

Kommunale sektor- und spartenübergreifende Energieleitplanung (KSSE)

Welche Rolle können die kommunalen Akteure für die Stromerzeugung zur Abdeckung der Residuallast, z.B. für Wärmepumpen, aus Praxisperspektive spielen?

Gefördert mit Mitteln der Deutsche Bundesstiftung Umwelt
(Projekt AZ 38842/01 Laufzeit Mai 2023-April, Mai 2024)

Zwischenbericht 23.10.2023

Inhalt

1	Gegenstand und Zielsetzung des Projektes	2
2	Projektbausteine und Umsetzungsstand	4
3	Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und ausstehender Arbeitsschritte	7
	3.1 Ergebnisse der Expertenbefragung zum Gebäudeenergiegesetz, zur kommunalen Wärmeplanung, Bewertungsmaßstäben und energetischen Sanierungsoptionen	7
	3.2 Analyse aktuell verabschiedeter Gesetze oder Gesetzesvorhaben	8
	3.3 Kraftwerksstrategie: Energieeffizienz verschiedener Kraftwerke unter Berücksichtigung der Stromverluste	11
	3.4 Zielgröße Treibhausgasemissionen statt Primärenergiebedarf im Gebäudeenergiegesetz?	12
	3.5 Von der kommunalen Wärmeplanung zur Energieleitplanung?	16
	3.6 Vom individuellen zum automatisierten Sanierungsfahrplan?	17
4	Bisheriger Zeitplan	20
5	Bisheriger Kostenverlauf	21

1 Gegenstand und Zielsetzung des Projektes

Viele Praktiker vor Ort stehen derzeit vor der Frage, welche Lösungen (z.B. im Rahmen von energetischen Sanierungsfahrplänen) sie ihren Kunden unter den derzeit sich stark ändernden Rahmenbedingungen empfehlen sollen, um eine zukunftsfähige, kosteneffiziente Energiewende umzusetzen und die Klimaschutzziele zu erreichen. Klar ist, dass bei der Wärmewende die Wärmepumpe aus Klimaschutzgründen eine zunehmend große Rolle spielen wird. Klar ist aber auch, dass Wärmepumpen derzeit als verhältnismäßig teuer gelten und zu einem höheren Strombedarf auch zu Zeiten führen werden, wenn wenig erneuerbarer Strom zur Verfügung steht.

Bei der kommunalen Wärmewende ist daher die Stromnachfrage und deren Abdeckung aus klimapolitischer Sicht, aber auch aus Sicht der Kosten und der Nutzung von Synergien auf der kommunalen Ebene (Lastverschiebungen, Effizienzmaßnahmen und Speicherung) eine wichtige Frage. Im Rahmen des hier vorgeschlagenen Projektes soll mit ausgewählten Experten und Praktikern ein entsprechender Realitätscheck durchgeführt werden, welche der zahlreich publizierten Szenarien zu Lösungen im Rahmen von kommunalen Wärmeplänen sich **aus der Sicht von Praktikern** vor Ort umsetzen lassen und welche eher nicht, bzw. ggf. an praktischen Hindernissen scheitern könnten. Kernfragen, die das Projekt beantworten möchte, lauten:

- Welche Vor-/Nachteile hat eine eher dezentralere Abdeckung der Residuallast¹ und welche Synergien lassen sich im Rahmen einer Berücksichtigung bei kommunalen Akteuren heben?
- Welche Vor-/Nachteile haben demgegenüber große zentrale Residualkraftwerke auf der „grünen Wiese“?
- Welche politischen Rahmenbedingungen sind für dezentrale oder eher zentralere Lösungen notwendig?
- Wie kann eine sektor- und spartenübergreifende Energieleitplanung aus Praktikersicht aussehen?

Die gemeinsamen abgestimmten Empfehlungen zur Residuallasterzeugung und entsprechenden Emissionsfaktoren sollen an die für die Energieleitplanung zuständigen Bundes- und Landesministerien sowie den Bundestag kommuniziert werden, um in die entsprechenden Leitfäden für die Umsetzung kommunaler Wärmeleitplanung einfließen zu können.

Darüber hinaus wird ein Vorschlag diskutiert, wie eine kommunale Energieleitplanung für eine effiziente Umsetzung ausgestaltet werden kann, die schnellstmöglich zu Emissionseinsparungen kommt (Abbildung 1).

¹ Residuallast meint hier die Stromlast abzgl. der Erzeugung durch Erneuerbare, wie z.B. Biomasse, Wasserkraft, Wind, Sonne oder Speicherkraftwerke.



- Schritt 1** Bestandspläne, Strom- Wärmebedarf, Primärenergieverbräuche Gebäude- und Quartiersbezogen.
- Schritt 2** Analyse möglicher Energiequellen vor Ort (Gleichzeitigkeit), Speicher, PV-Potentiale, Nachhaltige Abwärme, Holz, Grüne Gase, Wind, Geothermie, Flusswasser etc.
- Schritt 3** Einteilung der Quartiere in Energieentwicklungsgebiete, z.B. Entwicklung kaltes Wärmenetz, Wärmenetz, Bestimmung des notwendigen Ausbaus der Erneuerbaren vor Ort usw.
- Schritt 4** Erstellung und Ausgabe von standardisierten Sanierungsfahrplänen für jedes Gebäude auf Grundlage von digitalen Zwillingen und Gebäudetypen im Quartier.

Abbildung 1: Beispiel: Wie könnte eine kommunale sektor- und spartenübergreifende Energieleitplanung ausgestaltet werden?

2 Projektbausteine und Umsetzungsstand

Die Projektbausteine und deren aktueller Stand sind:

- Akteursanalyse: Wer favorisiert aus welchen Gründen welche Optionen für die Abdeckung der Residuallast; wer profitiert von welchen Lösungsoptionen (Betreiber- und Nutzerperspektive)?
-> in Bearbeitung
- Expertenbefragungen von Praktikern (Planer, Installationsbetriebe, Stadtwerke) mittels Onlinefragebogen und 2 begleitenden Expertenworkshops.
-> Expertenbefragung weitgehend abgeschlossen, ein Online-Expertenworkshop zur Vorstellung der vorläufigen Ergebnisse ist erfolgt am 24.August 2023.
- 10-15 Top-Experteninterviews.
-> 5 der geplanten Experteninterviews sind erfolgt.
- Auswahl und Bewertung ausgewählter Szenarien zum Thema der notwendigen Residuallastkraftwerke
-> Auswahl der Szenarien ist weitgehend erfolgt.
- Qualitative Bewertung verschiedener Optionen von Residuallastkraftwerken sowie ihrer Vor- und Nachteile
-> in Bearbeitung
- Formulierung von Szenarien, welcher zukünftige Kraftwerkspark die Residuallast abdecken kann.
-> kann erst zum Ende des Projektes erfolgen
- Qualitative Analyse zu den Konsequenzen auf die kommunale Energie- bzw. Wärmeleitplanung: Fordern die Bundesregierung, die Bundesnetzagentur oder die Übertragungsnetzbetreiber die Kommunen auf, sich im Rahmen der kommunalen Energie- bzw. Wärmeleitplanung um die Abdeckung ihrer Residuallast zu kümmern oder überlassen sie den Bau von Residuallastkraftwerken und deren Ausregulierung dem Markt um (z.B. durch die Einführung eines Kapazitätsmarktes)?
-> kann erst zum Ende des Projektes erfolgen.
- Simulation verschiedener Szenarien von Energieversorgungsvarianten für ausgewählte Quartiere mittels hochaufgelöstem (Stundenwerte) Modell (ERNIE100). -
> weitgehend abgeschlossen.
- Darstellung möglicher Folgen für Leitlinien zur kommunalen Energie- bzw. Wärmeleitplanung? -> folgt am Ende des Projektes.
- Qualitative Untersuchung zu den rechtlichen und finanziellen Rahmen- und Anreizbedingungen für den Bau von Residuallastkraftwerken, Einsparungs- oder Lastverschiebungsmaßnahmen.
-> in Bearbeitung.
- Analyse zum Einfluss der von der Bundesregierung (Koalitionsvertrag) geplanten Reformen zu den Netzentgelten und zum Strommarkt auf den Bau von

Residualkraftwerken.

