der Wärmeübergabestationen.
- Hydraulischer Abgleich.
- Einsatz erneuerbarer Energieträger und/oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zur Wärmebereitstellung.

## **Außenwand.**

Die Außenwand spielt als größte Fläche der wärmeübertragenden Gebäudehülle neben der Wärmeerzeugung im Gesamtsystem eine hervorgehobene Rolle. Bei umfangreichen Fassadenarbeiten an Bestandsgebäuden sollte neben der Anbringung eines baulichen Wärmeschutzes auch der Einbau einer Hinterlüftung in Betracht gezogen werden. Bei einem Neubau sollte schon im Rahmen der Planung darauf geachtet werden, dass die Ausrichtung der Fassaden Temperaturspitzen reduziert und gleichzeitig eine gute Beleuchtung des Innenraums ermöglicht.

## **Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:**

- Verbesserung des Wärmeschutzes (z. B. durch Dämmung).
- Nutzung von hinterlüfteten Fassaden.
- Optimierung der Fassadenausrichtung (nur im Neubau möglich).

## **Fenster/Verglasungen.**

Fenster sorgen für eine natürliche Beleuchtung der Innenräume. Eine optimierte Nutzung von Tageslicht reduziert den Anteil der benötigten künstlichen Beleuchtung und führt somit zu einem geringeren Stromverbrauch. Um Wärmeverluste zu minimieren, sollten Fenster mit guten thermischen Eigenschaften (geringer U-Wert) verwendet werden. Um andererseits eine Überhitzung der Innenräume zu vermeiden, ist der Einsatz eines außenliegenden

# Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden in KMU (2)

Sonnenschutzes sinnvoll. Außenliegende Verschattungselemente können auch zur optimierten Lichtlenkung eingesetzt werden.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Nutzung von Fenstern mit guten thermischen Eigenschaften und geringen Wärmeverlusten.
- Einsatz eines effektiven außenliegenden Sonnenschutzes zur besseren Ausnutzung des Tageslichts (z. B. durch Lichtlenkung).
- Optimierung der Fensterflächenanteile entsprechend der Ausrichtung.

## Rolltore.

Besonders bei Logistikzentren, Produktionsstätten oder Kühl- und Lagerhallen spielen Tore eine wichtige Rolle. Denn in den täglichen Arbeitsabläufen müssen diese häufig und möglichst schnell geöffnet und geschlossen werden. Die Installation von modernen Rolltoren mit guten thermischen Eigenschaften und hoher Luftdichtheit hilft, Wärmeverluste zu vermeiden oder bei

Kühlhallen einen zusätzlichen Wärmeeintrag zu verhindern. In Kombination mit Fenstern trägt dies zur Optimierung des Gesamtsystems bei.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Auswahl von Toren mit guten thermischen Eigenschaften.
- Auswahl von Toren mit guten Luftdichtheitswerten.

Die genannten Maßnahmen stellen eine Auswahl dar, wie Unternehmen in ihren Büro-, Gewerbe- oder Industriegebäuden den Energieverbrauch und damit die Energiekosten senken können. Entscheidend ist, dass nur durch die Betrachtung des Gesamtsystems die wirtschaftlichen Einsparpotenziale in vollem Umfang ausgeschöpft werden können. Hierzu sollten Betriebe den Rat eines Fachexperten einholen. Auf den folgenden Seiten wird auf am häufigsten in Unternehmen vorkommende Querschnittstechnologien eingegangen. Je nach Branche und Größe der Unternehmen sind hier weitere wirtschaftliche Energieeinsparpotenziale zu heben.

# Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden in KMU (3)

## Ein Beispiel aus der Praxis.



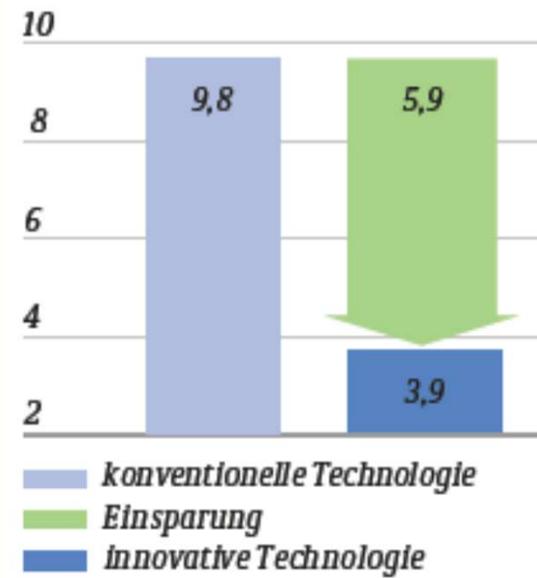
Zur Erweiterung des Firmenhauptsitzes in Gerlingen hat die Firma Endress+Hauser Conducta GmbH + Co. KG zwischen 2007 und 2012 einen energieeffizienten Gebäudekomplex für Produktionsstätten, Büros, Labors und ein Besucherzentrum errichtet. Umfassende Energieeffizienzmaßnahmen minimieren dabei den Energieverbrauch für Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung und Informations-technik. Ein gasbefeuertes Blockheizkraftwerk erzeugt Heizwärme und Strom. Die zur Frischluftversorgung erforderliche Außenluft wird durch in der Erde verlegte Röhrenkollektoren angesaugt und so im Sommer vorgekühlt bzw. im Winter vorgewärmt. Weitere Einsparungen konnten durch die Aktivierung des Betonkerns im gesamten Gebäude erzielt werden.

### Umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen:

- Heizsystem mit Blockheizkraftwerk und gasbetriebenem Brennwertkessel.
- Bodenkollektoren zur Erzeugung von Lüftungswärme und -kälte.
- Aktivierter Betonkern zum Heizen und Kühlen.
- Nutzung eines Freikühlers zur Kälteerzeugung.
- Energiesparende Vorschaltgeräte und Leuchtmittel.
- Verringerung der Druckeranzahl und Virtualisierung der Server.

### Energieverbrauch

GWh/Jahr



### Branche: Energiedienstleistungen

Energieeinsparung	5,9 GWh/Jahr
Kosteneinsparung	0,72 Mio. €/Jahr
Investition	1,5 Mio. €
Kapitalrendite	48%

# Energieeffizienz in Lufttechnischen Anlagen in KMU (1)

Lufttechnische Anlagen sind aus Unternehmen heute kaum wegzudenken. Die Lüftungstechnik ist ein fester Bestandteil in vielen modernen Bürogebäuden und Fertigungsstätten. Die wesentlichen Funktionen von Belüftungssystemen sind die Schaffung eines angenehmen Raumklimas und einer optimierten Produktionsatmosphäre sowie die Bereitstellung des erforderlichen Sauerstoffs. Bei der konsequenten energetischen Optimierung lufttechnischer Anlagen können Energieeinsparpotenziale von häufig 25 Prozent realisiert werden.

## Wo wird industrielle Lüftungstechnik eingesetzt?

Raumlufttechnik unterstützt oder ersetzt die natürliche Belüftung, sorgt für den Abzug unerwünschter Luftbestandteile oder gewährleistet den Betrieb von Reinräumen mit hohen Anforderungen an die Luftqualität. Prozesslufttechnik ermöglicht die Erzeugung spezieller Luftqualitäten im Produktionsprozess. In industriellen Prozessen wird Luft als Transportmedium sowie zum Aufheizen und Trocknen genutzt. Bei Verbrennungsprozessen und chemischen oder biologischen Prozessen wird Luft als Reaktionspartner zugeführt.

## Vorgehen bei der Optimierung

Der erste Schritt bei der Optimierung lufttechnischer Anlagen ist eine energetische Analyse des bestehenden Energieverbrauchs und des tatsächlichen Bedarfs. Dabei ist es wesentlich, stets das Gesamtsystem mit allen seinen Anlagenkomponenten in die Betrachtung einzubeziehen. Energieeinsparpotenziale ergeben sich beispielsweise in Bezug auf die Auslegung und den Wirkungsgrad der eingesetzten Ventilatoren, die Optimierung des Kanalnetzes und durch die Nutzung der Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente Lüftungstechnik

Die Energie- und Kosteneinsparpotenziale bei der Modernisierung bestehender Anlagen sind erheblich. Viele Optimierungsmaßnahmen erreichen Kapitalrenditen von über 20 Prozent. Das Ausschöpfen der Energieeffizienzpotenziale ist damit in der Regel sehr wirtschaftlich.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Reinigung der Lüftungsanlagen.
- Angleichung des Volumenstroms an den aktuellen Bedarf durch motorische Volumenstromregler und drehzahlgeregelte Ventilatoren.
- Einsatz von Ventilatoren und Motoren mit hohem Wirkungsgrad.
- Optimierung der Kanalquerschnittsfläche und -form, Reduzierung der Druckverluste durch geradlinige Kanalführung.
- Nutzung von Wärmerückgewinnung.

# Energieeffizienz in Lufttechnischen Anlagen in KMU (2)

## Ein Beispiel aus der Praxis.

Im Rahmen einer umfangreichen energetischen Optimierung von 20 Lüftungsanlagen in einer Montagehalle im Volkswagenwerk Emden konnte eine Stromverbrauchssenkung von 80 Prozent erreicht werden. Kernpunkt der Maßnahmen war der Einsatz von Frequenzumrichtern sowie Mess-, Steuer- und Regelungstechnik für den bedarfsgerechten Betrieb der Lüftungsanlage.

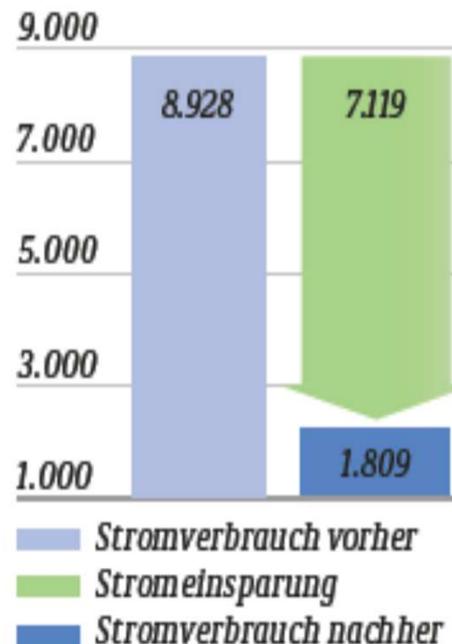
Zusammen mit weiteren Maßnahmen, wie dem Einsatz von neuen energieeffizienten Motoren und Ventilatoren mit Direktantrieb, konnte eine Senkung des jährlichen Stromverbrauchs um 7,1 Mio. kWh erreicht werden.

Einsparpotenzial häufig

25%



### Stromverbrauch Lüftungstechnik MWh/Jahr



### Branche: Automobilindustrie

Energieeinsparung	7.119 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	1,0 Mio. €/Jahr
Investition	1,4 Mio. €
Kapitalrendite	71%



### Weitere Informationen.

- Referenzprojekte-Datenbank  
[www.industrie-energieeffizienz.de/  
referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)

# Energiemanagement in Unternehmen

Feingeregeltes Lastmanagementsystem bei Anlagenkomponenten und Badheizungen

Energiemanagementsystem als Basis für die Identifikation von Energieeinsparpotenzialen

Web-basiertes Energiemanagementsystem

Intelligentes Lastmanagementsystem beim Recycling von Kupfergusslegierungen

Mehr Energieeffizienz durch Schulung und intensive Mitarbeiterbeteiligung

Druckluftmanagement mit dem Einsatz der Auszubildenden

Vielfältige Vorteile durch Energiespar-Contracting bei der Beleuchtung

# Feingeregeltes Lastmanagementsystem bei Anlagenkomponenten und Badheizungen in einem Metallverarbeitungs-Unternehmen

## METALLVERARBEITUNG

## PROZESSÜBERGREIFEND

## LASTMANAGEMENT

Durch ein transparentes, feingeregeltes Lastmanagementsystem mit ca. 500 Schalthandlungen pro Tag konnte die Chrom-Müller Metallveredelung GmbH die Jahreshöchstlast deutlich reduzieren und einen Teil der Produktion vom Hoch- ins Niedertarif-Zeitfenster verschieben. Netzschwankungen, Einbußen bei der Produktqualität oder Anlagenverfügbarkeit ergeben sich daraus nicht.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Bereits seit 1992 ist bei Chrom-Müller ein Lastmanagementsystem im Einsatz, um den maximalen Viertelstundenmesswert der Stromnachfrage zu begrenzen und dadurch einen möglichst geringen Leistungs-

preis zu bezahlen. Basierend auf dem bestehenden Maximumwächter-System wurde nun ein ausgeklügeltes, neues Lastmanagementsystem installiert. Dabei werden an allen Anlagen, ob für Eloxieren, chemisch Nickel oder Phosphatierung, Hartchrom und vielen weiteren Prozessen, die elektrischen Badheizungen zu Lastgruppen zusammengefasst und entsprechend den Parameterungen ab- oder zugeschaltet. Des Weiteren werden in der Peripherie zusätzliche Anlagenkomponenten, wie beispielsweise die Druckluftversorgung geschaltet. Dies ist durch ein Schaltsystem unter Berücksichtigung der Prozessgrenzen geregelt. Da die beheizten Badflüssigkeiten je nach Auslastung einen eigenen Wärmehaushalt haben, können Aufheizzeiten anteilig auch von Hochtarif (HT)- in Niedrigtarif (NT)-Bereiche verschoben werden.



Bild: Chrom-Müller GmbH

### UMSETZUNG

Durch die feine Regelung mit ca. 500 Schaltimpulsen pro Tag konnte die Jahreshöchstlast von 700 kW auf unter 500 kW abgesenkt werden. Zudem war eine Verschiebung des Stromverbrauchs von zuvor 70 % HT und 30 % NT auf 50 % HT und 50 % NT möglich.

#### Das Unternehmen

Die Chrom-Müller Metallveredelung GmbH in Oberndorf ist ein Spezialist für Galvanik und Oberflächenveredelung für Mittelstand und Großindustrie.

#### Kontakt

Chrom-Müller Metallveredelung GmbH  
Oberndorf am Neckar  
Rainer Stark, Geschäftsführer  
[rainer.stark@chrom-mueller.de](mailto:rainer.stark@chrom-mueller.de)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2013
Kapazität	nicht quantifizierbar
Energieeinsparung p. a.	240 kW Spitzenlast
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	nicht quantifizierbar
Investition	40.000 Euro
Lebensdauer	5 Jahre
Interne Verzinsung	51 %

# Energiemanagementsystem als Basis für die Identifikation von Energieeinsparpotenzialen in einem Zementhersteller-Unternehmen

## ZEMENTHERSTELLUNG

## PROZESSÜBERGREIFEND

## ENERGIEMANAGEMENT

Auf der Basis eines kürzlich eingeführten Energiemanagementsystems konnte das Zementwerk Dotternhausen der Holcim (Süddeutschland) GmbH Energieeinsparpotenziale identifizieren und bereits energieeinsparende Maßnahmen umsetzen.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Ende 2011 traf die Werksleitung die Entscheidung zur Einführung eines Energiemanagementsystems am Standort Dotternhausen, welches 2012 fertiggestellt und nach ISO-EN 50001 zertifiziert wurde. Durch das Energiemanagementsystem konnten Maßnahmen zur Senkung des spezifischen Energieeinsatzes identifiziert und die Umsetzung der Maßnahmen eingeleitet werden. Etwa 86% der erzielten Energieeinsparung sind dabei auf die Optimierung der Zementmühlen durch Prozessoptimierung, Umbau von Anlagenteilen, Ersatz der Mahlkugeln, verbesserte Wartung und Verminderung der Umlaufware zurückzuführen. Darüber hinaus wurde das Beleuchtungskonzept für den Parkplatz sowie Verkehrswege außerhalb des Werksgeländes und das Druckluftsystem durch effizientere Trockner optimiert.

### UMSETZUNG

Die Einführung des Managementsystems in diesem vergleichsweise kurzen Zeitraum konnte nur durch die Mitarbeit und das Engagement der Mitarbeiter am Standort gelingen. Weiterhin wurde die Implementierung durch eine externe Energieberatungsfirma begleitet.

#### Das Unternehmen

Das Kerngeschäft der Holcim (Süddeutschland) GmbH ist die Herstellung von Zement, Kies, Beton und Spezialbindemittel.

#### Kontakt

Holcim (Süddeutschland) GmbH

Dotternhausen

Markus Knobelaspies, Leiter Umwelt  
markus.knobelaspies@holcim.de



Bild: Holcim (Süddeutschland) GmbH

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	10,5 GWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	4.500 t
Investition	80.000 Euro
Lebensdauer	nicht quantifizierbar
Interne Verzinsung	nicht quantifizierbar

# Web-basiertes Energiemanagementsystem in einem Elektrotechnik-Unternehmen

ELEKTROTECHNIK

PROZESSÜBERGREIFEND

ENERGIEMANAGEMENT

Die Honeywell GmbH, ein Hersteller von energieeffizienten Regelungslösungen, hat am Standort Schönaich ein modernes Energiemanagementsystem eingeführt. Dadurch können der Energieverbrauch deutlich reduziert und durch die Zertifizierung nach ISO 50001 Steuern eingespart werden.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Als Hersteller moderner Regelungstechnik konnte Honeywell bei der Umrüstung am Entwicklungs- und Fertigungsstandort Schönaich auf eigene Komponenten für Heizung, Lüftung und Klima zurückgreifen. Dazu zählen die HAWK-Integrationsplattform, die ARENA-Leittechnik zur gewerkeübergreifenden Archivierung der Verbrauchsdaten sowie Energy Management Essentials, eine web-basierte Energiemanagement-Lösung, die Verbrauchsdaten analysiert und visuell leicht verständlich aufbereitet.

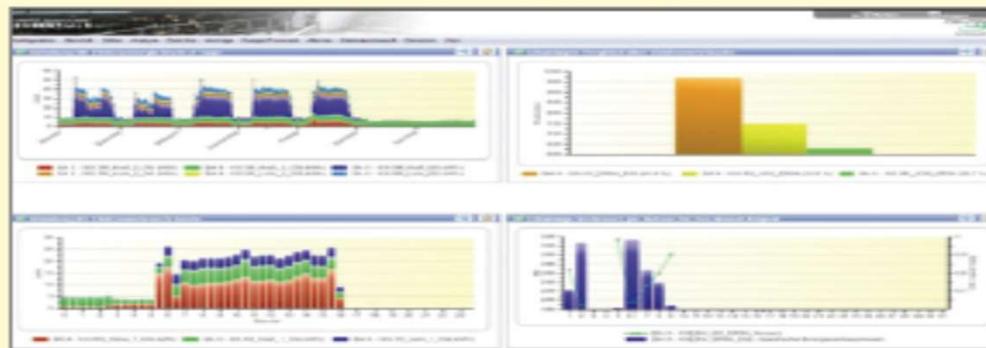


Bild: Honeywell GmbH

Das System gewährleistet eine automatische Dokumentation nach der Norm ISO 50001 sowie eine deutliche Bewusstseinssteigerung der Mitarbeiter für potentielle Energieeinsparungen.

## UMSETZUNG

Die Einführung und Nutzung des Energiemanagementsystems erfolgte systematisch in den folgenden Schritten: 1. Begehung des Standortes und Identifizierung der Verbrauchergruppen; 2. Installation von Energierzähler, wo noch nicht vorhanden; 3. Installation des Energiemanagementsystems; 4. Datenerfassung und Analyse der Verbräuche; 5. Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen; 6. Kontinuierliche Analyse und Verbesserungen; 7. Einbindung des Know-hows der CentralLine Energie-Experten.

### Das Unternehmen

Die Honeywell GmbH in Schönaich (CentralLine) ist ein weltweit führender Hersteller von modernster Regelungstechnik in den Bereichen Wasser und Wärme.

### Kontakt

Honeywell GmbH  
Schönaich

Karlheinz Jäger, CentralLine Vertriebsleiter  
[karlheinz.jaeger@honeywell.com](mailto:karlheinz.jaeger@honeywell.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2013
Kapazität	75 Zähler
Energieeinsparung p. a.	150 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	38,5 t
Investition	47.500 Euro
Lebensdauer	nicht quantifizierbar
Interne Verzinsung	nicht quantifizierbar

# Intelligentes Lastmanagementsystem beim Recycling von Kupfergusslegierungen in einem Metallerzeugungs-Unternehmen

## METALLERZEUGUNG

## PROZESSÜBERGREIFEND

## LASTMANAGEMENT

Mit der Errichtung einer hochmodernen Stranggießanlage zur Herstellung von Kupfergusslegierungen hat die Metallschmelzwerk Ulm GmbH (MSU) ein intelligentes Lastmanagementsystem implementiert, das die durch diese Investition bedingte Leistungserhöhung deckt und trotzdem keine Einschränkungen in den betrieblichen Arbeitsabläufen entstehen lässt.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die 2012 durchgeführte Ersatzinvestition bei MSU umfasste die Neuanschaffung einer Stranggießanlage mit vorgelagertem Schmelzofen. Beide Anlagenteile sind mit modernster Umrichtertechnik ausgestattet, die eine stufenlose Betriebsweise der Öfen ermöglicht. Das mit dieser Investition eingeführte Lastmanagementsystem begrenzt nicht nur nach bekannter Funktion die Spitzenlast und sorgt auf diese Weise für eine gleichmäßige Belastung des Stromnetzes, sondern regelt durch intelligente Kommunikation die Fahrweise vernetzter Neu- und Altanlagen. Mit dem Lastmanagementsystem werden die relevanten Betriebszustände Warmhalten, Schmelzen und Überhitzen gegeneinander abgefragt und gewichtet. Befindet sich ein Ofen im Modus „Überhitzen“, wird der andere Ofen im Warmhaltebetrieb gefahren, sodass der augenblicklich vorzugsberechtigte Ofen durch maximale Energieaufnahme seine zum Überführen in die Schmelze notwendige Temperatur ohne zusätzliche Lastspitze erreicht.



Bild: Metallschmelzwerk Ulm GmbH

### UMSETZUNG

Die beschriebene Ersatzinvestition hat gegenüber der rückgebauten Altanlage eine um 390 kWel höhere Anschlussleistung. Eine Grundvoraussetzung für die getätigte Investition war die Implementierung eines Lastmanagementsystems, das durch eine intelligente Systemsteuerung für einen reibungslosen Prozessablauf der beiden Stranggießanlagen sorgt, ohne die bereits bestehende Deckelung der Spitzenlast aufzuweiten. Auf diese Weise konnte der Jahresleistungspreis für die Netznutzung trotz höherer Anschlussleistung stabil gehalten werden.

### Das Unternehmen

Die Metallschmelzwerk Ulm GmbH (MSU) stellt Kupfergusslegierungen aus Bearbeitungs- und Altschrotten her.

### Kontakt

Metallschmelzwerk Ulm GmbH  
Ulm-Donastral  
Dirk Haferkamp, Betriebsleiter Technik  
[dirk.haferkamp@msu-ulm.com](mailto:dirk.haferkamp@msu-ulm.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	nicht quantifizierbar
Energieeinsparung p. a.	390 kW Spitzenlast
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	nicht quantifizierbar
Investition	12.000 Euro
Lebensdauer	> 5 Jahre
Interne Verzinsung	226 %

# Mehr Energieeffizienz durch Schulung und intensive Mitarbeiterbeteiligung im Maschinenbau-Unternehmen

## MASCHINENBAU

## PRODUKTION

## ENERGIEMANAGEMENT

Aufgrund hoher Energieintensität innerhalb der Produktion erfolgt im Werk Feuerbach der Robert Bosch GmbH die Identifikation, Umsetzung und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen unter intensiver Beteiligung der Produktionsmitarbeiter.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Da die Bedienung energieintensiver Produktionsmaschinen durch Mitarbeiter erfolgt, spielt deren Sensibilisierung eine wichtige Rolle bei der Erreichung von Energiesparzielen. Jede dieser Maschinen

besitzt eine „Abschaltkarte“. Diese enthält Informationen darüber, welche Maschinenteile bei welchen Stillstandszeiten abgeschaltet werden können. Im sogenannten „Energieleitstand“ können sich die Mitarbeiter außerdem über Verlauf, realisierte Einsparungen und ihren Beitrag zur Erreichung der Energieziele informieren. Ideen für Energieeffizienzmaßnahmen können die Mitarbeiter z. B. über das betriebliche Vorschlagswesen einreichen. Die Darstellung des Status aller Maßnahmen erfolgt anhand von PDCA-Charts. Der Leitstand befindet sich an exponierter Stelle inmitten der Fertigung. Darüber hinaus werden im Rahmen jährlicher Schulungen zu Arbeits-, Brand- und Umweltschutz Grundlagen energiesparenden Arbeitens vermittelt.



Bild: Robert Bosch GmbH

### UMSETZUNG

Bei der Erstellung von Schulungs- und Kampagnenmaterialien wie Flyern wird darauf geachtet, dass sich die vorgestellten Themen durch hohe Relevanz, Anschaulichkeit und Übertragbarkeit in den privaten Bereich der Mitarbeiter auszeichnen.

#### Das Unternehmen

Das Werk Feuerbach der Robert Bosch GmbH ist mit über 100 Jahren der älteste Standort der Bosch-Gruppe. Heute werden dort unter anderem Komponenten moderner Dieseleinspritzsysteme produziert.

#### Kontakt

Robert Bosch GmbH  
Feuerbach  
Ralph Flaig, Energiemanager  
[ralph.flraig@de.bosch.com](mailto:ralph.flraig@de.bosch.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	nicht quantifizierbar
Energieeinsparung p. a.	keine Angabe
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	keine Angabe
Investition	keine Angabe
Lebensdauer	nicht quantifizierbar
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Druckluftmanagement mit dem Einsatz der Auszubildenden im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## METALLVERARBEITUNG

## DRUCKLUFT

## ENERGIEMANAGEMENT

Die Einführung eines Energiemanagementsystems nach DIN ISO 50001 im Jahr 2012 bereitete die Ausgangslage für eine stetige Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen der Scheuermann + Heilig GmbH, einem Anbieter von Produkten und Dienstleistungen der Feder-, Stanz-, Biege- und Montagetechnik. Innerhalb des ersten Paketes an Effizienzmaßnahmen stellte die strukturierte Verminderung des Druckluftverbrauchs einen Schwerpunkt dar.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Druckluft ist für den Betrieb vieler Anlagen zur kalten Umformung von Bauteilen erforderlich. Dies bedeutet einen langen Hebel für Maßnahmen zur Verminderung des Druckluftbedarfs und gab den Ausschlag für die Initiierung eines Druckluftmanagementsystems. Neben konventionellen technischen Maßnahmen, wie einer Absenkung des Leitungsdrucks und einer energiesparenden Regelung der modernisierten Kompressoren, bildet die Einbindung von Auszubildenden eine tragende Säule des Konzeptes. Als sogenannte Energescouts in der Handhabung von Lecksuchgeräten geschult, gehen diese regelmäßig durch den Betrieb und dokumentieren so identifizierte Leckagen. Über den unmittelbaren monetären Nutzen hinaus wird so der Grundstein für eine dauerhafte Sensibilisierung der Angestellten gelegt.

### UMSETZUNG

Die Ausbildung zu Energescouts sowie die grundständliche Bedeutung energieeffizienten Arbeitens wurden modular in die bestehenden Ausbildungsinhalte integriert.



Bild: Scheuermann + Heilig GmbH

### Das Unternehmen

Das Familienunternehmen Scheuermann + Heilig GmbH aus Hainstadt im Odenwald ist einer der führenden Anbieter von Umform- und Montagetechnik.

### Kontakt

Scheuermann + Heilig GmbH  
Hainstadt  
Andreas Ehrenfried, Energiebeauftragter  
[andreas.ehrenfried@sh-gmbh.de](mailto:andreas.ehrenfried@sh-gmbh.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	keine Angabe
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	nicht quantifizierbar
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	nicht quantifizierbar
Investition	nicht quantifizierbar
Lebensdauer	keine Angabe
Interne Verzinsung	nicht quantifizierbar

# **Energieeffizienz im Unternehmen**

## **Elektrische Antriebe**

# **Einleitung zur Effizienz von elektrischen Antrieben**

**Elektrische Antriebe sind ein wichtiger Bestandteil der industriellen Technik.**

In den Industrieländern werden ungefähr 60 % der insgesamt erzeugten elektrischen Energie mittels elektrischer Antriebe in mechanische Energie umgesetzt. Etwa 30 % der eingesetzten elektrischen Antriebe sind regelbar ausgeführt, d.h. sie sind in Drehzahl und Drehmoment frei einstellbar.

**Von den vielfältigen Anwendungen sollen hier nur beispielhaft einige genannt werden:**

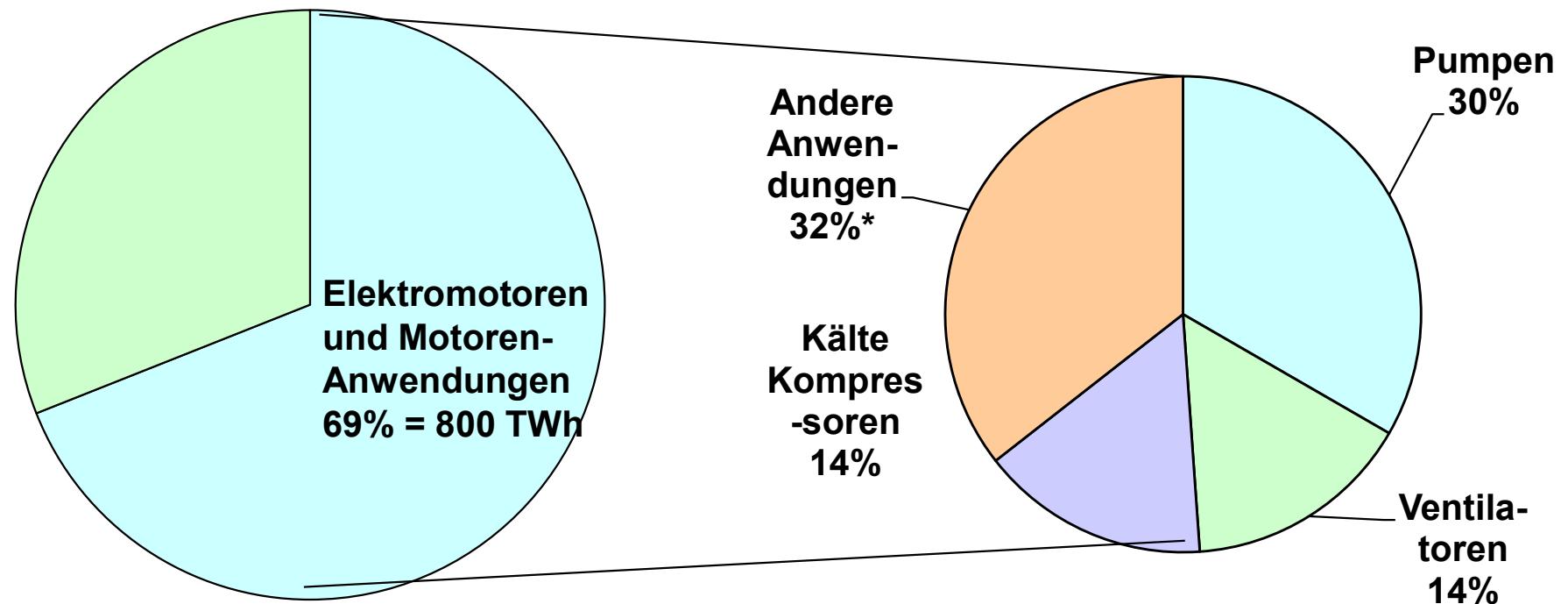
- Traktionsantriebe für die Bahn und für Straßenfahrzeuge
- Antriebe in Werkzeugmaschinen und Robotern
- Kräne und andere Fördermaschinen
- Pumpen und Lüfter
- Antriebe in Kraftfahrzeugen wie z.B. Lichtmaschine, Fensterheber, Drosselklappensteller (E-Gas)

**Die wesentlichen Antriebsbauformen sind:**

- Gleichstrommaschinen
- Asynchronmaschinen
- Synchronmaschinen
- sowie Kleinantrieben

## Anteil von Elektromotoren am Stromverbrauch in der Europäischen Industrie 2002

- Antriebssysteme verursachen 69% des industriellen Stromverbrauchs
- Große wirtschaftliche Einsparpotenziale von 30% und mehr bzw. ein Einsparpotenzial von jährlich mehr als 100 TWh (Mrd. kWh)



\* Andere Anwendungen: Mischen, Fördern u.a

Quelle: Dr.-Ing. Peter Radgen, Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsanwendung, Karlsruhe, 2004

seit 2016 Uni-Prof. an der Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Abt. Effiziente Energienutzung

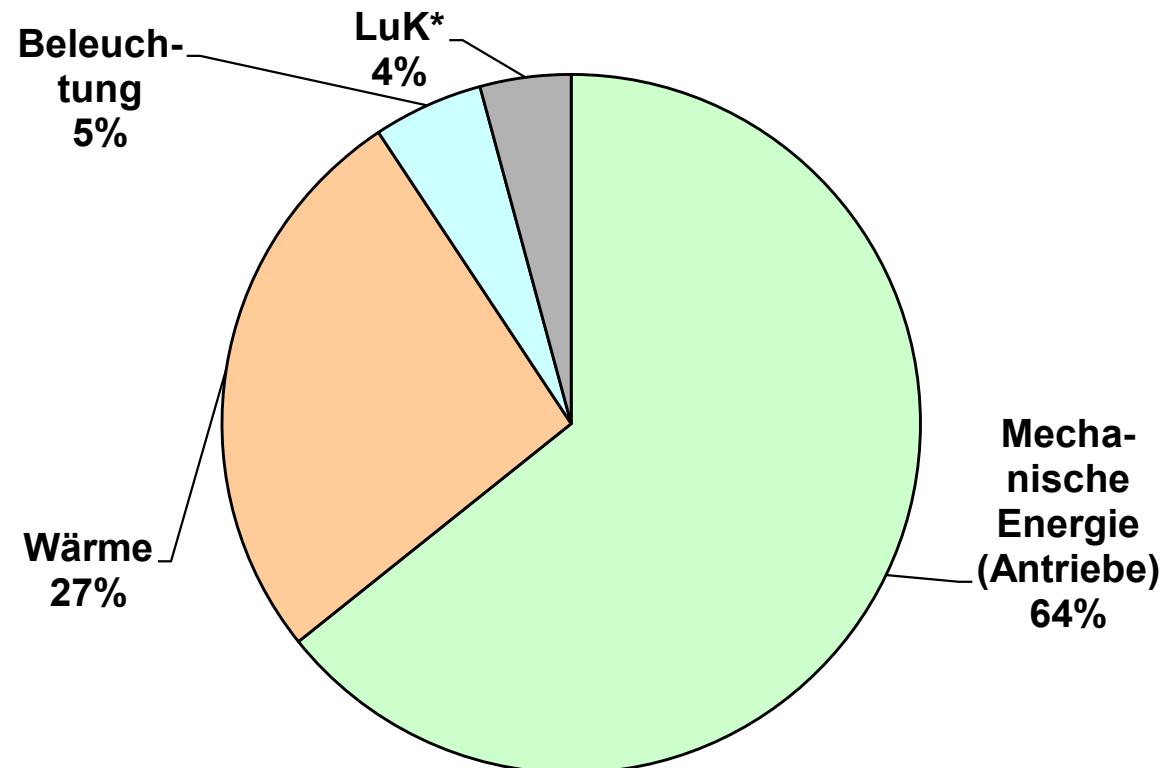
# Stromverbrauch und Einsparpotenziale bei elektrischen Antrieben im Sektor Industrie in Deutschland 2002

## Energiesparinvestitionen bei elektrischen Antrieben rechnen sich!

Investitionen in energieeffiziente elektrische Antriebe amortisieren sich häufig bereits in weniger als einem Jahr.

Allein durch den in Abhängigkeit von den Betriebsstunden optimierten Einsatz von **wirkungsgradverbesserten und hoch-effizienten Elektromotoren** sowie die konsequente Verwendung von **Frequenzrichtern zur elektronischen Drehzahlregelung** kann die deutsche Industrie ihren Stromverbrauch um über 9% reduzieren.

**Stromverbrauch 209 Mrd. kWh  
(Gesamtanteil 42,3%)**



**Einsparpotenziale bei elektrischen Antrieben\*\***

- 1,4% durch Motorwirkungsgrad
- 8,0% durch Drehzahlregelung

\* Information und Kommunikation (LuK)

\*\* Bezogen auf das Jahr 2000

# Fachbereich Elektrische Antriebe beim ZVEI in Deutschland (1)

## Der Fachbereich Elektrische Antriebe

Der Fachbereich ist die Plattform für wirtschaftliche und technische Themen der elektrischen Antriebstechnik. Rund 80 führende Hersteller sind in diesem Fachbereich organisiert.

Im Mittelpunkt steht der Meinungs- und Erfahrungsaustausch über die Produkt- und Marktentwicklung sowie die technischen Richtlinien und Normen.

Fachbereich Elektrische Antriebe		
Vorstand / Beirat		
AK Antriebsstromrichter und Servoantriebe	TK Antriebe und Stromversorgungen	LK Energieeffizienz in der Antriebstechnik
AK Niederspannungs-Drehstrommotoren	TAK Elektrische Maschinen	
AK Getriebemotoren	AK Netzrückwirkungen	
AK Hochspannungs-maschinen		
AK Gleichstrommotoren		
AK Kleinmotoren		
Europäischer Sektorverband CEMEP		
IG Low Voltage A.C. Motors	IG Variable Speed Drive	IG High Voltage Motors

AK: Arbeitskreis

CEMEP: European Committee of Electrical Machines and Power Electronics

IG: Industry Group

LK: Lenkungskreis

TAK: Technischer Arbeitskreis

TK: Technische Kommission

# Übersicht Elektrische Antriebe <sup>1)</sup> nach ZVEI (2)

## Antriebsstromrichter und Servoantriebe

Frequenzumrichtern und Servoantrieben für Drehstrom- und Wechselstrommotoren, Stromrichtern für Gleichstrommotoren sowie Gesamtsystemen

## Niederspannungs-Drehstrommotoren

Drehstrommotoren in Niederspannungsausführung unterhalb einer Spannung von 1000 V

## Getriebemotoren

Motoren mit angeflanschten Getrieben herstellen. Der Leistungsbereich ist typischerweise bei ca. 5 bis 7,5 kW

## Hochspannungsmaschinen

Drehstrommotoren in Hochspannungsausführung ab einer Spannung von 1000 V

## Gleichstrommotoren

Gleichstrommotoren und -antrieben von 0,75 kW bis in den Megawattbereich

## Kleinmotoren

Gleichstromkleinmotoren, Drehstromkleinmotoren und Wechselstromkleinmotoren bis 0,75 kW

1) Weitere Arbeitskreise: Antriebe und Stromversorgungen, Elektrische Maschinen, Netzrückwirkungen **und Energieeffizienz in der Antriebstechnik**

# **Elektrische Antriebe – Energieeffizienz wird zunehmend reglementiert in der EU, Stand 1/2015**

Das Energieeinsparpotenzial bei elektrischen Antrieben ist enorm. Nun steigt der politische Druck, und die EU-Kommission hat damit begonnen, die Regeln von Antriebs-Komponenten auf Systeme auszuweiten.

Der ZVEI beteiligt sich aktiv am Prozess.

Würde alle Elektromotoren in Deutschland ersetzt, könnten rund 33 Milliarden Kilowattstunden Strom eingespart werden.

## **Zweite Stufe der Motorenverordnung trat am 1.1.2015 in Kraft**

Die Entwicklung von Motoren mit stetig verbesserten Wirkungsgraden hat durch die gesetzliche Motoren-Verordnung (640/2009) und der zunehmenden Berücksichtigung von Lebenszykluskosten an Dynamik gewonnen. Die Motoren-Verordnung fordert bereits seit Sommer 2011 die Wirkungsgradklasse IE2 für typische Industriemotoren in Applikationen, wie Pumpen, Ventilatoren, Kompressoren oder Transportbändern. Nachdem die erste Stufe der Motoren-Verordnung erfolgreich abgeschlossen ist, gilt seit 1. Januar 2015 auch die zweite Stufe, die die Wahlmöglichkeit zwischen der nächst höheren Wirkungsgradklasse IE3 oder IE2 mit Drehzahlreglung vorsieht.

## **Gesetzestext für die zweite Stufe**

Seit 1. Januar 2015 gilt: „Neu in den Verkehr gebrachte Motoren mit einer Nennausgangsleistung von 7,5 bis 375 kW müssen entweder mindestens die Wirkungsgradklasse IE3 erreichen oder der Wirkungsgradklasse IE2 entsprechen, dürfen dann aber nur mit einer elektronischen Drehzahlregelung betrieben werden.“

Motoren der Wirkungsgradklasse IE2 können also auch noch jetzt, nach dem Stichtag, in Verkehr gebracht werden, sofern sie mit einer elektronische Drehzahlregelung in Betrieb genommen werden. Die elektronische Drehzahlregelung erfolgt mit einem Frequenzumrichter, der die Drehzahl des Motors und damit die abgegebene Leistung an den unterschiedlichen Bedarf anpasst.

## **Im Motorbestand schlummert ein riesiges Einsparpotenzial**

Derzeit laufen in Deutschland rund 35 Millionen Drehstrommotoren. Viele von ihnen sind weit älter als zehn Jahre. Nur wenige erfüllen die Wirkungsgradklassen IE2 oder gar IE3. Etwa 15 Prozent sind bereits mit einer modernen elektronischen Drehzahlregelung ausgerüstet. Dabei wäre dies für etwa die Hälfte aller Motoren sinnvoll – und zwar dort, wo die Maschinenlast über die Drehzahl geregelt werden kann. Meist geschieht das heute noch über energieverwendende Mechanik wie Klappen oder Ventile. Würden die rund 35 Millionen Elektromotoren im Bestand durch Energiesparmotoren ersetzt und, wo sinnvoll, mit elektronischer Drehzahlregelung versehen, könnten in Deutschland jährlich 33 Milliarden Kilowattstunden Strom eingespart werden.

# Entwicklung der Wirkungsgradklassen (Effizienzklassen) für Elektromotoren von 2009 - 2017, Stand Juni 2017 (1)

Im Jahr 2009 wurden von der Europäischen Kommission neue Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren verabschiedet (Verordnung (EG) Nr. 640/2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG).

Diese Verordnung löste die bis dahin auf freiwilliger Basis vereinbarte dreistufige EFF-Skala des CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics) ab. In der alten dreistufigen Skala wurden alle 2- und 4-poligen Niederspannungs-Drehstrommotoren von 1 bis 100 kW in Standardausführung entsprechend ihres **Wirkungsgrades in EFF3 bis EFF1 klassifiziert**, wobei die EFF1 den höchsten Wirkungsgrad auswies.

Am 6. Januar 2014 erfolgte eine Änderung durch die Verordnung (EU) Nr. 4/2014, welche bereits am 27. Januar 2014 in Kraft trat.

In dieser Verordnung werden Wirkungsgradklassen (IE) für alle Standardanwendungen für Drehstrommotoren mit folgenden Kriterien erfasst:

- 2- bis 6-polig,
- Nennspannung bis 1.000 V,
- Nennausgangsleistung ab 0,75 bis 375 kW,
- Auslegung für den Dauerbetrieb.

Nicht erfasst werden Motoren

- die dafür ausgelegt sind, ganz in eine Flüssigkeit getaucht betrieben zu werden,
- die vollständig in ein Produkt integriert sind und deren Effizienz nicht unabhängig von diesem Produkt erfasst werden kann und
- Bremsmotoren mit einer elektromechanischen Bremseinheit

sowie Motoren unter speziellen Einsatzbedingungen, wie:

- in Höhen über 4.000 m
- bei Umgebungstemperaturen > 60 °C
- bei Betriebshöchsttemperaturen > 400 °C
- bei Umgebungstemperaturen < -30 °C (< 0 °C bei luftgekühlten Motoren)
- bei Kühlflüssigkeitstemperaturen < 0 °C oder > 32 °C
- in explosionsgefährdeten Bereichen

Mit dieser Verordnung sind die Effizienzklassen IE1 bis IE3 eingeführt wurden.

IE1 steht für Standardwirkungsgrad, IE2 für gehobenen Wirkungsgrad und IE3 für Premiumwirkungsgrad.

Die Klassifizierungen sind im Anhang der Verordnung aufgelistet. Die Effizienzklasse IE1 entspricht etwa der alten EFF2.

Im Artikel 3 (Ökodesign-Anforderungen) der Verordnung werden die neuen Anforderungen an die Effizienz in einem Stufenplan festgelegt.

