

Gesellschaftliche Akzeptanz der Wärmewende

Aktuelle Forschung, Fallbeispiele und sozialverträgliche Lösungsansätze



UFZ
Dr. Matthias Jordan
matthias.jordan@ufz.de

Es besteht Einvernehmen, dass die hohe Komplexität des Wärmesystems das zentrale Hindernis für die Wärmewende darstellt: Der Wärmebedarf im Industrie- und Gebäudesektor ist durch unterschiedliche Temperatur- und Nachfrageprofile aber auch durch verschiedene Geschäftsmodelle gekennzeichnet. Im Gebäudebereich sind darüber hinaus auch die vielfältigen Erwartungen und Präferenzen der Millionen von Investoren und Nutzern entscheidend, die über rein techno-ökonomische Überlegungen hinausgehen. Diese Systemkomplexität erschwert die Entwicklung von Strategien im Wärmesektor und hemmt unter anderem auch die Möglichkeiten für Technologieentwickler das Marktpotenzial ihrer Innovationen einzuschätzen.

halten in den Modellen nur selten berücksichtigt. Gerade im Wärmesektor, der nicht nur aus technischer Sicht durch seine Heterogenität gekennzeichnet ist, gibt es verschiedene Akteure mit unterschiedlichen Interessen und Investitionspräferenzen. Mittels des am UFZ entwickelten Modells BenOpt-Heat (Jordan et al. 2022) wurden optimale Wärmetransformationsszenarien berechnet und analysiert, welche die Nutzerpräferenzen in Bezug auf die Heizungswahl berücksichtigen (Jordan et al. 2021). Das Ziel dieser Studie ist, Politikempfehlungen in Bezug auf die zukünftige optimale Nutzung des limitierten Bioenergie-Potenzials mit einem höheren Maß an Belastbarkeit liefern zu können.



Prof. Dr. Daniela Thran
daniela.thran@ufz.de

Fragen der Akzeptanz müssen folglich auf mehreren Ebenen Berücksichtigung finden, von Fragestellungen der Gesamtsystemanalyse bis hin zu einzelnen Umsetzungsprojekten. Entsprechend vielfältig ist die Forschung zur gesellschaftlichen Akzeptanz der Wärmewende im FVEE. Sie umfasst sowohl die Analyse von Nutzerpräferenzen bis hin zur gemeinsamen Gestaltung von Energiewendeprojekten, um die Gelingensbedingungen zu verbessern.

Zunächst wurden im Rahmen einer Literaturrecherche umfragebasierte empirische Daten zu den Investitionspräferenzen der Verbraucher*innen für Heizungsanlagen in Deutschland ermittelt (Michelsen und Madlener 2013). Die in der Studie durchgeführte Clusteranalyse ergab eine Segmentierung der Nutzer in verschiedene Verbrauchergruppen („Der Komfort-orientierte Nutzer“, „Der Konsequenzen bewusste Nutzer“ und „der vielseitig orientierte Nutzer“). Diese Daten wurden in das Modell integriert, wobei Methoden der Nutzersegmentierung verwendet und mit einem neuartigen Ansatz zur Berechnung der indirekten Kosten kombiniert wurden. Die indirekten Kosten stellen dabei die nicht-ökonomischen Präferenzen dar.

Prof. Dr. Matthias Groß
matthias.gross@ufz.de

Allen Ansätzen ist gemein, dass die vorherrschende technisch-ökonomische Betrachtung der Wärmewende erweitert wird: Es wird nach Faktoren geforscht, welche die Nutzer*innen beeinflussen und es werden gezielt Bereiche untersucht, welche das Potenzial für zukünftige Akzeptanzkonflikte haben. Des Weiteren gibt es Ansätze, die Akzeptanzfragen bereits im Entwicklungsprozess von Innovationen zu berücksichtigen. Abschließend, in Bezug auf die konkrete Umsetzung von Wärmetransformationsprojekten, werden verschiedene Methoden des Co-Designs entwickelt, erforscht und getestet. Im Folgenden werden einzelne Projekte aus den verschiedenen Bereichen vorgestellt.

Es wurden zwei Szenarien analysiert: Ein Business-as-usual- und ein ambitioniertes Maßnahmenzenario. Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration der Heterogenität von Verbraucher*innen und der Investitionspräferenzen zu einer höheren Diversität der Technologie-Marktanteile im Sektor der privaten Haushalte führt (► *Abbildung 1*). Dies deutet darauf hin, dass die Nachfrage nach Bioenergie im Sektor der Privathaushalte in den untersuchten Szenarien Beharrungsvermögen zeigt und dass die Holzliche Biomasse nicht nur für (Hochtemperatur-)Industrieanwendungen in Betracht gezogen werden sollte, wie dies bisher empfohlen wurde (Jordan et al. 2020). Bei der Betrachtung der Ergebnisse muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich Präferenzen ändern können und die empirische Datenbasis begrenzt ist.

