

TAGUNG  
Kommunale  
Wärmeplanung



Wo(h)? Wi(e)?  
Wohin?



23. April 2024

Tagungsort: Dorint Am Goethepark, Weimar

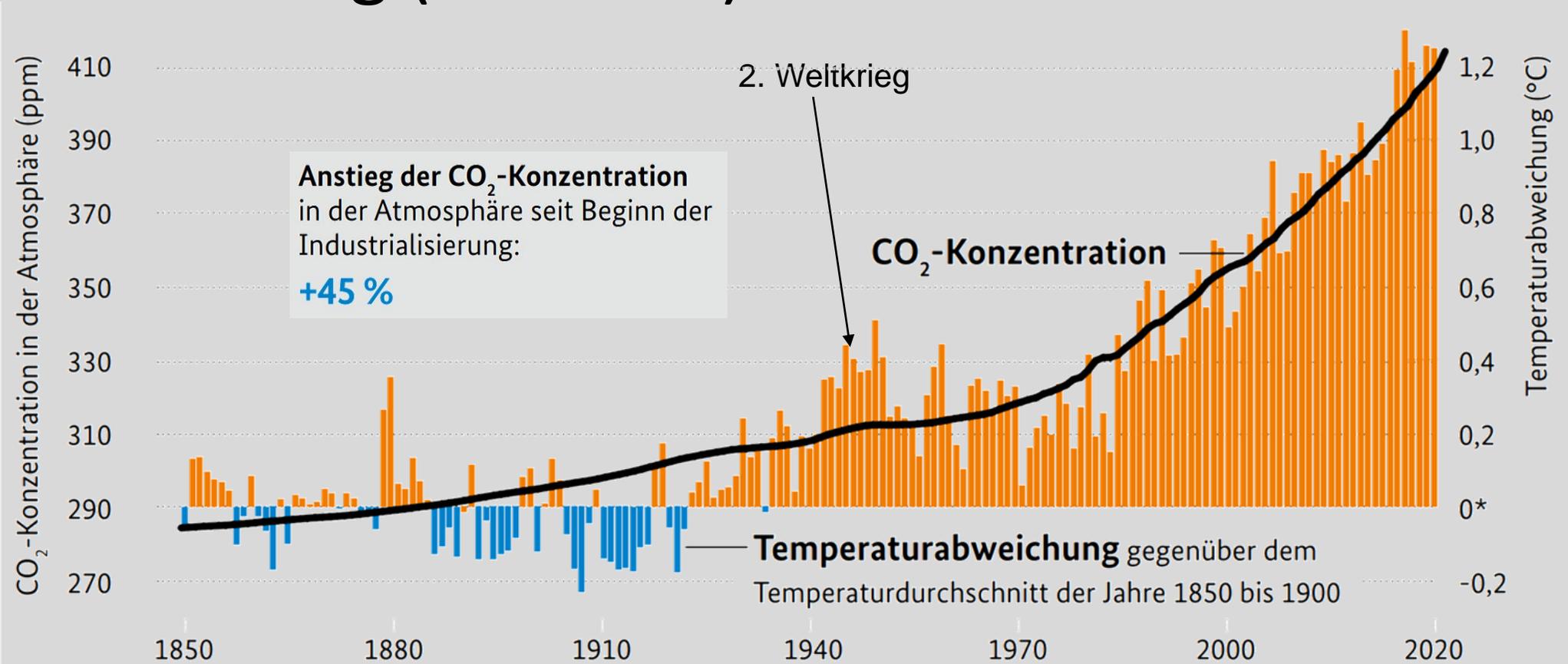
# Wie funktioniert die kommunale Wärmeplanung?

**STADT+TECHNIK**

Prof. Dr.-Ing. Matthias Koziol

Was sind die Randbedingungen für die Wärmewende?

# CO<sub>2</sub>-Anstieg (weltweit)



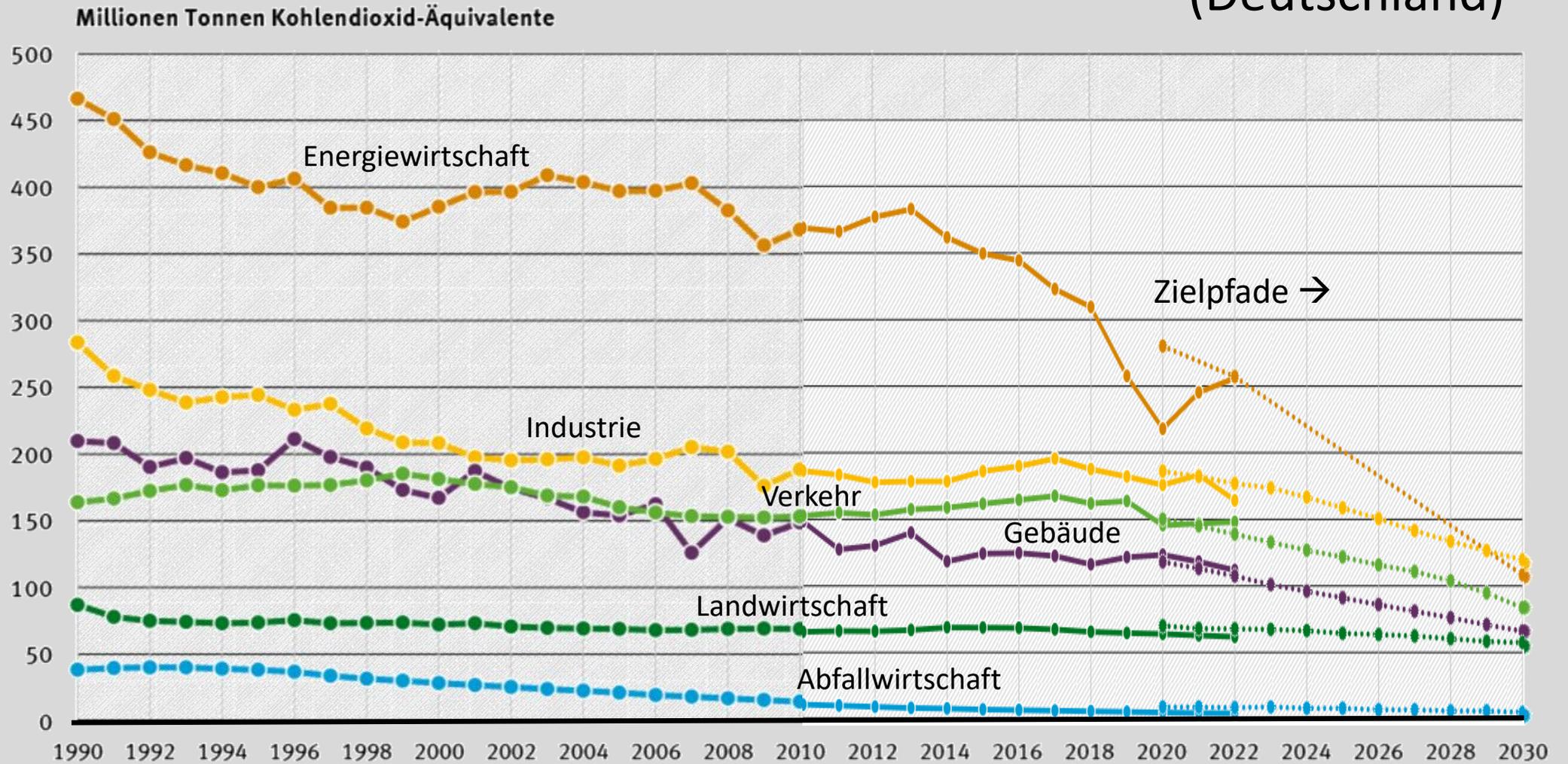
\*Die Temperatur-Nulllinie stellt den Temperaturdurchschnitt der Jahre 1850 bis 1900 dar.

Quelle: Met Office (2021), Climate College (2016), NOAA (2020)

**Globaler Temperaturanstieg im Jahr 2020 gegenüber dem Zeitraum 1850 bis 1900:**

**+1,2 °C**

# Zielerreichung CO<sub>2</sub> Emissionen nach Sektoren (Deutschland)



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

Quelle EM-Daten 1990-2019: Umweltbundesamt, Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2019, Endstand vom 15.04.2021

Quelle Vorjahresschätzung (VJS) für das Jahr 2020: Umweltbundesamt, Presse-Information 07/2021, vom 15.03.2021

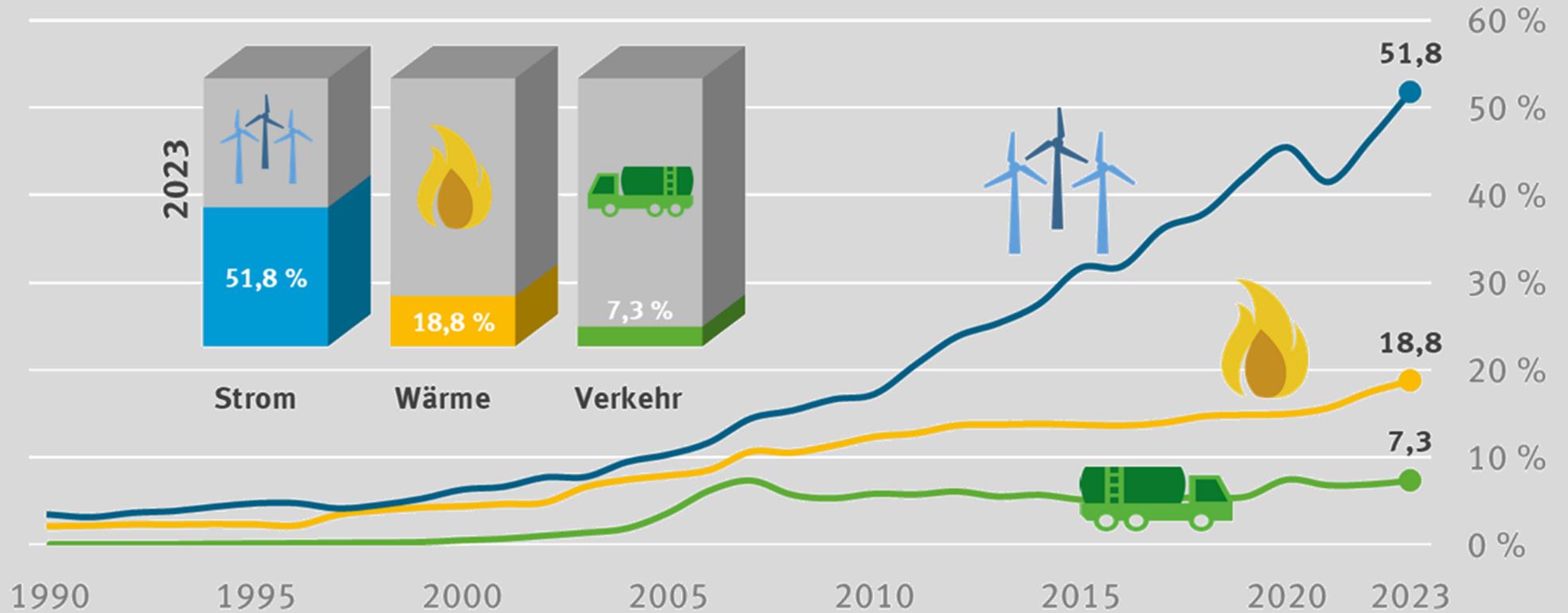
Quelle Ziele 2020 & 2030: Novelle des Bundes-KSG vom 12.05.2021

Quelle: Umweltbundesamt: Presse-Information 11/2023 vom 15.03.2023

# Wo stehen wir im Prozess der Wärmewende?

# Entwicklung Erneuerbare Energien nach Sektoren (Deutschland)

## Erneuerbare Energien: Anteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr bis 2023



Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)  
Datenstand: 02/2024

# Herausforderung: Klimaneutrale Energieversorgung in Quartieren

- Zur Erreichung der Klimaziele ist eine Transformation der Strom- und **insbesondere der Wärmeversorgung** notwendig, vor allem in den Bestandgebieten
- **Der Schlüssel zur Zielerreichung liegt in der Integration der erneuerbaren Energien in die (bestehenden) Energieversorgungssysteme**
- Die Integration der erneuerbaren Energien setzt den Ausbau von Strom- und Wärmespeichern voraus
- Neben der Einführung neuer Systeme kommt der Sektorenkopplung eine besondere Bedeutung bei

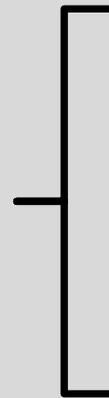
**Die bisherigen Anstrengungen müssen erheblich ausgeweitet werden!**

# Transformationspfade zur CO<sub>2</sub>-Reduktion

Ausgewählte  
Schritte:

1. Energetischen Modernisierung im Mietwohnungsbestand bewältigen
2. Photovoltaik - ein zentrales Potenzial für erneuerbare Energieversorgung erschließen

Inhaltliche  
Schwerpunkte der  
(kommunalen)  
Wärmeplanung

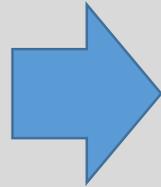


3. Strom-, Gas- und Fernwärme dekarbonisieren (Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung ausbauen, Erdgas ggf. ersetzen durch H<sub>2</sub> oder Methanisierung)
4. Netzinfrastuktur in allen Formen anpassen bzw. ausbauen (Strom, Fernwärme, Gas eher Rückbau)
5. Individuelle Beiträge zum Klimaschutz fördern
6. Klimaneutralitätsstrategien von Unternehmen fördern

# Transformationspfade Wärme-/ Stromversorgung (Veränderungs-/Anpassungsbedarf)

## alte Primärenergieträger:

- Kohle
- Heizöl
- Erdgas
- ...



## neue Primärenergieträger:

- PV - Photovoltaik
- Sth – Solarthermie
- Geo – Geothermie
- RA – Restabfallverbrennung
- Abwärmennutzung
- Windkraft

## Übertragungssysteme/-netze:

- S = Stromnetze (Ausbau)
- FW = Fernwärme (Ausbau)

- G = Gasnetze  
(Tendenz Rückbau, ggf.  
Nachnutzung für Biogas  
oder Wasserstoff)

# (kommunale) Wärmeplanung - was ist der Kern?

Die **Wärmeplanung**\*) soll Bürgerinnen und Bürgern sowie Unternehmen darüber informieren, welche bestehenden und zukünftigen Optionen zur Wärmeversorgung in ihrer Gemeinde und vor Ort bereitstehen. Der kommunale Wärmeplan bietet eine Orientierung bezüglich der vor Ort zu wählenden Heiztechnologie. Die Wärmeplanung wird von den Kommunen angeschoben. Sie trifft Festlegungen über den Ausbau von Wärmenetzen (Fernwärme) oder auch klimaneutralen Gasnetzen.

\*) lt. WPG zu erstellen für: Großstädte bis 2026, sonst bis 2028

# Zielhorizonte für die kommunale Wärmeplanung

Bis 3 Jahre nach Inkrafttreten des Gesetzes

1. (verpflichtende) **Erarbeitung** des Wärmeplans
2. **Festlegung** Zielszenarien
3. **Ausweisung** Meilensteine für die Jahre 2030, 2035, 2040
3. **Beteiligung** betroffener Akteure
4. **Erlass** des Wärmeplans

Wärmewendestrategie und Maßnahmenumsetzung

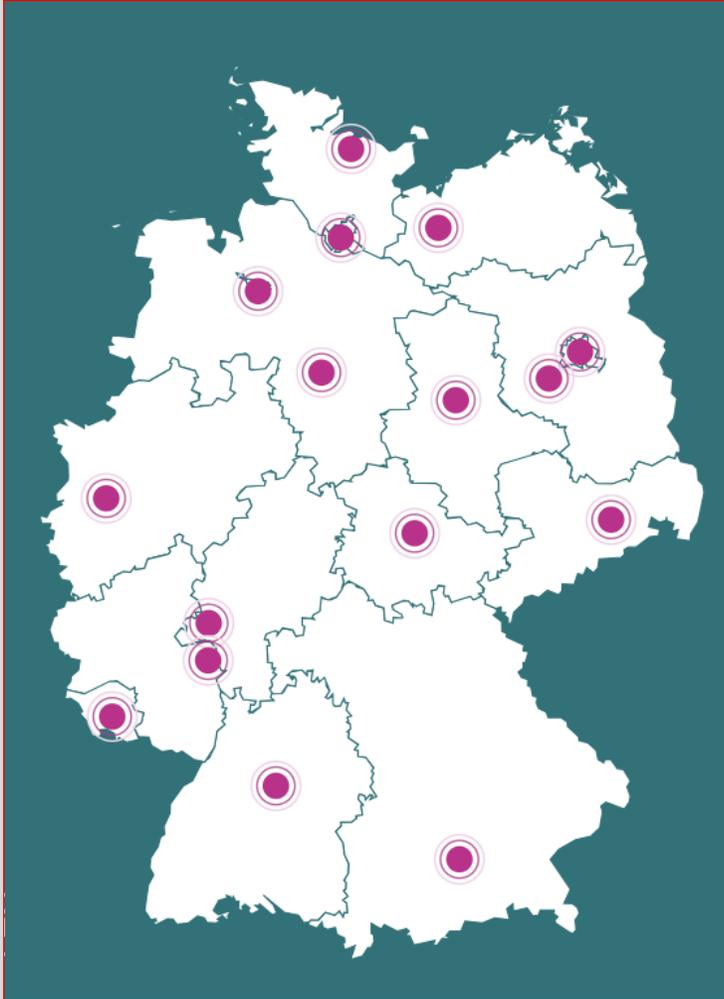
1. **Entwicklung** möglicher Handlungsstrategien auf Basis des kWP
2. **Nutzung** kommunaler Handlungsoptionen auf Basis der Bauleitplanung
3. **Beginn** mit Umsetzungsmaßnahmen

Rollierend alle 5 Jahre

1. **Fortschreibung** des kWP
2. **Überprüfung und Monitoring** der Wärmeplanung
3. **CO<sub>2</sub>-Bilanzierung**
4. **Datenaktualisierung**, Erweiterung und Überprüfung

Quelle: Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung; Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V., Frankfurt am Main und Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1. Ausgabe

# Beispiele für die gesetzliche Verankerung



Bundesland	Kommunale Wärmeplanung	
	verpflichtend	nicht verpflichtend
Baden-Württemberg	x	
Bayern		x
Berlin		x
Brandenburg		x
Bremen		x
Hamburg	x	
Hessen	x	
Mecklenburg-Vorpommern		x
Niedersachsen	x	
Nordrhein-Westfalen	x	
Rheinland-Pfalz		x
Saarland		x
Sachsen		x
Sachsen-Anhalt		x
Schleswig-Holstein	x	
Thüringen	(x)	

Kommunale Wärmeplanung nicht gesetzlich verpflichtend, Wärmekataster und Dekarbonisierungspläne in Fernwärme hingegen schon

laut Klimaschutzgesetz möglich

Quelle: Kompetenzzentrums Kommunale Wärmewende (KWW), <https://www.kww-halle.de/wissen>

# Anforderungen des GEG (Gebäudeenergiegesetz)

## Grundsatz

Ab 1. Januar 2024 in Neubauten (innerhalb v. Neubaugebieten) Heizungen mit **65 Prozent EE**. Für bestehende Gebäude und Neubauten in Baulücken längere Übergangsfristen.

## Pragmatische Übergangslösungen bei Heizungshavarie

Gas- oder Ölheizung dürfen repariert werden! Bei Heizungshavarie, gibt es pragmatische Übergangslösungen und mehrjährige Übergangsfristen, in Härtefällen können Eigentümer von der Pflicht zum heizen mit Erneuerbaren Energieträgern befreit werden.