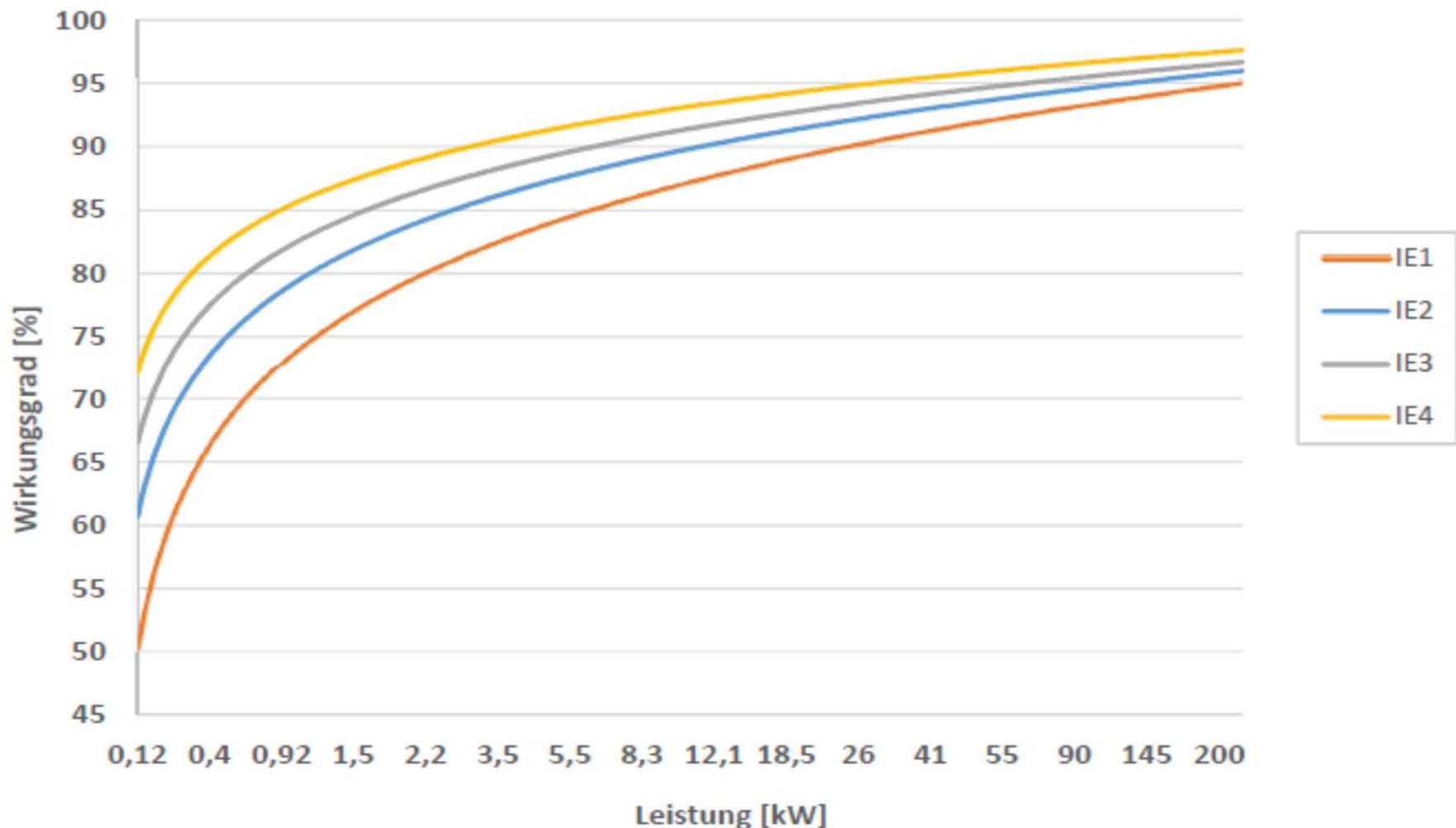
- Seit dem 16. Juni 2011 dürfen nur noch Motoren der Effizienzklasse IE2 eingesetzt werden. Motoren der alten EFF 2 dürfen nicht mehr in den Verkehr gebracht werden.
- Ab dem 1. Januar 2015 dürfen nur noch Motoren, die eine Nennleistung von 7,5 bis 375 kW haben, mit der Effizienzklasse IE3 eingesetzt werden. Werden Motoren mit der IE2 eingesetzt, dann müssen diese zusätzlich mit einer Drehzahlreglung ausgestattet sein.
- Ab dem 1. Januar 2017 wurde diese Regelung auch auf Motoren von 0,75 bis 7,5 kW erweitert.

In der DIN EN 60034-30-1 (VDE 0530-30-1) vom Dezember 2014 wurden die Wirkungsgradklassen auch für Motoren in 8poliger Ausführung sowie für die Leistungsbereiche ab 0,12 bis 0,74 kW und größer 375 bis 1.000 kW Wirkungsgradgrenzwerte festgelegt. Zusätzlich wurde die IE4 klassifiziert. Diese DIN-Norm ersetzt die Verordnung (EG) 640/2009.

## Entwicklung der Wirkungsgradklassen (Effizienzklassen) für Elektromotoren von 2009 - 2017, Stand Juni 2017 (2)

Im Bild 1 sind die vier Wirkungsgradklassen für einen 4-poligen Motor für 50 Hz Nennfrequenz im Leistungsbereich zwischen 0,12 und 200 kW grafisch dargestellt. Bei Leistungen größer 200 bis 1.000 kW gelten Werte von 200 kW. Bei 60 Hz Motoren gibt es Abweichungen.

Bild 1: Effizienzklassen gemäß DIN EN 60034-30-1 (Eigene Darstellung)



# Entwicklung der Wirkungsgradklassen (Effizienzklassen) für Elektromotoren von 2009 - 2017, Stand Juni 2017 (3)

**Seit dem 16. Januar 2011 müssen die Hersteller folgende Produktinformationen zu den betreffenden Motoren bereitstellen:**

- in den technischen Unterlagen zu Motoren,
- in den technischen Unterlagen zu Produkten, in die Motoren eingebaut sind,
- auf frei zugänglichen Internetseiten der Motorenhersteller,
- auf frei zugänglichen Internetseiten der Hersteller von Produkten, in die Motoren eingebaut sind,

Diese Anforderungen sind ebenfalls im Anhang der Verordnung aufgelistet.

**Auf dem Leistungsschild des Motors müssen folgenden Angaben dauerhaft kenntlich gemacht werden:**

- Nenneffizienz bei 100 %, 75 % und 50 % der Nennlast und Nennspannung
- Effizienzniveau: „IE2“, „IE3“ oder „IE4“

- Herstellungsjahr

Wann sich eine Umrüstung auf **effizientere Motoren lohnt**, muss im Einzelnen betrachtet werden. Wichtige Kriterien sind unter anderem:

- Investitionskosten,
- Betriebszeiten der Motoren,
- zu erwartende Einsparungen an Energie und Kosten,
- geplante Ersatzinvestitionen.

**Anhand eines Beispiels soll dies kurz dargelegt werden.**

Im Einsatz ist eine ältere Maschine mit einem 4-poligen Antriebsmotor von 30 kW Wellenleistung, der einen Wirkungsgrad von 85 Prozent aufweist. Sollte in der nächsten Zeit für die Maschine keine Ersatzinvestition erfolgen, kann der Einsatz eines effizienteren Motors zu erheblichen Energieeinsparungen führen.

Folgende Verbesserungen der Effizienz sind möglich:

- 8,5 % bei Einsatz eines Motors der Klasse IE3
- 10 % bei Einsatz eines Motors der Klasse IE4

Das bedeutet, dass bei Einsatz eines Motors der Klasse IE4 10 % (3 kW) weniger an Energie benötigt wird, was auch die Anschlussleistung reduziert

**Je nach Betriebsweise können die jährlichen Einsparungen unterschiedlich ausfallen.**

Betriebsstunden	2.000 h/a <sup>1</sup>	4.000 h/a <sup>2</sup>	7.000 h/a <sup>3</sup>
Energieeinsparung <sup>4</sup>	6.000 kWh/a	12.000 kWh/a	21.000 kWh/a
Kosteneinsparung <sup>5</sup>	900 €/a	1.800 €/a	3.150 €/a

Werden neue Maschinen oder Anlagen installiert, sollte mit den Herstellern oder Anlagenerrichtern die Möglichkeit des Einsatzes von hocheffizienten Motoren erörtert werden. Da heute bereits Motoren der Klasse IE3 bzw. IE2 mit Drehzahlregelung eingesetzt werden müssen, sind die zu erwartenden Einsparungen bei Einsatz von IE4-Motoren nicht so hoch, wie beim Austausch von Motoren in Altanlagen. Dafür sollten sich aber die Mehrinvestitionen nur auf den etwas höheren Anschaffungspreis des effizienteren Motors beschränken.

## Übersicht ausgewählte Einsparpotenziale bei elektrischen Antrieben

- Austausch von überdimensionierten Antrieben  
(ein ständig niedriger cos. phi ist ein deutlicher Hinweis auf Überdimensionierung)
- Einsatz von wirkungsgradverbesserten und hocheffizienten Motoren  
( z.B. Einsatz von Energiesparmotoren eff1 und eff2 > 2- und 4-poligen Niederspannungs-Drehstrommotoren )
- Drehzahlregelung von Motoren mit stark wechselnden Lasten  
(z.B. Einsatz von Frequenzrichtern bei Kettenförderungsanlagen)
- Bedarfsgerechtes Zu- und Abschalten von Motoren
- Verbesserung der betrieblichen Blindstromkompensation

# Energieeffizienz bei Druckluftanwendungen in KMU (1)

Etwa sieben Prozent des industriellen Stromverbrauchs fallen im Bereich der Druckluftanwendungen an.

Das sind bundesweit jährlich rund 17 Terrawattstunden Elektrizität. Obwohl die Umgebungsluft in allen Unternehmen kostenfrei und in unbegrenzter Menge zur Verfügung steht, ist Druckluft ein kostenintensiver – und damit sehr wertvoller – Energieträger.

Die Kosten entstehen hauptsächlich durch die Energie, die zur Verdichtung der angesaugten atmosphärischen Luft benötigt wird.

Diese Energiekosten können bei effizientem Einsatz von Druckluft häufig um 50 Prozent gesenkt werden.

## Wo wird Druckluft eingesetzt?

In fast jedem Betrieb des verarbeitenden Gewerbes wird heute Druckluft verwendet: in pneumatischen Antrieben, als Transportmedium oder zur Teilereinigung. Bei der Verwendung von Druckluft unterscheidet man zwischen **Arbeitsluft** als Energieträger und **Prozessluft**, die in verfahrenstechnischen Prozessen genutzt wird. Auch bei der Erzeugung von industriellem **Vakuum** kommt Druckluft zum Einsatz.

## Vorgehen bei der Optimierung

Die mit Druckluft betriebenen Geräte bestimmen als Verbraucher das Druckniveau, die Menge und die Qualität der erforderlichen Druckluft. Daher empfiehlt es sich, in einem ersten Schritt zunächst die druckluftnutzenden Geräte zu identifizieren und im Hinblick auf die Druckluftparameter zu bewerten. Danach können die davorliegenden Systemkomponenten – wie Verteilung (Rohrnetz), Aufbereitung (Trocknen und Filtern) sowie Erzeugung (Kompressoren) mit Steuerung und Regelung – optimal auf die Verbraucher eingestellt werden. Dadurch gelingt es, das ganze System zu optimieren.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente Druckluftsysteme

Abhängig von den jährlichen Betriebsstunden betragen die Energiekosten zwischen 70 und 90 Prozent der Lebenszykluskosten einer Druckluftanlage. Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen weisen in der Regel hohe Kapitalrenditen auf und machen sich somit schnell bezahlt.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Regelmäßige Prüfung auf Leckagen im Druckluftsystem.
- Anpassung des Systemdrucks an den tatsächlichen Bedarf.
- Überprüfung und Anpassung der Druckluftqualität entsprechend den Anforderungen.
- Nutzung der Abwärme durch Wärmerückgewinnung.
- Einsatz drehzahlgeregelter Kompressoren zur optimalen Bedarfsabdeckung bei minimalen Leerlaufverlusten.
- Einsatz einer übergeordneten Steuerung zur optimalen Kombination mehrerer Drucklufterzeuger.

# Energieeffizienz bei Druckluftanwendungen in KMU (2)

## Ein Beispiel aus der Praxis.

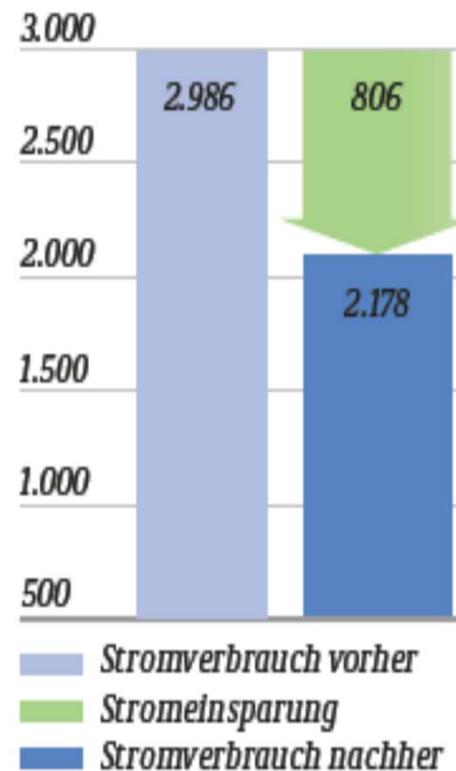
Die MÜLHEIM PIPECOATINGS GmbH produziert längs- und spiralnahtgeschweißte Großrohre und ist Weltmarktführer in diesem Segment. Innerhalb der Produktionsprozesse wird Druckluft vielfältig verwendet. Schwerpunkt der im Unternehmen durchgeführten Optimierung war der Einsatz einer kombinierten Kälte- und Adsorptionstrocknung. Dies gewährleistet einen idealen Trocknungsgrad der Druckluft und eine deutliche Senkung des hierfür notwendigen Stromverbrauchs. Zusätzlich kühlte ein der Kältetrocknung vorgelagerter Luft-Luft-Wärmeübertrager die eintretende Luft und wärmt die Druckluft, die den Trocknungsprozess durchlaufen hat.

Einsparpotenzial häufig

50%



Stromverbrauch Druckluft  
MWh/Jahr



Branche: Metallherstellung

Stromeinsparung	806 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	112.900 €/Jahr
Investition	61.000 €
Kapitalrendite	185%

Weitere Informationen.

- Informationstool Druckluft-Fit unter [www.industrie-energieeffizienz.de](http://www.industrie-energieeffizienz.de)
- Referenzprojekte-Datenbank [www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)

# Drehzahlgeregelter Druckluftkompressor im Maschinenbau-Unternehmen

MASCHINENBAU

FERTIGUNG

DRUCKLUFT

Vor der Umsetzung der Maßnahme zur Energieeinsparung wurde beim Drehleiter-Hersteller Metz Aerials GmbH & CO. KG ein konventioneller 16 Jahre alter Schraubenkompressor mit Kältetrockner zur Drucklufterzeugung eingesetzt. Die Investition in eine moderne Anlage brachte dem Unternehmen einen sowohl wirtschaftlichen als auch ökologischen Nutzen.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die bisherige Druckluftbereitstellung war gekennzeichnet durch hohe Leerlaufzeiten, die mit dem neuen drehzahlgeregelten Druckluftkompressor mit hohem Wirkungsgrad nicht mehr anfallen. Die variable Drehzahl ermöglicht das Abfahren des Bedarfsprofils über den Tag. Darüber hinaus wurde auch das Druckluftnetzniveau von 7 auf 6,5 bar abgesenkt, ein Druckhaltesystem eingebaut und die Betriebszeit optimiert. Des Weiteren wurde ein neuer energiesparender Kältetrockner installiert.

## UMSETZUNG

Die Umsetzung der Maßnahme erfolgte im Rahmen des Energieeffizienz-Netzwerks Karlsruhe.

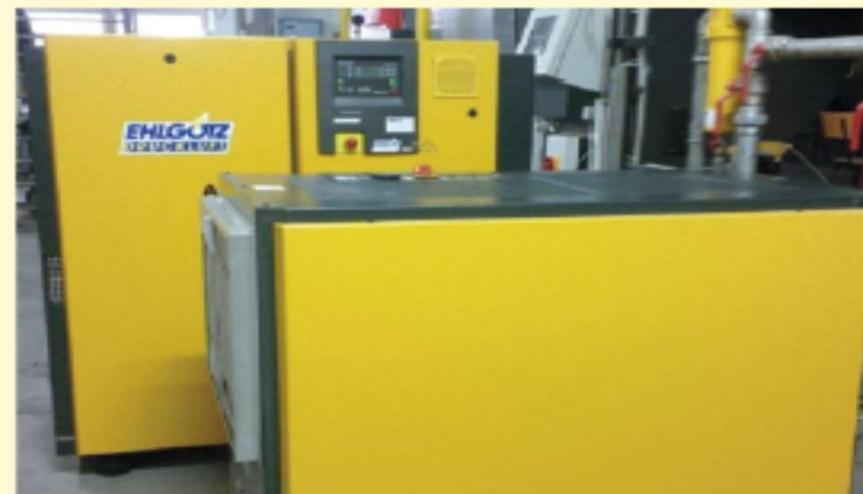


Bild: Metz Aerials GmbH & Co. KG

## Das Unternehmen

Die Metz Aerials GmbH & Co. KG ist das Kompetenzzentrum für Hubrettungsgeräte im Rosenbauer Konzern. Am Standort Karlsruhe produzieren rund 320 Mitarbeiter Drehleitern und Hubrettungsbühnen für Feuerwehren in der ganzen Welt.

## Kontakt

Metz Aerials GmbH & CO. KG  
Karlsruhe

Hans-Peter Lörrch, Technischer Leiter  
[hans-peter.loerch@metz-online.de](mailto:hans-peter.loerch@metz-online.de)

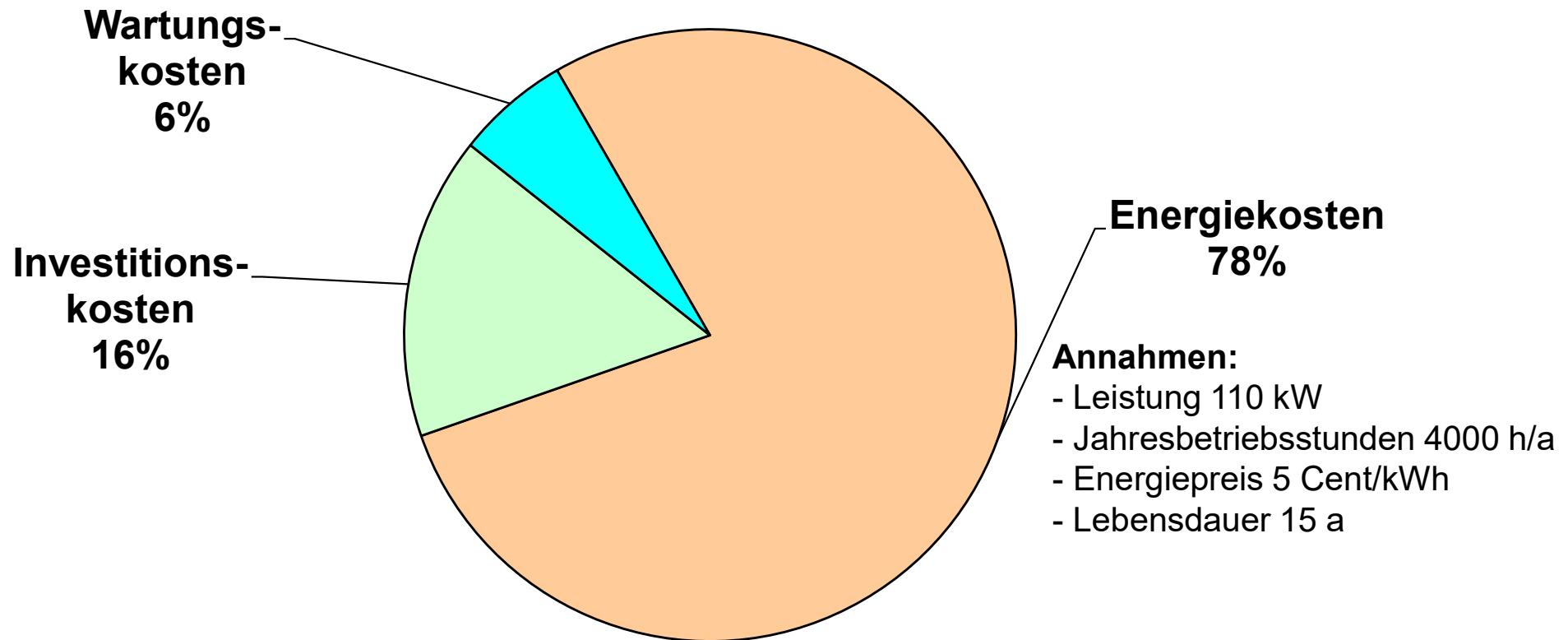
## Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2010
Kapazität	360.000 m³/h
Energieeinsparung p. a.	24 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	11 t
Investition	2.500 Euro
Lebensdauer	10 Jahre
Interne Verzinsung	116 %

# Lebenszykluskosten von Motoren systemen am Beispiel von Druckluftanlagen

Mehr als 2/3 der Lebenszykluskosten von Druckluftanlagen entstehen durch den Energieverbrauch. Dies trifft auch auf fast alle Motorsysteme zu.

**Energiekostenanteil 78% = 22.000 €/Jahr**



# Energieeffizienz von Pumpen in KMU (1)

Mit jährlich rund 26 Terrawattstunden haben Pumpen einen Anteil von rund zwölf Prozent am industriellen Stromverbrauch in Deutschland.

Der Energiebedarf von Pumpensystemen hängt in erster Linie von der zu bewältigenden Förderaufgabe ab. Mit zunehmender Förderhöhe und -menge steigen die Energiekosten. Zusätzlich entstehen an vielen Stellen im System Energieverluste, die den Energieverbrauch erhöhen.

Bei einer Optimierung des gesamten Pumpensystems können häufig 30 Prozent der Energiekosten eingespart werden.

## Wo werden Pumpen eingesetzt?

Die Einsatzgebiete von Pumpen und Pumpensystemen sind vielfältig, ihre Verbreitung daher branchenübergreifend sehr groß. In nahezu allen Gebäuden, sowohl Wohn- und Büro- als auch Betriebsgebäuden, werden Pumpen für die unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt. Umwälzpumpen arbeiten in geschlossenen Systemen, wie z. B. Heizungs- und Klimaanlagen.

In offenen Systemen, beispielsweise in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, kommen Förderpumpen zum Einsatz.

## Vorgehen bei der Optimierung.

Ein Pumpensystem besteht aus verschiedenen Komponenten und der Pumpe mit ihrem Antriebsmotor als Herz der Anlage. Die Effizienz eines Pumpensystems hängt von der Effizienz und dem Zusammenwirken aller Komponenten ab. Die größten Einsparungen lassen sich durch eine Verringerung der Verluste am Ende des Systems erzielen, da sich die dort erzielte Einsparung über die vorgelagerten Komponenten vervielfacht. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, zunächst die Förderaufgabe im Hinblick auf die Parameter Förderhöhe, Volumenstrom sowie Druck und Temperatur zu untersuchen und zu bewerten. Im Anschluss können die davorliegenden Systemkomponenten analysiert und ggf. optimiert werden.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente Pumpen.

Die Kosten eines Pumpensystems entstehen hauptsächlich durch den Energieeinsatz, der zur Förderung eines Mediums benötigt wird. Über den gesamten Lebenszyklus machen die Energiekosten zwischen 40 und 90 Prozent der Gesamtkosten aus. Wie zahlreiche Beispiele aus der Praxis zeigen, sind Investitionen in die energieeffiziente Auslegung und Sanierung von Pumpen und Pumpensystemen in der Regel hochrentabel.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Anpassen der Förderaufgabe (Förderhöhe und -menge) an den tatsächlichen Bedarf.
- Anpassung der Pumpenleistung an den tatsächlichen Bedarf.
- Austausch von überdimensionierten Pumpen und Entfernen von Pumpen-Bypässen.
- Einsatz von hocheffizienten Pumpenantrieben.
- Einsatz von drehzahlgeregelten Pumpen zur optimalen Bedarfsabdeckung.

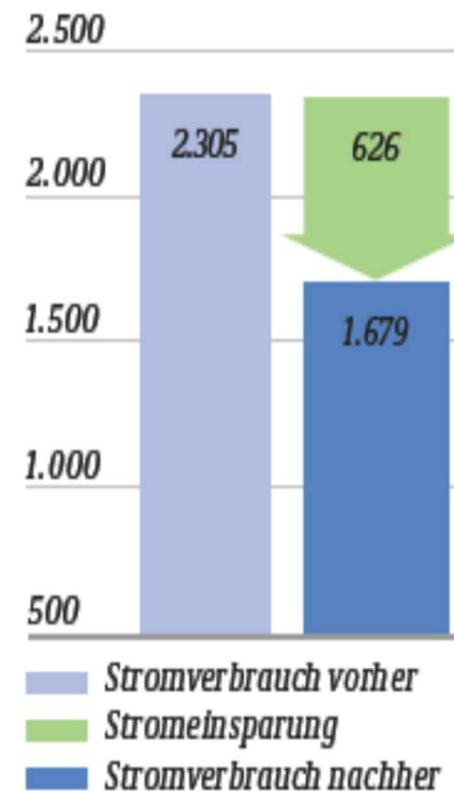
## Energieeffizienz von Pumpen in KMU (2)

### Ein Beispiel aus der Praxis.

Die Sappi Stockstadt GmbH stellt Feinpapiere für den hochwertigen Bilderdruck her. Mit einem Anteil von 25 Prozent am Gesamtstromverbrauch zählen die ca. 2.500 Pumpen zu den größten Verbrauchern.

Im Anschluss an eine Untersuchung von 27 Pumpensystemen wurden drei Systeme durch den Einsatz kleinerer, drehzahlgeregelter Pumpen mit hocheffizienten Motoren optimiert. Dadurch kann der aktuelle Bedarf bei einem hohen Wirkungsgrad gedeckt werden. Der Stromverbrauch für diese Systeme konnte um 20 bis 40 Prozent reduziert werden.

Stromverbrauch Pumpen  
MWh/Jahr



Einsparpotenzial häufig

30 %



### Branche: Papierherstellung

Energieeinsparung	626 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	100.235 €/Jahr
Investition	111.530 €
Kapitalrendite	90%

### Weitere Informationen.

- Lebenszykluskostenrechner für Pumpensysteme unter [www.industrie-energieeffizienz.de](http://www.industrie-energieeffizienz.de)
- Referenzprojekte-Datenbank [www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)

# Energieeffizienz im Unternehmen

## Kälte und Klima

Effizienter Energieeinsatz durch Kopplung von Heiz- und Kühlsystem

Heizen mit Kälteanlagen

Optimierte Kühlung durch Einsatz von Freikühlern und eines Sprinklerbeckens

Effizientes Kühlen mit Differentialtheke

Aus Wasser und Eis wird kalt oder heiß

Mit Ordnung zu einer effizienten Kühlung

# Effizienter Energieeinsatz durch Kopplung von Heiz- und Kühlsystem im Einzelhandel

## EINZELHANDEL

## SUPERMARKT

## KÄLTEVERBUNDANLAGE

Mit einer vollständig integrierten Wärme- und Kältebereitstellung hat Aldi Süd in Rastatt im Jahr 2010 einen energieeffizienten Supermarkt eröffnet. Eine an Erdsonden gekoppelte Kälteanlage nutzt das Erdreich nicht nur, um die Effizienz der Kälteerzeugung zu steigern, sondern auch zur Temperierung des Innenraums.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Herzstück des integrierten Heiz- und Kühlsystems ist eine zweistufige Kälteanlage, die mit dem natürlichen Kältemittel CO<sub>2</sub> arbeitet. Sie stellt Kälte für die Kühl- und Tiefkühlmöbel im Verkaufraum sowie für die Kühlzellen im Lager bereit. Die dabei entstehende Wärme wird im Winter zur Beheizung

des Gebäudes verwendet. Im Sommer sorgen Erdsonden für niedrige Rückkühltemperaturen und damit für einen effizienten Betrieb. Die Wärmeübergabe im Supermarkt erfolgt mittels einer thermisch aktivierten Betonplatte. Mit diesem neuen Konzept konnte die abhängig von der Luftqualität geregelte Lüftungsanlage um zwei Drittel verkleinert werden. Auf eine zusätzliche Heizung der Filiale wurde vollständig verzichtet. Weiterhin wurde ein innovatives Beleuchtungskonzept mit Tageslichtnutzung umgesetzt.



Bild: Fraunhofer ISE

### UMSETZUNG

Gegenüber einer herkömmlichen Filiale konnten 2012 für die Gewerke Kälte, Heizung, Lüftung und Beleuchtung ca. 25% Primärenergie eingespart werden. Optimierungspotenziale sind im Rahmen eines zweijährigen Intensivmonitoring identifiziert und bereits in einem weiteren Supermarkt umgesetzt worden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zukünftig auf weitere Filialen angewendet.

#### Das Unternehmen

Aldi Süd ist mit mehr als 1.800 Filialen einer der größten Lebensmittel-Discounter Deutschlands.

#### Kontakt

Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE)  
Freiburg im Breisgau  
Nicolas Réhault  
[nicolas.rehault@ise.fraunhofer.de](mailto:nicolas.rehault@ise.fraunhofer.de)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2010
Kapazität	67 kW
Energieeinsparung p. a.	196 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	99 t
Investition	keine Angabe
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Heizen mit Kälteanlagen im Nahrungsmittelgewerbe

## NAHRUNGSMITTEL

## BÄCKEREI

## KÄLTEANLAGE

Die Bäckerei und Konditorei Richard Nußbaumer GmbH spart durch Wärmerückgewinnung aus Kälteaggregaten sowie durch bei einer Erweiterung umgesetzte Maßnahmen jährlich ca. 9.000 m<sup>3</sup> Erdgas ein.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die Gesamtproduktionsfläche von 3.800 m<sup>2</sup> und die Büroräume werden seit einer Erweiterung 2009/2010 über Fußbodenheizung aus der Wärmerückgewinnung der Kälteanlagen beheizt. Zu den Kälteanlagen zählen Kühlzellen, Froster und Schockfroster. Der Wasserspeicher der Fußbodenheizung fasst 3.000 l bei einem Temperaturniveau von 45°C. Zusätzlich wird das Brauchwasser durch die Abwärme der Kälteanlagen auf ca. 45°C erwärmt. Die weitere Erwärmung auf 80°C erfolgt durch ein Wärmeverbund-System unter Nutzung der Abwärme des Rauchgases aus den Backöfen. Der Wasserspeicher für Brauchwasser beinhaltet 1.500 l bei 80°C, im Wasserpuffer mit 45°C befinden sich 4.500 l Brauchwasser.

### UMSETZUNG

Eine Wärmerückgewinnung wurde bereits seit dem Bau der Backstube in Waldbronn-Reichenbach im Jahr 1999 genutzt, beim Erweiterungsbau 2010 wurde diese dann deutlich erweitert. Zusätzlich wurden bei der Erweiterung die Beleuchtung durch LED-Leuchten ausgetauscht und eine Photovoltaikanlage auf dem Produktionsgebäude installiert.



Bild: Bäckerei und Konditorei  
Richard Nußbaumer GmbH

### Die Unternehmen

Die Bäckerei und Konditorei Richard Nußbaumer GmbH ist eine handwerkliche Bäckerei und betreibt zur Zeit 51 Verkaufsstellen in Karlsruhe und Umgebung.

### Kontakt

Bäckerei und Konditorei  
Richard Nußbaumer GmbH  
Waldbronn-Reichenbach  
Bruno Rihm, Geschäftsführer  
[b.rihm@baeckerei-nussbaumer.de](mailto:b.rihm@baeckerei-nussbaumer.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2009/2010
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	90 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	16 t
Investition	55.000 Euro
Lebensdauer	> 20 Jahre
Interne Verzinsung	7 %

# Optimierte Kühlung durch Einsatz von Freikühlern und eines Sprinklerbeckens in der Kunststoffverarbeitung

## KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

## SPRITZGIESSMASCHINEN

## KÜHLUNG

Im Werk Heuchlingen des Gartengeräteherstellers GARDENA konnte durch die Installation neuer Freikühler auf dem Hallendach und die Integration des existierenden Sprinklerbeckens als Wärmepuffer in das Kühlssystem die Laufzeit der Kompressionskältemaschinen wesentlich reduziert werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die 96 Kunststoff-Spritzgießmaschinen im GARDENA-Werk Heuchlingen und die Werkzeuge müssen gekühlt werden. Bisher wurden dazu ausschließlich Kompressionskältemaschinen genutzt. Durch die Montage von Freikühler auf dem Hallendach und die Nutzung des für den Brandfall existierenden

Sprinklerbeckens als Wärmespeicher konnte die Laufzeit der energieintensiven Kompressionskältemaschinen reduziert werden. Die Freikühler kühlen das Prozesswasser bis zu einer Außentemperatur von 18 °C ohne Inanspruchnahme der Kompressionskältemaschinen. Bei höheren Außentemperaturen kann mit den Freikühler keine Kühlleistung mehr erzielt werden. Dann wird die Wärme des Prozesswassers im Sprinklerbecken gepuffert. Sobald die Freikühler wieder ausreichend Kühlung gewährleisten, wird das Wasser im Sprinklerbecken bis auf 2 °C herunter gekühlt.



Bild: GARDENA Manufacturing GmbH

### UMSETZUNG/BESONDERHEITEN

Die Umsetzung der Maßnahme geschah im Zuge der Erneuerung des Kühlungssystems, bei der auch die alte Kompressionskältemaschine durch eine neue mit einer Leistungszahl von 5,6 EER (Energy Efficiency Ratio) ersetzt wurde.

#### Das Unternehmen

GARDENA, der schwedischen Hus-qvarna-Gruppe zugehörig, ist ein europaweit führender Hersteller für hochwertige Gartengeräte.

#### Kontakt

GARDENA Manufacturing GmbH  
Heuchlingen  
Daniela Fischer, Environmental Affairs  
[daniela.fischer@husqvarnagroup.com](mailto:daniela.fischer@husqvarnagroup.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2006
Kapazität (Kühlung)	5,6 kWel
Energieeinsparung p. a.	424 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	263 t
Investition	150.000 Euro
Lebensdauer	15 Jahre
Interne Verzinsung	28 %

# Mit Ordnung zu einer effizienten Kühlung in der Textilherstellung

## TEXTILIENHERSTELLUNG

## RECHENZENTRUM

## KÜHLUNG

Beim Sportartikelhersteller VAUDE wird im Sinne der Nachhaltigkeitsstrategie Wert auf einen möglichst effizienten Einsatz von Energie in verschiedenen Unternehmensbereichen gelegt. Dies schließt die Kühlung der Informationstechnologie im Rechenzentrum mit ein.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Bei der Planung des neuen Rechenzentrums von Vaude wurde in dem 3,25 m x 4,10 m großen Raum eine effiziente Rackkühlung angestrebt. Dazu wurde auf eine strikte Trennung von Kalt- und Warmgängen geachtet. Auf den Kaltgangbereich entfallen etwa zwei Drittel der Grundfläche, während auf den Warmgang ein Drittel entfällt. Die Klimatisierung des Rechenzentrums erfolgt dabei mittels einer Kombination aus freier Kühlung und einer Kompressionskältemaschine. Bestandteil der Klimatisierung ist eine Steuerungsanlage, die die Leistung am aktuellen Bedarf ausrichtet.

Dies ermöglicht die Kühlung des Rechenzentrums bis zu einer Außentemperatur von 25 °C über die Freikühlung. Ein weiterer Bestandteil des Kühlkonzeptes ist ein integriertes Kabelmanagement, welches eine unerwünschte Vermischung von kalter und warmer Luft im Rack unterbindet. Dies ermöglicht die barrierefreie Wärmeabgabe der aktiven Komponenten auf deren Rückseite.



Bild: VAUDE Sport GmbH & Co.KG

### UMSETZUNG/BESONDERHEITEN

Server-Backups, die Belastungsspitzen verursachen, werden typischerweise in der Nacht durchgeführt, wenn die Außentemperatur gering ist, was eine effektive Kühlung gewährleistet.

#### Das Unternehmen

Die VAUDE Sport GmbH & Co. KG entwickelt, produziert und vertreibt Outdoor-Ausrüstung: funktionelle Bekleidung für Draußen, Rucksäcke und Taschen, Schlafsäcke, Zelte, Schuhe, Campingzubehör.

#### Kontakt

VAUDE Sport GmbH & Co. KG  
Tettnang  
Harald Reiser, IT-Leiter  
[harald.reiser@vaude.com](mailto:harald.reiser@vaude.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	30 kW <sub>d</sub>
Energieeinsparung p. a.	20 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	7,4 t
Investition	35.000 Euro
Lebensdauer	15 Jahre
Interne Verzinsung	8%

# Effizientes Kühlen mit Differentialtheke im Einzelhandel

## EINZELHANDEL

## METZGEREI

## KÜHLTHEKE

Durch Austausch der veralteten Umlufttheke durch eine neue Kühltheke mit Differentialkühlung konnte die Metzgerei Kaiser am Standort Herbolzheim 30 % Stromkosten einsparen. Als Differentialkühltheke wird ein System mit Bodenbohrung und Rückwandverdampfer bezeichnet.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die Differentialkühltheke kann die eingesetzte Kühlenergie durch ihre Bauart effizient ausnutzen. Die Bodenwannen, auf denen die Ware in Ausstellplatten präsentiert wird, wirken durch die eingeschäumte

Berührung als direkter Verdampfer, der die erzeugte Kälte direkt auf die Ware überträgt (Kontaktkühlung). Der unter der Thekenarbeitsplatte eingebaute Rückwandverdampfer unterstützt diese Kühlung, um die gesetzlich vorgeschriebenen Warentemperaturen zu gewährleisten. Die Bodenwanne besteht aus einer 60 mm starken Polyurethanisolierung, die ohne umweltschädliche Treibgase geschäumt wird. Durch das in der Regelektronik integrierte Nachtabensenkungsprogramm wird zusätzlich Energie eingespart. Dies ist möglich, da



Bild: Metzgerei Kaiser

während der Nachtstunden die Theke abgedeckt ist, und so kaum Außenluft in die Theke dringt. Insgesamt beträgt der Energiebedarf pro mittlerem Laufmeter Kühltheke 300 W bei einer Verdampfungs temperatur von minus 10 °C.

### UMSETZUNG

Bei der Übernahme einer Filiale in Herbolzheim ersetzte die Metzgerei Kaiser im Zusammenhang mit einer kompletten Neugestaltung des Verkaufsraumes neben der Umluftkühltheke die Kälteanlage und einige veraltete Einzelgeräte. Das Unternehmen erhielt dabei Zuschüsse aus dem Förderprogramm des Landes „Eiskalt sparen“.

#### Das Unternehmen

Die Metzgerei Kaiser betreibt neben dem Hauptgeschäft in Rheinhausen Filialen in Riegel, Emmendingen und Herbolzheim. Am Hauptstandort befindet sich ein Partyhaus für Veranstaltungen aller Art.

#### Kontakt

Metzgerei und Partyhaus Kaiser  
Rheinhausen  
Gerhard Kaiser, Geschäftsführer  
[gerhard.kaiser@metzgerei-kaiser.de](mailto:gerhard.kaiser@metzgerei-kaiser.de)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	keine Angabe
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	keine Angabe
Investition	40.000 Euro
Lebensdauer	15 - 20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Aus Wasser und Eis wird kalt oder heiß in der Elektrotechnik

ELEKTROTECHNIK

KÄLTE- UND WÄRMEVERSORGUNG

EIS SPEICHER

Beim Neubau für die Thomas Preuhs Holding sollte das Energiekonzept den Geist der Firmen wider spiegeln, die unter dem Dach des Gebäudes arbeiten. Alle Firmen arbeiten im Bereich der Erneuerbaren Energien und sind in den jeweiligen Bereichen sehr innovativ. Aus diesem Grund sollte das Industriegebäude auch komplett aus regenerativen Quellen versorgt werden. Ein großer Eispeicher in Kombination mit Wärmepumpen, Parabolrinnen und Photovoltaik (PV) erfüllten dieses Ziel.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Vor dem Gebäude befindet sich ein großer Wassertank mit fast einer Million Liter Fassungsvermögen. In diesem Behälter wurde aus ca. drei Kilometer Kunststoffrohr ein Wärmetauscher eingebaut. Dieser Wärmetauscher ist mit den zwei Wärmepumpen im Gebäude verbunden, die je nach Bedarf dem Wasser im Speicher die Energie entziehen, die benötigt wird, um die Pufferspeicher für die Fußbodenheizung auf ca. 40 °C zu temperieren. An sonnigen Tagen übernehmen die 30 Parabolrinnen auf dem Firmendach das Aufheizen der Pufferspeicher. Der Strom, der für die Wärmepumpen benötigt wird, entsteht in unmittelbarer Nähe durch eine Dach-PV-Anlage mit einer Gesamtleistung von 120 kW<sub>p</sub>. Zu Beginn der Heizperiode liegt die Wassertemperatur im großen Speicher bei ca. 20 °C. Bis zum Jahreswechsel sinkt diese durch die Energieentnahme der Wärmepumpen auf 0 °C. Unterhalb dieser Temperatur bildet sich um den Wärmetauscher eine Eisschicht, die sich langsam immer weiter aufbaut. Auf diese Art hat sich dann bis zum Frühjahr ein großer, kompakter Eisblock gebildet. Sobald die stärker werdenden Sonnenstrahlen des Frühjahrs das Gebäude aufheizen, wird das Gebäude mit Hilfe der Kälte des Eises gekühlt. Je wärmer der Sommer, desto schneller schmilzt das Eis dahin, sodass sich vor der nächsten Heizperiode der Inhalt wieder bis auf ca. 20 °C erwärmt hat.

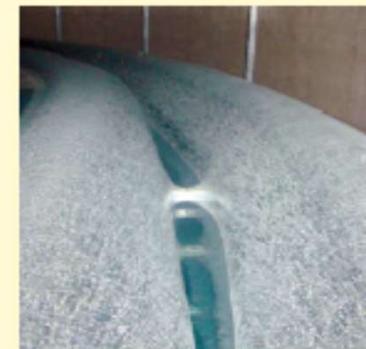


Bild: Thomas Preuhs Holding GmbH

## UMSETZUNG

Durch die Kombination von Eisspeicher, Wärmepumpen, Parabolrinnen und Photovoltaik können jährlich ca. 102 MWh Strom und 8.000 Liter Heizöl eingespart werden.

### Das Unternehmen

Die Thomas Preuhs GmbH bietet im elektronischen und elektrotechnischen Bereich nahezu alle Arbeiten an – von der konventionellen Bestückung bis hin zu SMD.

### Kontakt

Thomas Preuhs Holding GmbH  
Geislingen-Binsdorf  
Klemens Jakob, Geschäftsführer Solera  
k.jakob@solera.de

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2009/2010
Kapazität (Wärmepumpen)	2 x 50 kW <sub>el</sub>
Energieeinsparung p. a.	182 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	92,8 t CO <sub>2</sub>
Investition	400.000 Euro
Lebensdauer	20-30 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Energieeffizienz im Unternehmen

## Prozesswärme

Beheizung von Reinigungsbädern mittels Kompressoren-Abwärme  
Verstromung von Abwärme mittels ORC-Technologie

Abwasserwärme nutzen im Gegenstrom

Doppelnutzen durch integrierte Wärme- und Kälteerzeugung

Betriebs- und branchenübergreifende Nutzung von  
Prozessabwärme

Einsatz flammenloser Oxidation in Industrieöfen

Prozessintegration von Dampferzeuger und Trockner

# Energieeffizienz bei der Prozesswärme in KMU (1)

Fast jeder verarbeitende Betrieb nutzt industrielle Wärme, sei es zur Dampf- und Heißwassererzeugung oder für den Betrieb von Brennöfen und Trocknungsanlagen. Mit einem Anteil von 64 Prozent am industriellen Gesamtendenergieverbrauch ist Prozesswärme das mit Abstand energieintensivste Anwendungsfeld.

Die Bereitstellung von Prozesswärme ist daher für viele Unternehmen traditionell ein bedeutender Kostenfaktor.

Unternehmen aus Industrie und Gewerbe können durch Energieeffizienzmaßnahmen Einsparpotenziale von häufig 30 Prozent bei der ProzesswärmeverSORGUNG erzielen.

## Wo wird industrielle Wärme eingesetzt?

Rund 40 Prozent des industriellen Wärmebedarfs wird durch Kesselanlagen zur Dampf- und Heißwassererzeugung gedeckt, hauptsächlich für Prozesse in der Chemie-, Papier-, Investitionsgüter- und Nahrungs- und Genussmittelindustrie sowie branchenübergreifend zur Raumwärmebereitstellung. Brennöfen werden für thermische Prozesse wie Brennen, Schmelzen oder zur Wärmebehandlung benötigt. Etwa die Hälfte des industriellen Wärmeverbrauchs fällt in diesen energieintensiven Prozessen an. Eine weitere energieintensive Wärmeanwendung stellen industrielle Trocknungsprozesse dar.