Dr. Frank Huesker
frank.huesker@ufz.de

DBFZ
Dr. Konrad Siegfried
konrad.siegfried@dbfz.de

KIT
Dr. Christine Roesch
christine.roesch@kit.edu

Prof. Dr. Eva Schill
schill@geo.tu-darmstadt.de

Wuppertal Institut
Dr. Benjamin Best
benjamin.best@wupperinst.org

ZSW
Patrick Wolf
patrick.wolf@zsw-bw.de

Modell BenOpt-Heat

Energiesystemmodelle werden häufig verwendet, um die Politik über Strategien für die Energiewende zu informieren. Allerdings werden die Heterogenität der Verbraucher*innen und ein von der wirtschaftlichen Rationalität abweichendes Verbrauchsver-

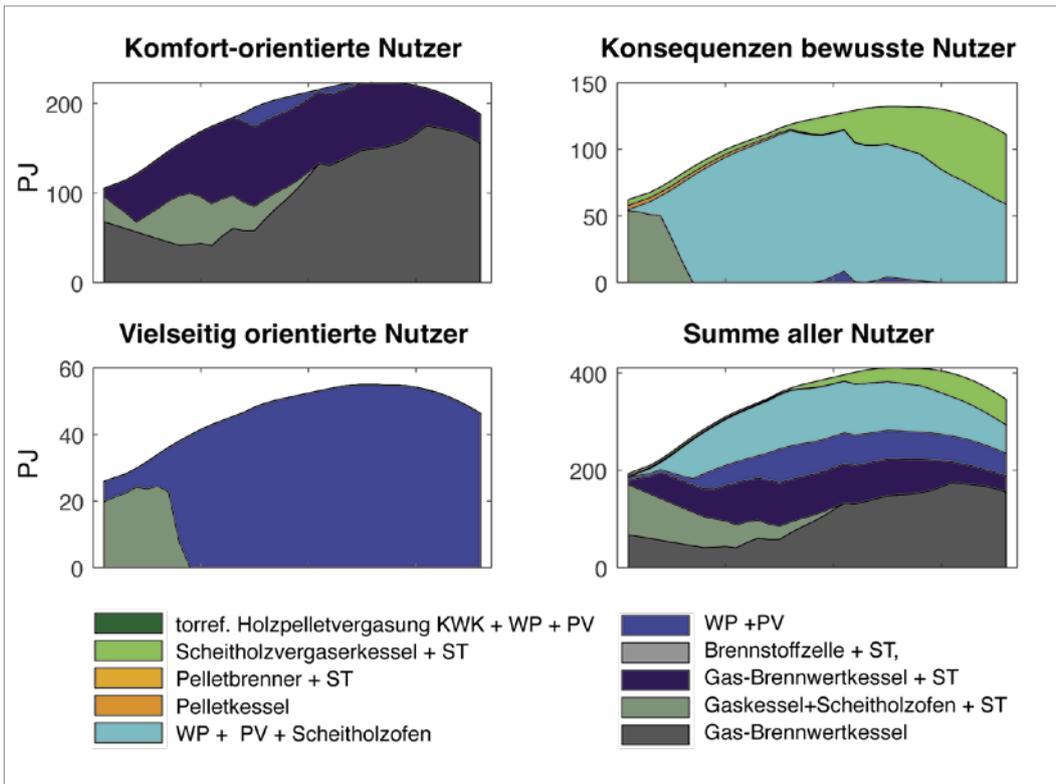


Abbildung 1
Beispielhafte Modellierungsergebnisse in einem (7,5 kW thermische Leistung) der 19 Wärme-Sub-Sektoren
 im Sektor Private Haushalte für verschiedene Nutzergruppen.
 KWK = Kraftwärmekopplung
 WP = Wärmepumpe
 PV = Photovoltaik
 ST= Solarthermie
 (Quelle: Jordan et al. 2021)

Entwicklung der Wohnfläche

Neben der Präferenz für bestimmte Heizsysteme spielen auch die Ansprüche an die Wohnfläche in Deutschland eine entscheidende Rolle in der Wärmewende. Die Pro-Kopf-Wohnfläche ist in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich angestiegen. Ein weiterer Anstieg der Wohnfläche impliziert eine Zunahme des Flächen-, Ressourcen- und Energieverbrauches. Daher ist es eine Schlüsselaufgabe, diesen Zuwachs

zu begrenzen bzw. umzukehren (Kobiela et al. 2020) (► *Abbildung 2*). Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die Wärmewende. Um den Wohnflächenbedarf umzukehren, werden kurzfristig Anreize für die dauerhafte Untervermietung eines Raumes oder Teil des Hauses (nicht an Touristen), mittelfristig die Möglichkeit zum Wohnungstausch in eine für beide Parteien (flächenmäßig) bedarfsgerechte Wohnung und langfristig Monitoring und Nutzung von Leerstand und Aufstockungspotenzialen statt immer

