Baumesse Hofheim 2024:

Freitag, 20.09.2024 11.00 - 11:45 Uhr

Sonntag, 22.09.2024 13:00 - 13:45 Uhr

Wärmepumpe in der Sanierung
Referent: Dipl.-Ing. Günter Dörrhöfer (DEN e.V.)

Samstag, 21.09.2024 11:00 - 11:45 Uhr

Gebäudehülle mit Sanierungfahrplan und BEG EM
Referent: Dipl.-Ing. Günter Dörrhöfer (DEN e.V.)

©2024 InDiGuD • Ingenieur-Dienstleistung Günter Dörrhöfer

Das Deutsche Energieberater-Netzwerk e.V.

- gegründet 2002
- über 900 unabhängig arbeitende Ingenieure, Architekten, Techniker und Handwerksmeister

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

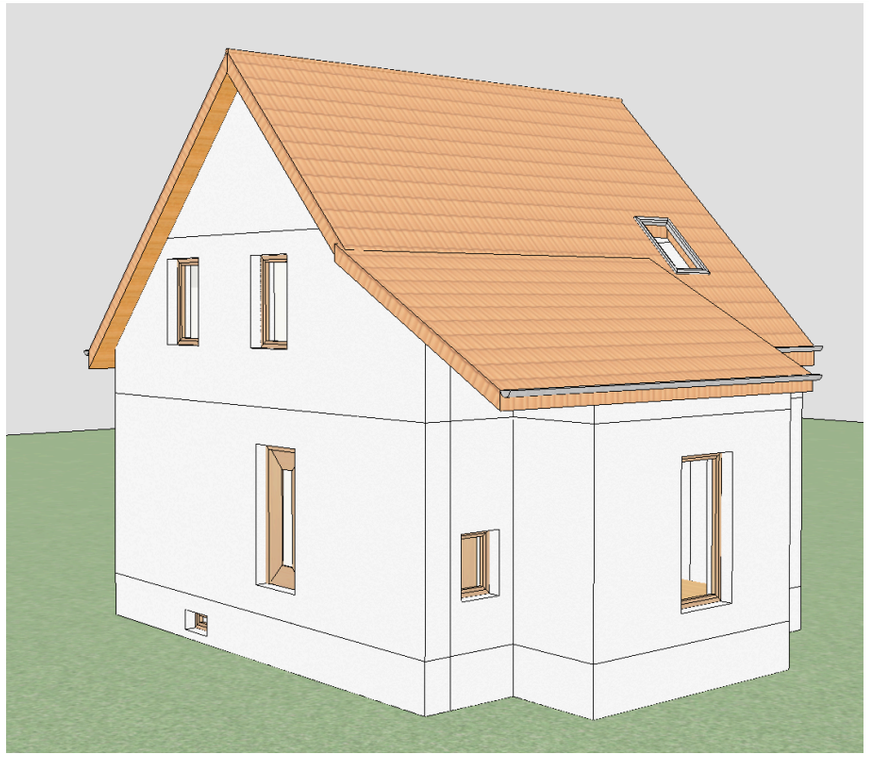
Neutralität und Unabhängigkeit: Die Mitglieder beziehen bei ihrer Tätigkeit keinerlei Provisionen oder sonstige zweckgebundenen Zuwendungen von Herstellern, Handwerkern oder Händlern.

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?



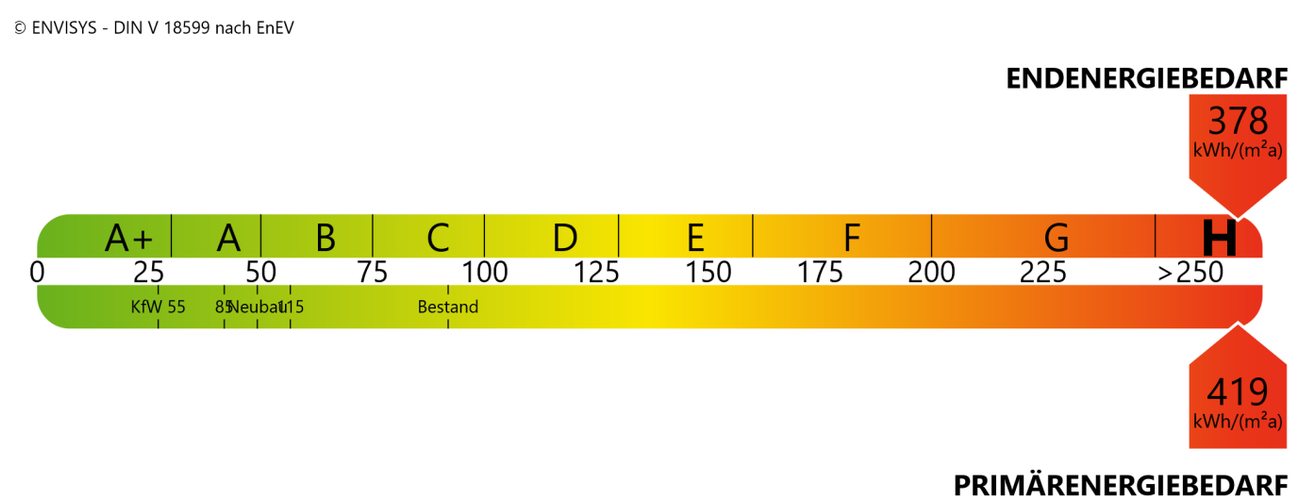
Deutsches Energieberater-Netzwerk e.V.
Berliner Straße 257
63067 Offenbach
Telefon: 069-138 2633-40
Fax: 069-138 2633-45
info@den-ev.de