→ in Bearbeitung.

- Folgen für standardisierte Sanierungsfahrpläne im Rahmen der Energie- bzw. Wärmeleitplanung.
→ folgt mit allen Projektpartnern am Ende des Projektes.
- Verfahrensvorschlag, wie die Emissionen zusätzlichen Residuallaststrombezugs zu berechnen sind, Einbindung in die entsprechenden Leitlinien und Berechnungsverfahren.
 - für eine Kommune z.B. bei im Rahmen der BSKO Bilanzierungs-Systematik,
 - für eine Entscheidung vor Ort (KWK abstellen und Wärme und Strom getrennt erzeugen, Beispiel Landesliegenschaften Baden-Württemberg),
 - für Planungen, die zusätzlichen Strom benötigen (Wärmepumpen, E-Mobilität, Wasserstoff), oder
 - die Bilanzierung für ein Zukunftsszenario (z.B. bei Verdopplung von Solar und Wind in einer Region).→ folgt mit allen Projektpartnern am Ende des Projektes.
- Aufklärung, insbesondere in der Politik, über die Problematik der Residuallast. Sehr viele Personen gehen von einer baldigen Versorgung durch 100% erneuerbaren Strom aus.
→ folgt mit allen Projektpartnern am Ende des Projektes.
- Darstellung der Flexibilitätserfordernisse der netzdienlichen Residualstromerzeugung.
→ in Bearbeitung.
- Zentrale "Leit"-Kraftwerke zur Frequenzstabilisierung und dezentrale Kraftwerke in den Lastschwerpunkten zur Deckung regional unterschiedlichen Lastbedarfs: Wie zentral muss es sein und wie dezentral soll es sein?
→ steht noch aus.
- Beschreibung zu den Erfahrungen der Residualstromerzeugung in bestehenden Technologien (Dampfkraftanlagen, Gasturbinen, Motorenanlagen)
→ steht noch aus.
- Mögliche Beiträge zur flexiblen Stromerzeugung von
 - biogen basierten Kraftwerke (Biogas, Holz u.ä.),
 - fossil basierten Kraftwerke (Erdgas, Öl),
 - H₂-basierter Kraftwerke,
 - KWK-Kraftwerken im Stromsystem, das keine Dauerläufer mehr verträgt.→ steht noch aus.
- Einbindung der **iKWK-Systeme** in die Residualstromerzeugung.
→ steht noch aus.
- Emissionsbilanzierung zu den Systemen nach **FW309 Teil 6** (Carnot- und Arbeitswertmethode) in Verbindung mit den Richtlinien der EU zur effizienten

Fernwärme und den darauf basierenden europäischen Normen.

-> steht noch aus.

- Definition von Energieversorgungsvarianten mit dem Ziel 100% erneuerbare Energieversorgung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung.
-> in Bearbeitung.
- Vollkostenanalyse verschiedener Energieversorgungsvarianten (Wärme und Strom) am Beispiel unterschiedlicher Gebäudetypen im Bestand (EFH, MFH, Gewerbe, ...) incl. Nutzerperspektive.
-> in Bearbeitung.
- Emissionsbilanzierung der Szenarien, Ableitung von geeigneten, einfachen Verfahren zur Emissionsbilanzierung geplanter Maßnahmen im Rahmen von Energie- bzw. Wärmeplänen.
-> in Bearbeitung.

3 Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse und ausstehender Arbeitsschritte

3.1 Ergebnisse der Expertenbefragung zum Gebäudeenergiegesetz, zur kommunalen Wärmeplanung, Bewertungsmaßstäben und energetischen Sanierungsoptionen

"Man sollte mal uns Handwerker fragen", so titelte ein Interview im Münchner Merkur mit Heizungsbauer Olaf Zimmermann, Chef der Firma Heizung Obermeier in München.

Einige Handwerksbetriebe gehen bereits heute soweit, dass sie sich bereits vollständig von Gas- und Ölkesseln verabschiedet haben, wie z.B. die Fa. Henrich Schröder GmbH aus Gütersloh.

Mittels einer Umfrage wollten wir Erfahrungen, Einschätzungen und Bewertungen von Experten rund um das Thema Wärmeerzeugung von Gebäuden und kommunaler Energieleitplanung kennenlernen und dokumentieren (vgl. Abbildung 2).

Expertenumfrage DBU-Projekt



Die Expertenumfrage wird gefördert mit Mitteln der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU-AZ 38842)

Expertenumfrage zur Wärmeerzeugung in Gebäuden und kommunalen Energieleitplanung

Viele der Praktiker vor Ort stehen derzeit vor der Frage, welche Lösungen (z.B. im Rahmen eines energetischen Sanierungsfahrplans oder einer Heizungssanierung) sie ihren Kunden unter den derzeit sich stark ändernden Rahmenbedingungen empfehlen sollen, um eine zukunftsfähige, kosteneffiziente Wärmewende umzusetzen und die Klimaschutzziele im Gebäudebereich zu erreichen. Klar ist, dass bei der Wärmewende die Wärmepumpe aus Klimaschutzgründen eine zunehmend große Rolle spielen wird. Klar ist aber auch, dass Wärmepumpen derzeit verhältnismäßig teuer sind und zu einem zusätzlichen Strombedarf auch zu Zeiten führen werden, wenn wenig erneuerbarer Strom zur Verfügung steht.

Im Folgenden möchten wir Sie zu Ihren Erfahrungen, Erwartungen und Bewertungen rund um das Thema Wärmeerzeugung von Gebäuden und der kommunalen Wärme-/Energieleitplanung befragen und ihre Einschätzungen kennen lernen.

Falls Sie zu bestimmten Fragen oder Themengebieten keine Einschätzung haben, können Sie diese gerne leer lassen bzw. überspringen.

Vielen Dank für die Teilnahme, das Ausfüllen der Umfrage dauert etwa 30 Minuten.

Datenschutzhinweis: Ihre Angaben und Hinweise werden von uns nur anonymisiert zitiert und veröffentlicht. Nähere Hinweise zum Datenschutz finden sie unter:
<https://klimaschutz-im-bundestag.de/datenschutzerklaerung-zur-expertenumfrage/>

Abbildung 2: Titelblatt des Expertenfragebogens

Der Online-Expertenfragebogen umfasst 93 Fragen. Angeschrieben wurden per E-Mail rund 2.000 Experten aus der Praxis (Planende, Energieberatende, Heizungsbetriebe, Wärmenetzbetreibende, Wohnungsbauunternehmen u.v.m.). Teilgenommen haben davon etwa 330 Experten im Alter zwischen 27-82 (Ø 52) Jahre aus Unternehmen/Institutionen mit 1-15.000 (Ø 100) Mitarbeitenden. Wegen des Umfangs des Fragebogens konnten einzelne Fragen von den Teilnehmenden übersprungen werden.

