

Online-Stammtisch MVeffizient

Wärmepumpen in der Industrie

17.12.2024

Felix Uthoff

Referent für Technik und Normung
Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Dipl. -Ing. (FH) André Schreier

Geschäftsführer
SmartHeat Deutschland GmbH

Über den Bundesverband Wärmepumpe e.V.

1100 Mitglieder: Hersteller, Energieversorger, Zulieferbetriebe, Bohrunternehmen sowie Handwerker, Planer und Energieberater

etabliertes Netzwerk: Wir arbeiten mit vielen Multiplikatoren, wissenschaftlichen Institutionen und Partnerverbänden zusammen

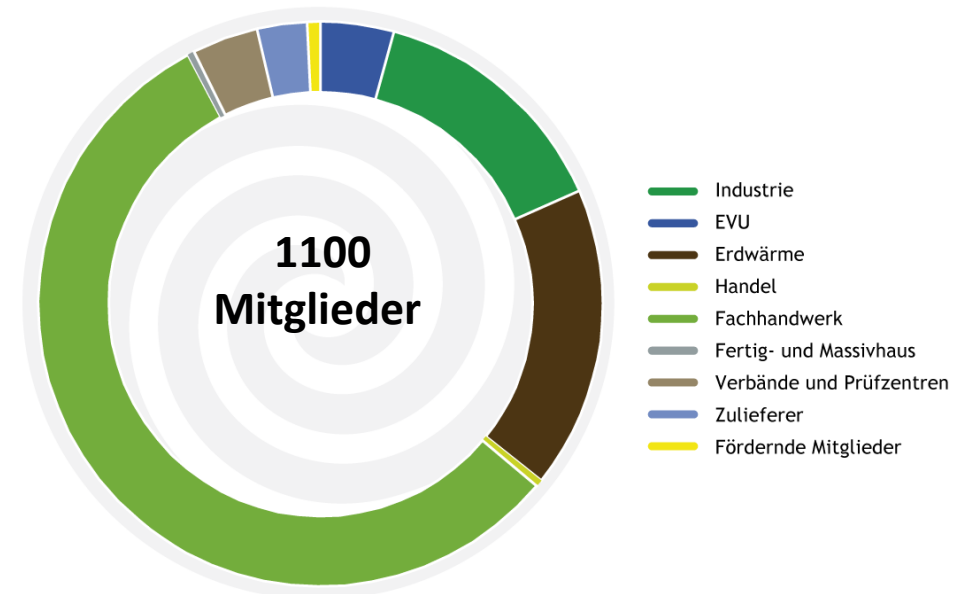
umfassend informiert: Mit unserer Presse- und Kampagnenarbeit informieren wir Verbraucher, Berater und Handwerker

immer aktuell: Wir recherchieren und erheben aktuelle Marktdaten, Zahlen, Fakten und wissenschaftliche Untersuchungen

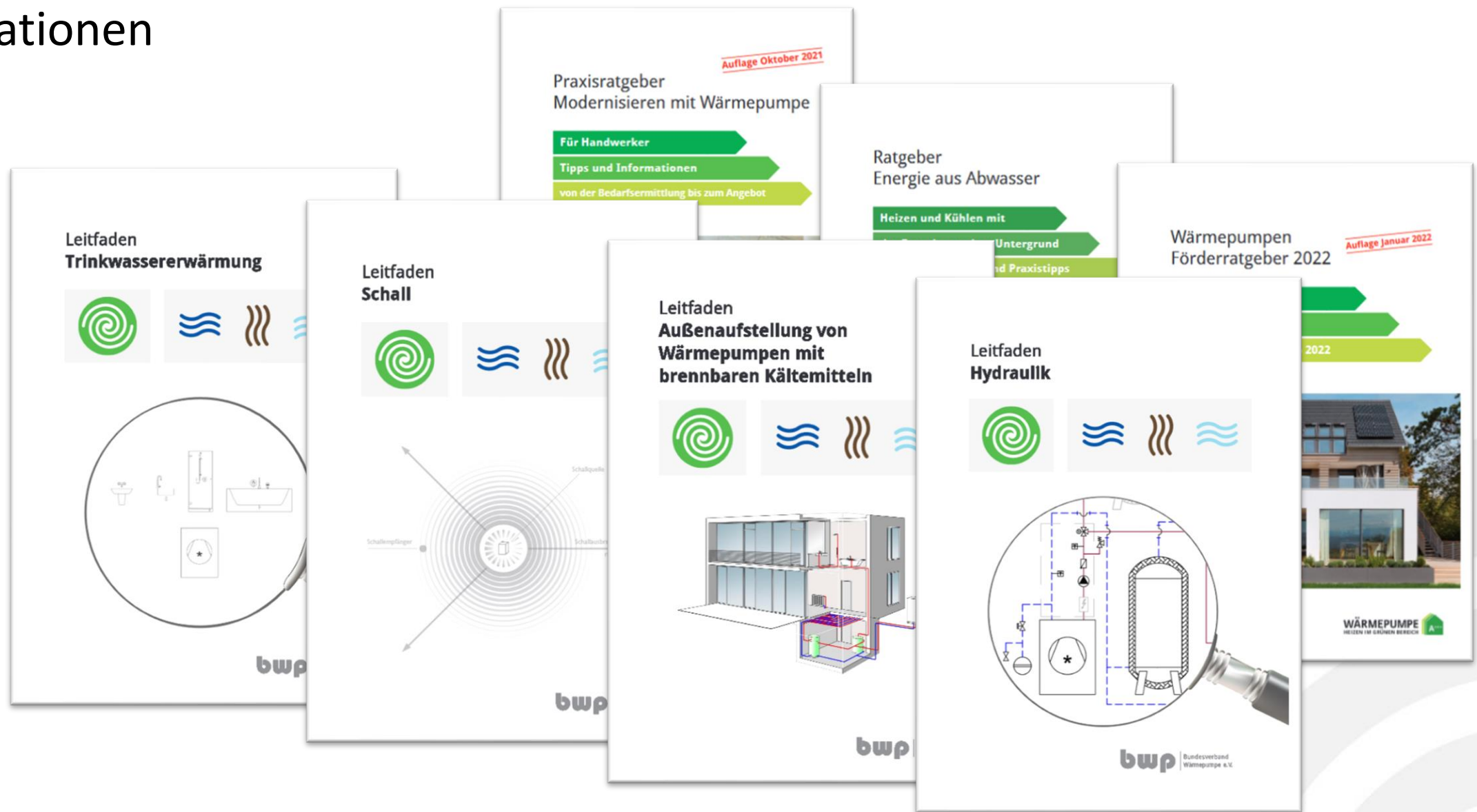
anschaulich und hilfreich: Wir erstellen hochwertige Fach- und Publikumsbroschüren, Rechentools, Infografiken und Videos

weitere Aktivitäten: Veranstaltungen, Messeauftritte, Normenarbeit

Verteilung der BWP-Mitglieder über die Wertschöpfungskette



Publikationen



<https://www.waermepumpe.de/verband/publikationen/fachpublikationen/>

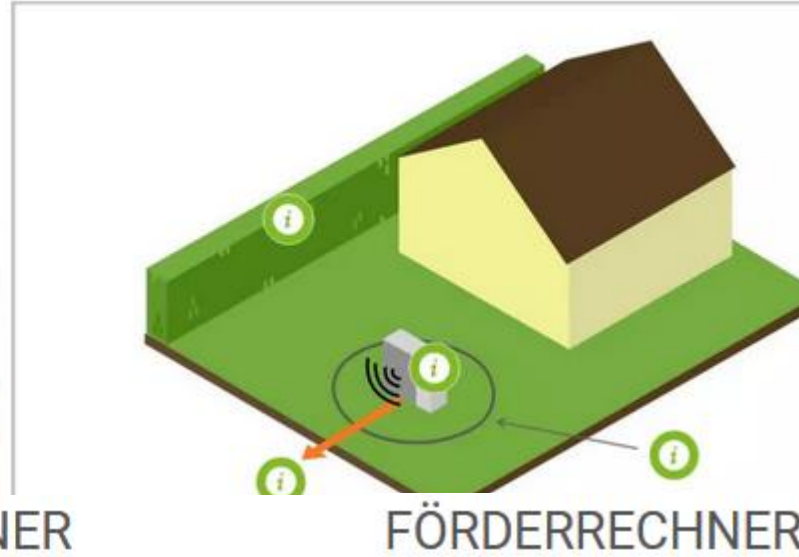
Planungstools

JAZ-RECHNER



HEIZKÖRPERRECHNER

SCHALL-RECHNER



FÖRDERRECHNER

KLIMAKARTE




Welche Projekte wurden bereits umgesetzt?

Referenzdatenbank

- Die größte WP-Datenbank
- Auffindbarkeit der GWP-Projekte wurde verbessert
- Direkter Kontakt zwischen Kunden, Planern und Herstellern
- Aufrufe 2024 550.000-600.000 Aufrufe
- Mehr als 400 Projekte wurden eingepflegt
 - 100 Projekte > 100kW
 - 76 Projekte > 200kW



Referenzobjekte




Karte Satellit

- Projekttyp wählen - - Verwendung wählen - - Wärmepumpenart wählen - - Baualter wählen -

ab 200 kW


Traumpalast (Kino) Leonberg



Weltweit größtes IMAX-Kino wird energieeffizient und umweltfreundlich klimatisiert. Wärmepumpen-Kaskaden sorgen für optimalen Energieeinsatz.

Baujahr:	2022
beheizte Fläche:	> 10.000 m ²
Wärmepumpenart:	Luft-Luft-Wärmepumpe
Heizleistung:	1.500 kW

EnBW City



Im Industriegebiet von Stuttgart-Fasanenhof entstand zwischen 2006 und 2008 ein neuer, zentraler Verwaltungskomplex der EnBW Energie Baden-Württemberg AG. Mit einem 16-stöckigen Hochhaus, drei sechsgeschossigen Büroriegeln und einem Forum mit 5 Geschossen entstand auf dem rund 35.000m² großen Areal eine kleine Stadt. Rund 2.000 Mitarbeiter sind dort beschäftigt. An dem neuen Standort wurde ein Großteil der früheren Stuttgarter EnBW-Liegenschaften zentral zusammengefasst.

Baujahr:	2006
beheizte Fläche:	87.283 m ²
Wärmepumpenart:	Sole-Wasser-Wärmepumpe
Heizleistung:	1.400 / 950 kW

Details anzeigen

[Nach oben](#)

Der Weg zur passenden Großwärmepumpe



Lösungsnavigator

Eine Lösung im Lösungsnavigator deckt eine Produktserie ab (in Abgrenzung zu spezifischen Modellen), die vom Hersteller sehr freizügig definiert werden kann. Die Datenfelder zielen darauf ab, eine Orientierung durch das Marktangebot zu bieten, wobei Produkte zusammengefasst werden können, sofern dies am Anfang der Planung statthaft ist. Der Lösungsnavigator beansprucht für sich nicht, alle marktverfügbaren Lösungen abzubilden.

