

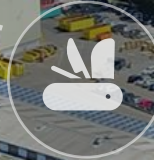


# Aktuelles aus Politik & Verbände BIHEE Netzwerktreffen

09 März 2023

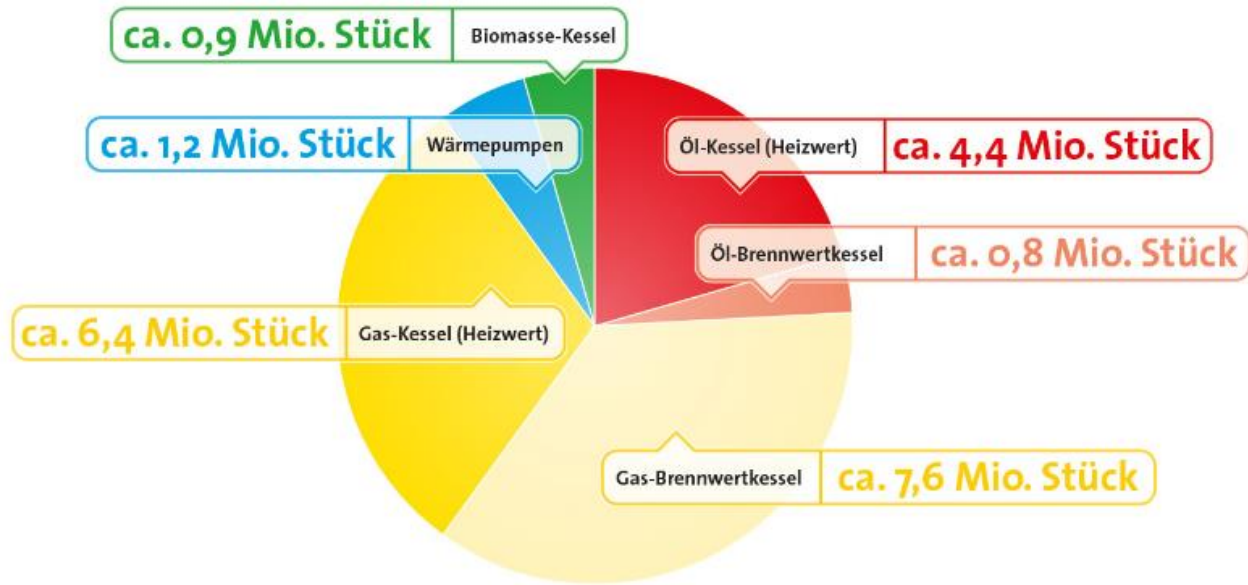
Frank Richert

Manager Politik & Verbändearbeit



# Wärmepumpe – Heizung mit Zukunft

Wärmeerzeuger in Deutschland und Importabhängigkeit

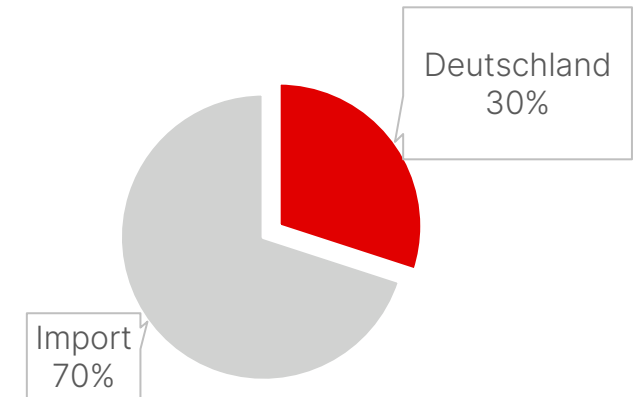


Quelle: Erhebung des Schornsteinfegerhandwerkes für 2021 und BDH-Schätzung

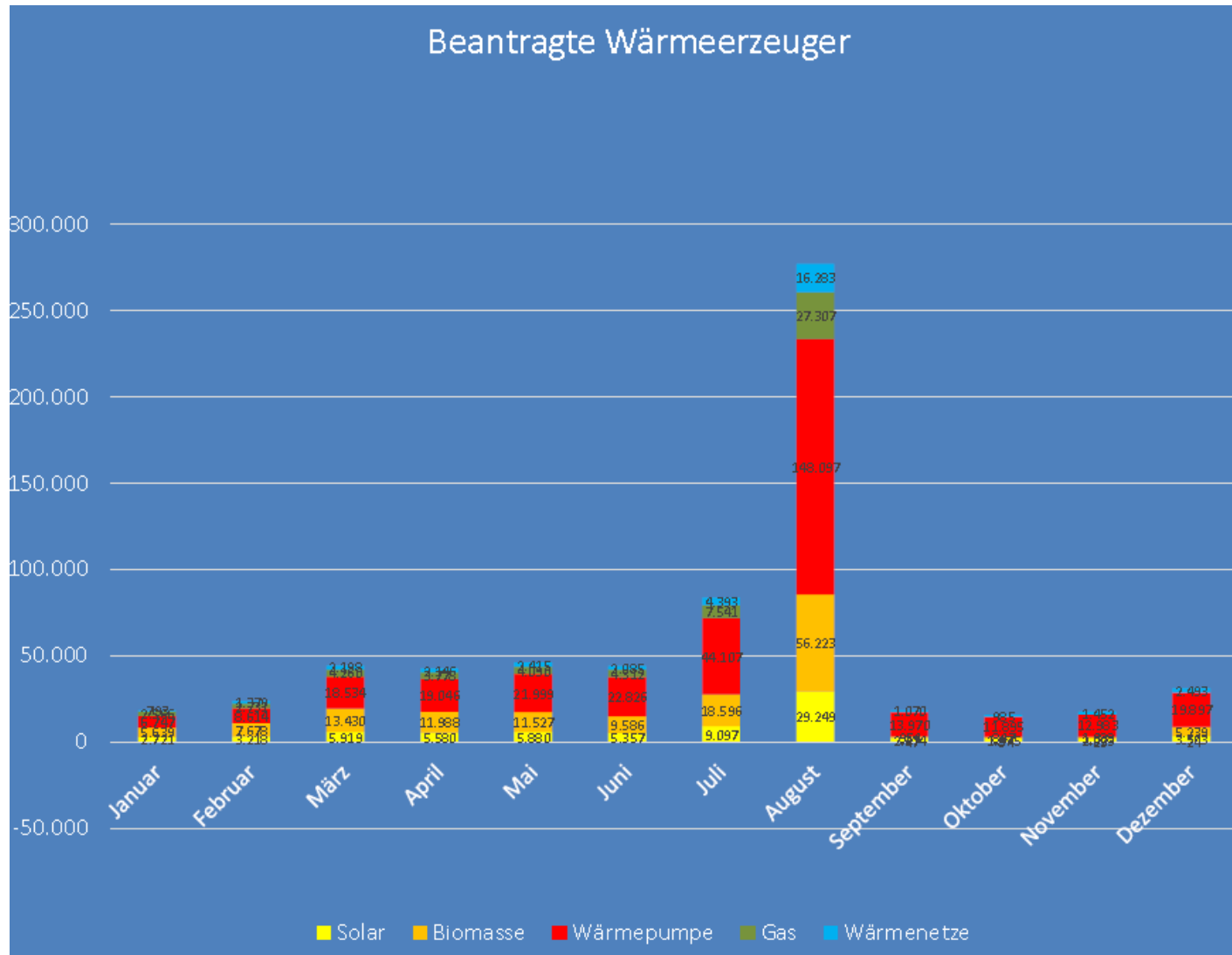
~ 21,3 Mio. Wärmeerzeuger im Bestand

Installierte Kollektorfläche, thermische Solaranlage  
ca. 21,6 Mio. m<sup>2</sup>  
~ 2,5 Mio. Anlagen

Importabhängigkeit fossiler Energien



# BAFA Antragszahlen 2022

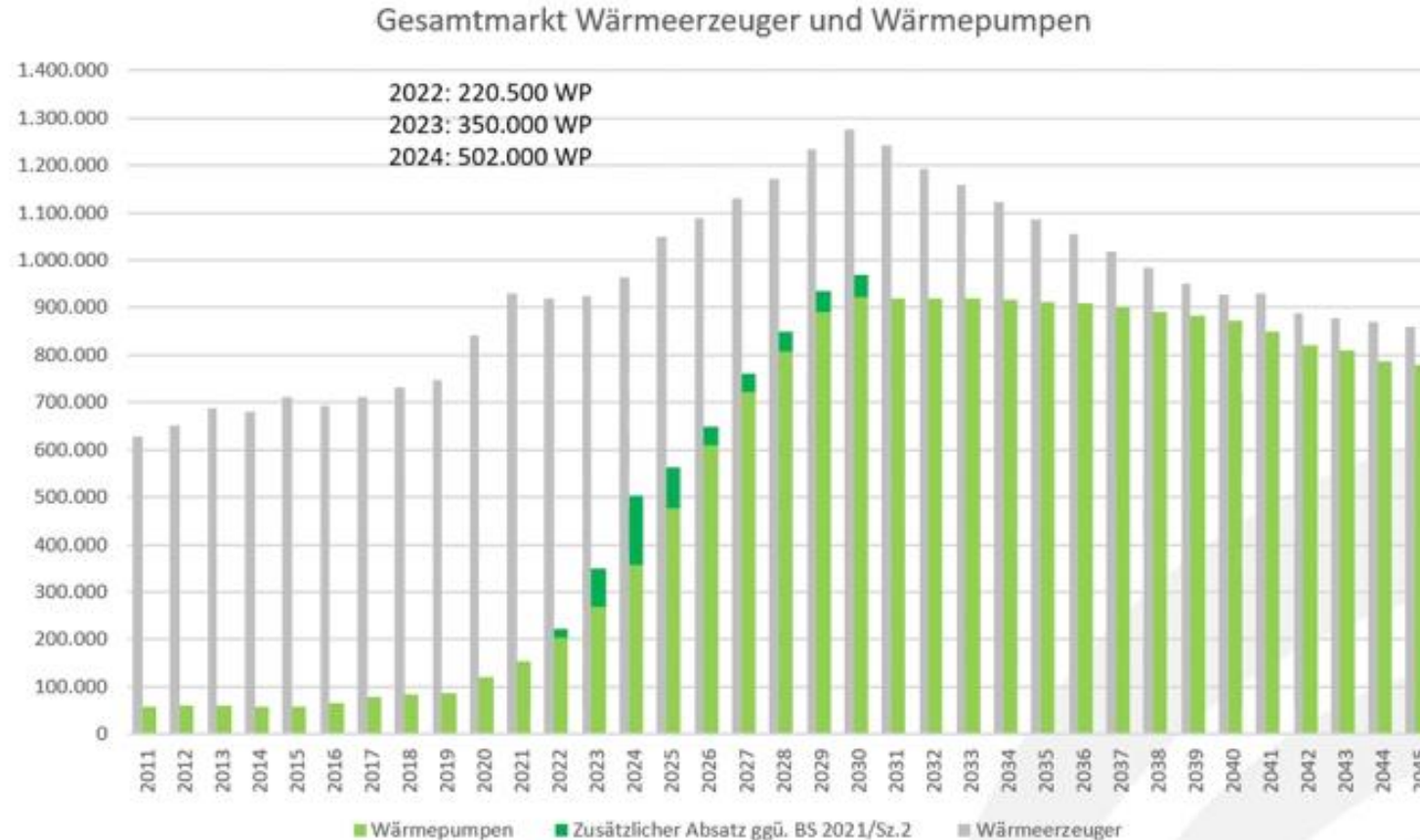


## Kurz-Info:

- 2019 – 76.000 Anträge
- 2020 – 280.000 Anträge
- 2021 – 330.000 Anträge
- 2022 – 776.000 Anträge, davon allein 350.000 Wärmepumpen



# Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft



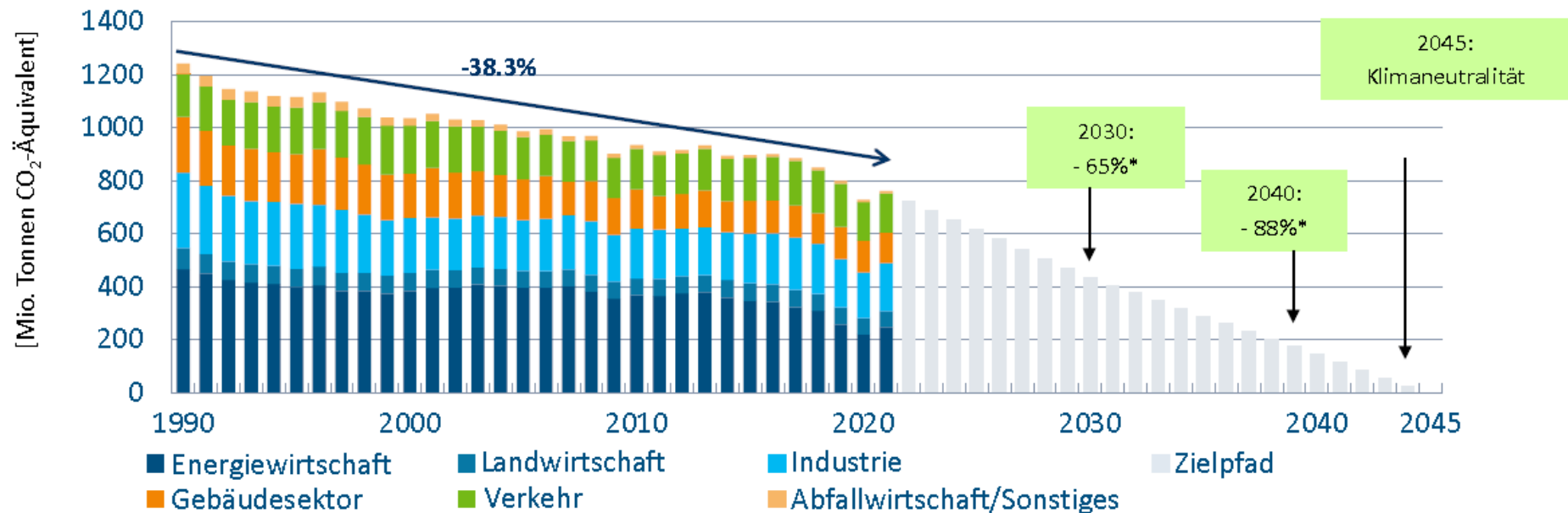
## Bemerkungen:

- Differenz zur WP: Gas-/Ölkessel, Pelletkessel, Direktelektrische Heizungen; Solarthermie nicht enthalten
- Hybridwärmepumpen werden statistisch als zwei Wärmeerzeuger (Wärmepumpe und Spitzenlastkessel) geführt
- Wärmenetze: FW-Anschlüsse nicht enthalten, wohl aber dezentrale WP in (kalten) Nahwärmenetzen

# BEG - Bundesförderung Effiziente Gebäude

## Die Aufgabe: Die Transformation des Gebäudesektors

### Treibhausgasemissionen\* nach Sektoren und Minderungspfad\*\*



Daten: Dr. Tina Flegel, BMWK 2022, UBA 2021

\*in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent, \*\*Emissionsminderung gegenüber 1990

