



NIBE

**Wärmepumpen für die Beheizung von Gebäuden
und die Bereitstellung von Prozesswärme**

Sven Kersten, NIBE CS, International Affairs

Dipl.-Ing. (FH) Sven Kersten

- Regional Manager DACH, NIBE Climate Solutions, International Affairs
- VDI-Richtlinienausschuss 4645, Zugelassener Referent für die VDI 4645
- Verbände: BDH, BWP, VDI, BIngK
- Referent für den Bundesverband Wärmepumpe e.V.
- Bis 31.12.2021 Leiter Wärmepumpen-Marktplatz NRW der EnergieAgentur.NRW

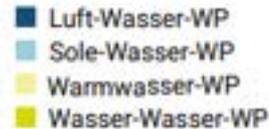
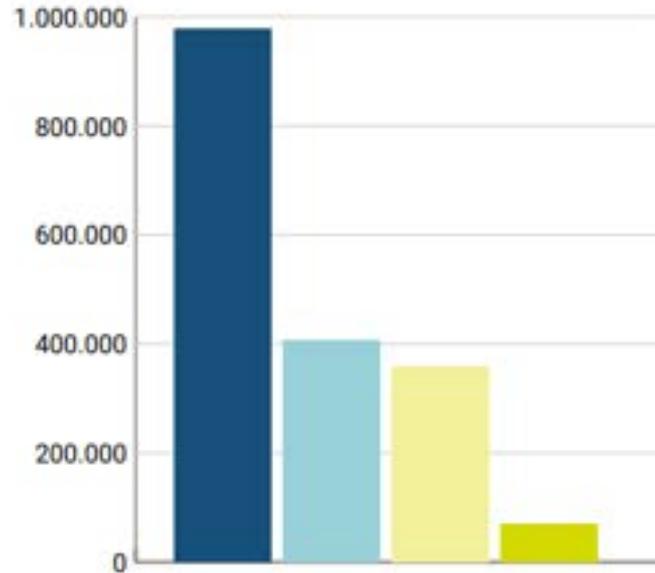
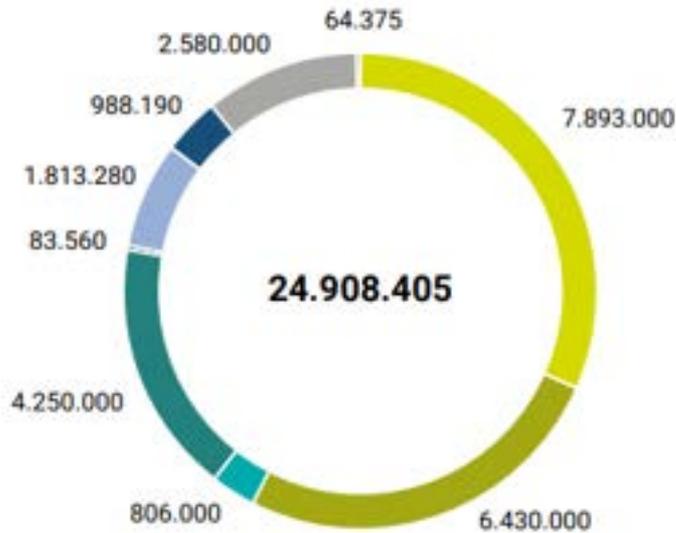
E-Mail: sven.kersten@nibe.se

NIBE-Gruppe

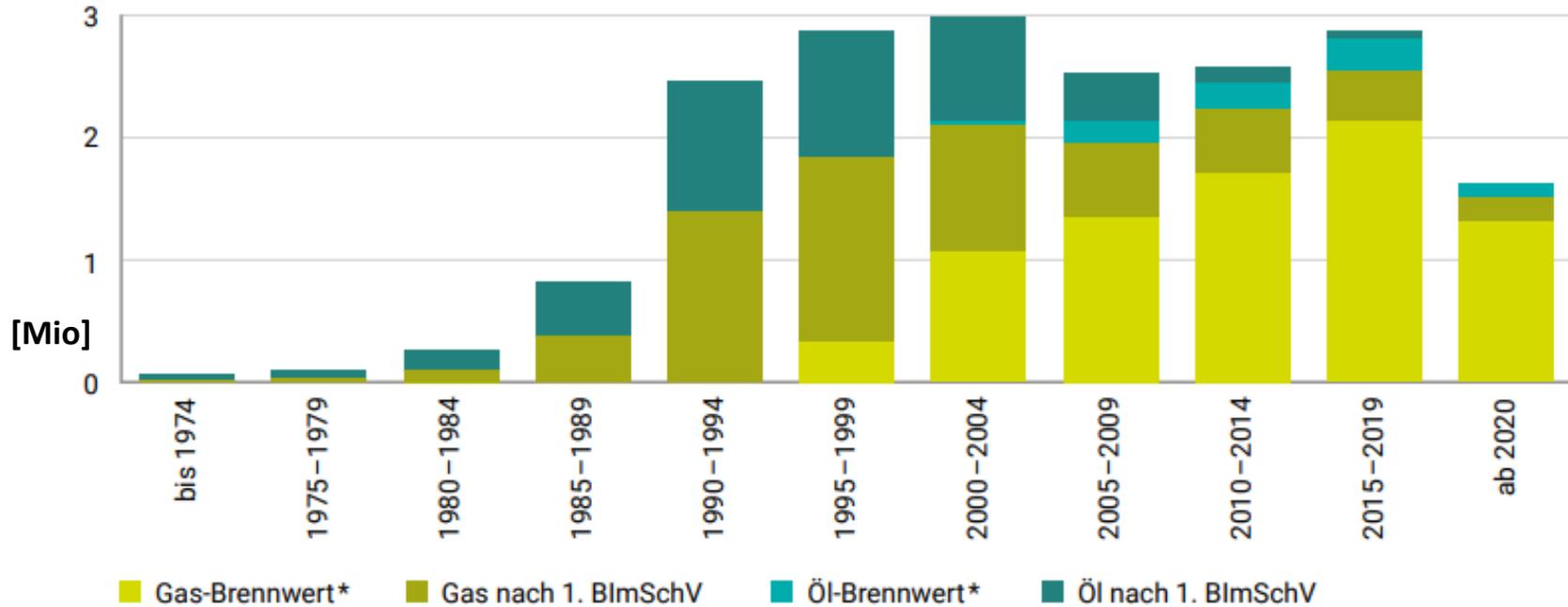


NIBE

Wärmeerzeugung im Bestand 2022 (DENA)



Altersstruktur von Öl- und Gasheizungen (DENA)

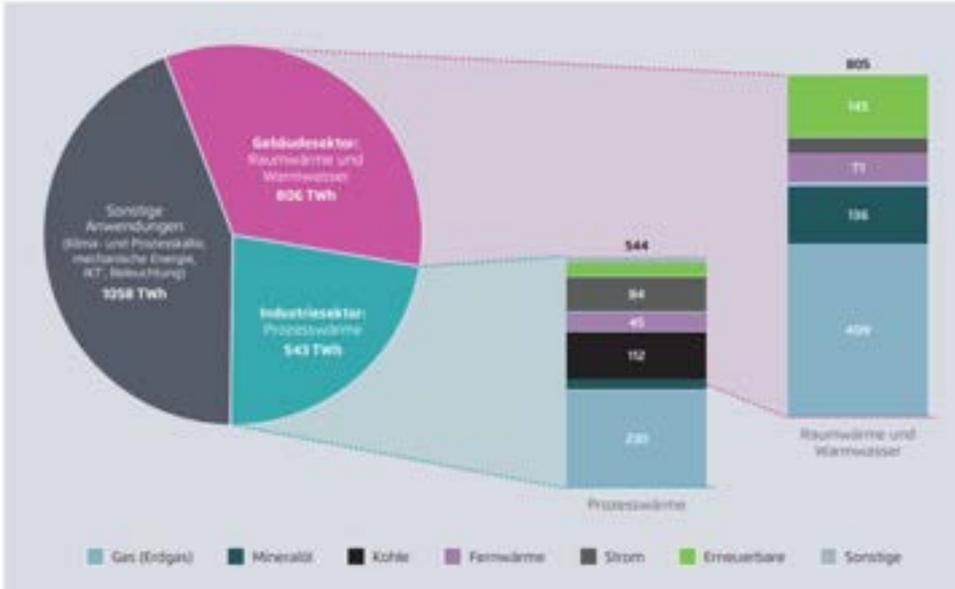


*Öl- und Gas-Brennwertheizungen, die vor dem Jahr 2000 eingebaut wurden, wurden der Zeitspanne 1995-1999 zugeordnet.