## Vorgehen bei der Optimierung

Der erste Schritt bei der Optimierung der WärmeverSORGUNG ist eine energetische Analyse des aktuellen Energieverbrauchs der Anlagen und des Wärmebedarfs. Anschließend können die vorgeschalteten Systemkomponenten wie Rohrleitungen, Speicher, Kessel, Brenner und Steuerung an den tatsächlichen Bedarf angepasst und optimiert werden. Ebenfalls sollten die Verwendung von Systemen zur Rückgewinnung und Nutzung bislang ungenutzter Abwärme sowie die Möglichkeiten zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) oder bei Bedarf auch Kälte (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) berücksichtigt werden.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente WärmeverSORGUNG

Investitionen in die Energieeffizienz der WärmeverSORGUNG sind hochrentabel, häufig mit Kapitalrenditen von über 25 Prozent. Bestimmte Maßnahmen, wie die Minimierung der Wärmeverluste durch wirtschaftlich optimale Wärmedämmung, weisen sogar noch deutlich höhere Renditen auf.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

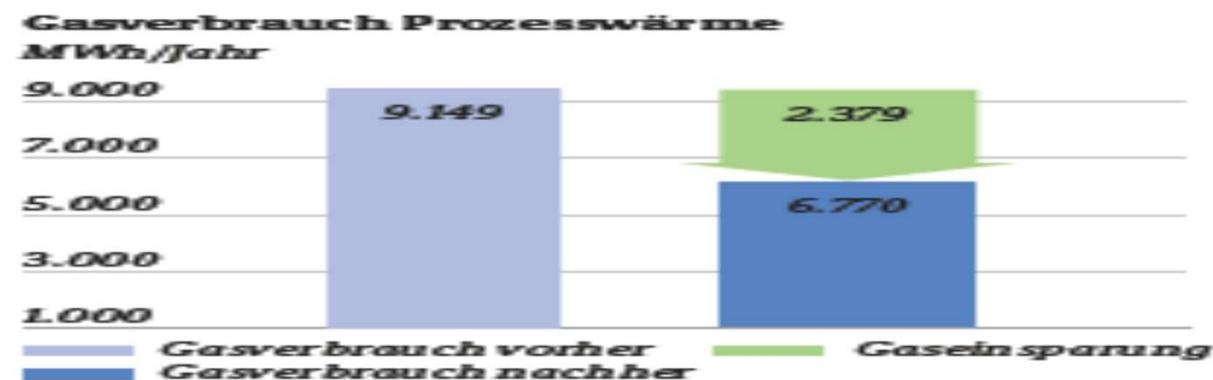
- Minimierung des Wärmebedarfs und der Wärmeverluste (z. B. durch Dämmung von Rohrleitungen).
- Einsatz von regelbaren Brennern.
- Regelung der Luftzufuhr mittels Abgasregelung.
- Einsatz von Brennwertkesseln, Nutzung der Abwärme durch Wärmerückgewinnung.
- Einsatz von Wärmespeichern zur Reduzierung der Spitzenlast.
- Bedarfsgerechte Erzeugung durch Mehrkesselregelung.

# Energieeffizienz bei der Prozesswärme in KMU (2)

## Ein Beispiel aus der Praxis



Die Teutoburger Mineralbrunnen GmbH & Co. KG führte eine Modernisierung ihrer Kesselanlagen zur Dampferzeugung durch. Vor der Anlagensanierung kam es regelmäßig zur Abschaltung und zum anschließenden Anfahren der Kessel und damit zu unnötigem Energieverbrauch. Durch Verwendung drehzahlgeregelter Brennermotoren wird die Brennerleistung an den tatsächlichen Bedarf angepasst. Bei Lastschwankungen kann die Anlage somit einen deutlich niedrigeren Leistungsbereich ansteuern. Unnötige Brennerabschaltungen werden auf diese Weise verhindert. Durch die Verbesserung der Dämmung, die Wochenendabsenkung und eine Reduzierung des Dampfdrucks konnte der Prozesswärmeverbrauch gesenkt werden.



### Branche: Getränkeherstellung

Energieeinsparung	2.379 MWh/Jahr
Kosteneinsparung	142.700 €/Jahr
Investition	219.000 €
Kapitalrendite	65 %

### Weitere Informationen:

- Broschüre „Energetische Modernisierung industrieller Wärmeversorgungssysteme.“  
[www.industrie-energieeffizienz.de/prozesswaerme](http://www.industrie-energieeffizienz.de/prozesswaerme)
- Referenzprojekte-Datenbank  
[www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)

# Beheizung von Reinigungsbädern mittels Kompressoren-Abwärme im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## METALLVERARBEITUNG

## KOMPRESSOREN

## ABWÄRMENUTZUNG

Durch Prozessintegration der Abwärme von Kompressoren spart die Firma Alutec metal innovations GmbH & Co. KG, ein Produzent von Aluminium-Fließpressteilen, 2.500 Euro monatlich an Kosten ein.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Einsparpotenziale ergaben sich durch Auskoppelung der Wärme aus den Kompressoren für die Beheizung der Reinigungsbäder, die über einen Zwischenspeicher an die Teile-Reinigungsanlagen abgegeben werden kann. Mit diesen Maßnahmen können die Bäder der Reinigungsanlagen weitgehend ohne

Fremdenergiezufuhr betrieben werden. Damit konnte eine Kosteneinsparung von ca. 2.500 Euro pro Monat realisiert werden. Umgerechnet wird dadurch die Emission von Treibhausgasen um ca. 215 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr reduziert.



Bild: Alutec metal innovations GmbH & Co. KG

### UMSETZUNG

Eine Herausforderung war die Anpassung der Badtemperaturen. Tests haben gezeigt, dass eine Reduktion von 65 °C / 79 °C auf 45 °C / 60 °C von Spülböden und Trocknungsbereichen keine Qualitätseinbußen brachten. Dies war erforderlich, um ein funktionales Temperaturniveau zu realisieren. Eine Auskoppelung bei 80 °C wäre zwar möglich gewesen, jedoch hätte dies das Dichtungssystem der Leitungen überfordert.

### Das Unternehmen

Die Firma alutec mit Sitz in Sternenfels stellt Aluminium-Fließpressteile überwiegend für den Automotive-Bereich her.

### Kontakt

Alutec metal innovations  
GmbH & Co. KG Sternenfels  
Willy Kretz, Geschäftsführer  
[w.kretz@alutec-online.de](mailto:w.kretz@alutec-online.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2010
Kapazität (Kompressoren)	120 kW <sub>el</sub>
Energieeinsparung p. a.	156 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	215 t
Investition	60.000 Euro
Lebensdauer	15 Jahre
Interne Verzinsung	50 %

# Verstromung von Abwärme mittels ORC-Technologie im Metallerzeugungs-Unternehmen

## METALLERZEUGUNG

## STOSSOFEN

## ABWÄRMENUTZUNG

Um die Abgastemperaturen von 400-500 °C der beiden Stoßöfen besser zu nutzen, wird in den Badischen Stahlwerken in Kehl, neben den vorhandenen Rekuperatoren, zusätzlich ein Organic Rankine Cycle (ORC)-Modul mit einer Leistung von 200 kW<sub>el</sub> installiert.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

In den Badischen Stahlwerken (BSW) bringen zwei erdgasbetriebene Stoßöfen (38 und 70 MW<sub>th</sub>) die frisch vergossenen Stahlknüppel auf eine optimale Walztemperatur von ca. 1100 °C und sind über 7000 h/a im Einsatz. Bereits heute wird die Ofenabwärme über einen Rekuperator zur Vorwärmung der Verbrennungsluft genutzt. Um das vorhandene Potential (400-500 °C Abgastemperatur) vollständig auszuschöpfen, wird im Walzwerk ein ORC-Modul installiert, mit welchem 200 kW<sub>el</sub> Strom erzeugt und in das werksinterne Elektrizitätsnetz eingespeist werden können. Das ORC-Modul arbeitet mit einer leicht-flüchtigen Flüssigkeit (Ethanol), welches die Erzeugung von überhitztem Dampf bei niedrigeren Abwärmetemperaturen erlaubt. Das Ethanol wird über das Abgas erwärmt, verdampft und treibt dabei einen Kolbenmotor an. Im Gegensatz zu einer Turbine erlaubt der Kolbenmotor eine variablere Fahrweise ohne größere Effizienzverluste. Das zur Kondensation des Ethanol benötigte Kühlwasser findet im Antrieb einer Absorptionskältemaschine Verwendung.



Bild: DeVeTec GmbH

### UMSETZUNG

Das ORC-Modul wurde Ende des Jahres 2013 bei der BSW installiert und zum Jahreswechsel 2014 an die elektrische Versorgung angeschlossen. Der Betrieb der Absorptionskältemaschine erfolgt ein Jahr später.

### Die Unternehmen

Die beteiligten Unternehmen sind:  
Badische Stahlwerke GmbH (BSW), einziges Elektrostahlwerk in Baden-Württemberg,  
Badische Stahl-Engineering GmbH (BSE), Dienstleister in der Elektrostahlindustrie und DeVeTec GmbH, Entwickler und Produzent von ORC-Kolbenmaschinen.

### Kontakt

Badische Stahl-Engineering GmbH (BSE)  
Kehl  
Ronny Ortwein, Projektgenieur  
[ronny.ortwein@bee-kehl.de](mailto:ronny.ortwein@bee-kehl.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2014
Kapazität	200 kW <sub>el</sub>
Energieeinsparung p. a.	1400 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	826 t
Investition	ca. 740.000 Euro
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Abwasserwärme nutzen im Gegenstrom im Textilienherstellungs-Unternehmen

## TEXTILIENHERSTELLUNG

## NASSVEREDELUNG

## ABWÄRMENUTZUNG

Die Firma COMAZO GmbH & Co. KG in Albstadt-Tailfingen produziert Qualitätswäsche, wobei große Mengen warmen Abwassers anfallen. Seit 2010 wird im Gegenstromverfahren die Energie des Abwassers zur Erwärmung des Prozesswassers der Färbemaschinen genutzt und so 90 t Heizöl pro Jahr eingespart.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Beim Färben, Waschen und Bleichen wird viel Frischwasser verbraucht, und gleichzeitig fällt eine große Menge an warmem Abwasser an. Bisher wurde das warme Abwasser ungenutzt in einem Pfufferbecken gesammelt und über die kommunale Kläranlage gereinigt und entsorgt. Mittels einer speziellen Abwasserpumpe wird seit 2010 das Abwasser durch einen Glatrohrwärmetauscher geführt. Im Gegenstrom, außen um die Rohre, fließt das Frischwasser und erwärmt sich dabei. Das Abwasser als auch das Frischwasser durchströmt viermal die gesamte Länge des Wärmetauschers. Im Warmwassertank wird das Prozesswasser gesammelt und über eine Pumpe zu den Färbemaschinen geführt. Das Einsparpotenzial am Primärenergieträger Heizöl ist enorm, das gleiche gilt für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der deutlich reduziert werden konnte.



Bild: COMAZO GmbH & Co. KG

### UMSETZUNG

Da die vorhandene Wärme im Abwasser bisher verloren ging, machte man sich Gedanken, wie das warme Abwasser effizient genutzt und parallel der CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringert werden könnte. Ein weiterer positiver Effekt ergibt sich dadurch, dass sich die Prozesszeiten durch die Warmwasserverfügbarkeit verkürzen und dadurch die Effizienz gesteigert wird. Zudem konnte die Einleitungstemperatur des warmen Abwassers ins städtische Kanalnetz so gesenkt werden, dass diese den Anforderungen entspricht.

#### Das Unternehmen

Die Firma COMAZO GmbH & Co. KG mit Sitz in Albstadt-Tailfingen produziert seit über 125 Jahren Qualitätswäsche für Damen, Herren und Kinder für den Alltag, Sport oder Freizeit.

#### Kontakt

COMAZO GmbH & Co. KG  
Albstadt-Tailfingen  
Gerd Lang  
[ausruestung@comazo.de](mailto:ausruestung@comazo.de)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2010
Kapazität	Keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	1.062 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	300 t
Investition	Keine Angabe
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	Keine Angabe

# Betriebs- und branchenübergreifende Nutzung von Prozessabwärme im Metallerzeugungs-Unternehmen

## METALLERZEUGUNG

## KUPOLOFEN

## ABWÄRMENUTZUNG

Die Abwärme des Kupolofens der Firma Georg Fischer Automobilguss GmbH konnte nur bis zu einem Drittel intern verwendet werden. Durch die Auskopplung der Abwärme zur Dampferzeugung im benachbarten Maggi-Werk des Nahrungsmittelherstellers Nestlé Deutschland AG kann die Abwärme ganzjährig und vollständig genutzt werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die bis zu 1200 °C heiße Abwärme wurde zuvor betriebsintern für die Brennluftvorerhitzung sowie in der Heizperiode teilweise für Raumwärme und Brauchwasser genutzt, wobei überschüssige Energie über einen Wärmeübertrager und Filter an die Umgebung abgegeben wurde. Zur Einkopplung dieser Energie erfolgte 2008 im Rahmen einer Erneuerung des Rekuperators eine Systemanpassung mit Thermoöl als Wärmeträger und einer Verbindung der zwei Unternehmen über ein 400 m langes Rohrleitungssystem. Über dieses werden 300 m<sup>3</sup> Thermoöl pro Stunde in das Kesselhaus von Maggi transportiert. Der dort erzeugte Dampf wird zur Sterilisation von Nassfertigerichten, für Trocknungsprozesse bei der Herstellung von Trockensuppen und Saucen sowie für thermische Prozesse bei der Würzproduktion genutzt. Dies hat eine Verminderung des jährlichen Erdgasbedarfs beim Lebensmittelhersteller um etwa zwei Drittel bewirkt.



Bild: Nestlé Deutschland AG Maggi Werk Singen, Georg Fischer Automobilguss GmbH

### UMSETZUNG

Um die Unsicherheit bezüglich der künftigen Wärmelieferungen bzw. -abnahme auszuschließen, wurde die Dampferzeugung bewusst bei Maggi angesiedelt. So kann im Falle eines Ausfalls sofort und unkompliziert der Kessel mit Erdgas befeuert werden.

#### Kontakte

Georg Fischer Automobilguss GmbH  
Frank Bettinger – Leiter Umwelt-,  
Arbeitsschutz und Dienste  
[frank.bettinger@georgfischer.com](mailto:frank.bettinger@georgfischer.com)

Nestlé Deutschland AG Maggi Singen  
Singen  
Eberhard Frütsche, Abt. Energie/Umwelt  
[eberhard.fruetsche@de.nestle.com](mailto:eberhard.fruetsche@de.nestle.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2008
Kapazität	20 MW <sub>th</sub>
Energieeinsparung p. a.	50.000 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	11.000 t
Investition	5 Mio. Euro
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Einsatz flammenloser Oxidation in Industrieöfen im Elektrotechnik-Unternehmen

ELEKTROTECHNIK

WARMÖFEN

FLAMMENLOSE BRENNER

Beim Haushaltsgerätehersteller Neff GmbH in Bretten kommen in Durchlauf-Emaillieröfen neue Spaltstrom-Brenner zum Einsatz, die auf dem Prinzip der flammenlosen Oxidation beruhen, und zu einer Erdgaseinsparung von 10 % führen.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die Neff GmbH stellt in ihrem Werk in Bretten Einbaubacköfen sowie Dunstabzugshauben und -essen her. Zur Emaillierung von Backöfen wird auf den geschweißten Rohteilen eine Pulveremailleschicht aufgebracht und in einem Durchlaufofen bei Temperaturen > 800 °C gebrannt. Die nötige Wärme wurde bisher mit Erdgas und konventionellen Spaltstrombrennern bereitgestellt. Die existierenden Brenner wurden gegen flammenlose Brenner getauscht, bei denen Erdgas und Luft unvermischt mit hoher Strömungsgeschwindigkeit in die Brennkammer strömt. Im Unterschied zu konventionellen Brennern kommt es zu einer sehr starken Vermischung der Abgase und der Verbrennungsluft, was zu dem namensgebenden Phänomen führt: Bei Temperaturen von über 850 °C wird der Brennstoff im ganzen Brennraum gleichmäßig flammlos oxidiert (FLOX). Die Vorteile des flammenlosen Betriebs umfassen die Vermeidung von thermischen NOx und eine höhere mittlere, sowie gleichmäßige Brennraumtemperatur. Gegenüber den vorherigen Brennern kann die Firma Neff durch die flammenlose Oxidation 10% des Erdgasbedarfs beim Emaillierofen einsparen.



Bild: Neff GmbH

## UMSETZUNG

Die Brenner wurden im Rahmen einer Erweiterung des Emaillierofens zu Beginn 2012 ersetzt. Die neuen Brenner konnten nahezu problemlos in den bestehenden und erweiterten Ofen integriert werden.

### Das Unternehmen

Die Neff GmbH stellt in Bretten hochwertige Einbau-Haushaltsgeräte her und ist eine Tochter der BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, München.

### Kontakt

Neff GmbH

Bretten

Dr. Chris Becke, Technische Planung Herde  
[chris.becke@bshg.com](mailto:chris.becke@bshg.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	2.400 kg/h
Energieeinsparung p. a.	350 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	70 t
Investition	250.000 Euro
Lebensdauer	10-20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Prozessintegration von Dampferzeuger und Trockner im Textilreinigungs-Unternehmen

TEXTILREINIGUNG

DAMPFERZEUGUNG

ABWÄRMENUTZUNG

Initiiert durch die Teilnahme an einem Energie-Effizienznetzwerk wurde bei der Wäscherei Forstenhäusler GmbH eine Energieberatung durchgeführt. Zu den hierbei aufgezeigten Einsparpotenzialen gehört die Nutzung der Abwärme eines Dampferzeugers und eines Trockners zur Vorwärmung direkt im jeweiligen Prozess.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die Erzeugung von Dampf als zentrales Arbeitsmedium eines Wäschereibetriebs erfolgt durch einen zentralen, mit Heizöl betriebenen Dampferzeuger, dessen Abgas über einen Kamin abgeführt wird. Durch den Einbau eines Wärmeübertragers in den Abgaskanal und die Einkopplung der Wärme in den Speisewasserstrom konnte der Brennstoffbedarf um durchschnittlich 2,5 Liter pro Betriebsstunde gesenkt werden. Das zur Verminderung des Energiebedarfs eines Wäschetrockners mit einer Beladung von 50 Kilogramm installierte Wärmerückgewinnungssystem dient ebenfalls der Vorwärmung des Prozessmediums, sodass bei beiden Maßnahmen keine Kosten für den Transport des Abwärmemediums anfallen.



Bild: Wäscherei Forstenhäusler GmbH

## UMSETZUNG

Um eine Einhaltung der Prozessparameter gewährleisten zu können, ging der Umsetzung der Abwärmerückgewinnung des Trockners eine kontinuierliche Erfassung von Temperatur und Feuchte im Abwärmedurchfluss voraus.

### Das Unternehmen

Die Wäscherei Forstenhäusler GmbH wurde 1934 in Ludwigsburg gegründet und bietet heute eine Vielzahl an Serviceleistungen im Bereich Textilreinigung an.

### Kontakt

Wäscherei Forstenhäusler GmbH  
Ludwigsburg  
Andreas Ambacher  
[info@forstenhaeusler.de](mailto:info@forstenhaeusler.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011
Kapazität	47 kW <sub>th</sub>
Energieeinsparung p. a.	116 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	35 t
Investition	20.000 Euro
Lebensdauer	10 Jahre
Interne Verzinsung	31 %

# Energieeffizienz im Unternehmen

## Prozessoptimierung

Umfangreiche Synergien durch Optimierung eines Klebeprozesses

Innovative Dampfsterilisation

Verbesserte Auslastung einer Pulverbeschichtungsanlage

Bedarfsgerechte Erzeugung von Schutzgas für die Wärmebehandlung

Saubere Waschprozesse

Klinkerbrennen mit Trockenverfahren

Trockene Prozessluft mit Sonnenwärme

Energieeffizienz durch Materialeffizienz

Streichfarben-Rückgewinnung in der Papierproduktion

Ressourceneinsparung beim Feuerverzinken durch neuartigen Fluxomat

# Umfangreiche Synergien durch Optimierung eines Klebeprozesses im Maschinenbau-Unternehmen

## MASCHINENBAU

## KLEBESYSTEM

## ÖBERFLÄCHENAKTIVIERUNG

Die Verklebeanlage für Filterelemente der ARGO-HYTOS GmbH, einem Hersteller von Filtergeräten, wurde in der Vergangenheit mit einer hohen Wärmezufuhr betrieben. Dies führte zu einem hohen Energieverbrauch und thermischen Arbeitsplatzbelastungen. Durch eine Umstellung des Prozesses konnten neben Energie- auch Material- und Prozesskosten deutlich gesenkt werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die optimierte Anlage dient der Herstellung von Filterelementen für die Ölhydraulik durch Verklebung von Filterbälgen mit Endscheiben. Nur durch Wärmezufuhr von 180 °C heißer, elektrisch erzeugter Umluft konnten die Prozesszeiten sicher eingehalten werden. Durch die Umstellung des Klebersystems mittels Implementierung einer Inline-Oberflächenaktivierung konnte die Temperatur auf 80 °C und infolge dessen die Energiekosten signifikant gesenkt werden. Darüber hinaus haben sich die Arbeitsbedingungen am Arbeitsplatz durch eine geringere Strahlungswärme verbessert und der kostenintensive Haftvermittler wurde überflüssig. Dies reduziert die Materialkosten jährlich um 3.000 Euro. Bei den Prozesskosten machte die Verringerung der Aushärtezeit um ca. ein Viertel eine Ersparnis von weiteren 40.000 Euro pro Jahr möglich.



Bild: ARGO-HYTOS GmbH

### UMSETZUNG

Voraussetzung für die Umstellung war neben der geeigneten Vorbehandlung der Kleberfläche auch die Entwicklung eines neuen Klebersystems unter Berücksichtigung von Beständigkeit, Eindringverhalten, Haftung und Automatisierbarkeit.

#### Das Unternehmen

Die ARGO-HYTOS GmbH entwickelt, fertigt und vertreibt weltweit Filtergeräte, -elemente und -zubehör sowie Sensor- und Messtechnik für Hydraulik- und Schmiersysteme.

#### Kontakt

ARGO-HYTOS GmbH  
Kraichtal  
Jörg Stech, Produktionsleiter  
[j.stech@argo-hytos.com](mailto:j.stech@argo-hytos.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	24 kW <sub>th</sub>
Energieeinsparung p. a.	46 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	15 t
Investition	14.000 Euro
Lebensdauer	10 Jahre
Interne Verzinsung	357 %

# Innovative Dampfsterilisation im Parma-Unternehmen

PHARMA

STERILISATION

AUTOKLAV

Zur Sterilisation von Medizinprodukten setzt die Fluoron GmbH auf zwei neue, innovative Autoklaven (Dampfsterilisatoren), mit denen 80 % der zur Dampferzeugung eingesetzten Energie zurückgewonnen werden können.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Zur Sterilisation der Medizinprodukte wurden diese bisher in einem Dampfsterilisator (450 l) einem 121 °C heißen Wasserdampf und einem Druck von drei bar ausgesetzt. Die heiße Kammer wurde anschließend von außen mit kaltem Leitungswasser gekühlt. Das Abwasser wurde bisher ohne Nutzung der



Bild: Fluoron GmbH

Abwärme in die Kanalisation eingeleitet, sodass der Energiehaushalt des Werkes durch Fernwärme ausgeglichen werden musste. Durch ein im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums geförderten Vorhabens konnten zwei innovative, energie- und wassereffiziente Autoklaven (600 l) angeschafft werden, die mit mehreren Kühlkreisläufen und Wärmetauschern ausgestattet sind. Als Besonderheit sind die Wärmetauscher an die Wärmerückgewinnungsanlage des Unternehmens angeschlossen, sodass die bisher ungenutzte Abwärme aus der Kühlung zurückgewonnen und in das betriebliche Heizungsnetz eingespeist werden kann.

## UMSETZUNG

Durch Austausch des Autoklaven können jährlich 5,0 MWh Fernwärme und 3,3 MWh Strom eingespart werden. Zusätzlich verringert sich der Wasserverbrauch pro Produktionszyklus von bisher durchschnittlich 1.600 l auf nur noch 15 l. Bei der Zykluszeit ergibt sich eine durchschnittliche Zeitsparnis von zehn Minuten.

### Das Unternehmen

Die Fluoron GmbH entwickelt und produziert hochreine Biomaterialien für die Netzhautchirurgie.

### Kontakt

Fluoron GmbH

Ulm

Dr. Wilfried Kugler, Leiter F+E, Betriebsleiter  
[wilfried.kugler@fluoron.de](mailto:wilfried.kugler@fluoron.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011/12
Kapazität	600 l
Energieeinsparung p. a.	8,3 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	3,39 t
Investition	245.000 Euro
Lebensdauer	10 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Verbesserte Auslastung einer Pulverbeschichtungsanlage im Kunststoffverarbeitungs-Unternehmen

## KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

## LACKIERANLAGE

## PULVERBESCHICHTUNG

Im GARDENA-Werk Niederstotzingen kann durch die Integration einer Pulverbeschichtungsanlage in eine Naßlackbeschichtungsanlage die Auslastung erhöht und dadurch die Energiekosten um 9.000 Euro pro Jahr gesenkt werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die bestehende Pulverbeschichtungsanlage war nur 90 Tage im Jahr ausgelastet. Aufgrund dieser geringen Auslastung wurde ein neues Konzept für die Pulverbeschichtung entwickelt. Durch die Integration einer Pulverbeschichtungsanlage in eine Naßlackbeschichtungsanlage konnte die vorhandene Pulverbeschichtung mit Vorbehandlungsanlage (waschen, trocknen, pulvertrocknen) abgebaut werden. Da diese Vorbehandlung in der Naßbeschichtung bereits vorhanden war, kann die Pulverbeschichtung energieeffizienter betrieben werden. Wegen der kleinen Losgrößen muss nicht mehr so oft aufgeheizt werden. Diese Integration führt zu einer Einsparung der Energiekosten um 9.000 Euro pro Jahr. Ein weiterer Vorteil sind die verkürzten Reinigungszeiten bei einem Farbwechsel von fünf Stunden auf jetzt fünf Minuten. Des Weiteren entsteht ein geringerer Entsorgungsaufwand des Beschichtungspulvers, da der Pulvorratsbehälter (von 50 auf 5 kg) den neuen Parametern angepasst wurde.



Bild: GARDENA Manufacturing GmbH

Die Realisation der Anlage ist für das Jahr 2014 angesetzt.

### Das Unternehmen

GARDENA, der schwedischen Husqvarna-Gruppe zugehörig, ist ein europaweit führender Hersteller für hochwertige Gartengeräte.

### Kontakt

GARDENA Manufacturing GmbH  
Niederstotzingen  
Daniela Fischer, Environmental Affairs  
[daniela.fischer@husqvarnagroup.com](mailto:daniela.fischer@husqvarnagroup.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2014
Kapazität	90 Tage
Energieeinsparung p. a.	89 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	24.057 t
Investition	200.000 Euro
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	Keine Angabe

# Bedarfsgerechte Erzeugung von Schutzgas für die Wärmebehandlung im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## METALLVERARBEITUNG

## PROZESSOFEN

## ENDOGASINJEKTOR

Die Erzeugung von Schutzgasen (sogenannte Endogase) mit Gasgeneratoren ist seit vielen Jahren Standard. Anlässlich eines Härtereikongresses stellte die Fa. Avion einen Endogasinjektor für eine bedarfsgeregelte Steuerung und Erzeugung für derartige Generatoren vor. Die Geschäftsführung der Härterei Technotherm war spontan von diesem Konzept überzeugt und ließ kurze Zeit später deutschlandweit den ersten Generator umrüsten.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Um anspruchsvolle Stahlbauteile hart und verschleißfest beanspruchen zu können, ist ein Härtungsprozess in einem Ofen erforderlich. In derartigen Verfahren bei Temperaturen von ca. 800 - 900 °C werden u.a. Schutzgase benötigt. Bisher erfolgte deren Erzeugung ohne eine mengengeregelte Abnahme, wobei der nicht abgenommene Gasüberschuss ungenutzt über eine Fackel abgebrannt wurde. Der von der Fa. Avion entwickelte Endoinjektor übernimmt nach entsprechender Adaption mit Hilfe einer Sensorik die Mengenregelung des Volumenstroms bei konstanter Gaszusammensetzung. Die Bedienung des Injektors erfolgt über ein Touchpanel.

### UMSETZUNG

Der ökologische und ökonomische Erfolg der Umrüstung äußert sich in der Einsparung von ca. 6 m<sup>3</sup> Prozessgas pro Stunde. Die Umrüstung bestehender Anlagen ist unkompliziert in ein bis zwei Arbeitstagen durchführbar. Aufgrund der positiven Erfahrungen wurden bei Technotherm weitere vier Generatoren umgerüstet.



Bild: Härterei Technotherm GmbH & Co. KG

### Das Unternehmen

Die Härterei Technotherm GmbH & Co. KG wurde 1988 gegründet und beschäftigt ca. 100 Mitarbeiter. Als qualifizierter Anbieter technischer Wärmebehandlungen ist sie nach DIN ISO 16949, 14001 und 50001 zertifiziert.

### Kontakt

Härterei Technotherm GmbH & Co. KG  
Göppingen  
Simon Schild, Energiebeauftragter  
[s.schild@haerterei-technotherm.de](mailto:s.schild@haerterei-technotherm.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	580 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	100 t
Investition	keine Angabe
Lebensdauer	keine Angabe
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Saubere Waschprozesse im Maschinenbau-Unternehmen

## MASCHINENBAU

## TRAKTOREN

## TEILEWÄSCHE

Mit einer umfassenden Optimierung aller Waschprozesse profitiert das Werk Mannheim des Landwirtschaftsmaschinen-Herstellers John Deere GmbH & Co. KG nicht nur von einer Senkung seiner Energiekosten, sondern auch von besseren Reinigungsergebnissen bei gleichzeitiger Verminderung der eingesetzten Wasser- und Waschmittelmengen.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Vor der Maßnahmenumsetzung zeichneten sich die 51 Prozesse der Teilewäsche in der Produktion aufgrund verschiedener Waschverfahren durch unterschiedliche Temperaturen und eingesetzte Waschmittel aus. Durch den Vergleich verschiedener Temperatur-Waschmittel-Kombinationen im Rahmen mehrerer Testreihen gelang es, die Temperatur von 55 bis 75 °C durchschnittlich auf 49 °C zu senken. Zudem wurden die fünf bisher eingesetzten Waschmittel durch ein auch bei Niedrigtemperatur sehr gut reinigendes Produkt ersetzt.



Bild: John Deere GmbH & Co. KG

### Das Unternehmen

Das Werk Mannheim stellt Traktoren her und ist größter Europäischer Produktionsstandort des Landwirtschaftsmaschinen-Herstellers John Deere.

### Kontakt

John Deere GmbH & Co. KG  
Mannheim  
Dieter Gawlick, Energy Engineer  
[gawlickdieter@johndeere.com](mailto:gawlickdieter@johndeere.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011
Kapazität	keine Angabe
Energieeinsparung p. a.	1.460 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	700 t
Investition	keine Angabe
Lebensdauer	keine Angabe
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Klinkerbrennen mit Trockenverfahren im Zementherstellungs-Unternehmen

## ZEMENTHERSTELLUNG

## KLINKERBRENNEN

## TROCKENVERFAHREN

Die Herstellung von Zement ist sehr energieintensiv. Durch Umstellung des Herstellungsprozesses auf das sogenannte Trockenverfahren konnte der spezifische Energiebedarf für die Produktion von Zementklinker bei der Lafarge Zement Wössingen GmbH erheblich reduziert werden. Das Werk zählt seit der Modernisierung zu den energieeffizientesten und umweltfreundlichsten Zementwerken in Europa.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Vor dem Umbau wurden im Werk Wössingen zwei Drehrohrofen nach dem sogenannten Lepol-Verfahren betrieben. Im Rahmen einer Werksmodernisierung wurde einer der beiden Ofen mit einem energieeffizienten fünfstufigen Zyklonvorwärmer sowie einem Kalzinator ausgerüstet, gleichzeitig wurde auch der Klinkerkühler erneuert. Durch die damit verbundene Erhöhung der Tagesleistung konnte der zweite Ofen außer Betrieb genommen werden. In der modernisierten Anlage wird die Abluft des Klinkerkühlers, die wegen ihrer hohen Temperatur sehr energiereich ist, als Verbrennungsluft der Sekundärfeuerung am Kalzinator zugeführt. Außerdem werden die heißen Ofenabgase im sogenannten Verbundbetrieb an die Rohmühle weitergeleitet, wodurch die ursprünglich notwendige zusätzliche Feuerung zur Trocknung des Rohmaterials eingespart werden konnte.



Bild: Lafarge Zement Wössingen GmbH

### UMSETZUNG

Die Modernisierung des Werkes erfolgte in den Jahren 2008 bis 2009. Bis auf wenige Wochen, in denen der eigentliche Umbau des Ofens stattfand, konnte die gesamte Anlage weiterhin betrieben werden. Durch die Änderungen des Produktionsprozesses wurden der spezifische Brennstoffbedarf und die Emissionen je Tonne Zementklinker deutlich reduziert. Gleichzeitig konnte der spezifische elektrische Energiebedarf der Anlage und der Prozesswasserverbrauch erheblich gesenkt werden.

#### Das Unternehmen

Lafarge Zement Wössingen GmbH ist ein Tochterunternehmen des französischen Baustoffkonzerns Lafarge. Am Standort Wössingen mit zur Zeit 113 Mitarbeitern wird seit 1950 Zement hergestellt.

#### Kontakt

Lafarge Zement Wössingen GmbH  
Wössingen  
Lutz Weber, Werksleiter  
[woessingen@lafarge.com](mailto:woessingen@lafarge.com)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2008/2009
Kapazität	0,8 Mio. t p. a.
Energieeinsparung p. a.	81.200 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	83.500 t
Investition	ca. 60 Mio. Euro
Lebensdauer	ca. 35 Jahre
Interne Verzinsung	ca. 15 %

# Trockene Prozessluft mit Sonnenwärme im Pharma-Unternehmen

PHARMA

LUFTTROCKNUNG

SOLARE ADSORBERREGENERATION

Das Werk Freiburg des Arzneimittelherstellers Pfizer ist ein Vorteiler in der Umsetzung umweltfreundlicher Produktionsverfahren. 92% der benötigten Energie stammen aus erneuerbaren Quellen. Im Rahmen dieser Bemühungen wurde im Jahr 2011 ein Pilotprojekt zur Trocknung von Prozessluft mit Solarwärme ins Leben gerufen.

## TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die Produktionsbereiche des Werkes benötigen zum Teil sehr trockene Luft. Die Regulierung der Luftfeuchte erfolgt über 33 Entfeuchter-Systeme unterschiedlicher Größe. 13 Trockner wurden mit Heißdampf aus einem Pelletkessel und 20 Trockner mit elektrischer Energie betrieben. Um den Stromeinsatz zur Lufttrocknung zu reduzieren, wurde das Pilotprojekt STAR (Solar Technologies applied to Absorption Wheels Regeneration) gestartet. In einem Sorptionsrad-Entfeuchter adsorbiert die Luftfeuchtigkeit des Zuluftstroms an einem mit hygroskopischem Material beschichteten Rotationswärmeübertrager. Zur Regeneration der Adsorptionsfähigkeit dreht sich der Wärmeübertrager in einen Luftstrom, der von einem 120 m<sup>2</sup> großen Feld von Vakuumröhren-Solarluftkollektoren mit einer Appertur-Fläche von 77 m<sup>2</sup> aufgeheizt wird.



Bild: Pfizer Manufacturing Deutschland GmbH

## UMSETZUNG

Die Pilotanlage ermöglicht eine Energieeinsparung von bis zu 50%. Durch den Verzicht auf Wärmeträgermedien kann die Anlage die Solarenergie besonders effizient nutzen und ist nahezu wartungsfrei. Die Kollektoren sind vergleichsweise leicht und können daher auch auf Industriedächern montiert werden. Wenn die Langzeittests der Anlage erfolgreich verlaufen, sollen andere bislang elektrisch betriebene Luftentfeuchter auch auf Solarwärme umgestellt werden.

### Das Unternehmen

Pfizer ist ein weltweit operierender forschender Arzneimittelhersteller, der in Deutschland derzeit rund 3.000 Mitarbeiter an vier Standorten beschäftigt, davon 1.000 Mitarbeiter am Standort Freiburg.

### Kontakt

Pfizer Manufacturing Deutschland GmbH  
Freiburg  
Andreas Rapp, Umweltschutzbeauftragter  
[andreas.rapp@pfizer.com](mailto:andreas.rapp@pfizer.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011
Kapazität	80 kW Wärme
Energieeinsparung p. a.	55 MWh Strom
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	28 t
Investition	36.000 Euro
Lebensdauer	20 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# Energieeffizienz durch Materialeffizienz im Möbelherstellungs-Unternehmen

## MÖBELHERSTELLUNG

## PULVERBESCHICHTUNG

## WARENTRÄGERAUFNAHME

Die zur Pulverbeschichtung gehörende Fördertechnik, bestehend aus Kettenband, Flanschen, Schrauben und Warenaufnahmen, wird beim Möbelhersteller Richard Henkel im Rahmen des gesamten Lackierablaufs mehrmals täglich erwärmt und wieder abgekühlt. Mittels einer massereduzierten Warenträgeraufnahme konnten hier signifikante Einsparungen erreicht werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Der mehrmalige Aufwärm- und Abkühlvorgang der Fördertechnik führt zu einem hohen Energieverbrauch innerhalb der Produktion. Ein Großteil der einzusparenden Energie (90 %) entfällt dabei auf die beweglichen Teile (zum Beispiel Warenträgeraufnahmen, Laufrollen, Kettenbänder, usw.), die dazu Wärme aus der Pulverbeschichtung in die nachfolgenden Arbeitsbereiche austragen und dort das Arbeitsumfeld beeinflussen (zusätzliche Hitze im Sommer). Bereits ab 2001 wurden Analysen, u.a. mittels Wärmebildkameras, erstellt, die auch die nicht messbare Situation visualisiert haben. Die Ergebnisse flossen in ein Stoffstromdiagramm ein, welches alle Potenziale – auch der Fördertechnik – im Gesamtbetrieb aufzeigt. Auf dieser Basis wurde eine Lösung erarbeitet, die den Wärmeaustausch minimieren soll. Nur ein kleiner Teil war auf dem Markt realisierbar: die Warenträgeraufnahmen wurden in ihrer Materialstärke um etwa 50 % reduziert, wobei die Festigkeit sogar noch gesteigert werden konnte. Dies wird durch eine angepasste Lochung der Produktaufnahme und einen Materialwechsel gewährleistet. Die Reduzierung von Prozesswärme durch die Reduzierung von Masse steht hier auch als Planungselement während der gesamten Nutzungsdauer von 18 bis 20 Jahren der Fördertechnik im Fokus.



Bild: Richard Henkel GmbH

### UMSETZUNG

Die Umsetzung der Maßnahme erfolgte im Zuge einer kompletten Neuerstellung der Fördertechnik. Die Kosten für den Wärmeübertrager lagen bei 4.218 Euro. Die Investition für die Gesamtanlage lag bei 160.000 Euro. Zusätzliche Investitionen waren nicht notwendig, da die neuen Warenträger ohnehin beschafft werden mussten.

#### Das Unternehmen

Die Richard Henkel GmbH ist seit 50 Jahren ein Markenhersteller im Möbelbereich und kompetenter Partner in der Oberflächen-technik.

#### Kontakt

Richard Henkel GmbH, Forchtenberg-Ernsbach  
Susanne Henkel, Geschäftsführerin  
[info@richard-henkel.de](mailto:info@richard-henkel.de)

#### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2012
Kapazität	237 Ifm
Energieeinsparung p. a.	15.433 kWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	4,4 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent
Investition	4.218 Euro
Lebensdauer	18 Jahre
Interne Verzinsung	23 %

# Streichfarben-Rückgewinnung in der Papierproduktion im Papierherstellungs-Unternehmen

## PAPIERHERSTELLUNG

## PIGMENTHERSTELLUNG

## STREICHFARBENRÜCKGEWINNUNG

Durch das Spülen der Streichaggregate und Sortenwechsel gingen dem Produktionsprozess beim Papierhersteller Sappi große Mengen an hochwertigen Pigmenten verloren. In einem neuartigen Verfahren werden die Pigmente aus streichfarbenhaltigen Abwässern zu 100 % zurückgewonnen und damit eine Energieeinsparung um 70 % im Vergleich zur Vermahlung von Frischpigment realisiert.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die streichfarbenhaltigen Abwässer werden zentral in einer Sammelgrube unterhalb der Maschine erfasst und von dort in einen Pufferbehälter gepumpt. Von dort passieren sie eine zweistufige Siebung (300 µm und 100 µm). Die Pigmente werden anschließend mittels Flockung in einem Sedimentationsbehälter abgeschieden und auf ca. 20 % Trockensubstanz (TS) eingedickt. Der Klarwasserüberstand wird zurück in den Prozess gepumpt. Die Pigmente werden in einer Kugelmühle auf den nötigen Feinheitsgrad vermahlen und anschließend in einem Dekanter auf ca. 50 - 55 % TS entwässert. In einem Dispergierbehälter wird unter Zugabe von Dispergiermittel, Natronlauge und Biozid die fertige Dispersion erstellt. Durch die Anlage werden täglich zehn Tonnen an Pigmenten zurückgewonnen, dies entspricht 100 % der Streichfarbenverluste.



Bild: Sappi Ehingen GmbH

### UMSETZUNG

Kernelement der neuen Anlage ist die Vermeidung des bisher erforderlichen Siebprozesses. Dadurch werden die Pigmente verlustfrei aus dem Streichfarbenabwasser zurückgewonnen. Neben der erheblichen Energieeinsparung werden jährlich 130.000 Kubikmeter Wasser sowie Transporte und die Entsorgung der Reststoffe vermieden.

### Das Unternehmen

Sappi Ehingen stellt in seiner integrierten Zellstoff- und Papierfabrik in Ehingen holzfreie gestrichene und ungestrichene grafische Papiere her.

### Kontakt

Sappi Ehingen GmbH  
Ehingen  
Markus Hilpert, Leiter Umwelt/  
Sicherheit/Behörden  
[markus.hilpert@sappi.com](mailto:markus.hilpert@sappi.com)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2009
Kapazität	bis 15 t/d
Energieeinsparung p. a.	470 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	265 t
Investition	1,01 Mio. Euro
Lebensdauer	> 10 Jahre
Interne Verzinsung	49 %

# Ressourceneinsparung beim Feuerverzinken durch neuartigen Fluxomat im Metallverarbeitungs-Unternehmen

## METALLVERARBEITUNG

## FEUERVERZINKEN

## FLUXOMAT

In der Verzinkerei Sulz GmbH konnte durch Kombination eines neuen Fluxmittels mit einer innovativen Fluxmittelaufbereitungsanlage der spezifische Erdgas- und Zinkbedarf beim Feuerverzinken deutlich reduziert werden.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Durch eine interne und kontinuierliche Fluxmittelreinigung mittels der neuartigen Aufbereitungsanlage „Fluxomat“ und des Einsatzes des Fluxmittels „Ferrokill“ wird der Eisengehalt im Fluxmittelbad ständig unter fünf Gramm pro Liter Fluxmittel gehalten. Damit wird weniger Eisen in das Zinkbad verschleppt und die Entstehung von Hartzink und Zinksasche reduziert sowie Zink als Rohstoff eingespart. Das wie-

derum wirkt sich auf die energetische Bilanz aus, da die eingesparte Menge Zink nicht mehr eingeschmolzen und flüssig gehalten werden muss. Am Ofen, der das Zinkbad beheizt, wurde eine Wärmerückgewinnung integriert, die zusätzlich einen geringeren spezifischen Erdgasbedarf bewirkte.



Bild: Verzinkerei Sulz GmbH

von Gefahrguttransporten vermieden, die Verzinkungsqualität verbessert und eine Kapazitätserweiterung der Anlage bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten realisiert werden.

### Das Unternehmen

Die Verzinkerei Sulz GmbH ist eine Tochtergesellschaft der Lichtgitter GmbH. Am Produktionsstandort in Sulz werden Stahl-Fertigteile im Feuerverzinkungsverfahren bearbeitet.

### Kontakt

Verzinkerei Sulz GmbH  
Sulz am Neckar  
Marcus Ackermann, Geschäftsführer  
[info@verzinkerei-sulz.de](mailto:info@verzinkerei-sulz.de)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2010
Kapazität	24.000 t
Energieeinsparung p. a.	2.700 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	2.200 t
Investition gesamt:	6,62 Mio. Euro
Fluxomat:	55.700 Euro
Lebensdauer	10 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# **Energieeffizienz im Unternehmen**

## **Licht und Beleuchtung**

# Welche Lampentypen gibt es?

Die **Glühbirne** hat ausgedient, da ihr Glühdraht nur fünf Prozent der Energie in Licht verwandelt. Der Rest geht als Wärmestrahlung verloren – höchst unerwünscht, denn das heizt den Raum höchstens minimal und Stromheizungen sind überdies ineffizient und teuer. Glühbirnen sind sehr preisgünstig, müssen jedoch nach etwa einem Jahr ausgetauscht werden (1.000 Brennstunden).

Die **Halogenlampe** ist eine Weiterentwicklung: Ihr Glühdraht ist von einem Schutzgas – einem Halogen – umgeben. Das verlängert die Lebensdauer auf etwa 2.000 Brennstunden und erhöht den Wirkungsgrad etwas. Da sie dennoch nicht wesentlich effizienter sind, werden sie Ende 2018 vom Markt genommen.

