LAG Ostprignitz-Ruppin

Nahwärme – Schlüssel für die kommunale Wärmeplanung ?

8. REGIONALKONFERENZ

„Nahwärme in der Praxis:

Wie bekommen wir solche Netze in OPR und andernorts zum Laufen?

Neuruppin, 21. Februar 2025

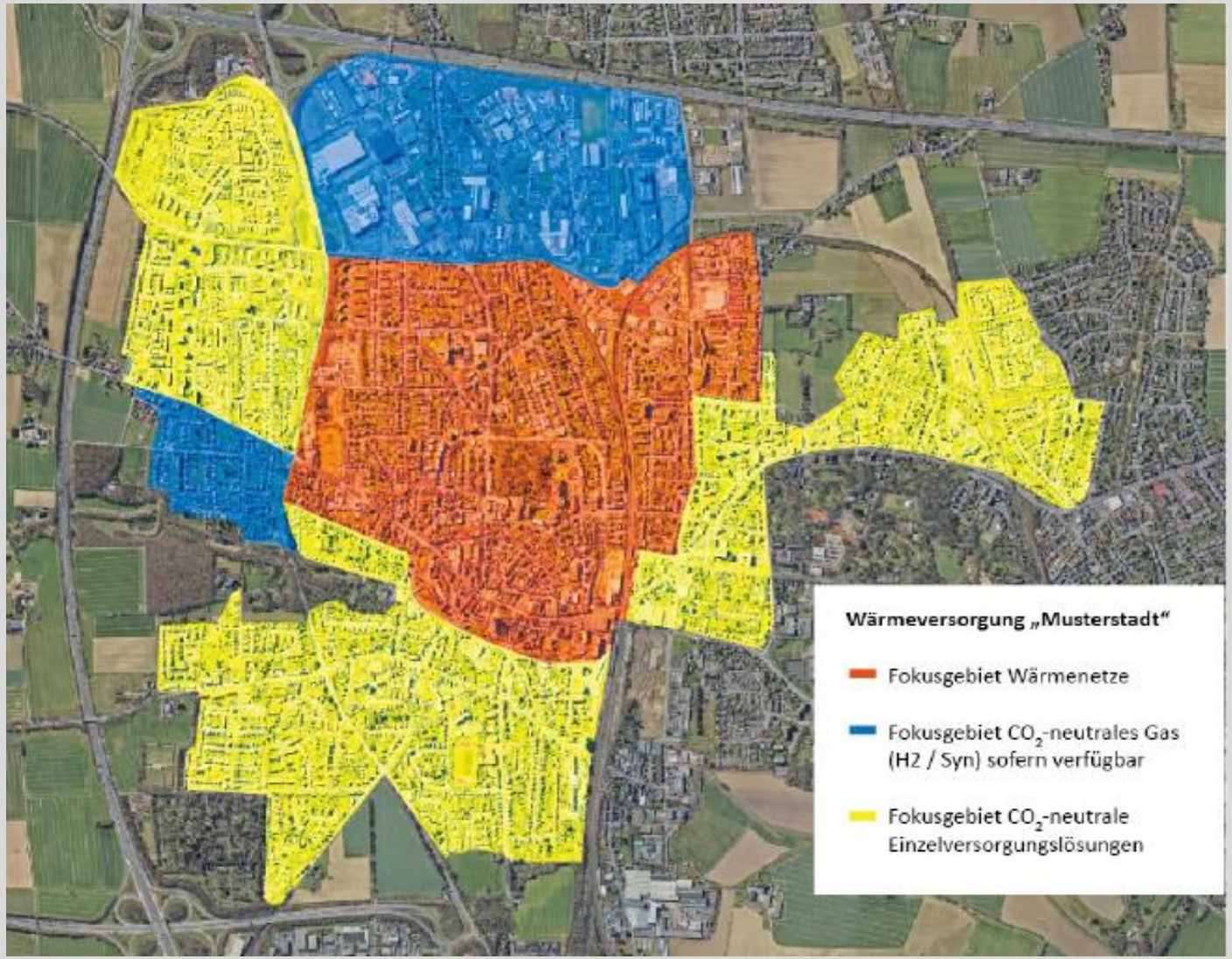
STADT+TECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Matthias Koziol

info@stadt-und-technik.de

…. Ergebnis eines kommunalen Wärmeplanes

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

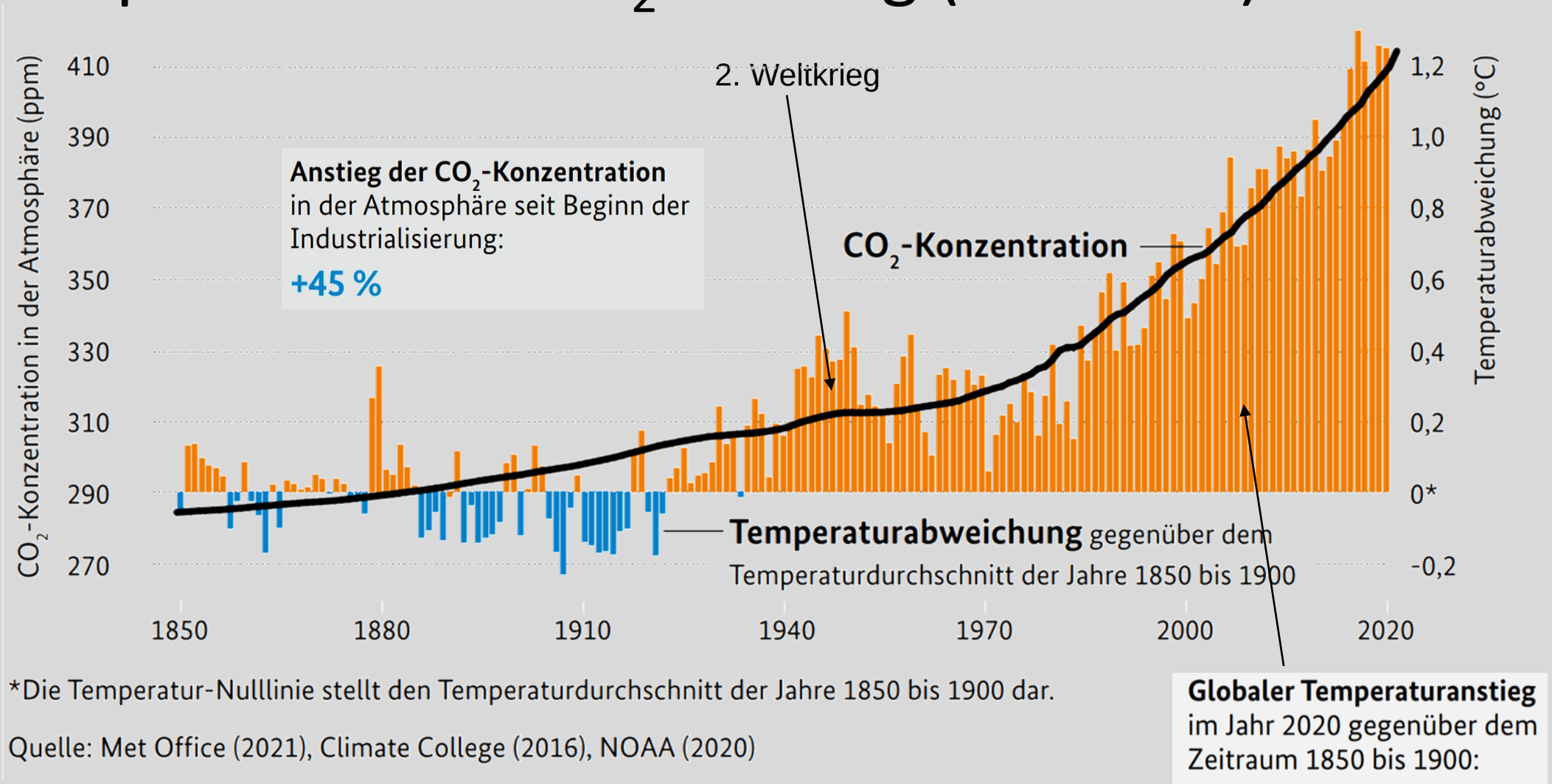
Wozu machen wir das?

Zitat aus dem Zeitschriftenaufsatz zum Klimabericht 2024:
Gefährliche Zeiten auf dem Planeten Erde

Wir stehen am Rande einer irreversiblen Klimakatastrophe. ... Die Emissionen fossiler Brennstoffe haben ein Allzeithoch erreicht, die drei heißesten Tage aller Zeiten ereigneten sich im Juli 2024 (Guterres 2024), und nach der derzeitigen Politik ist eine Erwärmung von etwa 2,7 Grad Celsius (°C) bis 2100 zu erwarten (UNEP 2023).
Letztes Jahr erlebten wir rekordverdächtige Meeresoberflächentemperaturen (Cheng et al. 2024), den heißesten außertropischen Sommer der nördlichen Hemisphäre seit 2000 Jahren (Esper et al. 2024) und das Brechen vieler anderer Klimarekorde (Ripple et al. 2023a). …
Vom Menschen verursachte Kohlendioxid-Emissionen und andere Treibhausgase sind die Haupttreiber des Klimawandels.

Quelle: Ripple, W. J. et. al (2024, Oktober). Der Klimabericht 2024: Gefährliche Zeiten auf dem Planeten Erde. BioScience , biae087, https://doi.org/10.1093/biosci/biae087. Veröffentlicht: 08. Oktober 2024

Temperatur- und CO_2-Anstieg (weltweit)

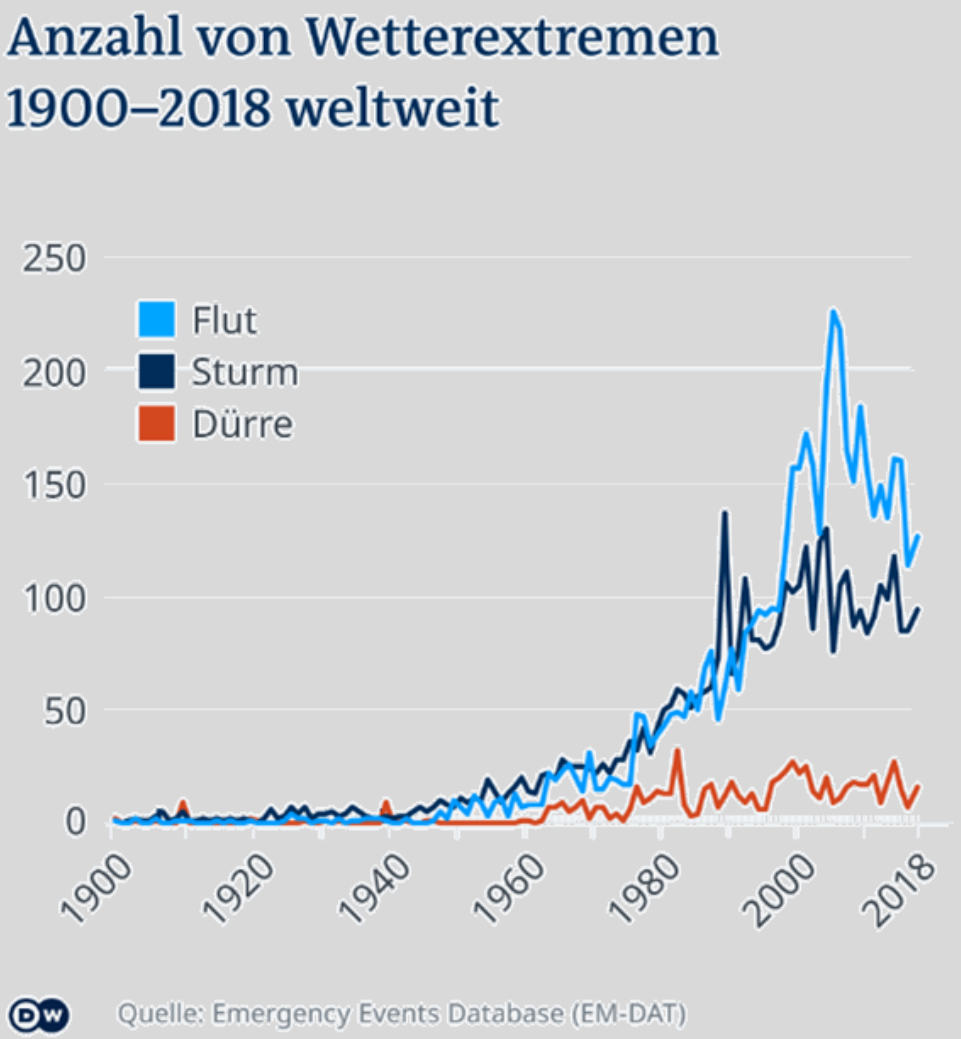


*Die Temperatur-Nulllinie stellt den Temperaturdurchschnitt der Jahre 1850 bis 1900 dar.

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

Starkregenereignis (Cottbus)
(Straße der Jugend, August 2014)

Wetterextreme 1900 bis 2018 weltweit



Deutschland unter den TOP 3 bei Klimaschäden (2018)

Der Klima-Risiko-Index (KRI)[1)] wies für 2018 Japan, die Philippinen und Deutschland als die am stärksten von Wetterextremen betroffenen Regionen aus. Deutschland war 2018 von extremer Hitze und Dürre geprägt, die Durchschnittstemperatur im Zeitraum April bis Juli 2018 lag bei 16,6 Grad, 2,9 Grad höher als vor der Industrialisierung (um 1870). Es war die heißeste jemals gemessene Durchschnittstemperatur in Deutschland für diesen Zeitraum.

