

# Wärmepumpen im Gebäudebestand

Rosenheimer Energiedialoge 4. Oktober 2023

**Prof. Uli Spindler**

Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie  
Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude - roteg

**Prof. Dr. Harald Krause**

Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie  
Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer  
Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude - roteg

B.Tec Dr. Harald Krause

## Inhalt

- ◆ **Einführung: Warum Wärmepumpen ?**
  - Klimaneutrales Deutschland
  - Klimaneutraler Gebäudebestand 2050
- ◆ **Energieversorgung in Gebäuden**
  - Gebäudestruktur
  - Beheizungsstruktur Neubau
  - Beheizungsstruktur Bestand
  - Warum Wärmepumpen?
- ◆ **Einfluss der Gebäudehülle und des Wärmeabgabesystems**
  - Systemtemperaturen und Heizlast
  - Beispielrechnungen Energiebedarf
- ◆ **Fördermittel – GEG 2024**

*„Bis zum Jahr 2045 werden die Treibhausgasemissionen so weit gemindert, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.“*

## Strategie für Gebäude



Senkung Energiebedarf

Senkung des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser um ca. 50%

2050  
90% der Gebäude sind thermisch saniert oder neu gebaut



Erneuerbare und Elektrifizierung

2050  
Hauptheizquelle Wärmepumpen und Fernwärme

Beides mit regenerativen Quellen versorgt



Wasserstoff

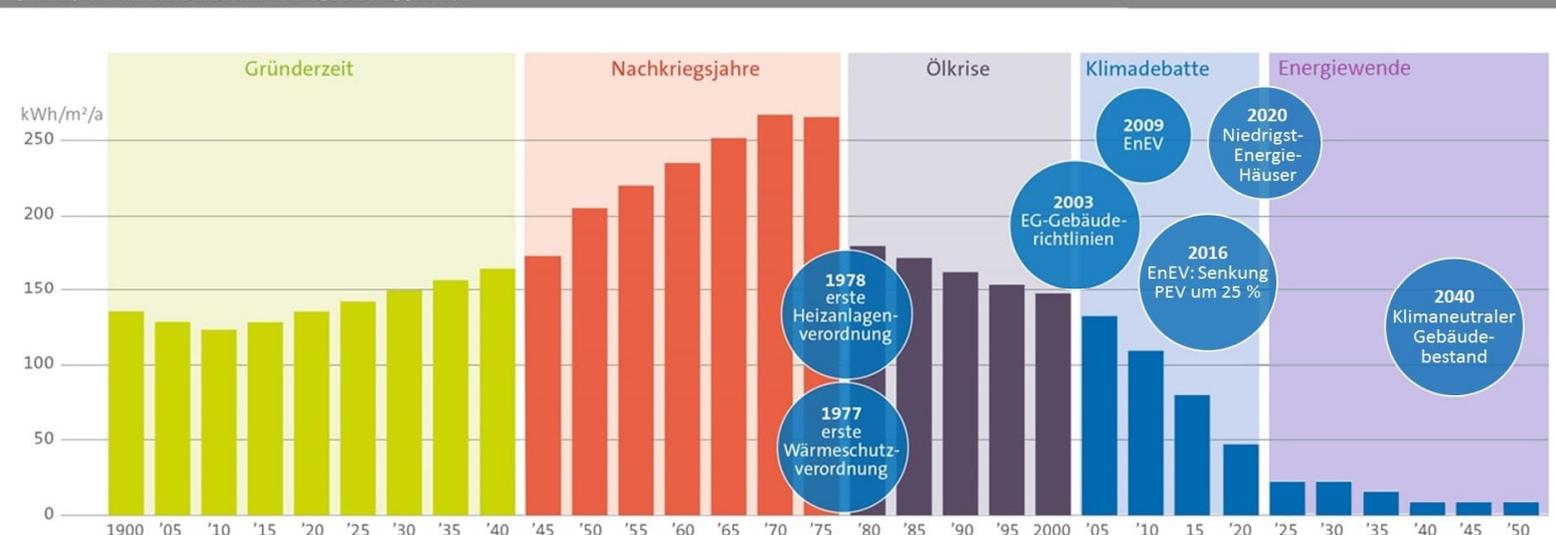
2050  
Aus erneuerbaren Energien erzeugter Wasserstoff oder Methan überbrücken Dunkelflauten und dienen als saisonaler Speicher

# Energieversorgung in Gebäuden

- ◆ Gebäudestruktur/-alter
- ◆ Beheizungsstruktur Neubau
- ◆ Beheizungsstruktur Bestand

## Gebäudebestand in Deutschland - Gebäudehülle

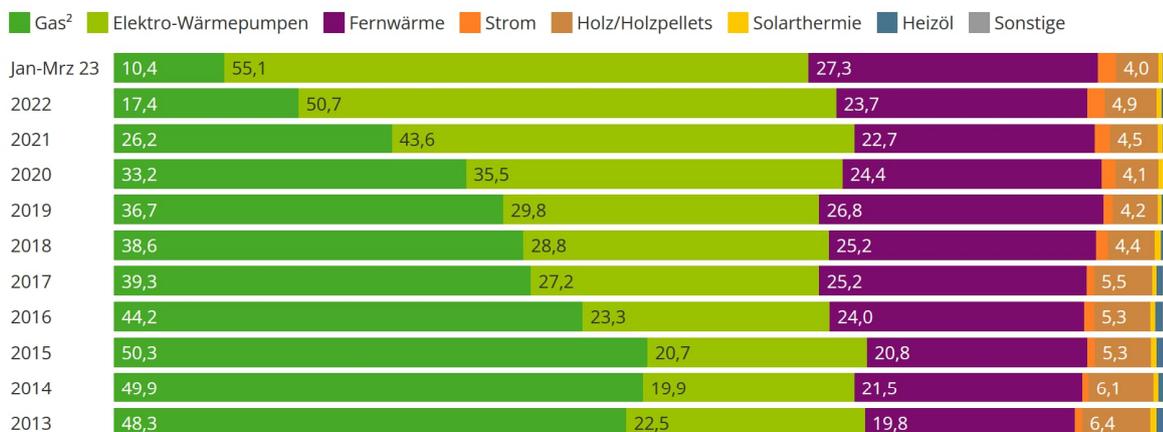
SPEZ. WÄRMEBEDARF NACH BAUJAHR



Quelle: Eigene Darstellung  
www.asue.de

## 10-Jahre-Rückblick bis heute - Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau<sup>1</sup>: Baugenehmigungen

Anteile der Energieträger in %



<sup>1</sup> zum Bau genehmigte neue Wohneinheiten in neu zu errichtenden Wohngebäuden, primäre Heizenergie