Wärmeangebot durch WP und Wärmebedarf

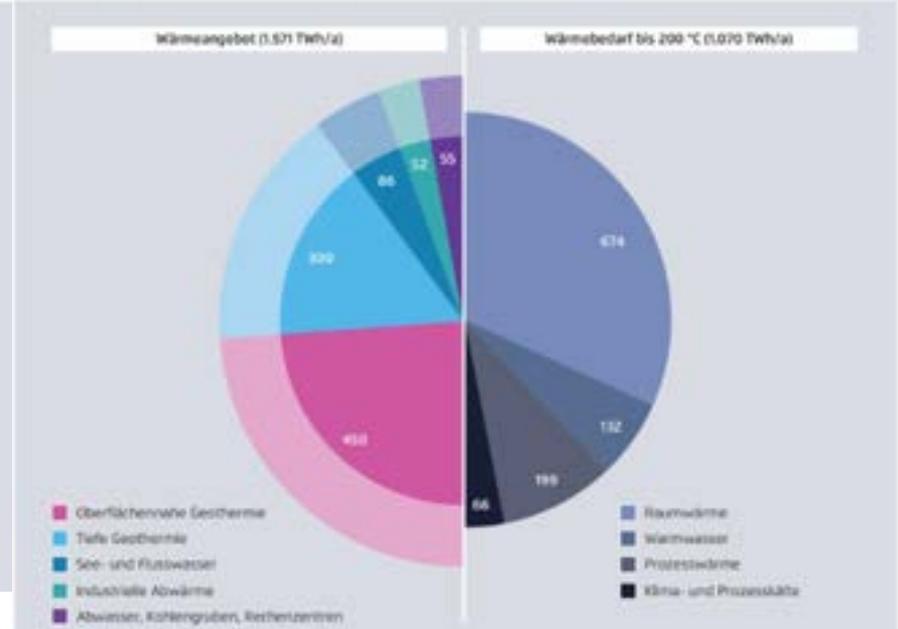
Endenergieverbrauch nach Anwendungszwecken in Deutschland 2021 (links)
Energieträger zur Bereitstellung (rechts)

Abbildung A



Gegenüberstellung des möglichen Wärmeangebots* durch Wärmepumpen und der Wärmebedarfe bis 200 °C** in Deutschland (exklusive Umgebungsluft)

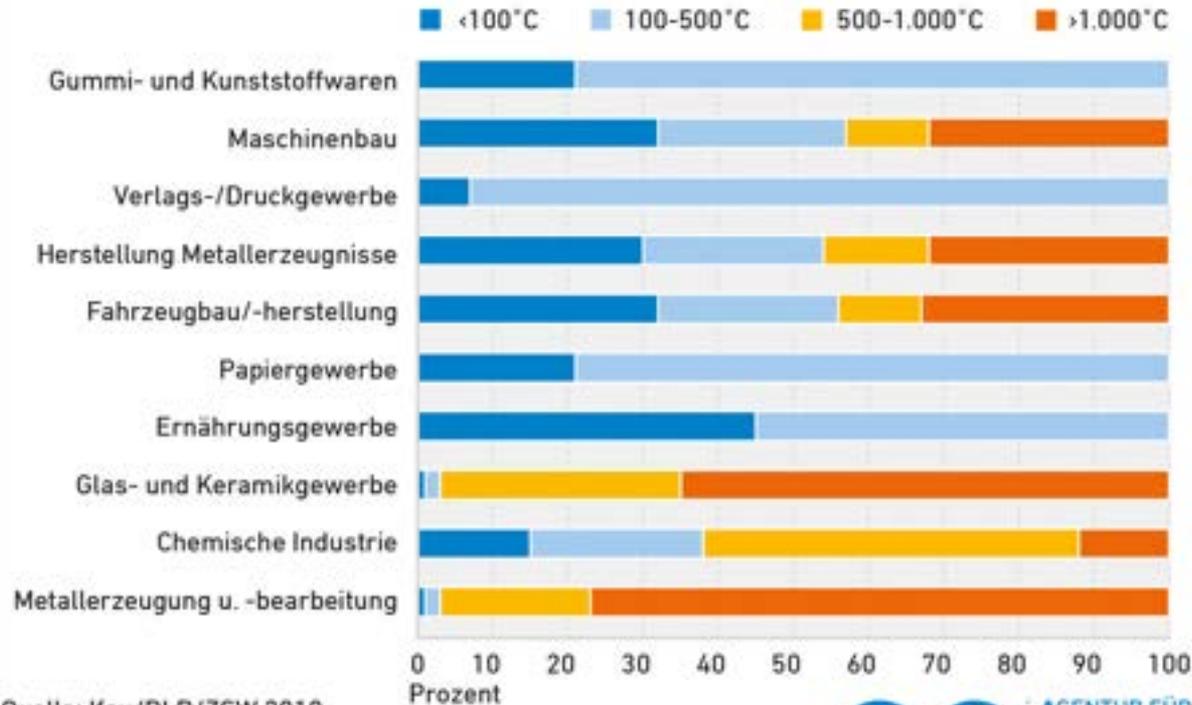
Abbildung B



NIBE

Industrieller Wärme- und Temperaturbedarf

Nach Temperaturniveaus in Grad Celsius (°C)