Für das Jahr 2018 bezifferte Munich RE die Zahl der Todesopfer durch die Hitzewelle mit 1246. Ebenfalls wurden in Deutschland hohe Ernteverluste verzeichnet. Laut Bauernverband betrugen diese in einigen Regionen zwischen 50 und 70 Prozent bis hin zu Totalausfällen. Bund und Länder stellten Hilfsgelder in Höhe von 340 Millionen Euro bereit. Hinzu kamen in Deutschland schwere Sturmschäden durch Orkane im Januar und September. Insgesamt hatte Deutschland laut Risko-Index Schäden durch Wetterextreme in Höhe von 4,5 Milliarden Euro in 2018.

1) Dieser wird von der Umwelt- und Entwicklungsorganisation Germanwatch regelmäßig auf den Klimakonferenzen vorgestellt

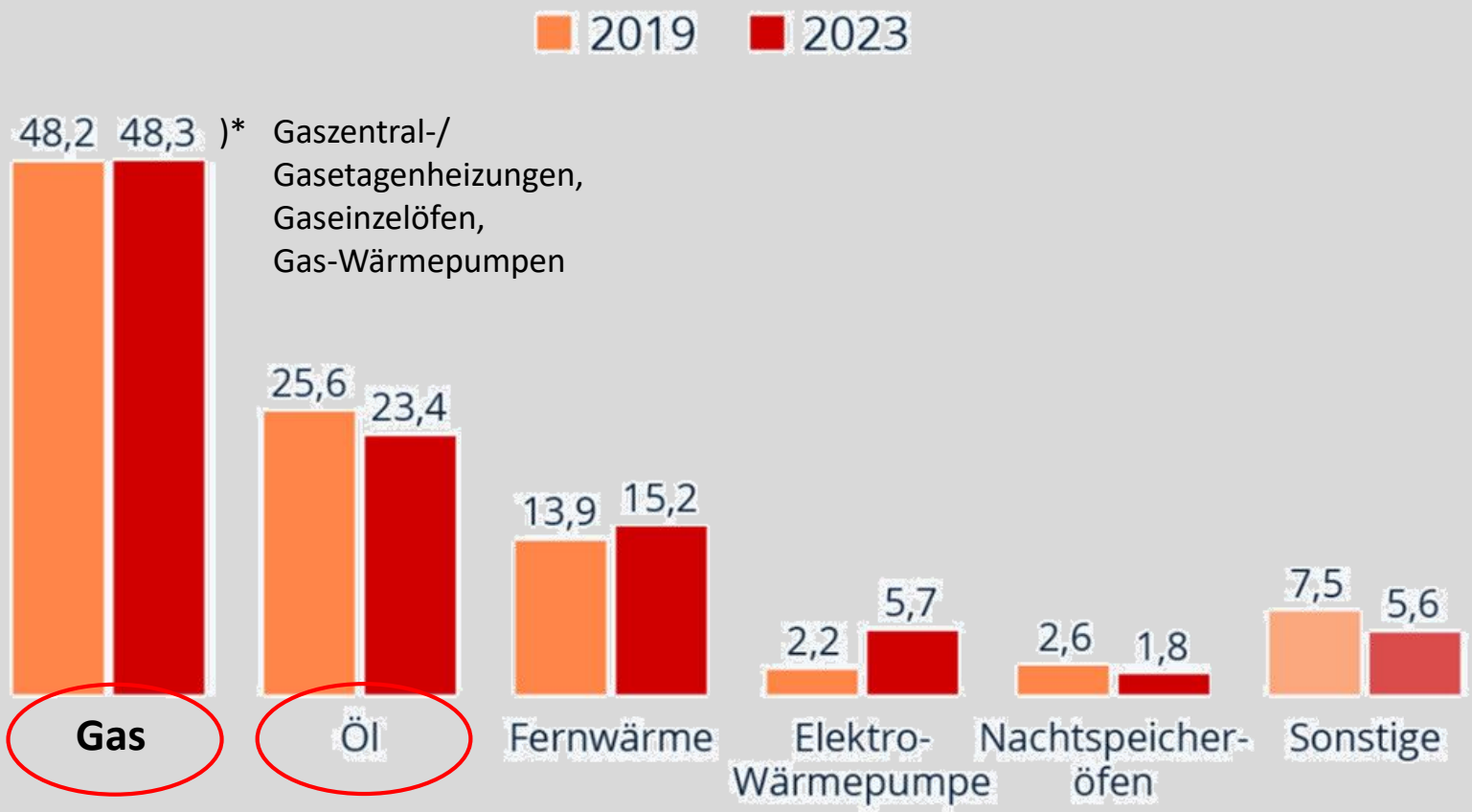
Ziel der (kommunalen) Wärmeplanung ist die weitgehend CO_2-freie Wärmeversorgung in Deutschland bis 2045!

- Verminderung CO_2-Ausstoß bis 2030 um 65 Prozent zu 1990,
- bis 2040 um 88 Prozent gegenüber 1990,
- ab 2045 will Deutschland klimaneutral wirtschaften.

CO_2-Emissionen: Bundeskabinett beschließt Änderungen am Klimaschutzgesetz 21.06.2023 in Bezug auf die Verrechnung von Sektorenziele (Minderung Mitte 2023 laut Umweltbundesamt rund 41%).

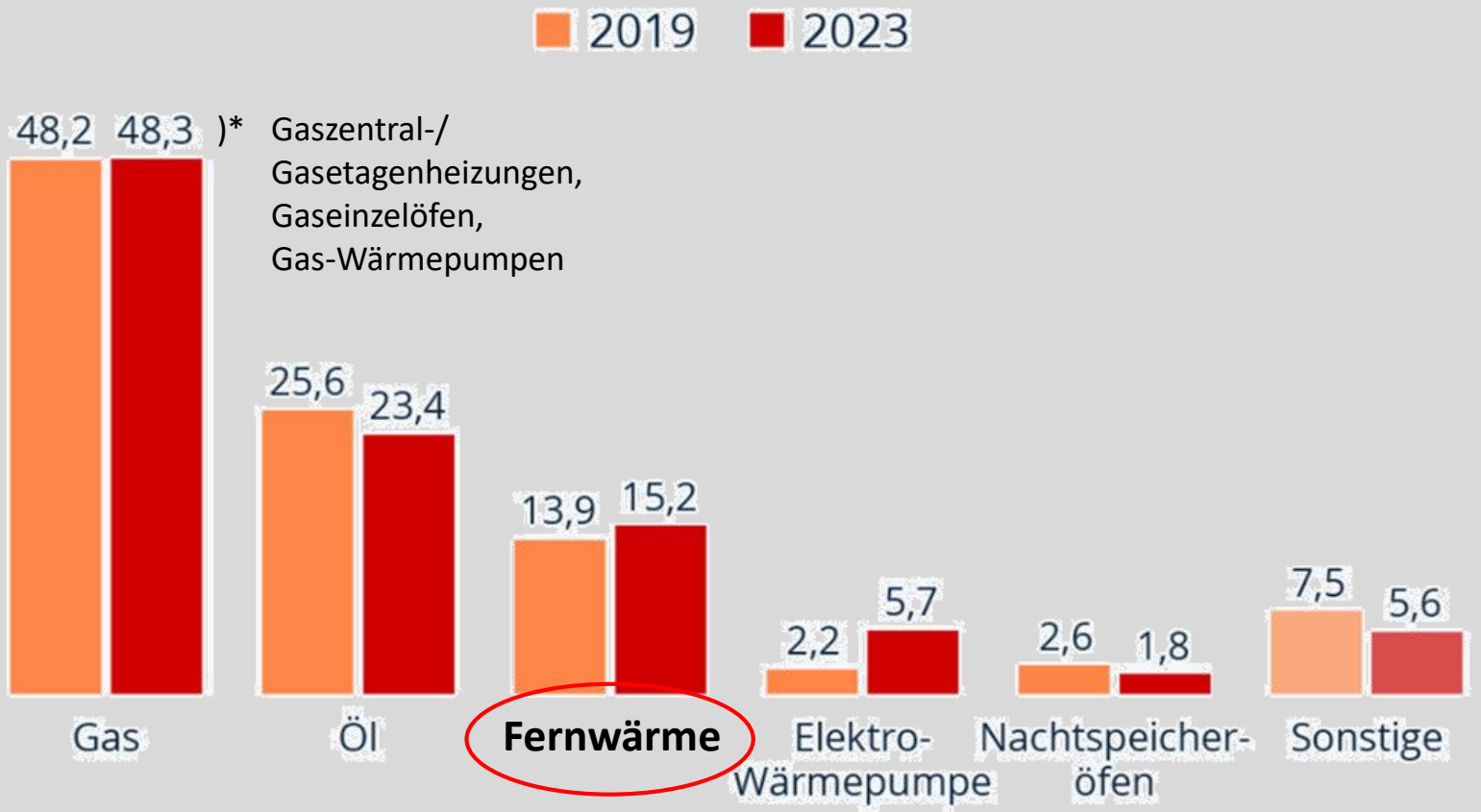
Wo stehen wir im Prozess der Wärmewende?

Wärmeversorgung in Deutschland 2019/2023



Verteilung der genutzten Heizsysteme in Deutschland (in %)

Wärmeversorgung in Deutschland 2019/2023



)* Gaszentral-/ Gasetagenheizungen, Gaseinzelöfen, Gas-Wärmepumpen

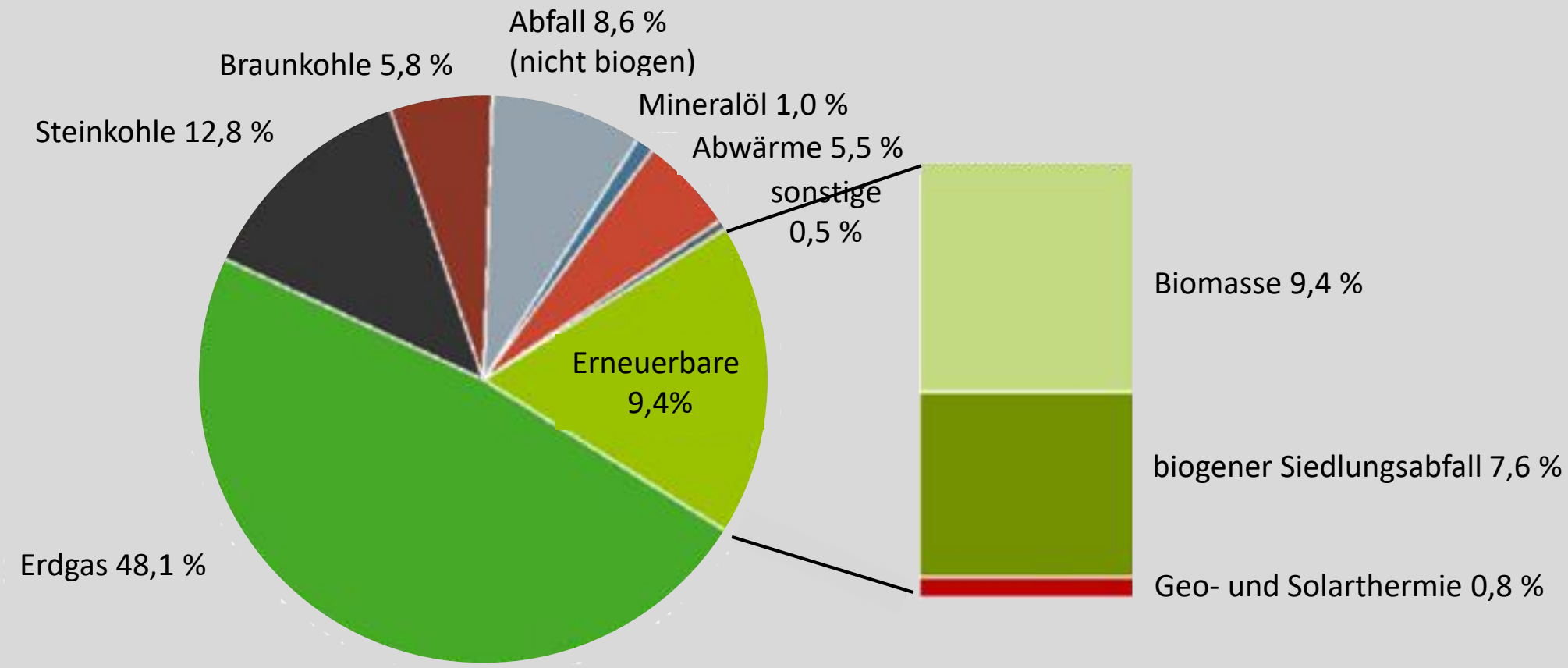
)* sonstige Zentral-/ Einzelheizungen, Flüssiggas, Holzpellets, Kohle etc.

