

*Transformation of the energy system towards sustainability
focusing on community-based activities
– Does the social context count more than cost? (RESCO)*

Stefan Vögele, Lisa Broska, Hawal Shamon

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)

Institut für Energie und Klimaforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE)

Inga Wittenberg

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Psychologie – Abteilung Sozial- und
Persönlichkeitspsychologie

Gemeinsamer

Verbundschlussbericht

Juli 2022

Förderkennzeichen: 01LA1827A/B

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kurzbericht

Die große Bedeutung von Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften im Hinblick auf die Energiewende wird sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene immer wieder betont (siehe z.B. [1], [2], [3]). Hierbei wird auf mögliche ökologische, wirtschaftliche und soziale Vorteile hingewiesen, die die Gemeinschaften für ihre Mitglieder und die Regionen, in denen sie verortet sind, mit sich bringen. Obwohl Energiegemeinschaften in der EU-Gesetzgebung als ein wichtiger Eckpfeiler für eine erfolgreiche nachhaltige Energiewende angesehen werden, sind die derzeitigen Aktivitäten in Deutschland (und der EU insgesamt) begrenzt.

Das Projekt REsCO („Res per collaborationem“ oder „Durch Zusammenarbeit zum Erfolg“) setzt an diesem Punkt an. Im Mittelpunkt des Projektes steht die Frage, inwieweit bzw. wie durch die Berücksichtigung des sozialen Kontextes, private Haushalte zu einer aktiveren Teilnahme an einer Transformation des Energiesystems motiviert werden können. Entsprechend steht nicht die isolierte Betrachtung des Verhaltens Einzelner, sondern der Einfluss sozialer Faktoren auf das Handeln von Individuen im Vordergrund. So fokussiert sich das Projekt auf gemeinschaftsbasierte Aktivitäten privater Haushalte.

In einem ersten Schritt wurden im Rahmen des interdisziplinär angelegten Projektes Erklärungsansätze für Verhalten aus verschiedenen Disziplinen miteinander verglichen bzw. zusammengeführt. Anschließend wurden mittels quantitativer Befragungen und Discrete Choice Experimenten auf Haushaltsebene – bzw. auf der Ebene von Individuen – Faktoren identifiziert, die von zentraler Bedeutung für eine aktive Teilhabe an Aktivitäten der nachhaltigen Gestaltung des lokalen Energiesystems sind. Neben Faktoren wie Umweltmotivation, Autarkiestreben und Kosteneinsparung wird besonderer Wert auf die Einflüsse gelegt, die aus dem sozialen Kontext heraus entstehen. Die gewonnen Erkenntnisse über den Einfluss von Kontextgrößen auf Verhalten sowie über Interaktionsbeziehungen zwischen Akteursgruppen wurden genutzt, um in Verbindung mit Annahmen, wie sich relevante Rahmenbedingungen in Zukunft entwickeln könnten, mögliche Transformationspfade zu erstellen. Die Transformationspfade wurden hierbei mittels der Cross-Impact Balance Methode identifiziert. In einem weiteren Schritt wurden die Pfade im Hinblick auf ökonomische und ökologische Effekte bewertet. Zum Abschluss wurden aus den gewonnenen Erkenntnissen Rückschlüsse auf Politikempfehlungen gezogen.

Die Ergebnisse zeigen, dass soziale Bedürfnisse, Sozialkapital, soziale Normen, soziale Identität und Umweltbewusstsein die Bereitschaft zur Teilnahme an Energiegemeinschaften erheblich beeinflussen. Daher sollten Informationskampagnen nicht nur Umweltthemen ansprechen, sondern auch andere Aspekte (wie z.B. das Gemeinschaftsgefühl, das durch die Teilnahme an Energiegemeinschaften entsteht). Außerdem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass kleine Energiegemeinschaften mit nur wenigen Nachbarn größeren Energiegemeinschaften vorgezogen wurden. Die rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen sollten entsprechend kleine Energiegemeinschaften unterstützen.

Die Errichtung gemeinschaftlicher Strom- und Wärmeversorgungssystemen erfordert umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen Planung und Finanzierung, daher sollte die Vernetzung von Energiegemeinschaften weiter gestärkt werden. Derzeit ist der Aufbau einer solcher Versorgungssysteme ohne finanzielle Anreize wirtschaftlich nicht attraktiv. Der Gesamtbedarf an

Fördermitteln steigt mit der Anzahl der Energiegemeinschaften mit gemeinschaftlichen Energieversorgungssystemen. Daher ist von staatlicher Seite eine Ausweitung der entsprechenden finanziellen Mittel an zu raten. Zu berücksichtigen ist, dass ohne Gegenfinanzierungsmaßnahmen eine Zunahme der Eigen- oder gemeinschaftliche Energieversorgung zu einem niedrigen Niveau von Netzentgelten, Umlagen, Konzessionsabgaben, geringeren Steuereinnahmen und einem höheren Zuschussbedarf führen kann.

Grundsätzlich unterstützen die Ergebnisse die These, dass Energiegemeinschaften in Zukunft eine wichtige Rolle spielen könnten. Es ist jedoch zu beachten, dass viele der angegebenen Präferenzen möglicherweise nicht dem tatsächlichen Verhalten entsprechen. Die Forschungsergebnisse sollten daher durch Beobachtungsergebnisse in größerem Maßstab (z. B. in Reallaboren) ergänzt werden.

Die Ergebnisse wurden zwar vor der derzeitigen Energiekrise ermittelt, sie können jedoch zur Erklärung aktueller Verhaltensweisen privater Haushalte herangezogen werden. So liefern die gewonnen Erkenntnisse, warum ein Teil der Bevölkerung trotz eventueller finanzieller Vorteile zögert, ihre Energieversorgung zu überdenken bzw. ein Teil der Bevölkerung trotz finanzieller Nachteile aktiv wird. Allgemein ist zu erwarten, dass durch die Ausrichtung auf lokale Aspekte auch die Bereitschaft zu anderen Elementen, die bei Transformationsprozessen bzw. vor dem Hintergrund der derzeitigen Energiekrise eine zentrale Rolle spielen, gestärkt werden (z.B. Akzeptanz von Windkraftanlagen). In REsCO wurde u.a. die Bedeutung sozialer Faktoren (inkl. soziale Bedürfnisse, soziale Normen, soziale Identität) auf Handlungsbereitschaften deutlich. Mit dem Krieg in der Ukraine gewannen bzw. gewinnen diese Aspekte weiter an Bedeutung.

Eine Frage, die im Rahmen von Folgestudien zu untersuchen ist, ist die Frage nach der Beständigkeit von Einstellungsänderungen, die durch Extremereignisse wie den Ukrainekrieg induziert werden bzw. der Beständigkeit der dadurch ausgelösten Effekte.

Über das Fona Netzwerk erfolgte eine Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen. Aus diesen Kooperationen gingen u.a. Publikation zum Ausstieg aus den fossilen Energieträgern (Kriegler et al. 2020) hervor.

Teil II Darstellung der durchgeführten Arbeiten

Inhalt

A Darstellung der Inhalte.....	6
1 Einleitung (Leitung IEK-STE).....	6
2 Verhalten von Individuen und Haushalten in der Energiewende: Theoretische Erklärungsansätze aus interdisziplinärer Sicht (Leitung OvGU)	6
3 Erhebung und Test von Einflussfaktoren.....	8
3.1 Studie A: Fallstudien (Leitung IEK-STE).....	8
3.1.1 Zielsetzung.....	8
3.1.2 Methodische Vorgehensweise	9
3.1.3 Ergebnisse.....	9
3.2 Studie B: „Umfrage“ (Leitung OvGU)	12
3.2.1 Zielsetzung.....	12
3.2.2 Methodische Vorgehensweise	12
3.2.3 Ergebnisse.....	13
3.2.4 Diskussion.....	14
3.3 Studie C: Discrete-Choice-Experiment – Ausgestaltung von lokalen Energiegemeinschaften (Leitung OvGU)	15
3.3.1 Zielsetzung.....	15
3.3.2 Methodische Vorgehensweise	15
3.3.3 Ergebnisse.....	16
3.3.4 Diskussion.....	17
3.4 Studie D: Discrete-Choice-Experiment – Eigenheimbesitzer*innen (Leitung IEK-STE)	18
3.4.1 Zielsetzung.....	18
3.4.2 Methodische Vorgehensweise	18
3.4.3 Ergebnisse.....	21
4 „Systemperspektive- Haushalte in Interaktion“ (Leitung IEK-STE).....	23
4.1 Vorbemerkungen.....	23
4.2 Methodische Vorgehensweise – Cross-Impact Bilanzanalyse.....	24
4.3 Identifizierung von Transformationspfaden.....	27
4.3.1 Transformationspfad 1: Trendfortschreibung.....	29

4.3.2	Transformationspfad 2: Wertewandel in Richtung Nachhaltigkeit.....	30
4.4	Schlussfolgerungen.....	31
5	Bewertung von Entwicklungspfaden (Leitung IEK-STE).....	31
5.1	Zielsetzung.....	31
5.2	Auswahl und Spezifizierung von Versorgungsoptionen	32
5.3	Ergebnisse.....	36
6	Ableitung und Diskussion von Politikempfehlungen (Leitung IEK-STE).....	38
7	Zusammenfassung.....	41
8	Literatur	42

A Darstellung der Inhalte

1 Einleitung (Leitung IEK-STE)

Die große Bedeutung von Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften im Hinblick auf die Energiewende wird sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene immer wieder betont (siehe z.B. [1], [2], [3]). Hierbei wird auf mögliche ökologische, wirtschaftliche und soziale Vorteile hingewiesen, die die Gemeinschaften für ihre Mitglieder und die Regionen, in denen sie verortet sind, mit sich bringen. Obwohl Energiegemeinschaften in der EU-Gesetzgebung als ein wichtiger Eckpfeiler für eine erfolgreiche nachhaltige Energiewende angesehen werden, sind die derzeitigen Aktivitäten in Deutschland (und der EU insgesamt) begrenzt.

Das Projekt REsCO („Res per collaborationem“ oder „Durch Zusammenarbeit zum Erfolg“) setzt an diesem Punkt an. Im Mittelpunkt des Projektes steht die Frage, inwieweit bzw. wie durch die Berücksichtigung des sozialen Kontextes, private Haushalte zu einer aktiveren Teilnahme an einer Transformation des Energiesystems motiviert werden können. Entsprechend steht nicht die isolierte Betrachtung des Verhaltens Einzelner, sondern der Einfluss sozialer Faktoren auf das Handeln von Individuen im Vordergrund. So fokussiert sich das Projekt auf gemeinschaftsbasierte Aktivitäten privater Haushalte.

In einem ersten Schritt wurde im Rahmen des interdisziplinär angelegten Projektes Erklärungsansätze für Verhalten aus verschiedenen Disziplinen miteinander verglichen bzw. zusammengeführt. Die entsprechenden Ergebnisse werden im Kapitel 2 vorgestellt. Im Kapitel 3 werden Methoden und Ergebnisse beschrieben, die wir im Rahmen des Vorhabens eingesetzt bzw. gewonnen haben. In Kapitel 4 werden mögliche Transformationspfade vorgestellt, die sich aus der Interaktion unterschiedlicher Akteursgruppen ergeben. In Kapitel 5 werden diese Pfade in Hinblick auf ökonomische und ökologische Effekte bewertet. Im letzten Kapitel werden aus den gewonnenen Erkenntnissen Rückschlüsse auf Politikempfehlungen gezogen.

2 Verhalten von Individuen und Haushalten in der Energiewende: Theoretische Erklärungsansätze aus interdisziplinärer Sicht (Leitung OvGU)

Obleich nicht das Verhalten Einzelner, sondern gemeinschaftsbasierte Aktivitäten privater Haushalte im Vordergrund stehen, ist doch in theoretischen Erklärungsansätzen auch individuellen Verhaltens der Anfang der Arbeiten in REsCO verortet. Im Rahmen einer ausführlichen Betrachtung der für die Energiewende relevanten theoretischen Ansätze zur Erklärung menschlichen Verhaltens aus drei Disziplinen (siehe [4]), ergaben sich die nachfolgend kurz diskutierten Erkenntnisse.

In der **Ökonomie** ist das zentrale Betrachtungsobjekt das menschliche Verhalten in Bezug auf die Allokation von knappen Ressourcen [5]. Es wird ferner davon ausgegangen, dass Individuen ihren Nutzen maximieren, indem sie den Nutzen berücksichtigen, den ihnen Güter oder Dienstleistungen, bzw. deren Charakteristika [6], aufgrund individueller Präferenzen erweisen. Diese Nutzenmaximierung wird durch begrenztes verfügbares Budget und die Preise der Güter eingeschränkt. Wesentliche Elemente des ökonomischen Verhaltensmodells *homo oeconomicus* sind somit Präferenzen und Restriktionen [7]. Während Präferenzen in der klassischen Ökonomie nicht im Fokus stehen, sondern exogene Größen im Verhaltensmodell darstellen, werden Restriktionen und der Einfluss von Restriktionsveränderungen auf menschliches Verhalten genau untersucht. Darüber hinaus ist nicht ausschließlich menschliches Verhalten in der Ökonomie von Interesse, sondern auch dessen Konsequenzen für gesamtgesellschaftliche, ökonomische Prozesse sind zentrales Thema. Somit setzt

zwar die Ökonomie beim Individuum – dessen Verhalten und Präferenzen – an, relevante Erkenntnisse ergeben sich jedoch aus der Aggregation. Das Verhaltensmodell macht letztendlich Aussagen für die Wirtschaft und die Gesellschaft insgesamt.

Die **Psychologie** hingegen versucht vor allem das individuelle Verhalten an sich zu erklären, untersucht potentielle Einflussfaktoren, allen voran subjektive Variablen wie Einstellungen, Wahrnehmung von sozialen Normen oder wahrgenommene Verhaltenskontrolle und identifiziert Prädiktoren, mit denen sich erklären lässt, wie sich Menschen in sozialen Situationen (Sozialpsychologie) oder im Hinblick auf deren Umwelt (Umweltpsychologie) verhalten. Je nach Erklärungsmodell des menschlichen Verhaltens werden unterschiedlich viele Prädiktoren angenommen (siehe z.B. das Normaktivierungsmodell (NAM) [8], die Theorie des geplanten Verhaltens (TPB) [9]), die Value-Belief-Norm (VBN) Theory [10] oder das Campbell-Paradigma [11]). Sowohl persönliche als auch soziale und kontextuelle Prädiktoren können erfasst und analysiert werden. Das *Campbell-Paradigma* [11], ein aufgrund seiner geringen Prädiktorenzahl relativ einfaches Modell, beschreibt Verhalten mittels Motivation und Verhaltenskosten, wobei beide Faktoren kompensatorisch wirken.

Die **Soziologie** hingegen betrachtet insbesondere das soziale Zusammenleben von Menschen [12, 13], welches aus den Reaktionen von Menschen aufeinander und aus Regeln des Zusammenlebens heraus entsteht. Regeln wie Gesetze oder soziale Normen determinieren maßgeblich den Handlungsspielraum der Mitglieder einer Gesellschaft [14]. Wie auch die Ökonomie untersucht die Soziologie Sachverhalte auf der Mikro- und Makroebene. In der Regel handelt es sich bei den zu untersuchenden Sachverhalten jedoch um Aggregatmerkmale, die soziale Gruppen bzw. eine Gesellschaft beschreiben. Die Soziologie liefert ein Modell zur Verknüpfung der beiden Ebenen. Das *Makro-Mikro-Makro-Modell* [15] zeigt dabei Zusammenhänge zwischen der Makro- und Mikroebene (der Individualebene) auf, indem es den Zusammenhang zwischen zwei Aggregatmerkmalen der Makroebene über die Einstellungen und Handlungen der Gesellschaftsmitglieder auf der Mikroebene erklärt. Aggregatmerkmale bestimmen also zum einen die Handlungsoptionen von Individuen, rufen vermehrt bestimmte Handlungen unter Gesellschaftsmitgliedern hervor und erzeugen somit wiederum auf der aggregierten Ebene ein soziales Phänomen.

Bei einem Vergleich der Disziplinen – der Ökonomie, Soziologie, Sozial- und Umweltpsychologie – wird deutlich, dass das Interesse am menschlichen Verhalten eine Gemeinsamkeit darstellt. Ökonomie und Soziologie betrachten zwar das Verhalten von Individuen, fokussieren aber häufig auf die aggregierte Ebene und auf Verhaltensrestriktionen, allen voran jeweils die der knappen Ressourcen und gesellschaftlichen Regeln. Ergänzend dazu betrachtet die Psychologie hauptsächlich die individuelle Ebene, also die Motivation hinter einer Handlung eines Individuums. Es ergeben sich also erhebliche Überschneidungspunkte unter den Disziplinen, aber aufgrund ihrer unterschiedlichen Fokusse ergänzen sie sich und liefern in ihrer Kombination eine ganzheitliche Betrachtung von menschlichem Verhalten. Restriktionen werden im *Campbell-Paradigma* der Psychologie zu Verhaltenskosten und die motivationale Komponente wird zur Präferenz im ökonomischen Grundmodell *homo oeconomicus*. Somit ist die Schwerpunktsetzung in beiden Disziplinen unterschiedlich, gleichzeitig lassen sich aber Überschneidungen und Ergänzungsmöglichkeiten gut erkennen (siehe Abb. 1). Zusätzlich ergibt sich aus den verschiedenen theoretischen Ansätzen zur Erklärung von Verhalten eine Vielzahl an potentiellen Prädiktoren (siehe [4] für eine genaue Diskussion aller betrachteter Ansätze), die im REsCO-Projekt für die dort relevanten Fragestellungen, genauer zu bestimmen waren. In Abb. 1 finden sich die identifizierten potentiellen Faktoren in den objektiven Eigenschaften der Objekte und deren Wahrnehmung sowie in den Einstellungen und in den objektiven und wahrgenommenen internen und

externen Restriktionen wieder. Letztlich liefert das *Makro-Mikro-Makro-Modell* der Soziologie den entscheidenden theoretischen Verknüpfungspunkt zwischen individuellem Verhalten und gesamtgesellschaftlichen Phänomenen und dem Wechsel zwischen individueller Ebene und gesamtgesellschaftlicher bzw. Gruppenebene.