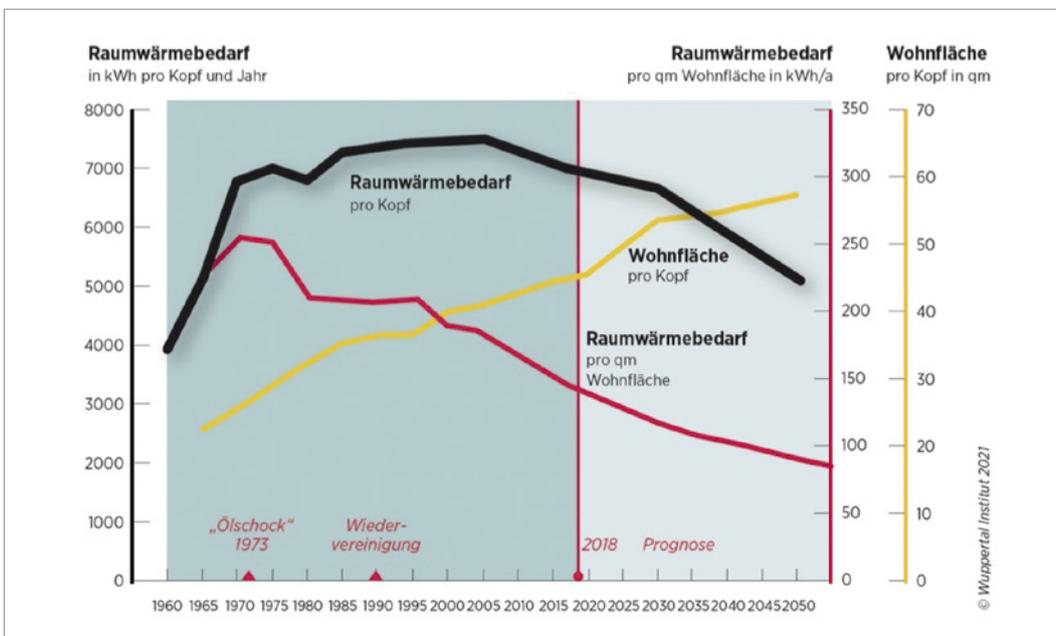


Abbildung 2
Entwicklung von Wohnfläche und Raumwärmebedarf in Deutschland:
 Zielkonflikt zwischen Wohnflächen-Wachstum und Energieeffizienz
 (Quelle: Wuppertal Institut, 2021)

mehr Wohnungsneubau gesehen (vgl. Politik-Datenbank von Zell-Ziegler et al. 2022). Suffizienz umfasst neben der effizienten Nutzung des Wohnraums auch Suffizienz im Neubau (bedarfsgerechte Planung), der bedarfsgerechte Heizenergie- und Warmwasserverbrauch sowie Umbau und Nachverdichtung im Gebäudebestand.

