

Effizienter Betrieb von Wärmepumpen bei höheren Temperaturen

22. Sanitärtechnisches Symposium am 10.02.2023 in Steinfurt

Dipl.-Ing. (FH) Sven Kersten, NIBE Climate Solutions



Einführung

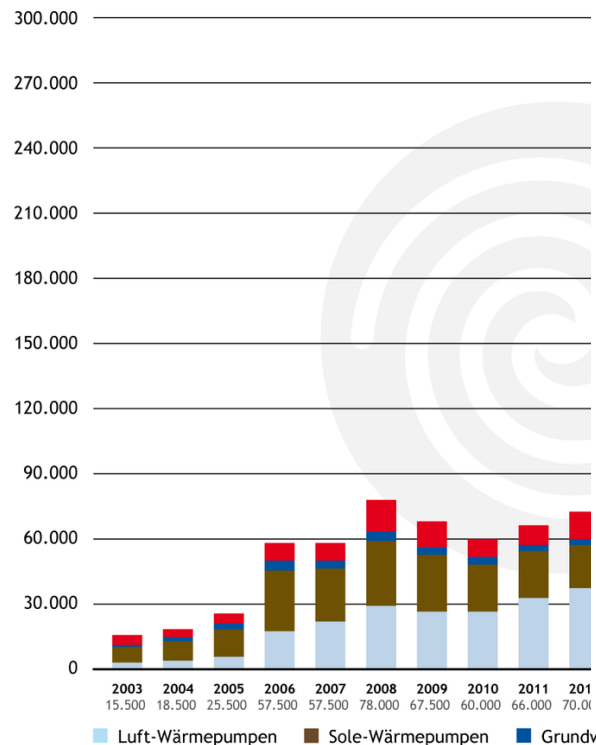


Dipl.-Ing. (FH) Sven Kersten

- Regional Manager DACH, NIBE Climate Solutions, International Affairs
- NIBE Gruppe: alpha innotec, CTC GIERSCH, KNV, NOVELAN, NIBE Systemtechnik, WATERKOTTE, ENERTECH, ...
- Referent für den Bundesverband Wärmepumpe e.V.
- Zugelassener Referent für die VDI 4645
- Verbände: BDH, BWP, VDI, BIngK, IK-Bau NRW
- Bis 31.12.2021 Leiter Wärmepumpen-Marktplatz NRW der EnergieAgentur.NRW

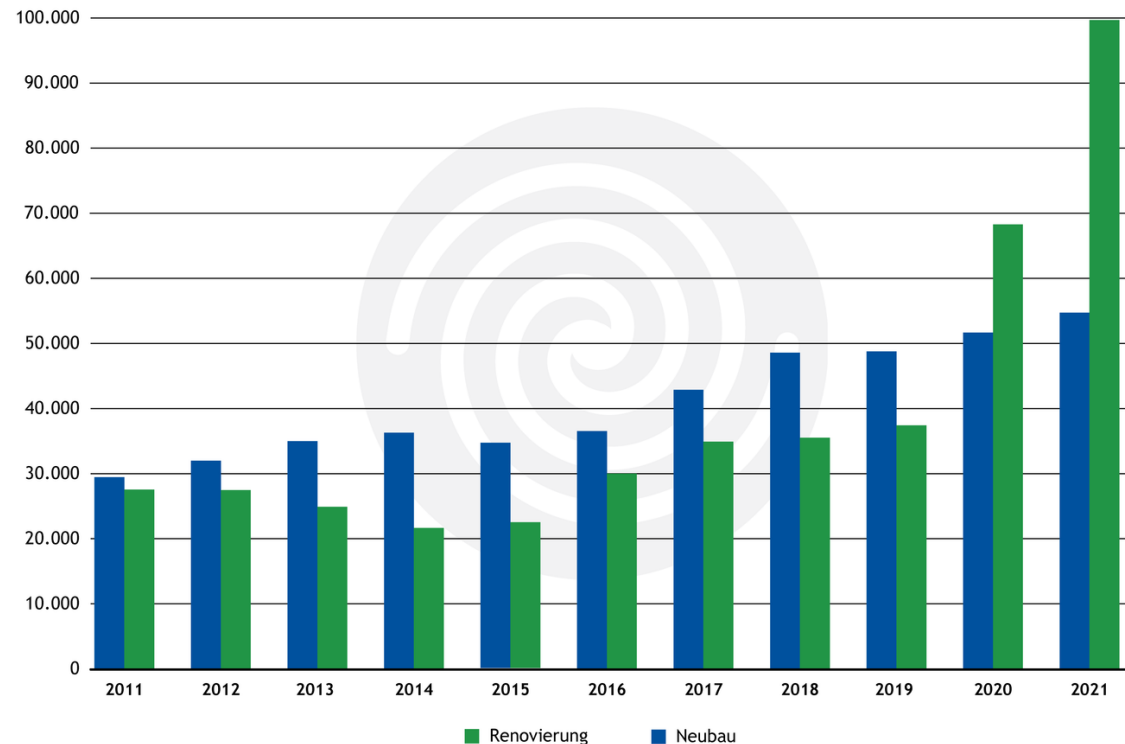
E-Mail: sven.kersten@nibe.se

Absatzentwicklung Wärmepumpen in Nach Wärmepumpentypen



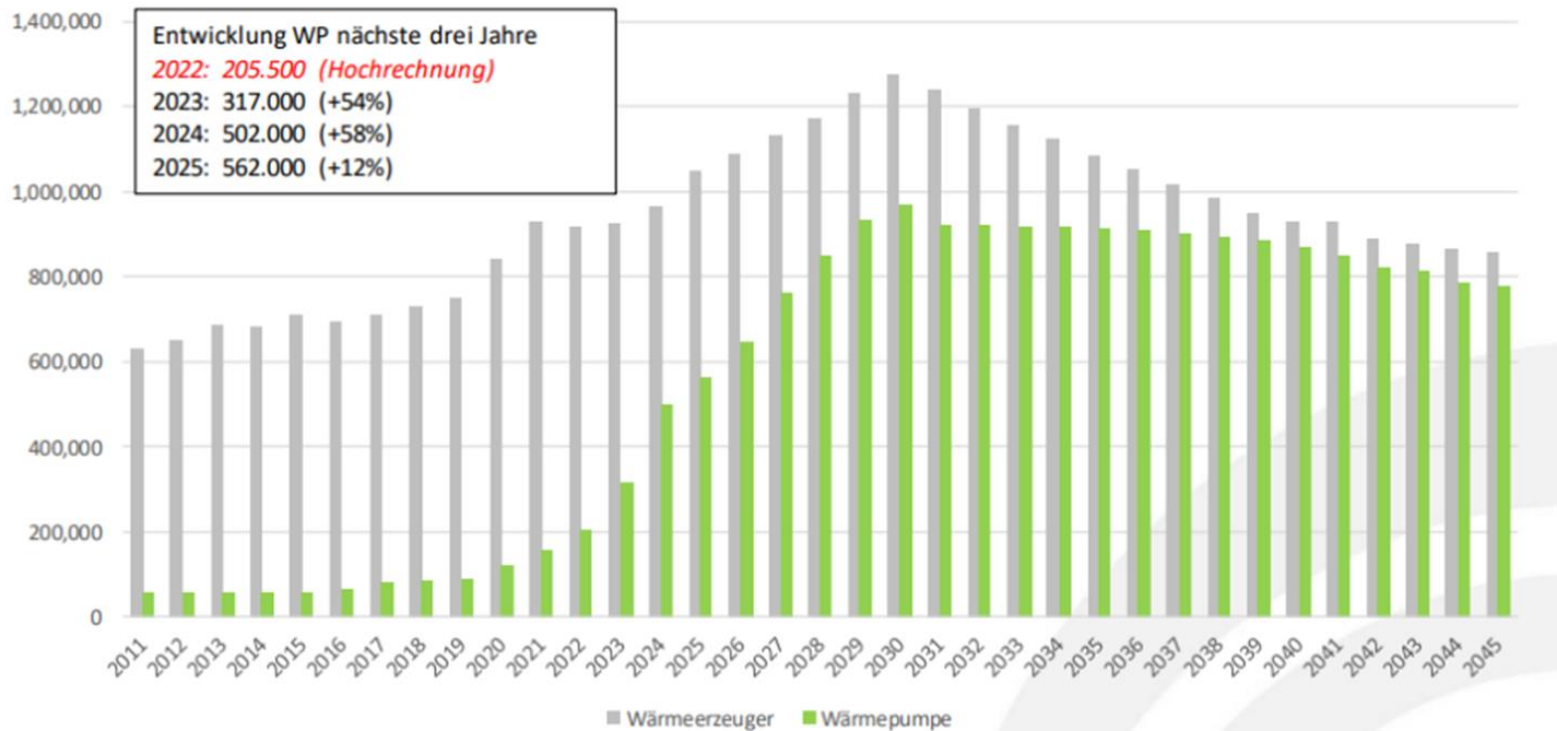
Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik

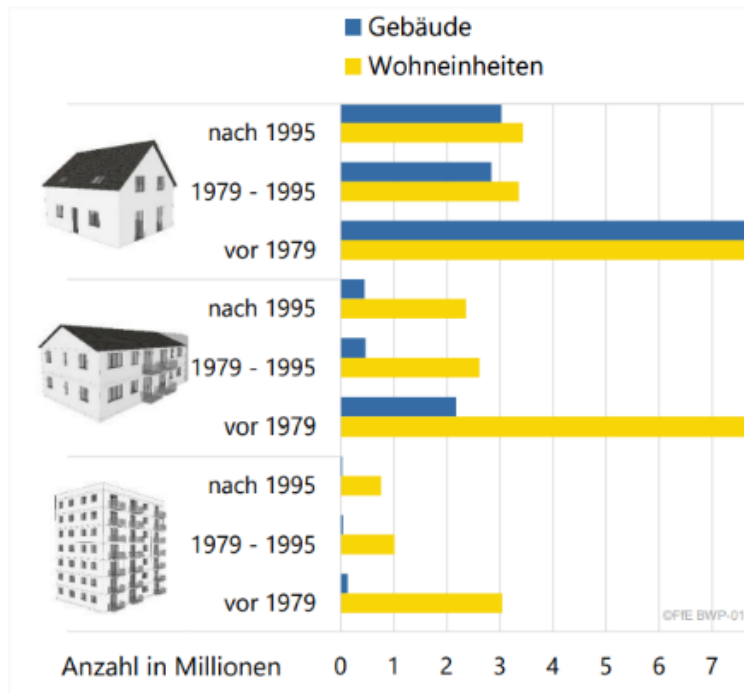
Absatzentwicklung Wärmepumpen in Deutschland 2011-2021 Nach Absatz in den Neubau und die Renovierung



Quelle: BWP/BDH-Absatzstatistik, Baufertigstellungsstatistik

Gesamtmarkt Wärmeezeuger und Wärmepumpen

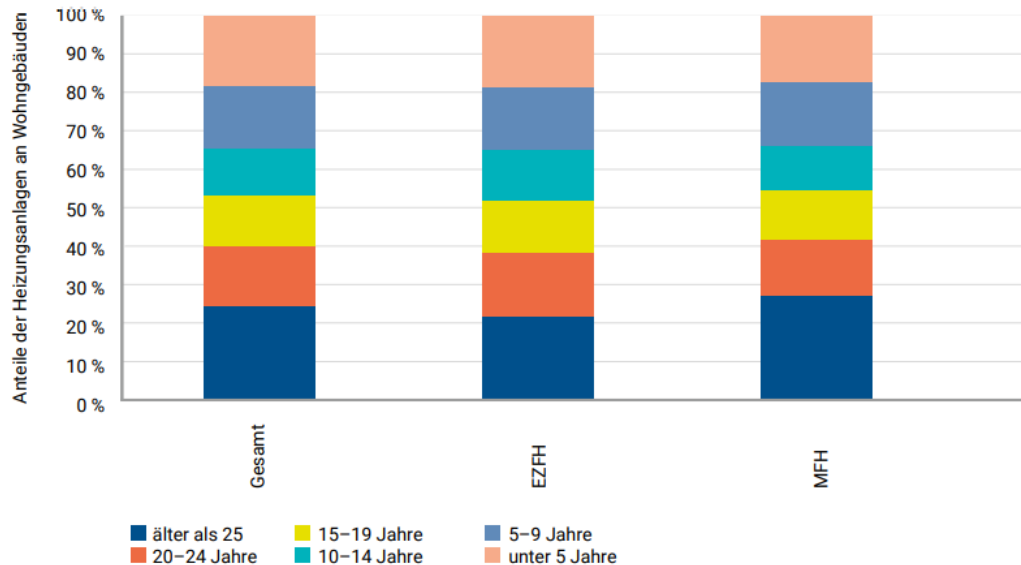




3-1: Struktur des Wohngebäudebestands in Deutschland 2020

Abb. 25: Aufteilung der Heizungsanlagen nach Alter

Quelle: bdew 2019





Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

**80 MILLIONEN GEMEINSAM FÜR
ENERGIEWECHSEL**

65 Prozent erneuerbare Energien beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024

Konzeption zur Umsetzung

Stand: 14. Juli 2022

Die Wärmewende ist ein zentraler Schlüsselbereich für die Erreichung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung und zur Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieimporten. Mehr als ein Drittel des gesamten Energiebedarfs in Deutschland brauchen wir zur Deckung unseres Wärmebedarfs in Gebäuden.

Der Ukraine-Krieg macht deutlich, wie verwundbar unsere Wärmeversorgung und wie abhängig Deutschland von fossilen Energieimporten aus Russland und anderen Konfliktregionen ist.

Über 80 Prozent der Wärmenachfrage werden derzeit durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern gedeckt, die zum allergrößten Teil importiert werden. Im Gebäudewärmebereich dominiert dabei Erdgas, insbesondere aus Russland. Über 410 TWh Erdgas wurden 2021 zur Deckung der Wärmenachfrage in Gebäuden verbrannt. Dies sind über 40 Prozent des gesamten in Deutschland verbrauchten Erdgases. Fast jeder zweite deutsche Haushalt heizt mit Erdgas. Bei den neu installierten Heizungen beträgt die Quote sogar 70 Prozent.

Der Ukraine-Krieg zeigt einmal mehr, dass Deutschland die Transformation der Wärmeversorgung beschleunigen muss, um Versorgungssicherheit, die Erreichung der Klimaziele, aber auch die Bezahlbarkeit von Wärme weiter gewährleisten zu können.

Entscheidend hierfür ist eine Wärmeversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien und Energieeinsparung sowie Energieeffizienz.

• Anschluss an ein Wärmenetz

Durch den Anschluss an ein Wärmenetz (Fernwärme oder Nahwärme) kann die Vorgabe unabhängig vom Anteil an erneuerbaren Energien am Erzeugungsmix des Netzes erfüllt werden. Hintergrund ist, dass bei einem Anschluss an ein Wärmenetz unterstellt wird, dass das Wärmenetz auf der Grundlage anderer Vorgaben und Anreize schrittweise bis spätestens 2045 klimaneutrale Wärme liefern wird. Ab dem 1. Januar 2026 soll bei Vorliegen einer kommunalen Wärmeplanung für das Gebiet der Anschluss an ein Wärmenetz (das noch nicht über einen Anteil von 65 Prozent erneuerbarer Energien verfügt) nur noch dann eine Erfüllungsoption sein, wenn der Wärmenetzversorger über einen Transformationsplan verfügt, mit dem der Versorger ein verbindliches Investitionskonzept zur schrittweisen und vollständigen Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Wärme oder Abwärme bis spätestens 2045 vorlegt.

• Einbau einer Wärmepumpe mit der Wärmequelle Luft, Erdreich oder Wasser

Beim Einbau einer elektrischen Wärmepumpe, die den Wärmebedarf des Gebäudes vollständig deckt, wird angenommen, dass die Wärme vollständig aus erneuerbaren Energien stammt. Zwar wird für die Wärmeerzeugung auch Strom zum Betrieb, insbesondere zum Pumpen und zum Antrieb des Verdichters, genutzt, der größte Teil der Energie stammt aber in aller Regel aus der Umgebung, also aus dem Erdreich, der Luft oder dem Grund-, Fluss- oder Abwasser. Diese Umgebungswärme ist erneuerbar und regeneriert sich immer wieder. Zudem soll der Stromanteil, der aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen wird, über die reguläre Nutzungsdauer einer Wärmepumpe 100 Prozent klimaneutral erzeugt werden.