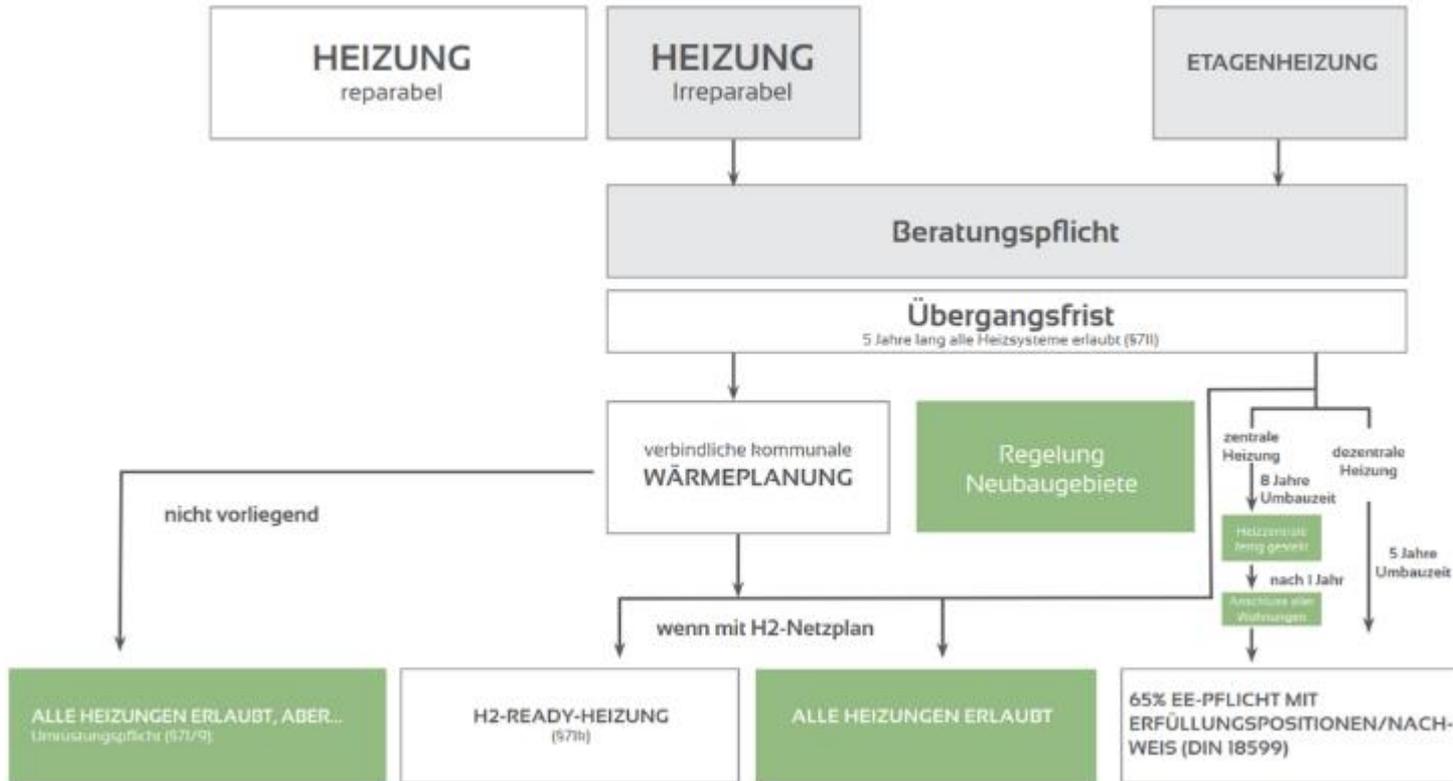
Quelle: Ifeu/DLR/ZSW 2010

Stand: 6/2017

© 2017 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

<https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/industrieller-waermebedarf-nach-wirtschaftszweigen>

Übersicht Gebäudeenergiegesetz (GEG)



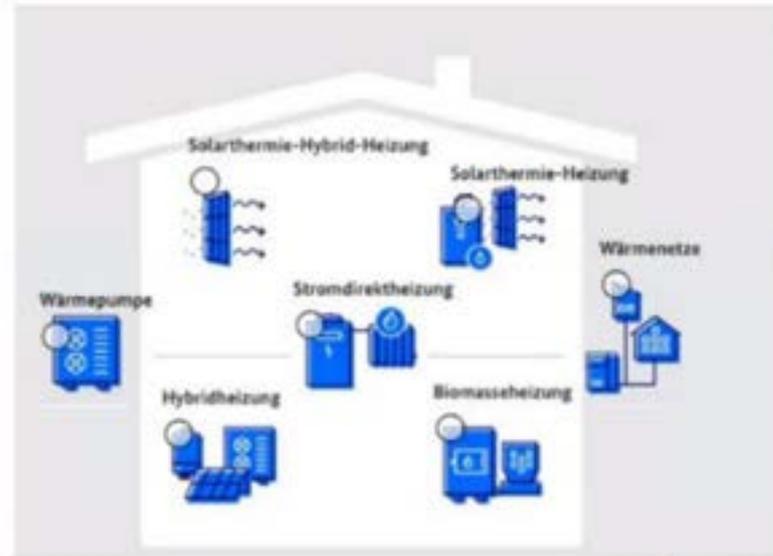
Quelle: Gebäudeenergieberater Ingenieure Handwerker – Bundesverband e.V

NIBE

Übersicht Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Erfüllung der Heizen-mit-Erneuerbaren-Regelung

- Einzelnachweis (§ 71 Absatz 2) oder
- Erfüllungsoptionen als Vereinfachung (§ 71 Absatz 3):
 - Wärmenetzanschluss (§ 71b)
 - Elektrische Wärmepumpe (§ 71c)
 - Stromdirektheizung (§ 71d)
 - Flüssige und gasförmige Biomasse- oder Wasserstoffheizung (§ 71f)
 - Heizung mit fester Biomasse (§ 71g)
 - Hybridheizung mit Wärmepumpe oder Solarthermie (§ 71h)



NIBE

Übersicht Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Erfüllungsoption: Elektrische Wärmepumpe

§ 71c GEG

- ❖ Keine weiteren Anforderungen
- ❖ Hintergrund: Dekarbonisierung des Stromsektors erfolgt über andere Instrumente, insb. EEG, EU-ETS
- ❖ Mieterschutzregelung in § 71o GEG

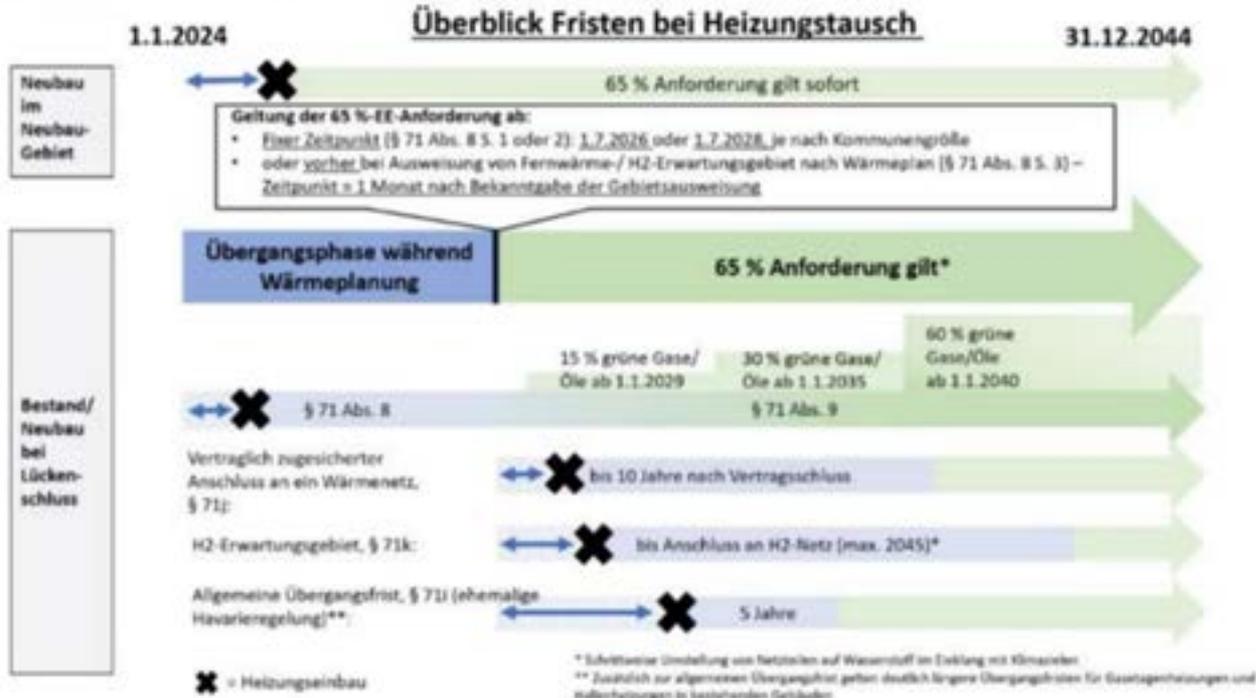
Erfüllungsoption: Wärmepumpen- oder Solarthermie-Hybridheizung

§ 71h GEG

- ❖ **Wärmepumpen-Hybridheizung**
 - Vorrang für die Wärmepumpe; Spitzenlasterzeuger ist ein Brennwertkessel
 - Gemeinsame, fernansprechbare Steuerung
 - Thermische Leistung der Wärmepumpe = 30% (40%) der Heizlast

Übersicht Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Geltung der 65%-Regelung



NIBE

Wärmepumpen: Dichtung und Wahrheit!