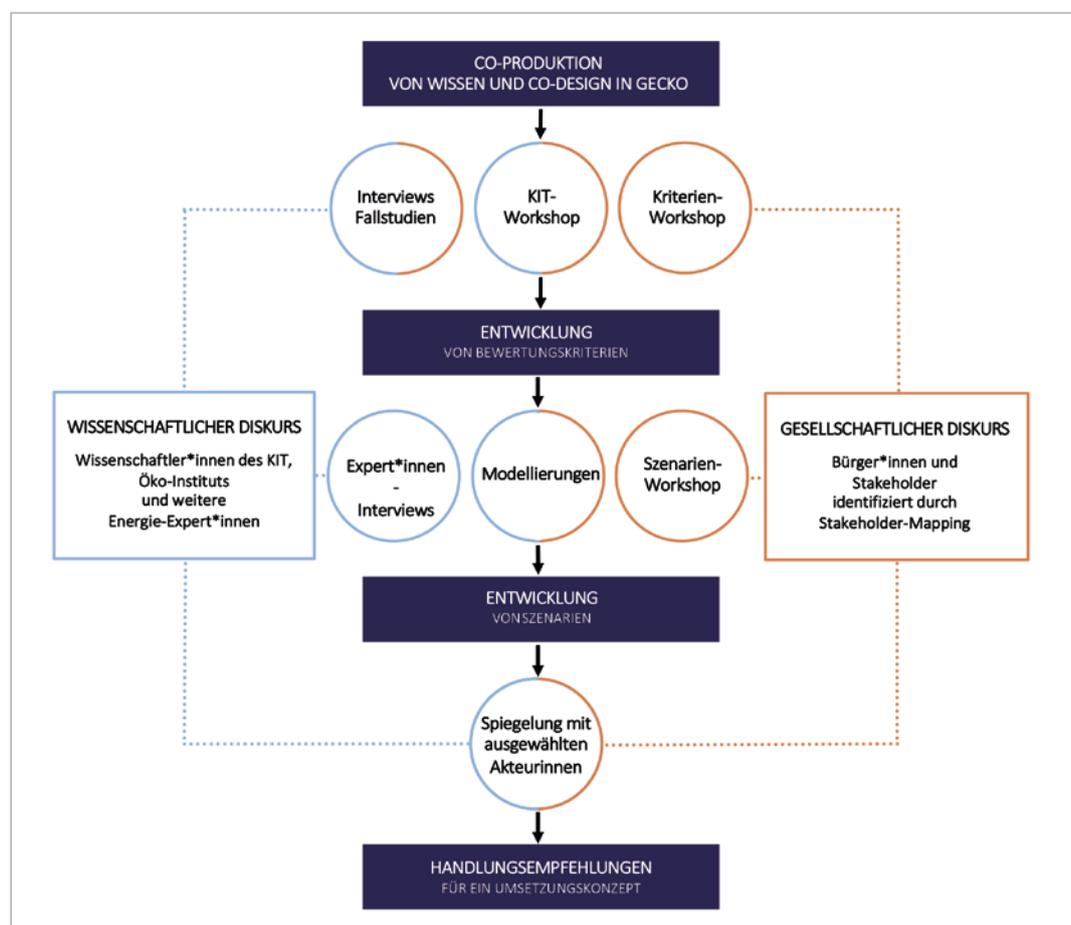
Eine Umfrage des Wuppertal Instituts aus dem Jahr 2021 zeigt auf: Suffizienzmaßnahmen haben ein hohes soziales Potenzial: 31 % der Befragten können sich vorstellen, in eine kleinere Wohnung umzuziehen. 26 % können sich vorstellen, ihr Haus umzubauen, um den Einzug weiterer Personen zu ermöglichen. 51 % können sich gemeinschaftliches Wohnen vorstellen (Wuppertal Institut 2021). Wir müssen uns bewusst sein, dass diverse Barrieren diesen Wünschen im Wege stehen – diese können aber politisch adressiert werden (Fischer et al. 2020).

In einer aktuellen Szenario-Studie für die EU berechnet Zimmermann: mit Suffizienz im Gebäudebereich können zusätzlich 16% der THG-Emissionen eingespart werden. Und die Reduktion der Pro-Kopf-Wohnfläche bis 2050 ist zugleich die effektivste Suffizienzmaßnahme zur Senkung des Ressourcen-

und Energiebedarfes (Zimmermann 2022). Eine durchdachte Suffizienzpolitik sollte daher Bestandteil der Transformation hin zu einem klimaneutralen Gebäudebestand sein.

In den bisher genannten Beispielen werden vor allem die Präferenzen der Endnutzer in den privaten Haushalten berücksichtigt. Die Industrie hat jedoch einen ähnlichen hohen Beitrag zur Wärmewende zu leisten und auch hier spielt Akzeptanz eine Rolle. Diese ist durch das Makro-Umfeld bestimmt, in dem politische, ökonomische, soziale, technische, ökologische, rechtliche (legale) und infrastrukturelle Faktoren wirken, die durch die PESTEL+I Methode analysiert werden kann (Blümel et al. 2022; Angwin et al. 2007; Johnson et al. 2016; Siegfried et al. 2022; Yüksel 2012) und dabei unterschiedlichste Akteure berücksichtigt. Erfasst wird, ob die Faktoren einen positiven, negativen oder neutralen Einfluss auf die Wertschöpfungskette haben und daher als Hindernis oder Chance für ein Geschäftsmodell bzw. eine Wertschöpfung kategorisiert werden können. Auf Basis der Einordnung und Kategorisierung können Strategien und Empfehlungen relativ einfach herausgearbeitet werden.

Abbildung 1
Geothermienutzung für klimaneutrale Wärmeversorgung am KIT Campus Nord
 Inter- und transdisziplinäres Co-Design eines Umsetzungskonzepts
 (Quelle: ITAS, 2020)



Projekt MUSIC

In einem Fallbeispiel wurde im Rahmen eines durch das EU-Programm „Horizon 2020“ geförderten Projektes ‚MUSIC - Unterstützung der Markteinführung von intermediären Bioenergieträgern‘ die Herstellung von torrefizierter Biomasse (Biokohle) aus Holzabfällen (Altholz Typ B) und Hybridabfällen (Reststoffe mit Abfallbiomasse und Kunststoffen) für Hochtemperaturprozesse untersucht.