Einzig (primär) wassergeführte Wärmepumpenlösungen mit einer Mindestnennwärmeleistung von 30 kW sollen durch den Lösungsnavigator abgedeckt werden.

Nicht angegebene Werte (leere Felder oder die Option "Bitte wählen") werden bei der Suche nicht berücksichtigt. Sie sind daher optional.



Suchkriterien

Suchbegriff

Wärmepumpe

NOVELAN (ait-deutschland GmbH): NOVELAN LAP 45AR3
Zweistufige, reversible Luft/Wasser Wärmepumpe zur Außenaufstellung, Integrierte Heißgasnutzung zur Warmwasserbereitung, Unterfahrbares bzw. kranbares Gehäuse zum einfachen Transport.
Wärmequelle: Luft
Kältemittel: R410A

Remko GmbH & Co. KG: Modulare Energiezentrale
Ausführung SQW 400 Luft/Wasser Wärmepumpe zum Heizen oder Kühlen als Monobloc Version für den hohen Leistungsbedarf. Bestehend aus einem Außengerät zur Bodenaufstellung im Außenbereich. Durch die Kaskadenmöglichkeit können hohe Heiz-/Kühlleistungen realisiert werden. Durch verschiedene Lieferausführungen wird der Montageaufwand vor Ort auf ein Minimum reduziert.
Wärmequelle: Luft
Kältemittel: R410A

Swegon Germany GmbH: GAYSER Sky R0 - reversible Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Propan
hocheffiziente, kompakte und invertergesteuerte reversible Luft/Wasser-Wärmepumpe zum Heizen oder Kühlen; kaskadierbar; Leistung: 20 - 30kW; Wasserausgangstemperatur bis 78°C; bei -20°C werden noch +60°C erreicht; patentierte Lüftersteuerung im bedarfsgerechten Abtaubetrieb; EC-Ventilatoren; integrierte FU-Pumpen; Brauchwasserumschaltung; leise Ausführung; Anfragen: www.swegon.de/kontakt/
Wärmequelle: Luft
Kältemittel: R290

• Lösungsnavigator:

- Für wassergeführte WP-Anwendungen über 30 kW.
- Fokussierung auf Planer und Projektentwickler
- aktuell 107 Lösungen von 37 Herstellern

• Ziel der Berechnung:

- Eingrenzung der möglichen am Markt befindlichen Anbieter für die konkrete Kontaktaufnahme

• Grundlage der Ergebnisse:

- Projektspezifische Eingaben
 - Aufstellungsorte
 - Kühlbetrieb
 - Netzdienlicher Betrieb
 - Anwendungsgebiete
- Sonstige Projekteinschränkungen



<https://www.waermepumpe.de/normen-technik/loesungsnavigator/>

Die Welt der Wärmepumpen....

Wärmepumpe 20.000 kW = 20 MW



Quelle: FrioTherm, Unitop® 50 Wärmepumpe, Helsinki Energia, Helsinki, FI,

Wärmepumpe 6 kW



Quelle: dimplex.de

Sehr große Wärmepumpen....

Wärmepumpe mit 60.000 kW Leistung

Dänemark, Esbjerg

- Standort der Wärmepumpe am Hafen, 4.000 Liter Meerwasser pro Sekunde
- Strom stammt von einem nahen Windpark
- Vorlauftemperaturen ins Netz 70-90°C
- Rücklauftemperaturen 33° – 39°C
- COP 3.3 (winter) – 3.5 - 4 (summer)
- Wärmepumpen: 2x 30MW_{th}
ca. 9 MW_{el}/WP

Augsburger Allgemeine

HEIZEN

03.10.2023

MAN Energy Solutions liefert eine Wärmepumpe für 100.000 Menschen



Die Großwärmepumpe von MAN Energy Solutions in Esbjerg in Dänemark versorgt 100.000 Menschen mit Wärme.

Foto: Sebastian Vollmert, MAN Energy Solutions

Rechtlicher Rahmen



Ziele des Klimaschutzgesetzes

Entwicklung und Zielerreichung* der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland in der Abgrenzung der Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes**

Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)

KSG

Ausfertigungsdatum: 12.12.2019

Vollzitat:

"Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist"

Stand: Geändert durch Art. 1 G v. 18.8.2021 | 3905

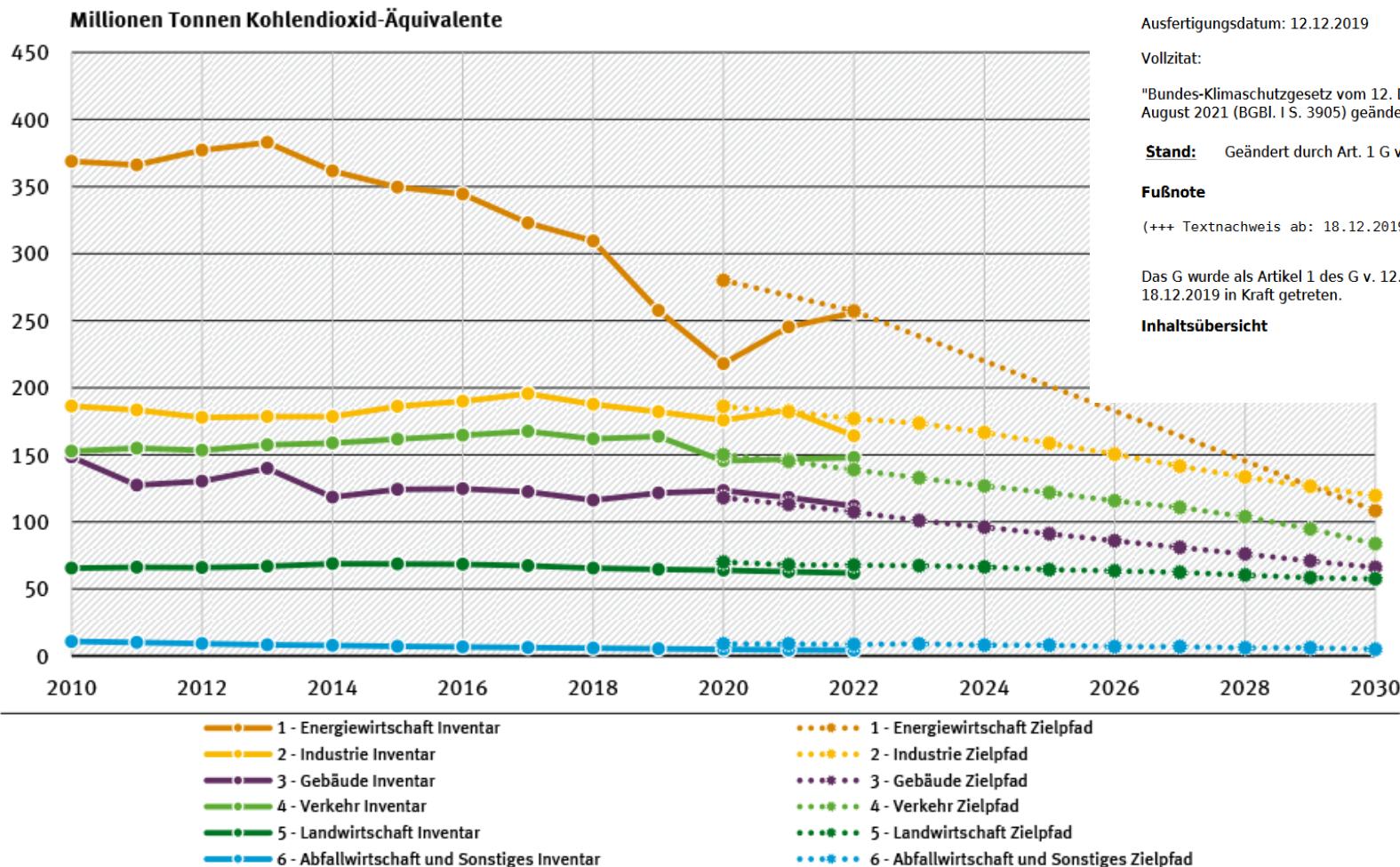
Fußnote

(+++ Textnachweis ab: 18.12.2019 +++)

Das G wurde als Artikel 1 des G v. 12.12.2019 | 2513 vom Bundestag beschlossen. Es ist gem. Art. 4 dieses G am 18.12.2019 in Kraft getreten.

Inhaltsübersicht

Abschnitt 1
Allgemeine Vorschriften



„Die Treibhausgasemissionen werden im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise wie folgt gemindert:
1. bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent,
2. bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 Prozent“

* Die Emissionshöchstmengen weichen von den Angaben im Bundes-Klimaschutzgesetz ab. Gemäß § 4 Absatz 3 des Bundesklimaschutzgesetzes sollen Über- bzw. Unterschreitungen der jeweils zulässigen Jahresemissionsmenge eines Sektors (Differenzmenge der berechneten Emissionen zu den zulässigen Jahresemissionsmengen im betreffenden Jahr) gleichmäßig auf die Jahresemissionsmengen des Sektors bis zum nächsten Zieljahr (2030) angerechnet werden. Die Über- bzw. Unterschreitungen der UBA-Prognose für das Jahr 2021 wurden hier bereits berücksichtigt.

** Die Aufteilung der Emissionen weicht von der UN-Berichterstattung ab, die Gesamtemissionen sind identisch.

Quelle: Umweltbundesamt: Presse-Information 11/2023 vom 15.03.2023 - UBA-Prognose: Treibhausgasemissionen sanken 2022 um 1,9 Prozent. Mehr Kohle und Kraftstoff verbraucht

Gebäudeenergiegesetz

Gesetzliche Verankerung des 65%-EE Gebots schafft Planungssicherheit für...

- Ausbau der Produktionskapazitäten
- Ausbau von Handwerks- und Schulungskapazitäten
- Netzplanung, Netzanschluss, und Digitalisierung
- Kommunale Wärmeplanung, Genehmigungsrecht bei Wärmequellen

Energiepolitik  tagesschau

Bundestag beschließt Heizungsgesetz

Stand: 08.09.2023 16:05 Uhr



Großprojekt der Ampel 

Bundestag beschließt Heizungsgesetz

Das Gebäudeenergiegesetz hat eine große Hürde genommen: Der Bundestag hat das umstrittene Vorhaben mit klarer Mehrheit verabschiedet.