# BEG - Bundesförderung Effiziente Gebäude

## BEG EM – Anträge nach Bundesländern

BEG Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen												
Antragstellung nach Bundesländer												
Förderjahr	2022	Stand 31.12.2022										
		Gesamt	Verteilung auf die einzelnen Verwendungszwecke									
			SO	BH	WP	Ger. II	Wärmenetze	Heizungs- Trenn- Bauteil II	Gebäudehülle	Anlagentechni- k	Bauleitung	Optimierung
Berlin	BE	7.413	447	269	3.955	637	121	1.514	2.480	325	2.442	408
Brandenburg	BR	17.247	1.858	3.198	9.556	1.623	240	4.390	2.664	226	2.390	599
Baden-Württemberg	BW	128.711	13.581	27.685	50.496	8.606	6.566	47.942	36.561	2.866	43.781	4.038
Bayern	BY	172.723	20.075	50.635	50.171	7.678	19.589	74.930	41.524	3.459	50.568	6.420
Bremen	HB	2.340	202	117	1.072	169	51	487	831	109	956	196
Hessen	HE	58.378	6.133	9.764	26.971	4.218	817	18.118	16.656	1.016	16.919	2.704
Hamburg	HH	5.870	483	190	2.346	714	168	865	2.634	237	2.885	389
Mecklenburg-Vorpommern	MV	8.280	934	1.343	4.472	795	197	2.373	1.505	168	1.652	230
Niedersachsen	NS	75.346	7.605	10.002	36.792	7.185	3.263	18.358	18.633	1.414	21.579	3.302
Nordrhein-Westfalen	NW	156.912	11.334	13.770	91.318	13.007	2.612	39.481	39.724	3.095	43.713	6.374
Rheinland-Pfalz	RP	51.281	3.877	7.884	27.720	3.311	1.047	18.057	12.030	770	12.889	1.682
Sachsen-Anhalt	SA	13.388	1.414	2.411	7.948	1.256	304	4.334	1.677	237	2.015	387
Saarland	SD	11.925	1.123	1.771	5.436	1.063	179	3.802	3.523	174	3.547	519
Schleswig-Holstein	SH	27.243	2.429	2.969	12.367	2.103	1.875	7.659	8.088	438	9.258	1.186
Sachsen	SN	24.727	2.680	6.141	12.398	2.470	403	7.436	3.452	480	3.489	938
Thüringen	TH	14.247	2.721	4.646	5.697	1.566	260	4.706	1.381	296	1.893	574
<b>Gesamt</b>		<b>776.031</b>	<b>76.896</b>	<b>142.795</b>	<b>348.715</b>	<b>56.401</b>	<b>37.692</b>	<b>254.452</b>	<b>193.363</b>	<b>15.310</b>	<b>219.976</b>	<b>29.946</b>

# BEG Förderung 2023 – gültig ab 01. Januar 2023

## BAFA Einzelmaßnahme – neue Fördersätze

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	50 %
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 %	
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	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 %	
	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 %	

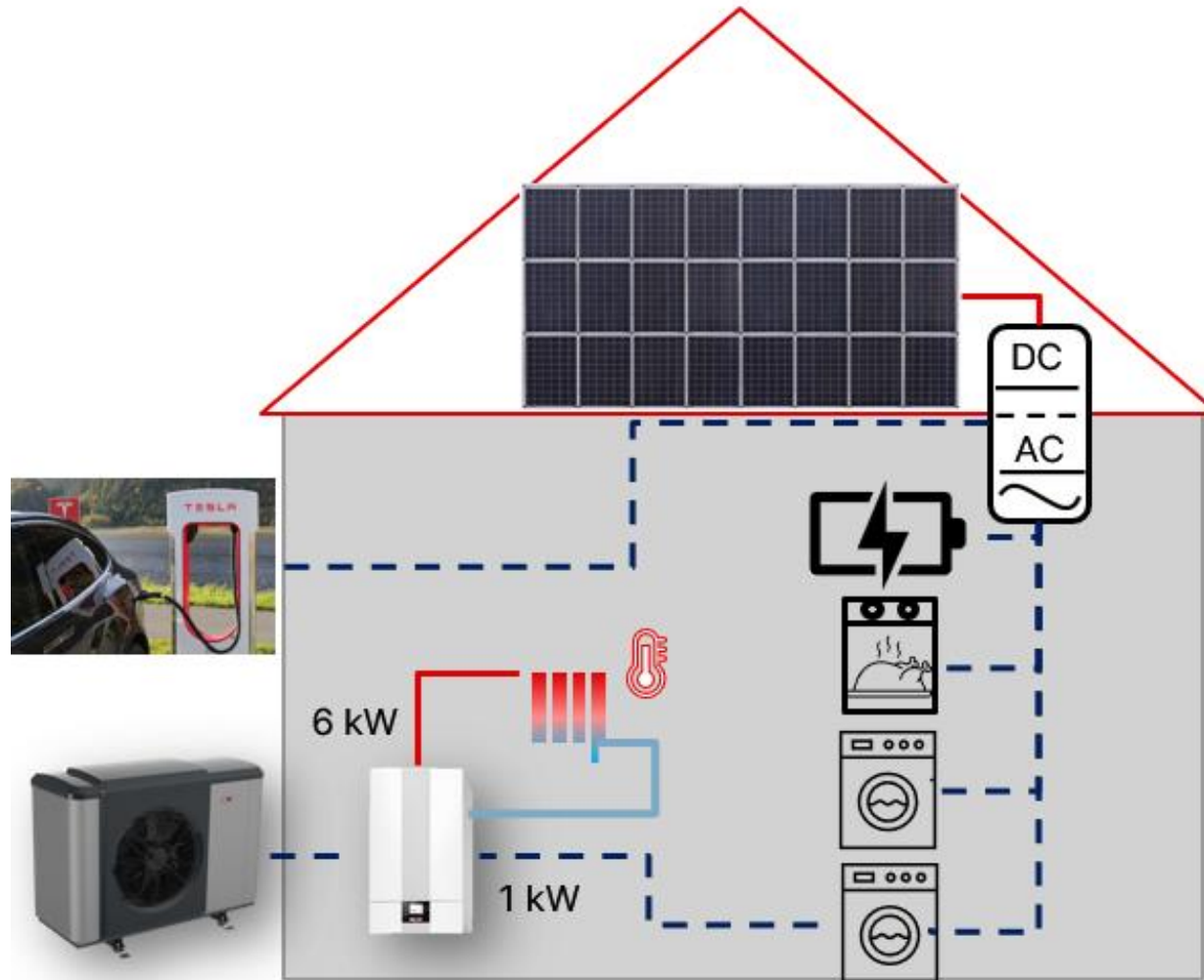
\* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5%, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

\* max. 600.000 Euro pro Wohngebäude



# Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft

Wie werde ich „Teil-Autark“?





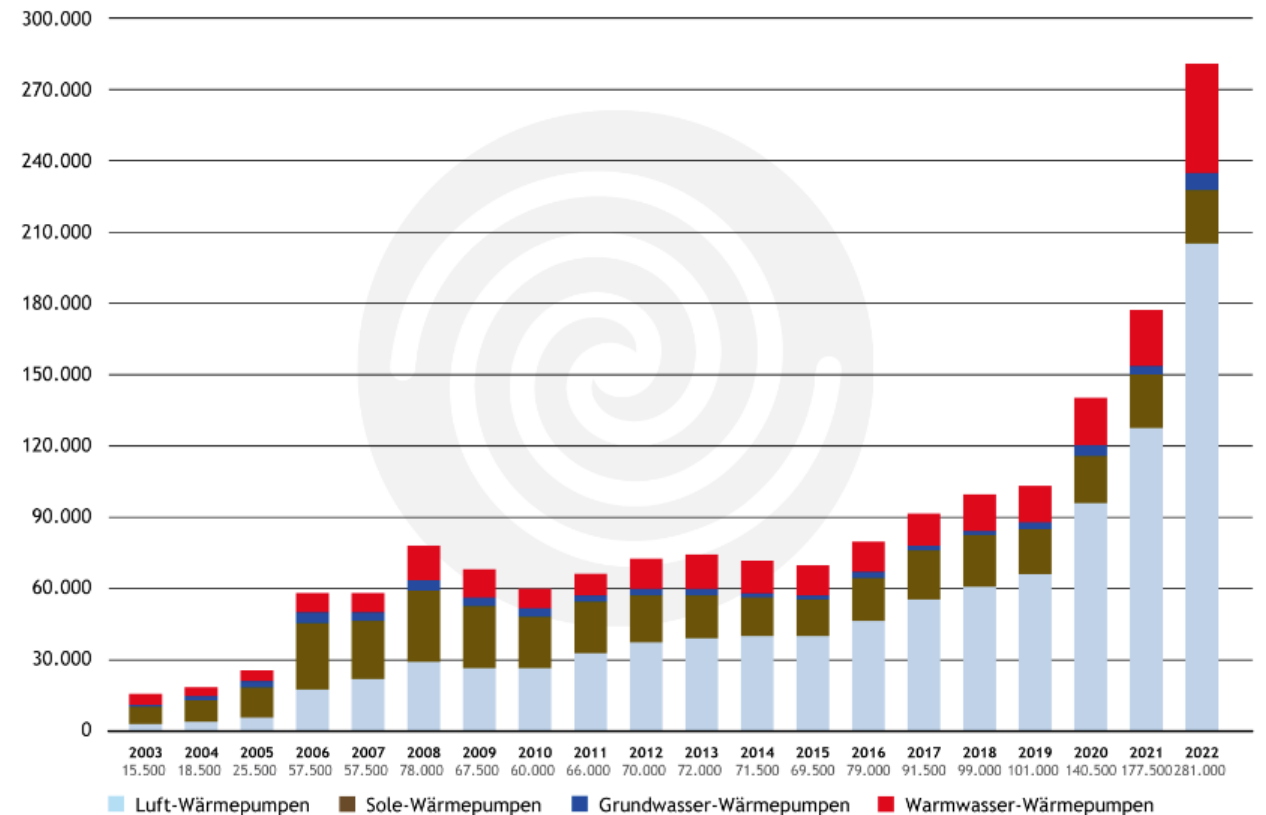
# Wärmepumpe – Heizung mit Zukunft

Absatz Wärmepumpen in Deutschland gem. BWP

## Die Wärmepumpe – Die Heizung mit Zukunft

- >85% aller Neubauten haben/bekommen eine Wärmepumpe  
→ Tendenz steigend
- 70.000 Wärmepumpen in 2021 allein durch BEG-Förderung gefördert (gilt nur für Sanierung)  
→ Tendenz steigend
- 350.000 Wärmepumpen bis 12/2022 allein durch BEG-Förderung gefördert (gilt nur für Sanierung)  
→ Tendenz weiter steigend

Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2003-2022  
Nach Wärmepumpentypen



Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

bwp Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

# Wärmepumpe – Heizung mit Zukunft

Absatz Wärmepumpen in Deutschland gem. BWP

## Die Wärmepumpe – Die Heizung mit Zukunft

- Rekordjahr 2022  
→ Tendenz steigend
- 236.000 Wärmepumpen in 2022  
→ Tendenz steigend
- +53% gegenüber 2021  
→ Tendenz weiter steigend

## Absatzzahlen für Wärmepumpen in Deutschland 2022

	Absatz 2022	Vergleich zu 2021	Anteil Quellen
<b>Gesamtzahl Heizungswärmepumpen</b>	<b>236.000</b>	<b>+ 53 %</b>	
<b>Erdreich</b>	<b>31.000</b>	<b>+ 14 %</b>	<b>13 %</b>
Sole	23.500	+ 2 %	
Grundwasser und Sonstige	7.500	+ 84 %	
<b>Luft</b>	<b>205.000</b>	<b>+ 61 %</b>	<b>87 %</b>
Monoblock	140.000	+ 67 %	
Split	65.000	+ 49 %	
<b>Gesamtzahl Warmwasserwärmepumpen</b>	<b>45.500</b>	<b>+ 93 %</b>	

Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

**bwp** | Bundesverband  
Wärmepumpe e.V.

# Wärmepumpe – Heizung mit Zukunft

Absatz Wärmepumpen in Deutschland gem. BWP

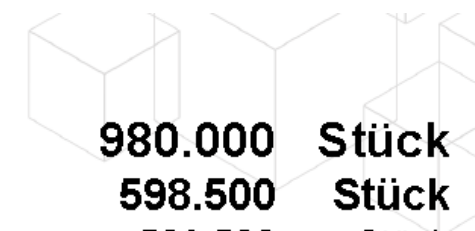
## Marktentwicklung 2022

→ <b>Gesamtmarkt Wärmeerzeuger</b>	<b>+</b>	<b>5 %</b>	<b>980.000</b>	<b>Stück</b>
→ <b>Wärmeerzeuger (Gas)</b>	<b>-</b>	<b>8 %</b>	<b>598.500</b>	<b>Stück</b>
→ Gas-Brennwert	-	8 %	528.500	Stück
→ Gas-NT	-	13 %	70.000	Stück
→ <b>Wärmeerzeuger (Öl)</b>	<b>+</b>	<b>25 %</b>	<b>56.500</b>	<b>Stück</b>
→ Öl-Brennwert	+	26 %	54.000	Stück
→ Öl-NT	+	4 %	2.500	Stück
→ <b>Biomasse</b>	<b>+</b>	<b>17 %</b>	<b>89.000</b>	<b>Stück</b>
→ Scheitholz	-	4 %	9.500	Stück
→ Pellet	+	22 %	64.500	Stück
→ Kombi-Kessel	+	13 %	7.000	Stück
→ Hackschnitzel	+	10 %	8.000	Stück
→ <b>Heizungs-Wärmepumpen</b>	<b>+</b>	<b>53 %</b>	<b>236.000</b>	<b>Stück</b>
→ Luft-Wasser	+	61 %	205.000	Stück
→ Sole-Wasser	+	2 %	23.500	Stück
→ Wasser-Wasser und sonstige	+	84 %	7.500	Stück
Hybrid-Wärmepumpen <sup>1</sup>	+	102 %	11.000	Stück

<sup>1</sup> Die Anzahl der Hybrid-Wärmepumpen ist in den einzelnen Wärmeerzeugerkategorien bereits enthalten.

### Der Wärmemarkt

- Rekordjahr 2022  
→ fast 1 MIO Wärmeerzeuger  
Tendenz steigend
- 600 TSD Gasgeräte 2022 **minus 8%**
- 650 TSD Gasgeräte in 2021



# Agenda

- 01 Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft
- 02 Wärmepumpe „einfach erklärt“
- 03 Verbrauch und Effizienz
- 04 Umwelteigenschaften
- 05 Schall und Geräusche
- 06 Wärmepumpe und Heizsystem
- 07 GEG (Gesetz) und BEG (Förderung)



# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

Der Standort und die klimatischen Verhältnisse

## Standort und Klimazone

- Garmisch-Partenkirchen, Hamburg oder Berlin?
- Kältere Regionen brauchen mehr Energie  
wärmere Regionen brauchen weniger Energie



# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

## Die Systemtemperaturen der Heizung

### Heizkörper oder Flächenheizung (Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung)

- Heizkörper brauchen:
  - Heizwassertemperaturen zwischen 30 und 55°C. Selten darüber hinaus!
  - in der Hauptheizperiode im Frühjahr und Herbst reichen oftmals 40°C bei Heizkörpern
- Flächenheizungen brauchen geringere Temperaturen:
  - Heizwassertemperaturen zwischen 25 und 40°C. Selten darüber hinaus
- Experten-Tipp bei Luft-Wärmepumpen:  
**Jedes Grad zählt! 1°C weniger Heizwasser spart 2-2,5%**  
Ein Austausch oder Ergänzung von Heizkörpern oder Nachrüstung von Flächenheizungen hilft beim Sparen!  
Gerade bei Heizkörpern sind ca. 10°C möglich → 20-25% gespart



# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

Effizienzverbesserung durch Wärmepumpentechnologie

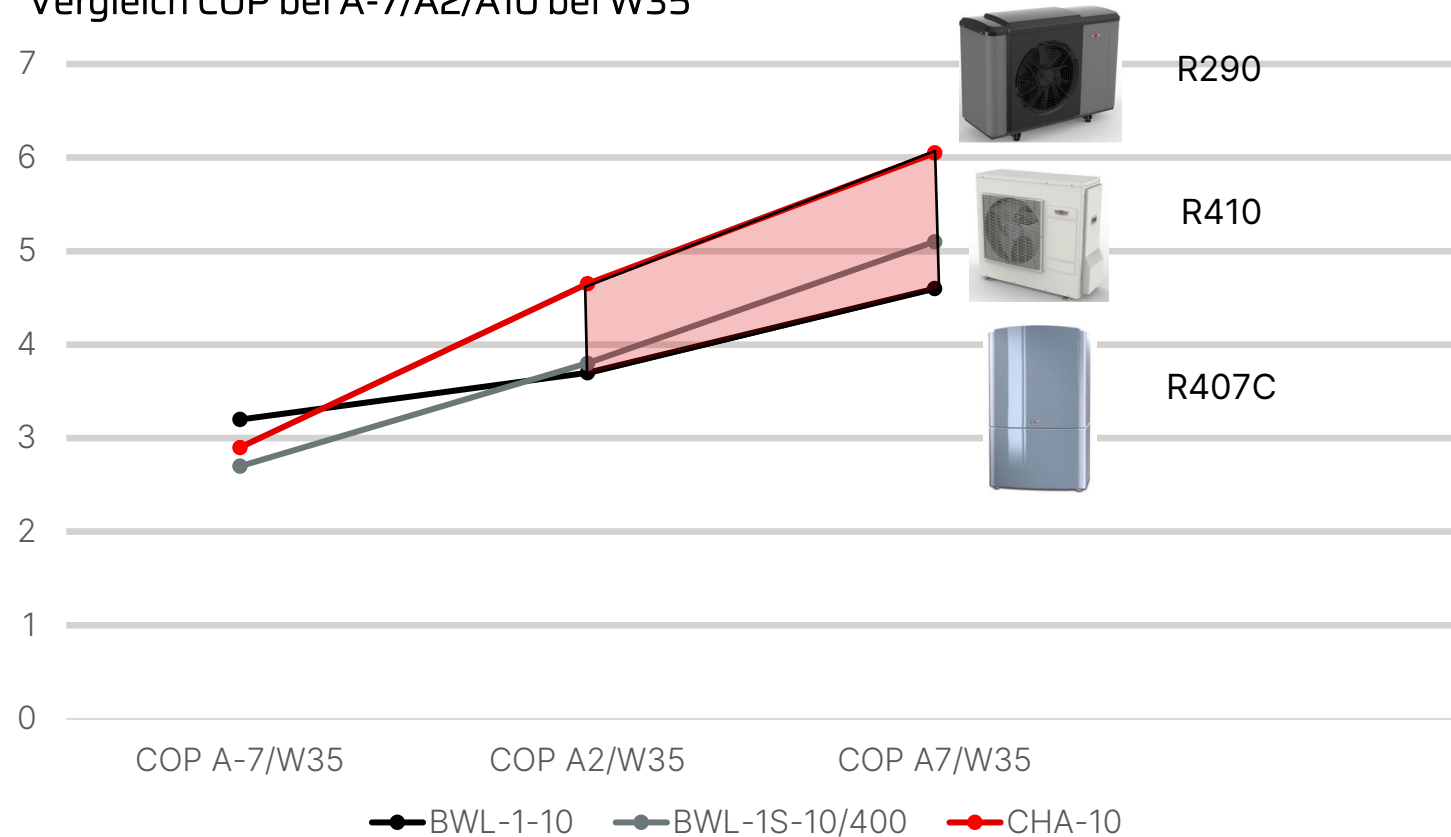
## Gute COP-Werte steigern die Effizienz!