Bei der Analyse der Wertschöpfungskette wurden einige hindernde Faktoren beschrieben, wie z. B. die unterschiedliche Deklaration von Altholzabfällen in der EU, regional nicht ausreichende Abfallrohstoffmengen, die Einschränkung der Bioenergienutzung in der EU sowie die wachsende Nachfrage konkurrierender Industrien. Chancen für das Konzept ergeben sich durch die große Nachfrage nach Net-Zero-Stahl, dem Trend zur Nutzung lokal verfügbarer Abfallrohstoffe (Verringerung von Importen) und aus den momentan hohen Preisen für fossile Kohle.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Debatte um die Nachhaltigkeit der Bioenergie die Industrie hemmt, zu investieren. Interessengruppen (Land- und Waldbesitzer) und die Industrie (Abfallwirtschaft, Stahlhersteller) sollten Verbände bilden, um die Nutzung von Reststoffen und die intersektorale Kommunikation zu fördern und die Akzeptanz in der Bevölkerung zu verbessern. Die langfristige Gültigkeit von Vorschriften und politischen Rahmenbedingungen für mindestens 5–15 Jahre würde Investitionssicherheit für langfristige Geschäftsmodelle bieten und das schnelle Upscaling von Anlagen und Produktionsprozessen ermöglichen.

Das MUSIC-Projekt ist nur ein Beispiel für Akzeptanzkonflikte in der Industrie. Folglich stellt sich die Frage wie man verschiedene nicht-ökonomische Einflussfaktoren bereits im Aufbau- bzw. Entwicklungsprozess von Industrien oder Technologien integrieren kann.

Projekt V4InnovatE

Einen weiteren Lösungsansatz liefert das Forschungsprojekt V4InnovatE, welches sich mit der Frage der Akzeptanz von technischen Innovationen beschäftigt, die für eine erfolgreiche Umsetzung der Energie- und Wärmewende essenziell sind. Der zentrale Gedanke des Projekts ist, dass durch eine frühzeitige Ausrichtung von Forschungs-, Technologieentwicklungs- und Innovationsprozessen (FTI-Prozessen) an den gesellschaftlichen Bedürfnissen und Werten die Wahrscheinlichkeit erhöht werden kann, dass neue Technologien und Innovationen von der Bevölkerung akzeptiert werden.

V4InnovatE baut hierfür auf dem Konzept der Verantwortungsvollen Forschung und Innovation (Responsible Research and Innovation; RRI) auf, das sich mit der Frage einer ökologisch und sozial verantwortlichen Gestaltung und Steuerung von Forschungs- und Innovationsprozessen beschäftigt und in den letzten zehn Jahren vor allem in der europäischen Forschungslandschaft zunehmend an Bedeutung gewonnen hat (Schlaile et al. 2018; Stilgoe et al. 2013; Schomberg 2013).

In dem Forschungsprojekt wird auf Basis dieses Konzepts ein Indikatorensystem entwickelt, das forschenden Organisationen (öffentlich, privat) ein Instrument an die Hand gibt, mit dem FTI-Prozesse auf die Berücksichtigung gesellschaftlicher Bedürfnisse und Werte hin überprüft und gestaltet werden können. Die Entwicklung wird u.a. durch Fallstudien, Simulationen sowie Expertenworkshops unterstützt. Ein Leitfaden soll schließlich Struktur und Anwendung des Indikatorensystems veranschaulichen und die Rolle herausstellen, die RRI und hierauf aufbauend eine antizipierende, reflexive, inklusive, responsive sowie transparente Ausgestaltung von FTI-Prozessen in der Energie- und Wärmewende spielen kann.