- Wärmepumpen können nur mit Fußbodenheizung betrieben werden
- Wärmepumpen sind noch nicht ausgereift
- Bevor eine Wärmepumpe eingebaut werden kann, muss das Gebäude gedämmt werden
- Wärmepumpen eignen sich nicht für große Gebäude
- Wärmepumpen sind unwirtschaftlich
- Wo soll der Strom für die ganzen Wärmepumpen herkommen?

§14a Energiewirtschaftsgesetz (netzdienliche Steuerung von WP)

- Geltungsbereich für neue Steuerbaren Verbrauchseinrichtungen (SteuVE) mit max. Leistungsbezug > 4,2 kW (inkl. Heizstab)
- Übergangsmodell bis 12/2028:
 - Präventives Steuern durch VNB möglich, wenn technische Voraussetzungen für Netzzustandsermittlung noch nicht gegeben (max. 24 Monate nach erster Maßnahme)
 - Leistungsreduzierung je SteuVE auf bis zu 4,2 kW für max. 2 Stunden täglich möglich
- Regelmodell ab spätestens 1/2029:
 - Steuerung bei Gefährdung nach definierter Netzzustandsermittlung innerhalb von 3 Minuten
 - Leistungsreduzierung je SteuVE auf bis zu 4,2 kW
 - Vorrang vor anderen Steuerungsanreizen
 - Kein bilanzieller Ausgleich

Quelle: BWP e.V.

NIBE

§14a Energiewirtschaftsgesetz (netzdienliche Steuerung von WP)

- Garantierter Netzanschluss
- Netzzustandsermittlung hat zur Ermittlung der objektiven Erforderlichkeit einer Maßnahme nach aktuellem Stand der Technik zu erfolgen: Netzzustandsdaten von 20% aller Anschlussnehmer zur Durchführung einer Rechnung oder 10% aller Anschlussnutzer plus Daten der Trafoabgänge
- Technische Anforderungen müssen durch VNB bis 12/2024 veröffentlicht werden
- Öffentliche monatliche Dokumentation von Steuervorgängen, Dauer und Maßnahmen durch alle Netzbetreiber
- Betreiber muss sicherstellen, dass SteuVE mit den notwendigen technischen Einrichtungen sowie Steuerungseinrichtungen ausgestattet und stets steuerbar ist
 - Dokumentationspflicht über Umsetzung der Steuerung

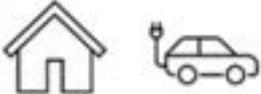
§14a Energiewirtschaftsgesetz (netzdienliche Steuerung von WP)

Festlegungsverfahren der BNetzA nach §14a EnWG

Rechenbeispiele für die Mindestbezugsleistung bei Steuerung über EMS



EFH + kleine WP: $P_{\min} = 4,2 \text{ kW}$



EFH + kleine WP + Ladestation:
 $P_{\min} = 4,2 \text{ kW} + (n_{\text{SteuVE}} - 1) \times \text{GZF} \times 4,2 \text{ kW}$
 $P_{\min} = 4,2 \text{ kW} + 1 \times 0,8 \times 4,2 \text{ kW} = 7,56 \text{ kW}$



MFH + große WP ($>11 \text{ kW}_{\text{el}}$):
 $P_{\min} = \text{Installierte Leistung in kW} \times 0,4$

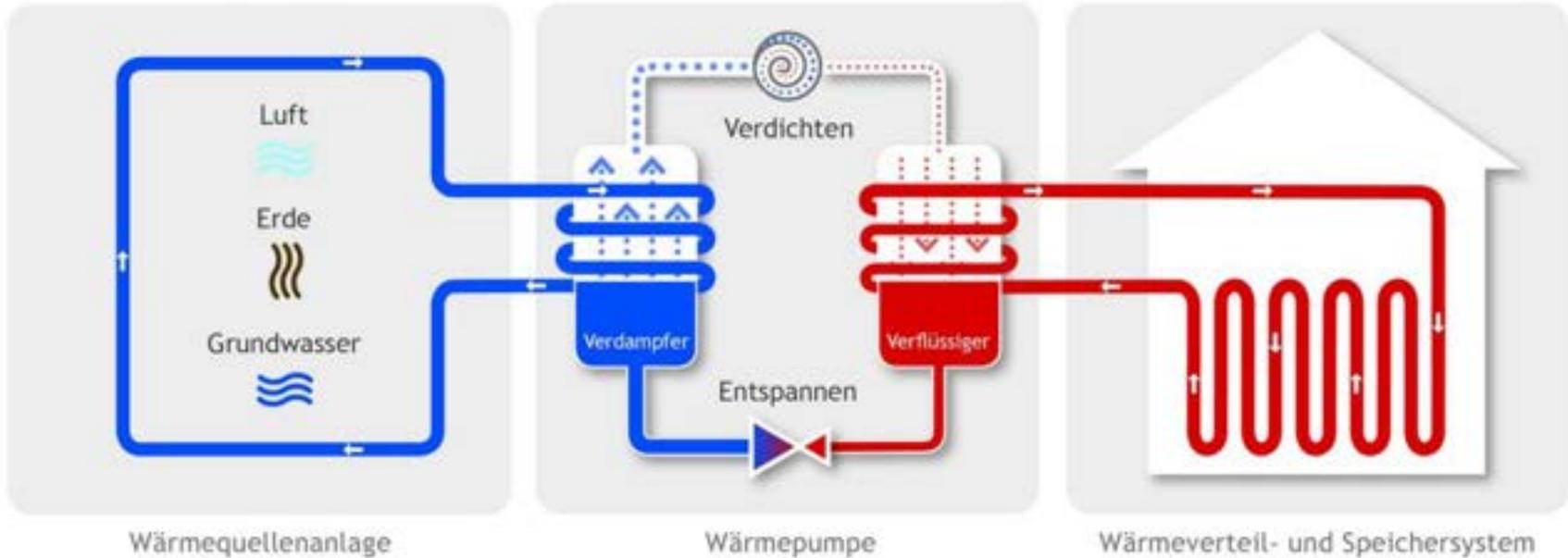


MFH + große WP ($>11 \text{ kW}_{\text{el}}$) + 3 Ladestationen:
 $P_{\min} = (P_{\text{SummeWP}} \times 0,4) + (n_{\text{SteuVE}} - 1) \times \text{GZF} \times 4,2 \text{ kW}$
Beispiel WP mit $20 \text{ kW}_{\text{el}}$ + 3 Ladestationen
 $P_{\min} = (20 \times 0,4) + (4 - 1) \times 0,7 \times 4,2 \text{ kW} = 16,82 \text{ kW}$

§14a Energiewirtschaftsgesetz (netzdienliche Steuerung von WP)