Basis: 41,9 Millionen Wohnungen
Quelle: BDEW | Wie heizt Deutschland 2023

Verteilung der genutzten Heizsysteme in Deutschland (in %)

Energieträger in der Fernwärme 2020

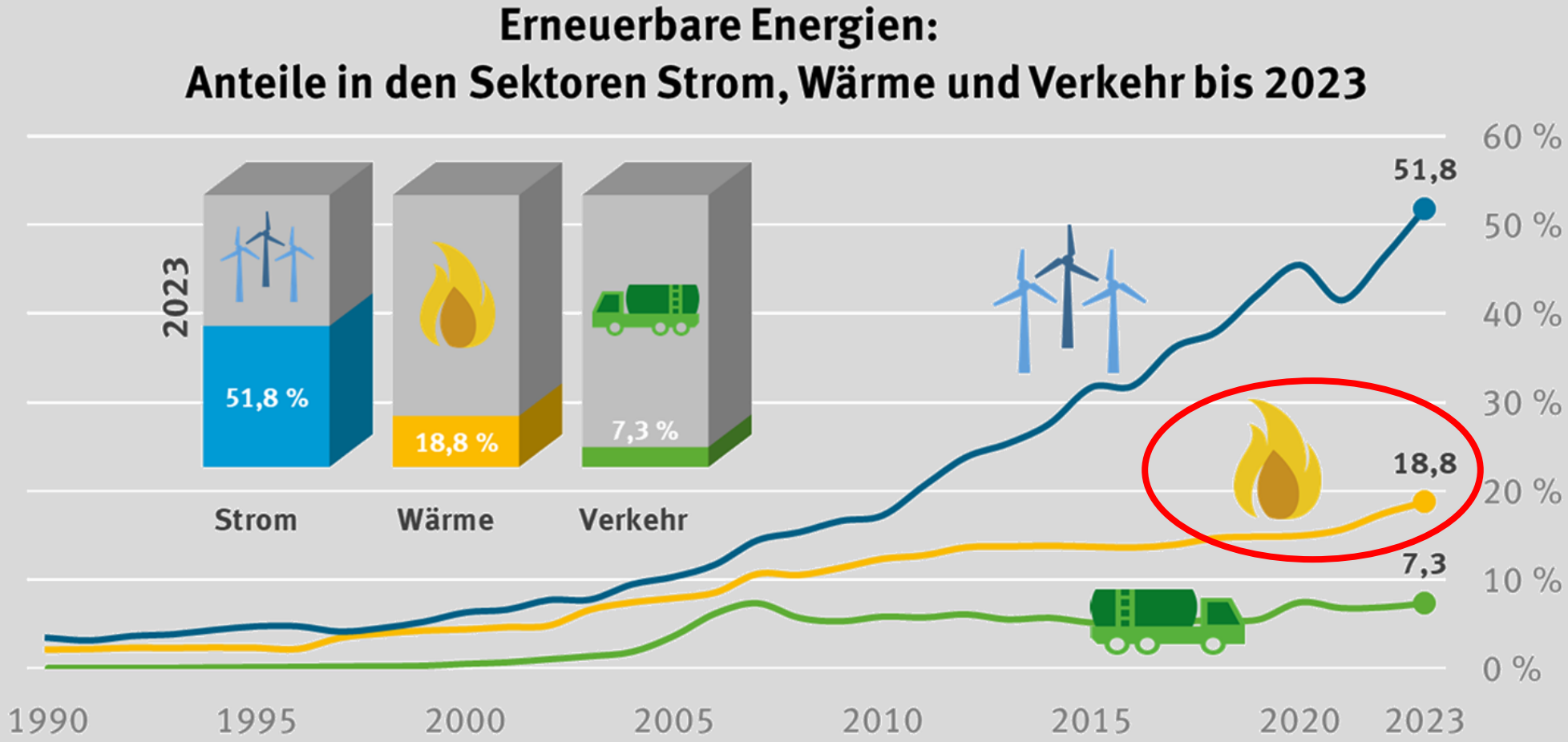
(Summe leitungsgebundene Wärmeversorgung – 126 Mrd. kWh)



Quelle: BDEW, Destatis, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V., Stand 12/2020

Entwicklung Erneuerbare Energien nach Sektoren

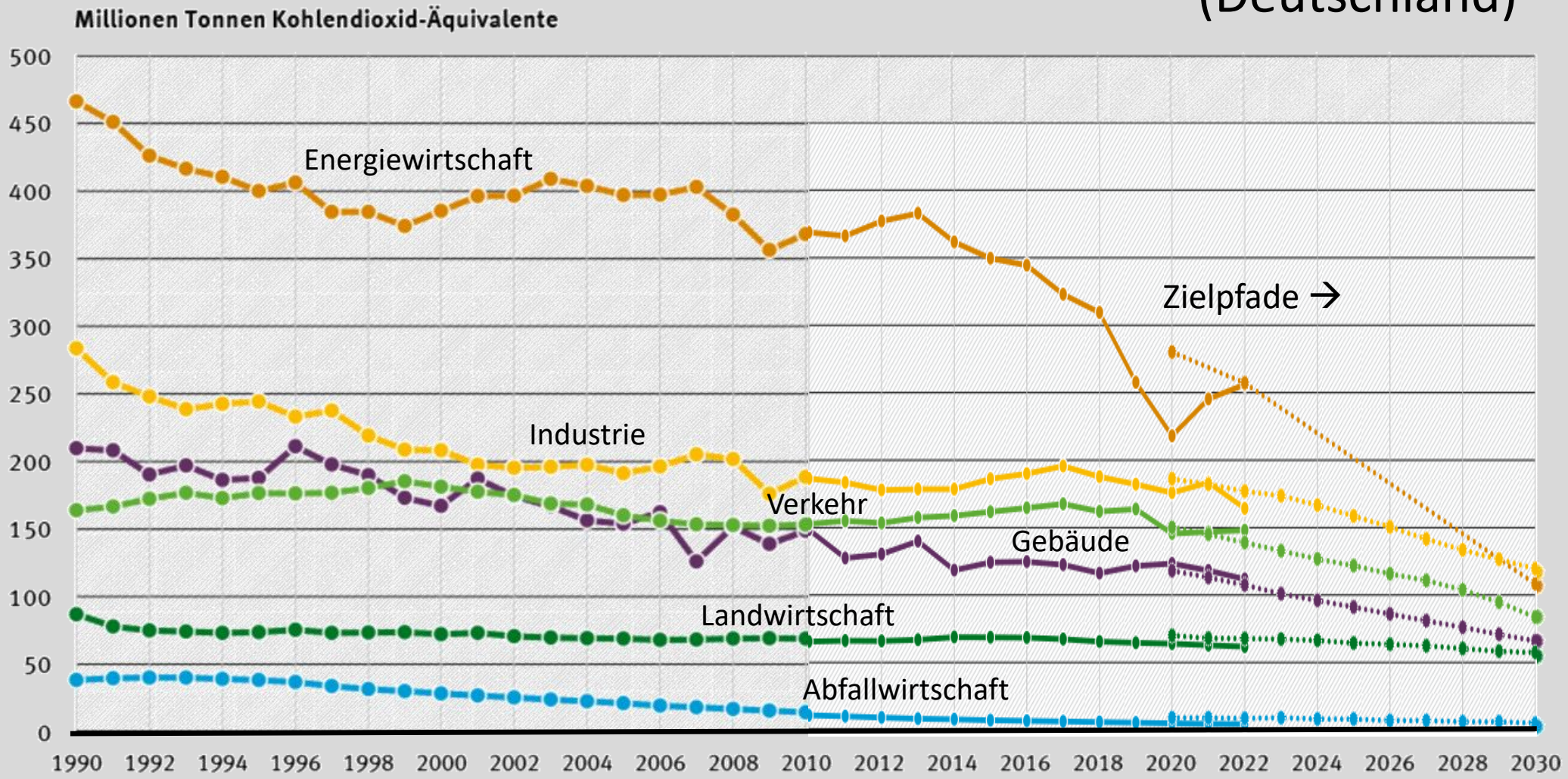
(Deutschland)



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

Zielerreichung CO_2 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

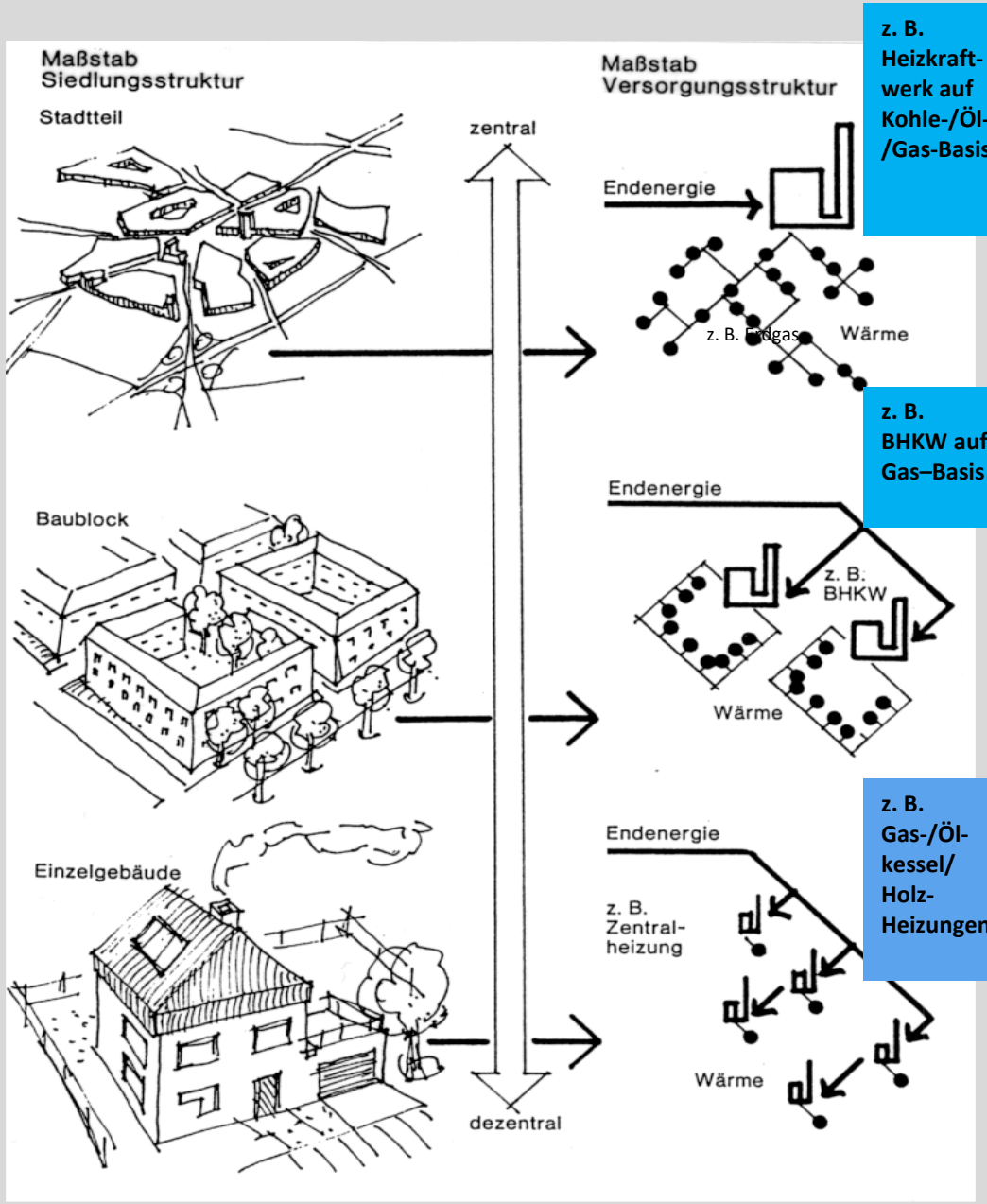
Transformationspfade zur CO_2-Reduktion

Ausgewählte Schritte:

Inhaltliche Schwerpunkte der (kommunalen) Wärmeplanung

1. Energetischen Modernisierung im Mietwohnungsbestand bewältigen
2. Photovoltaik - ein zentrales Potenzial für erneuerbare Energieversorgung erschließen
3. Strom-, Gas- und Fernwärme dekarbonisieren (Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung ausbauen, Erdgas ggf. ersetzen durch H_2 oder Methanisierung)
4. Netzinfrastruktur in allen Formen anpassen bzw. ausbauen (Strom, Fernwärme, Gas eher Rückbau)
5. Individuelle Beiträge zum Klimaschutz fördern
6. Klimaneutralitätsstrategien von Unternehmen fördern