08.09.2023, 17.10 Uhr

Kommunale Wärmeplanung (WPG)

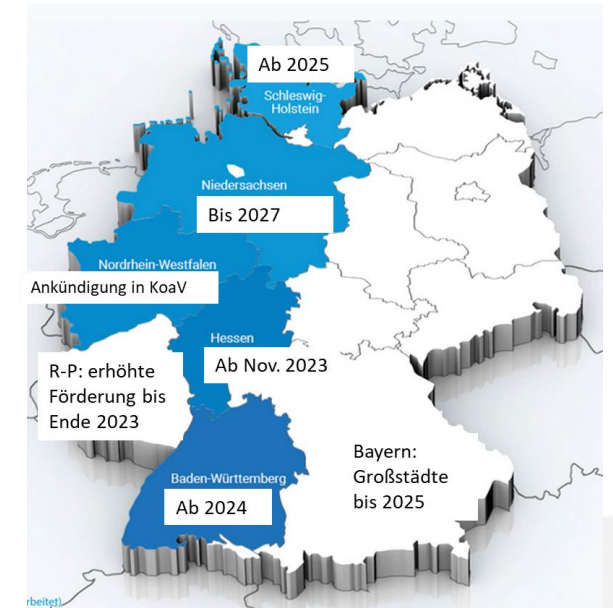
Zusammenspiel WPG und GEG

Ziel

- Vollständige Klimaneutralität in bis 2045
- **Rechtliche Grundlage für die verbindliche und systematische Dekarbonisierung der Wärmeversorgung**
- Wärmepläne ausschlaggebend für die Erfüllung des 65%-Gebots
- Erstellung bis: 06/2026 für Gemeinden > 100.000
06/2028 für Gemeinden < 100.000 Einwohner
Vereinfachtes Verfahren für Gemeinden < 10.000 Einwohner

Inhaltliche Anforderungen an Wärmepläne bieten Leitplanken für die strukturierte Erstellung der Wärmeplanung

- [Eignungsprüfung bzw. vorher „Vorprüfung“]
- Bestandsanalyse (Erhebung bestehender Daten)
- Potentialanalyse
- Zielszenario mit Gebietseinteilungen (ggf. Prüfgebiete)
- Umsetzungsstrategie

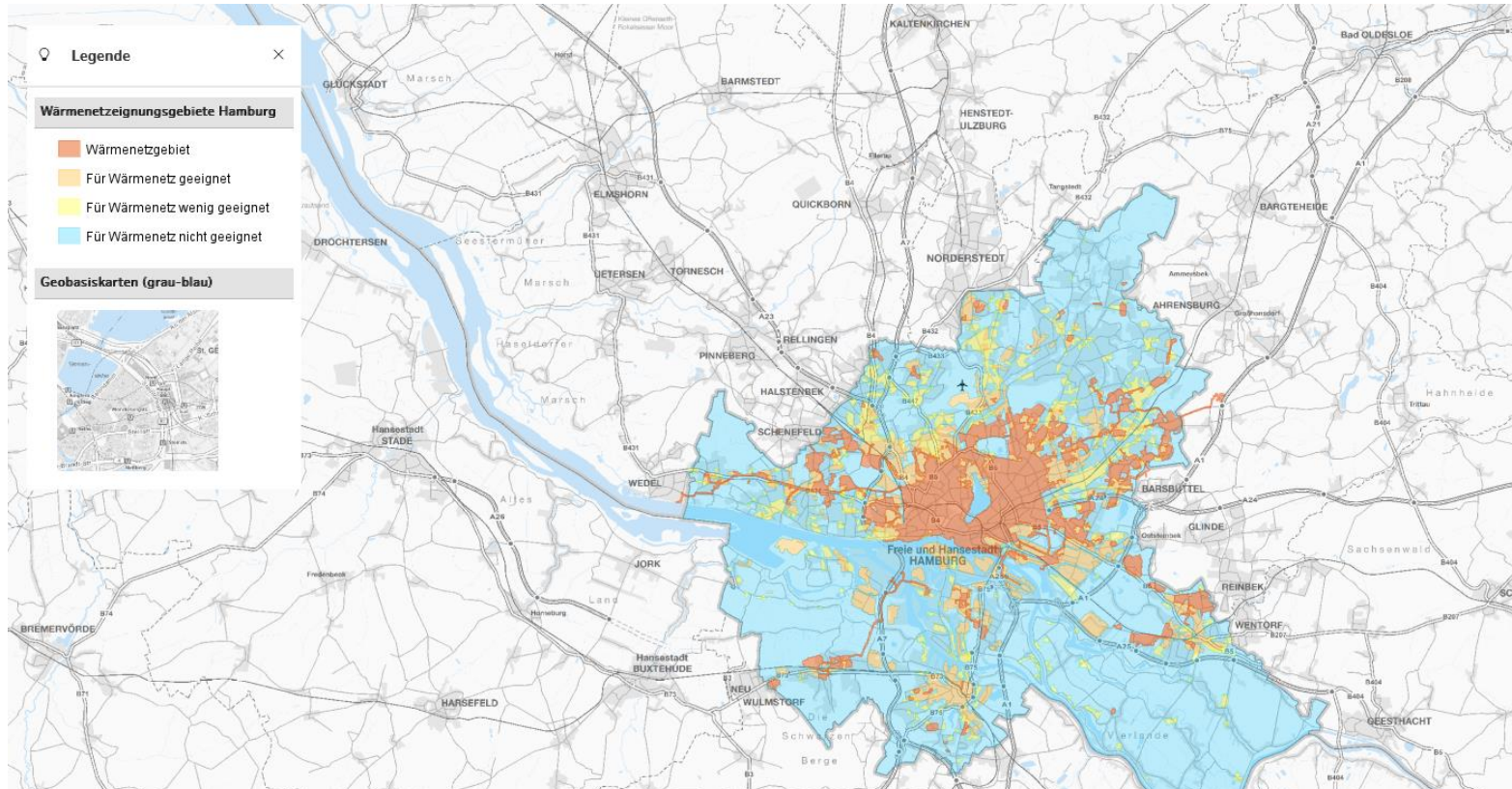


Bundesländer mit Vorgaben zur Erstellung von Wärmeplänen

Quelle:

<https://www.energynet.de/2023/03/10/kommunale-waermeplanung-pflicht/>

Wärmeplanungsgesetz (WPG) – Beispiel Hamburg



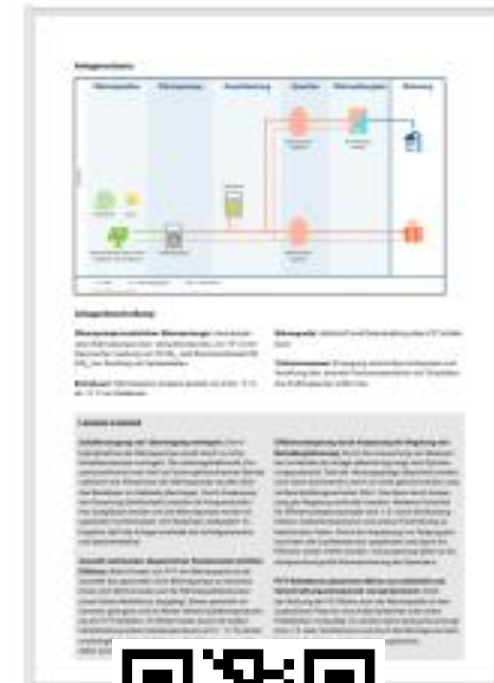
Welche Information können Gebäudeeigentümer:innen bereits der Karte entnehmen?

Aus der Wärmenetzzeignungskarte lassen sich bereits hilfreiche Informationen für Gebäudeeigentümer:innen ziehen. Beispielsweise kann man im Gebiet „für Wärmenetz nicht geeignet“ in der Regel davon ausgehen, dass hier kein kommerziell betriebenes Wärmenetz errichtet wird. Die Gebäudeeigentümer:innen sollten sich daher über eine zukünftige, gebäudenahere Wärmeversorgung ihres Gebäudes Gedanken machen.

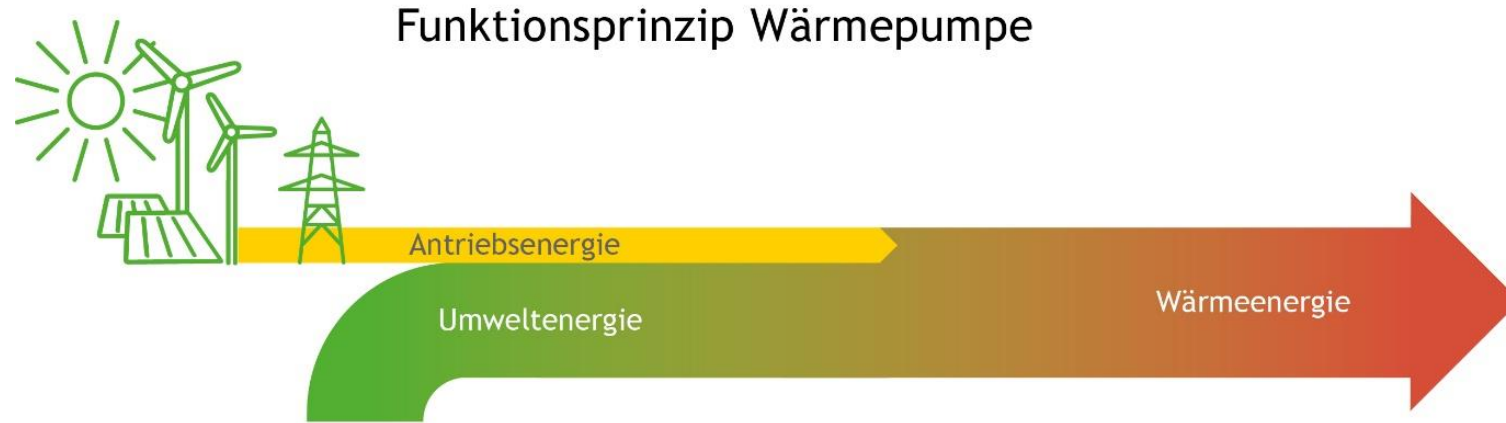
Erfahrungen aus der Praxis: Wärmepumpen in Bestandsgebäuden



