

## Baumesse Hofheim, Freitag 16.09.2021:

16.00 - 16.45 Uhr

**Förderprogramme für Einzelmaßnahmen  
nutzen und Geld sparen**

Referent: Dipl.-Ing. Günter Dörrhöfer (DEN  
e.V.)



Baumesse Hofheim, Samstag 16.09.2021:  
11.00 - 11.45 Uhr

**Heizung erneuern - ist die Wärmepumpe  
wirklich eine Lösung?**

Referent: Dipl.-Ing. Günter Dörrhöfer (DEN e.V.)



## Das Deutsche Energieberater-Netzwerk e.V.

- gegründet 2002
- über 700 unabhängig arbeitende Ingenieure, Architekten, Techniker und Handwerksmeister

Beratungs- und Planungsleistungen zum energiesparenden Bauen und Modernisieren von Gebäuden.

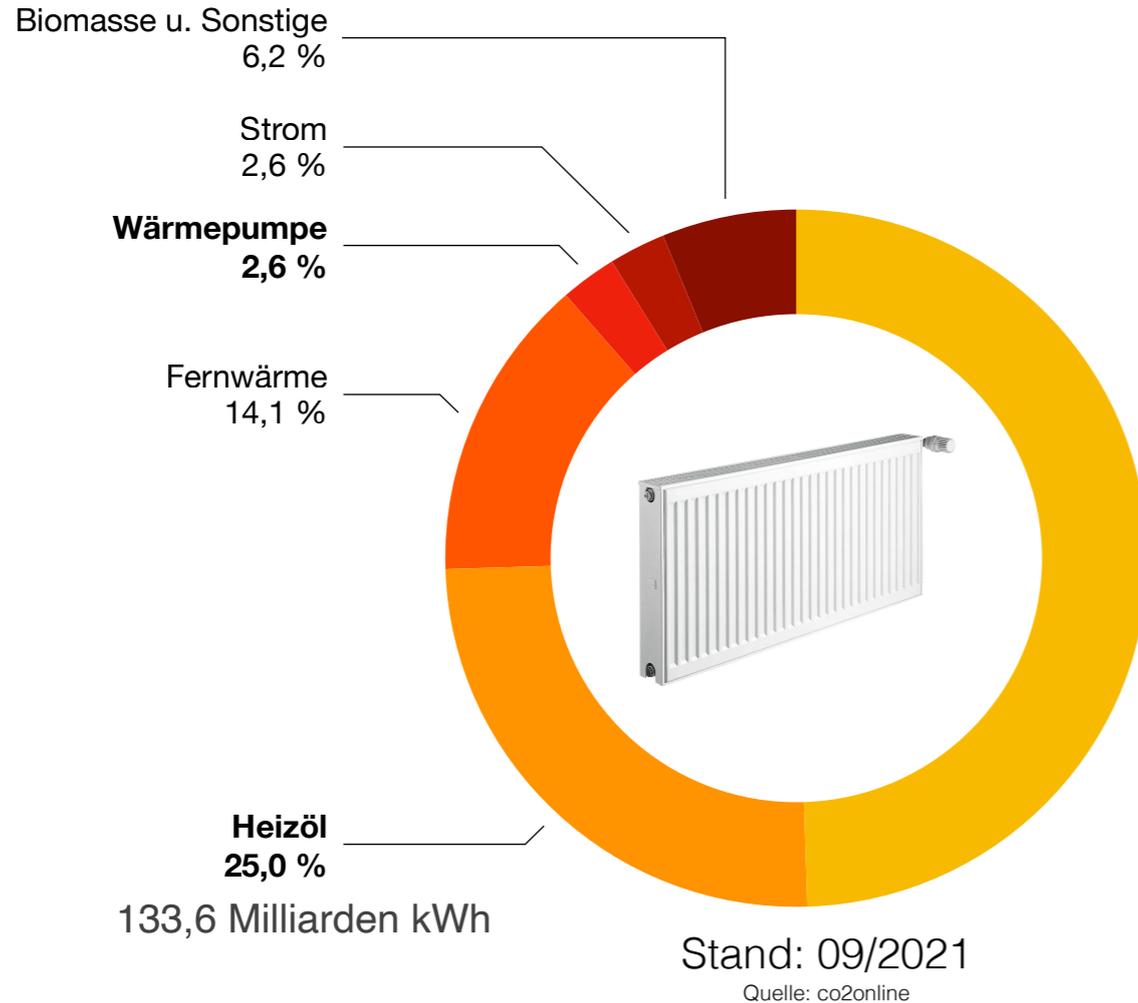
Neutralität und Unabhängigkeit: Die Mitglieder beziehen bei ihrer Tätigkeit keinerlei Provisionen oder sonstige zweckgebundenen Zuwendungen von Herstellern, Handwerkern oder Händlern.