Die mehr als 1500 individuellen, zum Teil umfangreichen Kommentare zeigen das große

Interesse an den Fragestellungen.

In den Kapiteln 3.4 - 3.6 können aus Gründen des Umfangs nur einige wenige Ergebnisse dargestellt werden. Einige vorläufige Ergebnisse wurden am 24.8.2023 bereits der Öffentlichkeit in einem OnlineSeminar präsentiert.

Nächste Arbeitsschritte

- Abschluss und vollständige Auswertung der Expertenbefragung. Die vollständige Auswertung wird voraussichtlich zum Ende des Jahres veröffentlicht.

3.2 Analyse aktuell verabschiedeter Gesetze oder Gesetzesvorhaben

Folgende aktuelle Gesetze und Gesetzesvorhaben wurden im Rahmen des Projektes analysiert:

- Wärmepumpenoffensive und Aufbauprogramm Wärmepumpe (500.000 Wärmepumpen/a ab 2024, 6 Millionen Wärmepumpen bis 2030, ca. 15 Millionen Wärmepumpen bis 2045).
- **Gebäudeenergiegesetz (GEG)**
- **Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze**
- **Kraftwerksstrategie für die Residuallastherzeugung (Pressemitteilung BMWK vom 1.8.2023)**
- **Biomassestrategie (Eckpunktepapier):** Stakeholder Prozess läuft gerade (**Stellungnahme KiB zum Eckpunktepapier**)
- **Wasserstoffstrategie** vom 26.7.23
- Strommarktdesign – **Plattform Klimaneutrales Stromsystem** (u.a. **Bericht** über die Arbeit der Plattform Klimaneutrales Stromsystem (PKNS)) vom 1.8.2023.

Fachlich unstrittig ist seit langem, dass Wärmepumpen eine wichtige Rolle im Wärmemarkt – auch im Altbau – spielen werden (vgl. z.B. **Dena 2023**). Für fossil betriebene Kessel und Stromdirektheizungen für die alleinige Bereitstellung der Raumwärme und Warmwasser hätte schon vor Jahren schon ein Auslaufpfad politisch ausgehandelt werden können oder müssen, um die Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen im Gebäudebereich zu erreichen.

Strittig ist dagegen, welche Rolle Biomasseheizungen spielen können (Biomassestrategie!) und in welchen Kraftwerken der Residualstrom erzeugt wird, bis zeitgleich Strom aus 100% Erneuerbaren Energien kommt (Kraftwerksstrategie, Wasserstoffstrategie).

Während der Einsatz der Wärmepumpe im Ein- und Zweifamilienhaus auch im Bestand inzwischen zum Standard mit viel Erfahrung gehört, steht ihr Einsatz in größeren Mehrfamiliengebäuden im Wohnungsbestand vor besonderen Herausforderungen und die Erfahrungen hierzu sind noch überschaubar.

Das vorliegende Projekt beschränkt sich daher auf die Betrachtung der Wärmepumpen und entsprechenden Hybridvarianten in größeren Mehrfamiliengebäuden. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Kombination aus Wärmepumpe kombiniert mit Solarstromanlage und Kraft-Wärme-Kopplung im Rahmen einer Kundenanlage².

Aus einer eigenen Abschätzung (vgl. Tabelle 1) geht hervor, dass bis 2045 bis etwa 137 TWh mehr an Strom für den Betrieb von bis zu 15 Mio. Wärmepumpen bereit gestellt werden müssen (ggf. mehr wenn die Verdopplung der Sanierungsquote oder der Ausbau von Fernwärme sowie die Nutzung Erneuerbarer Wärmequellen nicht wie angedacht gelingt).

Tabelle 1: Abschätzung der zusätzlichen Menge an Strom, der für den Betrieb für Wärmepumpen in Deutschland bis 2045 gebraucht wird. Bis 2030 wird mit etwa 45 TWh Strom für ca. 5,5 Wärmepumpen gerechnet (Prognos et al. 2021).

Endenergiebedarf für Raumwärme & Warmwasser in Deutschland 2021			806 TWh	← Hat sich seit 2011 nur wenig verändert
davon Raumwärme	674		TWh	
davon Warmwasser	132		TWh	
Einsparung durch Dämmung bis 2045		-15%	-121 TWh	← Bei Verdopplung der Sanierungsquote
Verbleibender Endenergiebedarf 2045 für Raumwärme und Warmwasser 2045			685 TWh	
über Biomasse, Geothermie, unvermeidbare Abwärme (Industrie, KWK) etc.		-30%	-206 TWh	
über Wärmepumpen			480 TWh	← bisher ca. 23,4 TWh über Wärmepumpen (2020, UBA)
Zusätzlicher Strom durch Wärmepumpen (Umweltwärme) bei Jahresarbeitszahl von 3,5			137 TWh	

Im Rahmen des KSSE-Projektes wird derzeit die Frage bearbeitet, welche Rolle die KWK im Rahmen der Umsetzung des Gebäudeenergiegesetzes noch spielen kann, nachdem sie im Gebäudeenergiegesetz an keiner Stelle mehr erwähnt wird. So unterscheidet sich die Definition des Begriffs der „unvermeidbare Abwärme“ im Entwurf eines Gesetzes für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze die Wärme aus einer Stromerzeugungsanlage (Entwurf WPG § 3(1) 15)³ gegenüber der Definition von unvermeidbarer Abwärme im Gebäudeenergiegesetz (GEG § 3 (1) 30a)⁴.

² Eine Kundenanlage im Sinne des § 3 Nr. 24a oder b EnWG entsteht, wenn über eine kundeneigene Energieanlage Letztverbraucher angeschlossen sind und diese Anlage mit einem Summenzähler vom Netz der allgemeinen Versorgung abgegrenzt ist.

³ Entwurf WPG § 3(1) 15. „unvermeidbare Abwärme“ Wärme, die als unvermeidbares Nebenprodukt in einer Industrieanlage, Stromerzeugungsanlage oder im tertiären Sektor anfällt und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in die Luft oder in das Wasser abgeleitet werden würde; Abwärme gilt als unvermeidbar, soweit sie aus wirtschaftlichen, sicherheitstechnischen oder sonstigen Gründen im Produktionsprozess nicht nutzbar ist und nicht mit vertretbarem Aufwand verringert werden kann;

⁴ GEG § 3 (1) 30a. „unvermeidbare Abwärme“ der Anteil der Wärme, der als Nebenprodukt in einer Industrie- oder Gewerbeanlage oder im tertiären Sektor aufgrund thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten anfällt, nicht durch Anwendung des Standes der Technik vermieden werden kann, in einem Produktionsprozess nicht nutzbar ist und ohne den Zugang zu einem Wärmenetz ungenutzt in Luft oder Wasser abgeleitet werden würde“.

Im WPG gilt die Abwärme aus der Stromerzeugung zwar als „unvermeidbare Abwärme“, die „Ab“wärme aus einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) aber als Nutzwärme. Die Abwärme aus der Stromerzeugung ist damit im GEG sowohl aus der Stromerzeugung als auch der KWK ausgeschlossen.

