



Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ

Eine IHK-Plattform

Qualifizierung Energie-Scouts

IHK Koblenz

9. Oktober 2024



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vorstellungsrunde



Ziele

- Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen die betriebliche Situation in Bezug auf den Energiebedarf erfassen können.
- Darauf aufbauend soll ein eigenes Projekt zur Reduktion des Energieverbrauches im Unternehmen entwickelt und möglichst umgesetzt werden.



Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ

Eine IHK-Plattform

1. Einführung

Energie

„Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann nur von einer Form in andere Formen umgewandelt oder von einem Körper auf andere Körper übertragen werden.“

Der deutsche Physiker
HERMANN VON HELMHOLTZ (1821-1894)
formulierte 1847 den Energieerhaltungssatz
als allgemeingültiges Prinzip.



Energieformen

Mechanische Energie

- Wenn ein beliebiger Körper sich bewegt, besitzt er kinetische Energie (Bewegungsenergie).
- Wird er angehoben, spricht man von potenzieller Energie (Höhen-/ Lageenergie).

Thermische Energie

- Gas, Öl, Kohle oder Holz werden verbrannt, so entsteht thermische Energie (Wärmeenergie).

Elektrische Energie

- Strom aus der Steckdose ist elektrische Energie. Sie wird genutzt, um Maschinen usw. zu betreiben (Bewegung von Elektronen).

Chemische Energie

- Wenn Kohle verbrennt, wird die in ihr gespeicherte chemische Energie durch die Abgabe von Licht und Wärme in thermische Energie umgesetzt.

Kernenergie

- Die in Atomen gespeicherte Energie wird in Kernkraftwerken in thermische Energie umgewandelt. Diese wird später in elektrische Energie umgewandelt.

Umwandlung der unterschiedlichen Energieformen

Beispiele	Mechanische Energie	Thermische Energie	Strahlungsenergie	Elektrische Energie	Chemische Energie	Nukleare Energie
Mechanische Energie	Getriebe	Bremsen	Bremsstrahlung	Generator	Eischnee	im Teilchenbeschleuniger
Thermische Energie	Dampfturbine	Wärmeübertrager	Glühendes Metall	Thermoelement	Hochofen	Supernova
Strahlungsenergie	Radiometer	Solar Kollektor	Nichtlineare Optik	Solarzelle	Photosynthese	Kernphotoeffekt
Elektrische Energie	Elektromotor	Elektroherd	Blitz	Transformator	Akkumulator	-
Chemische Energie	Muskel	Ölheizung	Glühwürmchen	Brennstoffzelle	Kohlevergasung	-
Nukleare Energie	schnelle Neutronen	Sonne	Gammastrahlen	Atom-Batterie	Radiolyse	Brutreaktor

Energieformen



Strom
elektrisch



Wärme
thermisch



Kraftstoff
chemisch

Einheiten der Energie und Umrechnung

Energie wird entweder in Joule (J), Kalorie (cal) oder Watt (W) gemessen. Diese Maßeinheiten für Energie können durch Umrechnung miteinander verglichen werden.

	kJ	kcal	kWh
1 kJ	1,00	0,2388	0,000278
1 kcal	4,1868	1,00	0,001163
1 kWh	3 600,00	860,00	1,00

Durch entsprechende Buchstaben, welche den Maßeinheiten vorangestellt werden, lassen sich große Zahlen übersichtlicher darstellen.

kilo (k)	=	Tausend	tera (T)	=	Billion
mega (M)	=	Million	peta (P)	=	Billarde
giga (G)	=	Milliarde	exa (E)	=	Trillion

Was kann man mit einer Kilowattstunde Strom machen?

„Wieviel Energie in kJ, kcal oder kWh verbraucht ein Ventilator mit 20 Watt, wenn dieser 8 Stunden lange läuft?“

Was verbraucht der Ventilator wenn er 150 Tage je 8 Stunden im Jahr läuft?“

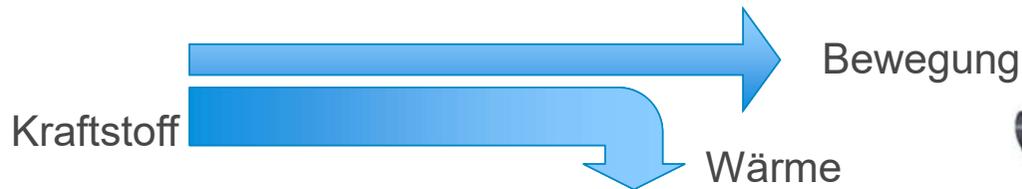
	kJ	kcal	kWh
Ventilator 20 W; 8 h			
Ventilator 20 W; 8 h; 150 Tage			

Begriffe aus dem Umfeld der Energieverwendung

- Bruttostromverbrauch
 - national/global produzierte Gesamtstrommenge, die aus allen Quellen erzeugt wurde (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, etc.), zuzüglich Import, abzüglich Export
- Wirkungsgrad [η]
 - Anteil der eingesetzten Energie, die in die gewünschte nutzbare Energieform umgewandelt werden kann
 - Kriterium für die Effizienz eines Gerätes, einer Anlage oder eines Prozesses

Begriffe aus dem Umfeld der Energieverwendung

- Beispiel für den Wirkungsgrad eines Benzinmotors [η]



$$\eta = \frac{P_{\text{Nutzen}}}{P_{\text{Aufwand}}} \approx \boxed{}$$

Leuchtmittel	Wirkungsgrad	Lichtausbeute
LED	<input type="text"/>	80 – 150 lm/W
Energiesparlampe	<input type="text"/>	40 – 60 lm/W
Halogenlampe	<input type="text"/>	15 – 20 lm/W
Glühlampe	<input type="text"/>	10 – 15 lm/W

Begriffe aus dem Umfeld der Energieverwendung

Primärenergie:

- Direkt in den Energiequellen vorhandene Energie

Sekundärenergie:

- Energie, die aus der Primärenergieträgern durch Umwandlung gewonnen wird

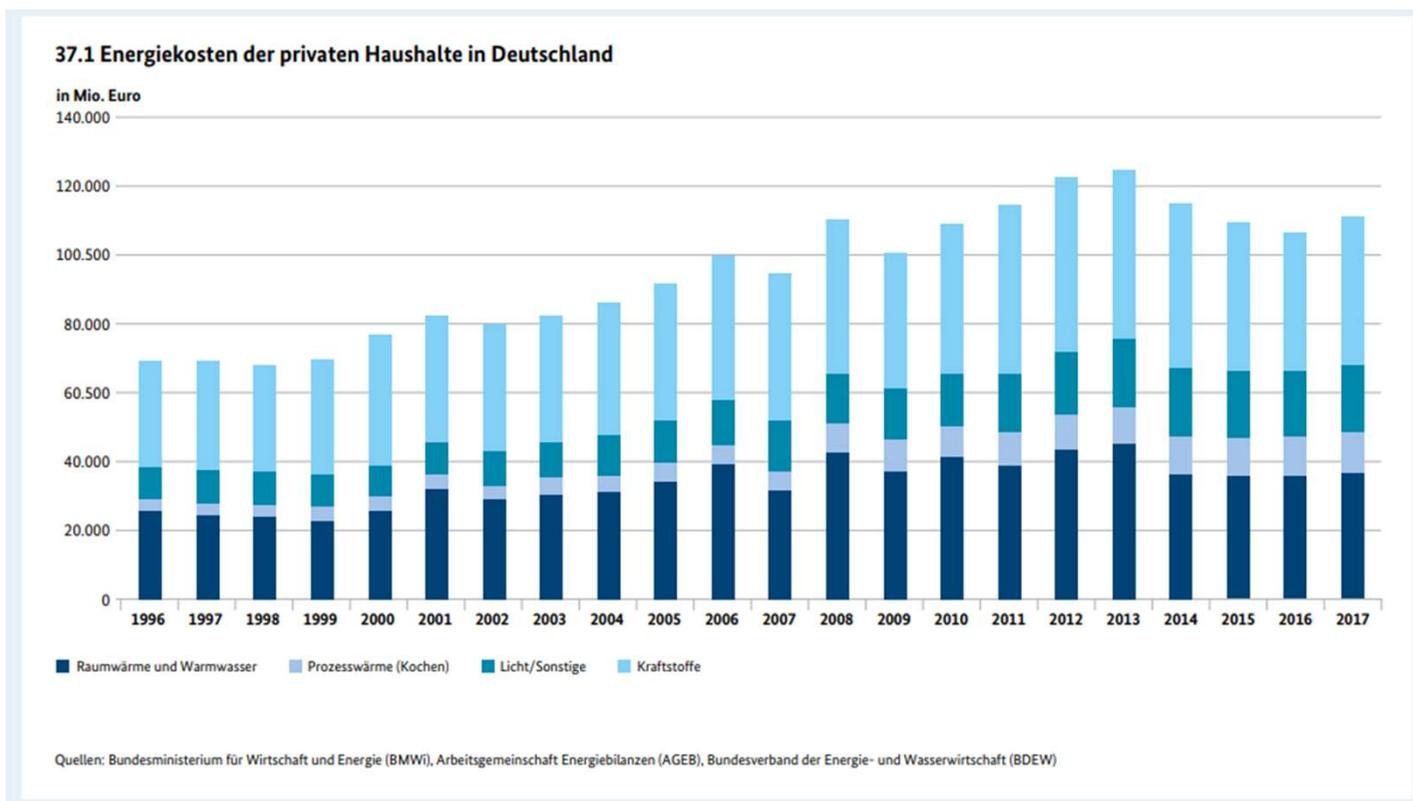
Endenergie:

- Übrig gebliebener Teil der Primärenergie nach Wandlung/Übertragung, nach dem Anschluss des Verbrauchers (Haushalt, Unternehmen, etc.)

Nutzenergie:

- Anteil der Endenergie, der dem Verbraucher tatsächlich zur Verfügung steht

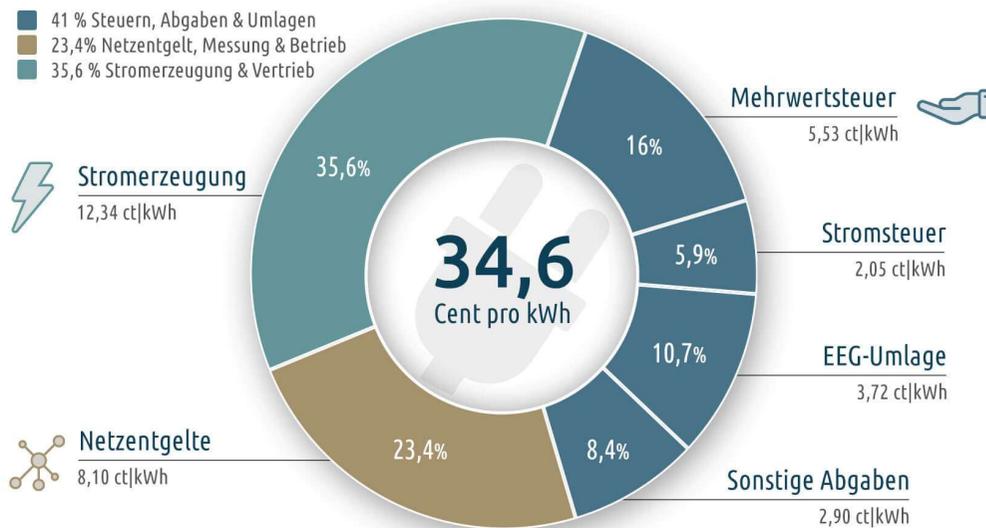
Energieverteilung im Haushalt (mit Verkehr)



Strompreiszusammensetzung

STROMPREISZUSAMMENSETZUNG 2022

Durchschnittlicher Strompreis für Haushaltskunden in Deutschland*



* bei 4.000 kWh Jahresverbrauch, Daten & Download <https://strom-report.de/strompreise>

STROM-REPORT

Daten: BNetzA, BDEW, Verivox Stand 01|2022





Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ

Eine IHK-Plattform

2. Energietechnische Grundlagen

Stromversorgung – Energieträger – Effizienz –
Amortisation

Vom Kraftwerk zur Steckdose



1. Höchstspannungsnetz

Höchstspannung, 220 – 380 kV
... entspricht einer Autobahn



2. Überregionales Verteilnetz

Hochspannung, 110 kV
... entspricht einer Bundesstraße



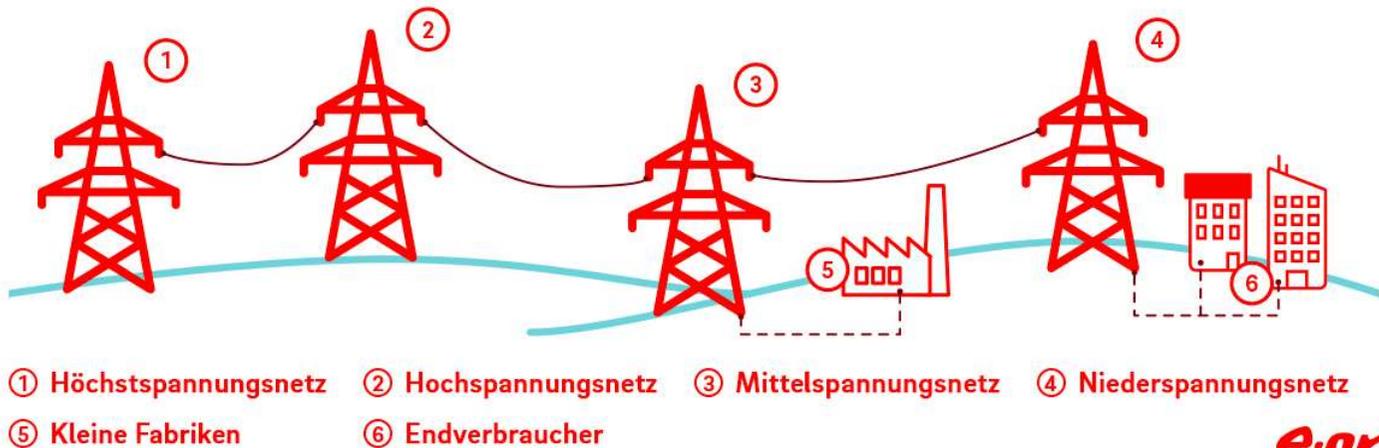
3. Regionales Verteilnetz

Mittelspannung, 20 kV
... entspricht einer Landstraße



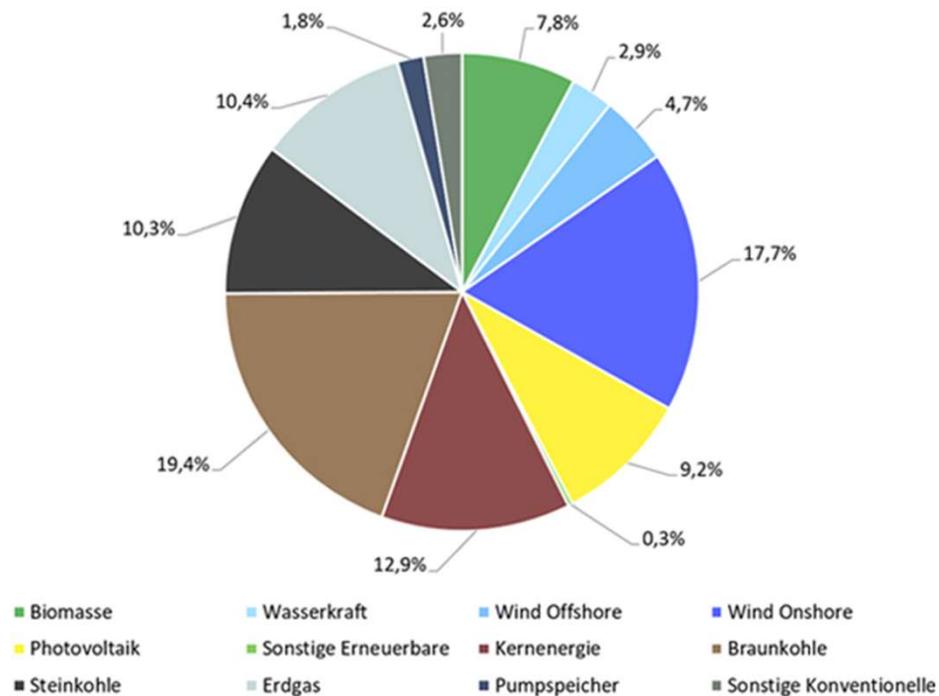
4. Lokales Verteilnetz

Niederspannung, 230–400 V
... entspricht einer Gemeindestraße



Stromerzeugung in der Bundesrepublik

Energieträgeranteile an der Gesamterzeugung im Jahr 2021



Erzeugung Bruttostromerzeugung in Deutschland

Bruttostromerzeugung¹ in Deutschland für 2019 bis 2021

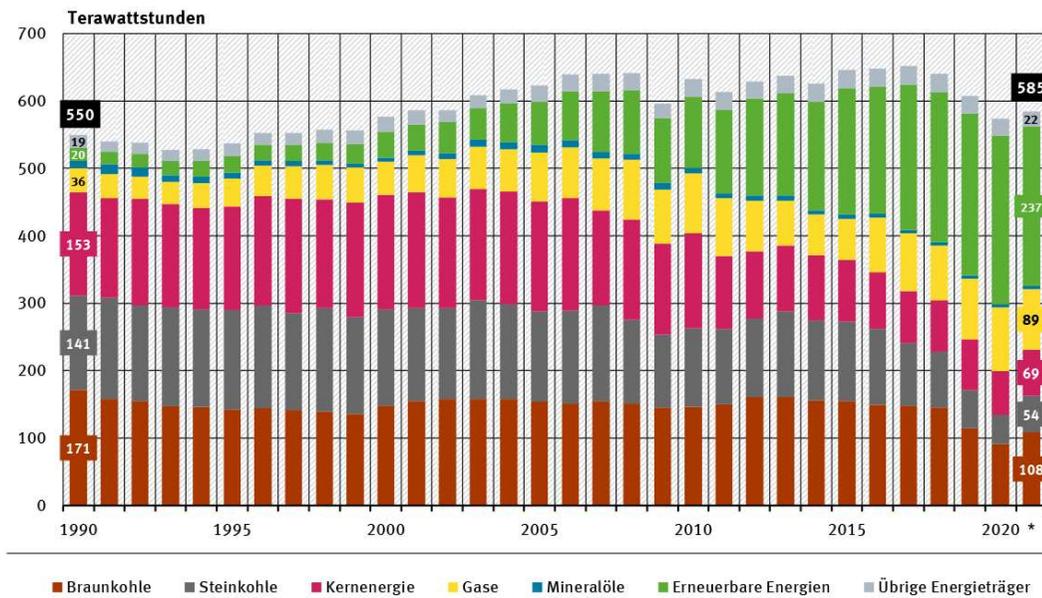
Energieträger	2019		2020		2021 ²	
	Mrd.kWh (Milliarden Kilowattstunden)	%	Mrd.kWh (Milliarden Kilowattstunden)	%	Mrd.kWh (Milliarden Kilowattstunden)	%
↳ Bruttostromerzeugung insgesamt	601,1	100	567,1	100	579,1	100
↳ Braunkohle	114,0	19,0	91,7	16,2	108,3	18,7
↳ Steinkohle	57,5	9,6	42,8	7,5	54,3	9,4
↳ Kernenergie	75,1	12,5	64,4	11,4	69,0	11,9
↳ Erdgas	90,0	15,0	95,0	16,8	89,0	15,4
↳ Mineralölprodukte	4,8	0,8	4,7	0,8	4,8	0,8
↳ Erneuerbare Energieträger	240,3	40,0	250,2	44,1	236,7	40,9
↳ Windkraft	125,9	20,9	132,1	23,3	117,7	20,3
↳ Wasserkraft ³	19,7	3,3	18,3	3,2	19,1	3,3
↳ Biomasse	44,3	7,4	45,0	7,9	45,0	7,8
↳ Photovoltaik	44,4	7,4	48,6	8,6	49,0	8,5
↳ Hausmüll ⁴	5,8	1,0	5,8	1,0	5,7	1,0
↳ Geothermie	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0
↳ Übrige Energieträger	19,4	3,2	18,3	3,2	17,0	2,9

1: Bruttostromerzeugung nach Eurostat Energiebilanz und Energiebilanz Deutschland, sofern bei der Energiebilanz Deutschland die Pumpspeicherezeugung aus dem Umwandlungsausstoß herausgerechnet wird bzw. Pumpspeicher als Speicher betrachtet werden.
2: Vorläufige Angaben.
3: Erzeugung in Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.
4: Nur Erzeugung aus biogenem Anteil des Hausmülls (circa 50%).
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). Stand: Januar 2022.