<sup>2</sup> einschließlich Biomethan

Stand: 05/2023

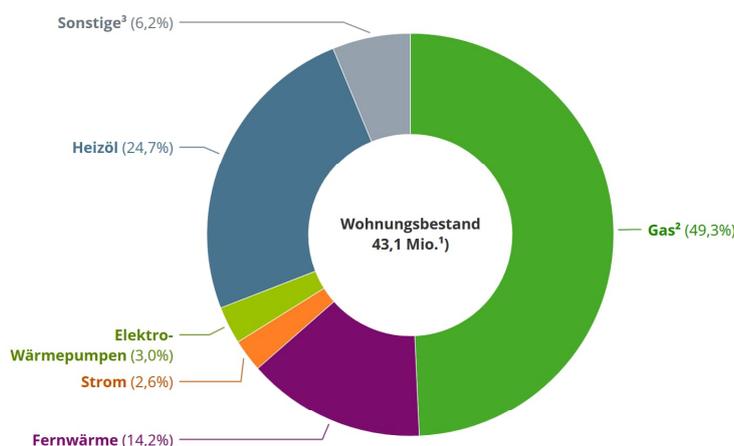
Quelle: Statistische Landesämter • Daten • Einbetten • Grafik

**bdeW**  
Energie. Wasser. Leben.

# Beheizungsstruktur Gebäudebestand

## Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes in Deutschland 2022<sup>4</sup>

Anteile der genutzten Energieträger in %



<sup>1</sup> Anzahl der Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum; Heizung vorhanden

<sup>2</sup> einschließlich Biomethan und Flüssiggas

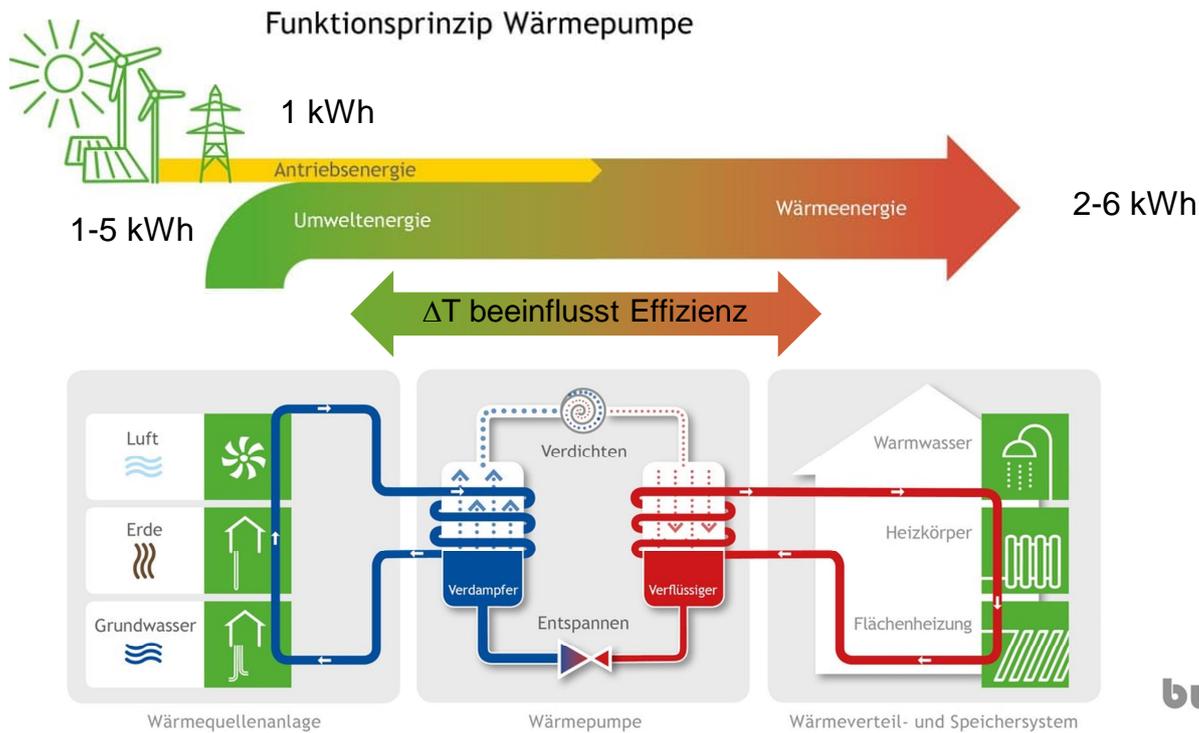
<sup>3</sup> Sonstige (u.a. Holzpellets, Solarthermie, Koks/Kohle)