Offene Frage: Sollten im GEG, wie im Wärmepumpengesetz (WPG) nicht die gleichen Anforderungen und Begriffsbestimmungen gelten und z.B. eine H₂ready -KWK ausdrücklich einschließen? Insbesondere da das GEG auch nach §3 9a. „Gebäudenetze“⁵ umfasst.

Am Beispiel eines mittelständischen Gewerbebetriebs mit 10 Gebäuden kann gezeigt werden, dass mit einer Kombination aus Wärmepumpe (30% max. der Heizleistung) und einer Kraftwärmekopplung (30% max. der Heizleistung) über vergleichbare Investitionskosten allein für die Wärmeerzeugung die flexible Stromleistung (Residuallasterzeugung) mit moderaten Emissionen nahezu umsonst zu erschließen wäre. Ein einfacher Austausch des fossilen Heizkessel nach GEG nicht mehr zulässig, ein Holzpelletkessel auf Grundlage beschränkter Biomasse ein u.U. nicht nachhaltige Erfüllungsoption, die Erdgas KWK durch den Verdrängungsmix im GEG eine nur kurz- bis mittelfristig emissionsparende Option, eine Aussenluftwärmepumpe die 100% der Heizleistung bereit stellen soll, eine Variante die aktuell einen erhöhten Strombezug u.a. aus Residuallastkraftwerken erfordert, die Erdsondenpumpe eine dazu kostenintensive Variante (Abbildung 3).

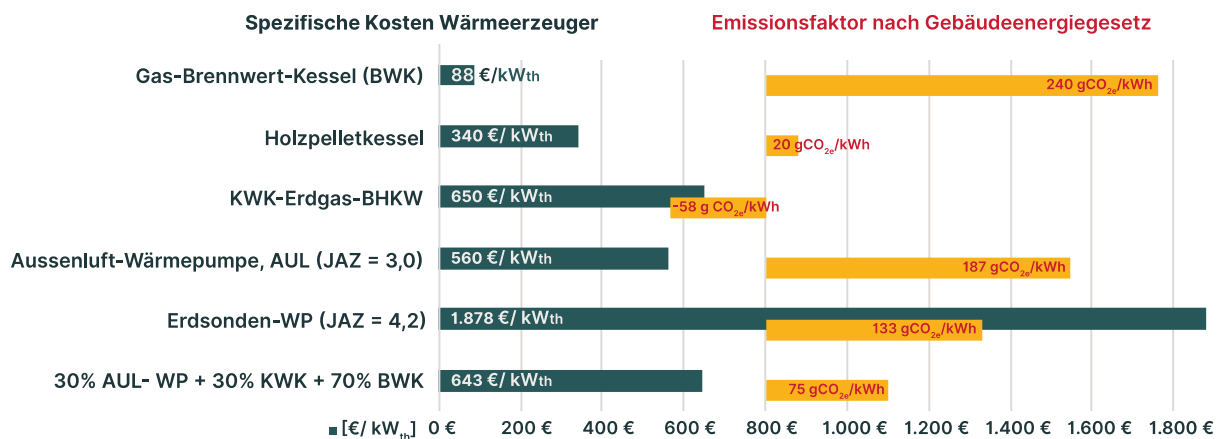


Abbildung 3: Vergleich der spezifischen Kosten und Emissionen verschiedener Wärmeerzeuger bei einem mittelständischen Gewerbebetrieb mit 10 Gebäuden (max. Wärmeleistung von 1.750 kW_{th}); Prozentzahlen der Kombination aus Aussenluftwärmepumpe und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage beziehen sich auf die max. Heizleistung. Berechnung Emissionen nach Gebäudeenergiegesetz: Strommix, ca. 560 g/ CO_{2e} Verdrängungsmix KWK ca. 860 g/ CO_{2e}, Erdgas ca. 240 g/CO_{2e}, Holzpelletkessel ca. 20 g/CO_{2e}

⁵ Gebäudenetz ist ein Netz zur ausschließlichen Versorgung mit Wärme und Kälte von mindestens zwei und bis zu 16 Gebäuden und bis zu 100 Wohneinheiten.

3.3 Kraftwerksstrategie: Energieeffizienz verschiedener Kraftwerke unter Berücksichtigung der Stromverluste

In Abhängigkeit der Ausbaugeschwindigkeit an Erneuerbaren Energien, der Nachfrageflexibilität oder den angenommenen Stromimportmengen gehen aktuelle Studien von Agora, dena oder BDI von einem Bedarf zwischen 16 – 40 Gigawatt (GW) an zusätzlicher installierter gesicherter Nettoleistung zur Abdeckung der Residuallast in Deutschland bis zum Jahr 2030 aus.

Um gemäß Koalitionsvertrag die Kohleverstromung „idealerweise“ bis zum Jahr 2030 zu beenden, sind nun im BMWK Eckpunktepapier zur Kraftwerksstrategie vom 1.8.2023 zur Ausschreibung vorgesehen:

1. Wasserstoff-Sprinter-Kraftwerke: 4,4 GW; Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbarem Wasserstoff (§ 39p EEG)
2. Wasserstoff-Hybrid-Kraftwerke: 4,4 GW; Innovative Konzepte mit wasserstoffbasierten Stromspeichern (§ 39o EEG)
3. H₂-Ready-Kraftwerke: 10-15 GW; konvertierbare Kraftwerke mit Wasserstoff-Umstiegspflicht bis 2035
4. BM Habeck Ankündigung: zusätzlich 3 GW Bioenergie

Welche Rolle die KWK, insbesondere die dezentrale KWK dabei spielen kann, hängt insbesondere von den Ausschreibungskriterien ab und von der Ausgestaltung / Weiterführung des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz über 2026 hinaus.

Dass KSSE-Projekt geht der Frage nach, welche Kraftwerke geeignet sind, um mit möglichst wenig Emissionen die insbesondere durch Wärmepumpen hinzukommende Residuallast in Leistung und Arbeit abzudecken.

Als erster Schritt wurden dazu verschiedene mit Erdgas betriebene Kraftwerke mit und ohne Kraft-Wärme-Kopplung in Kombination mit Luft-Wasser-Wärmepumpen bei 0°C Außentemperatur (Arbeitszahl 3) hinsichtlich ihrer Effizienz (Nutzenergie zu Brennstoffenergie) verglichen (vgl. Abbildung 4).