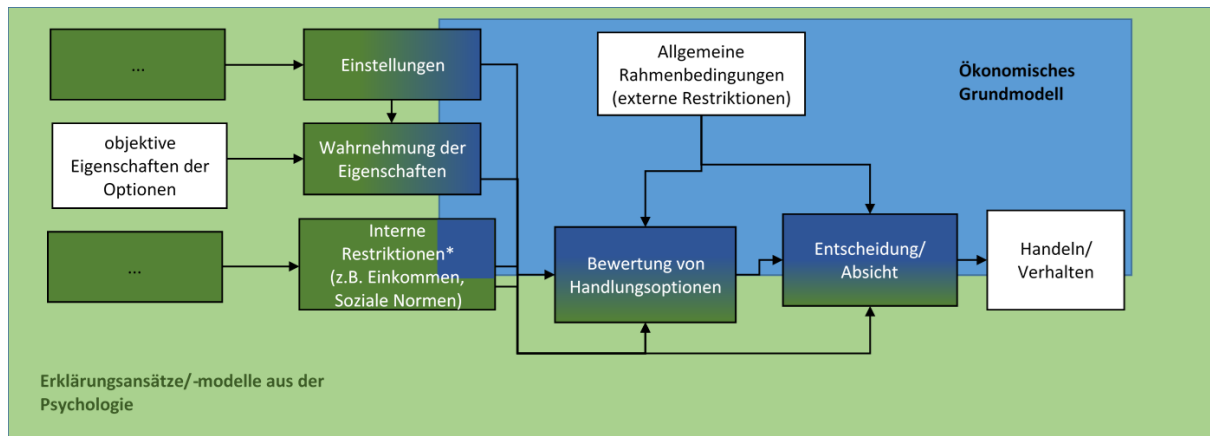


Abb. 1: Überschneidungen und Unterschiede der Verhaltensmodelle aus Ökonomie und Psychologie [4]

3 Erhebung und Test von Einflussfaktoren

Zur Erhebung von Einflussfaktoren in verschiedenen Studien (siehe Abschnitte 3.1-3.4) wurde eine Definition des zentralen Betrachtungsobjekts aufbauend auf den bereits im Projektantrag erfolgten Ausführungen von allen Projektpartnern gemeinsam erarbeitet:

Wir definieren „eine **lokale Energiegemeinschaft** als einen Zusammenschluss von privaten Haushalten in unmittelbarer Nachbarschaft, die gemeinschaftlich ein räumlich begrenztes Energiesystem betreiben und benutzen, das auf nachhaltigen Energieträgern basiert.“ [16]

Von Interesse sind also in diesem Forschungsprojekt ausschließlich Prosumer*innengemeinschaften. In allen weiteren Kapiteln beziehen wir uns auf diese Definition, wenn *lokale Energiegemeinschaften* Erwähnung finden.

3.1 Studie A: Fallstudien (Leitung IEK-STE)

3.1.1 Zielsetzung

Im Rahmen des ersten Arbeitspakets (WP0) von REsCO wurde deutlich, dass Fallstudien von existierenden lokalen Energiegemeinschaften sowie Interviews unter Gemeinschaftsmitgliedern wichtige Informationen für die Ausgestaltung und Eingrenzung der weiteren Studien, insbesondere für die Umfragen und Discrete Choice Experimente, hervorbringen. Teile der gewonnenen Ergebnisse sind veröffentlicht in [17], weitere Fragestellungen dienten ausschließlich der Informationsbeschaffung für die nachfolgenden Studien. Wesentliche Ergebnisse aus letzteren werden in Abschnitt 3.1.3.1 gesondert dargestellt.

Ausgangspunkt für die Fallstudien waren die Erkenntnisse in der Fachliteratur, dass zum einen Verhaltensänderungen und nachhaltiger Konsum in den Bereichen Energieerzeugung und Energieverbrauch privater Haushalte zentrale Erfordernisse zur erfolgreichen Bekämpfung des anthropogenen Klimawandels sind [18]. Auf den Haushaltssektor entfallen 25,5 % des direkten Energieverbrauchs in Deutschland [19]. Zum anderen hat sich gezeigt, dass zwar Erneuerbare-

Energien-Anlagen recht erfolgreich in deutschen Privathaushalten Verbreitung finden (in der Regel durch Prosuming von Solarstrom [20] oder Energiegenossenschaften [21]), dies aber nicht mit gleichzeitigen, breiteren Verhaltensänderungen, wie Energiesparen und nachhaltigem Konsum, einhergeht [20, 22]. Im Kontext von Gemeinschaftsprojekten lassen sich jedoch immer wieder weitreichende Nachhaltigkeitstransformationen beobachten [23], z.B. in Öko-Stadteilen wie Vauban [24], Cohousing-Siedlungen [25] und Ökodörfern [26].

Es galt also Einflussfaktoren für die Gründung und Teilnahme nachhaltiger Gemeinschaftsprojekte bzw. lokaler Energiegemeinschaften zu ergründen und in diesem Zusammenhang relevante Charakteristika lokaler Energiegemeinschaften und ihrer Mitglieder zu erkennen. In qualitativer vergleichender Fallstudienforschung wurden sechs nachhaltige Gemeinschaftsprojekte untersucht. Nachhaltige Gemeinschaftsprojekte wurden als (Bottom-up-) Bürger*inneninitiativen definiert [17], die sich darum bemühen, die Umweltauswirkungen des Wohn- und Lebensstils ihrer Mitglieder zu verringern. Ihre Ausgestaltung ist meist derart, dass sie auch als lokale Energiegemeinschaften verstanden werden können, jedoch ihre Aktivitäten nicht nur auf die nachhaltige Gestaltung ihrer Energieversorgung abzielen.

3.1.2 Methodische Vorgehensweise

Ausgangspunkt der Fallauswahl war eine Reihe von festgelegten Auswahlkriterien: Die Projekte mussten (1) aus einer Gruppe von (2) Privatpersonen bestehen, die (3) gemeinsam in einem nachhaltigen Gemeinschaftsprojekt aktiv sind oder ihr privates Kapital darin investieren, und welche (4) die Implementierung von nachhaltigen Energietechnologien und/oder Energieeffizienzmaßnahmen in den Häusern der Mitglieder beinhalten und (5) deren Mitglieder weitere nachhaltige Maßnahmen ergreifen. Ein weiteres Auswahlkriterium war die Verschiedenartigkeit der Gemeinschaftsprojekte, um die Vielfalt der in Deutschland existierenden Formen, Organisationsformen, Standorte und Aktionen zu repräsentieren und so für die nachfolgenden Studien möglichst vielseitige Ergebnisse zu erzielen. Folgende Methoden wurden zur Datenerhebung angewandt: eine Dokumentenanalyse (von Dokumenten vom Gründungsprozess und selbstveröffentlichten Materialien der Gemeinschaften wie Websites, Berichte und Werbematerialien, von externen Quellen wie Buchauszügen, Fernseh- und Zeitungsberichten), Besuche vor Ort, einunddreißig Leitfrageninterviews mit Mitgliedern aller sechs Gemeinschaftsprojekte und zwei ergänzende Telefoninterviews. Der Interviewleitfaden bestand aus den Themen: nachhaltige Maßnahmen der Gemeinschaftsprojekte, Geschichte des Projekts, Entstehungsprozess und/oder Entwicklung, Geschichte in Bezug auf Nachhaltigkeit (der Gemeinschaft und persönlich), persönliche Motivation zur (Mit-)Gründung oder Mitgliedschaft und Herausforderungen während der Realisierung der Projektvorhaben. Die Interviews wurden anschließend mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring [27] separat ausgewertet. Danach wurde eine Vergleichsanalyse durchgeführt.

3.1.3 Ergebnisse

3.1.3.1 *Motive und Sozialkapital*

Neben vielen individuellen Motiven für die Teilnahme (und Gründung), dominierten einige wenige Motive über alle Projekte hinweg: die Gemeinschaft (87 %) und Ökologie bzw. Nachhaltigkeit (67 %). Fünf Hauptmotive, um die sich alle anderen Motive gruppieren, ließen sich identifizieren: Gemeinschaft, Nachhaltigkeit, Genossenschaft, Altersgerechtigkeit und ortsbezogene Motive (Abb. 2). Die Verflechtung der Hauptmotive wurde durch den Begriff der mehrdimensionalen Nachhaltigkeit in den Interviews thematisiert. Der Begriff umfasst Ökologie, Ökonomie und Soziales.

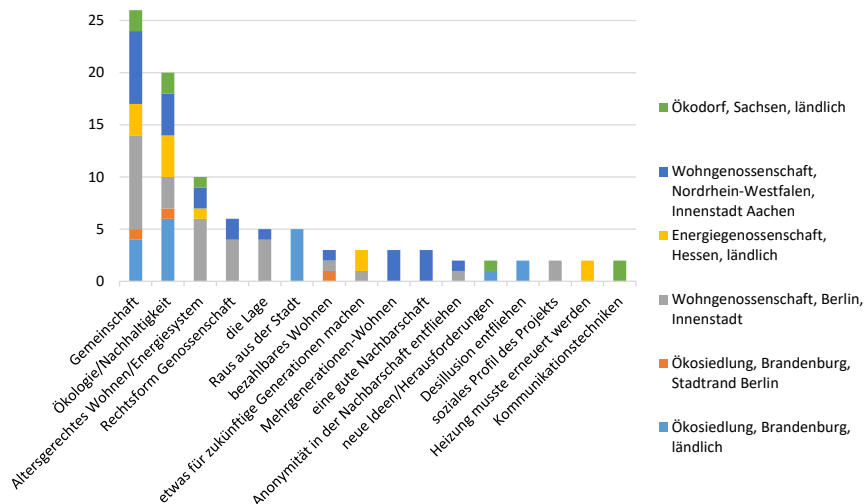


Abb. 2: Genannte Motive für die Teilnahme am Projekt (Mehrfachnennungen, n=30) [17].

Sozialkapital fungierte als externe Motivation an mehreren Punkten im sequentiellen Prozess der Entstehung der Gemeinschaftsprojekte und der Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen. Vorhandenes Sozialkapital, insbesondere das Vertrauen in bestehende soziale Netzwerke, wirkte als Motivator für die Entscheidung, an den Projekten teilzunehmen. Neues Sozialkapital wurde aufgebaut und motivierte weitere zur Teilnahme. Innerhalb der neu gebildeten Gruppen fand Wissensaustausch, Vertrauensbildung und Einflussnahme durch zentrale Personen wie Initiatoren statt, sodass Motivation, nachhaltige Maßnahmen umzusetzen oder zu unterstützen, aufkam oder anstieg. Während des Realisierungsprozesses wurden Vertrauen, gemeinsame Werte und Normen geschaffen, welche als zusätzliche Motivatoren für Spillover-Effekte (Umsetzung weiterer nachhaltiger Maßnahmen) wirkten. Soziale Normen scheinen bei Spillover-Effekten eine besondere Rolle zu spielen, da Fälle von sozialen Normen nicht nur, aber überwiegend im Zusammenhang mit Spillover-Effekten berichtet wurden.

Die Studie zeigt also ein komplexes Zusammenspiel von Sozialkapital, sozialen Bedürfnissen und Umweltbelangen: Für viele Mitglieder war es der Wunsch, Teil einer Gemeinschaft zu sein, d. h. ein soziales Bedürfnis, das sie dazu veranlasste, mitzumachen und zu investieren. Das Vertrauen in die bestehenden sozialen Netze war ein zusätzlicher Motivator. Innerhalb der Gruppen wurde bereits vorhandenes soziales Kapital genutzt oder neues aufgebaut, das dann als Motivation für kollektives Handeln zur Förderung der Projektziele eingesetzt wurde. Zu diesem neu gebildeten Sozialkapital gehörten Vertrauen und implizite Verhaltensregeln für nachhaltiges Handeln, d. h. soziale Normen. Ebenso wichtig scheinen bereits vorhandene Umwelteinstellungen, nicht bei allen, aber bei einer kritischen Masse von Menschen und bei wichtigen Einzelpersonen (z. B. den Initiatoren) gewesen zu sein, die ihr soziales Kapital und Überzeugungskraft einsetzten, um zu nachhaltigem Handeln zu motivieren.

3.1.3.2 Herausforderungen

Im Rahmen der Interviews Fragen zu den Erfahrungen und Herausforderungen bei der Realisierung der Projekte gestellt. Diese stellen keine eigenständige Publikation dar, führten aber zu weiteren, für die nachfolgenden Studien relevanten Ergebnissen. Diese Ergebnisse werden mit diesem Bericht größtenteils erstmals veröffentlicht oder sind in [16] zu finden.

Obwohl jedes Projekt in der Entstehungsphase mit unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert war, kristallisierten sich wiederkehrende Themen heraus: finanzielle, regulatorische, (interne und externe) zwischenmenschliche, technische und Sachkenntnis-betreffende Herausforderungen. Am häufigsten wurden die Schwierigkeit Finanzmittel von Finanzinstitutionen zu beschaffen und die verfügbaren finanziellen Mittel mit den Plänen und Ideen für die Projekte in Einklang zu bringen, genannt (4 von 6 Projekten). Gleichsam wurden rechtliche Beschränkungen und ein wahrgenommener Mangel an politischer Unterstützung, die die Umsetzung noch weitergehender nachhaltiger Maßnahmen ver-/behinderten, thematisiert.

Der hohe Kapitalbedarf erwächst nicht nur aus den Bestrebungen im Hinblick auf die Energieversorgung, sondern begründet sich im gleichzeitigen Bau oder Erwerb von Wohnraum. Ein ergänzendes Interview, das mit einer Person geführt wurde, die sowohl mit Gemeinschaftsprojekten als auch mit einer nachhaltigen Bank in Deutschland in Verbindung steht, bestätigte, dass nachhaltige Gemeinschaftsinitiativen in der Vergangenheit mehr Schwierigkeiten gehabt hätten, eine Finanzierung zu erhalten; mit dem Aufkommen nachhaltiger Banken in Deutschland sei dies jedoch einfacher geworden. In den sechs Fallstudien wurden mehrere Beispiele für finanzielle Unterstützung als Faktoren für die erfolgreiche Durchführung der Projekte trotz begrenzter finanzieller Mittel genannt, bspw. in Form von Bundeswettbewerben wie "Unser Dorf hat Zukunft" des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, sowie Förderkredite der staatlichen Förderbank KfW bzw. der Landesbank Brandenburg. Die private Finanzierung und der damit verbundene hohe Finanzbedarf scheinen in einigen Projekten zu einer Art Gentrifizierung geführt zu haben: Die meisten Mitglieder gehören der Mittelschicht an, viele sind Akademiker*innen, einige sind durch Erbschaften zu Geld gekommen. Ideen der sozialen Inklusion konnten nicht vollständig umgesetzt werden.

Regulatorische Einschränkungen wurden von Befragten von vier der sechs Projekte genannt. Die Forschung zu Hemmnissen für nachhaltiges Handeln hat gezeigt, dass regulatorische oder gesetzliche Faktoren erhebliche Barrieren darstellen können [28, 29]. Viele der genannten Barrieren betrafen nicht direkt die Energiesysteme, sondern anderweitige nachhaltige Bestrebungen, wie bspw. Pflanzenkläranlagen. Bei der Stromproduktion mit Photovoltaikanlagen stellt der regulatorische Rahmen eine wesentliche, sogar verhindernde Barriere dar: Einerseits gibt es starke Einschränkungen bei der (finanziellen) Förderung für Eigenverbrauch von Strom aus größeren Anlagen (siehe [30]). Nur der Eigenverbrauch von Solarstrom aus Anlagen mit einer Peak-Leistung von maximal 30 Kilowatt ist von allen Umlagen, Abgaben und Gebühren befreit. Für Energiegemeinschaften sind jedoch nur größere Photovoltaikanlagen sinnvoll. Außerdem lässt sich die geforderte Identität von Eigentümer*innen der Anlage und Nutzer*innen der erzeugten Energie rechtlich in vielen Fällen nicht nachweisen (beispielsweise in Genossenschaften) [16, 17]. Das Mieterstromgesetz [31] hingegen wird als zu komplex und dessen bürokratischer Aufwand als Hemmnis eingestuft. Auf die Umsetzung von Mieterstromkonzepten spezialisierte Dienstleister sind aus finanziellen Gründen nur für größere Projekte eine Lösung.

Nachbarschaftsbeziehungen und zwischenmenschliche Konflikte unter Nachbarn sind in verschiedenen Bereichen untersucht worden [32, 33]. Zwei Arten von zwischenmenschlichen Herausforderungen wurden in den Interviews thematisiert; interne (während des Entscheidungsprozesses bei der Realisierung der Projektpläne) und externe (Unstimmigkeiten zwischen der Gruppe und den Nachbarn der Projekte). Die Akzeptanz durch die breitere Gemeinschaft, in der die Projekte entstanden (bspw. NIMBY-Effekt im Falle eines Windrads), und die Integration der Projektmitglieder in diese Gemeinschaft waren Herausforderungen. Nach Schilderungen der Befragten

war kontinuierliches Engagement ein Erfordernis. Externe zwischenmenschliche Konflikte scheinen jedoch hauptsächlich ein Problem in ländlichen Gebieten zu sein.

Über technische Herausforderungen berichteten nur Mitglieder aus Projekten, die Anfang der 1990er Jahre entstanden sind. Nachhaltigkeit und erneuerbare Energien gehörten noch nicht zum Standard, was zu mangelnder Erfahrung der Baufirmen mit der jeweiligen Technologie führte, sowie der Schwierigkeit Unternehmen zu finden, die sich mit der Installation von Erneuerbare-Energien-Anlagen auskannten. Die fachlichen Herausforderungen wurden im Entstehungsprozess der Projekte überwunden. Ihre Erwähnung erinnert an die Tatsache, dass die Mitglieder selbst – Bürger*innen und keine Expert*innen – diese Projekte mit wenig Hilfe von außen realisierten.

3.2 Studie B: „Umfrage zur Beteiligungsbereitschaft an lokalen Energiegemeinschaften in der deutschen Bevölkerung“ (Leitung OvGU)

3.2.1 Zielsetzung

Die Energiewende geht mit einer Vielzahl an Herausforderungen einher und führt auch zu einer Dynamik auf Ebene der Forschung im Sinne von Forschungsfragen und -bedarf. So gibt es zum Beispiel bereits eine Vielzahl von Studien zur Akzeptanz von Windkraftanlagen oder zur Investitionsbereitschaft in Photovoltaikanlagen von Eigenheimbesitzer*innen (z.B. [34]; [35]; [36]), allerdings liegen noch relativ wenige Studien zur Beteiligung an lokalen Energiegemeinschaften vor (z.B. [37]; [38]). Derartige Energiegemeinschaften stellen aber eine interessante Ergänzung zu bisher vorhandenen Möglichkeiten der Beteiligung an der Energiewende dar, unter anderem deshalb, weil damit mehr Bürger*innen, insbesondere auch Mieter*innen, eine Beteiligung ermöglicht wird. Aufbauend auf bereits vorhandenen Forschungserkenntnissen zur Akzeptanz von erneuerbaren Energien und insbesondere Solaranlagen in privaten Haushalten sowie zur Beteiligung an Gemeinschaftsprojekten im Allgemeinen, ist es Ziel der Umfrage relevante Faktoren für die Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen zu identifizieren. Hierbei werden sowohl individuelle und soziale Faktoren berücksichtigt als auch umwelt- und innovationsbezogene Faktoren.