<sup>4</sup> vorläufig, teilweise geschätzt

Stand: 05/2023

Quelle: BDEW; teilweise geschätzt • Daten • Grafik

**bdeW**  
Energie. Wasser. Leben.



## Effizienz-Kennzahlen bei Wärmepumpen

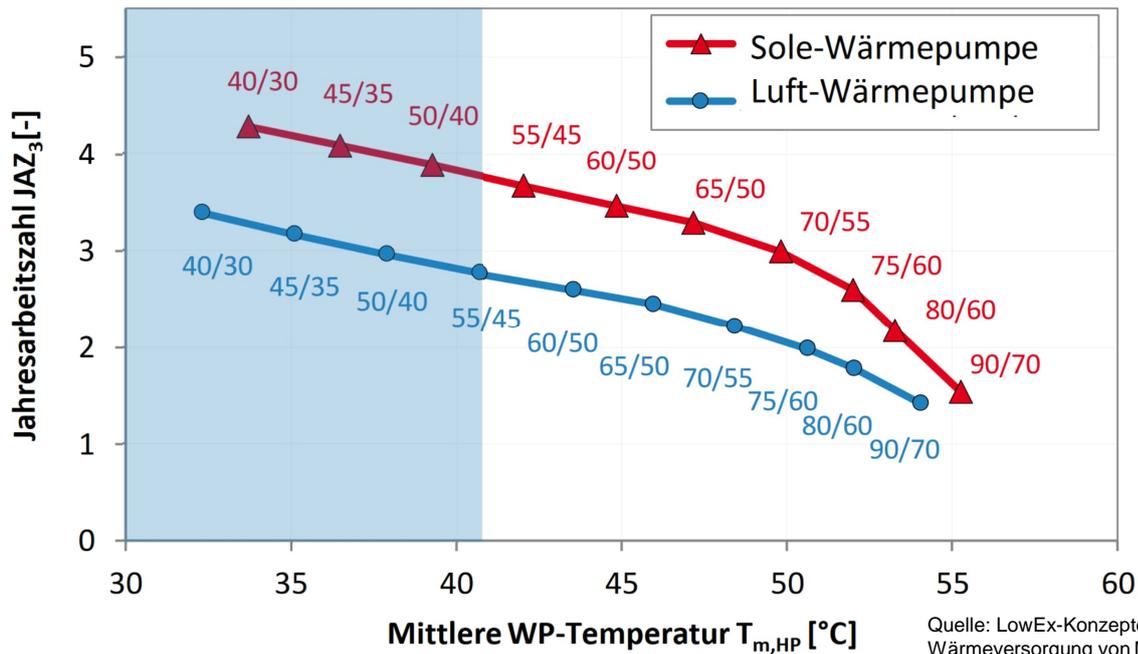
Werte geben alle an, wieviel **Wärme pro Stromeinsatz** erzeugt wird

- ◆ **COP – Coefficient of Performance**
  - Messung (Labor) bei bestimmten Temperaturpunkten (A=Luft, B=Sole, W=Wasser)
- ◆ **SCOP – Seasonal COP**
  - Vorgegebene Berechnung des mittleren Jahres-COP aus gewichteten COP-Werte für EU-Energielabel
  - Angabe für unterschiedliche Klimazonen und Heizungstemperaturen
  - Guter Anhaltspunkt für Vergleich von Wärmepumpen (ähnlich Normverbrauch bei Autos)
- ◆ **JAZ – Jahresarbeitszahl**
  - Von der Wärmepumpe erzeugte Wärme / verbrauchten Strom pro Jahr
  - Relevante Zahl für den Hausbesitzer
- ◆ **EER und SEER – Energie Efficiency Ratio**
  - Wie COP aber für Kühlung

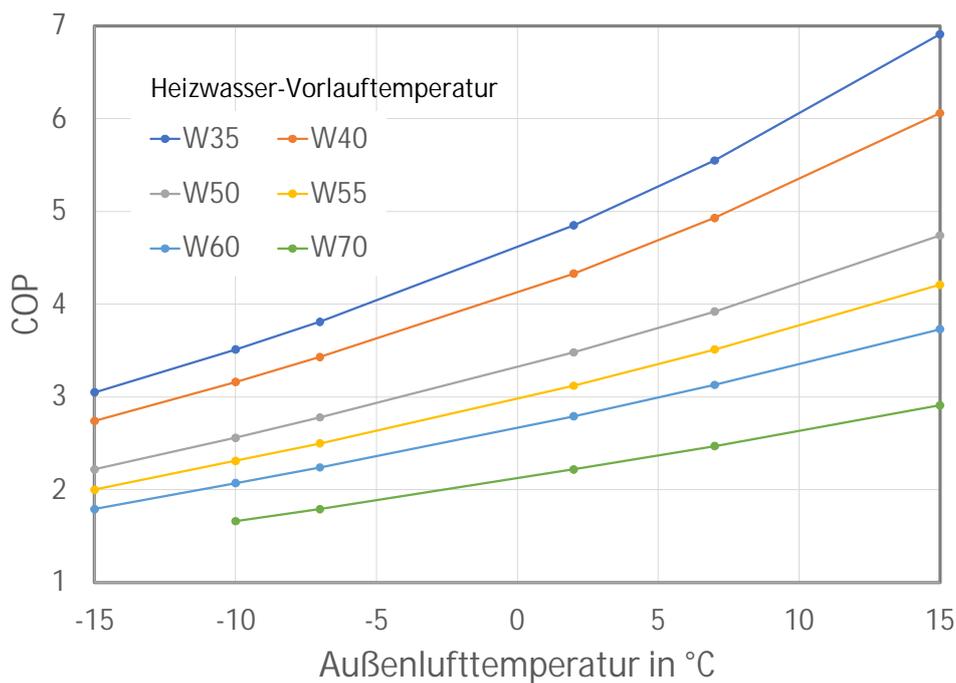


# Einfluss der Gebäudehülle und des Wärmeabgabesystems

- ◆ Systemtemperaturen, Heizleistung
- ◆ Beispielrechnungen Energiebedarf



## COPs einer aktuellen L/W Wärmepumpe



# Ist mein Wärmeabgabesystem für Wärmepumpen geeignet?

## Bodenheizung:

Ist geeignet !



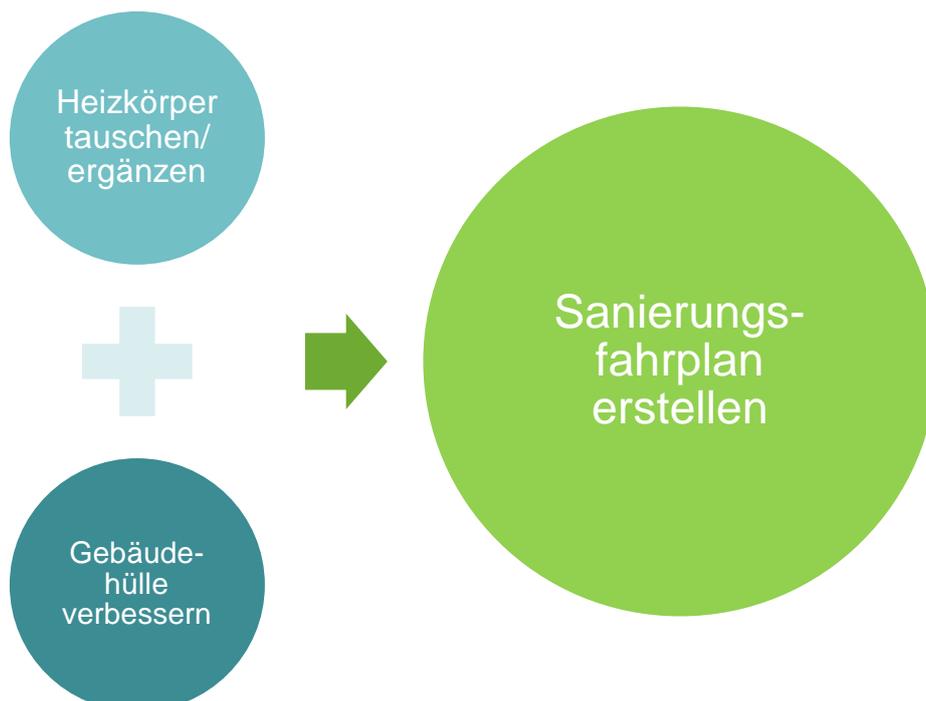
## Heizkörper:

Meistens geeignet !

- ◆ Empfehlung: 50-55°C Vorlauftemperatur sollten im Extremfall nicht überschritten werden
- ◆ Dazu kann die aktuell am Heizungsregler eingestellte Heizkurve herangezogen werden
- ◆ Ggf. Ausprobieren, ob man mit weniger auskommt!

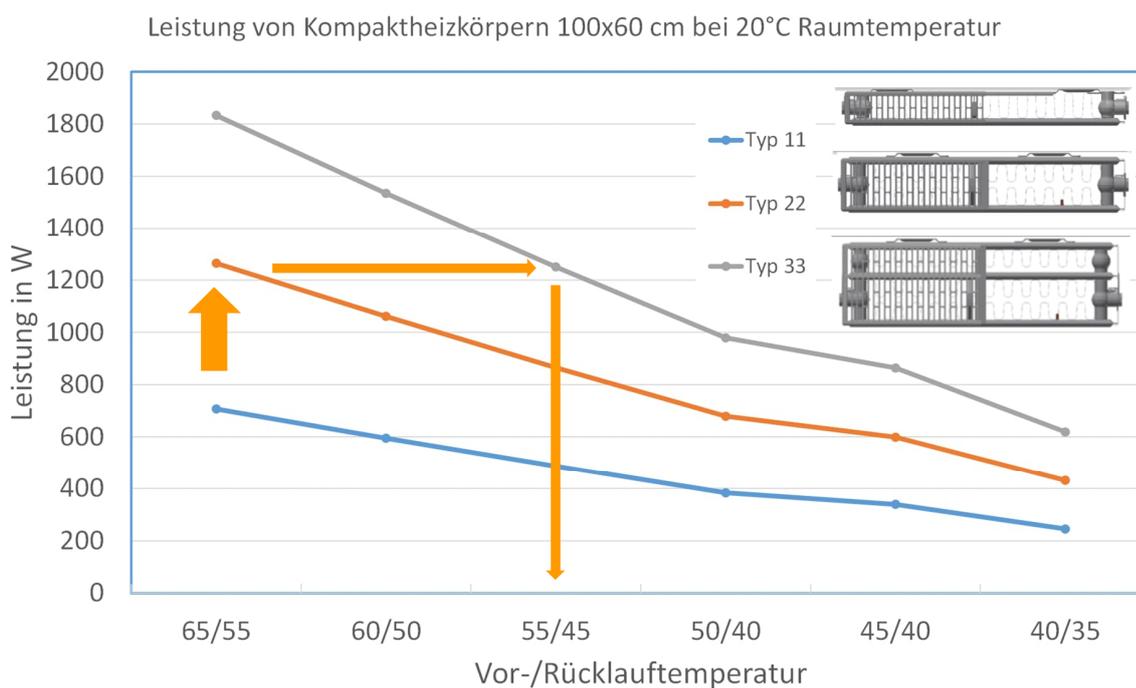


# Was machen, wenn Vorlauftemperatur zu hoch?

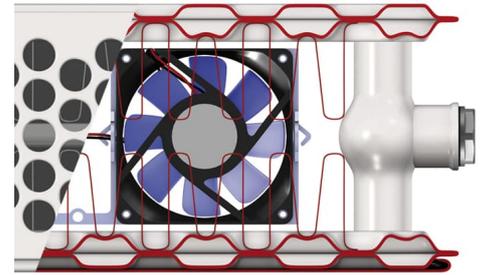
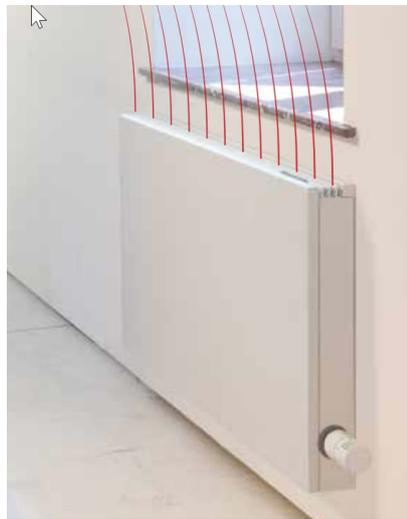
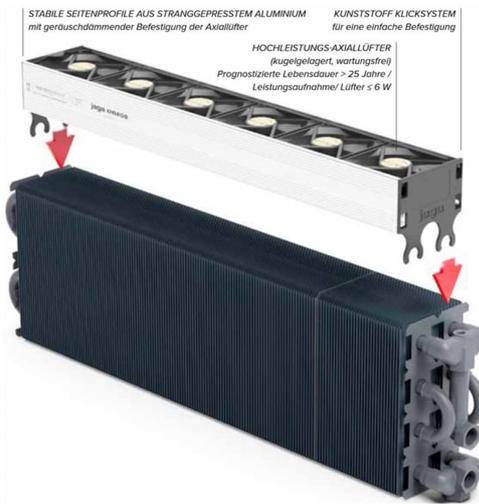