Stand 11. Januar 2022

Entwicklung der Stromerzeugung in der Bundesrepublik

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

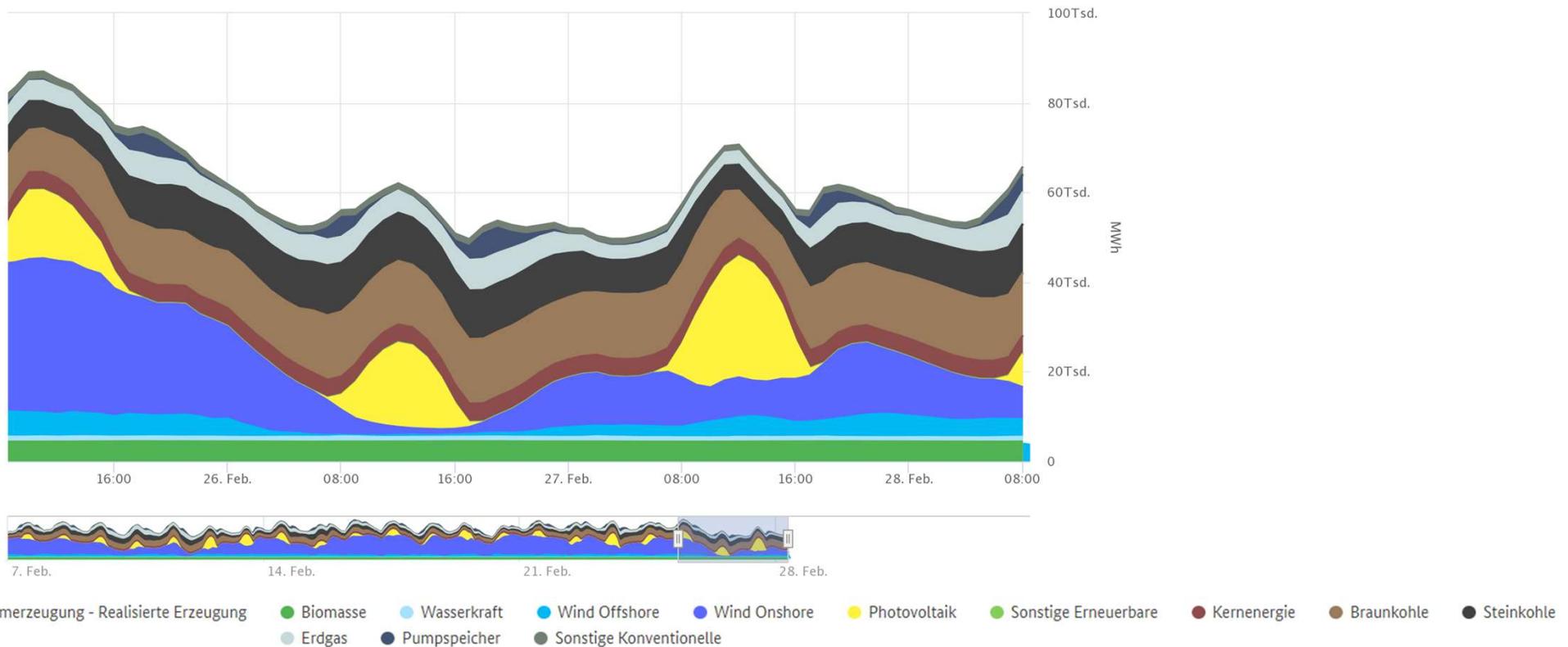


* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AG Energiebilanzen, Tabelle Stromerzeugung nach Energieträgern, Stand 12/2021

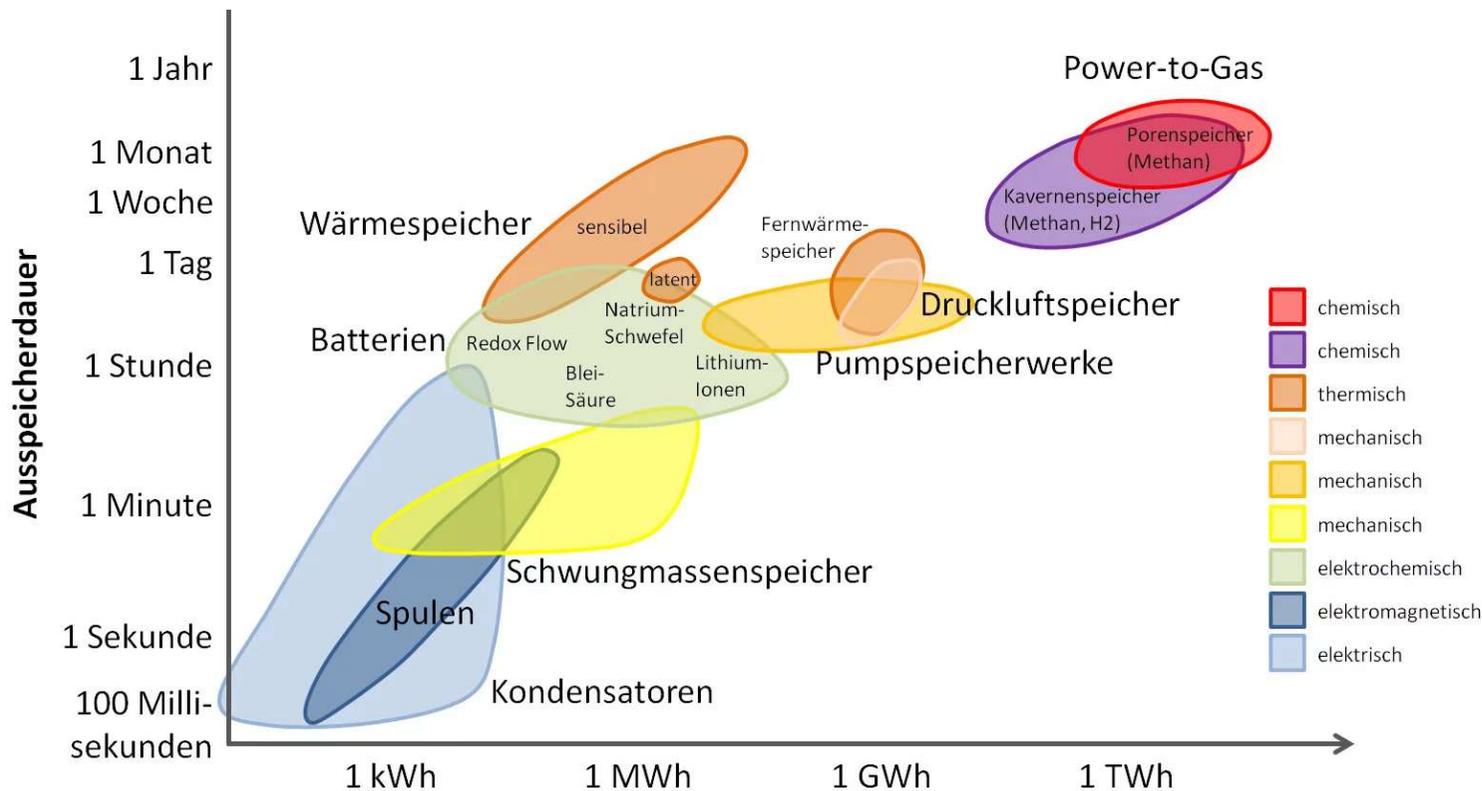
Quelle: Erneuerbare und konventionelle Stromerzeugung | Umweltbundesamt

Fluktuierende Einspeisung



Quelle: SMARD | Marktdaten visualisieren

Möglichkeiten der Stromspeicherung



Essentiell, um die Energieversorgung der Zukunft zu realisieren, sind moderne **Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Energiespeicher. PV-Speicher**, Wärmespeicher, Power-to-Gas-Anlagen oder Power-to-Heat-Aggregate stellen die Frequenzhaltung im Stromnetz sicher und sind die Basis dafür, dass **Energienachfrage und -bedarf** im intelligenten Stromnetz flexibel **aufeinander abgestimmt** werden können.

Quelle: Die wichtigsten Energiespeicher-Technologien im Überblick (energie-experten.org)

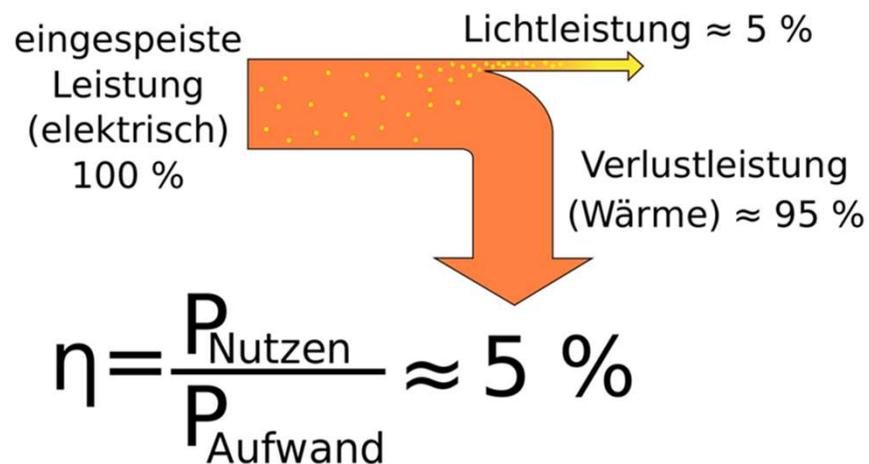
Effektivität und Effizienz



Effektivität: Die Dinge richtig tun
Effizienz: Die Dinge mit möglichst geringem Aufwand tun.

Quelle: Effizienz vs. Effektivität – Ein wichtiger Unterschied | Bloggen (blogsheets.info)

Effizienz – Wirkungsgrad einer Glühbirne

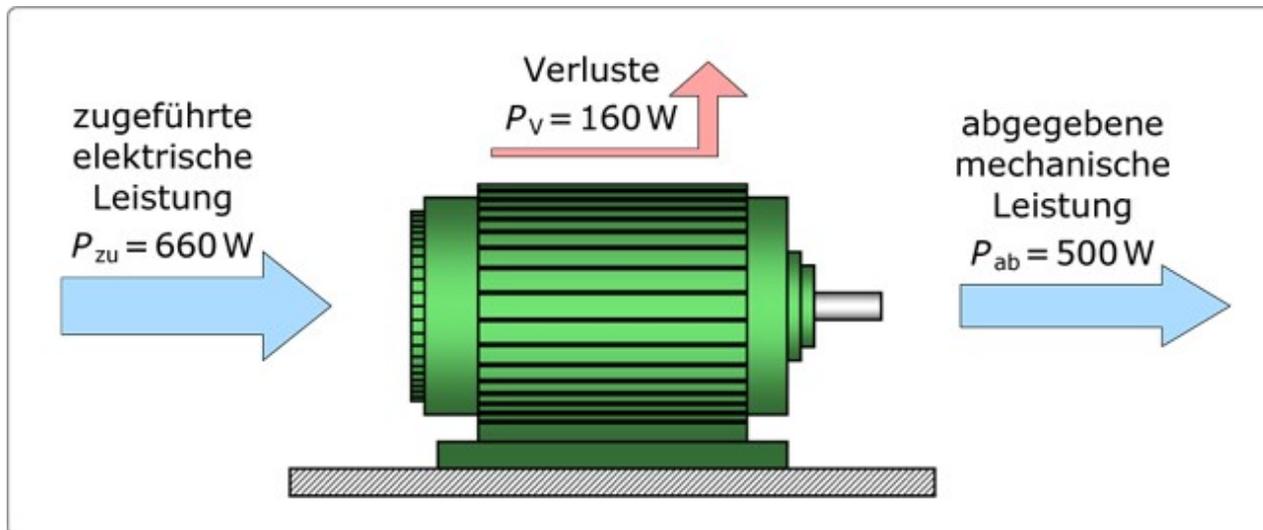


LED im Vergleich ≈ 30%

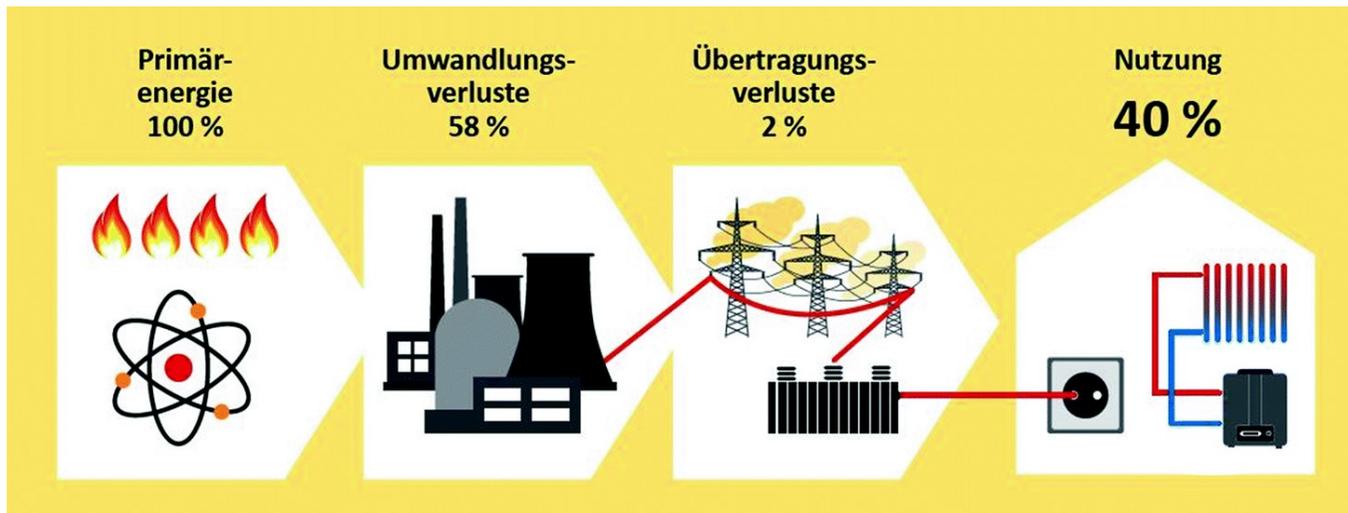
Effizienz – Wirkungsgrad eines Elektromotors



Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ
Eine IHK-Plattform



Wirkungsgrad Energieversorgung



Arbeit und Leistung

Leistung: Energieverbrauch pro Sekunde (Watt, Kilowatt, Megawatt)

Arbeit: Energieverbrauch über einen Zeitraum (Wh, kWh, MWh)



Berechnung von Leistung und Arbeit

Aufgabe 1:

Berechnen Sie Leistung und Arbeit einer Außenbeleuchtung, welche das ganze Jahr über 8 Stunden täglich betrieben wird. Eine Messung der benötigten Energie ergibt eine Spannungsaufnahme von 230 Volt und eine Stromaufnahme von 1,5 Ampere.

Die elektrische Leistung P berechnet sich aus Spannung U mal Stromstärke I ($P = U \times I$)

Elektrische Arbeit E berechnet sich aus Leistung P mal Zeit t ($E = P \times t$)

Berechnung von Leistung und Arbeit

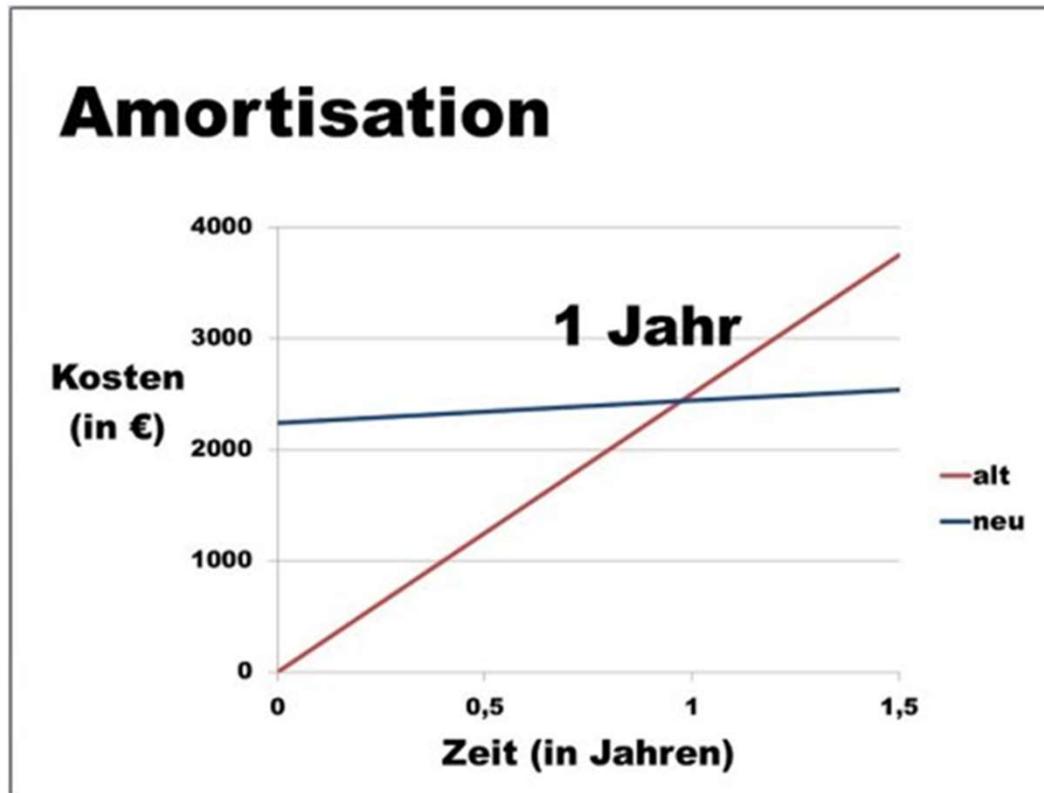
Lösung:

$$P = 230 \text{ Volt} \times 1,5 \text{ Ampere} = 345 \text{ Watt}$$

$$t = 8 \text{ Stunden am Tag} \times 365 \text{ Tage} = 2.920 \text{ Stunden im Jahr}$$

$$E = 345 \text{ Watt} \times 2.920 \text{ Stunden im Jahr} = 1.007.400 \text{ Wh} = \mathbf{1.007,4 \text{ kWh}}$$

Amortisation – Einfache Berechnung



Rückfluss der investierten Mittel aus den Erträgen der Investition.

Bei Energieeffizienzmaßnahmen wird häufig gefragt, wann sich eine Investition durch die erzielten Einsparungen amortisiert hat.

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{\text{Investitionskosten}}{\text{jährliche Einsparung}}$$

Berechnung der Amortisation

Aufgabe 2:

Die vorhandene Außenbeleuchtung mit einer Leistung von 345 W soll durch eine effizientere LED-Außenbeleuchtung mit einer Leistungsaufnahme von 50 Watt und Investitionskosten von 600 Euro ersetzt werden.

Bitte berechnen Sie die Amortisationszeit dieser Investition bei einem Strompreis von 22 ct/kWh.

Berechnung der Amortisation

Lösung:

Energiekosten alt = $1.007 \text{ kWh/a} \times 22 \text{ ct/kWh} = 221,54 \text{ Euro/a}$

Arbeit neu = $50 \text{ Watt} \times 2.920 \text{ Stunden im Jahr} = 146.000 \text{ Wh} = 146 \text{ kWh}$

Energiekosten neu = $146 \text{ kWh/a} \times 22 \text{ ct/kWh} = 32,12 \text{ Euro/a}$

Jährliche Einsparung = Energiekosten alt – neu = $189,42 \text{ Euro}$

Amortisation = Investitionskosten / Jährliche Einsparung =
 $600 \text{ Euro} / 189,42 \text{ Euro/a} = \mathbf{3,2 \text{ Jahre}}$



Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ

Eine IHK-Plattform

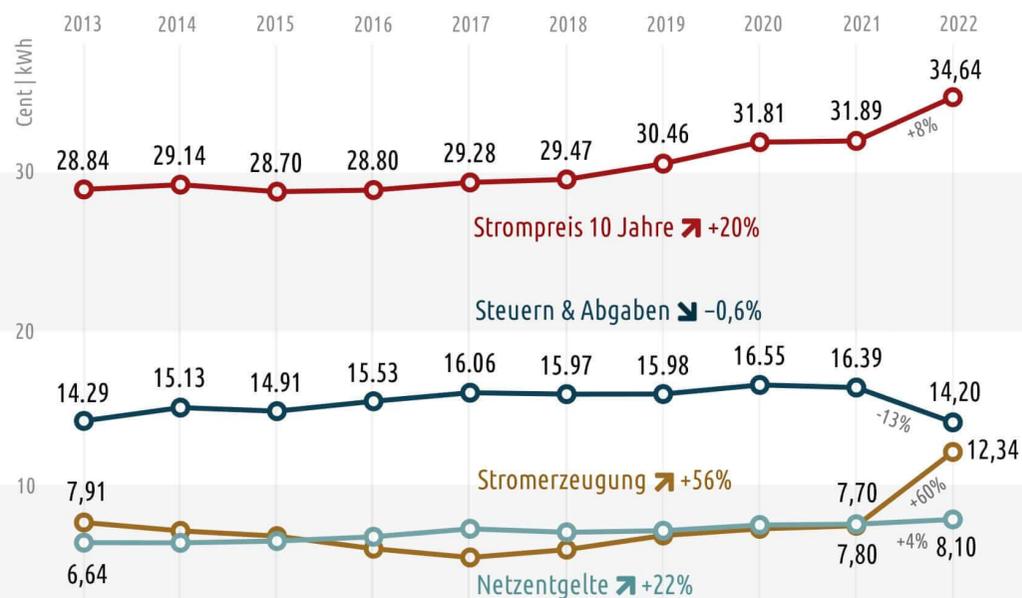
3. Energie im Unternehmen

Energiekosten – Einsparpotenziale bei
Querschnittstechnologien, Prozessen, Anlagen und Gebäuden

Preisentwicklung der letzten Jahre

STROMPREISENTWICKLUNG BIS 2022

Durchschnittlicher Strompreis für Haushaltskunden in Deutschland

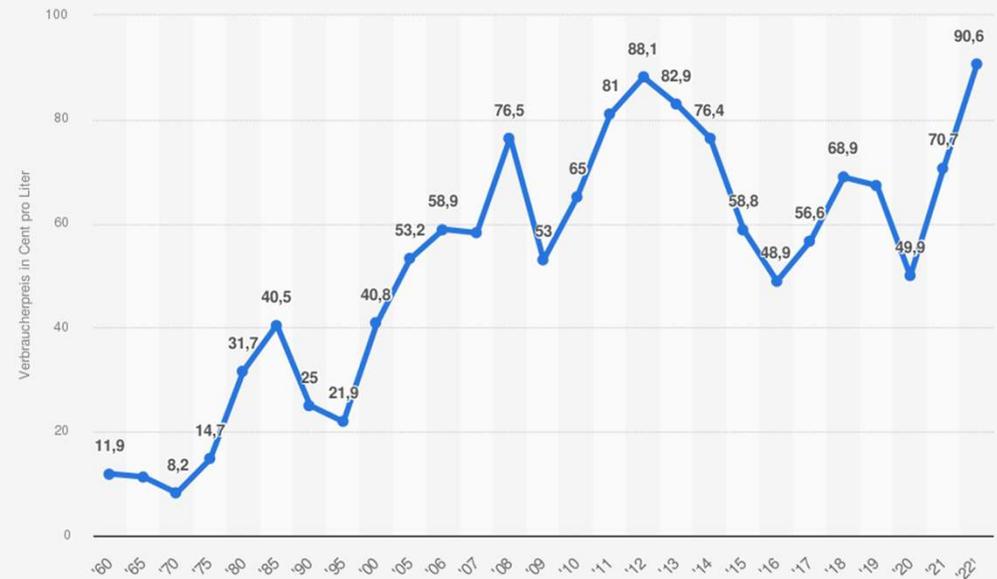


STROM-REPORT

Daten: BNetzA, BDEW, Verivox Stand 01|2022



Durchschnittlicher Verbraucherpreis für leichtes Heizöl in Deutschland in den Jahren 1960 bis 2022 (in Cent pro Liter)



Quellen
Statistisches Bundesamt; en2x
© Statista 2022

Weitere Informationen:
Deutschland; Statistisches Bundesamt; en2x

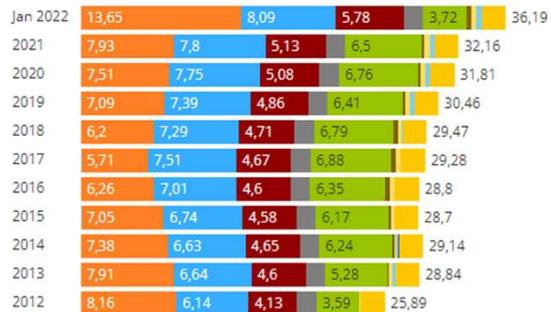
Quelle: <https://strom-report.de/strompreise/#strompreisentwicklung-2022>; Durchschnittlicher Heizölpreis bis 2022 | Statista

Strompreisentwicklung Haushalt und Industrie

Strompreis für Haushalte

Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in ct/kWh, Jahresverbrauch 3.500 kWh
Grundpreis anteilig enthalten, Tarifprodukte und Grundversorgungstarife inkl. Neukundentarife enthalten, nicht mengengewichtet *

■ Beschaffung, Vertrieb ■ Netzentgelt inkl. Messung und Messstellenbetrieb ■ Mehrwertsteuer ■ Konzessionsabgabe ■ EEG-Umlage ■ KWK-Aufschlag ■ §19 StromNEV-Umlage ■ Offshore-Netzzumlage ■ Umlage f. abschaltbare Lasten ■ Stromsteuer
Summe



* Die dargestellten Preise bilden den Durchschnitt der im Markt verfügbaren Tarife für den jeweiligen Zeitraum ab.