- Moderne Luft-/Wärmepumpen haben in den letzten Jahren, nicht zuletzt durch den Einsatz neuer, umweltschonender Kältemittel deutlich ihre Effizienz gesteigert.

## Prozent im Vergleich BWL-1 zu CHA:

- 2°C Aussentemperatur → 27% besser
- 7°C Aussentemperatur → 30% besser

Vergleich COP bei A-7/A2/A10 bei W35

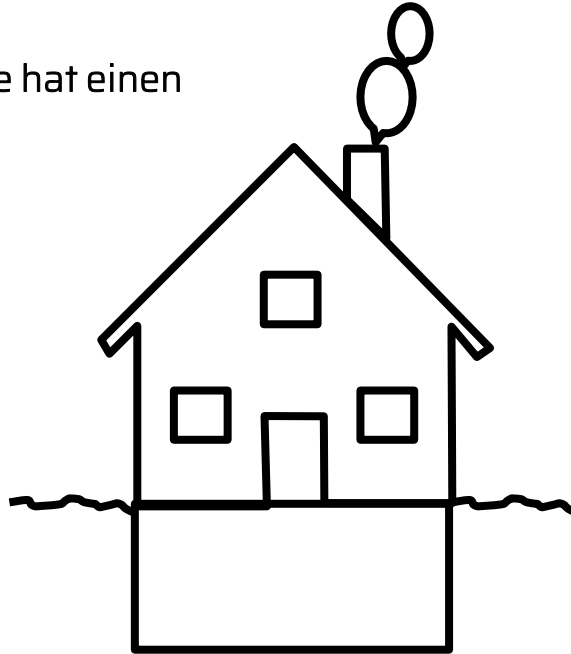


# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

Qualität der Dämmung des Gebäudes

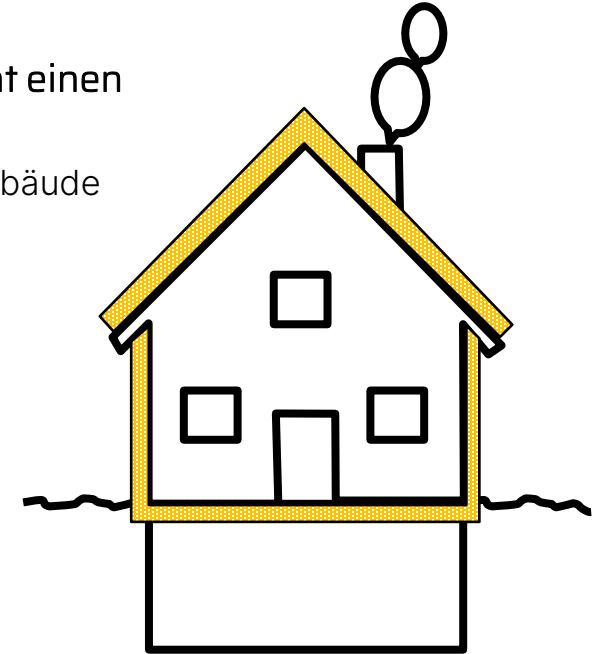
Ein schlecht gedämmtes Gebäude hat einen hohen Wärmebedarf

- Schlechte Gebäude brauchen viel
- Egal von was



Ein gut gedämmtes Gebäude hat einen niedrigen Wärmebedarf

- Saniertere oder neu gebaute Gebäude brauchen wenig
- Egal von was



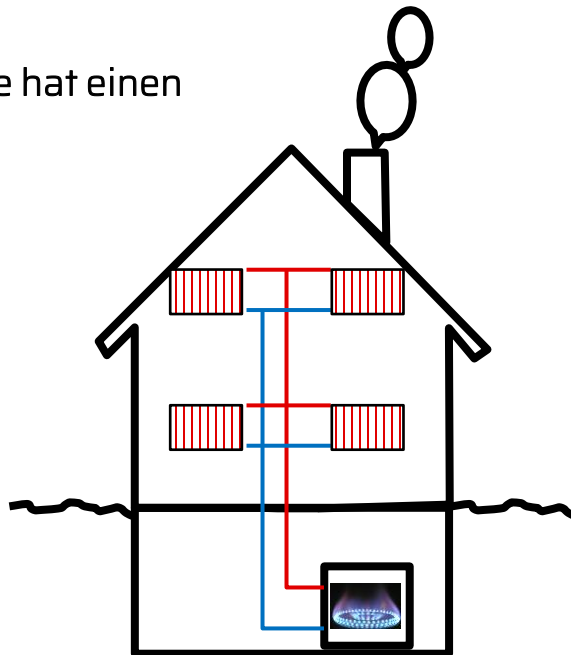


# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

Qualität der Dämmung des Gebäudes

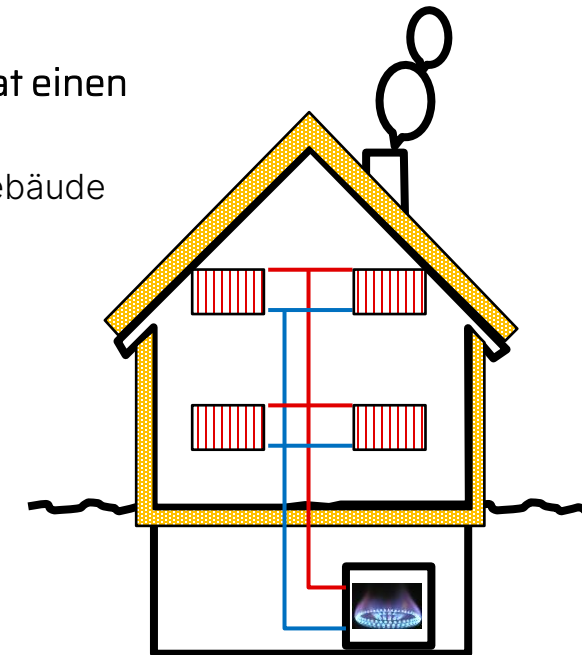
Ein schlecht gedämmtes Gebäude hat einen hohen Wärmebedarf

- Schlechte Gebäude brauchen viel
- Egal von was
- Beispiel Gasheizung:  
2.700m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
27.000kWh pro Jahr



Ein gut gedämmtes Gebäude hat einen niedrigen Wärmebedarf

- Sanierte oder neu gebaute Gebäude brauchen wenig
- Egal von was
- Beispiel Gasheizung:  
1.500m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
15.000kWh pro Jahr



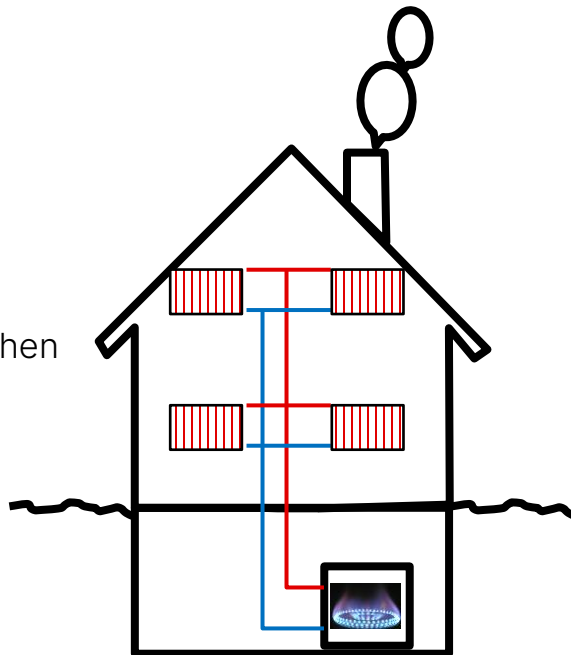
# Was bestimmt den Verbrauch einer Heizungsanlage?

Qualität der Dämmung des Gebäudes

## Sanierung mit Luftwärmepumpe

- alte Gasheizung:  
2.700m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
27.000kWh pro Jahr
- Schnellprognose der erforderlichen Leistung über den Verbrauch

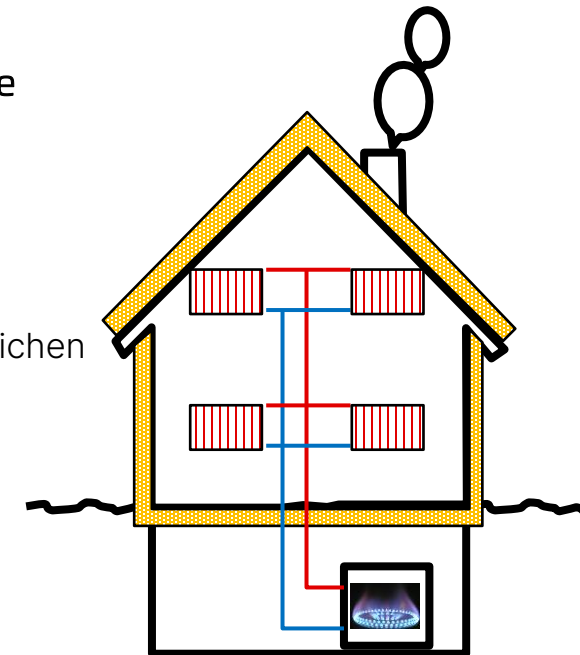
= 12 kW



## Sanierung mit Luftwärmepumpe

- alte Gasheizung:  
1.500m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
15.000kWh pro Jahr
- Schnellprognose der erforderlichen Leistung über den Verbrauch

= 6,5 kW



Eine genauere Heizlastermittlung kann nach DIN 12831 erfolgen.

Dazu sind folgende Werte erforderlich:

1. Standort mit Normaußentemperatur
2. Gradtagszahl
3. Bisheriger Heizenergie-Verbrauch in kWh pro Jahr
4. Nutzungsgrad des bisherigen Wärmeerzeugers

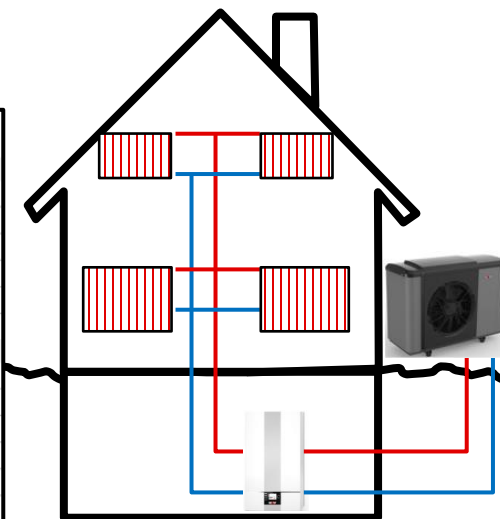
# Mögliche Lösungen mit Luft-Wärmepumpe?

Effizienz der Wärmepumpe = JAZ

## Mögliche Lösungen - Analyse

- VDI 4650 – JAZ Berechnung:  
Der Deckungsanteil liegt im

Bestimmung der Jahresarbeitszahl entsprechend VDI 4650 Blatt 1 (2019)	
<b>Angaben zum Projekt</b>	
Name	
Adresse	
Heizgrenztemperatur in °C	15
Vorlauftemperatur / Rücklauftemperatur in °C	55 / 48
Kombigerät	nein
<b>Angaben zur Heizungs-Wärmepumpe</b>	
Hersteller	Wolf
Typenbezeichnung	CHA-10/400V
Leistungszahl COP (A-7/W35 / A2/W35 / A7/W35)	2,88 / 4,35 / 5,72
Abtauverfahren (A2/W35)	Kreislaufumkehr
Korrekturabschlag (A2/W35)	0,3
Nennleistung in kW (A7/W35)	5,75
Leistung Wärmepumpe in kW (bei -15 °C)	7,00
Gebäudeheizlast in kW	12,00
<b>Wärmequelle und Betriebsweise</b>	
Wärmequelle	Außenluft
Normaußentemperatur in °C	-15
Betriebsweise	bivalent (parallel) monoenergetisch
Deckungsanteil	0,98
<b>Berechnung mit Backup (für die BAFA-Förderung relevant)</b>	
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Heizbetrieb	3,7
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung	3,8
Gesamtjahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage	3,7
<b>Berechnung ohne Backup</b>	
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Heizbetrieb	3,9
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung	4,1
Gesamtjahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage	3,9



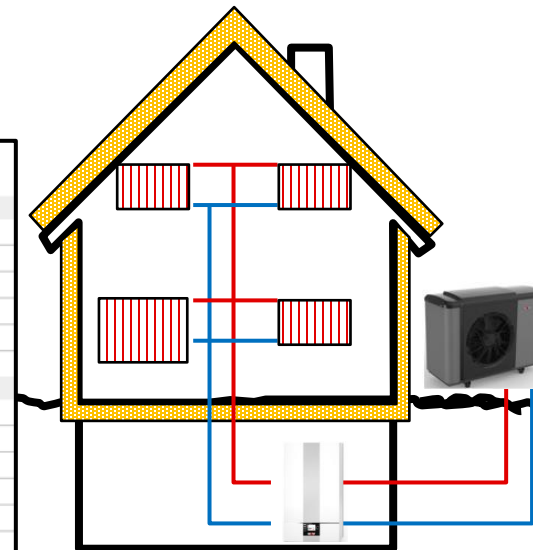
0,98 Deckungsanteil

3,7 Gesamtjahresarbeitszahl (JAZ)

## Mögliche Lösungen - Analyse

- VDI 4650 – JAZ Berechnung:  
Der Deckungsanteil liegt im

Bestimmung der Jahresarbeitszahl entsprechend VDI 4650 Blatt 1 (2019)	
<b>Angaben zum Projekt</b>	
Name	
Adresse	
Heizgrenztemperatur in °C	15
Vorlauftemperatur / Rücklauftemperatur in °C	55 / 48
Kombigerät	nein
<b>Angaben zur Heizungs-Wärmepumpe</b>	
Hersteller	Wolf
Typenbezeichnung	CHA-07/400V
Leistungszahl COP (A-7/W35 / A2/W35 / A7/W35)	2,73 / 4,24 / 5,47
Abtauverfahren (A2/W35)	Kreislaufumkehr
Korrekturabschlag (A2/W35)	0,3
Nennleistung in kW (A7/W35)	5,15
Leistung Wärmepumpe in kW (bei -15 °C)	5,20
Gebäudeheizlast in kW	6,50
<b>Wärmequelle und Betriebsweise</b>	
Wärmequelle	Außenluft
Normaußentemperatur in °C	-15
Betriebsweise	bivalent (parallel) monoenergetisch
Deckungsanteil	1,00
<b>Berechnung mit Backup (für die BAFA-Förderung relevant)</b>	
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Heizbetrieb	3,8
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung	3,9
Gesamtjahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage	3,8
<b>Berechnung ohne Backup</b>	
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Heizbetrieb	3,8
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Trinkwassererwärmung	3,9
Gesamtjahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage	3,8



