

Wirtschaftspsychologie, 2024.26:18-33

DOI: <https://doi.org/10.2440/004-0021>

Die Wärmewende gemeinsam gestalten: Einsichten aus einem transdisziplinären Forschungsprojekt

Anna Zeitler, Helena Müller, Harald Meyer, Martin Führ, Silke Kleihauer & Daniel Hanss

Hochschule Darmstadt

Zusammenfassung

Nahwärmenetze sind ein wichtiger Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität im Gebäudesektor. Bisher waren sie allerdings wenig attraktiv für Gebäudeeigentümer:innen und Energieversorger. Die aktuelle Heizungsdebatte eröffnet in diesem Zusammenhang ein Gelegenheitsfenster. Hier setzte ein Forschungsteam an und brachte die für den Aufbau von dezentralen Wärmequellen relevanten Akteure aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft über Dialog- und Beteiligungsformate zusammen. Zusätzlich fand eine Befragung von Bürger:innen ($N = 918$) statt. Die Befragung baute u.a. auf dem *Stage Model of Self-Regulated Behavioural Change* (Bamberg, 2013) auf. Die Ergebnisse zeigen, dass viele Teilnehmende auf erneuerbare Energien umsteigen möchten, aber nicht wissen wie – oder nicht glauben, dass dies für sie möglich ist. Großes Interesse besteht unter den befragten Eigentümer:innen ($n = 544$) an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz. Das Forschungsteam nutzt diese Erkenntnisse, um eine strategische Kommunikation zwischen den relevanten Akteuren zu initiieren. Der Beitrag stellt dar, wie transdisziplinäre Forschung mit psychologischen, empirischen Elementen konkrete Beiträge zur Wärmewende leisten kann.

Schlüsselwörter: Wärmewende, Bürgerbefragung, transdisziplinäre Forschung, Nachhaltige Entwicklung, Transformation

Shaping the heat transition together: Insights from a transdisciplinary research project

Abstract

Local heating networks are a cornerstone to climate neutrality in the building sector. However, thus far, building owners and energy suppliers have hardly implemented this solution. The current debate on the heat transition opens a window of opportunity in this context. A research team brings together the relevant actors from politics, administration, industry, and civil society for the development of decentralized heating sources through dialog and participation formats. In addition, a survey of citizens ($N = 918$) was conducted. The survey was based, among others, on the *Stage Model of Self-Regulated Behavioural Change* (Bamberg, 2013). Results show that many citizens would like to switch to renewable energies, but do not know how, or doubt it would be possible for them. Surveyed building owners ($n = 544$) showed great interest in connecting to a local heating network. The research team uses these findings to initiate strategic communication among relevant stakeholders. The article shows how transdisciplinary research with psychological, empirical elements can make concrete contributions to the heat transition.

Keywords: heat transition, citizen survey, transdisciplinary research, sustainable development, transformation

Einleitung

Eine Wärmewende erfordert tiefgreifende Veränderungen und innovative Lösungsansätze in deutschen Städten. Die Herausforderung, die Gebäude möglichst klimaneutral zu temperieren, ist ein so genanntes „wicked problem“ (Rittel & Webber, 1973, S. 160), gekennzeichnet durch ein hohes Maß an Unsicherheit, Komplexität und Multidimensionalität. Einzelne technische Innovationen können solche Herausforderungen allein nicht lösen. Stattdessen hängt der Erfolg maßgeblich davon ab, ob in der Gestaltung der Innovationen verschiedene Akteurgruppen (z.B. Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Bürger:innen) zusammenarbeiten und wie anschlussfähig die Innovationen an bestehende Wahrnehmungsraster, Routinen und Bedarfe sind (Kleihauer & Führ, 2023; Wiek et al., 2012). Ein Einbezug der Bürger:innen ist dabei entscheidend, da die Wärmewende nur gelingen kann, wenn Bürger:innen die notwendigen Veränderungen in ihren Alltag integrieren (Zahrnt et al., 2017), z.B. durch verändertes Nutzungsverhalten – etwa beim Temperieren der Wohnung – oder durch Mitwirken an sozio-technischen Innovationen, wie dem Aufbau von Nahwärmenetzen.

Problemstellung

Auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität bis 2045 spielt die Dekarbonisierung des Gebäudesektors eine zentrale Rolle. In Deutschland kommen größtenteils (80%) fossile Energieträger, insbesondere Erdgas, für die Wärmeversorgung zum Einsatz (BMWK, 2023). Insgesamt haben die durch den Gebäudesektor verursachten Treibhausgasemissionen einen Anteil von rund 40% (dena, 2022). Um den Gebäudebestand bis 2045 in einen weitgehend klimaneutralen Zustand zu überführen, ist der Temperierungsbedarf nach Möglichkeit zu senken und der verbleibende Bedarf mit erneuerbaren Energieträgern zu decken (BMWK/BMWSB, 2022).

Besonders herausfordernd ist die Situation in dicht bebauten innerstädtischen Bestandsquartieren: Oft scheitert eine umfassende Dämmung schon am denkmalrechtlichen Ensembleschutz. Vorhandene Heizkörper durch Luft-Wärmepumpen zu ersetzen kann aufgrund der Geräuschmissionen problematisch sein. Vor diesem Hintergrund bieten sich Quartier-Netze als Lösung an (Clausen et al., 2022a). Diese ermöglichen nicht nur eine effiziente Wärmeversorgung über mehrere Gebäude hinweg, sondern auch die Integration dezentraler Wärmequellen, wie z.B. Solarthermie, Geothermie oder Abwärme. Außerdem können sie auch Kühlungsfunktionen übernehmen und Saisonspeicher in das Wärmenetz einbinden (Meyer & Anapyanova, 2023). In einem konventionellen Fernwärmenetz versorgt der Energieversorger über ein zentrales Heizwerk mehrere Quartiere

über ein Rohrleitungsnetz mit Heizwärme. *Nahwärme* bezeichnet eine kleinräumigere Wärmeversorgung via Leitungsnetz, etwa über ein Blockheizkraftwerk oder unterschiedliche dezentrale Wärmequellen wie z.B. Abwärme aus einem lokalen Betrieb. Dieser würde dann als Prosumer auftreten – d.h. situationsabhängig entweder als Produzent (engl. *producer*) oder Konsument (engl. *consumer*) von Energie agieren (Meyer & Anapyanova, 2023). Bisher waren solche Lösungen wenig attraktiv für Eigentümer:innen und Energieversorger. Die aktuelle Heizungsdebatte eröffnet jedoch ein Gelegenheitsfenster (Clausen et al., 2022a).

Das novellierte Gebäudeenergiegesetz (§ 1 Abs. 2) soll einen Rahmen schaffen, der die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung aus klima- und geopolitischen Gründen vorantreibt. Außerdem verpflichtet das Wärmeplanungsgesetz Kommunen (§ 4 Abs. 1), für ihr jeweiliges Gebiet eine Wärmeplanung durchzuführen sowie Betreiber von Wärmenetzen (§ 31 Abs. 1), diese bis zum Jahr 2045 zu dekarbonisieren. Um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen, bedarf es neben technischer Lösungen und gesetzlicher Rahmenbedingungen der Mitwirkungsbereitschaft der Akteure, die für die Umsetzung dieses Transformationsprozesses in den Kommunen verantwortlich sind. Die Herausforderung besteht darin, eine zielführende Zusammenarbeit der Akteure zu organisieren.

Der vorliegende Beitrag gibt zunächst einen kurzen Überblick über das Vorgehen in einem transdisziplinären Forschungsprojekt. Um die Perspektiven und Einstellungen von Bürger:innen genauer in Erfahrung zu bringen, konzipierte das Forschungsteam eine Befragung mit psychologischen Elementen. Der zweite Teil beschreibt Ablauf und Ergebnisse dieser Befragung. Abschließend werden Implikationen für die Praxis diskutiert und in den transdisziplinären Prozess eingeordnet.

Inter- und transdisziplinärer Prozess zur lokalen Wärmeversorgung

Mit der eingangs beschriebenen Problemstellung beschäftigte sich ein interdisziplinäres Team mit Expertise in Energiewirtschaft und Rechtswissenschaft im Rahmen des Forschungs- und Transferprojekts *Systeminnovation für Nachhaltige Entwicklung (s:ne)*. Ziel war es, im Sinne eines transdisziplinären Prozesses gemeinsam mit Praxisakteuren konkrete Lösungen für *Darmstadt* zu entwickeln. Dabei stand die Ausgangsfrage im Mittelpunkt, wie es gelingt, durch interaktive Nahwärmenetze mit dezentralen Wärmeerzeugern und Wärmespeichern mit den relevanten Akteuren Potentiale für Maßnahmen in Richtung eines CO₂-neutralen Gebäudebestands zu erschließen (Meyer & Anapyanova, 2023).

Das Team entwickelte die Fragestellung gestützt auf den akteurorientierten Forschungsansatz der interdisziplinären Institutionenanalyse (Delta-Analyse) nach Bizer und Führ (2014). Diese Methode ermöglicht, eine Problemsituation in ihrem realweltlichen Kontext genauer zu verstehen, um anschließend gemeinsam mit Praxisakteuren Lösungsansätze zu entwickeln. Vor dem Hintergrund eines normativ abgeleiteten Zielzustandes, der die notwendigen Verhaltensbeiträge der relevanten Akteure berücksichtigt, ist deren Verhalten im Status quo zu erfassen und zu verstehen. Für den Zielzustand, so die Annahme, müssen Akteure ihr Verhalten ändern. Dazu sind Bedingungen zu identifizieren, unter denen die Akteure gemäß ihrer Motivationslage, ihrer Möglichkeiten und Fähigkeiten (Ashford, 2000) Handlungsbeiträge leisten, um das Problem zu lösen. Für die motivationale Ebene nutzt die Delta-Analyse die Anreiz- und Hemmnis-Analyse (Bizer & Führ, 2022), eine Heuristik, die aus einer verhaltenswissenschaftlichen Sicht die Anreizdefizite und Hemmnisse der Akteure im Status quo identifiziert. Daraus lassen sich konkrete Ansatzpunkte für Handlungsempfehlungen ableiten.