Gegebenheiten im Altbau

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

Nutzfläche A_N	**138** m²
Gebäudevolumen Ve	**291** m³
Gebäudehülle A	**240** m²
Fensterflächenanteil	**5,6** %
A/V-Verhältnis	**0,82**



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

ca. 23 kW Heizlast

Die Auslegung orientiert sich an der Heizlast:

Schätzwerte aus Energieverbrauch:
Verbrauch in kWh / 2300 h = Heizleistung in kW
Heizöl in l / 250 = Heizleistung in kW
Flüssiggas in l / 335 = Heizleistung in kW

Heizlast + Warmwasserbedarf = benötigte kW

Berechnung nach DIN 12831

Verfahren nach DIN 4708, Zentrale Wassererwärmungsanlagen und VDI-Richtline 3815 führen meist zu überhöhten Leistungen
Orientierungswert ca. 0,2 kW pro Person

Besonderheiten der Wärmepumpe

- Effizienz verschlechtert sich bei höherer Vorlauftemperatur
  Empfehlung: höchstens 50 bis 55°C
- Spreizung (Differenz zwischen Vor- und Rücklauf) sollte 10K nicht überschreiten
- höhere Durchflussmengen als bei herkömmlicher Heizung, Rohrdurchmesser beachten
- Hydraulischer Abgleich ist Pflicht und muß exakt berechnet und ausgeführt werden.
- Strompreis beachten
- Empfehlung energetische Gebäudequalität nicht schlechter als 100 kWh/m²K (150 kWh/m²K)
- Wärmepumpe kann nicht spontan große Wärme erzeugen (->langsam)