Motivation, Gebäude- und Technikdaten, Umsetzung und Ergebnisse, Lessons Learned

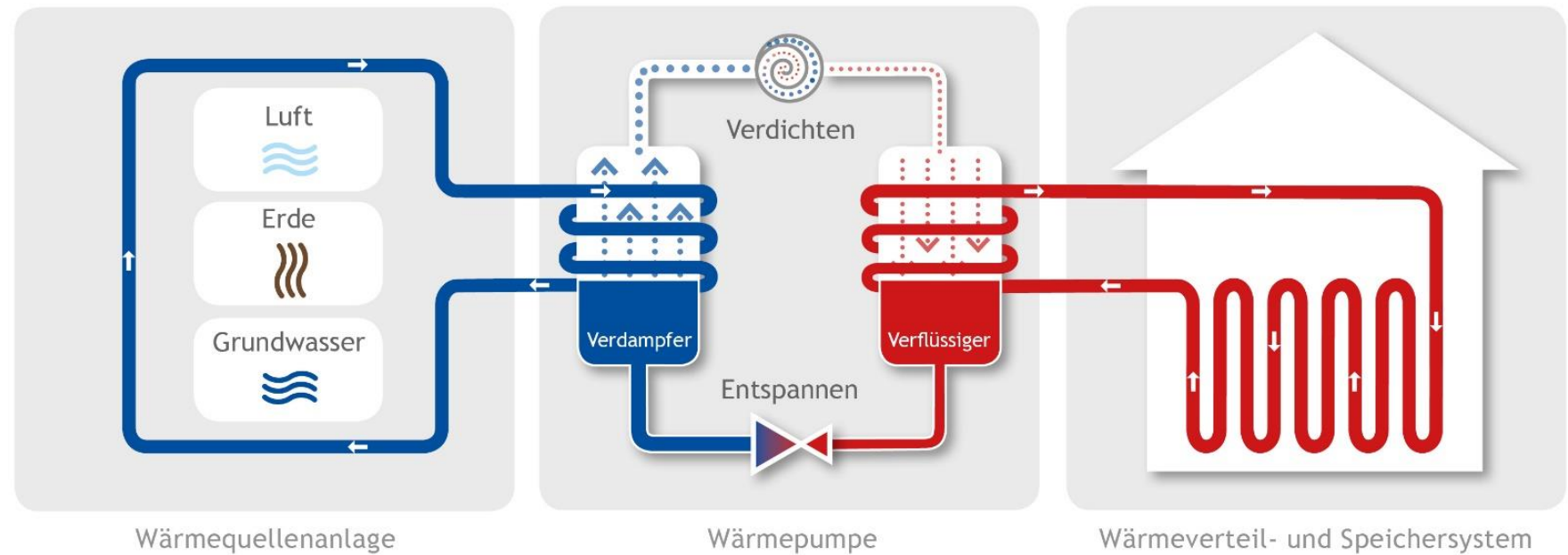


Funktionsprinzip Wärmepumpe



Außerdem:

- Industrielle Abwärme
- Abwasser, Kanäle
- Seen und Flüsse
- Spundwände
- Geothermie
-



Effizienzkennzahlen

$$\text{COP} = \frac{\dot{Q}_{\text{WP}}}{P_{\text{el}}} > 1 \quad \frac{4\text{kW}}{1\text{kW}} = 4,0$$

„Coefficient of performance“

= Momentbetrachtung

z. B. 4,0 bei A2/W35

$$\text{JAZ} = \frac{\text{kWh/a}_{\text{Wärme}}}{\text{kWh/a}_{\text{Strom}}} > 1$$

Jahresarbeitszahl

= längerer Zeitraum z. B. 1 Jahr

(rechnerisch oder gemessen!)

~3,5 bei einer Luft-WP

~4,5 bei einer Sole-WP

~4,5-8 bei Abwärme

$$\text{z. B. JAZ} = \frac{17.488 \text{ MWh/a}_{\text{Wärme}}}{5.011 \text{ MWh/a}_{\text{Strom}}} = 3,49$$

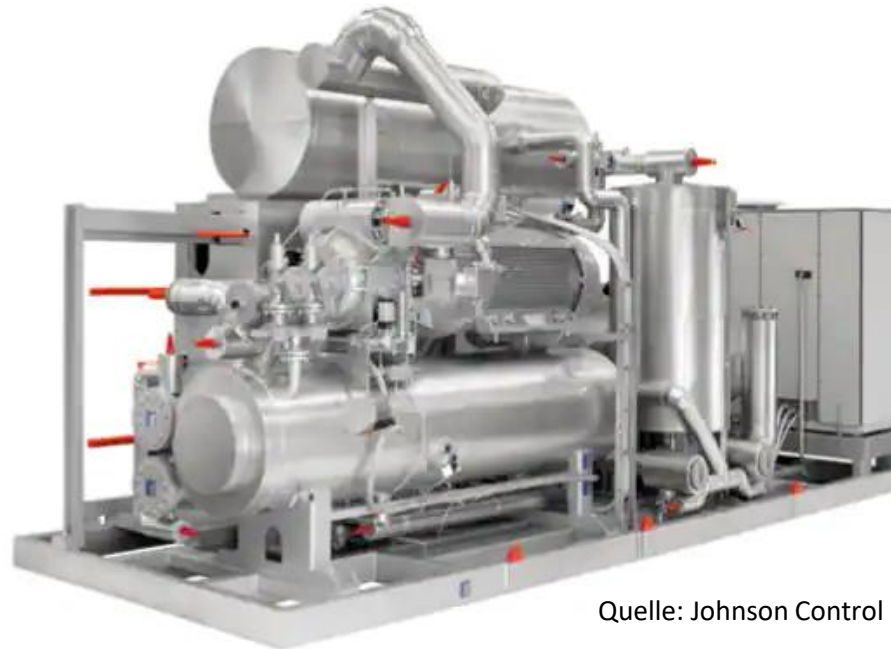
Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen



Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Was ist eine „Großwärmepumpe“?

- Höhere Leistung → *30/100/500 kW – 70 MW*
- Höhere Temperatur → *90°C – 160°C und mehr*
- Hocheffiziente Komponenten → *Verdichter, Verdampfer, sonstiges*
- Meist natürliche Kältemittel → *Kohlenwasserstoffe, CO₂, Wasser, Ammoniak, Luft*



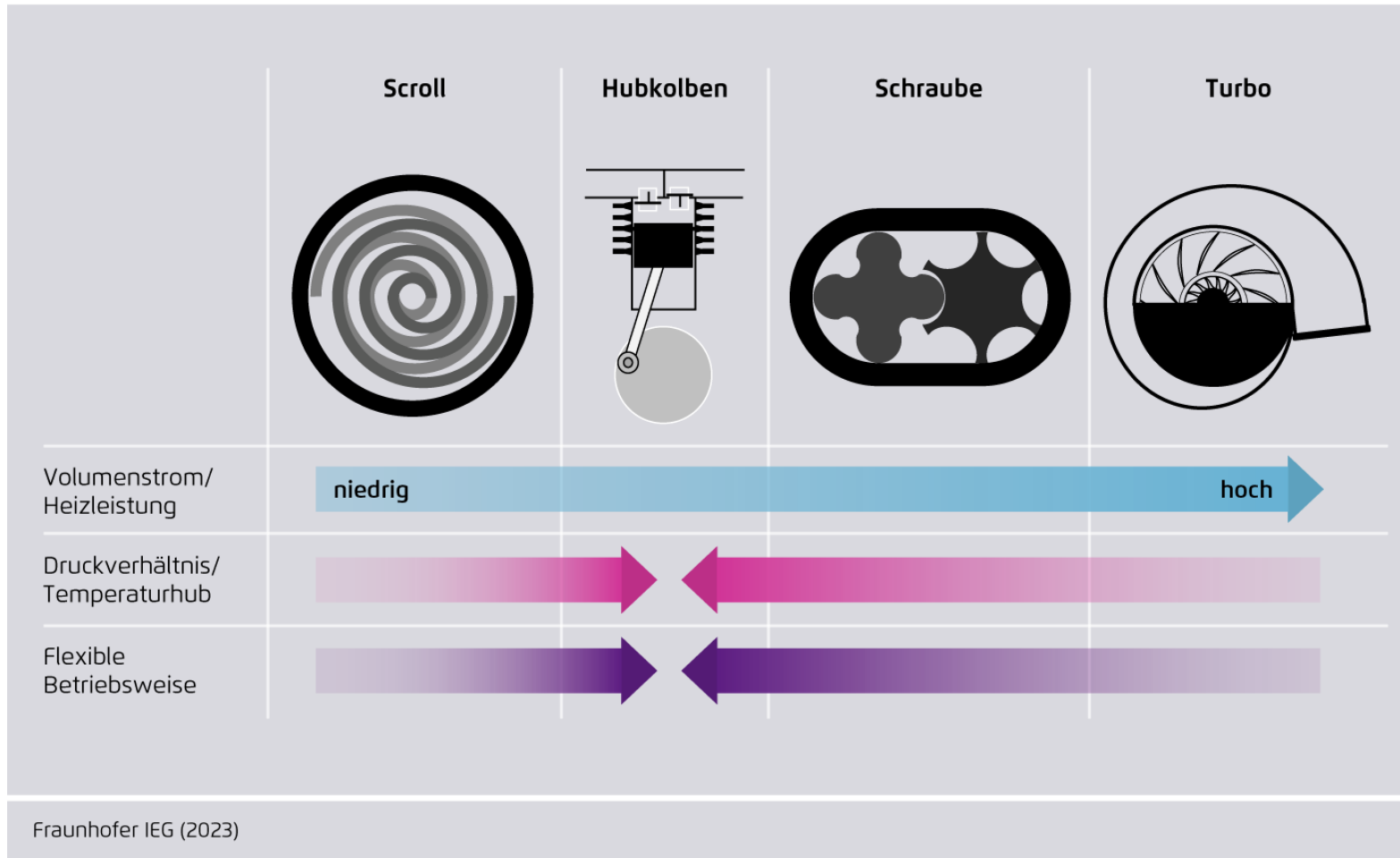
Quelle: Johnson Control

Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Eingesetzte Technik

Heizleistung, Temperaturhub und Flexibilität in Abhängigkeit von der Verdichtertechnologie

Abbildung 26



Fraunhofer IEG (2023)

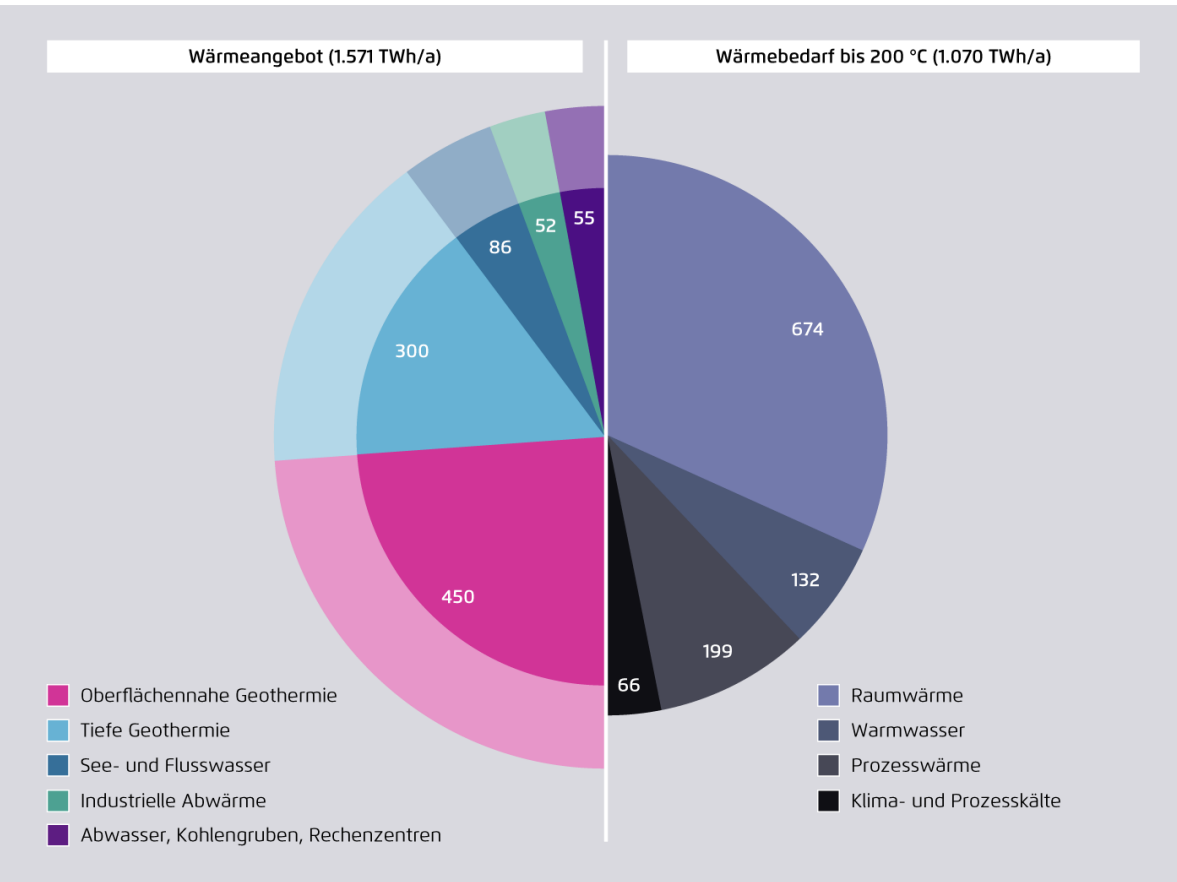
Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Wärmequellen und Wärmebedarfe bis 200°C

- Wärmequellen Angebot übersteigt den Bedarf um mehr als 50%
- Nicht berücksichtigt:
 - Betriebsinterne Effizienzsteigerung der Industrie
 - Wärmequelle Luft

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

Abbildung 23



Fraunhofer IEG basierend auf Born et al. (2022), Bracke et al. (2022), Kammer (2018), Gerhardt et al. (2019), Fritz und Pehnt (2018), Wolf (2017), Stobbe et al. (2015). * Das Wärmeangebot setzt sich aus den Potenzialen der verschiedenen Umwelt- und Abwärmequellen (**dunklere Farben**) zuzüglich der jeweiligen Antriebsenergie (**transparente Farben**) für die Wärmepumpen bei einem angenommenen mittleren COP von 2,5 zusammen. ** Wärmeanteile des Endenergiebedarfs Deutschlands im Jahr 2021. Herausgerechnet wurde der Prozesswärmebedarf von Privathaushalten sowie Prozesswärme > 200 °C

Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Industriezweige und Temperaturniveaus - Normung

- Auslegungshinweise zur Anwendung von Großwärmepumpen in der VDI 4646

- 8 - VDI 4646 Entwurf

Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2024

Tabelle 2. Beispielprozesse und Temperaturbereiche von Wärmesenken für potenzielle Anwendungen von Wärmepumpen in Anlehnung an [4; 6]

Sektor	Prozess	Temperatur in °C								Temperaturbereich
		20	40	60	80	100	120	140	160	
Lebensmittel & Getränke	Trocknung									40-250
	Verdampfung									40-170
	Pasteurisierung									60-100
	Sterilisierung									100-140
	Sieden									70-120
	Destillation									40-100
	Brühen									50-90
	Aufkonzentration									60-80
Papier	Temperierung									40-80
	Räuchern									20-80
	Trocknung									90-240
	Aufkochen									110-180
	Bleichen									40-150
	Entfärbung									50-70
Holz	Verklebung									120-180
	Pressen									120-170
	Trocknung									40-150
	Dampfbehandlung									70-100
	Kochen									80-90
	Färben									50-80
Textilien	Belzen									40-70
	Färbung									40-160
	Trocknung									60-130
	Waschen									40-110
Metalle	Bleichen									40-100
	Trocknung									60-200
	Beizen									20-100
	Entfettung									20-100
	Galvanisierung									30-90
	Phosphatierung									30-90
	Chromatierung									20-80
	Spülung									40-70
Kunststoffe	Spritzgießen									90-300
	Pellettrocknung									450-150
	Vorheizung									50-70
	Destillation									100-300
	Kompression									110-170
Chemie Pharma	Thermoforming									130-160
	Aufkonzentration									120-140
	Sieden									80-110
	Bioreaktionen									20-80
Automobil	Formpressen									70-130
	Lacktrocknung									40-120
Maschinenbau	Oberflächenbehandl.									20-120
	Reinigung									40-90
Landwirtschaft	Tieraufzucht									30-50
	Pflanzenzucht									20-70
GHD	Trocknung									20-90
	Geschirrspülen									20-80
	Textilreinigung									20-170
Querschnittstechnik	Fahrzeugreinigung									30-90
	Warmwasser									20-110
	Vorheizung									20-100
	Waschen/Reinigen									30-90
	Raumheizung									20-80
	Dampferzeugung									110-240

Normen-Download-Bereich: Download von Normen und Richtlinien - VDI 4646:2024-04

ICS 27.080		VDI-RICHTLINIEN		Januar 2024	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Anwendung von Großwärmepumpen		VDI 4646	
				Entwurf	
Application of high-power heat pumps		Einsprüche bis 2024-04-30		<ul style="list-style-type: none"> • vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal http://www.vdi.de/4646 • in Papierform an VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt Fachbereich Energie- und Umwelttechnik Postfach 10 11 39 40002 Düsseldorf 	
Inhalt	Seite	Inhalt	Seite		
Vorbemerkung	2	8 Exemplarische Anwendung der Richtlinie	38		
Einführung	2	8.1 Vorplanung	38		
1 Anwendungsbereich	2	8.2 Wirtschaftliche Bewertung	40		
2 Begriffe	2	8.3 Bewertung der CO ₂ -Emissionen	44		
3 Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	4	9 Hinweise zu Planung und Betrieb	50		
4 Wärmepumpensysteme	5	9.1 Beschaffenheit und Ausrüstung von Maschinenzimmern	50		
4.1 Einsatz von Großwärmepumpen	5	9.2 Transport, Einbringung, Aufstellung und Anschluss	52		
4.2 Wärmepumpensysteme – Übersicht und Kurzbeschreibungen	6	9.3 Hinweise zur Planung von Kälte- und Wärmeträgerkreisläufen bei Wärmepumpenanlagen	52		
4.3 Komponenten der Wärmepumpensysteme	6	9.4 Hinweise zum Betrieb	53		
5 Grundlagenermittlung	13	9.5 Häufige Planungsfehler	53		
5.1 Voraussetzungen für die Nutzung einer Wärmepumpe	13	Anhang A Kältemittel-Tabelle	54		
5.2 Datenerfassung zum Istzustand der Wärme- und Kälteversorgung	14	Anhang B Empirische COP-Abschätzung verschiedener Wärmepumpentypen	55		
5.3 Datenerfassungsbogen	15	Anhang C Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsabschätzung anhand eines Nomogramms	57		
6 Vorplanung	18	Anhang D Ergänzende Beispiele zu Abschnitt 8	59		
6.1 Wahl des Integrationspunkts und des Wärmepumpensystems	18	Anhang E Datenerfassungsbogen	83		
6.2 Systemkonfiguration	22				
6.3 Grobdimensionierung der Wärmepumpenanlage	22				
7 Bewertung der Wärmepumpenanlage	30				
7.1 Energetische Bewertung der Koppelprodukte zum Heizen und Kühlen	32				
7.2 Wirtschaftliche Bewertung	33				
7.3 Bewertung der direkten CO ₂ -Emissionen	36				
VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU) Fachbereich Energie- und Umwelttechnik					
VDI-Handbuch Energietechnik VDI Handbuch Wärme-/Heiztechnik					

Zur Bearbeitung des Nachfrages: VDI 4646:2024-04

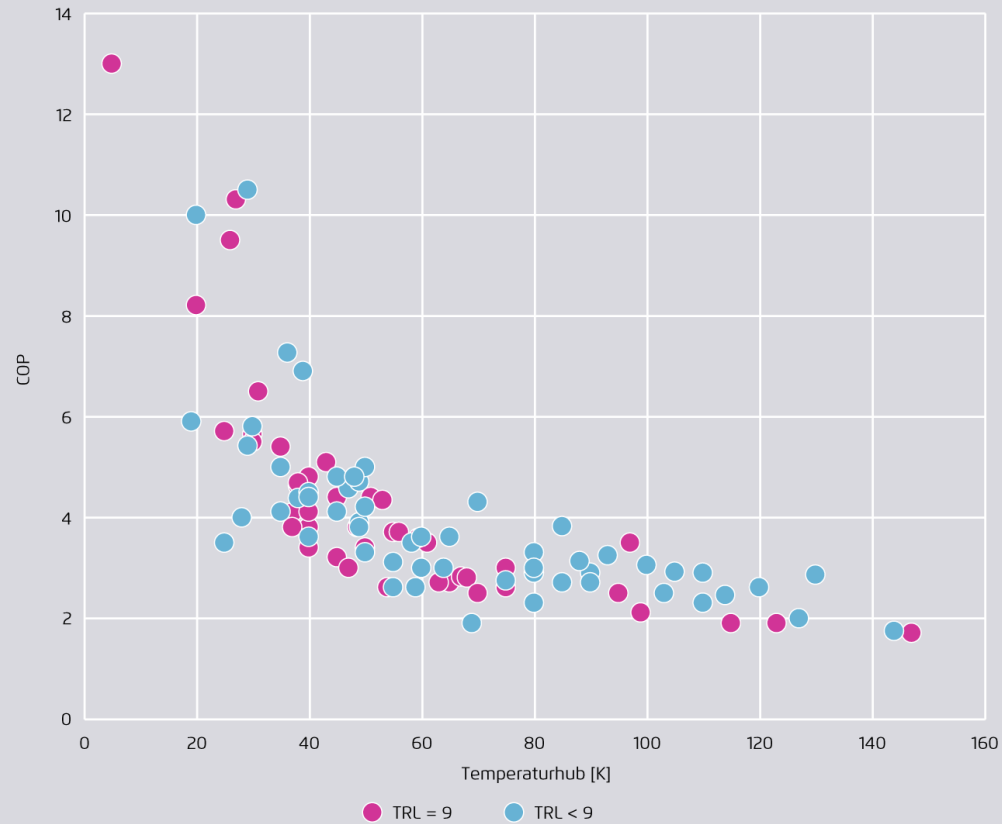
Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Erreichbare COP und Temperaturbereiche

COP und Temperaturhub für am Markt vertretene Modelle von Großwärmepumpen mit unterschiedlichen Quellen- und Senkentemperaturen

Abbildung 29



Fraunhofer IEG (2023) basierend auf Abbildung 42 und Abbildung 43 im Anhang A.3

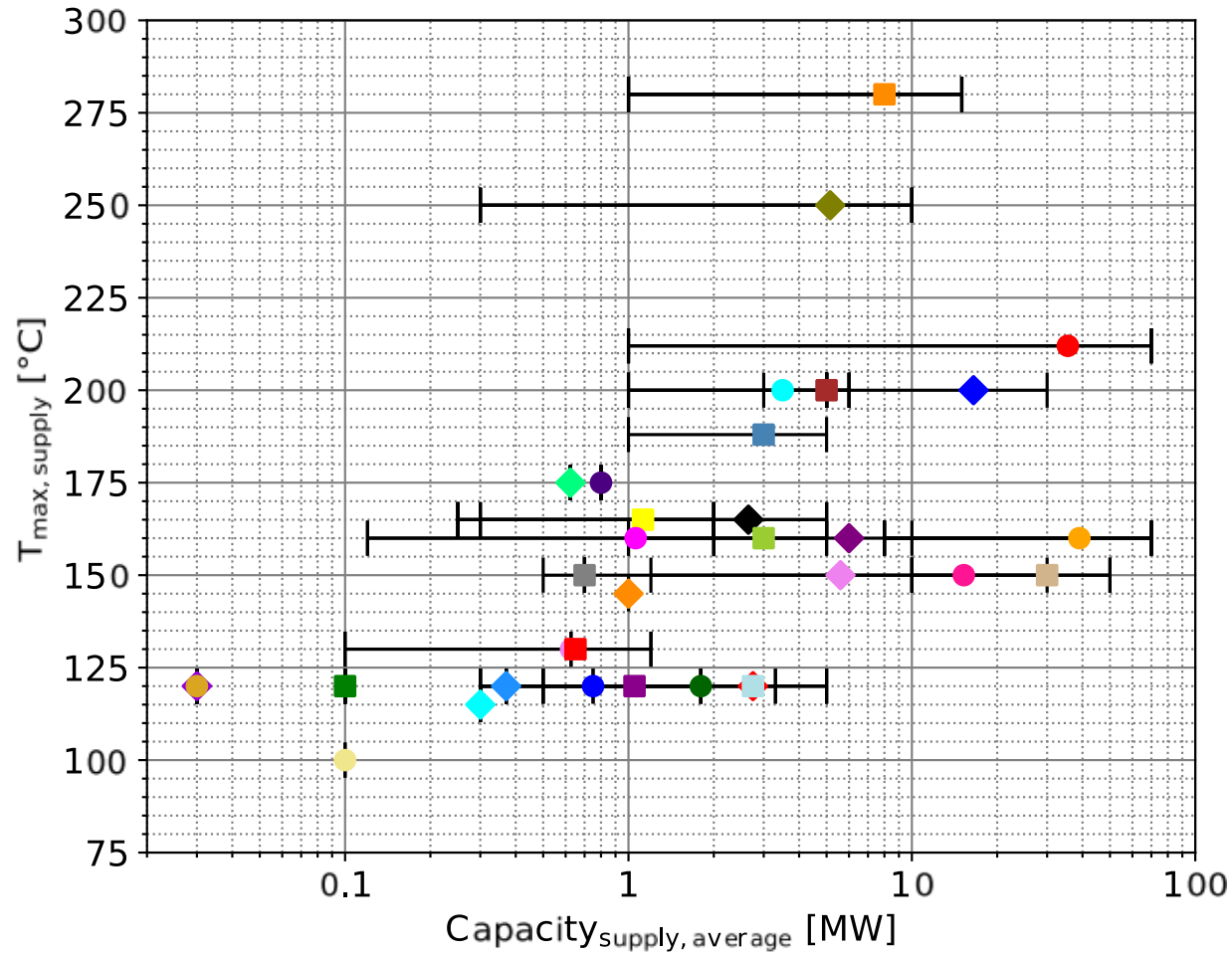
Maximale Vorlauftemperatur und Heizleistung verfügbarer Großwärmepumpen

Abbildung 28



Fraunhofer IEG (2023) basierend auf Abbildung 42 im Anhang A.3

Maximal erreichbare Temperaturen und Leistungsbereiche





















- Spilling
- Enerin
- Piller
- Olvondo
- Turboden
- Heaten
- ToCircle
- Kobelco (SGH-165)
- Kobelco (MSRC)
- SRM
- SPH
- Rank
- Weel & Sandvig
- Enertime
- Siemens Energy
- ecop
- Aneo Industry
- Epcon
- MAN Energy Solutions
- Mayekawa Europe (FC comp.)
- Mitsubishi
- GEA Refrigeration Netherlands
- Fuji Electric
- Emerson
- Mayekawa (EcoSirocco)
- Kobelco (SGH-120)
- Mayekawa Europe (HS comp.)
- Fenagy
- Hybrid Energy
- COMBITHERM GmbH
- Johnson Controls
- Skala Fabrikk
- Mayekawa (EcoCircuit)

HTHP supplier technology review

TRL level	4-9
Average specific cost	200 €/kW - 1500 €/kW
Capacity	0.03 MW - 70 MW
Max. supply temperature	100 °C - 280 °C
Availability	Geographical dependent, e.g. between Europe and Japan
Size of HTHP technology review	34 different technologies with 85 performance use cases

Anwendungsbereiche von Großwärmepumpen

Ein kurzer Blick in die Zukunft der Hochtemperatur

Heating Capacity	Temperature	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
200 kW to 10 MW	< 120 °C	Prototypes available 		Demonstrators available 		Commercial roll-out 		Established as preferred technology 				
	120 °C - 160 °C		Prototypes available 		Demonstrators available 		Commercial roll-out 		Established as preferred technology 			
	> 160 °C			Prototypes available 		Demonstrators available 		Commercial roll-out 		Established as preferred technology 		
>10 MW	< 120 °C		Technology transfer & commercial project sales 		Demonstrators available 		Established as preferred technology 					
	> 120 °C			Technology transfer & commercial project sales 		Demonstrators available 		Established as preferred technology 				



SmartHeat

**Wärmepumpen
Wärmequellen, Einbindung und Potentiale**

Dipl. -Ing. (FH) A. Schreier

„klassische“ Wärmequellen

- Außenluft
- Erdwärme
 - Tiefensonden
 - Flachkollektor mit Sole oder direktverdampfend
- Grund-, See- oder Flusswasser

Einschätzung Größenordnung Wärmequellen

Bei folgenden Betrachtungen wird beispielhaft von folgenden Annahmen ausgegangen:

➤ Heizleistung 300 kW

➤ Jahresarbeitszahl (JAZ) 3,0

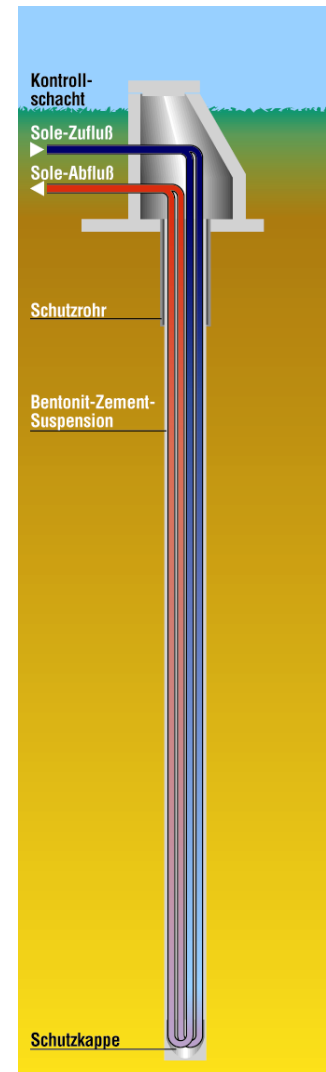
 Kälteleistung 200 kW

➤ Vereinfachter Ansatz mit Erfahrungswerten

Einschätzung Größenordnung Wärmequellen

Tiefenbohrung

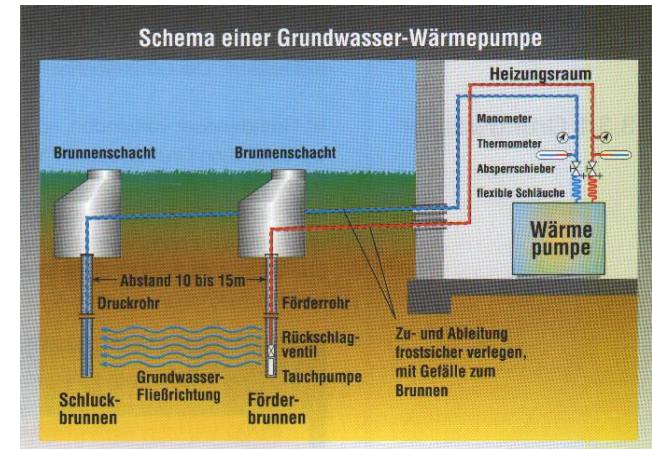
- Entzugsleistung $\sim 40 \text{ W/m}$ (gemittelt, je nach Untergrund)
- 200 kW Kälteleistung
- 5.000 Bohrmeter, ca. 4.000 m² Bohrfeld (bei T = 100 m)
- **Fazit:**
 - geeigneter Untergrund, Flächenbedarf
 - Erschließungsgenehmigung
 - Kosten



Einschätzung Größenordnung Wärmequellen

Brunnenwasser

- Wassermenge ~ 290 l/h pro kW (gemittelt)
- 200 kW Kälteleistung
- 58 m³/h Fördervolumen
- in der Praxis Entnahme eher unproblematisch, Schluckbrunnen muss gesondert betrachtet werden
- **Fazit:**
 - geeigneter Untergrund, Wartungsaufwand
 - Erschließungsgenehmigung
 - Kosten



Einschätzung Größenordnung Wärmequellen

Oberflächenwasser

- Wassermenge ~ 290 l/h pro kW (gemittelt)
- 200 kW Kälteleistung
- $58 \text{ m}^3/\text{h}$ Fördervolumen
- in der Praxis Entnahme aus Gewässern problematisch, vor allem wegen Verschmutzung und Bewuchs
- **Fazit:**
 - geeignetes Gewässer, Wartungsaufwand
 - Erschließungsgenehmigung
 - Kosten

Einschätzung Größenordnung Wärmequellen

Außenluft

- Luftmenge 300 m³/h pro kW (gemittelt, je nach Temperatur u. Feuchtigkeit)
- 200 kW Kälteleistung
- 60.000 m³/h Fördervolumen
- in der Praxis ist die Nutzung bei Beachtung einiger Einsatzbedingungen eher unproblematisch
- wichtigstes Augenmerk ist auf die Schalleistung zu legen