Die **Kompakteuchtstofflampe (KLL)** wird umgangssprachlich oft Energiesparlampe genannt. Sie erzeugt ultraviolette Strahlung und wandelt sie durch einen Leuchtstoff in sichtbares Licht um. Dabei braucht sie oft etwas Zeit, um ganz hell zu werden. Dies kann ungünstig sein, wenn Lampen nur kurz benötigt werden, zum Beispiel in Abstellkammern, Gästetoiletten oder Treppenhäusern. Nicht alle Modelle lassen sich häufig schalten oder dimmen. KLL sind langlebig und benötigen nur 20 Prozent der Energie einer Glühbirne. Da sie Quecksilber enthalten, müssen sie bei Sammelstellen entsorgt werden. Auch **Leuchtstoffröhren** arbeiten nach diesem Prinzip.

**Lichtemittierende Dioden (LED)** sind die jüngste Generation der sparsamen Lampentypen. Sie bestehen aus einem Halbleiter: Das ist ein Kristall, der aus zwei entgegengesetzt geladenen Schichten besteht. Fließt Strom, wird dieser Unterschied ausgeglichen und Licht abgegeben. LEDs benötigen nur 15 Prozent der Energie einer Glühbirne. Sie sind mittlerweile sehr langlebig und hoch effizient. LEDs enthalten die sogenannten Seldenen Erden und werden daher wie alle Elektronikprodukte bei Sammelstellen entsorgt.

Den Glühbirnen optisch recht ähnlich sind die neuen LEDs mit **Filament-Technologie**. Hier werden kleine LED-Chips fadenförmig aufgereiht und mit einem speziellen Überzug versehen. Sie ähneln also dem Glühfaden einer Glühbirne und erzeugen auch ähnliches Licht. Ein spezielles Gas leitet die Wärme ab, so dass Filament-LEDs auch in geschlossenen Gehäusen betrieben werden können.

**Organische Leuchtdioden (OLEDs)** bestehen aus organischem Material, das als extrem dünne Schicht zum Beispiel auf Glas oder Kunststoff aufgetragen wird. Da sie wenig Wärme erzeugen, benötigen sie keine zusätzliche Kühlung. Derzeit werden sie vor allem in Displays von Fernsehern oder Smartphones verwendet, allerdings entstehen fortlaufend neue Anwendungen: Zum Beispiel könnten biegsame OLEDs auf sehr dünnen Trägerplatten, leuchtende Fenster oder Spiegel bald marktreif sein. OLEDs sind bislang noch viel teurer als LEDs. Lebensdauer und Lichtausbeute der aktuellen OLED-Generation reichen noch nicht ganz an die hochwertiger LEDs heran.

## EU setzt Maßstäbe

Die Europäische Union (EU) definiert in höchster Instanz die Anforderungen für

- Klimaschutz
- Naturschutz
- Gesundheitsschutz
- Nachhaltigkeit

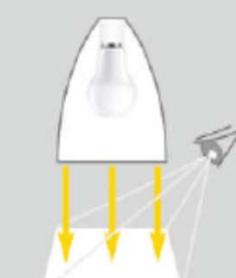
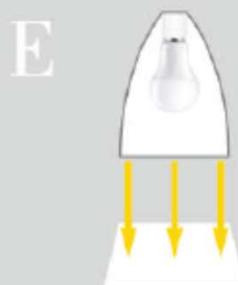
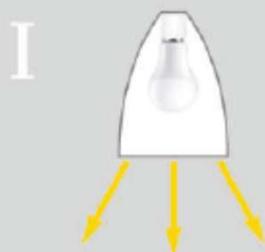
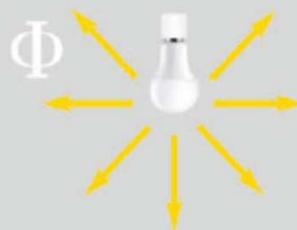
*Bis 2050 will die EU  
Treibhausgas-Emissionen  
um 80 % reduzieren*

Relevante Richtlinien sind z. B.:

- Ökodesignrichtlinie / ErP-Richtlinie (**E**nergy **r**elated **P**roducts)
- RoHS-Richtlinie (**R**estriction of the **U**se **o**f certain **H**azardous **S**ubstances)

McKinsey-Studie: Eine Tonne CO<sub>2</sub> einzusparen, kostet mit LED-Beleuchtung nur  $\frac{1}{5}$  der Summe, die für Solaranlagen erforderlich wäre.

# Lichttechnische Begriffe und Größen



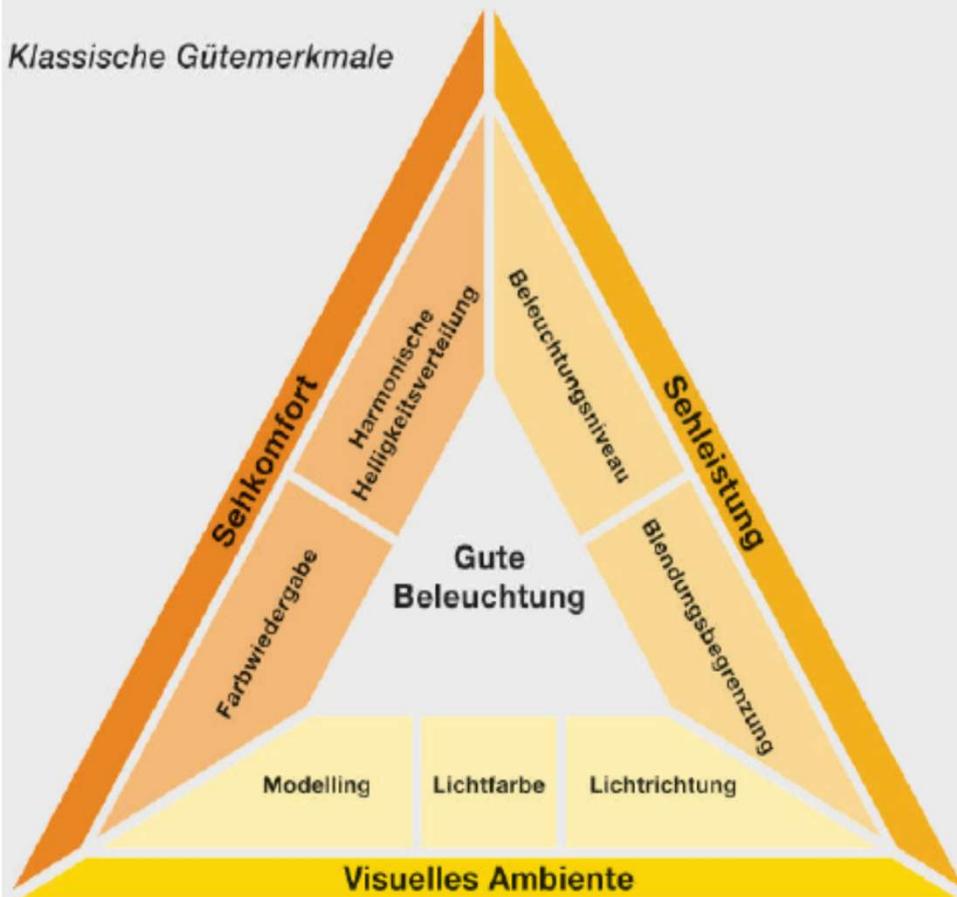
	<b>Größe</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Einheit</b>	<b>Abkürzung</b>	<b>Symbol</b>
I	Lichtstrom	Lichtleistung einer Lichtquelle	Lumen	lm	Φ
	Lichtstärke	Lichtstrom in eine Richtung	Candela	cd	I
E	Lichtausbeute	Lichtstrom pro Leistungsaufnahme	Lumen / Watt	lm/W	η
	Leuchtdichte	Helligkeitseindruck einer Fläche	Candela / Quadratmeter	cd/m <sup>2</sup>	L
L	Beleuchtungsstärke	Lichtstrom auf einer bestimmten Fläche	Lux	lx	E
	Reflexionsgrad	Lichtreflexion einer Fläche	Prozent	p	p

© licht.de

# Faktoren guter Beleuchtung

## Gütemerkmale der Beleuchtung

### Klassische Gütemerkmale



### Weitere Kriterien für die Lichtplanung

Tageslicht-Integration	Energieeffizienz
Veränderung der Lichtsituation	Individuelle Einstellmöglichkeiten

© licht.de

**Sehleistung**, bestimmt durch

- Beleuchtungsniveau
- Blendungsbegrenzung

**Sehkomfort**, bestimmt durch

- Farbwiedergabe
- Harmonische Helligkeitsverteilung

**Visuelles Ambiente**, bestimmt durch

- Modelling
- Lichtfarbe
- Lichtrichtung

**Für die Planung:** Gütemerkale stehen in Beziehung zueinander

## Beleuchtungsstärke – Normen

**Normen geben Beleuchtungsstärke vor, z. B.**

- DIN EN 12464-1 für Arbeitsstätten in Innenräumen
- DIN EN 13201-2 für Straßenbeleuchtung

**Beispiele zur Beleuchtungsstärke** (gemessen in Lux, lx)

■ Büro	500 lx	■ Treppen	150 lx
■ Feinmechanik	1.000 lx	■ Parkplatz	15 lx
■ Operationsfeld	≤ 100.000 lx	■ Anliegerstraße	7,5 lx

**Beleuchtungsstärken im Vergleich**

Wolkenloser Sommertag                            100.000 lx

Mondhelle Nacht                                    0,2 lx

## Übersicht Lampentypen

Glühlampe

Halogenglampe

Kompakte Leuchtstofflampe (KLL)

Hoch- und Niederdrucklampen

Leuchtemittierende Dioden (LED)

Organische Leuchtdioden (OLEDS)

## Technische Eigenschaften verschiedener Lampentypen

Tab. 1: Technische Eigenschaften verschiedener Lampentypen (- schlecht, + Standard, ++ gut, +++ sehr gut)

Kriterium	Glühbirne	Halogen	Kompakteuchtstofflampe	LED
<b>Verbrauch</b>	-	-	++	+++
<b>Lebensdauer</b>	-	-	++	+++
<b>Schaltfestigkeit</b>	+++	+++	-/+	+++
<b>Anschaltzeit</b>	+++	+++	-/++	+++
<b>Dimmbarkeit</b>	+++	+++	-/++	-/++
<b>Rohstoffe</b>	Wolfram	Edelgase	Quecksilber	Seltene Erden
<b>Entsorgung</b>	Hausmüll	Hausmüll	Sammelstelle	Sammelstelle
<b>Energielabel</b>	D – G	B – E	A – B	A – A++

# EU-Energielabel für Lampen und Leuchten ab 2013/14 (1)

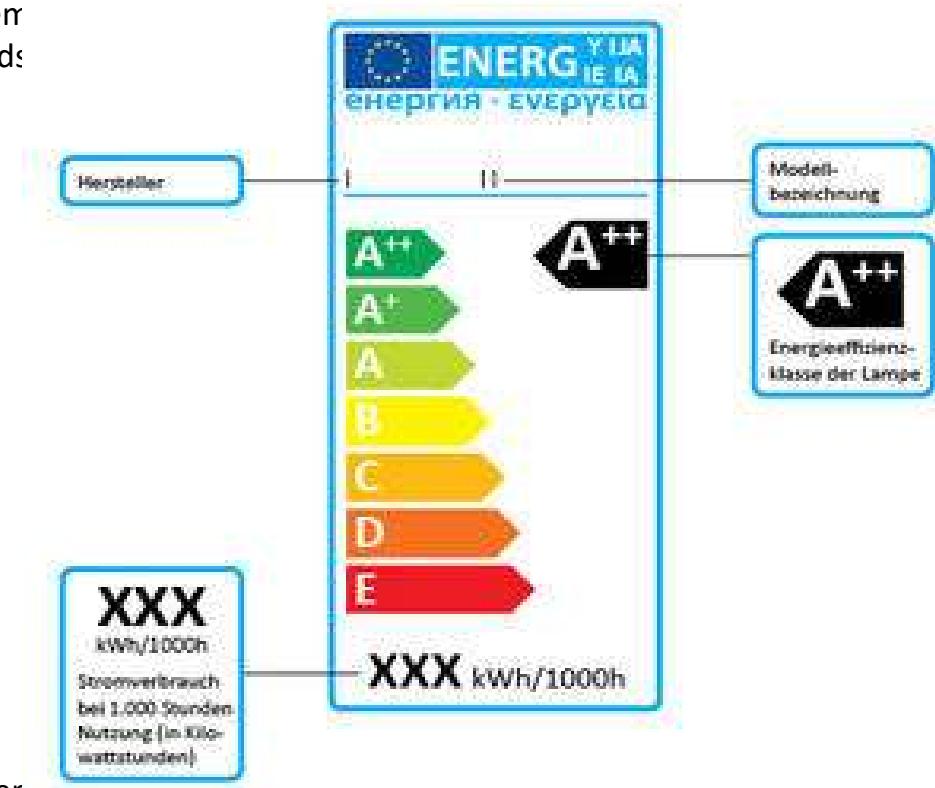
## Ziele des EU-Energielabels

Das Ziel der Energieverbrauchskennzeichnung ist es, den Energieverbrauch von Lampen europaweit zu reduzieren. Dazu hat die Europäische Kommission Mindeststandards für Energieeffizienz eingeführt. Die Grundlage dafür ist die EU-Ökodesign-Richtlinie. Lampen, die auf dem europäischen Markt im Handel sind, müssen die vorgegebenen Standards zwingend erfüllen.

Seit 2012 gelten folgende Mindestanforderungen:

- Energieeffizienzklasse C für Lampen mit klarem Glas und ungerichtetem Licht
- Klasse A für Lampen mit mattem Licht

## EU-Energielabel für Lampen



## EU-Energielabel für Lampen und Leuchten

Seit dem **1. September 2013** müssen **alle Lampen** auf der Produktverpackung mit dem EU-Energielabel gekennzeichnet sein. Es zeigt Ihnen, wie energieeffizient eine Lampe ist. Das europaweit einheitliche Label informiert außerdem über den Stromverbrauch der Lampe bei einer Nutzungsdauer von 1.000 Stunden.

## Beste Effizienzklasse A++

Die Energieeffizienz der Lampe wird in Energieeffizienzklassen angegeben wobei A++ die beste und E die schlechteste Klasse ist.

LEDs sind derzeit die energieeffizientesten Lampen auf dem Markt. Durch ihren besonders niedrigen Energieverbrauch sind sie mindestens in der Energieeffizienzklasse A, meist sogar A+ oder A++ verfügbar.

Eine Lampe der Klasse A++ spart rund 88% Strom im Vergleich zu einer Lampe der Klasse D. Es lohnt sich also, beim Kauf einer Lampe auf das EU-Energielabel und den Energieverbrauch einer Lampe zu achten.

Quelle: EU-Kommission bearbeitet durch die Initiative Energieeffizienz der dena | [www.stromeffizienz.de](http://www.stromeffizienz.de)

**Das EU-Energielabel für Lampen informiert über deren Energieeffizienz**

# EU-Energielabel für Lampen und Leuchten ab 2013/14 (2)

## EU-Energielabel für Leuchten

Neben Lampen müssen seit dem **1. März 2014** auch alle **Leuchten** mit einem EU-Energielabel gekennzeichnet sein.

**„Leuchte“ ist hierbei der technische Fachbegriff für alle Geräte, in denen Leuchtmittel eingesetzt werden.**

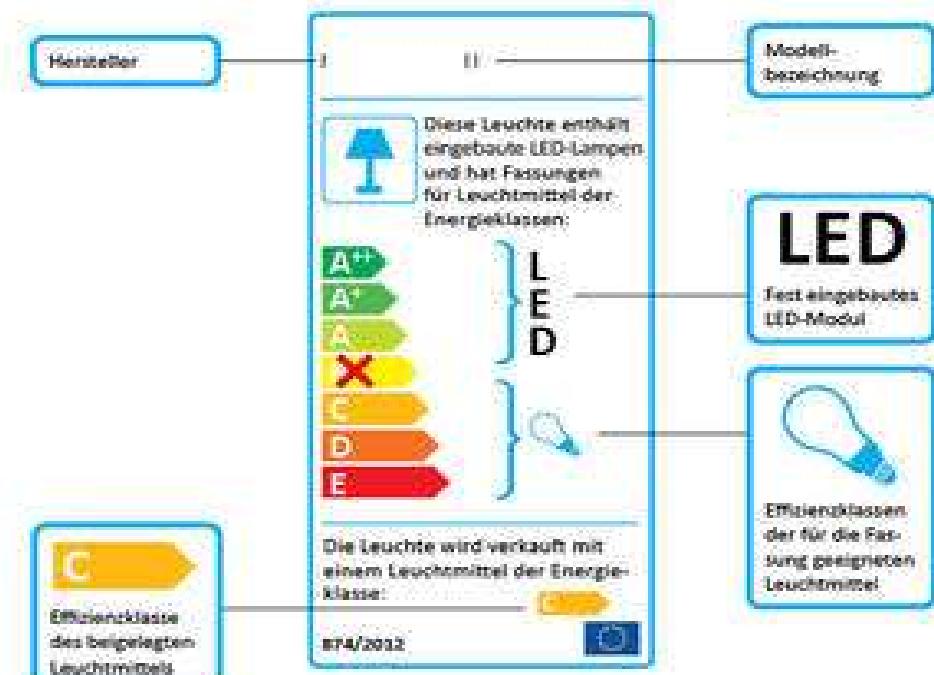
Bisher wurden Leuchten oft mit eingebauten oder mitgelieferten Lampen verkauft. Das neue EU-Energielabel für Leuchten informiert Sie über die Energieeffizienz der zur Leuchte gehörenden Lampe. Zudem zeigt es, welche Lampentypen mit der Leuchte kompatibel sind.

### Beispiel LED-Lampen im Vergleich zu Glühbirnen

Mit LEDs können Sie effizient Strom sparen. Bei gleicher Helligkeit verbrauchen sie nur knapp 15% des Stroms herkömmlicher Glühlampen. Zudem sind sie robust und vielseitig im Einsatz.

### Maximal Strom sparen mit LEDs im Haushalt

Schon zwei von drei Haushalten entscheiden sich beim Kauf für Leuchtdioden (LED). Das EU-Energielabel auf der Verpackung informiert über die Energieeffizienzklasse der Lampe. LEDs erreichen dabei die besten Klassen A+ und A++.



Quelle: EU-Kommission bearbeitet durch die Initiative Energieeffizienz der dena / [www.stromeffizienz.de](http://www.stromeffizienz.de)

**Das EU-Energielabel für Leuchten informiert über die Energieeffizienz der eingebauten Lampen.**

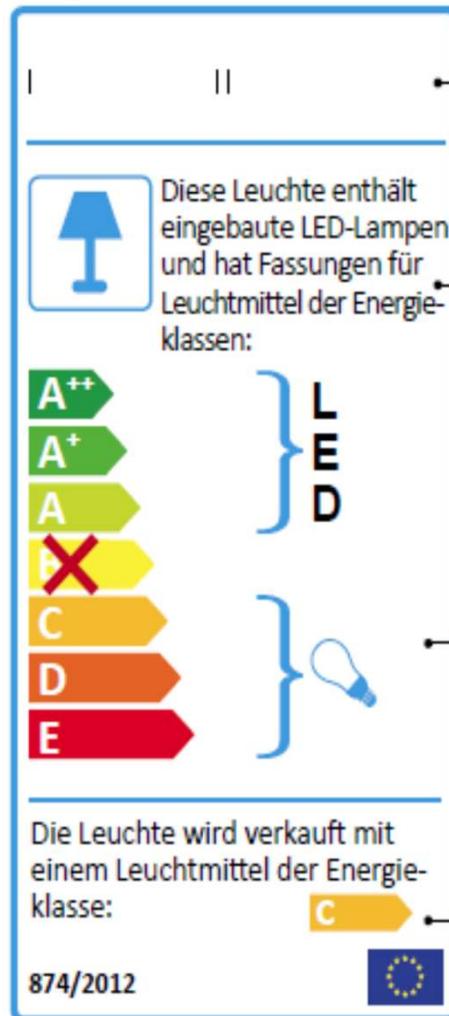
# EU-Energielabel für Lampen und Leuchten ab 2013/14 (3)

## EU-Energielabel für Leuchten

Leuchten werden in die Energieeffizienzklassen A++ bis E eingeteilt. Das EU-Energielabel gilt für austauschbare sowie für fest eingebaute Lampen, die nicht durch den Endkunden ausgetauscht werden können (z.B. fest eingebaute LED-Module). Das EU-Label gibt an, zu welcher Energieeffizienzklasse die Lampen gehören, die grundsätzlich für diese Leuchte benutzt werden können (Beispiel 1). Wenn die Leuchten gemeinsam mit Lampen verkauft werden, muss angegeben werden, welche Energieeffizienzklasse die beigegebene Lampe entspricht (Beispiel 2).



Beispiel 2.



Name oder Warenzeichen und Modellbezeichnung des Lieferanten

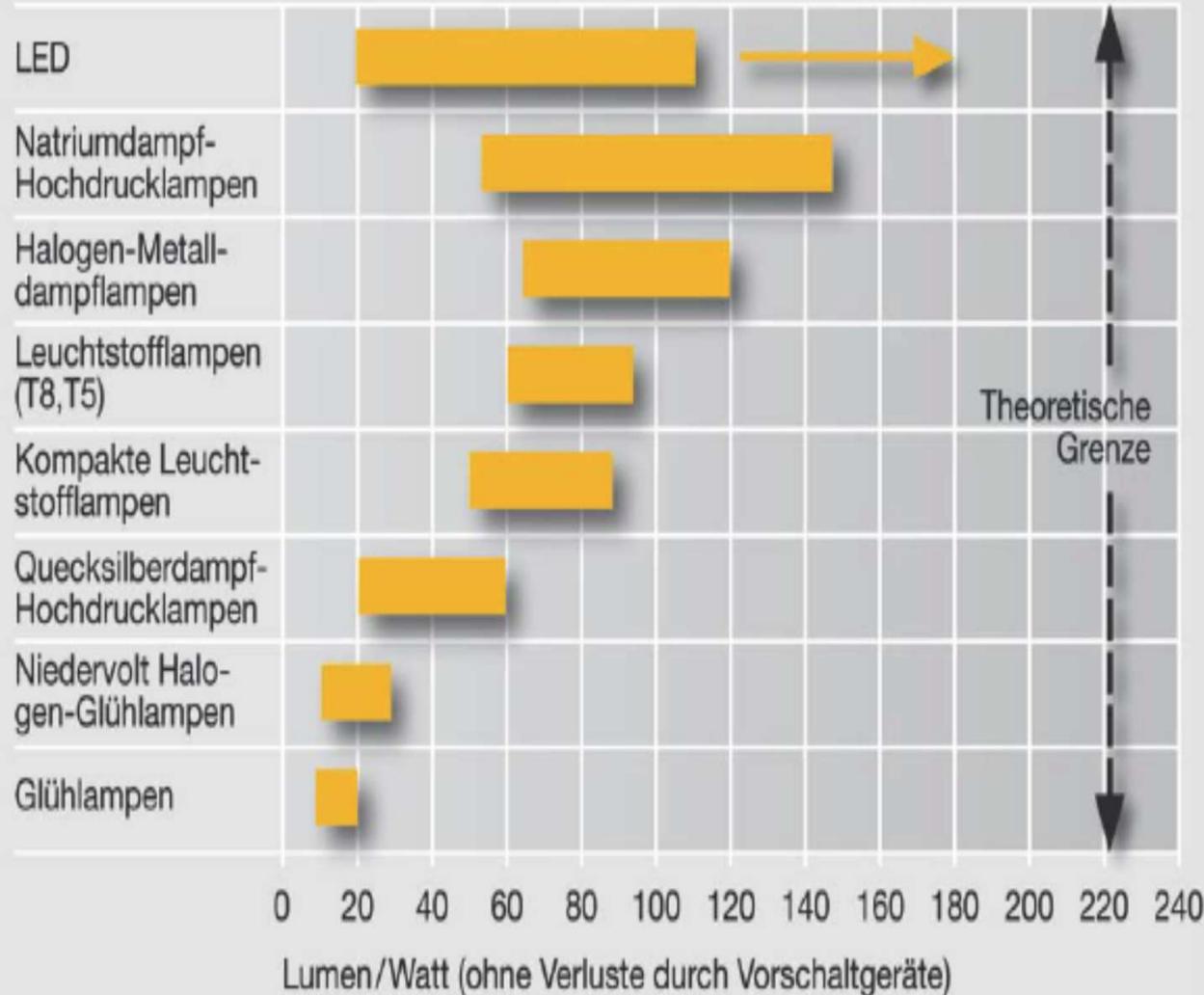
Diese Leuchte hat ein fest eingebautes LED-Modul, das sich nicht austauschen lässt.

Zusätzlich verfügt sie über eine Fassung, in die ausschließlich Leuchtmittel der Energieeffizienzklassen C, D oder E (z.B. Halogenlampen) eingesetzt werden können.

Ausgeliefert wird die Leuchte mit einer Lampe der Energieeffizienzklasse C.

# Effizienz und Lichtausbeute der Lichtquellen im Vergleich

## Effizienz der Lichtquellen



- Lichtausbeute der ersten LED (1962) = 0,1 Lumen pro Watt (lm/W)
- Lichtausbeute derzeit = etwa 70 lm/W
- Hochleistungs-LEDs = 100 bis 120 lm/W
- Zum Vergleich:  
Glühlampen = 10 lm/W,  
Halogenlampen = 20 lm/W

# Prognose: LED-Leuchten nach Anwendungen bis 2020

## LEDs in der Beleuchtung: Heute und in Zukunft



	Stadt/Straße	Büro	Shop	Hotel/Wohnung	Museum	Notbeleuchtung
<b>LED</b>						
2010	● ●	●	●	●	● ●	● ●
2013	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ● ●
2020	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
<b>Leuchtstofflampen</b>						
2010	●	● ● ● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
2013	●	● ● ●	● ●	● ●	● ●	●
2020		● ●	● ●	● ●	● ●	
<b>Natriumdampf-Hochdrucklampen</b>						
2010	● ● ● ●		● ●			
2013	● ●		● ●			
2020	●		●			
<b>Hochdruckentladungslampen</b>						
2010	● ● ●		● ● ●		● ●	
2013	●		● ●		●	
2020		●			●	
<b>Halogenlampen</b>						
2010		●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	
2013		●	●	● ●	● ●	
2020			●	●	●	

© licht.de

# Vorteile der LED-Leuchten auf einen Blick



Optimale Lichtgestaltung	Überzeugende Technologie	Beste Wirtschaftlichkeit
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hohe Farbsättigung</li><li>▪ Dynamische Steuerung</li><li>▪ Gute Farbwiedergabe</li><li>▪ Kompakte Bauformen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stufenlos dimmbar</li><li>▪ Umweltfreundlich</li><li>▪ Stoß- und vibrationsfest</li><li>▪ Keine Infrarotstrahlung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hohe Effizienz</li><li>▪ Lange Lebensdauer</li><li>▪ Geringer Wartungsaufwand</li></ul>

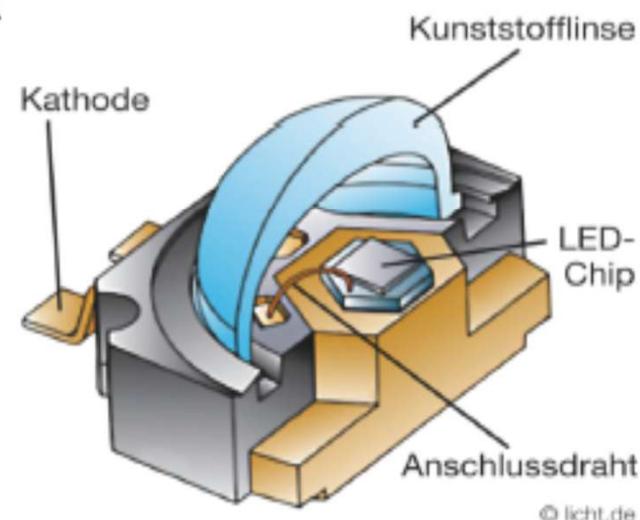
## Das LED-Funktionsprinzip

LEDs sind winzige, ca. ein Millimeter große Elektronik-Chips aus speziellen Halbleiter-Kristallen (pn-Halbleiterdiode).

- Unter Strom gesetzt, beginnt der Chip zu leuchten – er „emittiert“ Licht nahezu punktförmig (Fachbegriff = Elektrolumineszenz).
- Anders als Glühlampen entwickeln LEDs keine Wärmestrahlung. Das ausgestrahlte Licht bleibt „kalt“.
- LEDs erzeugen eine farbig-schmalbandige (monochromatische) Strahlung.

### Aufbau einer LED

- Der LED-Chip wird durch eine Kunststoffhülle geschützt und liegt auf einem Wärmeleit-Element.
- Linsen übernehmen die primäre Lichtlenkung.
- Integrierte Reflektoren erlauben Ausstrahlungswinkel bis 180 Grad.



## LED-Lampen

LED-Lampen (= Retrofits) als spezielle Modul-Variante

- tragen Steck- oder Schraubsockel,
- ersetzen Glüh- oder Halogenlampen,
- sind eine energiesparende Alternative im Privatbereich.

### Wichtig:

- Bei technischen Leuchten (z.B. Straßenleuchten) muss geprüft werden, ob LED-Retrofits ohne Sicherheitsverlust eingesetzt werden können.
- LED-Lampen erreichen nicht die Lebensdauer einer LED-Leuchte oder eines kompletten LED-Moduls. Eine gute Wahl für den Privatbereich sind sie trotzdem.

Eine warmweiße LED-Lampe 8 Watt erreicht rund 25.000 Betriebsstunden. Das sind bei knapp drei Stunden Betrieb pro Tag immerhin fast 25 Jahre.



© licht.de

## Lebensdauer von LED-Leuchten

LEDs in LED-Leuchten und Modulen haben eine extrem **lange Lebensdauer von 50.000 und mehr Stunden**; LED-Lampen erreichen eine Lebensdauer von rund 25.000 Stunden.

- Zum Vergleich:

Glühlampe	= ca.	1.000 Stunden
Halogen-Glühlampe	= ca.	2.000 Stunden
Leuchtstofflampe	= ca.	18.000 Stunden
- Lebensdauer hängt stark von der Betriebs- und Umgebungstemperatur ab.  
Wichtig deshalb: optimale Wärmeabführung.
- LEDs fallen nicht aus, ihre Lichtintensität nimmt aber ab (= Degradation).
- Die Lebensdauer (L) muss für jede Anwendung definiert werden, z. B. für die Allgemeinbeleuchtung L70 oder L50, für die Notbeleuchtung  $\geq L80$ .

Eine LED-Leuchte, die an 250 Arbeitstagen jeweils elf Stunden in Betrieb ist, hält rund 18 Jahre lang. Das spart Wartungskosten.

# Weißes LED-Licht

## ① Beste Methode: Lumineszenzkonversion

- Eine gelbe Phosphor-Leuchtschicht wird oberhalb eines blauen LED-Chips aufgedampft und wandelt einen Teil des blauen in weißes Licht.
- Gute Lichtausbeute und gute Farbwiedergabe bis über  $R_a$  90.

## ② RGB-Farbmischung (Rot, Grün, Blau)

- Weißes Licht wird hier durch die Mischung von farbigem Licht unterschiedlicher Wellenlänge erzeugt.
- Farbwiedergabe erreicht nur  $R_a$  70 bis 80.
- Lösung: RGB-Module mit weißen LEDs mischen für bessere Farbwiedergabe.



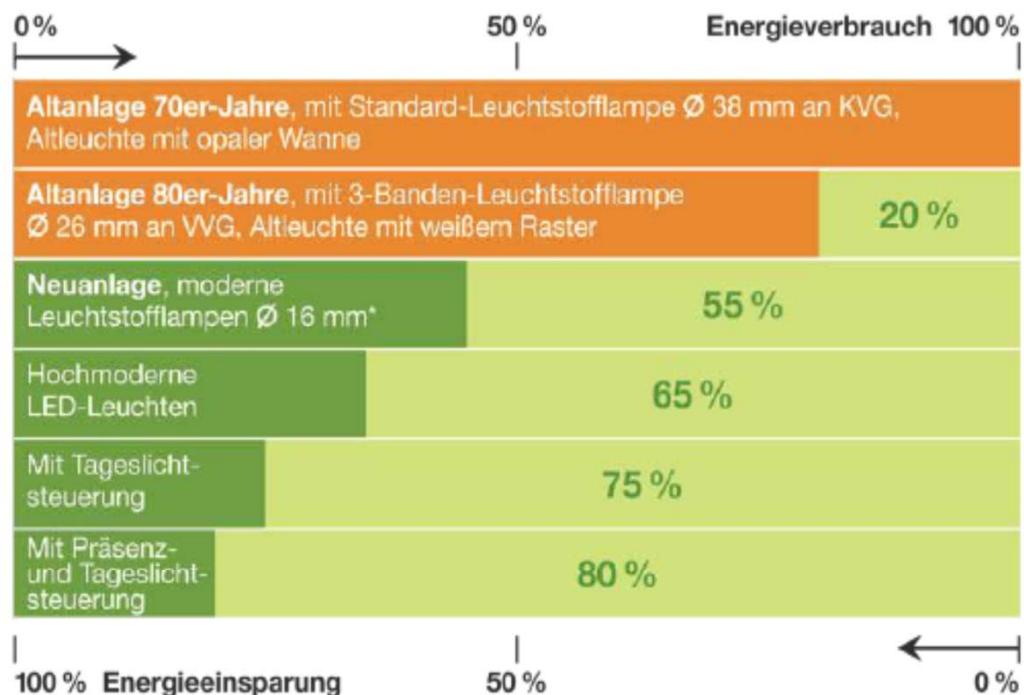
Tageslichtweiße LEDs bieten eine höhere Effizienz,  
warmweiße LEDs eine bessere Farbwiedergabe.

# Energieeffizientes Licht

## Effizienzfaktoren

- Leuchten mit hohem Betriebswirkungsgrad und optimierter Lichtlenkung
- Effiziente Lichtquellen, z. B. LED-Module
- Moderne Betriebs- und Vorschaltgeräte
- Professionelle Lichtkonzepte
- Lichtmanagement, Tageslichtnutzung und Präsenzkontrolle

## Sparpotenziale Innenbeleuchtung



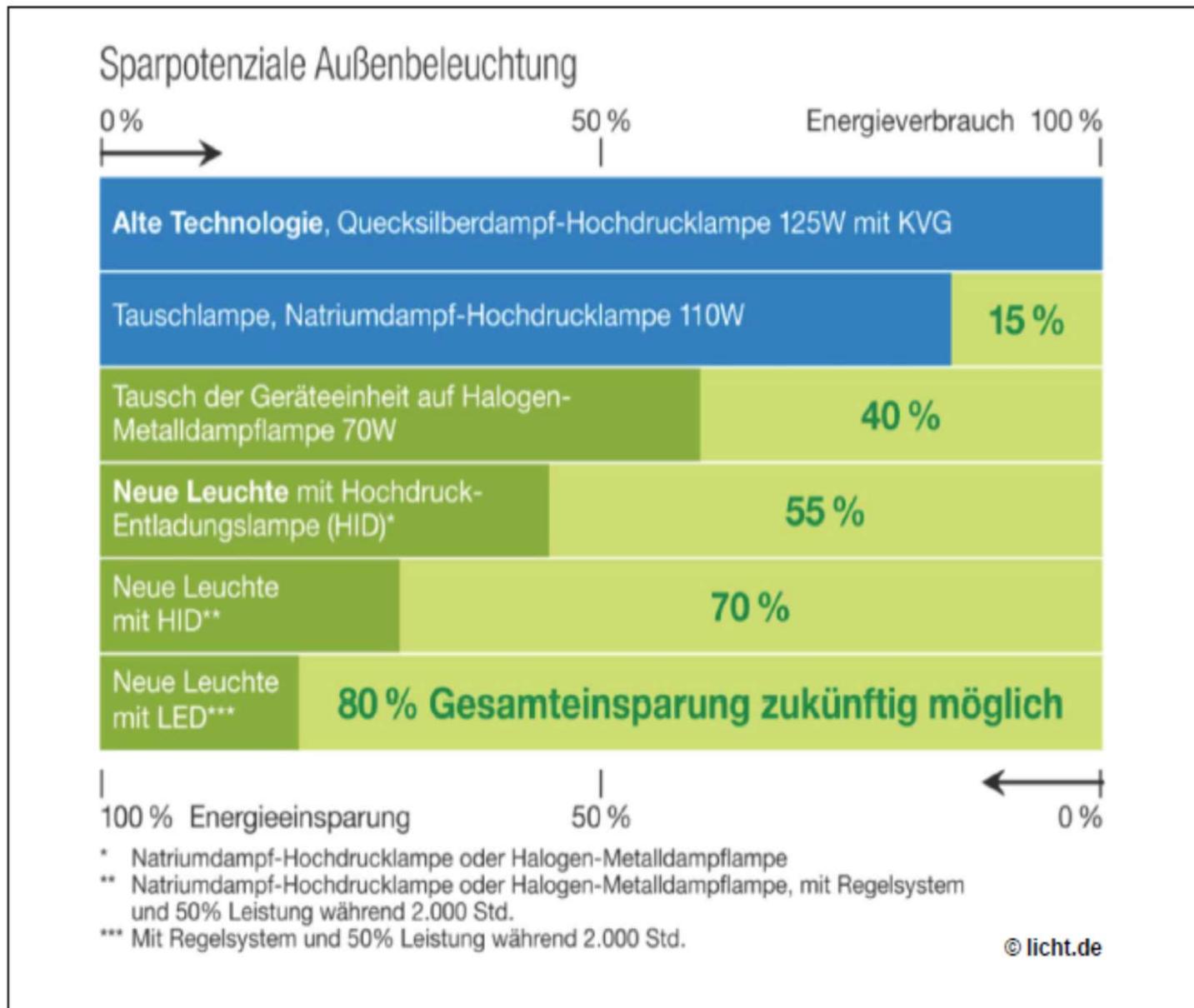
\* Leuchtstofflampe an EVG mit sehr geringer Verlustleistung, energieeffiziente direkt oder direkt/indirekt strahlende Leuchten mit moderner Lichtlenktechnik.

© licht.de

**Optimale Beleuchtung =  
maximale Qualität +  
minimaler Verbrauch**

Die Energiesparverordnung (EnEV) regelt den maximalen Gesamtenergiebedarf von Gebäuden: Ein Energieausweis ist Pflicht.

# LED-Leuchten bei der Außenbeleuchtung bieten hohes Sparpotenzial beim Stromverbrauch



**Mögliche Einsparung bei Ersatz von alten Anlagen aus den 60er-Jahren:  
bis zu 80 %**

Kommunen sollen beim Energiesparen mit gutem Beispiel vorangehen.

# Beleuchtungskosten über den Lebenszyklus

## Beleuchtungskosten

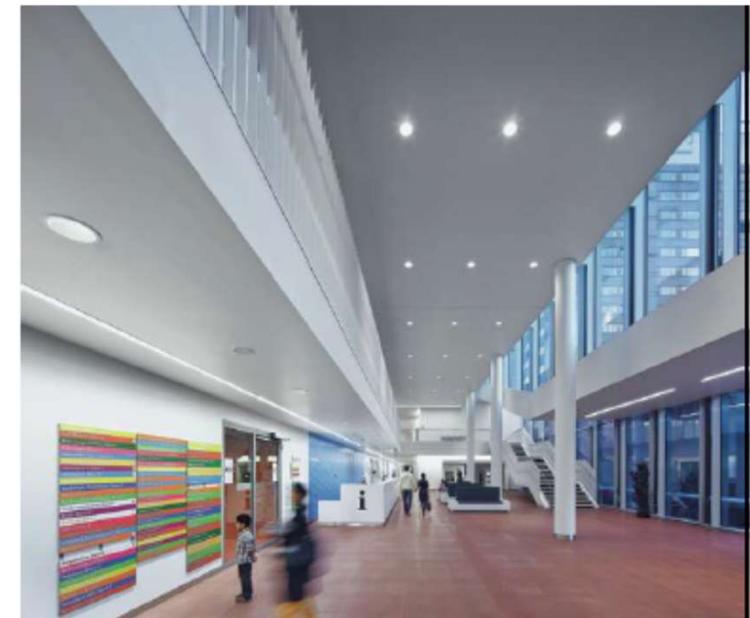
- Anlagekosten (Anschaffung, Installation)
- Betriebskosten (Energie, Wartung, Entsorgung)

*Betriebskosten machen bis zu **80 Prozent** der Gesamtkosten einer Anlage aus.*



Der Einsatz **effizienter** Lichttechnik spart Energie und Kosten bei höherer Lichtqualität.

So können auch Anlagen mit höherer Amortisationszeit auf lange Sicht mehr Kosten sparen als vermeintlich günstigere Lösungen.



© licht.de



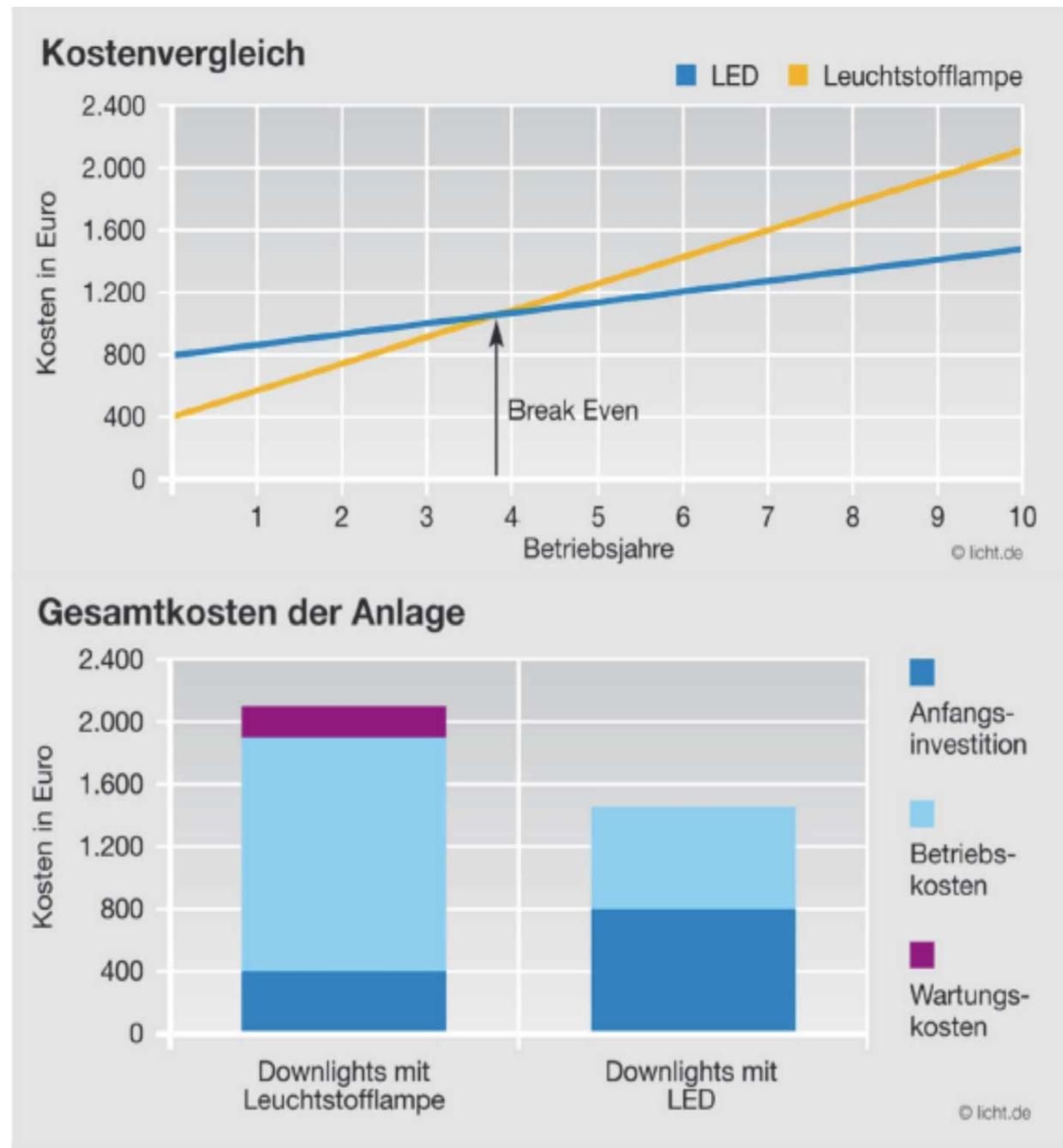
© licht.de

# Effizienzbeispiel LED-Downlights in Bürogebäuden

## Basis der Berechnung:

- Austausch Downlights für Leuchtstofflampen 2 x 26 Watt gegen LEDs 26 Watt
- 10 Betriebsjahre
- Brenndauer: 250 Tage pro Jahr, zwölf Stunden täglich
- Strompreis: 21 Cent/kWh

- Stromverbrauch in Bürogebäuden: Fast 40 % für Beleuchtung
- Ausgaben für effiziente Lichttechnik rechnen sich nach kurzer Zeit



# Effizienzbeispiel LED-Spot in Industrie und Handwerk

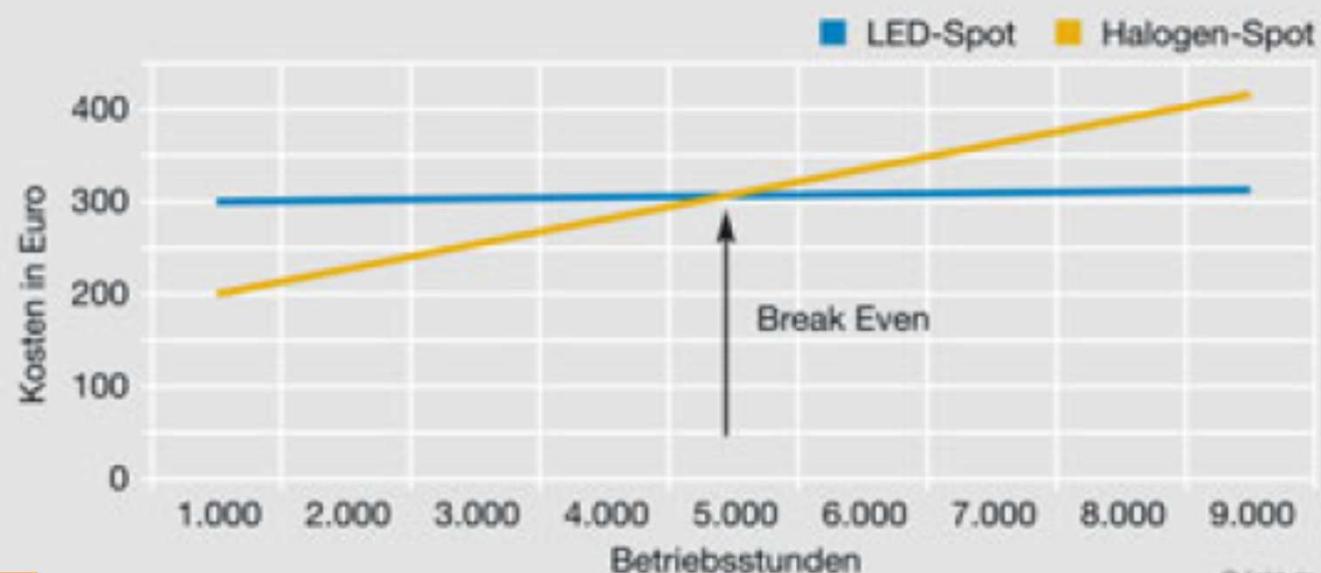
## Anforderungen an LEDs

Die Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Industrie und Handwerk muss höchsten Ansprüchen an Qualität und Sicherheit genügen.