### Das leistet eine gute Energieberatung:

- Wie viel Energie verbraucht mein Haus?
- Was kann ich machen, um Energie einzusparen?
- Kann ich mein Eigentum zum „Energiespar-Haus“ umwandeln?
- Habe ich Anspruch auf eine staatliche Förderung?



## Bisherige Situation



Stromerzeugung in 2020: 500 Milliarden Kilowattstunden  
davon 47% „erneuerbare“

Pressemitteilung 8.06.2022: Strom stammte zu 52,9 % aus konventionellen Energieträgern, Kohle hatte einen Anteil von 31,5 % an der Stromerzeugung.

Quelle: Statistisches Bundesamt 2022

**Erdgas, Biogas und Flüssiggas** GWP=25  
**49,5 %**  
264,5 Milliarden kWh

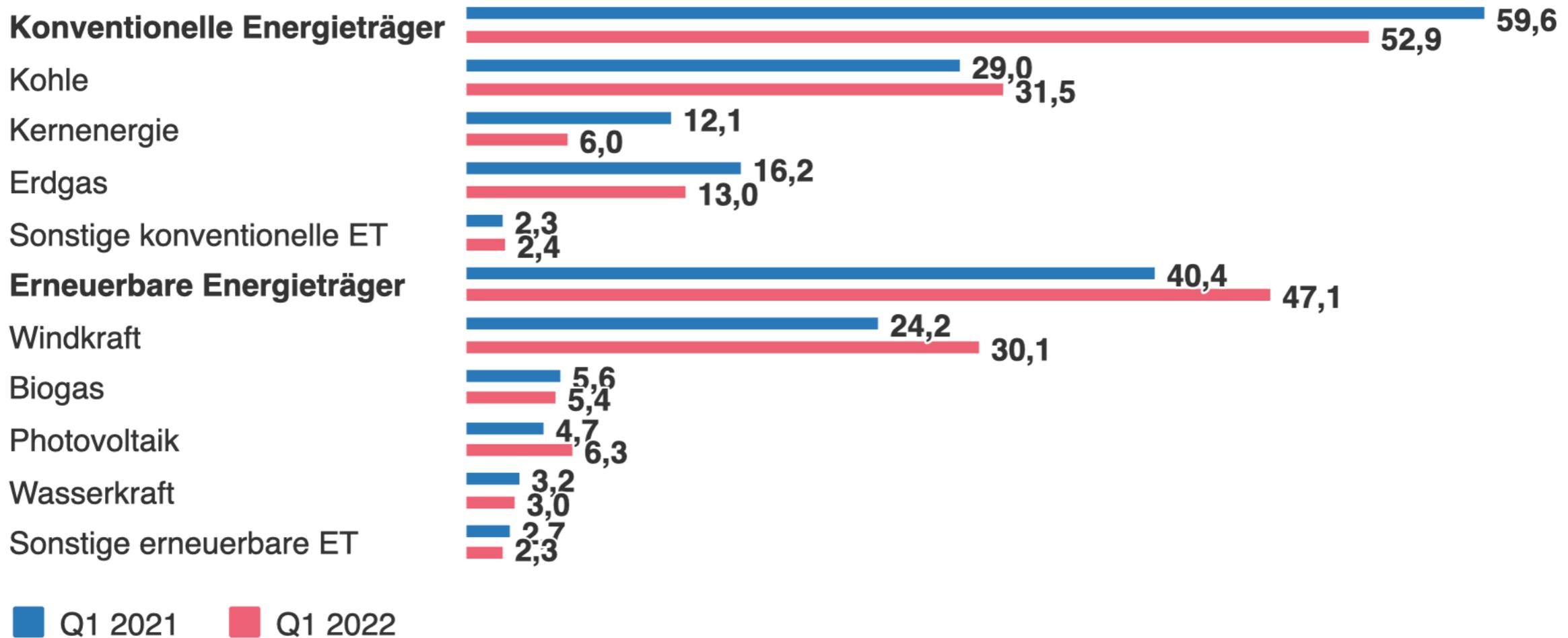
Gedankenspiel: 20% stellen auf Wärmepumpe um mit mittlerer JAZ von 2,6. Das erfordert 20,35 Milliarden kWh mehr Strom pro Jahr. Es müssten mindestens 5% mehr Strom erzeugt werden.