3.2.2 Methodische Vorgehensweise

Zur Identifikation von Faktoren, die einen relevanten Zusammenhang mit der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen aufweisen, sogenannte Prädiktoren, wurde Anfang 2020 eine quantitative Umfrage anhand eines Online-Fragebogens durchgeführt. Befragt wurden über 3000 in Deutschland lebende Personen. Die Stichprobe wurde repräsentativ nach Quoten hinsichtlich vier Kriterien durch ein Befragungsinstitut erhoben. Diese Kriterien waren Region Bildung, Geschlecht und Alter.

Der Fragebogen umfasste zum einen soziodemografische Variablen wie Alter, Geschlecht, Bildung, Wohnsituation und Einkommen und zum anderen potentielle psychologische Prädiktoren beispielsweise Umwelteinstellung, soziale Identität (umfasst kollektive Wirksamkeit, Gruppennorm und Gruppenidentifikation) und Technikaffinität sowie die Bereitschaft sich an einer Energiegemeinschaft zu beteiligen. Die Teilnehmer*innen erhielten außerdem Informationen über die Gestaltung einer Energiegemeinschaft, wie sie im Rahmen dieser Studie definiert wurde. Hierfür wurde unterstützend eine Grafik verwendet (siehe Abb.3).

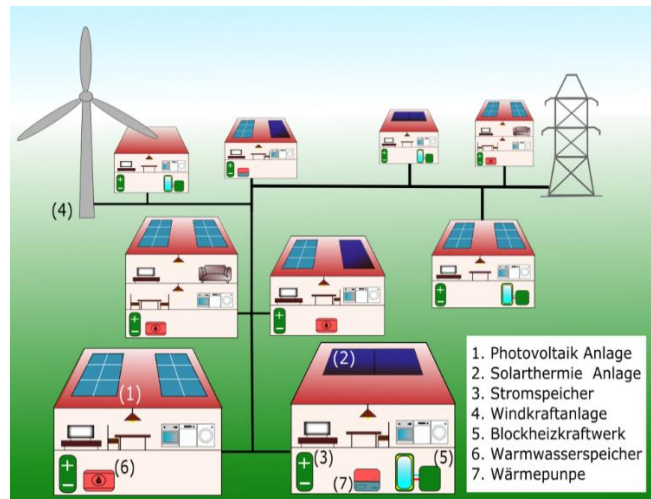


Abb. 3: Darstellung einer lokalen Energiegemeinschaft in der Umfrage

Für die Erhebung der psychologischen Prädiktoren wurden bereits vorhandene Skalen verwendet (Skala Allgemeinen Ökologischen Verhaltens <https://www.ipsy.ovgu.de/sozpsy-path-980,1404.html> und Fragebogen zur interaktionsbezogenen Technikaffinität <https://ati-scale.org>) oder für den Kontext dieser Studie angepasst (Items zur Sozialen Identität, z.B. [39]). Ebenso wurde eine bereits bestehende Beteiligung an einer Energiegemeinschaft abgefragt. Personen, die bereits Mitglied einer Energiegemeinschaft waren, wurden für die Identifikation von Prädiktoren nicht berücksichtigt.

Die untersuchte Stichprobe umfasst 2861 Teilnehmer*innen. Knapp die Hälfte der Teilnehmer*innen war weiblich (49,6%). Das Durchschnittsalter lag bei 45 Jahren ($SD = 14,75$). Die meisten Teilnehmer*innen gaben an in einer Wohnung zu leben (62,7%). Mit 27% bzw. 39,4% waren die 1- bzw. 2- Personenhaushalte am häufigsten.

3.2.3 Ergebnisse

Für alle psychologischen Variablen, die als mögliche Prädiktoren untersucht worden sind, sowie für die Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen, wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Anzumerken ist hier, dass für alle Variablen mit Ausnahme der Umwelteinstellung Mittelwerte anhand einer 5-stufigen Antwortskala berechnet worden sind. Bei der Umwelteinstellung wurden die Antworten entweder direkt dichotom (ja/nein) erfasst oder für die Auswertung entsprechend umkodiert. Im Anschluss wurde eine Rasch-Analyse durchgeführt, die auch die Schwierigkeiten der Items berücksichtigt. Der Mittelwert von 0,12 ist vergleichbar mit den Erfahrungswerten bei ähnlichen Stichproben. Die Bereitschaft sich an einer Energiegemeinschaft zu beteiligen ist nicht besonders hoch ($M = 2,35$).

Tab. 1 Mittelwerte und Standardabweichungen Umfrage (Wittenberg, under review).

<i>Variable</i>	<i>Mittelwert</i>
Technikaffinität	2,89
Autarkie	3,08
Finanzielle Aspekte	2,82
Umwelteinstellung	0,12
Kollektive Wirksamkeit	3,09
Gruppennorm	2,57
Gruppenidentifikation	2,87
Beteiligungsbereitschaft	2,35

Zur Identifikation von Prädiktoren der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen wurden zunächst Korrelationen berechnet, da diese eine Voraussetzung zur folgenden Regressionsanalyse darstellen. Es wurden signifikante Korrelationen zwischen allen berücksichtigten Prädiktoren und der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen festgestellt. Die Regressionsanalysen haben zudem alle Variablen als signifikante Prädiktoren der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen bestätigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die berücksichtigten Prädiktoren rund 54% der Varianz der Bereitschaft sich an einer Energiegemeinschaft zu beteiligen erklären. Des Weiteren wird deutlich, dass alle berücksichtigten Prädiktoren zu dieser Erklärung beitragen, allerdings in einem sehr variablen Umfang. Die größte Rolle spielen hier das Autarkiebestreben ($\beta = 0,274$) und die Berücksichtigung finanzieller Aspekte ($\beta = 0,365$). An dritter Stelle kommt die Technikaffinität ($\beta = 0,105$), gefolgt von der kollektiven Wirksamkeit und der Gruppenidentifikation ($\beta = 0,083$ bzw. $\beta = 0,074$). Die geringsten, aber dennoch signifikanten, Beiträge zur aufgeklärten Varianz ergeben sich für die Umwelteinstellung ($\beta = 0,040$) und für die Gruppennorm ($\beta = 0,038$).

3.2.4 Diskussion

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse die Erwartungen, dass alle berücksichtigten Prädiktoren zur Erklärung der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen beitragen. Auffällig ist hierbei, dass insbesondere das Autarkiebestreben und die Berücksichtigung finanzieller Aspekte zur Erklärung beitragen. Zusammen mit der Technikaffinität und der relativ geringen Bereitschaft sich zu beteiligen, sprechen die Ergebnisse dafür, dass sich vor allem Innovatoren im Sinne der Diffusion of Innovations Theory von Rogers (z.B. [40]) für eine Beteiligung an Energiegemeinschaften interessieren. Dieses Ergebnis erscheint gerade angesichts der Tatsache, dass Energiegemeinschaften allgemein, aber gerade auch in der hier untersuchten Form mit der Möglichkeit der direkten Nutzung als Prosumer, noch als innovativ zu betrachten sind, interessant. Energiegemeinschaften sind allerdings nicht nur als Innovation zu betrachten, sondern zeichnen sich auch durch die Beteiligung mehrere Personen aus und vorherige Studien haben anhand von Fallbeispielen die Wichtigkeit einer guten Gemeinschaft für den Erfolg einer Energiegemeinschaft hervorgehoben (z.B. [41]). Selbst wenn die soziale Identität in der Umfrage nur in geringerem Maße zur Erklärung der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen beigetragen hat, ist dies daher ein wichtiger Faktor, der sowohl in der Forschung weiter untersucht als auch in der Praxis Berücksichtigung finden sollte um gerade gemeinschaftlich interessierte Personen für Energiegemeinschaftsprojekte zu gewinnen.

Das alle, in die Analyse eingebundenen, Prädiktoren signifikant gewesen sind, macht auch deutlich, dass es nicht ausreicht nur ein oder zwei Variablen zu betrachten. Für ein besseres Verständnis der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen erscheint es daher wichtig, eine Vielzahl von möglichen Motivationen verschiedener Personen zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund sollte bei der Kommunikation bezüglich der Beteiligung an einer lokalen Energiegemeinschaft ebenfalls darauf geachtet werden, verschiedene Beweggründe für eine Beteiligung abzudecken und somit möglichst viele Menschen zu erreichen.

3.3 Studie C: Discrete-Choice-Experiment – Ausgestaltung von lokalen Energiegemeinschaften (Leitung OvGU)

3.3.1 Zielsetzung

Verglichen mit PV Anlagen in privaten Haushalten, die einen wichtigen Teil der 2 Mio. PV Anlagen in Deutschland ausmachen (Stand 2020, [42]) und bereits seit einigen Jahren die Möglichkeit zum Eigenverbrauch bieten, ist die Anzahl der Energiegemeinschaften noch relativ gering. So gab es etwa 2021 insgesamt 835 Energiegenossenschaften in Deutschland [43] und der Eigenverbrauch innerhalb einer Energiegemeinschaft gestaltet sich noch schwierig. Für die weitere Entwicklung von Energiegemeinschaften, insbesondere mit dem Ziel einer möglichst großen Anzahl Bürger*innen eine Beteiligung zu ermöglichen, erscheint es wichtig die Bedürfnisse der Bürger*innen hinsichtlich der Ausgestaltung von Energiegemeinschaften besser zu kennen.

Basierend auf den bisherigen empirischen Ergebnissen aus dem Projekt und sowie den Erkenntnissen aus in der Literatur veröffentlichten Studien (siehe auch 3.2.1), wurden im Rahmen des Discrete Choice Experiment (DCE) verschiedene Energiegemeinschaften mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Auswahl gestellt um ein besseres Verständnis darüber zu erlangen welche Eigenschaften den Bürger*innen besonders wichtig sind und zu untersuchen wie eine Energiegemeinschaft am besten gestaltet werden sollte um eine möglichst hohe Akzeptanz zu fördern.

3.3.2 Methodische Vorgehensweise

Mittels einer Online Befragung wurde ein DCE durchgeführt, das um einen Rahmenfragebogen zu soziodemografischen und psychologischen Variablen ergänzt wurde. Zu den psychologischen Variablen gehörten wie in der Umfrage die Technikaffinität, die Umwelteinstellung und die soziale Identität. Die Erhebung erfolgte Ende 2020 (Mitte Oktober-Mitte November) durch eine Befragungsinstitut unter Berücksichtigung von vier Quotenkriterien (Region, Alter, Geschlecht, Bildung). Die Stichprobe umfasst insgesamt 1501 in Deutschland lebende Teilnehmer*innen im Alter von 18 bis 70 Jahren. Die Hälfte der Stichprobe war weiblich (50%). Das DCE umfasste 13 Attribute mit unterschiedlichen Ausprägungen. Aufgrund der hohen Anzahl an Attributen wurde ein Partial Profil Design gewählt, d.h. nur ein Teil der Attribute wurden in jeder der insgesamt 15 hypothetischen Entscheidungssituationen, sogenannten Choice Sets, pro Teilnehmer*in integriert. Die anderen Attribute wurden in unterschiedlichen Kombinationen ergänzt, so dass in jeder Entscheidungssituation max. 8 Attribute zu berücksichtigen waren. In jeder Entscheidungssituation standen drei Energiegemeinschaften mit unterschiedlichen Ausprägungen für übereinstimmende Attribute zur Auswahl. Das DCE beinhaltete folgende Attribute (siehe auch Tab. 2):

- Einsatzbereich erneuerbare Energien
- Anzahl der beteiligten Haushalte aus der Nachbarschaft
- Häufigkeit der Mitgliederversammlungen

- Mitbestimmungsrechte der Mitgliedshaushalte
- Einmalige Beitrittsgebühr
- Veränderung der jährlichen Kosten für Ihre Energieversorgung
- in Echtzeit einsehbare Verbrauchsinformationen (zusätzlich zur Produktion der Anlagen)
- Deckung des Energiebedarfs der Gemeinschaft durch eigne Anlagen
- Aufteilung <<des erzeugten Stroms ODER der erzeugten Wärme ODER des erzeugten Stroms und der erzeugten Wärme>> auf die Mitgliedshaushalte der Gemeinschaft
- CO₂-Einsparung Ihres Haushalts in der Energiegemeinschaft
- Haftung jedes Haushalts bei Insolvenz der Energiegemeinschaft
- Persönliche Bekanntschaft unter den Mitgliedern
- Vorerfahrungen guter Bekannter mit Energiegemeinschaften

Für jede Entscheidungssituation wurden die Teilnehmer*innen sowohl danach gefragt, welche der drei Energiegemeinschaften sie wählen würden als auch danach, ob sie einer solchen Energiegemeinschaft tatsächlich beitreten würden, sollte sie in ihrer Nachbarschaft entstehen.

Tab. 2: Attribute und Ausprägungsmöglichkeiten im DCE mit verschiedenen Energiegemeinschaften im Vergleich

Attribut	Ausprägungen
Einsatzbereich erneuerbarer Energien	Strom (z.B. Photovoltaik)/ Strom und Wärme (z.B. Photovoltaik und Geothermie)/ Wärme (z.B. Solarthermie)
Beteiligte Haushalte aus der Nachbarschaft	10, 100 oder 1000 Haushalte
Mitbestimmungsrechte der Mitgliedshaushalte	Gleichberechtigte direkte Beteiligung an allen Entscheidungen/ Gleichberechtigte Wahl einer Vertreterversammlung/ Stimmrechte entsprechend der finanziellen Beteiligung
Deckung des Energiebedarfs durch gemeinschaftliche Anlagen	Vollkommen (100%)/ Überwiegend (75%)/ Zur Hälfte (50%)
Veränderung der jährlichen Kosten für Ihre Energieversorgung	+15% (Mehrkosten)/ Keine Veränderung in den Kosten/ -15% (Kostenersparnis)
Häufigkeit der Mitgliederversammlungen (je 2 Stunden)	Alle 2 Wochen/ Monatlich/ Jährlich
Persönliche Bekanntschaft unter den Mitgliedern	Meist sehr gut/ Meist gut/ Meist kaum
Aufteilung auf die Mitgliedshaushalte der Gemeinschaft	Menge angepasst an die Haushaltsgröße/ Gleiche Menge pro Haushalt/ Menge entsprechend der finanziellen Beteiligung
Vorerfahrungen guter Bekannter mit Energiegemeinschaften	Positive Erfahrungen/ Negative Erfahrungen/ Keine Erfahrungen/ Gemischte Erfahrungen
Einmalige Beitrittsgebühr für Ihren Haushalt (Mindestbetrag)	500€/ 2.500€/ 5.000€
Zusätzlich in Echtzeit einsehbare Verbrauchsinformationen	Keine/ Gesamtverbrauch der Gemeinschaft/ Gesamtverbrauch der Gemeinschaft und Verbrauch Ihres Haushalts/ Verbrauch Ihres Haushalts
CO ₂ -Einsparung Ihres Haushalts in der Energiegemeinschaft	30%/ 60%/ 90%
Haftung jedes Haushalts bei Insolvenz der Energiegemeinschaft	Privatvermögen des Haushalts/ Anfangs gezahlte Beitrittsgebühr

3.3.3 Ergebnisse

Die Verwendung von DCE ermöglicht es zu ermitteln wie wichtig die einzelnen Attribute für die Teilnehmer*innen bei den Entscheidungen für eine der zur Wahl gestellten Optionen (hier eine Energiegemeinschaft mit verschiedenen Eigenschaften) ist. Es wird also eine relative Wichtigkeit unter den berücksichtigten Attributen bestimmt. Im Falle des Energiegemeinschaften DCE zeigte sich, dass insbesondere die Veränderungen in den jährlichen Kosten für die Energieversorgung des eigenen Haushalts (16,1%) sowie die Höhe der einmaligen Beitrittsgebühr für den Haushalt (15,8%) eine

wichtige Rolle bei der Entscheidung für die eine oder andere Energiegemeinschaft gespielt haben (siehe Abb. 4). Zwei weitere wichtige Aspekte waren die Haftung des Haushalts bei Insolvenz (10,0%) und Häufigkeit der Mitgliederversammlungen (8,1%), gefolgt von den CO₂-Einsparungen des Haushaltes (7,5%) und der Anzahl beteiligter Haushalte aus der Nachbarschaft (6,8%).

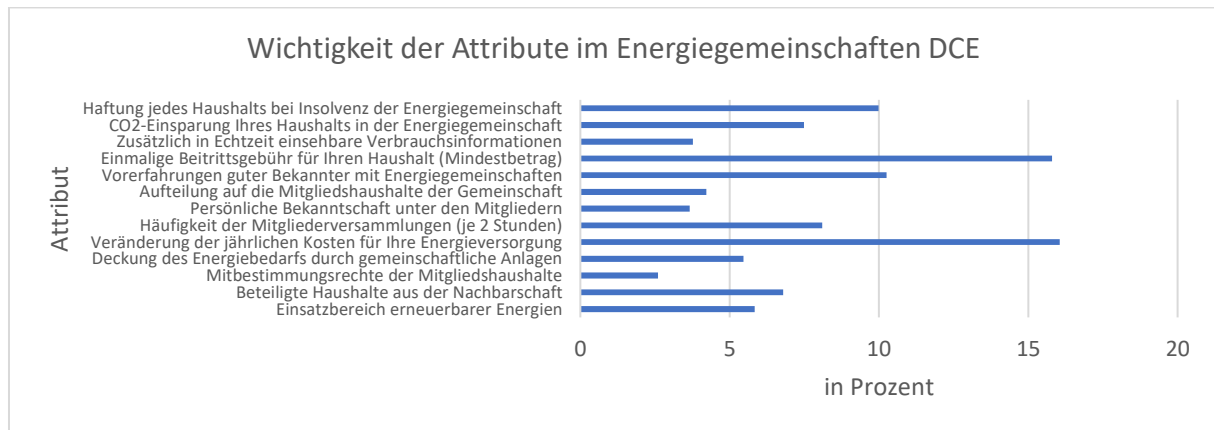


Abb. 4: Wichtigkeit der Attribute im Energiegemeinschaften DCE

Zusätzlich zur relativen Wichtigkeit der Attribute wurden die Teilnutzenwerte betrachtet. Für die Anzahl der beteiligten Haushalte beispielsweise ließ sich dabei eine klare Präferenz für kleine Energiegemeinschaften erkennen (siehe Abb. 5).