Das Team nutzte verschiedene empirische Zugänge für die Analyseschritte der Delta-Analyse, um die Ausgangsfrage zu beantworten. Zunächst ging das Team explorativ vor. Es führte qualitative Interviews mit für die Ausgangsfrage zentralen Akteuren, wie z.B. einer Kommune, die bereits ein Nahwärmenetz aufgebaut hat, sowie lokalen Wohnungsbaugesellschaften, Energieversorgern und zuständigen Ämtern. Eine Erkenntnis war, dass Akteure am Status-quo festhalten, weil sie skeptisch gegenüber der wirtschaftlichen Rentabilität oder der praktischen Umsetzung von innovativen Wärmenetzen sind. Zudem fehlen rechtliche Rahmenbedingungen für Dritteinspeiser in ein Wärmenetz (Meyer & Anapyanova, 2023). Um die Akteure für den Transformationsprozess zu gewinnen, organisierte das Team im November 2022 eine öffentliche Dialogveranstaltung zur lokalen Wärmewende. Ein Erkenntnisgewinn dieser Veranstaltung war, dass die Bildung von Allianzen auf Quartierebene ein erfolgsversprechender Ansatz sein könnte, um Potentiale für dezentrale Nahwärmenetze zu erschließen. Außerdem entstand auf die Veranstaltung folgend der Kontakt zwischen dem Forschungsteam und einem Rechenzentrumsbetreiber, der daran interessiert ist, Abwärme für die Wärmeversorgung bereitzustellen. Aus diesem Impuls heraus fand eine zweite Dialogveranstaltung auf Quartiersebene statt, um Optionen für die Wärmewende im Quartier auszuloten. Die wichtigsten Erkenntnisse des Quartiergesprächs waren, dass sich die Eigentümer:innen konkrete Informationen zu Kosten und Zeitplänen für einen Fernwärmeanschluss wünschen. Einige zeigten sich interessiert an weiteren

Dialogveranstaltungen und der Gründung einer Energiegenossenschaft.

Befragung von Bürger:innen

Zusätzlich zu den qualitativen empirischen Zugängen, konzipierte das Team eine quantitative Befragung von Bürger:innen mit psychologischen Elementen, um die Einstellungen und Mitwirkungsbereitschaft zur aktuellen und zukünftigen Wärmeversorgung anhand einer größeren Stichprobe zu erfassen. Zeitlich begann diese Befragung nach der ersten Dialogveranstaltung und endete nach der zweiten Dialogveranstaltung auf Quartiersebene. Während andere Partizipationsformate (z.B. Bürger:innenversammlungen) häufig hohe Teilnahmehürden aufweisen (Kuder, 2016) und besonders denjenigen eine Stimme verleihen, die bereits engagiert sind, hat es sich bewährt, über das niedrigschwellige Beteiligungsangebot eines Bürgerpanels die Stimmen von Bürger:innen in Transformationsprozessen frühzeitig zu berücksichtigen. Bürgerpanels haben das Ziel, anhand von Befragungen die Perspektiven unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen möglichst repräsentativ zu erfassen, darzustellen und zu kommunizieren (Klages & Masser, 2010; Wegweiser Bürgergesellschaft, 2023). Auch in anderen Studien haben Forschende bereits Bürger:innen zur Wahrnehmung von Elementen der Energie- und Wärmeversorgung befragt (z.B. Fernwärme, Billerbeck et al., 2023; Energiewende, Vainio et al., 2019). Auch praxistheoretische Untersuchungen, mit dem Ziel, Interventionen abzuleiten, sind zu verzeichnen (z.B. Laakso et al., 2021). Eine solche Befragung greift auch die Foci einer neuen Forschungsagenda zur Untersuchung der menschlichen Dimension der Energiewende (Steg et al., 2021) auf: a) (nicht-) nachhaltiges Energieverhalten, b) Interventionen, um nachhaltiges Energieverhalten zu fördern, c) bürgerliche und politische Unterstützung für nachhaltige Energiesysteme und -richtlinien.

Um die notwendigen Verhaltensbeiträge – auch der Bürger:innen – für die Wärmewende zu erzielen, gilt es zunächst, aktuelle Verhaltensweisen besser zu verstehen. Hierfür bietet die (Umwelt-)Psychologie verschiedene Theorierahmen, z.B. die *Theory of Planned Behavior* (Ajzen, 1991), das *Norm Activation Model* (Schwartz, 1977) und das *Value Belief Norm Model* (Stern, 2000). Darüber hinaus bestehen theoretische Modelle, die sich explizit auf die Veränderung von Verhalten beziehen, wie z.B. das *Transtheoretische Modell* (Prochaska & DiClemente, 1994), das *Rubikon-Modell* (Heckhausen & Gollwitzer, 1987). Bamberg (2013) kombiniert mehrere dieser Modelle in seinem *Stage Model of Self-regulated Behavioural Change* (SSBC). Entscheidend ist dabei die Annahme, dass Verhaltensänderungen in vier Stufen ablaufen: prädeziional, präaktional, aktional und postaktional. In

der *prädeziationalen* Stufe bewertet ein Individuum die jeweilige Situation im Hinblick auf eine mögliche Verhaltensänderung. In der *präaktionalen* Stufe wählt es eine alternative Verhaltensweise zu dem aktuellen Verhalten. In der *aktionalen* Stufe geht es um eine Detailplanung der gewählten Verhaltensweise. Die *postaktionale* Stufe meint das Aufrechterhalten des gewünschten Verhaltens in der Zukunft. Je nach Stufe, können unterschiedliche, maßgeschneiderte Interventionsmaßnahmen zur Förderung des Zielverhaltens ansetzen und so einen besseren Erfolg erzielen. Der Nutzen des SSBC zeigte sich bereits in Studien zu verschiedenen Verhaltensweisen wie z.B. energieeffizientes Wohnen (Schaffner et al., 2017), Nutzung von Mehrwegbechern (Keller et al., 2021), Fleischkonsum (Weibel et al., 2019) und Verkehrsmittelwahl (Sunio et al., 2018). Die vorliegende Befragung nutzte das SSBC Modell (Bamberg, 2013), um die wahrgenommene Wechselmöglichkeit zu erneuerbaren Energien einzuschätzen.

Vor dem Hintergrund der zuvor beschriebenen wirtschaftlichen und politischen Situation zielt die vorliegende Studie darauf ab, Einblicke in aktuelles Verhalten, Einstellungen und Intentionen von Bürger:innen in Bezug auf die Wärmeversorgung zu gewinnen und so bestehende Interessenslagen zu erkennen sowie besser zu verstehen. Die Studie geht explorativ den folgenden Fragen nach:

1. Welche Maßnahmen energetischer Sanierung wurden bereits durchgeführt? Welche Vorteile und Hemmnisse sehen Bürger:innen dabei? Und wie ließen sich solche Hemmnisse überwinden?
2. Wie nehmen Bürger:innen alternative Energieträger wahr?
3. Wie schätzen Bürger:innen ihre persönlichen Wechselmöglichkeiten hin zu alternativen Energieträgern ein?
4. Wie stehen Bürger:innen Wärmenetzen gegenüber und inwiefern zeigen sie Interesse an einer Nutzung?
5. Inwiefern zeigen Bürger:innen Interesse an einer gemeinschaftlichen Flächen- und Wärmeebenutzung (z.B. gemeinschaftliche Nutzung von Dachflächen für Solarthermie)?
6. Inwiefern zeigen Bürger:innen Interesse an einer aktiven Mitwirkung an der Wärmeversorgung (z.B. Gründung einer Energiegenossenschaft)?

Erkenntnisse der Befragung dienen dazu, Annahmen aus den bisherigen Veranstaltungen und Analysen mit den Perspektiven der Bürger:innen abzugleichen und gegebenenfalls anzupassen und informieren das weitere Vorgehen im transdisziplinären Forschungsprojekt sowie die Wärmeplanung der Stadt.

Methoden

Sampling & Stichprobe

Die Teilnehmenden der Befragung stammen aus einem lokalen Bürgerpanel, das ein integraler Bestandteil des Projekts *Innovations- und Transformationsplattform für Nachhaltige Entwicklung (itp:ne)* ist. Die Teilnehmenden des Panels werden durch Zufallsstichproben aus lokalen Bürgerregistern sowie durch Informationskampagnen gewonnen. Das Panel ermöglicht es den teilnehmenden Bürger:innen, ihre Meinungen und Präferenzen zu innovativen Ideen im Zusammenhang mit Nachhaltiger Entwicklung durch regelmäßige Teilnahme an Umfragen online oder postalisch zu äußern und damit in die Entwicklung und Umsetzung der Ideen einzubringen. Von Februar bis April 2023 luden wir die (zu diesem Zeitpunkt) 1795 Teilnehmenden des Panels ein, an unserer Befragung teilzunehmen, die über Limesurvey (Version 3, Limesurvey GmbH, 2023) durchgeführt wurde. Insgesamt nahmen $N = 918$ Personen teil, davon $n = 915$ online und $n = 3$ postalisch (Rücklaufquote: 51.1%). Von den Teilnehmenden identifizierten sich 43.8% als weiblich und 43.6% als männlich, die verbleibenden Personen identifizierten sich als divers (0.4%) oder machten keine Angabe (12.2%). Das Durchschnittsalter betrug 51 Jahre ($SD = 14.09$). Eine detaillierte Stichprobenbeschreibung ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Instrumente

Der folgende Abschnitt erläutert die im Fragebogen verwendeten Instrumente in chronologischer Reihenfolge. Unter anderem diente das zuvor beschriebene SSBC (Bamberg, 2013) als Grundlage für die Befragung.