Gesamtbedarf in D 2018: 644 Milliarden Kilowattstunden, davon 67% zum Heizen und 16% für Warmwasserbereitung, zusammen 83% entsprechend ca. 534 Milliarden kWh.

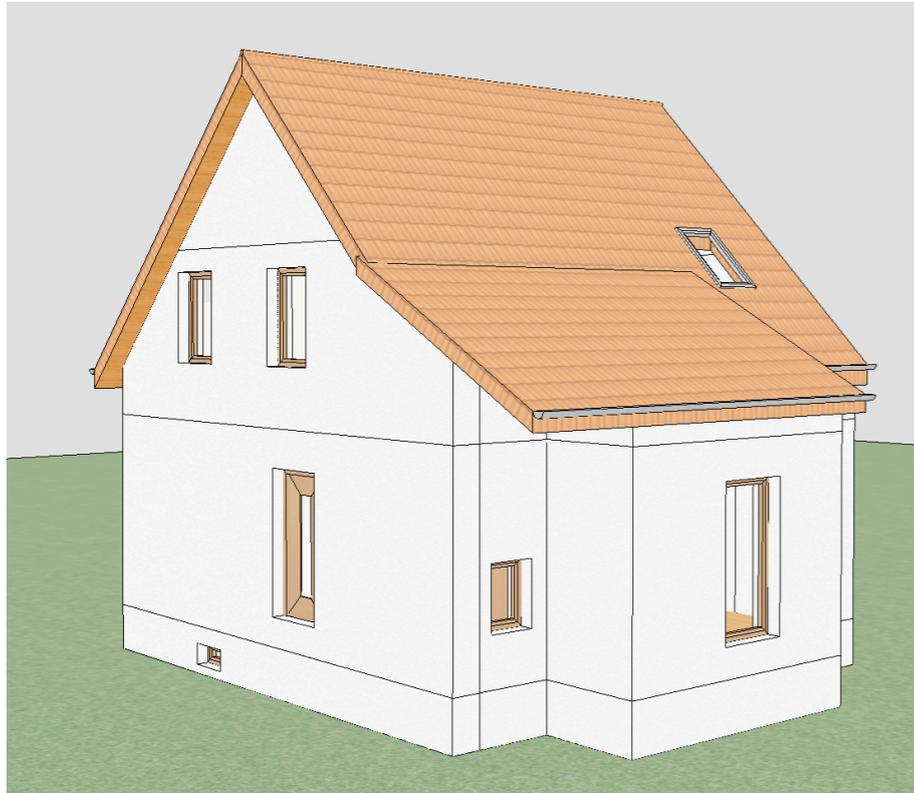
(Quelle: Umweltbundesamt)