19% MwSt im Jahr 2020

Stand: 01/2022

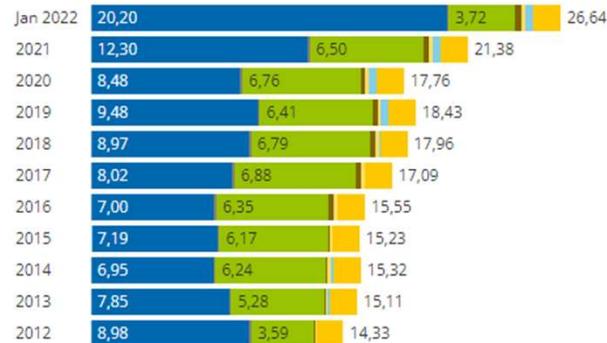
Quelle: BDEW - Daten - Einbetten - Grafik



Strompreis für die Industrie (inkl. Stromsteuer)

Durchschnittlicher Strompreise für Neuabschlüsse in der Industrie in ct/kWh (inkl. Stromsteuer),
Jahresverbrauch 160.000 bis 20 Mio. kWh, mittelspannungsseitige Versorgung

■ Beschaffung, Netzentgelt, Vertrieb ■ Konzessionsabgabe ■ EEG-Umlage ■ KWK-Umlage ■ §19 StromNEV-Umlage ■ Offshore-Netzzumlage ■ Umlage f. abschaltbare Lasten ■ Stromsteuer
Summe



Stand: 01/2022

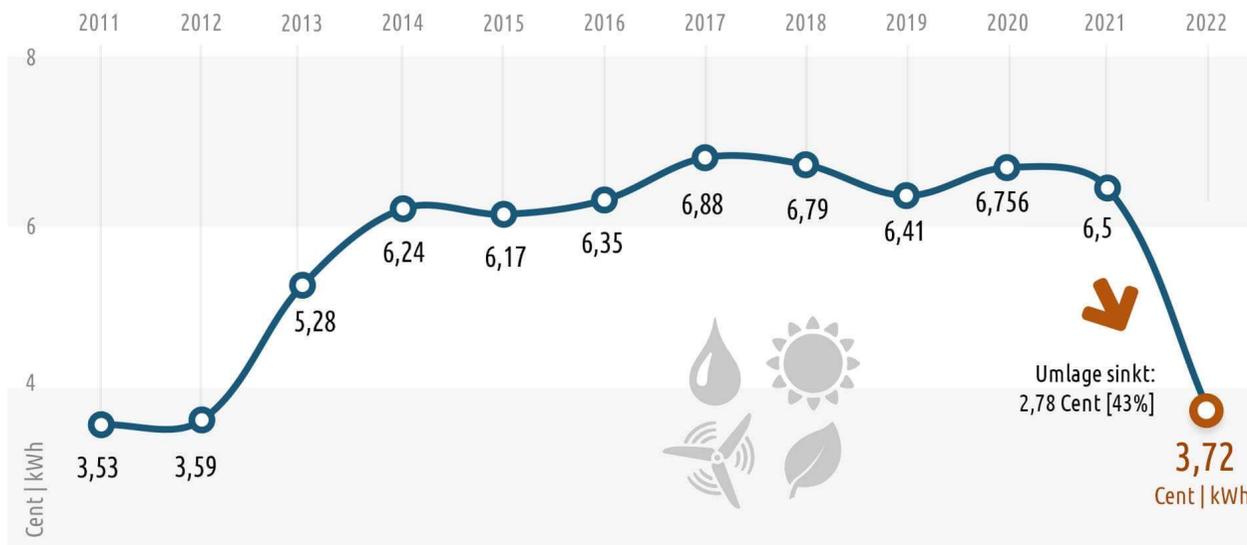
Quelle: VEA, BDEW - Daten - Einbetten - Grafik



EEG-Umlage

ENTWICKLUNG DER EEG-UMLAGE 2011 BIS 2022

EEG-Umlage für Haushalts- und Gewerbekunden in Deutschland



Daten: Übertragungsnetzbetreiber

strom-report.de/eeg-umlage

CC BY ND STROM-REPORT

Quelle: <https://strom-report.de/eeg-umlage/#eeg-umlage-2022>

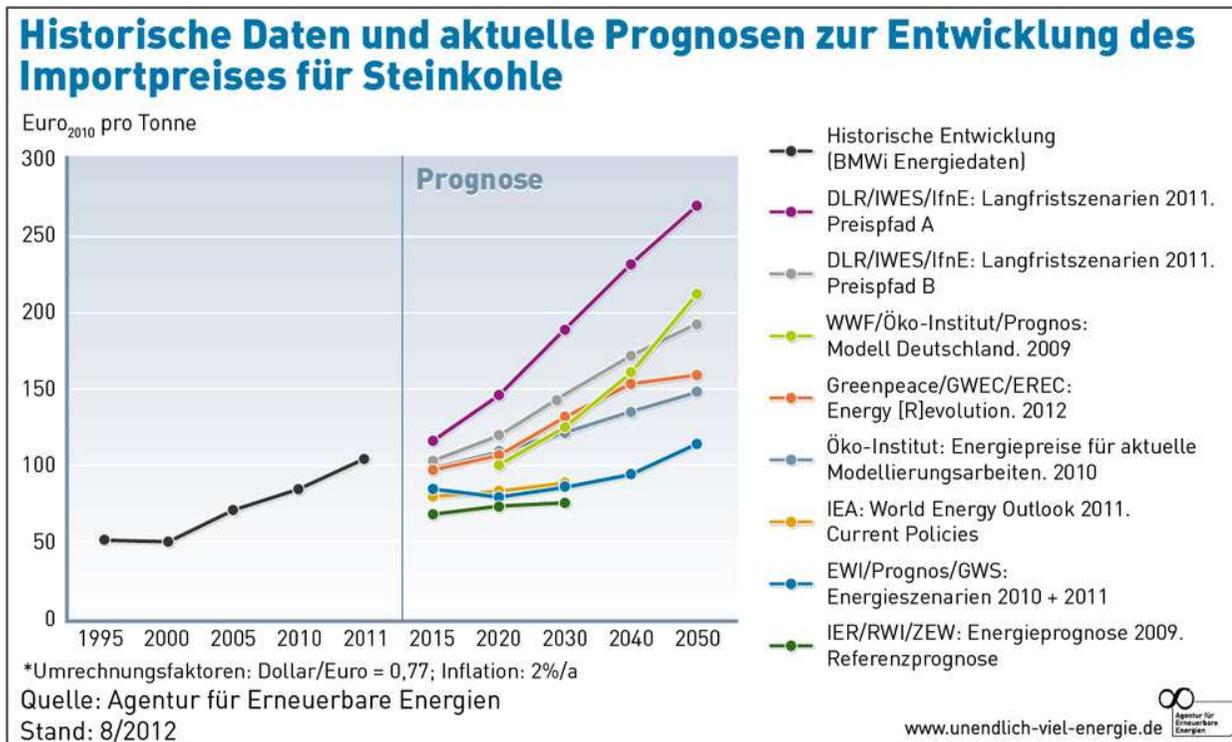
Kostenstruktur der Industrie in der Bundesrepublik

Kostenstruktur der Industrie in der Bundesrepublik Deutschland 2014 (Anteile am Bruttoproduktionswert in %)	Materialverbrauch und Handelswaren	Personal und Soziales	Energieverbrauch	Sonstige handwerkli. Dienstleistungen	Mieten und Pachten	Abschreibungen	Fremdkapitalzinsen	Sonstige Kosten
Eisengießereien	45,2	29,3	7,3	4,1	1,3	3,7	0,9	8,2
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	55,6	14,9	4,2	2,7	0,8	2,6	1,5	17,7
Herstellung von Textilien	52,8	23,2	3,3	1,8	1,9	2,4	0,7	13,9
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	66,6	13,1	2,3	1,5	1,7	2,0	0,5	12,3
Herstellung von Druckerzeugnissen	46,6	29,1	2,8	2,8	3,7	4,1	0,8	10,1
Herstellung von Holzwaren	61,2	17,0	3,4	2,0	2,0	2,7	0,9	10,8
Herstellung von Metallerzeugnissen	46,0	29,6	2,4	2,3	2,6	3,1	0,8	13,2
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	52,0	27,1	0,9	1,4	1,4	2,1	0,7	14,4

TS0 Gibt es da aktuelle Zahlen? Beim Statistischen Bundesamt nicht.
Tornow, Stefanie; 2022-03-23T13:18:37.905

Szenarien für Energiekostensteigerung am Beispiel Steinkohle

TSO

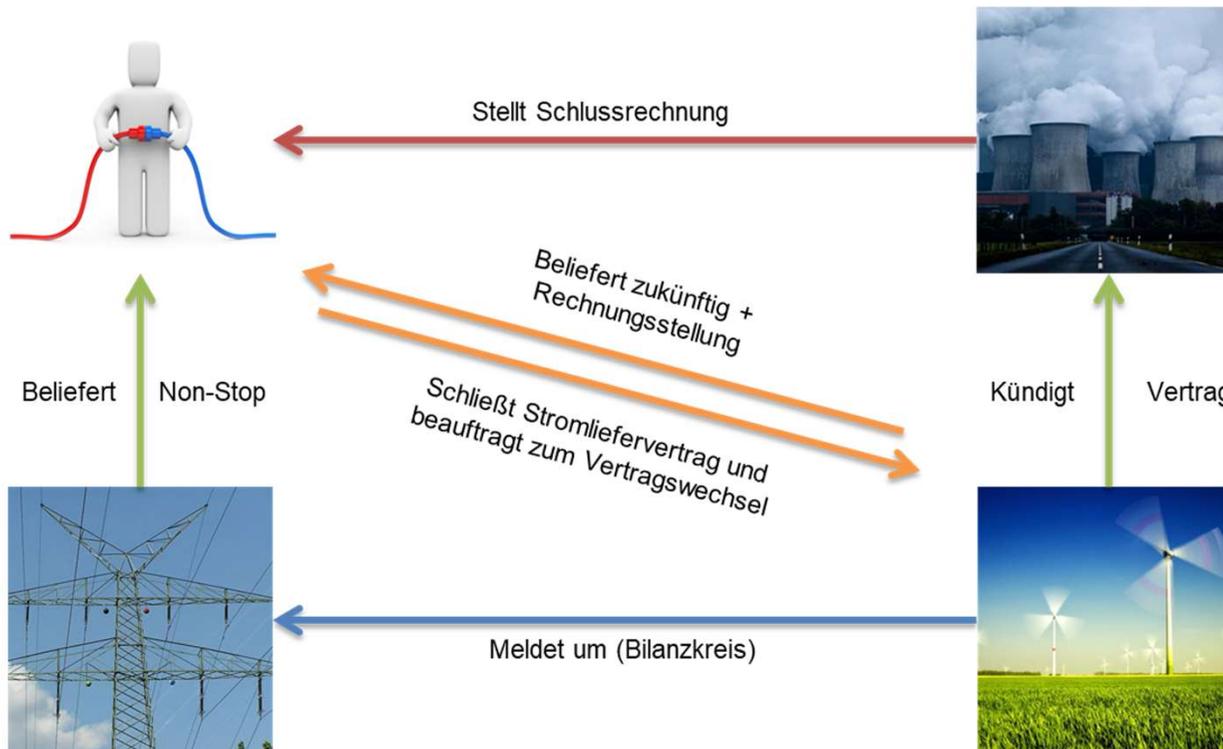


Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

TS0 Keine neueren Daten dazu gefunden. Evtl. anderer Energieträger?

Tornow, Stefanie; 2022-03-23T14:00:23.575

Ablauf Energieliefervertragswechsel



Abrechnungsarten Energielieferverträge



Strombedarf < 100.000 kWh/a
Leistungsbedarf < 30 kW
Max. Niederspannungsbezug

Strombedarf > 100.000 kWh/a
Leistungsbedarf > 30 kW
Bis Hochspannungsbezug

Ohne Leistungsmessung

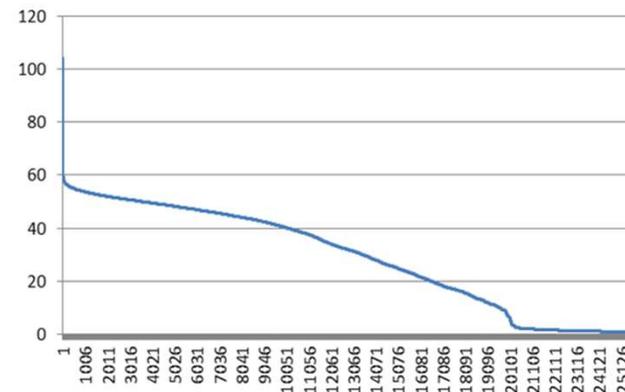
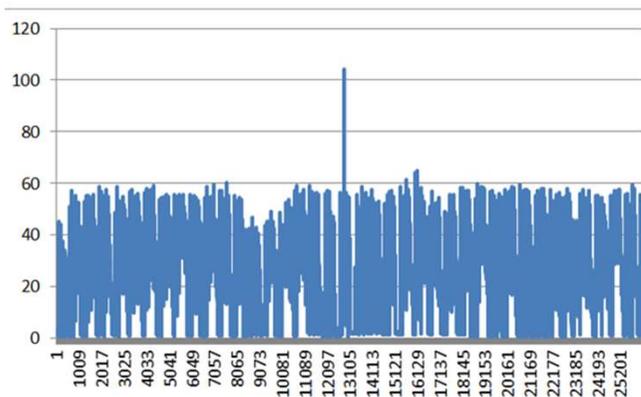
- Arbeitspreis
- Grundgebühr

Mit Leistungsmessung

- Arbeitspreis
- Leistungspreis
- Messentgelt
- Evtl. Blindarbeitspreis
- Evtl. Blindleistungspreis

Beispiel Lastgangmessung

Höchster 15-Minuten-Mittelwert im Jahr wird berechnet.



Schleiferei: 250.000 kWh/a, Pmax = 65 kW

Lesen einer Gasrechnung

Ihre Verbrauchsdaten im Detail						Gas
Ablesezeitraum	Zählerstand von - bis	Differenz	Faktor	Verbrauch	AA	
Zähler: 2176572						
Gasverbrauch	21.12.12 - 19.12.13	79077,0 84404,0	5.327,0	10,653727	56.752,40 kWh	A
Vorperiode Gasverbrauch	48.562,00 kWh	372 Tage	akt. Periode Gasverbrauch		56.752,00 kWh	364 Tage
AA Ableseart: M = maschinelle Schätzung / Ablesung durch: A = Versorgungsunternehmen / B = Netzbetreiber / K = Kunde						
Abrechnungsrelevante Daten						Gas
Bestellte Leistung	240,000 kW					
Faktor	10,653727 = Zustandszahl 0,9486 x Brennwert 11,231					
Ihr Rechnungsbetrag ergibt sich wie folgt						Gas
von	bis	Menge/Dim.	Preis in EUR je Einheit	Betrag		
Grundvers.-Tarif-Heizgas-HN>13kW-G						
Arbeitspreis	21.12.12 - 31.12.12	2.268,0 kWh	x 0,0463 je kWh	=	105,04 EUR	
	01.01.13 - 19.12.13	54.484,0 kWh	x 0,0463 je kWh	=	2.522,61 EUR	
Leistungspreis	21.12.12 - 31.12.12	13,000 kW	x 144,00 für 365 Tage x 11/365	=	4,34 EUR	
	01.01.13 - 19.12.13	13,000 kW	x 144,00 für 365 Tage x 353/365	=	139,27 EUR	
	21.12.12 - 31.12.12	227,000 kW	x 5,16 für 365 Tage x 11/365	=	26,00 EUR	
	01.01.13 - 19.12.13	227,000 kW	x 5,16 für 365 Tage x 353/365	=	1.132,81 EUR	
Steuern, Abgaben u. sonstige Belastungen						
Erdgassteuer	21.12.12 - 31.12.12	2.268,0 kWh	x 0,0055 je kWh	=	12,47 EUR	
	01.01.13 - 19.12.13	54.484,0 kWh	x 0,0055 je kWh	=	299,66 EUR	
Zwischensumme					4.251,47 EUR	
Umsatzsteuer	21.12.12 - 19.12.13	19,0 % von	4.251,47 EUR		807,78 EUR	
Summe Sparte Gas					5.059,25 EUR	

Verbrauch im Abrechnungszeitraum

Vereinbarte maximale Bezugsleistung

Vereinbarer Arbeitspreis

Tatsächliche maximale Bezugsleistung

Strafzahlung für Nichtabnahme / vorgehaltene Leistung

Erdgassteuer

Lesen einer Stromrechnung I

Lieferung Strom				
Bezeichnung	Zeitraum	Menge	Preis	Betrag
Arbeitspreis	01.02.16 - 31.03.16	1.247 kWh	4,840 Ct/kWh	60,35 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16	597 kWh		28,89 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16	650 kWh		31,46 €
Summe netto				31,46 €
zzgl. 19% USt.				5,98 € = Summe brutto
				37,44 €
Netznutzung				
Bezeichnung	Zeitraum	Menge	Preis	Betrag
Leistung	01.02.16 - 31.03.16	7,360 kW	18,20 €/kW/Jahr	21,96 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16			10,61 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16			11,35 €
Arbeitspreis	01.02.16 - 31.03.16	1.247 kWh	3,640 Ct/kWh	45,39 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16	597 kWh		21,73 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16	650 kWh		23,66 €
Abrechnungspreis	01.02.16 - 31.03.16	60 Tage	299,20 €/Jahr	49,05 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16	29 Tage		23,71 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16	31 Tage		25,34 €
Messpreis	01.02.16 - 31.03.16	60 Tage	142,60 €/Jahr	20,96 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16	29 Tage		11,30 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16	31 Tage		12,08 €
Messstellenbetrieb	01.02.16 - 31.03.16	60 Tage	577,88 €/Jahr	94,73 €
bereits berechnet	01.02.16 - 29.02.16	29 Tage		45,79 €
Differenz	01.03.16 - 31.03.16	31 Tage		48,94 €
Summe netto				121,37 €
zzgl. 19% USt.				23,06 € = Summe brutto
				144,43 €

Verbrauch und Arbeitspreis
Lieferung Strom im
Abrechnungszeitraum

Leistungsbezug und
Leistungspreis Netznutzung

Arbeitspreis Netznutzung

Preisbestandteile
Messstellenbetrieb und
Abrechnung

Quelle: Benjamin Friedle

Lesen einer Stromrechnung II

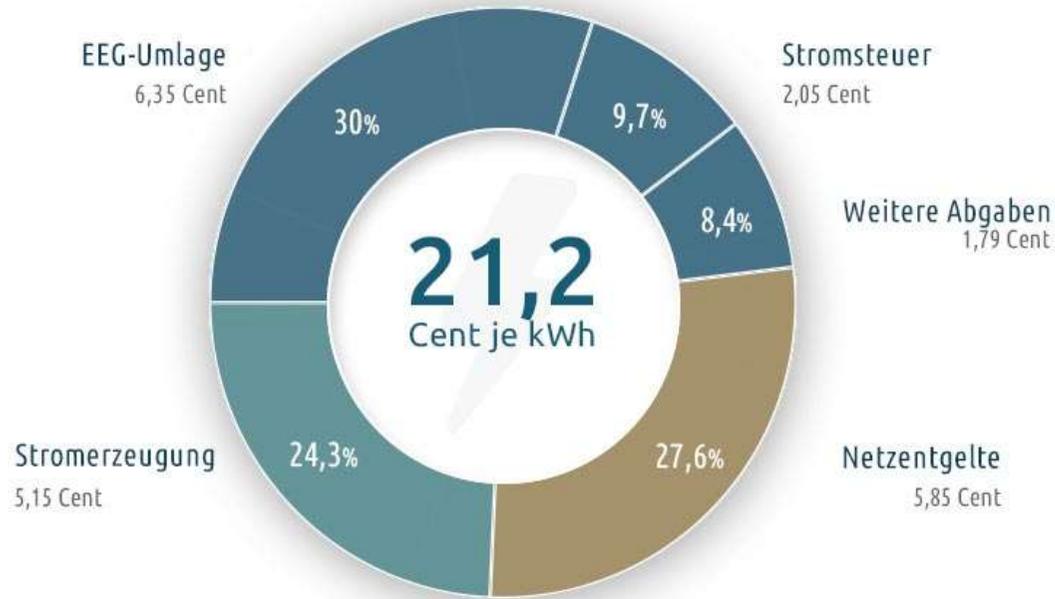
Steuern und Abgaben					
Bezeichnung	Zeitraum		Menge	Preis	Betrag
Stromsteuer	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	2,050 Ct/kWh	25,56 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		12,24 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		13,32 €
EEG-Umlage	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	6,354 Ct/kWh	79,23 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		37,93 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		41,30 €
KWK-Umlage A	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	0,445 Ct/kWh	5,55 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		2,66 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		2,89 €
NEV-Umlage A	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	0,378 Ct/kWh	4,71 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		2,26 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		2,45 €
Offshore-Umlage A	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	0,040 Ct/kWh	0,50 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		0,24 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		0,26 €
Konz.abgabe	01.02.16	- 31.03.16	1.247 kWh	0,110 Ct/kWh	1,37 €
bereits berechnet	01.02.16	- 29.02.16	597 kWh		0,66 €
Differenz	01.03.16	- 31.03.16	650 kWh		0,71 €
Summe netto					60,93 €
zzgl. 19% USt.			11,58 € =	Summe brutto	72,51 €
Zahlbetrag					
Bezeichnung			Netto	19% USt.	Brutto
Summe Lieferung Strom			31,46 €	5,98 €	37,44 €
Summe Netznutzung			121,37 €	23,06 €	144,43 €
Summe Steuern und Abgaben			60,93 €	11,58 €	72,51 €
Zu zahlender Betrag			213,76 €	40,61 €	254,37 €

Steuern und Abgaben

Beispiele für Anbieterwechsel

GEWERBE STROMPREIS ZUSAMMENSETZUNG

Durchschnittlicher Strompreis für Gewerbekunden in Deutschland



*50.000 kWh Jahresverbrauch

Daten: Bundesnetzagentur

CC BY ND STROM-REPORT

3 Sonderpostenmärkte mit
einem jährlichen
Gasverbrauch von
385.000 kWh

Bisherige Kosten
21.806,00 Euro

Neuer Anbieter
18.538,00 Euro

Ersparnis
3.268,00 Euro (= 15,0%)

Aufgabe 3: Stromanbieterwechsel

Sie arbeiten in einem kleinen Gewerbebetrieb, dessen Strombedarf 95.000 kWh im Jahr beträgt. Die Stromkosten liegen derzeit bei 24 ct/kWh und einem Grundpreis von 16,50 Euro im Monat. Als Energie-Scout möchten Sie einen Anbieterwechsel prüfen und haben hierfür zwei Angebote (inkl. Netzentgelte, Steuern und Abgaben) von Energieversorgern eingeholt:

Stromanbieter A	22,0 ct/kWh	9,95 Euro
Grundpreis pro Monat		

Stromanbieter B	21,0 ct/kWh	14,50 Euro
Grundpreis pro Monat		

a) Für welchen Anbieter entscheiden Sie sich und wie groß sind die möglichen Einsparungen?