Sanierungsmaßnahmen. Um herauszufinden, welche Sanierungsmaßnahmen in Miet- und Eigentumsverhältnissen bereits durchgeführt wurden, erhielten die Teilnehmenden eine Liste von fünf möglichen Sanierungsmaßnahmen, z.B. Wärmedämmung der Außenfassade. Aus diesen konnten die durchgeführten Maßnahmen ausgewählt oder sonstige Maßnahmen angeführt werden.

Vorteile energetischer Sanierung. Zur Erfassung wahrgenommener Vorteile von energetischer Sanierung erhielten die Teilnehmenden eine Liste mit fünf Aspekten, z.B. geringe Energiekosten. Hieraus konnten die Teilnehmenden maximal drei Punkte auswählen.

Hemmnisse energetischer Sanierung. In Bezug auf Hemmnisse energetischer Sanierung erhielten die Eigentümer:innen eine Liste von sieben möglichen Hemmnissen bei energetischer Sanierung, die sich aus den vorangegangenen Veranstaltungen und Literaturrecherche ergeben hatten, z.B.

Tabelle 1

			M (SD)	n (%)
Sozioökonomische und wohnbezogene Variablen in der Befragungsstichprobe	Geschlecht	Weiblich		402 (43.8)
		Männlich		400 (43.6)
		Divers		4 (0.4)
	Alter		50.82 (14.09)	
Anmerkung. N = 918; fehlende Werte in Tabelle nicht berichtet	Bildung	Abitur		695 (75.7)
		Staatliche Höhere Fachschule		791 (86.2)
	Monatliches Nettoeinkommen	Unter 850€		15 (1.6)
		851-1000€		8 (0.9)
		1001-2000€		48 (5.2)
		2001-3000€		103 (11.2)
		3001-4000€		145 (15.8)
		4001-5000€		137 (14.9)
		5001-6000€		115 (12.5)
		6001-7000€		84 (9.2)
		7001-10000€		60 (6.5)
		Über 10000€		25 (2.7)
	Erwerbsstatus	Erwerbslos		10 (1.1)
		Student:in/In Ausbildung		33 (3.6)
		Rentner:in		108 (11.8)
		Teilzeit beschäftigt		203 (22.1)
		Vollzeit beschäftigt		389 (42.4)
	Wohnform	Mieter:in		380 (41.4)
		Eigentümer:in		544 (59.3)
		Sonstige Wohnform		16 (1.7)
	Heizmittel	Gas		527 (57.4)
		Öl		67 (7.3)
		Fernwärme		59 (6.4)
		Strom		33 (3.6)
		Holz		22 (2.4)
		Wärmepumpe		28 (3.1)

Komplexität energetischer Sanierung, zur persönlichen Einschätzung. Teilnehmende antworteten, inwiefern sie bei sich diese als Hemmnisse für eine energetische Sanierung sahen, auf einer 5-stufigen Skala, von 1 = *trifft überhaupt nicht zu* bis 5 = *trifft voll und ganz zu*.

Lösungswege für Hemmnisse energetischer Sanierung. Für vier der sieben möglichen Hemmnisse wurden außerdem mögliche Lösungswege zur Bewertung angeboten, wenn das jeweilige Hemmnis mindestens mit 3 = *teils/teils* beantwortet wurde, z.B. Komplexität energetischer Sanierungen. Erbeten wurde jeweils eine Einschätzung, welches der effektivste Lösungsansatz sei, um das jeweilige Hemmnis zu beheben, z.B. kostenlose, unabhängige Beratung. Die Teilnehmenden wählten per Einfachauswahl jeweils den für sie persönlich effektivsten Lösungsweg. Die Nennung eigener Vorschläge zusätzlich zu den jeweils vorgegebenen war möglich.

Heizmittel. Anhand einer Einfachabfrage mit vier Antwortoptionen (d.h. Öl, Gas, Fernwärme, Strom) und zwei Ausweichmöglichkeiten (d.h. weiß ich nicht, Sonstiges) wurde erfasst, wie die Teilnehmenden aktuell heizten.

Wahrnehmung alternativer Energieträger. Um herauszufinden, wie die Teilnehmenden alternative Energieträger bewerten, kam ein semantisches Differential (vgl. Osgood, 1952) mit je drei gegensätzlichen Adjektivpaaren zum Einsatz: *finanziell attraktiv* – *finanziell unattraktiv*, *zuverlässig* – *unzuverlässig*, *klimafreundlich* – *nicht klimafreundlich*. Teilnehmende wurden darum gebeten, ihre Einschätzungen in Bezug auf fünf alternative Energieträger (d.h. Biomasse-Kessel, Luft-Wärmepumpe, Erdwärmenutzung, Abwärmenutzung, Solarenergie) auf einer 5-stufigen Skala zwischen den jeweiligen Adjektivpaaren anzugeben. Zusätzlich zur Bezeichnung des Energieträgers wurde jeweils ein Bild desselben gezeigt.

Eigene Wechselmöglichkeit zu erneuerbaren Energien. Basierend auf dem SSBC (Bamberg, 2013) wurden per Einfachauswahl die wahrgenommenen eigenen Wechselmöglichkeiten hin zu erneuerbaren Energien erfragt, um die jeweilige Stufe der Verhaltensänderung zu ermitteln, auf der sich die Teilnehmenden befinden. In Anlehnung an Keller und Kolleg:innen (2021; mit Bezug zu Prochaska & DiClemente, 1994) wurde die Vorentscheidungsstufe (predecisional stage) in *predecisional denial* (kein wahrgenommener

Veränderungsbedarf) und *predecisional inhibition* (keine wahrgenommene Veränderungsmöglichkeit) unterteilt. Ebenfalls in Anlehnung an Keller und Kolleg:innen (2021) und Klöckner (2017) wurden die Variablen der Handlungsstufe (actional stage; Verhaltensalternative bereits gewählt, aber noch nicht umgesetzt) in eine Variable zusammengefasst, um die Länge des Fragebogens zu beschränken. Hinzu kommen die Vorhandlungsstufe (preactional stage; Veränderungswille ohne konkreten Plan) und die Nachhandlungsstufe (postactional stage; vorteilhafte Verhaltensweise bereits gezeigt und beibehalten). Es resultierte jeweils ein Einzelitem pro Stufe, z.B. *predecisional inhibition* („Ich nutze zur Wärmeversorgung aktuell fossile Energieträger. Ich würde gerne auf erneuerbare Energien umsteigen, aber ich denke nicht, dass das für mich möglich ist.“). Zusätzlich bestand eine Ausweichoption („Ich nutze zur Wärmeversorgung ein Wärmenetz. Die Zusammensetzung der Wärmeeinspeisung ist mir nicht bekannt.“).

Einstellung zu und Interesse an Wärmenetzen.

Die generelle Einstellung zu Wärmenetzen wurde anhand eines Einzelitems auf einer 5-stufigen Skala von 1 = *negativ* bis 5 = *positiv* erfasst. Die Eigentümer:innen, die nicht bereits an ein Fernwärmenetz angeschlossen waren, wurden nach ihrem Interesse an einem solchen Anschluss gefragt. Bei allen Eigentümer:innen wurde zusätzlich das Interesse an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz erfragt. Die Erfassung erfolgte jeweils mit Einzelitems auf einer 5-stufigen Skala (1 = *nein*, 2 = *eher nein*, 3 = *teil/teils*, 4 = *eher ja*, 5 = *ja*).

Gemeinschaftliche Flächen- und Wärmenutzung. Mithilfe eines Einzelitems wurde das Interesse an einer gemeinschaftlichen Flächennutzung für die Wärmebereitstellung (z.B. gemeinschaftlich Dachflächen für Solarthermie nutzen) auf einer 5-stufigen Skala (1 = *nein*, 2 = *eher nein*, 3 = *teil/teils*, 4 = *eher ja*, 5 = *ja*) erfasst. Das Interesse, selbst Wärmequellen oder Potenziale für eine wohnortnahe Wärmeversorgung einzubringen, wurde mithilfe von sieben Optionen spezifiziert, z.B. Flächen für Erdsonden oder Wärmespeicher. Eine Mehrfachauswahl war möglich.

Aktive Mitwirkung an Wärmeversorgung. Um das Interesse an einer aktiven Mitwirkung an der Wärmeversorgung im Quartier zu erfassen wurden drei Optionen zu Auswahl gestellt: Allianzbildung zum Eruiere von Potenzialen in der Nachbarschaft, Gründen einer Energiegenossenschaft, eigenes Prosuming gegen Vergütung. Eine Mehrfachauswahl war möglich.

Datenanalyse

Alle statistischen Analysen wurden mit SPSS Version 27 (IBM Corp, 2020) durchgeführt. Die in diesem Artikel berichteten Analysen sind größtenteils deskriptiv-statistisch. Die Darstellung der Ergeb-

nisse erfolgt hier anhand von Mittelwerten (*M*) und Standardabweichungen (*SD*). Häufigkeitsangaben erfolgen in Prozent (%). Der Vergleich von bekundeten Interessen gegenüber zwei unterschiedlichen Formen der Wärmenutzung erfolgte anhand eines Mittelwertvergleichs mit einem t-Test für gepaarte Stichproben. Die Effektstärke wird durch Cohen's *d* angegeben (Cohen, 1988): $|d| = 0.2$ („kleiner Effekt“); $|d| = 0.5$ („mittlerer Effekt“); $|d| = 0.8$ („großer Effekt“).

Ergebnisse

Sanierungsmaßnahmen

Die drei häufigsten bereits durchgeführten Maßnahmen umfassten sowohl bei Mietobjekten als auch im Eigentum eine Erneuerung der Fenster (s. Abbildung 1), eine Wärmedämmung des Dachs/der oberen Geschossdecke sowie eine Wärmedämmung der Außenfassade. Ein Viertel der Mieter:innen (26.1%) konnte hierzu keine Angabe machen.