- ◆ Raumweise Heizlastberechnung nach DIN 12831 und Heizkörperberechnung sollte durchgeführt werden. Häufig sind nur einzelne Räume kritisch.
- ◆ Ggf. Heizkörper tauschen:
  - Aktuelle Flachheizkörper haben bei gleichen Abmessungen höhere Wärmeleistung als z.B. Röhrenheizkörper
  - Größere oder dickere Heizkörper verwenden (z.B. Typ 33 statt Typ 22)
  - „Wärmepumpen“-Heizkörper verwenden (benötigen Elektroanschluss)
- ◆ Evtl. Zusatzheizflächen (Wand, Decke), ggf. auch elektrisch für Extremfälle
- ◆ Verbesserung der Gebäudehülle mitprüfen: Sanierungsfahrplan empfohlen

## Wärmeleistung von Heizkörpern



# Beispiele für Niedertemperaturheizkörper

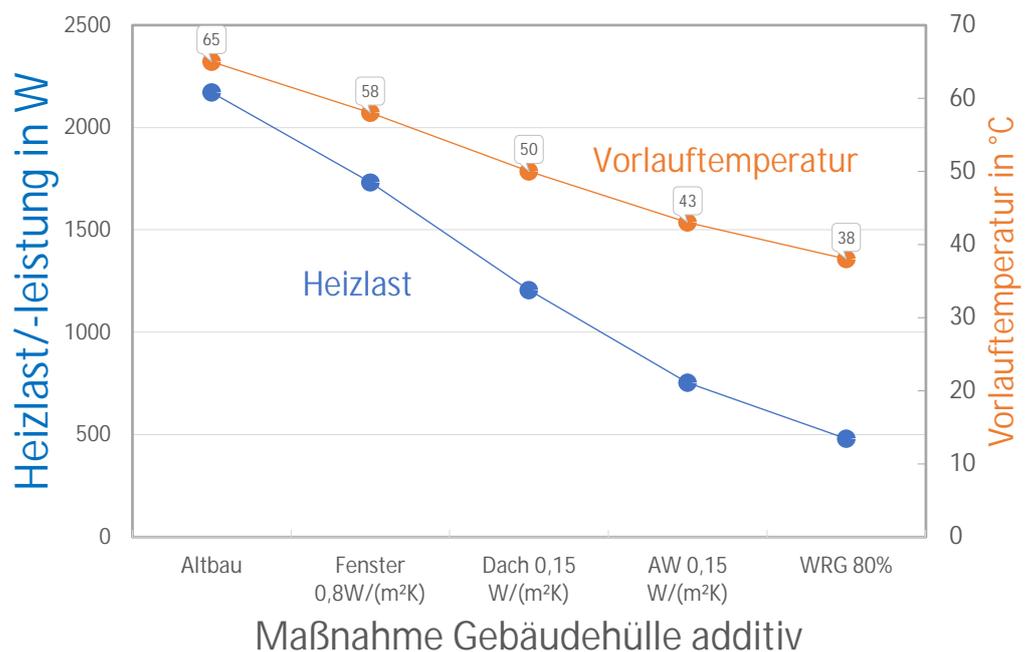


Bildquellen: Jaga, Vogel&Noot, eigene

# Raumheizlast und Gebäudehülle

Ausgangspunkt: Heizkörper mit 65°C Vorlauftemperatur

- ◆ Beispielraum in Rosenheim
- ◆ Auslegung für -12 °C
- ◆ 5m x 5m Grundfläche
- ◆ Raumhöhe 2,5m
- ◆ Fensterfläche 7,3 m<sup>2</sup>
- ◆ 2 Außenwände + Dach
- ◆ 2 Kompaktheizkörper 90x60cm
- ◆ Luftwechsel 0,5/h



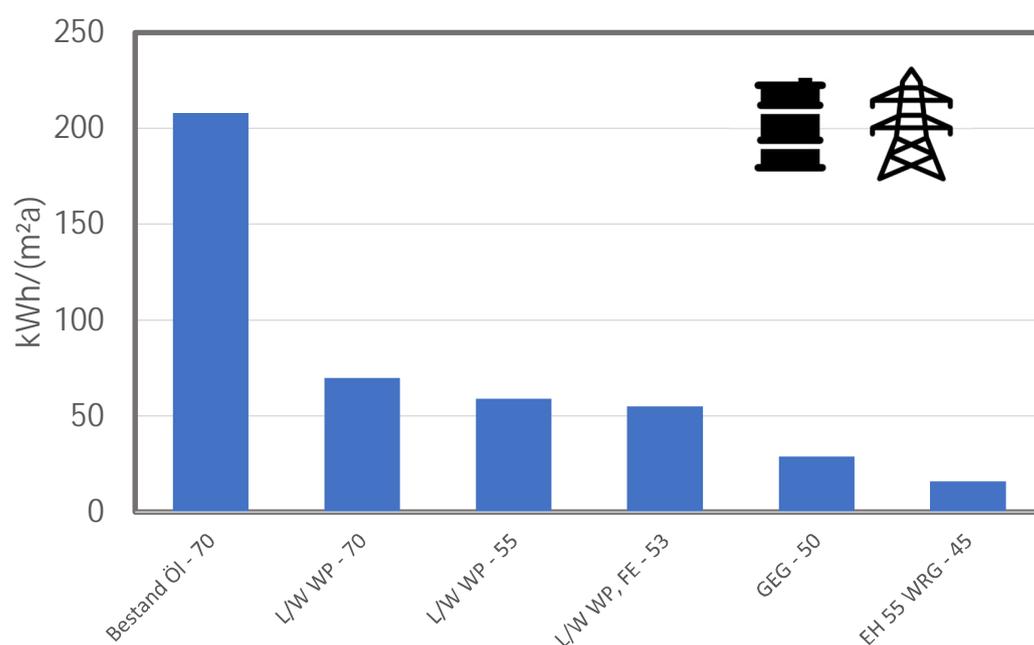
# Beispielhafte Sanierung: Berechnungen nach DIN 18599

Daten Gebäudetechnik: Standardwerte aus in 18599, WP stetig geregelt

	Basis	Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 4	Var. 5
<b>Gebäudehülle</b>	1980	1980	1980	1980 Fenster $U_w = 0,85$ W/(m <sup>2</sup> K)	GEG AW, DA, KD, FE	EH 55 AW, DA, KD, FE
<b>Wärmeerzeuger</b>	Öl-NT-Kessel	L/W WP	L/W WP	L/W WP	L/W WP	L/W WP
<b>Wärmeabgabe</b>	HK 70/55	HK 70/55	HK 55/45	HK 53/45	HK 50/40	HK 45/40
<b>Lüftung</b>	frei	frei	frei	frei	frei	WRG