Lösung Aufgabe 3: Stromanbieterwechsel

Aktuelle Stromkosten:

$95.000 \text{ kWh/a} \times 24,0 \text{ ct/kWh} = 22.800,00 \text{ Euro/a}$

$16,50 \text{ Euro Grundpreis pro Monat} \times 12 \text{ Monate} = 198,00 \text{ Euro/a}$

Kosten gesamt = 22.998,00 Euro/a

Anbieter A:

$95.000 \text{ kWh/a} \times 22,0 \text{ ct/kWh} = 20.900,00 \text{ Euro/a}$

$9,95 \text{ Euro Grundpreis pro Monat} \times 12 \text{ Monate} = 119,40 \text{ Euro/a}$

Kosten gesamt = 21.019,40 Euro/a

Anbieter B:

$95.000 \text{ kWh/a} \times 21,0 \text{ ct/kWh} = 19.950,00 \text{ Euro/a}$

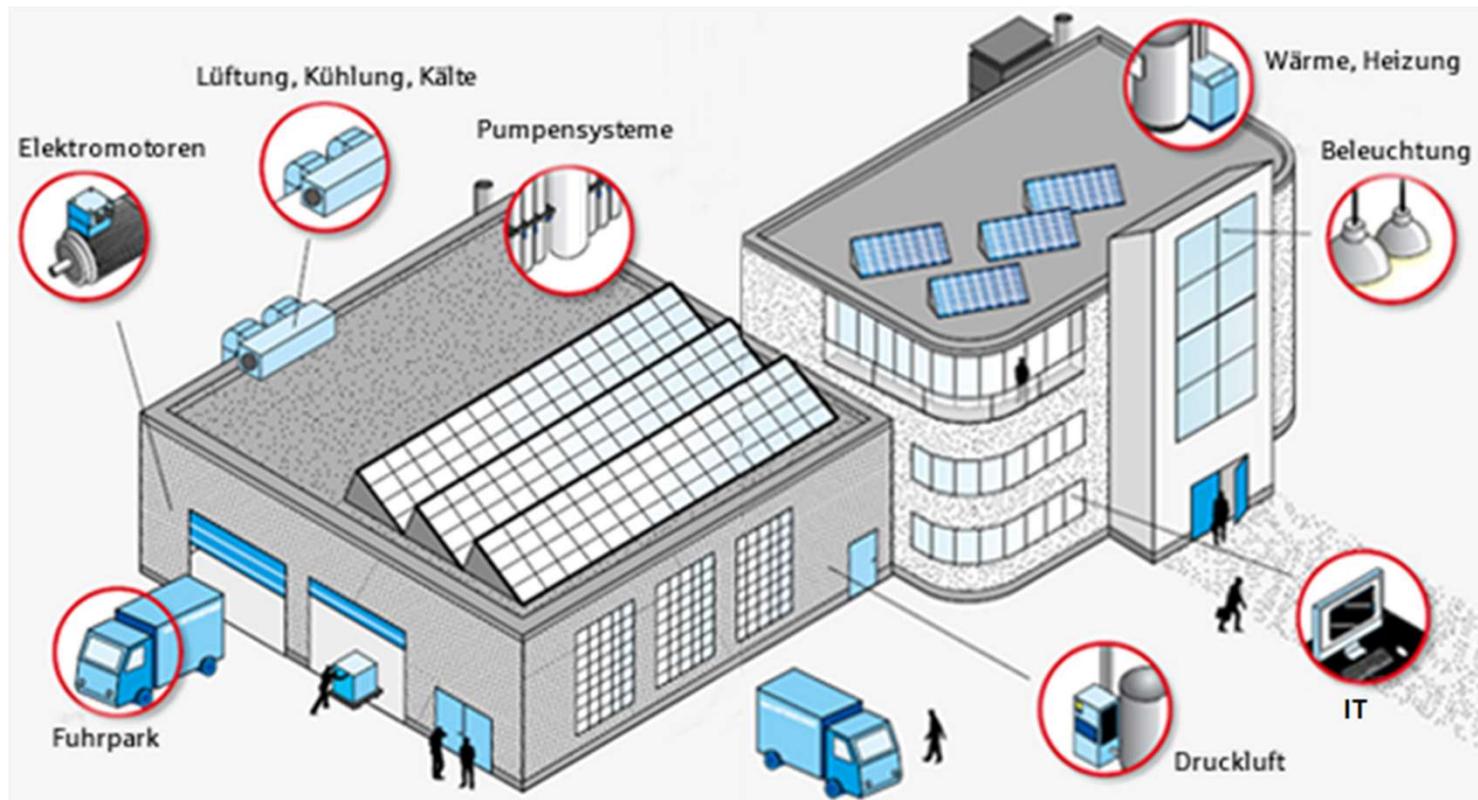
$14,50 \text{ Euro Grundpreis pro Monat} \times 12 \text{ Monate} = 174,00 \text{ Euro/a}$

Kosten gesamt = 20.124,00 Euro/a

Mögliche Einsparungen:

2.874,00 Euro/a = 12,5%

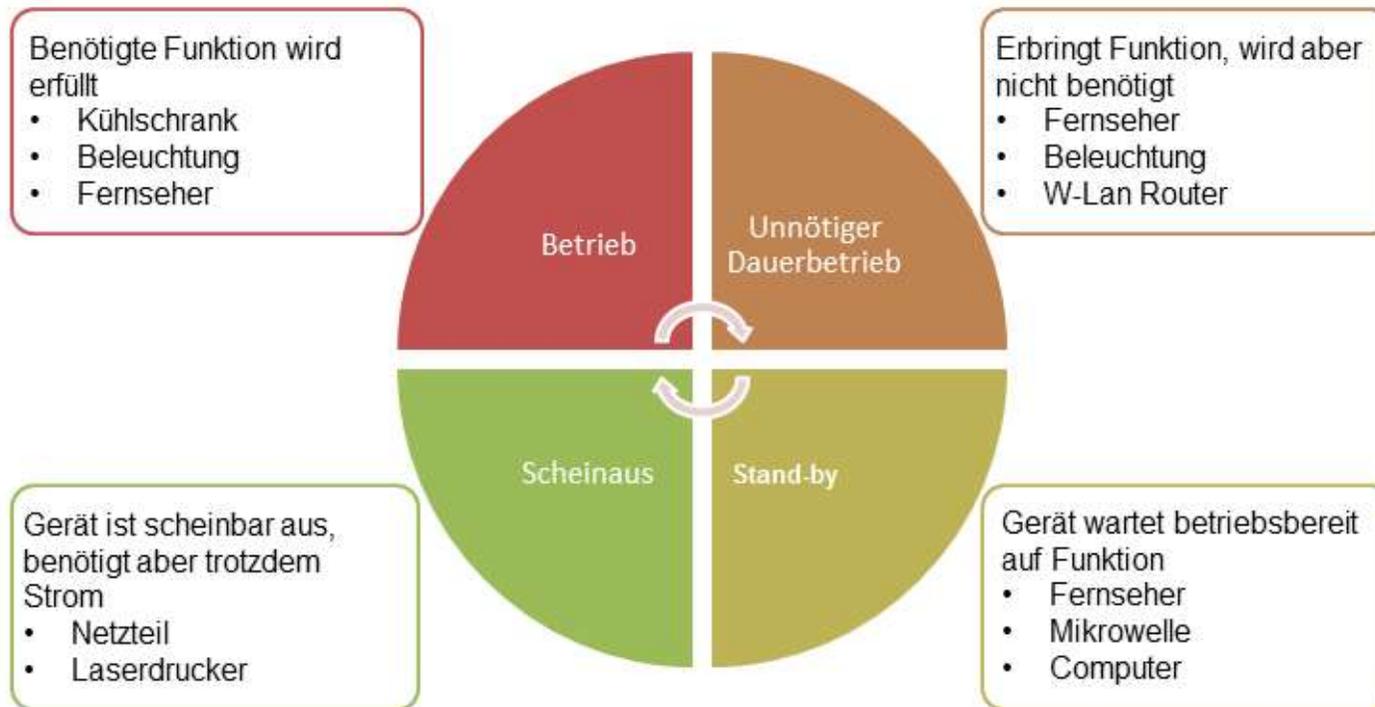
Übersicht Energieoptimierung



Übersicht möglicher Maßnahmen

- | | | | |
|--|----------------------------------|---|--------------------------|
|  | Stand-by |  | Dampferzeugung |
|  | Beleuchtung |  | Prozesswärme |
|  | Druckluft |  | Prozesskälte |
|  | Elektrische Motoren und Antriebe |  | Heizung |
|  | Pumpen |  | Kühlung / Klimatisierung |
|  | Server und Rechner |  | Kraft-Wärme-Kopplung |
|  | Wärmerückgewinnung / Abwärme |  | Stromerzeugung |
|  | Trocknung |  | Dämmung |

Betriebszustände elektrischer Verbraucher



Vermeidung von Stand-by

Stecker ziehen



Abschaltbare Steckerleiste



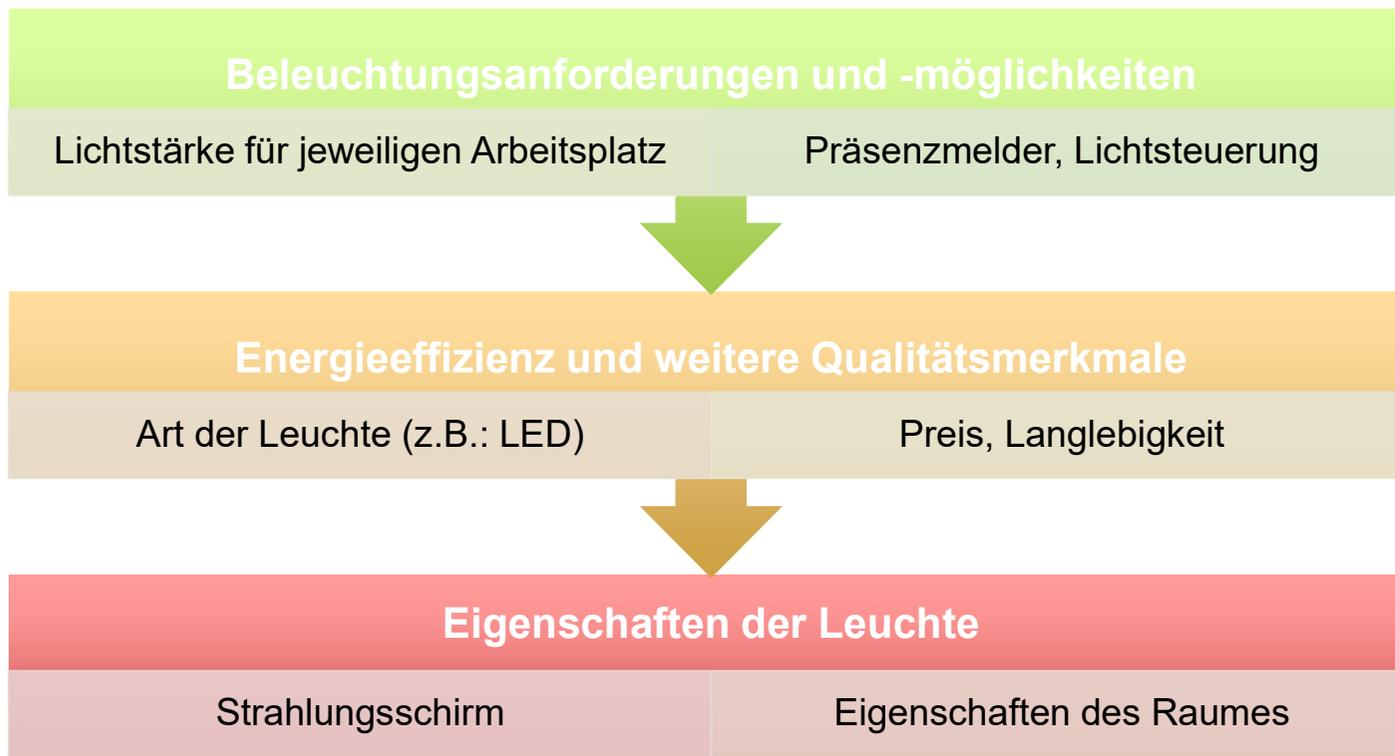
Zeitschaltuhr



Master-Slave-Steckerleiste



Ebenen des Beleuchtungssystems



Nennbeleuchtungsstärke

Art des Innenraums bzw. der Tätigkeit	Nennbeleuchtungsstärke [lux]
Verkehrsflächen und Flure ohne Fahrzeugverkehr	50
Lagerräume mit Suchaufgabe	100
Pausenräume	200
Büroräume je nach Tätigkeit	200 - 750
Schweißarbeiten	300
Nähen, Feinstricken	750
Uhrmacherei	1.500

Übersicht Leuchtmittel

Glühlampe



Halogenlampe



Halogen-Metaldampf Lampe



Energiesparlampe



Leuchtstoffröhre

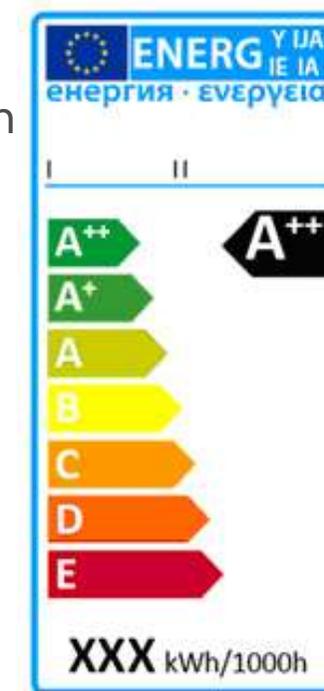


LED



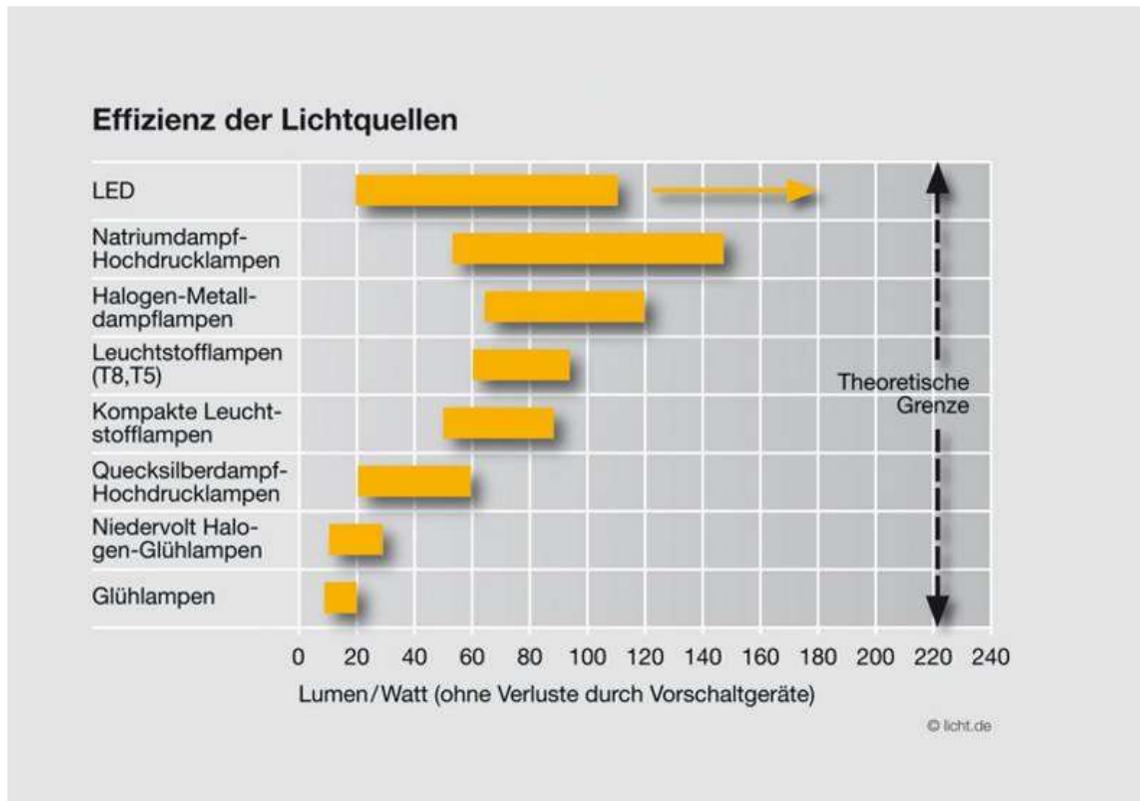
Energieeffizienzklassen

- Verordnung der Europäischen Kommission zur Energieverbrauchskennzeichnung von elektrischen Lampen und Leuchten
- Gültig seit 01. September 2013 für
 - stationäre und Online-Händler
 - für Glühlampen
 - für Leuchtstofflampen
 - Niedervolt- und Reflektorlampen
 - LED-Lampen

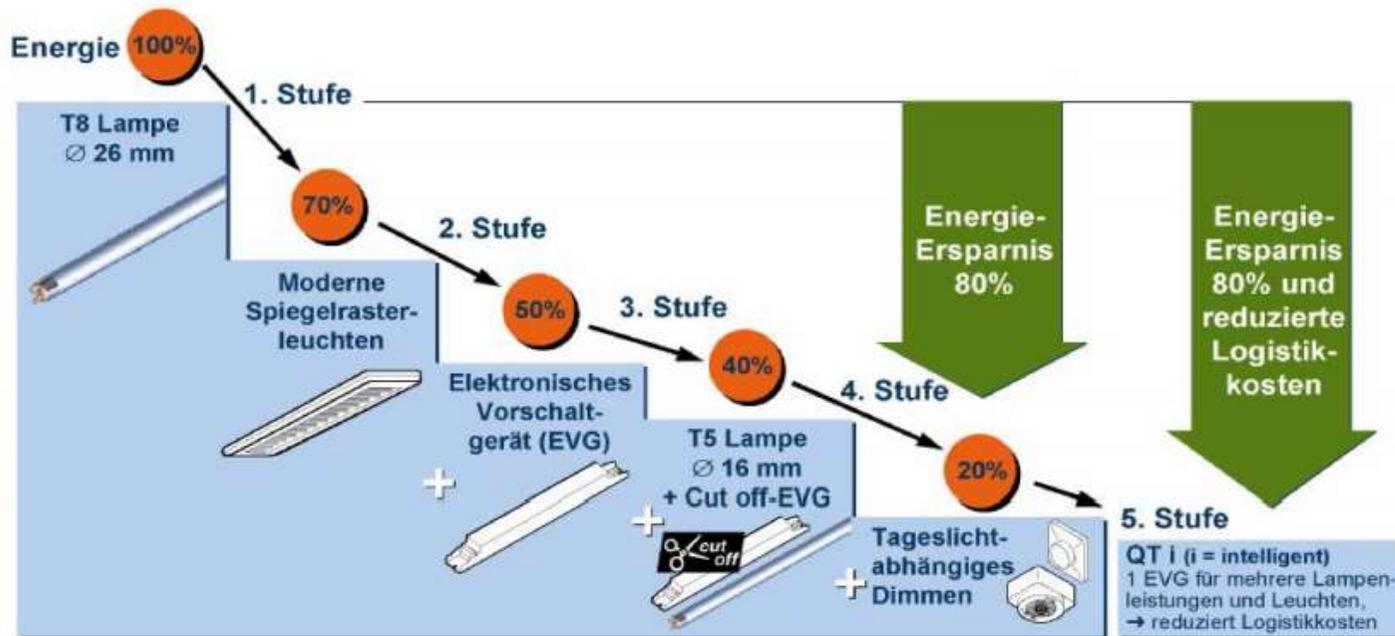


Leuchtmittel	Energieeffizienzklasse
LED	A++ bis A
Energiesparlampe	A
Leuchtstofflampe	A bis B
Halogenlampe	C bis E
Glühlampe	E

Effizienz von Leuchtmitteln



Optimierung des Beleuchtungssystems



Beispiel: Beleuchtungsoptimierung einer Omnibusgarage

- Optimierung einer Omnibus-Tiefgarage in der Stadt Würzburg
- 65 Neonröhren mit 24 Stunden Betrieb
- Austausch durch 116 neue hocheffiziente Neonröhren mit elektronischen Vorschaltgeräten und bedarfsgerechter Beleuchtung (10% der Leuchtleistung, wenn keine Personen in der Tiefgarage sind)
- Einsparung von 76% des Energieverbrauchs
- Hohe Investitionskosten durch Gesamtaustausch der Leuchten



Beleuchtungssanierung: Ersparnis und Amortisation

WAS	WIE VIEL
Investitionskosten	48.770 €
Amortisation	ca. 7 Jahre (statisch)
Energie-Ersparnis	29.900 kWh/Jahr
CO2-Ersparnis	16.400 kg/Jahr
Kosten-Ersparnis	6.900 €/Jahr

Quelle: LEEN

Aufgabe 4: Leuchtenwechsel

Als Energie-Scout entdecken Sie in Ihrem produzierenden Unternehmen alte T8-Leuchtstoffröhren. Sie fragen sich, ob diese nicht durch eine effizientere Beleuchtung getauscht werden könnten. Sie informieren sich weiter und erfahren, dass in Ihrem Betrieb insgesamt 500 Leuchtstoffröhren mit einer Leistung von je 58 W eingesetzt werden. Diese beleuchten die Produktion von Montag bis Samstag im Zwei-Schicht-Betrieb jeweils 16 h lang.

Anschließend holen Sie bei Ihrem lokalen Elektroinstallateur folgende Angebote für einen Leuchtentausch ein:

T8 LED:	22 W/Stück	55 Euro/Stück
T5 HE	35 W/Stück	18 Euro/Stück

- Bitte ermitteln Sie die jährlichen aktuellen Ausgaben für die Beleuchtung in Ihrem Betrieb bei einem Arbeitspreis von 18 ct/kWh.
- Ermitteln Sie anschließend die künftigen jährlichen Einsparungen bei einem Wechsel der Leuchtmittel sowie die Einsparungen des Treibhausgases CO₂ bei einer Emission des deutschen Strommixes von 506 g/kWh.
- Ihr Unternehmen legt intern die Kriterien für eine Investition auf eine Amortisationszeit von 3 Jahren fest. Bitte ermitteln Sie, ob ein Wechsel des Leuchtmittels in Frage kommt und wenn ja, welches?