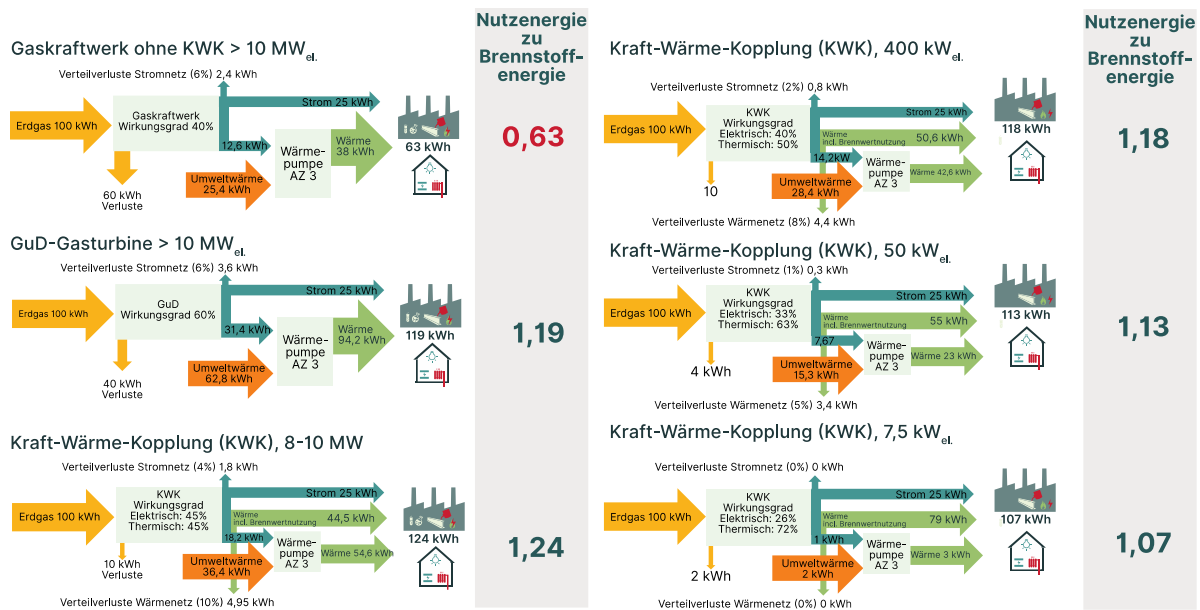


Abbildung 4: Schematischer Vergleich mit verschiedenen Kraftwerks-Luft-Wasser-Wärmepumpen-Kombinationen bei 0°C Außentemperatur (Arbeitszahl 3)

Dabei zeigt unter Einbeziehung von Netzverlusten und Nutzung der latenten Wärme, dass bereits auch Erdgas betriebene KWK-Anlagen in ihrer Effizienz in nahezu allen Größenklassen vergleichbar sind mit einer Residuallasterzeugung für den Wärmepumpenstrom aus einer großen GuD-Anlage mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 60% ohne Nutzung der Abwärme (KWK).

Nächste Arbeitsschritte

- Vergleich von den gleichen Kombinationen, wenn Sie zukünftig auf Wasserstoff umgerüstet betrieben werden und die latente Wärme beim Wasserstoff bei rund 18% statt rund 10% wie beim Erdgas genutzt wird.
- Vergleich der Kosten aus Nutzerperspektive verschiedener Kraftwerkskonstellationen mit und ohne Kraftwärmekopplung.
- Vergleich der Emissionen.

3.4 Zielgröße Treibhausgasemissionen statt Primärenergiebedarf im Gebäudeenergiegesetz?

Bis zur aktuellen Reform des Gebäudeenergiegesetz war das Hauptkriterium für die Bewertung von Gebäuden der Primärenergiebedarf. Mit der aktuellen Reform des Gebäudeenergiegesetzes kam auf der Erzeugungsseite das neue Erfüllungskriterium 65% Erneuerbare beim Austausch einer Heizung hinzu.

Nach §3 (2) gilt als Erneuerbare Energien im Sinne des Gebäudeenergiegesetzes

1. Geothermie,
2. Umweltwärme,
3. die technisch durch im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit dem Gebäude

- stehenden Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie oder durch solarthermische Anlagen zur Wärme- oder Kälteerzeugung nutzbar gemachte Energie,*
4. *die technisch durch gebäudeintegrierte Windkraftanlagen zur Wärme- oder Kälteerzeugung nutzbar gemachte Energie,*
 5. *die aus fester, flüssiger oder gasförmiger Biomasse erzeugte Wärme; die Abgrenzung erfolgt nach dem Aggregatzustand zum Zeitpunkt des Eintritts der Biomasse in den Wärmeerzeuger; oder*
 6. *Kälte aus erneuerbaren Energien.*

Und nach GEG §3 (1) 30. ist „Umweltwärme“ die der Luft, dem Wasser oder der aus technischen Prozessen und baulichen Anlagen stammenden Abwasserströmen entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme oder Kälte mit Ausnahme der aus technischen Prozessen und baulichen Anlagen stammenden Abluftströmen entnommenen Wärme,

Damit bleibt der Strom, der aus dem allgemeinen Netz bezogen wird, auch in der aktuellen **Reform des Gebäudeenergiegesetzes** bei der Anforderung, dass mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme aus erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme erzeugt, unberücksichtigt.

Bis zu einer vollständigen Versorgung mit Erneuerbaren Energien bleiben damit auch die Emissionen aus der Stromerzeugung bei der Gebäudesanierung im Vergleich zu anderen Sanierungskonzepten unberücksichtigt.

Darüber hinaus bestehen nicht alle Erfüllungsoptionen des GEG beim Austausch einer Heizung die Hauptanforderung der Reform. Bei Auslegung einer Wärmepumpe (WP) nach § 71 h (GEG) mit einem Anteil an der Heizleistung von 30% kann eine Wärmepumpe zwar etwa 65-70% der Wärme bereitstellen, aber damit keine 65% erneuerbare Wärme bzw. wie nach dem Gesetz ansonsten gefordert. Dazu ist die Wärmepumpe zu klein ausgelegt.

Seit vielen Jahren steht der Bewertung nach der Primärenergie der Option gegenüber, die Bewertung von Gebäuden auf das Kriterium umzustellen, um das es letztendlich geht, nämlich die Minderung von Treibhausgasen. Dies wurde bereits 2018 von der DGNB für ein GEG, das bis zur vollständigen Umstellung auf Erneuerbare Energien Bestand hat, vorgeschlagen (vgl. **DGNB 2018, DGNB 2021**).

Zuletzt hat Kevin Kühnert in der Sendung "maybrit illner" des ZDF vom 28. September 2023 „Bauen, sanieren, mieten – kein Plan gegen Wohnungsnot?“ auch für die Politik in die Diskussion gebracht, dass es sinnvoll sein könnte weg zu kommen von einer vorwiegenden „Effizienzhausbetrachtung“ hin zur Frage „Wie spare ich Treibhausgase ein?“, wengleich dies im Zusammenhang der Diskussion um Gebäudestandards und Baumaterialien geäußert wurde.

Zur Bewertung der Zuordnung der CO₂-Emissionen von Kraftwerken mit Koppelprozessen auf Strom und Wärme werden derzeit folgende drei verschiedene Methoden angewendet:

Welche Form der Bestimmung von Emissionsfaktoren halten Sie für geeignet, um die Treibhausgasemissionen des Betriebs von Wärmepumpen (zusätzlicher Strombedarf) zu bestimmen?