Funktionsweise einer Wärmepumpe

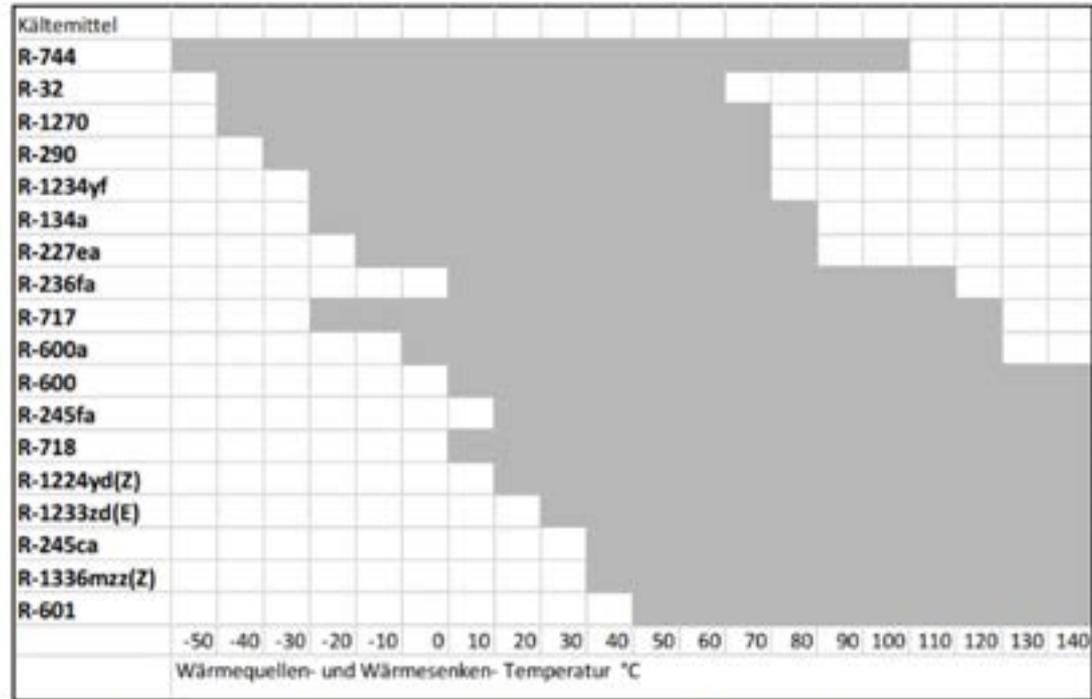


Natürliche Kältemittel = höhere Temperaturen 65 bis 75°C möglich!
Jahresarbeitszahl: JAZ = SPF = produzierte Wärme / eingesetzter Strom

NIBE

Kältemittel

Tabelle 3. Einsatzbereiche üblicher Kältemittel



Einsatzbereiche: Die untere Grenze ist durch die Siedetemperatur bei 1 bar und die obere Grenze $t_{kr}-15\text{ K}$ (t_{kr} die kritische Temperatur), Ausnahme bei R-744 und R-718 Entwurf VDI 4646 (Januar 2024)

Wärmequellen

Eigenschaften und relative Bewertung* verschiedener Umwelt- und Abwärmequellen für den Betrieb von Großwärmepumpen

Tabelle 1

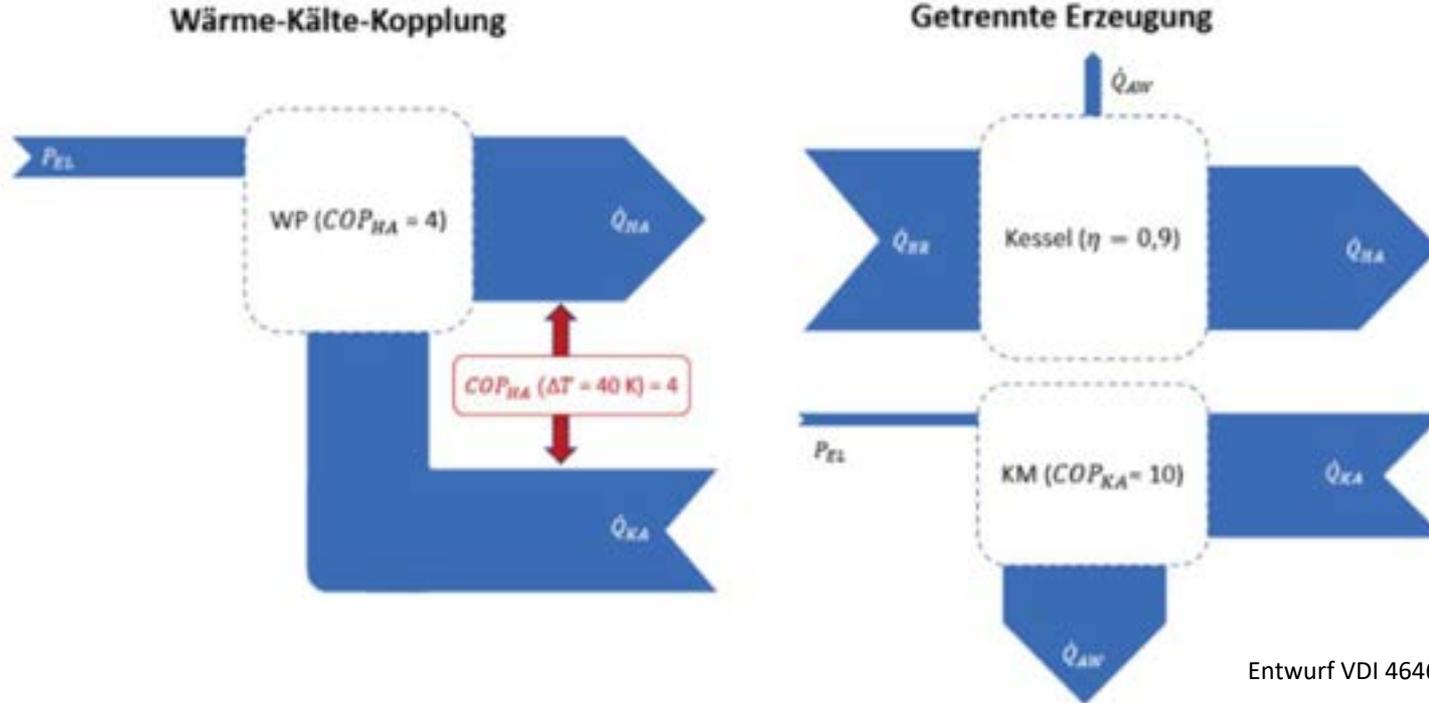
Umwelt- und Abwärmequellen	COP	Investitionsaufwand	Saisonale Verfügbarkeit	Temperatur	Potenzial
Umgebungsluft	--	+	-	-10–30 °C	unbegrenzt
Oberflächennahe Geothermie	+	0	+	5–15 °C	450 TWh/Jahr
Mitteltiefe und tiefe Geothermie	+	--	+	15 °C (nach oben offen)	300 TWh/Jahr
Grubenwasser aus dem Bergbau	+	0	+	10–40 °C	4 TWh/Jahr**
Gewässerthermie (Flusswasser, Seewasser, Meerwasser)	0	+	0	4–25 °C	86 TWh/Jahr***
Abwasser und Kläranlagen	+	+	+	10–17 °C	34 TWh/Jahr
Industrielle Abwärme	+	+	+	20–100 °C	52 TWh/Jahr****
Abwärme aus Großrechenzentren	+	+	+	20–60 °C	16 TWh/Jahr

Fraunhofer IEG basierend auf Born et al. (2022), Bracke et al. (2022), Bracke et al. (2018), Kammer (2018), Gerhardt et al. (2019), Wolf (2017), Fritz und Pehnt (2018), (AGFW) (2020). * Bewertung der einzelnen Faktoren in Relation zu den anderen aufgezählten Umwelt- und Abwärmequellen. ** Nach Ende des Braunkohletagebau deutlich geringer. *** Keine Studien für die thermische Meerwassernutzung bekannt. **** Rückrechnung aus technischem Potenzial mit angenommenem COP von 2,5