Lösung Aufgabe 4

- a) Leuchtdauer = 6 Tage / Woche x 52 Wochen x 16 Stunden / Tag = 4.992 Stunden / Jahr
(Annahme: Keine Feiertage und Urlaubstage)
Leistungsaufnahme gesamt = 500 Leuchten x 58 Watt / Leuchte = 29.000 Watt = 29 kW
Energiebedarf gesamt = 29 kW * 4.992 Stunden / Jahr = 144.768 kWh / Jahr
Energiekosten gesamt = 144.768 kWh / Jahr x 0,18 Euro / kWh = 26.058,24 Euro / Jahr
- b) Leistungsaufnahme T8 LED = 500 Leuchten x 22 Watt / Leuchte = 11 kW
Energiebedarf T8 LED = 11 kW x 4.992 Stunden / Jahr = 54.912 kWh / Jahr
Energiekosten T8 LED = 54.912 kWh / Jahr x 0,18 Euro / kWh = 9.884,16 Euro / Jahr
Einsparung T8 LED = 89.856 kWh / Jahr = 16.174,08 Euro / Jahr = 45,5 Tonnen CO₂ / Jahr
- Leistungsaufnahme T5 HE = 500 Leuchten x 35 Watt / Leuchte = 17,5 kW
Energiebedarf T5 HE = 17,5 kW x 4.992 Stunden / Jahr = 87.360 kWh / Jahr
Energiekosten T5 HE = 87.360 kWh / Jahr x 0,18 Euro / kWh = 15.724,80 Euro / Jahr
Einsparung T5 HE = 57.408 kWh / Jahr = 10.333,44 Euro / Jahr = 29,0 Tonnen CO₂ / Jahr
- c) Amortisation = Investitionskosten / jährliche Einsparungen
Amortisation T8 LED = (500 Stück x 55 Euro / Stück) / 16.174,08 Euro / Jahr = 1,7 Jahre
Amortisation T5 HE = (500 Stück x 18 Euro / Stück) / 10.333,44 Euro / Jahr = 0,9 Jahre

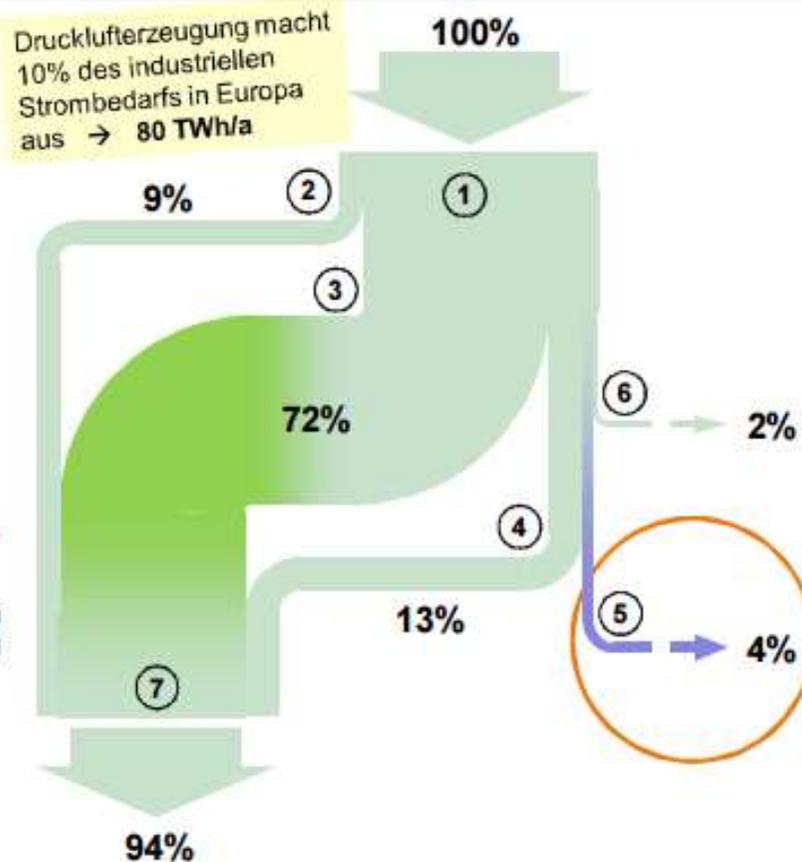
Energieflussdiagramm Druckluft



Energieflussdiagramm

- ① Gesamte elektrische Leistungsaufnahme
- ② Abwärme vom Antriebsmotor, abhängig vom Wirkungsgrad des Motors (88 - 93%)
- ③ Abwärme des Ölkühlers, an den Kühlkreis abgeführt
- ④ Abwärme des Druckluftkühlers
- ⑤ verbleibende Druckenergie (Nutzen)
- ⑥ Abwärme durch Strahlung und Konvektion an die Umgebung
- ⑦ Gesamte nutzbare Wärmeenergie aus den Kühlsystemen zur Warmwassererzeugung

→ Druckluft = teure Energie
→ hohes Abwärmepotenzial



Einsparpotenziale Druckluft

	Anwendbarkeit*	Potenzial**	Beitrag zur Gesamteinsparung***
Anlagen-/Systemtechnik			
Optimierung des Antriebs (Effizienzmotoren)	25%	2%	0,5%
Optimierung des Antriebs (Drehzahlregelung)	25%	15%	3,8%
Kompressormodernisierung	30%	7%	2,1%
Übergeordnete Steuerung	20%	12%	2,4%
Wärmerückgewinnung	20%	20%	4,0%
Optimierung d. Aufbereitung (Kühler, Trockner, Filter)	10%	5%	0,5%
Gesamtanlagenauslegung inkl. Mehrdruckanlagen	50%	9%	4,5%
Reduzierung der Leitungsdruckverluste	50%	3%	1,5%
Optimierung der Verbraucher	5%	40%	2,0%
Anlagenbetrieb und Wartung			
Leckagenreduzierung	80%	20%	16,0%
Regelmäßiger Filterwechsel	40%	2%	0,8%
		Summe	32,9%

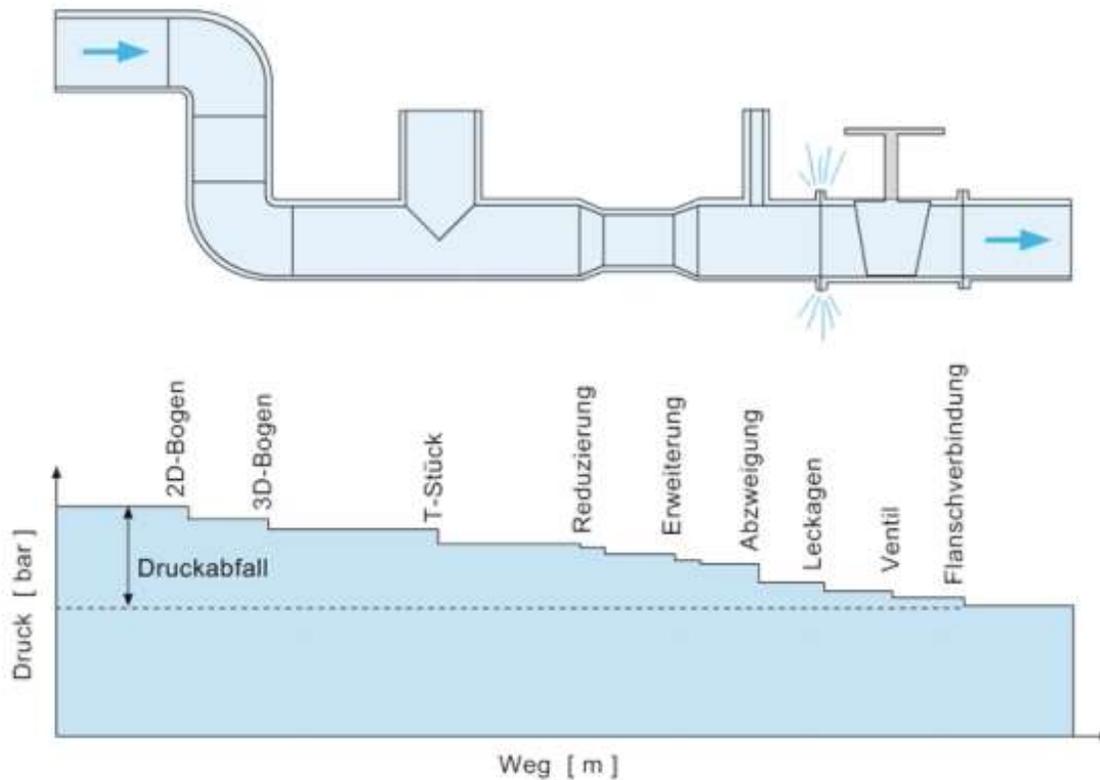
* Anteil der Druckluftsysteme, bei denen die aufgeführte Maßnahme zutrifft und wirtschaftlich umsetzbar ist

** bezogen auf den Jahresenergiebedarf

*** Beitrag = Anwendbarkeit × Potenzial

Leitungsverluste

Druckverlust im Rohr



Leckageverluste

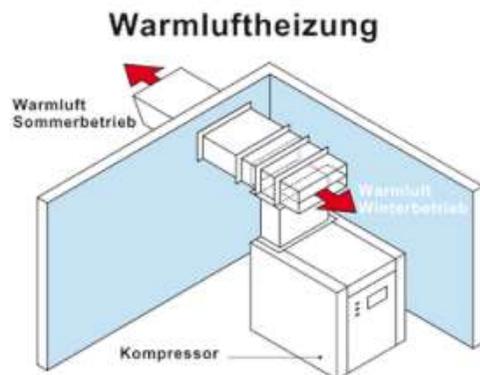
Kosten für Undichtigkeiten im Druckluftnetz:

Lochdurchmesser tatsächliche Größe	mm	Luftverlust l/s bei 6 bar	Energieverlust pro Jahr bei 8.760 Std./a und 0,09 €/kWh KWh	€
	1	1,24	2.891	260,17
	3	11,14	26.017	2.341,55
	5	30,95	72.270	6.504,30
	10	123,80	289.080	26.017,20

Wärmerückgewinnung bei Druckluft

Warmluftheizung

- Die vom Kompressor erwärmte Luft wird über Luftschächte in die Produktionsbereiche geleitet.
 - Geringe Investitionskosten
 - Keine Umrüstung des Kompressors notwendig
 - Abwärme der Motoren wird mitgenutzt
 - Nur kurze Wege und geringe Temperaturniveaus



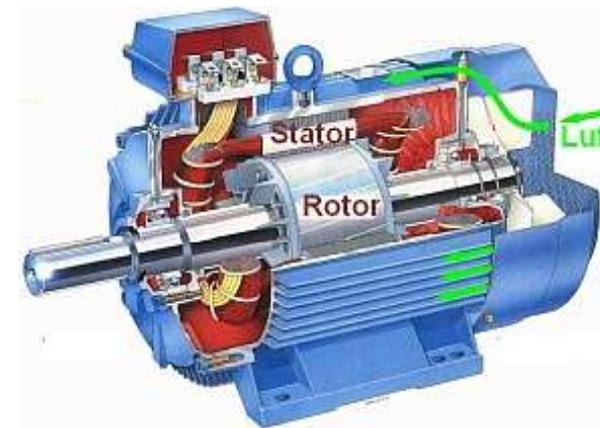
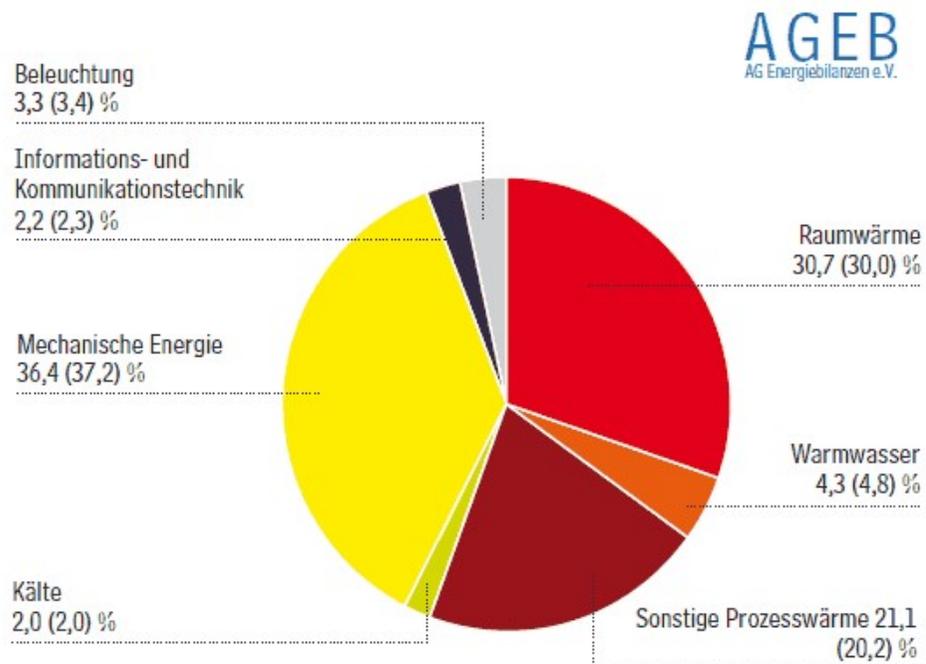
Warmwasserheizung

- Wärmerückgewinnung eines öleingespritzten Kühlers

72 % der Abwärme nutzbar bei einem Temperaturniveau von 90° C
Erwärmung von Brauch- oder Heizungswasser

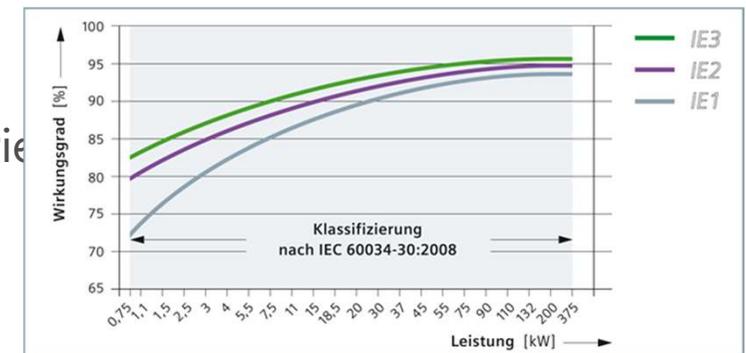


Elektrische Motoren und Antriebe

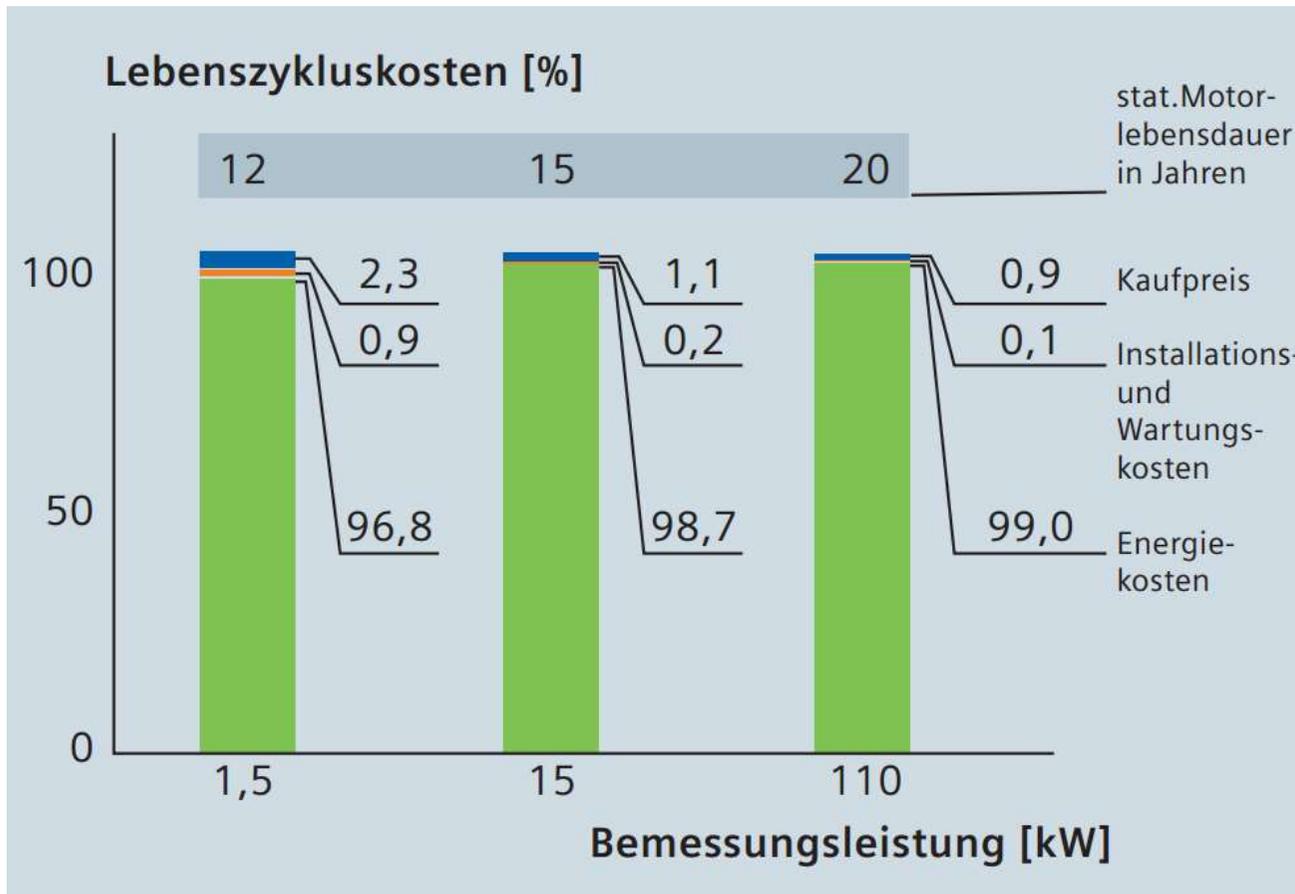


Optimierungspotenziale

- Wirkungsgradverbesserung IE-Klassen
- Optimale Auslegung der Antriebe
- Verwendung von Regelung
- Rückgewinnung von Bremsenergie
- Austausch von Antriebsriemen (Zahnriemen statt Keilriemen)
- Energiesparendes Nutzerverhalten
- Regelmäßige Wartung und Instandhaltung



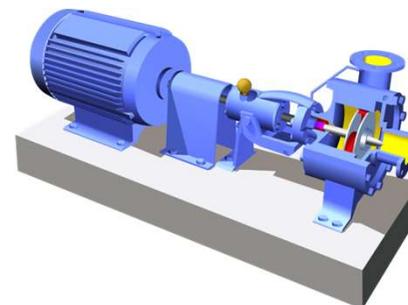
Kostenverteilung elektrische Motoren



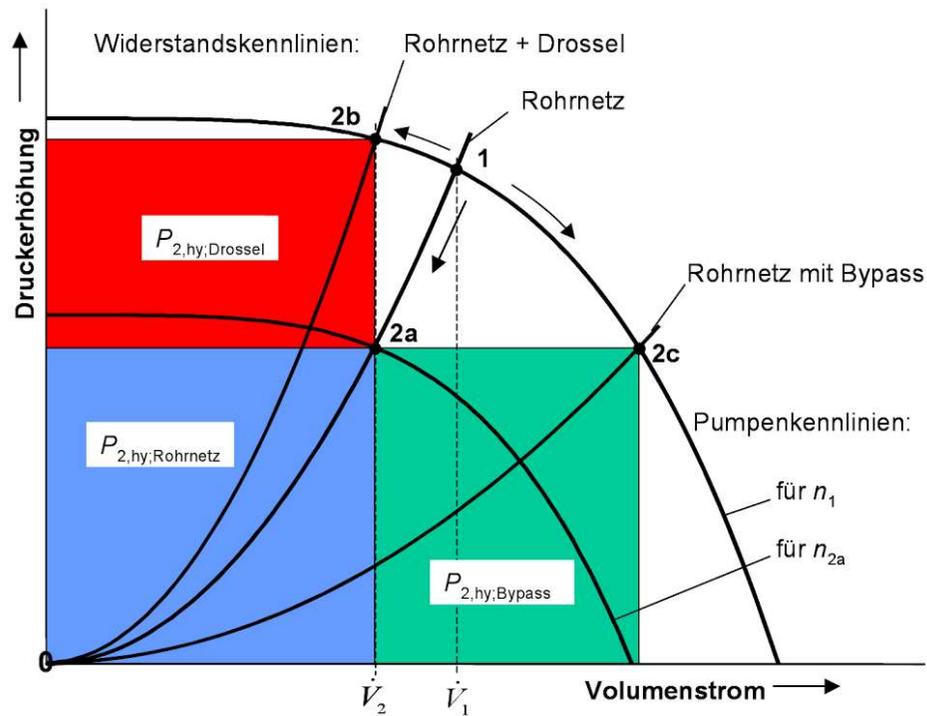
Quelle: Siemens AG, Broschüre „Energieeffiziente Antriebe“

Pumpentypen

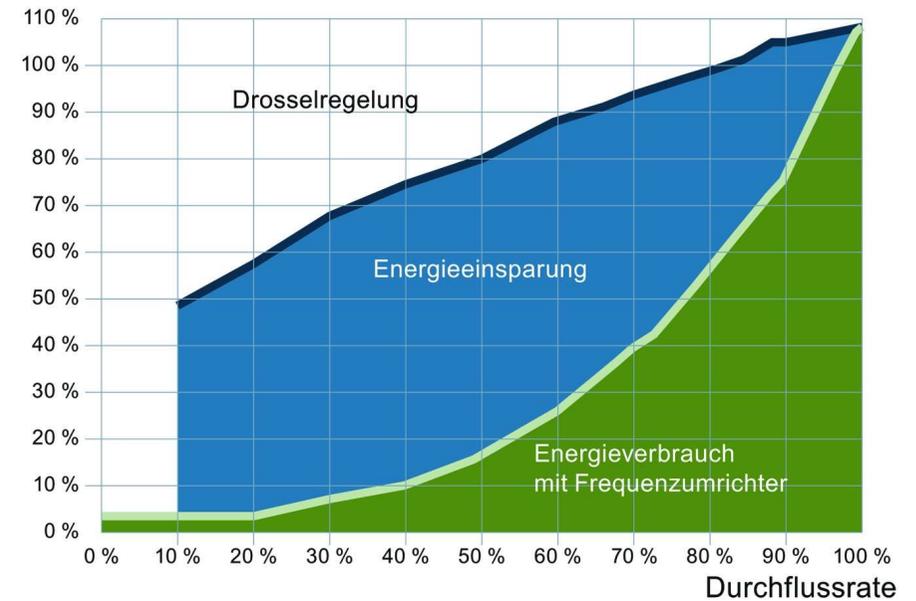
	Fördermenge	Förderhöhe	Einsatzgebiet
Heizungsumwälzpumpen	Gering	bis ~ 18 m	<ul style="list-style-type: none"> • Geschlossener Heizungskreislauf
Zirkulationspumpen	Gering	bis ~ 10 m	<ul style="list-style-type: none"> • Brauchwasserversorgung • Fernwärmesysteme
Inline- oder Blockpumpen	Hoch	bis ~ 50 m	<ul style="list-style-type: none"> • Frisch- und Kühlwasser • Speisewasser • Druckerhaltung • Kondensat



Geregelte Pumpen

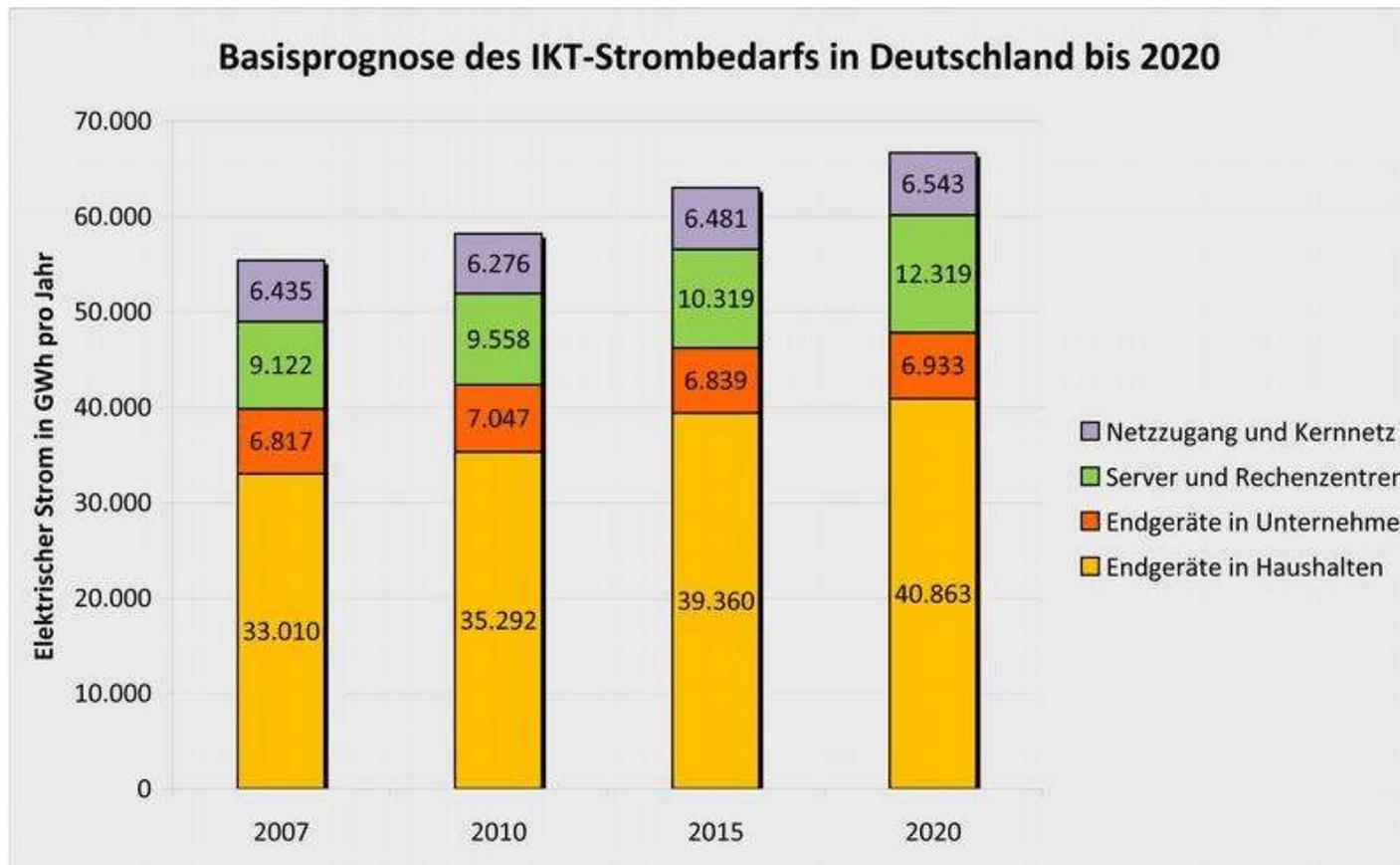


Energieverbrauch



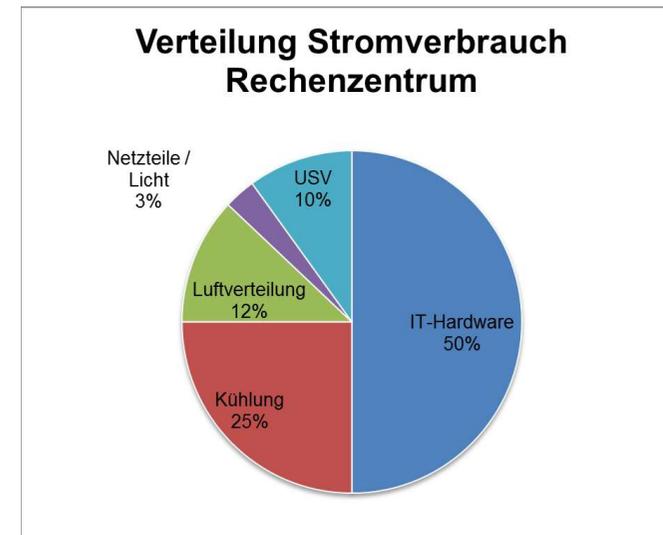
Quelle: Fachbuch „Energieanwendungstechnik“, Manfred Rudolph, Ulrich Wagner; www.ingenieur.de