Gleichzeitig soll das Licht am Arbeitsplatz **energieeffizient und wartungsarm** sein, denn Stillstandszeiten kann sich kein Unternehmen mehr leisten.

### Vergleichsrechnung

	LED-Spot	Halogen-Spot
Kaufpreis	300,- €	200,- €
Wattage (W)	3 x 3 W	20 W
Lebensdauer Lampe, ca.	50.000 Std.	2.000 Std.
Wartungskosten / Lampenwechsel	-	25 x 45,- € = 1.125,- €
Gesamtkosten bei 50.000 Betriebsstunden und 0,18 €/KWh	381,- €	1.505,- €
<b>Ersparnis</b>	<b>1.124,- €</b>	



# Energieeffizienz bei Beleuchtungen in KMU (1)

Etwa fünf Prozent des industriellen Stromverbrauchs werden durch Beleuchtungsanlagen verursacht. In manchen Branchen kann dieser Anteil sogar über 15 Prozent betragen. Durch den technischen Fortschritt bei Beleuchtungssystemen, insbesondere durch die zunehmende Verfügbarkeit der LED-Technik, bestehen bei der Sanierung von Beleuchtungsanlagen hohe Einsparpotenziale. So können durch den Einsatz moderner, energieeffizienter Lichtsysteme die Energiekosten häufig um 70 Prozent gesenkt werden.

## Wo wird Beleuchtung eingesetzt?

In Unternehmen sind Beleuchtungsanlagen in vielfältigen Anwendungen im Einsatz. Die Lichtsysteme beleuchten **Arbeitsplätze, Produktionshallen, Büros, Lagerhallen** oder **Außenbereiche**. Je nach der auszuführenden Tätigkeit bestehen für die sogenannte Sehaufgabe normative Mindestanforderungen an die Ausgestaltung der Beleuchtung (laut DIN EN 12464-1).

## Vorgehen bei der Optimierung

Der Investition in neue Beleuchtungsanlagen sollte stets eine professionelle Lichtplanung vorausgehen. Anhand der Lebenszykluskosten lässt sich die wirtschaftlich optimale Beleuchtungsanlage ermitteln. Dabei gilt es nicht nur, veraltete Leuchten durch moderne Systeme zu ersetzen, sondern auch das verfügbare Tageslicht optimal auszunutzen und unnötige künstliche Beleuchtung zu vermeiden. Die Modernisierung der Beleuchtungsanlagen führt zu einer spürbaren Energiekosteneinsparung bei gleichbleibender Beleuchtungsstärke und verbessert zusätzlich die Lichtqualität.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente Beleuchtungssysteme.

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in Beleuchtungsanlagen hängt stark vom Alter und vom technischen Zustand der Bestandssysteme ab. Je älter und ineffizienter die Systeme sind und je mehr Betriebsstunden die Anlage im Jahr leistet, desto schneller rentiert sich die Investition. Neben der Energiekosteneinsparung ergeben sich durch die Modernisierungsmaßnahmen weitere Vorteile, wie z. B. ein geringerer Wartungsaufwand und eine längere Lebensdauer.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Austausch stark überalterter Systeme mit konventionellen Vorschaltgeräten.
- Verwendung von energieeffizienten Leuchtmitteln an elektronischen Vorschaltgeräten.
- Einsatz energieeffizienter Leuchten mit guter Lichtlenkung.
- Maximale Ausnutzung des verfügbaren Tageslichts durch tageslichtabhängige Lichtsteuerung.
- Einsatz von Präsenzmeldern zur Vermeidung unnötiger Beleuchtung.
- Vermeiden zu hoher Leistungszuschläge bei der Planung von Neuanlagen.

## Energieeffizienz bei Beleuchtungen in KMU (2)

### Ein Beispiel aus der Praxis.

Die mittelständische Druckerei August Koopmann GmbH hat im Rahmen einer Gesamtstrategie im Bereich Umweltschutz die Beleuchtung einer 3.500 m<sup>2</sup> großen Produktionshalle auf LED umgerüstet. Beim Austausch der Beleuchtungsanlagen für Maschinen, Arbeitsplätze und Lager wurde konsequent auf maximale Energieeffizienz und optimale Wirtschaftlichkeit geachtet.

Insgesamt wurden 800 vorhandene Systeme mit Leuchtstoffröhren gegen 350 neue Systeme mit hocheffizienter LED-Technik ausgetauscht.

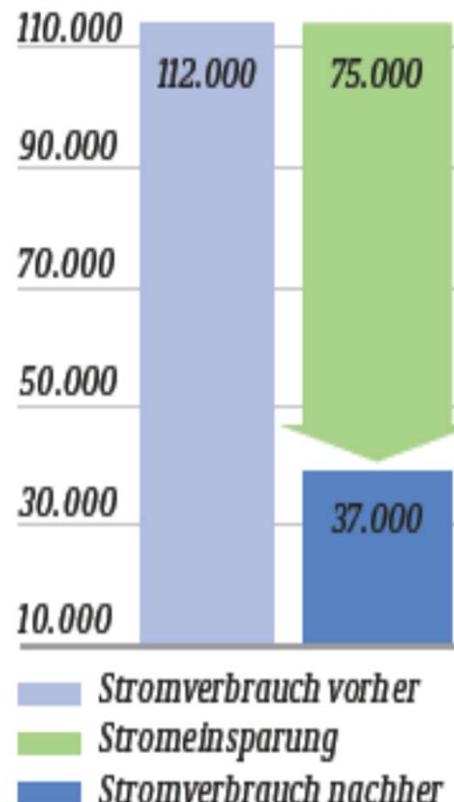
Einsparpotenzial häufig

70 %



#### Stromverbrauch Beleuchtung

kWh/Jahr



#### Branche: Druckindustrie

Energieeinsparung	75.000 kWh/Jahr
Kosteneinsparung	10.500 €/Jahr
Kapitalrendite	28%

#### Weitere Informationen.



- Online-Ratgeber  
[www.lotse-innenbeleuchtung.de](http://www.lotse-innenbeleuchtung.de)
- Referenzprojekte-Datenbank  
[www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)

# Vielfältige Vorteile durch Energiespar-Contracting bei der Beleuchtung in einem Maschinenbau-Unternehmen

## MASCHINENBAU

## BELEUCHTUNG

## CONTRACTING

Die Produktion von Antrieben für industrielle und dentale Anwendungsfelder erfolgt bei der Firma SycoTec GmbH & Co. KG im Dreischichtbetrieb. Dies bedeutete hohe Energiekosten für die Beleuchtung, zu deren Senkung das Unternehmen nach einer gleichzeitig innovativen und wirtschaftlichen Möglichkeit suchte. Diese fand sie in Form eines Energieeinspar-Contractings mit der Energiegenossenschaft Leutkirch eG als Partner.

### TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Aus Unternehmenssicht bietet Contracting den Vorteil einer dauerhaften Verminderung der Energiekosten, ohne auf Budget und Kapazitäten aus dem Kerngeschäft zugreifen zu müssen. Bei SycoTec übernahm die Energiegenossenschaft Leutkirch vollständig die Investitionskosten für moderne Leuchtstofflampen, elektronische Vorschaltgeräte und Reflektoren. Die Anzahl an Leuchten im Unternehmen konnte halbiert werden, ohne Einbußen in der Beleuchtungsqualität hinnehmen zu müssen, denn dieser kommt in Hinblick auf die Produktqualität innerhalb einzelner Produktionsprozesse besondere Bedeutung zu. Insgesamt konnte so der Stromverbrauch der Beleuchtung um rund 70 % gesenkt werden. Im Gegenzug für den Investitionsaufwand erhält die Energiegenossenschaft einen Teil der erbrachten Einsparungen als Rendite, sodass alle Beteiligten profitieren.

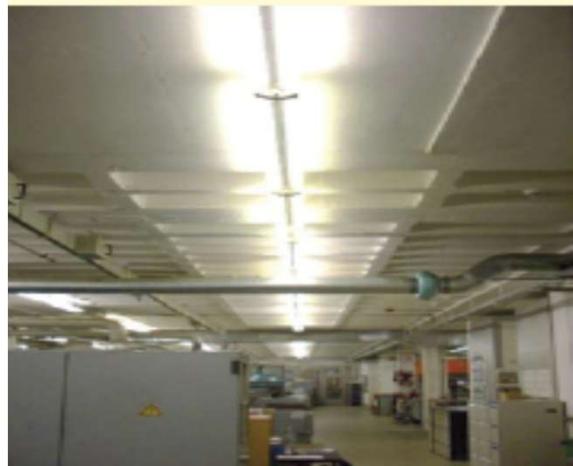


Bild: SycoTec GmbH & Co. KG

### Das Unternehmen

Das in Leutkirch im Allgäu ansässige Unternehmen SycoTec ist Hersteller innovativer Antriebs- und Gerätelösungen mit den Geschäftsfeldern Dental Drives, Industrial Drives und Components.

### Kontakt

SycoTec GmbH & Co. KG  
Leutkirch im Allgäu  
Herr Feuerstein, Liegenschaftsmanagement  
[info@sycotec.eu](mailto:info@sycotec.eu)

### Technische und ökonomische Daten

Jahr der Umsetzung	2011
Kapazität	39 kWel
Energieeinsparung p. a.	312 MWh
CO <sub>2</sub> -Einsparung p. a.	187 t
Investition	60.000 Euro
Lebensdauer	15 Jahre
Interne Verzinsung	keine Angabe

# **Energieeffizienz im Unternehmen**

## **Information- und Kommunikationstechnologie (IKT)**

# Energieeffizienz bei Informationstechnologien in KMU (1)

Die wachsende Anzahl und Vielfalt von Anwendungen der Informationstechnologie (IT) führt zu einem steigenden Anteil am Stromverbrauch.

Allerdings bestehen auch große Einsparpotenziale. So können Betreiber von Rechenzentren und Serverräumen durch den optimierten Einsatz von IT deutliche Steigerungen der Energieeffizienz erreichen.

Dies erfolgt zum Beispiel über eine verbesserte Auslastung der Server und intelligente Kühlkonzepte.

Mit einer umfassenden Green-IT-Strategie, die Technik und Nutzer berücksichtigt, sind oft Energieeinsparungen in Höhe von 75 Prozent möglich.

## Was versteht man unter Green IT?

Der Begriff Green IT umfasst nicht nur den Einsatz hocheffizienter Rechenzentren und Arbeitsplatzgeräte, sondern auch den Bereich Green-through-IT. Darunter versteht man das erhebliche Effizienzpotenzial in sonstigen Arbeitsprozessen, das durch den Einsatz von IT erschlossen werden kann. Anwendungsbereiche hierfür sind zum Beispiel Energiemanagementsysteme oder die intelligente Steuerung von Produktionsabläufen.

## Vorgehen bei der Optimierung

Die Optimierung der IT-Infrastruktur beginnt mit einer Istanalyse des Gerätebestands und des tatsächlichen Bedarfs. Anhand dieser Analyse können in einem ersten Schritt Überkapazitäten, z. B. bei der Leistungsfähigkeit von PCs, Druckern und auch Servern aufgedeckt werden. Die genaue Kenntnis des tatsächlichen Bedarfs ist auch entscheidend für die Beschaffung neuer Geräte. Werden der Bedarf und die gesamten Lebenszykluskosten berücksichtigt, so schöpft man die wirtschaftlichen Einsparpotenziale voll aus. Im Bereich der Rechenzentren liegen besonders bei der Optimierung der Serverauslastung und der Klimatisierung von Serverräumen große Einsparpotenziale. Optimiert wird die effiziente IT durch eine entsprechende Konfiguration, wie zum Beispiel durch ein zentrales Powermanagement und die Sensibilisierung der Nutzer für energieeffizientes Verhalten.

## Wirtschaftlichkeit von Investitionen in energieeffiziente IT

Energieeffiziente Systeme müssen nicht teurer sein. Wichtig ist es, unterschiedliche Geräte auf Basis ihrer Lebenszykluskosten zu vergleichen. Schon durch die konsequente Berücksichtigung von Energieeffizienzkriterien bei der Beschaffung der Geräte lassen sich die Energiekosten um ca. 50 Prozent reduzieren.

## Die wichtigsten Energieeffizienzmaßnahmen:

- Anpassung vorhandener IT und Server an den tatsächlichen Bedarf.
- Sensibilisierung der Mitarbeiter für energieeffizientes Nutzerverhalten und zentrales Powermanagement.
- Berücksichtigung von Energieeffizienzkriterien im Einkauf.
- Substitution von Desktop-PCs durch effiziente Notebooks oder Thin-Client-Lösungen

# Energieeffizienz bei Informationstechnologien in KMU (2)

## Ein Beispiel aus der Praxis.

Durch die Umstellung von PCs auf energieeffiziente Notebooks erreichte das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWI) deutliche Energie- und Kosteneinsparungen. Das BMWI konnte den Stromverbrauch pro Notebook gegenüber den bisherigen Desktop-PCs um 74 Prozent senken.

Neben der Neubeschaffung energieeffizienter Notebooks wurden die Mitarbeiter im Ministerium durch persönliche Gespräche, Informationsmaterialien und Empfehlungen über ein energieeffizientes Nutzerverhalten am Arbeitsplatz informiert. Dadurch konnte der Stromverbrauch um weitere acht Prozentpunkte reduziert werden.

Zu den Maßnahmen der Mitarbeiter zählten:

- die vorhandenen Ausschalter zum Feierabend zu betätigen, um die Geräte vollständig vom Netz zu trennen,
- die gezielte Änderung an der Konfiguration des Powermanagements,
- der Verzicht auf Bildschirmschoner,
- die Monitorabschaltung in Arbeitspausen.

### Branche: Öffentliche Verwaltung

Stromeinsparung je Computer	82 %
Stromeinsparung	ca. 105.000 kWh/Jahr
CO <sub>2</sub> -Einsparung	67 t/Jahr

### Weitere Informationen.



- Referenzprojekte-Datenbank  
[www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte](http://www.industrie-energieeffizienz.de/referenzprojekte)
- Allgemeine Informationen unter  
[www.industrie-energieeffizienz.de/greenit](http://www.industrie-energieeffizienz.de/greenit)

# **Energieeffizienz in Privathaushalten**

# Einleitung

## Energieeffizienz und Energiesparen im Haushalt (1)

besonders in Zeiten mit hohen Energiepreisen. Doch manchmal ist es gar nicht schwer, die Belastung zu verringern, auch und gerade im privaten Haushalt. Diese Broschüre richtet sich speziell an kleine Haushalte.

Diese haben ein Interesse an der Beschaffung von und am sparsamen Umgang mit kleineren Haushaltsgeräten. Es sind jedoch auch viele Informationen enthalten, die für alle Haushaltsgruppen gelten, wie etwa zu den Fragen: Wo lohnt es sich anzufangen? Was kann gleich geschehen, wo muss eine anstehende Neuanschaffung abgewartet werden, um wirksam einzutreten?

Viele Investitionen in energiesparende Geräte sind wirtschaftlich – ökonomischer und ökologischer Vorteil können sich durchaus ergänzen.

### WODURCH WIRD DIE STROMRECHNUNG BESTIMMT?

Ein Ein-Personen-Haushalt hat in Deutschland einen durchschnittlichen Stromverbrauch von gut 1.700 kWh, bei zwei Personen sind es im Mittel 2.900 kWh.

Umgerechnet in Kilogramm Kohlendioxid sind das bei einer Person etwa knapp 1.000 kg pro Jahr, bei zwei knapp 1.700 kg. Ein ganz erheblicher Teil dieses Stromverbrauchs kann durch bewusst sparsamen Umgang mit den Geräten vermieden werden, besonders aber durch den Kauf eines effizienteren Gerätes, wenn ein Austausch ansteht.

Die Haushaltsgroßgeräte für Kochen, Spülen, Kühlen, Waschen und Trocknen benötigen im durchschnittlichen Zwei-Personen-Haushalt jeweils zwischen 140 und 350 kWh pro Jahr. Kleingeräte wie Staubsauger, Föhn und Bohrmaschine zusammen verbrauchen etwa gleich viel wie ein Haushaltsgroßgerät. Dasselbe gilt für den Lichtstromverbrauch, wobei hier die Spanne zwischen den Haushalten sehr hoch ist, abhängig davon, wie viele Leuchten in Betrieb sind, ob bereits Energiespar- oder LED-Lampen eingesetzt werden, und ob beim Verlassen des Raums das Licht abgeschaltet wird.

Für einige Anwendungen ist eine Ersparnis von 50 Prozent möglich, wenn neue effiziente Geräte angeschafft und diese bewusst sparsam genutzt werden! In Einzelfällen wie bei den Heizungsumwälzpumpen oder bei der Beleuchtung kann sogar ein noch höherer Prozentsatz eingespart werden.

Ein Zwei-Personen-Haushalt kann dann mit 1.500 kWh auskommen – der Unterschied zu durchschnittlichen Geräten ist bemerkenswert.

### JAHRESTROMVERBRAUCH IM 2-PERSONEN-HAUSHALT FÜR VERSCHIEDENE EFFIZIENTE GERÄTE

Zahlenangaben in Kilowattstun- den (gerundete Werte)	Durchschnitt- liche Geräte	sparsame Neugeräte	sparsame Neugeräte + Optimierung + Substitution
Kühlen	250	120	250 ^)
Gefrieren	280	180	
Kochen + Backen (Elektro)	350	300	270
Spülen	200	100 °)	100 °)
Waschen	140	110	80 °)
Trocknen	260	130 *)	–
Licht	300	100	80
Informations- technik	150	100	80
Unterhaltungs- elektronik	160	100	80
Pumpe	250	60	60
Diverses	560	200	150
Summe	2.900	1.500	1.150

°) mit Warmwasseranschluss

\*) Wärmepumpentrockner

^) Kühl-Gefrier-Kombination statt 2 Geräten

# Einleitung

## Energieeffizienz und Energiesparen im Haushalt (2)

Wird zudem dort, wo es möglich ist, Strom durch einen anderen Energieträger ersetzt, z. B. durch einen Warmwasseranschluss für Spül- und Waschmaschine, Gas fürs Kochen, wird auf den Einsatz eines Wäschetrockners verzichtet und insgesamt sehr bewusst mit der Energie umgegangen, kann ein sparsamer Zweipersonen-Haushalt mit nur 1.150 kWh Stromverbrauch jährlich auskommen – das entspricht einer Einsparung von rund 60 % gegenüber dem heutigen Durchschnitt!

### WANN LOHNT EINE NEUANSCHAFFUNG?

Wenn ein Haushaltsgroßgerät einen Defekt hat, stellt sich die Frage, ob sich eine Reparatur rentiert. Generell gilt: Geräte, die älter als acht bis zehn Jahre sind, sollten nicht mehr repariert werden, es sei denn, es handelt sich um sehr hochwertige Fabrikate. Normalerweise ist nämlich nach dieser Zeit ein neueres Gerät so viel effizienter als das alte, so dass sich der Neukauf lohnt.

Unschön dabei ist, dass Material und Werkstoffe, sogenannte „Graue Energie“, weggeworfen werden. Dieses Manko kann durch die Auswahl von Geräten, deren Baustoffe gut wieder verwertbar sind, wettgemacht werden. Der Blaue Engel des Umweltbundesamtes ist hierfür ein Kennzeichen.

### EINIGE WICHTIGE INFORMATIONEN

Als **Abkürzungen** werden im Text benutzt **kWh** für die Einheit Kilowattstunde (Strom oder Gas), **W** für Watt, **kg CO<sub>2</sub>** für Kilogramm Kohlendioxid.

**Betriebskosten** sind in dieser Broschüre mit 28,8 Cent pro Kilowattstunde Strom (Quelle: [www.strompreise.de](http://www.strompreise.de), Stand 2015), 6,4 Cent pro Kilowattstunde Gas (Quelle: [www.verivox.de](http://www.verivox.de)) und 4 Euro pro Kubikmeter Wasser + Abwasser berechnet, entsprechend der Preis-situation im Sommer 2013, jeweils inklusive Umsatzsteuer. Preissteigerung und Inflationsrate werden nicht berücksichtigt, für die hier diskutierten Investitionen im Privathaushalt reicht eine sogenannte statische Berechnung aus.

**Standzeit** oder **Lebensdauer** der Geräte sind Erfahrungswerte, die je nach Quelle differieren. Für Kühl- und Gefriergeräte werden oft 15 Jahre angesetzt, für Waschmaschinen hingegen nur 11 Jahre, was angesichts der hohen mechanischen Belastung durch das Schleudern auch vernünftig ist. Spülmaschinen und Trockner liegen eher bei 13 Jahren. Auch von der Herstellerfirma hängt die Standzeit ab; die Stiftung Warentest macht immer wieder Umfragen dazu.

# **Übersicht elektrische Einrichtungen in Privaten Haushalten**

## **Beleuchtung**

- Leuchtmittel
- Lampen

## **Haushaltsgeräte**

- Backofen
- Kühlschrank
- Gefrierschrank
- Geschirrspüler
- Staubsauger
- Waschmaschine
- Trockner

## **Unterhaltungselektronik und IT**

- Fernseher
- Computer
- Drucker

# Energiesparende Beleuchtung in Privaten Haushalten

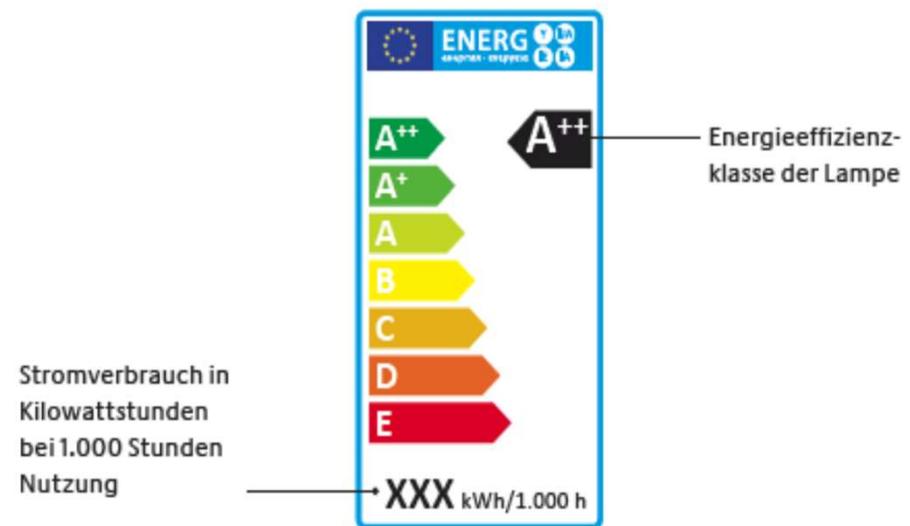
# Energieeffizienz bei Lampen und Leuchten in Privaten Haushalten (1)

Jeder Zweite achtet beim Lampenkauf auf eine gute Energieeffizienzklasse. Zu Recht, denn die Wahl eines energieeffizienten Produkts ist die wichtigste Stellgröße, um bei der Beleuchtung Strom und Geld zu sparen.



Das EU-Energielabel für Lampen informiert über die Energieeffizienzklasse sowie den Stromverbrauch bei 1.000 Stunden Nutzung. Die beste Energieeffizienzklasse A++ erhalten Lampen mit einem besonders niedrigen Stromverbrauch. Im Vergleich zu einem Produkt der Klasse D sparen sie etwa 88 Prozent Energie.

Das EU-Energielabel für Lampen informiert über die Energieeffizienzklasse sowie den Stromverbrauch bei 1.000 Stunden Nutzung. Die beste Energieeffizienzklasse A++ erhalten Lampen mit einem besonders niedrigen Stromverbrauch. Im Vergleich zu einem Produkt der Klasse D sparen sie etwa 88 Prozent Energie.

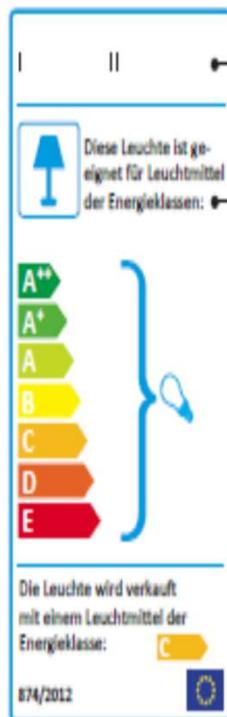


## Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Lampen, die in Europa auf den Markt gebracht werden, müssen laut EU-Ökodesign-Richtlinie Mindeststandards erfüllen. Seit 2012 müssen z. B. alle Lampen mit klarem Glas und ungerichtetem Licht mindestens die Energieeffizienzklasse C (in wenigen Fällen D) erreichen. Bei matten Lampen gilt Klasse A als Mindestanforderung.

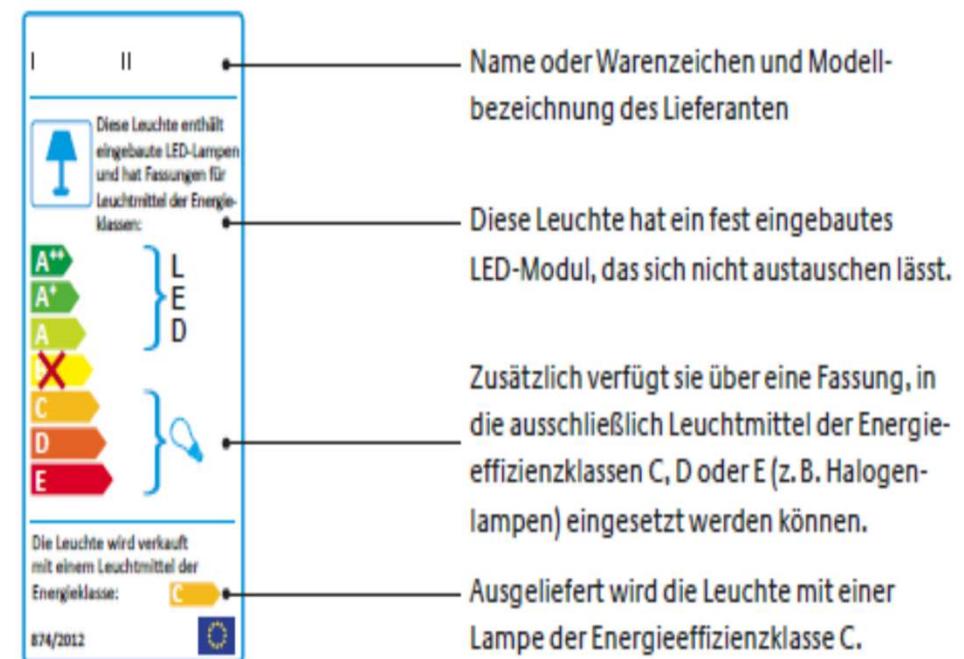
## Energieeffizienz bei Lampen und Leuchten in Privaten Haushalten (2)

Auch Leuchten werden seit 2014 mit dem EU-Energielabel gekennzeichnet. Hierdurch erhalten Verbraucher einen wichtigen Hinweis zur Energieeffizienz der zur Leuchte gehörenden Lampe. Auch die Kompatibilität der Leuchte mit verschiedenen Lampentypen lässt sich am EU-Label ablesen. Es gibt an, welche Energieeffizienzklasse die Lampen erreichen, die grundsätzlich für diese Leuchte benutzt werden können:



Name oder Warenzeichen und Modellbezeichnung des Lieferanten  
Dieses Label kennzeichnet eine Leuchte, in die Lampen aller Energieeffizienzklassen eingesetzt werden können. Die Leuchte verfügt demnach über einen Standardsockel und ist nicht auf bestimmte Lampentechnologien beschränkt.

Wenn die Leuchten gemeinsam mit Lampen verkauft werden, muss angegeben werden, welche Energieeffizienzklasse die beigeckte Lampe hat:



Der Kauf einer Leuchte stellt die Weichen für die späteren Energiekosten. Es lohnt sich, auf Produkte zu achten, die den Einsatz von stromsparenden Lampen, wie z. B. LEDs, erlauben.

# Energieeffizienz bei Lampen und Leuchten in Privaten Haushalten (3)

## Tipps für den Lampenkauf

Für etwa jeden zweiten Verbraucher sind beim Lampenkauf z. B. ein niedriger Stromverbrauch und eine hohe Lebensdauer wichtig.

Ein Blick auf die Produktverpackung gibt Auskunft über diese und weitere Qualitätskriterien.

Folgende Angaben sind hilfreich, um die passende Lampe zu finden.

Moderne Lampen sind hocheffizient und sparen gegenüber herkömmlichen Glühlampen bis zu 85 Prozent Strom. Heute am Markt verfügbare, energieeffiziente Produkte sind neben LEDs auch Energiespar- und Halogenlampen.

Wichtige Informationen für den Lampenkauf.	
	Angabe von Lumen und Watt
	Umrechnung von Lumen in Watt einer vergleichbar hellen Glühlampe
	Lebensdauer in Stunden oder Jahren bei durchschnittlich 3 Stunden Betrieb pro Tag
	Anzahl der Schaltzyklen
	Angabe zur Lichtfarbe
	Anlaufzeit, bis 60 % der Lichtleistung erreicht sind
	Angabe, ob die Lampe dimmbar ist
	Länge und Durchmesser in mm
<b>Hg</b>	Quecksilbergehalt in mg bei Energiesparlampen*

\*Der Hersteller ist dazu verpflichtet, eine Webadresse anzugeben, unter der Hinweise zum Umgang mit zerbrochenen Lampen zu finden sind.

# Energieeffizienz bei Lampen und Leuchten in Privaten Haushalten (4)



# Energieeffizienz bei Lampen und Leuchten in Privaten Haushalten (5)



## Steckbrief LED.

- Effizient und langlebig: bis zu 85 Prozent sparsamer als die nicht mehr verfügbaren Glühlampen
- Vielseitig in der Innen- und Außenbeleuchtung einsetzbar
- Brenndauer ca. 15.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse A und besser
- Lichtfarbe 2.700–6.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Fachgerechte Entsorgung über einen Wertstoffhof



## Steckbrief Energiesparlampe.

- Energieeffizient und universell einsetzbar
- Brenndauer zwischen ca. 6.000 und 15.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse A
- Lichtfarbe 2.500–6.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Entsorgung über einen Wertstoffhof, da Quecksilber enthalten ist.



## Steckbrief Halogenlampe.

- Brenndauer ca. 2.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse D und besser
- Lichtfarbe 2.700–3.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Entsorgung über den Hausmüll möglich, da kein Quecksilber enthalten ist.



# Effiziente Lampen für Private Haushalte (1)



## Steckbrief LED.

- Effizient und langlebig: bis zu 85 Prozent sparsamer als die nicht mehr verfügbaren Glühlampen
- Vielseitig in der Innen- und Außenbeleuchtung einsetzbar
- Brenndauer ca. 15.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse A und besser
- Lichtfarbe 2.700–6.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Fachgerechte Entsorgung über einen Wertstoffhof



## Steckbrief Energiesparlampe.

- Energieeffizient und universell einsetzbar
- Brenndauer zwischen ca. 6.000 und 15.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse A
- Lichtfarbe 2.500–6.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Entsorgung über einen Wertstoffhof, da Quecksilber enthalten ist.



## Steckbrief Halogenlampe.

- Brenndauer ca. 2.000 Stunden
- Energieeffizienzklasse D und besser
- Lichtfarbe 2.700–3.000 Kelvin
- Dimmbare Produkte verfügbar
- Entsorgung über den Hausmüll möglich, da kein Quecksilber enthalten ist.

## Effiziente Lampen für Private Haushalte (2)

### Effiziente LEDs

Bereits in zwei von drei Haushalten werden heute LEDs – auch Leuchtdioden genannt – eingesetzt. Damit hat sich die Zahl der Nutzer in den letzten vier Jahren verdoppelt. Für viele Verbraucher sind LEDs beim Lampentausch die erste Wahl.

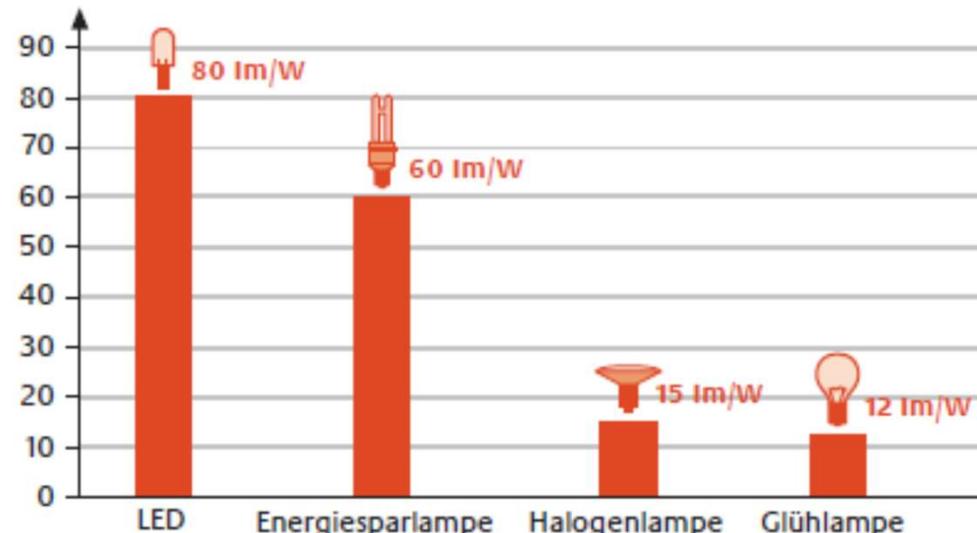
LEDs sind in der **Energieeffizienzklasse A** oder besser am Markt verfügbar. Sie zeichnen sich besonders durch Energieeffizienz und Langlebigkeit aus. Aufgrund des technischen Fortschritts sind sie heute im Innenraum die energieeffizienteste Wahl, und das nicht nur als Akzentbeleuchtung oder Lichtleiste.

LEDs bieten auch sehr gute Voraussetzungen für einen Einsatz im Freien, z. B. zur Beleuchtung von Eingängen und Wegen, da sie ohne Anlaufzeit sofort ihre volle Helligkeit erreichen.

LEDs sind in allen handelsüblichen Formen und für alle Fassungen verfügbar. In der E27-Standardfassung sind LED-Lampen z. B. mit über 800 Lumen erhältlich. Sie können damit alte Glühlampen mit bis zu 75 Watt ersetzen. Auch dimmbare LEDs sind heute im Handel zu finden.

**LEDs erzeugen mehr Licht bei gleicher Strommenge.**

Lichtausbeute  
in lm/W



*Die hier angegebenen Werte sind Richtwerte und können im Einzelfall abweichen.*

Lumen	Glühlampe*	LED	Ihr Vorteil**
300	25W	4W	88€
720	60W	9W	214€
900	75W	11W	269€

\* Nicht mehr im Verkauf.

\*\* Stromkostenersparnis bei 15.000 Stunden Brenndauer, Lampen mit E27-Standardfassung.

Strompreis von 28 Ct/kWh

# Lampen für Private Haushalte (3)

## Effiziente Energiesparlampe.

Fast 80 Prozent der deutschen Haushalte nutzen Energiesparlampen.

Sie sorgen durch ihre hohe Lichtausbeute für eine deutliche Energieeinsparung, z. B. im Vergleich zu Glüh- und Halogenlampen.

Energiesparlampen erreichen die Energieeffizienzklasse A. Beim Kauf empfiehlt es sich, neben der Energieeffizienz auch auf die Lebensdauer zu achten. Sie kann zwischen 6.000 und 15.000 Stunden variieren. Sollen die Lampen häufig ein- und ausgeschaltet werden, eignen sich Produkte mit Vorheizfunktion. Sie werden auf der Packung als „besonders schaltfest“ ausgewiesen. Auch Informationen zur Dimmbarkeit finden Sie auf der Packung.

Energiesparlampen bieten eine große Formenvielfalt für die Fassungen E14 und E27. Hierzu zählen beispielsweise auch Lampen mit Reflektor oder in Kerzenform.

Lumen	Glühlampe*	Energiesparlampe	Ihr Vorteil**
300	25W	5W	56€
480	40W	7W	92€
720	60W	12W	134€

\* Nicht mehr im Verkauf.

\*\* Stromkostensparnis durch eine Energiesparlampe bei 10.000 Stunden Brenndauer, Lampen mit E27-Standardfassung. Werte gerundet.

Strompreis von 28 Ct/kWh



Standardform



Wendelform



Glühlampenform



Großkolbenlampe



Reflektor



Kerzenform



Tropfenform

## Lampen für Private Haushalte (4)

### Halogenlampe

Halogenlampen kommen in 44 Prozent der deutschen Haushalte zum Einsatz.

Als Ersatz für eine Glühlampe können effiziente Halogenlampen eine Alternative sein.

Im Vergleich zur Energiesparlampe oder der LED ist die Energieeffizienz aber deutlich geringer. Halogenlampen erreichen die Energieeffizienzklasse D und besser.

Bei Halogenlampen wird zwischen Netzspannungs- und Niedervolthalogenlampen unterschieden.

Bei **Netzspannungslampen**, die bei einer Netzspannung von 230 Volt betrieben werden, sind nur noch die effizientesten Produkte im Handel erhältlich. Durch den Einsatz von Xenon benötigen sie z. B. ein Drittel weniger Strom als herkömmliche Produkte.

Bei **Niedervolthalogenlampen** wird die Netzspannung mit einem Transformator auf 24 oder 12 Volt gesenkt. Diese Transformatoren können Stand-by-Verluste verursachen. Um bei der Beleuchtung mit Niedervolthalogenlampen die Energieeffizienz zu steigern, empfiehlt sich der Einsatz von Lampen mit Infrarotbeschichtung. Diese im Handel häufig mit „IRC“ und „infrared coated“ bezeichneten Produkte verbrauchen ca. ein Drittel weniger Strom als herkömmliche Halogenlampen.

Wer z. B. bei einem Seilsystem acht herkömmliche Halogenlampen mit je 35 Watt durch gleich helle IRC-Halogenlampen mit je 20 Watt ersetzt, senkt die Stromkosten von ca. 78 auf ca. 45 Euro im Jahr.\*\*

Lumen	Halogenlampe	LED	Ihr Vorteil*
270	18W	3W	63 €
420	28W	5W	97 €
630	42W	8W	143 €
795	53W	10W	181 €

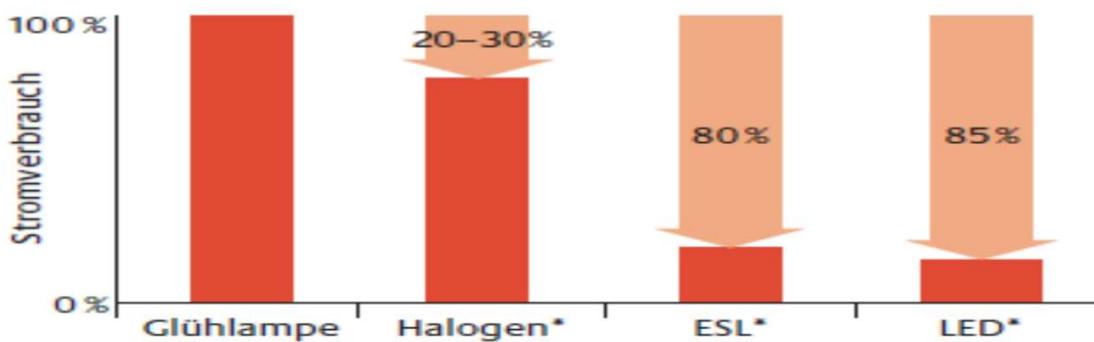
\* Stromkostenersparnis bei 15.000 Stunden Brenndauer, Lampen mit E27-Standardfassung.

\*\* Strompreis von 28 Ct/kWh

# Effiziente Lampen sparen Strom und Kosten in Privaten Haushalten

Bis zu 85 Prozent Strom sparen.

Effiziente Beleuchtungsmittel verbrauchen deutlich weniger Strom als herkömmliche Glühlampen. Mit der passenden Lampe können Sie bis zu **85 Prozent Strom und Kosten sparen**.

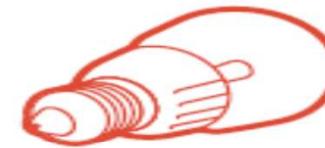


\* Lampe erzeugt mindestens so viel Helligkeit wie eine vergleichbare Glühlampe.

Die Spar-Stars unter den Lampen.

## LED (Light Emitting Diodes).

Effizient, dauerhaft, robust. Als Glühlampenersatz bis 75 Watt geeignet. Brenndauer: ca. 15.000 Stunden.



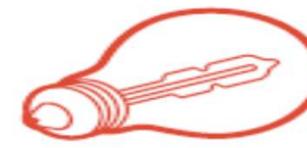
## Energiesparlampe (ESL).

Effizient und universell einsetzbar. Viele Lichtfarben und Formen. Brenndauer: ca. 6.000 bis 15.000 Stunden.



## Effiziente Halogenlampe.

Die effizientere Glühlampe. Besonders warmes Licht und gute Farbwiedergabe. Brenndauer: ca. 2.000 Stunden.



# Leuchtmittelvergleich bei der Helligkeit von Lampen (Leuchtmittel) in Privaten Haushalten

## Neue Lampe – gleiche Helligkeit.

Achten Sie darauf, dass die neue Lampe die gewünschte Helligkeit erzeugt. Der Lumen-Wert auf der Verpackung zeigt Ihnen, wie hell eine Lampe – unabhängig von der Technologie – leuchtet.

Helligkeit in Lumen	Leuchtdiode (LED)	Energiespar- lampe	Halogen- lampe	Glühlampe
1.300		20W	70W	100W
1.100	13W			
900	10W	15W	53W	75W
700		11W	42W	60W
500	6W	7W		40W
300	4W	5W	28W	25W
100	2W		18W	15W

## Kühle Birne – warmes Licht.

Lampen, deren Lichtfarbe am ehesten der einer Glühlampe entspricht, erkennen Sie an der Bezeichnung „warmweiß“. Die Angaben zur Farbtemperatur in Kelvin finden Sie auf der Verpackung.

### Die Lichtfarben im Überblick.

warmweiß

< 3.300 Kelvin

neutralweiß

3.300 – 5.300 Kelvin

tageslichtweiß

> 5.300 Kelvin

◀◀ Gemütliche Wohnsituation

Sachliche Arbeitssituation ▶▶

# Energieeffiziente Nutzung von Lampen in Privaten Haushalten

## Energieeffiziente Nutzung.

Neben dem Kauf energieeffizienter Lampen ist auch die Nutzung für den Stromverbrauch und die Stromkosten entscheidend. Wird das Licht nicht gebraucht – einfach abschalten.

Wer sich nicht selbst darum kümmern will, kann auch auf Bewegungs- und Präsenzmelder zurückgreifen. Zusätzlichen Komfort können z. B. automatisches Abschalten wie in vielen Treppenhäusern oder eine tageslichtabhängige Steuerung bieten. In Zukunft werden im sogenannten Smart Home (intelligentes Zuhause) noch viele weitere Möglichkeiten bestehen, um die Beleuchtung optimal an die Bedürfnisse der Bewohner anzupassen und gleichzeitig energieeffizient zu steuern. Über ein intelligentes Lichtmanagement kann so eine angenehme Beleuchtungssituation mit hohem Komfort und Stromeinsparung verknüpft werden. Zu aktuellen Möglichkeiten einer energieeffizienten Lichtsteuerung beraten Fachhandel oder Elektrohandwerk.