➤ **Fazit:**

- Erschließungskosten
- Wartungsaufwand



weitere mögliche Wärmequellen

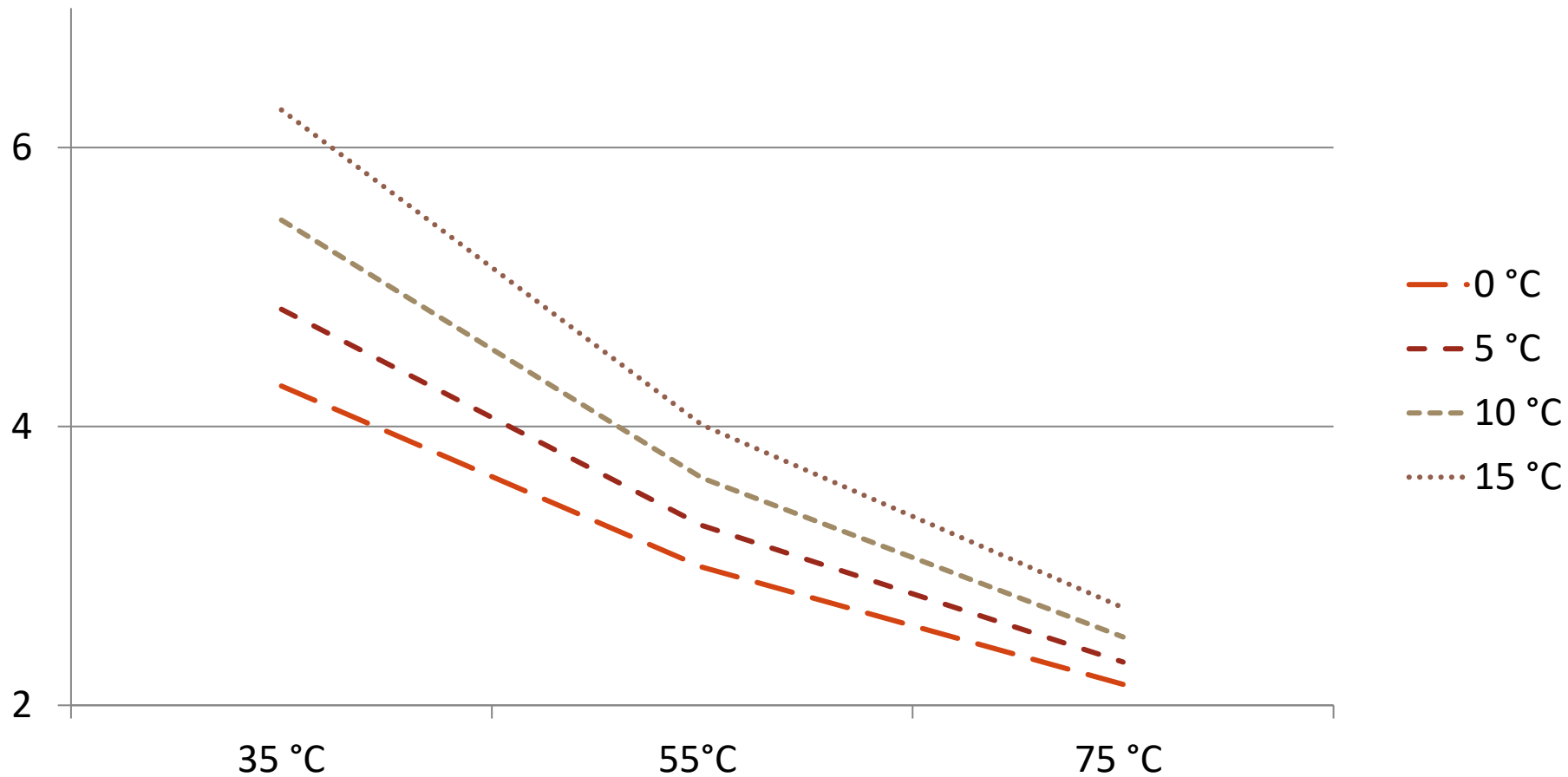
- Abluft
- Abwasser
- Solarabsorber
- Wasser / Gewässer indirekt
- kalte Nahwärme – Kaltwassernetze
- Prozesswärme

Planung / Auslegung

Basisdaten

- Temperaturniveau der Senke (Heizung / Warmwasser)
- Optionen der Quelle / Quellennutzung
- Aufstellbedingungen (Gerätetyp, Kältemittel, Speichervolumina, ...)
- Betriebsweise monovalent/bivalent

Effizienz



Kältemittel

Entsprechend der EU Vereinbarung zur schrittweisen Reduktion des GWP von Kältemitteln setzen sich die low GWP Kältemittel sukzessive durch.

Kältemittel	GWP	Sicherheitsgruppe
R 410A	2088	A1
R 32	675	A2L
R 134a	1430	A1
R 1234yf	4	A2L
R 290	3	A3

Je niedriger der GWP, desto höher ist in der Regel die Sicherheitseinstufung (brennbar/explosiv), was wiederum erhöhte Anforderungen an die Aufstellbedingungen stellt.

Betriebsweise

monovalent

- vorrangig Neuinstallation

- vollumfänglicher Umbau
- höhere Investition

bivalent

- WP-Auslegung auf Teillast
- hohe Jahreseffizienz
- geringere Investition

- weiterhin mind. 2 Wärmereizeuger

Realisierungsbeispiele

Stadtwerke Güstrow (1996)



- Wärmequelle: Abwasser (Wärmeübertrager im Sammelbecken)
- Leistung: 40 kW

Realisierungsbeispiele

CHG Meridian, Groß Gerau (2010)



- Wärmequelle: Luft / Abluft
- Leistung: 80 kW

Realisierungsbeispiele

Wohnkomplex mit 61 WE (5.266 m²) Erfurt (2010)



- Wärmequelle: Tiefensonden
- Leistung: 3 x 43 kW 2-stufig, Heizen + Kühlen (temperieren)
- Warmwasserbereitung durch Pellet-Kessel
- Ziel: keine Nutzung eines Fernwärmeanschlusses

Realisierungsbeispiele

Produktionshalle in China (2020)



- Wärmequelle: Warmluft (25 - 30 °C) unter der Hallendecke
- Leistung: 400 kW
- Einspeisung der zurückgewonnenen Energie in den Produktionsprozess (60 °C)

Realisierungsbeispiele

Hennecke GmbH (2010)



- Wärmequelle: Prozesswärme (Laser / Pulverbeschichtung)
- Leistung: 260 kW

Realisierungsbeispiele

Meerwasserhallenbad Juist



- Wärmequelle: 800 m² Solarabsorber
- Leistung: 198 kW



Projekt mit
Titan-Großwärmepumpe
ausgezeichnet
vom BWP e.V.

Realisierungsbeispiele

Wärmenetz 4.0 Bosbüll



- Energiegewinnung
 - Windkraft 2 x 2.000 kW
 - Photovoltaik 170 kWp

Realisierungsbeispiele

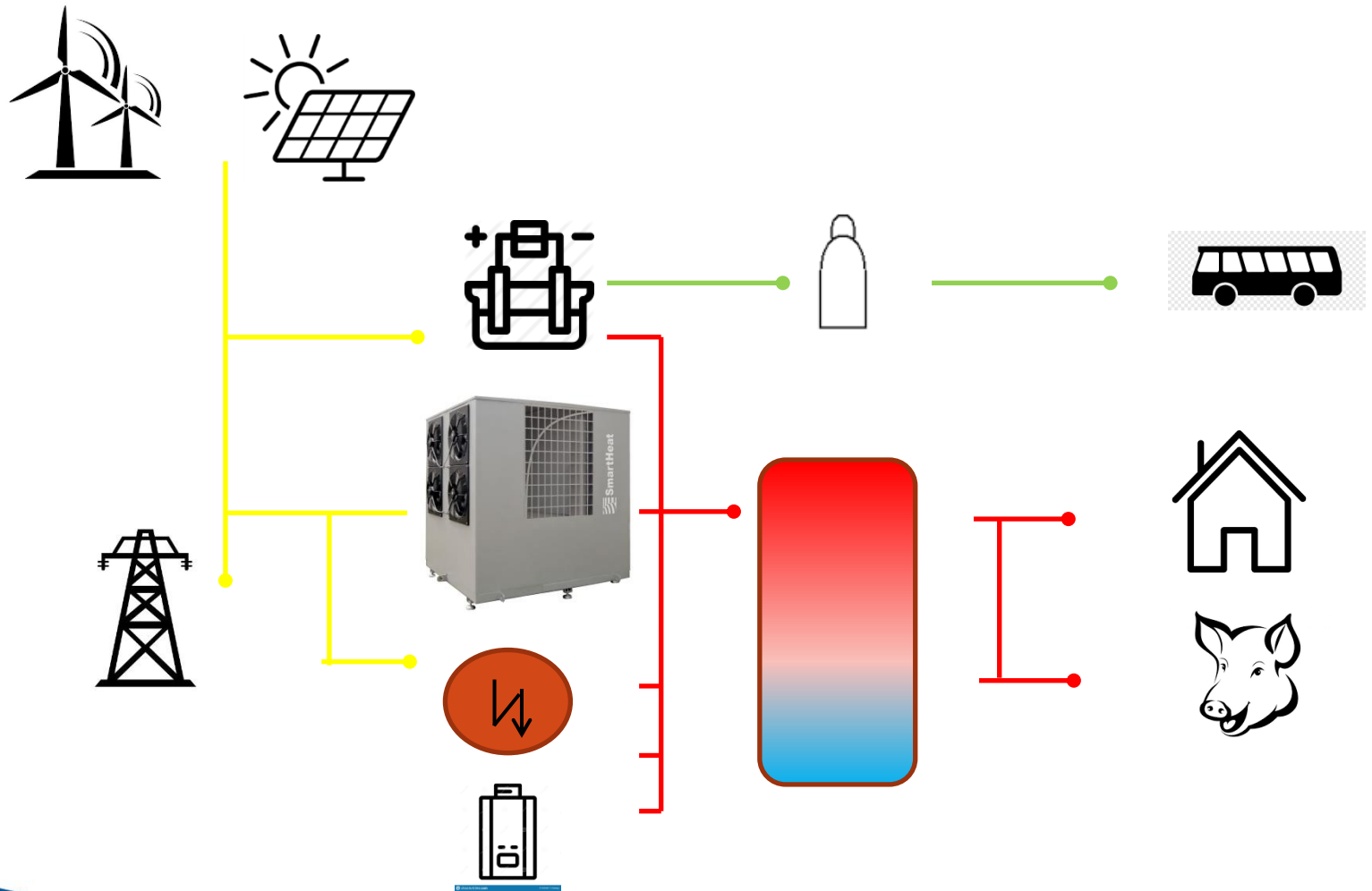
Wärmenetz 4.0 Bosbüll - Energietransformation

- Power to Gas 2 x 225 kW
- Power to heat (SmartHeat aero HT)
 - 3 x 100 kW
 - max. VL >70°C
- E-Heizstab 750 kW
- Spitzenlastkessel (Gas) 500 kW