1,00 Deckungsanteil

3,8 Gesamtjahresarbeitszahl (JAZ)

# Mögliche Lösungen mit Luft-Wärmepumpe?

Wärmepumpe und Elektroheizstab - Monoenergetischer Betrieb

Möglicher Verbrauch: Prognose über JAZ

- 2.700m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
27.000kWh pro Jahr

0,98 Deckungsanteil

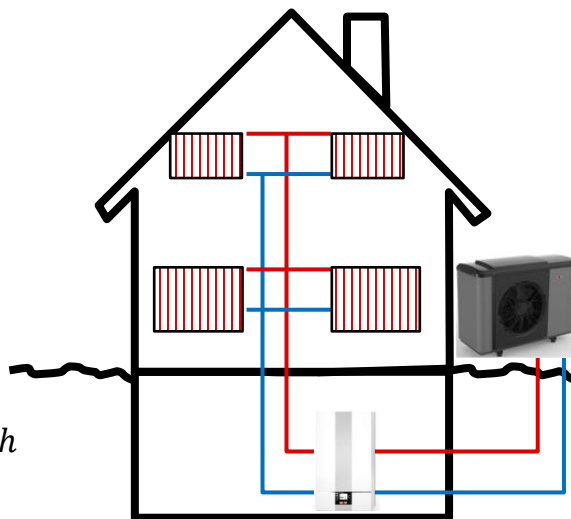
3,7 Gesamtjahresarbeitszahl

$$27.000kWh \times 0,98 (WP) = 26.460kWh$$

$$\frac{26.460kWh (Wärme)}{3,7 (JAZ)} = 7.151kWh WP$$

$$27.000kWh \times 0,02 (EStab) = 540kWh$$

$$7.151kWh (WP) + 540kWh (EStab) = 7.691kWh/a$$



Möglicher Verbrauch: Prognose JAZ

- 1.500m<sup>3</sup> Gas pro Jahr =  
15.000kWh pro Jahr

1,00 Deckungsanteil

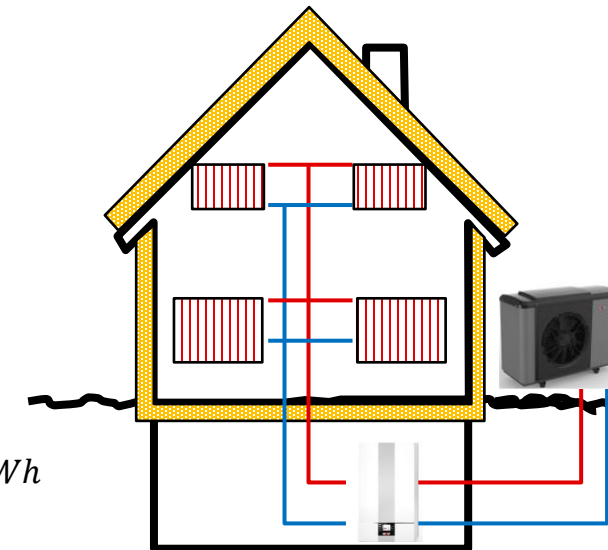
3,8 Gesamtjahresarbeitszahl

$$15.000kWh \times 1,00 (WP) = 15.000kWh$$

$$\frac{15.000kWh (Wärme)}{3,8 (JAZ)} = 3.947kWh WP$$

$$27.000kWh \times 0,00 (EStab) = 0kWh$$

$$3.947kWh (WP) + 0kWh (EStab) = 3.947kWh/a$$





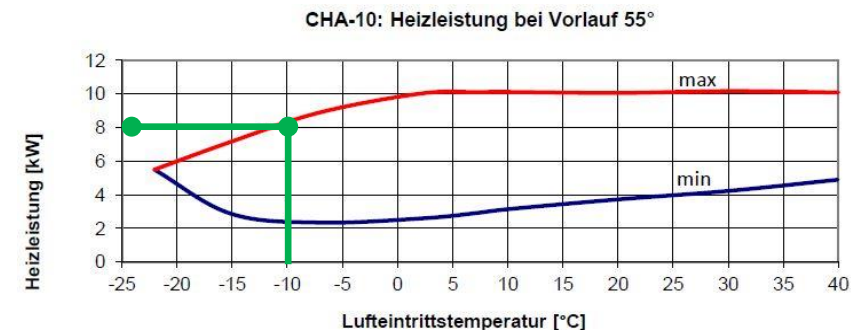
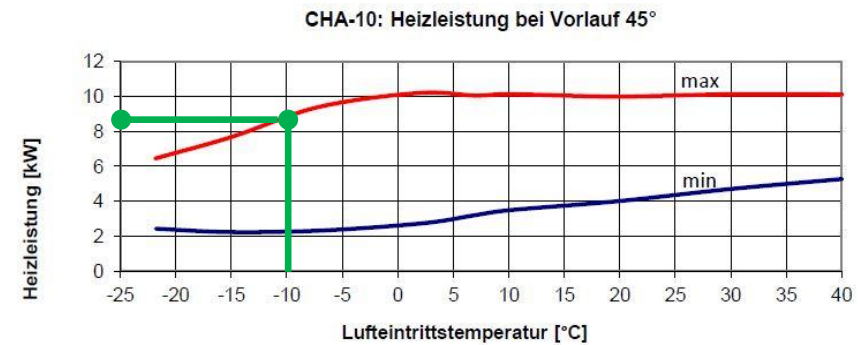
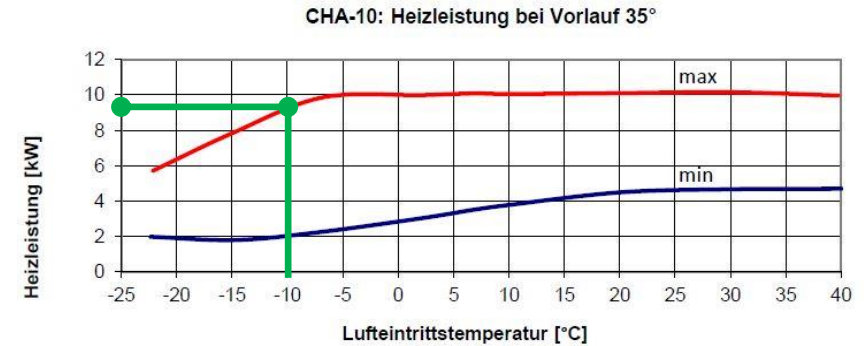
# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage - speziell in der Sanierung

Voraussetzungen für den effizienten Einsatz einer Wärmepumpe - speziell in der Sanierung



Moderne Komponenten und technisches know-how ermöglichen weite Einsatzgebiete

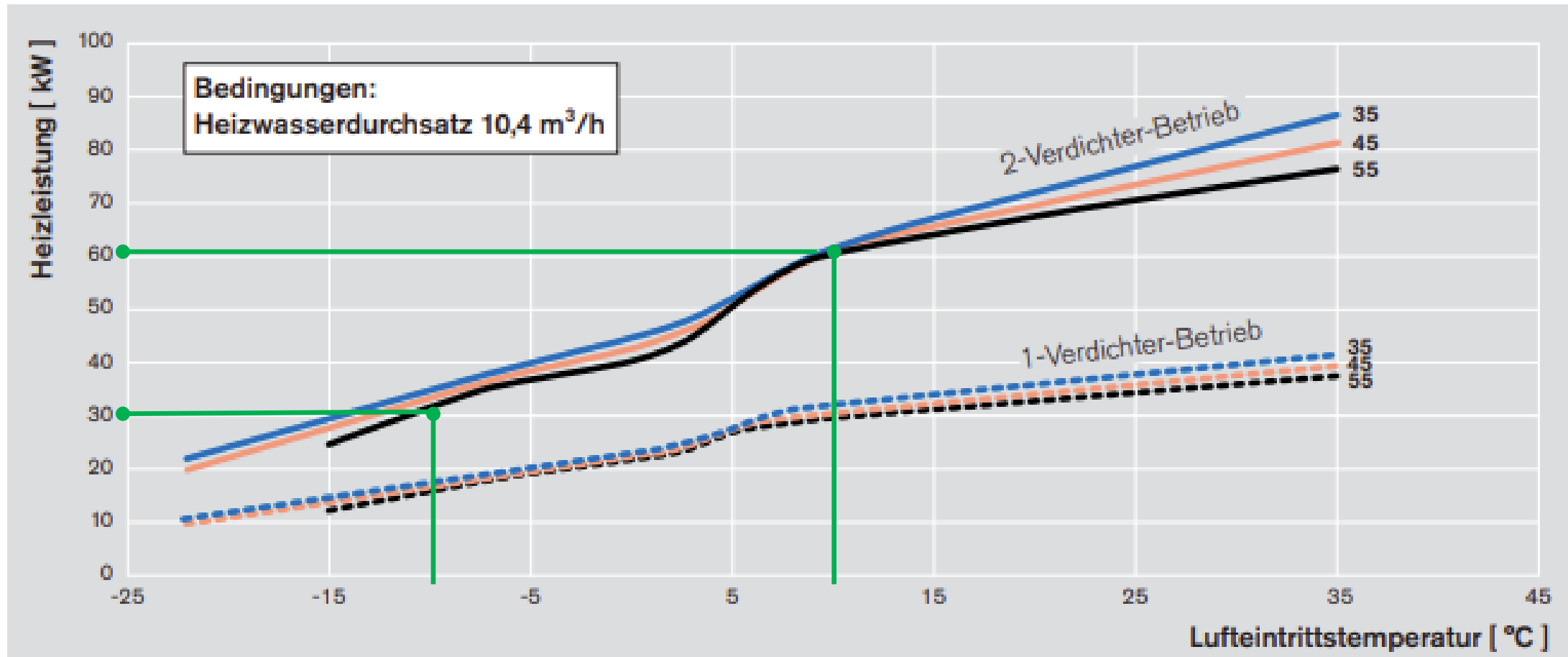
- + Durch konstant verlaufende Heizkennlinien und einen „großen“ Modulationsbereich kann ein Takten bei wärmeren Außentemperaturen verhindert und bis in tiefe Minusgrade ohne E-Stab geheizt werden



# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage - speziell in der Sanierung

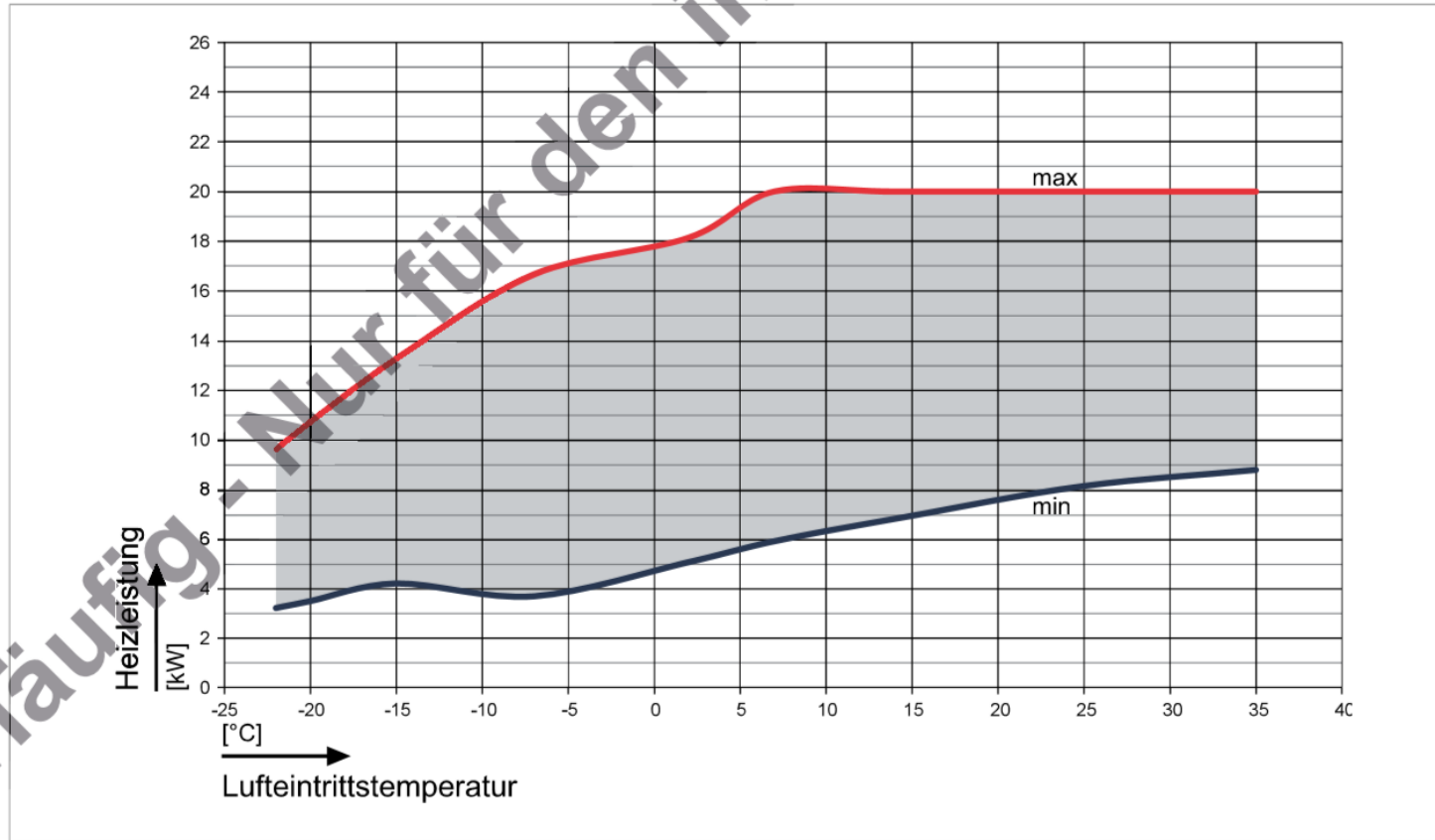
Luftwärmepumpen im großen Leistungsbereich

- + Hier ein typischer Verlauf einer 60 kW LWP, 2,3 Meter hoch, 1,9 Meter breit
- + Schallpegel 74 dB(A) in 10 Metern 50 dB(A)
- + Luftdurchsatz 14.000 m<sup>3</sup>/h



# Anleitungen und Dokumente

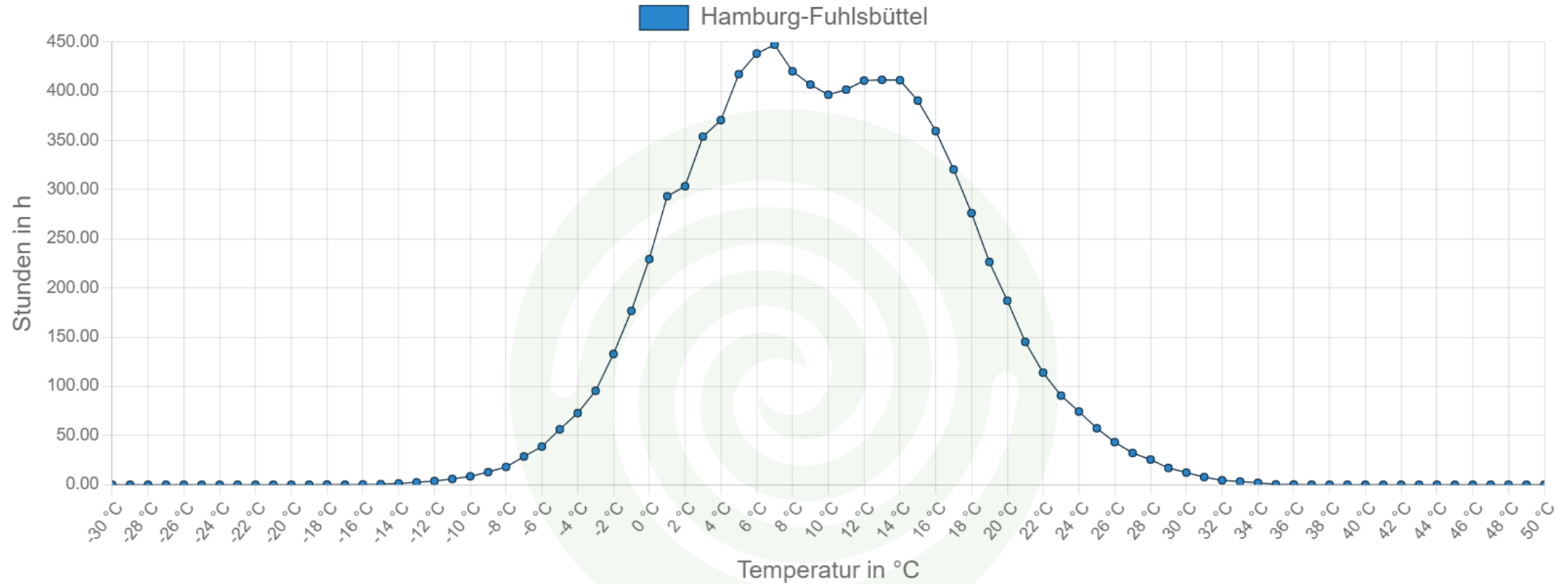
Neue Darstellungsform der Heizleistungskurven