- EFH ca. 200m<sup>2</sup> Wfl.
- Keller in beheizter Hülle
- Energiepreise: €0,9 pro l Heizöl; €0,2 pro kWh Strom

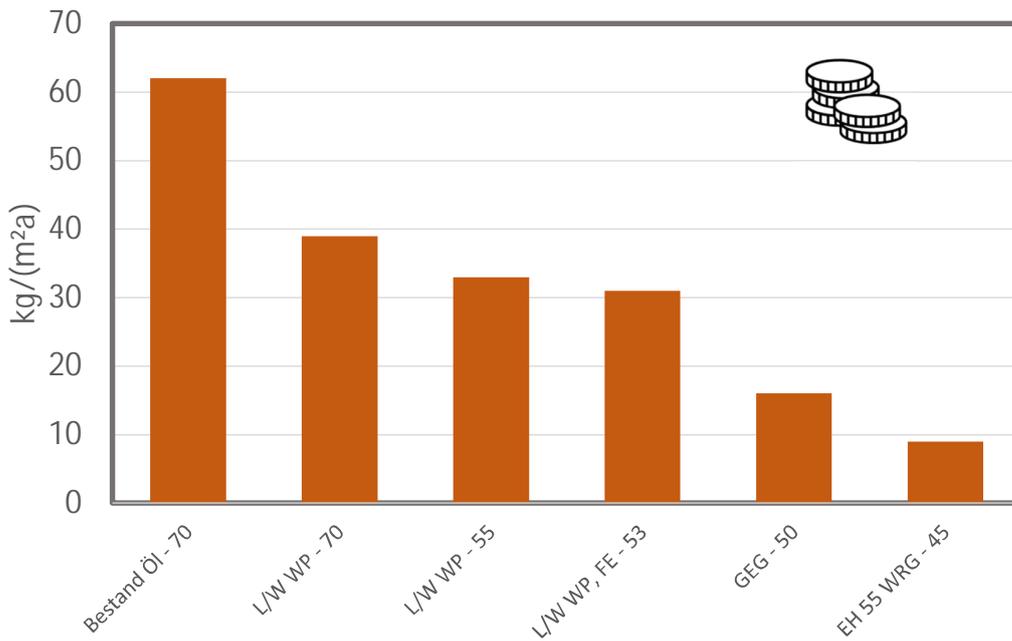
## Vergleich Endenergiebedarf (Öl, Strom)



Von links nach rechts

- Bestand 1980, Öl, HK 70/55
- nur Umstellung auf L/W WP, HK 70/55
- L/W WP, HK mit 55/45
- L/W WP, Fenstertausch, HK 53/45
- Sanierung auf GEG Standard, HK 50/40
- Sanierung auf EH 55 + WRG, HK 45/40

## Vergleich „Brennstoff“-kosten



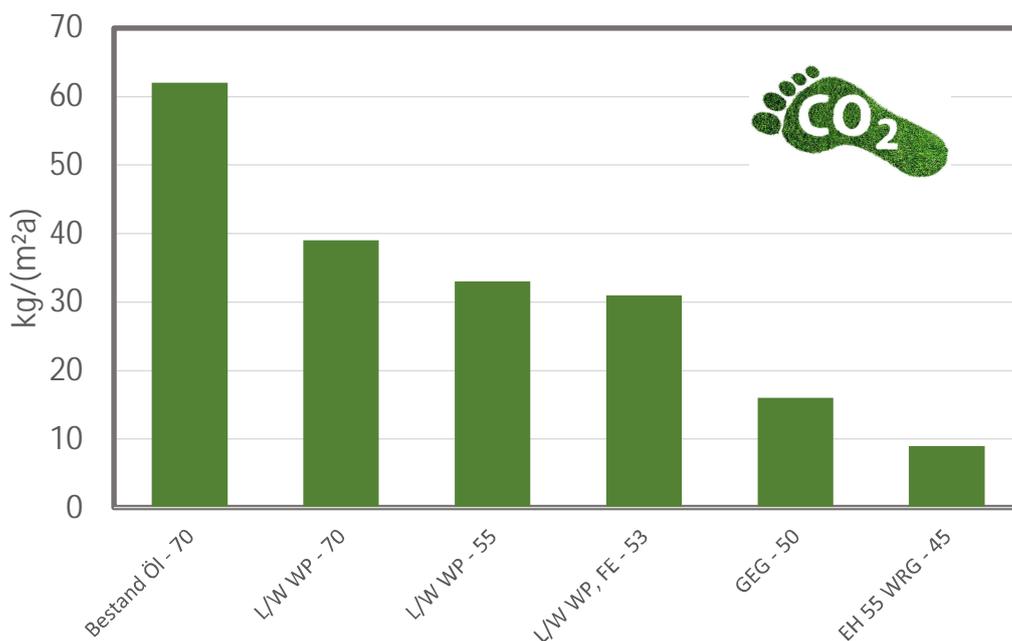
Von links nach rechts

- Bestand 1980, Öl, HK 70/55
- nur Umstellung auf L/W WP, HK 70/55
- L/W WP, HK mit 55/45
- L/W WP, Fenstertausch, HK 53/45
- Sanierung auf GEG Standard, HK 50/40
- Sanierung auf EH 55 + WRG, HK 48/45

EFH ca. 200m² Wfl.