Temperaturbereiche von Wärmequellen (Abwärme)

Sektor	Prozess	Temperatur								
		20	40	60	80	100	120	140	160	
Lebensmittel & Getränke	Trocknerabluft									
	Eindampfen									
	CIP Reinigung Clearing in Place									
	Destillation									
	Produktkühlung									
	Waschen									
Papier	Schleiferei									
	Trockenpartie Papiermaschine									
	Trockenpartie Streichmaschine									
Holz	Trocknerabluft									
Textilien	Trocknerabluft									
	Färben									
	Waschen									
Metalle	Trocknung									
	Reinigen									
	Laser									
	Galvanisierung									
Kunststoffe	Spritzgußmaschinen									
Chemikalien	Abgas									
	Destillation									
Automobil	Extraktion									
	Abluft Lackieren									
GHD Gewerbe Handel Dienstleistungen	Rechenzentren									
	Abluft									
Querschnitts- technik	Abwärme Kältemaschinen									
	Abwärme Druckluftzeugung									
	Abgase Dampferzeuger									
	Abgase Rauchgas									
	Abgase warme feuchte Luft									
	Abwasser									
	Umwelt Luft									
	Erdewärme - Grundwasser									
Oberflächenwasser										

Wärme-Kälte-Kopplung



Entwurf VDI 4646 (Januar 2024)

NIBE

Bild 9. Energieströme zur umweltrelevanten und ökonomischen Bewertung von Wärmepumpen

Fußbodenheizung



<https://www.regatherm.de/industriefussbodenheizung-heizsysteme-industrieboeden-hallenbauten-geringe-wartungskosten/>

NIBE

Betonkernaktivierung

<https://www.energiesparhaus.at/bilderupload2015/2015071075969.jpg>



NIBE

Deckenheizung



NIBE

<https://www.best-kuehlheizen.de/referenz>

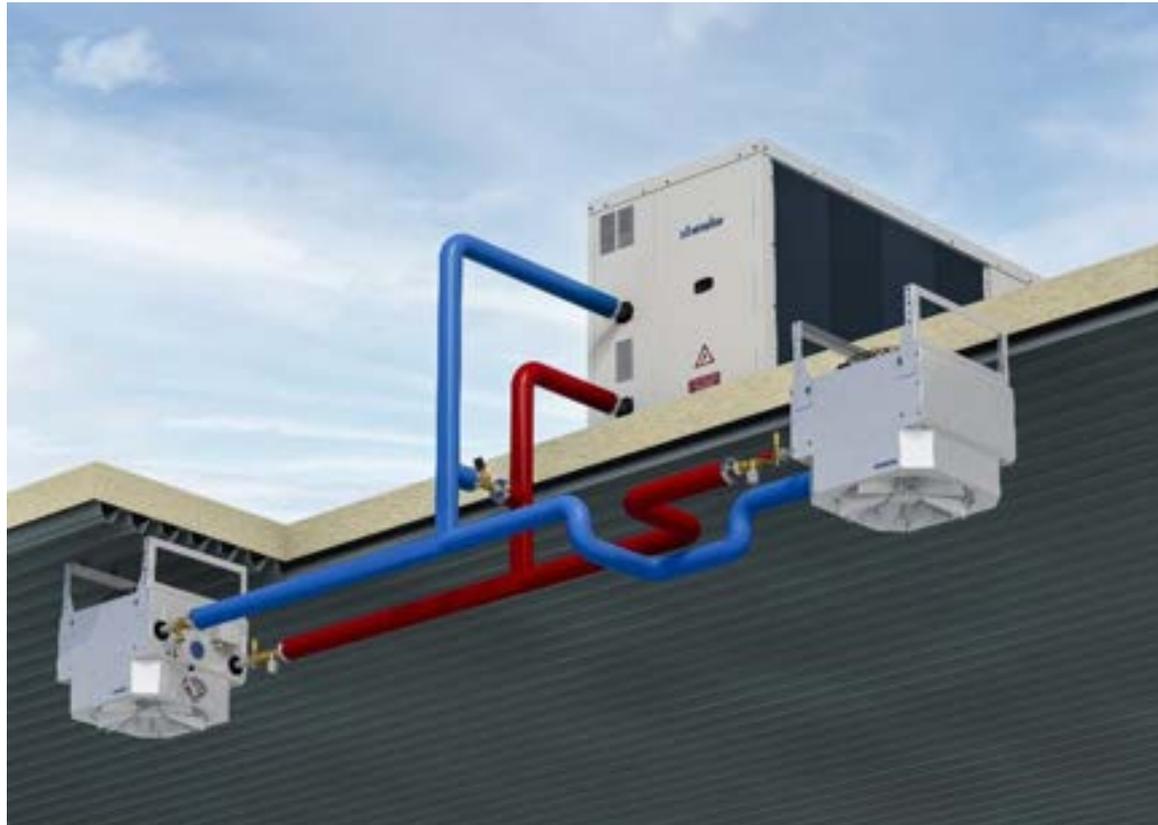
Wandheizung



NIBE

<https://www.nibe.eu/de-de/support/artikel/heizkoerper>

Luftherhitzer für Hallen (VL < 60°C)



NIBE

(Quelle: Firma Kampmann)

Wärmepumpen für vielfältige Einsatzgebiete



Wärmepumpe 20.000 kW bis 95°C (Stadtwerke Wien)

Großwärmepumpen für Industrie bis 130°C

Hochtemperatur-Wärmepumpe CoBra

HTWP mit Luft und dem Brayton Prozess

Pilotanlage CoBra (Cottbus Brayton)

- Arbeitsmedium: **Luft**
- Luftfahrtkomponenten
- Elektrische Leistung: ca. 120 kW
- Wärmeleistung: ca. 180kW @ 250-380°C
- Kälteleistung: ca. 60kW @ -45 °C

Nächste Schritte

- Skalierung für industrielle Relevanz
- Entwicklung für Wärmeabgabe @ 400-500°C
- Wärmerückgewinnung und Solarwärme @50-200°C
- Integration in Trocknungsprozessen (Autoindustrie, Papier, Lebensmittel, etc.)



<https://event.dlr.de/hmi2022-energie/hochtemperatur-waermepumpe-cobra/>

NIBE

Großwärmepumpen

Übersicht über neu- oder weiterentwickelte Großwärmepumpen (TRL < 9)
nach IEA HPT Annex 5B

Abbildung 43

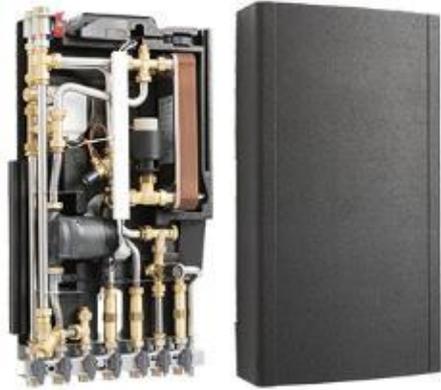
Hersteller	Max. Vorlauf-temperatur	Heizleistung				Kältemittel	TRL
		0,1 MW	1 MW	10 MW	100 MW		
Enerin	250°C		■			R704	6
Piller (MVR)	212°C			■	■	R718	8-9
Turboden	200°C			■		diverse	7-9
Heaten	200°C		■			HFOs	7-9
ToCircle	188°C		■			R717/R718	6-7
spHeat	165°C		■			HFOs	6-8
SRM	165°C	■				R718	5
Simens Energy	160°C			■	■	diverse	7-8
Enertime	160°C			■		HFOs	4-8
Weel & Sandvig	160°C		■			R718	4-9
Rank	160°C	■				diverse	7
MAN	150°C			■	■	R744	7-8
Ohmia Industry	150°C		■			R717/R718	7-8
ecop	150°C	■				Edelgas	6-7
Mayekawa	145°C	■				R601	5
GEA	130°C	■	■			R744	8
Johnson Controls	120°C		■	■		R717 + R600	7-8
Fenagy	120°C		■			R744	5-6
Mayekawa	120°C	■				R600	7