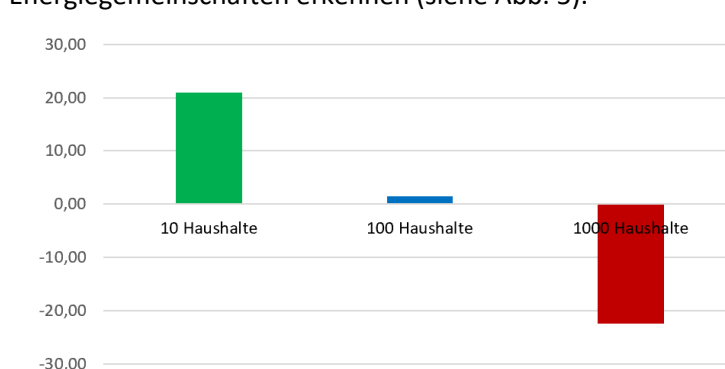


Abb. 5: Teilnutzenwerte für die Anzahl der beteiligten Haushalte im Energiegemeinschaften DCE

3.3.4 Diskussion

Ziel des Energiegemeinschaften DCEs war es zum einen besser zu verstehen welche Eigenschaften einer Energiegemeinschaft den Bürger*innen besonders wichtig sind und zum anderen Erkenntnisse darüber zu gewinnen wie eine Energiegemeinschaft am besten gestaltet werden sollte um eine möglichst hohe Akzeptanz zu fördern. Es zeigte sich, dass insbesondere Veränderungen in den jährlichen Kosten für die Energieversorgung des eigenen Haushalts sowie die Höhe der einmaligen Beitrittsgebühr für den Haushalt relevante Eigenschaften der Energiegemeinschaften bei der Entscheidung für die eine oder andere Energiegemeinschaft gewesen sind. Ebenfalls als wichtig erwiesen haben sich die Haftung des Haushalts bei Insolvenz und Häufigkeit der Mitgliederversammlungen, die CO₂-Einsparungen des Haushaltes und die Anzahl beteiligter Haushalte aus der Nachbarschaft.

Anhand der relativen Wichtigkeit der verschiedenen Attribute im Energiegemeinschaft DCE und der Ergebnisse für die einzelnen Ausprägungen zeigt sich, dass die Teilnehmer*innen nicht bereit sind viel

Geld zu investieren oder ein großes Risiko im Sinne der Haftung bei Insolvenz einzugehen, woraus sich schließen lässt, dass insgesamt eine geringe finanzielle Risikobereitschaft da ist. Zur geringen Risikobereitschaft passt auch die relative Wichtigkeit der Vorerfahrungen guter Bekannter mit Energiegemeinschaften und die Präferenz von kleineren Energiegemeinschaften. Gleichzeitig heben die relativen Wichtigkeiten der Vorerfahrungen guter Bekannter und der Anzahl der beteiligten Haushalte die soziale Dimension der Energiegemeinschaften hervor. Dies passt zu Ergebnissen aus Studien zur Akzeptanz von PV Anlagen, die bereits mehrfach die Relevanz sozialer Einflüsse, sog. peer effekte (z. B. [44]; [45]), gezeigt haben. Um die Akzeptanz von Energiegemeinschaften zu steigern, erscheint es wichtig Möglichkeiten für eine Beteiligung ohne hohes finanzielles Risiko und ohne großen Zeitaufwand zu schaffen. Zudem zeigt sich aber auch hier die Vielfalt an relevanten Faktoren und somit die Wichtigkeit verschiedenen Gründe für ein Verhalten zu berücksichtigen, wenn viele verschiedene Menschen erreicht werden sollen.

3.4 Studie D: Discrete-Choice-Experiment – Eigenheimbesitzer*innen (Leitung IEK-STE)

3.4.1 Zielsetzung

Während für Mieter*innen und jenen, die in Wohnungen leben, die Teilnahme an Gemeinschaftsinitiativen für erneuerbare Energien die einzige Möglichkeit ist, sich aktiv an der nachhaltigen Energiewende zu beteiligen, haben Eigenheimbesitzer*innen mehr Möglichkeiten: Sie können auch eine eigene Anlage für erneuerbare Energien installieren. In Deutschland sind beide Formen vertreten [46], insbesondere individuelle Anlagen. Mehr als 70 % der 1,7 Millionen in Deutschland installierten Photovoltaikanlagen befinden sich in Bürger*innenhand [47, 48]. Dennoch ist nur wenig über die Präferenzen von Haus-Eigenheimbesitzer*innen und die Faktoren, die ihre Entscheidung beeinflussen, bekannt. Dies betrifft besonders die Wahl, Mitglied einer lokalen Energiegemeinschaft zu werden, oder eine individuelle Anlage zu installieren.

Ziel dieser Studie war es diesen Faktoren nachzugehen und dabei nicht nur zwischen einer individuellen und einer Gemeinschaftslösung zu unterscheiden, sondern auch zwischen Gründung und einer einfachen Mitgliedschaft. Infolgedessen untersucht diese Studie die Präferenzen von Haus-Eigenheimbesitzer*innen bei der Wahl allein oder in der Gemeinschaft in der Energiewende aktiv zu werden. Zusätzlich schafft die Studie ein differenzierteres Bild über all jene, die sich für eine aktive Teilnahme in der Gruppe entscheiden, und zeigt Unterschiede zwischen potentiellen Gründer*innen und einfachen Mitgliedern auf.

3.4.2 Methodische Vorgehensweise

Für die Untersuchung des oben geschilderten Sachverhalts wurden zwei Discrete-Choice-Experimente (im Folgenden DCE) konzipiert und in eine Online-Umfrage integriert. Die Online-Umfrage wurde im März 2021 ausschließlich unter Eigenheimbesitzern*innen durchgeführt, die über ein Umfrageinstitut rekrutiert wurden. Das erste DCE (im Folgenden DCE 1) zielte darauf ab, die Attraktivität der Beteiligung an einer bestehenden Energiegemeinschaft (im Folgenden auch als EG bezeichnet) im Vergleich zur Attraktivität des Erwerbs einer Einzeltechnologie zu untersuchen, während das zweite DCE (im Folgenden DCE 2) darauf abzielte, die Attraktivität der Gründung einer (neuen) Energiegemeinschaft im Vergleich zur Attraktivität des Erwerbs einer Einzeltechnologie zu untersuchen.

Eigenheimbesitzer*innen wurden in einem DCE mit 10 hypothetischen Entscheidungssituationen konfrontiert. In jeder Entscheidungssituation konnten die Teilnehmenden zwischen drei Möglichkeiten

für die Strom- und/oder Wärmeversorgung ihres Eigenheims auf Basis erneuerbarer Energieträger (z. B. Sonne, Wind, Erdwärme) wählen. Die Eigenheimbesitzer*innen wurden gebeten, diejenige Möglichkeit zu wählen, die sie für ihr Eigenheim bevorzugen. Im Anschluss an diese Präferenzbekundung, wurden die Studienteilnehmer*innen danach gefragt, ob sie die gewählte Möglichkeit auch tatsächlich auswählen würden, wenn sie ihnen angeboten werden würde (Antwortmöglichkeiten: ja oder nein). Die jeweils drei dargestellten Möglichkeiten in einer Entscheidungssituation unterschieden sich im Hinblick auf sechs, in der Fachsprache als Attribute bezeichnete, Dimensionen:

- der Handlungsalternative (Beitritt bzw. Gründung einer Energiegemeinschaft vs. Einzeltechnologieerwerb)
- den Versorgungsbereich der Handlungsalternative (Strom, Wärme oder Strom und Wärme),
- die anfallenden Anfangskosten,
- die Einsparungen bei den monatlichen Kosten für Strom- und Wärmeversorgung in Ihrem Haushalt,
- den Eigenversorgungsanteil an Ihrer Strom- und Wärmeversorgung,
- die Vorerfahrungen guter Bekannter,
- die Verringerung des CO₂-Ausstoßes und der Feinstaubemissionen aus Ihrer Strom- und Wärmeversorgung.

Für jedes der sechs Attribute wurden verschiedene Ausprägungsmöglichkeiten bedacht (vgl. Tab. 3), die in einer Entscheidungssituation einem experimentellen Plan folgend angezeigt wurden.

Tab. 3: Attribute & Ausprägungsmöglichkeiten

DCE 1	
Handlungsalternative	Beitritt in eine bestehende Energiegemeinschaft bestehend aus 20 Haushalten in Ihrer Nachbarschaft / Anschaffung einer eigenen Anlage für Ihr Eigenheim
Erneuerbare Versorgung im Bereich	Strom / Wärme / Strom und Wärme
Anfangskosten	[Energiegemeinschaft:] Beitrittskosten für die Energiegemeinschaft 500 / 1.000 / 1.500 / 2.000 Euro [Einzeltechnologie:] Anschaffungs- und Installationskosten der Einzelanlage 10.000 / 20.000 / 30.000 Euro
Einsparungen bei den monatlichen Kosten für die Strom- und Wärmeversorgung in Ihrem Haushalt [i]	Keine Einsparungen/ 10 % / 20 % / 30 %
Eigenversorgungsanteil an Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	5 / 25 / 50 / 75 / 100 %
Vorerfahrungen guter Bekannter [i]	[Energiegemeinschaft:] Positive / Negative / Keine Erfahrungen / Gemischte [Einzeltechnologie:] Positive / Negative / Keine Erfahrungen / Gemischte Erfahrungen mit dieser <<Wärme_ODER_Stromerzeugungstechnologie>>
Verringerung der CO ₂ -Emissionen in Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	0 / 30 / 60 / 90 %
Verringerung der Feinstaubemissionen in Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	0 / 30 / 60 / 90 %
DCE 2	
Handlungsalternative	Gründung einer Energiegemeinschaft zusammen mit 20 Haushalten in Ihrer Nachbarschaft / Anschaffung einer eigenen Anlage für Ihr Eigenheim
Erneuerbare Versorgung im Bereich	Strom / Wärme / Strom und Wärme
Anfangskosten	[Energiegemeinschaft:] Gründungskosten für die Energiegemeinschaft pro Haushalt 500 / 1.000 / 1.500 / 2.000 Euro [Einzeltechnologie:] Anschaffungs- und Installationskosten der Einzelanlage 10.000 / 20.000 / 30.000 Euro
Einsparungen bei den monatlichen Kosten für die Strom- und Wärmeversorgung in Ihrem Haushalt [i]	Keine Einsparungen / 10% / 20% / 30%
Eigenversorgungsanteil an Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	5 / 25 / 50 / 75 / 100 %
Vorerfahrungen guter Bekannter [i]	[Energiegemeinschaft:] Positive / Negative / Keine Erfahrungen / Gemischte Erfahrungen mit derartigen Energiegemeinschaft [Einzeltechnologie:] Positive / Negative / Keine Erfahrungen / Gemischte Erfahrungen mit dieser <<Wärme_ODER_Stromerzeugungstechnologie>>
Verringerung der CO ₂ -Emissionen in Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	0 / 30 / 60 / 90 %
Verringerung der Feinstaubemissionen in Ihrer Strom- und Wärmeversorgung [i]	0 / 30 / 60 / 90 %

Um den Einfluss einer länger anhaltenden Unterbrechung in der Energieversorgung in der Strom- und Wärmeversorgung untersuchen zu können, wurde den teilnehmenden Eigenheimbesitzer*innen in jeder Entscheidungssituation eine von zwei Informationen zufallsbasiert angezeigt.¹ Auf diese Weise ergaben sich für die Erforschung unseres Untersuchungsvorhabens insgesamt vier Experimentalgruppen (vgl. Tab. 4), denen 645 Eigenheimbesitzer*innen (Durchschnittsalter 50 Jahre, 46 % männlich, 30 % mit Fach- oder Hochschulabschluss) zufallsbasiert zugewiesen wurden.

¹ Die Anzeige des Informationstextes erfolgte auf einer gesonderten Fragebogenseite vor der Entscheidungssituation sowie in jeder der 10 Entscheidungssituationen. Hierbei wurde der Informationstext oberhalb der drei Möglichkeiten angezeigt, die in einer Entscheidungssituation zu sehen waren.

Zur Erinnerung: In Deutschland werden für die nächsten 5 Jahre insgesamt 15 langanhaltende Stromausfälle von mehr als 8 Stunden Dauer und 15 langanhaltende Lieferengpässe bei der Gas- und/oder Heizölversorgung von mehr als 6 Wochen Dauer erwartet.

Bitte wählen Sie vor diesem Hintergrund diejenige Möglichkeit aus, die Sie für Ihr Eigenheim bevorzugen.
(1 von 10)

	Möglichkeit 1	Möglichkeit 2	Möglichkeit 3
Versorgungsmöglichkeit	Beitritt in eine bestehende Energiegemeinschaft bestehend aus 20 Haushalten in ihrer Nachbarschaft	Anschaffung einer eigenen Anlage für Ihr Eigenheim	Beitritt in eine bestehende Energiegemeinschaft bestehend aus 20 Haushalten in ihrer Nachbarschaft
Erneuerbare Versorgung im Bereich	Strom und Wärme	Strom und Wärme	Wärme
Anfangskosten	Beitrittskosten für die Energiegemeinschaft: 1.000 €	Anschaffungs- und Installationskosten der Einzelanlage: 30.000 €	Beitrittskosten für die Energiegemeinschaft: 1.000 €
Einsparungen bei den monatlichen Energiekosten	10 %	Keine Einsparungen	20 %
Eigenversorgungsanteil an Ihrer Strom- und Wärmeversorgung	100 %	75 %	25 %
Vorerfahrungen guter Bekannter	Negative Erfahrungen mit dieser Energiegemeinschaft	Negative Erfahrungen mit dieser Strom- und Wärmeerzeugungstechnologie	Keine Erfahrungen mit dieser Energiegemeinschaft
Verringerung der CO ₂ -Emissionen	0 %	90 %	60 %
Verringerung der Feinstaubemissionen	90 %	0 %	60 %
	Auswahl	Auswahl	Auswahl

Würden Sie die gewählte Möglichkeit vor dem oben geschilderten Hintergrund tatsächlich auswählen, wenn sie Ihnen angeboten werden würde?

Abb. 6: Beispielhafte Darstellung einer von insgesamt 10 Entscheidungssituationen in DCE1 mit stark beeinträchtigter Versorgungssicherheit

Tab. 4: Experimentalgruppen und Besetzungen nach erfolgter Zufallszuteilung von (n=)645 Teilnehmenden

	Informationstext 1 „Versorgungssicherheit“	Informationstext 2 „Stark beeinträchtigte Versorgungssicherheit“
DCE 1 Beitritt vs. Einzeltechnologie	Experimentalgruppe 1a (n=168)	Experimentalgruppe 1b (n=154)
DCE 2 Gründung vs. Einzeltechnologie	Experimentalgruppe 2a (n=161)	Experimentalgruppe 2b (n=162)

3.4.3 Ergebnisse

DCEs erlauben es unter anderem, die Wichtigkeit der Attribute bei den erfolgten Entscheidungen im durchgeführten Experiment zu ermitteln. Aus der (relativen) Attributwichtigkeit lässt sich für jedes DCE schlussfolgern, welches Attribut bei den Entscheidungen der Studienteilnehmer*innen die größte bzw. geringste Rolle spielte. In der vorliegenden Studie ist von Interesse, welche(s) der acht Attribute bei der jeweiligen Entscheidung, einer Energiegemeinschaft beizutreten (Experimentalgruppen 1A und 1B) oder eine Energiegemeinschaft zu gründen (Experimentalgruppen 2A und 2B), besonders wichtig ist bzw. sind und ob bzw. in welchem Ausmaß das Versorgungssicherheitsniveau in der Strom- und Wärmeversorgung einen Einfluss auf die Attributwichtigkeit hat.

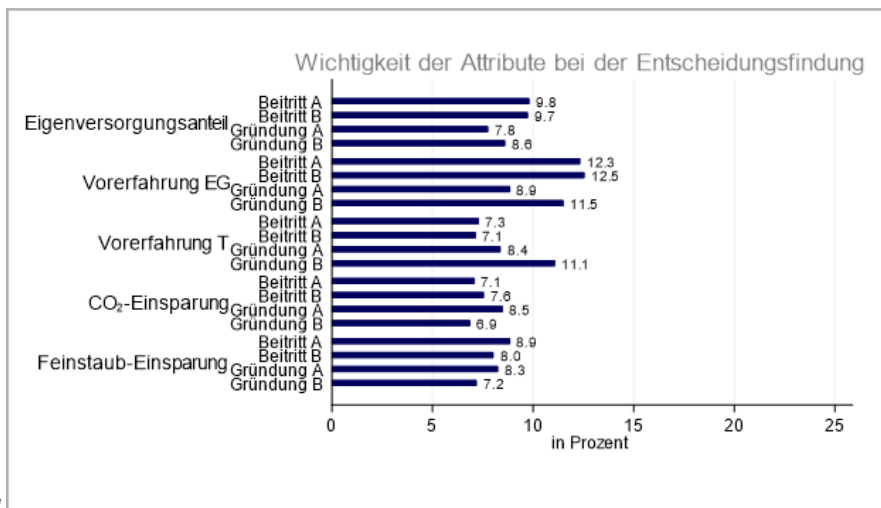


Abb. 7 und

Abb. 8 zeigen die relative Wichtigkeit der acht untersuchten Attribute für alle vier Experimentalgruppen (vgl. Tab. 4). Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass das Attribut Handlungsalternative (Beitritt bzw. Gründung einer Energiegemeinschaft vs. Einzeltechnologieanschaffung) bei den Entscheidungen unserer Studienteilnehmer*innen am wichtigsten ist. Alle weiteren Attribute variieren in ihrer Wichtigkeit in moderatem Maße je nach Experimentalgruppe zwischen 5,4 % und 12,6 % (Beitritt A), 6,4 % und 12,5 % (Beitritt B), 6,3 % und 11,5 % (Gründung A) bzw. 6,9 % und 11,5 % (Gründung B).

Darüber hinaus zeigt sich, dass

- die Handlungsalternative und Einsparung im Kontext der stark beeinträchtigten Versorgungssicherheit weniger wichtiger erscheinen als im Falle der Versorgungssicherheit,
- der Versorgungsbereich im Falle einer stark beeinträchtigten Versorgungssicherheit wichtiger ist als im Falle einer Versorgungssicherheit,
- die Attribute Eigenversorgungsanteil und Vorerfahrung mit der Energiegemeinschaft bei Beitrittsentscheidungen eine wichtigere Rolle spielen als bei Gründungsentscheidungen und
- Vorerfahrungen guter Bekannter mit der Technik bei Gründungsentscheidungen eine wichtigere Rolle spielt als bei Beitrittsentscheidungen.

Wie sich anhand der Wichtigkeit der Vorerfahrung guter Bekannter zu diesen Sachverhalten zeigt, dürfte sich mit der Verbreitung von Energiegemeinschaften eine Eigendynamik ergeben. Dies kann damit erklärt werden, dass im Laufe der Technologieverbreitung mehr und mehr Personen relevante Vorerfahrungen sammeln, die wiederum für ihre Bekannten eine Eintritts- bzw. Gründungsrelevanz besitzt.