- Hier am Beispiel der CHA-16/20:
- Max. Linie rot
- Min. Linie blau
- Raum dazwischen (Modulationsbereich) grau

Abb. 4: Heizleistung CHA-16/20 bei einem Vorlauf von 35 °C

# Daten Hamburg



Anteil kleiner AT  $-10^{\circ}\text{C}$  liegt bei 22,9 Stunden

# Anleitungen und Dokumente

Auslegung am Beispiel der CHA-16/20

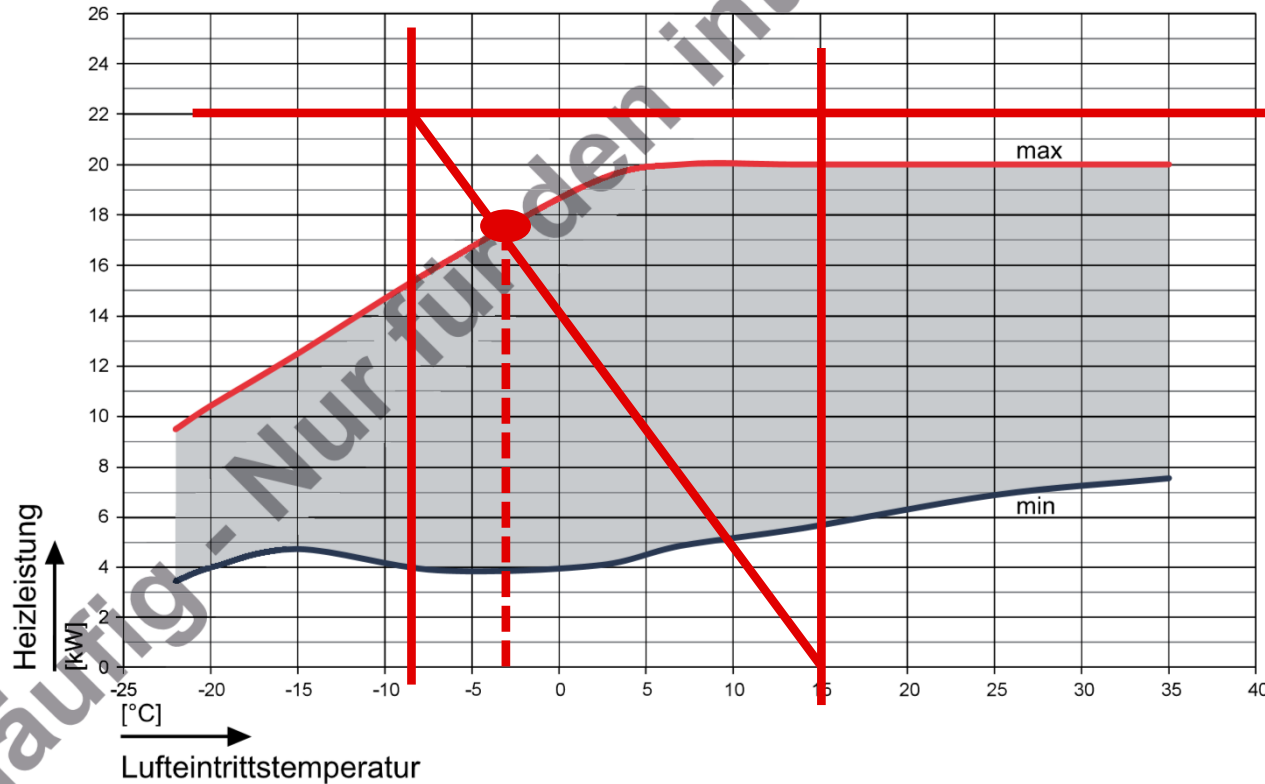


Abb. 6: Heizleistung CHA-16/20 bei einem Vorlauf von 55 °C

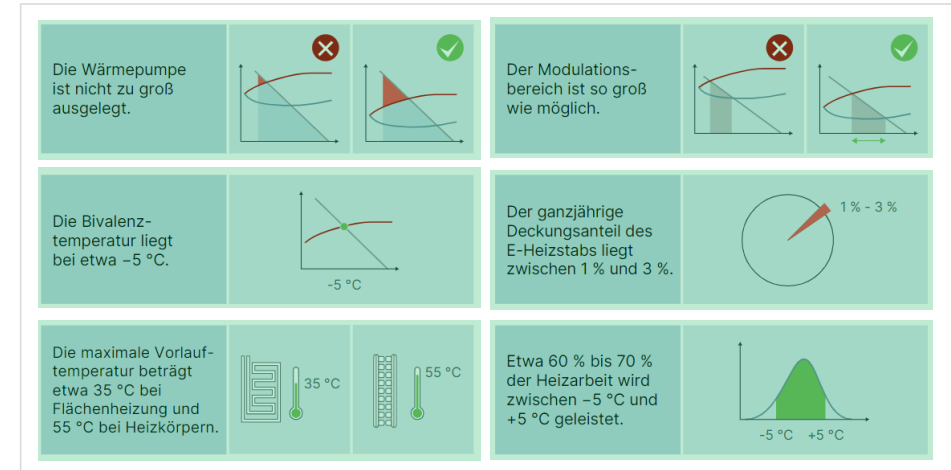
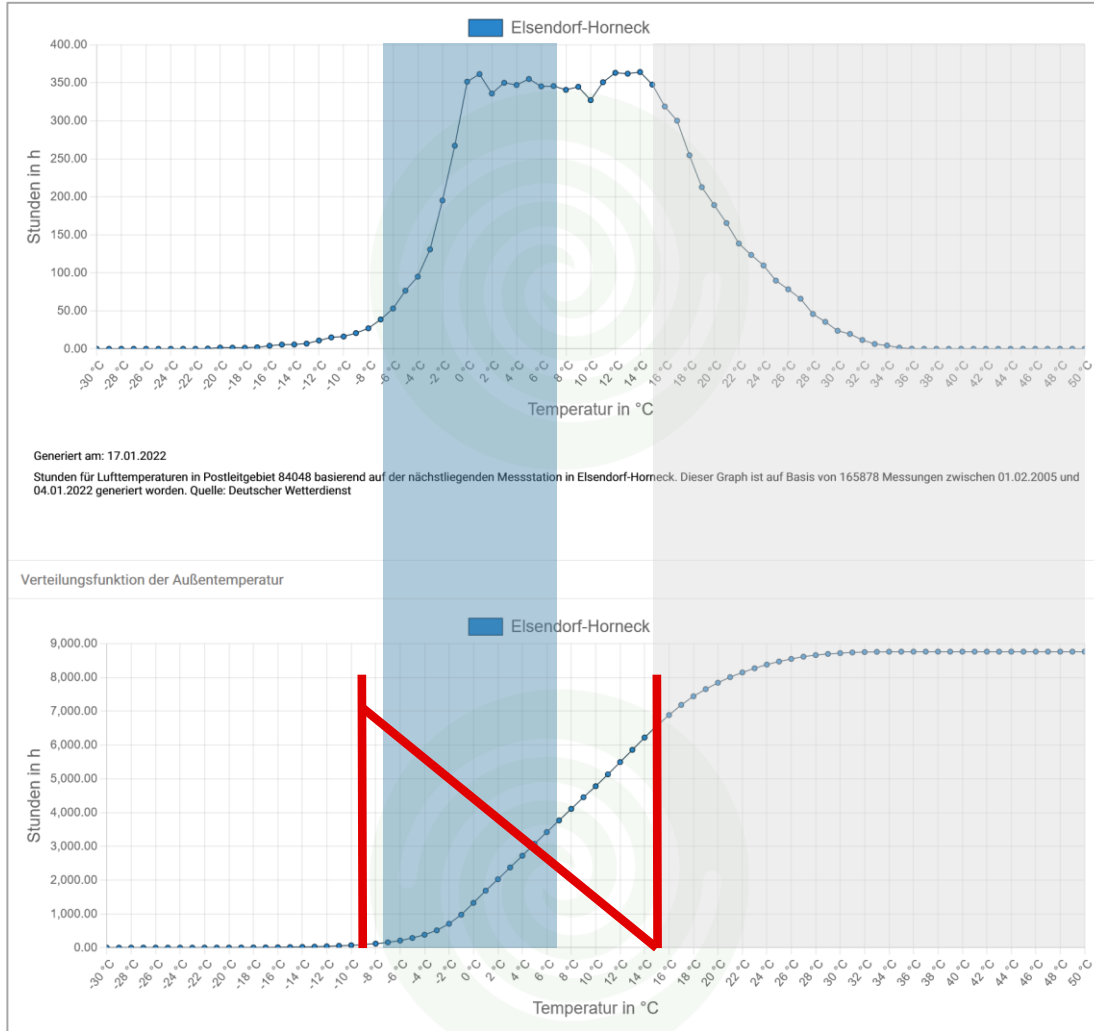


Abb. 10: Goldene Regeln für Wärmepumpen mit monoenergetischem Betrieb

- PLZ: 22529
- Normaußentemperatur: -9,3°C (12,8 STD/Jahr)
- Heizgrenztemperatur: 15°C
- Max. VL-Temperatur: 55°C
- Heizlast: 22kW
- Ermittelter BP: -4,0°C
- 98% ganzjähriger Deckungsanteil durch WP
- Modulation von +10°C bis -4,0°C

# Anleitungen und Dokumente

## Auslegung am Beispiel der CHA-16/20



### Genauere Betrachtung der PLZ: 22529

- -9°C und kälter an nur 36 Std. je Jahr
- -5°C und kälter an nur 178 Std. je Jahr
- 0°C und kälter an 885 Std. je Jahr
- 7°C und kälter an 3.510 Std. je Jahr
- 15°C und kälter an 6.760 Std. je Jahr

Hätten Sie richtig im Gefühl gehabt?



# Klimadaten S-Echterdingen vom 01.01.1988 bis 04.01.2022 an 280.606 Messungen

-12°C werden an 7,6 h/Jahr erreicht

-12°C und kälter werden an 18,5 h/Jahr erreicht

-5°C werden an 63,7 h/Jahr erreicht

-5°C und kälter werden an 230 h/Jahr erreicht

0°C werden an 265 h/Jahr erreicht

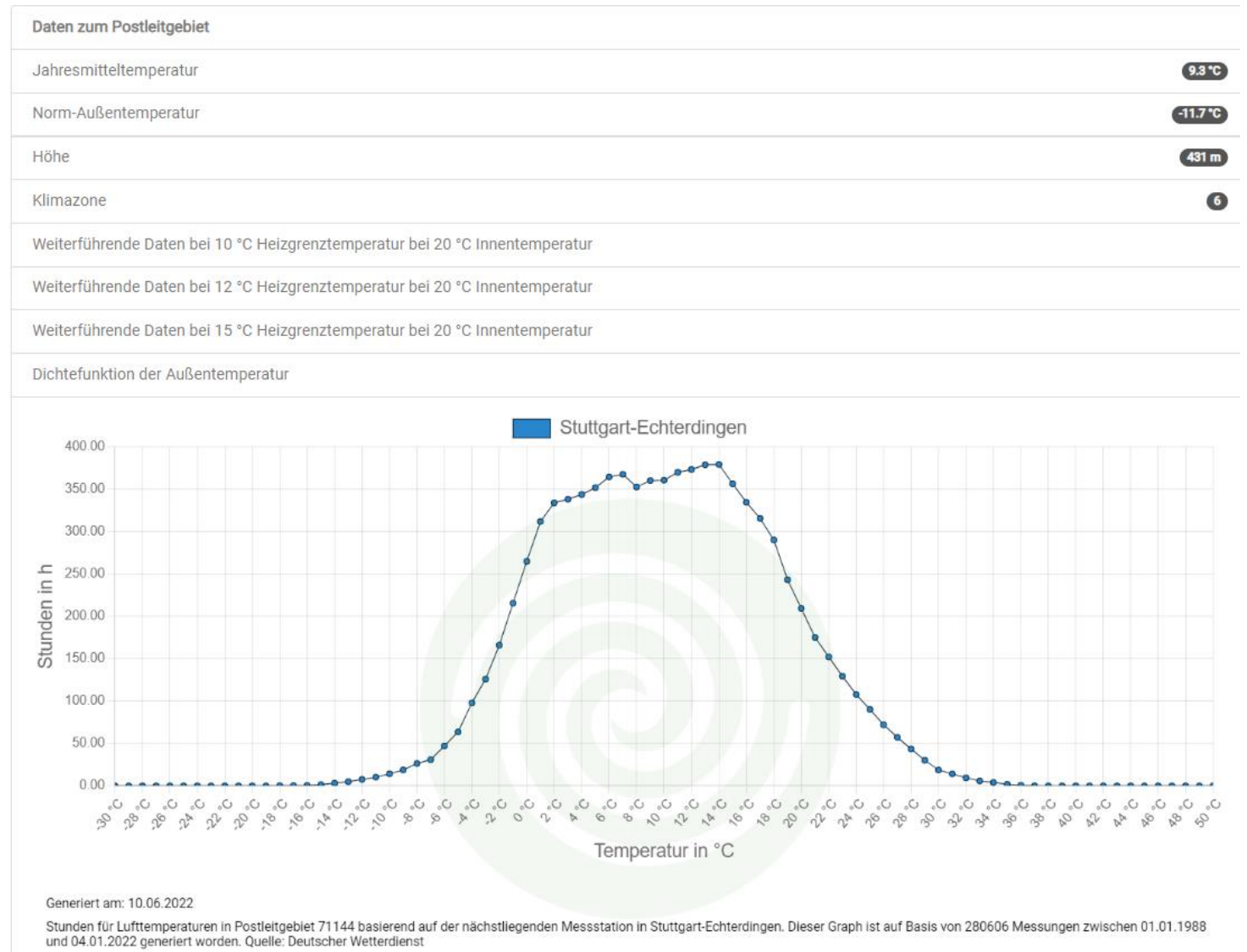
0°C und kälter werden an 1.102 h/Jahr erreicht