## Stromeinspeisung durch konventionelle und erneuerbare Energieträger

in %



© Statistisches Bundesamt (Destatis), 2022

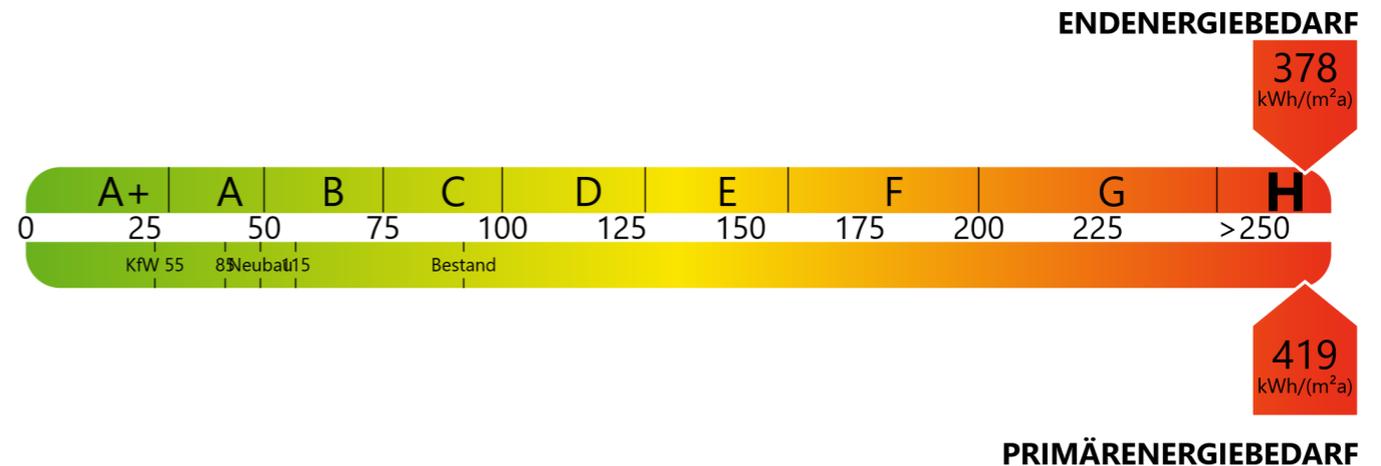


## Gegebenheiten im Altbau

- schlechte Gebäudehülle
- hohe Gebäudeheizlast
- Heizkörper (oft zu klein)
- hohe Vorlauftemperaturen

© ENVISYS - DIN V 18599 nach EnEV

Nutzfläche $A_N$	<b>138 m<sup>2</sup></b>
Gebäudevolumen $V_e$	<b>291 m<sup>3</sup></b>
Gebäudehülle A	<b>240 m<sup>2</sup></b>
Fensterflächenanteil	<b>5,6 %</b>
A/V-Verhältnis	<b>0,82</b>



$$378 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 138 \text{ m}^2 = 52.164 \text{ kWh/a}$$

ca. 23 kW Heizlast

Zuerst sollte die Gebäudehülle verbessert werden. Dann wird die neue Heizung gewählt.



Thermografieaufnahmen haben keinen Bezug zum Beispielhaus und zeigen Schwachstellen anderer Häuser.  
Quelle: InDiGuD