Strukturen der gegenwärtigen Wärmeversorgung in Deutschland

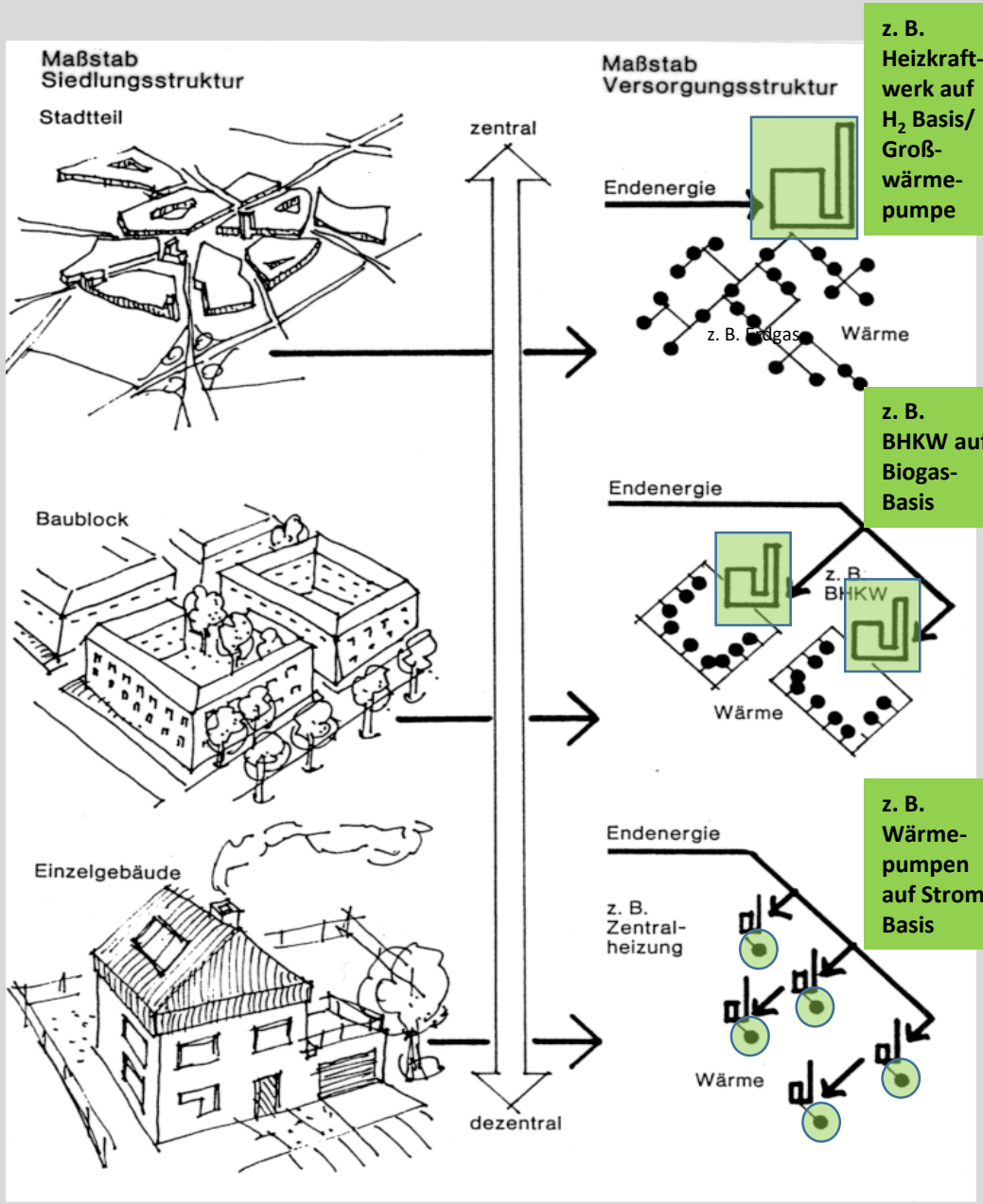


Zusammenhang zwischen Siedlungsstruktur und Einsatzmöglichkeiten der Fern-/Nahwärme und einer dezentralen Wärmeversorgung z. B. mit HKW‘s/Gaskesseln (schematisch)

Strukturen der zukünftigen Wärmeversorgung in Deutschland

Erforderliche Anpassung der vorhandenen Systeme

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



Zentral (Fernwärme)

Semizentral (Nahwärme)

Dezentral (Strom/Wärme-pumpe)

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

Potentiale erneuerbarer Energieträger

Kriterien zur Abschätzung von

	Potential	Potenzialanalyse erfolgt über (Kriterium)	Weiterhin zu berücksichtigen
	Solarthermie	Flächenverfügbarkeit	Witterungsabhängiger Ertrag
	Tiefengeothermie	Geothermische Vorkommen	- Standorteinschränkung in Wasserschutzgebieten - Risikoanalyse
Basis Ökostrom	Power-to-Heat	Angebot an CO_2-neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Basis Ökostrom	Power-to-Gas (Wasserstoff)	Angebot an CO_2-neutral erzeugtem Strom	Volatilität des Strompreises
Basis Ökostrom	„Umweltwärme“ (Wärmepumpe)	Wärmequellen (Umweltwärme, Niedertemperatur Abwärme, oberflächennahe Geothermie, Gewässer und perspektivisches Angebot an CO_2-neutral erzeugtem Strom)	Abhängig von der Wärmequelle - Witterungsabhängigkeit - Langzeitverfügbarkeit - Standorteinschränkungen
	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
Basis Ökostrom	Abwärme (direkte Einbindung)	Vorhandene Betriebe, Unternehmen und Prozesse mit Abwärmemengen	- Langzeitverfügbarkeit der Wärmequelle - Unterschiedliche Interessenslage
Basis Ökostrom	Synthetische Brennstoffe (z. B. HVO, FT-Diesel, Bioethanol)	Angebot an CO_2-neutral erzeugtem Strom	Vergleichsweise hohe Effizienzverluste und Kosten

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

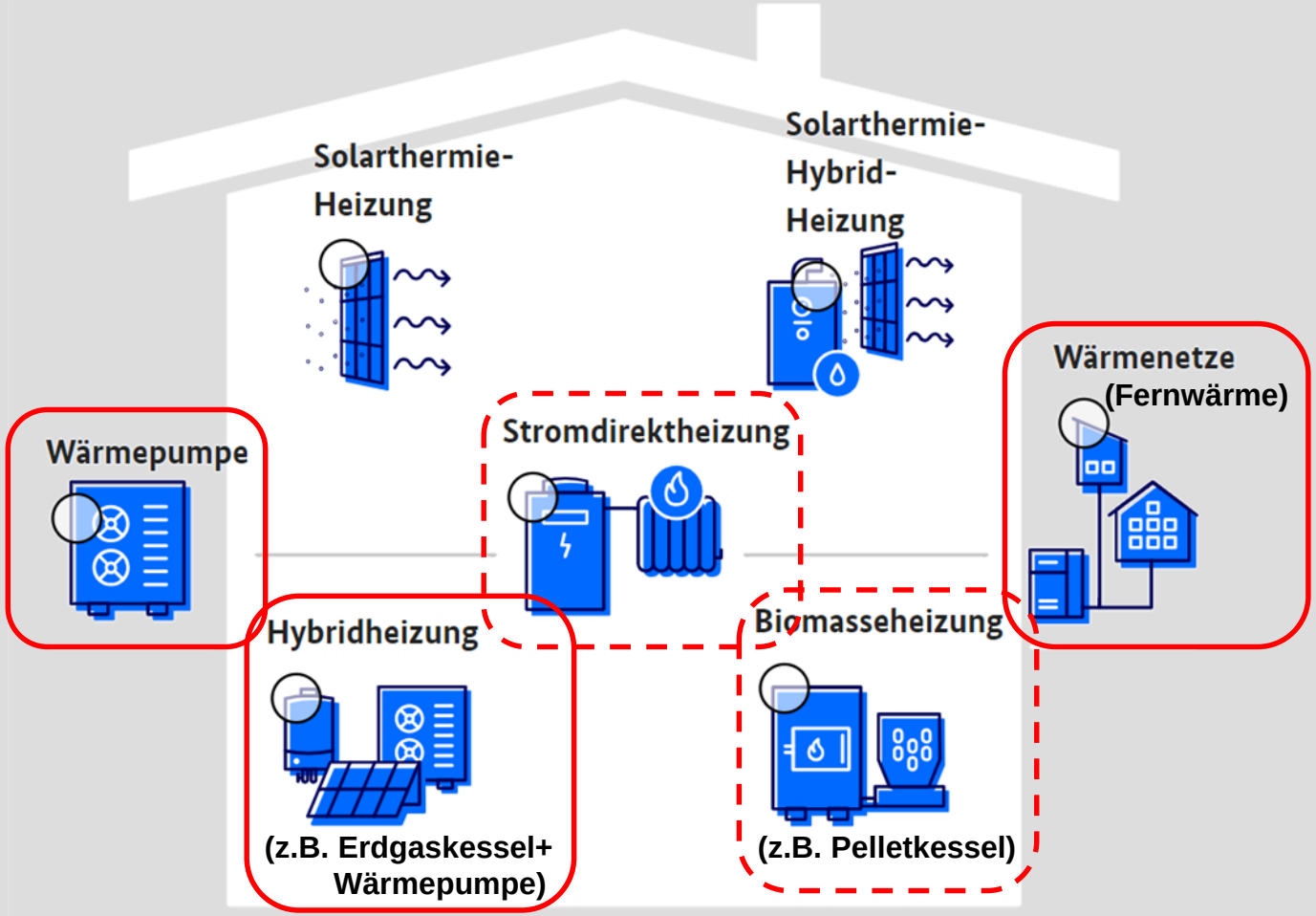
Welche (weitgehend) CO_2-freien Systeme zur Wärmeerzeugung stehen zur Verfügung?

Zukünftige Heizungssysteme dezentral/zentral

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

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 einer Heizungshavarie gibt es pragmatische Übergangslösungen und mehrjährige Übergangsfristen, in Härtefällen können Eigentümer von der Pflicht zum heizen mit erneuerbaren Energieträgern befreit werden.



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

Bildquelle: BMWK, 2023, eigene 2024

Für welche Gebäudebestände ist welches Heizsystem geeignet?

Hypothese

1. Neubauquartiere:

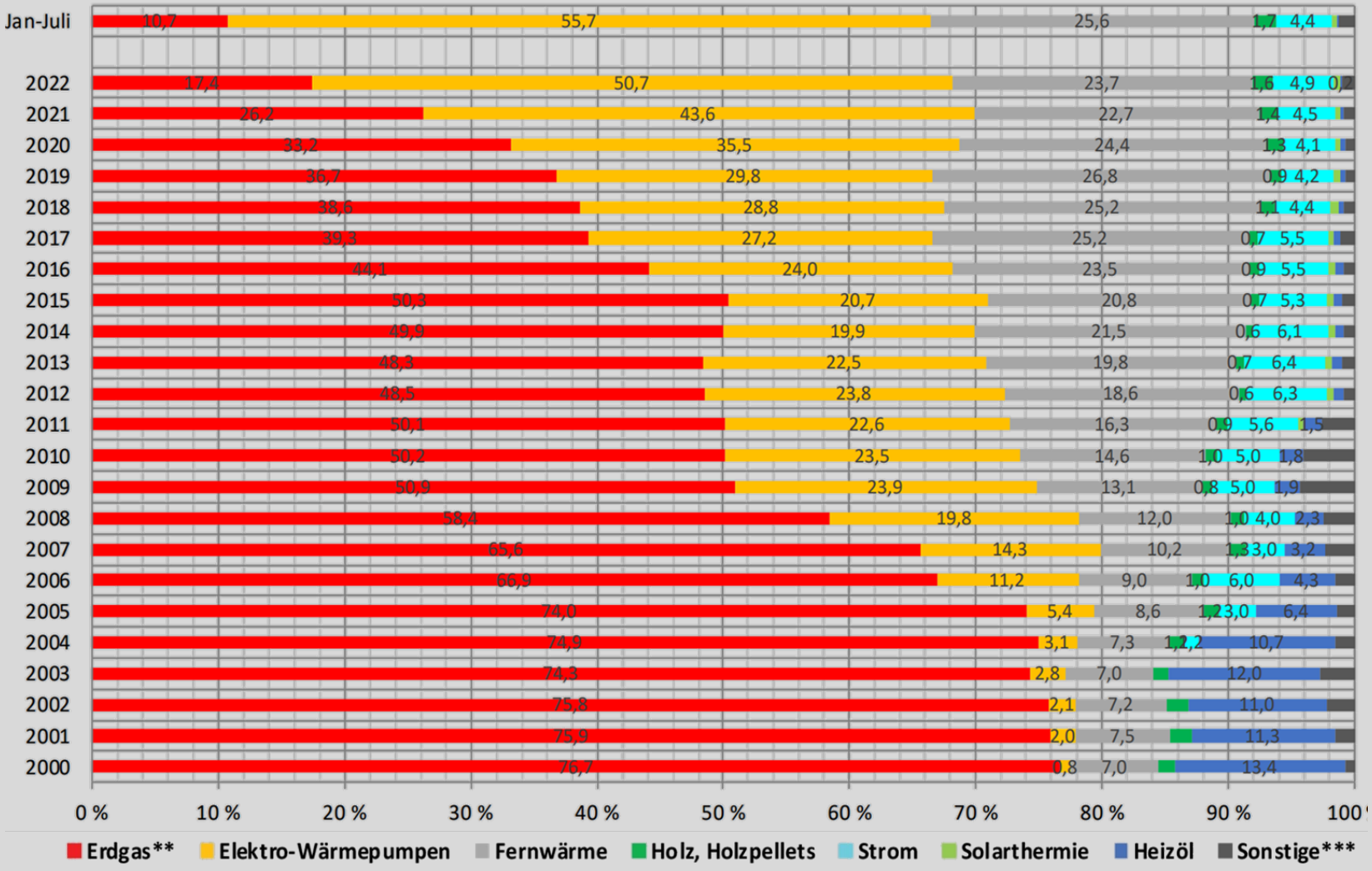
Die Wärmeerzeugung für Neubauquartiere wird aufgrund niedriger Vorlauftemperaturen zentral mittels Niedertemperatur-Fernwärme oder dezentral mittels Wärmepumpen erfolgen.

2. Altbauquartiere:

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

Heizsysteme im Wohnungsneubau* 2023 (Deutschland)

55,7% Wärmepumpe 25,6% Fernwärme/Nahwärme



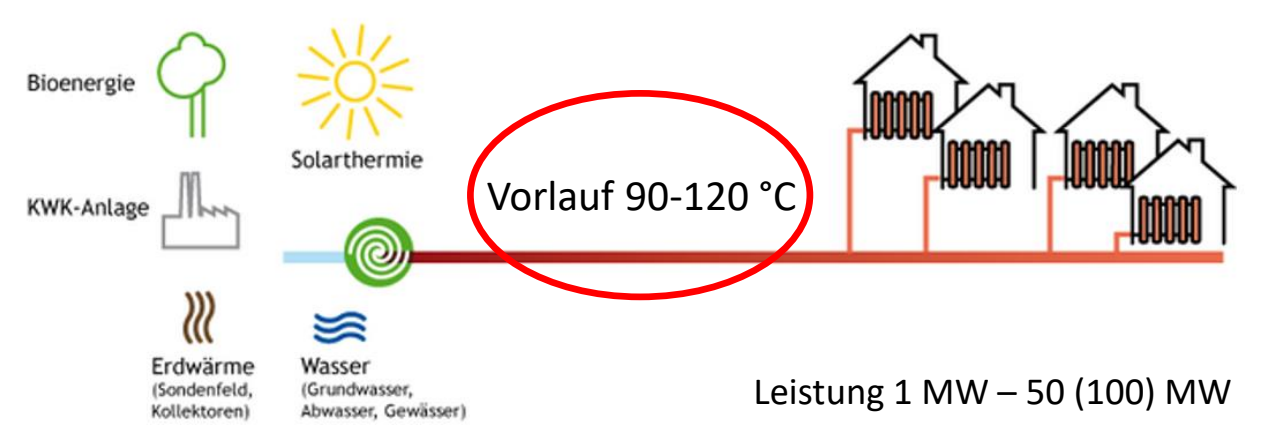
* zum Bau genehmigte Wohnungen in neu zu errichtenden Wohngebäuden
** einschl. Biomethan
*** bis 2003 einschl. Holz sowie bis 2011 einschl. Solarthermie

Quellen: Statistische Landesämter, BDEW; Stand: Oktober 2023

Voraussetzung für Nahwärme (Fernwärme) sind Wärmverteilsysteme.