### NEUBAU

Bauantrag ab dem 1. Januar 2024



### BESTAND



#### IM NEUBAUGEBIET

Heizung mit mindestens **65 Prozent Erneuerbaren Energien**



#### AUSSERHALB EINES NEUBAUGEBIETES

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



#### HEIZUNG FUNKTIONIERT ODER LÄSST SICH REPARIEREN

Kein Heizungstausch vorgeschrieben



#### HEIZUNG IST KAPUTT - KEINE REPARATUR MÖGLICH

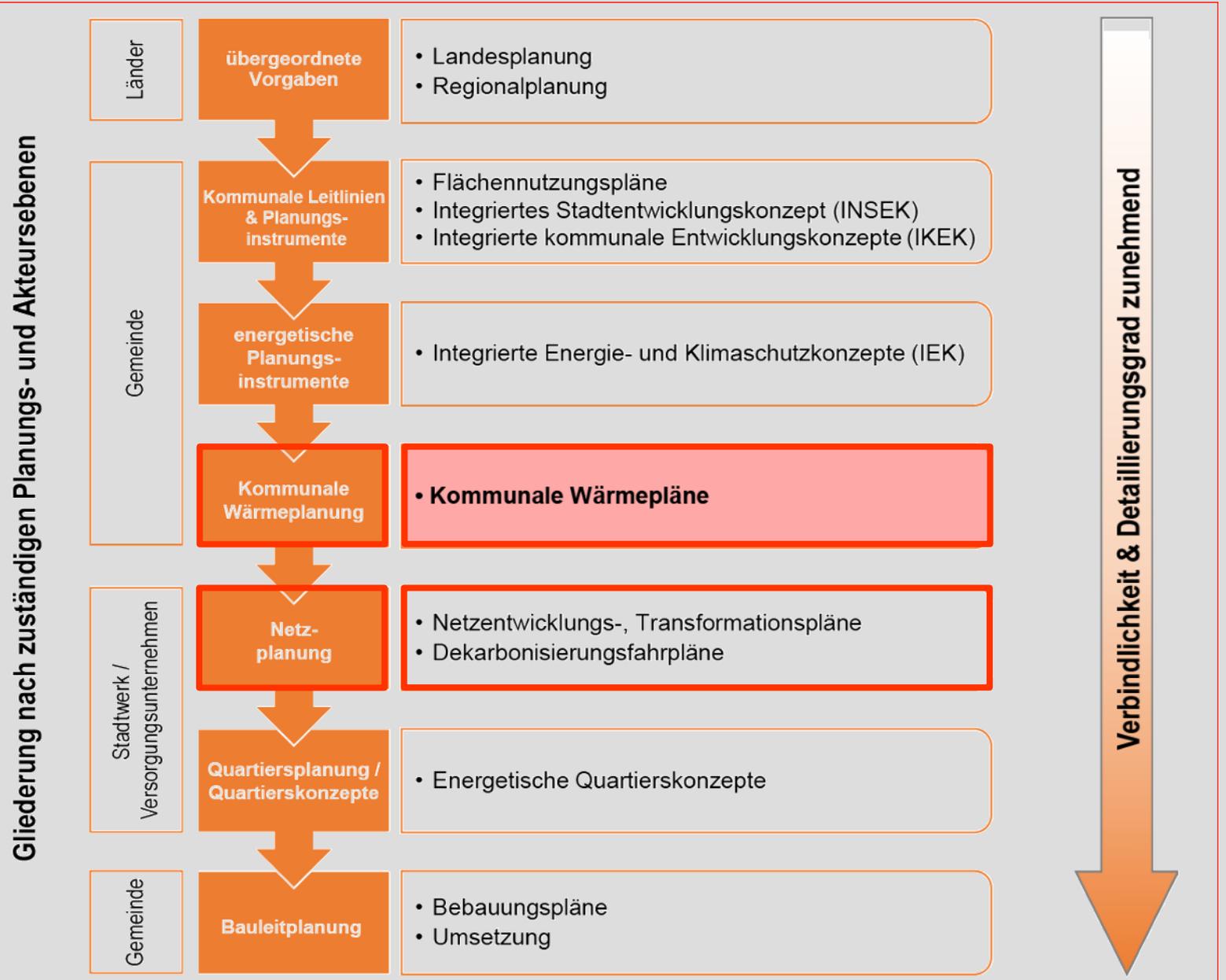
Es gelten pragmatische **Übergangslösungen.\***

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

Quelle: BMWK, Stand 09/2023

## Kommunale Wärmeplanung + Transformationspläne der Unternehmen sind zentrale Instrumente für die Umsetzung der Energiewende

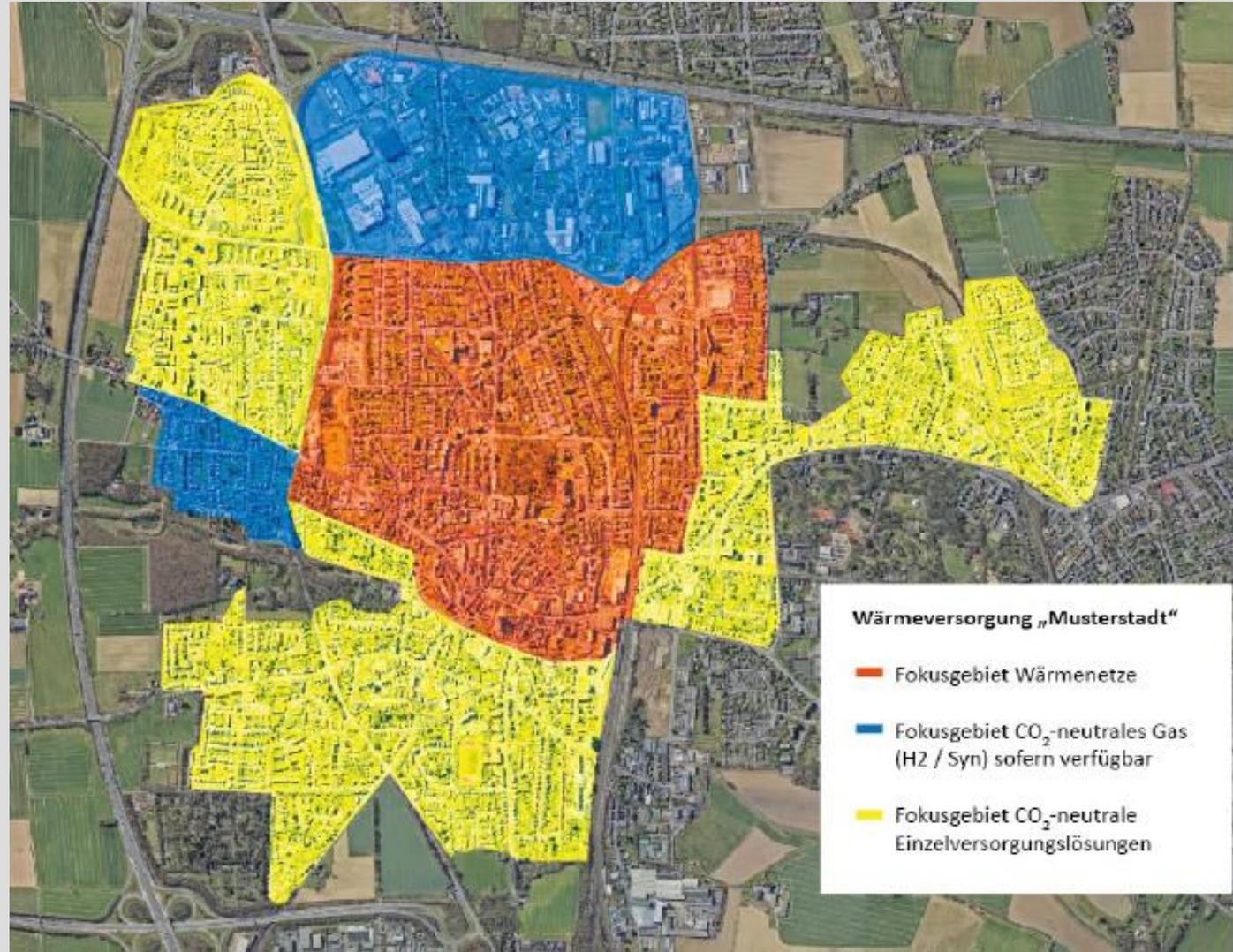
Quelle: Praxisleitfaden  
kommunale Wärmeplanung;  
Gemeinsamer Praxisleitfaden des  
AGFW e.V. und DVGW e.V.,  
Frankfurt am Main und Bonn,  
Stand: 16. Januar 2023 / 1.  
Ausgabe



## Ergebnis:

Darstellung  
eines  
kommunalen  
**Wärmeplanes**  
in Form von  
Focusgebieten

Quelle: Praxisleitfaden kommunale  
Wärmeplanung; Gemeinsamer  
Praxisleitfaden des AGFW e.V. und  
DVGW e.V., Frankfurt am Main und  
Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1.  
Ausgabe/eigene Darstellung



Welche Arten an erneuerbaren Energieträgern stehen (theoretisch) zur Verfügung?

Beispiel:  
Potentialanalyse  
verfügbarer  
Primärenergie-  
träger

Kriterien zur  
Abschätzung von  
EE-Potentialen

Quelle: Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung; Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V., Frankfurt am Main und Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1. Ausgabe/eigene Darstellung

Potential	Potenzialanalyse erfolgt über (Kriterium)	Weiterhin zu berücksichtigen
Solarthermie	Flächenverfügbarkeit	Witterungsabhängiger Ertrag
Tiefengeothermie	Geothermische Vorkommen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Standorteinschränkung in Wasserschutzgebieten</li> <li>- Risikoanalyse</li> </ul>
Power-to-Heat	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Power-to-Gas (Wasserstoff)	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Umweltwärme (Wärmepumpe)	Wärmequellen (Umweltwärme, Niedertemperatur Abwärme, oberflächennahe Geothermie, Gewässer und perspektivisches Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom)	Abhängig von der Wärmequelle <ul style="list-style-type: none"> <li>- Witterungsabhängigkeit</li> <li>- Langzeitverfügbarkeit</li> <li>- Standorteinschränkungen</li> </ul>
Feste Biomasse und biogene Brennstoffe	„Brennstoffvorkommen“ und sonstige Rohstoffströme für Biomasse und biogene Brennstoffe	Konkurrenz zu anderen Verwertungsmöglichkeiten
Gasförmige Biomasse (Biogas/ Biomethan)	Marktverfügbarkeit, bilanzielle Nutzung	Konkurrenz zu anderen Verwertungsmöglichkeiten
Abwärme (direkte Einbindung)	Vorhandene Betriebe, Unternehmen und Prozesse mit Abwärmemengen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langzeitverfügbarkeit der Wärmequelle</li> <li>- Unterschiedliche Interessenslage</li> </ul>
Synthetische Brennstoffe (z. B. HVO, FT-Diesel, Bioethanol)	Angebot an CO <sub>2</sub> -neutral erzeugtem Strom	Vergleichsweise hohe Effizienzverluste und Kosten

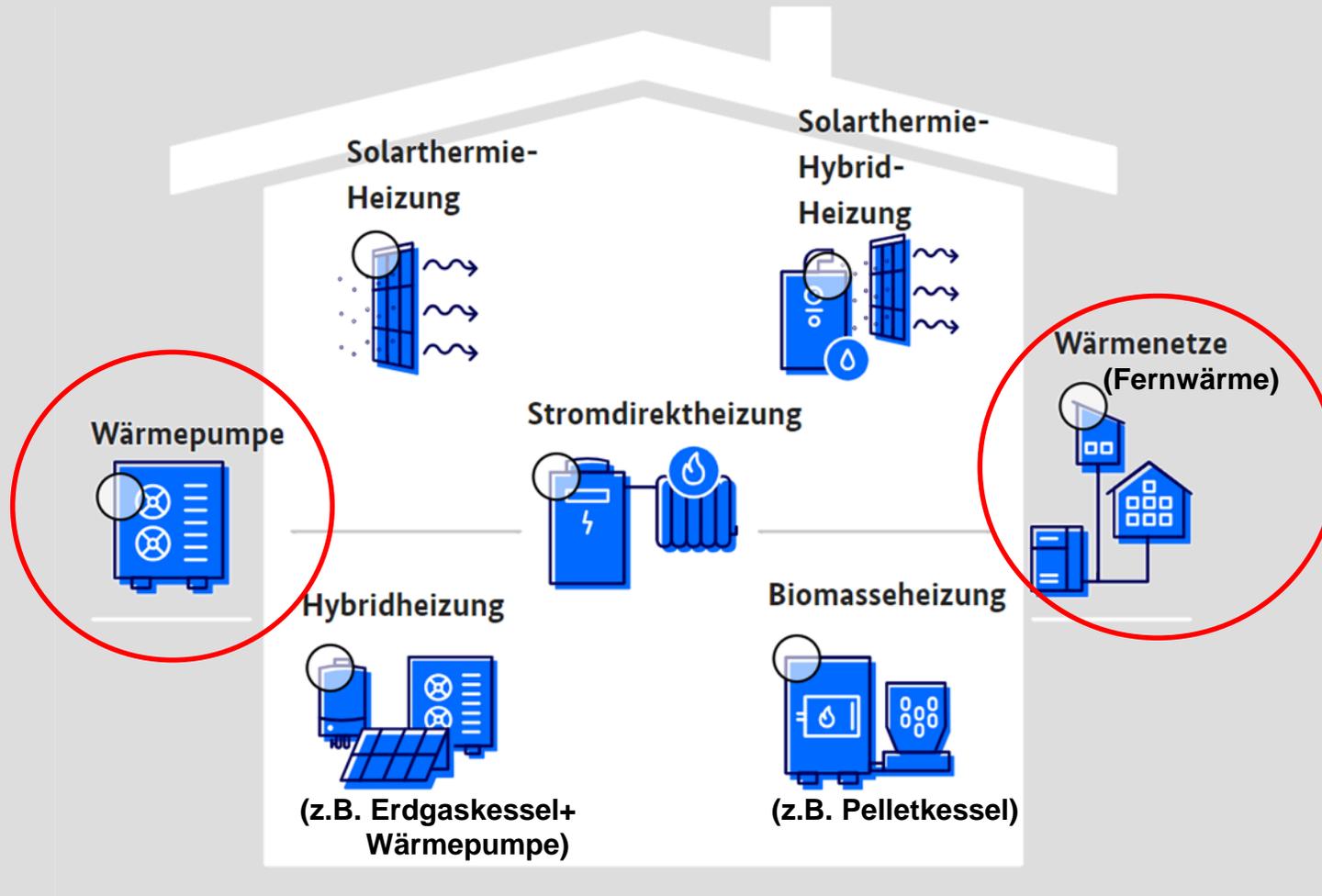
Basis Ökostrom

Basis Ökostrom

Welche (weitgehend) CO<sub>2</sub>-freien Systeme zur Wärmeerzeugung stehen zur Verfügung?

# Zukünftige Heizungssysteme dezentral/zentral

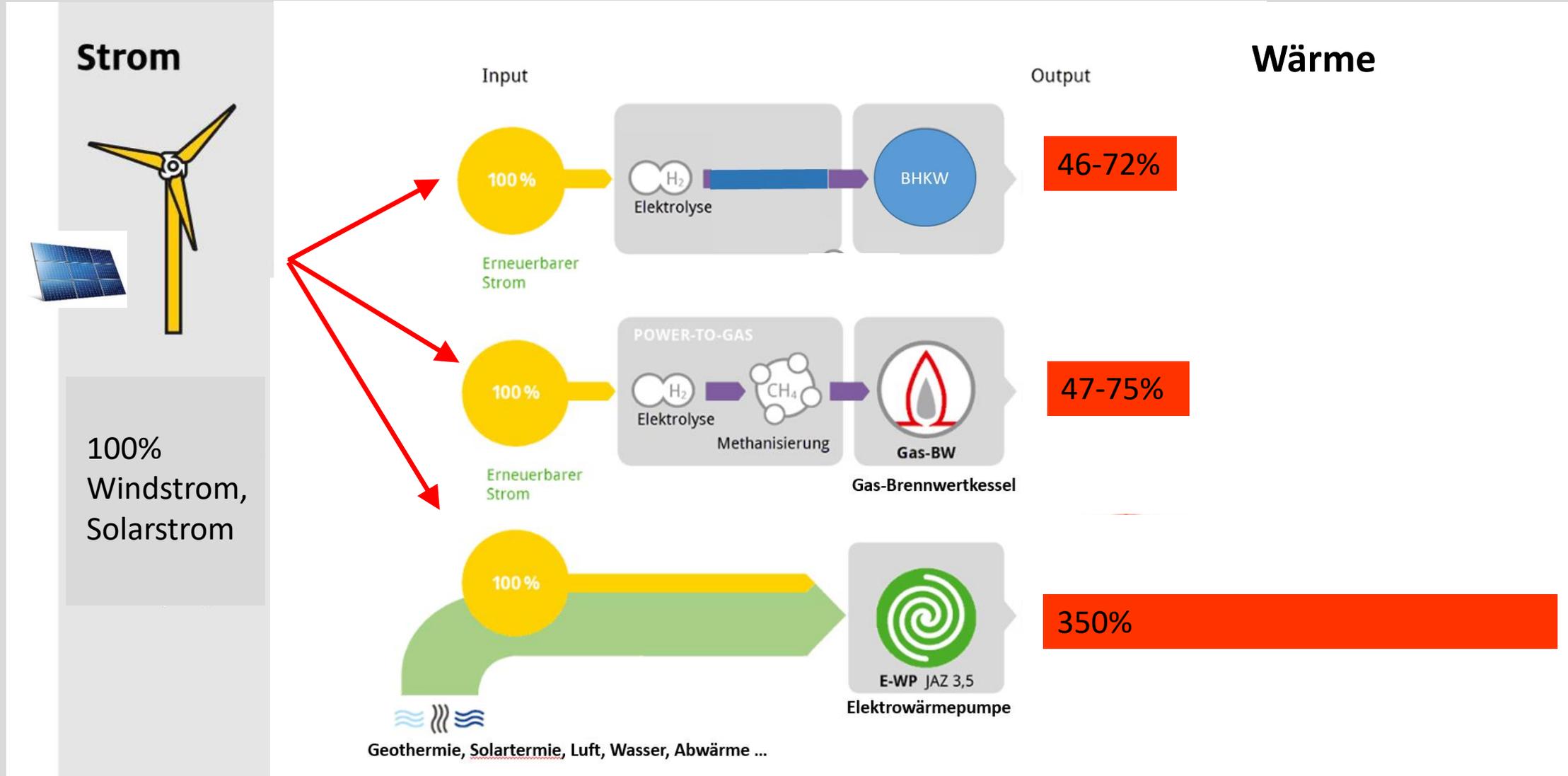
(Heizungswegweiser GEG: Heizungssysteme im Neubau oder bei Komplettersatz im Altbau)\*



Quelle: BMWK, 2023, eigene 2024

\*) Standardgaskessel haben im Altbau 30 Jahre, Brennwertgeräte unbegrenzten Bestandsschutz, soweit reparierbar!

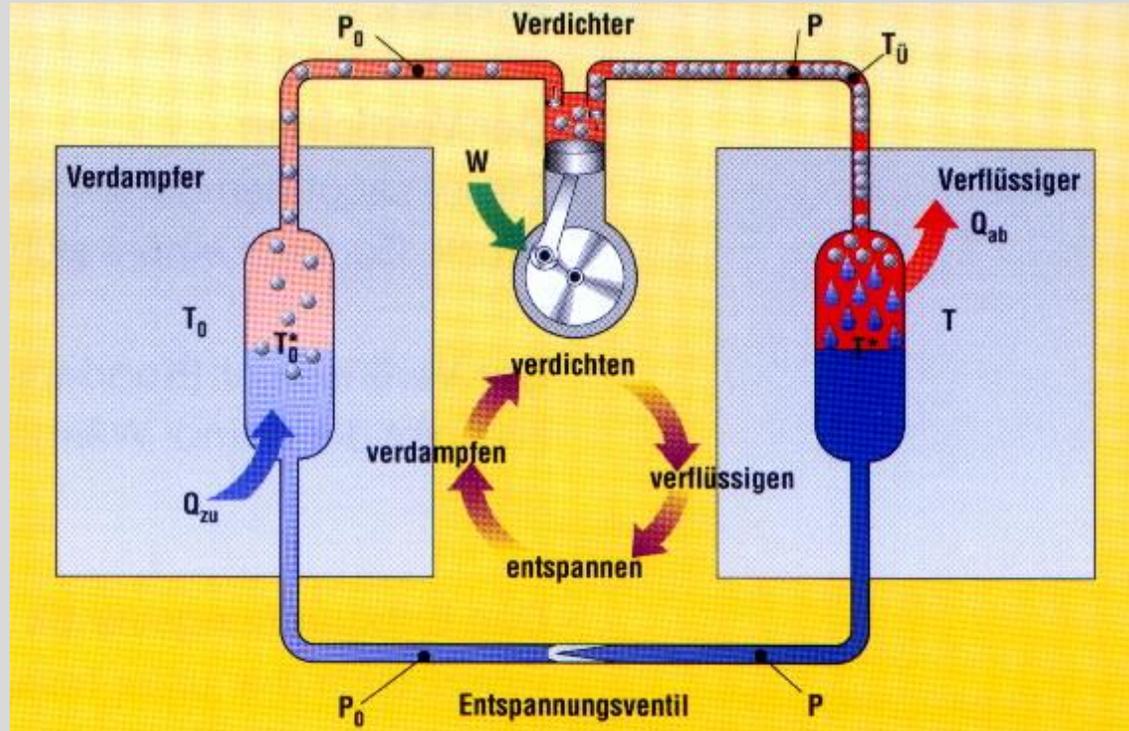
# Zukünftige Heizungssysteme dez./zentral (strombasiert)



Quelle: Fraunhofer IEE-Studie: Effizienzvergleich von Wärmepumpe und grünem Wasserstoff, eigene Darstellung

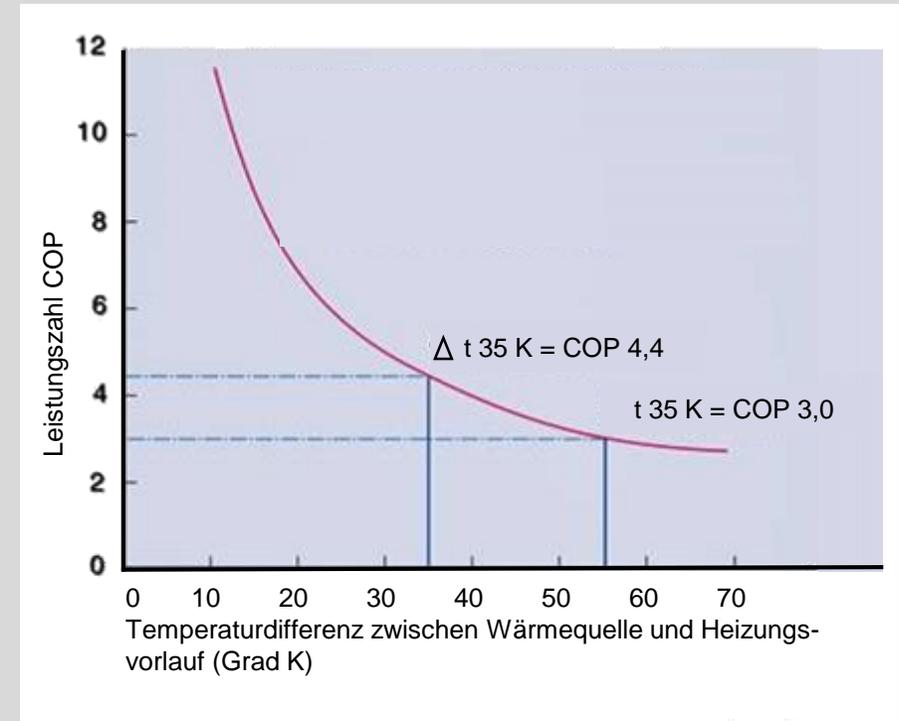
# Wärmepumpe (strombasiert)

Funktionsprinzip Wärmepumpe



Die Wärmepumpe entzieht der Umgebung des Hauses - Erdreich, Wasser oder Luft - gespeicherte Sonnenwärme und gibt diese plus der Antriebsenergie in Form von Wärme an den Heiz- und Warmwasserkreislauf ab. Genauso entzieht z.B. auch der Kühlschrank seinem Inneren die Wärme - und gibt diese dann nach außen ab.

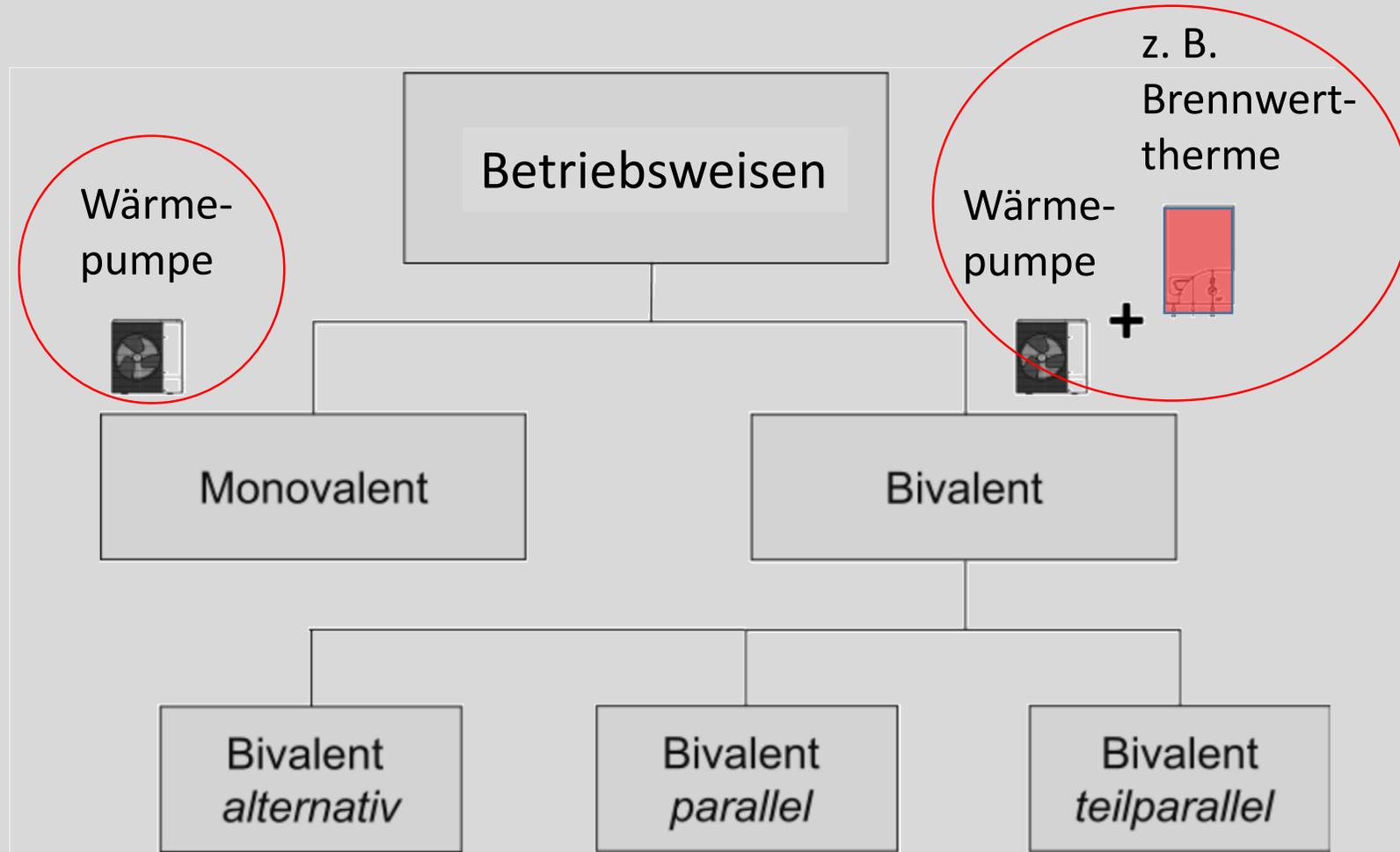
Leistungszahl: Abhängigkeit von Temperaturdifferenz



Die reale Leistungszahl (COP) ist von der Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und der Wärmeverteilung abhängig.

Je geringer dieser "Temperaturhub" ausfällt, um so wirtschaftlicher arbeitet jede Wärmepumpe.

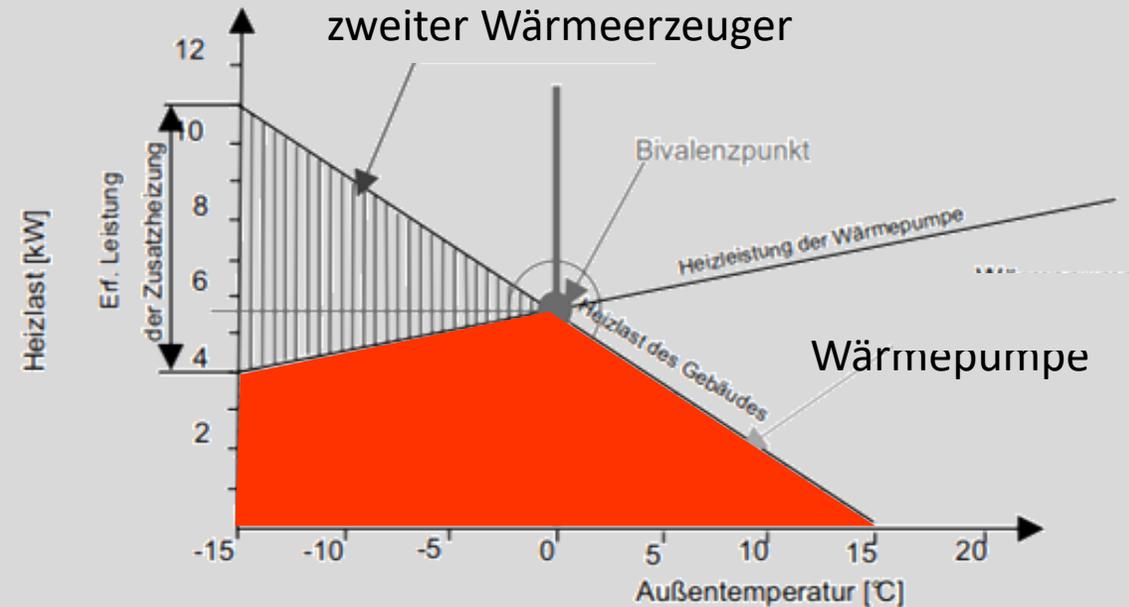
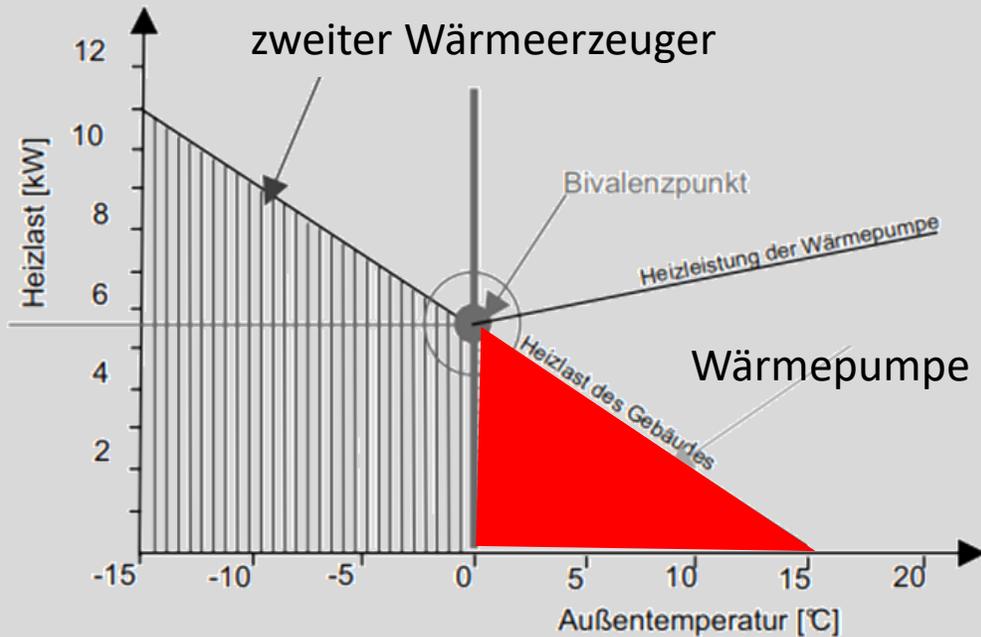
# Wärmepumpe (Betriebsweisen)



# Bivalente Betriebsweisen einer Wärmepumpe

bivalent alternativ

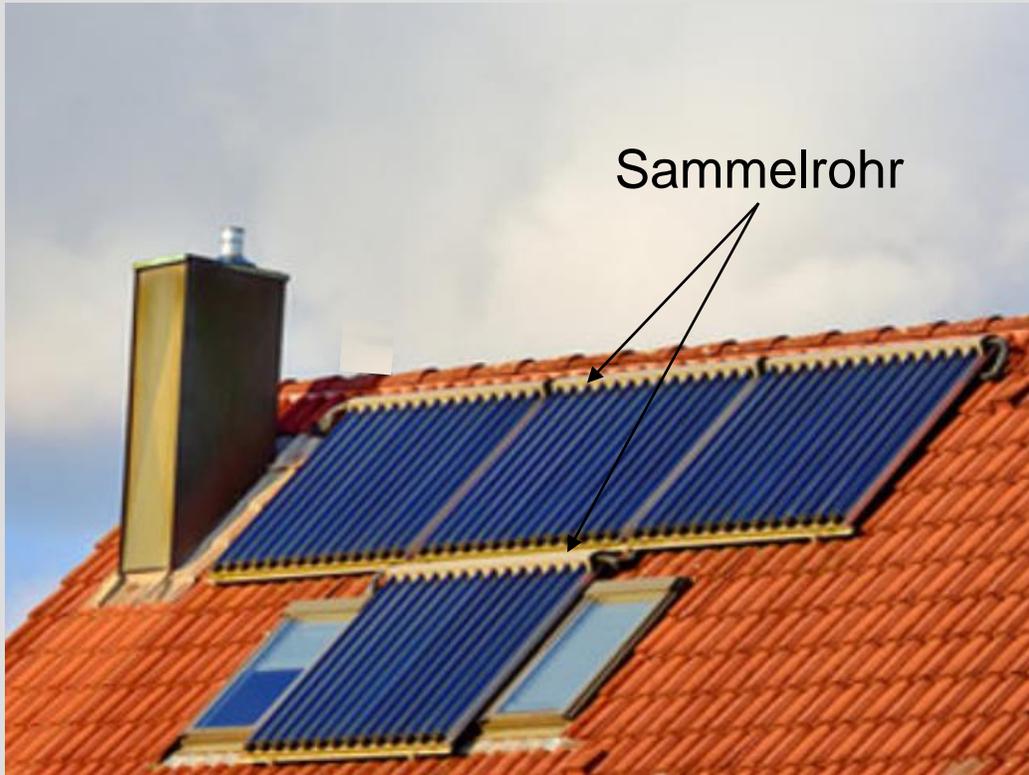
bivalent parallel



Quelle: August Brötje GmbH, broetje.de, eigene

# Solarthermie (wärmebasiert)

Vakuumpföhrnkollektoren



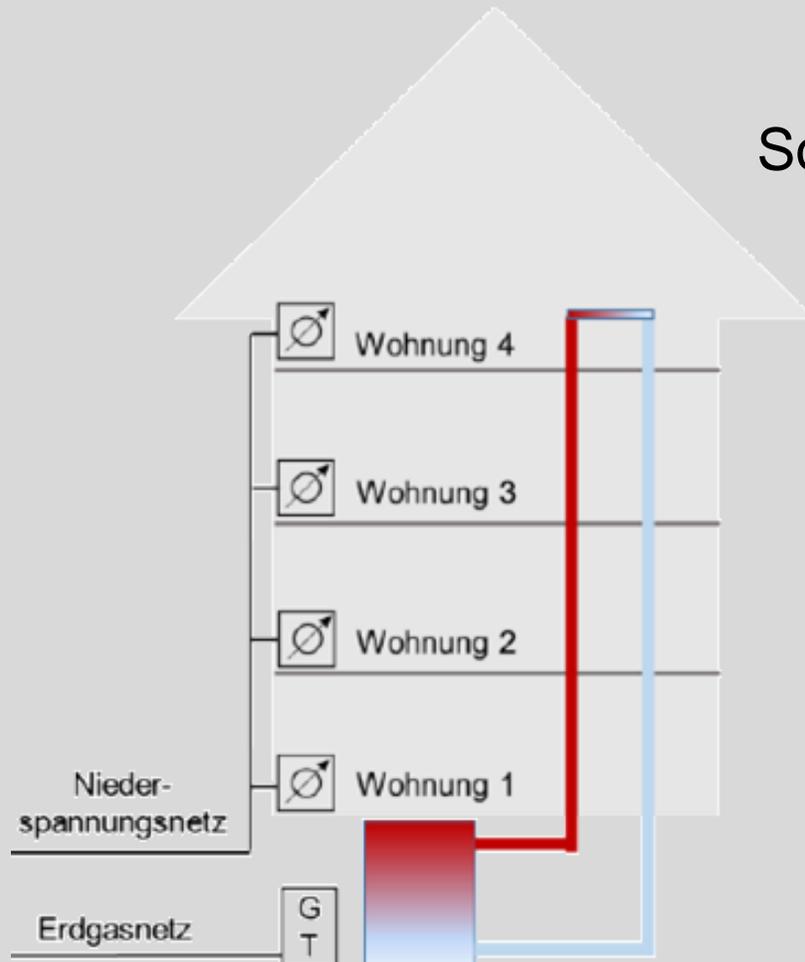
Mainz Kastel:  
Flachkollektoren im sozialen Wohnungsbau



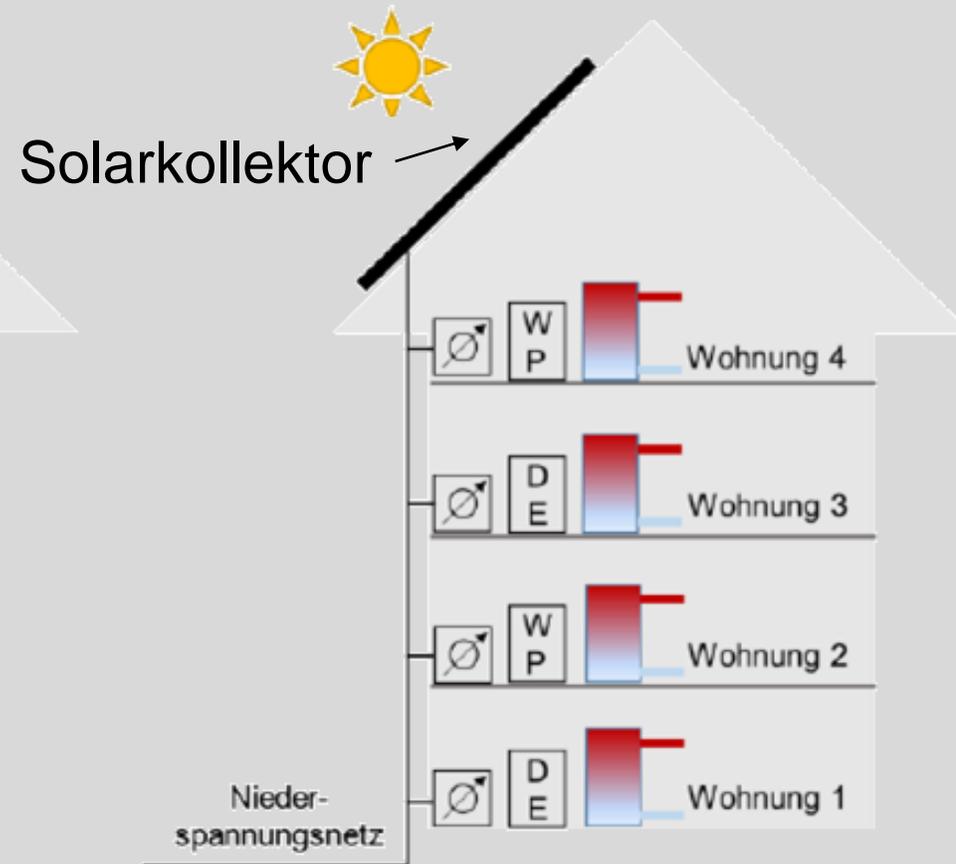
Foto: Koziol

# Dezentrale Solarwärmenutzung (wärmebasiert+WP)

konventionell

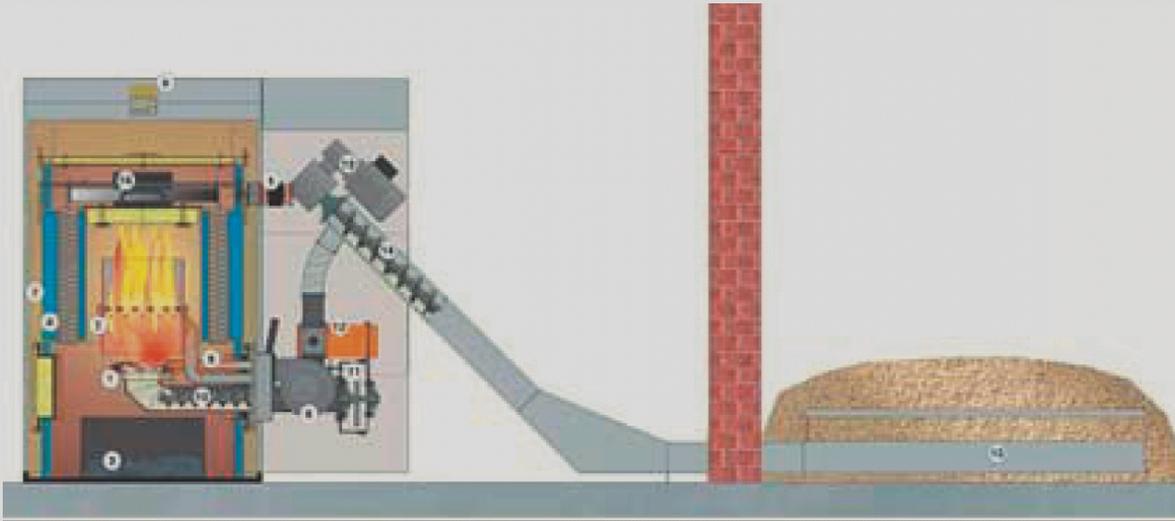


alternativ, solar+WP strombasiert



# Pelletheizung

Kesselanlage Basis Holzpellets



Einfüllstutzen für Pellets



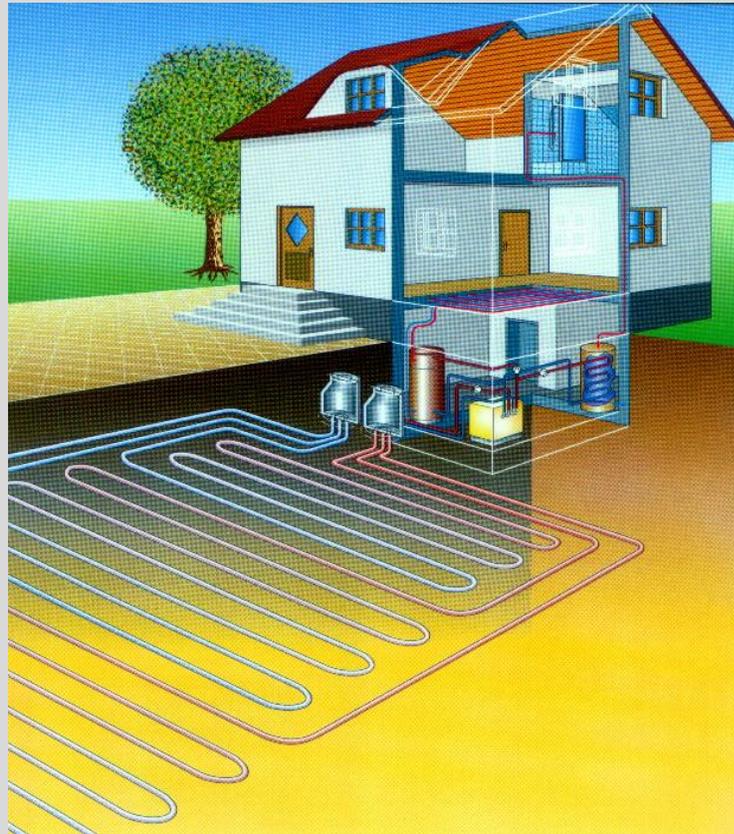
Pelletslager

KWK-Anlage Basis Holzpellets  
(Prinzip Holzvergaser)

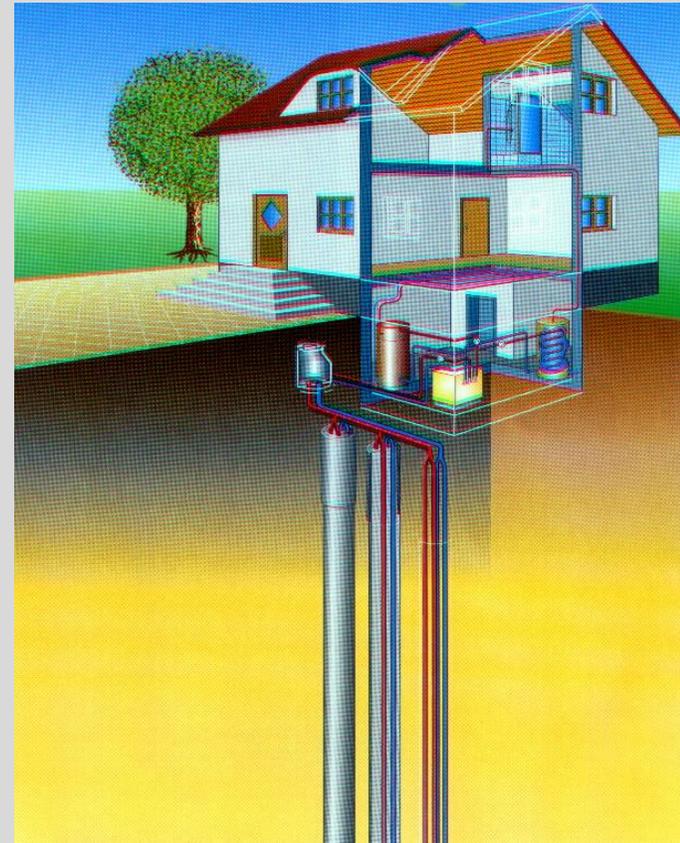


Quelle: Burkhardt

# Dezentrale Erdwärmennutzung (wärmebasiert+WP)



Erdreichkollector

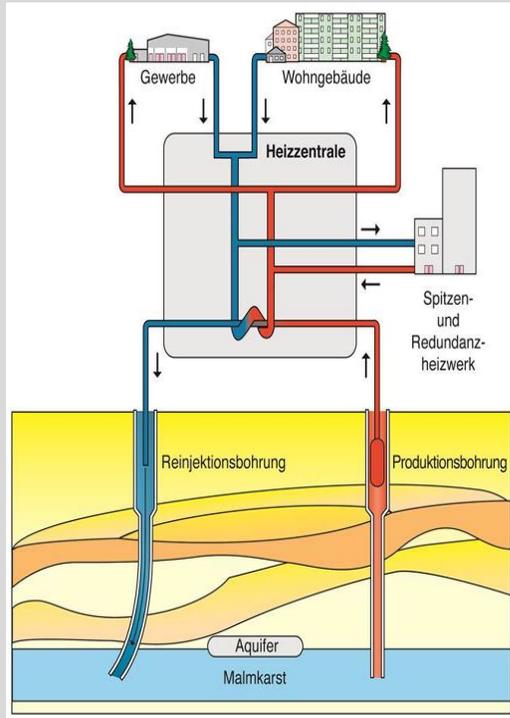


Vertikale Erdsonde

# Zentrale Tiefengeothermie (wärmebasiert+ggf. WP)

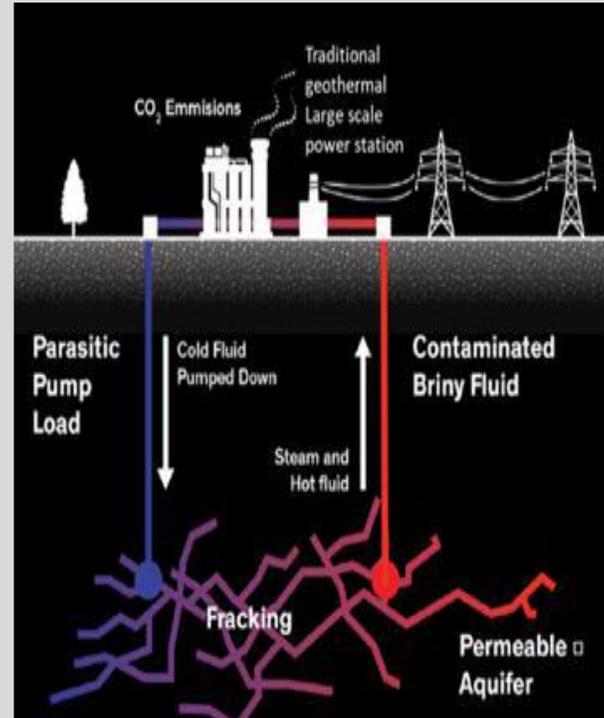
Tiefengeothermie (ggf. **nahe 100 % Wirkungsgrad**)

Petrothermales  
Verfahren



Quelle: Erdwärme Grünwald, GF Lederle

Hydrothermales  
Verfahren



Quelle: Eavor Präsentation 11.02.2021  
Robert Winsloe

Geschlossenes System  
(Eavor)



Quelle: Eavor Präsentation 11.02.2021  
Robert Winsloe

# (De-)Zentrale Abwasserwärmenutzung (wärmebasiert+WP)

## 1. Entnahme der Wärme in der Leitung



<https://www.rabmer.at>



Schwimmbad Sachsenamm Foto: Berliner Wasserbetriebe

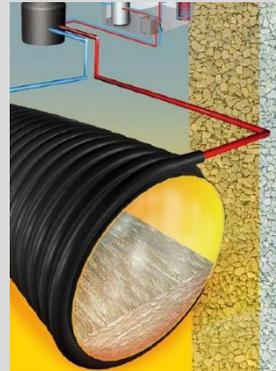


Bei nachträglichem Einbau werden die Wärmeübertrager als Einzellemente im Kanal zusammengesetzt  
Foto: Ulling Kanalttechnik

## 2. Entnahme der Wärme an der Leitung



<https://www.berdingbeton.de>



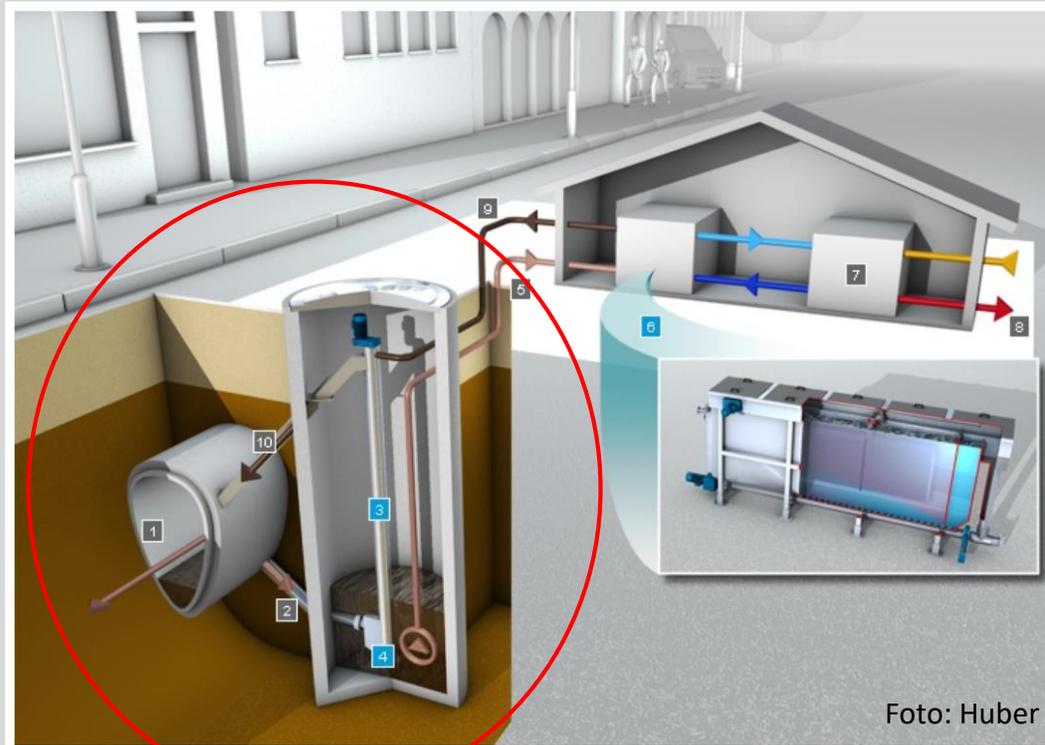
PKS-Thermpipe von FRANK



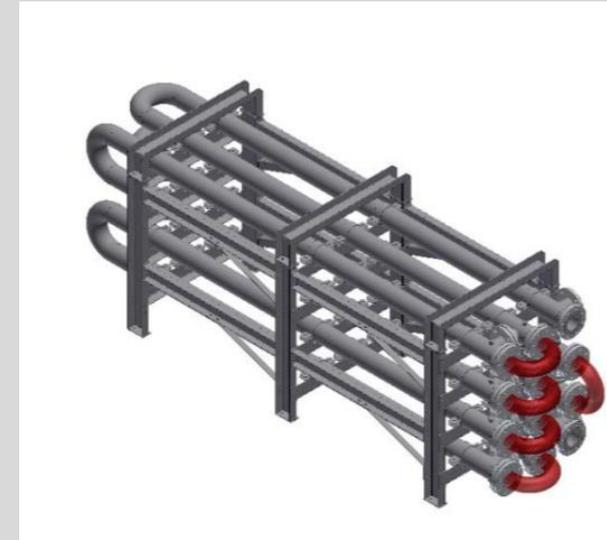
Foto: TEC MANAGEMENT

# (De-)Zentrale Abwasserwärmenutzung (wärmebasiert+WP)

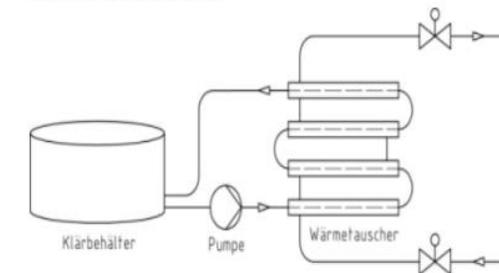
## 3. Entnahme des erwärmten Abwassers aus der Leitung



Bilder: Kasag



Beispiel Abwasserwärmenutzung  
in Kläranlage



Für welche Gebäudebestände ist welcher  
Wärmeerzeuger geeignet?

**Antwort: Heizsystem im Gebäude ist entscheidet!**  
(Heizkörper, Fußboden-/Flächenheizung)

## Zukunftsfähigkeit von Wärmeerzeugerstrukturen

Bewertung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und Eignung ausgewählter Heizsysteme im Gebäude (Neu/Ersatz nach Bund- bzw. Ländervorgaben)

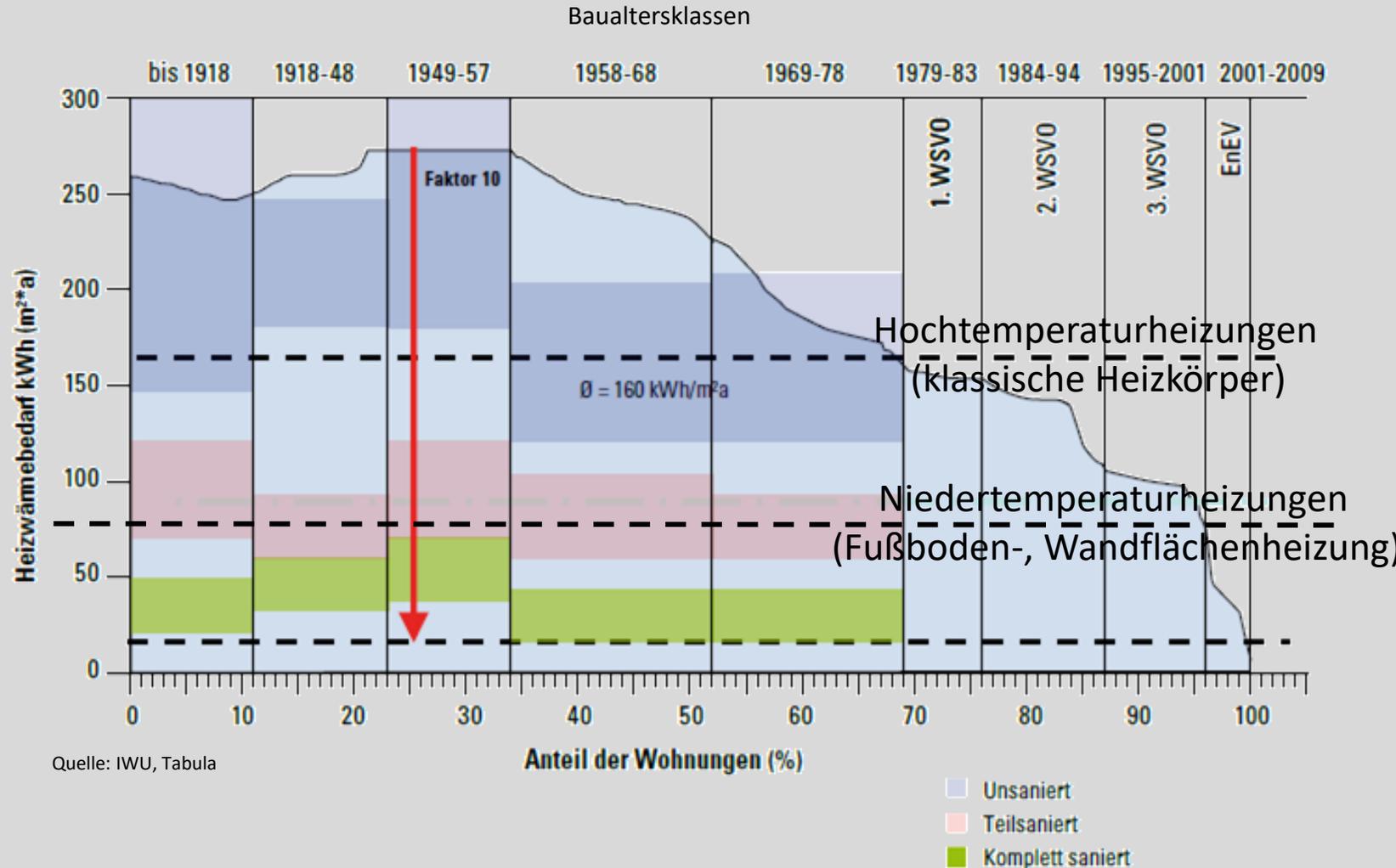
Quelle: Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung; Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V., Frankfurt am Main und Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1. Ausgabe/eigene Darstellung

Primärenergie	Wärmeerzeugung	Heute	2030	2035	2040	2045	
Erdgas	Brennwertkessel/Etagenheizung	Übergangslösung	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	
	KWK (BHKW)	Geeignet	Übergangslösung	Übergangslösung	Nicht zulässig	Nicht zulässig	
	KWK (Brennstoffzelle)	Geeignet	Übergangslösung	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	
	Hybrid-Geräte (Wärmepumpe & Gas)	Geeignet	Übergangslösung	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	
Wasserstoff, Biogas/-methan bzw. Syngase	Brennwertkessel H <sub>2</sub> -ready (Brennstoffswitch ab 2030)	Übergangslösung	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	
	Brennwertkessel/Etagenheizung	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	
	KWK (BHKW)	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	
	KWK (Brennstoffzelle)	Hochtemperaturheizungen (klassische Heizkörper)					Geeignet
	Hybrid-Gerät (Wärmepumpe & Gas)						Geeignet
Feste Biomasse	Kessel	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Übergangslösung	Übergangslösung	
	KWK	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	
Geothermie	Wärmepumpen	Niedertemperaturheizungen (Fußboden-, Wandflächenheizung)					Geeignet
Solarthermie							Geeignet
Abwärme <sup>1</sup>							Geeignet
Strom							Geeignet
	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	Geeignet	
	Übergangslösung	Übergangslösung	Übergangslösung	Übergangslösung	Übergangslösung	Übergangslösung	
	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	Nicht zulässig	

## Zukunftsfähigkeit von Heizsystemen im Gebäude

Bei gut gedämmten Gebäuden mit einem vergleichsweise niedrigem Heizwärmebedarf ist eher eine Fußbodenheizung zu bevorzugen.

Quelle: IWU, Tabula , eigene



# Hypothese

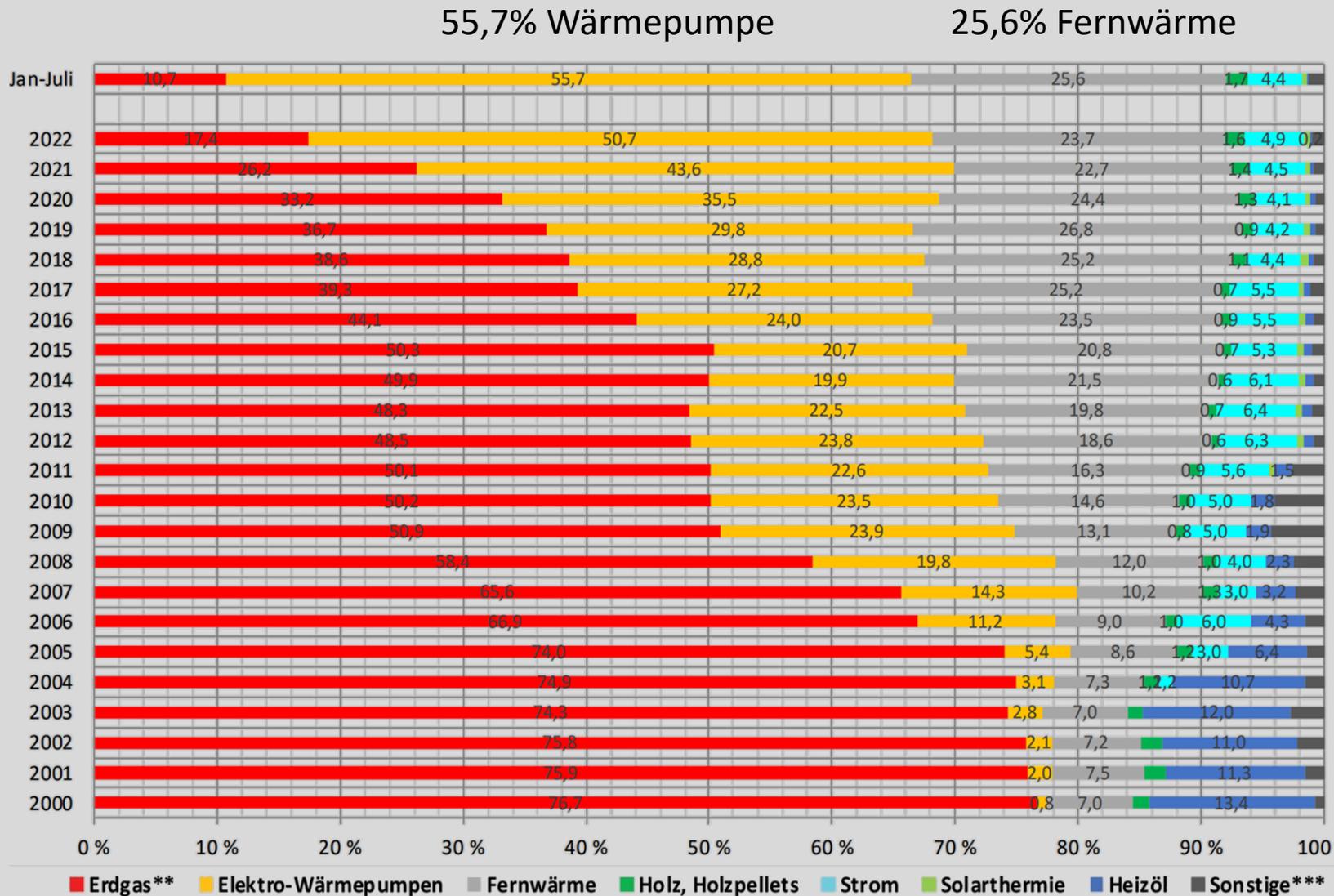
## 1. Altbauquartiere:

Die Wärmeerzeugung für Altbaubestände wird aufgrund notwendiger höherer Vorlauftemperaturen (zunächst) häufig mittels **hybrider Systeme** oder mit **Fernwärme** erfolgen.

## 2. Neubauquartiere:

Die Wärmeerzeugung für Neubauquartiere wird aufgrund niedriger Vorlauftemperaturen dezentral mittels **Wärmepumpen** und zentral mittels **Niedertemperatur-Fernwärme** erfolgen.

# Beheizungsstruktur Wohnungsneubau\* (Deutschland)



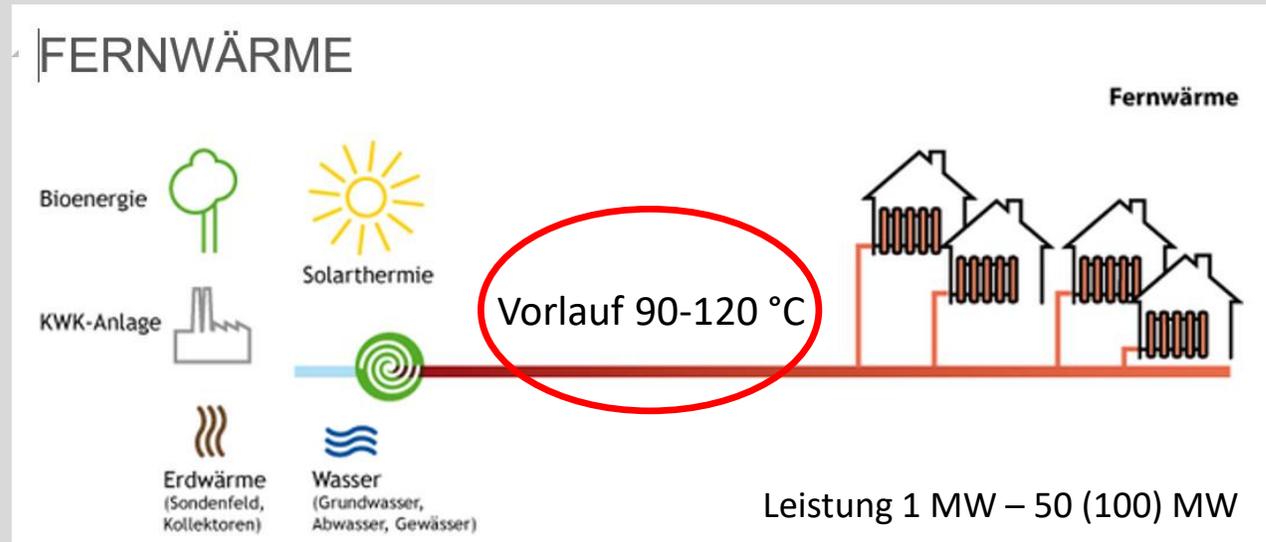
\* zum Bau genehmigte Wohnungen in neu zu errichtenden Wohngebäuden  
 \*\* einschl. Biomethan  
 \*\*\* bis 2003 einschl. Holz sowie bis 2011 einschl. Solarthermie

Quellen: Statistische Landesämter, BDEW; Stand: Oktober 2023

Voraussetzung für zentrale Wärmeversorgung sind Wärmeverteilsysteme.

Wie verändern diese sich in der Zukunft?

# Transformation der Fernwärme (Ausgangsbasis)



## Einsatzorte der Fernwärme

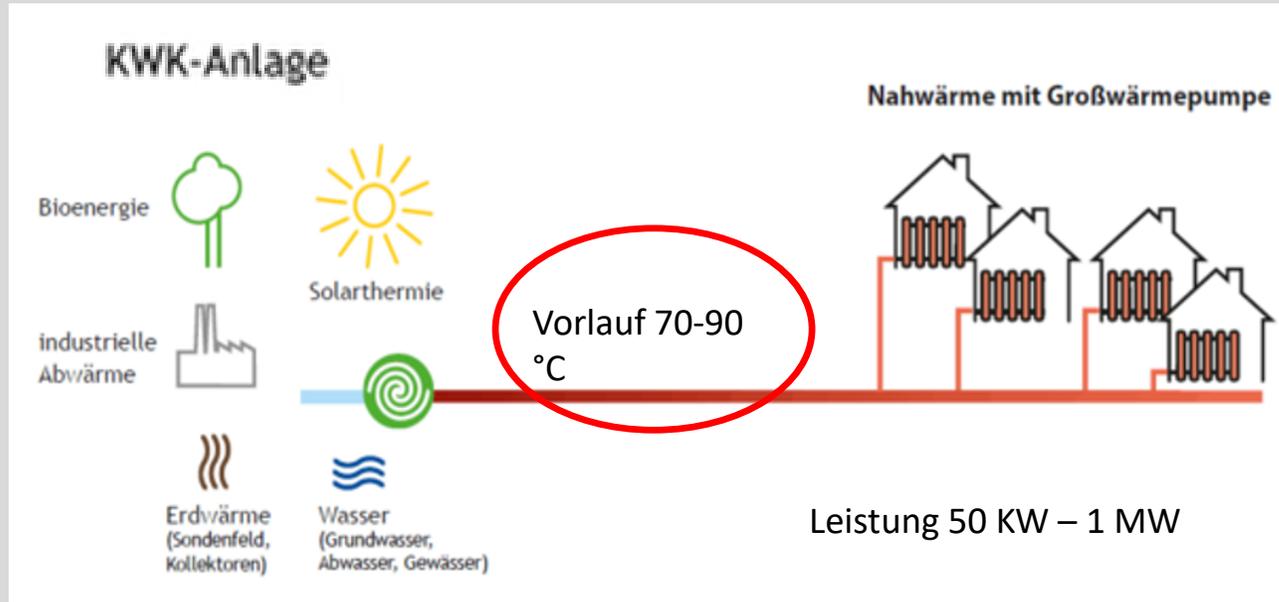
- Fernwärmenetze versorgen häufig innenstädtische Bauten und Altbauten mit hohen Temperaturanforderungen. Hier ist die Erschließung der Wärmequellen mit dezentralen Wärmepumpen eher weniger effizient oder kostenintensiver.
- Wärmepumpen können FW-Systemen flexibel eingesetzt werden, zum Beispiel auch zur Absenkung der Rücklauftemperatur und als Temperaturhub bei Wärmekunden mit speziellen Anforderungen.

## Mögliche Wärmequellen

- Abwärme aus Kraftwerken und BHKWs. Dadurch Steigerung der Kraftwerkseffizienz, aber auch Abhängigkeit vom Kraftwerksbetrieb.
- Abwärme aus Abwasser (Kanäle, Kläranlagen), Gewerbe (Rechenzentren) und Industrie
- Geothermie, Oberflächengewässer

Quelle: Bundesverband Wärmepumpen 2023 <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermenetze-siedlung-und-quartiere/#:~:text=Beim%20Konzept%20der%20kalten%20Nahw%C3%A4rme,Solarthermie%20oder%20eine%20Kombination%20dieser.>)

# Transformation Fernwärme/Ausbau Nahwärme (Absenkung der Netztemperatur)

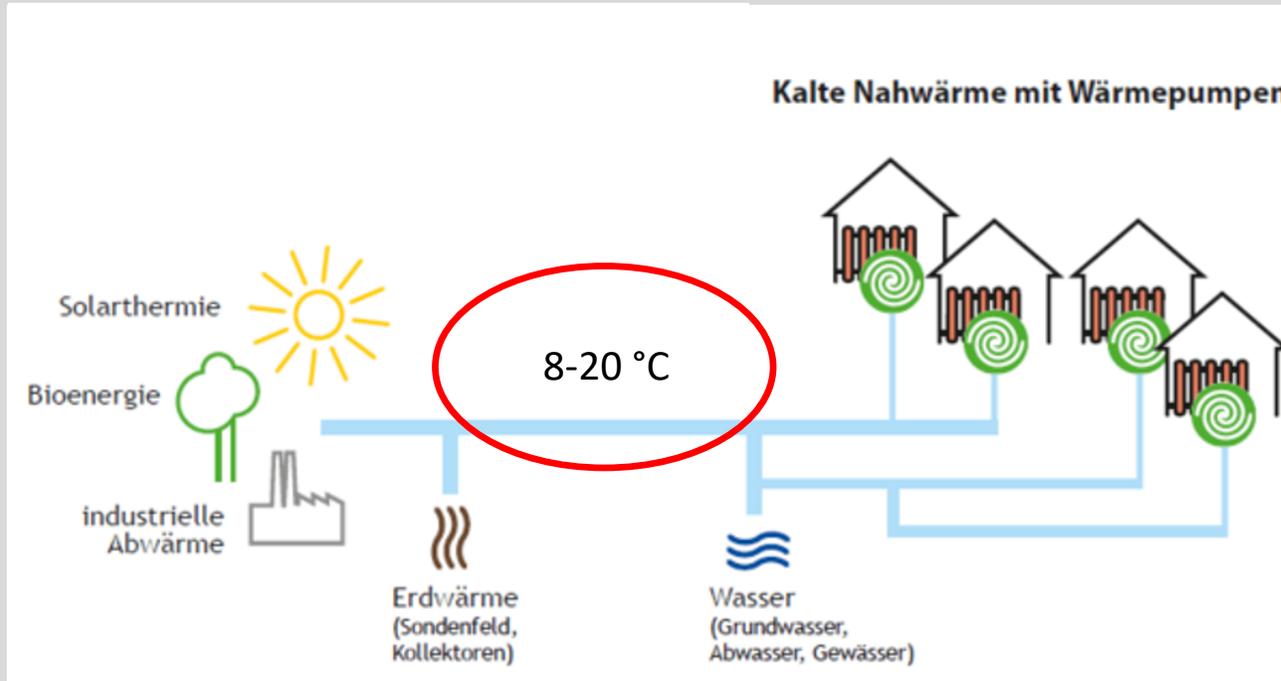


## Vorteile:

- Wegen der Systemtemperatur von 70 bis 90 Grad C gut geeignet für die Umstellung von Erdgas oder anderen dezentralen Techniken auf Quartierswärmenetze mit BHKW oder Wärmepumpen (im Gebäudebestand)
- Der neue CO<sub>2</sub>-Emissionshandel ist derzeit nachteilig für BHKW-Netze, weil der CO<sub>2</sub>-Preis für Strom- und Wärmeerzeugung anfällt, aber nur wärmeseitig umgelegt werden kann. Die Umstellung auf eine Wärmepumpe stellt hier eine finanzielle Entlastung dar.
- Bei einem Gebäudenetz (alle versorgten Gebäude gehören einem Eigentümer, z. B. einer Wohnungsgesellschaft) besteht Anspruch auf die Förderung aus dem BEG: bis zu 45% bei Ersatz von Ölkesseln!

Quelle: Bundesverband Wärmepumpen 2023 <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermenetze-siedlung-und-quartiere/#:~:text=Beim%20Konzept%20der%20kalten%20Nahw%C3%A4rme,Solarthermie%20oder%20eine%20Kombination%20dieser.>)

# Transformation Fern- bzw. Nahwärmesysteme (Kalte Fernwärme mit geringer Netztemperatur)



## Vorteile der kalten Nah- und Fernwärme:

- Systemtemperaturen zwischen 8 bis 20 Grad C
- Netz arbeitet ggf. auch als Erdwärmekollektor, was die Systemeffizienz erhöht.
- Ein zukünftiger Ausbau des Netzes in Etappen ist problemlos umsetzbar
- Kann ggf. auch für Gebäudekühlung eingesetzt werden

## Mögliche Wärmequellen kalte Nah-/ Fernwärme:

- Erdwärme, gewonnen durch Sonden oder Kollektoren
- Grundwasser, über Brunnen nutzbar
- Abwärme oder Kühlanlagen, Industriebetrieben, Rechenzentren o. ä.
- Abwasser mit konstant hohen Temperaturen
- Solarthermie, insbesondere große Freiflächenanlagen
- Bioenergie- oder KWK-Anlagen

Quelle: Bundesverband Wärmepumpen 2023 <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermenetze-siedlung-und-quartiere/#:~:text=Beim%20Konzept%20der%20kalten%20Nahw%C3%A4rme,Solarthermie%20oder%20eine%20Kombination%20dieser.>)

# Integrationsmöglichkeiten erneuerbarer Primärenergieträger in zentrale Fernwärme-/Nahwärmesysteme

Vorlauf-temp. [°C]	Bezeichnung	Erneuerbare-Energien nach Erzeugern							
		P2G (inkl. H <sub>2</sub> )	Bio-energie	P2H direkt	P2H WP		HT-Abwärme	Tiefen-Geoth.	Solar-thermie
					Umwelt	NT-Abwärme			
	Dampfnetz	✓	✓	✓					
> 140	Hoch-temperaturnetz	✓	✓	✓			(✓)		
> 110	Heißwassernetz	✓	✓	✓	(✓)	(✓)	(✓)		
90 – 110	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
< 90 – 95	Nieder-temperaturnetz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
bei 70	Low-Ex-Netze	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
min. 60	<b>Mindestanforderung (Legionellen)</b>								
≤ 30	Kalte Nahwärme	(✓)	(✓)	(✓)	✓	✓	(✓)	(✓)	✓

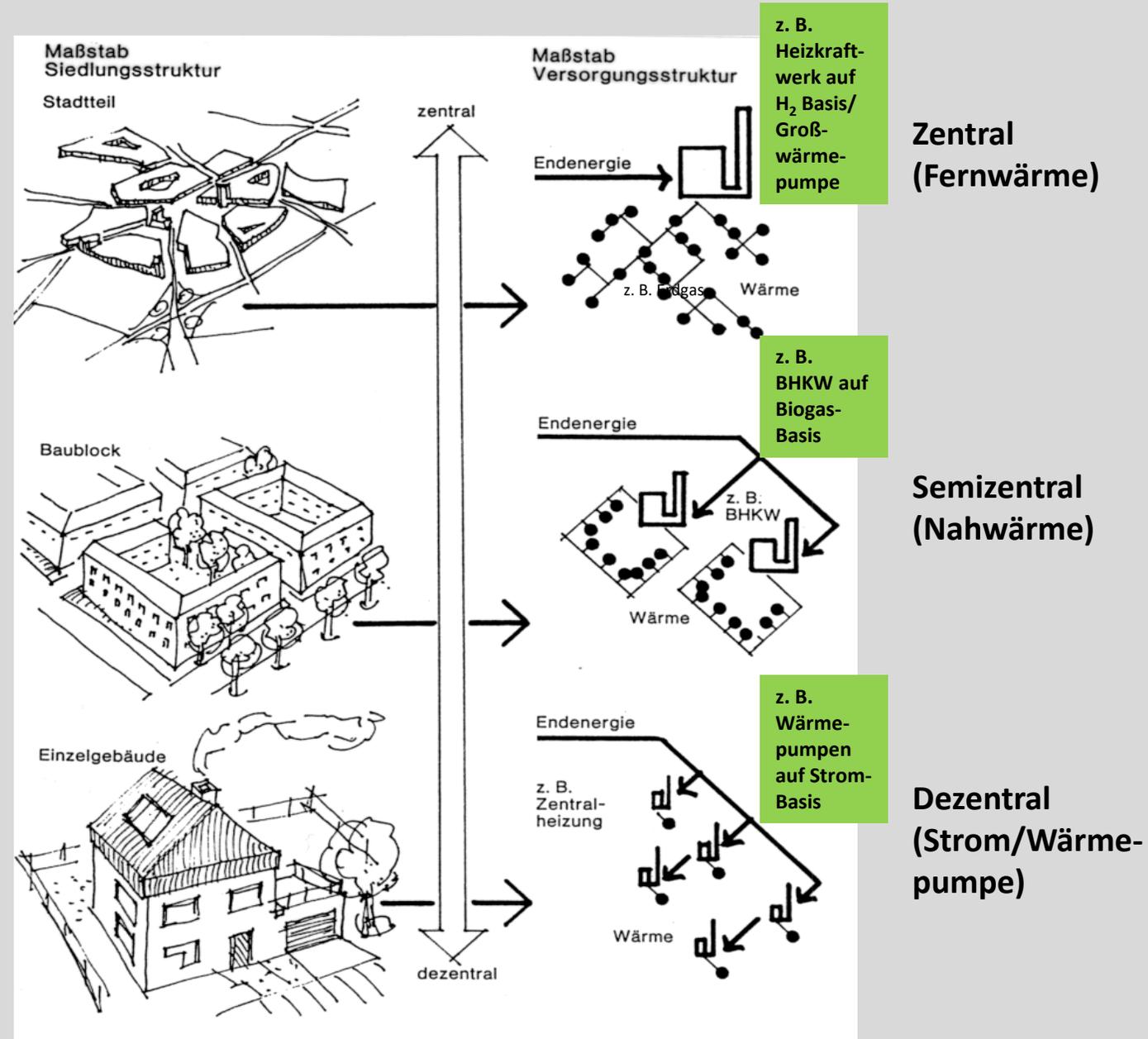
Quelle: Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung; Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V., Frankfurt am Main und Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1. Ausgabe

Für welche städtebaulichen Strukturen ist welches Wärmeverteilsystem geeignet?

**Antwort: Wärmeabnahmedichte entscheidet!**  
(Fernwärme/Nahwärme/Gasnetz/Stromnetz)

# Systemwahl für die Wärmeversorgung

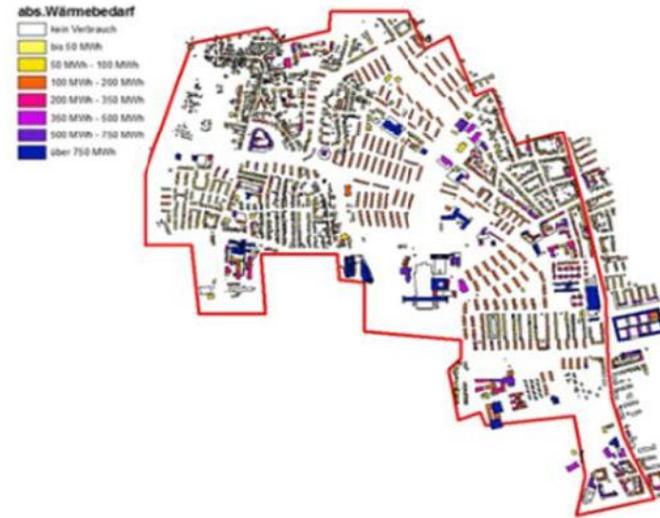
Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und Einsatzmöglichkeiten der Fern-/Nahwärme und einer dezentralen Wärmeversorgung (z. B. mit Strom/Wärmepumpen) (schematisch)



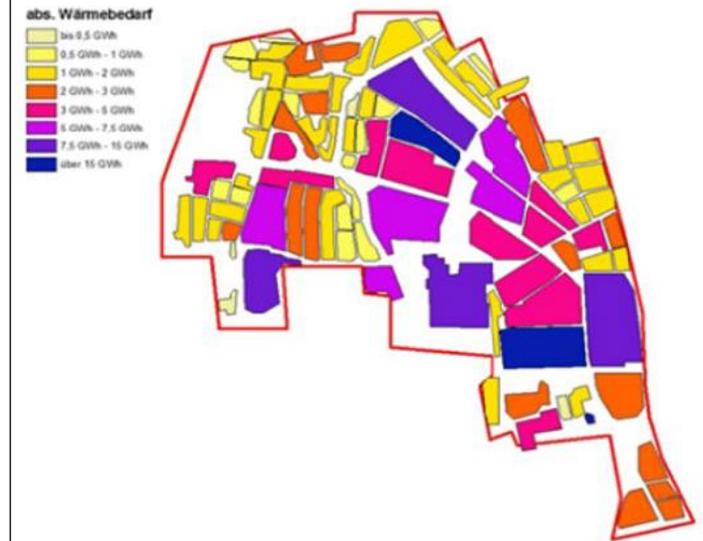
## Basis: Ermittlung des Wärme- bedarfes

Quelle: Praxisleitfaden kommunale Wärmeplanung; Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e.V. und DVGW e.V., Frankfurt am Main und Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1. Ausgabe

### Analyse auf Gebäudeebene



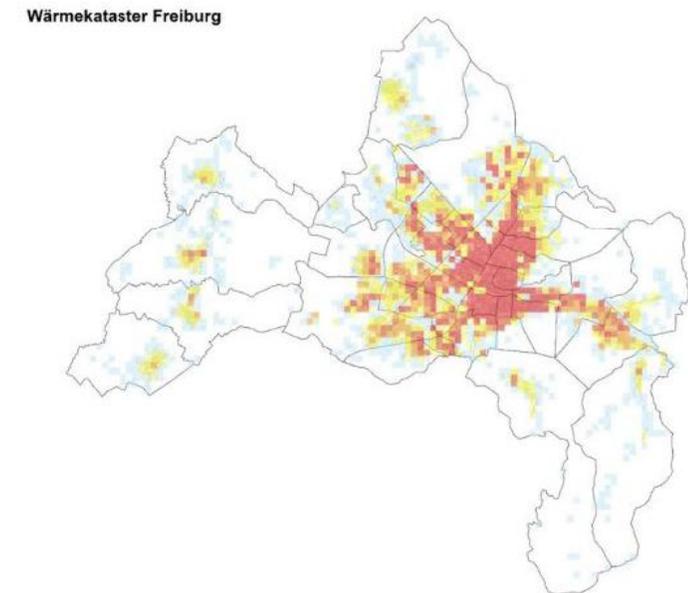
### Analyse auf Blockebene



### Analyse nach Liniendichte



### Analyse auf Stadtebene

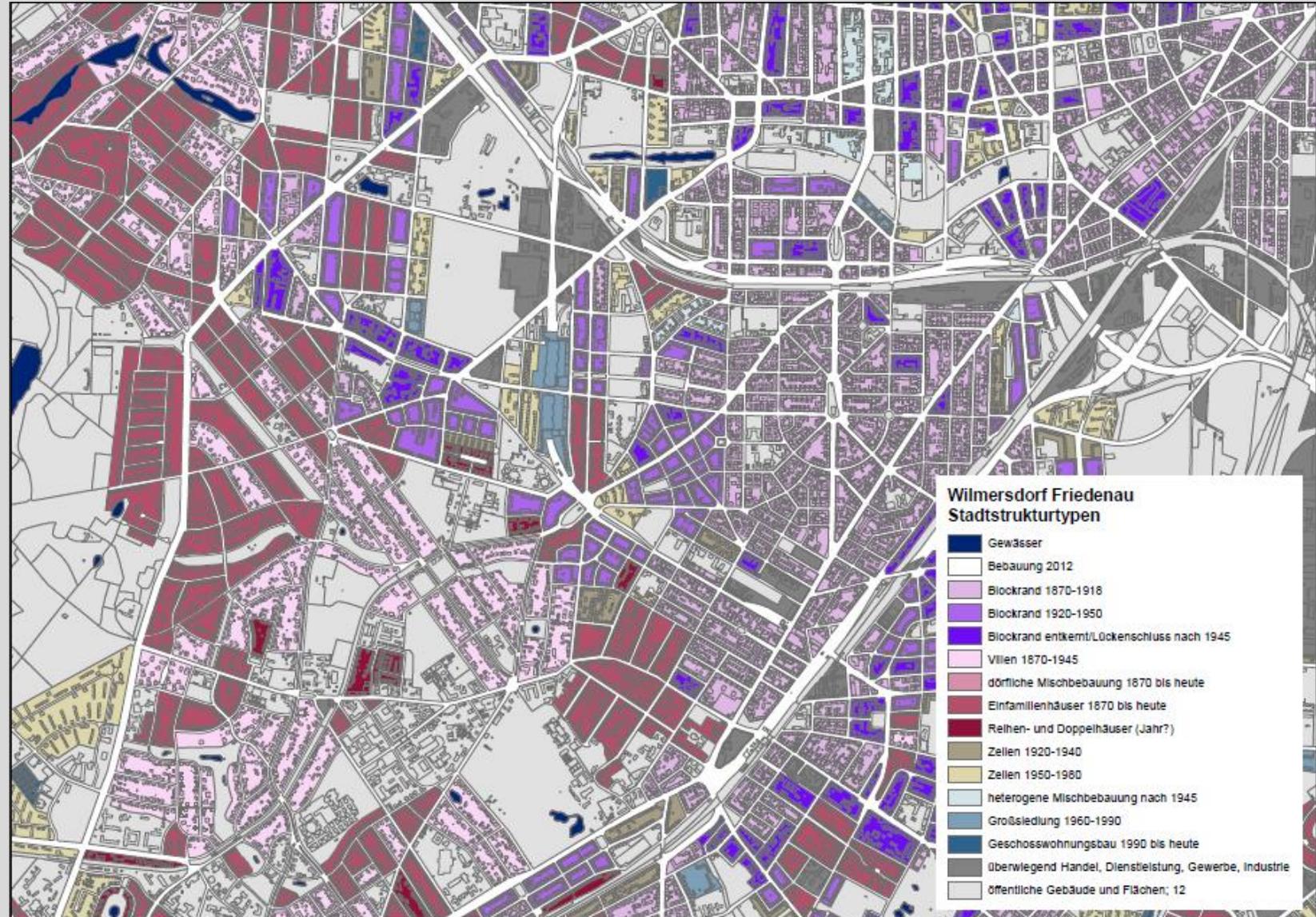


# Eignung: Gebäudetypen - Versorgungssysteme

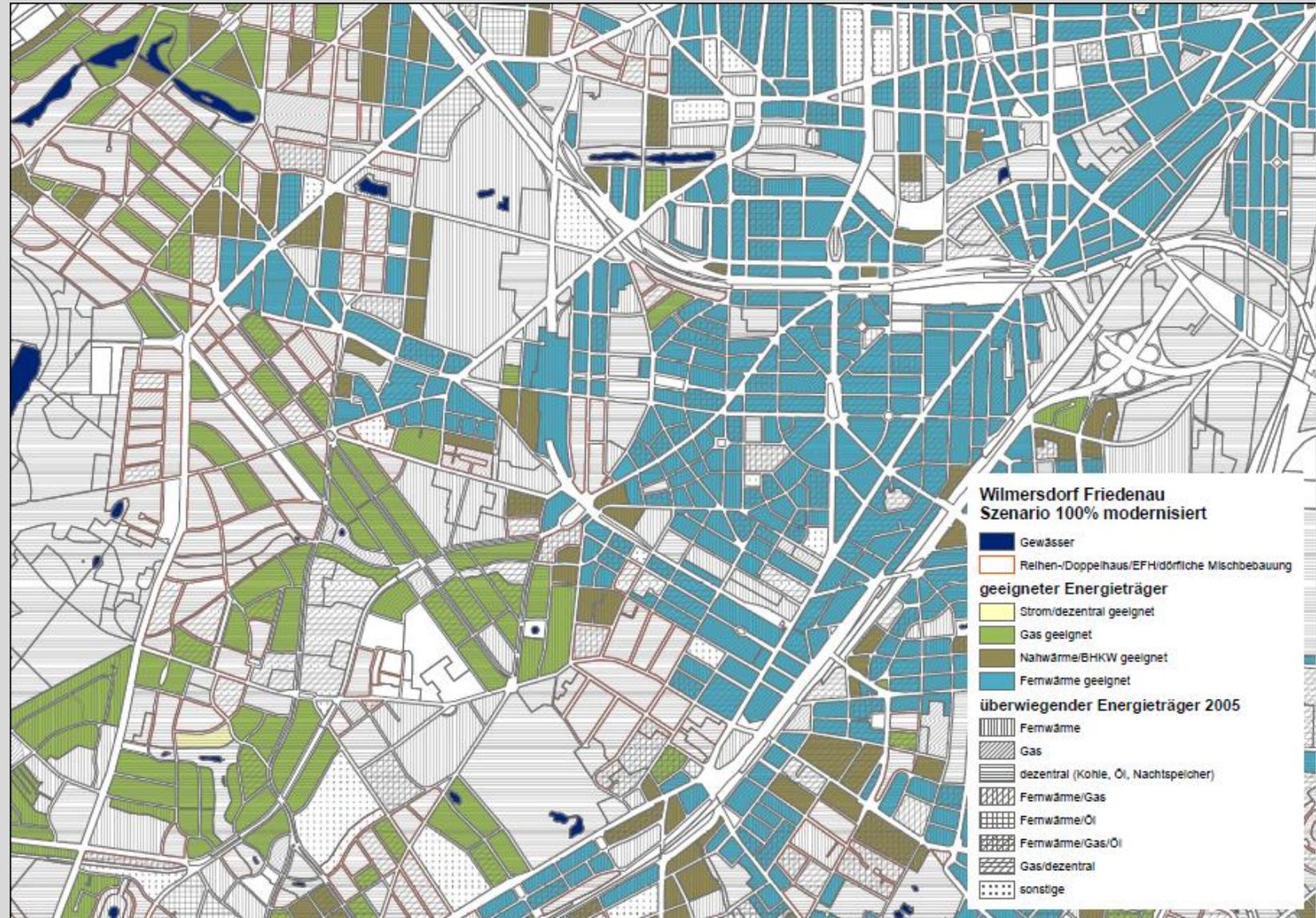
		unsaniert	saniert		unsaniert	saniert		unsaniert	saniert		unsaniert	saniert		unsaniert	saniert		unsaniert	saniert																												
ST1		EFH_A		EFH_C*		EFH_D**		EFH_E**		EFH_F		EFH_F/F**		EFH_G																																
GFZ	0,1 - 0,3	14	41	5	15	4	13	12	35	5	14	4	12	13	38	5	16	4	12	11	32	5	14	4	11	11	34	5	16	3	9	7	20	5	14	3	8	7	22	4	11	3	8			
ST2		EFH_A		EFH_C*		EFH_D**		EFH_E**		EFH_F		EFH_F/F**		EFH_G																																
GFZ	0,4 - 0,6	55	82	20	30	18	27	46	69	19	28	16	24	51	77	22	33	16	24	43	64	19	29	14	21	45	67	21	32	12	18	27	41	19	29	10	16	29	44	15	22	11	17			
ST3		EFH_H		RH_C*		RH_D**		RH_E*		RH_F**		RH_G		RH_H***																																
GFZ	0,4 - 0,6	36	54	21	32	16	24	37	56	18	28	16	23	38	57	19	29	16	24	29	44	16	24	13	20	36	54	16	25	14	21	30	46	19	28	16	24	21	32	14	21	12	18			
ST4		EFH_B*		EFH_C*		RH_D**		RH_E*		RH_F**		RH_G		RH_H***																																
GFZ	0,5 - 0,9	74	132	29	52	26	47	58	104	24	42	20	36	47	73	24	43	20	37	37	56	20	36	17	30	45	69	21	37	17	31	38	68	24	42	20	36	27	48	18	32	15	27			
ST5		MFH_F		MFH_H		MFH_I <sup>02</sup>		NBL_MFH_D		NBL_MFH_E		NBL_MFH_F		NBL_MFH_G*																																
GFZ	1,0 - 1,4	81	113	47	65	40	55	74	104	47	65	42	59	48	68	48	68	44	61	60	84	34	48	29	41	55	76	35	49	31	44	102	143	38	53	32	45	51	72	34	48	31	43			
ST6		EFH_B*		RH_B*		MFH_A		MFH_B		MFH_E		MFH_G		MFH_H																																
GFZ	1,2 - 1,7	113	161	45	63	40	57	88	124	40	57	34	49	100	141	43	62	39	55	79	111	40	57	36	52	74	104	34	49	31	44	53	76	33	47	30	42	57	81	36	51	32	46			
ST7		GMH_B		GMH_F		NBL_GMH_D		NBL_GMH_E		NBL_GMH_F		NBL_GMH_G*		NBL_GMH_H**																																
GFZ	2,0 - 4,0	115	231	59	118	56	113	100	200	54	108	51	103	78	155	44	89	42	84	78	157	36	72	34	68	89	178	39	78	37	75	67	135	39	78	37	75	56	112	34	67	32	64			
ST8		EFH_A		MFH_A		MFH_B																																								
GFZ	3,0 - 4,5	265	397	96	145	87	130	249	374	109	163	98	147	197	295	101	152	91	137																											

$\leq 10 \text{ GWh/km}^2 \text{ a}$       => Strom/ dezentral  
 $\geq 10 \text{ GWh/km}^2 \text{ a} \leq 30 \text{ GWh/km}^2 \text{ a}$       => Gas  
 $\geq 30 \text{ GWh/km}^2 \text{ a} \leq 50 \text{ GWh/km}^2 \text{ a}$       => NW BHKW  
 $\geq 50 \text{ GWh/km}^2 \text{ a}$       => Fernwärme (NW BHKW)

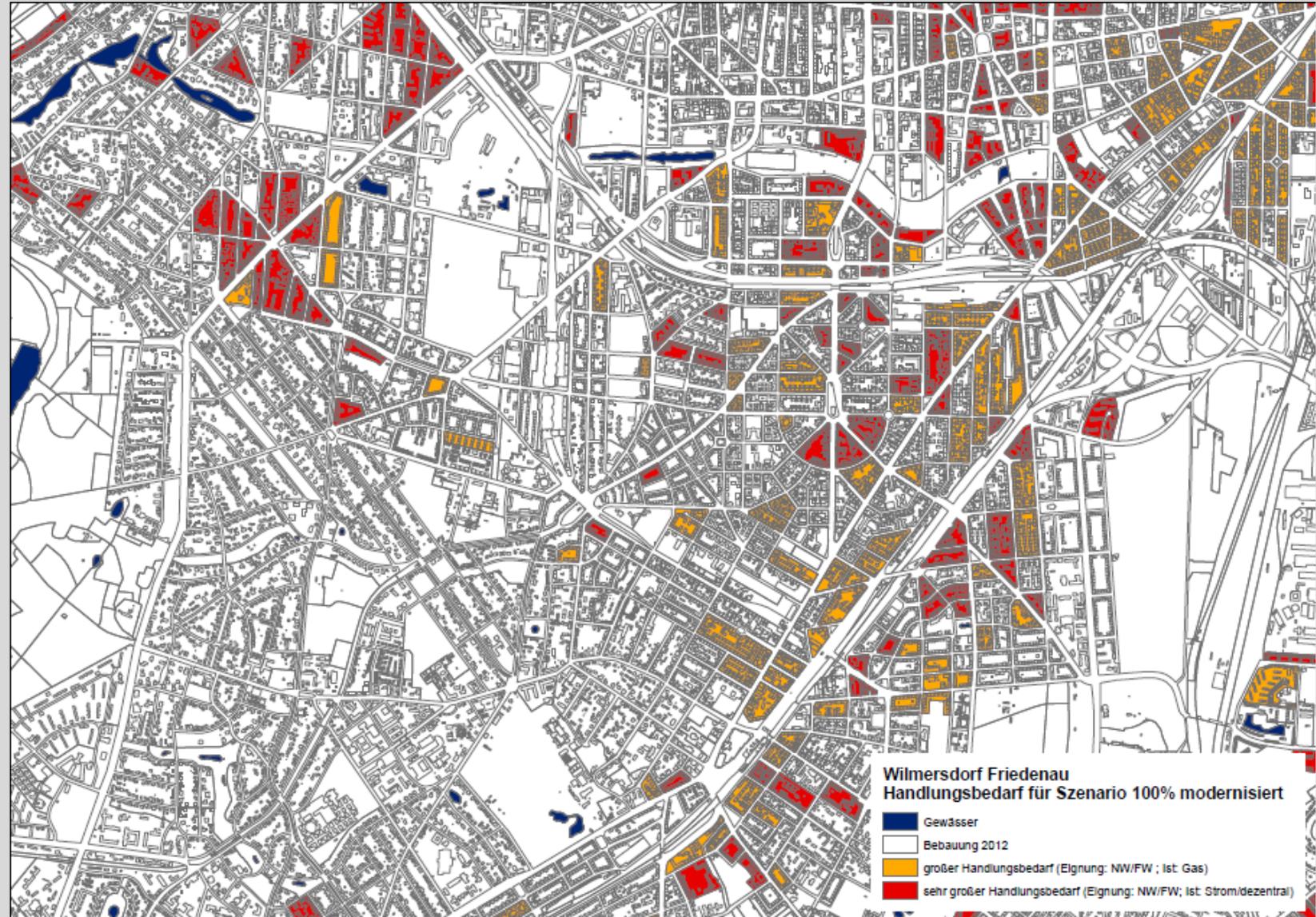
# Stadttypen/Gebäudetypen (Berlin Wilmersdorf-Friedenau)



# Focusgebiete für Fernwärme (Berlin Wilmersdorf – Friedenau)

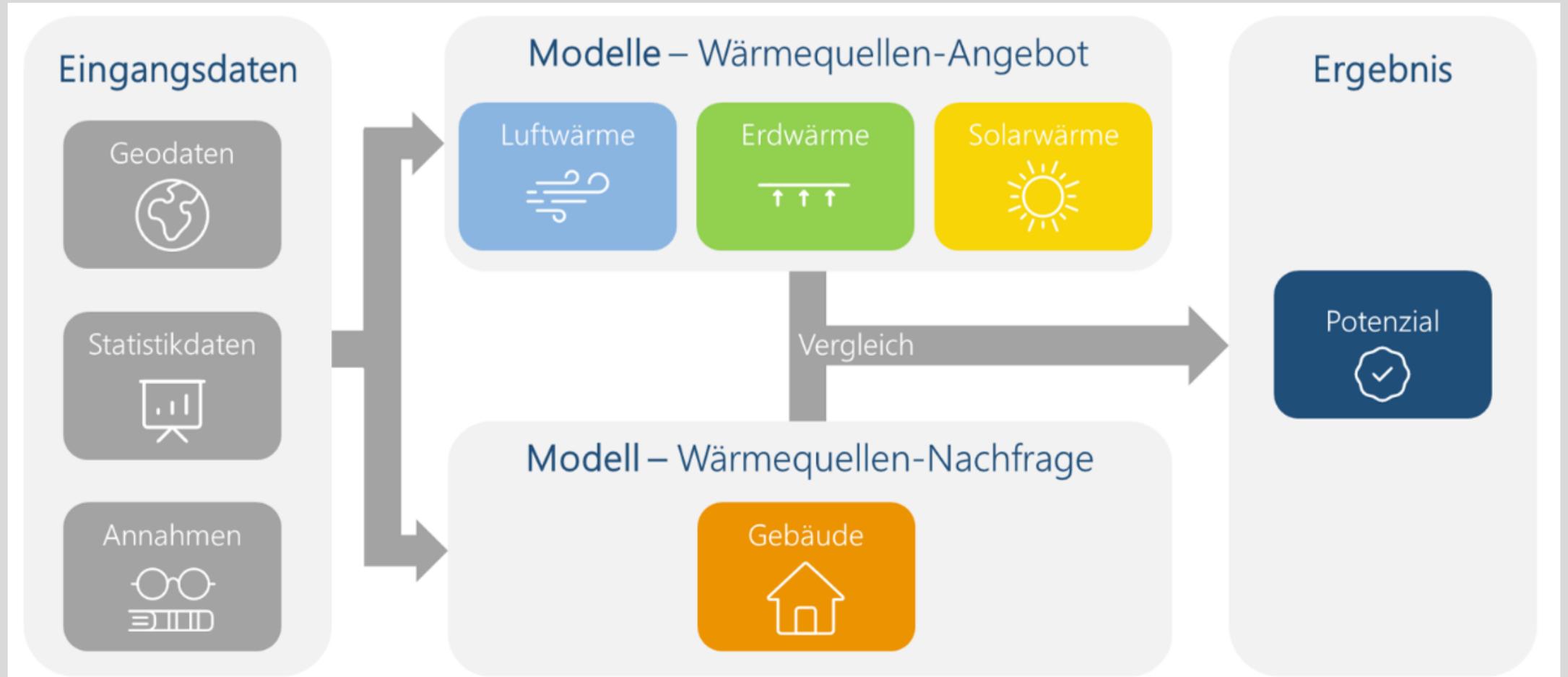


# Focusgebiete Fernwärme (Berlin Wilmersdorf-Friedenau)



# Ermittlung von Focusgebieten für Wärmepumpen

Zentrale Rolle bei Umstellung der Heizungen → Wärmepumpen (dezentral und zentral)



Quelle: FFE München, Wüstenrot Stiftung

# Focusgebiete für WP-dezentral

(vor allem Einfamilienhausgebiete)

-  für mindestens eine Wärmepumpentechnologie wahrscheinlich geeignet
-  für mindestens eine Wärmepumpentechnologie ggf. geeignet
-  für Wärmepumpentechnologien eher nicht geeignet
-  Aus verschiedenen Gründen nicht bewertet (z. B. weil fernwärmeversorgt)

## Daraus folgt als Strategieansatz:

→ Umstellung der sehr häufig vorhandenen Gaszentralheizungen auf dezentrale Wärmepumpenheizungen (in den kommenden Jahren)

Quelle: FFE München, Wüstenrot Stiftung



# Focusgebiete - WP eher ungeeignet)

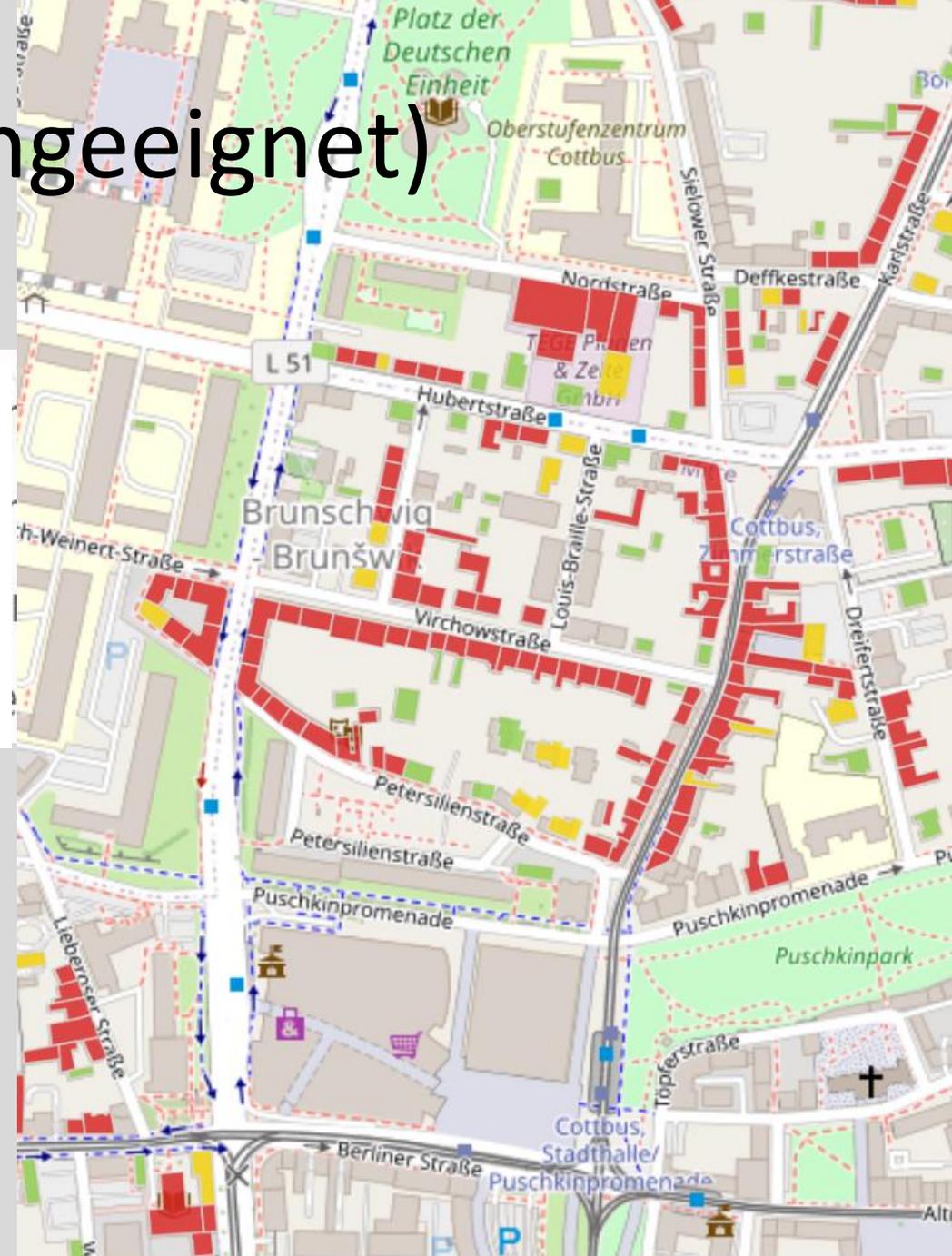
(z. B. Mehrfamilienhäuser Gründerzeit)

-  für mindestens eine Wärmepumpentechnologie wahrscheinlich geeignet
-  für mindestens eine Wärmepumpentechnologie ggf. geeignet
-  für Wärmepumpentechnologien eher nicht geeignet
-  Aus verschiedenen Gründen nicht bewertet (z. B. weil fernwärmeversorgt)

## Daraus folgt als Strategieansatz:

→ Fernwärme-/Nahwärmeausbau, ggf. in Verbindung mit Wärmepumpen

Quelle: FFE München, Wüstenrot Stiftung

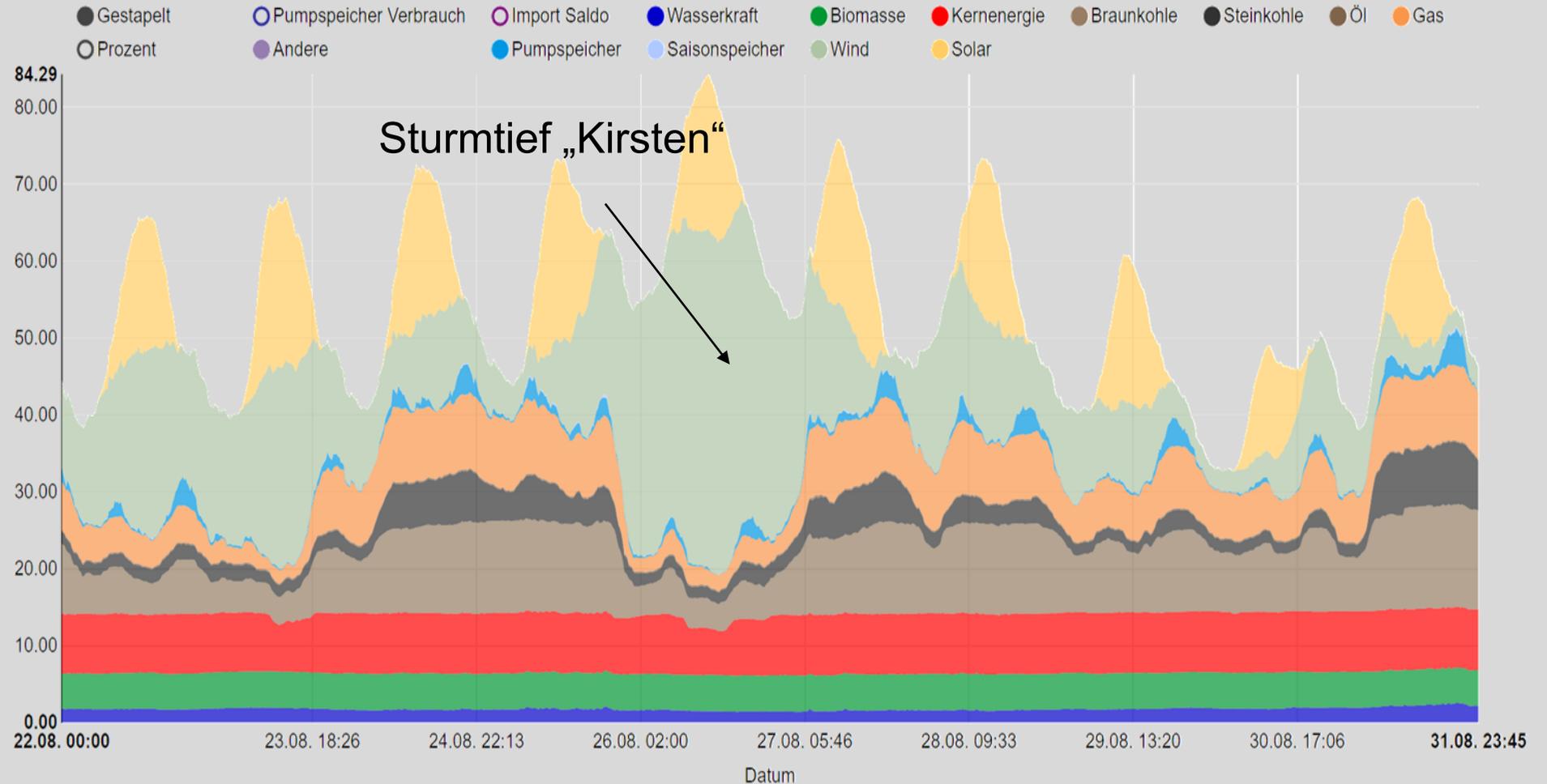


Wichtigste Voraussetzung: (Ausnahme Tiefen-Geothermie)

Ökostrom !

# Notwendigkeit von Speichern

Stromproduktion (GW) August 2020 (Deutschland, 22.08. - 31.08.2020)



# Notwendigkeit von Verwertungsmöglichkeiten von Überschuß-Strom (→ Fernwärme)



**Elektrodenkessel**  
(Kraftwerk  
Nossener Brücke,  
Dresden)



Quelle: Foto Koziol

# Notwendigkeit von Wärmespeichern



Wärmespeicher

Wärmespeicher  
(HKW-Cottbus)

Quelle: Foto Koziol

# Notwendigkeit von Wärmespeichern

Halle <https://youtu.be/Nf6JqpPyNCM>



Potsdam (1.200 MWh, 41000 m<sup>3</sup>)



# Notwendigkeit von Wärmespeichern

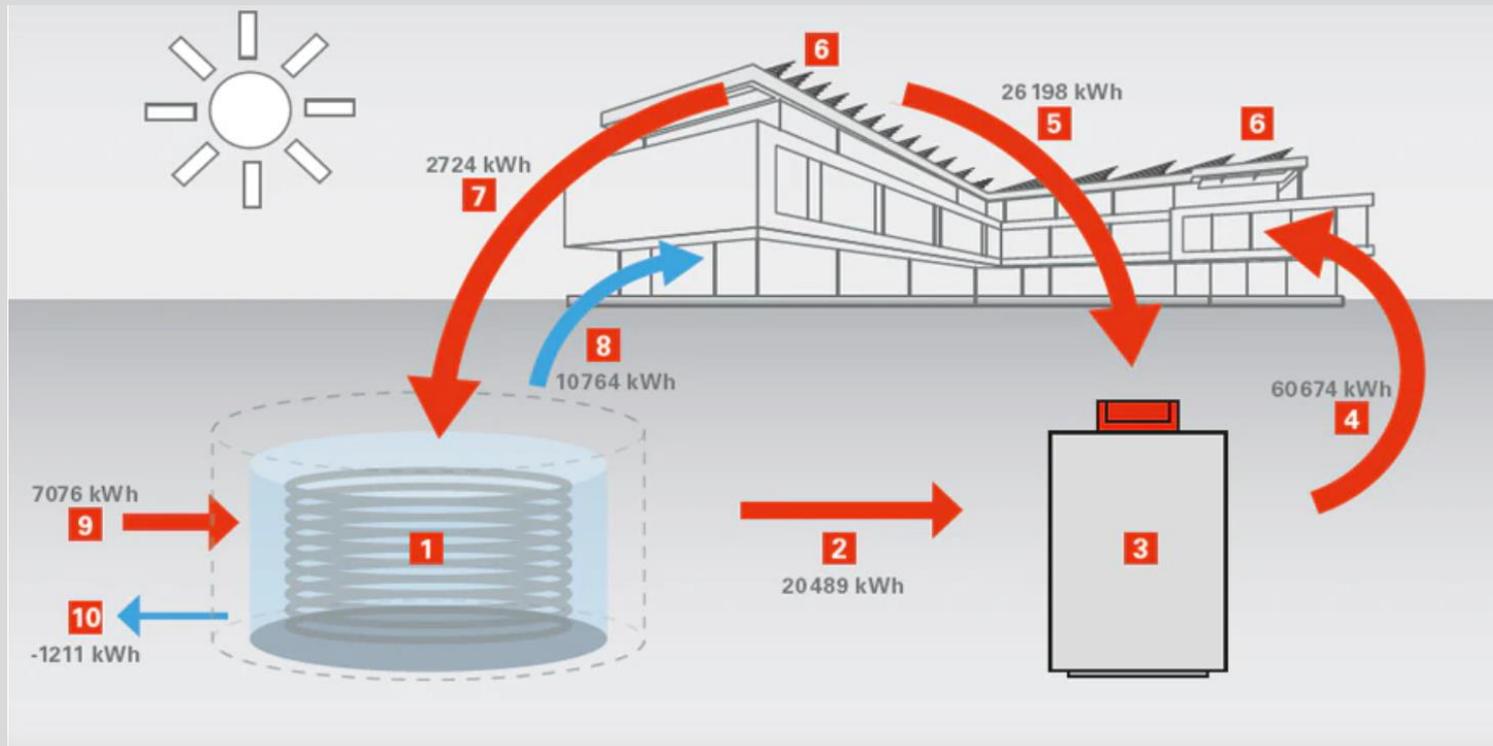
Norwegen (Betonspeicher)



Betonbau: Testgelände des norwegischen Unternehmens Energy Nest. Foto: Energy Nest

# Notwendigkeit von Wärmespeichern

## Eisspeicher



Beispielhafte Darstellung  
eines Eis-Energiespeichersystems

- 1** Eis-Energiespeicher
- 2** Energie aus Eisspeicher
- 3** Wärmepumpe und Regelung
- 4** Gesamtenergie Wärmepumpe – Gebäude
- 5** Energie aus Kollektordirektbetrieb
- 6** Solar-Luftabsorber (Kollektor)
- 7** Energie aus Kollektor
- 8** „natural cooling“
- 9** Wärmegewinnung aus dem Erdreich
- 10** Wärmeverluste ins Erdreich