Anzahl Antworten: 216

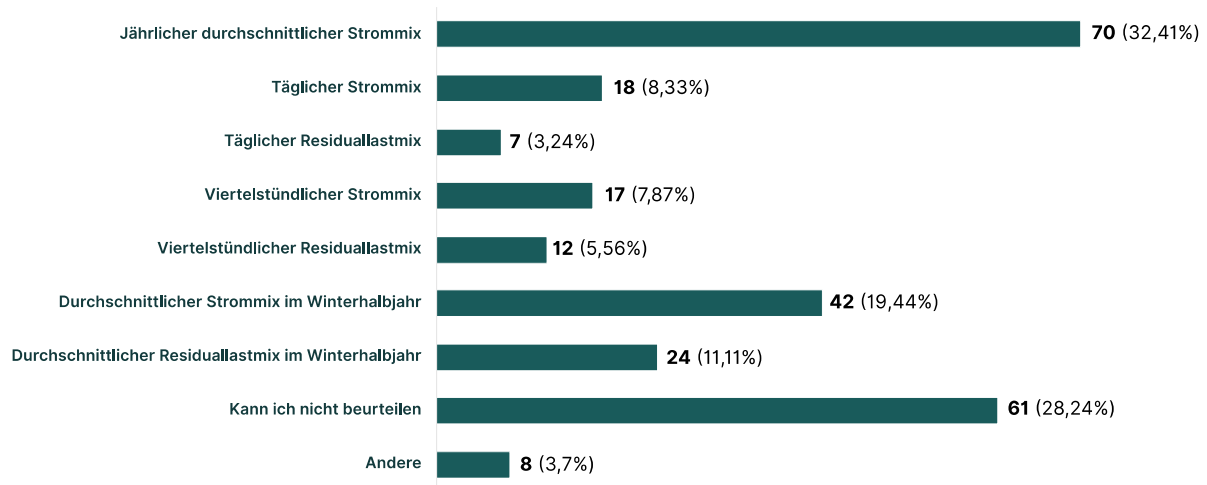


Abbildung 6: Bei der Frage welche Emissionsfaktoren für die Bewertung der Treibhausgasemissionen von Wärmepumpen angesetzt werden sollen gehen die Meinungen unter den Befragten sehr weit auseinander.

Zur Frage der Anforderung des GEG, beim Austausch einer Heizung zukünftig 65% Erneuerbare Energien zu verwenden, bezweifeln etwa 20 % der Befragten die Eignung dieses Kriteriums, und knapp 48% würden für die Zielausrichtung an den Treibhausgasemissionen plädieren (vgl. Abbildung 7).

Halten Sie (bis spätestens 2028) die Pflicht beim Einbau neuer Heizungen auf Heizungen mit 65 Prozent Erneuerbarer Energie im Gebäudeenergiegesetz sobald eine kommunale Wärmeplanung vorliegt für geeignet?

Anzahl Antworten: 251

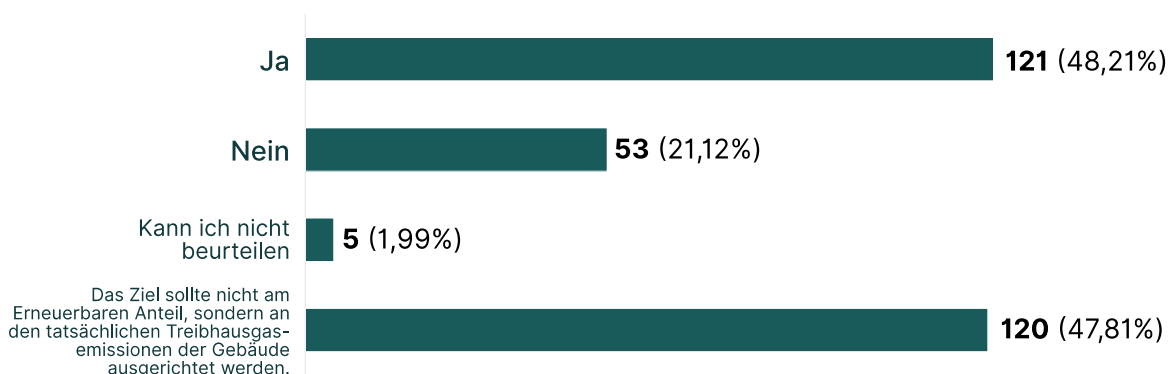


Abbildung 7: Knapp die Hälfte der befragten Experten ist der Ansicht, das das Ziel nicht am Erneuerbaren Anteil, sondern an den tatsächlichen Treibhausgasemissionen der Gebäude ausgerichtet werden sollte.

Bei der vollständigen Verbrennung von Erdgas entstehen etwa 201 g CO_{2e}/kWh. Durch den inzwischen hohen Anteil an LNG Gas bei der Gasversorgung schlagen die Vorkettenemissionen

je nach Herkunft des fossilen Gas erheblich zu Buche und liegen derzeit bei bis zu 288 gCO_{2e} / kWh (vgl. [IFEU 2023](#)). Bisherige Untersuchungen gingen für die Vorketten im Erdgasmix Deutschland von lediglich etwa 25g gCO_{2e}/kWh aus ([UBA 2021](#)). Die Emissionsberechnungen auch für Kraftwerke, die potentiell auf Wasserstoff umrüstbar sind, müssen insbesondere für den Verdrängungsmix unterschiedlicher noch fossil betriebener Kraftwerkstypen überdacht werden.

Mit einem Emissionsfaktor inkl. Vorketten z.B. von 288 gCO_{2e} / kWh ergibt sich für ein Gaskraftwerk ohne Abwärmenutzung mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 40% ein Emissionsfaktor für die erzeugte Kilowattstunde Strom von $288 \text{ g} / \text{gCO}_{2e} / \text{kWh} / 0,4 = 720 \text{ gCO}_{2e}/\text{kWh}$. Unter Einbezug der Netzverluste eines zentralen Kraftwerkes von ca. 6% bis zur Wärmepumpe errechnet sich der Emissionsfaktor auf bis zu 766 gCO_{2e}/kWh.

Nächste Arbeitsschritte

- Bestimmung der Emissionen des Verdrängungsmixes verschiedener Kraftwerke mit und ohne Abwärmenutzung bei Verwendung unterschiedlicher Emissionsfaktoren für die Energieträger (z.B. [UBA 2022](#), [UBA 2023](#), [IFEU 2023](#)).
- Entwicklung eines einfachen Verfahrens zur stundenweisen Bewertung der Emissionen des Stroms der zum Betrieb einer Wärmepumpe eingesetzt wird.

3.5 Von der kommunalen Wärmeplanung zur Energieleitplanung?

Der Bundestag hat am **Freitag, 13. Oktober 2023**, den von der Bundesregierung vorgelegten Gesetzentwurf „für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze“ ([20/8654](#)) in der ersten Lesung beraten.

Im Gegensatz zu Vorgängerentwürfen wird in der Anlage I zu § 15 „zur Daten und Informationen für die Bestandsanalyse“ die planungsverantwortliche Stelle nicht mehr berechtigt auch Daten zum Stromverbrauch zu erheben.

In der Anlage 2 (zu § 23) „Darstellungen im Wärmeplan“ müssen unter III. Zielszenario nach § 17 lediglich „*der jährliche Endenergieverbrauch der gesamten Wärmeversorgung in Kilowattstunden pro Jahr, differenziert nach Endenergiesektoren und Energieträgern*“ aufgeführt sein, wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierten Wärmeversorgung zu erreichen.

Damit besteht die Gefahr, dass die Abdeckung der Strom-Residullast aus dem Blick gerät und es bis zu einer Stromversorgung aus 100% Erneuerbaren es zu erheblichen Mehremissionen kommt im Vergleich zu einem Energieleitplan, der Residuallastanforderungen und zahlreiche Synergieeffekte (Lastverschiebungen, Stromeffizienzmaßnahmen) gleich mit betrachten würde.