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

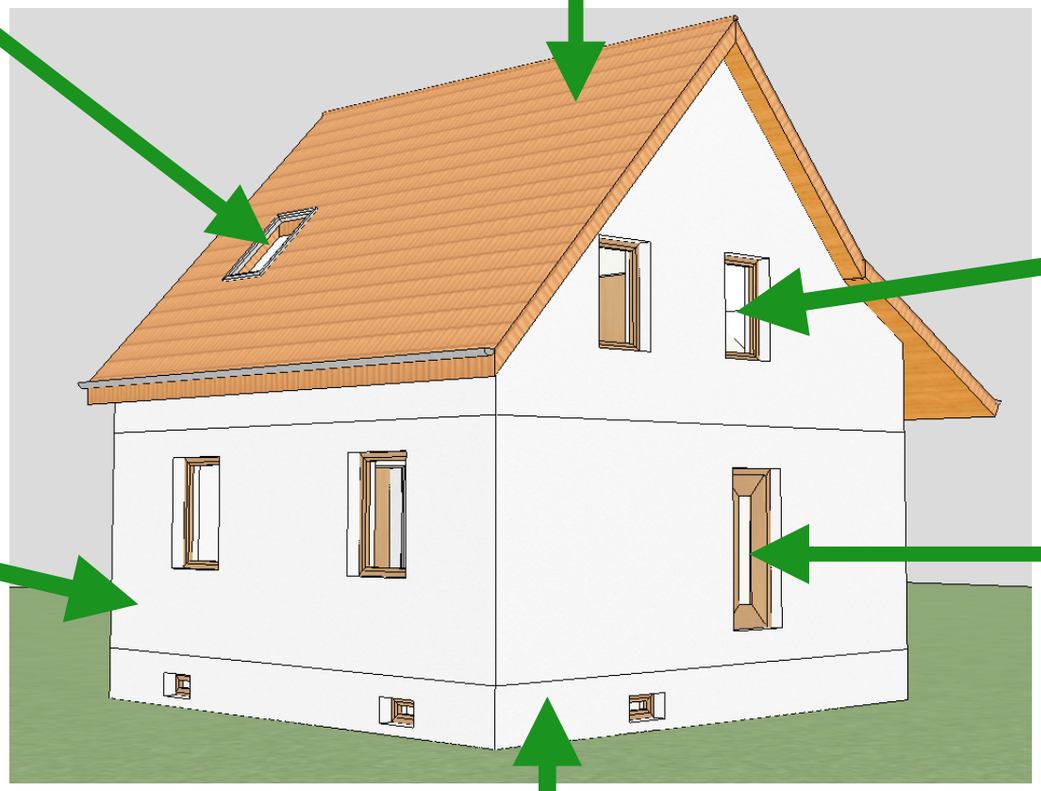
neue Dachflächenfenster

EnEV: 1,4 W/m²K
Einzelmaßnahme: 1,0 W/m²K

Dach

Aufsparrendämmung
Zwischensparrendämmung

EnEV: 0,24 W/m²K
Einzelmaßnahme: 0,14 W/m²K



Fenster

neue Fenster

EnEV: 1,3 W/m²K
Einzelmaßnahme: 0,95 W/m²K

Fassade

Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

EnEV: 0,24 W/m²K
Einzelmaßnahme: 0,20 W/m²K

Eingangstür

neue Eingangstür

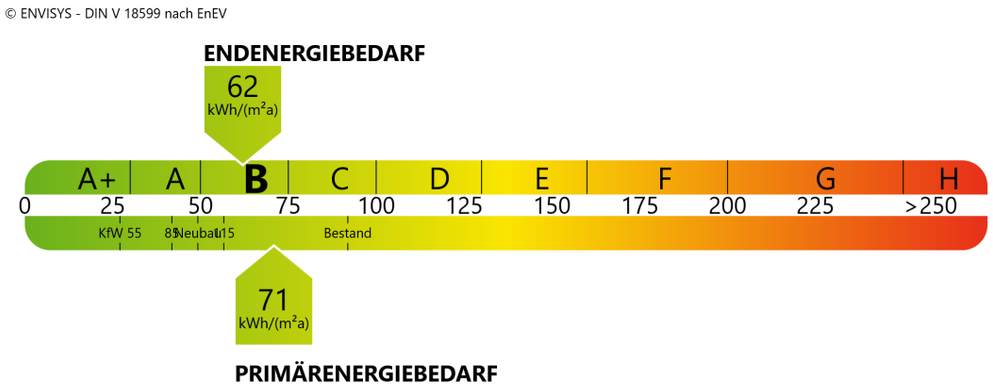
Einzelmaßnahme: 1,3 W/m²K

unterste Geschossdecke

Zusatzdämmung

EnEV: 0,30 W/m²K
Einzelmaßnahme: 0,25 W/m²K

Nach Sanierung der Gebäudehülle:



62 kWh/m²a * 138 m² = 8.556 kWh/a

ca. 4 kW Heizlast

Heizlast + Warmwasserbedarf = benötigte kW

Berechnung nach DIN 12831

Verfahren nach DIN 4708, Zentrale Wassererwärmungsanlagen und VDI-Richtline 3815 führen meist zu überhöhten Leistungen
Orientierungswert ca. 0,2 kW pro Person

	Verfügbarkeit	Eigenschaften	Kosten	zu beachten
Erdwärmesonde	eingeschränkt genehmigungspflichtig nach Wasserhaushaltsgesetz WHG, ab 100m nach BBergG	Quelle ganzjährig über 0 °C	hohe Kosten für die Bohrung	Abstand zw. Sonden 6m Länge ca. 20 m pro kW
Erdwärmekollektoren	hoher Flächenbedarf, gegebenenfalls Genehmigung erforderlich	Quelle ganzjährig -5 bis 2°C	zusätzliche Erdarbeiten	Überbauung nicht zulässig, Fläche darf nicht versiegelt werden, Verlegetiefe 1,2 bis 1,5m Verlegeabstand 0,5 bis 0,8m Flächenbedarf ca 25 bis 100 m^2 pro kW
Grundwasser	eingeschränkt genehmigungspflichtig nach Wasserhaushaltsgesetz WHG	Quelle ganzjährig ca. 10°C, zus. Energieverbrauch der Brunnenpumpe	Brunnenbau	Ergiebigkeit, Versandung ca. 250 l/h je kW Abstand der Brunnen mind. 15m (in Fließrichtung des Grundwassers)
Außenluft	keine baurechtlichen Auflagen	Sinken der Quellenteperatur bei steigender Heizlast	günstigste Quelle	Schall Kondensatanfall 500 bis 700 m^3/h je kW
Eisspeicher	Sonderbauform	Sonnenenergie im Eisspeicher	Hohe Kosten für den außenliegenden Eisspeicher (Betonzisterne)	Kristallsationsenergie wird genutzt, teuer, Sole-WP
Flächenabsorber	Sonderbauform	z.B. mit PVT-Elementen auf dem Dach oder „Energiezäune“	Zur Zeit noch deutlich teurer als Luft-Wasser wp	Größe muss ausreichend sein, keine zuverlässige Rechenmodelle verfügbar