+5°C werden an 352 h/Jahr erreicht

+5°C und kälter werden an 2.783 h/Jahr erreicht

6.451 Stunden ist es unter 15°C

7.102 Stunden ist es unter 17°C

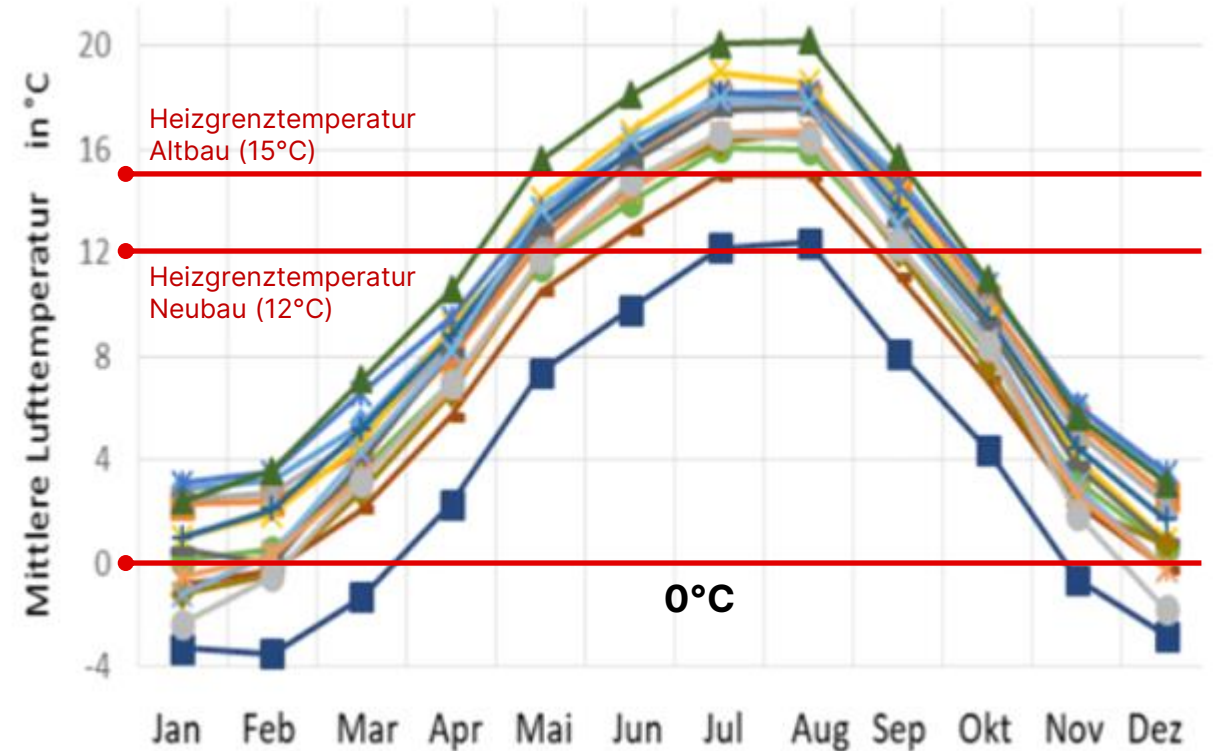


# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage - speziell in der Sanierung

Voraussetzungen für den effizienten Einsatz einer Wärmepumpe - speziell in der Sanierung

90% der Heizperiode findet über Null-Grad statt

- + Je höher die Lufttemperatur, desto besser die Effizienz
- + Minusgrade sind eher selten



# Agenda

- 01 Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft
- 02 Wärmepumpe „einfach erklärt“
- 03 Verbrauch und Effizienz
- 04 Umwelteigenschaften**
- 05 Schall und Geräusche
- 06 Wärmepumpe und Heizsystem
- 07 GEG (Gesetz) und BEG (Förderung)

# Kältemittel

## Das Herz der Wärmepumpe

# Verschiedene Kältemittel

Umwelteigenschaften - GWP (Global Warming Potential)



## Kältemittel und deren Umwelteinwirkung

- Sollten Kältemittel entweichen werden sie zur Erderwärmung beitragen
- Dies sollte nie (selten) passieren
- Passiert es trotzdem ist R290 besser als R410A

## Vergleich zur Gasheizung

- 1kWh Erdgas entspricht 240g/kWh CO<sub>2</sub>
  - 1.000m<sup>3</sup> Erdgas „erzeugt“ 2.400kg CO<sub>2</sub>
  - 1kg R410A entspricht 2.088kg CO<sub>2</sub>
  - 1kg R290 entspricht 3kg CO<sub>2</sub>
- 
- GEG Anlage 9: Treibhausgasemissionen Erdgas CO<sub>2</sub> Äquivalent: 240g/kWh
  - 1.000m<sup>3</sup> Erdgas entspricht ca. 10.000kWh x 240g/kWh = 2.400kg CO<sub>2</sub>

Kältemittelbezeichnung	GWP
CO <sub>2</sub>	1
<b>R290 (Propan)</b>	<b>3</b>
R1234yf	4
R32	675
R134A	1430
R407C	1774
<b>R410A</b>	<b>2088</b>

R290 ist natürlichen Ursprungs  
R290 sehr wenig Erderwärmung

# Kältemittel – Das Herz der Wärmepumpe

## Umwelteigenschaften & gesetzliche Vorgaben

	bis 31.12.2024	ab 1.1.2025
Monoblock-Wärmepumpen	keine Einschränkungen	nur noch Kältemittel mit GWP < 150
Single-Split-Wärmepumpen mit Kältemittel-Füllmenge unter 3 kg	keine Einschränkungen	nur noch Kältemittel mit GWP < 750
	bis 31.12.2026	ab 1.1.2027
Split-Wärmepumpen (single und multi) bis 12 kW Nennleistung und mit Kältemittel-Füllmenge unter 3 kg	nur noch Kältemittel mit GWP < 750	nur noch Kältemittel mit GWP < 150
Split-Wärmepumpen (single und multi) bis 12 kW Nennleistung und mit Kältemittel-Füllmenge ab 3 kg	keine Einschränkungen	nur noch Kältemittel mit GWP < 150
Split-Wärmepumpen (single und multi) mit über 12 kW Nennleistung und mit Kältemittel-Füllmenge unter 3 kg	nur noch Kältemittel mit GWP < 750	nur noch Kältemittel mit GWP < 750
Split-Wärmepumpen (single und multi) mit über 12 kW Nennleistung und mit Kältemittel-Füllmenge ab 3 kg	keine Einschränkungen	nur noch Kältemittel mit GWP < 750



### Wichtig!

Bereits heute auf umweltfreundliche und natürliche Kältemittel achten

→ Zukunftssichere Kältemittel haben bereits heute einen **GWP von unter 150**



# Agenda

- 01 Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft
- 02 Wärmepumpe „einfach erklärt“
- 03 Verbrauch und Effizienz
- 04 Umwelteigenschaften
- 05 Schall und Geräusche**
- 06 Wärmepumpe und Heizsystem
- 07 GEG (Gesetz) und BEG (Förderung)

# Schall und Geräusche bei Wärmepumpen

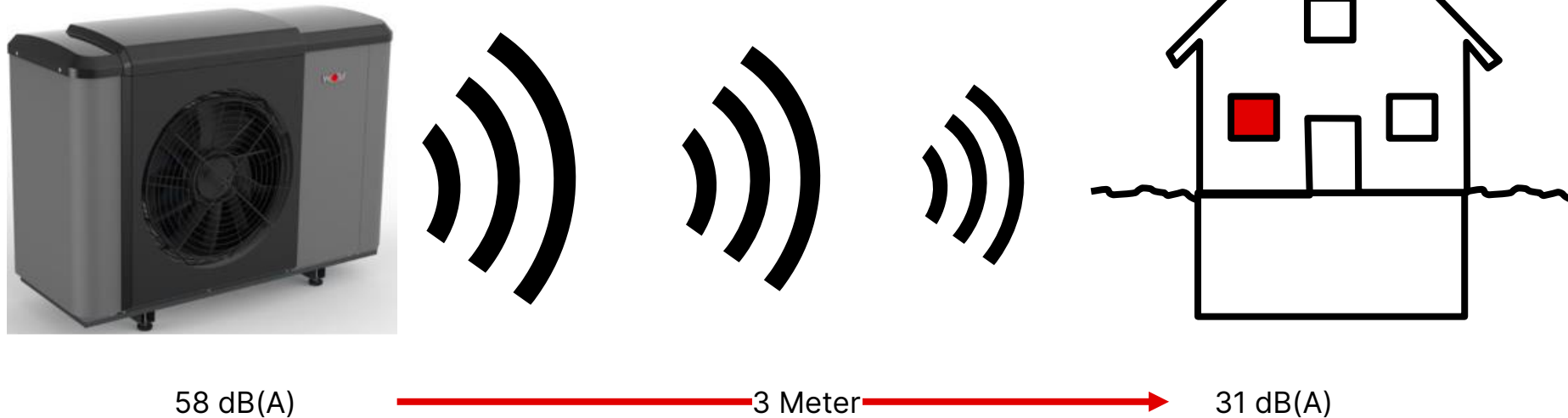
## Schalleistung-/Schalldruckpegel

### Schalleistungspegel dB(A)

- Ursache z.B. Wärmepumpe, Staubsauger
- Emission

### Schalldruckpegel dB(A)

- Wirkung
- Immission



# Schall und Geräusche bei Wärmepumpen

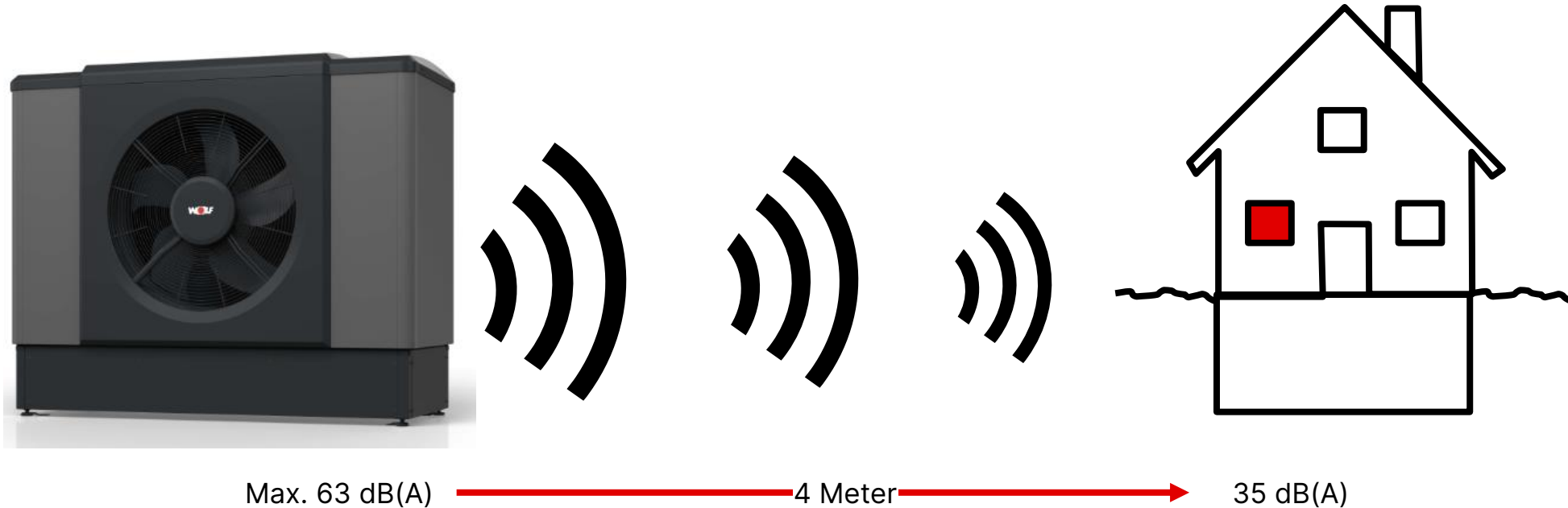
## Schalleistung-/Schalldruckpegel

### Schalleistungspegel dB(A)

- Ursache z.B. Wärmepumpe, Staubsauger
- Emission

### Schalldruckpegel dB(A)

- Wirkung
- Immission

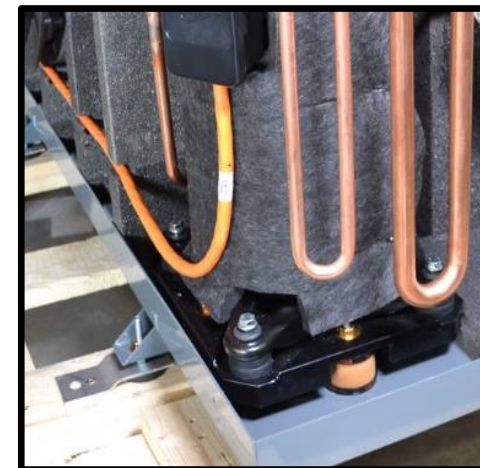


# Schall und Geräusche bei Wärmepumpen

Gute Gründe für eine Wärmepumpe von Wolf



- Eulenflügeldesign - Ventilator der neuesten Generation
- optimale Durchströmung des Verdampfers
- Doppelt schallentkoppelter und gedämmter Verdichter
- interne Schalldämmhaube
- Ca. 31 bis 34 dB(A) in etwa 3 Metern Entfernung (Nachtbetrieb)



# Schall und Geräusche bei Wärmepumpen

## Schalleistung-/Schalldruckpegel

### Schallgrenzwerte nach TA Lärm

- Gemäß der TA Lärm sind je nach Aufstellungsgebiet folgende Immissionsgrenzwerte für die Tages- und Nachtzeit zu berücksichtigen

Gebietstyp	Immissionsgrenzwerte [dB(A)]	
	Tag 6:00-22:00	Nacht 22:00-6:00
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete	50	35
Allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55	40
Kerngebiete, Mischgebiete	60	45
Gewerbegebiete	65	50
Industriegebiete	70	70

# Schall und Geräusche bei Wärmepumpen

Beispiele aus dem Leben

Schneefall	10 Dezibel
sehr ruhiges Zimmer, leichter Wind	30 Dezibel
Flüstern, ruhige Wohnstraße nachts	40 Dezibel
Regen, Kühlschrank, Geräusche in der Wohnung	55 Dezibel
normales Gespräch, Fernseher in Zimmerlautstärke	65 Dezibel
Staubsauger, Wasserkocher, laufender Wasserhahn	70 Dezibel
Kantinenlärm, Waschmaschine beim Schleudern, Großraumbüro	75 Dezibel
laute Sprache, Streitgespräch, Klavierspiel	80 Dezibel
Saxofonspiel, Hauptverkehrsstraße	85 Dezibel
Kammerkonzert, Orchestergraben, Türknallen	90 Dezibel
Holzfräsmaschine	95 Dezibel
Schlagzeug/Rockkonzert, Motorsäge	110 Dezibel



# Agenda

- 01 Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft
- 02 Wärmepumpe „einfach erklärt“
- 03 Verbrauch und Effizienz
- 04 Umwelteigenschaften
- 05 Schall und Geräusche
- 06 Wärmepumpe und Heizsystem**
- 07 GEG (Gesetz) und BEG (Förderung)

Jedes Gebäude  
kann mit einer  
Wärmepumpe  
versorgt  
werden

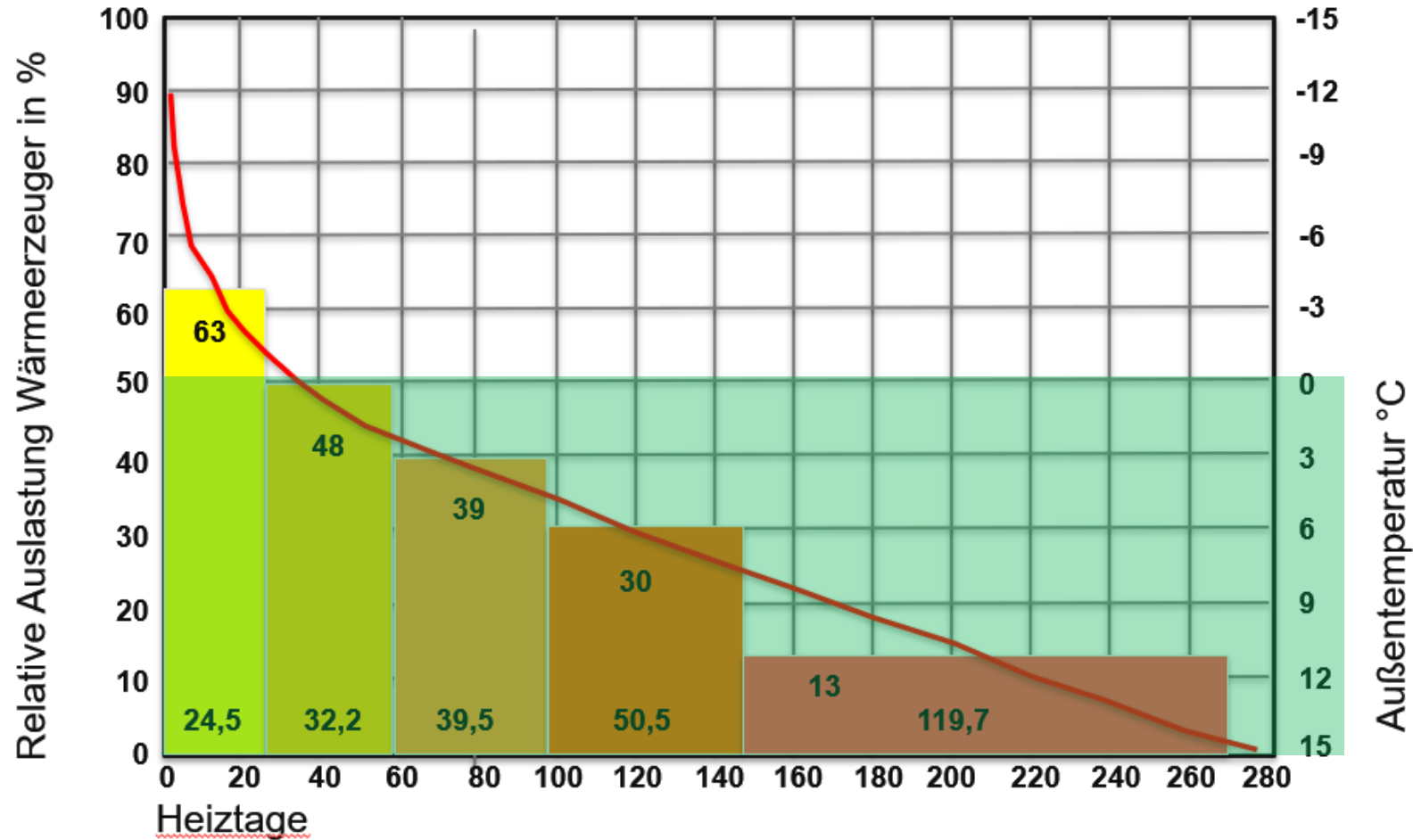
Wärmepumpe kann Öl-  
/Gasheizungen ersetzen  
oder zumindest „kräftig“  
unterstützen