Dachflächenfenster  
neue Dachflächenfenster

EnEV: 1,4 W/m<sup>2</sup>K  
Einzelmaßnahme: 1,0 W/m<sup>2</sup>K

Dach Aufsparrendämmung  
Zwischensparrendämmung

EnEV: 0,24 W/m<sup>2</sup>K  
Einzelmaßnahme: 0,14 W/m<sup>2</sup>K

Fenster  
neue Fenster

EnEV: 1,3 W/m<sup>2</sup>K  
Einzelmaßnahme: 0,95 W/m<sup>2</sup>K

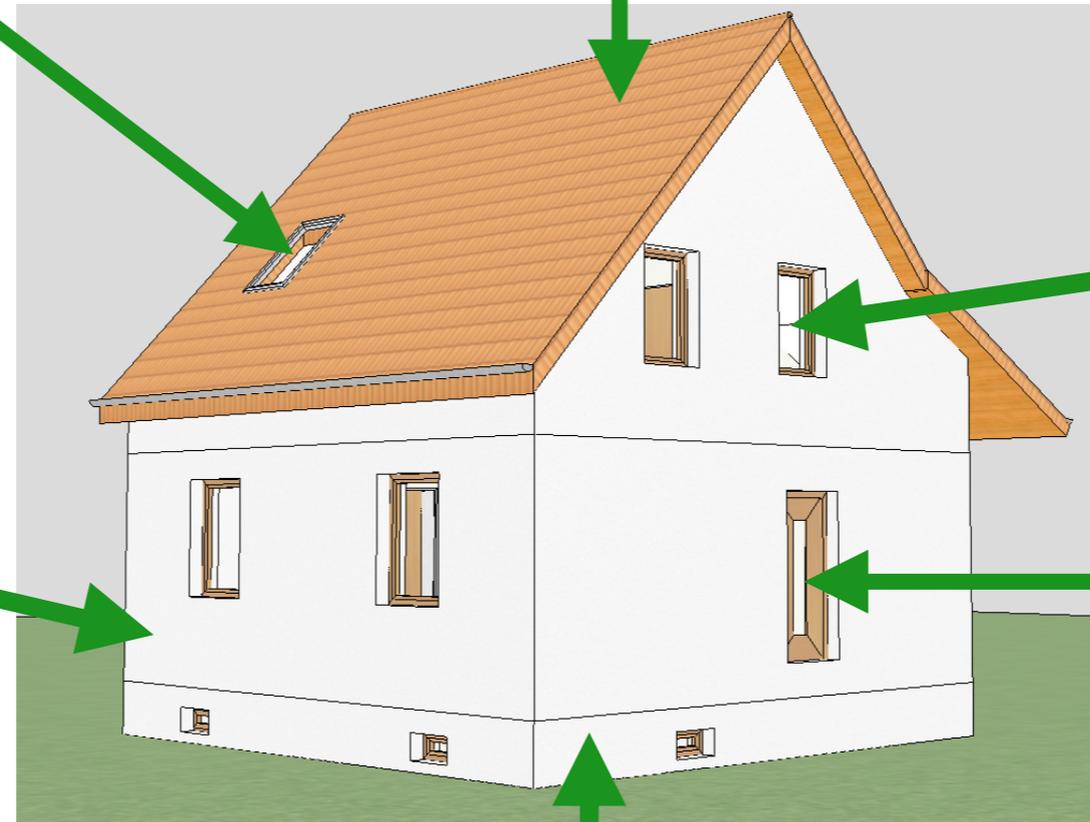
Fassade

Wärmedämmverbundsystem  
(WDVS)

EnEV: 0,24 W/m<sup>2</sup>K  
Einzelmaßnahme: 0,20 W/m<sup>2</sup>K

Eingangstür  
neue Eingangstür

Einzelmaßnahme: 1,3 W/m<sup>2</sup>K

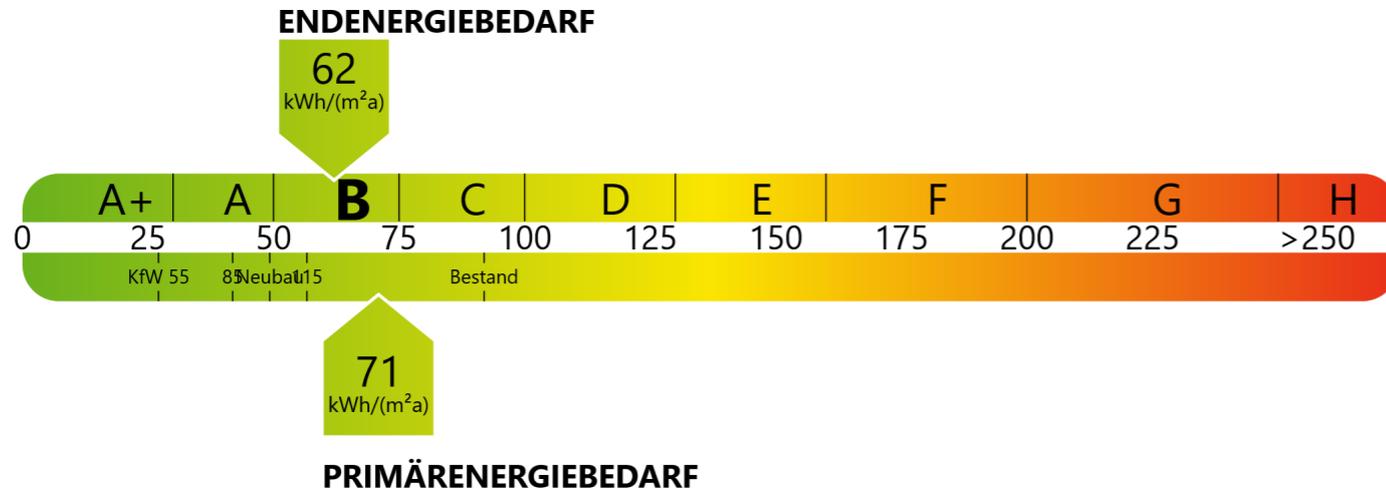


unterste Geschossdecke  
Zusatzdämmung

EnEV: 0,30 W/m<sup>2</sup>K  
Einzelmaßnahme: 0,25 W/m<sup>2</sup>K

## Nach Sanierung der Gebäudehülle:

© ENVISYS - DIN V 18599 nach EnEV



$$62 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 138 \text{ m}^2 = 8.556 \text{ kWh/a}$$

ca. 4 kW Heizlast

Heizlast + Warmwasserbedarf = benötigte kW

Berechnung nach DIN  
12831

Verfahren nach DIN 4708, Zentrale Wassererwärmungsanlagen und VDI-Richtlinie 3815 führen meist zu überhöhten Leistungen

## Wieviel Strom benötigt die Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl  $JAZ = \frac{P_{\text{Wärme im Jahr}}}{P_{\text{el. im Jahr}}}$



Meßwert unter IST-Bedingungen  
realistischer Wert - leider wird dieser Wert meist nicht mehr  
angegeben.

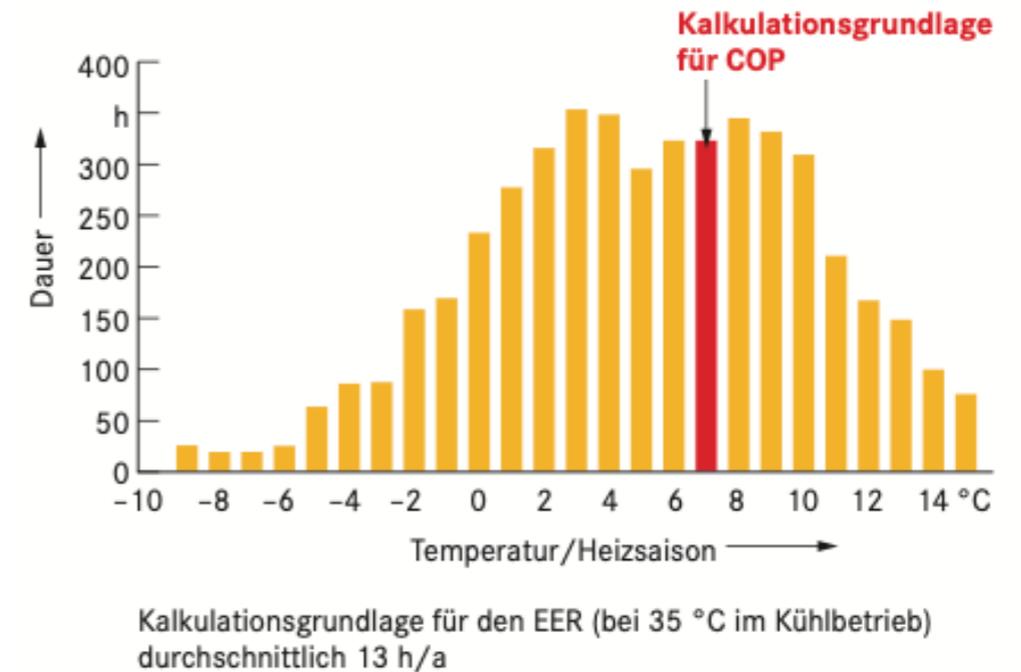
Leistungszahl  $COP = \frac{\dot{Q}_{WP}}{P_{el}}$

$$SCOP = \frac{(COP_{-7} * 24) + (COP_2 * 320) + (COP_7 * 326) + (COP_{12} * 169)}{839}$$

ETAs  $\eta_s = \frac{SCOP * 100}{2,5}$

Die ETA wird aus der jahreszeitbedingten Leistungszahl (SCOP) **durch Division mit 2,5** errechnet und drückt „quasi“ aus, wie viel Primärenergie für eine Kilowattstunde Wärme benötigt wird. Die Berechnung erfolgt unter der europäischen Annahme, dass der Primärenergiefaktor für Strom bei 2,5 liegt.

	-7	2	7	12
W Südeuropa	0	3	162	503
A Mitteleuropa	24	320	326	169
C Nordeuropa	125	380	269	146



SCOP wird für 35°C und 55°C Vorlauftemperatur ermittelt. Es wird dazu die COP bei Teillast für die Prüfpunkte A = -7°C, B = 2°C, C = 7°C und D = 12°C bestimmt. Die Werte werden nach Klimazone W (wärmer), A (mittel) oder C (kälter) gewichtet.

@W35	COP	A	COP * A	
A-7	2,9	24	69,6	
A2	3,5	320	1120	
A7	4,2	326	1369,2	
A12	4,4	169	743,6	<b>SCOP</b>
	Summe	839	3302,4	↓ 3,94

@W55	COP	A	COP * A	
A-7	2,2	24	52,8	
A2	2,4	320	768	
A7	2,7	326	880,2	
A12	2,9	169	490,1	<b>SCOP</b>
				↓
Summe		839	2191,1	2,61