Die Attraktivität von Energiegemeinschaften dürfte sich zusätzlich durch die Konsequenzen der Entwicklung des Energiesystems beeinflusst werden. Dieser Aspekt bezieht sich insbesondere auf die Energieversorgungssicherheit. In Zeiten der Energieversorgungsunsicherheit ändern sich die Wichtigkeiten von Faktoren, die die Entscheidung der Individuen darin, Energiegemeinschaften beizutreten oder zu gründen begünstigen bzw. hemmen. Sollte die Energieversorgungssicherheit in Zukunft aufgrund der Zunahme an variablen Stromerzeugungstechnologien steigen, so können hieraus selbstverstärkende Dynamiken resultieren, die wiederum die Volatilitäten in der Energieversorgung verstärken. Dieser Umstand sollte von den politischen Entscheidungsträgern frühzeitig bedacht und entsprechend gehandelt werden.

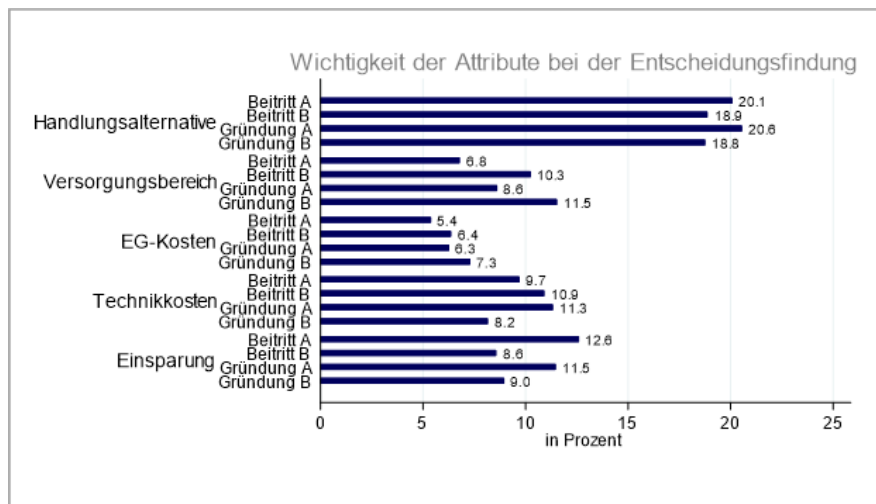


Abb. 7: Wichtigkeit der Attribute 1 bis 4

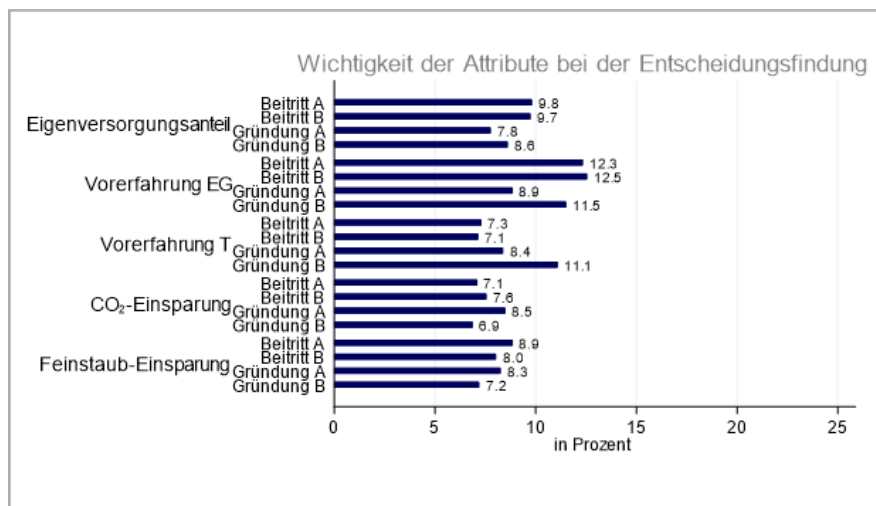


Abb. 8: Wichtigkeit der Attribute 4 bis 8

4 „Systemperspektive- Haushalte in Interaktion“ (Leitung IEK-STE)

4.1 Vorbemerkungen

Die aktive Beteiligung der Bürger*innen an der nachhaltigen Energiewende – insbesondere in Energiegemeinschaften – ist von der Europäischen Union (EU) ausdrücklich erwünscht und wird als entscheidend für eine erfolgreiche Transformation des europäischen Energiesystems angesehen [1, 49]. Bereits heute gibt es in ganz Europa und besonders in Deutschland Energiegemeinschaften, wenn auch noch in geringer Zahl [46]. Prognosen gehen davon aus, dass sich bis zum Jahr 2050 mehr als 80 % der Haushalte in der EU aktiv an der Energieerzeugung beteiligen werden [50], wobei 37 % des Strombedarfs der EU durch Energiegemeinschaften gedeckt werden könnten [51]. Diese Studien zeigen jedoch nur das Potential der EU-Bürger*innen auf, nicht jedoch wie eine solche Entwicklung im Detail aussehen würde. Zwar gibt es in der Forschung erste Modellierungsansätze, insbesondere im Bereich der agentenbasierten Modellierung, die versuchen mögliche Entwicklungsprozesse

darzustellen, derer gibt es jedoch nur wenige. Sie beschäftigen sich mit spezifischen Technologien, betrachten also z. B. den Adoptionsprozess von Photovoltaikanlagen durch einzelne Haushalte oder in der Gemeinschaft (z. B. [52-54]) oder beschränken sich auf einige erneuerbare Wärmetechnologien in der Erforschung des Bildungsprozesses von Wärmeenergiegemeinschaften [55]. Derzeit gibt es weder Studien, die Transformationspfade für die individuelle und gemeinschaftliche Bürger*innenbeteiligung an der Energiewende unabhängig der Technologie, noch der generierten Energieart (Wärme oder Strom) entwickeln. Auch die Heterogenität der Gesellschaft eines Landes wird nicht thematisiert. Um dem nachzugehen und zu verstehen, wie eine solche Entwicklung im Detail aussehen würde und wie sie, falls gewünscht, sichergestellt werden könnte, wurde ein quasi-dynamisches Modell unter Verwendung des Cross-Impact-Balance-Ansatzes (CIB) für Deutschland entwickelt. Die Daten für das CIB-Modell stammen aus den in Kapitel 3 dargestellten Studien und einigen ergänzenden Sekundärdaten. Resultat sind Szenarien und Transformationspfade, die mögliche Entwicklungen im Bereich Bürger*innenbeteiligung an der nachhaltigen Energiewende in Deutschland bis zum Jahr 2040 darstellen. Die folgenden zwei Teilkapitel stellen die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse der Studie dar. In Kapitel 5 werden die Transformationspfade anschließend aus volkswirtschaftlicher und energiewirtschaftlicher Sicht bewertet.

4.2 Methodische Vorgehensweise – Cross-Impact Bilanzanalyse

Die CIB-Analyse ist eine Methode zur systematischen Konstruktion von qualitativen und semi-quantitativen Szenarien, aber auch zur qualitativen Netzwerkanalyse [56, 57]. Damit eignet sie sich ideal für unsere Zwecke der Erstellung von Zukunftsszenarien in einem Modell, das die Verhaltensmuster heterogener Akteure, die Rahmenbedingungen und die gegenseitige Beeinflussung all dieser Faktoren berücksichtigt. CIB als solches ist nicht dynamisch [58]. Die CIB-Methode wurde für diese Studie weiterentwickelt, um sie durch die Berücksichtigung mehrerer Zeitpunkte quasi-dynamisch zu machen.

Abb. 9 zeigt das allgemeine Forschungsdesign, die verwendeten Methoden und die Schritte innerhalb der CIB-Analyse. Der CIB-Ansatz wurde für diese Studie erweitert, indem eine breitere Datenbasis als im herkömmlichen CIB-Verfahren üblich. Neben Expertenbewertungen und Literaturrecherchen, wurden eigens erhobene Daten aus den in Kapitel 3 dargestellten Studien genutzt. Auch wurde nach der Auswahl von Zukunftsszenarien ein weiterer Arbeitsschritt zur Identifizierung von Transformationspfaden ergänzt, wodurch das Modell quasidynamisch wurde.

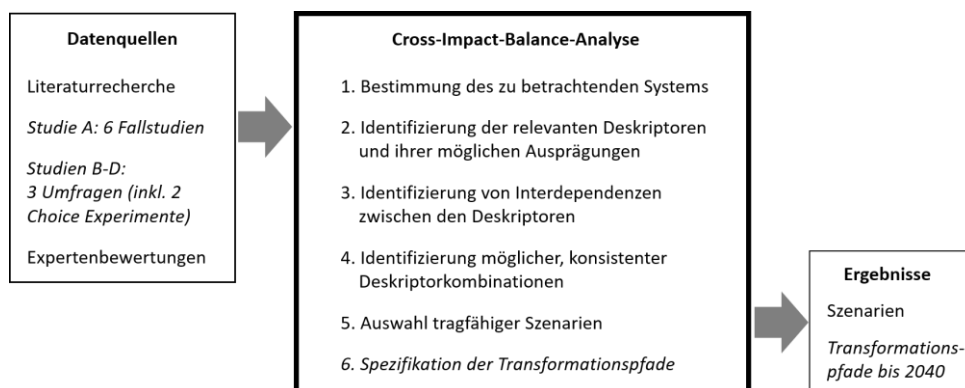


Abb. 9: Forschungsdesign und methodischer Ansatz (in Kursiv: Weiterentwicklung des CIB-Ansatzes).

In **Schritt 1** der CIB-Analyse wurde der Teil des Energiesystems als Betrachtungsobjekt festgelegt, der im Zentrum die aktiven Rollen der Bürger*innen hat. Im Rahmen von **Schritt 2** wurden die relevanten Deskriptoren identifiziert und in zwei Kategorien aufgeteilt. Kategorie 1 charakterisiert Akteure und ihre Handlungen, Kategorie 2 enthält die in den Studien (siehe Kapitel 3) identifizierten relevanten Kontextfaktoren (Tab. 5).

In **Schritt 3** der CIB-Analyse wurden dann die Interdependenzen zwischen den Deskriptoren identifiziert. Diese werden in einer CIB-Matrix zusammengefasst. Eine detaillierte Darstellung unserer Vorgehensweise in der Aufstellung der Matrix in **Schritt 3**, sowie in der Identifizierung konsistenter Deskriptorkonstellationen in **Schritt 4** würde den Rahmen dieser Publikation sprengen. Die Publikation [16] macht genaue Ausführungen zur methodischen Vorgehensweise.

Der CIB-Ansatz endet in der Regel mit der Auswahl tragfähiger Szenarien für einen vorher festgelegten Zeitpunkt in der Zukunft. Wie Vögele et al. [6] gezeigt haben, ist es mit Hilfe von Bestandsvariablen möglich, Szenarien aneinanderzureihen, wodurch dynamische Transformationspfade entstehen. Um unseren CIB-Ansatz quasi-dynamisch zu machen, d.h. nicht nur Endpunktszenarien als Ergebnis zu identifizieren, sondern auch Zwischenszenarien, die zusammen abbilden, wie der Entwicklungsprozess aussehen könnte, haben wir den Ansatz von Vögele et al. [6] übernommen. Somit wurden in **Schritt 5** Szenarien identifiziert, die für das entsprechende Narrativ eines Transformationspfades in Frage kommen konnten und in **Schritt 6** zu Transformationspfaden zusammengeführt. Auch für diese Schritte bietet Publikation [16] detaillierte Erklärungen zur Vorgehensweise.

Tab. 5: Deskriptoren und ihre Ausprägungen

Deskriptorkategorie	Deskriptor**	Deskriptorausprägungen	Quellen
Kategorie 1: Handlungen und Auswirkungen auf verschiedenen gesellschaftlichen Ebenen (Mikro- und Makroebene)			
Individuelle Ebene	I. Aktionen eines möglichen Initiators in der Nachbarschaft	(1) gemeinsam aktiv (in Energiegemeinschaften)	Studie A and D
	IA/IB/IC/ID/IE. Aktionen einer Person des Typs A (B, C, D oder E)	(2) allein aktiv (individuelle Anlage) (3) nicht aktiv	
Nachbarschaftsebene	NA/NB/NC/ND/NE. Anteil der in der Nachbarschaft von IA (IB, IC, ID, IE) aktiven Personen	(1) EG-hoch & EA-hoch *	Studie A and B, [59]
Akteursgruppenebene (Milieu)	MAB. Anteil der aktiven Bürger*innen des Typs A und B	(2) EG-hoch & EA-niedrig	
	MC/MD/ME. Anteil der aktiven Bürger*innen des Typs C (D oder E)	(3) EG-niedrig & EA-hoch (4) EG-niedrig & EA-niedrig	
Kategorie 2: Kontextfaktoren			
Soziale Kontextfaktoren	G. Nachbarschaftszusammenhalt	(1) gut (2) neutral (3) schlecht	[60], [61], [62], [63], [64], [65], [66]
	J. Empfehlungen/Erfahrungen anderer mit EG oder EA	(1) positiv , (2) gemischt (3) negativ	Studie D, [67]
	T. Zukunftsperspektive	(1) optimistisch (2) unsicher (3) pessimistisch	[68], [69], [70], [71]
Individuelle Kontextfaktoren	G'. Wahrgenommener Nachbarschaftszusammenhalt	(siehe G.)	(siehe G.)
	J'. Empfehlungen/Erfahrungen mit EG oder EA aus persönlichem sozialem Umkreis	(siehe J.)	(siehe J.)
	T'. Persönliche Zukunftsperspektive	(siehe T.)	(siehe T.)
Gesellschaftliche Kontextfaktoren	O. Trends in der Werteorientierung	(1) Postmaterialismus (2) nachhaltiger Materialismus (3) Materialismus	[72], [73], [74], [75], [76]
Gesellschaftliche / ökonomische Kontextfaktoren	X. Grad der Innovation	(1) sehr innovativ (2) innovativ (3) wenig innovativ	[77], [78], [46], [79], [80], [81]
Ökonomische Kontextfaktoren	F. Einsparpotential	(1) positiv , (2) neutral (3) negativ	Studie D
	Q. Anreize	(1) finanzielle (2) nicht-finanzielle (3) geringe Anreize	Studie C
Regulatorische Kontextfaktoren	R. Administrative/rechtliche Hindernisse für Energiegemeinschaften	(1) hoch (2) niedrig	Studie A, [82]
	Y. Regulatorische Anforderungen	(1) hoch (2) niedrig (3) keine	[83], [84]
Externe Kontext	Z. Wahrgenommenes Extremereignis	(1) Energie-Extremereignis (2) Extremereignis (3) kein Extremereignis	Studie D, [85]

* EG – Energiegemeinschaften, EA – eigene Erneuerbare-Energien-Anlage; bei “hoch” sind mindestens 20% der Nachbarschaft bzw. 10% der Akteursgruppe beteiligt, bei “niedrig” sind weniger als 20% der Nachbarschaft bzw. 10% der Akteursgruppe beteiligt

** genauere Definitionen sind in [16] zu finden

Akteure (und ihre Handlungen) sind der zentrale Teil des Modells. Unsere Datenerhebungen führten zu zwei wichtigen Erkenntnissen über Akteure und ihre Aktivitäten im Energiesystem. Erstens sind die Aktivitäten von Individuen in Energiesystemen sozial, d. h. sie werden von anderen beeinflusst und diese wiederum beeinflussen andere mit ihren Handlungen, Meinungen und Empfehlungen. Zweitens sind diejenigen, die derzeit bereits im Energiesystem aktiv sind, eine klar definierbare Gruppe in der Gesellschaft. Aktive Bürger*innen gehören überwiegend zur oberen Mittelschicht, verfügen über die notwendigen finanziellen Mittel und haben ausgeprägte Umwelteinstellungen (vgl. [86-88]). Wie auch andere Studien gezeigt haben (z. B. [89]), ist ein hohes Engagement mit einem grünen und alternativen

Milieu verbunden. Um zukünftige Szenarien der Bürger*innenbeteiligung an der deutschen Energiewende zu identifizieren, war es notwendig, den Prozess der sozialen Einflüsse durch die Gesellschaft zu modellieren und die primären Akteure innerhalb unseres Modells zu identifizieren. In Anlehnung an Colemans [15] Konzept der Mikro-Makro-Übergänge wurden in unserem Modell drei Ebenen der Gesellschaft einbezogen: Individuen, Nachbarschaften und soziale Milieus. Individuen beeinflussen durch ihr Handeln andere in ihrer Nachbarschaft, werden aber auch durch ihre Nachbarschaft und den größeren gesellschaftlichen Rahmen – insbesondere ihr soziales Milieu – beeinflusst. Mittels dieser Ebenen bildet unser Modell die Ausbreitung von Aktivitäten in der Gesellschaft ab. Das soziale Milieukonzept von Sociodimensions [59, 90] wurde als Grundlage für die Identifizierung relevanter idealtypischer Akteursgruppen verwendet und auf 5 Gruppen reduziert (siehe Tab. 6).

Tab. 6: Charakterisierung der idealtypischen Akteursgruppen [16]

Akteursgruppen	Anteil in der Bevölkerung in %	Zugeordnete soziale Milieus nach Socio-dimensions [90]	Vorherrschender Wohnungstyp/ Eigentumsstruktur *	Einkommen	Umwelt-einstellungen	Soziale Einstellungen	Relevanz als Akteur*innen im Energiesystem***
A	18		Haus/ Eigenheimbesitzer*innen	Hoch	Hoch	Soziale Gerechtigkeit und gesellschaftliche Aktivitäten wichtig	Hohe Handlungsbereitschaft: entweder in einer Energiegemeinschaft oder mit einer eigenen Anlage
B		Kritisch-kreative Milieus, Junge Idealistische	Mieter*innen	Mittel	Hoch	Soziale Gerechtigkeit und gesellschaftliche Aktivitäten wichtig	Hohe Handlungsbereitschaft: besonders in einer Energiegemeinschaft
I (Sonderfall von A oder B)	----		*	Mittel/ hoch	Sehr hoch	stark ausgeprägt; zentrale Rolle im persönlichen sozialen Netzwerk **	Sehr hohe Handlungsbereitschaft: potenzielle*r Initiator*in oder Mitgründer*in einer Energiegemeinschaft Bereitschaft zu handeln, wenn dies von Vorteil ist (soziale Normen/Prestige, finanzielle Vorteile): Individuelles System bevorzugt
C	23	Etablierte Milieus, Junge Pragmatische	Haus/ Eigenheimbesitzer*innen	Sehr hoch	Skepsis, aber Technikvertrauen und in staatliche Maßnahmen	Keine ausgeprägten sozialen Einstellungen	(soziale Normen/Prestige, finanzielle Vorteile): Individuelles System bevorzugt
D	26	Bürgerlicher Mainstream	*	Mittel	Erkennen des Problems; positive Bewertung von Umweltmaßnahmen	Sehnsucht nach einer funktionierenden Gemeinschaft	Handlungsbereitschaft, wenn keine Nachteile (finanziell): Energiegemeinschaft bevorzugt
E	32	Traditionelle Milieus, Prekäre Milieus, Junge Distanzierte	Mieter*innen	Niedrig	Erkennen das Problem an, aber auf abstrakte Weise	unter Jüngeren soziale Gerechtigkeit priorisiert, ansonsten distanziert von sozialen Fragen	Kaum Handlungsbereitschaft

* Keine genauen Informationen; Annäherung über Informationen aus [91] und einen anderen, aber ähnlichen Milieurahmen des Sinus-Instituts [92]; im Fall D konnte keine vorherrschende Wohnform identifiziert werden, da sie stark davon abhängt, wo sich der Haushalt befindet (Stadt oder Land), bei I wurde die Festlegung einer vorherrschenden Wohnform als nicht nötig erachtet; ** Merkmale von Innovatoren auf der Grundlage von Rogers [77] (siehe auch [78]); *** Abgeleitet aus Ergebnissen zu energetischen Sanierungsmaßnahmen [59] und aus Ergebnissen der in Kapitel 3 dargestellten Studien.