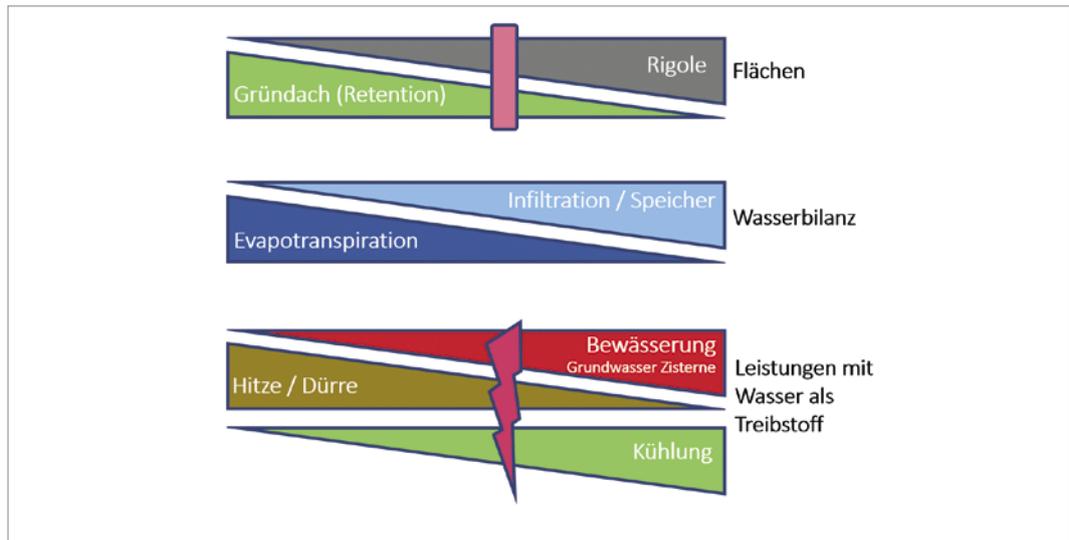
Projekt GECKO

Schlussendlich bestehen bessere Gelingensbedingungen wenn konkrete Umsetzungsprojekte realisiert werden, die gleichzeitig die Interessenvertreter*innen und Anwohner*innen in den Planungsprozess integrieren und deren Perspektiven frühzeitig berücksichtigen, um mögliche Konflikte zu vermeiden, die ein Vorhaben verzögern oder gar verhindern können. Im inter- und transdisziplinären Projekt GECKO wurden die Gelingensbedingungen für eine Nutzung der Tiefengeothermie zur dezentralen Wärme- und Stromversorgung in Kommunen erforscht, die das Kriterium der Akzeptanz erfüllen und sich am Gemeinwohl orientieren. In einem mehrstufigen partizipativen Format (► *Abbildung 3*) wurden Kriterien zur Entwicklung und Bewertung von Szenarien mit verschiedenen kommunalen Teilhabe-Möglichkeiten an der Nutzung von Tiefengeothermie erarbeitet. Das Ergebnis dieses Diskurses wurde mit den an der Umsetzung beteiligten Akteuren diskutiert.

Basierend auf den Ergebnissen des GECKO-Prozesses wurden vier zentrale Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Umsetzung des Co-Design-Ansatzes identifiziert:

- 1) Erarbeitung einer gemeinsamen Vision der Energie- und Wärmewende durch Projektierer, Stakeholder und Bürger*innen und der Rolle der

Abbildung 4
Abwägungen bei der blaugrünen Quartiersentwicklung
 „Blaugrüne Infrastruktur“ bezeichnet ein Netz naturnaher Flächen mit Bepflanzung und Wasser.
 (Grafik: UFZ, 2022)



Tiefengeothermie in der zukünftigen Wärme- und Stromversorgung, bspw. durch das Co-Design von Szenarien

- 2) Realisierung einer transparenten proaktiven Kommunikation und dialogischer Formate sowie eines offenen Zugangs zu Informationen und Daten für Stakeholder und Bürger*innen
- 3) Etablierung unabhängiger wissenschaftlicher Beratung und Moderation, die von allen Prozessbeteiligten (v. a. Projektierer, Stakeholder und Bürger*innen) akzeptiert werden
- 4) Ermöglichung einer planerischen Teilhabe und eines erkennbaren ökonomischen sowie ideellen Nutzen durch die Wärmenutzung auf lokaler Ebene

Blaugrüne Infrastrukturen

Ein weiteres Beispiel für ein partizipatives Umsetzungsprojekt ist die Errichtung eines Neubauviertels in Leipzig, in welchem Blaugrüne Infrastrukturen (BGI) erheblich zum Bereich Kühlung im Rahmen der Wärmewende beitragen kann. Blaugrüne Infrastrukturen bestehen aus mehreren kleinteiligen Elementen wie Gründächern, Grünfassaden, Baumrigolen, Zisternen oder Mulden, die in ihrer Summe und Kombination volle Wirkung erzeugen (► *Abbildung 4*). Sowohl die blauen wie die grünen Elemente tragen zur Wärmewende bei, insbesondere über die Kühlungseffekte im Sommer, die im BMBF-Vorhaben Leipziger BlauGrün auch systematisch untersucht werden. Die Wasserkörper könnten in Zukunft ggf. auch als Wärmespeicher verwendet werden. Nennenswerte Effekte blaugrüner Infrastrukturen für die Wärmewende ergeben sich, wenn diese dezentrale Infrastrukturtransformation flächendeckend implementiert wird.