Realisierungsbeispiele

Wärmenetz 4.0 Bosbüll - Konzept



Realisierungsbeispiele

Wärmenetz 4.0 Bosbüll – Zusammenfassung

- **Klimaneutrale Infrastruktur** in Bosbüll
- **Dekarbonisierung** des Wärmesektors
- **Integration** von lokalen erneuerbaren Energien
- **Stärkung der regionalen Wirtschaft** sowie regionale Wertschöpfung
- **Post-EEG Lebenszeitverlängerung** für Erneuerbare Energien
- **Post-EEG Business Modell** – anwendbar in ganz Deutschland
- **Optimierung von Effizienz und Synergie** über Power-to-X²

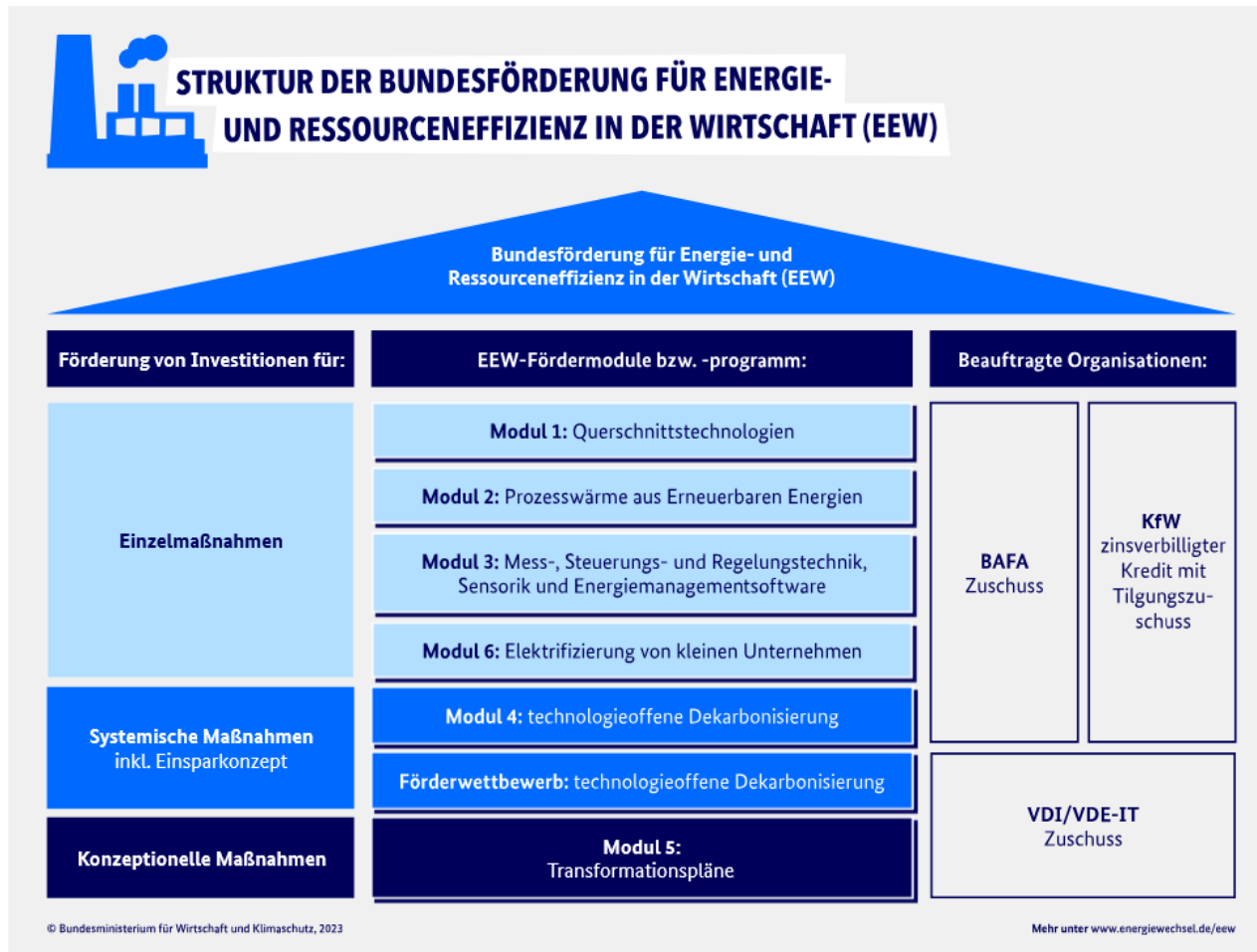
Zusammenfassung

- Wahl der geeigneten Quelle
- Wahl eines möglichst geringen Temperaturhubs in der hydraulischen Einbindung
- Schallemission / Umfeldbeeinträchtigung
- Wahl des Kältemittels (GWP/Anforderungen an Betriebsstätte)
- Prüfung der Geräte auf Redundanz und effektive Leistungsstufen im Teillastbereich

Förderung durch das BMWK



Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW)



EEW ist ein zentrales Förderinstrument zum Erreichen der Klimaziele

KSG-Ziel für den **Industriesektor: Senkung der THG-Emissionen bis 2030 um über ein Drittel im Vergleich zu 2021** auf 118 Mio. t CO₂-Äquivalente (Langfristziel: Klimaneutralität bis 2045)

- notwendig zur Zielerreichung sind u.a.:
- **effizienter Einsatz von Energie und Ressourcen**
- umfassende **Umstellung auf klimafreundliche Produktionsverfahren**

Je kleiner ein Unternehmen, desto höher die % Förderung

Fördermodule

1 Querschnittstechnologien

- Hocheffiziente Anlagen & Aggregate (Pumpen, Druckluft, Motoren)
- Anforderung: Einhaltung technischer Hocheffizienzanforderungen
- Förderquote: 20-25% maximal 200.000€

EE-Prozesswärme-Anlagen

2

- Solarkollektoren
- Biomasseanlagen
- Wärmepumpen (max. 49% Abwärme)
- Förderquote: 40-60% max. 20 Mio.€

Invest-Förderung (Module 1-4) + Transformationskonzepte (Modul 5)

3 Digitalisierung Energieeffizienz

- Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Sensorik sowie Energiemanagement-Software
- Förderquote: 25-45% max. 20 Mio.€

Technologieoffene Maßnahmen inkl. WP

4

- Förderquote: 30-45% max. 20 Mio.€
- + 10 Prozentpunkte für außerbetriebliche Abwärme
- Max. 500 €/t CO₂ (KMU: 900 €/t)
- Mindestamortisation: 3 Jahre

Förderwettbewerb

1 Was wird gefördert?

- Technologieoffene Maßnahmen
- wie in Modul 4 „Zuschuss und Kredit“

2 Förderkonditionen

- max. 20 Mio. Euro pro Vorhaben
- bis zu 60% der förderfähigen Kosten

3 Fördervoraussetzungen

- Vorlage Einsparkonzept (wie in Modul 4)
- Mindestamortisation: 4 Jahre

4 Was heißt Wettbewerb?

- Projekte konkurrieren um Förderbudget (6 Runden pro Jahr, Laufzeit je 2 Monate)
- gefördert werden Projekte mit bester Fördereffizienz (= Fördergeld / CO₂-Einsparung)

5 Rundenbudget

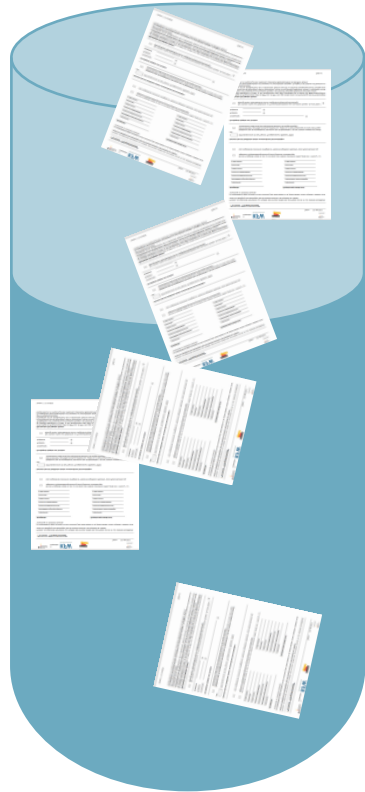
- 20 Mio. €
- seit Mai 2023: 40 Mio. €
- Ab September 2024: 60 Mio. €

Funktionsweise Förderwettbewerb

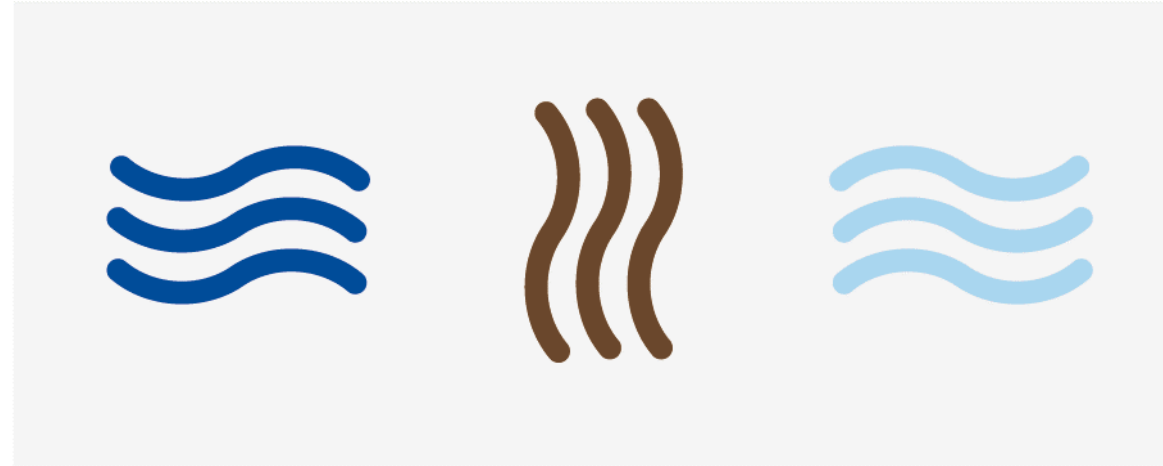
Aktuelle Förderrunde:

Vorzeitiger Ausschreibungsschluss bei
Antragsvolumen von **60 Mio. €**
(150% Überzeichnung)

Förderbudget insgesamt **40 Mio. €**



Ranking	Förder- effizienz	Beantragte Förderung
10.	800 €/t	6.800.000 €
9.	710 €/t	1.200.000 €
8.	620 €/t	3.700.000 €
7.	570 €/t	1.350.000 €
6.	530 €/t	2.450.000 €
5.	460 €/t	1.650.000 €
4.	450 €/t	3.800.000 €
3.	420 €/t	950.000 €
2.	380 €/t	4.300.000 €
1.	350 €/t	5.500.000 €



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Felix Uthoff, Referent für Technik und Normung

uthoff@waermepumpe.de