Eine große Mehrheit der Experten ist der Meinung, dass bei der kommunalen Wärmeplanung auch Maßnahmen zur Deckung des erhöhten Strombedarfs, z.B. für Wärmepumpen, berücksichtigt werden sollte.

Sollten Kommunen im Rahmen der verpflichtenden kommunalen Wärmeplanung auch dazu angehalten werden sich darüber Gedanken zu machen, wie der ggf. erhöhte Strombedarf insbesondere für Wärmepumpen gedeckt werden kann und welche Maßnahmen vor Ort dazu notwendig sind?

Anzahl Antworten: 264

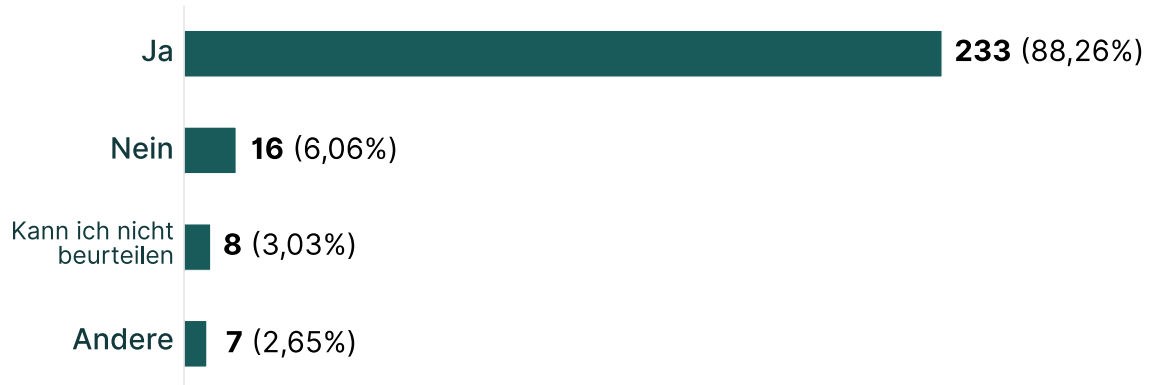


Abbildung 8: Etwa 88 % der Befragten sind der Meinung, das bei der kommunalen Wärmeplanung auch Maßnahmen zur Deckung des erhöhten Strombedarfs z.B. für Wärmepumpen berücksichtigt werden sollten.

Nächste Arbeitsschritte

- Auswertung bereits erstellter kommunaler Wärmepläne hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Berücksichtigung auch des Themas Residuallast (Strom).
- Entwicklung eines Aufgabenkatalogs, die im Rahmen einer Energieleitplanung abgearbeitet werden könnten.
- Erarbeitung von Kriterien zur Ausweisung von Vorranggebieten für Nah- und Fernwärmenetze.

3.6 Vom individuellen zum automatisierten Sanierungsfahrplan?

Selbst unter den befragten Experten, die seit Jahren individualisierte Sanierungsfahrpläne erstellen, gibt es erhebliche Zweifel am Kosten/Nutzen-Verhältnis von individuellen Sanierungsfahrplänen (vgl. Abbildung 9).

Wie hilfreich sind individuelle Sanierungsfahrpläne für die Umsetzung der Wärmewende in ihrer alltäglichen Praxis?

Anzahl Antworten: 234

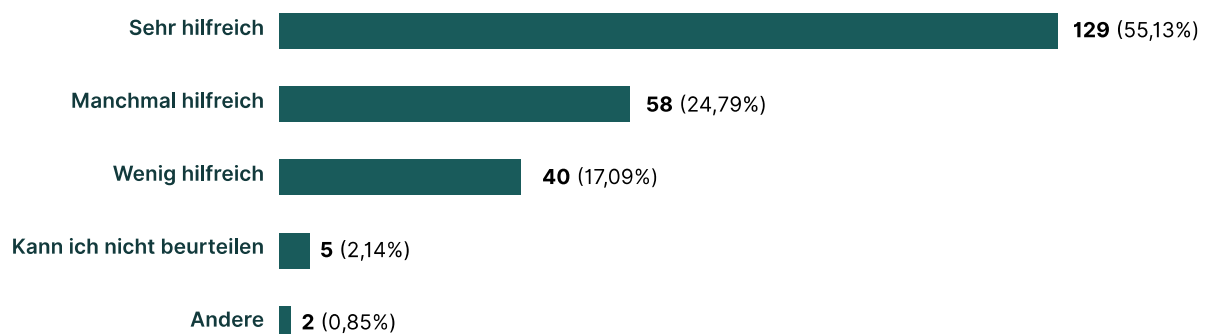


Abbildung 9: Etwa 55% der Befragten halten individuelle Sanierungsfahrpläne für hilfreich. Zieht man diejenigen ab, die angegeben haben individuelle Sanierungsfahrpläne zu erstellen sinkt der Anteil, der individuelle Sanierungsfahrpläne für hilfreich hält auf knapp unter 50%.

Der folgende Kommentar aus der Expertenbefragung steht stellvertretend für viele andere: *„ISFP deckt nur 1 Art der Fragestellung der Kunden ab; keine individuellen Randbedingungen erlaubt, führt in Teilen zu falschen Ergebnissen; fehlende IST-Analyse und detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse führt zu oberflächlichen Beratungskonzepten der Berater; Individualität der Beratungen sehr gering, Energie der Berater wird zu stark von der Bürokratie als für gute Beratung gebunden; fehlende Lock-In-Konzepte, fehlender Ansatz von Quartierskonzepten; Beratung für Vermieter und WEGs unzureichend“*

Weiter zeigt die Befragung, dass viele der befragten Experten standardisierte (automatisiert erstellte) Sanierungsfahrpläne auf Grundlage digital erfasster Daten (z.B. digitaler Zwilling) für möglich halten (Abbildung 10).

Halten Sie auf Grundlage eines digitalen Zwillings der Gebäude die Erstellung von sinnvollen standardisierten Sanierungsfahrplänen für möglich?
Anzahl Antworten: 229

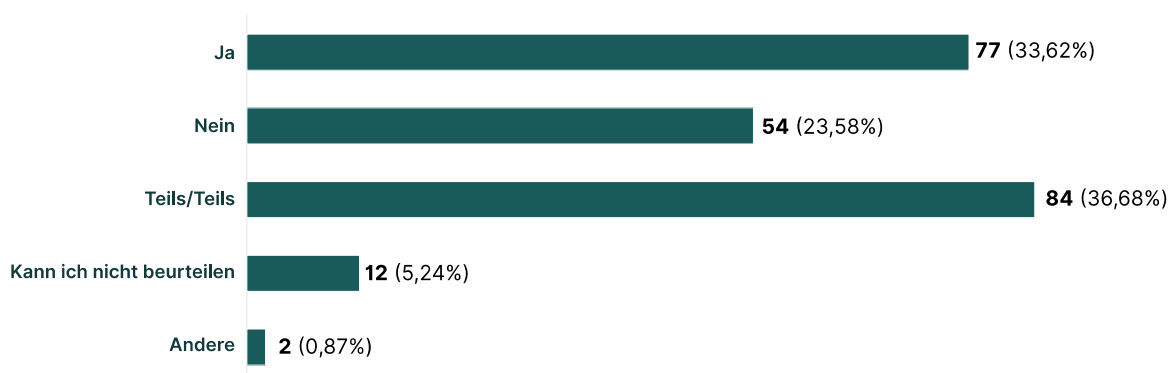


Abbildung 10: Nur etwa 24% der der Befragten halten die Erstellung von standardisierten Sanierungsfahrplänen für nicht möglich.