Schlüsselfaktoren für die gesellschaftliche Akzeptanz liegen nach Einschätzung der Forschenden vor allem im Bereich der Politikergebnisse. Dabei wird in aller erster Linie das Phänomen der „Grünen Gentrifizierung“ als Risiko gesehen: blaugrüne Infrastrukturen – wie auch andere aus ökologischen Gründen implementierte dezentrale Infrastrukturen – dürfen hinsichtlich gesellschaftlicher Akzeptanz nicht zu Wohnkosten führen, die breitere Bevölkerungsgruppen ausschließen. Da die Stadt durch blaugrüne Infrastrukturen Wasser zurückhält, das sie bislang abgeleitet hat, sind zudem Auswirkungen auf das Umland zu eruieren und transparent zu diskutieren. Partizipative Politikelemente können insbesondere in Phasen des Betriebs und der Pflege der blaugrünen Infrastrukturen zur Geltung kommen. Politisch-rechtliche Rahmenbedingungen sollten folglich so ausgestaltet werden, dass sie blaugrüne Infrastrukturen nicht nur erlauben, sondern auch explizit bezwecken, um Akzeptanz insbesondere bei den nicht-progressiven Entscheidungsträgern vor Ort zu schaffen.

Weitere Akzeptanzkonflikte

Akzeptanzkonflikte können nicht nur bei der Errichtung erneuerbarer Lösungen auftreten, sondern auch erst im späteren Betrieb entstehen. Im Bereich der flachen Geothermie, welche langfristig den Löwenanteil der Wärmetransformation ausmachen soll, lässt sich bei Zunahme der Anzahl von Geothermieanlagen in Wohngebieten eine Verringerung, gelegentlich sogar ein temporäres Versiegen thermaler Wärmequellen beobachten. Dies führt bei Nachbarschaftsverhältnissen vereinzelt zu Konflikten, kann aber mittelfristig zu weiterreichenden Akzeptanzproblemen führen, da diese Konflikte auch medial aufgearbeitet werden. Es wird daher untersucht, wie

Hausbesitzer*innen mit den damit verbundenen Unsicherheiten und Wissenslücken umgehen (Bleicher und Gross 2016), aber auch, ob sich hierdurch Eigentumsvorstellungen durch die Veränderung der Naturressourcen infolge ihrer energetischen Nutzung verändern können (Horn et al. 2022). Fokus wird auf die Grenzen der Erneuerbarkeit der Naturressourcen gelegt, da die Gründe für Temperaturschwankungen (natürliche Schwankungen, technische Probleme im oder am Haus, ein besonders heizintensiver kalter Winter oder nachbarschaftliche Konkurrenzen etc.) meist nicht eindeutig zugeschrieben werden können. Der strategische Umgang mit unvermeidbarem Nichtwissen (Groß und McGoey 2022) ist hier ein zentraler Faktor zum besseren Verständnis von Akzeptanz oder Nicht-Akzeptanz.

Fazit

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass Akzeptanzthemen die Wärmewende bereits umfänglich auf verschiedensten Ebenen beeinflussen. Anhand der unterschiedlichen Forschungsvorhaben können Effekte für die Heizungsauswahl, die Brennstoffauswahl aber auch Suffizienzbeiträge gezeigt werden. Es ist wichtig die Einflussfaktoren zur Akzeptanz zu identifizieren und frühzeitig im Entwicklungsprozess von Innovationen zu berücksichtigen. Bei konkreten Umsetzungsprojekten fördert das Co-Design generell das Gelingen und wirkt Akzeptanzkonflikten entgegen. Der FVEE forscht auf verschiedensten Ebenen zur Akzeptanz im Rahmen der Wärmewende, ein kontinuierliches und koordiniertes Monitoring dieser Aktivitäten findet jedoch noch nicht statt und wäre für die Zukunft wünschenswert.