Als wichtigste Vorteile von energetischer Sanierung sahen die Teilnehmenden geringe Energiekosten (90.1%), den Nutzen für Umwelt und Klimaschutz (78.5%) sowie einen höheren Wohnkomfort (56.8%). Als wichtigste Hemmnisse wählten die befragten Eigentümer:innen die Komplexität energetischer Sanierung ($M = 3.26$, $SD = 1.26$), Handwerker-mangel ($M = 3.12$, $SD = 1.24$) und Materialengpässe ($M = 2.98$, $SD = 1.17$) (s. Abbildung 2).

Um den energetischen Zustand eines Gebäudes besser einschätzen zu können sahen die Teilnehmenden vor allem kostenlose, unabhängige Beratung (85.9%) als Lösungsmöglichkeit an. Um mehr über die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen zu erfahren sahen die Teilnehmenden vor allem Lösungsmöglichkeiten in einer Beratung zu individuellen Sanierungslösungen (51.0%) sowie kostenloser, unabhängiger Beratung (38.8%). Die Finanzierungsmöglichkeiten könnten laut Teilnehmenden vor allem durch eine Anpassung der Förderbedingungen (61.8%) verbessert werden. Um die Komplexität energetischer Sanierung zu reduzieren, sahen die Teilnehmenden vor allem eine Vorortberatung durch Quartiermanager:innen (53.7%) sowie einfachere Förderanträge (35.4%) als passende Lösungswege an.

Wahrnehmung alternativer Energieträger

Teilnehmende nahmen die alternativen Energieträger unterschiedlich wahr (s. Abbildung 3 für Mittelwerte und Standardfehler). Biomasse-Kessel wurden als finanziell eher unattraktiv und eher nicht klimafreundlich, dafür als eher zuverlässig

Abbildung 1

Durchgeführte Sanierungsmaßnahmen in Mietobjekten und im Eigentum

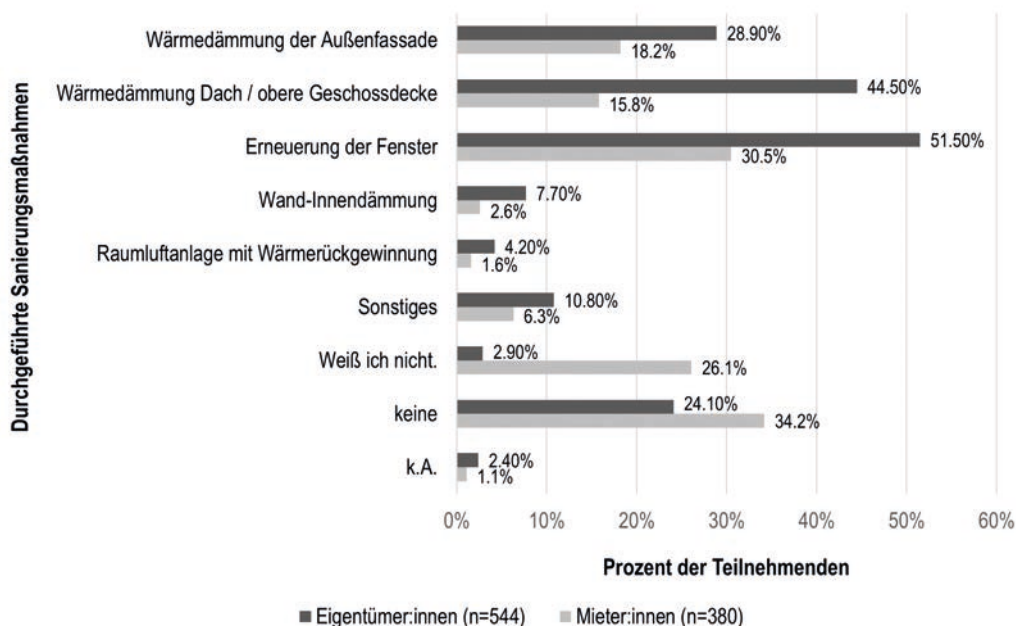
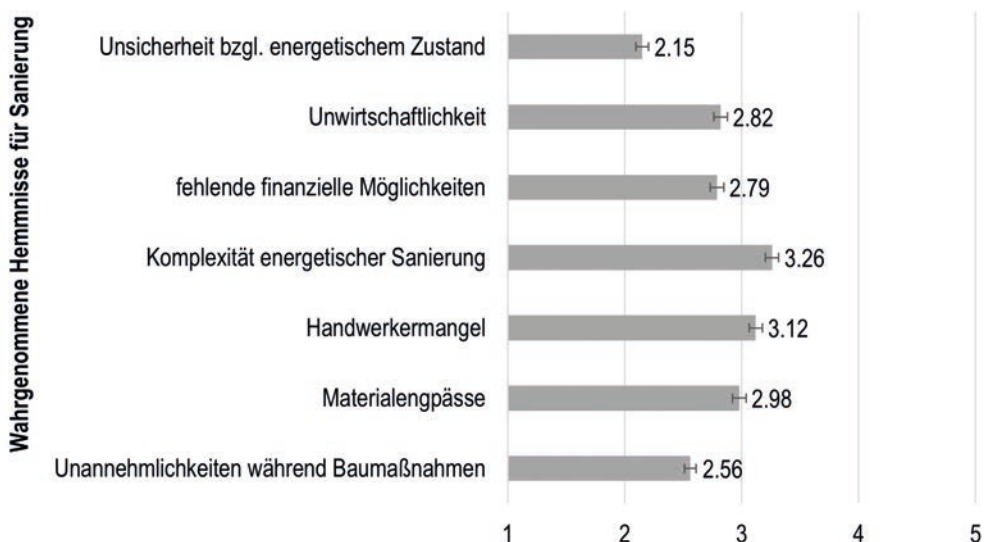


Abbildung 2

Wahrgenommene Hemmnisse bei energetischer Sanierung
Anmerkung. Mittelwerte und Standardfehler;
1 = trifft überhaupt nicht zu, 5 = trifft voll und ganz zu, $n = 544$ (nur Eigentümer:innen)



wahrgenommen. Luft-Wärmepumpen wurden als zuverlässig und klimafreundlich wahrgenommen; bezüglich der finanziellen Attraktivität bestand kein eindeutiger Trend. Erdwärmenutzung wurde als finanziell eher unattraktiv, dafür als zuverlässig und klimafreundlich eingestuft. Abwärmenutzung sowie die Nutzung von Solarenergie bewerteten die Teilnehmenden sowohl als finanziell attraktiv, als auch zuverlässig und klimafreundlich. Die Tendenz dieser Einschätzungen zeigten sich über alle Stufen des SSBC (Bamberg, 2013) hinweg.

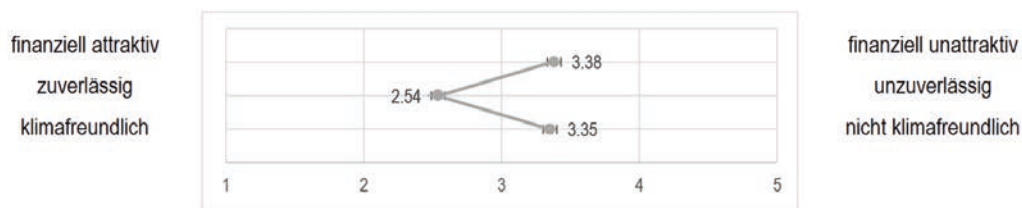
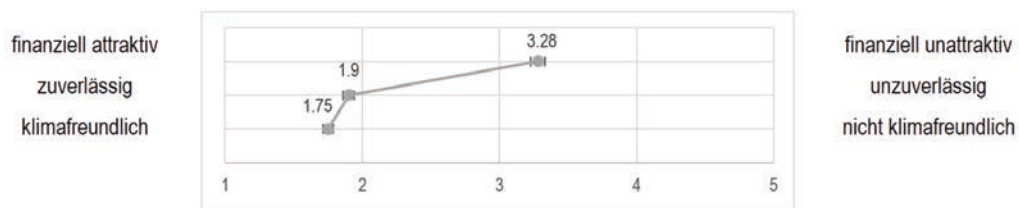
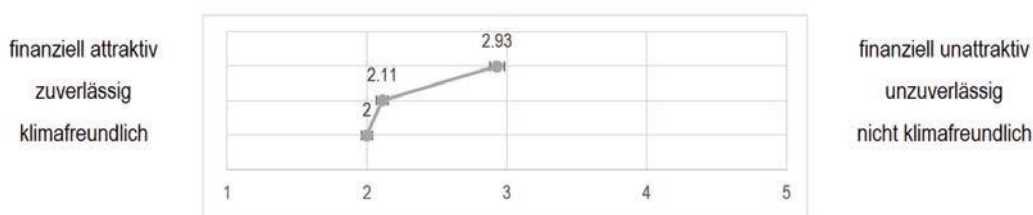
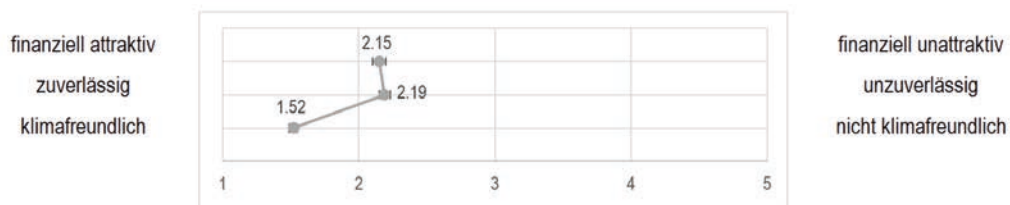
Eigene Wechselmöglichkeit zu erneuerbaren Energien

Die meisten Teilnehmenden ordneten sich der Stufe ‚predecisional inhibition‘ (27.0%) zu, gefolgt von den Stufen präaktional (22.0%), postaktional (10.6%), aktional (7.3%) und ‚predecisional denial‘ (4.9%). Die übrigen Teilnehmenden nutzten entweder ein Wärmenetz, dessen Zusammensetzung der Wärmeeinspeisung nicht bekannt war (4.7%), oder machten keine Angabe (23.5%).