©2023 InDiGuD • Ingenieur-Dienstleistung Günter Dörrhöfer

Wieviel Strom benötigt die Wärmepumpe

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

Meßwert unter IST-Bedingungen
realistischer Wert

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

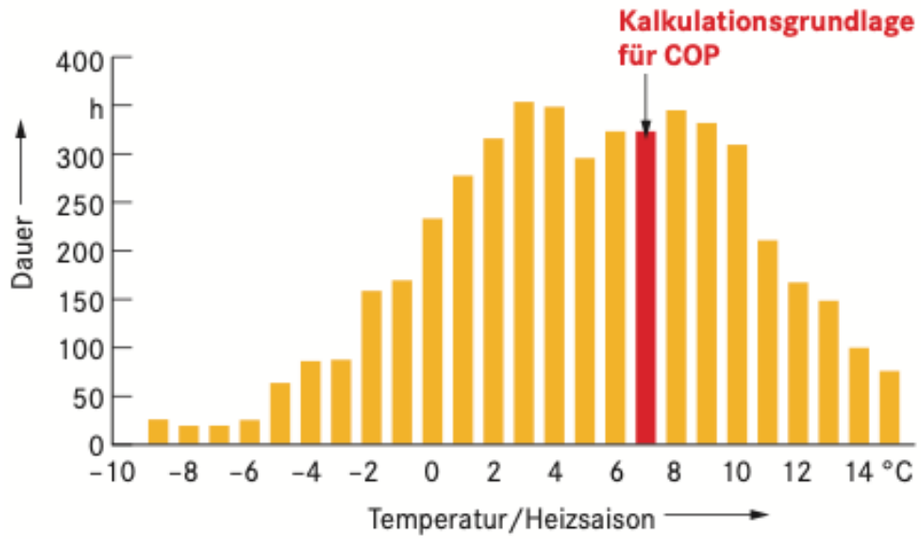
$$SCOP = \frac{(COP_{-7} * 24) + (COP_2 * 320) + (COP_7 * 326) + (COP_{12} * 169)}{839}$$

$SCOP * 100$

ETAs $\eta_s = \frac{\quad}{2{,}5}$

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



Kalkulationsgrundlage für den EER (bei 35 °C im Kühlbetrieb)
durchschnittlich 13 h/a

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	**SCOP**
	Summe	839	3302,4	3,94

DEN
Deutsches Energieberater-Netzwerk e.V.

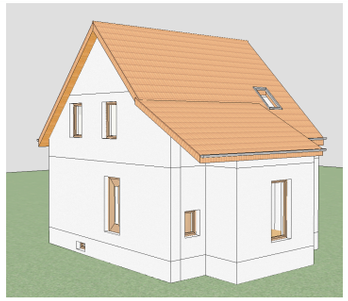
@W55	COP	A	COP * A	
A-7	2,2	24	52,8	
A2	2,4	320	768	
A7	2,7	326	880,2	
A12	2,9	169	490,1	**SCOP**
	Summe	839	2191,1	2,61

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_2O (Wasser)	A1
R744	1	CO_2	A1
R717	0	NH_3 (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



55° Vorlauftemperatur JAZ=3,39 (mit Heizstab, bivalent)

Strom	Gas
27 ct/kWh	9 ct/kWh

Vorlauf	Heizlast	Wärmebedarf	JAZ	P_{el}	Kosten/Jahr	Vergleich Gas
55°C	23 kW	52.164 kWh/m²a	3,39	15.388 kWh/a	4.185,43 €/a	4.694,76 €/a
55°C	4 kW	8.556 kWh/m²a	4,08	2.097 kWh/a	570,4 €/a	770,04 €/a
35°C	23 kW	52.164 kWh/m²a	4,76	10.959 kWh/a	2.980,8 €/a	4.694,76 €/a
35°C	4 kW	8.556 kWh/m²a	4,84	1.768 kWh/a	480,83 €/a	770,04 €/a
55°C	23 kW	52.164 kWh/m²a	3,1	16.827 kWh/a	4.576,97 €/a	4.694,76 €/a

InDiGuD • Ingenieur-Dienstleistung Günter Dörrhöfer

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
http://www.indigud.de

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