• Einbau einer Biomasseheizung auf Basis von fester oder flüssiger Biomasse

Auch durch den Einbau einer Biomasseheizung auf Basis von fester oder flüssiger Biomasse (Holzheizung, Pelletheizung etc.) wird die Erfüllung der Pflicht ohne weitere Nachweise angenommen, sofern diese den Wärmebedarf des Gebäudes vollständig deckt. Voraussetzungen hierfür sind aber der Einsatz von nachhaltig produzierter Biomasse und die Einhaltung der bestehenden Nachhaltigkeitsanforderungen für Biomasse im GEG im Rahmen der geltenden Nutzungspflicht.

• Einbau einer Gasheizung unter Nutzung von grünen Gasen

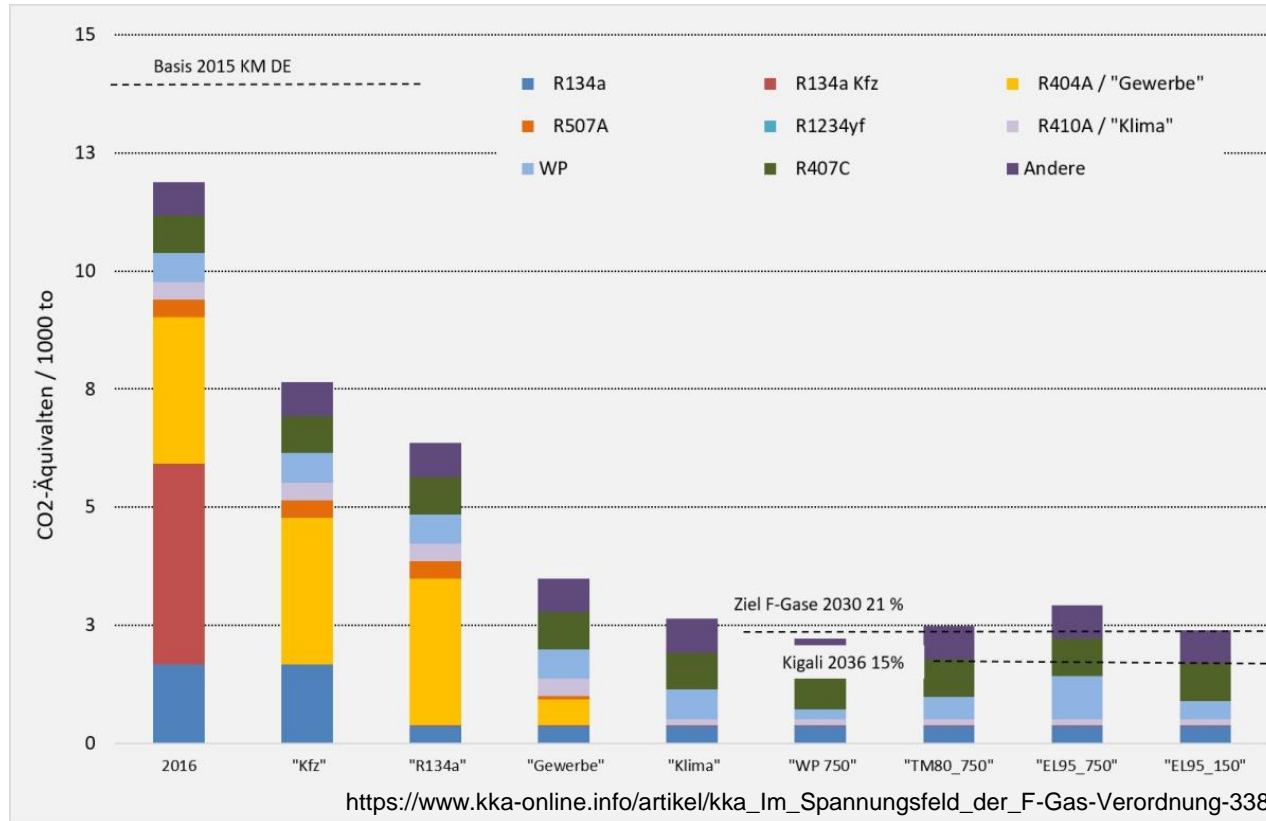
Bei Gasheizungen, die mit nachhaltigem Biomethan, grünem Wasserstoff oder anderen grünen Gasen betrieben werden, muss vertraglich und über ein sicheres Nachweissystem (Massebilanzsystem oder Herkunftsnachweissystem) der dauerhafte Bezug von mindestens 65 Prozent grüner Gase nachgewiesen werden. Da bei Biomethan und bei anderen grünen Gasen mittel- bis langfristig mit einer hohen Nachfrage in anderen Sektoren zu rechnen ist, sind erhebliche Preissteigerungen beim Bezug von Biomethan und anderen grünen Gasen zu erwarten. Vor diesem Hintergrund ist eine Mieterschutzvorschrift vorgesehen. Nach dieser müssen Vermieter im Fall der Nutzung von Biomethan oder von grünen Gasen die Kosten übernehmen, die über den Grundversorgungstarif für Gas hinausgehen.

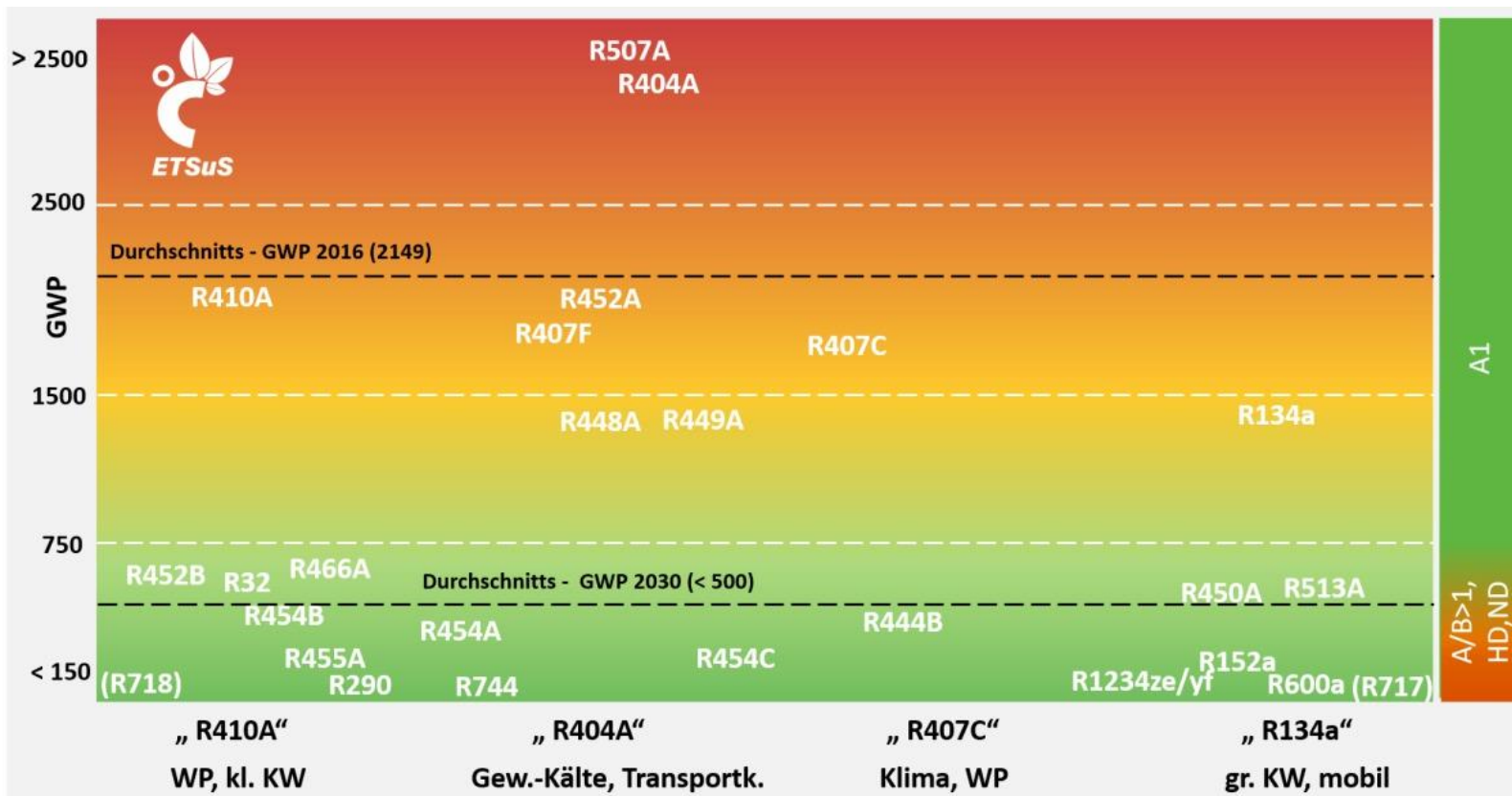
• Einbau einer Hybridheizung

Eine weitere Option ist der Einbau einer so genannten Hybridheizung. Diese ist eine Heizung, bei der maximal 35 Prozent der verbrauchten Wärme mit fossilen Brennstoffen erzeugt wer-