4.3 Identifizierung von Transformationspfaden

Ergebnis dieser Studie sind Szenarien, die beschreiben, wie die Zukunft der Bürger*innenbeteiligung an der nachhaltigen Energiewende in Deutschland aussehen könnte und wie mögliche Transformationen zustande kommen könnten, letzteres dargestellt in Transformationspfaden.

Da unser Ansatz in dieser Studie explorativer Natur war und die Frage gestellt wurde, wie die Zukunft von Energiegemeinschaften und mögliche Transformationspfade aussehen könnten, wurden zwei Pfadnarrative definiert: Trendfortschreibung, insbesondere aktuell sich abzeichnender positiver

Trends, (Narrativ 1) und Wertewandel hin zu einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Weltsicht (Narrativ 2). Es wurden 10 Szenarien (siehe Tab. 7) für die beiden Transformationspfade ausgewählt.

Tab. 7: Überblick über die ausgewählten Szenarien (die Farbgebung zeigt an, ob die Deskriptoreinstellungen positiv (grün), neutral (gelb) oder negativ (negativ) für Energiegemeinschaften und deren Entstehung sind) [16]

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Szenario 5	Szenario 6	Szenario 7	Szenario 8	Szenario 9	Szenario 10	
I-E. Individuelle Ebene	I3 nicht aktiv	I2 allein aktiv		I1 gemeinsam aktiv	I2 allein aktiv	I1 gemeinsam aktiv					
	A3 not	A2 allein aktiv				A1 gemeinsam aktiv					
	B3 nicht aktiv		B2 allein aktiv	B1 gemeinsam	B2 allein aktiv	B1 gemeinsam aktiv					
	C3 nicht aktiv			C2 allein aktiv	C3 nicht aktiv			C2 allein aktiv	C1 gemeinsam		
	D3 nicht aktiv			D1 gemeinsam	D2 allein aktiv	D1 gemeinsam aktiv					
	E3 nicht aktiv							E1 gemeinsam aktiv			
GI. Wahrgenommener Nachbarschafts-zusammenhalt	G2 neutral		G3 schlecht	G1 gut							
JL. Empfehlungen/ Erfahrungen mit EG oder EA aus persönlichem sozialen Umkreis	J2 gemischt			J1 positiv		J2 gemischt	J1 positiv				
TI. Persönliche Zukunftsperspektive	T3 pessimistisch		T1 optimistisch								
NA-NE. Nachbarschaftsebene	NA4 EG-niedrig & EA-	NA3 EG-niedrig & EA-hoch				NA2 EG-hoch & EA-niedrig			NA1 EG-hoch & EA-hoch	NA2 EG-hoch & EA-niedrig	
	NB4 EG-niedrig & EA-niedrig		NB3 EG-niedrig & EA-hoch			NB2 EG-hoch & EA-niedrig					
	NC4 EG-niedrig & EA-niedrig		NC3 EG-niedrig & EA-hoch		NC4 EG-niedrig & EA-niedrig			NC3 EG-niedrig & EA-hoch		NC1 EG-hoch & EA-hoch	
	ND4 EG-niedrig & EA-niedrig		ND3 EG-niedrig & EA-hoch				ND2 EG-hoch & EA-niedrig				
	NE4 EG-niedrig & EA-niedrig							NE2 EG-hoch & EA-niedrig			
MAB-ME. Akteursgruppenebene (Milieu)	MAB4 EG-niedrig & EA-niedrig		MAB3 EG-niedrig & EA-hoch			MAB2 EG-hoch & EA-niedrig					
	MC4 EG-niedrig & EA-niedrig		MC3 EG-niedrig & EA-hoch		MC4 EG-niedrig & EA-niedrig			MC3 EG-niedrig & EA-hoch		MC1 EG-hoch & EA-hoch	
	MD4 EG-niedrig & EA-niedrig		MD3 EG-niedrig & EA-hoch				MD2 EG-hoch & EA-niedrig				
	ME4 EG-niedrig & EA-niedrig							ME2 EG-hoch & EA-niedrig			
G. Nachbarschafts-zusammenhalt	G2 neutral			G1 gut							
J. Empfehlungen/Erfahrungen anderer mit EG oder EA	J2 gemischt		J1 positiv		J2 gemischt		J1 positiv				
T. Zukunftsperspektive	T3 pessimistisch		T1 optimistisch								
O. Trends in der Werteorientierung	O3 Materialismus		O2 Nachhaltiger Materialismus							O1 Postmaterialismus	
X. Grad der Innovation	X3 wenig innovativ		X2 innovativ		X3 wenig innovativ			X1 sehr innovativ		X2 innovativ	
F. Einsparpotential	F2 neutral							F1 positiv		F2 neutral	
Q. Anreize	Q3 geringe Anreize								Q1 finanzielle		
R. Administrative/ rechtliche Hindernisse für Energiegemeinschaften	R1 hoch			R2 niedrig	R1 hoch			R2 niedrig			
Y. Regulatorische Anforderungen	Y3 keine	Y2 niedrig				Y3 keine	Y2 niedrig		Y1 hoch	Y2 niedrig	
Z. Wahrgenommenes Extremereignis	Z2 Extremereignis	Z3 kein Extremereignis						Z2 Extremereignis	Z3 kein Extremereignis		

Der farblich hervorgehobene Bereich (A-E auf individueller Ebene) stellt die Grundlage für die Analysen in Kapitel 5 dar.

Jeder Pfad besteht aus einer Reihe von Szenarien (siehe Abb. 10).

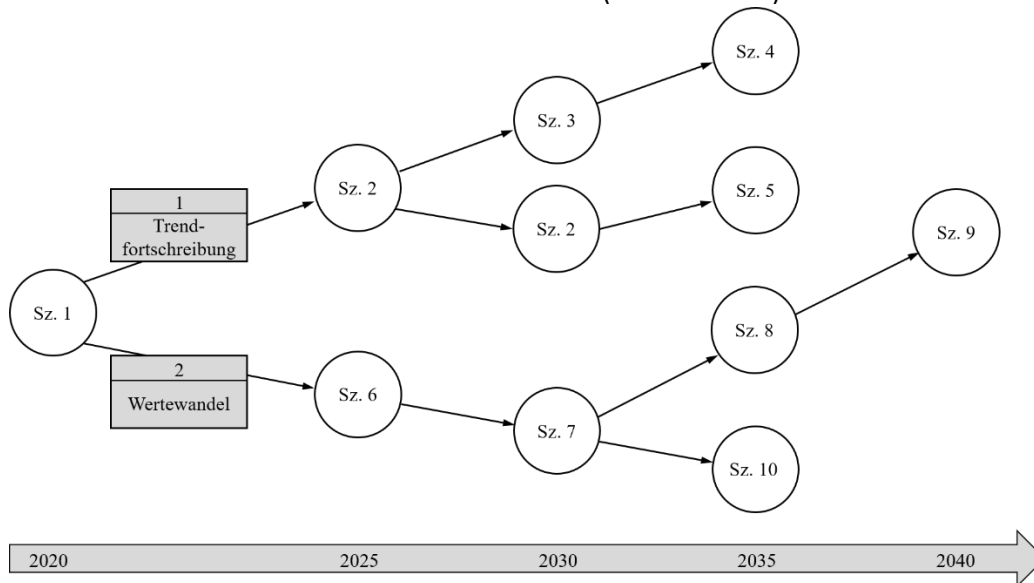


Abb. 10: Konstruierte Transformationspfade auf der Grundlage der in Tab. 7 aufgeführten Szenarien [16].

4.3.1 Transformationspfad 1: Trendfortschreibung

Aktuelle Trends: Die deutsche Gesellschaft ist vom Wunsch nach einer gerechten und solidarischen Gesellschaft geprägt [74]. Infolgedessen nimmt das ehrenamtliche Engagement zu. Gleichzeitig gibt es auf gesellschaftlicher Ebene Bruchlinien, die die Verwirklichung dieser sozialen und solidarischen Werte und Wünsche behindern (werden): Einkommensungleichheit, zunehmender Egoismus und Leistungsorientierung, ein wahrgenommenes Auseinanderdriften der Werte und ein wahrgenommener Rückgang des Zusammenhalts. Vor diesem Hintergrund wird das private Engagement für das Vorantreiben der nachhaltigen Energiewende, sowohl im Alleingang, (unter günstigen Bedingungen), als auch in Energiegemeinschaften, in Zukunft wahrscheinlich langsam zunehmen.

Während in den 1970er Jahren postmaterialistische Werte an Bedeutung gewannen [90], ist in den letzten Jahren eine Rückverlagerung zum Materialismus zu beobachten [71, 91, 92]. Während die Gegenwart also von einem Wertepluralismus geprägt ist, bleibt unklar, welche der beiden Richtungen in den kommenden Jahrzehnten dominieren wird. Beide Richtungen sind möglich [54]. Darüber hinaus sind Umwelteinstellungen von entscheidender Bedeutung für die tatsächliche Umsetzung von umweltfreundlichem Handeln (vgl. [86-88]). Insbesondere bei der jüngeren Generation ist ein Trend zu mehr Umweltbewusstsein zu beobachten [93]. Während bei jungen Menschen eine stärkere Umwelteinstellung beobachtet wurde [89, 94], scheint der Greta-Thunberg-Effekt über alle Altersgruppen hinweg zu wirken [95]. Die allgemeine Umwelteinstellung scheint also stark von der Wahrnehmung von Umweltthemen, Extremereignissen und dem Mediendiskurs darüber beeinflusst zu werden [96]. In Anbetracht der Tatsache, dass Extremereignisse aufgrund des Klimawandels an Häufigkeit und Schwere zunehmen werden [97, 98], ist zu erwarten, dass das Bewusstsein weiter zunimmt und ein Wertewandel in Richtung Nachhaltigkeit stattfindet, der zu einem nachhaltigen Materialismus als dominante Wertorientierung in der deutschen Gesellschaft führt (vgl. [38, 54]).

Pfadbeschreibung: Innerhalb der nächsten fünf Jahre wird die COVID-19-Pandemie in Deutschland überwunden sein. Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen, die bereits zum Teil auf

Landesebene stattfinden (z. B. [84]), werden auf die Bundesebene ausgeweitet und führen dazu, dass bundesweit niedrige regulatorische Anforderungen an erneuerbare Energien als Teil der Energieversorgung von Haushalten eingeführt werden. Es folgt ein langsamer Anstieg der Zahl der allein aktiven Bürger*innen – zunächst unter umweltbewussten Haus-Eigenheimbesitzer*innen (idealtypische Akteursgruppe A). Diese Entwicklung wird vor allem mit einem langsamen Wertewandel hin zu einem nachhaltigeren Weltbild einhergehen. Wie schnell diese Verschiebung erfolgt, hängt jedoch davon ab, in welche Richtung sich der Wandel nach der Aufspaltung des Transformationspfades entwickelt.

Bis 2030 könnten die Aktivitäten zur Entwicklung neuer und weiterentwickelter Technologien für erneuerbare Energien zu Innovationsdurchbrüchen führen (Szenario 3). Sollte dies der Fall sein, würde dies zu verstärkten Aktivitäten anderer Akteursgruppen führen, die zunächst allein aktiv sind. Spätere Entwicklungen könnten Aktivitäten hin zu Energiegemeinschaften verlagern (Szenario 4), zum Teil aufgrund geringerer administrativer und rechtlicher Hindernisse für Energiegemeinschaften. Diese Entwicklungen im Bereich Innovation, sowie der Abbau rechtlicher Hindernisse beeinflussen die Empfehlungen anderer Personen in Bezug auf Technologien für erneuerbare Energien und Energiegemeinschaften. Dies wiederum wird eine aktive Bürger*innenbeteiligung fördern. Ebenso werden diese positiven Entwicklungen dazu führen, dass sich die Zukunftsperspektiven der Bürger*innen ändern. Pessimismus, insbesondere im Hinblick auf die Bewältigung des Klimawandels und auf erfolgreiche Anpassungsmaßnahmen, wird sich zu einem positiveren Blick auf die Zukunft wandeln.

Alternativ dazu könnte die Entwicklung auf dem bisherigen Weg weitergehen, der durch immer mehr aktive Bürger*innen gekennzeichnet ist (Szenario 5). In beiden Fällen wird jedoch die Mehrheit der deutschen Bürger*innen nicht aktiv sein, und vor allem Menschen in niedrigeren sozialen Positionen werden voraussichtlich außen vor bleiben.

4.3.2 Transformationspfad 2: Wertewandel in Richtung Nachhaltigkeit

Der zweite Transformationspfad betrachtet einen schnellen Wertewandel hin zu einem nachhaltigeren Weltbild in der deutschen Gesellschaft.

Pfadbeschreibung: Mit dem wachsenden Bewusstsein der Deutschen für die Notwendigkeit der Nachhaltigkeit als Grundsatz für die Gestaltung des Lebens ebenso wie für wirtschaftliche Aktivitäten werden schnell mehr Bürger*innen in der Energiewende aktiv, vor allem in Energiegemeinschaften (Szenario 6). Diese Entwicklungen werden sich positiv auf ihre Zukunftsperspektiven auswirken. Der deutsche Staat wird Pflichten für erneuerbare Energien in der Energieversorgung von Wohngebäuden einführen, diese werden jedoch gering bleiben. Ab 2035 werden innovative Durchbrüche immer wahrscheinlicher (Szenarien 8 oder 10). Wenn die Technologien für erneuerbare Energien sehr innovativ werden (Szenario 8), werden auch finanziellen Vorteile deutlich zunehmen. Diese Faktoren werden die Erfahrungen der Menschen mit der Energiewende beeinflussen und zu überwiegend positiven Empfehlungen in Bezug auf erneuerbare Energietechnologien und Energiegemeinschaften führen. In einem Best-Case-Szenario (Szenario 9) verschieben sich alle Kontextfaktoren so, dass alle sozialen Gruppen der Gesellschaft, auch die weniger gut gestellten (Akteursgruppe E), aktiv werden können. Dies könnte durchaus durch eine Art Erwachen in Folge eines Extremereignisses begünstigt sein. In diesem Fall werden Bürger*innen aus den meisten Akteursgruppen Mitglied von Energiegemeinschaften werden, einige werden allein aktiv sein. Administrative und rechtliche Hürden

werden abgebaut, der Pflichtanteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung der Haushalte wird erhöht, und es werden finanzielle Förderprogramme eingeführt, um den Prozess voranzutreiben. Andererseits ist ein Extremereignis kein notwendiger Faktor, um die Bürger*innenbeteiligung zu beschleunigen. Ein weiterer Wertewandel (Szenario 10), hin zu Postmaterialismus, könnte ebenfalls zu positiven Veränderungen bei den Kontextfaktoren führen. Dies könnte z. B. ein verändertes politisches Umfeld sein, das zu weniger rechtlichen und administrativen Hindernissen für Energiegemeinschaften und/oder finanzieller staatlicher Unterstützung führen könnte. All diese Veränderungen werden die Gründung und das Wachstum von Energiegemeinschaften weiter fördern und dazu führen, dass sie die vorherrschende Form der Bürger*innenbeteiligung über alle Akteursgruppen hinweg sind.

4.4 Schlussfolgerungen

Energiegemeinschaften ermöglichen es einer breiten Mehrheit von Bürger*innen, aktiv zur Energiewende beizutragen, da sie nur geringe finanzielle Mittel und selten die Möglichkeiten eigene Anlagen zu installieren haben. Infolgedessen erhöhen Energiegemeinschaften auch die öffentliche Akzeptanz von Projekten für erneuerbare Energien und der Energiewende und haben das Potenzial, die Investitionslücke bei erneuerbaren Energien in der EU zu schließen. Um zu verstehen, wie sich die Bürger*innenbeteiligung im Energiesystem Deutschlands entwickeln könnte und wie Energiegemeinschaften gegebenenfalls gefördert werden könnten, wurde ein quasi-dynamisches CIB-Modell entwickelt und Transformationspfade der Bürger*innenbeteiligung an der Energiewende in Deutschland bis 2040 identifiziert. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine erfolgreiche Energiewende, die durch die aktive Beteiligung von Bürger*innen geprägt ist, bis 2040 mit den derzeitig sich abzeichnenden Trends nicht zu erreichen ist. Ein maßgeblicher Wandel bei vielen Faktoren wäre dafür erforderlich (z. B. bei den administrativen und rechtlichen Bedingungen für Energiegemeinschaften und bei Einsparpotenzialen durch erneuerbare Energietechnologien).

5 Bewertung von Entwicklungspfaden (Leitung IEK-STE)

5.1 Zielsetzung

Im Folgenden wird die gemeinschaftliche Versorgung mit Energie bzw. die gemeinschaftliche Nutzung von Energietechniken anderen Energieversorgungsoptionen gegenübergestellt und Schlussfolgerungen hinsichtlich möglicher Effekte gezogen. Die unterstellten Beispiele wurde hierbei aus den beobachteten Fallbeispielen abgeleitet (siehe Kap. 3.1), In einem ersten Schritt wurden zunächst in der Literatur angeführte Vorteile gesichtet und systematisiert. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt. Anschließend wird eine Methode, die eine Erfassung indirekter Effekte erlauben, erläutert und proto-typisch angewendet. Die möglichen Auswirkungen lassen sich grundsätzlich unterteilen in

- Effekte auf Mikro-/Einzelakteursebene
- Effekte auf Meso-/regionaler Ebene und
- Effekte auf Makro-/nationaler Ebene

Der Einzelakteursebene lassen sich u.a. Veränderungen in den Ausgaben für die Anschaffung und den Betrieb von Heizungsanlagen bzw. Anlagen zur Strombereitstellung, Absicherung gegenüber zukünftiger Steigerung der Energieträgerpreise sowie das persönliche Streben einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, zuordnen.

Für die Meso-Ebene ist insbesondere die Generierung von Wertschöpfung und die Schaffung bzw. der Erhalt von Arbeitsplätzen vor Ort von Bedeutung. Wertschöpfung und Arbeitsplätze spielen auch auf der Makro-Ebene eine zentrale Rolle. Hier liegt Fokus auf der Entwicklung auf nationaler Ebene.