# Entsorgung von Lampen in Privaten Haushalten

## Entsorgung.

Kein Licht brennt ewig. Welcher Entsorgungsweg für welche Lampen richtig ist, zeigt die folgende Übersicht:



Energiesparlampen dürfen nicht im Hausmüll entsorgt werden, da sie geringe Mengen an Quecksilber und recyclingfähigen Leuchttstoffen enthalten. Das gilt auch für zerbrochene Lampen: Nehmen Sie die Bruchstücke in diesem Fall am besten mit einem feuchten Tuch auf und verpacken Sie sie luftdicht in einer Tüte. Lüften Sie anschließend das Zimmer gut durch und bringen Sie die Reste zum Wertstoffhof Ihrer Kommune.



# Energiesparende Haushaltsgeräte

# Einleitung

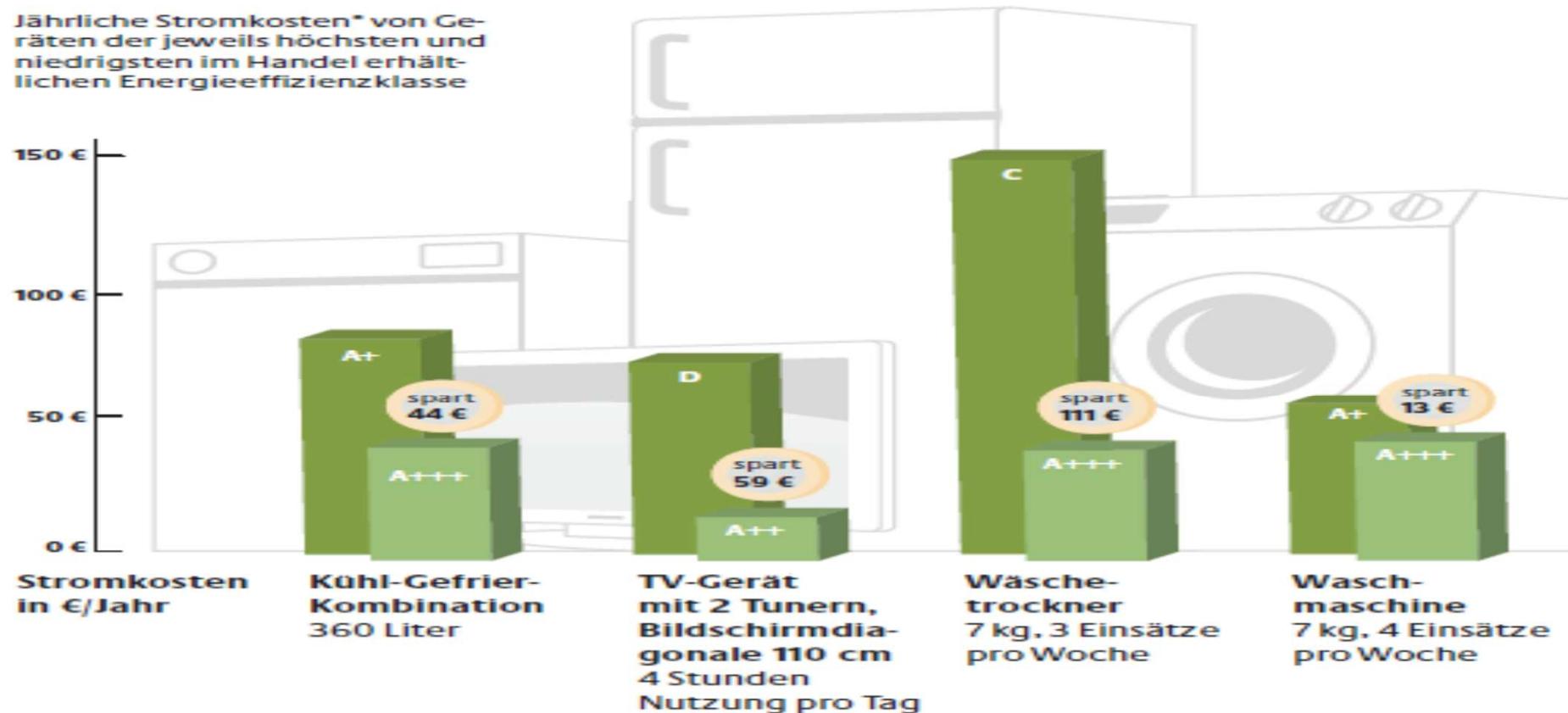
## Energieeffizienz Haushaltsgeräte (1)

### So viel Strom und Geld können Sie sparen

Wie viel Strom wird der neue Kühlschrank verbrauchen? Was kosten vier Stunden Fernsehen pro Tag im Jahr? Das Energieverbrauchsetikett (auch EU-Label genannt) hilft Ihnen beim Kauf neuer Elektrogeräte und Lampen, die Stromkosten verschiedener Modelle miteinander zu vergleichen.

**So viel können Sie beim Neukauf mit der jeweils besten Energieeffizienzklasse sparen:**

Jährliche Stromkosten\* von Geräten der jeweils höchsten und niedrigsten im Handel erhältlichen Energieeffizienzklasse



\* Hinweis: Die Beispielrechnungen dieser Broschüre beruhen auf einem angenommenen Strompreis von 28 Cent/kWh.

Quelle: Dena – EU-Energielabel – Entscheidungshilfe für den Verbraucher, Broschüre 5/2015

# Einleitung

## Energieeffizienz Haushaltsgeräte (2)

### Für die meisten Haushaltsgeräte gilt heute:

Besonders sparsame Modelle sind mit einem A+++ ausgezeichnet.

Die folgende Übersicht zeigt die besten Energieeffizienzklassen nach Produktgruppen.

Kühl-/Gefriergeräte	A+++
Waschmaschinen	A+++
Geschirrspüler	A+++
Raumklimageräte	A+++
Wäschetrockner	A+++
Elektrobacköfen	A+++
TV-Geräte	A++
Haushaltlampen	A++
Dunstabzugshauben	A → A+ ab 2016
Staubsauger	A ab 9/2017 neu
Waschtrockner	A
Warmwasserbereiter/-speicher	A

### „Ökodesign-Richtlinie“

Um den Energieverbrauch von Geräten zu reduzieren, hat die Europäische Union zusätzlich die sogenannte „Ökodesign-Richtlinie“ eingeführt.

Sie bestimmt, dass Geräte Mindestenergieeffizienzstandards erfüllen müssen, wenn sie in Europa in Verkehr gebracht werden.

Die entsprechenden Informationen finden Sie in den mit dem Symbol ⓘ gekennzeichneten Kästen.

# **Übersicht**

## Energiesparende Haushaltsgeräte

**Kühl- und Gefriergeräte**

**Elektrobacköfen**

**Dunstabzugshauben**

**Geschirrspüler**

**Waschmaschinen**

**Waschtrockner**

**Staubsauger**

**Warmwasserbereiter/-speicher**

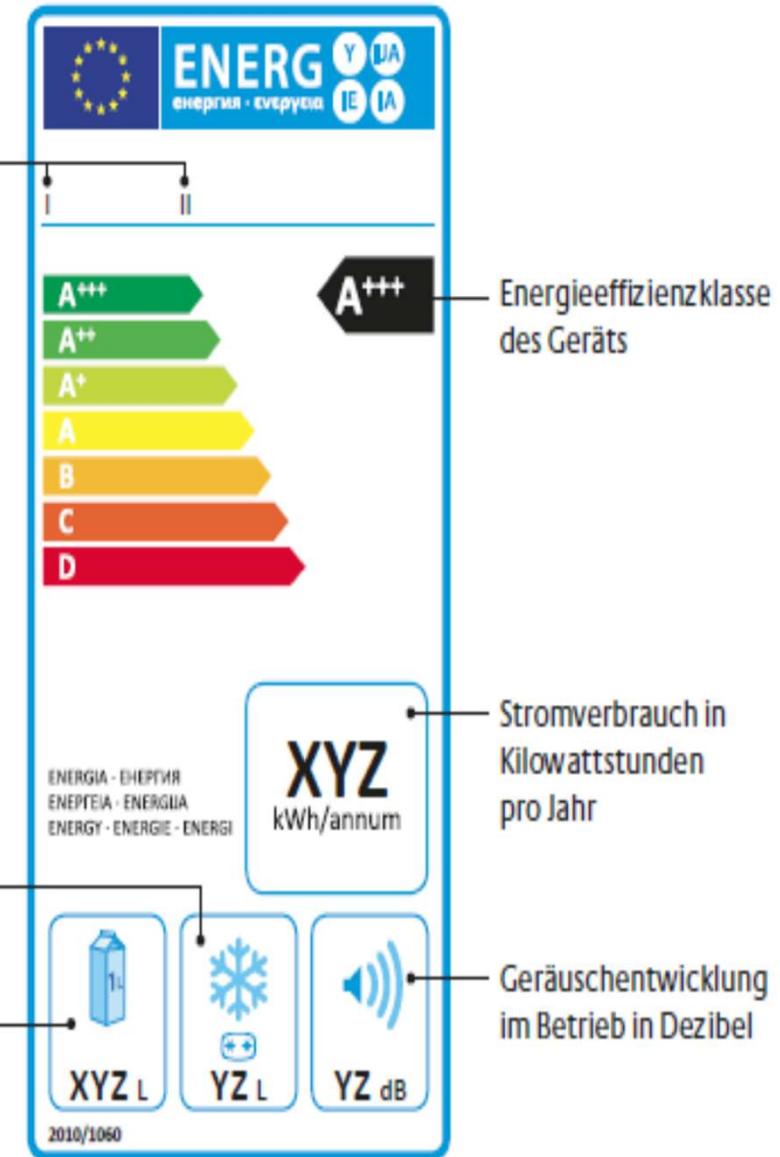
# Energieeffizienz Kühl- und Gefriergeräte in Privaten Haushalten

## Kühl- und Gefriergeräte.

Bestmögliche  
Klasse: A+++

Setzen Sie beim Kauf von Kühlschränken, Gefriertruhen, Kühl-Gefrier-Kombinationen und ähnlichen Geräten auf die höchste Energieeffizienzklasse A+++: Ein Gerät dieser Klasse verbraucht nur etwa 50 Prozent der Energie eines vergleichbaren Geräts der Energieeffizienzklasse A+. So verursacht z. B. ein 200-Liter-Kühlschrank der Energieeffizienzklasse A+++ nur etwa 60 Kilowattstunden Stromverbrauch bzw. 16,80 Euro Stromkosten pro Jahr.

I: Hersteller  
II: Modellbezeichnung



### Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

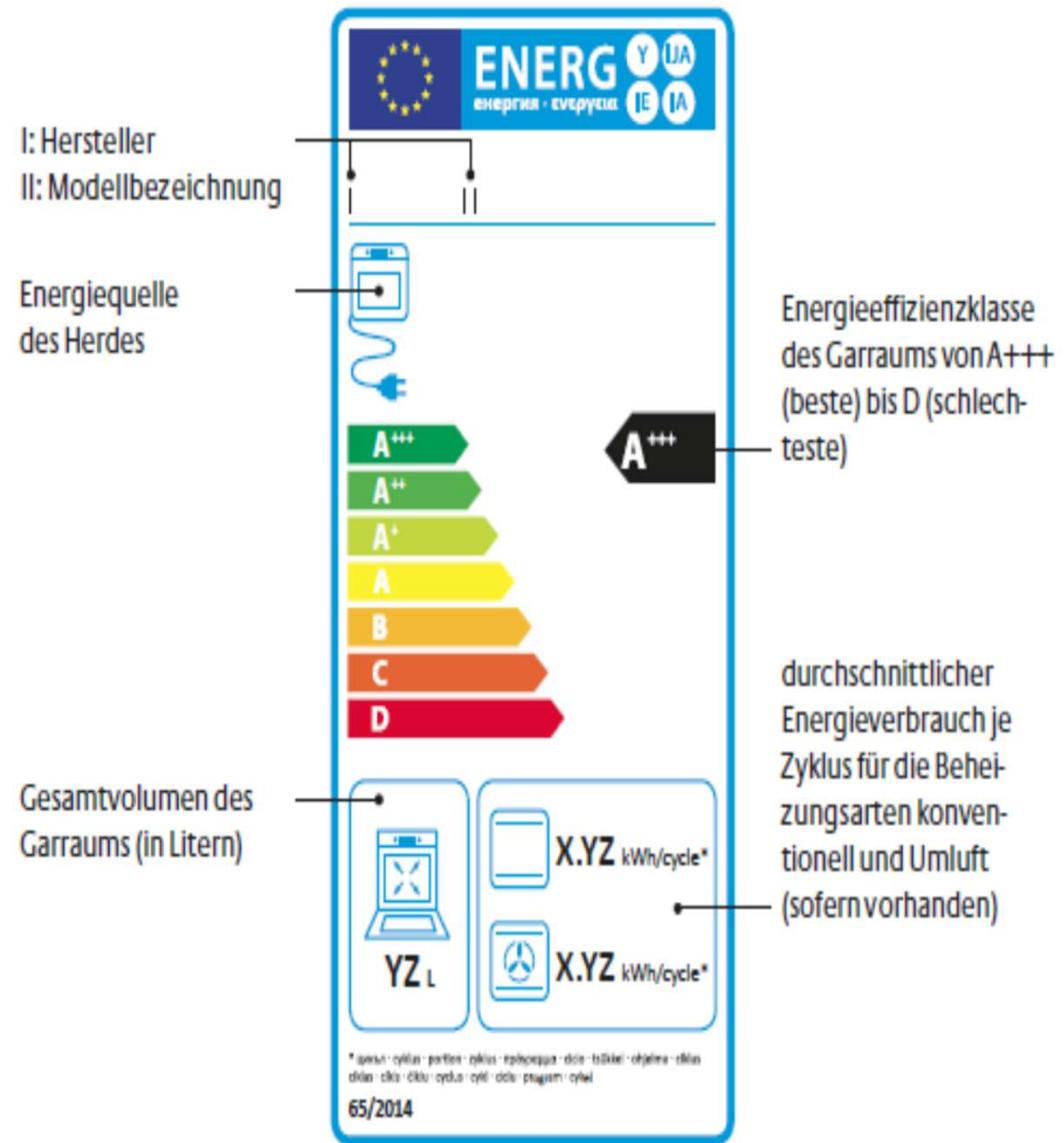
Seit Juli 2012 müssen alle neuen Geräte im Handel mindestens die Anforderungen der Energieeffizienzklasse A+ erfüllen.

# **Energieeffizienz Elektrobacköfen in Privaten Haushalten**

## Elektrobacköfen.

**Bestmögliche  
Klasse: A+++**

Seit dem 1. Januar 2015 gilt auch bei elektrischen Backöfen das neue EU-Label. Die höchste Energieeffizienzklasse liegt bei A++. Geräte dieser Energieeffizienzklasse verbrauchen nur 50 Prozent des Stroms eines vergleichbaren Geräts der Klasse A.



## Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Haushaltsbacköfen müssen ab 2016 mindestens die Energieeffizienzklasse B und ab 2020 sogar die Klasse A erreichen.

# Energieeffizienz Dunstabzugshauben in Privaten Haushalten

## Dunstabzugshauben.

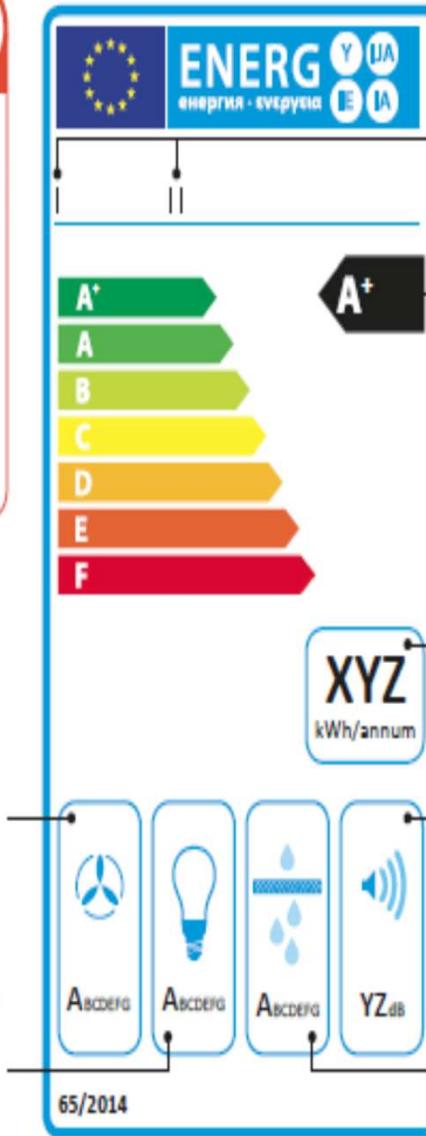
Bestmögliche  
Klasse: A+

Für Dunstabzugshauben ist das EU-Energielabel seit dem 1. Januar 2015 Pflicht. Neben den Angaben zur Energieeffizienzklasse und zum jährlichen Stromverbrauch werden zusätzliche Angaben zur Effizienz der Luftabsaugung, der Beleuchtung, der Fettabscheidung sowie zur Geräuschenwicklung im Betrieb gemacht.

### Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Dunstabzugshauben müssen derzeit mindestens die Energieeffizienzklasse F, ab 2017 mindestens E und ab 2019 mindestens D erreichen.

**i**  
Zukünftig ist eine Erweiterung der Klassifizierung geplant: Ab 2016 wird die Klasse A+ neu eingeführt, ab 2018 die Klasse A++ und ab 2020 die Klasse A+++.



# Energieeffizienz Geschirrspüler in Privaten Haushalten (1)

In rund 80% der deutschen Haushalte steht ein Geschirrspüler. Bei richtiger Nutzung sparen Sie damit Strom und Wasser im Vergleich zum Abwaschen per Hand.

## Strom sparen beim Geschirr Spülen

Mit dem Energiesparprogramm spülen Sie energieeffizient. Rund ein Drittel der Verbraucher nutzt das **Eco-Programm** regelmäßig. Beim Neukauf lohnt es sich, auf das EU-Energielabel zu achten: Geräte der Klasse A+++ sind besonders sparsam.

## EU-Energielabel für Geschirrspüler

Das EU-Energielabel macht energieeffiziente Haushaltsgeräte im Handel kenntlich. Für Geschirrspülmaschinen finden Sie dort folgende Informationen:

- Hersteller und Modell
- Energieeffizienzklasse
- Stromverbrauch in Kilowattstunden bei 280 Spülzyklen pro Jahr
- Trockenwirkungsklasse
- Wasserverbrauch in Litern bei 280 Spülzyklen pro Jahr
- Standardbeladung in Maßgedecken
- Geräuschentwicklung im Betrieb in Dezibel

## Beste Effizienzklasse A+++

Die Energieeffizienzklassen reichen von A+++ (beste) bis D (schlechteste). Ein Gerät der sparsamsten Klasse A+++ spart rund 30% Strom im Vergleich zu einem Modell der Klasse A. Strom- und Wasserverbrauch werden pro Jahr angegeben. Dabei nimmt man für diesen Zeitraum 280 Spülzyklen an, d.h. etwa 5 Spülgänge pro Woche. Seit dem 1. Dezember 2013 müssen neu in den europäischen Markt gebrachte Geräte mindestens die Anforderungen für die Energieeffizienzklasse A+ erfüllen.

Quelle: Dena aus [www.dena.de](http://www.dena.de) 8/2017



Zusätzlich finden Sie auf dem EU-Energielabel auch die sogenannte Trockenwirkungsklasse. Sie gibt an, wie gut das Geschirr am Ende der Reinigung getrocknet wird. Hier werden die Klassen A (beste) bis G (schlechteste) unterschieden.

# Energieeffizienz Geschirrspüler in Private Haushalte (2)

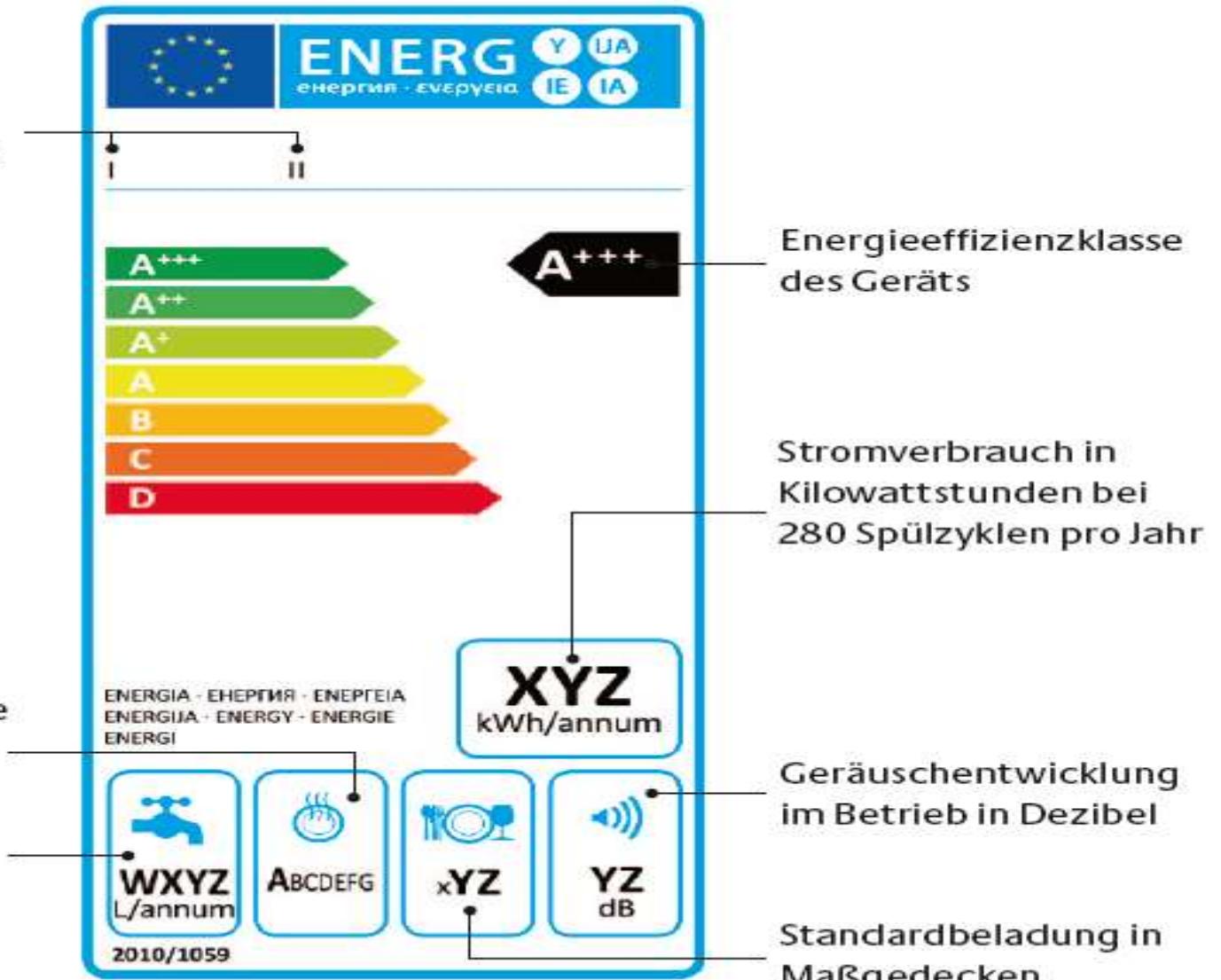
## EU-Energielabel für Geschirrspüler

I: Hersteller

II: Modellbezeichnung

Trockenwirkungsklasse  
von A (beste)  
bis G (schlechteste)

Wasserverbrauch  
in Litern bei 280  
Spülzyklen pro Jahr



Das EU-Energielabel für Geschirrspüler gibt Auskunft über die Energieeffizienz



## Energieeffizienz Geschirrspüler in Private Haushalte (3)

### Wissenswertes zum Kauf eines Geschirrspülers

Wenn Ihre Küche genug Platz bietet, macht eine Spülmaschine für 12 bis 14 Maßgedecke Sinn. Eine voll beladene Maschine dieser Größe benötigt für die Reinigung eines Gedecks weniger Energie als eine kleine Maschine, die nur 8 bis 9 Maßgedecke fasst.

In jedem Fall lohnt es sich, auf das EU-Energielabel zu achten. Die Modelle mit der höchsten Energieeffizienz werden seit 2011 mit der Klasse A+++ ausgezeichnet.

### Strom sparen – praktische Tipps

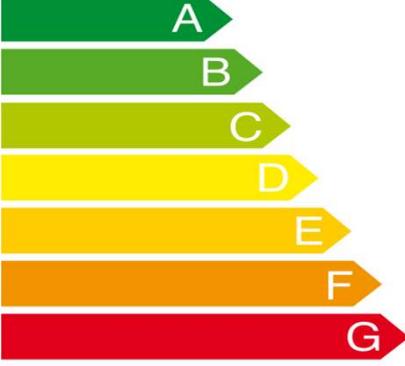
Geschirrspüler sind eine große Hilfe im Haushalt. Bei richtiger Nutzung sparen Sie damit nicht nur viel Zeit, sondern auch bares Geld. Wie Sie Ihre Stromrechnung und Wasserrechnung senken, sagen Ihnen unsere praktischen Tipps.

### Tipps

Mit einer neuen, effizienten Spülmaschine sparen Sie rund 40 Euro Strom- und Wasserkosten jährlich im Vergleich zur Nutzung eines Geräts von 2002. (Beispielrechnung auf Basis marktverfügbarer Geräte. Annahme: Strompreis von 26 Cent/kWh; fünf Spülgänge/Woche)

- Das Energiesparprogramm lohnt sich
- Volle Energieeffizienz mit voller Beladung
- Vermeiden Sie lange Stand - by -Phasen
- Auf Vorspülen könne Sie verzichten
- Die richtige Dosierung spart Spülmittel
- Prüfen Sie, ob sich ein Anschluss an die Warmwasserleitung lohnt

# Energieeffizienz Waschmaschinen in Privaten Haushalten (1)

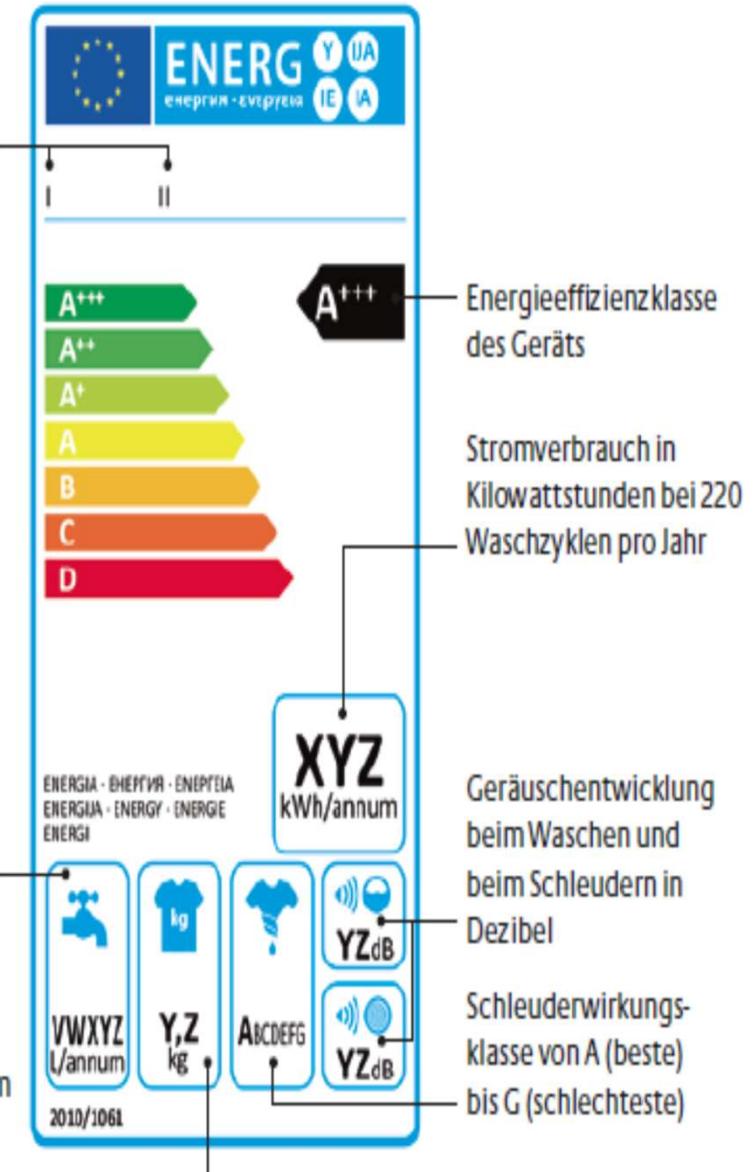
Energie	
Hersteller Modell	Waschmaschine
<b>Niedriger Energieverbrauch</b>  A B C D E F G <b>Hoher Energieverbrauch</b>	<b>A</b> 
<b>Energieverbrauch</b> kWh/Waschprogramm <small>(ausgehend von den Ergebnissen der Normprüfung für das Programm „Baumwolle, 60 °C“)</small> <small>Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Art der Nutzung des Gerätes ab</small>	<b>0,89</b>
<b>Waschwirkung</b> A: besser      G: schlechter	<b>A B C D E F G</b>
<b>Schleuderwirkung</b> A: besser      G: schlechter Schleuderdrehzahl (U/min)	<b>A B C D E F G</b> 1800
<b>Füllmenge (Baumwolle) kg</b> <b>Wasserverbrauch</b> ℥	5 39
<b>Geräusch</b> (dB(A) re 1 pW) Waschen Schleudern	
<small>Ein Datenblatt mit weiteren Geräteangaben ist in den Prospekten enthalten</small>	
 Norm EN 60456 Richtlinie 95/12/EG Waschmaschinenetikett	

## Energieeffizienz Waschmaschinen in Privaten Haushalten (2)

### Waschmaschinen.

Bestmögliche  
Klasse: A+++

Auch für Waschmaschinen gilt: A+++ steht für höchste Energieeffizienz.  
Gegenüber einem Gerät der Klasse A+ verbraucht eine A+++-Waschmaschine  
gut 20 Prozent weniger Strom.



#### Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Seit Dezember 2013 müssen alle neuen Geräte ( $\geq 4$  kg Beladungskapazität) im Handel mindestens die Anforderungen der Energieeffizienzklasse A+ erfüllen.

# Energieeffizienz Waschtrockner in Privaten Haushalten

## Waschtrockner.

Bestmögliche  
Klasse: A

Für Waschtrockner, also Waschmaschinen mit integrierter Trocknerfunktion, gilt weiterhin das EU-Energielabel mit den Energieeffizienzklassen von A (sehr effizient) bis G (sehr ineffizient). Die sparsamsten Geräte finden Sie in der Energieeffizienzklasse A.

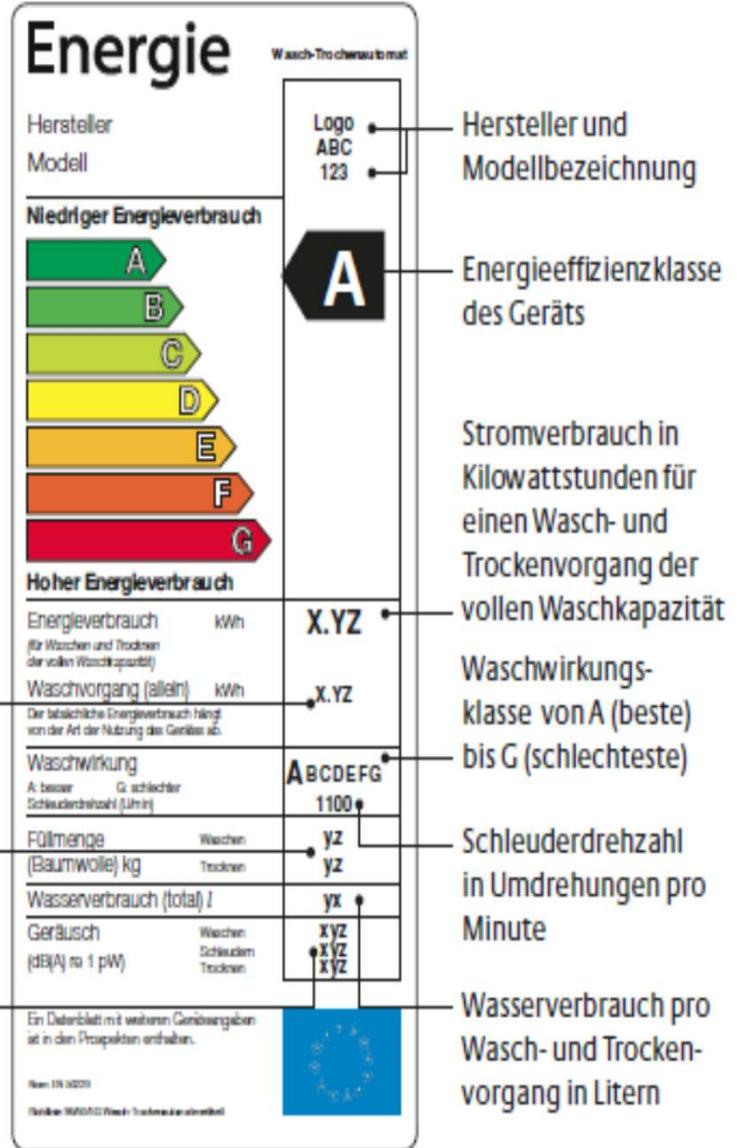
### Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Zurzeit gibt es keine gesetzlichen Mindestanforderungen an die Energieeffizienz neuer Geräte.

Stromverbrauch in  
Kilowattstunden  
pro Waschvorgang

Maximale Beladung  
beim Waschen bzw.  
Trocknen in Kilogramm

Geräuschenwicklung  
während des Waschens,  
Schleuderns und  
Trocknens in Dezibel



# Energieeffizienz Staubsauger in Privaten Haushalten (1)

Beim Kauf eines neuen Staubsaugers empfiehlt es sich, auf das EU-Energielabel zu achten. Hier finden Sie die wichtigsten Informationen zum Gerät: Energieeffizienz, Stromverbrauch, Reinigungsleistung, Staubemission und Geräuschentwicklung.

## Energieeffizient Staub saugen

Die höchste Energieeffizienzklasse bei Staubsaugern ist die Klasse A. Moderne, energieeffiziente Geräte erzielen auch bei niedrigerer Motorleistung eine sehr gute Reinigungswirkung – und sparen dazu noch Strom.



## EU-Energielabel für Staubsauger

Seit dem 1. September 2014 werden alle im Handel erhältlichen Staubsauger mit dem EU-Energielabel für Staubsauger gekennzeichnet. Damit lassen sich die verfügbaren Produkte bequem vergleichen. Das EU-Energielabel dient als zuverlässige Entscheidungshilfe. Es zeigt Ihnen auf einen Blick folgende Informationen zu dem jeweiligen Gerät:

- Hersteller und Modell
- Stromverbrauch in Kilowattstunden pro Jahr bei 50 Reinigungsvorgängen
- Teppichreinigungsklasse
- Geräuschentwicklung im Betrieb in Dezibel
- Energieeffizienzklasse
- Staubemissionsklasse
- Hartbodenreinigungsklasse

## Höchste Energieeffizienzklasse A

Die Energieeffizienzklassen reichen von A (beste) bis G (schlechteste). Zum Vergleich: Ein Staubsauger der Klasse A verbraucht etwa 50% weniger Strom als ein ineffizientes Modell der Klasse F. Zusätzlich finden Sie auf dem Label die Angabe zum jährlichen Energieverbrauch. Diese basiert auf der durchschnittlich angenommenen Anzahl von 50 Reinigungsvorgängen im Jahr für eine Fläche von 87m<sup>2</sup>.

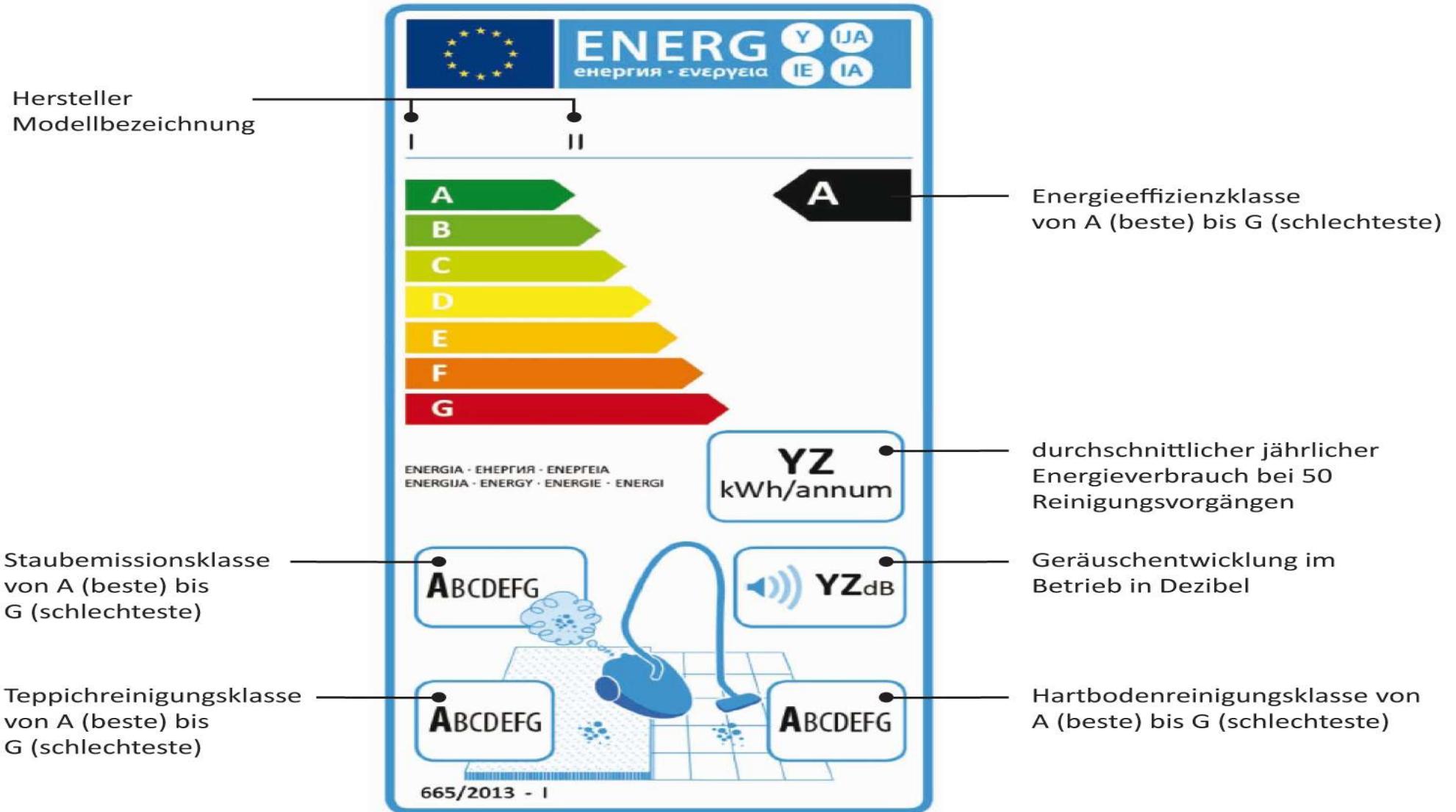
In den kommenden Jahren werden die Anforderungen an die Energieeffizienz stufenweise erhöht, so dass ab September 2017 die Energieeffizienzklassen A+++ bis D gelten.

### Angaben zu Staubemission und Reinigungsleistung

Neben der Energieeffizienzklasse informiert das EU-Energielabel auch über die Staubemission des Saugers sowie über die Reinigungsleistung auf Teppich- und Hartböden. In allen drei Fällen ist A die beste und G die schlechteste Klasse.

# Energieeffizienz Staubsauger in Privaten Haushalten (2)

## EU-Energielabel für neue Staubsauger ab 1. September 2017



Das EU-Energielabel für Staubsauger gibt Auskunft über die Energieeffizienz

# Energieeffizienz Staubsauger in Privaten Haushalten (3)

## Wissenswertes zum Kauf eines Staubsaugers

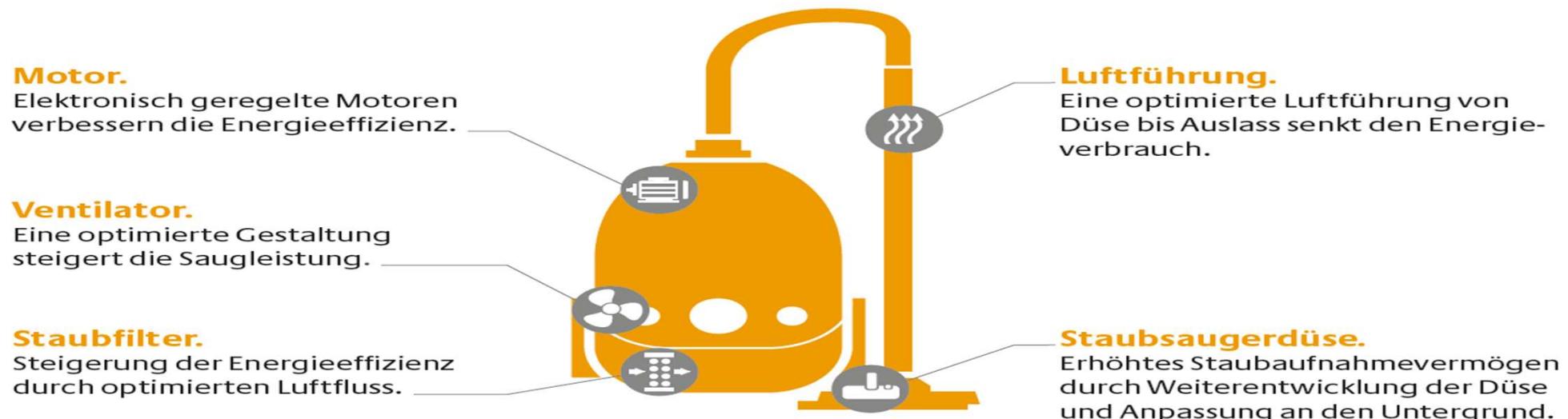
Beim Kauf eines neuen Staubsaugers lohnt es sich, auf die höchste Energieeffizienzklasse A zu setzen. Zusätzlich informiert das EU-Energielabel über die Reinigungsleistung auf Teppich- und Hartböden. Die Motorleistung in Form der Watt-Angabe dagegen gibt keine Auskunft über die Qualität eines Staubsaugers. Die Optimierung einzelner Gerätebauteile, z.B. des Staubfilters und der Luftführung, stellt auch bei einer niedrigeren Watt-Zahl eine gute Saugleistung sicher.

## Hohe Saugleistung durch optimierte Konstruktion

Europaweit wurde die maximale Leistungsaufnahme der Staubsauger im Handel auf 1.600 Watt begrenzt. Dadurch verursachen selbst Geräte der niedrigsten Energieeffizienzklasse jährliche Stromkosten von höchstens 17 Euro bei einem Verbrauch von 62 kWh/Jahr. Zum Vergleich: Ein Staubsauger der Energieeffizienzklasse A verursacht nur etwa 8 Euro Stromkosten (Verbrauch: 28 kWh/Jahr).

Ab 1. September 2017 werden die Mindestanforderungen an die Leistungsaufnahme auf maximal 900 Watt begrenzt. Technisch optimierte Bauteile garantieren bereits jetzt eine hohe Reinigungseffizienz trotz des reduzierten Energieverbrauchs. Testergebnisse der Stiftung Warentest belegen, dass schon 2014 Geräte mit guter Staubaufnahme erhältlich waren, die weniger als 900 Watt benötigen.

## Staubsauger: Geringerer Energieverbrauch bei vergleichbarer Leistung durch technische Optimierung.



© dena / [www.top-runner.info](http://www.top-runner.info). Die neue EU-Ökodesign-Verordnung für Staubsauger begrenzt ab 1. September 2014 die Leistungsaufnahme der Geräte auf 1600 Watt. Ab dem 1. September 2017 muss diese unter 900 Watt liegen. Technisch optimierte Gerätebauteile stellen bei den neuen Staubsaugern eine hohe Saugleistung bei reduziertem Energieverbrauch sicher. Die dena stellt diese Grafik zur redaktionellen bzw. nicht-kommerziellen Verwendung kostenlos zur Verfügung.