■ Schraubenverdichter
 ■ Kolbenverdichter
 ■ Turboverdichter
 ■ Scrollverdichter
 ■ Andere Technologie

Fraunhofer IEG basierend auf IEA (2023)

https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/deutsch/dokumente/ver%C3%B6ffentlichungen/Rollout_Grosswaermepumpen_Angora_Fraunhofer%20IEG.pdf

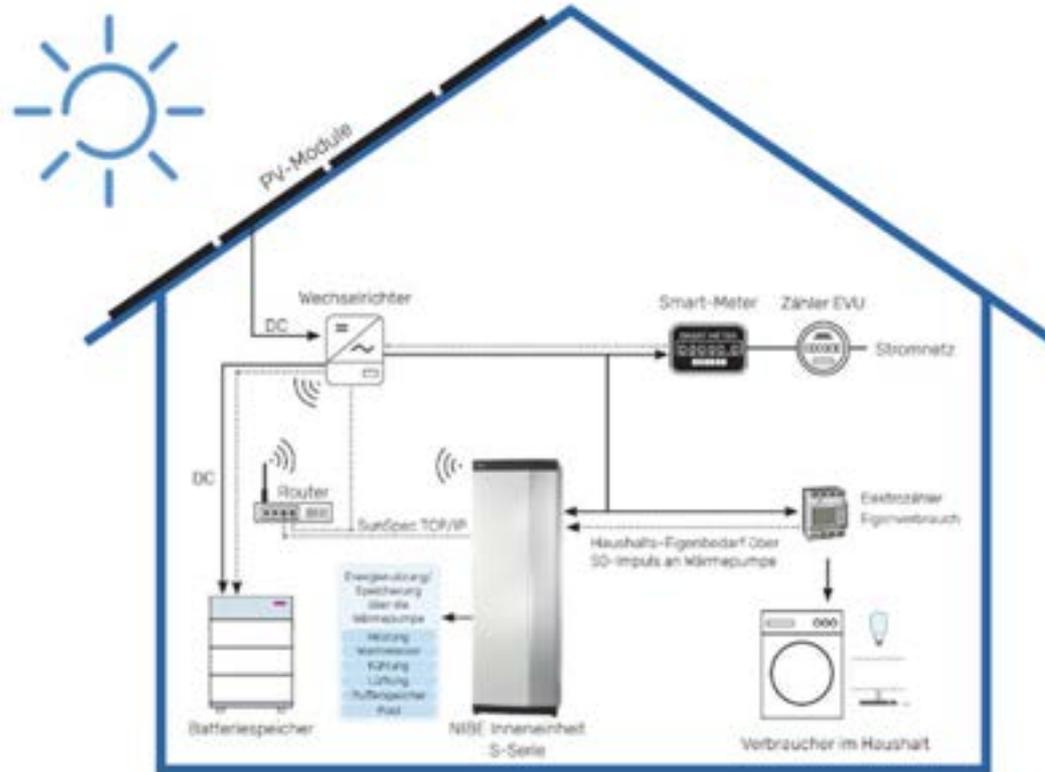
Frischwasserstationen/Wohnungsübergabestationen



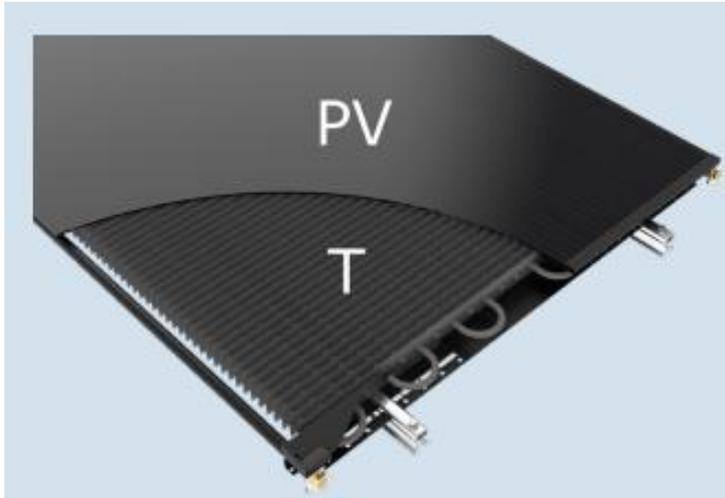
Cetetherm

NIBE

Steuerung Wärmepumpe, PV, Stromspeicher



PVT System als Wärmequelle für Sole Wasser Wärmepumpen



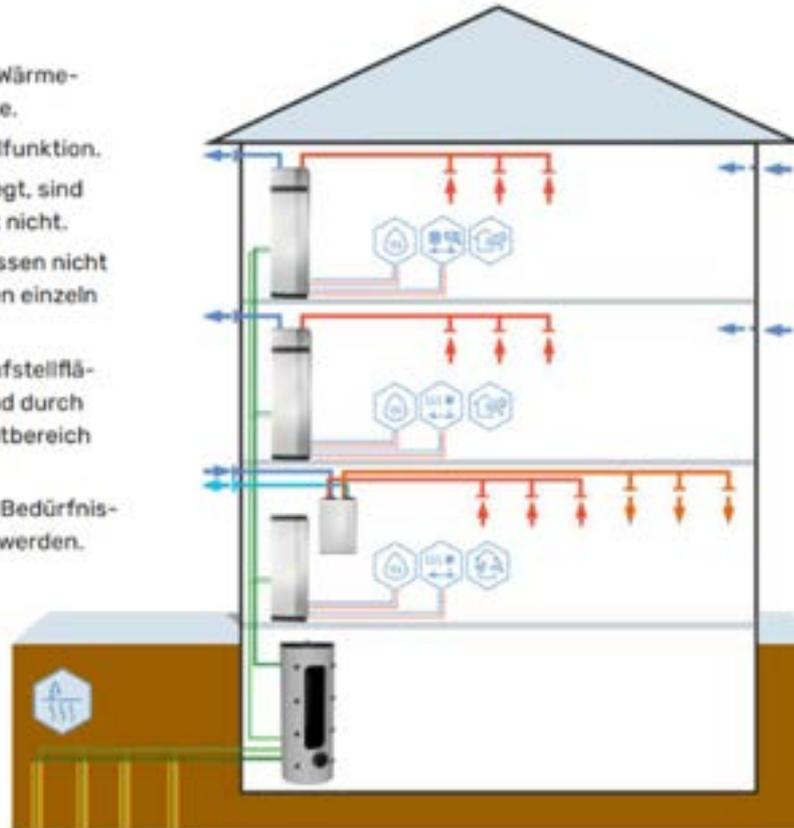
- Geräuscharm
- Kein Außengerät vor dem Gebäude.
- Ideale Lösung für Anwendungsfälle bei denen erd- oder luftbasierte Wärmequellen nicht einsetzbar sind.
- Kombiniert die Vorteile von Solarthermie und Photovoltaik in einem System.