5.2 Auswahl und Spezifizierung von Versorgungsoptionen

Die gegenwärtig am weitesten verbreitete Versorgungsoption ist die Versorgung mit Strom über das öffentliche Stromnetz und die Bereitstellung von Wärme mittels einer Gasheizung. Diese Versorgungsstruktur bildet die Grundlage des Versorgungstypus „Option 1“. Eine Versorgung von selbstgenutzten Einfamilienhäusern mit Strom aus PV/Batteriesystemen zu 60% wird im Folgenden unter der Bezeichnung „Option 2“ analysiert. Bei „Option 3“ werden die aktuellen Planungen der Bundesregierung aufgegriffen, ab dem 2025 nur noch neue Heizungen zuzulassen, die mindestens zu 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Aufbauend auf den derzeitigen Trends wurde unterstellt, dass in selbstgenutzten Einfamilienhäusern bei der Nutzung dieser Versorgungsoption Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Hinsichtlich des für den Betrieb der Wärmepumpe erforderliche Strom wird unterstellt, dass dieser aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Bzgl. „Option 4“ wird angenommen, dass der Strombedarf für die Wärmepumpe teilweise über die PV Anlage gedeckt wird. Eine Deckung des Wärmebedarfs über gemeinschaftliche Versorgungsinfrastruktur wird Option 5 („Wärmeversorgung über Energiegemeinschaft“) betrachtet. Hierbei wird unterstellt, dass die Wärmeversorgung über eine Kombination von Blockheizkraftwerk und Holzhackschnitzelanlagen gedeckt wird. Eine (weitgehend) eigenständige Versorgung mit Strom und Wärme wird im Rahmen der Option 6 („Strom- und Wärmeversorgung über Energiegemeinschaft“) unterstellt.

Um Versorgungskonstellationen im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf lokale Wertschöpfung, Emissionen usw. bewerten zu können, sind Informationen über die in den einzelnen Versorgungsoptionen zum Einsatz kommende Technologien erforderlich. Aus Tab. 8 sind die technologischen Spezifikationen ersichtlich, die in unserer Studie zugrunde gelegt wurden. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Technologien, die allein eingesetzt werden können und solche, die durch andere Technologien ergänzt werden müssen. So kann beispielsweise ein PV/Batterie System grundsätzlich nur ein Teil der Wärmeversorgung decken. Entsprechend ist eine weitere Versorgungsquelle erforderlich. Der Bewertung der einzelnen Versorgungsoptionen liegt die energiewirtschaftliche Situation des Jahres 2021 in Deutschland zugrunde: Aufbauend von Daten von [93] wird angenommen, dass ein durchschnittlicher Haushalt (3 Personen), der in einem Einfamilienhaus wohnt, jährlich 3500 kWh² Strom verbraucht. Hinsichtlich des Wärmebedarfs dieses Haushaltes wird von einem Durchschnittsverbrauch von 15500 kWh ausgegangen [94].

Der Stromverbrauch von Mietern in einem Mehrfamilienhaus wird in Anlehnung an [93] mit 2500 kWh pro Wohnung (3 Personenhaushalt, ohne Stromnutzung für Warmwasser) angesetzt. Bzgl. des Wärmebedarfs von Mietwohnungen wird auf Angaben von co2online [94] zurückgegriffen und ein Verbrauch von 8800 kWh unterstellt.

Die Kostenberechnungen basieren auf den Strom- und Gaspreisen sowie Subventionszahlungen von 2021. Eine Steigerung in den Energieträgerpreisen wird in Form von Sensitivitätsanalysen betrachtet.

² Verbrauch ohne elektrischer Warmwasserbereitung

				Ergänzung zu einem weiteren Stromversorgungs-/Heizungssystem			
20210		Strombezug aus dem öffentlichen Netz ¹⁾	Wärmebereitstellung über vorhandene Gastherme)	PV-Batterie System ²⁾	(Luft-Wasser-) Wärmepumpe ³⁾	Neuer Brennwertkessel ³⁾	Heizwerk-Holzhack-schnitzel mit Nahwärmenetz ^{4) e)}
Anschaffungskosten	Euro			8.820 ⁶⁾	15.000 ²⁾	9.200 ²⁾	21.000 ⁷⁾
Zuschüsse, Förderung, u.ä. seitens Dritter	Euro			100 ^{b, 6)}	5250 ²⁾	300 ²⁾	8.100 ⁷⁾
Variable Kosten	Euro/kWh	0,32 ¹⁾	0,063 ¹⁾	0	0,068 ^{c)}	0,0631 ¹⁾	
	Euro/Jahr						795 ⁷⁾
Fixkosten	Euro/Jahr		260 ²⁾	129 ⁶⁾	150 ²⁾	260 ²⁾	611 ⁷⁾
CO2 Emissionen	kg/kWh	0,4 ³⁾	0,2	0	0,1 ^{d)}	0,2	0
Feinstaub	mg/kWh		6 ⁴⁾	0	0	6 ⁴⁾	76 ⁴⁾
Abhängigkeit von Preisschwankungen		Hoch ⁵⁾	Hoch ⁵⁾	Keine	keine	Hoch ⁵⁾	Gering ⁵⁾

Anmerkungen: ^{a)} Emissionen des derzeitigen Strommixes, ^{b)} durchschnittliche Erlöse aus der Einspeisung ins öffentliche Netz, ^{c)} unter Annahme einer Jahresarbeitszahl von 3,5, vollständiger Deckung des Strombedarfs der Wärmepumpe über das öffentlich Stromnetz und eines Preise für Wärmepumpenstrom von 23,8 Cent, ^{d)} nur indirekte Emissionen, Angabe bezieht sich auf Strombezug aus dem öffentlichen Netz, ^{e)} Anteile an einer Anlage zur Versorgung von 30 Haushalten
Quellen: ¹⁾[95], ²⁾ [96], ³⁾ [97], ⁴⁾ [98], ⁵⁾ [96], ⁶⁾ [99], ⁷⁾ [100]

Tab. 8: Charakteristika verschiedener Energieversorgungstechnologien

Aufgrund der Vielzahl möglicher Variationsmöglichkeiten und unterschiedlicher lokaler Gegebenheiten sind die in Tab. 8 dargestellten Werte nur Orientierungswerte, die bei der Betrachtung eines konkreten Einzelfalls zu überprüfen bzw. anzupassen sind.

Hinsichtlich der einzelnen Versorgungsoption ergeben sich folgende Effekte:

Option 1: Bei einem durchschnittlichen Strompreis von 0,326 Euro pro kWh [95] ergeben sich für die Bewohner*innen eines Einfamilienhauses jährliche Ausgaben für Strom von 1142 Euro. Bei Einsatz einer vorhandenen Gasheizung betragen die Ausgaben für Wärme entsprechend 1234 Euro pro Jahr. Unter Berücksichtigung der annualisierten Kosten für eine Anschaffung einer Gas-Brennwertheizung erhöht sich der Betrag auf 1590 Euro pro Jahr. Durch den Einsatz von Erdgas und Strom werden bei dieser Option etwa 4,4 Tonnen CO₂ pro Jahr. Für den durchschnittlichen Mieterhaushalt ergeben sich jährliche Ausgaben für Strom von 816 Euro und 704 Euro pro Jahr für Wärme. Bei anteiliger Beteiligung an einer neuen Gas-Brennwertheizung auf steigen die Ausgaben für die Wärmebereitstellung auf 907 Euro. Die CO₂-Emissionen betragen bei dieser Energieversorgung jährlich ca. 2,7 Tonnen CO₂.

Option 2: Unter der Annahme eine Eigenversorgungsquote von 60% [99], sinken die Ausgaben der Bewohner*innen bei Einsatz eines PV/Batterie-System von Eigenheimen um 215 Euro. Die Kosten der Mieter*innen bleiben in dieser Option konstant. Die CO₂-Emissionen des Einfamilienhausbewohners reduzieren sich Fall der Stromversorgung mittels PV um 19 % auf 3,6 Tonnen pro Jahr. Durch den Einsatz des PV/Batterie-Systems reduziert sich zudem die Abhängigkeit von der Entwicklung des Strompreises.

Option 3: Hinsichtlich der Ausgaben bei einer Wärmeversorgung mittels Wärmepumpe ergeben sich in den Überschlagsrechnungen jährliche Mehrausgaben für Hauseigentümer*innen in Höhe von 530 Euro. Die CO₂-Emissionen liegen in diesem Fall bei etwa 1 Tonne pro Jahr niedriger als in der Ausgangssituation. Für bei Akteursgruppen sinken ebenso wie für die Einfamilienhausbewohner*innen bei Versorgungsoption 1 die Abhängigkeit von der Entwicklung des Strompreises.

Option 4: Wird zusätzlich ein Teil des Strombedarfs der Wärmepumpe mit PV gedeckt, so sinken den Überschlagsrechnungen zur Folge die Ausgaben um ca. 200 Euro. Die Emissionen der Hauseigentümer*innen fallen in diesem Fall um 42 % niedriger aus als bei Option 1.

Option 5: Wird der Wärmebedarf über eine Holzhackschnitzelanlage in Kombination mit einem BHKW gedeckt (wie es beispielsweise in [100] geplant wurde), so ergeben sich für den Einfamilienhausbesitzer*innen jährliche Mehrkosten für Wärme in Höhe von etwa 594 Euro (bzw. 238 Euro, wenn man die Investition für einen neuen Gaskessel den Kosten für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgungssystem gegenüber stellt) und 398 Euro (bzw. 143 Euro) für den/die Mieter*innen. Die CO₂-Emissionen reduzieren sich in diesem Fall auf 2,4 Tonnen pro Jahr (Hauseigentümer*innen) bzw. 1,4 Tonnen pro Jahr (Mieter*innen). Ebenso verringert sich die Abhängigkeit vom Gaspreis. Zwar besteht eine starke Abhängigkeit vom Preis für Holzhackschnitzel, aber im Gegensatz zu dem Gaspreis, der insbesondere durch höhere CO₂-Preise stark steigen könnte, ist die Abhängigkeit von Preis für Holzhackschnitzel für die Akteure von geringerer Bedeutung.

Option 6: Für die Versorgungsoption „Strom und Wärmeversorgung über Energiegemeinschaft“ ergeben sich jährliche Gesamtkosten von 3298 Euro für den/die Hauseigentümer*innen und 2150 Euro für den/die Mieter*innen. Unterstellt wird hierbei, dass die Wärmeversorgung gemäß wie unter Option 5 (zentrale Holzhackschnitzelanlage in Verbindung mit kleinem BHKW) und die Stromerzeugung wie unter Option 3 beschrieben (Gemeinsame Versorgung über PV) erfolgt. Gegenüber der Referenzsituation führt dies zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen um 76% (Hauseigentümer*innen) bzw. 75 % (Mieter*innen).

Grundsätzlich bedeutet eine Versorgung mit eigen erzeugtem Strom, dass weniger Strom aus dem Netz bezogen wird. Die Netzbetreiber tragen die Kosten für den Netzbetrieb. Sie bekommen dafür eine Verzinsung zugesichert. Diese Kosten für die Unterhaltung des Netzes fallen auch dann an, wenn einzelne Akteure weniger Strom aus dem Netz ziehen. Eine Veränderung des Bezugs von Strom aus dem Netz kann entsprechend dazu führen, dass sich der Anteil des Leistungsentgelts ändert oder dass sich die Netzentgelte für Akteure, die weiterhin Strom aus dem Netz beziehen, erhöhen. Bei einer zunehmenden Eigenversorgungen können sich zudem die Zahlungseingänge für den Ausgleich von Vergütungen für die Bereithaltung von abschaltbaren Lasten, des Ausbaus des Offshore Netzes sowie KWK- und EEG-Vergütungen ändern. Auch hier kann eine höhere Eigenversorgungsquote zu einer erhöhten Belastung der verbleibenden Stromkunden führen.

Mit zunehmender Strom-Eigenproduktion entfallen Umsatzerlöse für die Stromerzeugungsunternehmen. Im Szenario „Strom und Wärmeversorgung über Energiegemeinschaft“ nimmt der Energieversorger für „Energiebeschaffung, Vertrieb und Marge“ pro Einfamilienhaus etwa 0,09 Euro/kWh weniger ein [95]. Da dem Versorger bei einem Rückgang des Absatzes weniger variable Kosten entstehen, bedeutet der Absatzrückgang jedoch nicht, dass im gleichen Maße der Gewinn des Unternehmens sinkt. Entsprechend eingeschränkt ist die Aussagekraft des Indikators „Umsatz Energieversorger“.

	Option 1a	Option 1b	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6
	Strombezug aus dem öff. Netz, Gas-heizung	Strombezug aus dem öff. Netz, neue Gas-heizung	Einfamilien-haus mit PV/Batterie System	Strombezug aus dem öff. Netz, Einsatz Wärme-pumpe	PV/Batterie System in Kombination mit PV/Batterie System	Wärmever-sorgung über Energiege-meinschaft	Strom- und Wärmever-sorgung über Energiege-meinschaft
Eigenheimbesitzer*innen							
Anschaffungskosten	8900	8820	9750	22980	15446	26471	8900
Ausgaben							
Strom (Euro/Jahr)	1142	1142	927	1142	1147	1142	1469
Wärme (Euro/Jahr)	1234	1590	1234	1764	1030	1829	1829
Summe (Euro/Jahr)	2376	2732	2161	2906	2177	2971	3298
CO ₂ -Emissionen (kg/Jahr)	4488	4488	3648	3438	3561	2079	1029
Umlagen, Netzgebühren (Euro)	828	828	483	575	230	631	228
Umsatz Energieversorger							
Strom (Euro/Jahr)	313	313	125	313	125	313	94
Gas (Euro/Jahr)	460	460	460	0	0	101	101
Jährliche Steuereinnahmen (Euro/Jahr)	573	573	420	254	102	324	146
Subventionen (Euro)	0	0	0	5250	5250	9544	9544
Mieter*innen							
Anschaffungskosten* (Euro)	0	6357				8805	16680
Ausgaben							
Strom (Euro/Jahr)	816	816				816	1049
Wärme (Euro/Jahr)	704	958				1101	1101
Summe (Euro/Jahr)	1519	1774				1917	2150
CO ₂ -Emissionen (kg/Jahr)	2760	2760				1387	687
Umlagen, Netzgebühren (Euro)	411	0				411	123
Umsatz Energieversorger							
Strom (Euro/Jahr)	223	223				223	67
Gas (Euro/Jahr)	262	262				58	58
Jährliche Steuereinnahmen (Euro/Jahr)	363	363				221	94
Subventionen (Euro)	0	0				5441	5441

Tab. 9: Charakteristika verschiedener Energieversorgungssysteme (bezogen auf Einsatz auf einen durchschnittlichen Haushalt)

Um die identifizierten Transformationspfade im Hinblick auf makroökonomische Effekte auf regionaler Ebene bewerten zu können, ist eine Einteilung der Bevölkerung der betrachteten geographischen Einheiten nach Akteursgruppen erforderlich. Empirische Studien deuten auf eine Abhängigkeit der Akteursgruppen-Verteilung von der Siedlungsstruktur hin. Um die Bedeutung der Akteursgruppen-Verteilung auf die makroökonomischen Effekte zu verdeutlichen, wird im Folgenden zwischen den Siedlungsstrukturen „Dörfliche Struktur“, „Kleinstadt“ und „Großstadt“ unterschieden. Für jeden dieser Siedlungsstrukturen werden mit den Transformationspfaden verbundene Effekte anhand von stilisierten Beispielen untersucht. Aufbauend auf Angaben von [101, 102] wird unterstellt, dass „Kleinstadt“ durch einen hohen Anteil von Haushalten aus, die der idealtypischen Akteursgruppe C zugeordnet werden. In der Region „Großstadt“ dagegen dominieren dagegen Haushalte in Mietwohnungen wohnen. Für „Dörfliche Struktur“ wird eine Dominanz von Haushalten des Typs D unterstellt.

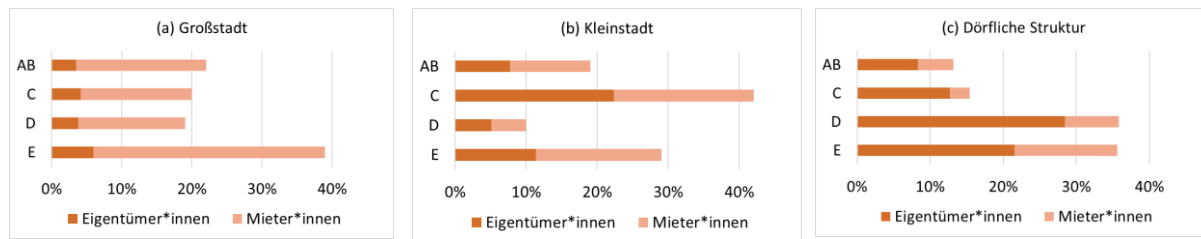


Abb. 11: Charakteristika der ausgewählten Siedlungsformen

Wie in Kap. 4 dargestellt, lassen sich den idealtypischen Akteursgruppen Wohnsituationen zuordnen. Die Hochrechnung der durch auf Mikro-Ebene identifizierten Effekte erfolgt die Verbindung dieser Informationen mit den Angaben zur Entwicklung der Aktivitäten der einzelnen Akteursgruppe, wobei zur Vereinfachung wird im Folgenden unterstellt, dass wenn eine Akteursgruppe „alleine aktiv“ wird, Option 3 zu Einsatz kommt. Falls eine Gruppe „gemeinsam aktiv“ werden, kommt Option 6 zum Zug. In unserer Studie gehen wir davon aus, dass die Siedlungsstrukturen in eine größere geographische Einheit eingebettet sind, mit der sie in stark Verbindung stehen. Eine Fokussierung auf die Siedlungsstruktur selbst, kann zu einer deutlichen Unterschätzung ausgelöster makroökonomischer Effekte führen. Andererseits führte eine zu weite Fassung der Systemgrenzen, dazu, dass der regionale Bezug der Effekte, der u.a. bei Förderung von Energiegemeinschaften betont wird, in den Hintergrund tritt. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit fokussieren wir unsere Analyse auf Effekte auf Nuts2 Ebene (Regierungsbezirke).

Zur Identifizierung und Quantifizierung lokaler Wertschöpfungseffekte bietet sich grundsätzlich der Einsatz einer Input-Output-Analyse an. In Mittelpunkt dieser Analyse stehen Informationen über die Verknüpfung einzelner Wirtschaftsbereiche. Aufbauend auf Verflechtungsmatrixen lassen sich mit relative geringen Aufwand Rückschlüsse auf induzierte Effekte ziehen. In dieser Studie wird in die World-Input-Output Database vorhandene Input-Output-Tabelle für Deutschland verwendet. Im Gegensatz zu der vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Input-Output Tabelle hat diese Tabelle den Vorteil, dass umfangreichen Faktoren vorliegen, die mit der WIOD Tabelle abgestimmt sind. Entsprechend wird dadurch die Analyse von Arbeitsplatzeffekten erleichtert. Zur Abschätzung regionaler Effekte erfolgt eine Anpassung der nationale IO-Matrix mittels der FLQ-Methode (vgl. [103]).