Energieverbrauch von Servern und Rechnern

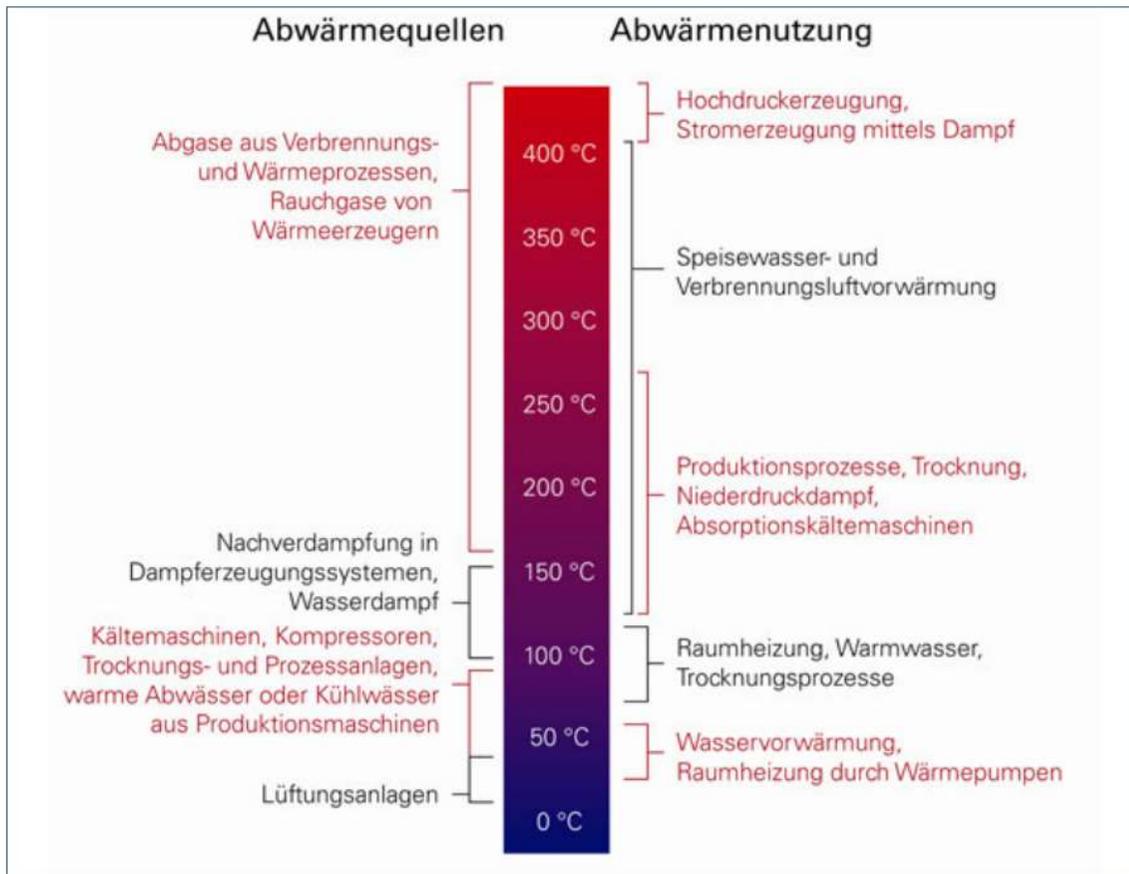


Optimierungsmöglichkeiten

- Kühlung
 - Wartung
 - Regelung
 - Freie Kühlung möglich
 - Abwärmenutzung
- Stromversorgung
 - Austausch USV mit höherem Wirkungsgrad
 - Auslegung der USV
- Endgeräte:
 - Kauf Energieeffizienter Endgeräte
 - Thin-Client Lösungen
 - Löschung nicht mehr benötigter Daten und Vermeidung mehrfacher Datenhaltung



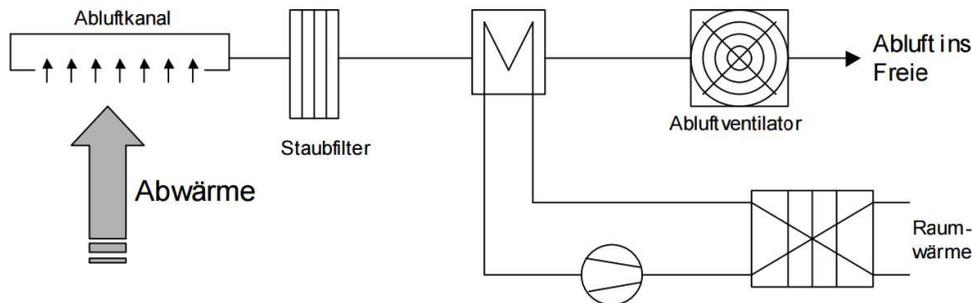
Abwärmennutzung – Quellen von Abwärme



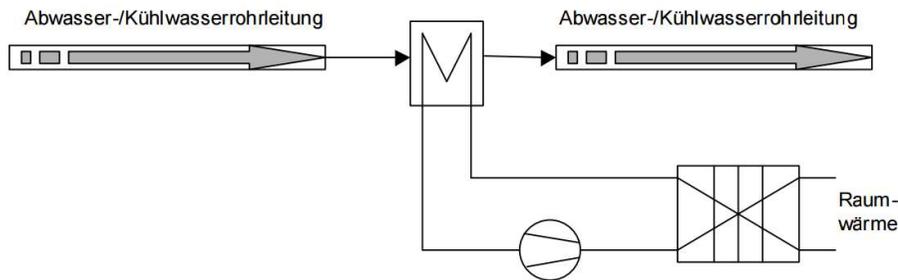
Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Abwärmennutzung im Betrieb“

Passive Abwärmennutzung

1. Passive Abwärmennutzung aus Abluft mit Wärmenetz



2. Passive Abwärmennutzung aus Abwasser mit Wärmenetz

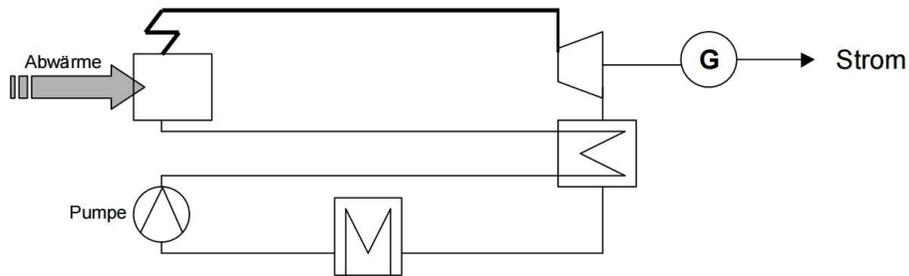


Abwärmennutzung Prozessabluft	
Nutzbare Abwärmemenge	30 bis 90 % der Abluftenergie können zur Vorwärmung der Frischluft oder zur Brauchwarmwasser-/Heiz-/ Prozesswärmeerzeugung zurückgewonnen werden. Das Temperaturniveau der Abluft liegt meist zwischen 40 und 500 °C.
Wirtschaftlicher Einsatz	Die Wärmerückgewinnung rechnet sich ab einer Abluftmenge von etwa 50 m³/h. Die Betriebszeit sollte mehr als 2.000 Stunden in der Heizperiode betragen, optimal ist eine ganzjährige Prozesswärmenutzung.
Spezifischer Investitionsbedarf	80 - 350 €/kWh Abgaswärmeleistung <ul style="list-style-type: none"> große Anlagenleistungen und ein hohes Abwärmetemperaturniveau erfordern geringere Investitionen. kleinere Anlagenleistungen und/oder belastete Abluftströme und /oder niedriges Abwärmetemperaturniveau führen zu höheren Kosten.
Verfahren	Wärmetauscher in Abluftanlagen Gegebenenfalls auch mit Wärmepumpensystemen kombinierbar

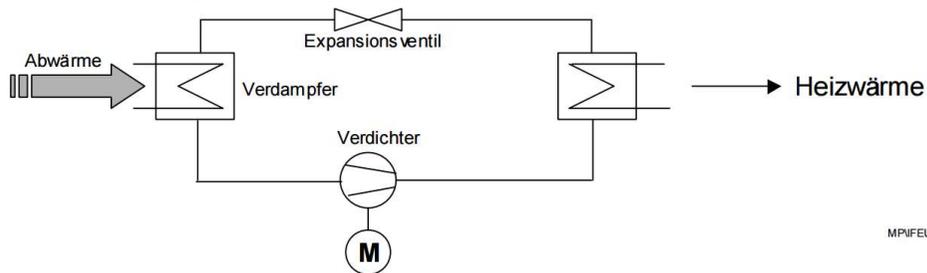
Quelle: ifeu; Bayerisches Landesamt für Umwelt, „Abwärmennutzung im Betrieb“

Aktive Abwärmenutzung

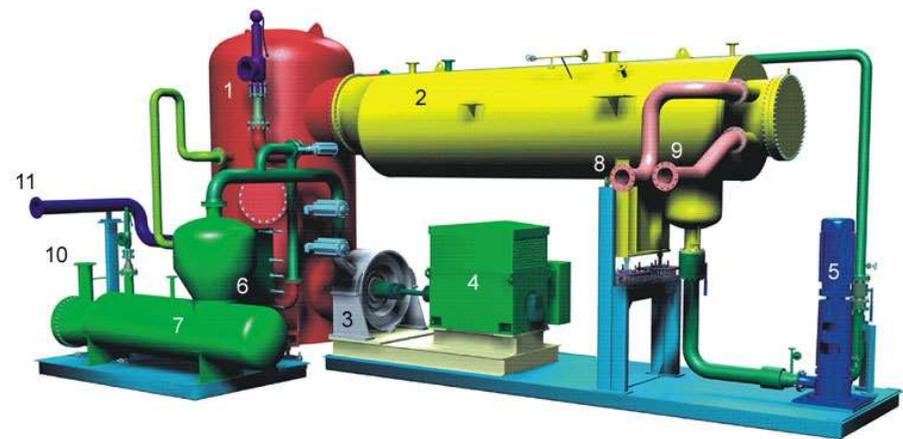
3. Stromerzeugung aus Abwärme



4. Abwärmenutzung mit Wärmepumpen



MP/FEU/INKI 2009



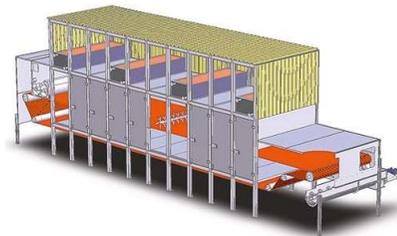
Quellen: ifeu; www.bios-bioenergy.at

Trocknungsverfahren

Trockenschrank



Bandtrockner



Trommeltrockner



Gefriertrockner



Mikrowellentrockner



Heißdampftrockner



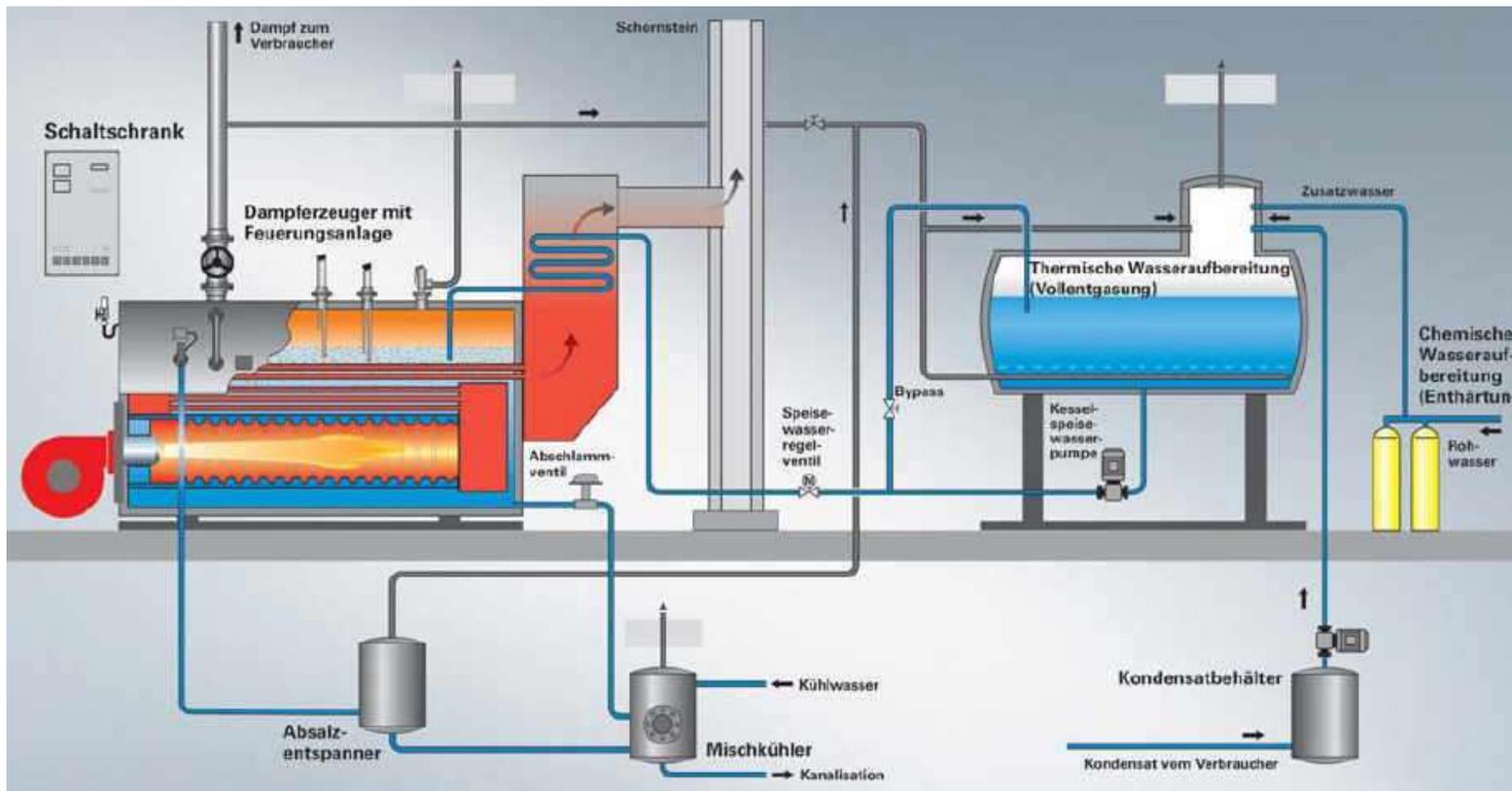
Energieoptimierung Trocknung

- Dämmung der Trocknungsanlage, um Abwärmeverluste zu reduzieren
- Ersatz des Energieträgers durch umweltfreundlicheren und kostengünstigeren Energieträger (Hackschnitzel, Solarthermie, Biogasanlage)
- Abwärmenutzung für und von Trocknungsprozesse/n
- Bessere Regelungen / Sensorik, um Energieverbrauch zu reduzieren und Trocknungsverfahren anzupassen
- Steigerung der Auslastung der Maschine bei nahezu gleichem Energieeinsatz



Quelle: de.wikipedia.org

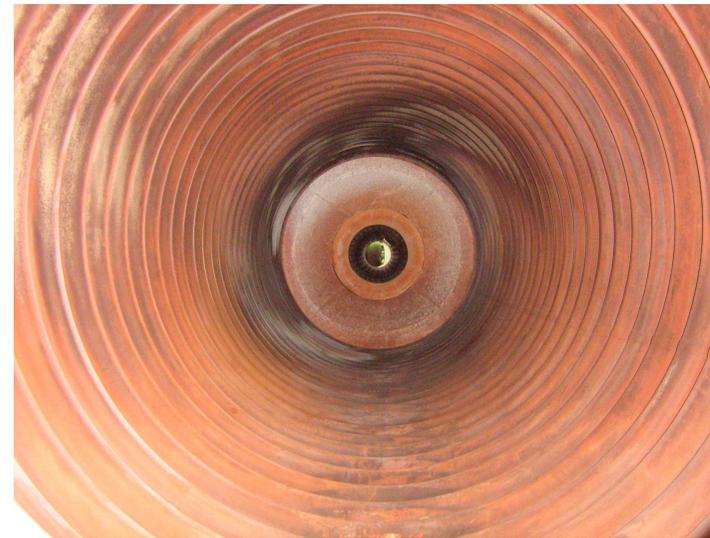
Dampferzeugung



Quelle: www.energiemanagement-und-energieeffizienz.de

Energieoptimierung Dampferzeugung

- Erhöhung der Kondensatrücklauftrate durch die Beseitigung von Leckagen und Kondensatverlusten (Kondensatableiter)
- Nutzung von Restwärme aus Kondensat
- Optimierung von Prozess- und Steuerabläufen
- Isolierung von Rohrleitungen, Nebenaggregaten und Kessel



Einsatzgebiete Prozesswärme

Hochöfen



Härten



Trocknen



Galvanisieren



Lackieren

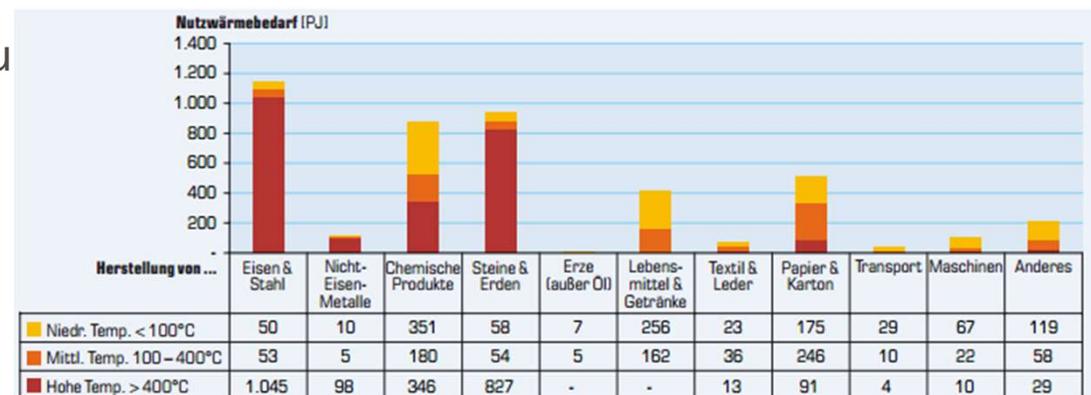


Homogenisieren



Energieoptimierung Prozesswärme

- Substitution des Energieträgers
- Nutzung von Abwärme
- Wärme besser in Gut leiten (z. B. Induktionshärten)
- Reduktion der Leerlaufverluste
- Prozessänderungen
- Bessere Isolation
- Optimierung der Steuerung und Regelung



Energieoptimierung Prozesskälte

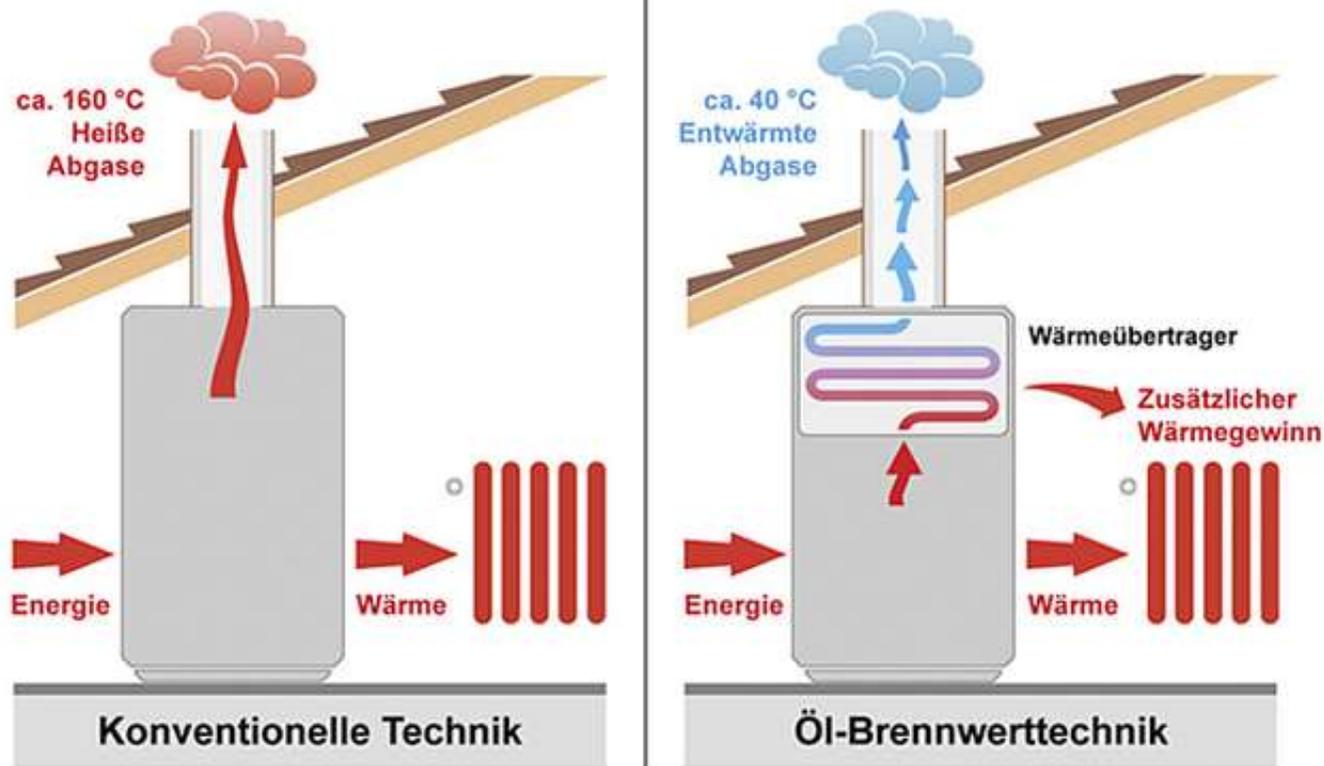
- Vermeidung unnötiger innerer Wärmelasten
- Vermeidung unnötiger äußerer Wärmelasten
- Kühltemperatur nicht tiefer wählen als unbedingt nötig
- Regelmäßige Wartung und Reinigung
- Wärmedämmung
- Regelmäßiges Abtauen
- Richtige Dimensionierung der Kälteanlagen