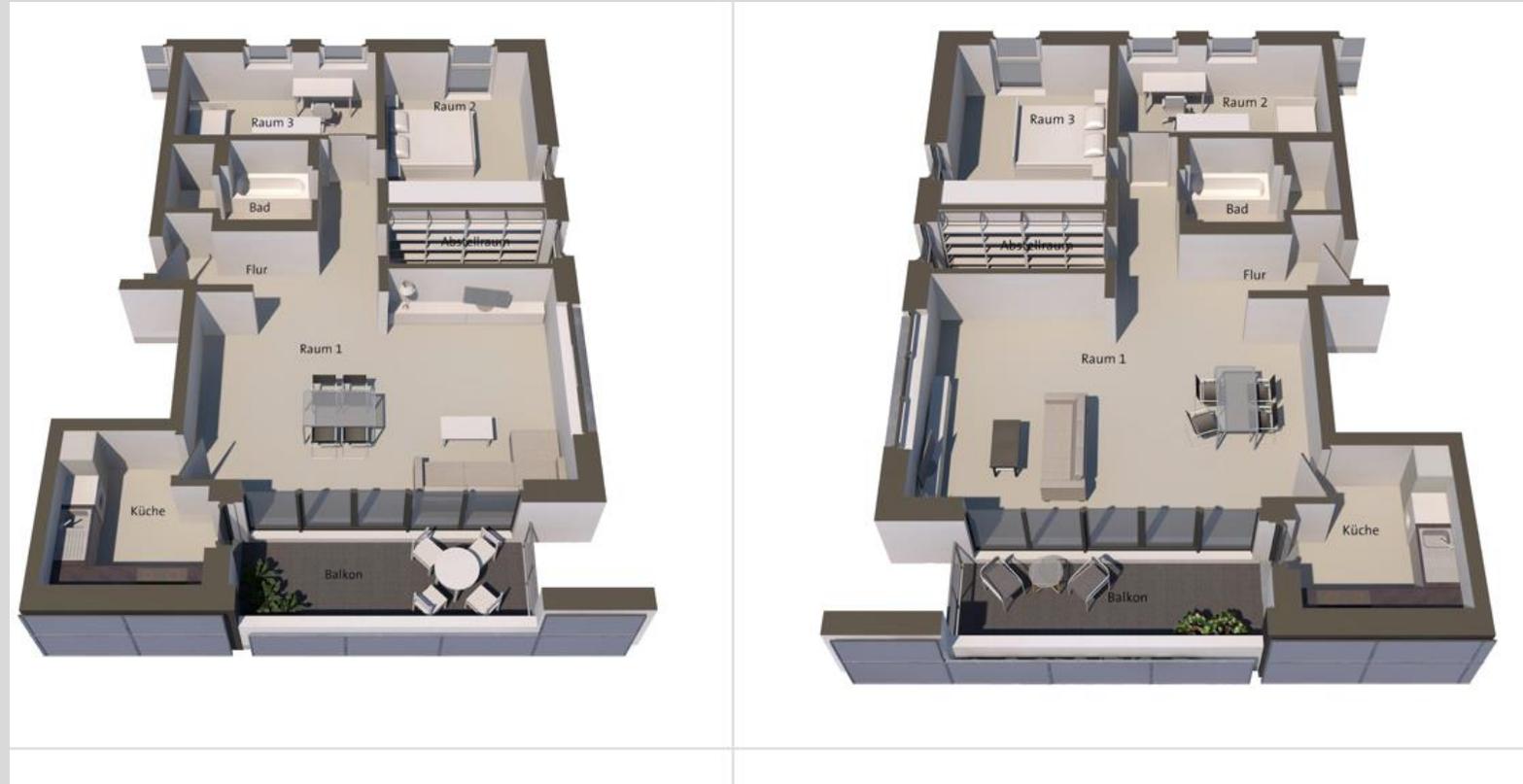
# Beispiele

# Dezentrale Lösung Mehrfamilienhaus: Eigenstromerzeugung, solare WW-Bereitung+Heizung



Sonnenhäuser Cottbus (Quelle: eGWohnen) 2018

# Dezentrale Lösung Mehrfamilienhaus: Eigenstromerzeugung, solare WW-Bereitung+Heizung



Sonnenhäuser Cottbus (Quelle: eGWohnen) 2018

# Dezentrale Lösung Mehrfamilienhaus: Eigenstromerzeugung, solare WW-Bereitung+Heizung



Sonnenhäuser Cottbus (Quelle: eGWohnen) 2018



# Dezentrale Lösung Mehrfamilienhaus: Eigenstromerzeugung, solare WW-Bereitung+Heizung



Sonnenhäuser Cottbus (Quelle: eGWohnen) 2018

# Augsburg: Power-to-Gas Konzept einer Wohnanlage



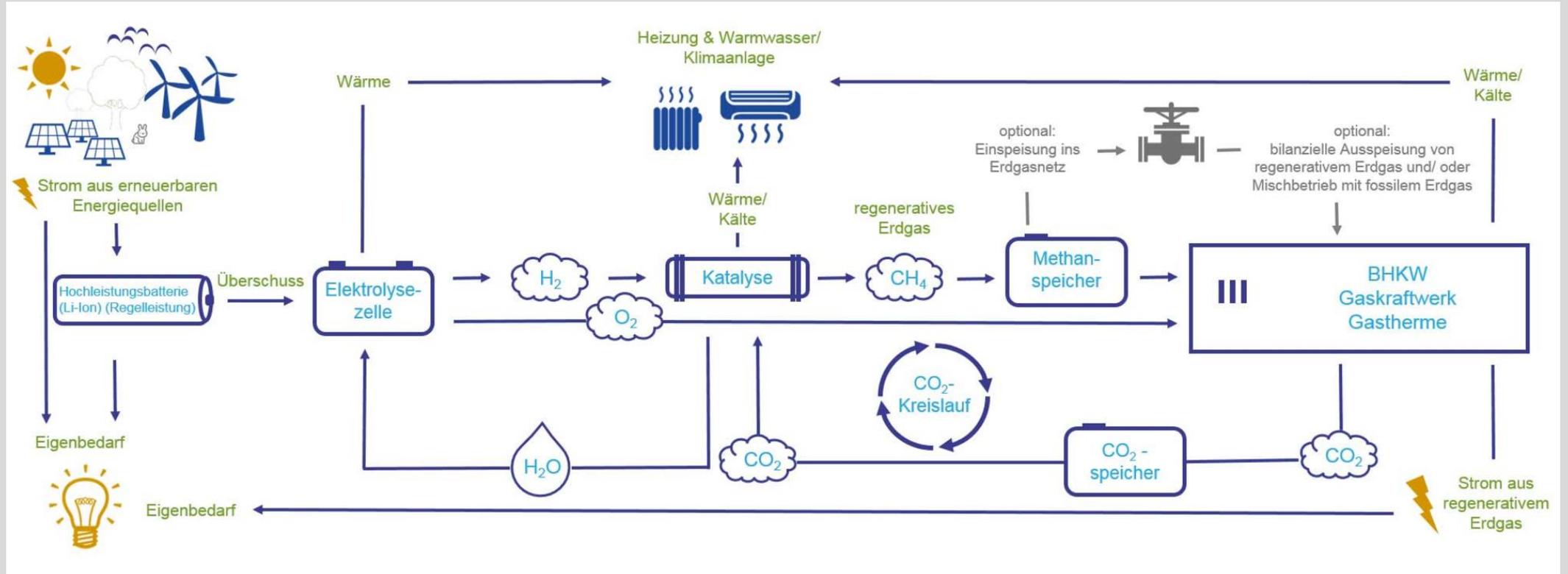
Quelle: Stadtwerke Augsburg

Gebäude errichtet 1974, nach umfassender Gebäudesanierung Umrüstung von einer Ölheizung auf eine Power-to-Gas-Anlage.

Anlagenkonzept: 150 kWp Photovoltaikanlage, zwei Brennwert-Wärmeerzeugern, einem BHKW, einer Wärmepumpe, Batteriespeicher sowie Speicher für Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Erdgas und Sauerstoff.

Reduktion des Ausstosses von CO<sub>2</sub>, Stickstoffoxid und Feinstaub um bis zu 100 %.

# Augsburg: Power-to-Gas Konzept einer Wohnanlage



Quelle: Exytron 2017

Kommerzielle Power-to-Gas-Anlage mit Methanisierung (87% Wirkungsgrad) als teilautarke und emissions-reduzierte Energieversorgung von 70 Wohnungen im Bestandswohnungsbau

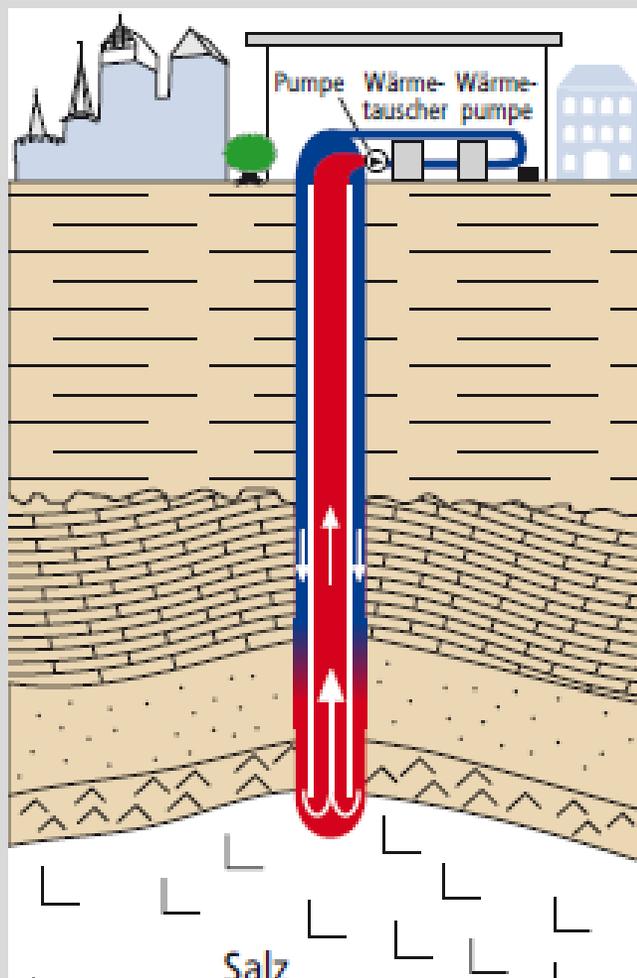
# Augsburg: Power-to-Gas Konzept einer Wohnanlage

BHKW Therme und CO<sub>2</sub>-Aufbereitungsanlage



Quelle: BDEW

# Geothermiebasierte Fernwärme, Prenzlau



## Technische Daten

### Technische Daten der Bohrung

Endteufe	2.786 m
Gesteinstemperatur bei Endteufe	108 °C
wartungsfreier Betrieb	mindestens 30 Jahre
Innendurchmesser der wärme-austauschenden Rohrtour	bis 950 m 9 5/8 ″, danach Endteufe 6 5/8 ″

### Technisches Prinzip

unterirdischer Wärmetauscher	Koaxialrohr
aktive Oberfläche für Wärmetausch	1.463 m <sup>2</sup>
isoliertes Innenrohr	zur Medienführung nach oben
Fließgeschwindigkeit	5 - 65 m/min
Wärmequelle	Erdwärme, Nutzung der geothermischen Tiefenstufe
Verweildauer des Mediums in der Sonde	4 - 10 h

### Geothermieanlage

Plattenwärmeübertrager für Direktwärmetausch  
NH<sub>3</sub>-Wärmepumpe zum Wärmeentzug des Sondenwassers bis auf 15°C

Ertrag:  
Ca. 2.900 MWh/a  
(Mit WP)

Höchstlast:  
Max. 500 kW  
(mit WP)

Gesamt FW-Abgabe:  
Ca. 40.000 MWh/a

Deckung FW:  
ca. 8-10 %

Quelle: Stadtwerke Prenzlau

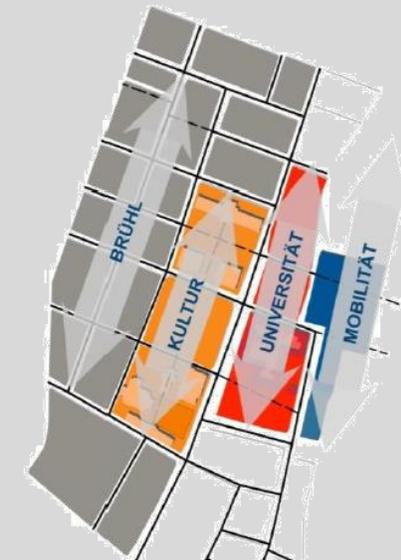
# Innovatives Fernwärmekonzept Brühl, Chemnitz

Einordnung in die Stadtstruktur:



Das Wohnquartier Brühl bildet eine Symbiose mit dem Universitätsquartier

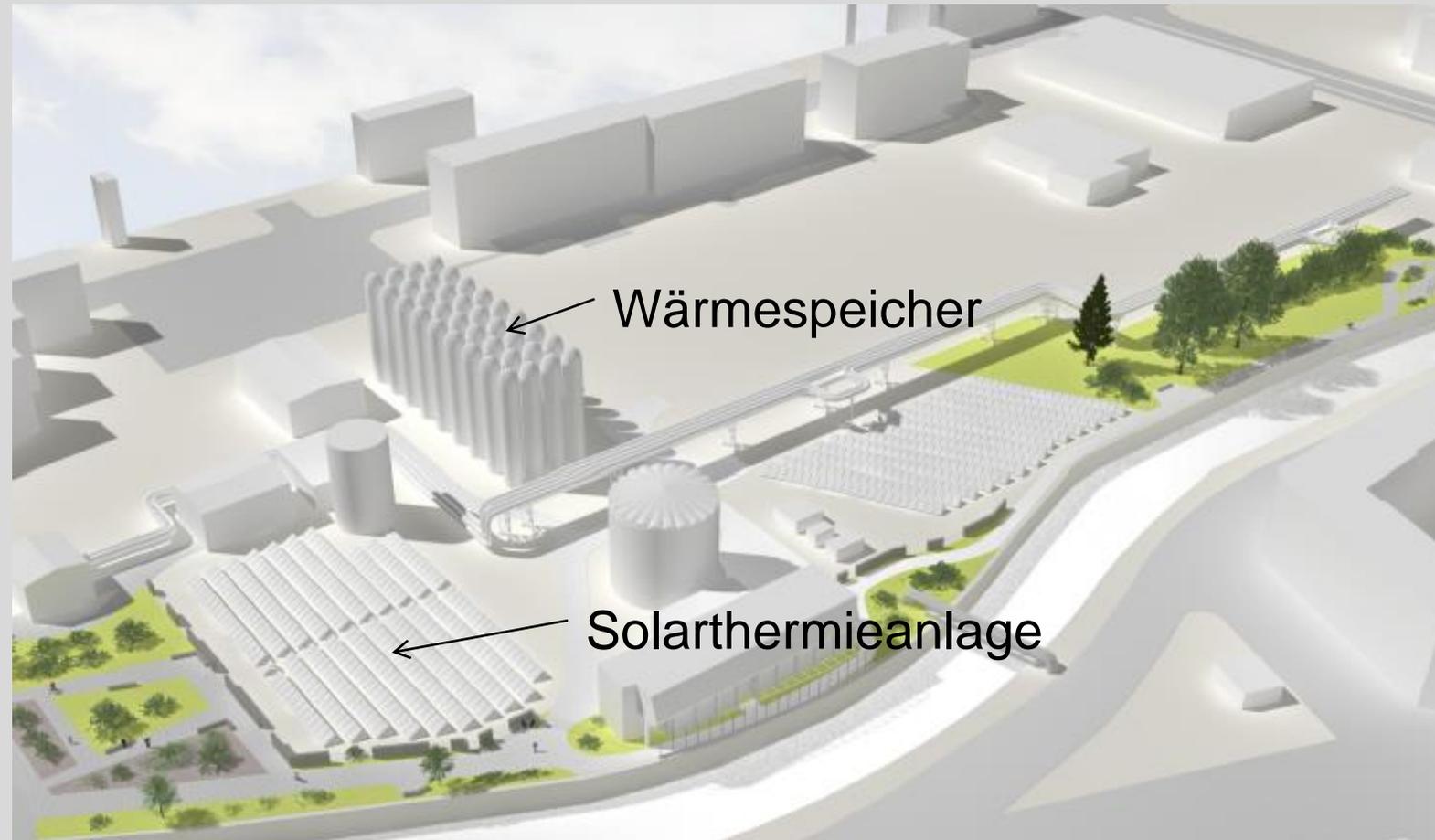
Stadt Chemnitz beauftragt ein Städtebauliches Entwicklungskonzept u.a. für den Innenstadtstandort der TU Chemnitz



Quelle: Quelle: [www.chemnitz.de](http://www.chemnitz.de) / AS & Partner

# Innovatives Fernwärmekonzept Brühl, Chemnitz

Wesentliche Elemente der Wärme und Stromversorgung:

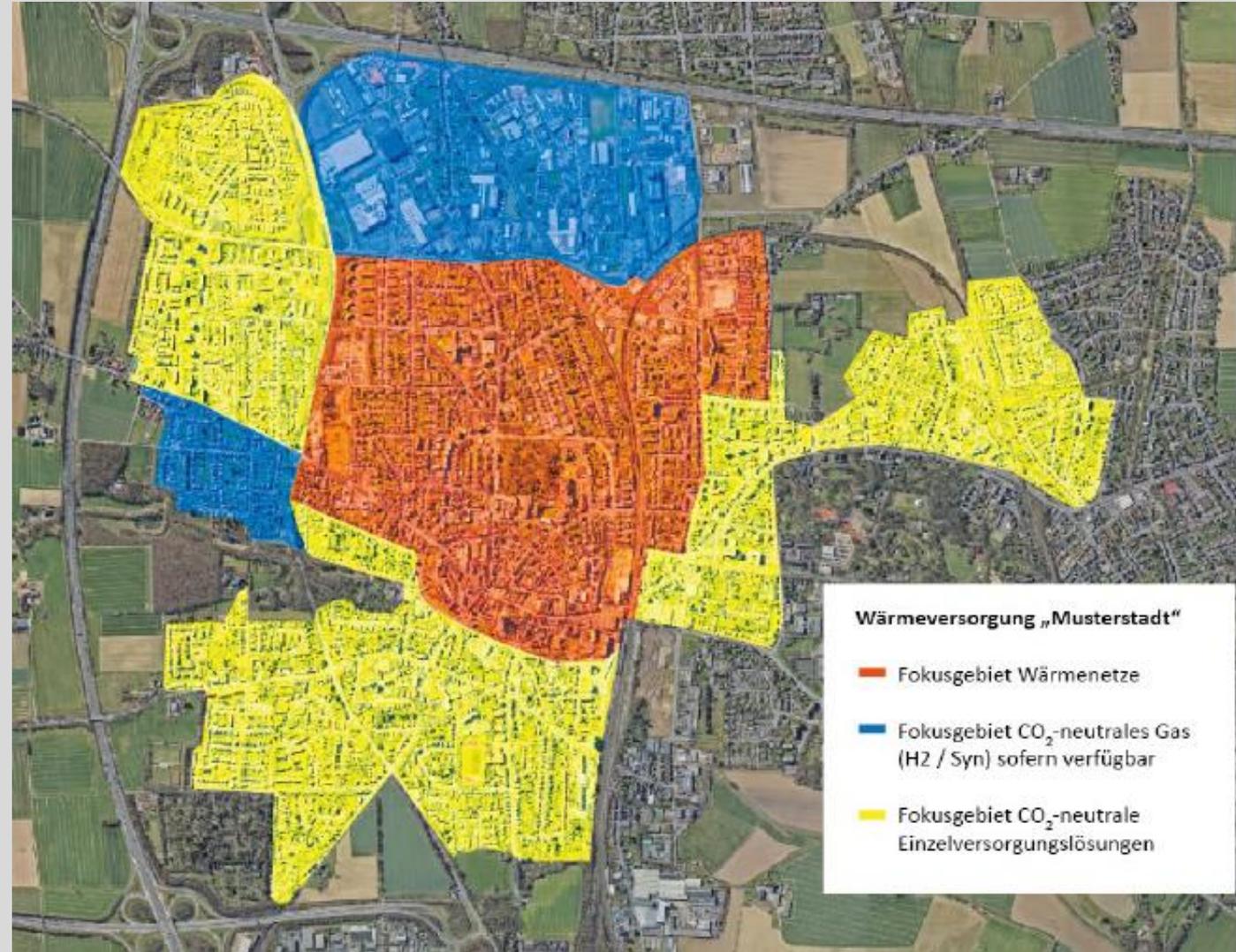


Quelle: eins-Energie, Chemnitz

## Ergebnis:

Darstellung  
eines  
kommunalen  
**Wärmeplanes**  
in Form von  
Focusgebieten

Quelle: Praxisleitfaden kommunale  
Wärmeplanung; Gemeinsamer  
Praxisleitfaden des AGFW e.V. und  
DVGW e.V., Frankfurt am Main und  
Bonn, Stand: 16. Januar 2023 / 1.  
Ausgabe/eigene Darstellung



## Fazit:

Durch die politische Diskussion um das GEG ist es notwendig geworden, schnellstmöglich im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung **Focusgebiete für die Wärmeversorgung festzulegen!**

**Die Verbraucher entscheiden sich jetzt!**