Typische Kenndaten einer Wärmepumpe						
Gerät	1	2	3	4	5	6
Ausführung	Monoblock	Monoblock	Split	Monoblock	Monoblock	Split
Kältemittel	R290	R290	R410A	R32	R417A	R410
Füllmenge	1,05 kg	2 kg	4,6 kg	1,6 kg	5,9 kg	4 kg
CO2-Equiv.				1,08 t		8,35 t
Nennwärmeleistung A7/W35	2,77 kW	8,1 kW	10,7 kW	12 kW	14,9 / 25,1 kW	
Nennwärmeleistung A2/W35	4,23 kW		8,85 kW	12 kW	12,2 / 20,3 kW	7,9 kW
Nennwärmeleistung A-7/W35	8,11 kW	11,1 kW		12 kW	9,6 / 16,9 kW	13,2 kW
Nennwärmeleistung A-7/W55	6,55 kW			12 kW	8,9 / 15,6 kW	
COP A7/W35	5,41		4,12	4,80	4,2 / 3,9	
COP A2/W35	4,61	4,46	3,66	3,35	3,5 / 3,4	4
COP A-7/W35	3,14	3,16		2,82	2,9 / 2,9	2,6
COP A-7/W55	2,13			2,00	1,2 / 2,2	
Schalleistungspegel	59 dB	55 dB	69 dB	65 dB	61 dB	54 dB
Schalleistungspegel in Abstand	50 (1m)		47 (5m)		34 (10m)	
Vorlauftemperatur min./max.	20/70°C		18/60 °C	20/65°C	18/65°C	
SCOP @W55	-			3,57		
SCOP @W35	-			4,96		
Energieeffizienz $\eta_s$ bei W35	-	181	198	195		
Energieeffizienz $\eta_s$ bei W55	-	147	140	140		
Volumenstrom	3.500 m³/h		6.000 m³/h		5.700 / 6.900 m³/h	

## Etwas Physik ...

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{T_{\text{ziel}}}{T_{\text{ziel}} - T_{\text{Umgebung}}} \cdot \text{Wirkungsgrad}_{\text{Kompressor}} \quad \text{Temperatur in K (=}^\circ\text{C} + 273,2)$$

Beispiel 0°C (273,2K) auf 65°C (338,2K)

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{338,2\text{K}}{338,2\text{K} - 273,2\text{K}} = 5,20$$

Bei einem Kompressor-Wirkungsgrad von 0,5 ergibt sich:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{338,2\text{K}}{338,2\text{K} - 273,2\text{K}} \cdot 0,5 = 2,60$$

## Kältemittel

Bei der einzusetzenden Wärmepumpe sollte auch auf das verwendete Kältemittel geachtet werden. Entscheidend für den Klimaschutz ist der „Global Warming Index“ GWP. Hohe GWP Werte bedeuten einen großen Einfluss auf den Treibhauseffekt.

Kältemittel	GWP	Stoff/Stoffgruppe	Sicherheitsgruppe
R32	675	FKW/HFKW	A1
R134a	1430	FKW/HFKW	A1
R290	3	Propan	A3
R404A	3922	FKW/HFKW Gemisch	A1
R407C	1774	FKW/HFKW Gemisch	A1
R407F	1825	FKW/HFKW Gemisch	A1
R410A	2088	FKW/HFKW Gemisch	A1
R422D	2729	FKW/HFKW Gemisch	A1
R449A	1398	FKW/HFKW mit HFO	A1
R600	4	Butan	A3
R718	0	H <sub>2</sub> O (Wasser)	A1
R744	1	CO <sub>2</sub>	A1
R717	0	NH <sub>3</sub> (Ammoniak)	B2L
R1234yf	< 1	HFO (teilw. halogenierte Fluorolefine)	A2L
R1234ze	< 1	HFO (teilw. halogenierte Fluorolefine)	A2L
R1336mzz(Z)	2	HFO (teilw. halogenierte Fluorolefine)	A1