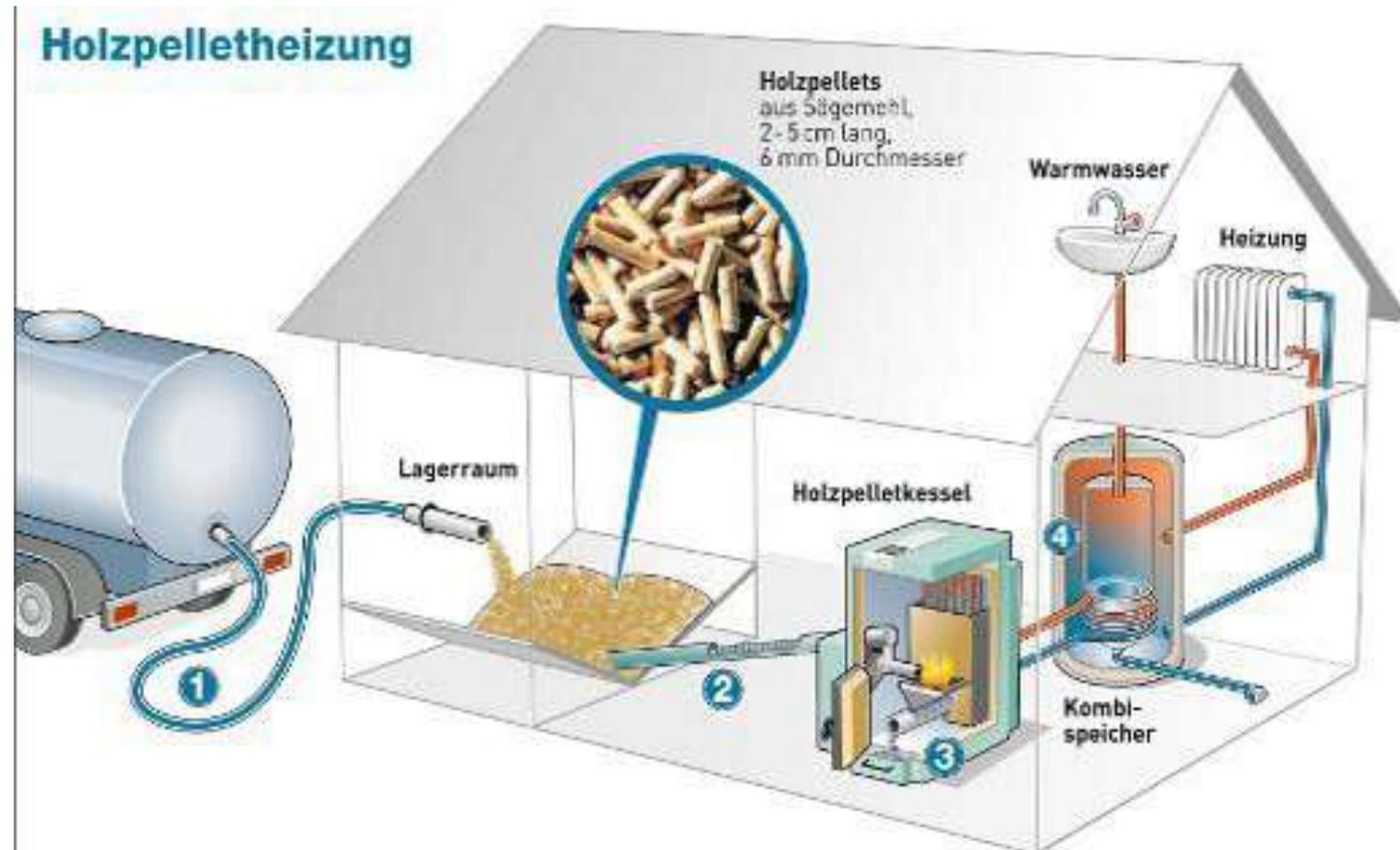
Heizungstechnik

				
Fossile Energieträger	Kraft-Wärme- Kopplung	Biomasse	Solarenergie	Umweltwärme

Brennwerttechnik



Pelletkessel

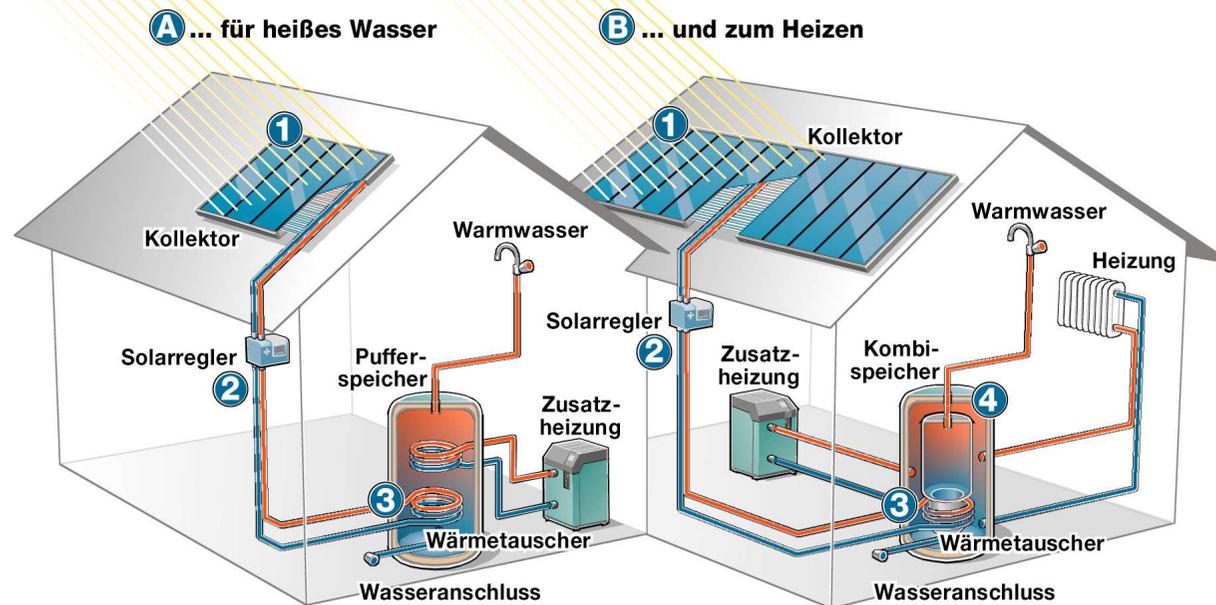


Hackschnitzelheizung



Solarthermie – Kombispeicher

Wärme von der Sonne ...



① Sonnenstrahlen erwärmen den Kollektor und die darin enthaltene Wärmeträgerflüssigkeit.

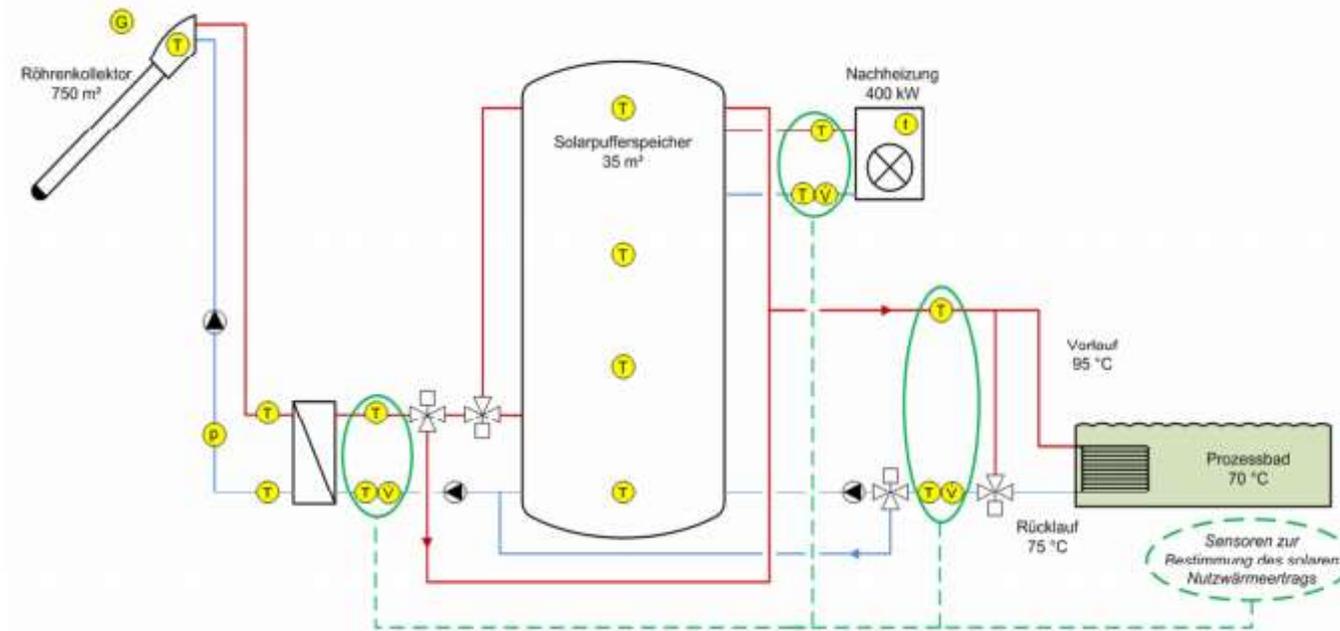
② Die bis zu 90° C heiße Flüssigkeit zirkuliert zwischen Kollektor und Pufferspeicher.

③ Der Wärmetauscher gibt Solarwärme an das Wasser im Pufferspeicher ab.

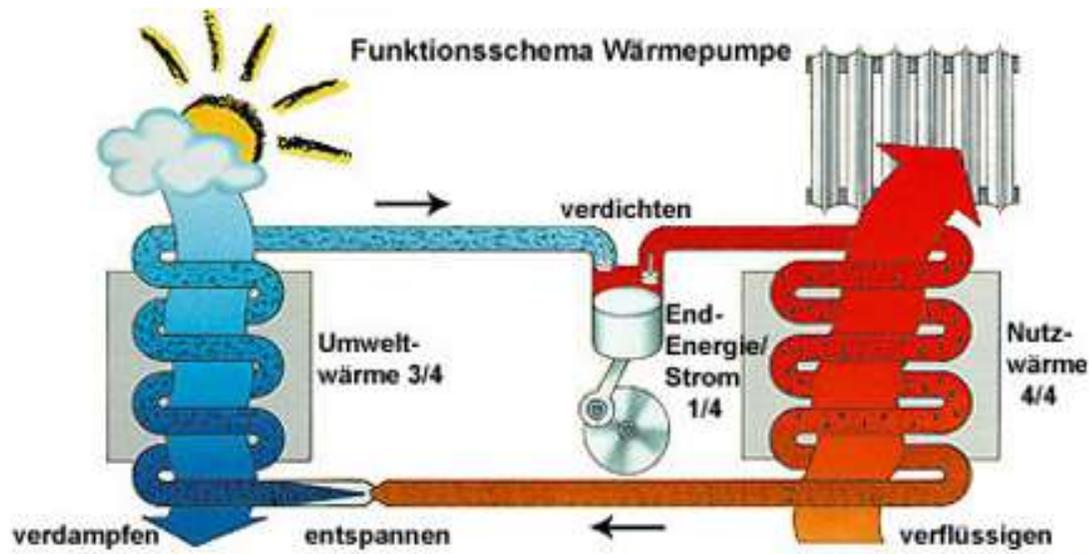
④ Der Pufferspeicher stellt die Wärme auch nachts und an kalten Tagen zur Verfügung.



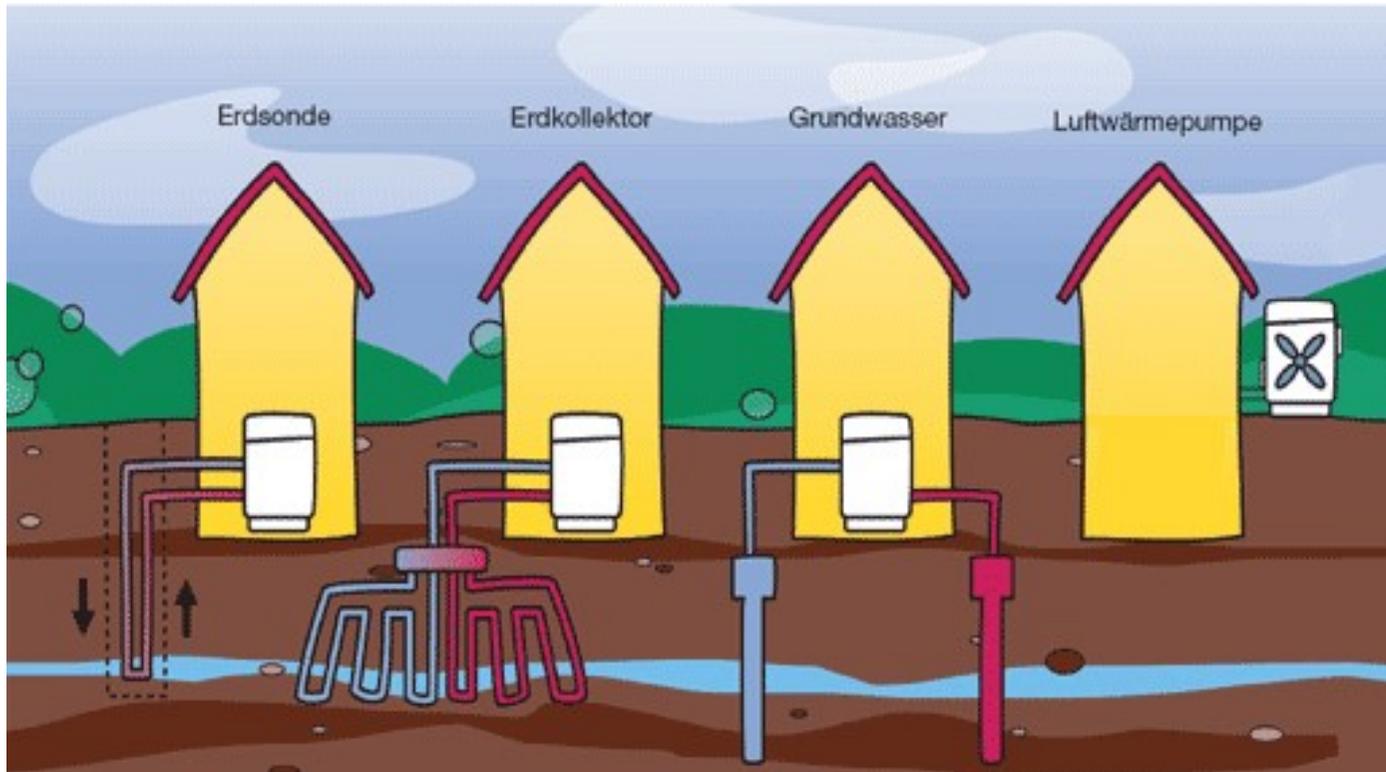
Solarthermie – Prozesswärme



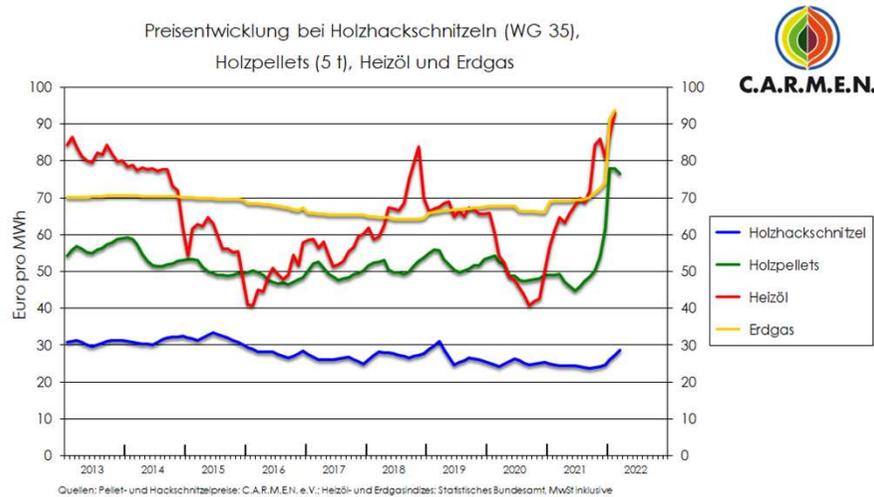
Wärmepumpe



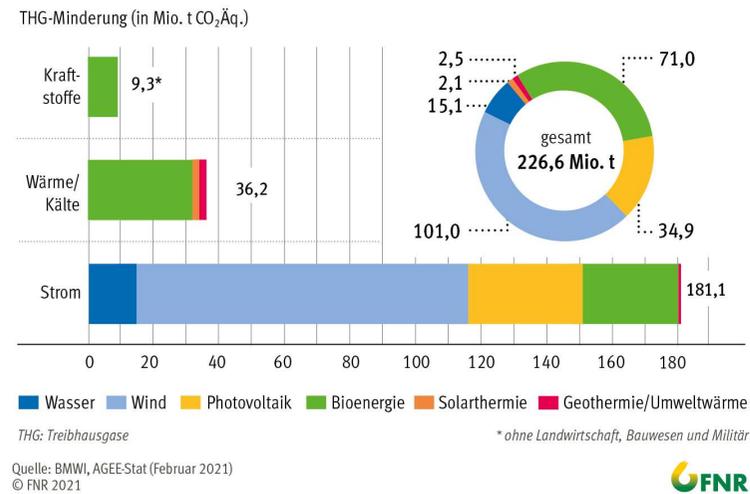
Nutzbare Wärmequellen Umweltwärme



Vergleich der Energieträger

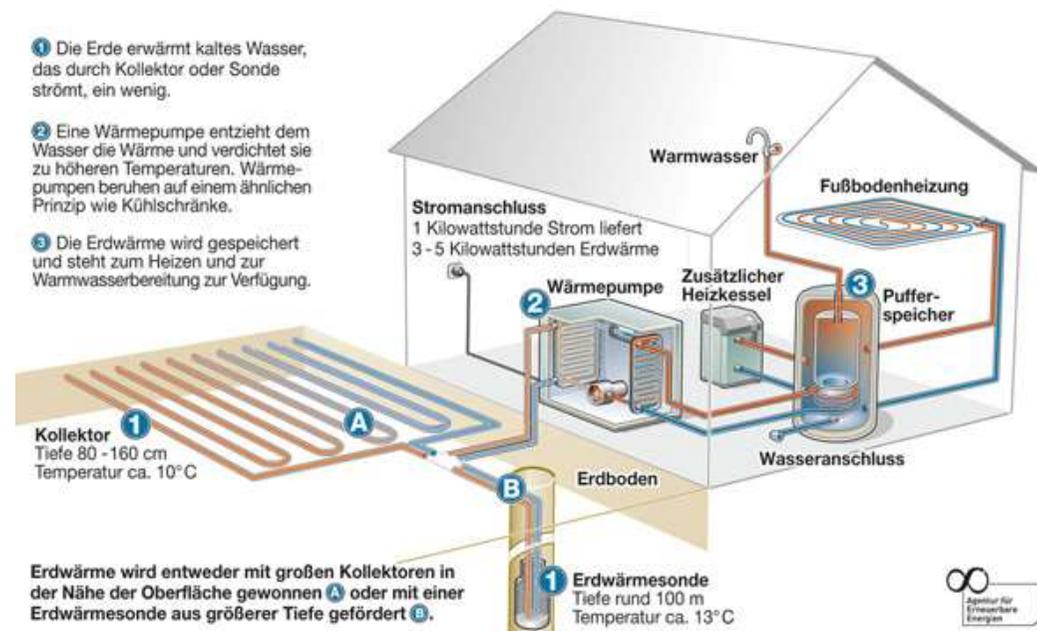


Reduktion von Treibhausgas-Emissionen durch erneuerbare Energien 2020



Optimierung Heizungssystem

- Austausch Energieträger
- Effizienter Erzeuger
- Auslegung an Bedarf
- Anpassung Vorlauftemperaturen
- Regelungssystem
- Isolation Leitungen und Speicher
- Effiziente Heizungsumwälzpumpe
- Hydraulischer Abgleich



Einflussfaktoren bei raumlufttechnischen Anlagen

Temperatur

- Operative Raumtemperatur
- Lufttemperatur
- Fläche: Konvektion
- Fläche: Strahlung
- Gradienten

Feuchte

- relativ
- absolut

Luftgeschwindigkeit

- Raum: Austritt
- Raum: Aufenthalt
- Luftleitung

Einflussparameter der RLT auf Gesundheit und Komfort



Luftqualität

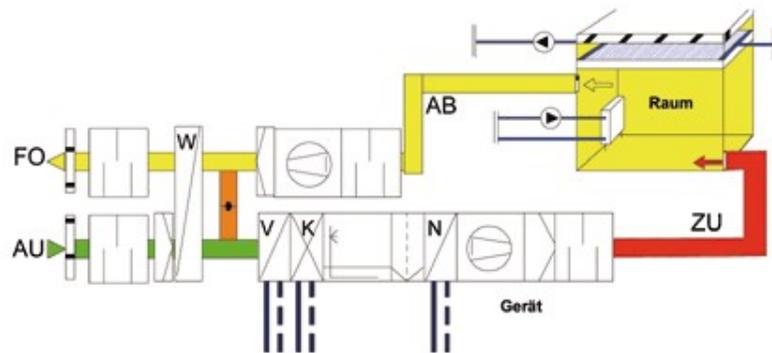
- O₂ und CO₂
- Staub/Feinstaub
- Gerüche
- Erreger

Akustik

- Luftschall
- Körperschall
- Vibrationen

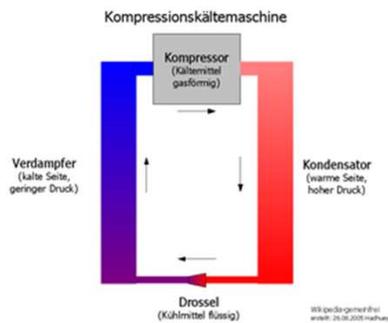
Psyche/Placebo

Raumluftechnische Anlagen

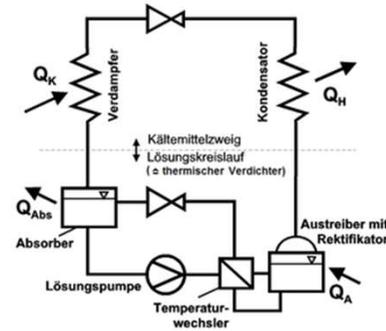


Übersicht Kältemaschinen

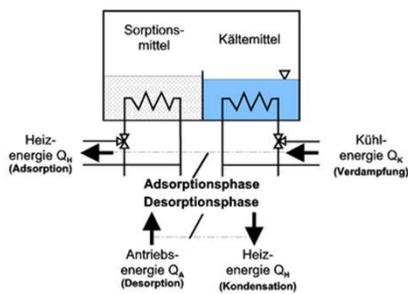
Kompressionskältemaschine



Absorptionskältemaschine



Adsorptionskältemaschine

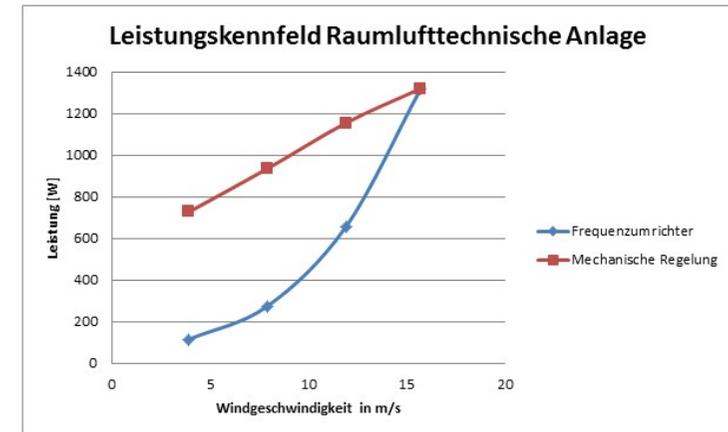


Peltierelement



Optimierung von raumluftechnischen Anlagen

- Wärmerückgewinnung bzw. im Sommer Kälterückgewinnung
- Frequenzregelung Ventilator (siehe Diagramm)
- Leckagebehebung an raumluftechnischen Anlagen und Luftkanalsystem
- Wartung und Optimierung Luftkanalsystem
- Optimierung Regelungssystem
- Bedarfsgerechte Lüftung durch Messung / Natur
- Kälteerzeugung mittels Abwärme (Absorption und Adsorption)