Literaturverzeichnis

- Angwin, Duncan; Cummings, Stephen; Smith, Chris (2007): *The strategy pathfinder. Core concepts and micro-cases*. Malden, Mass.: Blackwell.
- Bleicher, Alena; Gross, Matthias (2016): Geothermal heat pumps and the vagaries of subterranean geology: Energy independence at a household level as a real world experiment. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 64, S. 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.013>
- Blümel, L.; Siegfried, K.; Riedel, F.; Thrän D. (2022): Are strategy developers well equipped when designing sustainable supply chains for a circular bio-economy? Supporting innovations' market uptake in a PESTEL+I environment. In: *Energy, Sustainability and Society* (under review).
- Fischer, C.; Cludius, J.; Förster, H.; Fries, T.; Steiner, V.; Brischke, L.-A. et al. (2020): Möglichkeiten der Instrumentierung von Energieverbrauchsreduktion durch Verhaltensänderung. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/instrumentierung-energieverbrauchsreduktion>.
- Groß, Matthias; McGoey, Linsey (Hg.) (2022): *Routledge international handbook of ignorance studies*. Second edition. London, New York, NY: Routledge (Routledge international handbooks). Online verfügbar unter <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003100607>.
- Horn, Daniel; Gross, Matthias; Pfeiffer, Maria; Sonnberger, Marco (2022): How Far Is Far Enough? The Social Constitution of Geothermal Energy through Spacing Regulations. In: *Sustainability* 14 (1), S. 496. <https://doi.org/10.3390/su14010496>.
- Johnson, Gerry; Whittington, Richard; Scholes, Kevan; Angwin, Duncan; Regné, Patrick (2016): *Strategisches Management. Eine Einführung*. 10., aktualisierte Auflage. Hallbergmoos, Germany: Pearson (Always learning).
- Jordan, Matthias; Hopfe, Charlotte; Millinger, Markus; Rode, Julian; Thrän, Daniela (2021): Incorporating consumer choice into an optimization model for the German heat sector: Effects on projected bioenergy use. In: *Journal of Cleaner Production* 295 (5), S. 126319. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126319>

- Jordan, Matthias; Millinger, Markus; Thrän, Daniela (2020): Robust bioenergy technologies for the German heat transition: A novel approach combining optimization modeling with Sobol' sensitivity analysis. In: *Applied Energy* 262, S. 114534.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114534>
- Jordan, Matthias; Millinger, Markus; Thrän, Daniela (2022): Benopt-Heat: An economic optimization model to identify robust bioenergy technologies for the German heat transition. In: *Chem. Eng. Technol.* 18 (5), S. 101032.
<https://doi.org/10.1016/j.softx.2022.101032>.
- Kobiela, G.; Samadi, S.; Kurwan, J.; Tönjes, A.; Fishedick, M.; Koska, T. et al. (2020): CO₂-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze [Projektbericht]. Hg. v. GLS Bank & Fridays for Future Deutschland. Online verfügbar unter <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/7606>.
- Michelsen, Carl Christian; Madlener, Reinhard (2013): Motivational factors influencing the homeowners' decisions between residential heating systems: An empirical analysis for Germany. In: *Energy Policy* 57, S. 221–233.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.045>
- Schlaile, Michael P.; Mueller, Matthias; Schramm, Michael; Pyka, Andreas (2018): Evolutionary Economics, Responsible Innovation and Demand: Making a Case for the Role of Consumers. In: *Philosophy of Management* 17 (1), S. 7–39. DOI: 10.1007/s40926-017-0054-1.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s40926-017-0054-1>
- Schomberg, René von (2013): A Vision of Responsible Research and Innovation. In: Richard Owen, John R. Bessant und Maggy Heintz (Hg.): *Responsible innovation. Managing the responsible emergence of science and innovation in society*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, S. 51–74.
- Siegfried, K.; Blümel, L.; Riedel, F.; Moosmann, D.; Cyffka, K-F; Richters, M. et al. (2022): Plating the hot potato - how to make intermediate bioenergy carriers an accelerator to a climate neutral Europe. In: *Energy, Sustainability and Society* (under review).
- Stilgoe, Jack; Owen, Richard; Macnaghten, Phil (2013): Developing a framework for responsible innovation. In: *Research Policy* 42 (9), S. 1568–1580.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.05.008>
- Wuppertal Institut (Hg.) (2021): Wohnsituation & Wohnqualität. Ergebnisse einer Online-Umfrage im Rahmen des Projekts „OptiWohn“. Online verfügbar unter https://www.wohnen-optimieren.de/app/download/13277633231/OptiWohn_Auswertung+Online-Survey.pdf?t=1638352343.
- Yüksel, Ihsan (2012): Developing a Multi-Criteria Decision Making Model for PESTEL Analysis. In: *IJBM* 7 (24).
<https://doi.org/10.5539/ijbm.v7n24p52>
- Zell-Ziegler, C.; Best, B.; Thema, J.; Wiese, F.; Vogel, B.; Cordroch, L. (2022): European Sufficiency Policy Database. Data set. Hg. v. Energy Sufficiency Research Group. Online verfügbar unter <https://energysufficiency.de/policy-database/>.
- Zimmermann, Patrick (2022): Transformationspfade für den europäischen Gebäudesektor: Vergleich von Umwelteinsparungen durch Suffizienz-, Konsistenz- und Effizienzmaßnahmen. In: *TATuP* 31 (2), S. 32–39.
<https://doi.org/10.14512/tatup.31.2.32>