Hier ge  
zum Kon  
Gas

# Mögliche Lösungen mit Luft-Wärmepumpe?

Relative Heizkesselauslastung zur Außentemperatur



Auslegung und Leistung

— → viel Leistung für wenige Tage,  
wenig Leistung für viele Tage

# Die Wärmepumpe und ihre physikalischen Randbedingungen

## „Spielregeln von Wärmepumpen“

### Volumenströme und Temperaturspreizung

- „dicke“ Rohre erforderlich
- Trennspeicher oder Überströmventil



### Volumenströme und Temperaturspreizung

- hohe Volumenströme → Mindestvolumenstrom
- Niedrige Temperaturspreizungen – vereinfacht: 5Kelvin

### Wenig Starts pro Stunde

- Dimensionierung der Wärmepumpe
- Modulierende Wärmepumpen von Vorteil (Modulationsbereich)
- Puffer in vielen Fällen nötig



### Wenig Starts pro Stunde

- Wärmepumpen können „nur“ 3-4 mal pro Stunde starten
- Eine Laufzeitoptimierung (Mindestlaufzeit) ist wünschenswert
- Wenig Laufzeit und lange Pausen → wenig Wärme
- Sperre durch den Energieversorger (EVU-Sperre)

### Luftwärmepumpen müssen abtauen

- Vereisung bereits ab ca. 10°C Außentemperatur möglich
- Die Energie wird von einem Puffer geliefert und/oder aus dem Gebäude (z.B. Fußbodenheizung)
- Notabtauung über den Elektroheizstab



### Luftwärmepumpen müssen abtauen

- Luft kühlt sich durch den Wärmeentzug über den Verdampfer ab. Dadurch kommt es zur Kondensatbildung. Dieses Wasser wird am Verdampfer vereisen (<0°C).  
→ Abtauung erforderlich → Energie wird bereitgestellt

# Die Wärmepumpe und ihre physikalischen Randbedingungen

„Spielregeln von Wärmepumpen“

## Volumenströme und Temperaturspreizung

- „dicke“ Rohre erforderlich → **nur bis zum Trennspeicher** 😊
- Trennspeicher → **des Wärmepumpen Liebling** 😊

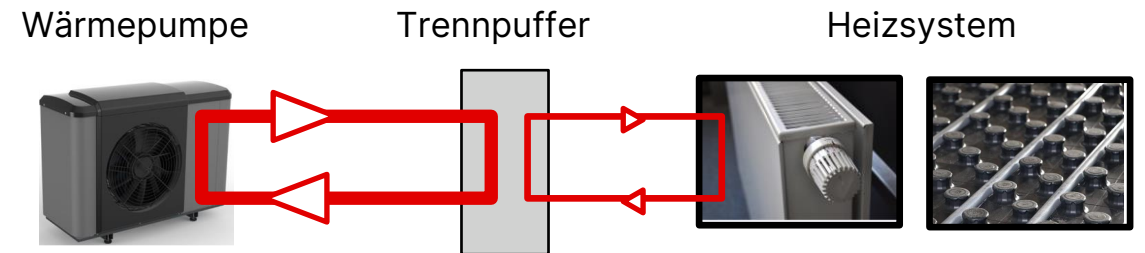
## Wenig Starts pro Stunde

- Dimensionierung der Wärmepumpe → **nötig** 😊
- Modulierende Wärmepumpen von Vorteil (Modulationsbereich) 😊
- Puffer in vielen Fällen nötig → **Problemlöser** 😊

## Luftwärmepumpen müssen abtauen

- Vereisung bereits ab ca. 10°C Außentemperatur möglich
- Die Energie wird von einem Puffer geliefert → **beste Lösung** 😊  
**nicht** aus dem Gebäude (z.B. Fußbodenheizung) 😊
- Notabtauung über den Elektroheizstab → **nicht nötig** 😊

## Lösung 1: Trennspeicher → ideal





# Die Wärmepumpe und ihre physikalischen Randbedingungen

„Spielregeln von Wärmepumpen“

## Volumenströme und Temperaturspreizung

- „dicke“ Rohre erforderlich → bis zum Überströmventil 😐
- Überströmventil → notwendig und korrekt eingestellt 😐

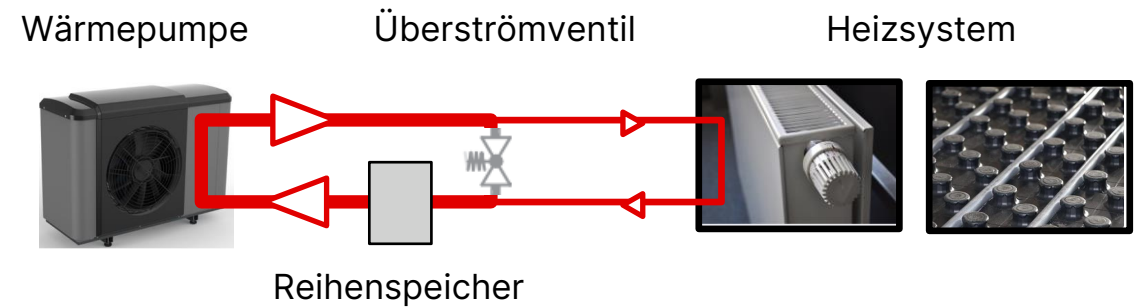
## Wenig Starts pro Stunde

- Dimensionierung der Wärmepumpe → nötig 😊
- Modulierende Wärmepumpen von Vorteil (Modulationsbereich) 😊
- Puffer in vielen Fällen nötig → Akku für Mindestlaufzeit 😊

## Luftwärmepumpen müssen abtauen

- Vereisung bereits ab ca. 10°C Außentemperatur möglich
- Die Energie wird von einem Puffer geliefert  
und aus dem Gebäude (z.B. Fußbodenheizung) 😐
- Notabtauung über den Elektroheizstab → nicht nötig 😊

Lösung 2: Überströmventil mit Reihenspeicher → geht



# Die Wärmepumpe und ihre physikalischen Randbedingungen

„Spielregeln von Wärmepumpen“

## Volumenströme und Temperaturspreizung

- „dicke“ Rohre erforderlich → **bis zum Überströmventil** 😐
- Überströmventil → **notwendig und korrekt eingestellt** 😐

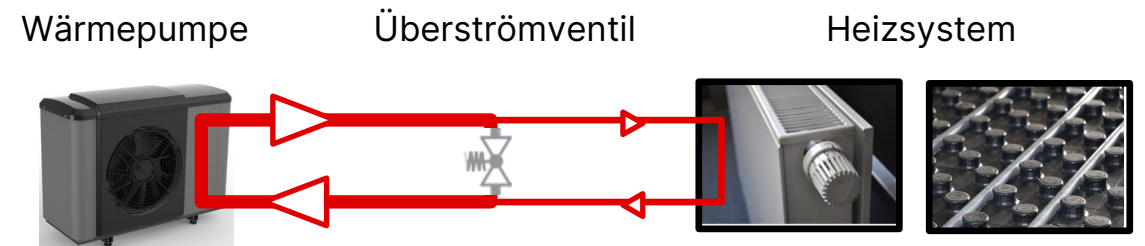
## Wenig Starts pro Stunde

- Dimensionierung der Wärmepumpe → **möglichst exakt** 😐
- Modulierende Wärmepumpen von Vorteil (Modulationsbereich) 😊
- Puffer in vielen Fällen nötig → **Heizsystem muss „einspringen“** 😞

## Luftwärmepumpen müssen abtauen

- Vereisung bereits ab ca. 10°C Außentemperatur möglich
- Die Energie soll aus dem Gebäude geliefert (funktioniert vielleicht bei Fußbodenheizung) → **reicht/reicht nicht** 😐
- Notabtauung über den Elektroheizstab – **Energetisch fraglich** 😞

## Lösung 3: Überströmventil → minimale Lösung



**Diese Lösung bringt in der Praxis die meisten Probleme**

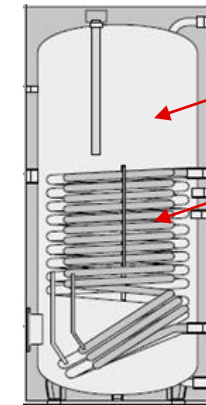


# Die Wärmepumpe und ihre physikalischen Randbedingungen

„Spielregeln von Wärmepumpen“

## Trinkwasserspeicher/Warmwasserspeicher

- Trinkwasserspeicher benötigen große Wärmetauscherflächen für die Wärmeübertragung  
→ 1kW Wärmepumpen → Tauscherfläche 0,25 bis 0,35m<sup>2</sup>
- Sind meistens „eine Nummer“ größer  
→ wegen niedrigerer Warmwassertemperatur mehr Volumen
- Die Trinkwasser-Hygiene sollte nicht vernachlässigt werden  
→ 60°C oder mehr hält Keime „in Schach“



Wolf SEW-2-200

Anderes Fabrikat

Warmwasservolumen 200l

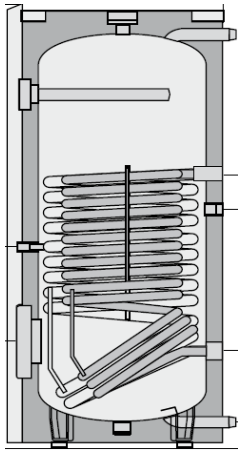
200l

Wärmetauscherfläche: 2m<sup>2</sup>

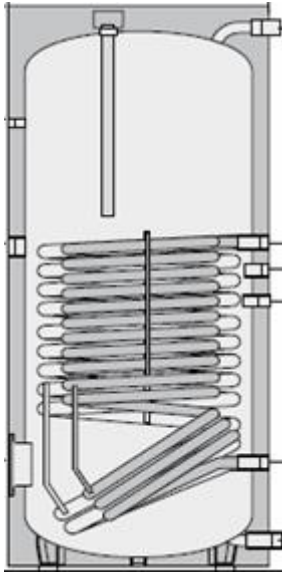
0,9m<sup>2</sup>

# Hydraulik - Eine Wärmepumpe kann alles....

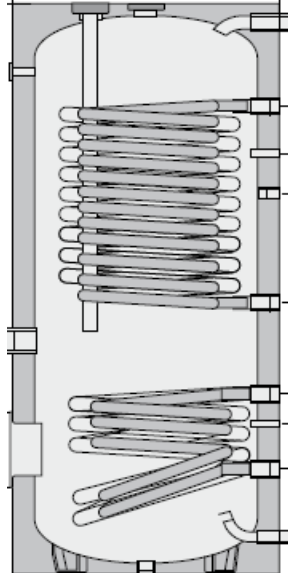
.....nur nicht schnell



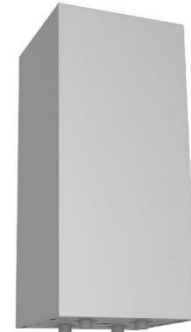
SEW-2-200



SEW-1-300  
SEW-1-400



SEM-1W-360



CPU-1-50  
SPU-1-200



BSP-W-1000 B  
BSP-W-1000  
BSP-W-SL-1000



BSH 800  
BSH 1000

# Agenda

- 01 Wärmepumpe - Heizung mit Zukunft
- 02 Wärmepumpe „einfach erklärt“
- 03 Verbrauch und Effizienz
- 04 Umwelteigenschaften
- 05 Schall und Geräusche
- 06 Wärmepumpe und Heizsystem
- 07 GEG (Gesetz) und BEG (Förderung)

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



Bearbeitungsstand: 15.02.2023 17:47

## Referentenentwurf

des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen

Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gebäudeenergiegesetzes und mehrerer Verordnungen zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien

## Infos zum Text

- Referentenentwurf mit Bearbeitungsstand 15.02.2023
- Endlich kommen die langersehnten Details
- Stand ist nur vorläufig, da weitere Entwürfe erwartet werden

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



Über 80 Prozent der Wärmenachfrage wird noch durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern gedeckt. Dabei dominiert das Erdgas im Gebäudewärmebereich. Über 40 Prozent des in Deutschland verbrauchten Erdgases verbrennen wir jährlich, um unsere Gebäude zu beheizen und mit warmem Wasser zu versorgen. Von den rund 41 Millionen Haushalten in Deutschland heizt nahezu jeder zweite mit Erdgas, gefolgt von Heizöl mit knapp 25 Prozent und Fernwärme mit gut 14 Prozent. Stromdirektheizungen und Wärmepumpen machen jeweils nicht einmal 3 Prozent aus. Die übrigen 6 Prozent entfallen auf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, wie Holz, Holzpellets, sonstige Biomasse und Kohle. Bei den neu installierten Heizungen betrug der Anteil von Gasheizungen im Jahr 2021 sogar 70 Prozent.

## Infos zum Text

- 41 MIO Haushalte, jede zweite mit Erdgas beheizt
- 25% WERDEN MIT Heizöl beheizt
- 3% derzeit mit WP beheizt
- 2021 waren 70% aller neuen Heizungsanlagen noch Gasheizungen

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



Die **Neustrukturierung des Betriebsverbotes für fossil** betriebene Heizkessel stellt sicher, **dass im Jahr 2045 keine fossil** betriebenen Heizungsanlagen mehr in Betrieb sind. Die vorgesehenen Stufen der Austauschpflicht sind auf Basis gutachterlicher Untersuchungen so mit der **65-Prozent-EE-Vorgabe** abgestimmt, dass der Markt dies bewältigen kann.

Die **Optimierung** von Heizungsanlagen zu **einem effizienteren Betrieb** und der Austausch ineffizienter Heizkessel durch moderne, effiziente Heizungsanlagen ist eine besonders wirksame Maßnahme zur Energieeinsparung. Die Wirtschaftlichkeit ist hier ohne weiteres gegeben, da neue, effiziente Anlagen einen deutlich geringeren Primärenergieverbrauch haben und dementsprechend Heizkosten eingespart werden.

## Infos zum Text

- Betriebsverbot von Heizungsanlagen ab 2045
- 65% EE Pflicht
- Optimierung bestehender Wärmeerzeuger ist die wirksamste Maßnahme

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



§ 1 wird wie folgt geändert:

a) Absatz 1 wird wie folgt gefasst:

„(1) Ziel dieses Gesetzes ist es, einen wesentlichen Beitrag zu leisten für die Transformation zu einem nachhaltigen und treibhausgasneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2045, der auf einem sparsamen Einsatz von Energie sowie der Nutzung von erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme für die Energieversorgung von Gebäuden beruht.“

b) In Absatz 2 werden die Wörter „Schonung fossiler“ durch die Wörter „Abkehr von fossilen“ ersetzt.



# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



aa) Nach der Angabe zu § 60 werden folgende Angaben eingefügt:

„§ 60a Betriebsprüfung von Wärmepumpen

§ 60b Heizungsprüfung und Heizungsoptimierung

§ 60c Hydraulischer Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung“.