Quelle: Dena aus [www.dena.de](http://www.dena.de) 8/2017

# Energieeffizienz Warmwasserbereiter/-speicher in Privaten Haushalten

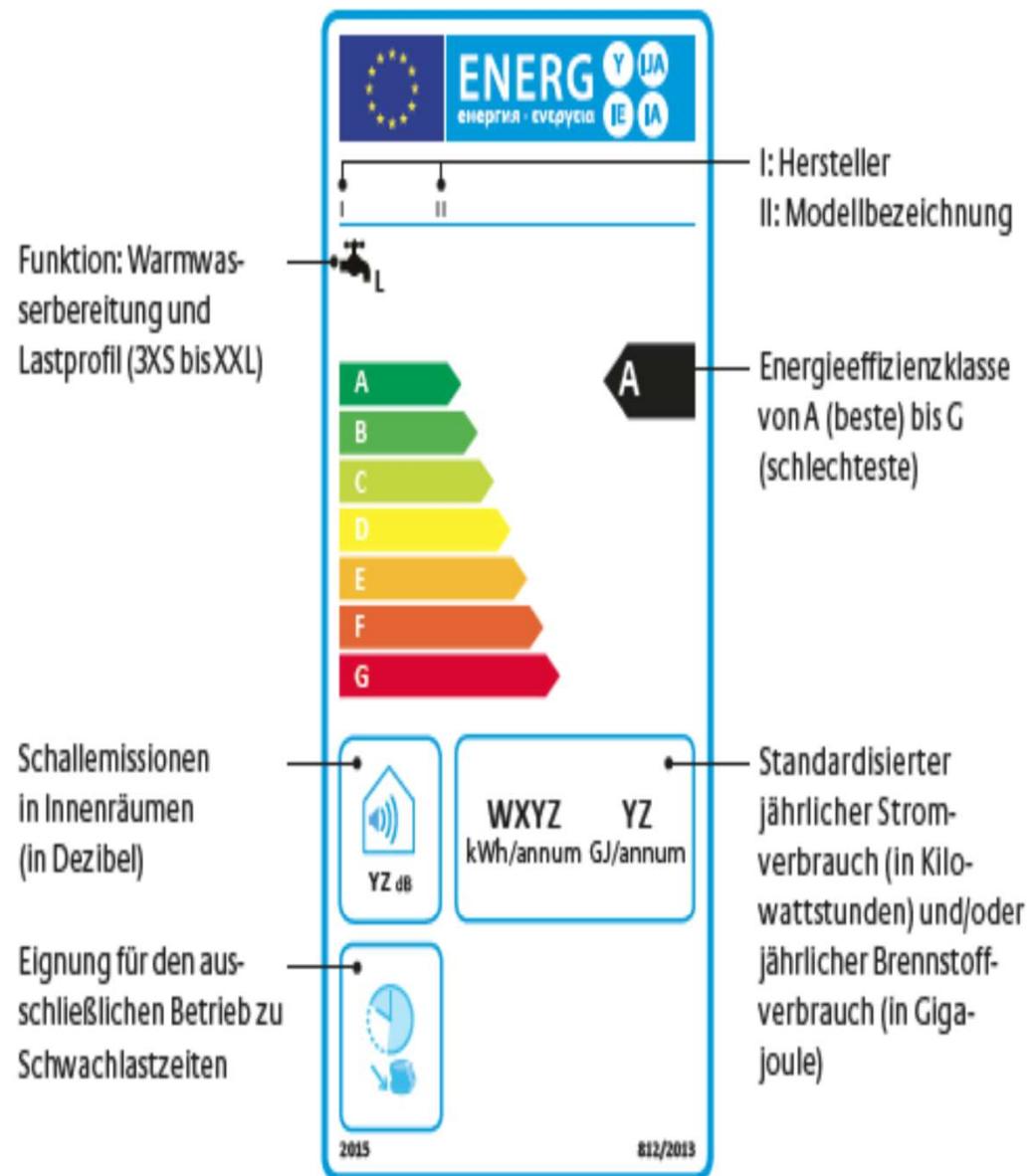
## Warmwasserbereiter/-speicher:

Bestmögliche  
Klasse: A

Seit September 2015 gilt für Warmwasserbereiter und -speicher das EU-Energielabel verpflichtend. Die effizientesten Durchlauferhitzer, Boiler und Speicher mit einem Speichervolumen bis 500 Liter und einer Wärmennennleistung bis 70 kW sind mit der Energieeffizienzklasse A gekennzeichnet.

### Gesetzliche Mindestanforderungen in der EU.

Warmwasserbereiter müssen mindestens die Energieeffizienzklasse E erfüllen. Warmwasserspeicher haben mindestens die Anforderungen der Energieeffizienzklasse C zu erfüllen.



# **Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten**

# Einleitung

## Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten (1)

### Fernseher und PC wachsen zusammen

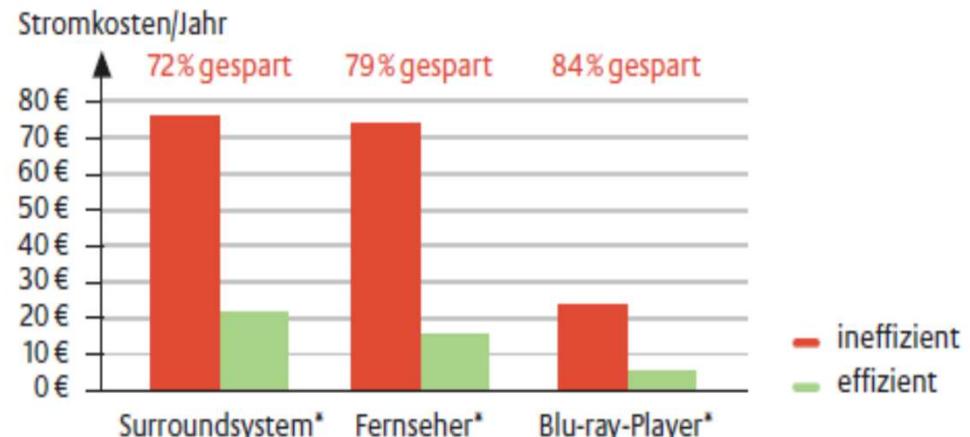
Die Vernetzung von Unterhaltungselektronik sowie Informations- und Kommunikationstechnologie (IT) durch neue Medienangebote, wie z. B. Streaming, verändert die Ausstattung deutscher Haushalte. Immer mehr Filme, Informationen und Musik sind auf verschiedenen Endgeräten jederzeit verfügbar.

Zur Medienwiedergabe werden heute Smart-TVs, Laptops, Tablets, Blu-ray-Player, netzwerkfähige Audiogeräte sowie Smartphones genutzt. Auch bei den klassischen IT-Anwendungen wächst das Angebot an Anwendungen und Endgeräten, wie z. B. Netzwerkfestplatten. Wichtig ist es, auch bei zunehmender Leistungsfähigkeit der Geräte Energieverbrauch und -kosten im Griff zu halten.

Während sich z. B. bei Tablet und Smartphone die fortschreitende Verkleinerung der Komponenten positiv auf den Energieverbrauch auswirkt, nimmt er an anderen Stellen zu: Fernseher werden größer und die Auflösung nimmt zu. Der PC ist als neues Musik- und Filmarchiv immer öfter im Dauerbetrieb. Zusätzliche Geräte wie Netzwerkfestplatten sind im Einsatz. Entsprechend steigen Stromverbrauch und -kosten spürbar an.

Doch schon mit geringem Aufwand können Sie den Energieverbrauch deutlich reduzieren. Je nach Geräteart und -typ lassen sich durch den Kauf energieeffizienter Produkte über 80 Prozent Stromkosten sparen. Eine bewusste Nutzung reduziert den Energieverbrauch zusätzlich. Das senkt Ihre Stromrechnung und ist ein wichtiger Beitrag zum Gelingen der Energiewende.

### Unterschiede bei der Energieeffizienz – Beispiele aus der Praxis.



\*Vergleich der jährlichen Stromkosten von Geräten mit annähernd gleicher Ausstattung.

### Ökodesign-Richtlinie.

Um den Energieverbrauch von energieverbrauchsrelevanten Geräten europaweit zu reduzieren, hat die Europäische Union (EU) die sogenannte „Ökodesign-Richtlinie“ verabschiedet. Sie sieht vor, dass Elektrogeräte in der EU Mindestenergieeffizienzstandards erfüllen müssen:

- Fernsehgeräte dürfen nicht mehr als 0,5 Watt im Stand-by-Modus verbrauchen. Sie müssen mindestens die Kriterien der Energieeffizienzklasse D erfüllen.
- Set-Top-Boxen (mit Standardauflösung) dürfen nur noch eine maximale Leistungsaufnahme von 0,5 Watt im Stand-by und 5 Watt im Betrieb haben.
- Für PCs und Laptops gelten je nach Leistungsfähigkeit Mindestkriterien hinsichtlich der Energieeffizienz im Betrieb.
- Die maximale Leistungsaufnahme im ausgeschalteten Zustand darf sowohl bei IT-Geräten mit internem Netzteil, wie Desktop-PCs, als auch bei Geräten mit externem Netzteil, wie Notebooks, nur noch 0,5 Watt betragen.

## Einleitung

### Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten (2)

In Zukunft wird insbesondere die Vernetzung der Geräte eine große Rolle spielen, bis hin zum Smart Home (intelligentes Haus), in dem es möglich sein wird, unterschiedliche Funktionen der Geräte und auch deren Energieverbrauch zentral zu überwachen und zu steuern. Wie Sie bereits heute mit herkömmlichen Geräten einfach Strom und Geld sparen können, zeigen wir Ihnen auf den folgenden Seiten.

#### Ökodesign-Richtlinie.



Um den Energieverbrauch von energieverbrauchsrelevanten Geräten europaweit zu reduzieren, hat die Europäische Union (EU) die sogenannte „Ökodesign-Richtlinie“ verabschiedet. Sie sieht vor, dass Elektrogeräte in der EU Mindestenergieeffizienzstandards erfüllen müssen:

- Fernsehgeräte dürfen nicht mehr als 0,5 Watt im Stand-by-Modus verbrauchen. Sie müssen mindestens die Kriterien der Energieeffizienzklasse D erfüllen.
- Set-Top-Boxen (mit Standardauflösung) dürfen nur noch eine maximale Leistungsaufnahme von 0,5 Watt im Stand-by und 5 Watt im Betrieb haben.
- Für PCs und Laptops gelten je nach Leistungsfähigkeit Mindestkriterien hinsichtlich der Energieeffizienz im Betrieb.
- Die maximale Leistungsaufnahme im ausgeschalteten Zustand darf sowohl bei IT-Geräten mit internem Netzteil, wie Desktop-PCs, als auch bei Geräten mit externem Netzteil, wie Notebooks, nur noch 0,5 Watt betragen.

## Einleitung

# Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten (3)

## Labels für energieeffiziente Produkte

Bei der IT helfen folgende Labels beim Kauf eines energieeffizienten Produkts. Sie werden für Produkte vergeben, die in Bezug auf Energieeffizienz oder Umweltverträglichkeit besondere Kriterien erfüllen. Es lohnt sich, beim Kauf entsprechend gekennzeichnete Geräte zu wählen:



Der **Blaue Engel** wird für Geräte vergeben, die besonders ergonomisch und geräuscharm sind, einen geringen Energieverbrauch und geringe Schadstoffemissionen haben.



Der **ENERGY STAR** kennzeichnet in der Europäischen Union Bürogeräte, die Mindeststandards bei der Energieeffizienz erfüllen.



Das **TCO-Label** wird für Geräte mit niedrigem Energieverbrauch vergeben. Bewertet werden auch Umweltverträglichkeit und Wiederverwertbarkeit.



Das **europäische EU Ecolabel** (Euroblume) berücksichtigt bei der Bewertung von Produkten und Dienstleistungen Umweltkriterien über den gesamten Lebenszyklus, wie z. B. den Energieverbrauch.

# Einleitung

## Energiesparende Unterhaltungselektronik und IT in Privaten Haushalten (4)

### Nutzertipps und Hinweise zur Entsorgung

83 Prozent der Deutschen nutzen schaltbare Steckdosenleisten. Zu Recht, denn vor allem ältere Geräte können im Stand-by-Modus eine hohe Leistungsaufnahme haben. Wenn Sie unnötigen Stromverbrauch im Stand-by-Modus vermeiden, können Sie bei diesen Geräten bares Geld sparen – pro Watt etwa 2 Euro jährlich.

### Versteckte Verbraucher erkennen

Trifft eine der vier folgenden Beschreibungen auf Ihr Gerät zu?  
Ihr Gerät hat keinen Ausschalter.  
Ihr Gerät wurde vor dem Jahr 2010 gekauft.  
Ihr Gerät lässt sich in den Stand-by-Zustand schalten.  
Ihr Gerät ist abgeschaltet und trotzdem wird Strom verbraucht (z. B. von einem leuchtenden Lämpchen, einer Digitalanzeige oder einem externen Netzteil).

Wenn Sie es genau wissen wollen, leihen Sie sich ein Strommessgerät bei Ihrem Energieversorger oder einer Verbraucherberatungsstelle.

Wurden die versteckten Stromverbraucher ermittelt:  
einfach Stecker ziehen oder eine schaltbare Steckdosenleiste verwenden.

In Zukunft kann auch das Smart Home durch eine zentrale Steuerung oder durch selbstlernende Steckdosen eine komfortable Alternative zum manuellen Abschalten bieten.

### Energiesparfunktion

Die Energiesparfunktion des Computers hilft zusätzlich Strom und Kosten zu sparen. Sie ist über alle modernen Betriebssysteme verfügbar und auch unter den Bezeichnungen „Power Management“, „Energieverwaltung“, „Energieoptionen“ oder „Strom sparen“ bekannt. Über die Energiesparfunktion können Sie bestimmen, wann Ihr Computer automatisch in einen energiesparenden Zustand versetzt werden soll.

In kürzeren Pausen lohnt es sich, den Rechner in den Sleep-Modus zu versetzen. Der Ruhezustand ist eine Alternative zum klassischen Ausschalten. Der Vorteil gegenüber dem üblichen Herunterfahren: Der Rechner ist schneller wieder einsatzfähig. Wie beim Herunterfahren braucht das Gerät im Ruhezustand keinen Strom, um die Daten zu sichern.

### Hinweise zur Entsorgung.



TV, PC & Co. müssen fachgerecht entsorgt werden. Denn viele Elektro- und Elektronikgeräte enthalten Schwermetalle oder bromhaltige Flammenschutzmittel, die bei nicht fachgerechter Entsorgung der Gesundheit und der Umwelt schaden. Deshalb ist die umweltfreundliche Entsorgung gesetzlich geregelt: Für die Annahme von Elektro- und Elektronikabfall sind ausschließlich die Sammelstellen der Kommunen zuständig. Das heißt: Altgeräte, Einzelteile oder Kleingeräte dürfen nicht in den Restmüll. Die Entsorgung ist für Privatpersonen grundsätzlich kostenfrei. Der kommunale Abfallkalender oder die Beratungsstelle Ihrer Kommune nennen Ihnen Adressen und Öffnungszeiten.

# Energieeffizienz Fernsehgeräte in Privaten Haushalten (1)

36 Prozent der Verbraucher sind bereit, mehr Geld für ein TV-Gerät der höchsten Energieeffizienzklasse zu bezahlen. Eine lohnende Investition, denn ein TV-Gerät der Energieeffizienzklasse A++ verbraucht gegenüber einem ineffizienten Modell der Klasse D rund 80 Prozent weniger Strom.

## Stromverbrauch von Fernsehern im Vergleich.

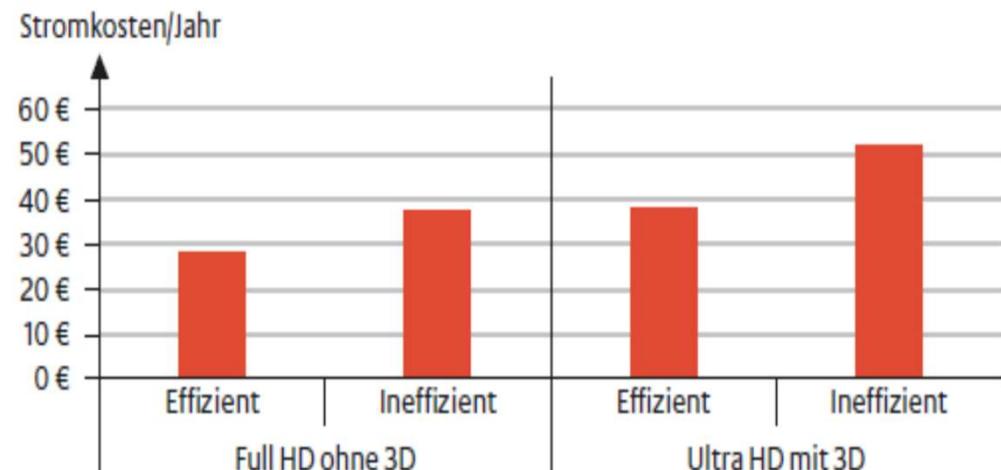
Insbesondere die neueste Gerätegeneration von Ultra-HD- und 3D-Fernsehern verbraucht z. B. durch eine hohe Pixelzahl und eine starke Hintergrundbeleuchtung etwa 30 Prozent mehr Strom als vergleichbare Full-HD-Geräte.

## Das EU-Energielabel für Fernsehgeräte

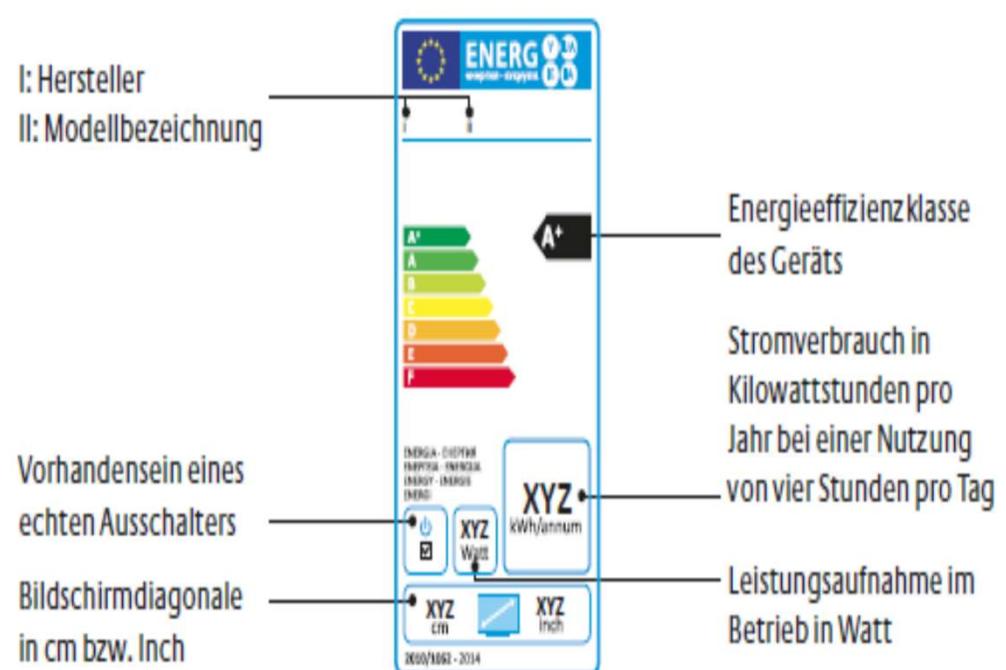
Die einfachste Orientierung über die Energieeffizienz von TV-Geräten bietet das EU-Energielabel.

Sparsame TV-Geräte sind der Energieeffizienzklasse A+ zugeordnet.

Ab 2017 wird die Energieeffizienzklasse A++ für Fernseher eingeführt. Wenn ein Gerät schon heute die Kriterien dieser höheren Klasse erfüllt, darf es bereits als A++ gekennzeichnet werden.



\* Durchschnittliche 55-Zoll-Fernseher aus dem Jahr 2015.



## Energieeffizienz Fernsehgeräte in Privaten Haushalten (2)

Auch die Größe des Geräts ist für den Energieverbrauch entscheidend. So verbraucht ein Fernseher mit der Energieeffizienzklasse A++ und einer Bildschirmdiagonale von 140 cm etwa 150 kWh pro Jahr. Ein Fernseher mit der gleichen Energieeffizienzklasse und einer Diagonale von 90 cm benötigt mit rund 70 kWh pro Jahr nur etwa halb so viel Strom und spart somit Kosten. Es lohnt sich also, vor dem Kauf eines Fernsehers zu überlegen, welche Größe für die eigenen Bedürfnisse ausreicht. Als Richtlinie gilt: Die Bildschirmdiagonale sollte nicht größer sein als ein Drittel des Sitzabstandes zum Fernseher.



Achten Sie beim Kauf auf das EU-Energielabel. Neben den Energieeffizienzklassen ist es sinnvoll, auch den absoluten Stromverbrauch zu vergleichen.



Während neue Geräte im Stand-by wenig Strom verbrauchen, können Fernseher, die vor dem Jahr 2010 auf den Markt gebracht wurden, eine hohe Leistungsaufnahme haben. Es lohnt sich, diese Geräte beim Ausschalten komplett vom Netz zu trennen.



Sind die Werte für Kontrast und Helligkeit sehr hoch eingestellt, steigt der Stromverbrauch. Ein manuelles Anpassen verhindert unnötige Stromkosten und verbessert die Bildqualität.



# Energieeffizienz Set-Top-Boxen in Privaten Haushalten

## Set-Top-Boxen

sind Receiver zum Empfang von Fernsehsignalen, wie z. B. DVB-T, Satellit oder Kabel.

Moderne Produkte verbrauchen bis zu 90 Prozent weniger Strom als Bestandsgeräte, die bis 2010 im Handel erhältlich waren.

Denn seit 2010 begrenzt die **Ökodesign-Richtlinie** die Leistungsaufnahme von Set-Top-Boxen im Betrieb und im Stand-by-Modus. Es lohnt sich, über den Austausch gegen ein modernes, energieeffizientes Gerät nachzudenken, wenn die Set-Top-Box älter als fünf Jahre ist.

Wer seine Set-Top-Box vollständig vom Stromnetz trennt, spart zusätzlich Strom und Kosten. Vorher empfiehlt sich aber ein Blick in die Produktunterlagen, denn einige Set-Top-Boxen führen nachts Updates durch.

## Streaming-Boxen.

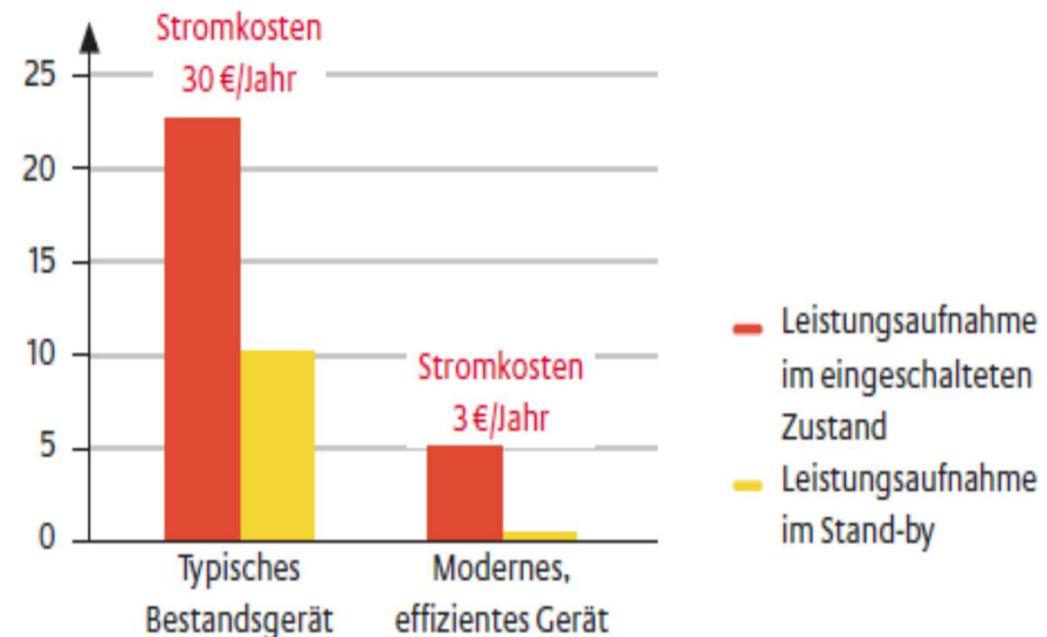
Mit zunehmendem Streamingangebot etablieren sich auch die zugehörigen Streaming-Boxen in deutschen Haushalten. Sie übertragen Filme und TV-Sendungen aus Online-Plattformen auf den Fernseher.

Um hier die Energiekosten im Griff zu behalten, empfiehlt es sich die Geräte auszuschalten, wenn sie länger nicht im Einsatz sind, z. B. durch eine schaltbare Steckdosenleiste.

Wichtig ist auch hier ein Blick in die Produktunterlagen. Manche Modelle eignen sich nicht für diesen Energiespartipp, da sie mehrere Minuten brauchen, um wieder hochzufahren.

## Set-Top-Boxen im Vergleich.

Leistungsaufnahme  
in Watt



Annahmen: einfache DVB-T-Set-Top-Boxen ohne Festplatte, 335 Tage/Jahr in Betrieb, 30 Tage ausgeschaltet, Strompreis 28 ct/kWh.

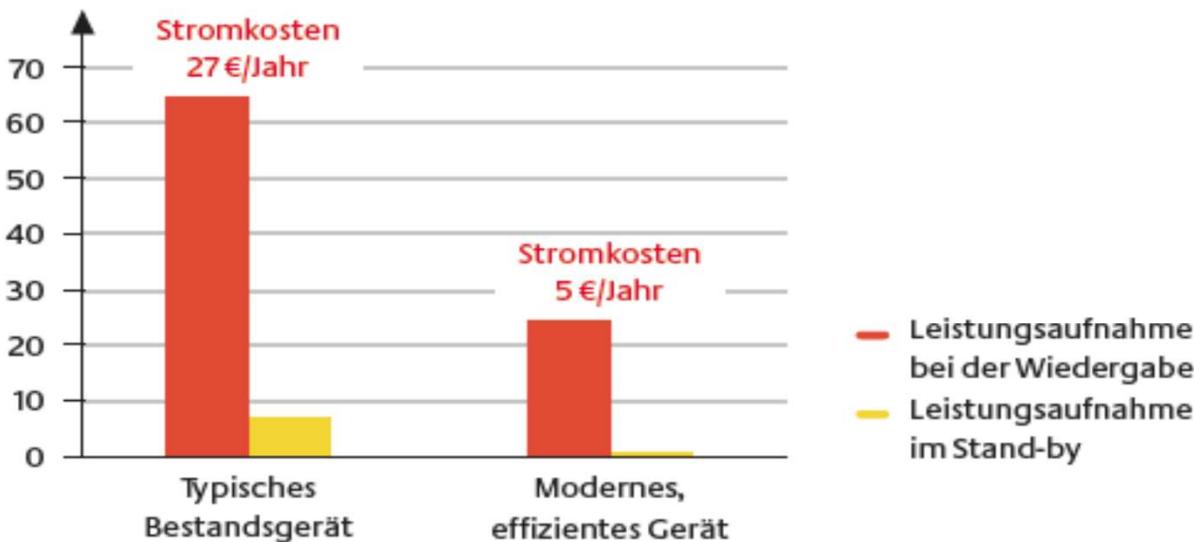
# Energieeffizienz Festplattenrekorder in Privaten Haushalten

Ein energieeffizienter Festplattenrekorder kann gegenüber einem Bestandsgerät über 80 Prozent Stromkosten sparen. Festplattenrekorder sind oft nur wenige Stunden im Einsatz. Den Rest des Tages bleiben sie im Stand-by-Modus, um die Programmierung aufrechtzuerhalten und/oder die Uhr für den Timer am Laufen zu halten. Vollständiges Ausschalten ist hier nur selten möglich.

Da vor allem ältere Modelle, die vor dem Jahr 2010 in den Handel kamen, im Stand-by-Modus einen hohen Stromverbrauch haben, lohnt es sich auch hier, über den Kauf eines modernen, energieeffizienten Gerätes nachzudenken.

## Festplattenrekorder im Vergleich.

Leistungsaufnahme  
in Watt



Annahmen: Gerät ist pro Tag 2 Stunden in Betrieb, 22 Stunden im Stand-by, 335 Tage pro Jahr, 30 Tage ausgeschaltet.



# Energieeffizienz Audiosysteme in Privaten Haushalten (1)

In vielen Haushalten ersetzt digitale Musik auf mobilen Endgeräten, PCs oder lokalen Servern gemeinsam mit Lautsprechersystemen bereits die klassische Hi-Fi-Anlage. Die Gerätehersteller haben entsprechend viele neue Produkte im Angebot. Unabhängig davon, wie die Musik bereitgestellt wird, lohnt es sich schon beim Kauf, auf den Energieverbrauch der einzelnen Komponenten zu achten. Ein neues, energieeffizientes Produkt kann gegenüber einem Bestandsgerät über 70 Prozent Stromkosten sparen. Lassen Sie sich von einem Fachverkäufer beraten.

## Audioanlagen

Verstärker von Hi-Fi-Anlagen verbrauchen auch dann Strom, wenn die Boxen stumm bleiben, z. B. am Ende einer CD oder im Stand-by-Modus. Besonders ältere Bestandsgeräte können mit bis zu 30 Watt im „stummen“ Modus erhebliche Stromkosten verursachen. Moderne Anlagen sind sparsamer, aber auch hier gibt es Unterschiede.

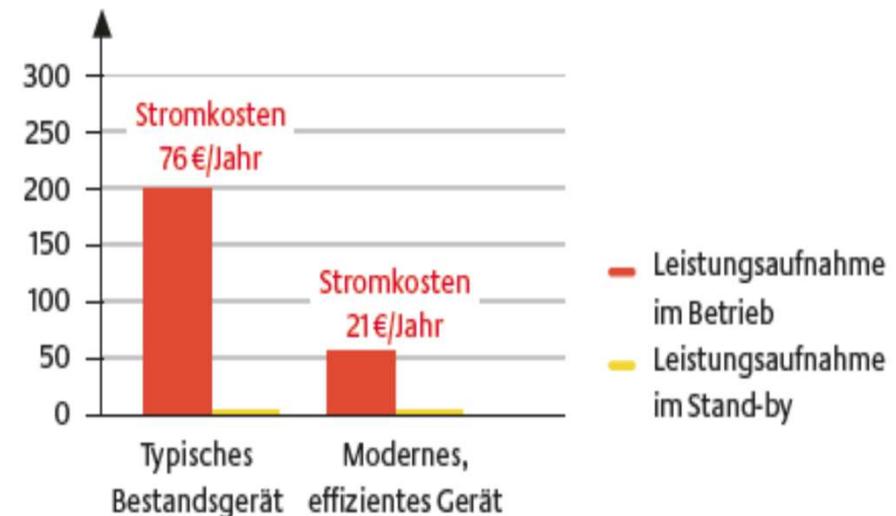
Bei modernen Geräten muss der Stromverbrauch der Netzteile europäischen Mindestenergieeffizienzstandards entsprechen. Um unnötigen Stand-by-Verbrauch zu verhindern, hilft eine schaltbare Steckdosenleiste.

## Netzwerklautsprecher

Netzwerklautsprecher – auch W-Lan- oder Bluetoothlautsprecher – verteilen Audiosignale z. B. von Streamingdiensten per Funk im ganzen Haus. Meist sind sie viele Stunden in Bereitschaft – ohne Musik abzuspielen. Wenn sie nicht genutzt werden, spart das Abschalten auch hier Strom und Geld.

## Surroundsysteme im Vergleich.

Leistungsaufnahme  
in Watt



Annahmen: Surroundsystem, bestehend aus Blu-ray-Player, Verstärker, Radio und 5.1-Lautsprechersystem. Geräte sind an 335 Tagen pro Jahr eingeschaltet, 20 Stunden im Stand-by-Modus. Während der Urlaubszeit wird das Gerät an 30 Tagen pro Jahr abgeschaltet.

# Energieeffizienz Audiosysteme in Privaten Haushalten (2)

## Surroundsysteme

Einige ältere Surroundsysteme für das Heimkino (bestehend aus Boxen, Verstärker und integriertem Gerät zur Blu-ray-, DVD- und CD-Wiedergabe) verbrauchen viel Strom, auch wenn sie gar nicht benutzt. Oft befindet sich der Ausschalter an der schwer zugänglichen Bassbox oder ist gar nicht vorhanden. Die Folge: Das Gerät bleibt rund um die Uhr eingeschaltet. Ein ineffizientes Gerät verursacht so pro Jahr ca. 10 Euro unnötige Stromkosten.\* Diese können Sie sich sparen, wenn Sie nach dem Film das komplette System vom Netz nehmen.

## Dockingstations

Dockingstations sind zusätzliche Lautsprecher für Smartphones oder MP3-Player. Sie verfügen über einen eingebauten Verstärker, eine eigene Stromversorgung und ein externes Netzteil. Dieses Netzteil darf bei neuen Geräten nur noch maximal 0,5 Watt im Stand-by-Modus verbrauchen. Bei Geräten, die Sie vor dem Jahr 2010 gekauft haben, kann der Stromverbrauch im Stand-by-Modus jedoch deutlich höher liegen. Hier lohnt es sich, die Dockingstation nach Gebrauch über eine schaltbare Steckdosenleiste vollständig vom Netz zu trennen.



Energieeffiziente  
Audiosysteme sind  
mit Digitalverstärkern  
ausgestattet. Fragen  
Sie Ihren Fachhändler  
nach diesen Geräten.

\* Annahme: Gerät ist an 335 Tagen pro Jahr eingeschaltet, 20 Stunden im Stand-by-Modus (4 Stunden in Betrieb, der nicht mitgerechnet wird). Während der Urlaubszeit wird das Gerät an 30 Tagen pro Jahr abgeschaltet.

# Energieeffizienz Computer in Privaten Haushalten (1)

Computer kommen längst nicht mehr nur als Arbeitsgerät zum Einsatz. PCs stehen in vielen Haushalten als Musik- oder Filmarchiv bereit.

Wird ein Standard-PC als Multimediaserver für Musik und Filme verwendet, können bei ständigem Betrieb Kosten von ca. 153 Euro pro Jahr\* entstehen.

Eine stromsparende Alternative sind sogenannte Netzwerk-Mediacenter in Verbindung mit einer Netzwerkfestplatte. Sie eignen sich vor allem für diejenigen, die digital abgespeicherte Filme auf dem eigenen Fernseher anschauen oder Musikdateien unterschiedlichster Formate abspielen möchten.

Diese Geräte kommen dabei mit deutlich weniger Strom aus als ein Standard- oder Hochleistungs-PC, der als Server genutzt wird.

## Der klassische Desktop-PC

Auch der klassische PC bietet deutliche Energiesparpotenziale. Durch einen energieeffizienten Computer sparen Sie im Vergleich zu verbrauchsintensiveren Geräten etwa 43 Euro Stromkosten pro Jahr\*. Dabei wirkt sich vor allem die technische Ausstattung entscheidend auf den Stromverbrauch aus. Bedenken Sie also, wie leistungsfähig die einzelnen Komponenten sein müssen, um Ihren Ansprüchen zu genügen. Brauchen Sie eine leistungsstarke Grafikkarte und einen Prozessor mit hoher Taktfrequenz für umfangreiche Spielanimationen?

Oder möchten Sie Ihren PC vor allem für Schreibarbeiten nutzen? Dann reicht die Standardausstattung eines energiesparenden Computers völlig aus.

Ein energieeffizienter 40-Watt-PC mit durchschnittlichen Komponenten spart gegenüber einem 75-Watt-High-End-PC mit sehr leistungsfähigen Komponenten etwa die Hälfte der Stromkosten ein.

\* Strompreis 28 Ct/kWh

Quelle: Dena -Energie spartipps für TV, PC & Co., Flyer 5/2015

## Alternativen: Notebook, Netbook, Tablet

Bei IT-Geräten gilt meist: Je kleiner das Gerät, desto höher ist die Energieeffizienz. Wenn Ihnen einfache Anwendungen und Standardkomponenten genügen, sind Sie mit einem tragbaren Notebook bzw. Laptop besser bedient als mit einem Desktop-PC.

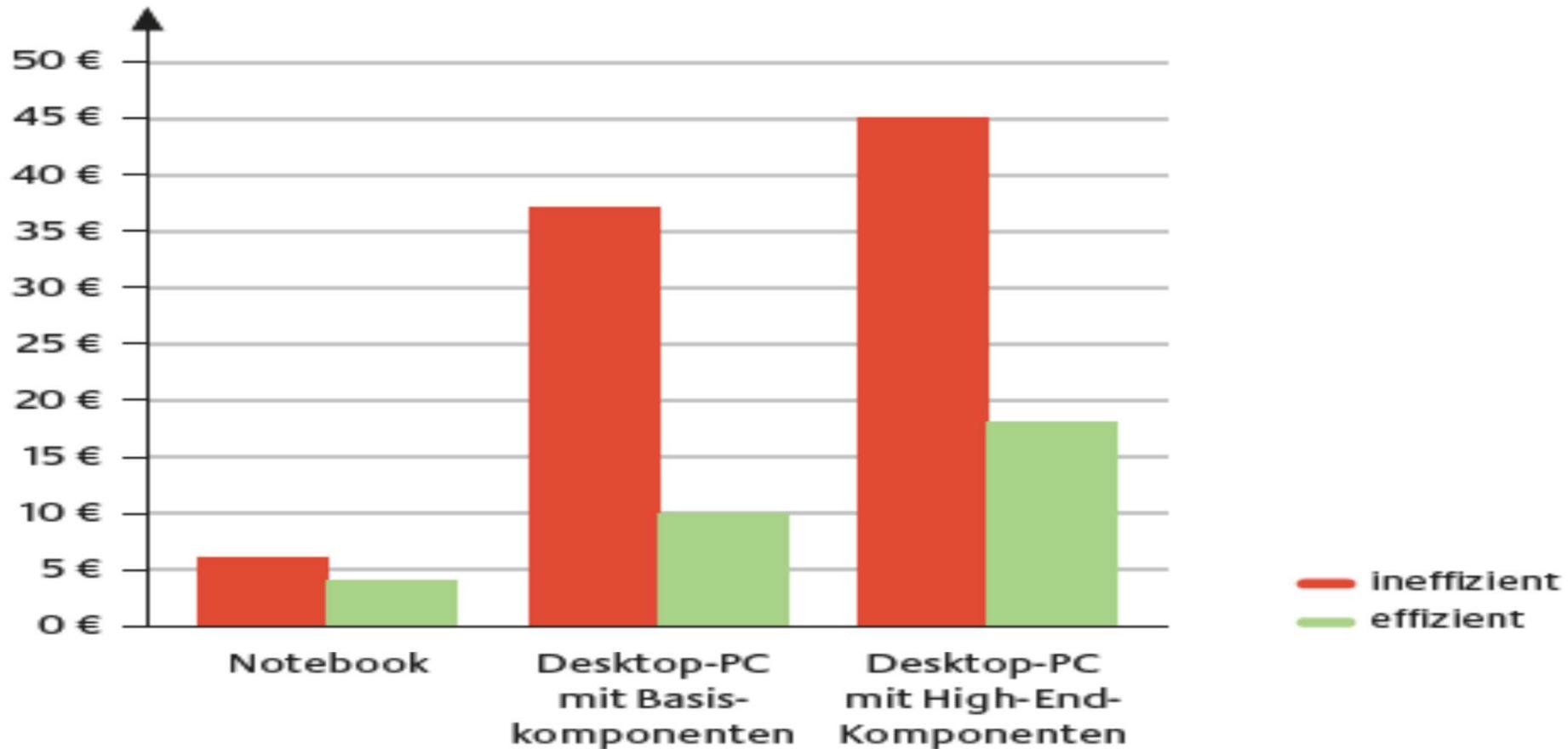
Notebooks sind im Hinblick auf Energieeffizienz dafür optimiert, lange ohne Stromversorgung auszukommen. Weit verbreitet sind mittlerweile auch Netbooks und Tablets – kleine mobile Rechner mit geringerer Leistungskapazität. Sie sind noch stromsparender als Notebooks, eignen sich jedoch hauptsächlich für einfache Anwendungen.



## Energieeffizienz Computer in Privaten Haushalten (2)

### Leistung nach Maß.

Jährliche Stromkosten



Annahme: Vergleich aktueller Geräte (effizient und ineffizient) der gleichen Leistungskategorie. PC mit Bildschirm, täglich 4 Stunden On-Mode-Betrieb (Idle), 1 Stunde Sleep-Modus und 19 Stunden Schein-Aus-Modus an 335 Tagen im Jahr.

# Energieeffizienz Monitore in Privaten Haushalten

Bei **Monitoren** gibt es erhebliche Unterschiede beim Energieverbrauch. Die energieeffizientesten Flachbildschirme benötigen nur halb so viel Strom wie weniger effiziente Bildschirme der gleichen Größe.

Beispielsweise sollte ein 19-Zoll-Monitor eine Leistungsaufnahme von 15 Watt nicht überschreiten. Vergleichen Sie beim Gerätekauf die Modelle anhand ihres Energieverbrauchs.

Auch eine energieeffiziente Nutzung des PC-Monitors reduziert Stromverbrauch und -kosten je nach Modell um mehr als 90 Prozent. Die voreingestellten Helligkeitswerte von Monitoren sind oftmals sehr hoch. Dies verbraucht unnötig Strom. Durch manuelle Anpassung der Werte können Sie die Helligkeit des Monitors an Ihre individuellen Bedürfnisse anpassen und den Stromverbrauch deutlich senken.

Eine Alternative bieten auch Monitore, die über eine sogenannte Automatic Brightness Control verfügen. Sie passen ihre Helligkeit automatisch an das Umgebungslicht an.

Am besten, Sie aktivieren die Funktion „Monitor ausschalten“ in der Energieverwaltung Ihres Rechners. Der Bildschirm wird dann – je nach Einstellung – nach einigen Minuten automatisch in den Standby-Modus geschaltet. Er kann aber durch Tastendruck oder eine Mausbewegung schnell reaktiviert werden. Der Stromverbrauch lässt sich auf diese Weise erheblich reduzieren. Ein weiteres Plus: Auch die Lebensdauer des Bildschirms wird auf diese Weise verlängert.



Das Netzteil des Monitors verbraucht Energie, solange es an das Stromnetz angeschlossen ist. Trennen Sie den Bildschirm nach Gebrauch mit einer schaltbaren Steckdosenleiste vollständig vom Netz.

## Monitore.

# Energieeffizienz Multifunktionsgeräte und Drucker in Privaten Haushalten

## Multifunktionsgeräte

Multifunktionsgeräte sind eine energieeffiziente Alternative zu Faxgerät, Drucker, Kopierer und Scanner. Sie kombinieren alle Einzelfunktionen in einem Gerät. Das nimmt nicht nur weniger Platz ein als vier Einzelgeräte, sondern ist in der Summe auch energieeffizienter.

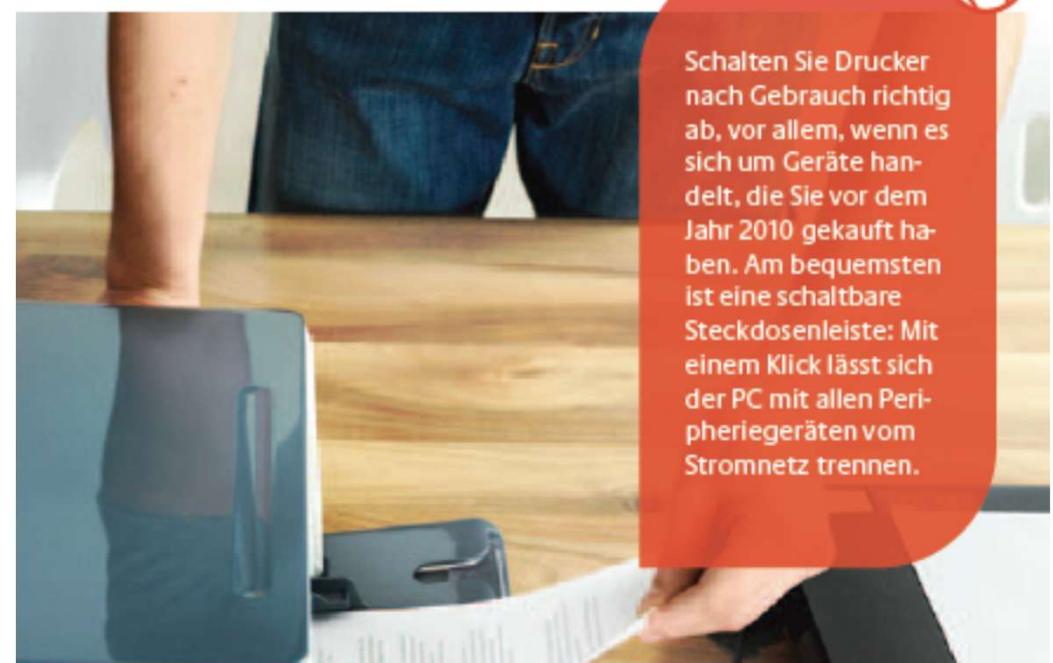
Denn ein Netzteil erzeugt einen deutlich geringeren Stand-by-Verbrauch als vier separate.

## Tintenstrahldrucker.

Tintenstrahldrucker haben technologiebedingt einen geringeren Stromverbrauch als Laserdrucker. Gerade wenn Sie eher selten drucken, lohnt es sich, auf einen Tintenstrahldrucker zu setzen. Bei der Nutzung empfiehlt es sich, einen unnötigen Stand-by-Verbrauch durch richtiges Abschalten zu vermeiden. Fragen Sie vorher beim Händler, ob das für Ihr Gerät sinnvoll ist. Bei manchen Tintenstrahldruckern wird der Druckkopf beim Start mit Tinte gespült. Das kann mehr Kosten für Tinte verursachen, als sich durch Verringern des Stromverbrauchs sparen lässt.

