

Vorstellung Ergebnisse DatWK

Entwicklung einer Datengrundlage für Wärmekonzepte

Bearbeitung:

GEF Susanne Ochse, Marc Rein
ifeu Sebastian Blömer

Ergebnisvorstellung im KLIMA
24.11.2022

GEF Ingenieur AG

Ferdinand-Porsche-Straße 4a
D-69181 Leimen
info@gef.de
www.gef.de



- Treibhausgasfaktoren der Fernwärme mit zwei Berechnungsmethoden für Ist und Zukunft bestimmen
- Fernwärme mit anderen Wärmeversorgungsoptionen vergleichen
 - (Teil)-Antwort auf die Frage, welche Rolle Fernwärme in einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung in Krefeld spielen könnte
- Verfahrensvorschlag für Wärmewendeprozess

PHASE 1

AP 1 / 2

PEF und THG
Fernwärme

AP 3

Projektion THG
Fernwärme Krefeld

AP 8

Abstimmung mit
parallelen Projekten

PHASE 2

AP 4

Technologie-
Vergleich

AP 5

Vergleich
Modellquartiere

AP 6

Ökologische
Bewertung

PHASE 3

AP 9

Verfahrens-
vorschlag
Wärmewende-
Prozess

AP 7

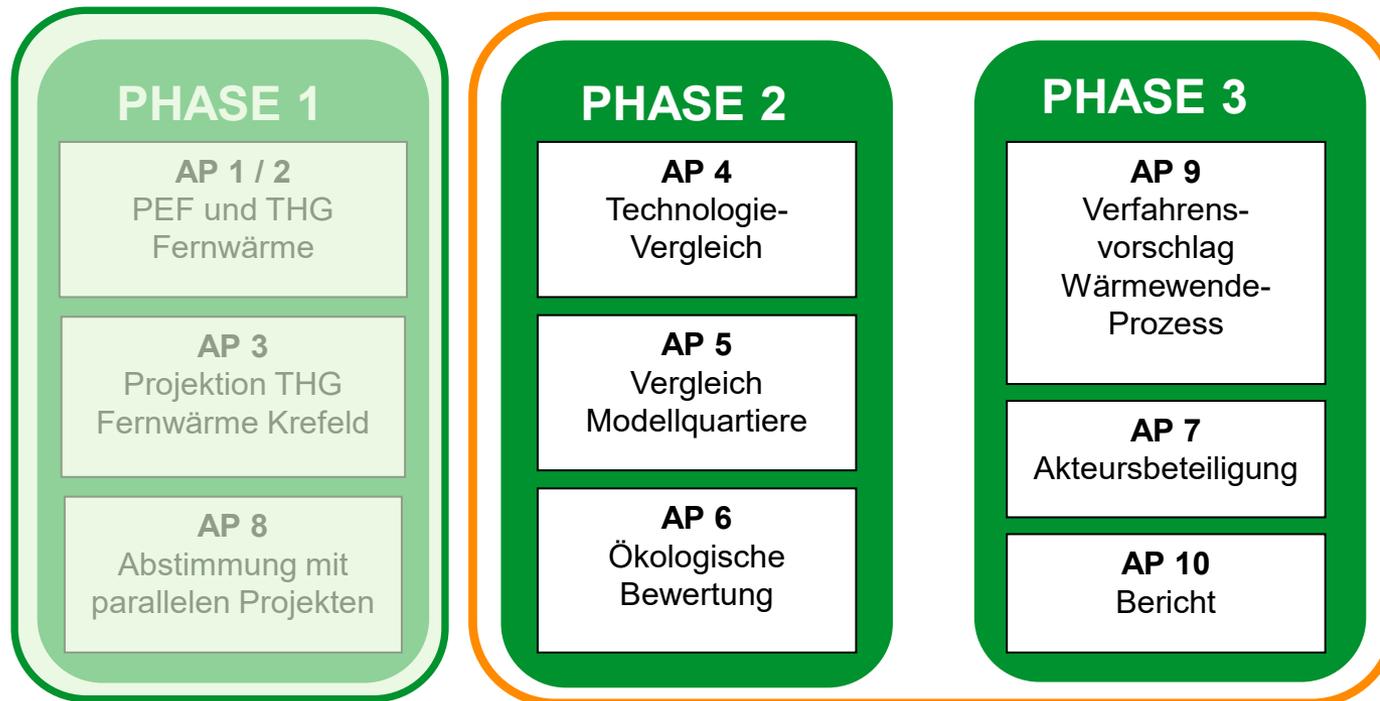
Akteursbeteiligung

AP 10

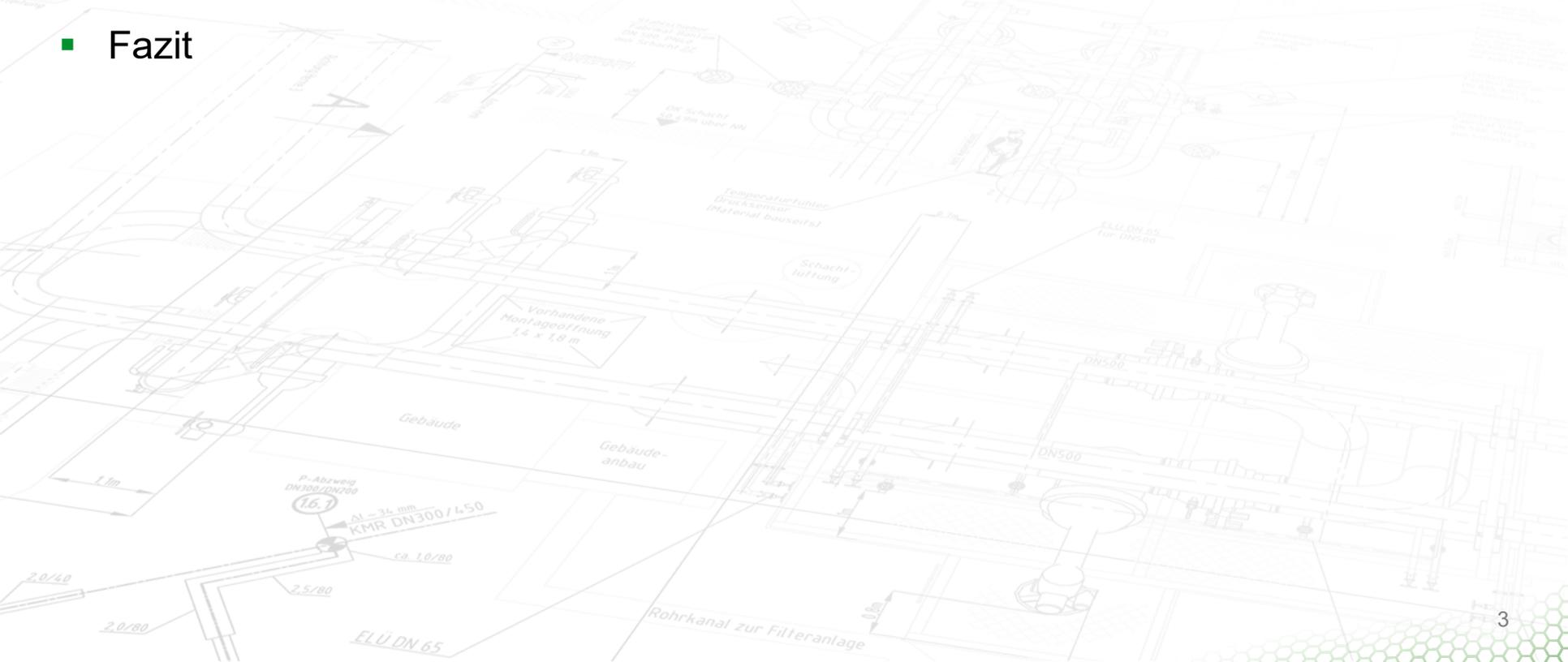
Bericht

Zwischenpräsentation
am 23.06.2022

Abschlusspräsentation
am 24.11.2022



- Phase 1 Kurzer Rückblick
- Phase 2 Vergleich Emissionen für Typgebäude und Quartiere
- Phase 3 Vorschlag für Wärmewendeprozess
- Fazit



Phase 1

Zwei Modellwelten: Kommunale Klimabilanzierung und GEG 2020



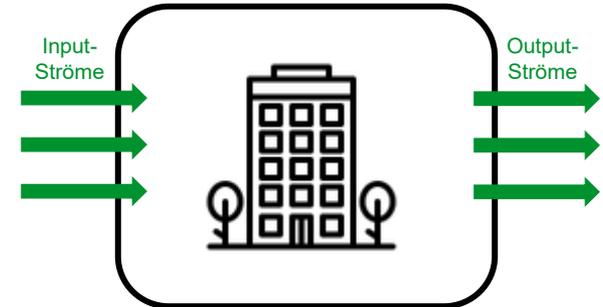
INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG



Kommunale Klimabilanzierung
nach BSKO-Methodik
(2019)



Gebäudebilanzierung
nach Gebäude-Energie-Gesetz (GEG)
2020



Zentrale Unterschiede der Modelle

Bewertung von Wärme aus Abfallverbrennung

- THG-Emission gemäß Abfallzusammensetzung

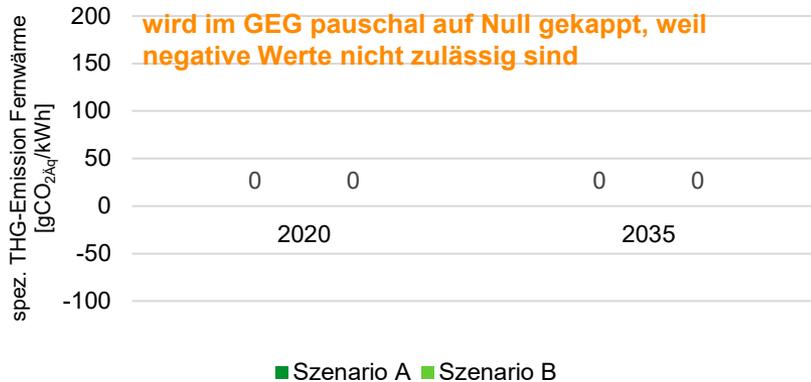
Bewertung von Kraft-Wärme-Kopplung / Stromerzeugung

- Zuordnung von Emissionen der KWK auf Wärme und Strom mit Carnot-Methode

- Betrachtung als unvermeidbare Abwärme, THG-Emission des Brennstoffs „Abfall“ = 0

- Zuordnung von Emissionen der KWK auf Wärme und Strom mit Stromgutschrift-Methode

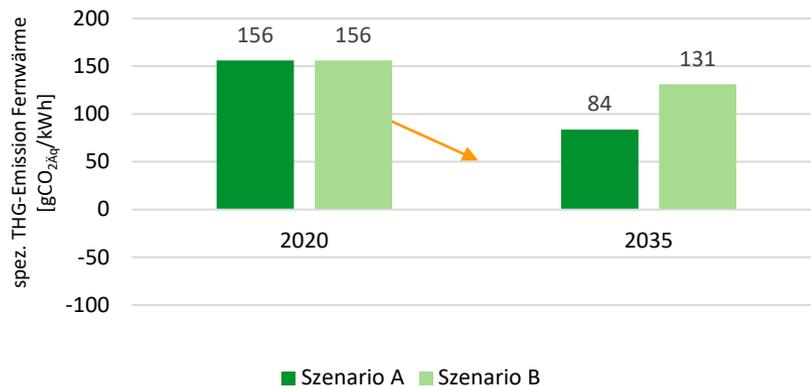
Entwicklung THG-Emissionsfaktoren Fernwärme
Modellwelt GEG 2020



Modellwelt GEG 2020

- 2020: Nach Stromgutschrift-Methode ist der THG-Faktor der Fernwärme Null.
- Dies bleibt in beiden Szenarien bis 2035 unter den angenommenen Bedingungen so, u.a. weil
 - Abwärme aus MKVA mit Null bewertet wird
 - die Wärme aus MKVA und aus der Erdgas-KWK eine Gutschrift für den parallel erzeugten KWK-Strom bekommen.

Entwicklung THG-Emissionsfaktoren Fernwärme
Modellwelt kommunale Klimabilanzierung

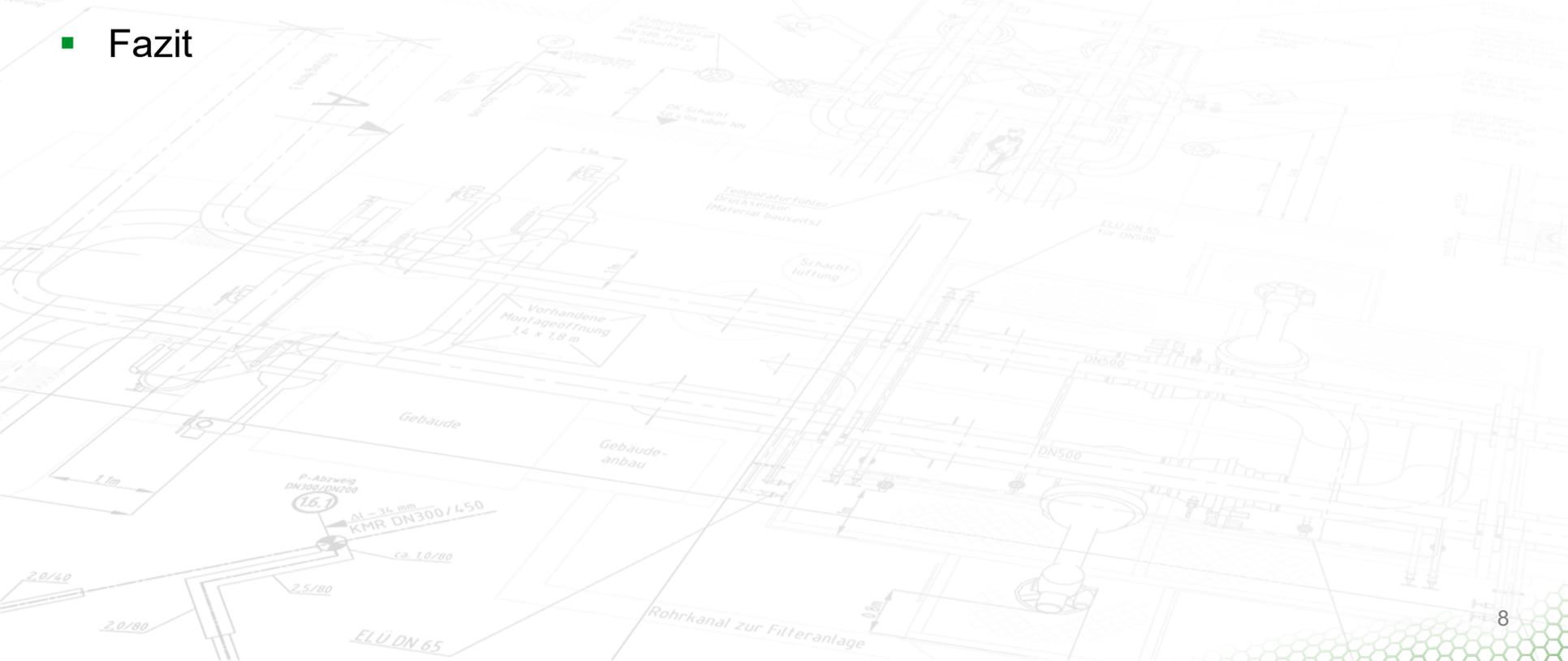


Modellwelt kommunale Klimabilanzierung

- 2020: der THG-Faktor der Fernwärme beträgt 156 gCO₂/kWh, ist rechnerisch schlechter als in der Modellwelt GEG, aber besser als Erdgas (247 gCO₂/kWh)
 - Bis 2035 verbessert er sich in beiden Szenarien:
 - in Szenario A werden zunehmend erneuerbare Energien eingesetzt
 - in Szenario B steigt der Anteil erneuerbarer Gase im Netz
- **Ermittelte Faktoren werden in KrKN 2035 verwendet**

- Die Berechnungsmethoden ergeben **unterschiedliche Ergebnisse** für die Treibhausgasfracht der Fernwärme – vor allem aufgrund der unterschiedlichen Bewertung der Müllverbrennung und des KWK-Stroms.
- Die ermittelten THG-Faktoren können als Grundlage für Entscheidungen im Rahmen von **Heizungserneuerungen in kommunalen Gebäuden** herangezogen werden (im Gebäudebereich ist die GEG-Methode maßgebend)
- Die **Zukunftsprojektionen** müssen ggf. in 3-5 Jahre neu ermittelt werden, wenn sich die Fernwärme abweichend von den hier angenommenen Szenarien entwickelt.
- Aus Sicht der Gutachter erscheint es sinnvoll, **die Wärme aus der Müll- und Klärschlammverbrennungsanlage (MKVA) in Krefeld auch zukünftig weiter für die Fernwärme zu nutzen**. Würde auf eine Einspeisung in das Krefelder Fernwärmenetz verzichtet, müsste die überschüssige Wärme in den Rhein oder mit Kühltürmen an die Umgebungsluft abgeführt werden. Ein solches Vorgehen erbringt keine ökologischen Vorteile, denn es senkt nicht die bei der Verbrennung entstehenden Emissionen, sondern lässt lediglich die Wärme ungenutzt.

- Phase 1 Emissionsfaktoren Fernwärme Ist und Zukunft
- **Phase 2 Vergleich Emissionen für Typgebäude und Quartiere**
- Phase 3 Vorschlag für Wärmewendeprozess
- Fazit



Arbeitspaket 4 – Technologievergleich

Auswahl Typgebäude

- für drei Beispielgebäude
- 5-10 Technologieoptionen (mono- und bivalent)
- THG-Emissionen im Status Quo und in den Projektionen
- Vergleich mit Fernwärme
- Auswahl von Typgebäuden auf Basis von Gebäudestatistik Krefeld -> häufigstes Baualter

	EFH	MFH	Büro-, Verwaltungs- oder Amtsgebäude
Wohnfläche/Nutzfläche	155	384	
Nutzfläche A_N	190	450	1700
Baujahr	1969-1978 (IWU-BAK F)	1969-1978 (IWU-BAK F)	1969-1978 (IWU-BAK F)
Sanierungsstand	teilsaniert (Fenster, OGD)	teilsaniert (Fenster, OGD)	teilsaniert (Fenster, OGD)
spezifischer Nutzwärmebedarf (RW & WW) [kWh/m ² *a]	110	100	100
Nutzwärmebedarf (RW & WW) [kWh/a]	20.900	45.000	170.000
interne Verluste Wärmeverteilung [%]	12%	12%	10%
Erzeugernutzwärmeabgabe [kWh/a]	23.800	51.100	188.900

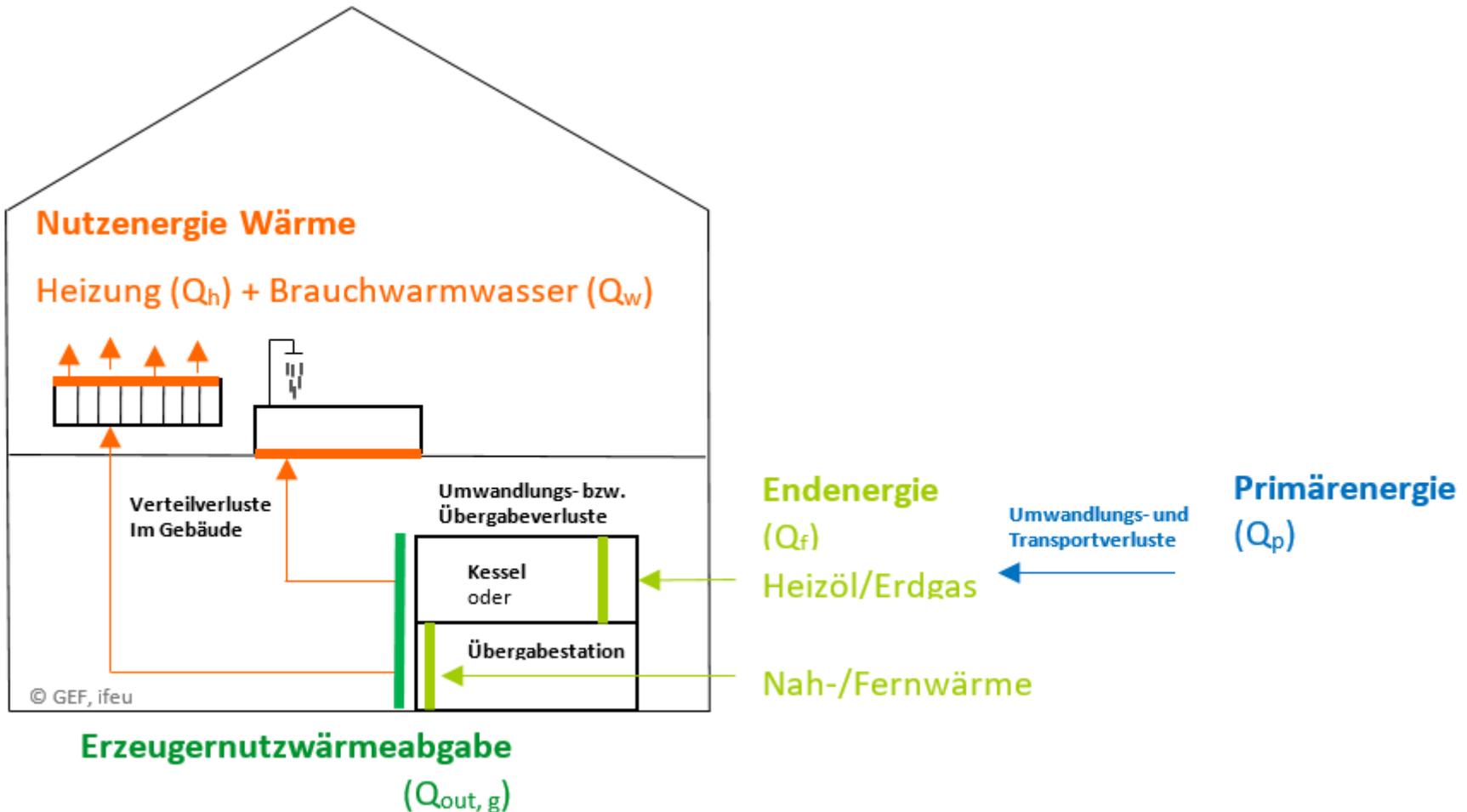
*Kenndaten nach ifeu Gebäudemodell GEMOD

Heizungsoptionen der Typgebäude

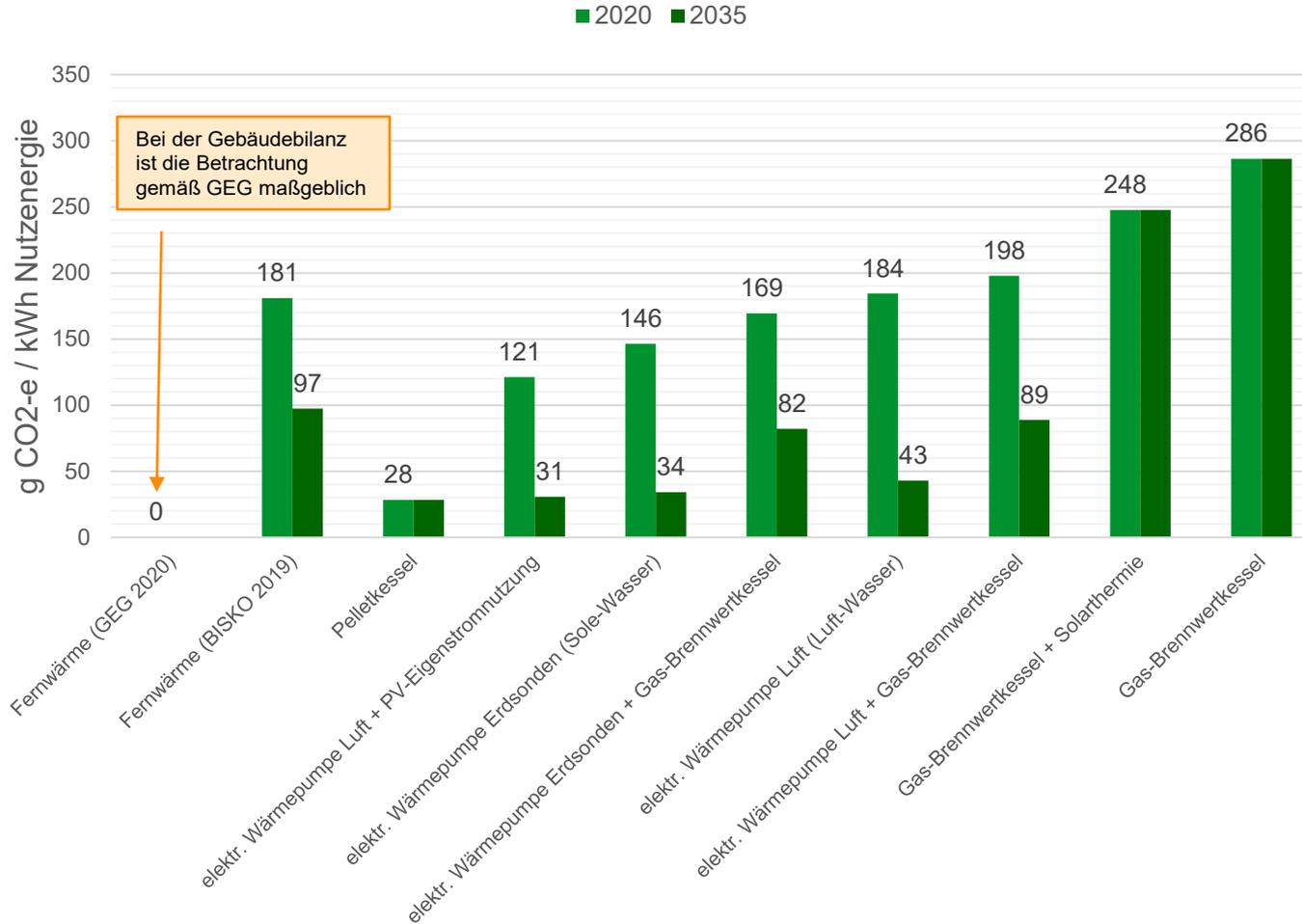
- Strom-basiert: Wärmepumpen (Luft, Erdsonden) und direktelektrisch („Tauchsieder“-Prinzip)
 - Brennstoff-basiert: Pelletkessel und Gas-Kessel
 - Solarenergie: thermisch und elektrisch
- Alle Optionen weisen (höhere) Restriktionen auf, als bisher im Bereich (Erdgas-) Heizung üblich.

	EFH	MFH	Büro-, Verwaltungs- oder Amtsgebäude
monovalente EE-Optionen			
elektr. Wärmepumpe Luft (Luft-Wasser)	X	(X)	
elektr. Wärmepumpe Erdsonden (Sole-Wasser)	X	X	X
Pelletkessel	X	X	X
Fernwärme	(X)	X	X
direkt elektrisch		X	X
Gas-Brennwertkessel (fossile Referenz)	X	X	X
multivalente EE-Optionen			
elektr. Wärmepumpe Luft + Gas-Brennwertkessel	(X)	X	X
elektr. Wärmepumpe Erdsonden + Gas-Brennwertkessel	(X)	X	X
elektr. Wärmepumpe Erdsonden + Solarthermie		X	X
Gas-Brennwertkessel + Solarthermie (Teil-fossile Referenz)	X	X	
strombasiert mit PV-Eigenstromnutzung			
elektr. Wärmepumpe Luft + PV	X		

Bilanzierungsebene zum Vergleich der THG-Emissionen: Nutzenergie



Ergebnis: THG-Emissionen Nutzenergie EFH



Weil mit Vorkette gerechnet wird, ist keine Lösung bis 2035 zu 100% klimaneutral

Erdgas

- 2020 hoch
- 2035 sehr hoch

Solarthermie+Erdgas

- brennstofffreie Teil-/Zwischenlösung

Wärmepumpen

- im Mittelfeld
- in Kombination mit 20% Erdgas schlechter
- in Kombination mit PV besser

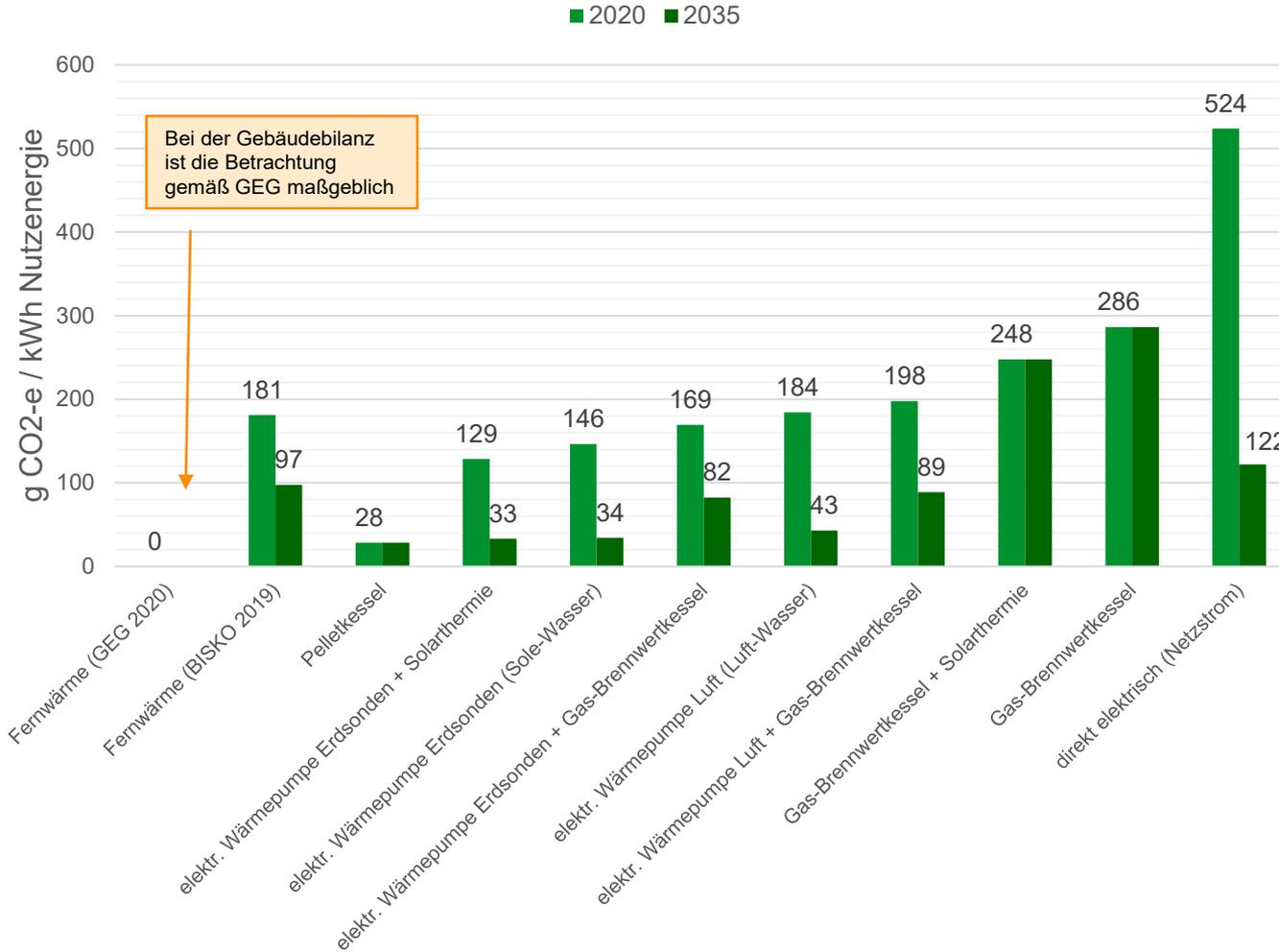
Pelletkessel

- niedrige THG-Emissionen
- aber Potenzial begrenzt

Fernwärme

- mit GEG Null (mit BISKO Mittelfeld)

Ergebnis: THG-Emissionen Nutzenergie MFH



Weil mit Vorkette gerechnet wird, ist keine Lösung bis 2035 zu 100% klimaneutral

Direkt elektrisch

- 2020 sehr hoch
- 2035 mittel

Erdgas

- 2020 hoch
- 2035 sehr hoch

Solarthermie+Erdgas

- brennstofffreie Teil-/ Zwischenlösung

Wärmepumpen

- im Mittelfeld
- in Kombination mit 20% Erdgas schlechter
- in Kombination mit PV besser

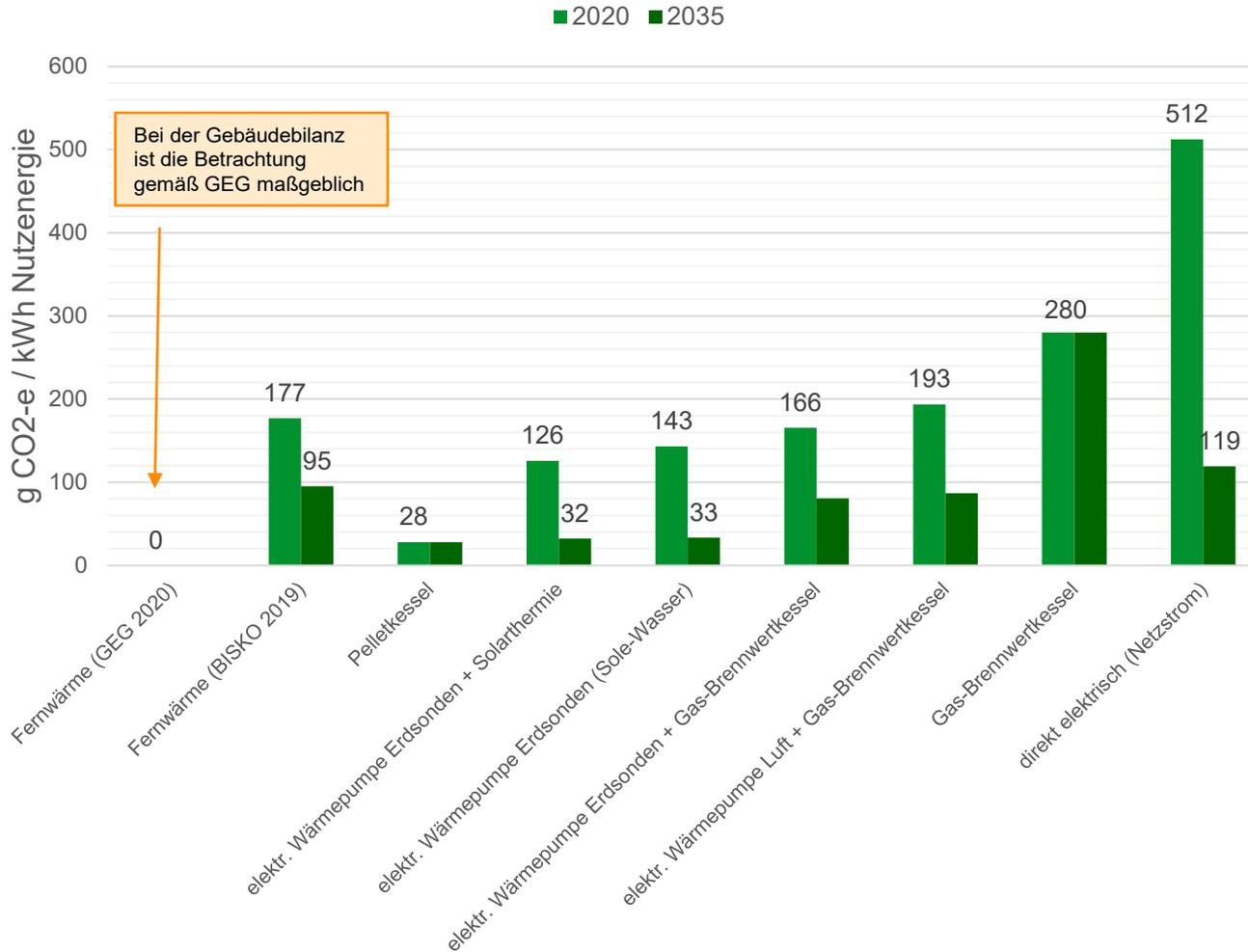
Pelletkessel

- niedrige THG-Emissionen
- aber Potenzial begrenzt

Fernwärme

- mit GEG Null (mit BISKO Mittelfeld)

Ergebnis: THG-Emissionen Nutzenergie Bürogebäude



Weil mit Vorkette gerechnet wird, ist keine Lösung bis 2035 zu 100% klimaneutral

Direkt elektrisch

- 2020 sehr hoch
- 2035 mittel

Erdgas

- 2020 hoch
- 2035 sehr hoch

Solarthermie+Erdgas

- wenig sinnvoll, weil kaum Warmwasserbedarf

Wärmepumpen

- im Mittelfeld
- in Kombination mit 20% Erdgas schlechter
- in Kombination mit PV besser

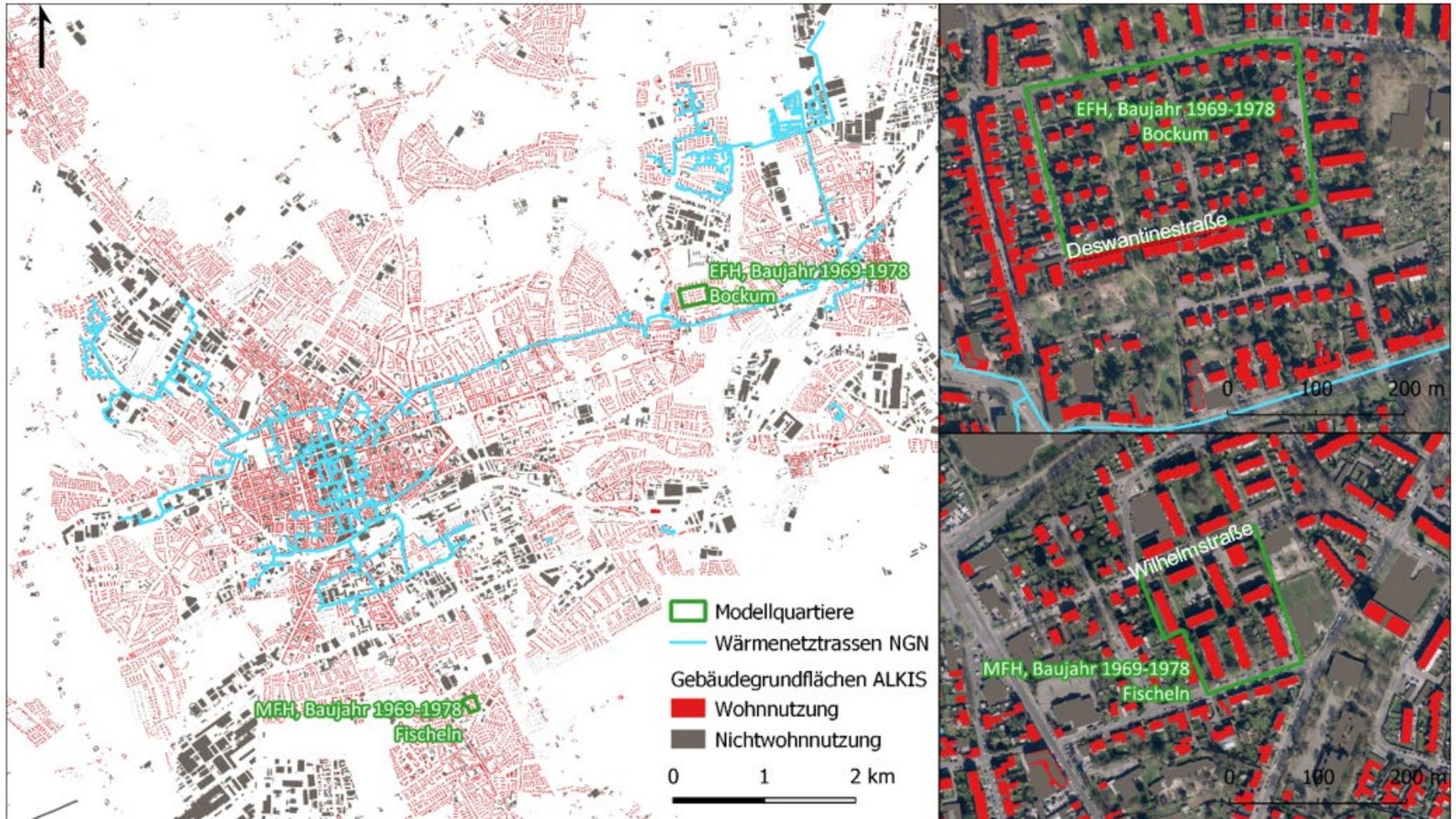
Pelletkessel

- niedrige THG-Emissionen
- aber Potenzial begrenzt

Fernwärme

- mit GEG Null (mit BISKO Mittelfeld)

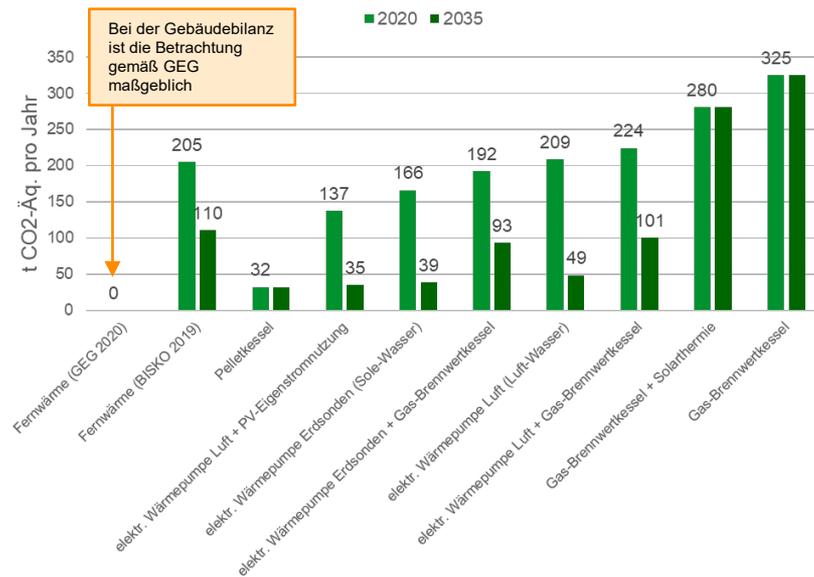
Auswahl Modellquartiere



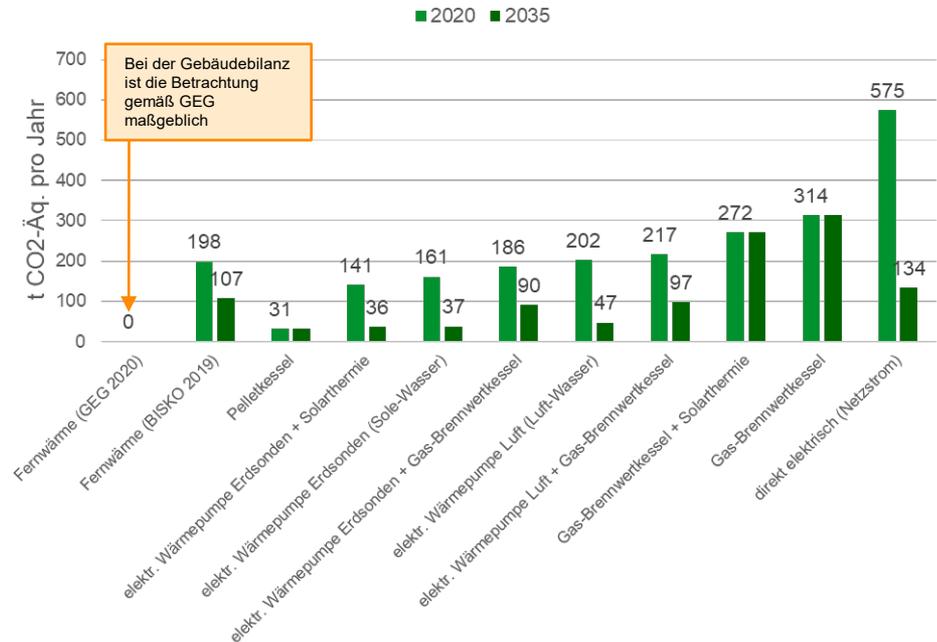
Hausumringe: Stadt Krefeld 2021, Wärmenetztrassen: NGN 2020, digitale Orthophotos: Land NRW 2022.

- In den modellierten homogenen Quartieren analoge Ergebnisse zu Einzelgebäuden

Einfamilienhausquartier



Mehrfamilienhausquartier



Übersicht ökologisch-technische Bewertung Wohngebäude

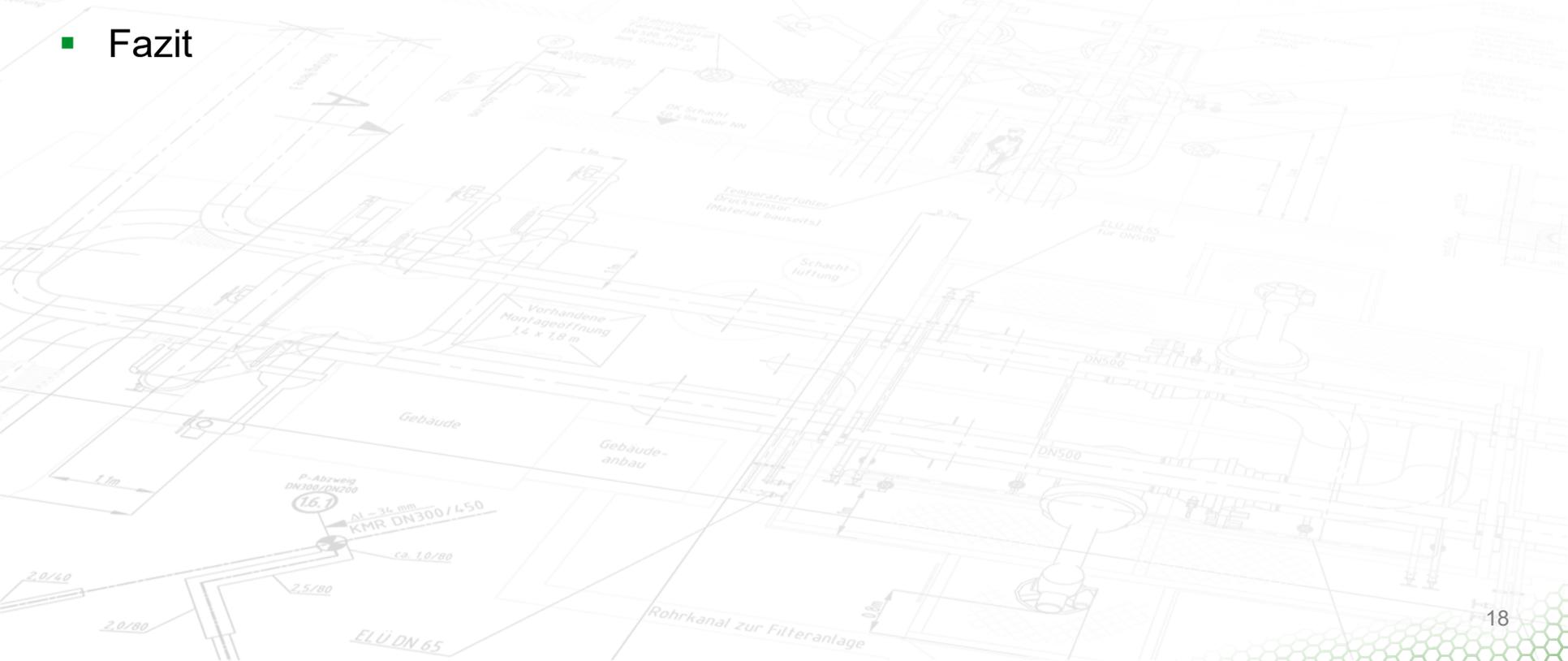
- THG-Emissionen sind nicht das einzige Bewertungskriterium. Weitere Kriterien sind z.B. Verfügbarkeit von Brennstoffen, Platzbedarf, Restriktionen in der Gebäudetechnik, Wirtschaftlichkeit – und Verfügbarkeit von Alternativen

		Fernwärmet	Pelletkessel	elektr. Wärmepumpe Luft + PV-Eigenstromnutzung (nur in EFH)	elektr. Wärmepumpe Erdsonden + Solarthermie (nur in MFH)	elektr. Wärmepumpe Erdsonden (Sole-Wasser)	elektr. Wärmepumpe Erdsonden + Gas-Brennwertkessel	elektr. Wärmepumpe Luft (Luft-Wasser)	elektr. Wärmepumpe Luft + Gas-Brennwert-kessel	Gas-Brennwertkessel + Solarthermie	Gas-Brennwertkessel	direkt elektrisch (Netzstrom, nur in MFH)
THG-Faktor [g CO ₂ -e/kWh]*	2020	0 (GEG†)	28	121	129	146	169	184	198	248	286	524
	2035	0 (GEG†)	28	31	33	34	82	43	89	248	286	122
Bewertung	Vorteile	Sehr niedrige THG-Emissionen bei Nutzung von Wärme aus der MKVA, einfach nutzbar in Bestandsgebäuden	Sehr niedrige THG-Emissionen, Niedrige Anforderungen an Gebäudeeffizienz und Wärmeverteilsystem im Gebäude	Stark sinkende THG-Emissionen, effiziente Ausnutzung begrenzter EE-Stromerzeugungspotenziale	Stark sinkende THG-Emissionen, effiziente Ausnutzung begrenzter EE-Stromerzeugungspotenziale	Stark sinkende THG-Emissionen, effiziente Ausnutzung begrenzter EE-Stromerzeugungspotenziale	Sinkende THG-Emissionen, "Türöffner" für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden	Stark sinkende THG-Emissionen, effiziente Ausnutzung begrenzter EE-Stromerzeugungspotenziale	Sinkende THG-Emissionen, "Türöffner" für Wärmepumpen in Bestandsgebäuden	Niedrige Anforderungen an Gebäudeeffizienz und Wärmeverteilsystem im Gebäude	Niedrige Anforderungen an Gebäudeeffizienz und Wärmeverteilsystem im Gebäude	Niedrige Anforderungen an Gebäudeeffizienz und Wärmeverteilsystem im Gebäude
	Nachteile	Verfügbarkeit muss technisch-wirtschaftlich gebäudeübergreifend bestimmt werden; Dekarbonisierungspfad muss erarbeitet werden	Begrenzte Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse, Platzbedarf, lokale Schadstoffemissionen	Komplexere Anlagentechnik, Abstimmung mit Gebäudetechnik erforderlich	Komplexere Anlagentechnik, Abstimmung mit Gebäudetechnik erforderlich, Platzbedarf für Erdsonden	Komplexere Anlagentechnik, Abstimmung mit Gebäudetechnik erforderlich, Platzbedarf für Erdsonden	Komplexere Anlagentechnik, Weiterhin Gaslieferung erforderlich, Platzbedarf für Erdsonden	Komplexere Anlagentechnik, Abstimmung mit Gebäudetechnik erforderlich, Platzbedarf / Lärm	Komplexere Anlagentechnik, Weiterhin Gaslieferung erforderlich, Verfügbarkeit von EE-Gasen unsicher	Verfügbarkeit von EE-Gasen für zukünftige weitgehende Klimaneutralität unsicher	Verfügbarkeit von EE-Gasen für zukünftige weitgehende Klimaneutralität unsicher	Sehr hoher Strombedarf, Netzbelastung

* bezogen auf Nutzenergie für Raumwärme und Warmwasser.

† Bei der Gebäudebilanz ist die Betrachtung der Fernwärme gemäß GEG maßgeblich, dabei wird im GEG 2020 die Wärme aus der Abfallverbrennung THG-neutral gewertet.

- Phase 1 Emissionsfaktoren Fernwärme Ist und Zukunft
- Phase 2 Vergleich Emissionen für Typgebäude und Quartiere
- **Phase 3 Vorschlag für Wärmewendeprozess**
- Fazit



Phase 3

Vorschlag Wärmewendeprozess

Element 1: Kommunale Wärmeplanung der Stadt

Einbindung des Versorgers / Netzbetreibers vorab klären

- Wärmekataster (kann auf Ergebnissen aus KrKN 35 aufbauen)
- Potenzielle Gebäudeeffizienz (auf Ergebnissen von KrKN 35 aufbauen)
- Potenzialanalyse Erneuerbare und industrielle Abwärme (Mengen, räumliche Auflösung)
- Perspektive Gasnetz (Sanierungs-/Erneuerungsbedarf / Verfügbarkeit EE-Gase)
 - Zwischenergebnis: Pfadentscheidung dezentral elektrisch ODER dezentral EE-Gas
- Eignungsgebiete dezentral / zentral
- Maßnahmenplan
- Ergebnisse
 - Vorgabe für Klimaneutralitätsziele für städtische Gesellschaften
 - THG-Ziele für FW-Systeme für Stichjahre (Dekarbonisierung der Fernwärme)
 - THG-Ziele für Gas für Stichjahre (zum Monitoring des Wasserstoff-Fortschritts)
 - Stadtratsbeschlüsse

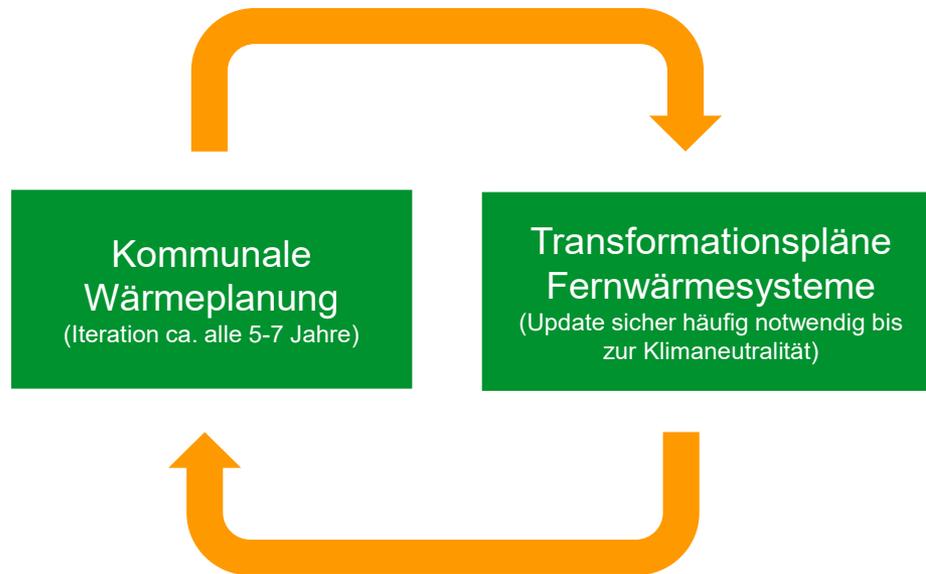
Schritt 1: Vorbereitung Stadtratsbeschluss inkl. Budget und Einbeziehung von SWK / NGN

Schritt 2: Stadtratsbeschluss inkl. Budget

Schritt 3: Ausschreibung (Orientierung z.B. an Musterausschreibung Baden-Württemberg, Bayern, Schleswig-Holstein)

Element 2: Transformationspläne für Wärmenetze

- z.B. Initiative durch Stadtwerke-Gruppe bzw. über Steuerungsgremien der Stadtwerke Transformationspläne für klimaneutrale Fernwärme für Krefelder Wärmenetze initiieren
- BEW Anträge durch die Stadtwerke
- Transformationspläne liegen in einer ersten Fassung vor (iterativer Prozess)
- Stadt und Stadtwerke beziehen sich gegenseitig in den jeweiligen Prozess ein



Henne-Ei-Problematik

Aber: da beide Prozesse iterativ ablaufen, ist egal, wer anfängt

- Eine **vollständige Klimaneutralität** in Krefeld bis 2035 erscheint unter den getroffenen Annahmen **fraglich**. Selbst wenn in Krefeld mit hoher Intensität Strukturen verändert werden, verbleiben Emissionen über die Vorketten der Energieträger.
- Die ermittelten THG-Faktoren können als **Grundlage für Entscheidungen** (z.B. kommunaler Neubau, Heizungserneuerungen, Klimawirkungsprüfung) genutzt werden. Aus Sicht der Gutachter sollten aber ggf. **weitere relevante Kriterien** einbezogen werden.
- Die Wärme aus der **MKVA weiter für die Fernwärme zu nutzen**, ist aus Sicht der Gutachter sinnvoll. Würde auf eine Einspeisung ins Wärmenetz verzichtet, würde die überschüssige Wärme ungenutzt in die Umwelt abgeführt. Das erbringt keine ökologischen Vorteile, Emissionen werden nicht verhindert.
- **Den Umbau der Wärmeversorgung mit hoher Dynamik anzugehen, ist klimapolitisch dennoch das Gebot der Stunde**
 - Stadt Krefeld: zeitnaher Beginn eines Prozesses zur kommunalen Wärmeplanung (Förderung möglich über Nationale Klimaschutz Initiative)
 - Wärmenetzbetreiber: Erarbeitung und Umsetzung von Transformationsplänen zur Dekarbonisierung der Netze
 - Gebäudeeigentümer*innen: Gebäudehülle und Gebäudetechnik fit machen für die post-fossile Wärme