Wärmerückgewinnsystem	Rückwärmezahl Phi (ohne Kondensation)	Gesamtkosten einsch. Installation (€ / 1.000 m ³ /h)
Platten-WT	45 - 65 %	300 - 600
Kreislaufverbundsystem	40 - 70 %	600 - 1.300
Wärmerohr	35 - 70 %	600 - 1.300
Rotations-WT	65 - 80 %	500 - 700

Kraft-Wärme-Kopplung

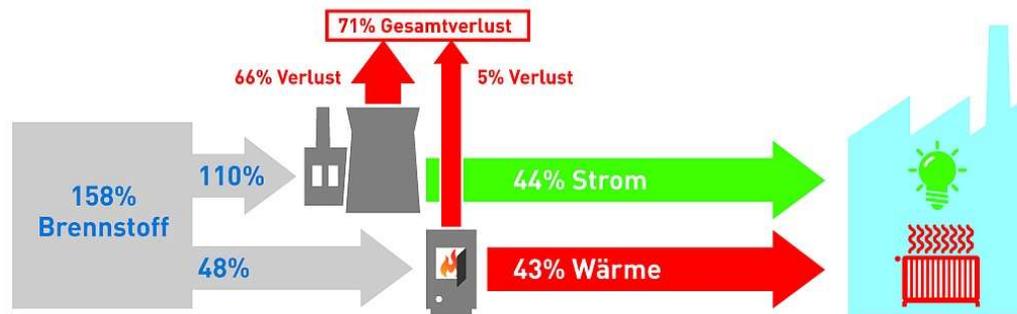
Kraft-Wärme-Kopplung

[Blockheizkraftwerk]

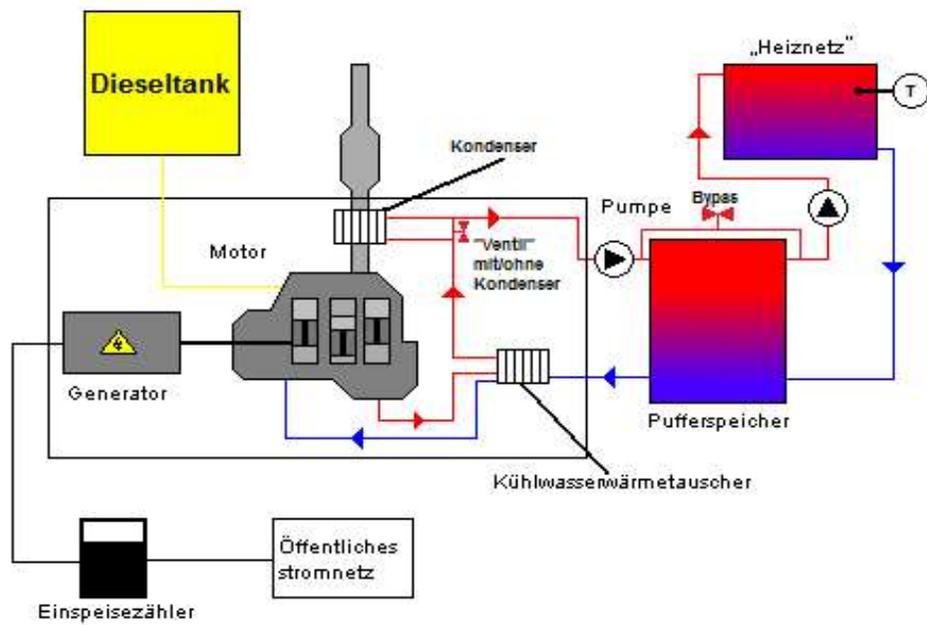


Getrennte Erzeugung

[Strom im Kraftwerk, Wärme im Kessel]

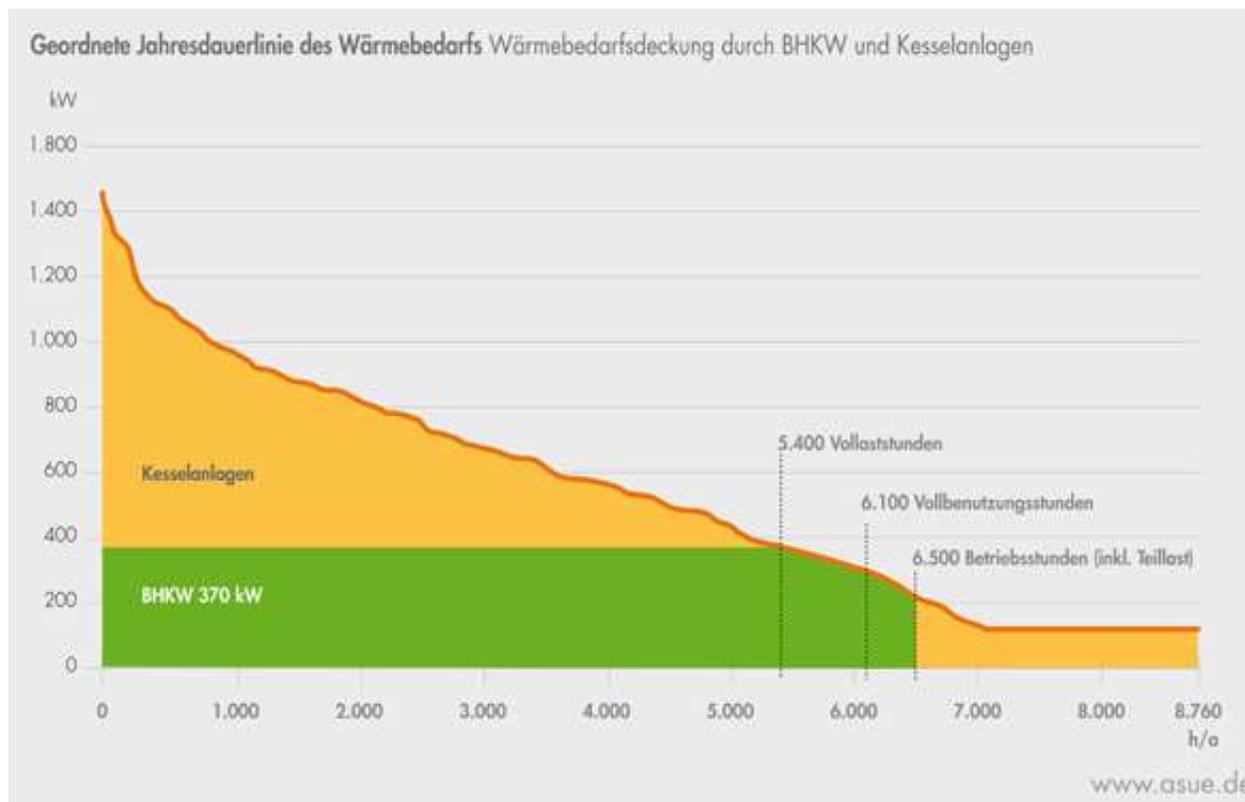


Aufbau Block-Heiz-Kraftwerk



Quelle: Benjamin Friedle (beide)

Auslegung BHKW



Aufgabe 5: Blockheizkraftwerk

Sie arbeiten in einem Hotel mit einem jährlichen Wärmebedarf von 300.000 kWh und einem Strombedarf von 120.000 kWh. Ihre Wärme erzeugen Sie mit einer Gastherme und einem Arbeitspreis von 6 ct/kWh. Ihren Strom beziehen Sie ausschließlich aus dem Stromnetz für 20 ct/kWh. Von einem örtlichen Handwerker liegt Ihnen ein Angebot für ein BHKW mit einer elektrischen Leistung von 15 kW (die vollständig eigenverbraucht werden kann) und einer thermischen Leistung von 40 kW vor. Der Gesamtwirkungsgrad beträgt 85% und die Investitionskosten belaufen sich auf 35.000 Euro. Laut Berechnungen des Handwerkers würden Sie im Jahr auf ca. 4.500 Vollbenutzungsstunden kommen.

- a) Bitte berechnen Sie die jährlich erzeugte Strom- und Wärmemenge aus dem BHKW.
- b) Ermitteln Sie anschließend die benötigte jährliche Gasmenge in kWh.
- c) Ermitteln Sie dann die jährliche Einsparung für Ihr Hotel.
- d) Im letzten Schritt berechnen Sie für eine Investitionsentscheidung die

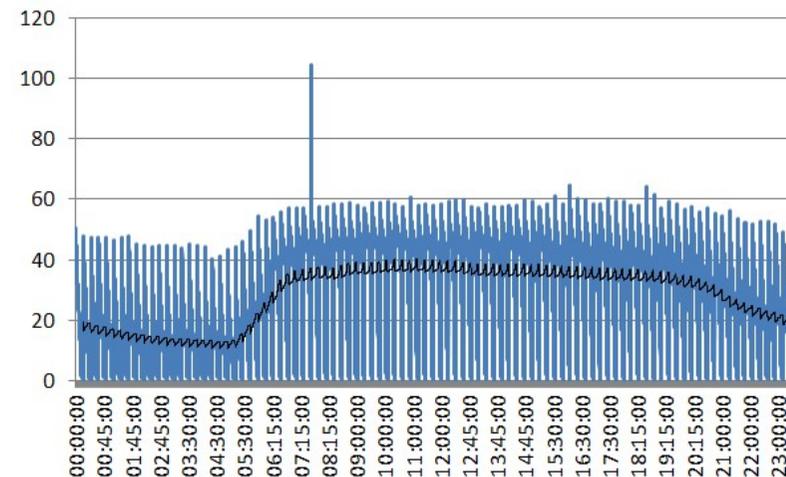
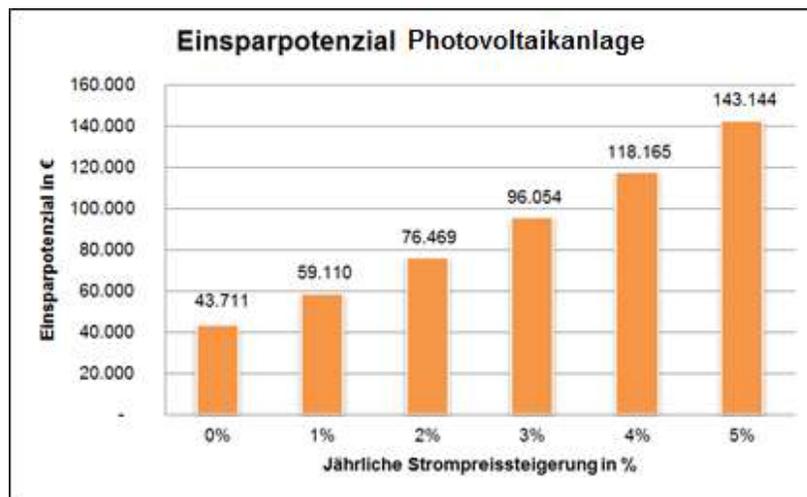
Lösung Aufgabe 5

- a) Strommenge BHKW = $15 \text{ kW} \times 4.500 \text{ Vollbenutzungsstunden} = 67.500 \text{ kWh/a}$
Wärmemenge BHKW = $40 \text{ kW} \times 4.500 \text{ Vollbenutzungsstunden} = 180.000 \text{ kWh/a}$
- b) Gasmenge BHKW = $(\text{Strommenge BHKW} + \text{Wärmemenge BHKW}) / \text{Wirkungsgrad}$
Gasmenge BHKW = $(67.500 \text{ kWh/a} + 180.000 \text{ kWh/a}) / 85\% = 291.176 \text{ kWh/a}$
- c) Einsparung Strom = $\text{Strommenge BHKW} \times \text{Arbeitspreis Strom}$
Einsparung Strom = $67.500 \text{ kWh} \times 20 \text{ ct/kWh} = 13.500 \text{ Euro/a}$
Mehrkosten Gas = $(\text{Gasmenge BHKW} - \text{Wärmemenge BHKW}) \times \text{Arbeitspreis Gas} =$
 $(291.176 \text{ kWh/a} - 180.000 \text{ kWh/a}) \times 6 \text{ ct/kWh} = 6.670,56 \text{ Euro}$
Einsparung BHKW = $\text{Einsparung Strom} - \text{Mehrkosten Gas}$
 $= 13.500 \text{ Euro/a} - 6.670,56 \text{ Euro/a} = 6.829,44 \text{ Euro/a}$
- d) Amortisationszeit = $\text{Investitionskosten} / \text{Einsparung BHKW}$
 $= 35.000 \text{ Euro} / 6.829,44 \text{ Euro/a} = 5,1 \text{ Jahre}$

Stromerzeugung – Beispiel Eigenverbrauch Photovoltaik

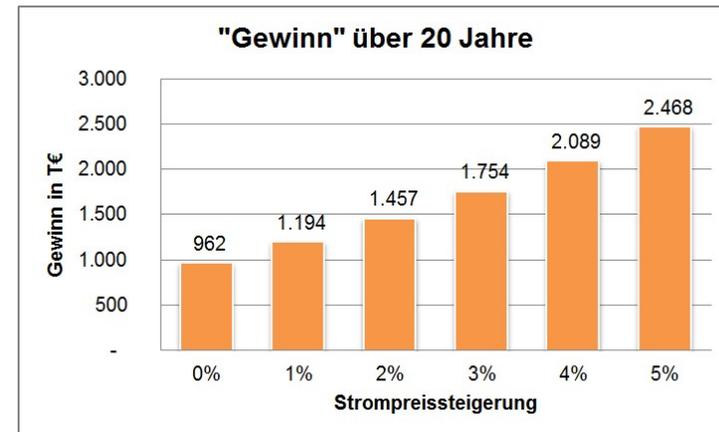


- CNC-Schleiferei
- PV-Anlage mit 80 kWp (108 TEuro)
- Eigenverbrauch ca. 70%
- Strombezugskosten 16 ct/kWh
- Stromgestehungskosten 10 ct/kWh



Stromerzeugung – Beispiel Windenergienutzung in einem Wasserwerk

- 2,6 Mio. kWh Strombedarf, nahezu Grundlast
 - Aufbereitung von Trinkwasser
 - Förderung von Trinkwasser
- Eigenenergieerzeugung durch Windenergie
- Enercon E-53 mit 73 m Nabenhöhe
- **Kostensparnis** durch Senkung des Bezugspreises von 13,628 ct/kWh auf 8,3 ct/kWh
- P-75-Ertrag netto von 1.208 MWh/a
- **Eigenverbrauchsquote 73%** (p-50-Ertrag)
- **Einsparung von 960.000 €** in 20 Jahren ohne Inflation
- **Baukosten 1,39 Mio. €**
- **Inbetriebnahme November 2015**

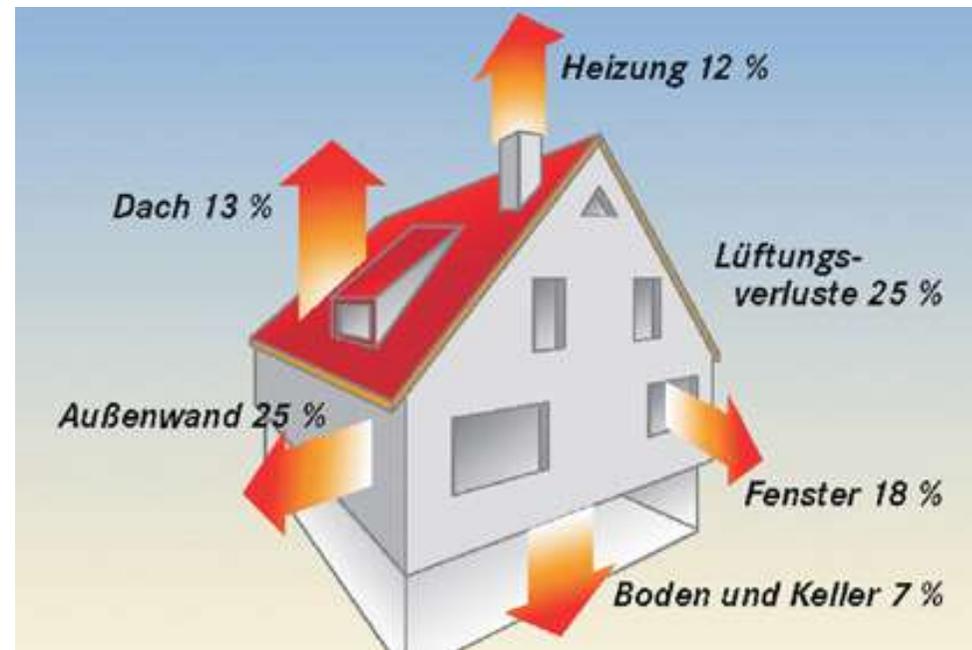


Gebäudedämmung

Energieeffizienzklassen in Energieausweisen für Wohngebäude ab Mai 2014

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf oder Endenergieverbrauch*	Ungefähre jährliche Energiekosten pro Quadratmeter Wohnfläche**
A+	unter 30 kWh/(m ² a)	weniger als 2 Euro
A	30 bis unter 50 kWh/(m ² a)	3 Euro
B	50 bis unter 75 kWh/(m ² a)	5 Euro
C	75 bis unter 100 kWh/(m ² a)	7 Euro
D	100 bis unter 130 kWh/(m ² a)	9 Euro
E	130 bis unter 160 kWh/(m ² a)	12 Euro
F	160 bis unter 200 kWh/(m ² a)	15 Euro
G	200 bis unter 250 kWh/(m ² a)	18 Euro
H	über 250 kWh/(m ² a)	20 Euro und mehr

Anmerkungen: * Ist bei einem vor dem 1. Mai 2014 ausgestellten Energieausweis der Warmwasserverbrauch nicht enthalten, muss der auf dem Ausweis genannte Energieverbrauchskennwert um eine Pauschale von 20,0 kWh/(m²a) erhöht werden. ** Die berechneten Energiekosten sind Durchschnittswerte, die je nach Lage der Wohnung und individuellem Verbrauch stark abweichen können. Angenommene Kosten: 8 ct je Kilowattstunde Brennstoff, das entspricht circa 80 ct je Liter Heizöl. **Quelle: Verbraucherzentrale NRW**



Übersicht möglicher Dämmstoffe I

Glaswolle



- + kostengünstig
- + geringes Gewicht, großes Volumen
- + hohe Resistenz gegen Witterung
- Schmelzen bei Brand
- Hautreizungen
- Entsorgung

Steinwolle



- + kostengünstig
- + hoher Wärmeschutz im Sommer
- + kein Schmelzen bei Brand
- Nachteile bei Nässe
- Hautreizungen
- Entsorgung

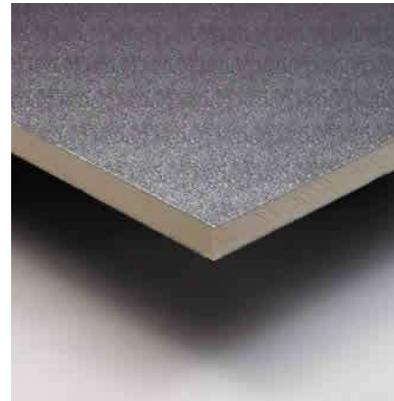
Übersicht möglicher Dämmstoffe II

Polystyrol



- + wetterbeständig
- + einfache Handhabung
- + guter Wärmeschutz
- nicht UV-stabil
- brennbar
- Entsorgung

PUR-Hartschaum



- + sehr guter Wärmeschutz
- + unverrottbar
- + resistent
- nicht UV-stabil
- hoher Energieaufwand
- Entsorgung

Übersicht möglicher Dämmstoffe III

Holzwole



- + ökologisch / heimisch
- + nachwachsender Rohstoff
- + gute Schallisolierung
- hohes Gewicht
- keine gute Wärmedämmung
- kostenintensiv

Hanf

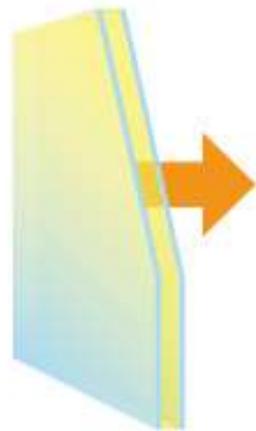


- + ökologisch
- + nachwachsender Rohstoff
- + gute Wärmedämmung
- teilweise Polyesterfasern
- leicht entflammbar
- kostenintensiv

Fenstersanierung



Einfachverglasung
U-Wert meist über
5 W/qmK



Isolierverglasung
U-Wert von 2,5
bis 3 W/qmK



**Wärmeschutz-
verglasung**
U-Wert von 1,1
bis 1,3 W/qmK



Dreifachverglasung
U-Wert von 0,8 bis
0,4 W/qmK

Potenziale für weniger Energieverbrauch

Energie-Scouts

Erstellt von Erik Bodenstein, zuletzt geändert von Stefanie Tornow am 14.12.2021



Was sind die Energie-Scouts?

Energie-Scouts sind kaufmännische als auch gewerblich-technische Auszubildende, die sich deutschlandweit zu den Themen Energie- und Ressourceneffizienz sowie Klimaschutz im Betrieb weiterbilden. Auszubildende aller Berufe sind willkommen, eine Spezialisierung wird nicht vorausgesetzt.



Unternehmensnetzwerk
KLIMASCHUTZ

Eine IHK-Plattform

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Impressum



Dieses Curriculum dient als Grundlage für die Qualifizierung von Auszubildenden zu Energie-Scouts in Workshops der IHK-Organisation. Die Inhalte können von den Industrie- und Handelskammern, den teilnehmenden Unternehmen und den Partnern des Unternehmensnetzwerks Klimaschutz frei verwendet werden.

Die Idee der Energie-Scouts wurde von der Firma ebm-papst entwickelt und der DIHK Service GmbH dankenswerter Weise zur Weiterentwicklung zur Verfügung gestellt.

Das Curriculum wurde im November 2016 für die Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz erstellt von: **Bürgerwindpark Hohenlohe GmbH** | Benjamin Friedle | Braunsbergweg 5 | 74676 Niedernhall
Tel.: 07940 50 33 480 | Fax: 07940 50 33 481 | friedle@buengerwindpark.de | www.buengerwindpark.de
Letzte Aktualisierung: April 2022, Unternehmensnetzwerk Klimaschutz

Projektkoordination

Unternehmensnetzwerk Klimaschutz – eine IHK-Plattform | DIHK Service GmbH | Jakob Flechtner | Breite Straße 29 | 10178 Berlin | Tel.: 030-20 30 8 – 6590

netzwerk-klimaschutz@dihk.de | [Unternehmensnetzwerk Klimaschutz – Eine IHK Plattform](http://UnternehmensnetzwerkKlimaschutz.de)
(unternehmensnetzwerk-klimaschutz.de)