Tabelle 2 zeigt die Stufenzuordnung in Abhängigkeit von ausgewählten soziodemografischen Variablen sowie dem aktuell genutzten Heizmittel. Der Altersdurchschnitt war in der Gruppe der Teilnehmenden am höchsten, die zur Wärmeversorgung fossile Energieträger nutzten und da-

Abbildung 3

Semantische Differentiale zur Wahrnehmung alternativer Energieträger
Anmerkung. Mittelwerte und Standardfehler

Biomasse-Kessel (n = 648)**Luft-Wärmepumpe (n = 656)****Erdwärmenutzung (n = 657)****Abwärmenutzung (n = 669)****Solarenergie (n = 714)**

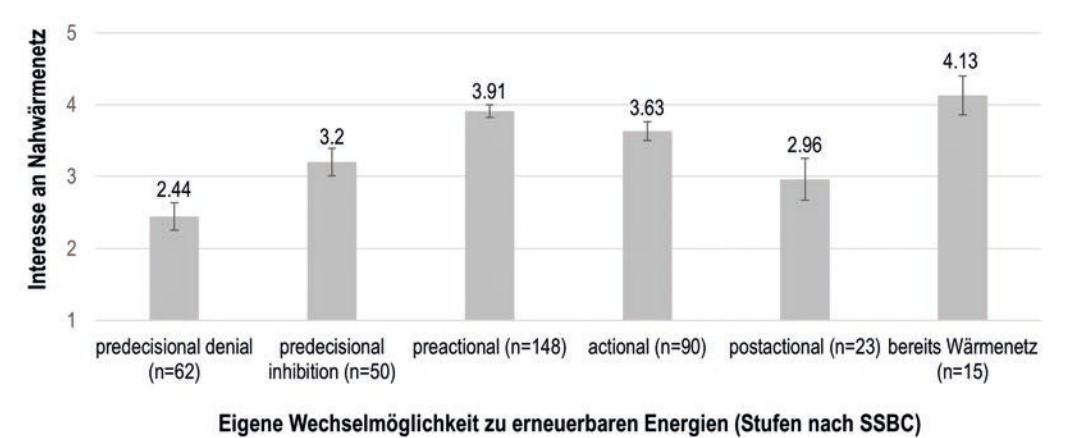
mit zufrieden waren (predecisional denial). Der geringste Altersdurchschnitt war in der Gruppe der Teilnehmenden zu finden, die zur Wärmeversorgung bereits erneuerbare Energien nutzten und das auch in Zukunft so beibehalten wollten (postactional). Teilnehmende, die zur Wärmeversorgung fossile Energieträger nutzten und damit zufrieden waren (predecisional denial), identifizier-

ten sich vorrangig als männlich. Teilnehmende, die zur Wärmeversorgung fossile Energieträger nutzten und gerne auf erneuerbare Energien umsteigen wollten, aber nicht glaubten, dass es für sie möglich sei (predecisional inhibition), identifizierten sich vorrangig als weiblich. Abgesehen von den Teilnehmenden, die zur Wärmeversorgung bereits erneuerbare Energien nutzten und

Tabelle 2
Stufenzuordnung nach SSBC in Abhängigkeit von Soziodemografie und Heizmitteln
Anmerkung. Stufenzuordnung nach Stage Model of Self-regulated Behavioural Change (Bamberg, 2013)

	Alter (M)	Geschlecht (m)	Häufigstes Heizmittel
Predecisional denial	30 bis 84 (59.88)	62% (n = 28)	Gas (87%, n = 39)
Predecisional inhibition	21 bis 86 (48.43)	37% (n = 91)	Gas (83%, n = 205)
Preactional	23 bis 84 (51.93)	54% (n = 108)	Gas (80%, n = 161)
Actional	23 bis 76 (53.35)	48% (n = 32)	Gas (79%, n = 53)
Postactional	26 bis 81 (49.14)	46% (n = 45)	Sonstiges (57%, n = 55)
Bereits Wärmenetz	26 bis 78 (53.08)	47% (n = 20)	Fernwärme (77%, n = 33)

Abbildung 4
Interesse an Nahwärmenetz in Abhängigkeit von Stufenzuordnung (SSBC)
Anmerkung. Mittelwerte und Standardfehler; 1 = nein; 5 = ja



das auch in Zukunft so beibehalten wollten (post-actional), und denjenigen, die bereits ein Wärmenetz nutzten, heizten alle Teilnehmende über die anderen Gruppen hinweg am häufigsten mit Gas.

Einstellung zu und Interesse an Wärmenetzen

Im Allgemeinen standen die Teilnehmenden einer Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz eher positiv gegenüber ($M = 3.93$, $SD = 1.05$). Dabei zeigte sich, dass die Teilnehmenden ein deutlich geringeres Interesse am Anschluss an ein Fernwärmenetz ($M = 2.97$, $SD = 1.44$) hatten als an ein Nahwärmenetz ($M = 3.45$, $SD = 1.32$), $t(333) = -8.09$, $p < .001$, $d = 0.44$. Nach Fernwärme wurden nur Eigentümer:innen gefragt, die nicht bereits mit Fernwärme heizten.

Unter den befragten Eigentümer:innen war das Interesse an einem Nahwärmenetz bei denjenigen am stärksten ausgeprägt, die gerne auf erneuerbare Energien umsteigen würden, aber zum Befragungszeitpunkt noch keinen konkreten Plan dafür hatten (preactional), und denjenigen, die bereits an ein (Fern-)Wärmenetz angeschlossen waren (s. Abbildung 4).

Gemeinschaftliche Flächen- und Wärmenutzung

Mehr als ein Drittel (39.7%) der Teilnehmenden hatten Interesse an einer gemeinschaftlichen Flächennutzung für die Wärmebereitstellung. Insge-

samt lag das Interesse der Stichprobe im mittleren Bereich ($M = 3.37$, $SD = 1.32$). Davon möchten $n = 117$ Personen selbst Dachflächen zur Solarenergiegewinnung zur Verfügung stellen, $n = 93$ Personen boten Flächen für Erdsonden an, $n = 50$ Personen hatten Räume für Pufferspeicher und $n = 25$ Personen verfügten über ein Blockheizkraftwerk.

Aktive Mitwirkung an Wärmeversorgung

In Bezug auf die aktive Mitwirkung an der Wärmeversorgung gab ein Drittel der Gesamtstichprobe (32.6%, $n = 299$) an, dass sie mit anderen Interessierten aus der Nachbarschaft prüfen möchten, ob gemeinschaftlich eine Wärmenutzung auf Quartiersebene organisiert werden kann. Etwa ein Viertel (23.1%, $n = 212$) war interessiert an der Gründung einer Energiegenossenschaft und ein Fünftel (20.2%, $n = 185$) interessierte sich für eigenes Prosuming gegen Vergütung.

Diskussion

Interpretation der Ergebnisse

Die Befragungsergebnisse liefern Einblicke in das aktuelle Heiz- und Sanierungsverhalten von Bürger:innen sowie in die Wahrnehmung alternativer Wärmelösungen und die aktive Mitwirkungsbereitschaft an der Wärmeversorgung. Die bisherigen Sanierungsmaßnahmen umfassten

vorrangig die Erneuerung der Fenster sowie die Dämmung von Wänden und Dächern. Die größten wahrgenommenen Hemmnisse waren die Komplexität energetischer Sanierung, Handwerkmangel und Materialengpässe. In Bezug auf energetische Sanierungsmaßnahmen wünschten sich die Teilnehmenden vor allem unabhängige, individuelle Informationsangebote und individuelle Unterstützung. Die wahrgenommene Komplexität und der Wunsch nach individuellen Informationsangeboten und Unterstützung lassen auf eine kognitive Überlastung aufgrund der begrenzten Fähigkeit der Informationsverarbeitung schließen (Halford et al., 1998).

Von den gezeigten alternativen Energieträgern nahmen die Teilnehmenden Abwärme und Solarenergie am positivsten, d.h. eher finanziell attraktiv, zuverlässig und klimafreundlich, wahr. Im Sinne eines *mere exposure* Effekts (Zajonc, 1968) mag die positive Wahrnehmung von Solarenergie in Teilen auf die Bekanntheit und Sichtbarkeit dieser Technologie in Deutschland zurückzuführen sein (allein 2,6 Mio. Photovoltaik-Anlagen, Statistisches Bundesamt, 2023). Etwa die Hälfte der Teilnehmenden möchte auf erneuerbare Energien umsteigen, glaubte aber nicht, dass das für sie möglich ist oder wusste nicht, in welcher Weise ein solcher Umstieg gelingen könnte. Im Gegensatz zu anderen Studien (z.B. Keller et al., 2021) liegt hier eine Stichprobe vor, die noch auf der Suche nach passenden Handlungsalternativen ist. Dies stellt eine vorteilhafte Ausgangslage für neue Heizlösungen, wie z.B. Nahwärmenetze, dar. Grundsätzlich nahmen die Teilnehmenden eine Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz eher positiv wahr, was sich mit den Ergebnissen einer europaweiten Studie deckt (Billerbeck et al., 2023). Fast die Hälfte der Eigentümer:innen war an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz interessiert. Dabei war das Interesse bei denjenigen am stärksten ausgeprägt, die sich in der *preactional stage* einordneten, und denjenigen, die bereits an ein (Fern-)Wärmenetz angeschlossen waren.

Praktische Implikationen

Die erhobenen Daten liefern wertvolle Erkenntnisse für die Gestaltung des Transformationsprozesses der Wärmewende. Sie stützen das methodische Vorgehen im Sinne der Delta-Analyse, da sie weitere Aufschlüsse auf Anreizdefizite, Hemmnisse und verhaltensbeeinflussende Faktoren der Akteure im Status quo geben. Damit bieten sie Ansatzpunkte für Handlungsempfehlungen in Richtung eines weitgehend klimaneutralen Gebäudebestands.

Die von den Befragten eingeschätzten Lösungsmöglichkeiten, um wahrgenommene Hemmnisse zu Sanierungsmaßnahmen zu überwinden, geben der Stadt eine Orientierung für die Anpassung

bestehender oder die Einführung neuer Beratungsangebote und Fördermöglichkeiten. Dieser Unterstützungsbedarf wird u.a. in der hohen wahrgenommenen Komplexität von energetischer Sanierung deutlich. Angesichts dieser Erkenntnis kann die Stadt z.B. zusätzlich zu Beratungsangeboten online eine Übersicht über Fördermöglichkeiten und verständliche Anleitungen zum Ausfüllen der Förderanträge bereitstellen. Außerdem sollten ausreichend Quartiersmanager:innen Beratungen anbieten. Die Stadt Darmstadt bietet bereits eine kostenlose Initialberatung für Eigentümer:innen von Wohngebäuden an. Diese gilt es weiter bekannt zu machen und zu evaluieren, um sie an die Bedarfe der Bürger:innen anzupassen. Die positive Wahrnehmung von Abwärmenutzung kann als gute Voraussetzung für den Aufbau von Nahwärmenetzen mit dezentralen Wärmequellen wie z.B. Rechenzentren gewertet werden. Zusätzlich könnte die Dachnutzung für Solarenergie regulatorisch erleichtert werden, um diesen positiv bewerteten Energieträger leichter zugänglich zu machen. In anderen Studien (z.B. Allcott, 2011; Callery et al., 2021) hat sich außerdem bewährt, soziale Vergleichsprozesse und Normen zur Förderung von Energiesparmaßnahmen zu nutzen.

In Bezug auf den Wechsel zu erneuerbaren Energieträgern empfehlen sich ebenfalls Unterstützungs- und Informationsangebote an Bürger:innen, um mögliche Fehlannahmen zu reduzieren. So zeigten sich im direkten Kontakt mit Bürger:innen teils veraltete Annahmen zum Denkmalschutz und damit verbundenen Einschränkungen in der Dachnutzung für Solarpaneele. Die eigene Einschätzung der Teilnehmenden auf Grundlage des SSBC (Bamberg, 2013) erlaubt, den Bürger:innen auf ihre jeweilige Stufe zugeschnittene Informationen zur Verfügung zu stellen (Abrahamse et al., 2007). Dieses so genannte *tailoring*, d.h. der Zuschnitt von Informationen auf die jeweiligen Bedarfe und Eigenschaften der Rezipient:innen, ermöglicht eine effektivere Vermittlung von Informationen als allgemeine, nicht-zugeschnittene Informationsmaßnahmen (Klößner, 2015; Steg & Vlek, 2009). Hier lassen sich aus anderen Studien (z.B. Nachreiner et al., 2015) stufenspezifische Vorgehensweisen übertragen. Um von der präaktionalen auf die aktionale Stufe zu gelangen, empfehlen sich z.B. die Darstellung von Pro- und Kontraargumenten in Bezug auf Verhaltensalternativen (hier: Nutzung von Energieträgern) und eine Erhöhung der wahrgenommenen Verhaltenskontrolle (Ajzen, 1991), z.B. durch die Vereinfachung von Fördermöglichkeiten. Die bestehende Unsicherheit bezüglich des Umstiegs auf erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung bei prinzipiellem Interesse (*predecisional inhibition*) kann die Stadt oder der Energieversorger mithilfe von gezielten Kommunikationsmaßnahmen abbauen. Dabei sollten diese Botschaften enthalten, die die

Chancen von erneuerbaren Energieträgern aufzeigen (z.B. die Einsparung an Treibhausgasemissionen) und zugleich die Risiken eines Nicht-Handelns vermitteln (z.B. steigende Preise für fossile Energieträger aufgrund des CO₂-Preises). Außerdem könnte das Maß an Treibhausgaseinsparung bei der Umstellung der Heizungsanlage im Vergleich zu anderen individuellen Maßnahmen für den Klimaschutz (z.B. Wynes & Nicholas, 2017) eine Kernbotschaft sein. Eine weitere Maßnahme, um die Vorbehalte bezüglich des Umstiegs abzubauen, ist das Erzählen von Geschichten von anderen Eigentümer:innen, die bereits auf eine erneuerbare Wärmeversorgung umgestiegen sind. Solche *early adopters* (Rogers, 1962), d.h. Personen, die neueste Entwicklungen frühzeitig nutzen, könnten auf Veranstaltungen als Impulsgeber sprechen oder ihre Geschichten können medial verbreitet werden. Im Sinne von Bandura (1971) wären hier Prozesse des Modelllernens zu vermuten, was die Selbstwirksamkeit der Zuhörenden erhöhen und damit den eigenen Umstieg auf erneuerbare Energieträger begünstigen könnte. Die Ergebnisse der Stufenzuordnung in Abhängigkeit von soziodemografischen Variablen weisen darauf hin, dass Alter und Geschlecht in Kommunikationsmaßnahmen berücksichtigt werden sollten, allerdings ohne Generationenkonflikte und Stereotype zu befeuern. Zu beachten ist außerdem, dass Informationen allein zwar zu einem höheren Wissensstand, aber nicht unbedingt zu einer Verhaltensänderung führen (Abrahamse et al., 2005). Entscheidend ist, gleichzeitig den jeweiligen Kontext und damit Möglichkeitsstrukturen zu verändern – wie im Fall des Aufbaus eines Nahwärmenetzes.

Das große Interesse an einem Nahwärmenetz insbesondere bei denjenigen, die gerne auf erneuerbare Energien umsteigen würden, aber noch nicht wussten, wie, zeigt, dass die im Rahmen des transdisziplinären Forschungsprojekts erarbeiteten Konzepte für interaktive agentenbasierte Wärmenetze Anklang finden und z.B. Energieversorger bei der Umsetzung solcher Wärmenetze eine relativ hohe Mitwirkungsbereitschaft der Bürger:innen erwarten können. Im Folgenden gilt es, dieses Potential zu nutzen und Bürger:innen direkt mit in den Prozess einzubeziehen. Die Abfrage von vorhandenen Flächen und Potenzialen zeigte, dass vor Ort insbesondere Flächen für Erdsonden und Wärmespeicher sowie Dachflächen zur Verfügung stehen. Mit einer konkreten Planung (z.B. durch Kontaktaufnahme zu den Teilnehmenden, einer zentralen Meldestelle und Kartierung entsprechender Potenziale) ließen sich bislang ungenutzte Potentiale gezielt nutzen. Ein Teil der Befragten äußerte außerdem Interesse an einer Allianzbildung zur Wärmenutzung auf Quartierebene. Hier ließen sich mithilfe von weiteren Kommunikations- und Vernetzungsangeboten, wie z.B. Quartiergesprächen, entsprechend Interessierte

zusammenbringen. Die Ergebnisse liegen sowohl dem zuständigen Amt für Klimaschutz als auch dem lokalen Energieversorger vor und liefern wichtige Erkenntnisse für die kommunale Wärmeplanung.

Limitationen der empirischen Studie

Einschränkend ist zu beachten, dass im Vergleich zur deutschen Gesamtbevölkerung im Bürgerpanel, das für die Datenerhebung in dieser Studie verwendet wurde, Personen mit höherer Bildung und höherem Einkommen überrepräsentiert sind. Auch ist der Anteil der Personen mit nicht-deutscher Staatsangehörigkeit geringer. Obwohl dies ein übliches Muster von Teilnehmenden in psychologischer Forschung ist (z.B. Henrich et al., 2010), könnte dies die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse einschränken. Eine auf Selbstauskünften basierende Datenerhebung neigt außerdem dazu, Einstellungen oder Absichten abzubilden, die vom tatsächlichen Verhalten abweichen (z. B. Carrington et al., 2010). Wie zahlreiche Studien zeigen (z.B. Zhang et al., 2021; Li et al., 2022), geben Teilnehmende häufig höhere Absichten für umweltfreundliches Verhalten an, als sie in ihrem Alltag tatsächlich umsetzen. Selbstberichte bieten zwar wertvolle Einblicke in die subjektive Wahrnehmung, Kognition und Emotionen, doch sind Antwortverzerrungen wie soziale Erwünschtheit (Dodou & de Winter, 2014) sowie *self-serving biases* zu berücksichtigen. Durch die Datenerhebung per Online-Umfrage ist die soziale Erwünschtheit jedoch womöglich weniger stark ausgeprägt als bei persönlichen Datenerhebungsmethoden, z.B. Interviews.

Nicht auszuschließen ist, dass die Bilder von alternativen Energieträgern, die unter den Rating-Skalen präsentiert wurden, die Wahrnehmung der Energieträger beeinflusst haben könnten. Diese Gefahr besteht insbesondere dort, wo die Energieträger wenig bekannt waren und die Bilder daher als Informationsquelle herangezogen wurden. So war z.B. die Bohrung einer Erdwärme-Sonde zu sehen, während Luft-Wärmepumpen und Solar-Kollektoren bereits im Betrieb gezeigt wurden.

Anders als in anderen Studien (z.B. Krikser et al., 2020) wurde in dieser Befragung nicht explizit unterschieden, ob sich die Wärmenetze aus erneuerbaren oder fossilen Energieträgern speisen. Es wurde lediglich zwischen Nah- und Fernwärmenetzen unterschieden, was die Vergleichbarkeit mit anderen Studien einschränkt und eine mögliche Konfundierung enthält. So wurde als Beispiel für Nahwärmenetze die Nutzung von Abwärme und für Fernwärme die Nutzung von Energie aus einer Müllverbrennungsanlage herangezogen.

Zudem ist zu beachten, dass die Befragung in einer Zeit von starken dynamischen Entwicklungen in Politik und Wirtschaft stattfand. Der Befragungszeitpunkt ist bei Interpretation und Nutzung

der Ergebnisse daher explizit zu berücksichtigen, da sich die Gültigkeit der Ergebnisse unter nun aktuellen Bedingungen verändert haben mag.

Nächste Schritte

Das Forschungsteam bringt sich weiterhin in den Transformationsprozess der lokalen Wärmewende ein. Es verfolgt dabei das Ziel, den Kommunikationsprozess der Akteure wissenschaftlich zu begleiten. Dabei liegt der Fokus auf dem bereits angestoßenen Projekt der Abwärmenutzung eines Rechenzentrums in einem Bestandsquartier. Eine geplante Maßnahme ist ein Planspiel, das sich als Erhebungsansatz für die verhaltenswissenschaftliche Analyse bewährt hat (Bizer & Führ, 2022). Dabei werden Akteure in einem Workshop-Format an den Zeitpunkt versetzt, an dem der Wärmeleitplan vorliegt, um dessen Umsetzung zu simulieren. Aus den Daten der Befragung von Bürger:innen lassen sich Personas ableiten, aus denen sich Rollenanweisungen ergeben. Welche Akteure müssen welche Schritte einleiten, um die im Wärmeleitplan vorgesehene Art der Wärmeversorgung umzusetzen? Risikofrei können die Akteure Szenarien durchspielen, Hemmnisse identifizieren und praktische Erfahrungen sammeln. Somit können durch das Planspiel bereits während der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung Lernprozesse für die Umsetzung beginnen (Führ et al., 2018).

Fazit

Der in diesem Beitrag beschriebene inter- und transdisziplinäre Prozess zeigt, wie Forschungsteams sowohl methodisch als auch in ihrer Rolle als neutraler Vermittler in Transformationsprozessen wie der lokalen Wärmewende eine unterstützende Rolle spielen können. Insbesondere die Befragung lieferte für die relevanten Praxisakteure interessante Erkenntnisse. Sie bieten eine Grundlage, um bedarfsgerechte Unterstützungs- und Kommunikationsangebote für Bürger:innen zu entwickeln. Solche Angebote können im Sinne des akteurorientierten Forschungsansatzes die Bereitschaft für z.B. Sanierungsmaßnahmen oder den Anschluss an ein Wärmenetz erhöhen. Dies lässt sich durch eine bedarfsorientierte, zugeschnittene Vermittlung von Informationen und Handlungsmöglichkeiten unterstützen (Abrahamse et al., 2007). Der Dialog mit den Bürger:innen und Öffentlichkeitsarbeit während der kommunalen Wärmeplanung ist wichtig, um Orientierung zu geben und den späteren Umsetzungserfolg zu erhöhen (Clausen et al., 2022b). Da die Befragung bereits zu Beginn des Prozesses der kommunalen Wärmeplanung erfolgte, können die Erkenntnisse frühzeitig in die Kommunikationsarbeit und weitere Maßnahmen der Stadt und des Energieversorgers einfließen.

Literatur

- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 273-291. DOI: 10.1016/j.jenvp.2005.08.002
- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C. & Rothengatter, T. (2007). The effect of tailored information, goal setting, and tailored feedback on household energy use, energy-related behaviors, and behavioral antecedents. *Journal of Environmental Psychology*, 27(4), 265-276. DOI: 10.1016/j.jenvp.2007.08.002
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211. DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T
- Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9-10), 1082-1095. DOI: 10.1016/j.jpubeco.2011.03.003
- Ashford, N. (2000). An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment. In Hemmelskamp, J., Rennings, K., Leone, F. (eds) *Innovation-Oriented Environmental Regulation*. ZEW Economic Studies, vol 10. Physica, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-12069-9_
- Bamberg, S. (2013). Changing environmentally harmful behaviors: A stage model of self-regulated behavioral change. *Journal of Environmental Psychology*, 34, 151-159. DOI: 10.1016/j.jenvp.2013.01.002
- Bandura, A. (1971). *Social Learning Theory*. New York: General Learning Press.
- BDEW (2019). "Wie heizt Deutschland". BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. Online verfügbar unter: www.bdew.de: https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Heizungsmarkt_Erste_Ergebnisse_18072019.pdf
- Billerbeck, A., Breitschopf, B., Preuß, S., Winkler, J., Ragwitz, M. & Keles, D. (2023). Perception of district heating in Europe: A deep dive into influencing factors and the role of regulation. Verfügbar unter SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4540940>
- Bizer, K. & Führ, M. (2014). Praktisches Vorgehen in der interdisziplinären Institutionenanalyse. *sofia-Diskussionsbeiträge* (14-7). Online verfügbar unter: https://www.sofia-darmstadt.de/fileadmin/Dokumente/Diskussion/2014/Netzversion_Stufenheuristik.pdf
- Bizer K. & Führ, M. (2022). Kompaktleitfaden: Praktisches Vorgehen in der interdisziplinären Institutionenanalyse. Online verfügbar unter: https://www.sofia-darmstadt.de/fileadmin/Dokumente/Sonstige/Delta-Analyse/Kompakte_Stufenheuristik_2022-01-12_mf.pdf
- BMWK/BMWSB (2022). Sofortprogramm gemäß § 8 Abs. 1 KSG für den Sektor Gebäude. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz/Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen.

- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2023). Klare Investitionsanreize und pragmatischer Übergang mit Ausnahmen und Übergangsfristen. Online verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/gesetzesentwurf-gebäudeenergiegesetz.html#:~:text=Mehr%20als%2080%20Prozent%20der,mit%20warmem%20Wasser%20zu%20versorgen>
- Callery, P.J., Goodwin, C.C. & Moncayo, D. (2021). Norm proximity and optimal social comparisons for energy conservation behavior. *Journal of Environmental Management*, 296, 113332. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113332
- Carrington, M.J., Neville, B.A. & Whitwell, G.J. (2010). Why ethical consumers don't walk their talk: Towards a framework for understanding the gap between the ethical purchase intentions and actual buying behaviour of ethically minded consumers. *Journal of Business Ethics*, 97, 139–158. DOI: 10.1007/s10551-010-0501-6
- Clausen, J., Graf, C., Huber, M., Lottis, D., Seifert, T. & Weber, U. (2022a). Wärmenetze. Die klimaneutrale Wärmeversorgung für verdichtete Stadtgebiete. Policy Paper der Scientist for Future. Berlin.
- Clausen, J., Johannsen, L., Böhler, H., Kranich, K., Huber, M. & Seifert, T. (2022b). Kommunale Wärmeplanung. Grundlage einer klimaverantwortlichen Stadtplanung. Policy Paper der Scientists for Future. Berlin.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena) (2022) „DENA-GEBÄUDEREPORT 2023. Zahlen, Daten, Fakten zum Klimaschutz im Gebäudebestand. Berlin.
- Dodou, D. & de Winter, J.C.F. (2014). Social desirability is the same in offline, online, and paper surveys: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 36, 487–495. DOI: 10.1016/j.chb.2014.04.005
- Führ, M., Dopfer, J., Bizer, K., Schenten, J., Balla, S., Schicketanz, S. & Bunge, T. (2018). Planspiele in der Gesetzesfolgenabschätzung – Teil 2 – Empfehlungen anhand ausgewählter Planspiele. *UVP-report*, 32(2), 79-86.
- Halford, G. S., W. H. Wilson & S. Phillips. (1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(6), 803–831. DOI: 10.1017/S0140525X98001769
- Heckhausen, H. & Gollwitzer, P.M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and Emotion*, 11, 101-120. DOI: 10.1007/BF00992338
- IBM Corp (2020). SPSS Statistics for Windows, Version 27.0 (Software), Armonk.
- Keller, A., Köhler, J. K., Eisen, C., Kleihauer, S. & Hanss, D. (2021). Why consumers shift from single-use to reusable drink cups: An empirical application of the stage model of self-regulated behavioural change. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1672-1687. DOI: 10.1016/j.spc.2021.04.001
- Klages, H. & Masser, K. (2010). *Die Stadt im Blickfeld des Bürgers - Das Speyerer Bürgerpanel als Element beteiligungsbasierter Stadtentwicklung. Abschlussbericht zum Projekt Realisationsbedingungen lokaler Bürgerpanels als Instrument und Motor der Bürgerbeteiligung*. Speyer: Speyerer Forschungsberichte Selbstverlag.
- Kleihauer, S. & Führ, M. (2023). Systeminnovation für Nachhaltige Entwicklung – Transfer als Lernprozess in der Region. In K.-M. Ahrend & K. Redmann (Hrsg.), *Innovationsökosysteme* (S. 197-216). Schäffer-Poeschel: Stuttgart.
- Lockner, C.A. (2017). A stage model as an analysis framework for studying voluntary change in food choices – the case of beef consumption reduction in Norway. *Appetite*, 108, 434-449. DOI: 10.1016/j.appet.2016.11.002
- Kriser, T., Profefa, A., Grimm, S. & Huther, H. (2020). Willingness to Pay for District Heating from Renewables of Private Households in Germany, *Sustainability*, 12. DOI: 10.3390/su12104129
- Li, N., Luo, X., Luo, F., Zhang, D., Liu, J., Gao, Y., Xing, M., Zhou, T. & Zhu, K. (2022). Exploring the influencing factors of Chinese rural households' clean heating choice considering the attitude-behavior gap based on two-level classification methods, *Energy and Buildings*, 273, 112357. DOI: 10.1016/j.enbuild.2022.112357
- Meyer, H. & Anapyanova, A. (2023). Konzeptpapier zu „interaktive Nahwärmenetze“ Handlungsfeld im s:ne-Teilvorhaben 9. Hochschule Darmstadt.
- Nachreiner, M., Mack, B., Matthies, E. & Tampe-Mai, K. (2015). An analysis of smart metering information systems: A psychological model of self-regulated behavioural change. *Energy Research & Social Science*, 9, 85-97. DOI: 10.1016/j.erss.2015.08.016.
- Osgood, C.E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49, 197–237. DOI:10.1037/h0055737
- Prochaska, J.O. & DiClemente, C.C. (1994). *The Transtheoretical Approach: Crossing Traditional Boundaries of Therapy*. Malabar: Krieger Publishing Company.
- Rittel, H.W.J. & Webber, M.M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 4(2), 155-169. DOI: 10.1007/BF01405730
- Rogers, E.M. (1962). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Schaffner, D., Ohnmacht, T., Weibel, C. & Mahrer, M. (2017). Moving into energy-efficient homes: a dynamic approach to understanding residents' decision-making. *Building and Environment*, 123, 211–222. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.06.041
- Schwartz, S.H. (1977). Normative influences on altruism. *Advances in Experimental Social Psychology*, 10, 221–279. DOI:10.1016/S0065-2601(08)60358-5.
- Statistisches Bundesamt (2023). Pressemitteilung: 2,6 Millionen Photovoltaik-Anlagen in Deutschland installiert. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2023/PD23_25_p002.html

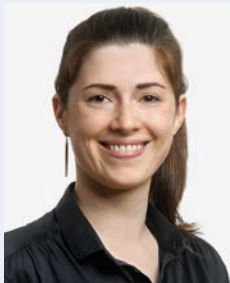
- Steg, L., Perlaviciute, G., Sovacool, B.K., Bonaiuto, M., Diekmann, A., Filippini, M. et al. (2021). A research agenda to better understand the human dimensions of energy transitions. *Frontiers in Psychology* 12, 672776. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.672776
- Steg, L. & Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29, 309–317, doi:10.1016/j.jenvp.2008.10.004.
- Stern, P.C. (2000). New environmental theories: Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407-424. DOI: 10.1111/0022-4537.00175
- Sunio, V., Schmöcker, J.-D. & Kim, J. (2018). Understanding the stages and pathways of travel behavior change induced by technology-based intervention among university students. *Transportation Research Part F: Traffic and Behavior*, 59, 98–114. DOI: 10.1016/j.trf.2018.08.017
- Vainio, A., Varho, V., Tapio, P., Pulkka, A. & Paloniemi, R. (2019). Citizens' images of a sustainable energy transition. *Energy*, 183, 606-616. DOI: 10.1016/j.energy.2019.06.134.
- Wegweiser Bürgergesellschaft. (2023). Online verfügbar unter: <https://dev.buergergesellschaft.de/mitentscheiden/methoden-verfahren/meinungen-einholen-buergerinnen-und-buerger-aktivieren/das-buergerpanel/>
- Weibel, C., Ohnmacht, T., Schaffner, D. & Kossmann, K. (2019). Reducing individual meat consumption: an integrated phase model approach. *Food Quality and Preference*, 73, 8–18. DOI: 10.1016/j.foodqual.2018.11.011
- Wiek, A., Ness, B., Schweizer-Ries, P., Brand, F. S. & Farioli, F. (2012). From complex systems analysis to transformational change: A comparative appraisal of sustainability science projects. *Sustainability Science*, 7, 5–24. DOI: 10.1007/s11625-011-0148-y
- Wynes, S. & Nicholas, K.A. (2017). The climate mitigation gap: education and government recommendations miss the most effective individual actions. *Environmental Research Letters*, 12, 074024. DOI: 10.1088/1748-9326/aa7541
- Zahrnt, A., Stoll, G. & Seitz, K. (2017). Die Zukunft der Zukunftsfähigkeit – Ohne Zivilgesellschaft geht's nicht. In oekom e.V. (Hrsg.), *Zukunftsfähiges Deutschland – Wann wenn nicht jetzt?* (S. 20-28). München: oekom Verlag.
- Zajonc, R. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 9(2), 1–27. DOI: 10.1037/h0025848
- Zhang, Y., Bai, X., Mills, F.P. & Pezzey, J.C.V. (2021). Examining the attitude-behavior gap in residential energy use: Empirical evidence from a large-scale survey in Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126510. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126510

**Corresponding Author:****Anna Zeitler, M.Sc.**

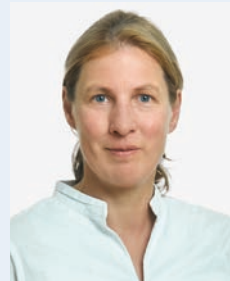
Hochschule Darmstadt
Innovations- und Transformations- Plattform für
Nachhaltige Entwicklung (itp:ne)
Holzhofallee 36 b
64295 Darmstadt
anna.zeitler@h-da.de

**Prof. Dr. jur. Martin Führ**

Hochschule Darmstadt
Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse
(sofia)
Haardtring 100
64295 Darmstadt
martin.fuehr@h-da.de

**Dr. phil. Helena Müller**

Hochschule Darmstadt
Innovations- und Transformations- Plattform für
Nachhaltige Entwicklung (itp:ne)
Holzhofallee 36 b
64295 Darmstadt
helena.mueller@h-da.de

**Dr. rer. nat. Silke Kleihauer**

Hochschule Darmstadt
Innovations- und Transformations- Plattform für
Nachhaltige Entwicklung (itp:ne)
Holzhofallee 36 b
64295 Darmstadt
silke.kleihauer@h-da.de

**Harald Meyer, M.Sc.**

Hochschule Darmstadt
Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse
(sofia)
Haardtring 100
64295 Darmstadt
harald.meyer@h-da.de

**Prof. Daniel Hanss, PhD**

Hochschule Darmstadt
Fachbereich Gesellschaftswissenschaften
Haardtring 100
64295 Darmstadt
daniel.hanss@h-da.de

Anhang

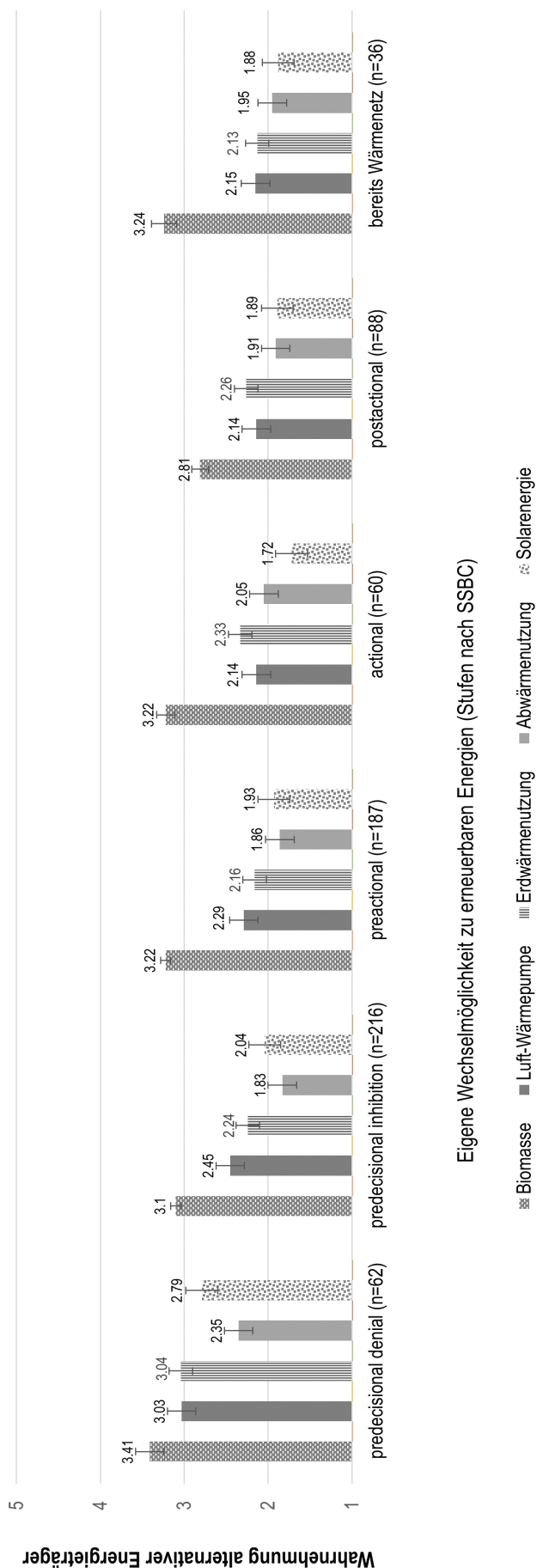


Abbildung 5. Wahrnehmung alternativer Energieträger je Stufenzuordnung (SSBC)

Anmerkung. Darstellt sind Mittelwerte und Standardfehler; 1 = positiv, 5 = negativ

Abbildung 5 zeigt die Wahrnehmung der präsentierten alternativen Energieträger in Abhängigkeit von der Stufenzuordnung nach dem SSBC (Bamberg, 2013). Die Attribute finanzielle Attraktivität, Zuverlässigkeit und Klimafreundlichkeit wurden zu einer allgemeinen Bewertungsvariablen mit den Ausprägungen 1 = positive Bewertung und 5 = negative Bewertung zusammengefasst. Auffallend ist, dass die Teilnehmenden Biomasse-Kessel über alle Stufen hinweg am schlechtesten bewerteten. Abwärmennutzung und Solarenergie wurden über alle Stufen hinweg am besten bewertet. Teilnehmende, die zur Wärmeversorgung fossile Energieträger nutzten und damit zufrieden waren (predecisional denial), bewerteten Abwärmennutzung im Vergleich zu den anderen alternativen Energieträgern am besten.