Funktionsprinzip, Kältemittel und Effizienzkriterien

Kältemittel: F-Gase-Verordnung und PFAS - Perfluoralkyle und Polyfluoralkyle





Kältemittel: F-Gase-Verordnung und PFAS

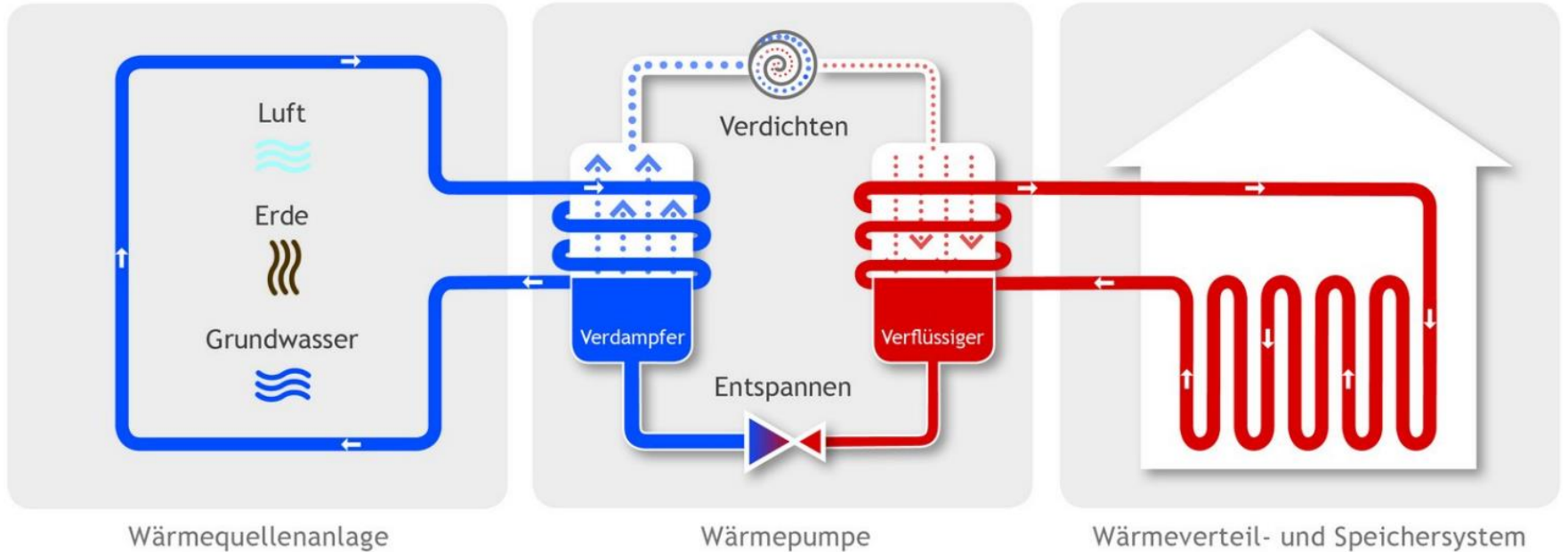
Kältemittel	Siedepunkt	Verflüssigung (26 bar)
R134a FKW	-26 °C	80 °C
R404A FKW	-47 °C	55 °C
R407C FKW	-45 °C	58 °C
R410A FKW	-51 °C	43 °C
R744 (Kohlendioxid)	-57 °C	-11 °C
R717 (Ammoniak)	-33 °C	60 °C
R290 (Propan)	-42 °C	70 °C
R600a (Butan)	-12 °C	114 °C
R1270 (Propen)	-48 °C	61 °C

Brennbar!

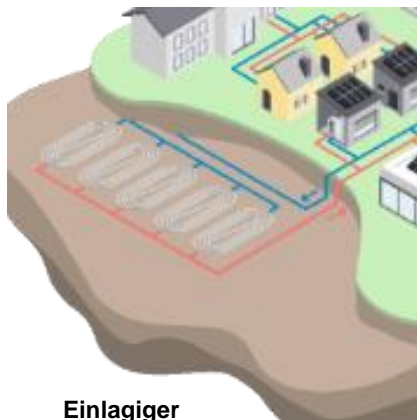
Quelle: energie-experten.org

Natürliche Kältemittel = höhere Temperaturen 65 bis 75° C möglich!

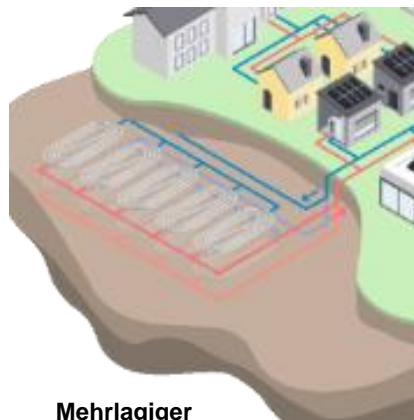
Jahresarbeitszahl: JAZ = SPF = eingesetzter Strom / produzierte Wärme



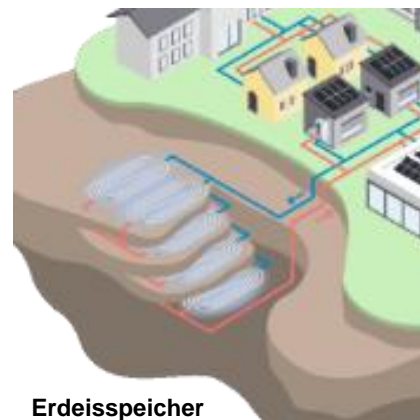
Wärmequellen



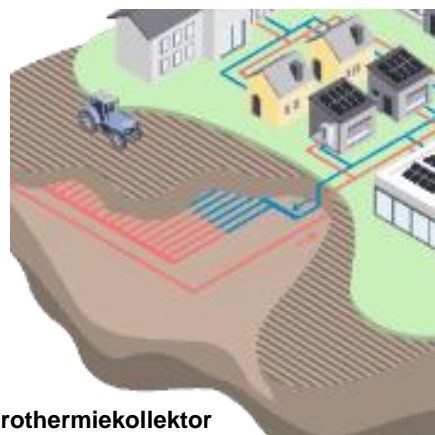
**Einlagiger
Erdwärmekollektor**



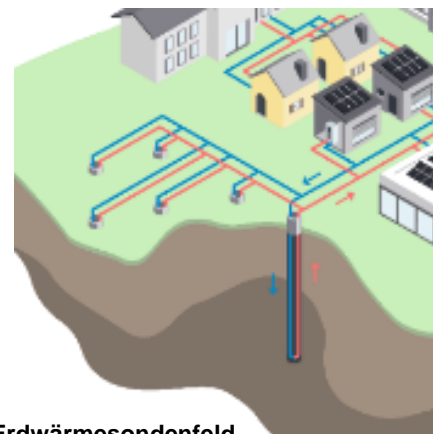
**Mehrlagiger
Erdwärmekollektor**



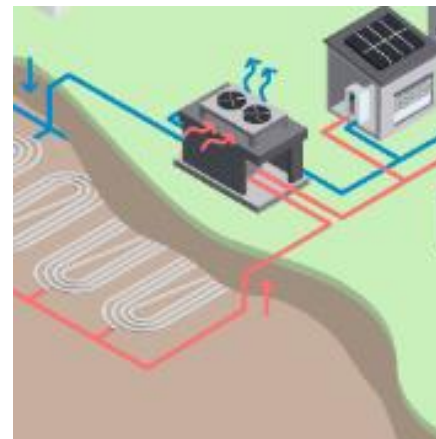
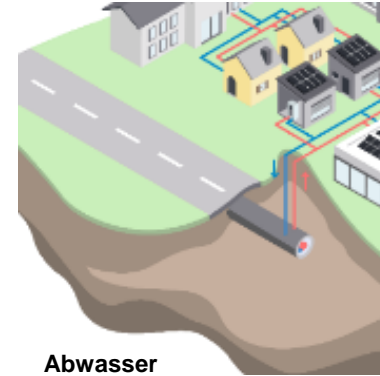
Erdeisspeicher