NIBE

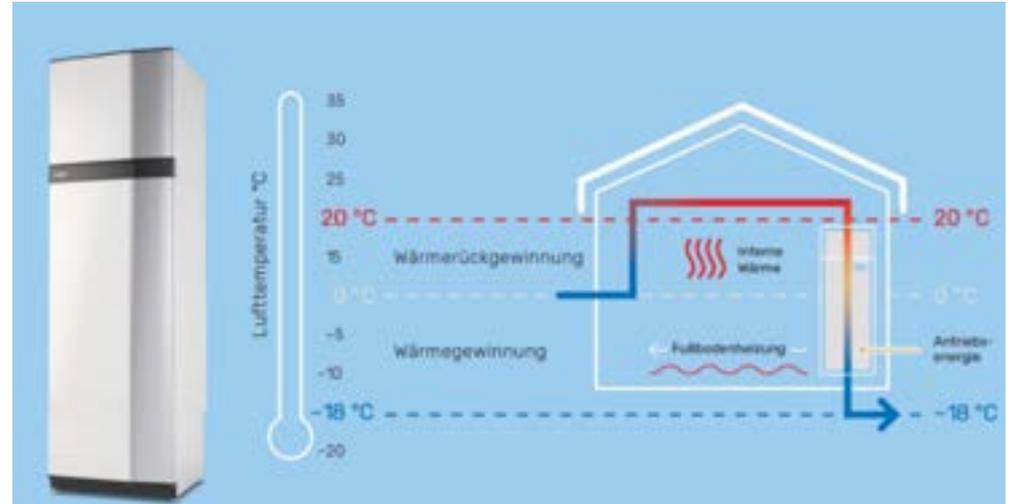
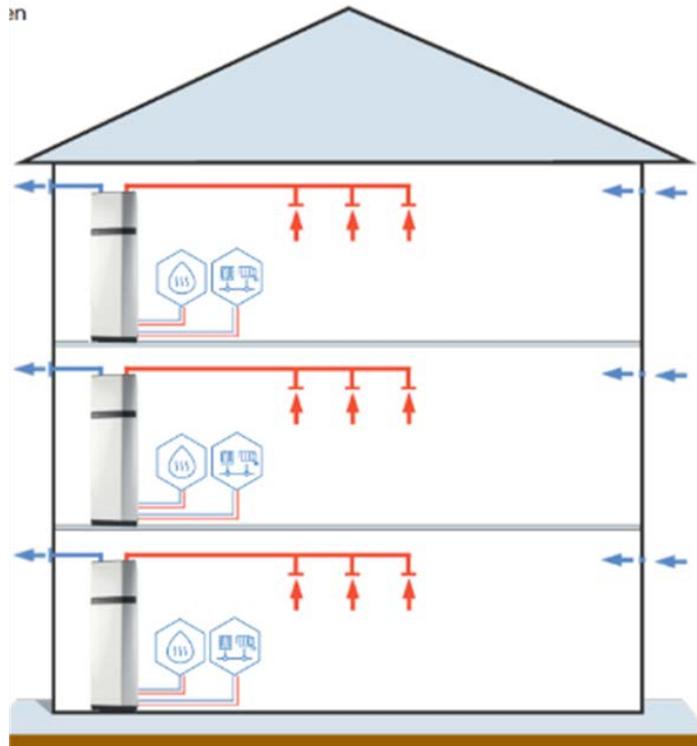
MFH: Sole-Wasser-Wärmepumpe in jeder WE

Merkmale

- Erdwärmepumpen erreichen unter allen Wärmepumpenarten die höchsten Effizienzwerte.
- Ganzjahres-Wohlfühltemperatur mit Kühlfunktion.
- Die Wege, die das Brauchwasser zurücklegt, sind kurz. Eine Legionellenprüfpflicht besteht nicht.
- Kosten für Heizung und Warmwasser müssen nicht umverteilt werden. Die Bewohner rechnen einzeln mit ihrem Energieversorger ab.
- NIBE Erdwärmepumpen sind mit einer Aufstellfläche von 0,37 m² äußerst platzsparend und durch ihre hochwertige Optik auch für den Sichtbereich geeignet.
- Einstellungen können nach individuellen Bedürfnissen der Wohnungsnutzer vorgenommen werden.
- Hohe Effizienzwerte, der in der Regel mögliche Verzicht auf eine Warmwasserzirkulation und eine niedrige Warmwassertemperatur sorgen für geringe Energiekosten.



MFH: Abluft-Wärmepumpe als dezentrale Lösung



NIBE

Schallschutz bei Luft-Wasser-Wärmepumpen



Quelle: Energiesparhaus.at

TA-Lärm:

Gebietstyp	Tag-betrieb	Nacht-betrieb
Industriegebiete	70 dB(A)	
Gewerbegebiete	60 dB(A)	50 dB(A)
Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)
allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55 dB(A)	40 dB(A)
reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurzgebiete, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

Tab. 3.1: Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden

Schallschutz bei Luft-Wasser-Wärmepumpen

1. ANGABEN ZUR LUFT / WASSER-WÄRMEPUMPE



Hersteller:

Modell / Typ:

Leistung: kW

Schalleistung nach ErP: dB(A)

Max. Schalleistungspegel
im Tagbetrieb: dB(A)

Max. Schalleistungspegel
im reduzierten Nachtbe-
trieb: dB(A)

Bei der Berechnung be-
rücksichtigen: Ja Nein

Zuschlag für Tonhaltigkeit K_1 (nach Herstellerangaben)

Tagbetrieb

- nicht hörbar
- hörbar +3 dB(A)
- stark hörbar +6 dB(A)

Nachtbetrieb

- nicht hörbar
- hörbar +3 dB(A)
- stark hörbar +6 dB(A)

<https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>

NIBE

BEG EM - Förderung

MODULE DER NEUEN WÄRMEPUMPEN-FÖRDERUNG 2024

Basisförderung



30 %

Höchstfördersatz



70 %

Klimageschwindigkeits-Bonus



20 %*

Für den Austausch alter Öl-, Kohle-, Nachspeicher- oder mindestens 20 Jahre alter Gas-Heizungen

Einkommensabhängiger Bonus



30 %

Für Haushalte mit einem zu versteuernden Jahreseinkommen von weniger als 40.000 €

Effizienz-Bonus



5 %

Für den Einsatz von Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln oder Erdwärme als Wärmequelle

Förderfähige Kosten

Die Förderung wird auf maximal 30.000 Euro Investitionskosten gewährt.

Das bedeutet beispielsweise in der Basisförderung einen maximalen Zuschuss von 9.000 Euro, beim Höchstfördersatz einen maximalen Zuschuss von 21.000 Euro.

Logistikzentrum

Bauherr: Berg GmbH aus 68775 Ketsch

Baujahr: 2017

**Fläche: Halle mit 2.500 m² und mehreren
Büroräumen**

**Heizungssystem: 5 Luft/Wasser-Wärmepumpe
NIBE F2120-20 mit Pufferspeicher, Regelung NIBE
SMO40, Photovoltaikanlage**

Zuständiger Fachbetrieb: Heizung-Expert



<https://www.nibe.eu/de-de/produkte/referenzen/logistikzentrum-berg>

Tagespflege, Gastronomie, Büro

Fakten: Tagespflege (22 Plätze), Büro und Gastronomie in 31737 Rinteln

Baujahr: um 1900

Wohnfläche: 800 m²

Wärmeverteilung: Fußbodenheizung + Heizkörper

Maßnahme: Austausch der Ölheizung gegen eine Wärmepumpe, Ausführung im Jahr 2021

Neue Heiztechnik: Luft/Wasser-Wärmepumpen NIBE F2120 mit 16 kW in einer 3er-Kaskade

Besonderheit: Die Größe des Gebäudes, die damit verbundene Heizlast und die Anforderungen des Denkmalschutzes

NIBE-Effizienzpartner: Frölich Haustechnik GmbH





**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit.**

Sven Kersten, NIBE CS

+49 160 97 28 10 56

sv.en.kersten@nibe.se

**Die beste
Zeit ist**

jetzt