Was müssen wir dabei heute und in Zukunft beachten?

Fernwärme/Nahwärme (Ausgangsbasis)



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.)

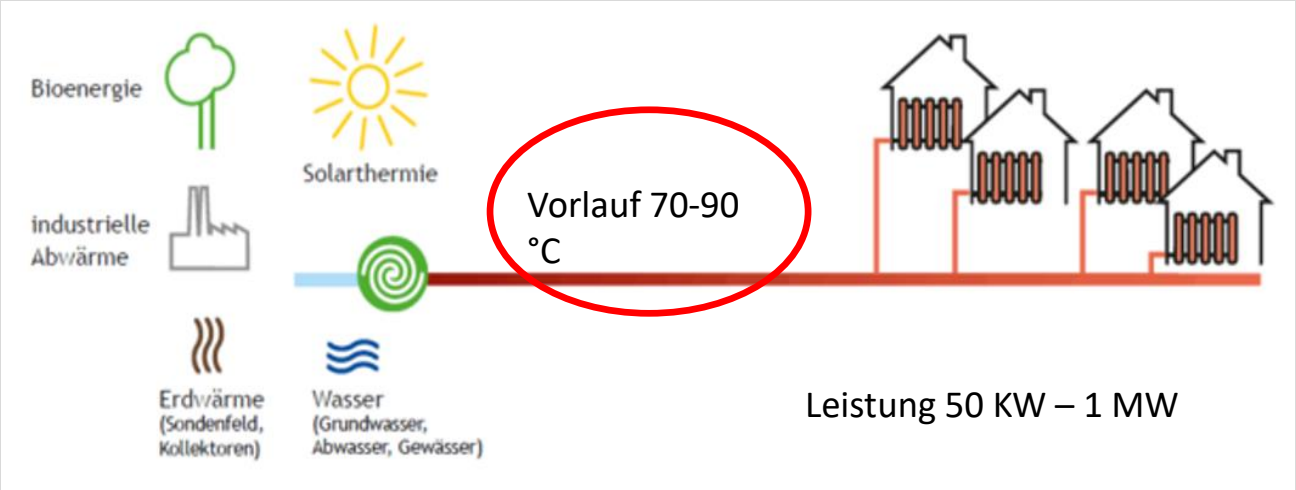
Einsatzorte der Fernwärme

- 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

Entwicklung mittelfristig: Absenkung der Netztemperatur der Fernwärme/Nahwärme

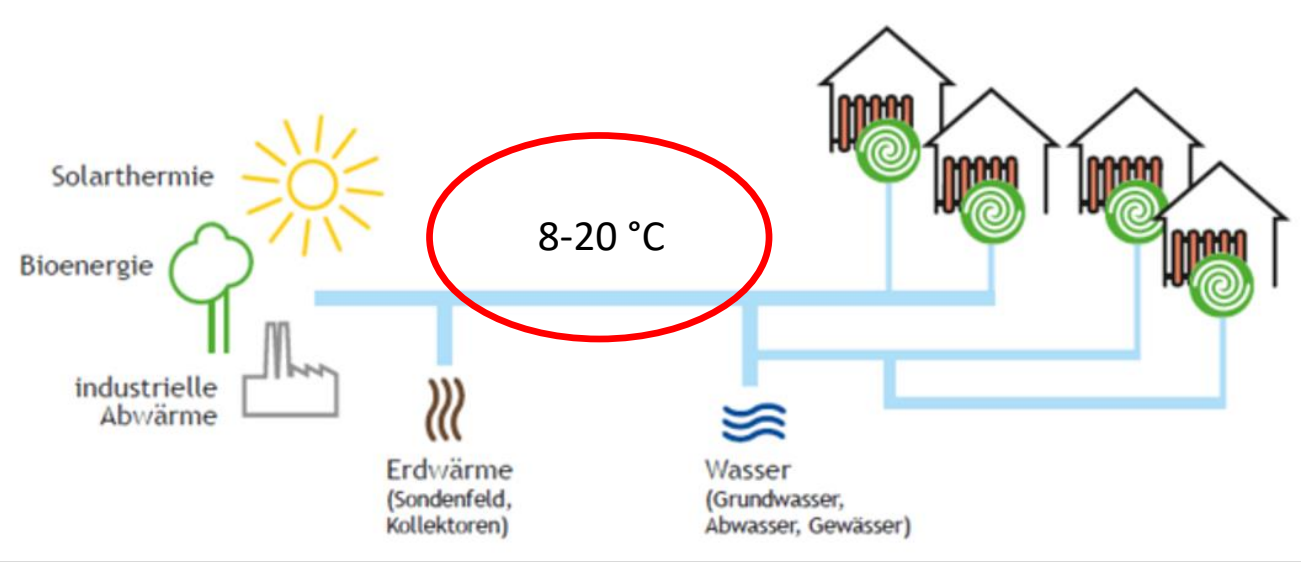


Vorteile:

- 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 CO2-Emissionshandel ist derzeit nachteilig für BHKW-Netze, weil der CO2-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.)

Entwicklung langfristig: Kalte Fernwärme/Nahwärme 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

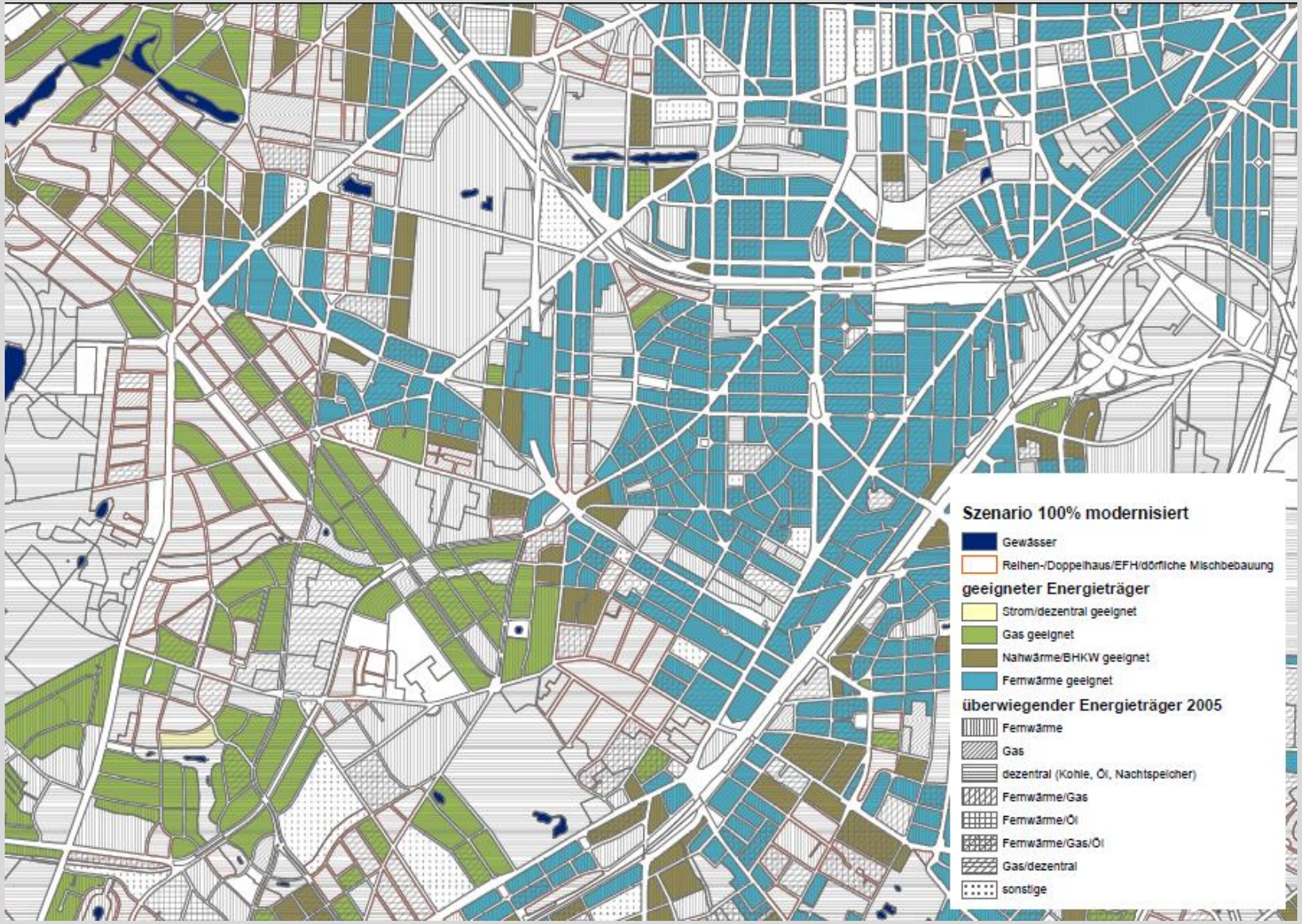
Quelle: Bundesverband Wärmepumpen 2023 https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermenetze-siedlung-und-quartiere/#:~:text=Beim%20Konzept%20der%20kalten%20Nahw%C3%A4rme,Solarthermie%20oder%20eine%20Kombination%20dieser.)

Für welche städtebaulichen Strukturen ist die Nahwärme/Fernwärme geeignet?

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

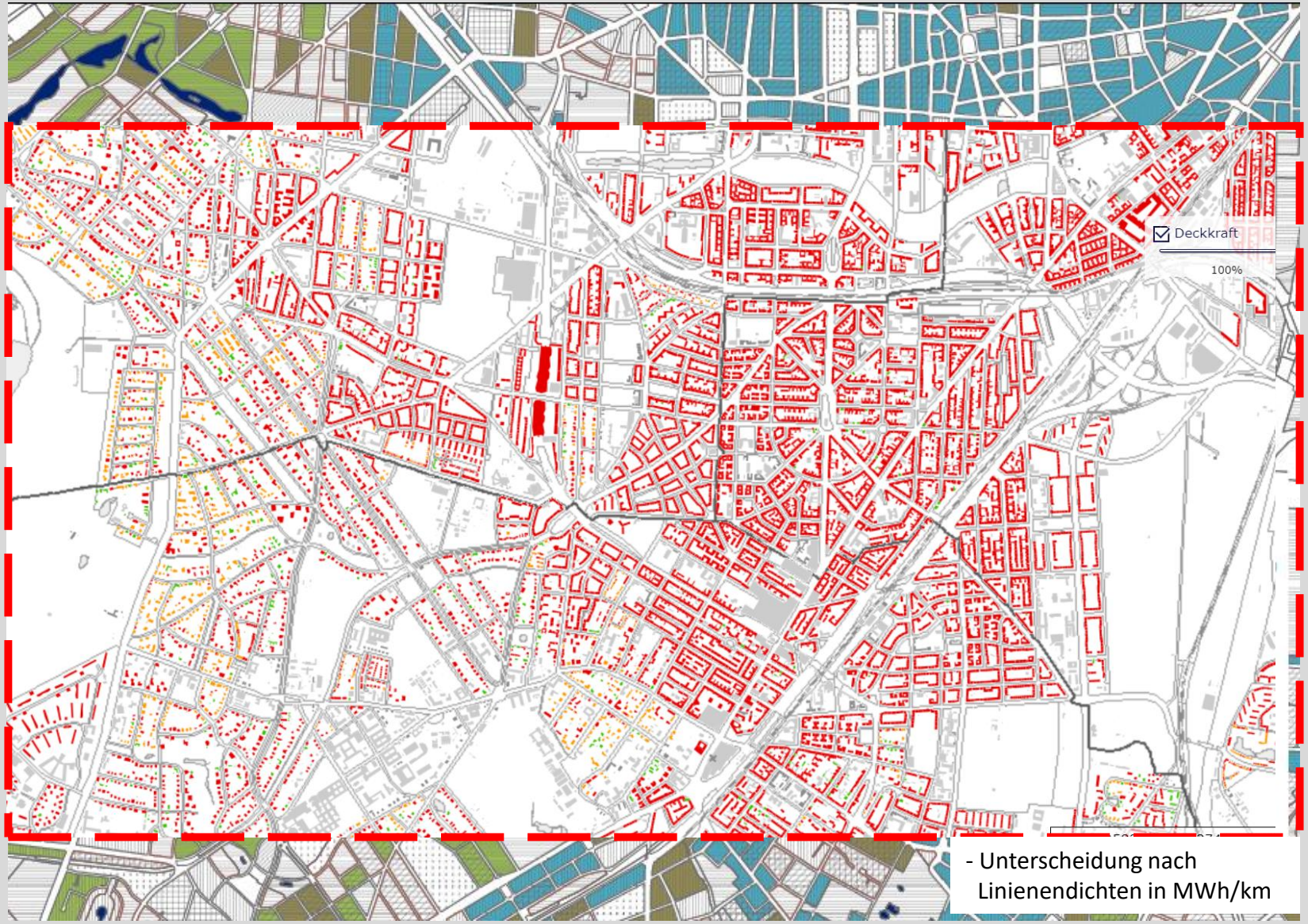
Eignung für Fern-/Nahwärme/(Gas)

flächenbezug



Eignung für Fern-/Nahwärme/(Gas)

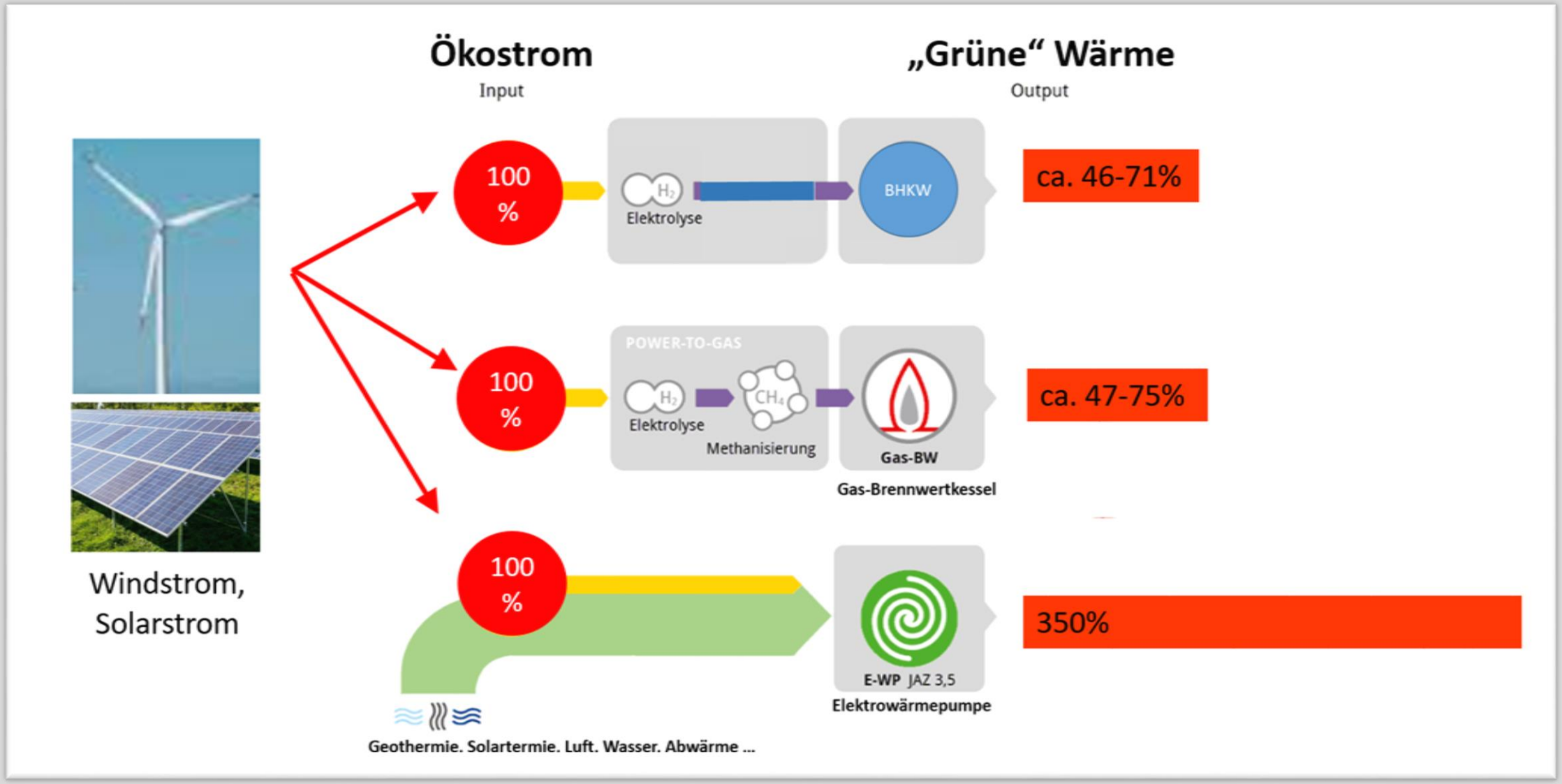
linienbezug



Welche Heizsysteme (Wärmeerzeuger) werden in den Zukunft eine Rolle spielen?

Was müssen wir dabei heute schon beachten?

Effizienzvergleich (Gesamtwirkungsgrad vereinfacht)



Datenbasis: Fraunhofer IEE, FENES, Bundesverband Wärmepumpen e. V., eigene Darstellung

Kommunale Wärmeplanung

Eignung 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 häufig vorhandenen dezentralen Gaszentralheizungen auf dezentrale Wärmepumpenheizungen oder hybride Systeme

Quelle: FFE München, Wüstenrot Stiftung

Kommunale Wärmeplanung

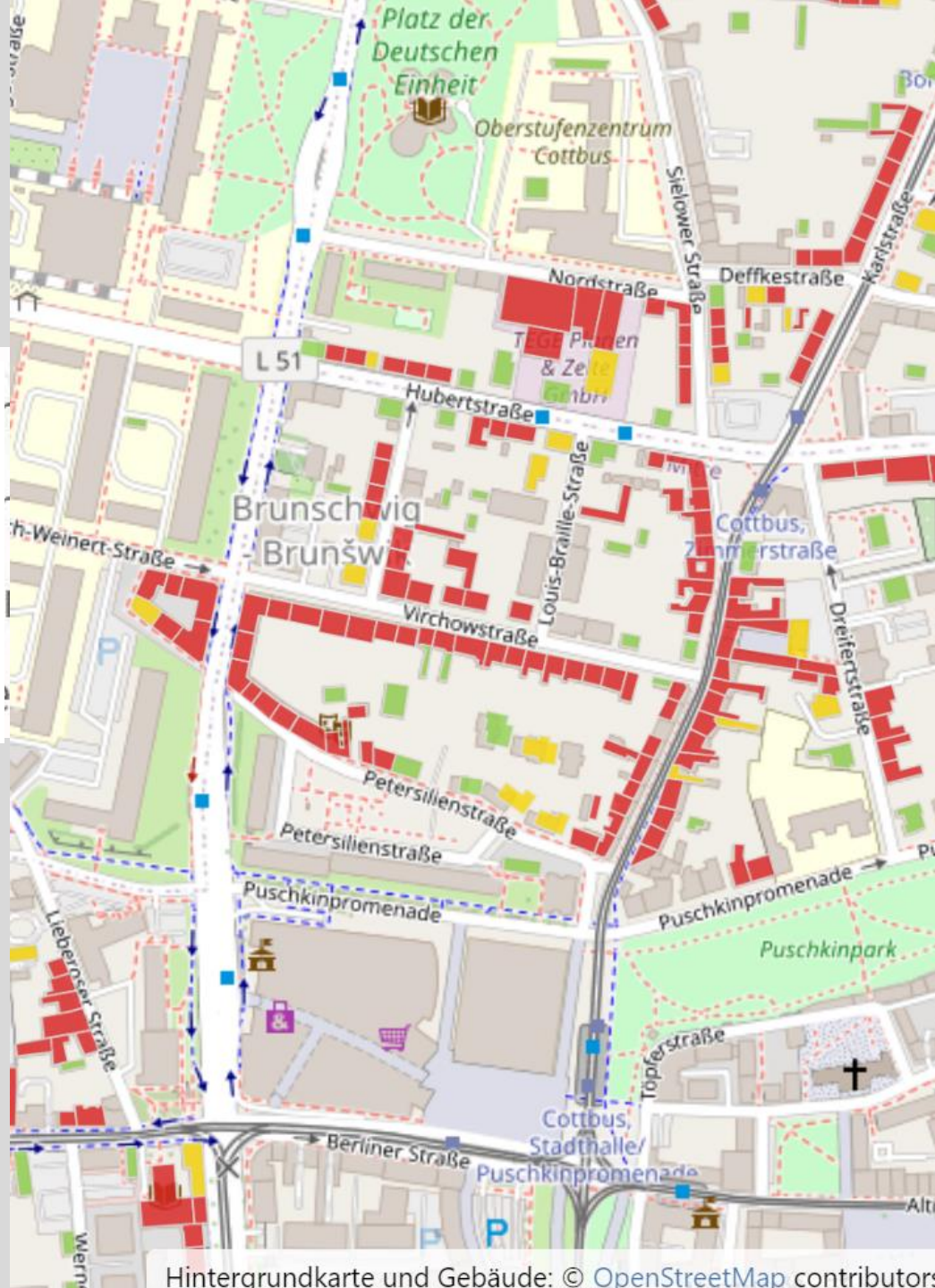
Keine Eignung für WP

(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:

→ Ausbau von Fernwärme-/Nahwärme

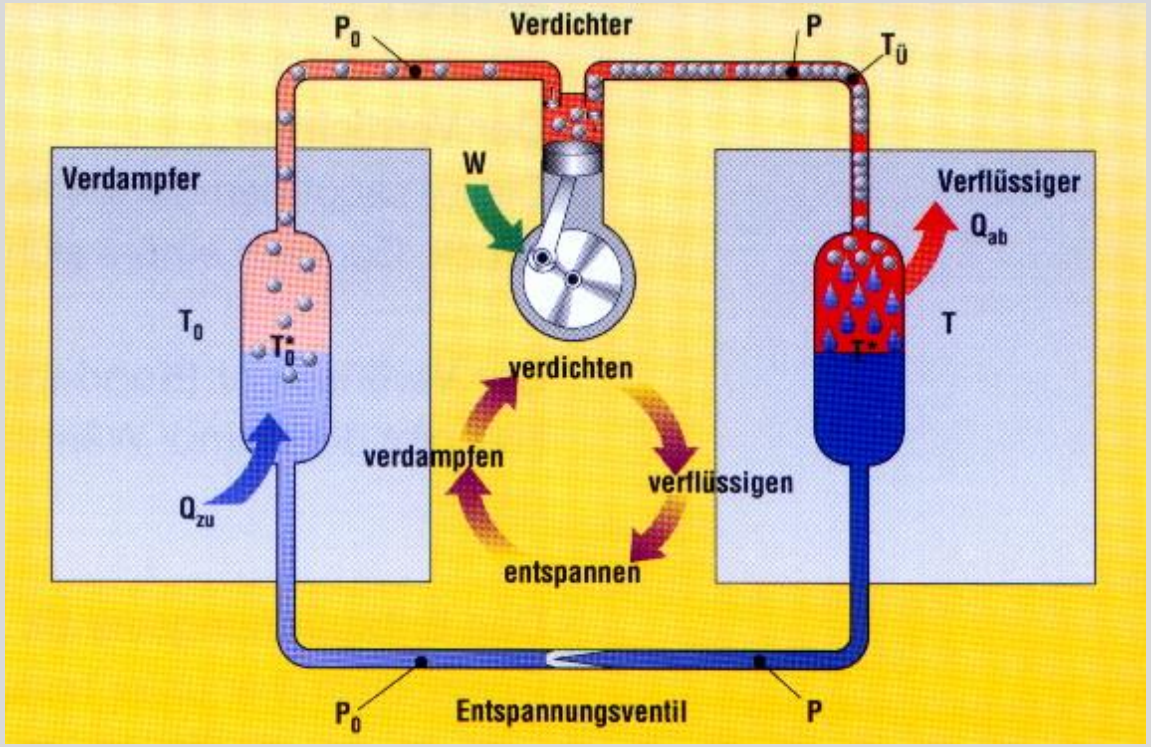


Quelle: FFE München, Wüstenrot Stiftung

info@stadt-und-technik.de

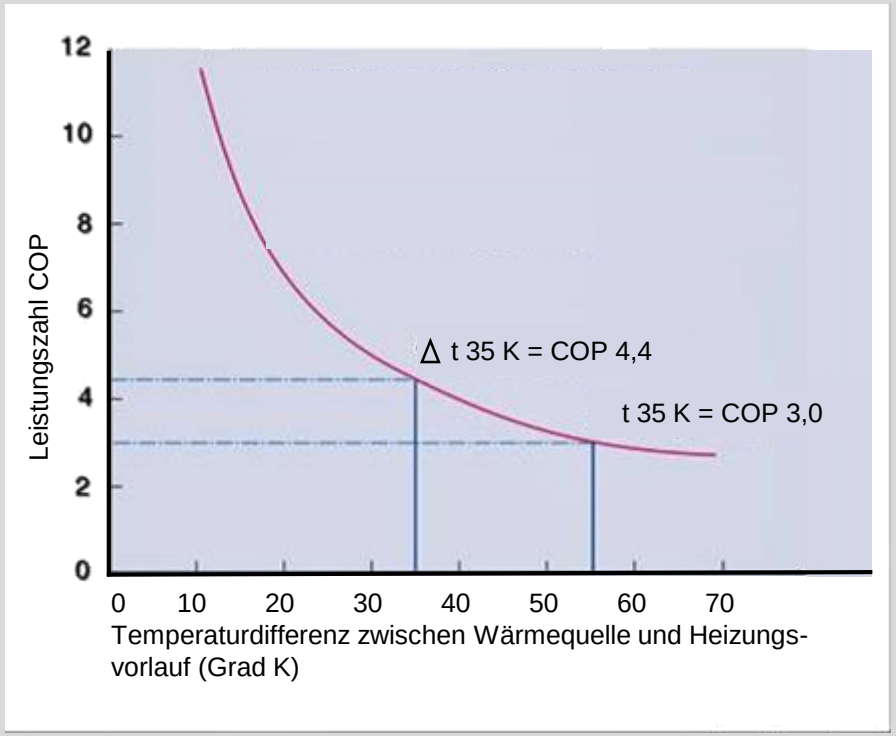
Wärmepumpe (strombasiert)

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.

Betriebsweisen von Wärmepumpen

Neubau

Wärme-
pumpe

Betriebsweisen

Wärme-
pumpe

+

z. B.
Brennwert-
therme

Altbau

Monovalent

Bivalent (Hybrit)

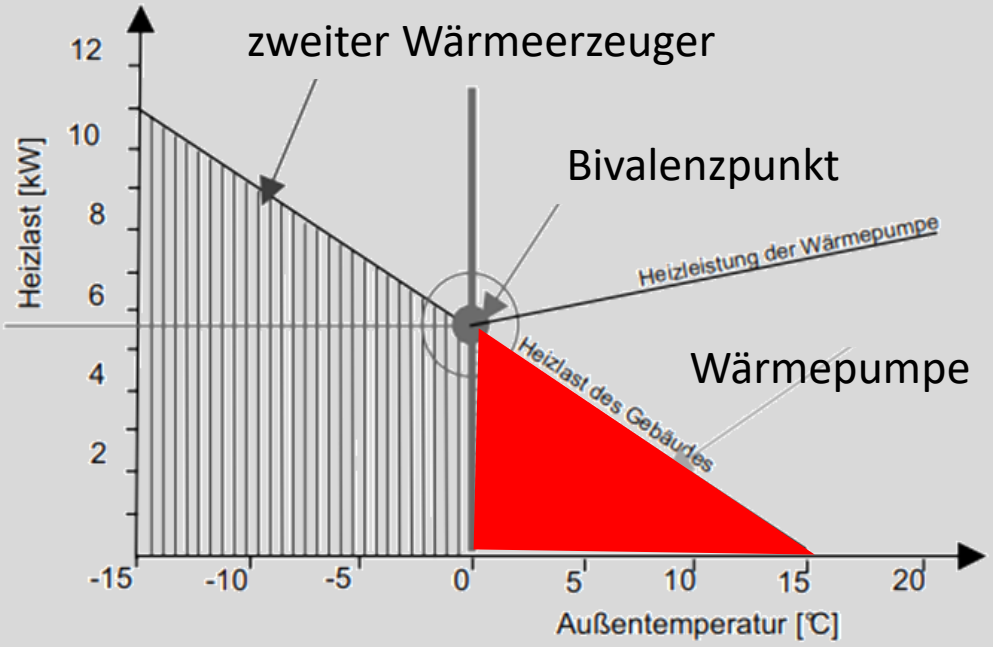
Bivalent
Parallel

Bivalent
teilparallel

Bivalent
alternativ

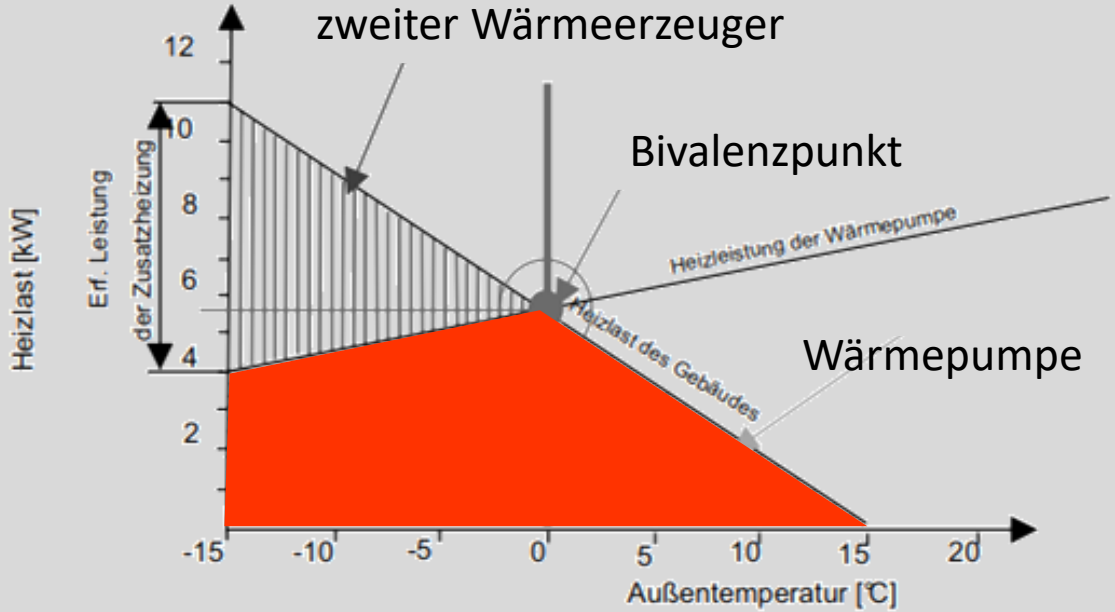
Bivalente (Hybrid-) Heizung mit Wärmepumpe

bivalent alternativ



Nach GEG: Leistungsanteil 40% der max. Heizleistung!

bivalent parallel



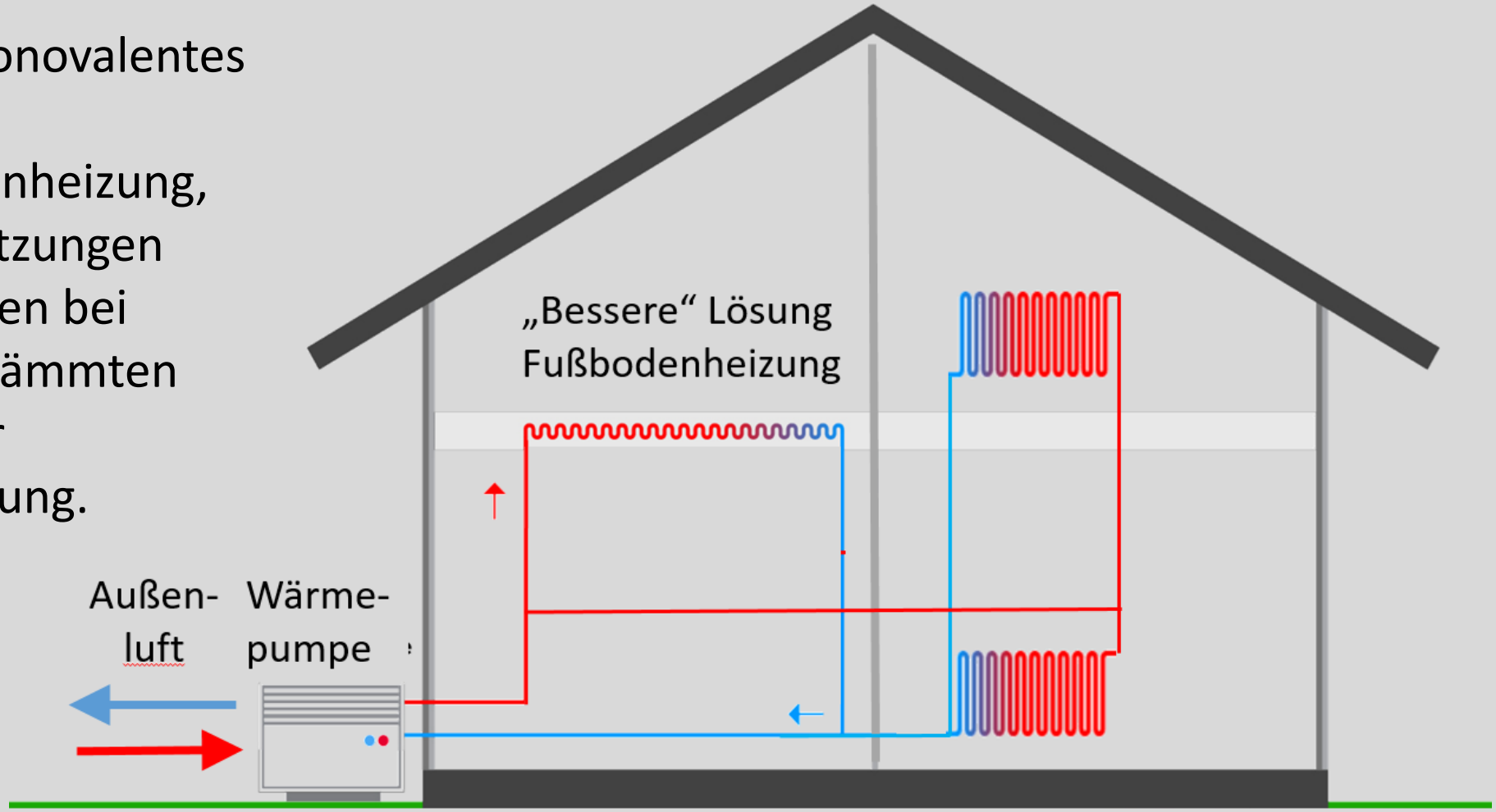
Nach GEG: Leistungsanteil 30% der Heizleistung!

… wenn die „Spitzenlast“in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung abgedeckt wird. Voraussetzung Brennwerttechnik! (GEG, § 71h)

Quelle (Grafik): August Brötje GmbH, broetje.de, eigene

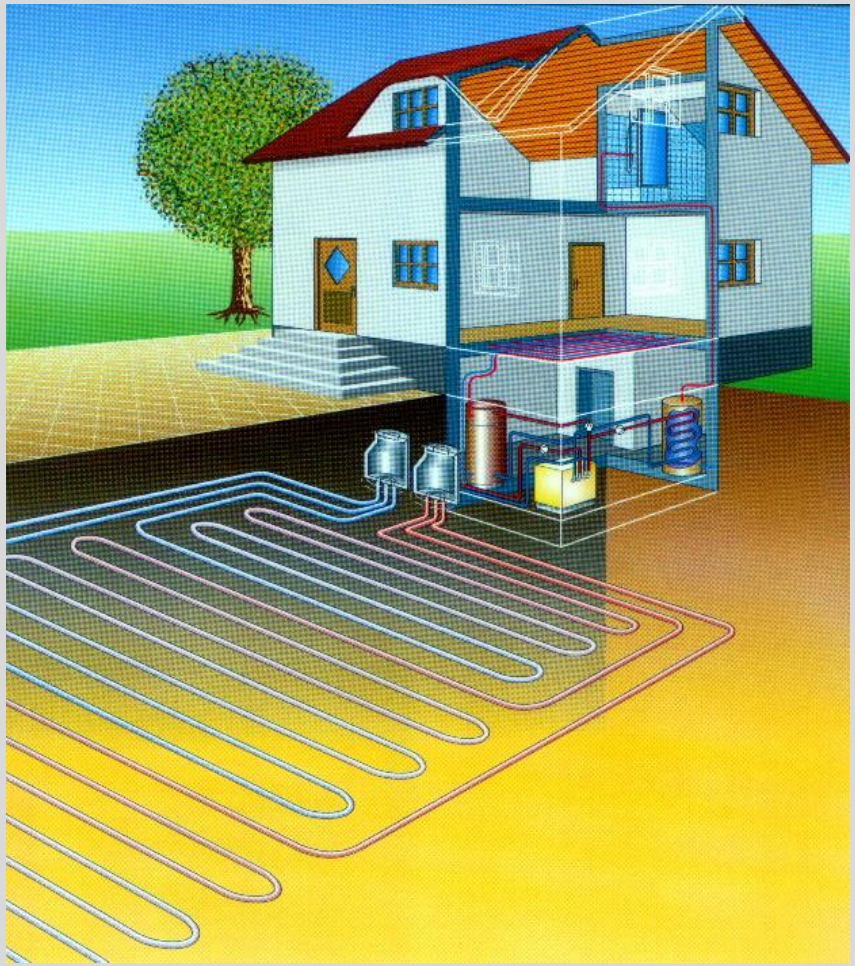
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Einfachstes monovalentes System einer Wärmepumpenheizung, gute Voraussetzungen hierfür bestehen bei einem gut gedämmten Haus mit einer Fußbodenheizung.

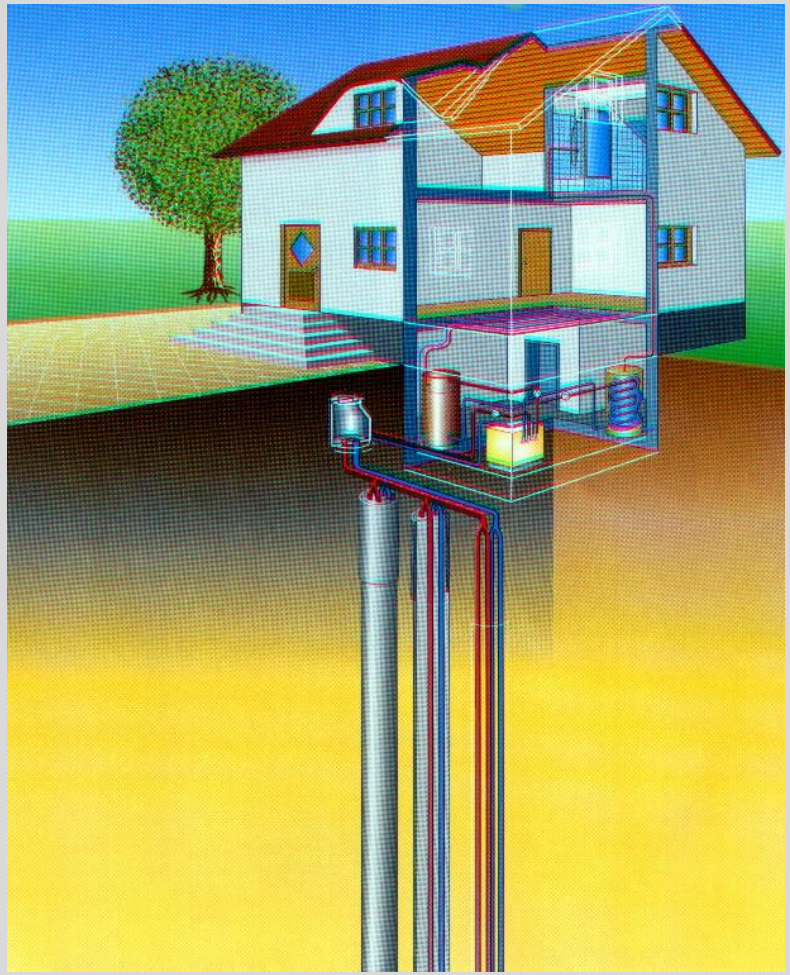


Dezentrale Erdwärmenutzung mit Wärmepumpe

Wasser-Wasser-Wärmepumpe



Erdreichkollektor



Vertikale Erdsonde

Weitere Möglichkeiten der Wärmenutzung

→ Aus Abwasserleitungen

1. Entnahme der Wärme in der Leitung
2. Entnahme der Wärme an der Leitung

→Aus Tiefengeothermie

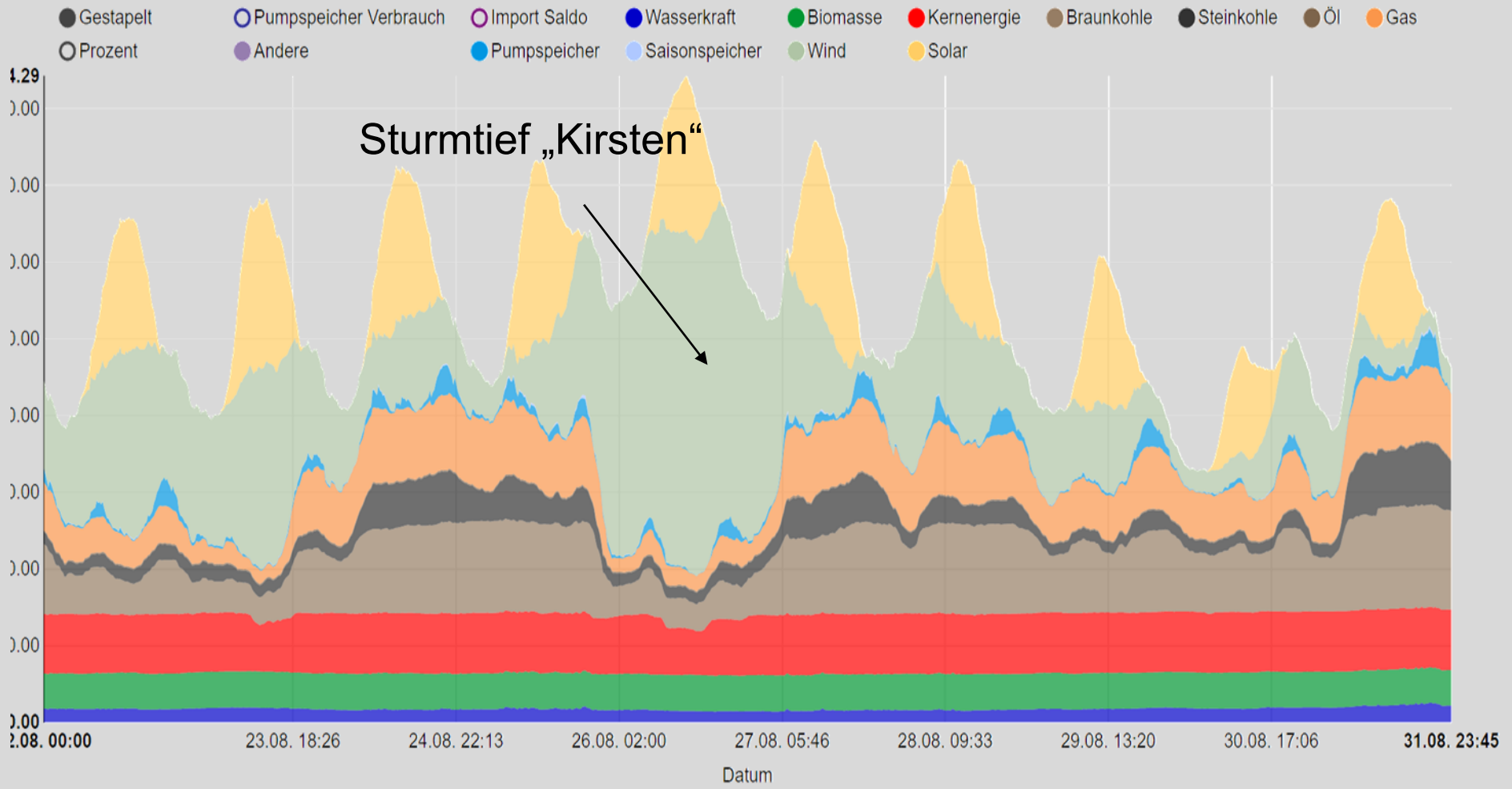
1. Petrothermales Verfahren
2. Hydrothermales Verfahren
3. Geschlossenes System (Eavor)

→ Aus Holz

1. Pelletheizung
2. KWK-Anlage, z. B. auf Basis von Holzpellets (Prinzip Holzvergaser)

Notwendigkeit von Stromspeichern

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



Quelle: Fraunhofer ISE

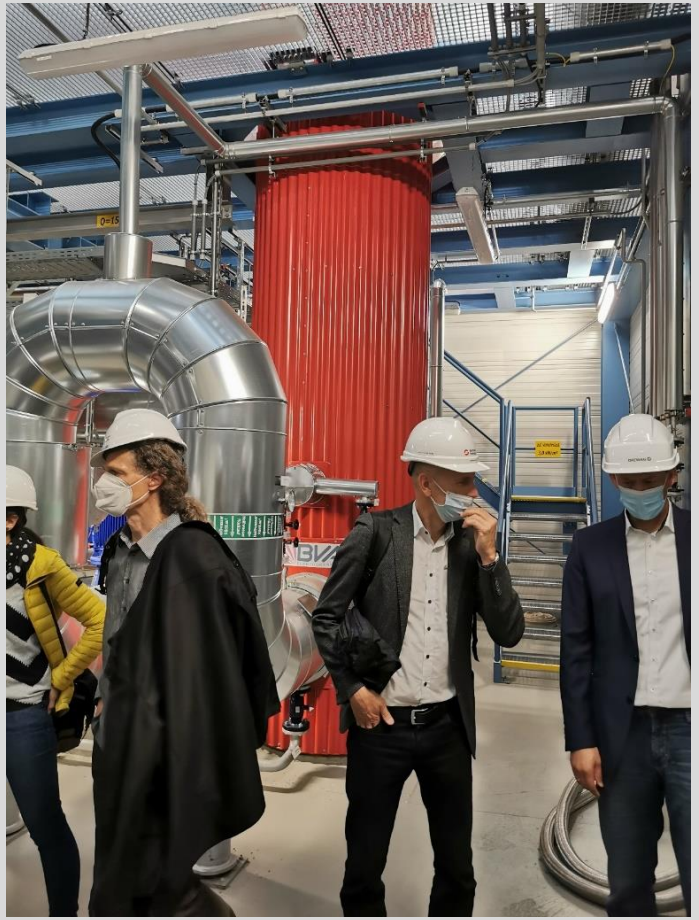
Notwendigkeit von Wärmespeichern

Quelle: Foto Koziol

Wärmespeicher
(HKW-Cottbus)

Notwendigkeit von Verwertungsmöglichkeiten von Überschuss-Strom (→ Fernwärme)

Elektrodenkessel (Kraftwerk Nossener Brücke, Dresden)



Quelle: Fotos Koziol

Argumente für den Ausbau der Nahwärme:

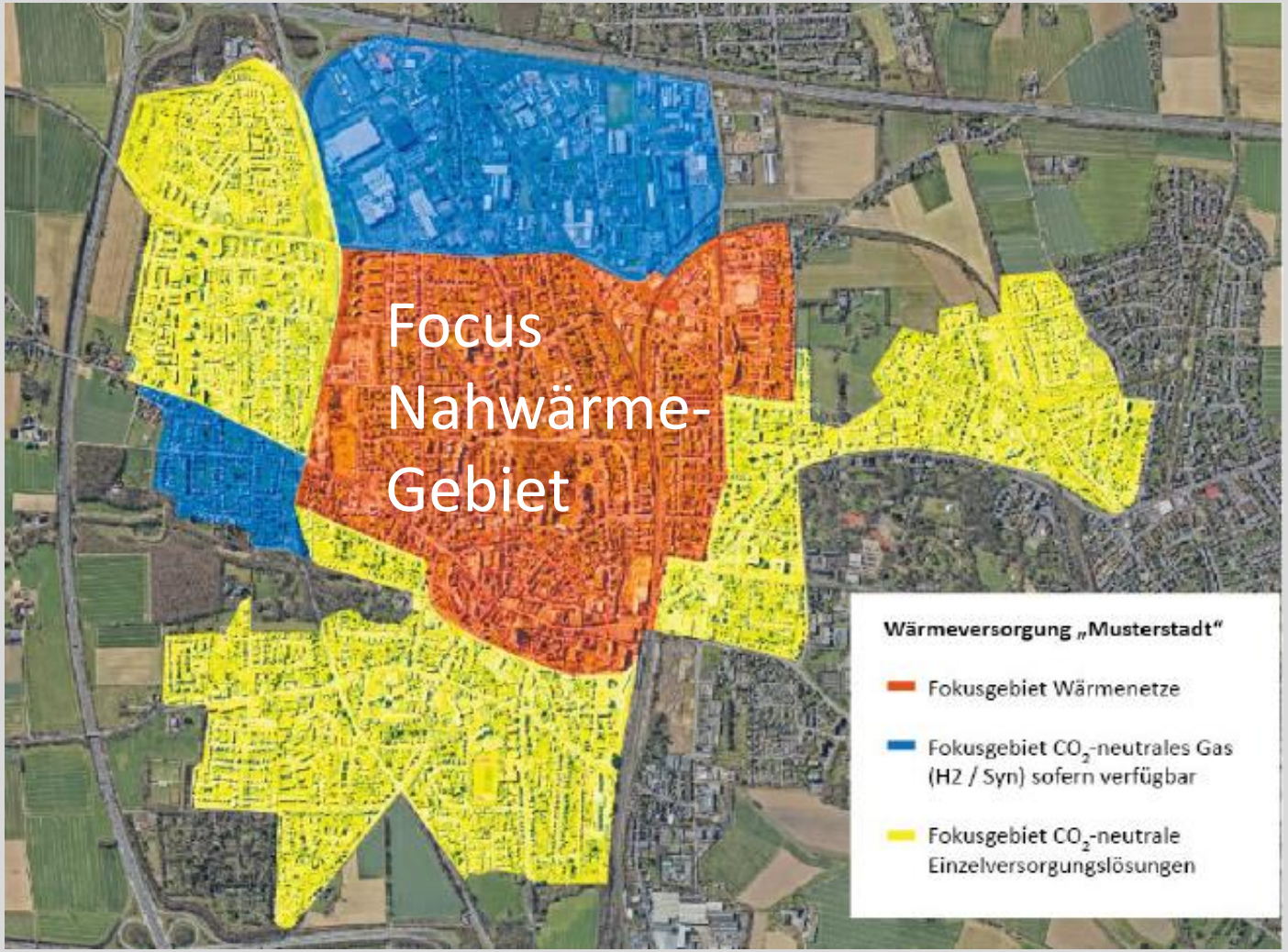
- Nahwärme ist ein entscheidender Baustein für eine sozialverträgliche Transformation unserer Energiesysteme!
- Sie entlastet Hauseigentümer von der Anpassung ihrer Heizanlage und hohen Investitionskosten für alternative Wärmeerzeuger (z. B. bei der Umrüstung auf Wärmepumpen)
- Schafft günstige Voraussetzungen für die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe, Wärme aus Tiefengeothermie, (Abwärme aus Abwasser, Seen und Fließgewässern, Überschußstrom aus Windkraft und Solaranlagen (Power to Head Anlagen)
- Ist resilient in Bezug auf spätere Systemanpassungen der Wärmeerzeugung
- Schafft günstige Voraussetzung für Wärmegroßspeicher

Fazit:

Die Nahwärme ist ein wichtiger Schlüssel für die kommunale Wärmeplanung!

Die Identifizierung von Nahwärmegebieten ist ein zentraler Aspekt in kommunalen Wärmeplänen!

Darstellung
eines kommunalen
Wärmeplanes
in Form von
Focusgebieten
für bestimmte
Arten der
Wärmeversorgung



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

Ergänzung:
Ziel der (kommunalen) Wärmeplanung

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. (→ Selbstbindung)

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

Wärmewende

2011

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Energie für Deutschland

Handlungsleitfaden zur Energetischen Stadterneuerung

Verkehr Mobilität Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr Mobilität Bauen
Wohnen Stadt Land **www.bmvbs.de** Verkehr Mobilität Bauen Wohnen
Stadt Land Verkehr Mobilität Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr Mobilität

→ Download über Seiten des BBSR oder Seiten der Bayrischen Staatsregierung https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/staedtebaufoerderung/dl_handlungsleitfaden_ee.pdf

2023

AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.

DVGW

Praxisleitfaden Kommunale Wärmeplanung

Gemeinsamer Praxisleitfaden des AGFW e. V. und DVGW e. V.