Energiepreise: €0,9 pro l Heizöl; €0,2 pro kWh Strom

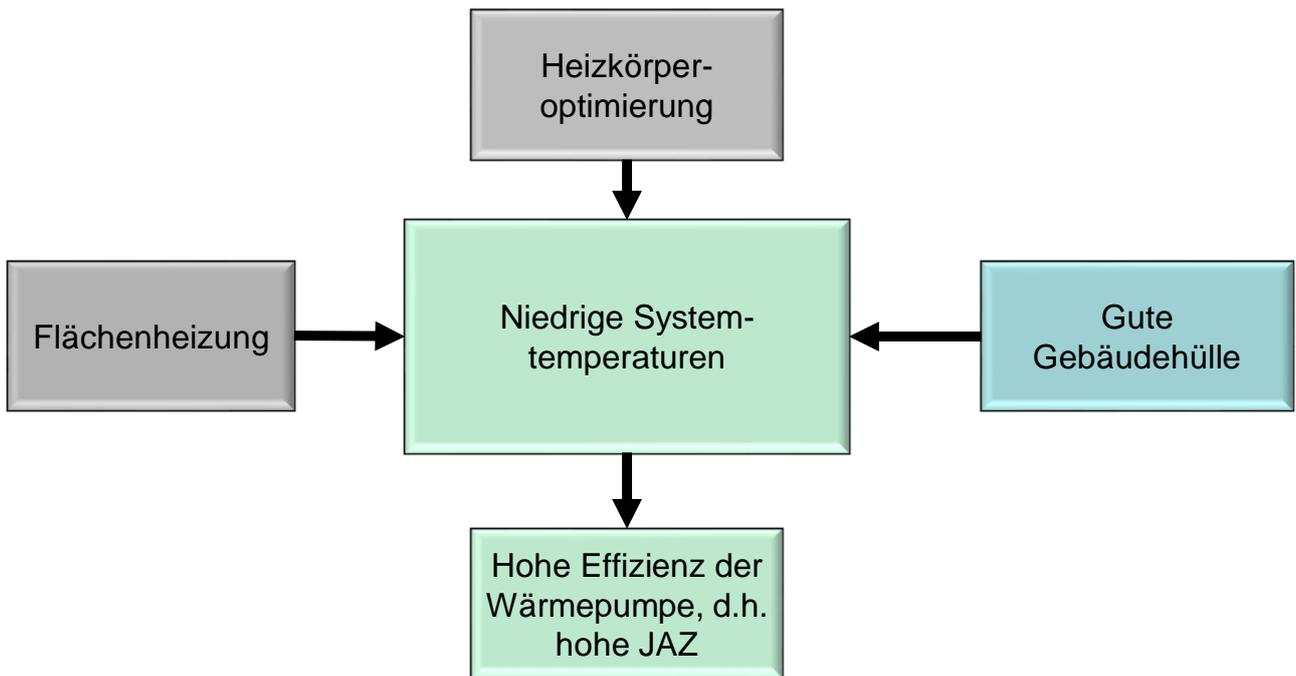
## Vergleich CO<sub>2</sub> Emissionen



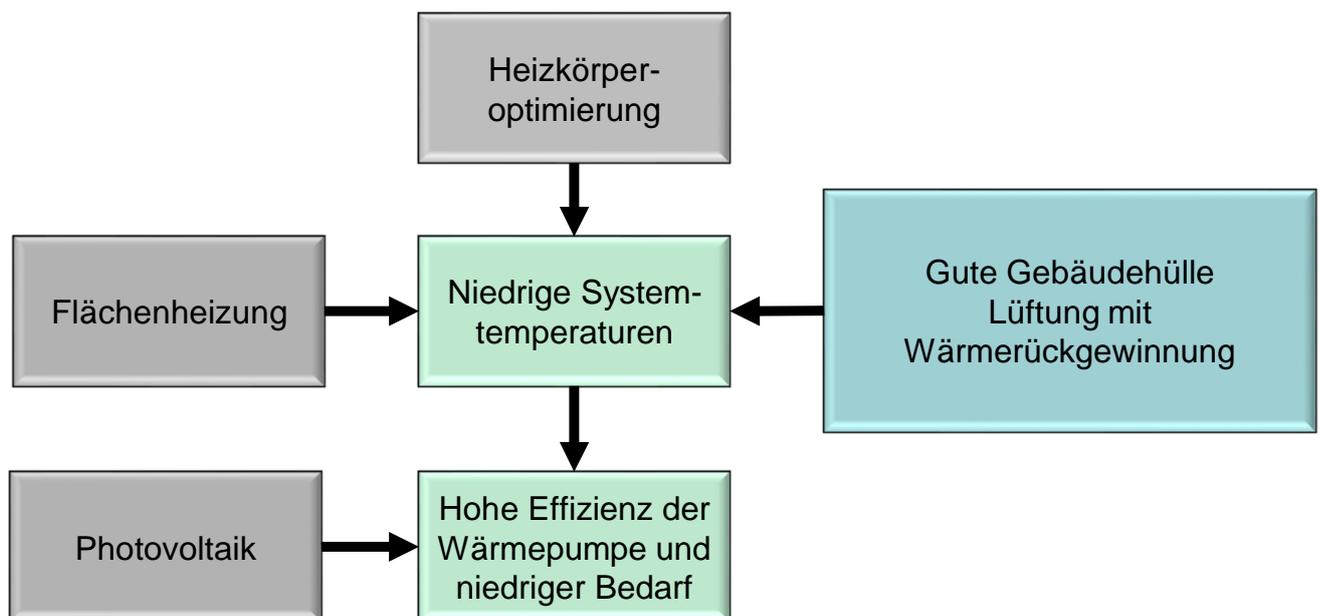
Von links nach rechts

- Bestand 1980, Öl, HK 70/55
- nur Umstellung auf L/W WP, HK 70/55
- L/W WP, HK mit 55/45
- L/W WP, Fenstertausch, HK 53/45
- Sanierung auf GEG Standard, HK 50/40
- Sanierung auf EH 55 + WRG, HK 48/45

## Einfluß auf die Effizienz der Wärmepumpe



## Einfluß auf den Endenergieverbrauch



# Fördermittel (wird sich 2024 deutlich ändern!)

- ◆ Einzelmaßnahmen
- ◆ Energieberatung und Sanierungsfahrplan
- ◆ Effizienzhäuser

## Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
	Solarkollektoranlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	50 %
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25 % Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75 % Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
Heizungsoptimierung	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

\* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5 %, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

# Förderung von Energieberatung und Erstellung Sanierungsfahrplan durch das Bafa

- ◆ Zuschuss in Höhe von 80 % des zuwendungsfähigen Beratungshonorars, maximal 1.300 Euro bei Ein- und Zweifamilienhäusern und maximal 1.700 Euro bei Wohnhäusern mit mindestens drei Wohneinheiten.
- ◆ Zuschuss in Höhe von maximal 500 Euro für zusätzliche Erläuterung eines Energieberatungsberichts in Wohnungseigentümersammlung oder Beiratssitzung.
- ◆ Der Zuschuss wird vom Beratenen über das Bafa beantragt.