## Laserdrucker.

Gerade ältere Laserdrucker verursachen Stromkosten, obwohl sie nicht drucken. Der Grund: Die Geräte bleiben häufig über lange Zeit im Bereitschaftsmodus (Stand-by). Bei einem Gerät, das vor dem Jahr 2010 gekauft wurde, kann dies mehr Kosten verursachen als die eigentlichen Druckvorgänge.



Schalten Sie Drucker nach Gebrauch richtig ab, vor allem, wenn es sich um Geräte handelt, die Sie vor dem Jahr 2010 gekauft haben. Am bequemsten ist eine schaltbare Steckdosenleiste: Mit einem Klick lässt sich der PC mit allen Peripheriegeräten vom Stromnetz trennen.

# **Energieeffizienz in Kommunen und Bildungseinrichtungen**

# 1. Förderbeispiel Innenbeleuchtung: Energieeffiziente LED-Beleuchtung im Bildungszentrum St. Wendel im Saarland (1)

## Berufsbildungszentren St. Wendel

Der Landkreis St. Wendel im nördlichen Saarland hat es sich zur Aufgabe gemacht, seinen Energiebedarf bis zum Jahr 2050 CO2-neutral zu decken. Mit Förderung durch die Kommunalrichtlinie des Bundesumweltministeriums ließ St. Wendel bereits 2012 ein Integriertes Klimaschutzkonzept und ein Teilkonzept Erneuerbare Energien erstellen, welche die Rahmenbedingungen für den Einsatz von LED-Technologien in der Region aufzeigen. Mit seinen circa 90.000 Einwohnerinnen und Einwohnern ist der Landkreis für eine Reihe von Schulen und Berufsbildungszentren verantwortlich, die zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für LED bieten. Nach ersten positiven Erfahrungen mit der Beleuchtungsanierung in einem Verwaltungsgebäude initiierte der Landkreis 2013 schließlich den Austausch der Beleuchtungsanlagen in der Dr.-Walter-Bruch-Schule und in neun weiteren kreiseigenen Schulgebäuden. Zunächst wurden Lichtberechnungen durchgeführt und die Leuchttypen samt Anzahl erfasst. Diese Kalkulationen bildeten die Grundlage für das Ermitteln potenzieller Einsparungen von Treibhausgas (THG). Die daraus abgeleitete Prioritätenliste legte die Bereiche der Schulgebäude fest, die zuerst mit energieeffizienten LED-Leuchten ausgestattet werden sollten.

## Zwei Schulen – zwei Herangehensweisen

Die Dr.-Walter-Bruch-Schule umfasst ein kaufmännisches und ein technisch-gewerbliches Berufsbildungszentrum in St. Wendel. In beiden gab es weder tageslichtabhängige Leistungs- und Präsenzsteuerung, noch war die zonenweise Zu- und Abschaltung von Leuchten möglich. Im Berufsbildungszentrum bestand die Beleuchtungsanlage, welche noch aus dem Jahr 1975 stammte, aus Paneeleinbauleuchten mit Abdeckung. Ausgestattet war sie mit verlustarmen Vorschaltgeräten. Im Rahmen der Sanierung wurde sowohl in den Klassen- und Fachräumen als auch im Flurbereich und den Treppenhäusern umgerüstet.

Es wurden LED-Leuchten als Flachpanel mit Plexiglas-Scheiben installiert, was bei einer Lichtfarbe von 4.000 Kelvin zur Senkung der Gesamtanschlussleistung von 140 Watt auf 42 Watt führte.

Im technisch-gewerblichen Berufsbildungszentrum der Dr.-Walter-Bruch-Schule wurden LED lediglich im Flur und den Treppenhäusern installiert, da die Leuchten in den Klassenräumen erst vor wenigen Jahren saniert worden waren. Beim Vergleich der Projekte wird deutlich, dass es sich lohnt, genau zu prüfen, welchen Anforderungen die LED-Leuchten gerecht werden müssen. Die sorgfältige Auswahl der richtigen Leuchten kann sich in deutlich niedrigeren Kosten pro Leuchte niederschlagen.

Gefördertes Vorhaben im Rahmen der Kommunalrichtlinie: Energieeffiziente Beleuchtung für Kaufmännisches sowie technisch-gewerbliches Bildungszentrum der Dr.-Walter-Bruch-Schule (Förderkennzeichen: 03KS7973)

	Kaufmännisches Berufsbildungszentrum	Technisch-gewerbliches Berufsbildungszentrum
Projektzeitraum	01.09.2013–31.12.2014	01.09.2013–31.12.2014
Projektvolumen	69.374 Euro	56.825 Euro
Förderfähige Kosten	66.204 Euro	49.906 Euro
Förderquote/Fördersumme	40 Prozent/26.481 Euro	40 Prozent/19.962 Euro
CO <sub>2</sub> -Einsparungen/Jahr	circa 21 Tonnen CO <sub>2</sub>	circa 34 Tonnen CO <sub>2</sub>
Kosten per Leuchte	circa 260 Euro	200 Euro
Systemleistung der Leuchten	42 Watt	46 Watt
Lichtfarbe	4.000 Kelvin	4.000 Kelvin



Klimaschutzmanager  
Dezernat 6 „Infrastruktur“  
Michael Welter

m.welter@lkwnd.de  
info@lkwnd.de  
[www.null-emission-wnd.de](http://www.null-emission-wnd.de)  
[www.lkwnd.de](http://www.lkwnd.de)

## 2. Förderbeispiel Innenbeleuchtung: Energieeffiziente LED-Beleuchtung in Mittelschule und Kindergarten in Markt Perlesreut in Bayern (2)

### Haus des Kindes in Markt Perlesreut

Im bayerischen Markt Perlesreut erforderten sinkende Schülerzahlen und leerstehende Klassenräume ein neues Nutzungskonzept für die örtliche Grund- und Mittelschule. Durch den Umbau des Gebäudes zu einem Haus des Kindes finden sich dort eine Mutter-Kind-Gruppe, eine Kinderkrippe, eine Schule mit anschließender Ganztagsbetreuung sowie der Kindergarten St. Anna unter einem Dach. Das neue Nutzungskonzept stellte auch neue Anforderungen an die Beleuchtung der Innenräume.

Anlässlich der Sanierung des Gebäudes traf die Gemeinde-verwaltung die Entscheidung, die Innenbeleuchtung des Kindergartens und weiterer Betreuungsräume auf energieeffiziente LED-Technik umzustellen. Bereits die Erneuerung von insgesamt 70 Straßenlaternen im Jahr 2012 hatte die Gemeinde von den positiven Effekten der Technologie überzeugt.

Darüber hinaus ist Markt Perlesreut Teil der Gemeindeallianz Ilzer Land, dessen Handlungsfeld Energie, Klimaschutz und Ressourcen die nachhaltige Entwicklung der Region verfolgt. Im Perlesreuter Klimaschutzteilkonzept für die kommuneneigenen Liegenschaften, das vom Bundesumweltministerium gefördert worden war, war bereits auf den Sanierungsbedarf im Beleuchtungsbereich hingewiesen worden.

### Ballwurfsicher und steuerbar

Um die Beleuchtungsbedürfnisse im Kindergarten zu erfassen, arbeiteten das beauftragte Planungsbüro, die Kindergartenleiterin sowie der Leiter der Verwaltungsgemeinschaft eng zusammen. **Insgesamt wurden 123 Lichtpunkte saniert. Die alten Leuchten wurden durch LED-Leuchten mit Systemleistungen zwischen 30 und 57 Watt ausgetauscht.**

Dabei kamen je nach Anwendungsort verschiedene Leuchtentypen zum Einsatz, von Pendelleuchten für Büroräume bis hin zu ballwurfsicheren Anbauleuchten für Sporträume. Zum geringen Stromverbrauch des neuen Konzeptes trägt bei, dass der Betrieb aller Leuchten nun über Präsenzmelder steuerbar ist.

### Warmweiße Gemütlichkeit

Kinder und Jugendliche sowie das Personal profitieren jetzt von angenehmen und gesunden Lichtverhältnissen. Warmweißes Licht mit einer Farbtemperatur von 3.000 Kelvin schafft Gemütlichkeit in den Gruppenräumen und hat auch kritische Stimmen im Ort überzeugt, die LED-Technik bisher ausschließlich mit steriler Arbeitsatmosphäre in Verbindung brachten.

Gefördertes Vorhaben im Rahmen der Kommunalrichtlinie: Sanierung der Innen- und Hallenbeleuchtung der Mittelschule und des Kindergartens in Markt Perlesreut (Förderkennzeichen: 03KS5627)

	Mittelschule	Kindergarten
Projektzeitraum	01.07.2013–30.06.2014	01.07.2013–30.06.2014
Projektvolumen	38.799 Euro	36.796 Euro
Förderfähige Kosten	35.130 Euro	33.753 Euro
Förderquote/Fördersumme	40 Prozent/14.052 Euro	40 Prozent/13.501 Euro
CO <sub>2</sub> -Einsparungen/Jahr	circa 13,4 Tonnen CO <sub>2</sub>	16,9 Tonnen CO <sub>2</sub>
Kosten per Leuchte	circa 485 Euro	circa 390 Euro
Systemleistung der Leuchten	30–57 Watt	30–57 Watt
Lichtfarbe	3.000 Kelvin	3.000 Kelvin



Gerhard Maier

gerhard.maier@perlesreut.de  
info@perlesreut.de

Manfred Eibl  
manfred.eibl@perlesreut.de  
[www.perlesreut.de](http://www.perlesreut.de)

# 1. Förderbeispiel Außenbeleuchtung: Energieeffiziente LED-Beleuchtung in der Stadt Bielefeld, Nordrhein-Westfalen (2)

## Außenbeleuchtung Bielefeld

Als Stadt mit über 328.000 Einwohnern ist Bielefeld in Nordrhein-Westfalen für rund 31.000 Straßenlaternen zuständig. In den Jahren 2013 und 2014 wurden rund 2.450 veraltete Mast- und Seilleuchten sowie Parkleuchten auf LED umgerüstet. Die Sanierung umfasste den Ersatz von 474 Quecksilberdampf-Seilleuchten durch LED-Seilleuchten sowie eine neue Verkabelung an den Tragseilen. An Erschließungs- und Hauptverkehrsstraßen konnte die Stadt knapp 1.900 Mastleuchten austauschen. Hierbei kamen LED-Leuchten mit einer Systemleistung von 29 Watt, 43 Watt oder 53 Watt und einer Lichtfarbe von 4.000 Kelvin zum Einsatz, welche entweder als Mastaufsatzleuchte oder Mastansatzleuchte über Adapterstücke montiert wurden. Schließlich wurden 80 Parkleuchten, unter anderem im Bürgerpark und im Rochdale Park, saniert und durch moderne LED-Leuchten mit „warm-weißem“ Licht entsprechend einer Lichtfarbe von 3.000 Kelvin ersetzt.

## Alte Steuerungstechnik reaktiviert

Bei circa 65 Prozent der montierten Leuchten konnte die bereits vorhandene Regel- und Steuerungstechnik reaktiviert werden. Im Jahr 1999 war die alte Steuerungsschaltung zur Reduzierung der Leistung der Leuchten abgestellt worden, um diese dauerhaft im reduzierten Betrieb laufen zu lassen.

Die Reaktivierung der Steuerungstechnik erlaubt nun, die Lichtstärke in den Nachtstunden zwischen 22:30 und 4:30 Uhr zusätzlich um 50 Prozent zu reduzieren.

Dank der Sanierungsmaßnahme konnte der Energieverbrauch der alten Leuchten mit Anschlussleistungen zwischen 89 Watt und 400 Watt durch den Einsatz neuer LED-Leuchten (29 Watt bis 53 Watt) um durchschnittlich 75 Prozent pro Leuchte verringert werden.

## Schutz der Leuchten – und der Artenvielfalt

Neben der Energiesparung von insgesamt 1,15 Millionen Kilowattstunden elektrischen Stroms und einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um rund 680 Tonnen pro Jahr hat die Umstellung noch weitere Vorteile: So sind durch die Umrüstung auf LED-Leuchten die Vandalismuschäden an Straßenlaternen in Bielefeld zurückgegangen. Die modernen Leuchten sind besser gegen Bruch gesichert, geringere Wartungskosten sind die Folge. Durch das neue, zielgerichtete Licht konnte die sogenannte Lichtverschmutzung reduziert werden – das Licht fällt nur noch auf die Flächen, die wirklich beleuchtet werden müssen. Und: Das Licht lockt weniger Insekten an. Die Umrüstung auf LED-Leuchten leistet damit auch einen Beitrag zum Artenschutz bei nachtaktiven Insekten.

## Drittes gefördertes Projekt im Rahmen der NKI: Sanierung der Außen- und Straßenbeleuchtung in der Stadt Bielefeld (Förderkennzeichen: 03KS5794)

Projektzeitraum	01.06.2013 – 31.07.2014
Projektvolumen	2.190.000 Euro
Förderfähige Kosten	1.970.000 Euro
Förderquote/Fördersumme	20 Prozent/394.381 Euro
CO <sub>2</sub> -Einsparungen/Jahr	circa 680 Tonnen CO <sub>2</sub>
Durchschnittliche Kosten der Leuchten	circa 750 Euro
Systemleistung der Leuchten	20–53 Watt
Lichtfarbe	4.000 Kelvin, 3.000 Kelvin bei den Parkleuchten



Verkehrslenkung Stadt Bielefeld  
Christian Hüttner

Christian.Huettner@bielefeld.de

www.bielefeld.de/de/rv/ds\_stadt  
verwaltung/afv/know/ebe.html

## 2. Förderbeispiel Außenbeleuchtung: Energieeffiziente LED-Beleuchtung in der Gemeinde Ehringshausen, Hessen (2)

### Straßenbeleuchtung Ehringshausen

360 Straßenleuchten sorgen für die Ausleuchtung der Straßen und Gehwege in der knapp 10.000 Einwohner zählenden hessischen Gemeinde Ehringshausen. Bis zur Sanierung der Straßenleuchten hat die Gemeinde rund 110.000 Euro an Stromkosten für ihre Leuchten beglichen müssen. Um Geld zu sparen, wurde nachts schließlich nur noch jede zweite oder dritte Leuchte angeschaltet – mit dem Effekt, dass einige Bereiche des Gemeindegebiets nicht mehr zufriedenstellend ausgeleuchtet werden konnten.

### Mehr Licht durch höhere Masten

491 Leuchten wurden zwischen 2013 und 2014 ausgetauscht, unter ihnen vor allem stromfressende Quecksilberdampflampen. Zusätzlich wurden 75 Straßenmasten erneuert. Höhere Masten sorgen für eine verbesserte Ausleuchtung des Straßenraums.

Die LED-Leuchten lassen sich dimmen, sodass sie zeitweise mit nur 50 Prozent ihrer möglichen Leistung die Straßen bedarfs- und normgerecht beleuchten.

Die Kosten für die Sanierung der Straßenbeleuchtung beliefen sich auf rund 220.000 Euro. 88.000 Euro hat der Bund an Fördermitteln über die Kommunalrichtlinie bereitgestellt, 22.000 Euro Zuschuss wurden noch einmal durch die Energieeffizienz Aktiv Mitgestalten gGmbH (EAM) beigesteuert. Da es sich hierbei um einen regionalen Energiedienstleister handelt, waren dessen Fördermittel mit denen des Bundesumweltministeriums kumulierbar. Die Gemeinde rechnet mit einer jährlichen Einsparung von rund 39.000 Euro, danach würde sich der finanzielle Eigenanteil der Kommune in Höhe von 110.000 Euro bereits nach nur etwas mehr als drei Jahren amortisiert haben.

### Investition verbleibt in der Region

Auch der regionalen Wirtschaft kam die Maßnahme zugute, zwei ortssässige Unternehmen wurden mit dem Austausch der Leuchten und Masten beauftragt. Nicht minder überzeugend ist aber der Beitrag für den Klimaschutz: 125 Tonnen CO<sub>2</sub>-Einsparung erwartet die Gemeinde pro Jahr durch die Sanierung der Straßenbeleuchtung.

### Gefördertes Projekt im Rahmen der NKI: Sanierung der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Ehringshausen (Förderkennzeichen: 03KS1789)

Projektzeitraum	01.06.2013 - 01.07.2014
Projektvolumen	290.528 Euro
Förderfähige Kosten	220.147 Euro
Förderquote/Fördersumme	40 Prozent/88.059 Euro
CO <sub>2</sub> -Einsparungen/Jahr	circa 125 Tonnen CO <sub>2</sub>
Durchschnittliche Kosten der Leuchten	circa 448 Euro
Systemleistung der Leuchten	33-58 Watt
Lichtfarbe	4.000 Kelvin



Technisches Bauamt  
Klaus-Peter Bender

kbender@ehringshausen.de  
[www.ehringshausen.de](http://www.ehringshausen.de)

# **Anhang zum Foliensatz**

## Ausgewählte Internetportale + KI (1)

**Infoportal Energiewende  
Baden-Württemberg plus weltweit**  
**[www.dieter-bouse.de](http://www.dieter-bouse.de)**

**Herausgeber:**  
**Dieter Bouse, Diplom-Ingenieur**

Werner-Messmer-Str. 6, 78315 Radolfzell am Bodensee  
Tel.: 07732 / 8 23 62 30; E-Mail: [dieter.bouse@gmx.de](mailto:dieter.bouse@gmx.de)

### Info

Energiewende in Baden-Württemberg, Deutschland,  
EU-27 und weltweit

**Microsoft – Bing-Chat mit GPT-4**

**[www.bing.com/chat](https://www.bing.com/chat)**

**Herausgeber:**

Microsoft Bing

### Info

b Bing ist KI-gesteuerter Copilot für das Internet  
zu Themen – Fragen mit Antworten

# Ausgewählte Informationsstellen (1)

<p><b>Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM)</b> Kernerplatz 9; 70182 Stuttgart Tel.: 0711/ 126 – 0; Fax: 0711/ 126 - 2881 Internet: <a href="http://www.um.baden-wuerttemberg.de">www.um.baden-wuerttemberg.de</a>; E-Mail: <a href="mailto:poststelle@um.bwl.de">poststelle@um.bwl.de</a></p> <p><b>Besucheradresse:</b> Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart</p> <p><b>Abteilung 6 „Energiewirtschaft“</b></p> <p>Leitung: Mdgt. Dominik Bernauer Sekretariat: Telefon 0711 / 126-1201</p> <p><b>Referat 63 „Energieeffizienz“</b></p> <p>Leitung: MR Dirk Schröder Tel.: 0711 /126-1222; E-Mail: <a href="mailto:dirk.schroeder@um.bwl.de">dirk.schroeder@um.bwl.de</a></p> <p><b>Kontakt:</b> Baudirektor Harald Höflich Tel.: 0711 / 126-1223, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: <a href="mailto:harald.hoeflich@um-bwl.de">harald.hoeflich@um-bwl.de</a></p> <p><b>Info</b> Energieeffizienz in Haushalten und Unternehmen sowie Kommunen und Verkehr</p>	<p><b>Statistisches Landesamt Baden-Württemberg</b> Referat 44: Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart      Gewerbeanzeigen Internet: <a href="http://www.statistik-baden-wuerttemberg.de">www.statistik-baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711 / 641-0; Fax: 0711 / 641-2440 Leitung: Präsidentin Dr. Carmina Brenner Kontakt: RL'in RD'in Monika Hin (Tel. 2672), E-Mail: <a href="mailto:Monika.Hin@stala.bwl.de">Monika.Hin@stala.bwl.de</a>; Frau Autzen M.A. (Tel. 2137)</p> <p><b>Info</b> Energiewirtschaft, Handwerk, Dienstleistungen, Gewerbeanzeigen, <b>Landesarbeitskreis Energiebilanzen der Länder</b>, <a href="http://www.lak-Energiebilanzen.de">www.lak-Energiebilanzen.de</a>; Thomas Kröhnert, Tel.: 0711 641-2987; Fax: 0711 641-134400 E-Mail: <a href="mailto:thomas.kroehnert@stala.bwl.de">thomas.kroehnert@stala.bwl.de</a></p> <p><b>Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)</b> Heßbrühlstr. 21c, 70565 Stuttgart Tel.: 0711/7870-0, Fax: 0711/7870-200 Internet: <a href="http://www.zsw-bw.de">www.zsw-bw.de</a> Kontakt: Prof. Dr. Frithjof Staiß, Tel.: 0711 / 7870-235, E-Mail: <a href="mailto:staiss@zsw-bw.de">staiss@zsw-bw.de</a></p> <p><b>Info</b> Statistik Erneuerbare Energien u.a.</p>
<p><b>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)</b> <b>Institut für Technische Thermodynamik (ITT)</b> Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart Tel.: 0711 / 6862-0, Fax: 0711 / 6862-349 E-Mail: <a href="mailto:itt@dir.de">itt@dir.de</a>, Internet: <a href="http://www.st.dir.de/en/tt">www.st.dir.de/en/tt</a> Kontakt: Dr.-Ing. Joachim Nitsch, Tel.: 0711-686-2483 E-Mail: <a href="mailto:joachim.nitsch@dlr.de">joachim.nitsch@dlr.de</a></p> <p><b>Info</b> Statistik Erneuerbare Energien u.a.</p>	<p><b>Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart</b> Heßbrühlstr. 49a, 70565 Stuttgart, Internet: <a href="http://www.ier.uni-stuttgart.de">www.ier.uni-stuttgart.de</a> Tel.: 0711 / 685-878 16 / 30, Fax: 0711/ 685-878-83 /73 E-Mail: <a href="mailto:le@ier.uni-stuttgart.de">le@ier.uni-stuttgart.de</a>, <a href="mailto:ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de">ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de</a>, Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek Kontakt: Dr. Ludger Eltrop, Dr. Ulrich Fahl</p> <p><b>Info</b> Systemanalyse und Energiewirtschaft bzw. EE u.a.</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (2)

<p><b>Deutsche Energieagentur (dena)</b> Chausseestr. 128 a, 10115 Berlin Tel.. 030 / 72 61 656 – 71, Fax: 030 / 72 61 656 – 99 E-Mail: <a href="mailto:dudda@deutsche-energie-agentur.de">dudda@deutsche-energie-agentur.de</a> Internet: <a href="http://www.druckluft-effizient.de">www.druckluft-effizient.de</a> Kontakt: Dr. Christina Dudda <b>Info</b> Energieeffiziente Gebäude</p>	<p><b>ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V.</b> <b>Fachverband Automation</b> <b>Fachbereich Elektrische Antriebe</b> Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main <a href="http://www.zvei.org">www.zvei.org</a> Telefon: +49 69 6302-377; Fax: +49 69 6302-279 E-Mail: <a href="mailto:antriebe@zvei.org">antriebe@zvei.org</a> Kontakt: GF Gunther Koschnick <b>Info</b> Automation, Elektrische Antriebe</p>
<p><b>Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (WM)</b> Neues Schloss, Schlossplatz 4; 70173 Stuttgart <a href="http://www.wm.baden-wuerttemberg.de">www.wm.baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711/123-0; Fax: 0711/123-4791 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@mfw.bwl.de">poststelle@mfw.bwl.de</a> Kontakt: <b>Presse- und Öffentlichkeitsarbeit</b> E-Mail: <a href="mailto:pressestelle@mfw.bwl.de">pressestelle@mfw.bwl.de</a> Susanne Glaser; Tel.: 0711/123-4576; Fax: 0711/123-4804 <a href="mailto:susanne.glaser@mfw.bwl.de">susanne.glaser@mfw.bwl.de</a> <b>Info</b> Wirtschaft, Arbeit, Innovation und Tourismus</p>	<p><b>ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e. V.</b> <b>Fachverband Licht</b> Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main Tel.: +49 69 6302-293 Fax: +49 69 6302-400 E-Mail: <a href="mailto:licht@zvei.org">licht@zvei.org</a> <a href="http://www.zvei.org">www.zvei.org</a> Kontakt Dr. Jürgen Waldorf Geschäftsführer Fachverband Licht <b>Info</b> Licht und Beleuchtung</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (3)

<p><b>Umweltbundesamt</b> <b>Deutsche Emissionshandelsstelle</b> Postfach 33 00 22; 14191 Berlin Tel.: 030/ 8903-5050; Fax: 030/ 8903-5010 Internet: <a href="http://www.umweltbundesamt.de/emissionshandel/">www.umweltbundesamt.de/emissionshandel/</a> Kontakt: <b>Info</b> Emissionshandel</p>	<p><b>FfE Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.</b> Am Blütenanger 71, 80995 München Tel.: 089 / 15 81 21-0, Fax: 089 / 15 81 21-10 E-Mail: <a href="mailto:info@ffe.de">info@ffe.de</a>, Internet: <a href="http://www.ffe.de">www.ffe.de</a> Kontakt: GF Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Mauch Wissenschaftlicher Leiter – Univ.- Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner <b>Info</b> Anwendungsorientierte Forschung</p>
<p><b>Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (BNetzA)</b> Tulpenfeld 4 ; 53113 Bonn <a href="http://www.bundesnetzagentur.de">www.bundesnetzagentur.de</a> Tel.: 0 228 14-0 ; Fax: 0 228 14-8872 E-Mail: <a href="mailto:info@bnetza.de">info@bnetza.de</a> Kontakt: Präsident Matthias Kurth     <a href="mailto:monitoring.energie@bundesnetzagentur.de">monitoring.energie@bundesnetzagentur.de</a>     Tel. +49 228 14-5999, Fax +49 228 14-5973 <b>Info</b> Genehmigung von Netzentgelten für Elektrizität und Gas Jährlicher Monitoringbericht</p>	<p><b>TUM Technische Universität München</b> <b>Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE)</b> Arcisstr.21, 80333 München, Tel.:089/ 289-28301, Fax 089/289-28313 E-Mail: <a href="mailto:ife@ewk.ei.tum.de">ife@ewk.ei.tum.de</a> Internet: <a href="http://www.ewk.ei.tum.de">www.ewk.ei.tum.de</a> Kontakt: Ordinarius Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner     Sekretariat - Tel. 289-28301     Dr.-Ing. Peter Tzscheutschler , E-Mail: <a href="mailto:ptzscheu@tum.de">ptzscheu@tum.de</a> <b>Info</b> Anwendungsbilanzen GHD, Analysen zur Energiewirtschaft in Deutschland u.a.</p>
<p><b>Verivox GmbH</b> Am Traubenberg 10; 69123 Heidelberg Internet: <a href="http://www.verivox.de">www.verivox.de</a> Tel.: 06221/7961-100, Fax: 06221/7961-184 Kontakt: HG Andrew Goodwin; Alexander Preston <b>Info</b> Kostenloser Vergleich Gas- und Strompreise u.a.</p>	<p><b>AGFW</b> <b>Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.</b> Stresemannallee 28; 60596 Frankfurt am Main Tel.: 069 6304-1; Fax: 069 6304-391 oder -455 Internet: <a href="http://www.agfm.de">www.agfm.de</a> ; E-Mail: <a href="mailto:info@agfw.de">info@agfw.de</a> Kontakt: GF Dipl.-Ing. Werner R. Lutsch (E-Mail: <a href="mailto:w.lutsch@agfw.de">w.lutsch@agfw.de</a> ) <b>Info</b> Energieeffizienz für Nah-/Fernwärme-, Kälte – und KWK-Kopplung</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (4)

<p><b>Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)</b> Breslauer Straße 48; 76139 Karlsruhe Internet: <a href="http://www.isi.fraunhofer.de">www.isi.fraunhofer.de</a></p> <p><b>Kontakt:</b> Dr.-Ing. Clemens Rohde Tel.: 0721/809-442; Fax: 0721 / 809-272 <a href="mailto:chlemens.rohde@isi.fraunhofer.de">chlemens.rohde@isi.fraunhofer.de</a></p> <p><b>Info</b> Anwendungsbilanzen Industrie, Energiepolitik, Energiesysteme, Energie- und Klimapolitik, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Energiewirtschaft</p>	<p><b>RWI Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung</b> Hohenzollernstr.1/3, 45128 Essen Internet: <a href="http://www.rwi-essen.de">www.rwi-essen.de</a> Tel.: 0201-8149-0; Fax: 0201-8149-200 E-Mail: <a href="mailto:rwi@rwi-essen.de">rwi@rwi-essen.de</a></p> <p><b>Kontakt:</b> Prof. Dr. Christoph M. Schmidt</p> <p><b>Info</b> Anwendungsbilanzen für den Sektor Private Haushalte u.a.</p>
<p><b>Bundesstelle für Energieeffizienz (BFEE)</b> Internet: <a href="http://www.bfee-online.de">www.bfee-online.de</a></p> <p><b>Info</b> Energieeffizienz</p>	<p><b>VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik</b> Stresemannallee 15; 60596 Frankfurt am Main Internet: <a href="http://www.vde.com">www.vde.com</a> Tel.: 069 6308-0; Fax: 069 6308-9865 E-Mail: <a href="mailto:service@vde.com">service@vde.com</a> <b>Kontakt:</b> Melanie Mora E-Mail: <a href="mailto:melnaoie.mora@dde.com">melnaoie.mora@dde.com</a>, Tel.: 0696308-461</p> <p><b>Info</b> Informationen Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik</p>
<p><b>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</b> <b>Bundesstelle für Energieeffizienz</b> Referat 421 Frankfurter Straße 29 – 35; 65760 Eschborn Telefon: +49 6196 908-282; Telefax: +49 6196 908-800 E-Mail: <a href="mailto:Internet: www.bafa.de">Internet: www.bafa.de</a> <b>Kontakt:</b> <b>Info</b> Energieeffizienz in Deutschland und in der EU-28</p>	<p><b>KfW* Förderbank</b> Palmengartenstr. 5-9, 60325 Frankfurt Internet: <a href="http://www.kfw.de">www.kfw.de</a>, <a href="http://www.kfw-foerderbank.de">www.kfw-foerderbank.de</a> Tel.: 069 / 74 31-0, Fax: 069 / 74 31-2888 E-mail: <a href="mailto:info@kfw.de">info@kfw.de</a>, <b>Kontakt:</b> <b>Info</b> KfW-Förderprogramme, Deutscher Energieeffizienzpreis <b>* Kreditanstalt für Wiederaufbau</b></p>

## Ausgewählte Informationsstellen (5)

### ForschungsVerbund Erneuerbare Energien (FVEE)

Internet: [www.fvee.de](http://www.fvee.de)

E-Mail: [fvee@helmholtz-berlin.de](mailto:fvee@helmholtz-berlin.de) (Broschüren)

Kontakt: GF Dr. Niklas Martin

#### Geschäftsstellen

##### Büro Berlin-Mitte:

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2 in 10178 Berlin

S-Bahn Hackescher Markt

Tel.: (030) 288 7565 70

##### Büro Berlin-Adlershof:

Kekuléstr. 7 in 12489 Berlin

S-Bahn Adlershof

Tel.: (030) 8062-17141

#### Info

Forschungen Erneuerbare Energien

### Fraunhofer IAO

Nobelstraße 12; 70569 Stuttgart

Internet: [www.iao-fraunhofer.de](http://www.iao-fraunhofer.de)

Tel.: +49 711 970-2417

Kontakt: Leiter Thomas Renner

Geschäftsfeld Informations- und Kommunikationstechnik

#### Info

Informations- und Kommunikationstechnik

## Ausgewählte Informationsstellen (6)

<p><b>Leopoldina</b> <b>Zentrale</b> Jägerstr. 1, 06108 Halle (Saale) Internet: <a href="http://www.leopoldina.org">www.leopoldina.org</a> Tel: 0345 - 47 239 – 600; Fax: 0345 - 47 239 - 919 E-Mail: <a href="mailto:leopoldina@leopoldina.org">leopoldina @leopoldina.org</a> Kontakt: <b>Info</b> Wissenschaftliche Beiträge zur Energie, Klimaschutz u.a</p>	<p><b>Deutsche Rohstoffagentur (DERA)</b> in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Wilhelmstraße 25-30; 13593 Berlin Tel.: +49 30 36993 226 E-Mail: <a href="mailto:dera@bgr.de">dera@bgr.de</a> Internet: <a href="http://www.deutsche-rohstoffagentur.de">www.deutsche-rohstoffagentur.de</a> Kontakt: <b>Info</b> Rohstoffe, Energie,</p>
<p><b>Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)</b> <b>Dienstsitz Bonn:</b> Rochusstraße 1, 53123 Bonn; Postfach 14 02 70, 53107 Bonn. <b>Dienstsitz Berlin:</b> Wilhelmstraße 54, 10117 Berlin; Postanschrift: 11055 Berlin Internet: <a href="http://www.bmel.bund.de">www.bmel.bund.de</a> Telefon: 03 0 / 1 85 29 – 0; Telefax: 03 0 / 1 85 29 - 42 62 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@bmel.bund.de">poststelle@bmel.bund.de</a> Kontakt: <b>Info</b> Ernährung und Landwirtschaft</p>	<p><b>Wirtschaftsverband Fuels und Energie e.V. (en2x)</b> Georgenstraße 25, 10117 Berlin Internet: <a href="http://www.en2x.de">www.en2x.de</a> Tel.: +49 30 202 205 30; Fax: +49 30 202 205 55 Mail: <a href="mailto:info@en2x.de">info@en2x.de</a> Kontakt: HGF Prof. Dr. Christian Küchen, Adrian Willig <b>Info</b> Kraftstoffe, z.B. Mineralöl</p>
<p><b>Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV)</b> Invalidenstraße 44; D-10115 Berlin Internet: <a href="http://www.bmdv.bund.de">www.bmdv.bund.de</a> Telefon: +49 30 18 300-0; Fax: +49 30 18 300 1920 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@bmdv-bund-mail.de">poststelle@bmdv-bund-mail.de</a> Kontakt: <b>Info</b> Digitales und Verkehr</p>	<p><b>Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus</b> Baden-Württemberg (WM) Theodor-Heuss-Straße 4, 70174 Stuttgart <a href="http://www.wm.baden-wuerttemberg.de">www.wm.baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711/123-0, Fax: 0711/123-4791 E-Mail: <a href="mailto:poststelle@wm.bwl.de">poststelle@wm.bwl.de</a> <b>Info</b> Wirtschaft, Arbeit, Innovation, Tourismus</p>

## Ausgewählte Informationsstellen (7)

<p><b>Eurostat</b> L-2920 Luxemburg Internet: <a href="http://europa.eu.int/com/eurostat/">europa.eu.int/com/eurostat/</a> Kontakt: Philippe BAUTIER, Pressestelle E-Mail: <a href="mailto:eurostat-pressoffice@cec.eu.int">eurostat-pressoffice@cec.eu.int</a> Tel: +352-4301-33 444, Fax: +352-4301-35 349 Gregor KYI; E-Mail: <a href="mailto:gregor.kyi@cec.eu.int">gregor.kyi@cec.eu.int</a> Tel: +352-4301-34 553, Fax: +352-4301-34 029 <b>Info</b> Energiestatistiken</p>	<p><b>European Energy Exchange AG</b> <b>Europäische Energiebörsen</b> Augustusplatz 9 – 19; 04109 Leipzig Tel.: 0341 / 21 56-0. E-Mail: <a href="mailto:info@eex.de">info@eex.de</a> Tel.: 0341 / 21 56-0. Internet: <a href="http://www.eex.de">www.eex.de</a> Kontakt: Vorstand Dr. Hans-Bernd Menzel. <b>Info</b> Strompreise, installierte Kraftwerkskapazitäten, stündlich erzeugte Strommengen u.a.</p>
<p><b>IEA International Energy Agency</b> 9, rue de la Federation, F 75739 Paris Cedex 15 Tel.: + 33 1 40 57 65 00, Fax: + 33 1 40 57 65 59 Internet: <a href="http://www.iea.org">www.iea.org</a> Kontakt: <b>Info</b> Energiestatistik</p>	
<p><b>Statistisches Landesamt Baden-Württemberg</b> <b>Referat 33: Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökologische Gesamtrechnungen</b> Böblinger Str. 68, 70199 Stuttgart Internet: <a href="http://www.statistik-baden-wuerttemberg.de">www.statistik-baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711 / 641-0; Fax: 0711 / 641-2440 Leitung: Präsidentin Dr. Carmina Brenner Kontakt: RL'in RD'in Birgit John (Tel. 2418); RR'in Nowak (Tel. 2864) E-Mail: <a href="mailto:birgit.john@stala.bwl.de">birgit.john@stala.bwl.de</a> <b>Info</b> Umweltbeobachtung, Ökologie, Umweltökologische Gesamtrechnungen Forschungsdatenzentrum (Frau Nowak) <b>Arbeitsgruppe Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder;</b> Internet: <a href="http://www.ugrdl.de">www.ugrdl.de</a></p>	<p><b>Umwelttechnik BW GmbH</b> <b>Landesagentur für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz Baden-Württemberg</b> Friedrichstraße 45, 70174 Stuttgart <a href="http://www.umwelttechnik-bw.de">www.umwelttechnik-bw.de</a> Tel.: 0711 252841-10, Fax: 0711 252841-49 <a href="mailto:info@umwelttechnik-bw.de">info@umwelttechnik-bw.de</a> Kontakt: Geschäftsführer: Dr.-Ing. Hannes Spieth Barbara Staub, Tel.: +49 711 252841-10 <b>Info</b> Umwelttechnik und Ressourceneffizienz</p>

## Ausgewählte Informationsstellen ()

<p><b>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)</b> Stresemannstraße 128 - 130 ; 10117 Berlin Telefon: 030 18 305-0, Telefax: 030 18 305-2044 Internet: <a href="http://www.bmuv.bund.de">www.bmuv.bund.de</a> Tel.: 030 18 305-0 ; Fax: 030 18 305-2044 E-Mail: <a href="mailto:service@bmuv.bund.de">service@bmuv.bund.de</a> Kontakt: <b>Info</b> Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit, Verbraucherschutz</p>	<p><b>Bundeswirtschaftsministerium für Wirtschaft und Klimaschutz</b> <b>Kontakt BMWi Berlin</b> Scharnhorstr.34-37, 11015 Berlin Internet: <a href="http://www.bmwi.de">www.bmwi.de</a>; E-Mail: <a href="mailto:poststelle@bmwi.bund.de">poststelle@bmwi.bund.de</a> Tel.: 030 /2014-9, Fax: 030 7 2014– 70 10 Kontakt: <b>Info</b> Zuständig für Energiepolitik; Energiestatistik</p>
<p><b>Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)</b> c/o.. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Reinhardtstr. 32, 10117 Berlin Tel.: + 49 30 300199-1600, Fax: <b>Internet:</b> <a href="http://www.ag-energiebilanzen.de">www.ag-energiebilanzen.de</a> Kontakt: Michael Nickel Mail: <a href="mailto:m.nickel@ag-energiebilanzen.de">m.nickel@ag-energiebilanzen.de</a> <b>Info</b> Energiebilanzen</p>	<p>E-</p> <p><b>KfW Förderbank</b> Palmengartenstr. 5-9, 60325 Frankfurt Tel.: 069 / 74 31-0, Fax: 069 / 7431-2944 E-mail: <a href="mailto:iz@kfw.de">iz@kfw.de</a>, Internet: <a href="http://www.kfw.de">www.kfw.de</a> Kontakt: <b>Info</b> KfW-Förderprogramme für Private, Unternehmen u.a.</p>
	<p><b>BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle</b> Postfach 5171, 65726 Eschborn Internet: <a href="http://www.bafa.de">www.bafa.de</a>; E Mail: <a href="mailto:solar@bafa.de">solar@bafa.de</a> Tel. 06196 / 908-625, Fax 06196 / 908-800, Kontakt: <b>Info</b> Bundesförderprogramme für Private, Unternehmen u.a.</p>

# Ausgewähltes Informationsmaterial (1)

<ul style="list-style-type: none"><li>- Energiebericht 2022 und Energiebericht kompakt 2023, Ausgaben 10/2022 und 7/2023</li><li>- Blockheizkraft, Technik, Planung, Genehmigung, Ausgabe 7/2009</li><li>- Energieeffizienz in Unternehmen, Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg, Ausgabe 5/2014</li><li>- Energieeffizienz in Gesundheitseinrichtungen Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg, Ausgabe März 2014</li></ul> <p><b>Herausgeber:</b> Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) <b>Besucheradresse:</b> Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Internet: <a href="http://www.um.baden-wuerttemberg.de">www.um.baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: <a href="mailto:ilona.szemelka@um.bwl.de">ilona.szemelka@um.bwl.de</a>, <b>Schutzgebühr:</b> kostenlos</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Förderprogramme im Energiebereich für mittelständische Unternehmen, 2018 (Programme Bund &amp; Land)</li><li>- Leitfaden „Energiekonzepte für kleine und mittlere Unternehmen“, 2006</li><li>- Faltblatt „Energieanalyse in kleinen und mittleren Unternehmen“, 2007</li><li>- Broschüre „Energiekosten senken-Gewinn steigern“, 2006</li><li>- Energieeffizienz als Wettbewerbsvorteil und Baustein zum Unternehmenserfolg – Energiesparende Beleuchtungsanlagen in Gewerbe, Handel und mittelständischen Unternehmen, 2007</li><li>- KWK – Gute Beispiele in der Praxis, 2014</li><li>- Contracting im Energiebereich, 2015</li></ul> <p>Erfolgsbeispiele aus Baden-Württemberg</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Leitfaden Energieeffizienz auf Kläranlagen, 2015</li></ul> <p><b>Herausgeber:</b> Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) <b>Schutzgebühr:</b> jeweils kostenlos</p>
<p><b>Energiesparlampe und LED – Energieeffiziente Beleuchtung</b> Ausgabe 2016</p> <p><b>Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe</b> Ausgabe: Juli 2009</p> <p><b>Herausgeber:</b> Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Bürgermeister-Ulrich-Straße 160 86179 Augsburg <b>Schutzgebühr:</b> kostenlos (pdf)</p>	<p><b>Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022</b> Ausgaben: 10/2023</p> <p><b>Herausgeber:</b> Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) <b>Besucheradresse:</b> Hauptstätter Str. 67 (Argon-Haus), 70178 Stuttgart Internet: <a href="http://www.um.baden-wuerttemberg.de">www.um.baden-wuerttemberg.de</a> Tel.: 0711/126-1203, Fax: 0711/126-1258 E-Mail: <a href="mailto:ilona.szemelka@um.bwl.de">ilona.szemelka@um.bwl.de</a>, <b>Schutzgebühr:</b> kostenlos</p>

## Ausgewähltes Informationsmaterial (2)

### Ausgewählte Beispiele für Foliensätze

- LED – Das Licht der Zukunft (PDF)
- Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (PDF)

### Ausgewählte Beispiele Schriftenreihe Lichtwissen 1-20

- Industrie und Handwerk (PDF)
- Straßen, Wege, Plätze (PDF)
- Licht beim Wohnen (PDF)
- Licht im Büro (PDF)

### Herausgeber

licht.de

Fördergemeinschaft Gutes Licht

Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main

beim ZVEI-Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.

Internet: [www.licht.de](http://www.licht.de); E-Mail: [licht.de@zvei.org](mailto:licht.de@zvei.org)

### Fraunhofer IAO

Nobelstraße 12; 70569 Stuttgart  
Internet: [www.iao-fraunhofer.de](http://www.iao-fraunhofer.de)  
Tel.: +49 711 970-2417

### Kontakt:

Thomas Renner  
Leiter Geschäftsfeld Informations- und Kommunikationstechnik

## FO172: Energieeffizienz Staubsauger in Privaten Haushalten (1-3)

## FO158: Energieeffizienz Warmwasserbereiter/-speicher im Privaten Haushalt

Energieträgermärkte	Energieversorgung	Stromversorgung	Energieverbrauch & Energieeffizienz
<b>Mineralölmärkte</b> Nationale und Internationale Entwicklung	<b>Energieversorgung in Baden-Württemberg</b>	<b>Stromversorgung in Baden-Württemberg</b>	<b>Energieverbrauch &amp; Energieeffizienz im Sektor Private Haushalte</b>
<b>Erdgasmärkte</b> Nationale und Internationale Entwicklung	<b>Energieversorgung in Deutschland</b>	<b>Stromversorgung in Deutschland</b>	<b>Energieverbrauch &amp; Energieeffizienz im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)</b>
<b>Kohlenmärkte</b> Nationale und Internationale Entwicklung	<b>Energieversorgung in der EU-28</b>	<b>Stromversorgung in der EU-28</b>	<b>Energieverbrauch &amp; Energieeffizienz im Sektor Industrie</b>
<b>Kernenergiemärkte</b> Nationale und Internationale Entwicklung	<b>Energieversorgung in der Welt</b>	<b>Stromversorgung in der Welt</b>	<b>Energieverbrauch &amp; Energieeffizienz im Sektor Verkehr</b>
<b>Erneuerbare Energienmärkte</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Energie- und Stromversorgung Baden-Württemberg im internationalen Vergleich</b>		<b>Energieeffizienz - Anwendungsbereiche</b>
	<b>Energiewende</b> <b>Nationale und internationale Entwicklung</b>		
<b>Klima &amp; Energie</b> Nationale und internationale Entwicklung	<b>Die Energie der Zukunft</b> <b>Entwicklung der Energiewende in Deutschland</b>		<b>Wirtschaft &amp; Energie, Effizienz</b> Nationale und internationale Entwicklung
	<b>Energie- und Stromversorgung</b> <b>Nationale und internationale Entwicklung</b>		