Agrothermiekollektor

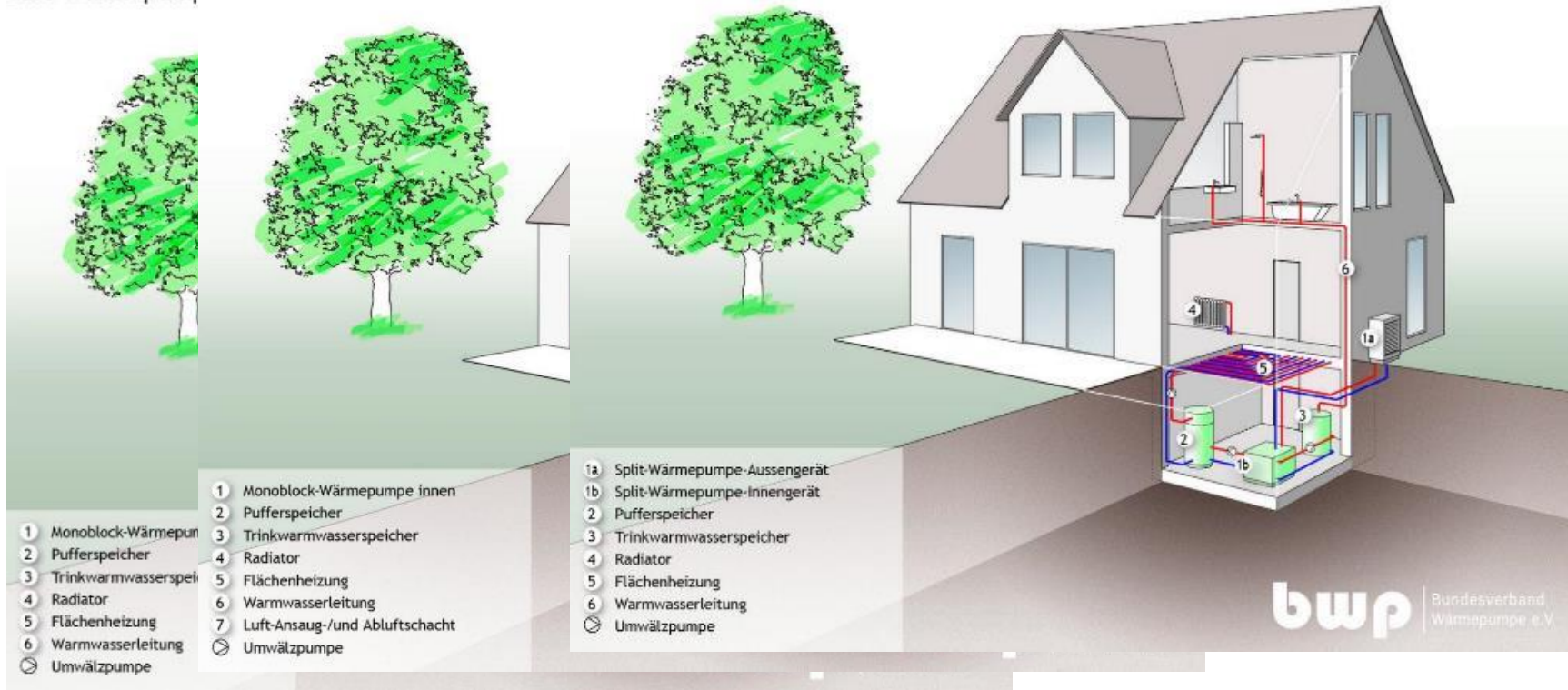


Erdwärmesondenfeld



Luft-Wärmepumpe Split-Aufstellung

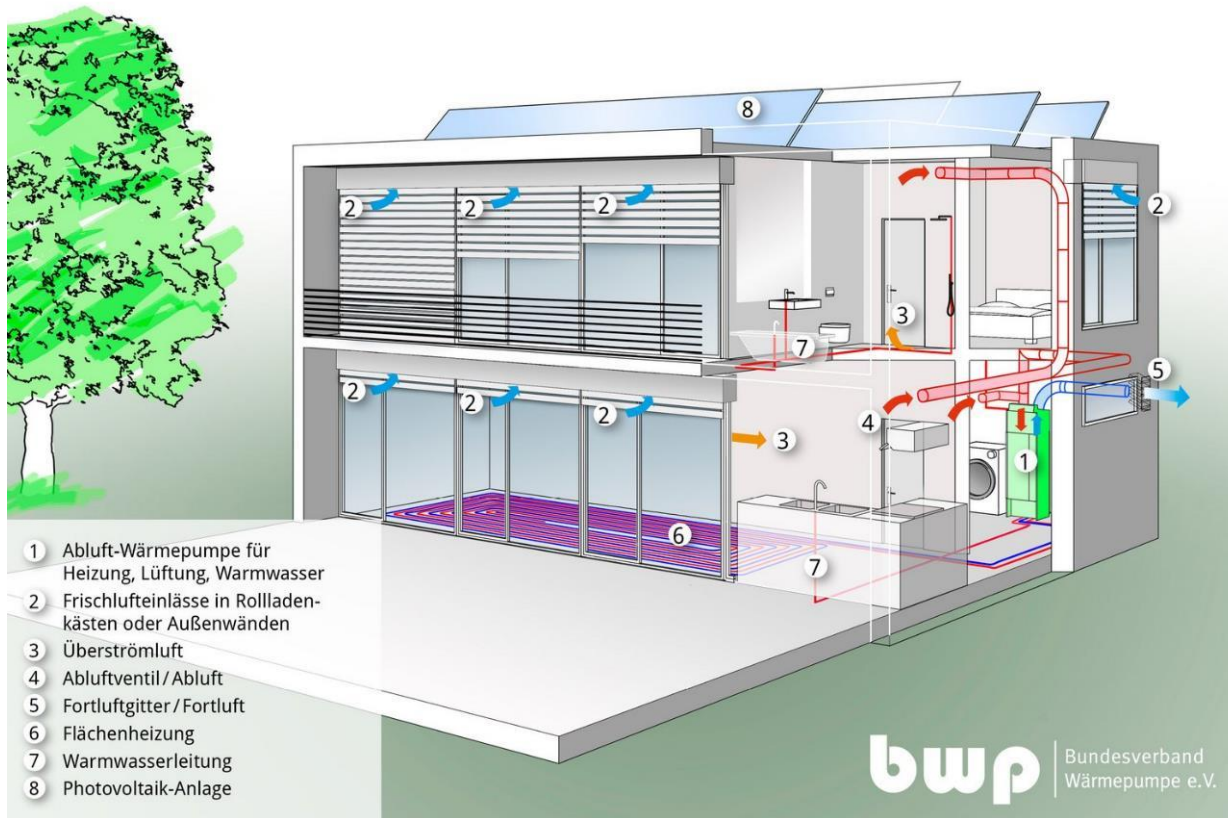
Luft-Wärmepumpe Monoblock in Luft-Wärmepumpe



- 1 Monoblock-Wärmepumpe innen
- 2 Pufferspeicher
- 3 Trinkwarmwasserspeicher
- 4 Radiator
- 5 Flächenheizung
- 6 Warmwasserleitung
- 7 Luft-Ansaug-/und Abluftschacht
- Umwälzpumpe

- 1a Split-Wärmepumpe-Aussengerät
- 1b Split-Wärmepumpe-Innengerät
- 2 Pufferspeicher
- 3 Trinkwarmwasserspeicher
- 4 Radiator
- 5 Flächenheizung
- 6 Warmwasserleitung
- Umwälzpumpe