# Förderung der Sanierung zum Effizienzhaus durch die KfW

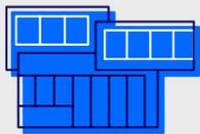
- ◆ Zinsverbilligter Kredit und Tilgungszuschuss
- ◆ Leistungen Energieberater (Baubegleitung) Zuschuss von 50%
- ◆ Erhöhung der Zuschüsse für serielle Sanierung und „worst performing building“
- ◆ Auszug:

Effizienzhaus	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit 	Betrag je Wohneinheit 
Effizienzhaus 40	20 % von max. 120.000 Euro Kreditbetrag	bis zu 24.000 Euro
Effizienzhaus 40 <u>Erneuerbare-Energien-Klasse</u> 	25 % von max. 150.000 Euro Kreditbetrag	bis zu 37.500 Euro
Effizienzhaus 55	15 % von max. 120.000 Euro Kreditbetrag	bis zu 18.000 Euro
Effizienzhaus 55 <u>Erneuerbare-Energien-Klasse</u> 	20 % von max. 150.000 Euro Kreditbetrag	bis zu 30.000 Euro

## KLIMAFREUNDLICHES HEIZEN: DAS GILT AB 1. JANUAR 2024 \*

### NEUBAU

Bauantrag ab dem 1. Januar 2024



**IM NEUBAUGEBIET**

Heizung mit mindestens **65 Prozent Erneuerbaren Energien**

**AUSSERHALB EINES NEUBAUGEBIETES**

Heizung mit mindestens **65 Prozent Erneuerbaren Energien** frühestens ab **2026**

### BESTAND



**HEIZUNG FUNKTIONIERT ODER LÄSST SICH REPARIEREN**

Kein Heizungstausch vorgeschrieben

**HEIZUNG IST KAPUTT - KEINE REPARATUR MÖGLICH**

Es gelten pragmatische **Übergangslösungen.\***

Bereits **jetzt** auf Heizung mit **Erneuerbaren Energien umsteigen** und Förderung nutzen.

\*Diese Grafik bietet einen ersten Überblick. Informieren Sie sich über Ausnahmen und Übergangsregelungen. Mehr: [energiewechsel.de/geg](http://energiewechsel.de/geg) Quelle: BMWK, Stand 09/2023

## SO FÖRDERN WIR KLIMAFREUNDLICHES HEIZEN: DAS GILT AB 1. JANUAR 2024 \*



**30% GRUNDFÖRDERUNG**

Für den **Umstieg** auf **Erneuerbares Heizen**. Das hilft dem Klima und die **Betriebskosten bleiben stabiler** im Vergleich zu fossil betriebenen Heizungen.

**30% EINKOMMENSABHÄNGIGER BONUS**

Für selbstnutzende **Eigentümerinnen und Eigentümer** mit einem zu versteuernden Gesamteinkommen **unter 40.000 Euro pro Jahr**.

**20% GESCHWINDIGKEITSBONUS**

Für den **frühzeitigen Umstieg** auf Erneuerbare Energien **bis Ende 2028**. Gilt zum Beispiel für den Austausch von Öl-, Kohle- oder Nachtspeicher-Heizungen sowie von Gasheizungen (**mindestens 20 Jahre alt**).

**BIS ZU 70% GESAMTFÖRDERUNG**

Die Förderungen können auf bis zu **70% Gesamtförderung addiert werden** und ermöglichen so eine attraktive und nachhaltige Investition.

**SCHUTZ FÜR MIETERINNEN UND MIETER**

Mit einer **Deckelung der Kosten** für den Heizungstausch auf **50 Cent pro Quadratmeter und Monat**. Damit alle von der klimafreundlichen Heizung profitieren.

\*Mehr erfahren auf [www.energiewechsel.de/beg](http://www.energiewechsel.de/beg) Quelle: BMWK, Stand 09/2023

- ◆ Klimaneutraler Gebäudebestand setzt voraus:
  - Umbau des Energiesystems
  - Bessere Gebäudehüllen
  - Umstellung der Heizquellen auf v.a. Wärmepumpen und Fernwärme
  
- ◆ Wärmepumpen im Bestand
  - Treibhausgas-Emissionen sinken damit immer
  - Auch Heizkörper können geeignet sein: Prüfung Systemtemperaturen
  - Flächenheizungen bringen Effizienzvorteile
  
- ◆ Gebäudehülle beeinflusst
  - Heizlast
  - Systemtemperaturen
  - Energiebedarf

## Nützliche Links

- ◆ Allgemeines zur Energieeffizienz und Fördermitteln: <https://www.gebaeudeforum.de/>
- ◆ Fördermittel Einzelmaßnahmen: [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html)
- ◆ Fördermittel Effizienzhaus Sanierung: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/>
- ◆ Förderrechner Wärmepumpe: <https://www.waermepumpe.de/foerderrechner/>
- ◆ Heizlastrechner: <https://www.waermepumpe.de/normen-technik/heizlastrechner/>
- ◆ Heizkörperrechner: <https://www.waermepumpe.de/normen-technik/heizkoerperrechner/>
- ◆ Energieberater finden: <https://www.energie-effizienz-experten.de/>
- ◆ Sanierungsfahrplan: <https://www.gebaeudeforum.de/realisieren/isfp/#c1113>
- ◆ Studie Wärmeschutz&Wärmepumpe: [https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/pdf/2023\\_FIW\\_ifeu\\_W%C3%A4rmeschutz\\_und\\_W%C3%A4rmepumpe.pdf](https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/pdf/2023_FIW_ifeu_W%C3%A4rmeschutz_und_W%C3%A4rmepumpe.pdf)



## Ende Teil 1

und jetzt kommt:

**Prof. Uli Spindler**

Studiengang Energie- und Gebäudetechnologie  
Rosenheimer Technologiezentrum Energie & Gebäude - roteg

[https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/glueckliches-kleines-maedchen-und-riesige-gluehbirne\\_42675320.htm#query=licht%20aufgehen&position=1&from\\_view=search&track=ais](https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/glueckliches-kleines-maedchen-und-riesige-gluehbirne_42675320.htm#query=licht%20aufgehen&position=1&from_view=search&track=ais)-Bild von Verazinha auf Freepik