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



„§ 60a

## Betriebsprüfung von Wärmepumpen

(1) Wärmepumpen, die als Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude oder zur Einspeisung in ein Gebäudenetz nach dem 31. Dezember 2023 eingebaut oder aufgestellt werden, **müssen** nach einer vollständigen Heizperiode, spätestens jedoch **zwei Jahre nach Inbetriebnahme**, einer Betriebsprüfung unterzogen werden. Wärmepumpen, die als Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude oder zur Einspeisung in ein Gebäudenetz bis zum 1. Januar 2024 eingebaut oder aufgestellt wurden und die nicht einer Fernkontrolle unterliegen, müssen bis zum 1. Januar 2029 einer Betriebsprüfung unterzogen werden. Sätze 1 und 2 gelten nicht für Warmwasser-Wärmepumpen und Luft-Luft-Wärmepumpen. Die Betriebsprüfung nach den Sätzen 1 und 2 muss für Wärmepumpen, die nicht einer Fernkontrolle unterliegen, spätestens alle fünf Jahre wiederholt werden.

(2) Die Betriebsprüfung nach Absatz 1 umfasst:

1. **die Überprüfung**, ob ein **hydraulischer Abgleich** durchgeführt wurde,
2. die Überprüfung der Regelparameter der Anlage einschließlich der Einstellung der Heizkurve, der Abschalt-/Absenkezeiten, der Heizgrenztemperatur, der Einstellparameter der Warmwasserbereitung, der Pumpeneinstellungen sowie der Einstellungen von Bivalenzpunkt und Betriebsweise im Fall einer Wärmepumpen-Hybridheizung,

# GEG – Das Gebäude-Energie-Gesetz

Referentenentwurf vom 27.02.2023 erster inoffizieller Entwurf



## § 60c

### Hydraulischer Abgleich und weitere Maßnahmen zur Heizungsoptimierung

(1) Heizungssysteme mit Wasser als Wärmeträger sind nach dem Einbau oder der Aufstellung einer Heizungsanlage zum Zweck der Inbetriebnahme hydraulisch abzugleichen.

(2) Die Durchführung des hydraulischen Abgleichs im Sinne dieser Regelung beinhaltet unter Berücksichtigung aller wesentlichen Komponenten des Heizungssystems mindestens folgende Planungs- und Umsetzungsleistungen:

1. eine raumweise Heizlastberechnung nach DIN EN 12831:2017-09 in Verbindung mit DIN/TS 12831-1:2020-4,
2. eine Prüfung und nötigenfalls eine Optimierung der Heizflächen im Hinblick auf eine möglichst niedrige Vorlauftemperatur und
3. die Anpassung der Vorlauftemperaturregelung.

(3) Der hydraulische Abgleich ist nach Maßgabe des Verfahrens B nach der ZVSHK-Fachregel „Optimierung von Heizungsanlagen im Bestand“, VdZ –

# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage - speziell in der Sanierung

## Sanierung Heizungsanlage - neue Heizflächenauswahl

Auslegungstemperaturei:

Außentemperatur

Altes System: Flachheizkörper

Neue Heizflächenauswahl  manuell?  oder  automatisch

$\theta_{VL}$	alt	70 °C	neu	55 °C
$\theta_{RL,ausleg}$		55 °C		45 °C

$\theta_e$  -10 °C

Neues System: Flachheizkörper Fabrikat Buderus Typ Logatrend C-Plan

Wenn automatisch: nur innerhalb der eingegebenen BT?

Verringerung Differenz  $\theta_{VL} - \theta_{RL}$  um 20 %, daraus ergibt sich eine zul. Rücklaufemperatur von  $\theta_{RL} = 47$  °C

auch Verlängerung der eingegebenen BL?

		Vorhandenes System: Flachheizkörper											Neues System: Flachheizkörper						Neue Auslegung						
		Einbaedaten							70/55 °C				55/45 °C				Einbaedaten			55/45 °C			Ist-Werte		
Raum Nr.	Raum Bezeichnung	$\theta_i$ °C	$\Phi_{HL,ausleg}$ W	BH mm	Typ	BL mm	BT mm	$\Phi_{HK}$ W	$\theta_{RL,ist,alt}$ °C	$m_{soll,alt}$ kg/h	$\Phi_{HK}$ W	$\theta_{RL,ist,neu}$ °C	$m_{soll,neu}$ kg/h	BH mm	Typ	BL mm	BT mm	$\Phi_{HK}$ W	$\theta_{RL,ist,neu}$ °C	$m_{soll,neu}$ kg/h	Faktor f	$\Phi_{HK}$ W	$\theta_{i,ist}$ °C		
1	SZ	20	720	600	Typ 22	1200	192	1.625	27,6	14,6	1.035	33,4	28,6	600	Typ 22	1000	192	862	38,5	37,5	0,84	720	20		
2	WZ	20	970	400	Typ 22	1800	192	1.764	31,9	21,9	1.123	39,6	54,1	400	Typ 22	1600	192	999	43,8	74,8	0,97	970	20		
3	Ki1	20	730	600	Typ 22	1200	192	1.625	27,8	14,9	1.035	33,7	29,5	600	Typ 22	1000	192	862	38,9	39,1	0,85	730	20		
4	Ki2	20	730	600	Typ 22	1200	192	1.625	27,8	14,9	1.035	33,7	29,5	600	Typ 22	1000	192	862	38,9	39,1	0,85	730	20		
5	EZ	20	600	900	Typ 22	600	192	1.144	30,8	13,2	729	38,0	30,4	900	Typ 22	600	192	729	38,9	32,9	0,85	616	21		
6	KÜ	20	600	600	Typ 22	800	192	1.083	32,1	13,6	690	39,8	34,0	600	Typ 22	800	192	690	39,8	34,0	0,87	600	20		
7	BZ	24	500	600	Typ 33	500	157	847	36,0	12,7	509	44,4	40,6	600	Typ 33	500	157	509	44,4	40,6	0,98	500	24		
8																									
9																									
10										105,7										297,9					

# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage - speziell in der Sanierung

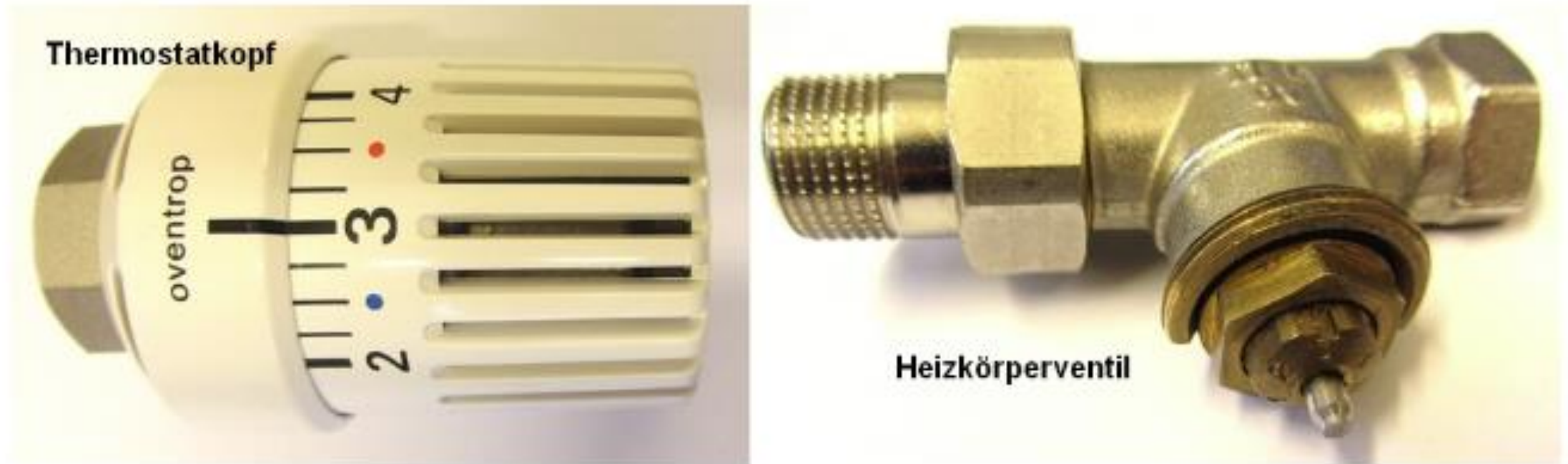
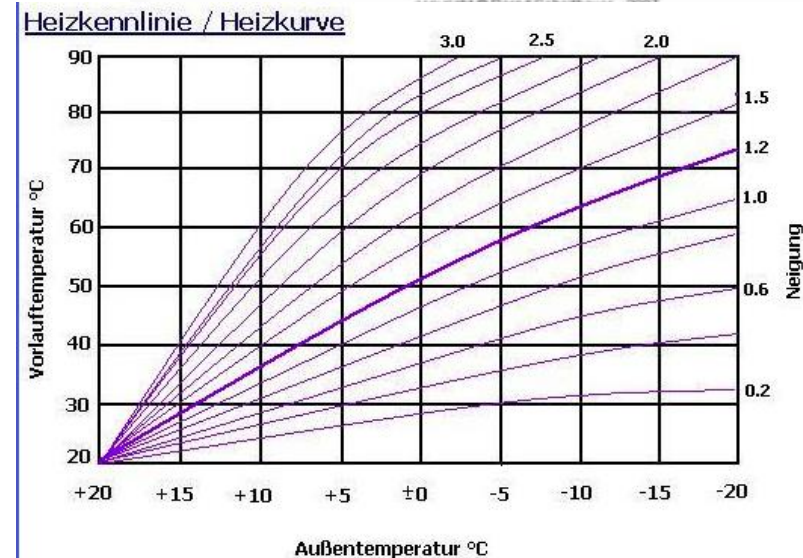
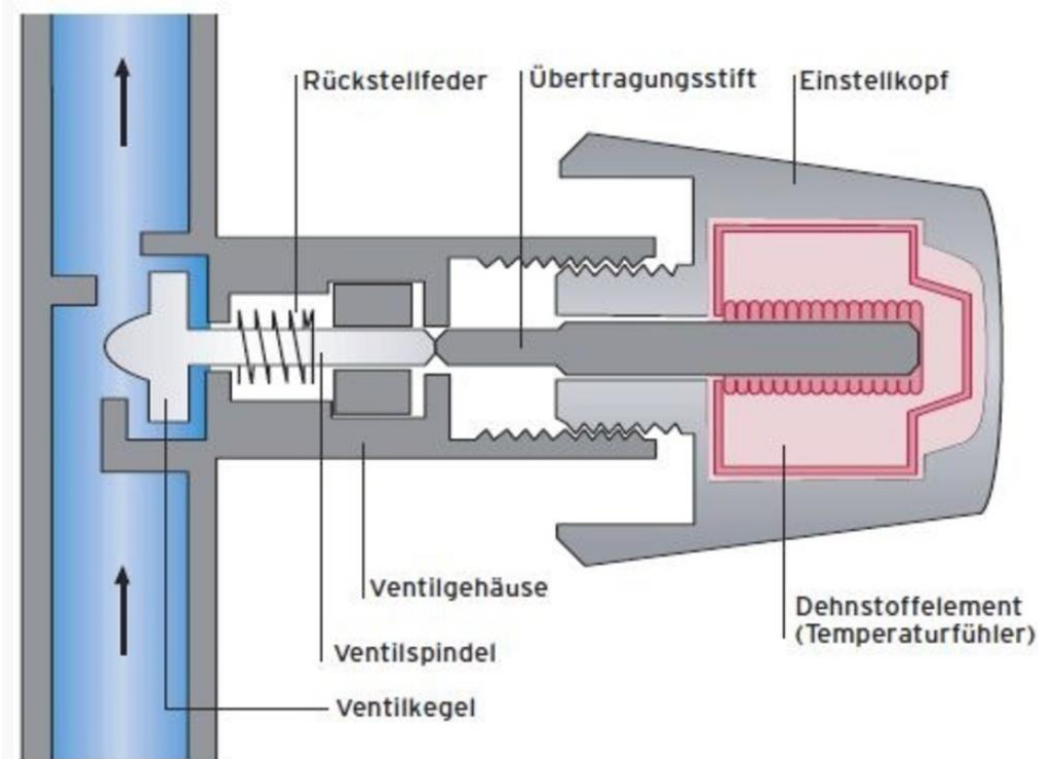


Abbildung 1: Bauteile eines Thermostatventils

# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage

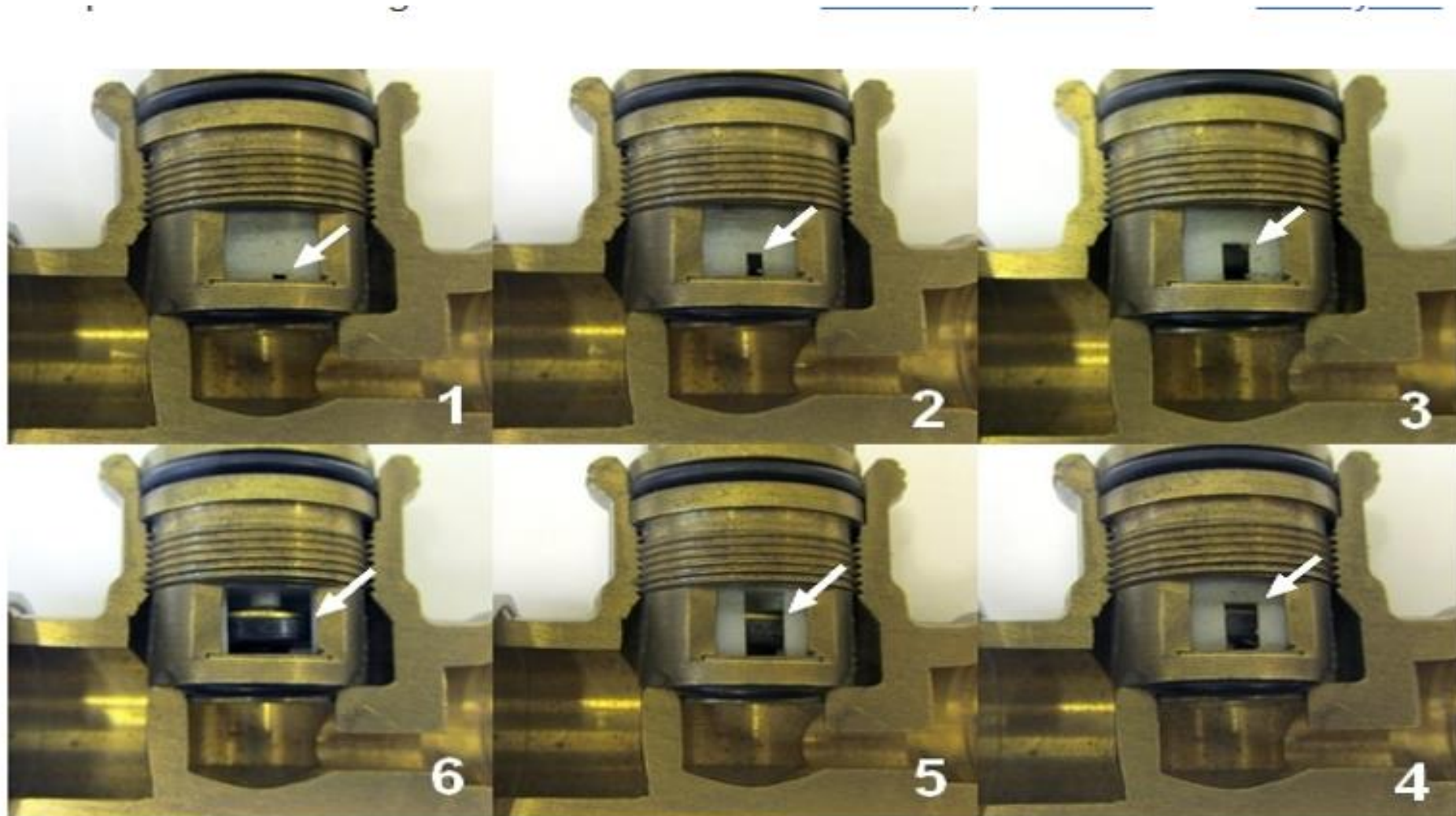
## - Die Hydraulik im Bestand





# Planung und Dimensionierung einer hocheffizienten Wärmepumpenanlage

## - Die Hydraulik im Bestand







Disclaimer // Die vorliegende Präsentation ist vom jeweiligen Verfasser durch das Urheberrecht geschützt. Nachdruck, Vervielfältigung, Weiterbearbeitung – auch auszugsweise – und / oder Weiterleitung an Dritte ist urheberrechtlich nicht gestattet. Obwohl die Präsentation mit größter Sorgfalt erstellt wurde, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität.