

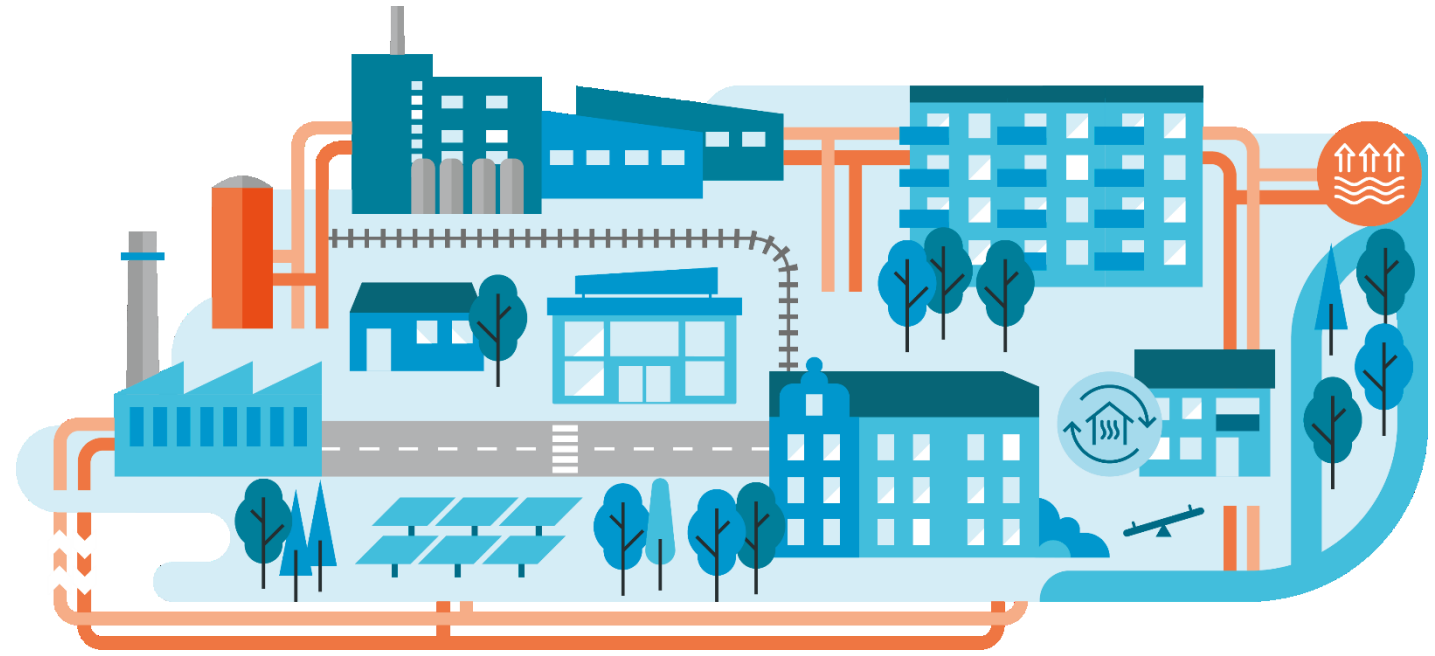
# Multikriterielle Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen

Prof. Dr. Katharina Gapp-Schmeling  
Florian Hewelt  
Matthias Schmitz-Peiffer

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Grafik: WERNERWERKE GbR, Berlin.

Förderkennzeichen: 03EN3007

**kowa**

...die Wärmewende im Quartier gestalten

# Agenda

## Begrüßung und Projektvorstellung

- Holger Rogall & Katharina Gapp-Schmeling

## Wärmeversorgungskonzepte

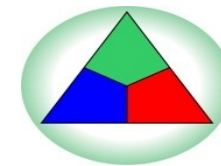
- Florian Hewelt

## Nachhaltigkeitsbewertung der Konzepte

- Katharina Gapp-Schmeling

## Entscheidung und Umsetzungskonzept der HOWOGE

- Matthias Schmitz-Peiffer



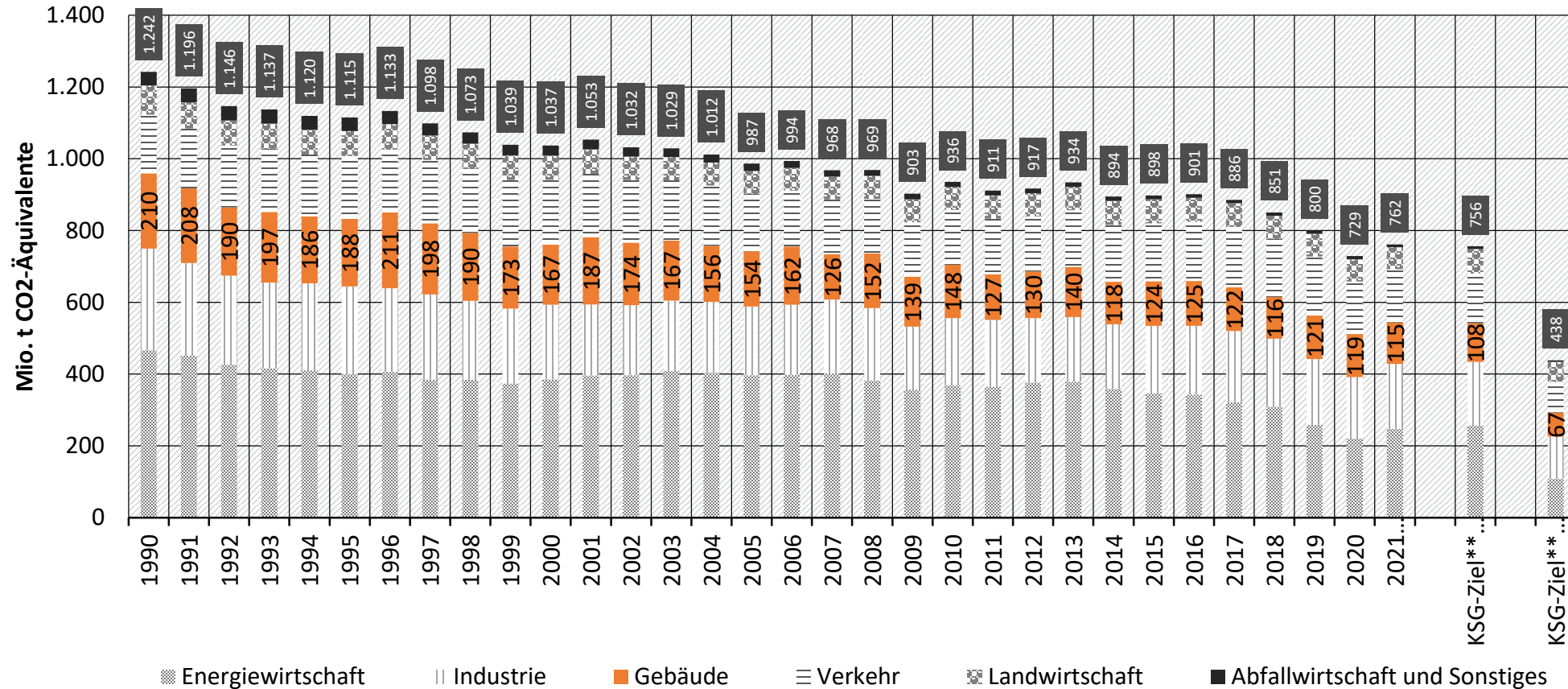
# Entwicklung der GfN & der Nachhaltigen Ökonomie



# Projekt KoWa

# Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland

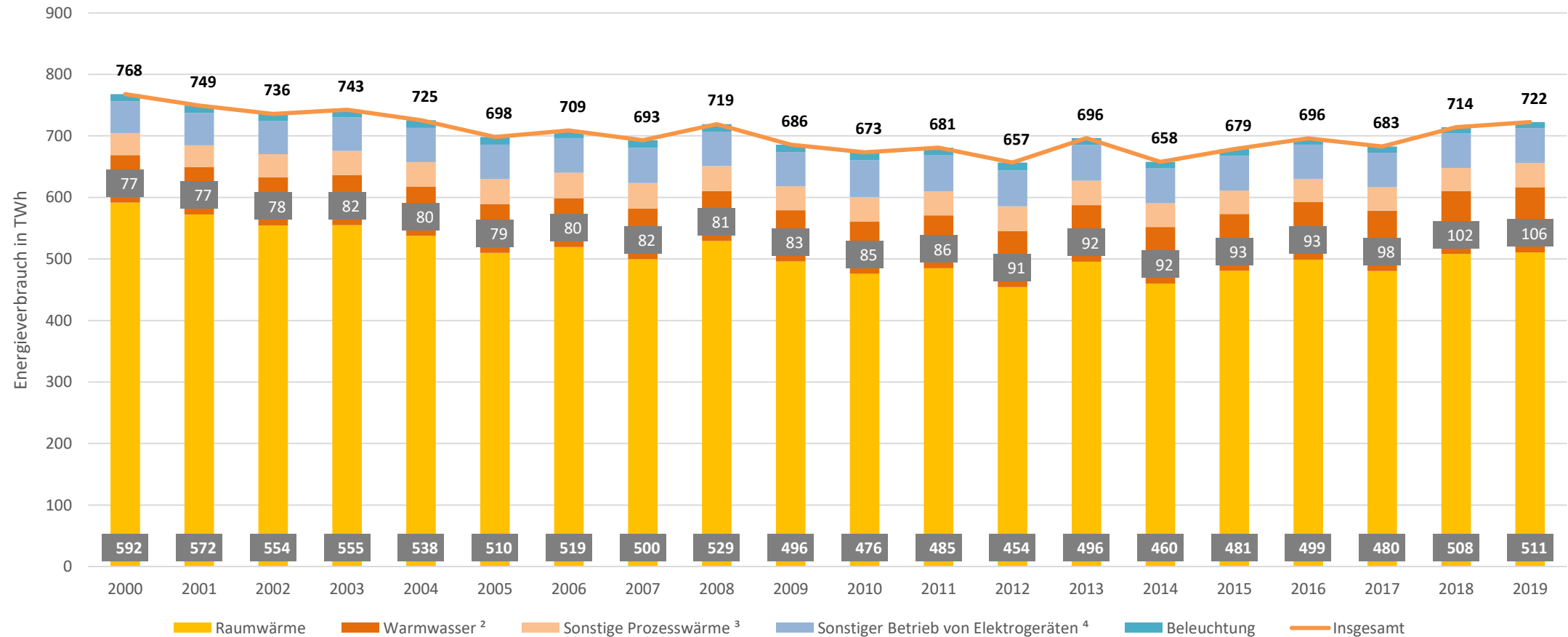
in der Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG)\*



UBA (2022).

# Temperaturbereinigter Energieverbrauch für Wohnen

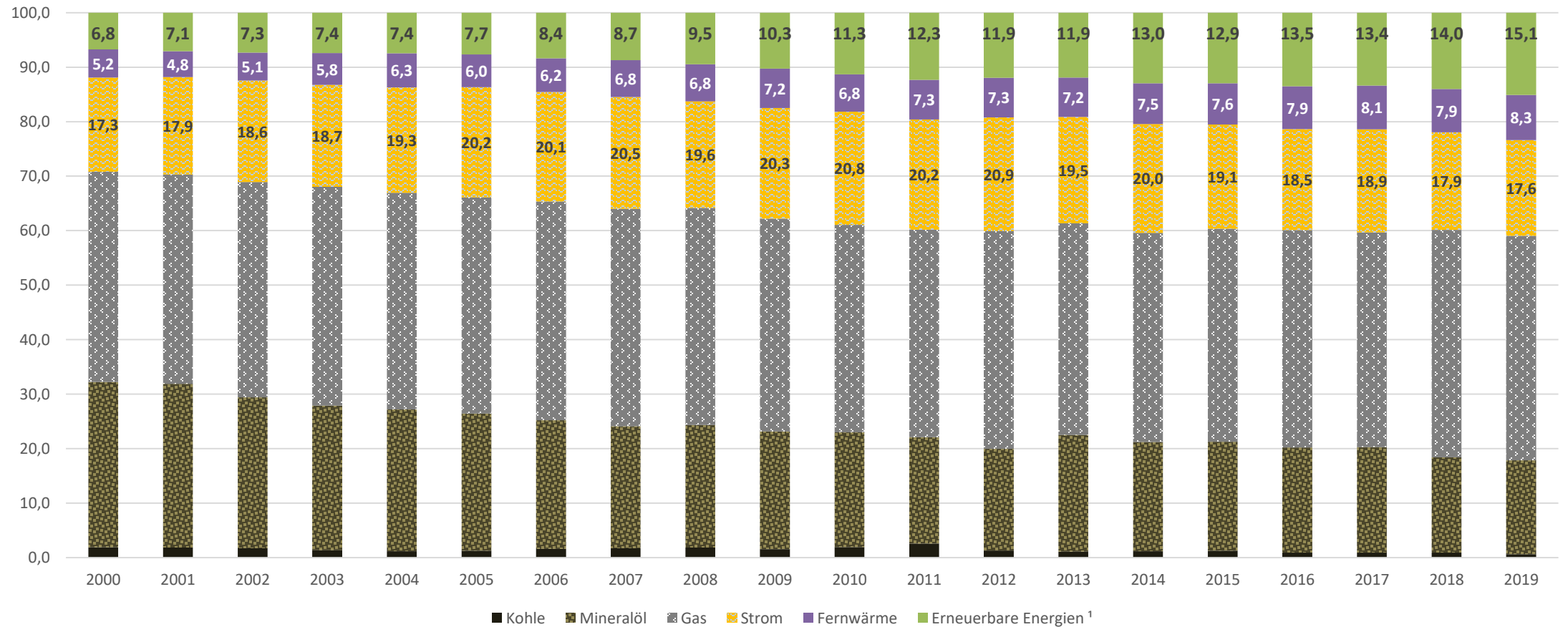
nach Anwendungsbereichen



UBA (2021).

# Temperaturbereinigter Energieverbrauch für Wohnen

nach Anteilen der Energieträger



UBA (2021).

# KoWa: Ziele, Methodik und Kompetenzen

## Zielsetzung

### Übergeordnet:

- **Akteurs- und Hemmnisanalyse** typischer kommunaler Situationen
- **Potenzialanalyse und Entwicklung:**  
hochintegrierte, kommunale Wärmeversorgungskonzepte
- **Bewertung:** technische, wirtschaftliche, juristische und gesellschaftlich-soziale Anforderungen
- Übertragbare Projektentwicklungs- und **Umsetzungsleitfäden**  
(Basis: clusterspezifischer Konzepte und Geschäftsmodellansätze)

### Clusterspezifisch:

- Spezifische **Analysen** in Quartieren, Erfassung **laufender Aktivitäten und Versorgungs-IST-Zustände**
- Akteursbefragungen, Workshops und runde Tische
- Entwicklung und Bewertung von kommunaler **Wärmenetzleitplanung** in Ausbaustufen sowie **clusterspezifischer Versorgungslösungen**
- Anreize von **Multi-Akteurs-Wärmenetzen**

## Team

### **Praxis und Wissenschaft:**

- Energietechnik und -wirtschaft
- Technische Planung und Umsetzung
- Öffentliches und privates Energierecht
- Sozialwissenschaft und Nachhaltigkeit

## Laufzeit

01/2020 - 12/2022  
36 Monate

## Förderung

Gefördert durch:

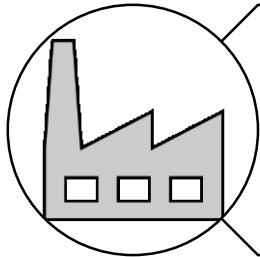


aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

FKZ: 03EN3007

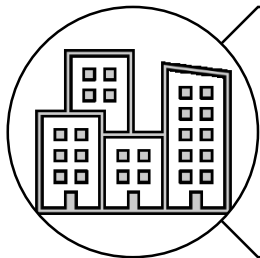
# KoWa: Untersuchungsgebiete

## Cluster



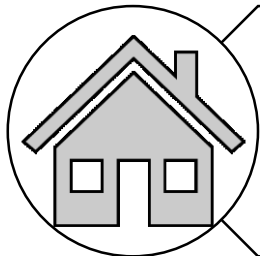
### Industriecluster

- Nutzung industrieller Abwärme für Raum- und Prozesswärme



### Urbanes Cluster

- großstädtische, urbane Gebäudestruktur



### Bestandscluster

- kleinstädtische Gebäudestruktur
- bestehendes Wärmenetz

## Untersuchungsgebiete



# Wärmeversorgungskonzepte

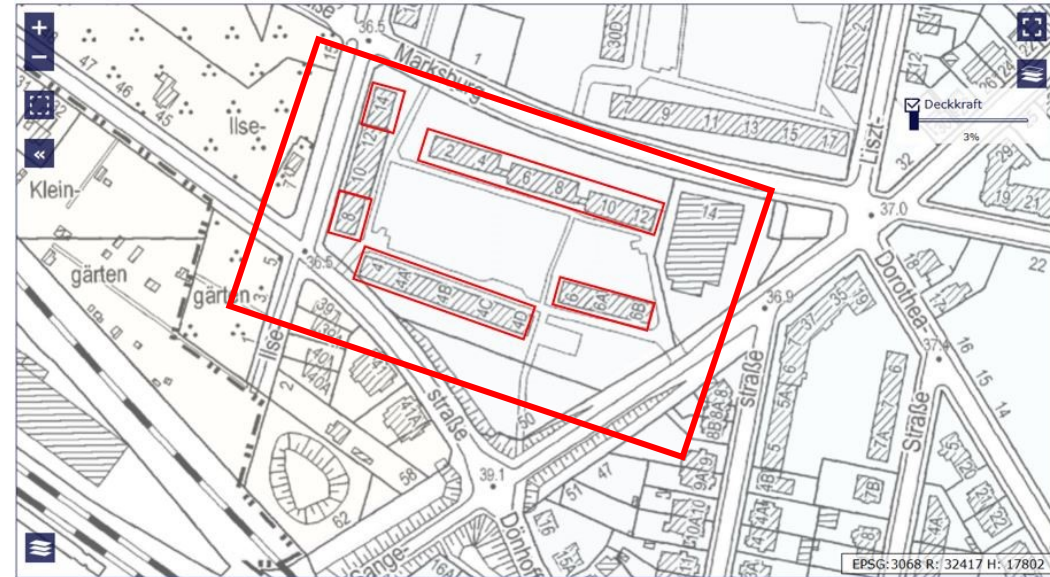
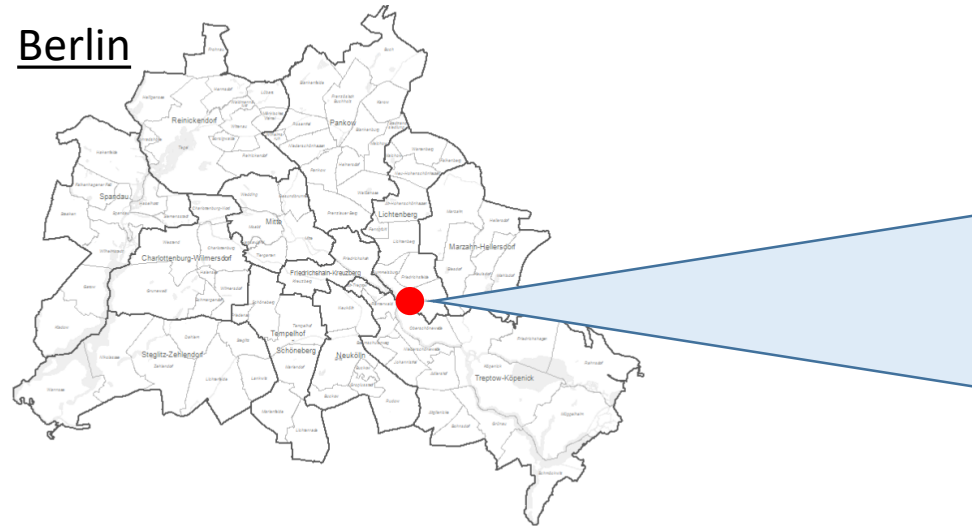
Kurzbeschreibung der durch das KoWa-Team erarbeiteten Konzepte



## Ablauf

- Methodisches Vorgehen
- Ziel- und Kriteriendefinition
- Bedarfs- und Potentialanalyse
- Synthese → Konzeptionierung
- Nächste Schritte

# Das Quartier 1 im Heimatviertel

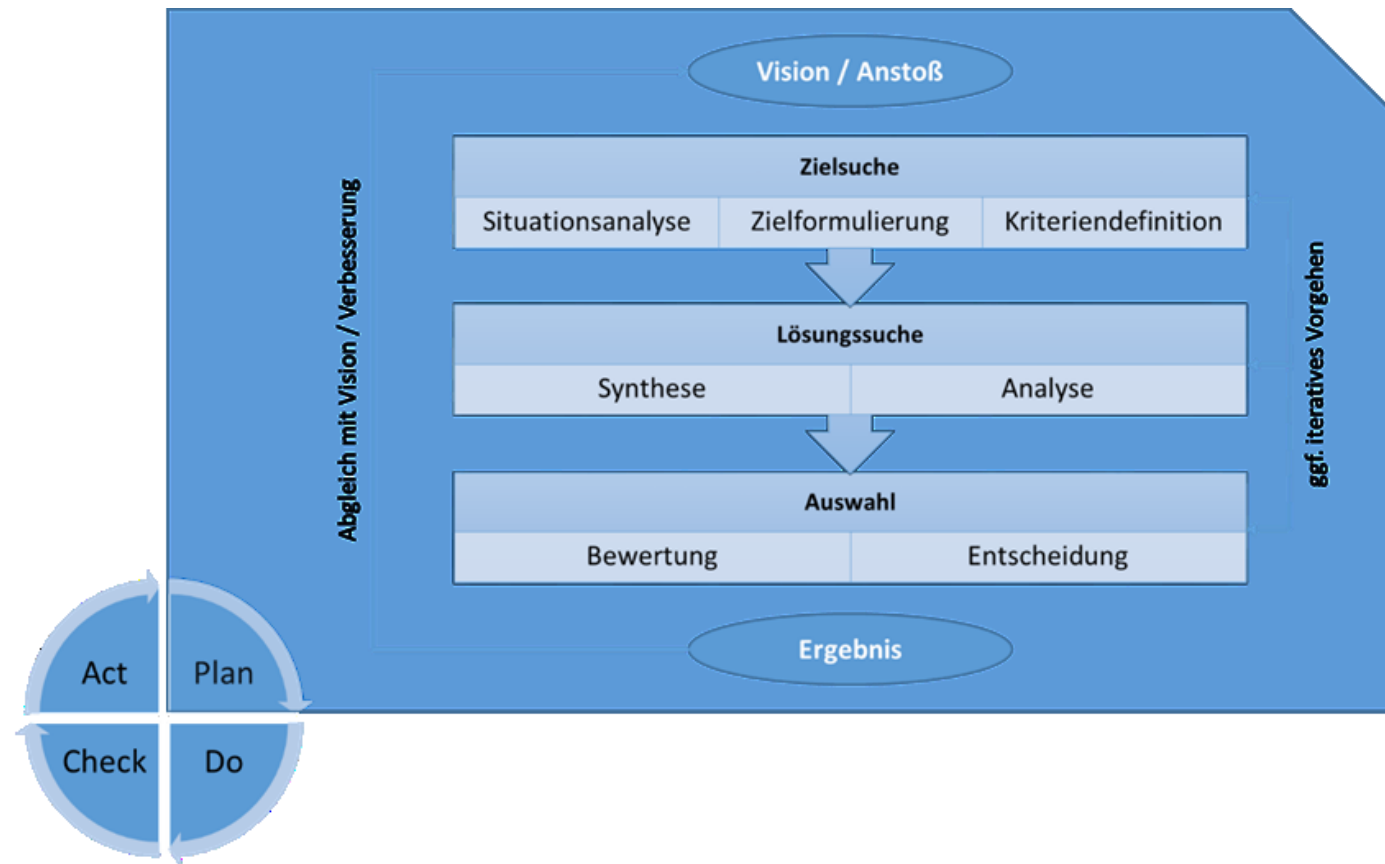


- Wohnlage im Stadtteil Karlshorst
- 5 Mehrfamilienhäuser, 50er-Jahre Wohnungsbau der DDR
- Eigentum der städtischen Wohnungsbaugesellschaft HOWOGE

# Methodik

Quartier 1 im Heimatviertel

# Operationalisierung der Planungsphase - KVP u. Systems Engineering Ansatz



# Ziel- und Kriteriendefinition

## Zukunftsfähige Wärmeversorgung

BEK-Kriterien für einen  
klimaneutralen Gebäudebestand

Soziale  
Verantwortung

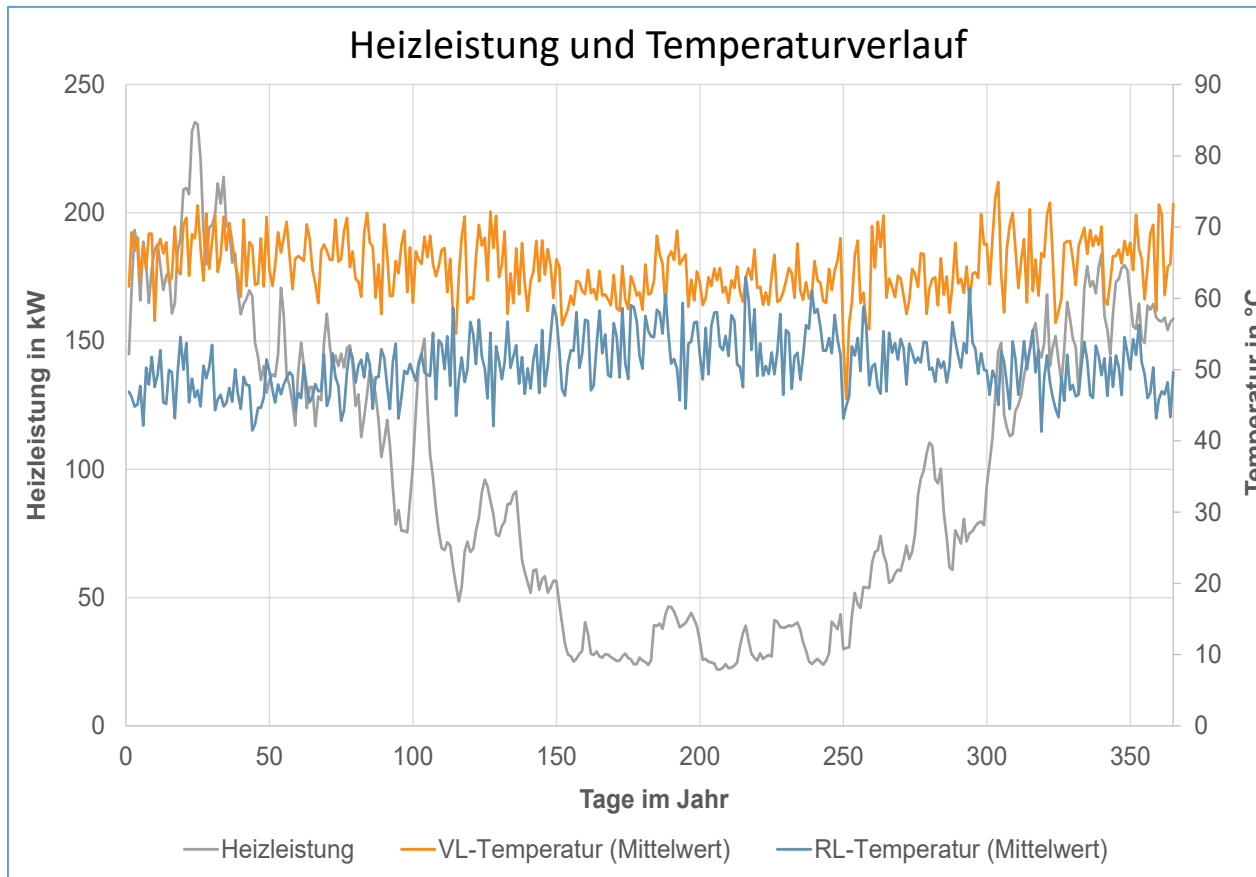
Endenergiebedarf  
77 kWh/(m<sup>2</sup>NGF \*a)

Emissionsfaktor  
7 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup> NGF \*a)

Leistbare Mieten

# Bedarfs- und Potentialanalyse

# Bestandsanalyse: ‚Quartier 1 im Heimatviertel‘



- 153 Wohneinheiten in 5 Gebäuden
- 8.273 m<sup>2</sup>WF
- Wärmedämmung + Fenster im Jahr 2000 neu
- Aktuelle Versorgungslösung
  - 5 dezentrale Gasbrennwertkessel
  - Insg. 530 kW thermische Leistung
  - Kalk. ND überschritten (20 Jahre)
- Wärmebedarf
  - EEV Wärme (2019): 861.000 kWh
  - **104 kWh/m<sup>2</sup>a** (Zielwert 77 kWh/m<sup>2</sup>a)
  - **21 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a** (Zielwert 7 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a)

# Potentialanalyse

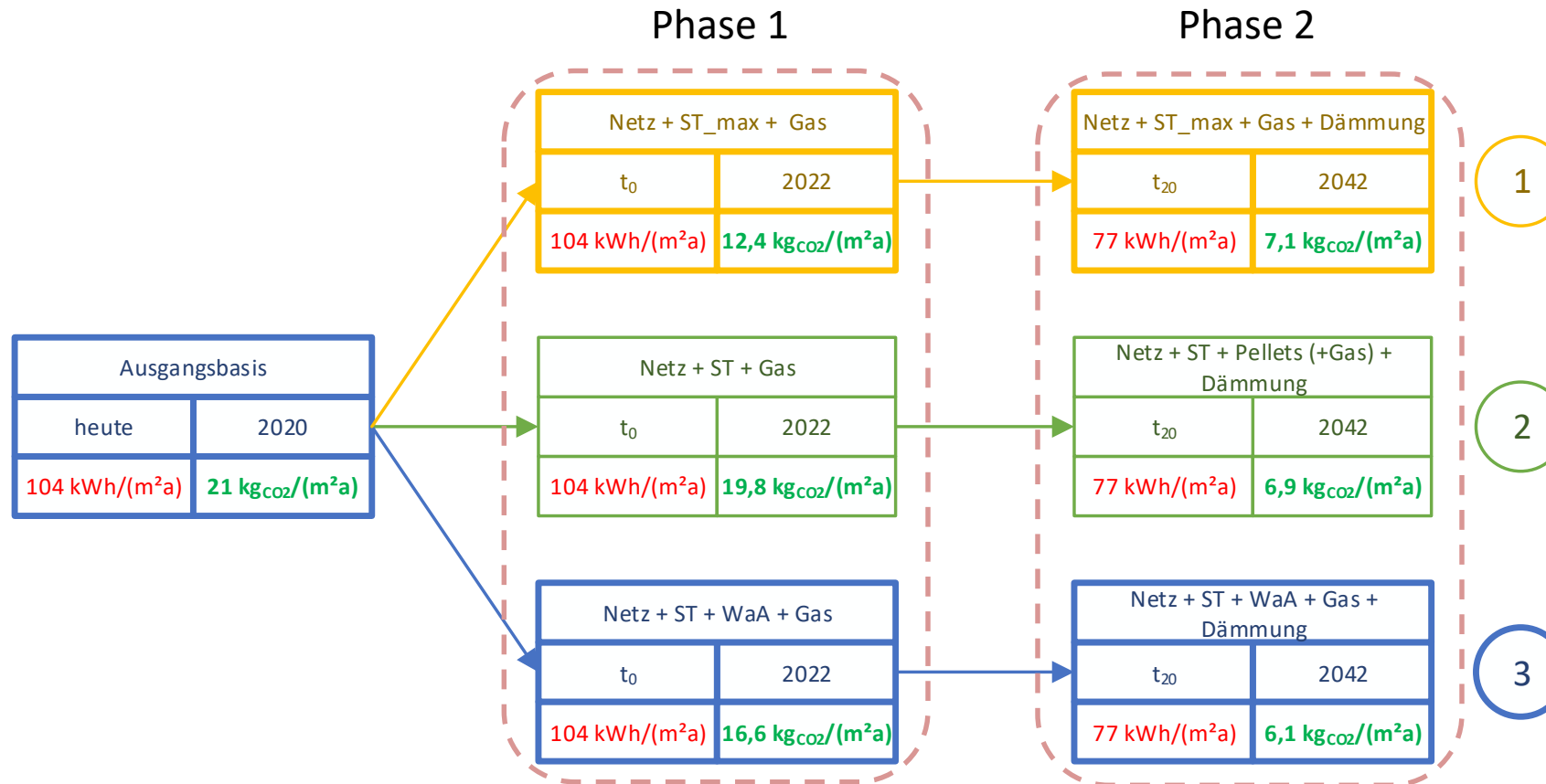
Versorgungsoptionen		Verfügbarkeit
<b>Interne Potentiale</b>	<b>Abwasserwärme</b>	ADL mit hohem Wärmeentzugspotential (Ø 2,5 MW) und sehr günstiger Lage
	<b>Fluss- und Kanalwärme</b>	Nächstes Oberflächengewässer außerhalb sinnvoller Reichweite (Spree in 1,5 km)
	<b>Gewerbliche Abwärme</b>	Kleiner Supermarkt mit geringem Potential
	<b>Solarthermie</b>	1425 m <sup>2</sup> geeignete Dachflächen (Azimut 20°, Dachneigung 36°)
	<b>Geothermie</b>	Nutzung aufgrund der Lage in WSZ III B grundsätzlich untersagt
	<b>Biomasse</b>	Nur sehr geringes Aufkommen im Untersuchungsgebiet
<b>Externe Potentiale</b>	<b>Fernwärme, Verbundnetz</b>	Kapazitätsengpass, z.Zt. nicht nutzbar
	<b>Erdgas</b>	Vollversorgung möglich aber nicht THGE-Zielpfadkonform
	<b>Biomasse</b>	Aktuell Vollversorgung möglich, zukünftige Rahmenbedingungen unklar

## Technologie

- Wasserschutzgebiet Zone III B → keine Bohrungen, keine Eingriffe in Wärmehaushalt des Grundwassers
- Begrenzte Kapazität der Fernwärme
- Eingriffstiefe in Bausubstanz gering zu halten
- BHKW → geringe Akzeptanz (hoher Geräuschpegel)
- Kalkulatorische ND der Dämmung 40 Jahre, hohe Investitionskosten

Synthese → Konzeptionierung

# Zielpfade

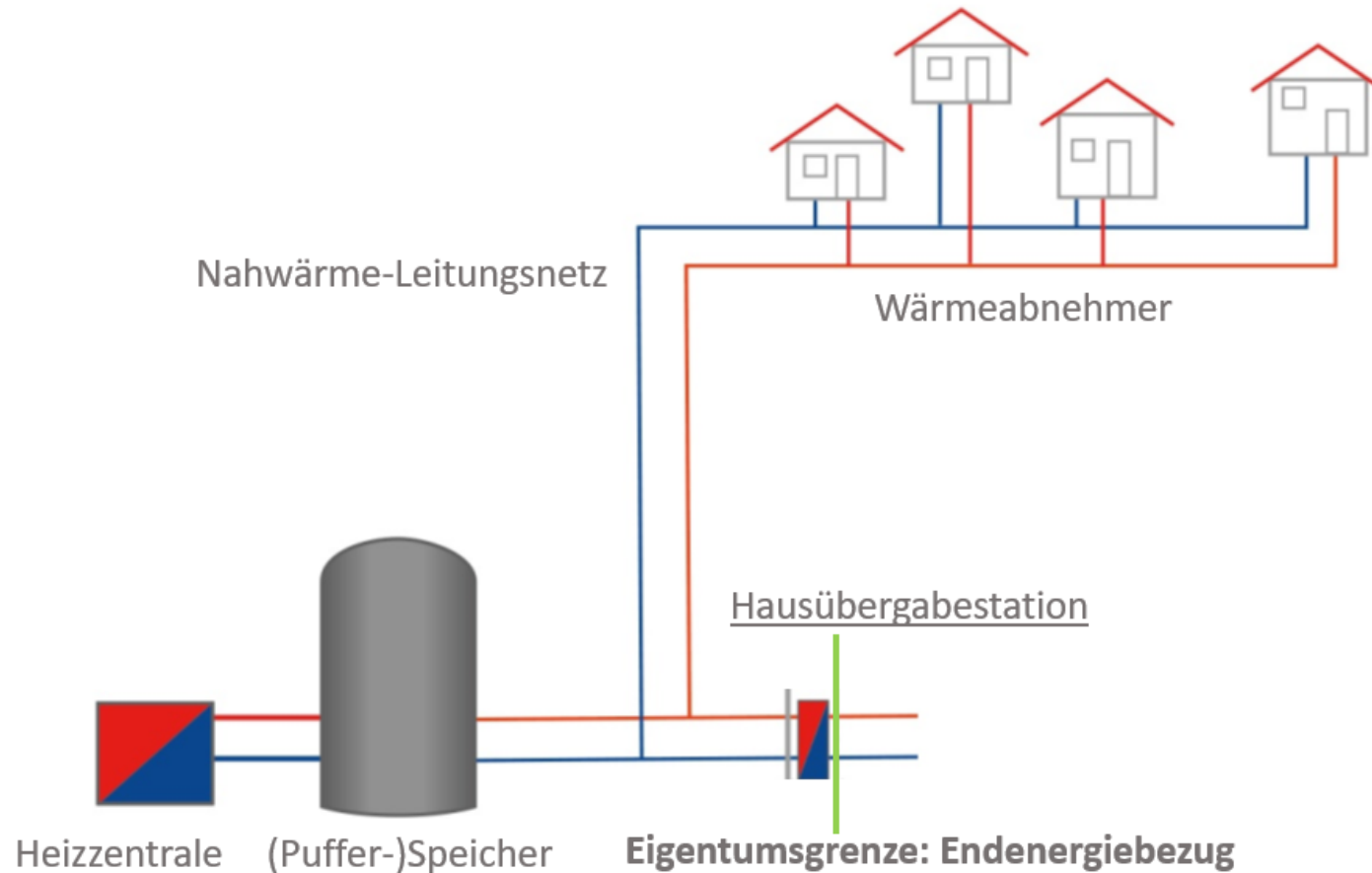


**Große Solarthermie  
+ saisonal Speicher  
+ Gas**

**Erdgas/Holzpellets  
+ Solarthermie**

**Wärme aus Abwasser  
+ Solarthermie  
+ Gas**

# Phase 1: Wärmenetz + Basisversorger



## Vorteile

Skaleneffekte bei  
Komponenten

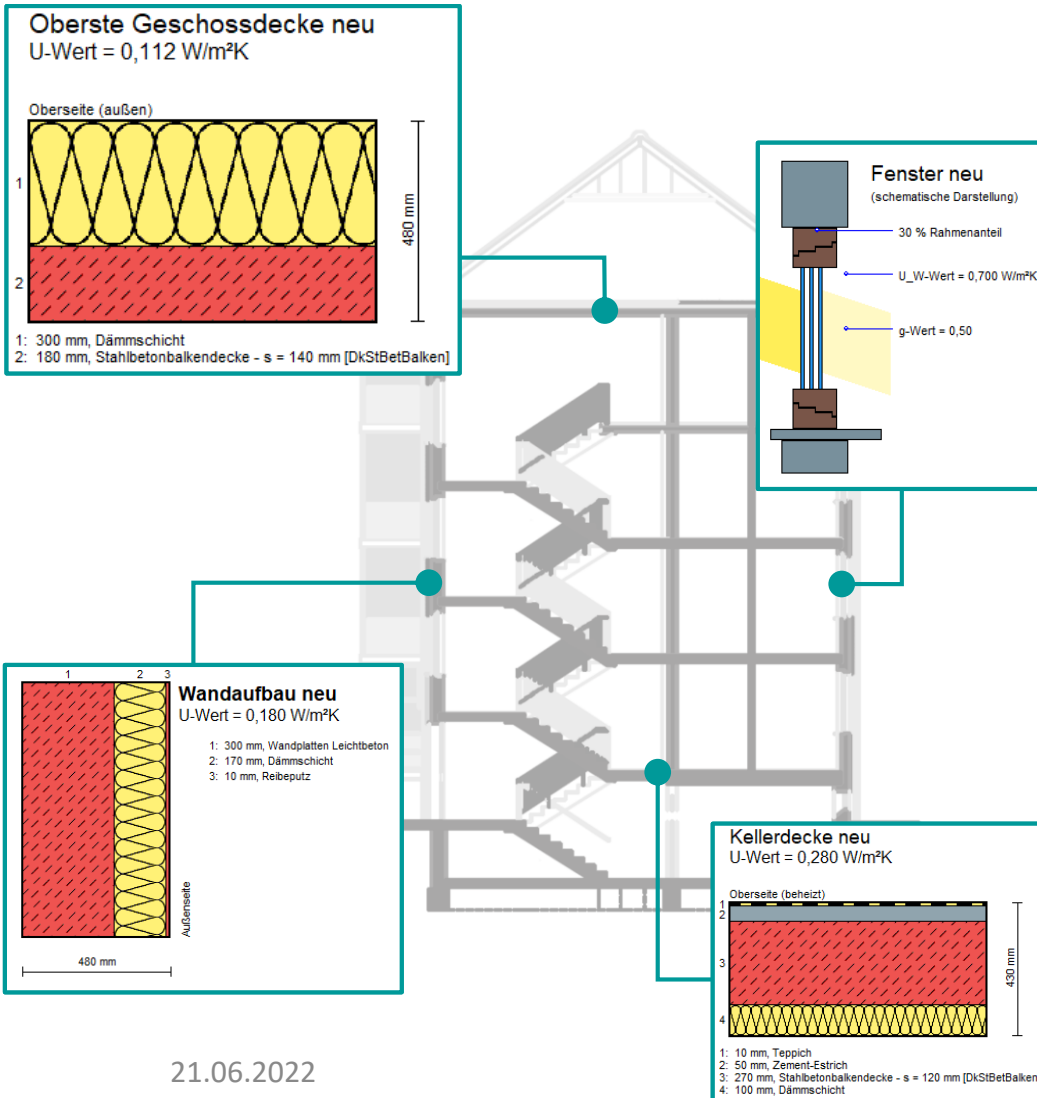
hohe technische  
Lebensdauer / einfache IH

Anschluss weiterer  
Liegschaften möglich

Sukzessive Einbindung von  
EE und Abwärme

# Phase 2: Wärmedämmung

## Ermittlung des Wärmebedarfs für Gebäude 1 – Sanierung auf Zielwert 77 kWh/m<sup>2</sup>\*a



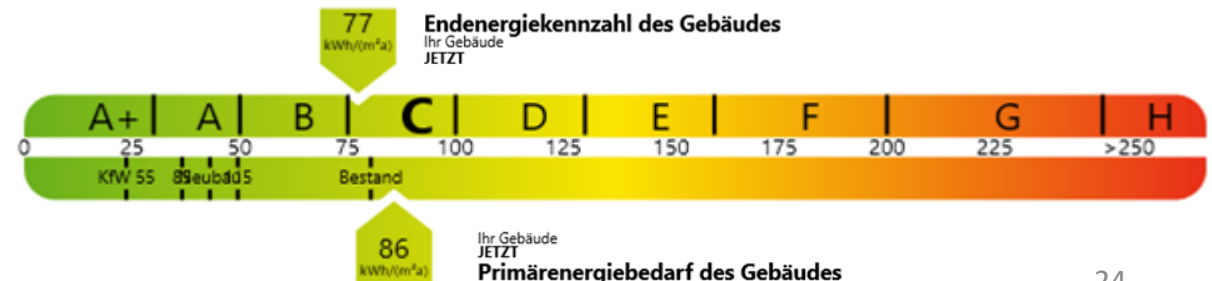
### Bilanzierung mit individuellen Rahmenbedingungen

Endenergiebedarf: 66.957 kWh/a (Einsparung ~ 61 %)  
Endenergieverbrauch (Ø 2016-2018): 162.631 kWh/a

### Maßnahmen:

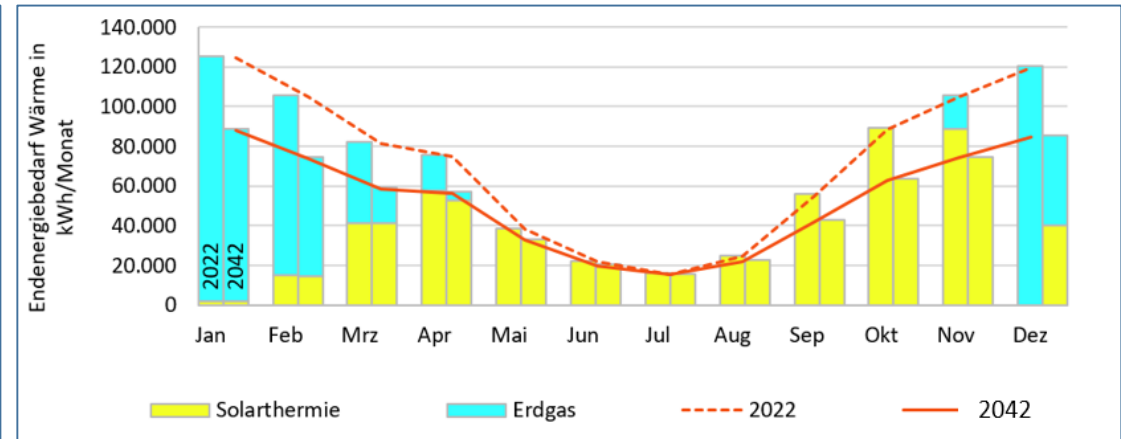
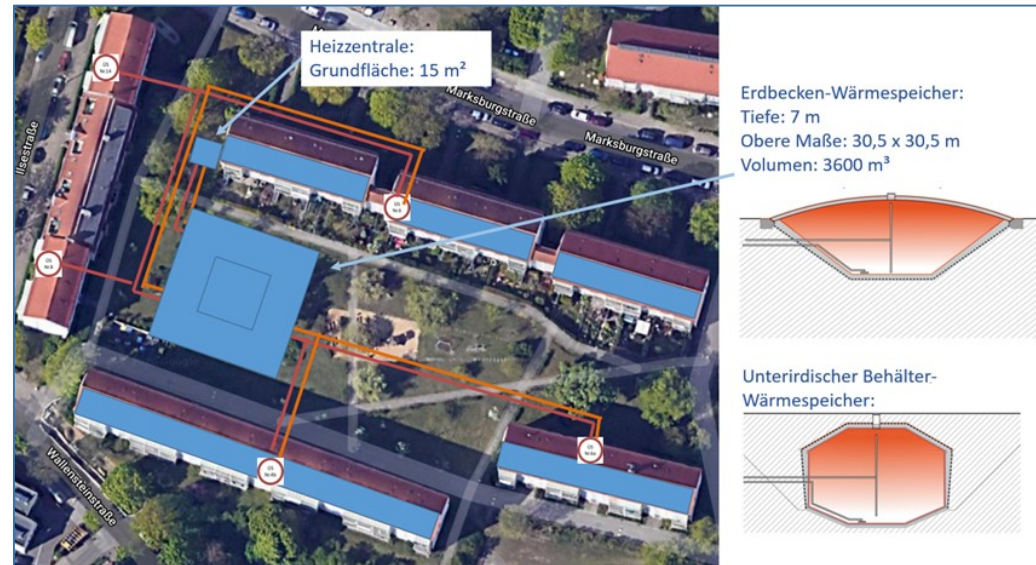
- Dämmung der Kellerdecke unterseitig (10 cm)
- Dämmung oberste Geschossdecke (30 cm)
- Dämmung der Außenwand WDVS (17 cm)
- Fensteraustausch, 3-fach-Verglasung (0,7)

### Einordnung des Gebäudes nach Sanierung gemäß EnEV 2014, Anf. ab 2016



# Konzeptvariante 1

## ST mit saisonalem Großwärmespeicher und Erdgas-Heizkessel

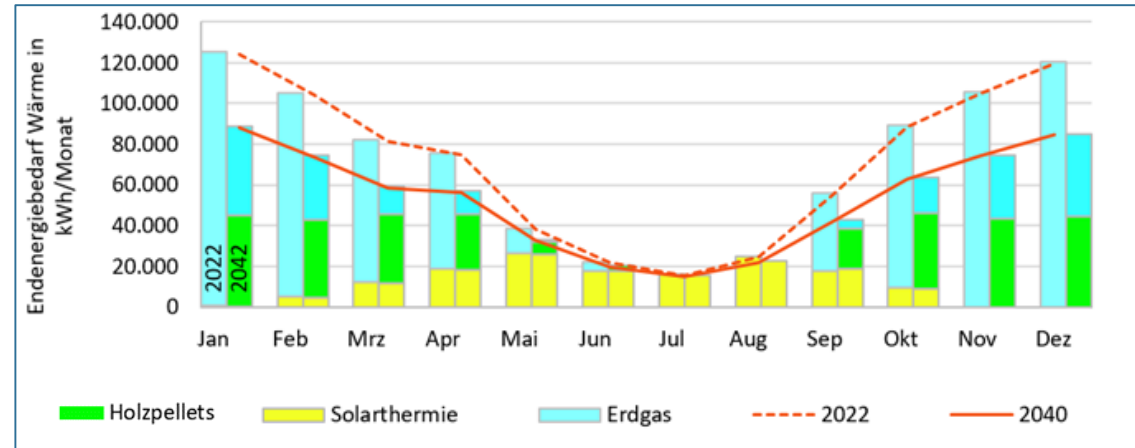


### Phase 1 / 2

- + Solarthermie (1.300 m<sup>2</sup>BKF)
- + Erdbecken-Wärmespeicher (3.600 m<sup>3</sup>)
- + Zentraler Gasbrennwertkessel 560 kW
- + Erneuerbarer Deckungsanteil 54% / 67%

# Konzeptvariante 2

## Phase 1: ‚Erdgas + ST‘ und Phase 2: ‚Holzpellets + Erdgas + ST‘



### Phase 1

- + Solarthermie (400 m<sup>2</sup>)
- + Wärmespeicher (200 m<sup>3</sup>)
- + Gaskessel 560 kW
- + EE-Wärmeanteil 19%

### Phase 2

- + Solarthermie (400 m<sup>2</sup>)
- + Wärmespeicher (200 m<sup>3</sup>)
- + Gaskessel 560 kW
- + Holzpellet-Kessel
- + EE-Wärmeanteil 68%

# Konzeptvariante 3

## Wärme aus Abwasser mit ST Unterstützung u. Gas-Spitzenlastkessel

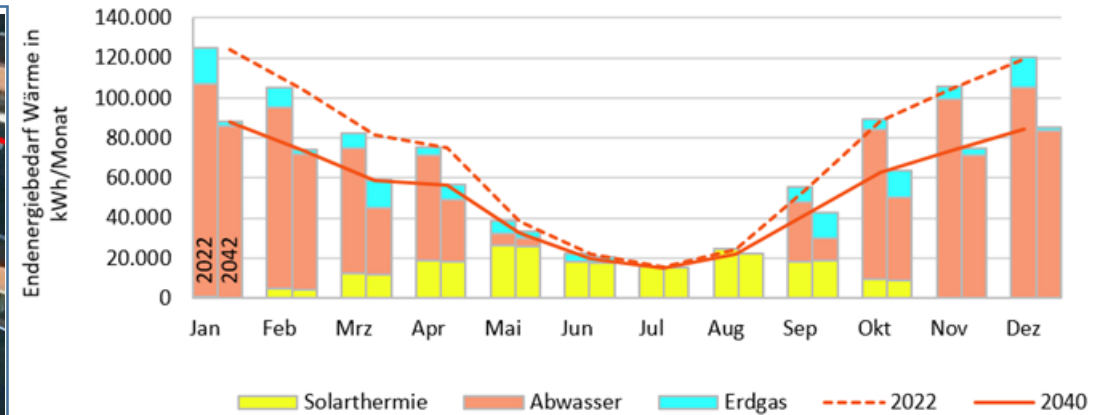


Endstück Wärmetauscher



Doppelmantelrohrwärmetauscher

2,5 MW Entzugsleistung  
WP 125 kW thermisch  
 $\phi \Delta T 55^\circ\text{C} \rightarrow \phi \text{COP}: 3$   
Prognose JAZ: 2,5



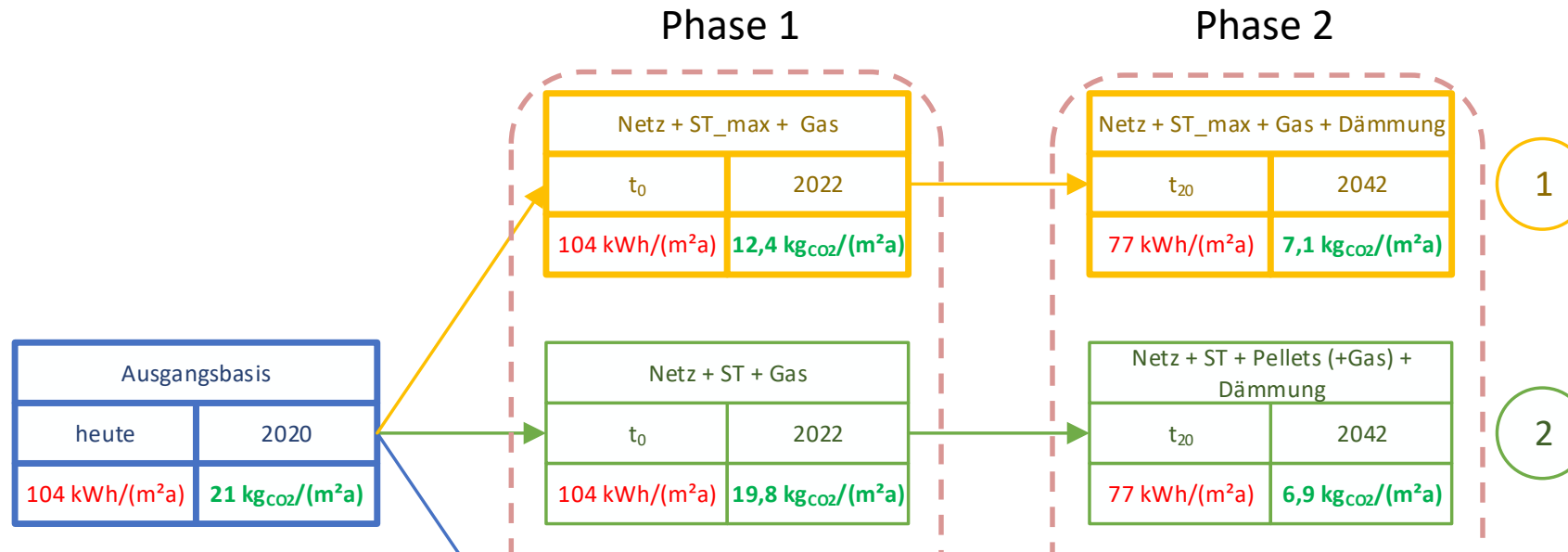
### Phase 1 / 2

- + Solarthermie (400 m<sup>2</sup>)
- + Wärmespeicher (200 m<sup>3</sup>)
- + Abwasser-WP
- + Gaskessel 560 kW
- + EE-Wärmeanteil 81% / 82%

# Optionen für Variante 3

- Optimierung durch selbstgesteuerte Anpassung des Strommix
  - PV-Eigenversorgung der WP oder Ökostrom-Tarif
    - 16,6 kgCO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>a mit 100 % dt. Strommix 2019
    - 10,5 kgCO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>a mit 50 % dt. Strommix + 50 % PV-Eigenstromversorgung
    - 4,5 kgCO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup>a mit Ökostrom-Tarif
- Bedienung des vollständigen Lastbereiches durch Modulation einer invertergesteuerten Wärmepumpen-Kaskade

# Technisch priorisierter Zielpfad



**Große Solarthermie  
+ saisonal Speicher  
+ Gas**

**Erdgas/Holzpellets  
+ Solarthermie**

# Nächste Schritte

# Nächste Schritte

- Detaillierte Nachhaltigkeitsbewertung
- Gutachten Dachstatik
- Machbarkeitsbericht Berliner Wasserbetriebe
- Markterkundung Ingenieurbüro für Detailplanung
- u. Wirtschaftlichkeitsanalyse

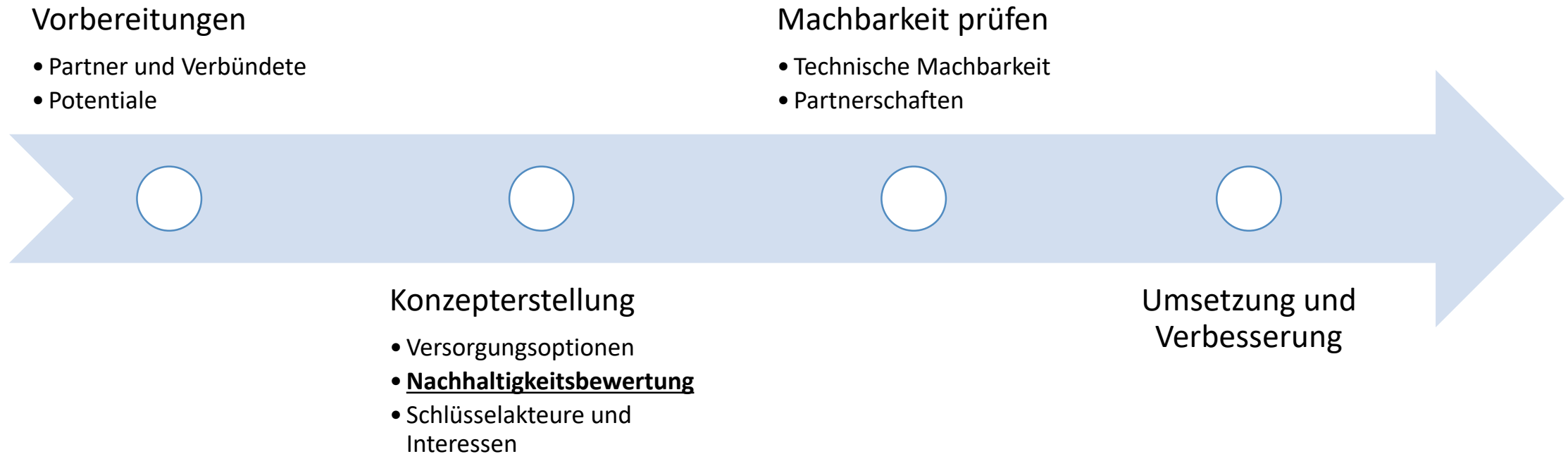
# Nachhaltigkeitsbewertung der entwickelten Konzepte

Methodische Grundlagen

Bewertung der Wärmeversorgungskonzepte im Q1

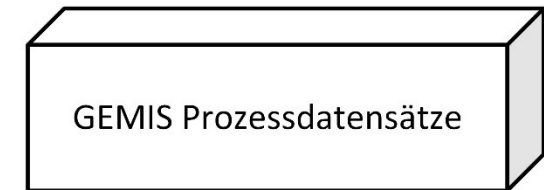
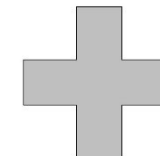
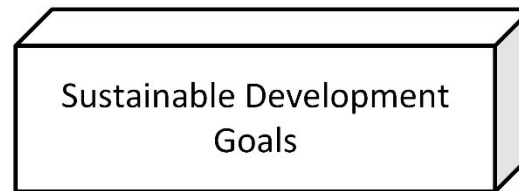
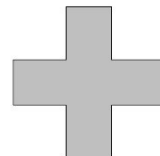
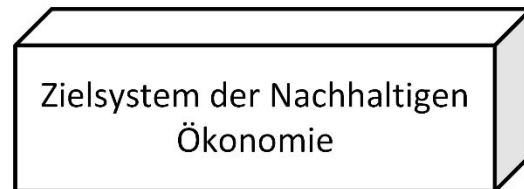
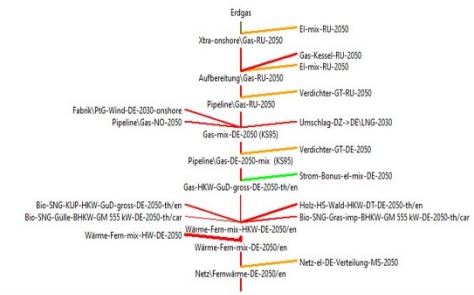
# Fahrplan für Projekte

## Übersicht



# Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen

Ökologische D.	Ökonomische D.	Sozial-kulturelle D.
1) Begrenzung der Klimaerwärmung auf die Pariser Ziele	6) Selbstständige Existenzsicherung bei akzeptabler Arbeitsqualität	11) Good governance, Schaffung sozial-ökologischer Leitplanken
2) Naturverträglichkeit: Erhaltung der Arten- und Landschaftsvielfalt	7) Wirtschaftl. Entwicklung, angemessene Befriedigung der Bedürfnisse mit nachhaltigen Produkten	12) Soziale Sicherheit, keine Armut, ausgewogene demographische Entwicklung
3) Stetige Verbrauchsenkung nicht-erneuerbarer Ressourcen	8) Stabilität des Geldwerts und der Finanzmärkte, angemessene Konzentration, geringe externe Effekte	13) Chancengleichheit, gerechte Einkommens- & Vermögensverteilung
4) Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	9) Außenwirtschaftliches Gleichgewicht, geringe Abhängigkeiten, globale Partnerschaft	14) Innere und äußere Sicherheit, keine gewaltsamen Konflikte
5) Gesunde Lebensbedingungen	10) Handlungsfähige Staatshaushalte, gute Ausstattung mit meritotischen Gütern	15) Verzicht auf Techniken mit erheblichen Risiken

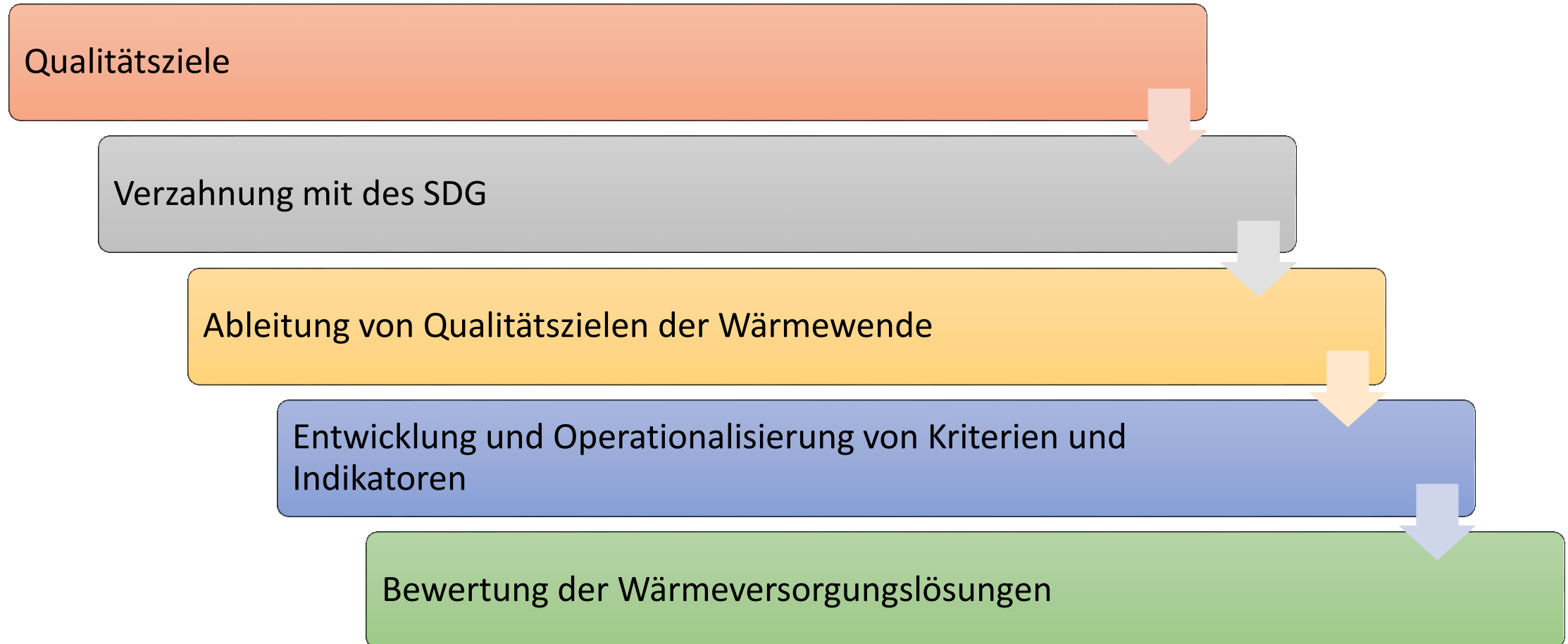


## Nachhaltigkeitsbewertung

Ziele:

- Stärken und Schwächen der Optionen vergleichen
- Option priorisieren

# Vorgehen



# Zielsystem, Kriterien und Indikatoren der ökologischen Dimension

Herausforderung	Qualitätsziel	Kriterien und Indikatoren
<b>Ökologische Dimension</b>		
Klimaerwärmung	Klimaneutralität	THG-Emissionen in $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{MWh}$
Materialaufwand	Geringer Nutzungsgrad an Primärrohstoffen	Kumulierter Stoffaufwand in $\text{kg/MWh}$
Übernutzung erneuerbarer Ressourcen	Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen	Auswirkungen auf die Einhaltung der Regenerationsrate
Gefährdung der menschlichen Gesundheit	Gesunde Lebensbedingungen	Schadstoffemissionen in $\text{kgSO}_{2\text{eq}}/\text{MWh}$
Zerstörung Arten- und Biotopvielfalt	Naturverträglichkeit	Auswirkungen auf die Naturverträglichkeit

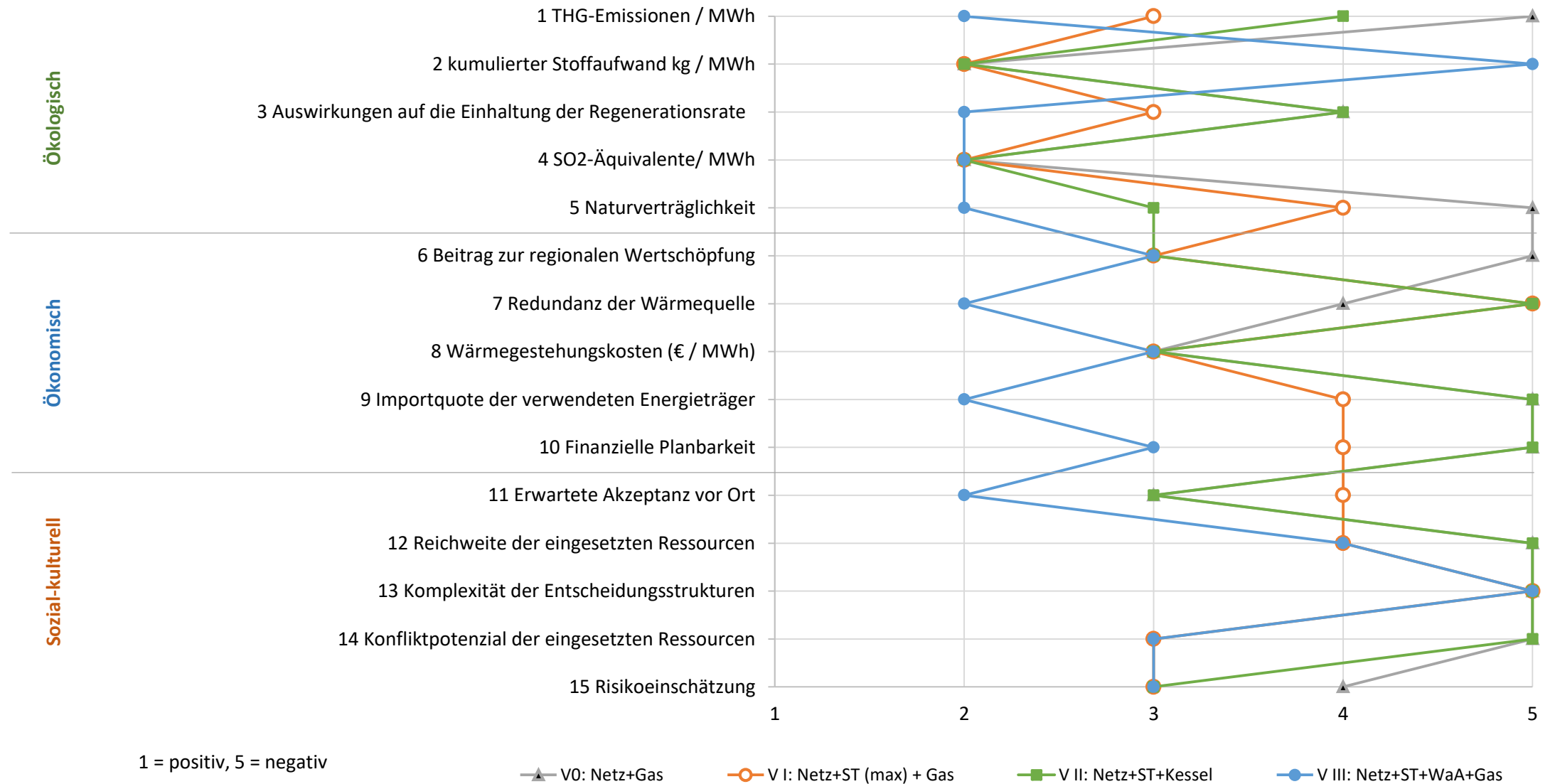
# Zielsystem, Kriterien und Indikatoren der ökonomischen Dimension

Herausforderung	Qualitätsziel	Kriterien und Indikatoren
<b>Ökonomische Dimension</b>		
Negative Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt	Existenzsichernde Erwerbsarbeit bei akzeptabler Arbeitsqualität	Beitrag zur regionalen Wertschöpfung
Unzureichende Befriedigung der Grundbedürfnisse mit nachhaltigen Produkten	Unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit/ Systemstabilität	Redundanz
Instabilitäten (Geld, Finanzmärkte, Wettbewerbsfähigkeit), Externalitäten	Geringe betriebswirtschaftliche Wärmegestehungskosten	Wärmegestehungskosten (€/MWh)
globale und außenwirtschaftliche Ungleichgewichte, Abhängigkeiten	Geringe außenwirtschaftlichen Abhängigkeit	Importquote von Energieträgern und Betriebsstoffen
Staatsverschuldung; unzureichende Ausstattung mit meritorischen Gütern	Finanzielle Handlungsfähigkeit	Finanzielle Planbarkeit

# Zielsystem, Kriterien und Indikatoren der sozial-kulturellen Dimension

Herausforderung	Qualitätsziel	Kriterien und Indikatoren
<b>Sozial-kulturelle Dimension</b>		
Fehlentwicklungen in Wirtschaft, Politik & Gesellschaft	Good Governance	Erwartete Akzeptanz vor Ort
Unsicherheit der dauerhaften Energieversorgung	Langfristige Versorgungssicherheit	Reichweite der eingesetzten Ressourcen bei gleichbleibendem Verbrauch
Zentralisierung der Versorgungsstrukturen	Angemessene Dezentralisierung und Partizipation	Komplexität der Entscheidungsstrukturen
Gewaltsame Konflikte	Innere und äußere Sicherheit, globale Verträglichkeit	Konfliktpotential der eingesetzten Ressourcen
Technische Risiken (z.B. Atomtechnik, Fracking)	Vermeidung von Risikotechnologien	Risikoeinschätzung

# Bewertung der Konzepte (Phase 1)



1 = positiv, 5 = negativ

▲ V0: Netz+Gas

○ V I: Netz+ST (max) + Gas

■ V II: Netz+ST+Kessel

● V III: Netz+ST+WaA+Gas

# Beispiel Operationalisierung – THGE

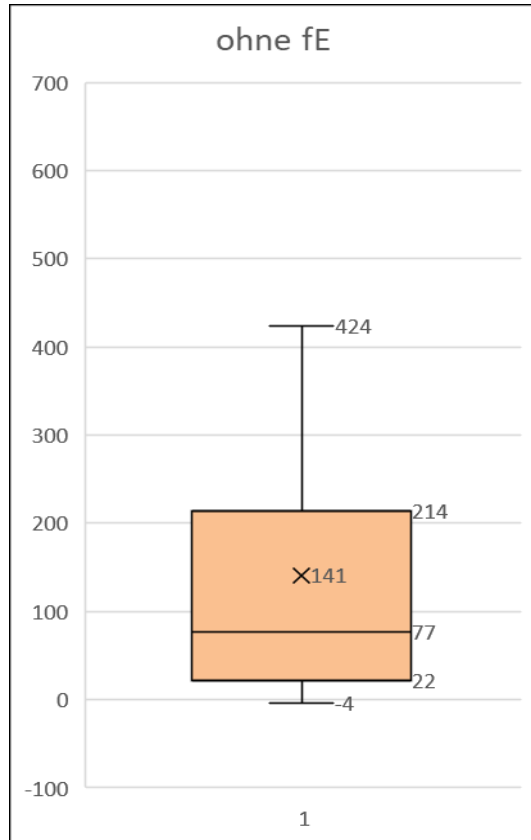


Abbildung 1: Boxplot der GEMIS-Prozessdaten in kg CO<sub>2eq</sub>/MWh für die spezifischen Emissionen der Wärmeversorgungstechnologien.


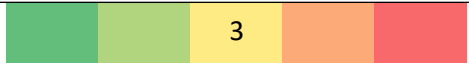

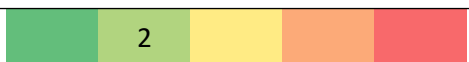
Herausforderung	Qualitätsziel	Kriterien und Indikatoren
Ökologische Dimension		
Klimaerwärmung	Klimaneutralität	THG-Emissionen in kg CO <sub>2eq</sub> / MWh

Bewertung	Bedeutung: Die spezifischen CO <sub>2eq</sub> -Emissionen der Versorgungsoption sind	
	größer oder gleich	(aber) kleiner als
Stufe 1	-	50 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh
Stufe 2	50 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh	100 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh
Stufe 3	100 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh	150 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh
Stufe 4	150 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh	200 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh
Stufe 5	200 kg CO <sub>2eq</sub> / MWh	-

# Schlaglicht 1: THG-Emissionen in kg CO<sub>2eq</sub>/MWh

## Ökologische Dimension

<i>Laufende Nummer</i>	1
<i>Herausforderung</i>	Klimaerwärmung
<i>Qualitätsziel</i>	Klimaneutralität
<i>Indikator</i>	THG-Emissionen/MWh

<u>V0: Netz+Gas:</u>	220 kg / MWh	<i>Bewertung</i>	
<u>V I: Netz+ST (max) + Gas:</u>	116 kg / MWh	<i>Bewertung</i>	
<u>V II: Netz+ST+Kessel:</u>	186 kg / MWh	<i>Bewertung</i>	
<u>V III: Netz+ST+WaA+Gas:</u>	96 kg / MWh (JAZ = 3,25 lt. GEMIS)	<i>Bewertung</i>	





# Beispiel Operationalisierung : Redundanz

Stufe	Beschreibung
Stufe 1	sehr hohes Maß an Resilienz, Ausfall <b>einer beliebigen Wärmequelle von mehr</b> als drei kann kompensiert werden.
Stufe 2	hohes Maß an Resilienz, der Ausfall <b>einer von drei Wärmequellen</b> kann durch eine weitere, ggf. durch Notaggregate kompensiert werden.
Stufe 3	Die kurzfristige Versorgungssicherheit formal gegeben. der Ausfall <b>einer von zwei Wärmequellen</b> kann kompensiert werden.
Stufe 4	Die kurzfristige Versorgungssicherheit ist nicht vollständig gegeben. Bei Ausfall einer Wärmequelle kann die Versorgung <u>nur teilweise</u> ggf. mit spürbaren Einschränkungen gewährleistet werden.
Stufe 5	Die unterbrechungsfreie Versorgung <b>kann nicht garantiert werden.</b>

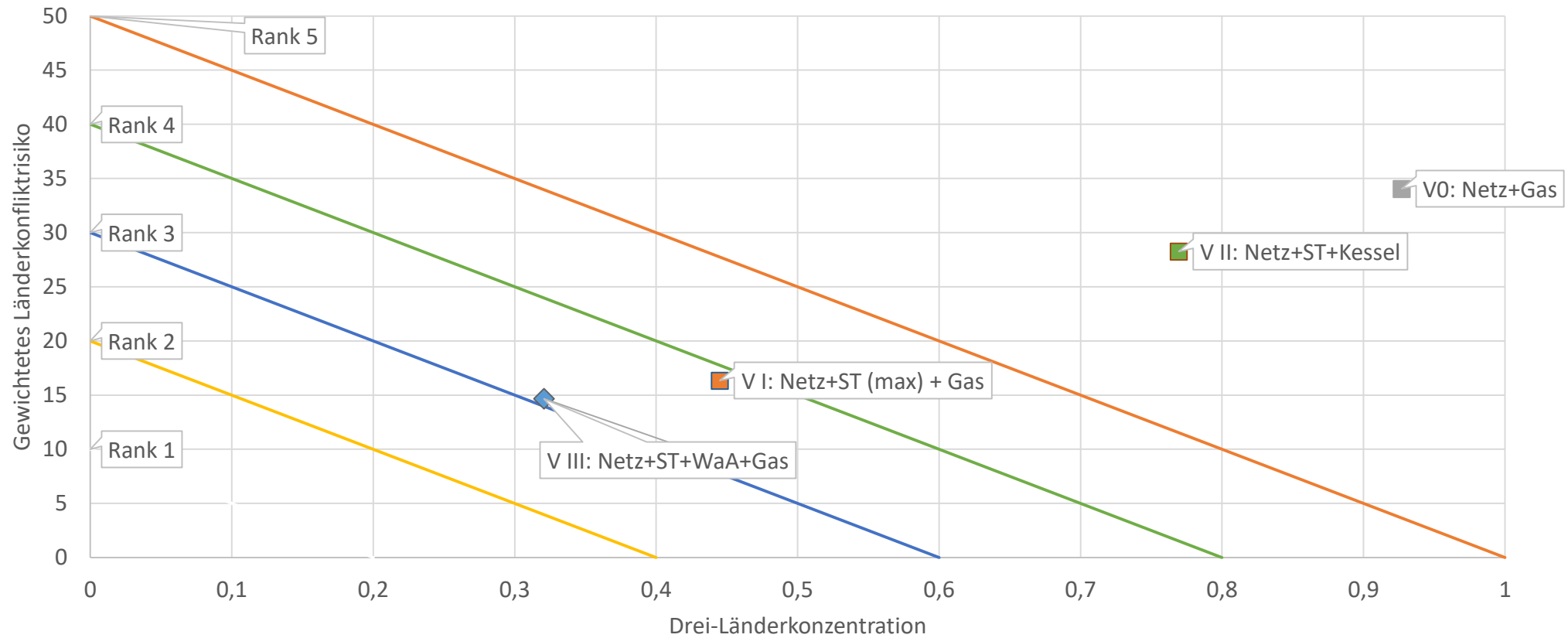
# Schlaglicht 2: Unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit

## Ökonomische Dimension

<i>Laufende Nummer</i>	7
<i>Herausforderung</i>	Unzureichende Befriedigung der Grundbedürfnisse mit nachhaltigen Produkten
<i>Qualitätsziel</i>	unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit
<i>Indikator</i>	Redundanz der Wärmequelle

<u>V0: Netz+Gas:</u> Wenn 2 Kessel, Unterbrechung des Gasversorgung nicht kompensierbar	<i>Bewertung</i>	
<u>V I: Netz+ST (max) + Gas:</u> Wenn nur 1 Kessel, Ausfall kann in den Wintermonaten nicht kompensiert werden	<i>Bewertung</i>	
<u>V II: Netz+ST+Kessel:</u> Ausfall des Gaskessels kann nur teilweise durch Speicher der ST in den Wintermonaten kompensiert werden	<i>Bewertung</i>	
<u>V III: Netz+ST+WaA+Gas:</u> drei Erzeuger, Kessel auf Spitzenlast ausgelegt, Pufferspeicher (ST) können kurzfristigen Ausfall kompensieren.	<i>Bewertung</i>	

# Schlaglicht 3: Konfliktpotential der eingesetzten Ressource



# Schlaglicht 3: Konfliktpotential der eingesetzten Ressource

## Sozial-kulturelle Dimension

<i>Laufende Nummer</i>	14
<i>Herausforderung</i>	gewaltsame Konflikte, Massenmigration
<i>Qualitätsziel</i>	Innere und äußere Sicherheit; Globale Verträglichkeit
<i>Indikator</i>	Konfliktpotenzial der eingesetzten Ressourcen

### V0: Netz+Gas:

3LK = 0,92; GLR = 34

Bewertung  5

### V I: Netz+ST (max) + Gas:

3LK = 0,44; GLR = 16

Bewertung  5

### V II: Netz+ST+Kessel:

3LK = 0,77; GLR = 28

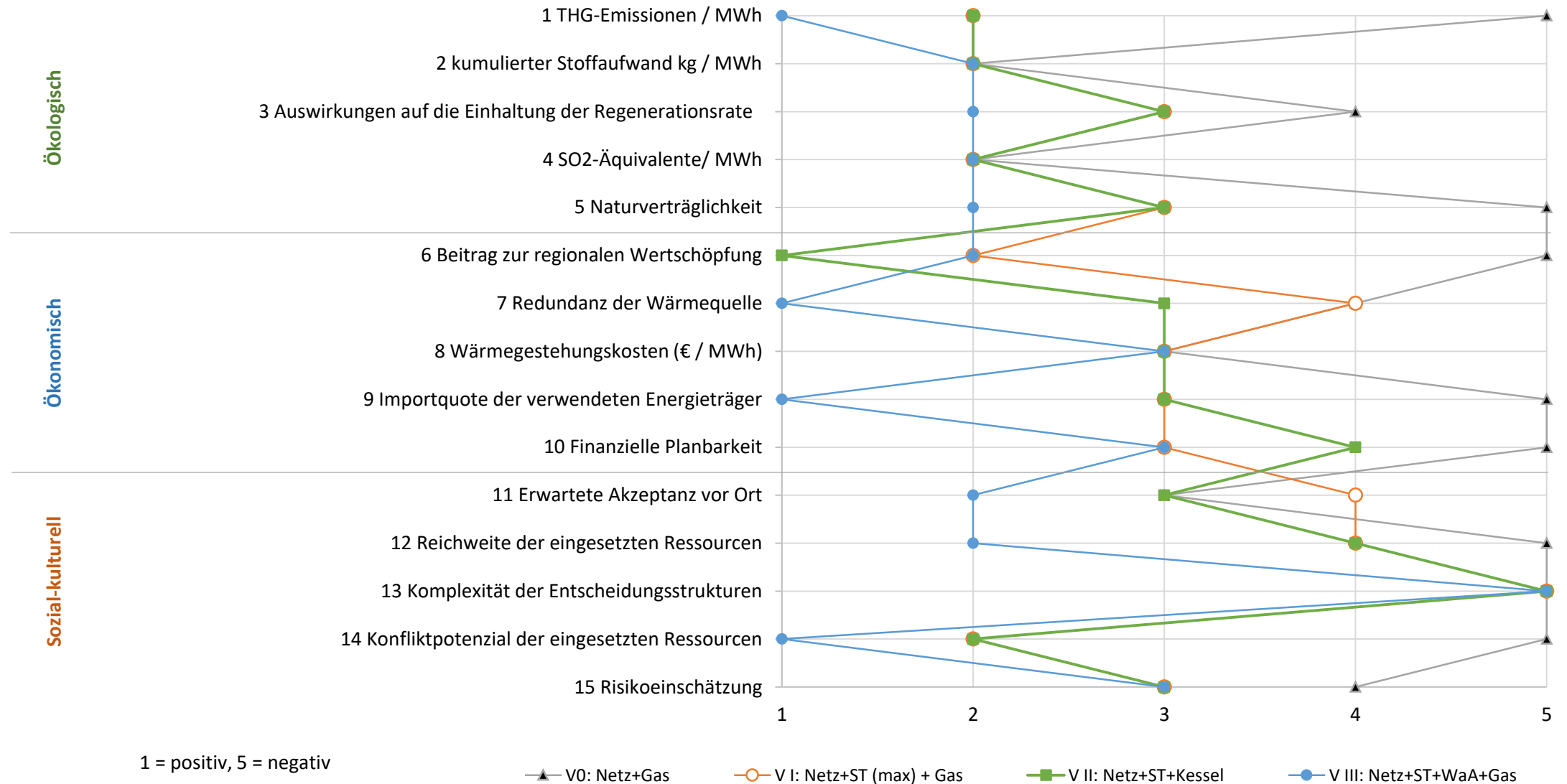
Bewertung  3

### V III: Netz+ST+WaA+Gas:

3LK = 0,32; GLR = 14

Bewertung  3

# Bewertung der Konzepte (Phase 2)



1 = positiv, 5 = negativ

▲ V0: Netz+Gas

○ V I: Netz+ST (max) + Gas

■ V II: Netz+ST+Kessel

● V III: Netz+ST+WaA+Gas

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

## IZES

Prof. Dr. Katharina Gapp-Schmeling  
gapp-schmeling@izes.de

## HWR

Florian Hewelt  
Dr. Anna Welz  
kowa@hwr-berlin.de

<https://www.kowa-projekt.de>

## Projektbeteiligte



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen: 03EN3007

- AGFW (2020): Leitfaden zur Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung, 2020.
- Destatis - Statistisches Bundesamt (2021): Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Länder, Warensystematik. 51000-0007.
- Gapp-Schmeling, K. et al (2021): Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen – Methodenbeschreibung, abrufbar unter: [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads\\_kowa/2021/10/KoWa\\_AP4-Methode-Konzeptbewertung\\_fin.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads_kowa/2021/10/KoWa_AP4-Methode-Konzeptbewertung_fin.pdf).
- Kaufmann, D., Kraay, A., Matruzzi, M. (2020): The Worldwide Governance Indicators (WGI).
- Rogall, H., Gapp-Schmeling, K., Welz, A. (2021): D. Trends der globalen Herausforderungen. In: Rogall, H., Gapp-Schmeling, K., Grothe, A., Michaelis, N., Ekardt, F., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Müller, M., Nutzinger, H. (Hrsg.): Jahrbuch Nachhaltige Ökonomie 2020/2021. Im Brennpunkt: Nachhaltiges Wirtschaften und Innovation. Weimar (Lahn) (Metropolis).
- Rogall, H., Gapp-Schmeling, K. (2021): Nachhaltige Ökonomie. Ökonomische Theorie und Praxis einer nachhaltigen Entwicklung - Band 1. Grundlagen der Wirtschaftswissenschaft Bd. 15. 3. Aufl. Marburg (Metropolis-Verl.).
- Rogall, H., Gapp, K., Goergens, K. (2018): Trends der globalen Herausforderungen. In: Rogall, H., Binswanger, H., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Im Brennpunkt: Zukunft des nachhaltigen Wirtschaftens in der digitalen Welt. Marburg (Metropolis Verlag).
- Rogall, H., Gapp, K., Brüning-Pfeiffer, A., Hewelt, F. (2016): Globale Trends. In: Rogall, H., Binswanger, H., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Im Brennpunkt: Ressourcenwende - Transformation zu einer ressourcenleichten Gesellschaft. Marburg (Metropolis Verlag): 347-408.
- Rogall, H., Gapp, K. (2016): Trends einer nachhaltigen Entwicklung in Europa und Deutschland. In: Rogall, H., Binswanger, H., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Im Brennpunkt: Ressourcenwende - Transformation zu einer ressourcenleichten Gesellschaft. Marburg (Metropolis Verlag): 409-431.
- Rogall, H. (2014): 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energien. Bedingungen für eine globale, nationale und kommunale Umsetzung. Marburg (Metropolis-Verl.): 494 S.
- Rogall, H., Klausen, M., Haberland, R. (2014): Trends der globalen Herausforderungen. In: Rogall, H., Binswanger, H., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Im Brennpunkt: Die Energiewende als gesellschaftlicher Transformationsprozess. Marburg (Metropolis): 31-100.
- Rogall, H., Klausen, M., Haberland, R. (2013a): Trends der globalen Herausforderungen. In: Binswanger, H.-C., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Rogall, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Jahrbuch 2013 | 2014 Nachhaltige Ökonomie. Im Brennpunkt: Nachhaltigkeitsmanagement. Marburg (Metropolis): 57-117.
- Rogall, H., Klausen, M., Haberland, R. (2013b): Trends der globalen Herausforderungen. 2011. In: Binswanger, H.-C., Ekardt, F., Grothe, A., Hasenclever, W.-D., Hauchler, I., Jänicke, M., Kollmann, K., Michaelis, N., Nutzinger, H., Rogall, H., Scherhorn, G. (Hrsg.): Jahrbuch 2011 | 2012 Nachhaltige Ökonomie. Im Brennpunkt: Wachstum. 2. Aufl. Marburg (Metropolis-Verl.): 27-53.

- Gapp-Schmeling, Katharina; Hewelt, Florian; Meyer, Melanie; Rogall, Holger; Schmidt, Christoph; Waldhoff, Christian et al. (2021): Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen. Methodenbeschreibung (KoWa-Berichte). Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2021/10/KoWa\\_AP4-Methode-Konzeptbewertung\\_fin.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2021/10/KoWa_AP4-Methode-Konzeptbewertung_fin.pdf).
- Hewelt, Florian; Welz, Anna Masako; Rogall, Holger; Gapp-Schmeling, Katharina (2022): KoWa - Wärmewende im Quartier. Berlin Heimatviertel. Erfahrungsbericht zur Clusteranalyse und Konzeptionierung. Untersuchungsgebiet Quartier 1 im Heimatviertel, Karlshorst. Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/05/M4\\_Erfahrungsbericht\\_Q1\\_WEB.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/05/M4_Erfahrungsbericht_Q1_WEB.pdf).
- Hewelt, Florian; Welz, Anna Masako; Rogall, Holger; Gapp-Schmeling, Katharina (2022): KoWa - Wärmewende im Quartier. Berlin Mierendorff-Insel. Erfahrungsbericht zur Clusteranalyse und Konzeptionierung. Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel. Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/05/M4\\_Erfahrungsbericht\\_MiDol\\_WEB.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/05/M4_Erfahrungsbericht_MiDol_WEB.pdf).
- Meyer, Melanie; Waldhoff, Christian; Welz, Anna Masako; Gapp-Schmeling, Katharina (2022): KoWa - Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung. Erfahrungsbericht zur Clusteranalyse und Konzeptionierung. Untersuchungsgebiet Georgsmarienhütte. Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa\\_Erfahrungsbericht\\_Quartier\\_GMHuette\\_Oeffentlich\\_final\\_20220420.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa_Erfahrungsbericht_Quartier_GMHuette_Oeffentlich_final_20220420.pdf).
- Meyer, Melanie; Waldhoff, Christian; Welz, Anna Masako; Gapp-Schmeling, Katharina (2022): KoWa - Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung. Erfahrungsbericht zur Clusteranalyse und Konzeptionierung. Untersuchungsgebiet Bramsche. Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa\\_Erfahrungsbericht\\_Quartier\\_Bramsche\\_Oeffentlich\\_final\\_20220420.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa_Erfahrungsbericht_Quartier_Bramsche_Oeffentlich_final_20220420.pdf).
- Welz, Anna Masako; Gapp-Schmeling, Katharina; Becker, Daniela (2021): Erhebung der Akteursstrukturen. Methodenbeschreibung. Hg. v. IZES - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (IZES) und HWR Berlin. Berlin, Saarbrücken. Online verfügbar unter [https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa\\_AP-4-Methode-Akteursanalyse.pdf](https://www.kowa-projekt.de/wp-content/uploads/kowa/2022/04/KoWa_AP-4-Methode-Akteursanalyse.pdf).