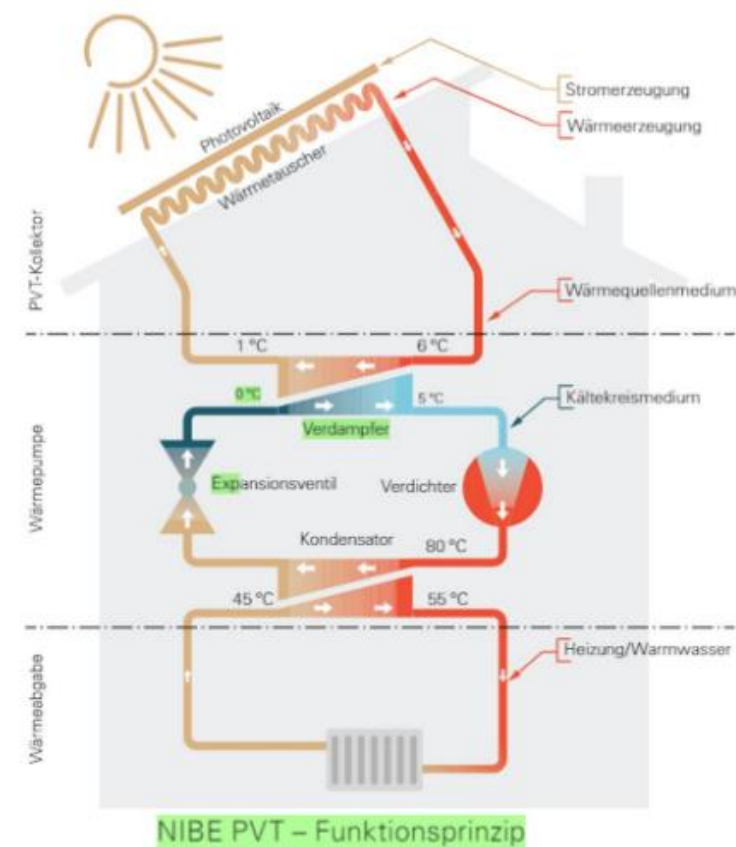
Abluft-Wärmepumpe



NIBE CLIMATE SOLUTIONS Photovoltaik + Solarthermie = PVT



<https://www.metternich-haustechnik.de/gewerbekunden/energiequelle/gewerbe-kraftdach>

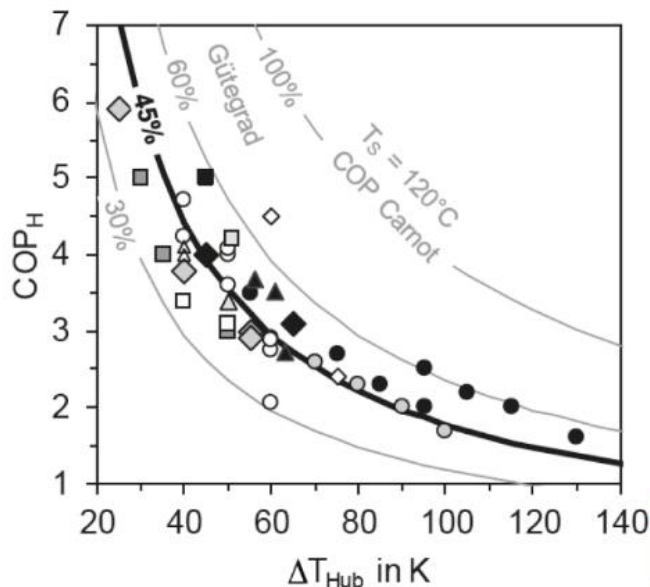


Abwärmequelle	ungefährw Temperatureniveau
Rauchgase	50 bis 400 °C
Kaltwassersätze	20 bis 45 °C
Druckluftkompressoren	30 bis 70 °C
Reinigungsabwässer	30 bis 60 °C
Kochprozesse	bis 100 °C
Antriebe	bis 100 °C
BHKWs	ca. 80 °C
Spritzguss	20 bis 80 °C

Quelle: Dr. Cordin Arpagaus, NTB Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs, Institut für Energiesysteme (IES)

Marktübersicht – Effizienz (COP_H) und Gütegrad

COPs verschiedener industrieller HTWP Produkte in Funktion vom Temperaturhub



- Kobelco SGH 120/165
- Kobelco HEM-HR90
- Viking HeatBooster S4 R1336mzz(Z)
- ◆ Ochsner IWWDS R2R3b
- ◇ Ochsner IWWDS ER3b
- ◇ Ochsner IWWDS ER3c4
- ◇ Hybrid Heat Pump
- ▲ Friotherm Unitop 22/22
- △ Combitherm
- GEA Grasso FX P
- Star Refrigeration Neatpump
- SABROE HeatPAC HPX
- Viessmann Vitocal 350-HT Pro
- △ Mitsubishi ETW-L

Fit-Kurve (45% Gütegrad):
 $COP_H = 68.455 \cdot \Delta T_{Hub}^{-0.76}$, $R^2=0.78$

COP_H : Leistungszahl im Heizungsfall

ΔT_{Hub} : Temperaturhub von Quelle zu Senke in K

Quelle: Literaturdaten
 zusammengefasst in
 Arpagaus et al. (2018)

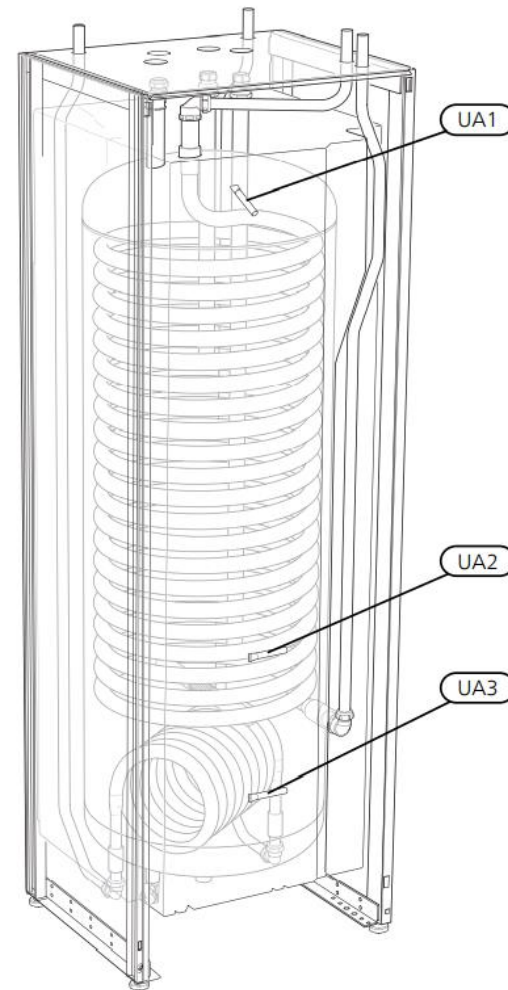
Trinkwasserhygiene

Alexander Schaaf
domatec GmbH | Niederlassung Südost
Prof.-Eichmann-Straße 8 | 80999 München
T +49 89 8189 71 67 | F +49 89 8189 71 59
alexander.schaaf@domatec.info
<http://www.domatec.info>



Warmwasserspeicher mit System-
trennung durch Wärmetauscher

Warmwasser wird im Durchfluss
erwärmt, wenn es benötigt wird!



Dezentrale Frischwasserstationen und Warmwasser-Wärmepumpe

Frishwasserstation Mit Nacherhitzung



Quelle: SHK Profi

Kleinwärmepumpe für Heizungsrücklauf



Quelle: Alpha Innotec



<https://www.tikigroup.eu/products/dhw-80/>

Warmwasser-Wärmepumpe



Kombination Photovoltaik

Wärmepumpen besitzen Schnittstelle zur PV

Das SG Ready-Label wird an Wärmepumpen-Baureihen verliehen, deren Regelungstechnik die Einbindung der einzelnen Wärmepumpe in ein intelligentes Stromnetz ermöglicht.