### Sicherheitsgruppe:

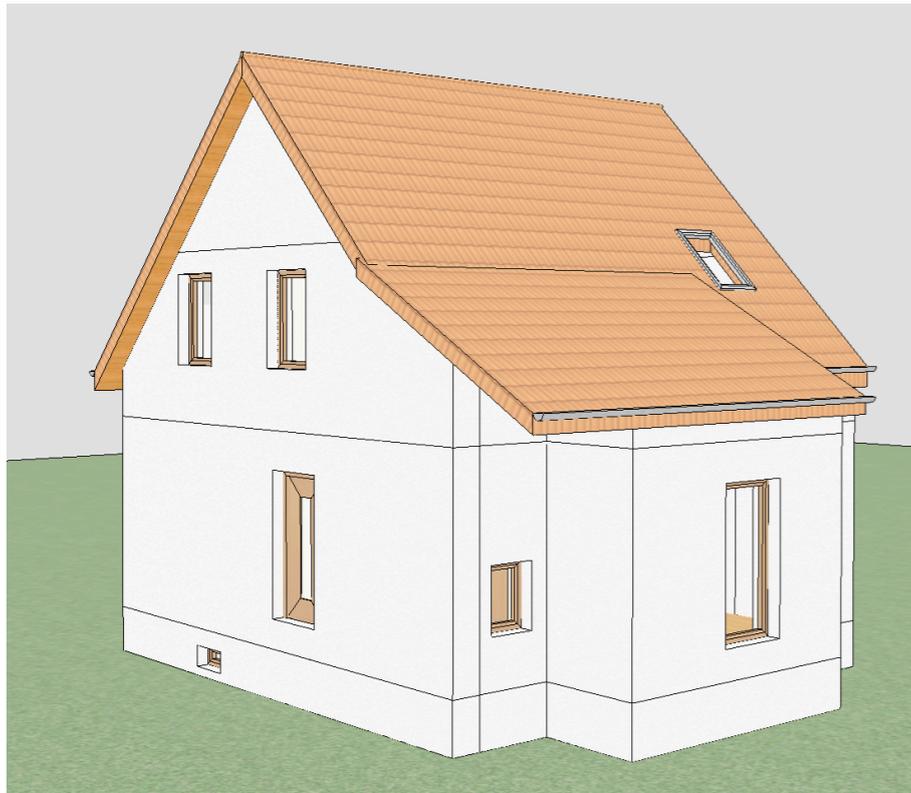
A = geringe Giftigkeit B = größere Giftigkeit

1 = keine Flammenausbreitung 2 = geringe Brennbarkeit 3 = größere Brennbarkeit

L = geringe Brenngeschwindigkeit

## Energiepreise

Energieträge	Kosten	Kosten <small>Quelle: NDR 13.09.2022)</small>	Kosten <small>Quelle: Verivox 13.09.2022)</small>
<b>Strom</b>	46,06 ct		
<b>Gas</b>	14,52 ct	38,3 ct	21,75 ct
<b>Öl</b>	16,85 ct		
<b>Pellets</b>	10,34 ct		
<b>Wärmepumpe</b>	39,07 ct		59,74 ct
<b>Faktor Wärmepumpe/Gas</b>	2,69		2,75
<b>Faktor Wärmepumpe/Heizöl</b>	2,32		



$$378 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 138 \text{ m}^2 = 52.164 \text{ kWh/a}$$

$$62 \text{ kWh/m}^2\text{a} * 138 \text{ m}^2 = 8.556 \text{ kWh/a}$$

$\eta_s$  bei W55 = 140

↓  
SCOP -> 3,5

$$P_{el} = \frac{52.164 \text{ kWh/a}}{3,5} = 14.904 \text{ kWh/a}$$

bei 40 ct/kWh sind das 5.961,60 €/a  
bei 40 ct/kWh sind das 977,83 €/a

Erdgas 22 ct/kWh = 11.476,08 €/a  
Erdgas 22 ct/kWh = 1.882,32 €/a

JAZ	2,6	
Energie	52.164 kWh/a	8.556 kWh/a
el. Energie	20.063 kWh/a	3.291 kWh/a
Strompreis	40 ct/kWh	
Gaspreis	22 ct/kWh	
Preis mit Strom	8.025,23 €/a	1.316,31 €/a
Preis mit Gas	11.476,08 €/a	1.882,32 €/a

Achtung: SCOP ist ein Laborwert. Für die Berechnung sollte die gemessene JAZ verwendet werden. Diese ist erfahrungsgemäß immer kleiner!

Dipl. Ing. **Günter Dörrhöfer**  
Gebäudeenergieberater (HWK)  
Eddersheimer Str. 28  
65439 Flörsheim am Main

Telefon: 06145 3799 550  
Mobil: 0151 105 165 17  
Email: [info@indigud.de](mailto:info@indigud.de)  
<http://www.indigud.de>

- Energieberatung
- Vor-Ort Beratung
- Fördermittelberatung
- KfW Anträge
- Energetische Baubegleitung
- Energieausweise für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Luftdichtheitsmessung (Blower-Door)
- Thermographie