Im Rahmen des KSSE-Projektes soll daher der Frage nachgegangen werden, wie aussagekräftig automatisiert erstellte Sanierungsfahrpläne sein können und mit welchen zusätzlichen Kosten sie bei der Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung verbunden wären.

Übergeordnete Fragestellung der energetischen Sanierungsfahrpläne sollte oder könnte sein:

Welche Komponente zur energetischen Sanierung sollte bei welchem Gebäude wann eingesetzt werden, um die bestmögliche Reduzierung /Abdeckung des Wärmebedarfs in Bezug auf Kosten, Fachkräfteeinsatz und THG-Emissionen incl. Vorkettenemissionen zu erreichen?

Nächste Arbeitsschritte

- Experteninterviews: Wie realistisch wäre es im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung

statt der individualisierten Sanierungsfahrpläne automatisierte Sanierungsfahrpläne Eigentümern für ihr Gebäude zur Verfügung zu stellen?

- Welche zusätzlichen Kosten wären damit verbunden?
- Welche Informationen und Empfehlungen in welcher Detailtiefe kann und sollte ein automatisierter Sanierungsfahrplan darstellen?

4 Bisheriger Zeitplan

Der bisherige Zeitplan (vgl. Tabelle 1) wird sich nach bisherigem Verlauf es Projekts allenfalls um wenige Wochen nach hinten verschieben.

Nr.	Aufgaben	Wer	2023										2024				
			Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz			
1	Kick-Off-Projekt-Meeting (4 Stunden, wer soll befragt werden, Fragebogen, Aufgabenbeschreibungen festlegen usw.)	KiB, KEA-BW, UB, SB	■														
2	Erarbeitung Problembeschreibung ca. 6 Seiten mit Kurzzusammenfassung als Grundlage (Flexibilitätserfordernisse der Residualstromerzeugung, "Leit"-Kraftwerke zur Frequenzstabilisierung und dezentrale Kraftwerke in den Lastschwerpunkten zur Deckung regional unterschiedlichen Lastbedarfs: Wie zentral muss es sein und wie dezentral soll es sein?)	KiB, UB	■														
3	Beschreibung zu den Erfahrungen der Residualstromerzeugung in bestehenden Technologien (Dampfkraftanlagen, Gasturbinen, Motorenanlagen)	UB		■													
4	Mögliche Beiträge zur Stromerzeugung von biogen basierten Kraftwerke (Biogas, Holz u.ä.), von fossil basierten Kraftwerke (Erdgas, Öl), von H2-basierter Kraftwerke, von KWK-Kraftwerke im Stromsystem, das keine Dauerläufer mehr trägt; iKWK-Systemen	UB		■	■	■											
5	Digitaler Expertenfragebogen (ausarbeiten, umsetzen, an max. 50-100 ausgewählte Experten versenden und auswerten)	KiB, UB					■	■	■	■							
6	10-15 vertiefende Experteninterviews vorbereiten, durchführen und auswerten	KiB, UB									■	■					
7	AK Dezent (2-3 Sitzungen), ggf. Arbeitsgruppe unter Interessierten Praxispartnern	KiB, AK-D															
8	Definition von Energieversorgungsvarianten mit der Ziel 100% erneuerbare Energieversorgung im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung	SB, KiB, KEA-BW															
9	Vollkostenanalyse verschiedener Energieversorgungsvarianten (Wärme und Strom) am Beispiel unterschiedlicher Gebäudetypen im Besand (EFH, MFH, Gewerbe, ...) incl. Nutzerperspektive	SB, KEA-BW															
10	Emissionsbilanzierung zu den Systemen nach FW309 Teil 6 (Carnot- und Arbeitswertmethode) in Verbindung mit den Richtlinien der EU zur effizienten Fernwärme und den darauf basierenden europäischen Normen, Ableitung von geeigneten, einfachen Verfahren zur Emissionbilanzierung geplanter Maßnahmen im Rahmen von Wärmeplänen, die zusätzlichen Strombedarf haben.	SB, UB, KiB, KEA-BW															
11	Simulation verschiedener Energieversorgungsvarianten Szenarien mit Ernie100 für ausgewählte Quartiere	KiB															
12	Erarbeiten von Vorschlägen für Strompreissignale (regional, lokal, zeitabhängig), zur Steuerung der 100% erneuerbaren Energieversorgung	SB, KiB, KEA-BW, UB															
13	Online Konferenz Zwischenergebnisse (Expertenbefragungen, interviews, Ergebnisse Energieversorgungsszenarien) unter Einladung betroffener Ministerien	KiB, KEA-BW, UB, SB															
14	Teilnahme Projektpartner an Online-Koordinationsterminen nach Bedarf inkl. Vor- und Nachbereitung	nach Bedarf															
15	Abschluss-Projekt-Meeting (Ergebnisvorstellungen; Endbericht, Festlegung, Gliederung, Wer schreibt welches Kapitel?) Empfehlungen Politik	KiB, KEA-BW, AK-D, UB, SB															
16	Berichterstellung, Zusammenfassung, Empfehlungen an die Politik und Präsentation der Ergebnisse	KiB, KEA-BW, AK-D, UB, SB															
17	Online Konferenz Abschlussergebnisse unter Einladung der betroffenen Ministerien und der Politik (Bundestag & Land Baden-Württemberg)	KiB, KEA-BW, AK-D, UB, SB															
18	Veröffentlichungen (z.B. auf Webseiten)	KiB, KEA-BW, AK-D, UB, SB															
19	Abschlussbericht gegenüber DBU	KiB, KEA-BW, AK-D, UB, SB															

Abbildung 11: Kürzel: KiB = Klimaschutz im Bundestag e.V., KEA-BW = Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, AK-D = Prof. Dr.-Ing. Bernd Thomas / AK Dezent; UB = Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Heinz Ullrich Brosziewski, SB= Solares Bauen GmbH

5 Bisheriger Kostenverlauf

Kostenplan (Übersicht)		
Kostenart	Kostenbudget	Abruf Okt
Bruttoarbeitsentgelte Klimaschutz im Bundestag e.V.	22.495 €	10.364,29 €
Bruttoarbeitsentgelte Solares Bauen e.V.	23.695 €	9.875,00 €
Gemeinkosten KiB 35,00%	7.873 €	3.627,50 €
Gemeinkosten SB 50,00%	11.848 €	4.938,00 €
ggf. Sonstige Arbeitsleistungen (Ehrenamt)	17.000 €	8.350,00 €
Sachkosten	894 €	326,22 €
Fremdleistungen Auftrag KEA-BW	9.800 €	0
Fremdleistungen Auftrag Ingenieurbüro Brosiewski	19.754 €	0
Reisekosten Solares Bauen GmbH	1.200 €	0
Reisekosten	1.000 €	0
Gesamtkosten	115.559 €	37.481,01 €
DBU-Förderanteil	71.973 €	23.344,20 €
Eigenanteil	43.587 €	14.136,81 €
<i>Förderquote</i>	62,28%	
Vorabzahlung vom Mai		17.000,00 €
MwSt. 19% SB		1.407,33 €
Restsumme		6.344,20 €