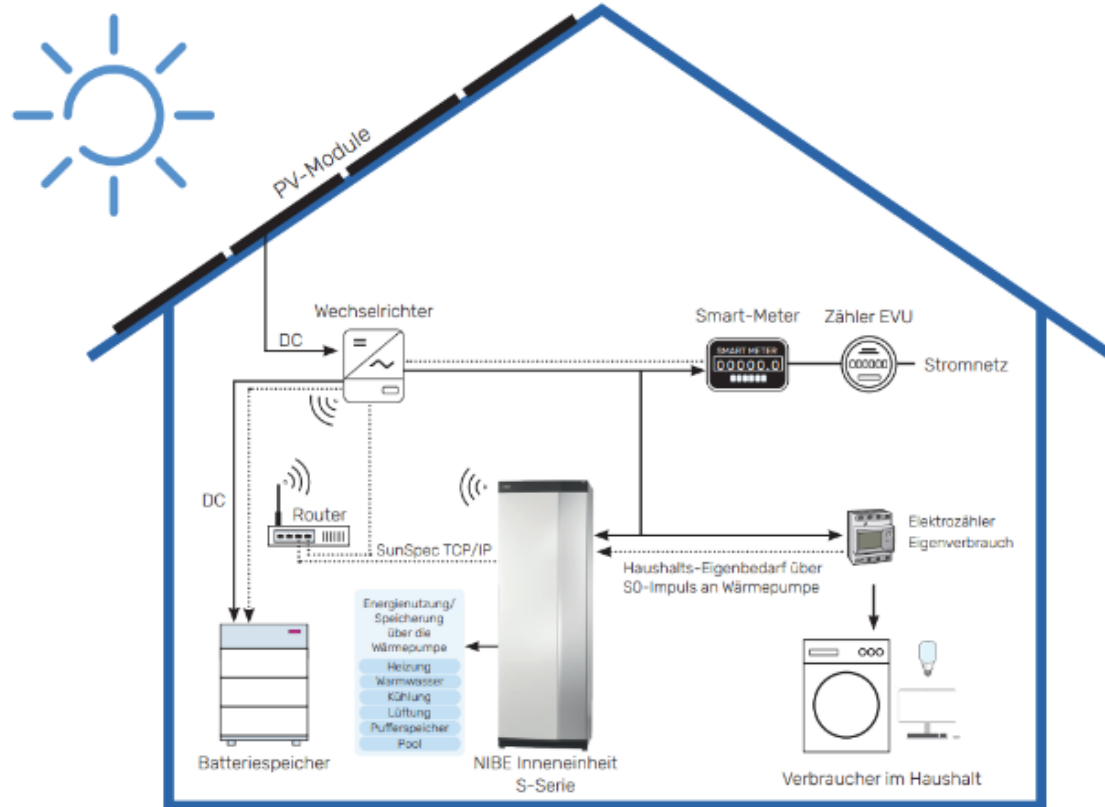
Es kann von Wärmepumpen-Herstellern und Vertriebsunternehmen beantragt werden. Zur Vergabe des Labels müssen die Voraussetzungen gemäß Kapitel 2 der Regularien (s. u.) erfüllt werden.

Das Label wird nur in Deutschland vergeben und besitzt darüber hinaus keine Gültigkeit.



validity check of this label at www.waermepumpe.de/sg-ready

Steuerung Wärmepumpe, Photovoltaik, Stromspeicher



Anwendung

Wärmepumpe 1,5 bis 5 kW bis 65° C



Wärmepumpe 20.000 kW bis 95° C
Großwärmepumpen für Industrie bis 130° C



Lüftung mit WG

Wärmepumpe

Warmwasserspeicher

Wärmeerzeuger für vielfältige Einsatzgebiete

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.)



Wärmepumpe 1.000 kW

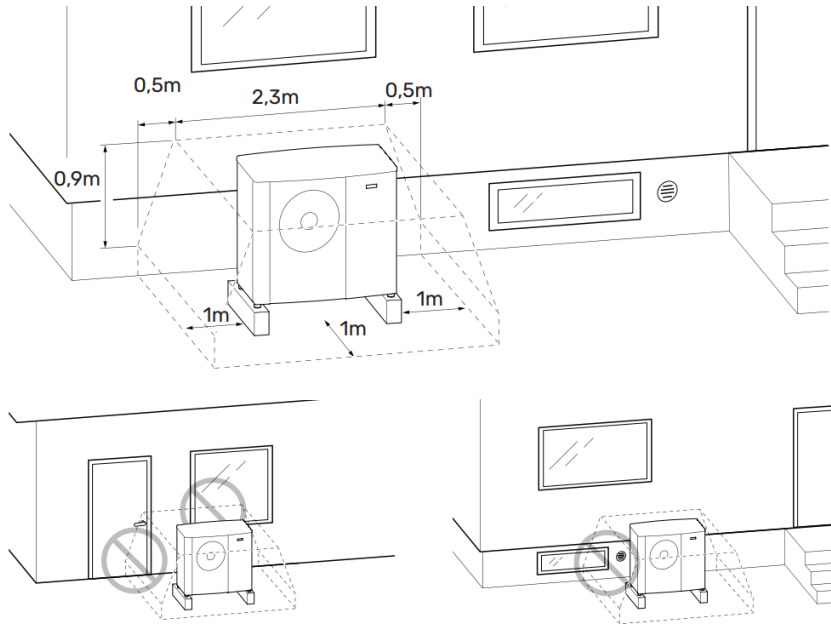
Temperatur bis 65° C



NIBE CLIMATE SOLUTIONS Luft-Wasser-WP mit R290 für bestehende Gebäude

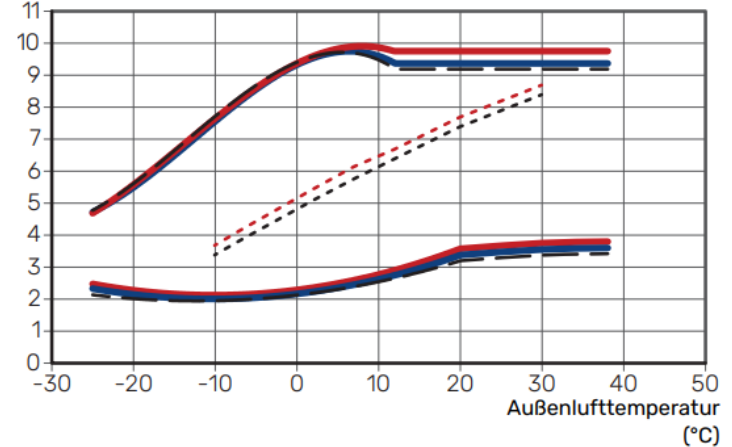
SICHERHEITSSABSTAND

Halten Sie beim Aufstellen von S2125 den nötigen Sicherheitsabstand zu Fenstern, Türen und Ventilen. Die entsprechenden Maße finden Sie auf der Abbildung unten.





S2125-12

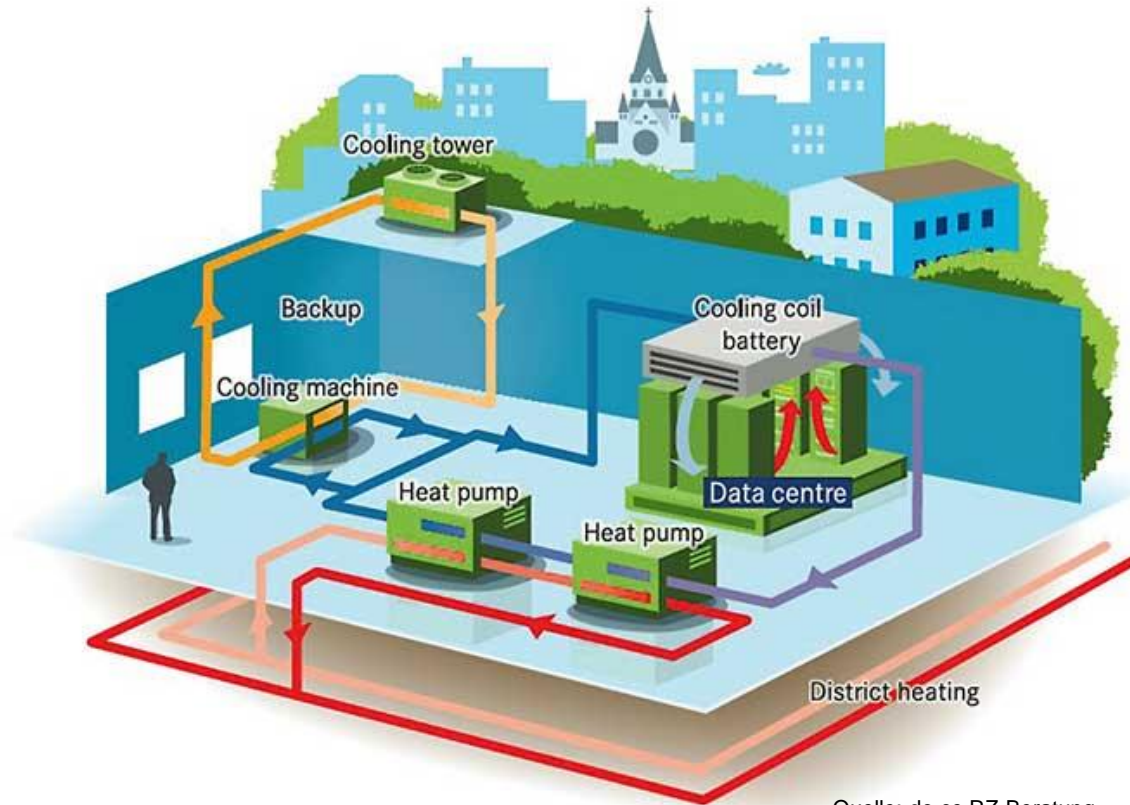
Heizleistung
(kW)



- Vorlauftemperatur 35°C
- Vorlauftemperatur 45°C
- - - Vorlauftemperatur 55°C
- · · SR-Modus, Vorlauftemperatur 35°C
- · · SR-Modus, Vorlauftemperatur 55°C

Model(s):		NIBE S2125-12 + VVM S320			
Type of heat source/sink:		Air/water			
Low-temperature heat pump:		No			
Equipped with supplementary heater:		Yes			
Heat pump combination heater:		Yes			
Climate condition:		Average			
Temperature application:		Medium temperature (55 °C)			
Applied standards: EN14825 - EN16147 - EN12102-1					
Rated heat output	Prated	7,6	kW	Seasonal space heating energy efficiency	η_s 150 %
<i>Declared capacity for part load at outdoor temperature Tj</i>			<i>Declared coefficient of performance for part load at outdoor temperature Tj</i>		
Tj = -7 °C	Pdh	6,7	kW	Tj = -7 °C	COPd 2,17
Tj = +2 °C	Pdh	4,2	kW	Tj = +2 °C	COPd 3,83
Tj = +7 °C	Pdh	2,7	kW	Tj = +7 °C	COPd 5,12
Tj = +12 °C	Pdh	2,4	kW	Tj = +12 °C	COPd 5,87
Tj = biv	Pdh	7,6	kW	Tj = biv	COPd 2,11
Tj = TOL	Pdh	7,6	kW	Tj = TOL	COPd 2,11
Tj = -15 °C (if TOL < -20 °C)	Pdh		kW	Tj = -15 °C (if TOL < -20 °C)	COPd
Bivalent temperature			T _{biv} -10 °C	Operation limit temperature	
Cycling interval capacity for heating			P _{cych}	Cycling interval efficiency	
Degradation co-efficient			C _{dh} 0,97	Heating water operating limit	
Power consumption in modes other than active mode			Supplementary heater		
Off mode			P _{off} 0,008 kW	Rated heat output	
Thermostat-off mode			P _{to} 0,013 kW	P _{sup} 0,0 kW	
Standby mode			P _{sb} 0,011 kW	Type of energy input	
Crankcase heater mode			P _{ck} 0,0045 kW	Electric	
<i>Other items</i>					
Capacity control			Variable	Rated air flow rate, outdoors	
Sound power level, indoors/outdoors			L _{WA} 0/49 dB	Rated water flow rate, indoor heat exchanger	
Annual energy consumption			Q _{UE} 4102 kWh	Rated brine or water flow rate, outdoor heat exchanger	
2900,00 m ³ /h					
<i>For heat pump combination heater:</i>					
Declared load profile			XL	Water heating energy efficiency	
Daily electricity consumption			Q _{dec} 7,07 kWh	η_{wh} 114 %	
Annual electricity consumption			AEC 1471 kWh	Daily fuel consumption	
				Q _{fuel} kWh	
				Annual fuel consumption	
				AFC GJ	
Approved by:					
Contact details					
© NIBE Energy Systems - Box 14 - Hannabadvägen 5 - 28521 Markaryd - Sweden					

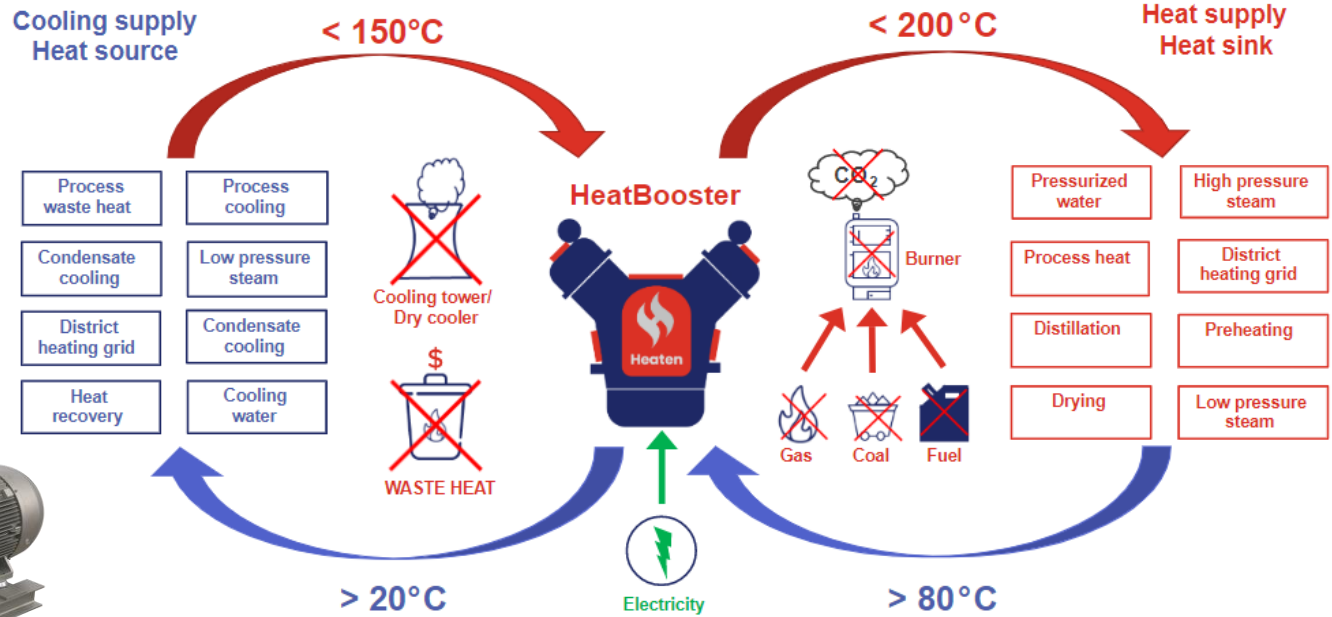
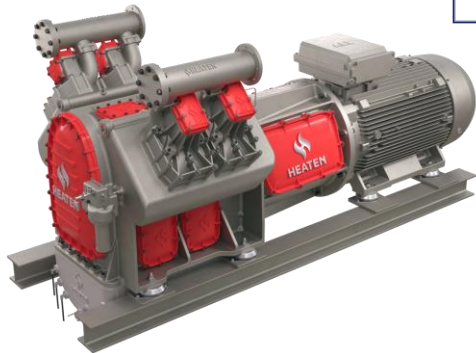
NIBE S2125-12 + VVM S320					
Air/water					
No					
Yes					
Yes					
Average					
Medium temperature (55 °C)					
6	kW	Seasonal space heating energy efficiency	η_s	150	%
<i>Declared coefficient of performance for part load at outdoor temperature Tj</i>					
7	kW	Tj = -7 °C	COPd	2,17	
2	kW	Tj = +2 °C	COPd	3,83	
7	kW	Tj = +7 °C	COPd	5,12	
4	kW	Tj = +12 °C	COPd	5,87	
6	kW	Tj = biv	COPd	2,11	
6	kW	Tj = TOL	COPd	2,11	
	kW	Tj = -15 °C (if TOL < -20 °C)	COPd		
0	°C	Operation limit temperature		TOL	-10 °C
	kW	Cycling interval efficiency		COP _{cyc}	-
97	-	Heating water operating limit		WTOL	65 °C



Quelle: dc-ce RZ-Beratung

NIBE CLIMATE SOLUTIONS HEATEN: HeatBooster

How does it work?



Kontakt:

Sven Kersten

Mobile-Phone: +49 160 97 28 10 56

E-Mail: sven.kersten@nibe.se

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