Wie im Abschnitt zuvor beschrieben, unterscheiden sich die einzelnen Versorgungsoptionen hinsichtlich der anfallenden Ausgaben. Grundsätzlich steht somit je nach Option mehr oder weniger finanzielle Mittel für private Konsumausgaben bzw. für Investitionen zur Verfügung. Entsprechend werden je nach Betrachtungszeitpunkt unterschiedliche Beschäftigungs- bzw. Wertschöpfungseffekte induziert. Da die Unterschiede in den Ausgaben gering ausfallen, unklar ist, ob und in welchem Umfang es zu Veränderungen in der Nachfrage nach Konsumgütern kommt und zudem offen ist, ob vermehrt regionale Güter oder Güter aus anderen Regionen (inkl. Ausland) nachgefragt werden, wird auf eine Analyse der Einkommenseffekte verzichtet. Aus den gleichen Gründen wird auf eine Analyse der Effekte einer Mehrbelastung anderer Haushalte durch Umverteilung der Umlagen verzichtet.

5.3 Ergebnisse

Abb. 12 zeigt die Entwicklung der Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in Abhängigkeit von der betrachteten Siedlungsform und der wirtschaftlichen Strukturen, in denen die Siedlungsform eingebettet ist. Bei den Szenarien wurde unterstellt, dass jährlich ein Prozent der Haushalte vor der Entscheidung stehen, ihr Heizungs- bzw. ihre Energieversorgungssystem zu erneuern. Unterstellt man eine Entwicklung gemäß Pfad 1, so ergeben kurzfristig nur geringe Wert- und Beschäftigungseffekte. Erst mit dem Anstieg von Investitionsaktivitäten ab 2035 werden deutlicher positive Effekte sichtbar. Pfad 2 ist mit einer forcierten Entwicklung in Richtung gemeinschaftlicher Aktivitäten verbunden. Entsprechend setzen früher Investitionsaktivitäten ein. Da kontinuierlich Entscheidung über neue Heizungssysteme fallen und zudem mit dem Betrieb gemeinschaftlicher Energieversorgungssysteme geringere Zahlungsströme aus dem betrachteten ökonomischen System herausfließen (z.B. aufgrund des Einsatzes von Holzhackschnitzel anstelle von Erdgas) fallen die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in unseren Beispielen höher aus einer Entwicklung gemäß Pfad 1.

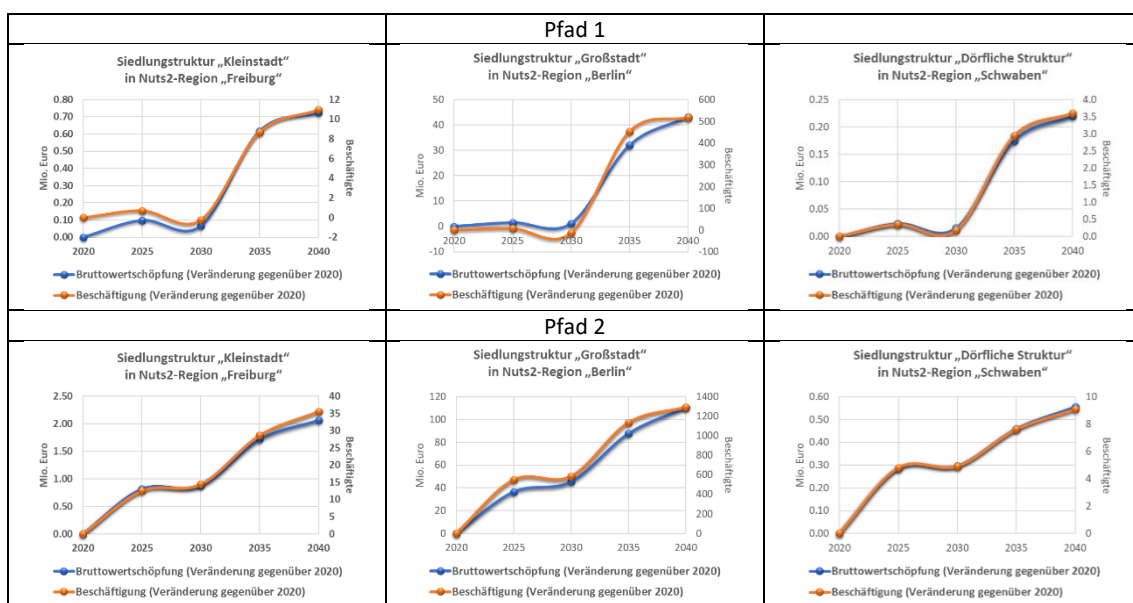
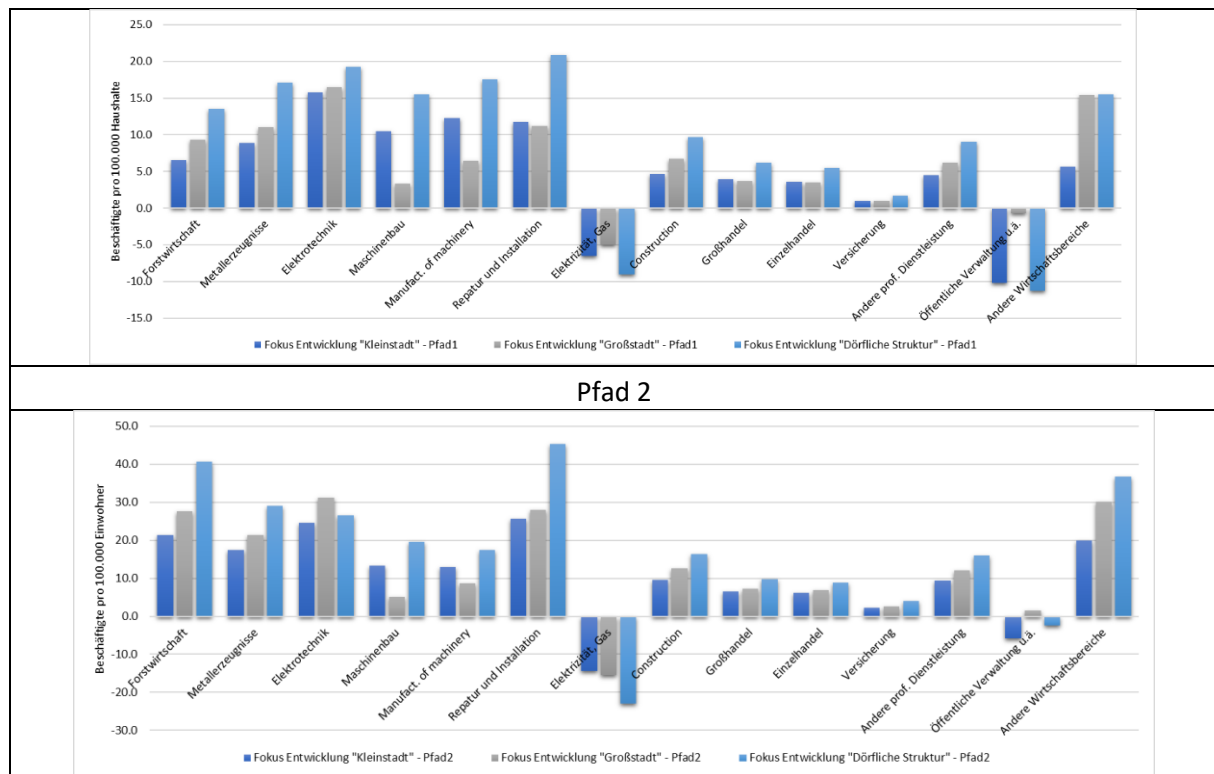


Abb. 12: Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte auf regionaler Ebene

Aus Abb. 13 wird deutlich, dass, insbesondere für den Wirtschaftsbereich „Elektrizität und Gasversorgung“ einen Rückgang der Beschäftigung zu erwarten ist. Positive Effekte sind in die Wirtschaftsbereiche, die mit Herstellung und dem Betrieb von Wärme- und Energieversorgungstechniken verbunden sind. Anhand der Abbildung wird die Bedeutung der regionalen Verteilung der Akteursgruppen deutlich. So fallen die Effekte mit Fokus „Großstadt“ deutlich niedriger als die für Entwicklung mit Fokus „Kleinstadt“ identifizierten Effekte.

Pfad 1



Anmerkungen: Berechnung auf Basis nationaler Input-Output Tabellen DEUTS

Abb. 13: Direkte und indirekte Beschäftigungseffekte ausgewählter Transformationspfade auf einzelne Wirtschaftsbereiche

6 Ableitung und Diskussion von Politikempfehlungen (Leitung IEK-STE)

Grunderkenntnis/-these

Insbesondere im Bereich Wärmeversorgung können durch gemeinschaftliche Aktivitäten CO₂ Emissionen deutlich vermindert werden. Eine Energiewende, die durch die aktive Beteiligung von Bürger*innen geprägt ist, wird bis 2040 wahrscheinlich nicht erfolgreich sein, wenn sich nur die aktuellen Trends fortsetzen. Eine Verbreitung von Energiegemeinschaften kann grundsätzlich durch folgende Maßnahmen gestärkt werden:

Übergeordnete Empfehlung 1: Der Aufbau und die Verbreitung von nachbarschaftlichen Energiegemeinschaften sind durch finanzielle Unterstützung des Staates zu fördern. Gleichzeitig sind negative Effekte auf andere, indirekt betroffene Akteure im Auge zu behalten.

Erkenntnis aus der Analyse: Die Umfrage hat gezeigt, dass die Absicherung der energetischen Versorgung und die Unabhängigkeit von Energieversorgern und Energiepreisentwicklungen eine wichtige Rolle bei der Bereitschaft der Beteiligung an einer lokalen Energiegemeinschaft spielen. Ebenso zeigte sich im DCE1 eine geringe finanzielle Risikobereitschaft in Form von Haftung bei Insolvenz und Beitrittsgebühren sowie hinsichtlich möglicher Mehrkosten bzw. Einsparungen bei den jährlichen Kosten für die Energieversorgung.

Empfehlung: Geschäftsmodelle und Rahmenbedingungen schaffen, die ohne hohes finanzielles Risiko eine relativ unabhängige Energieversorgung für eine überschaubare Energiegemeinschaft bieten. Entsprechende Geschäftsmodelle und Rahmenbedingungen könnten die Akzeptanz fördern in dem zum einen finanzielle Hürden abgebaut und zum anderen Motivationen zur lokalen Nutzung von erneuerbaren Energien gestärkt werden.

Erkenntnis aus der Analyse: Der Aufbau einer Nahwärmeversorgung ist ohne Subventionen wirtschaftlich nicht attraktiv. Steigende Gas- und Strompreise führen zu einem geringeren Bedarf an Zuschüssen. Der Gesamtsubventionsbedarf steigt mit zunehmender Anzahl an Energiegemeinschaften mit gemeinschaftlicher Wärmeversorgung.

Empfehlung: Ein Ausbau der Energiegemeinschaften erfordert eine Erhöhung der für die Subvention von Nahwärmenetzen bzw. Energietechnologien zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel. Entsprechend ist auf staatlicher Seite eine Ausweitung des für diesen Zweck zur Verfügung stehenden Budgets erforderlich.

Erkenntnis aus der Analyse: Wohnungsgenossenschaften sind sozial inklusive Zusammenschlüsse von Bürger*innen. Bestehende oder neu entstehende Wohnungsgenossenschaften sind eine ideale Plattform verschiedene nachhaltige Energieprojekte für alle Mieter*innen der Genossenschaft umzusetzen. Sie können verschiedene Projekte parallel einführen und so für ein ganzheitlich nachhaltiges Energiekonzept sorgen.

Empfehlung: Finanzielle Unterstützung sollte für Wohnungsgenossenschaften, die ihre Energiekonzepte nachhaltig gestalten wollen, zur Verfügung gestellt werden. Insbesondere steuerliche Vergünstigungen sollten für Wohnungsgenossenschaften bestehen bleiben, unabhängig der nachhaltigen Energieprojekte und ihrer Anzahl, die durch die Wohnungsgenossenschaft umgesetzt werden (Vorbeugung gegen Verlust der partiellen Steuerpflicht von WeG).

Erkenntnis aus der Analyse: Der Umfang der induzierten Wert- und Beschäftigungseffekte auf lokaler Ebene hängt stark vom Vorhandensein relevanter wirtschaftlicher Strukturen ab. Hierzu zählen insbesondere Wirtschaftsbereiche mit dem Fokus auf Betrieb und Wartung von dezentralen Energieversorgungsstrukturen.

Empfehlung: Es ist darauf zu achten, dass Unternehmen der Wertschöpfungsketten (z.B. Handwerksbetrieben mit Fokus erneuerbare Energiesysteme, Instandhaltung/ Wartung, evtl. Forstwirtschaft, Anlagenbauer) vorhanden sind bzw. diese sich in der Region ansiedeln können.

Erkenntnis aus der Analyse: Ohne Gegenfinanzierungsmaßnahmen führt eine Zunahme der Eigenversorgung von Haushalten bzw. Energiegemeinschaften zu einem geringen Aufkommen an Umlagen (z.B. EEG-Umlage), einem höheren Bedarf an Subventionszahlungen sowie geringeren Steueraufkommen.

Empfehlung: Es ist darauf, dass durch die Umverteilung von Umlagen u.a. nicht zu einer übermäßigen Belastung einzelner Akteursgruppen führt.

Übergeordnete Empfehlung 2: Informationen über Umsetzungsmöglichkeiten sowie kurz- und langfristig Vor- und Nachteile von Energiegemeinschaften sind vermehrt bereit zu stellen

Empirische Erkenntnisse: Die Umfrage hat gezeigt, dass eine Reihe verschiedener Motivationen eine Rolle spielt bei der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen. Auch im DCE haben sich mehrere Aspekte der Ausgestaltung einer Energiegemeinschaft als relevant herauskristallisiert. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die erfolgreiche Umsetzung weitreichender nachhaltiger Maßnahmen und Verhaltensänderungen in nachhaltigen Gemeinschaftsprojekten auf Motivationen zurückzuführen sind, die aus einem Zusammenspiel von sozialen Bedürfnissen, sozialem Kapital, sozialen Normen und Umweltbewusstsein resultieren.

Empfehlung: Um verschiedene Interessen der möglichen Mitglieder einer Energiegemeinschaft anzusprechen und somit die Beteiligungsbereitschaft zu fördern, sollten die Kommunikationsstrategien sowohl individuelle, soziale als auch umweltbezogene Informationen beinhalten.

Empirische Erkenntnisse: Die empirischen Befunde aus der Umfrage zeigen, dass die Identifikation mit der Gruppe, hier der Nachbarschaft, und die Wahrnehmung einer kollektiven Wirksamkeit positiv mit der Bereitschaft sich an einer lokalen Energiegemeinschaft zu beteiligen zusammenhängen. Des Weiteren spielen die Vorerfahrungen guter Bekannter mit Energiegemeinschaften eine wichtige Rolle.

Empfehlung: Kommunikation unter Nachbarn und Austausch mit Mitgliedern anderer Energiegemeinschaften auf nachbarschaftlicher Ebene fördern. Netzwerkmöglichkeiten für kleine Gruppen schaffen.

Erkenntnis aus der Analyse: Der Aufbau von Nahwärmeversorgungssystemen sind umfangreiche Kompetenzen im Bereich Planung, Finanzierung und Umsetzung des Vorhabens erforderlich. Durch die Nutzung von Erfahrungen aus anderen Projekten und durch die Einbindung eines kompetenten Partners (z.B. Stadtwerke), kann die Bereitschaft solche Projekte durchzuführen gesteigert werden.

Empfehlung: Die Vernetzung der Energiegemeinschaften sollte weiter gestärkt werden. Zudem sollten Informationen über potenzielle Partner zur Verfügung gestellt werden. Stadtwerke sollten im Hinblick auf Nahwärmeprojekte weiter sensibilisiert und informiert werden.

Erkenntnis aus der Analyse: Um die Rückfinanzierung sicherzustellen, ist es erforderlich, dass die Investition langfristig durch die Mitglieder der Energiegemeinschaft getragen werden. In der Regel sind daher die Mitglieder an die Versorgungsoption gebunden. Ein Wechsel der Versorgungsoption ist hierdurch nur sehr eingeschränkt möglich.

Empfehlung: Potenzielle Mitglieder der Energiegemeinschaften sollten über Quellen, denen sie vertrauen, über die langfristigen Vor und Nachteile sowie mögliche Risiken informiert werden. Tools, die z. B. im Bereich PV im Einsatz sind, können bei der Entscheidungsfindung helfen und sollten deshalb verstärkt bereitgestellt werden.

Empirische Erkenntnisse: Die empirischen Ergebnisse aus den DCEs weisen darauf hin, dass Energiegemeinschaften mit einer überschaubaren Anzahl beteiligter Haushalte bevorzugt werden (im DCE 1: 10 beteiligte Haushalte gegenüber 100 oder 1000 beteiligten Haushalten).

Empfehlung: Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen sollten kleine Energiegemeinschaften zur lokalen, direkten Nutzung von erneuerbaren Energien ermöglichen und deren Umsetzung erleichtern.

Erkenntnis aus der Analyse: Personen, die sich dazu entscheiden nachhaltige Gemeinschaftsprojekte zu initiieren und zu gründen (oder mitzugründen), erfüllen eine Schlüsselfunktion bei der Umsetzung von nachhaltigen Energiemaßnahmen (wie die Installation eines erneuerbaren Energiesystems), in

dem sie andere zum Mitmachen motivieren und von der Richtigkeit der Energiemaßnahmen überzeugen.

Empfehlung: Organisationen wie Energieagenturen oder Dachorganisationen für Energiegenossenschaften u. ä. (beispielsweise der DGRV – Deutscher Genossenschafts und Raiffeisenverband, oder DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie) sollten besonderes Augenmerk auf potenzielle Initiator:innen richten, wenn sie Informations und Hilfsprogramme aufstellen.

Übergeordnete Empfehlung: Weitreichende regulatorische Vereinfachungen sind für Energiegemeinschaften zwingend notwendig.

Erkenntnis aus der Analyse: Damit eine Mehrheit der Gesellschaft aktiv werden kann, müssen sich mehrere Rahmenbedingungen gegenüber dem Status quo ändern, insbesondere auf regulatorischer Ebene. Fehlende Gesetzgebung zum Energy Sharing, der erforderliche Eigennutzungsnachweis gekoppelt mit einem komplexen juristischen Verständnis der Identität von Nutzer*innen und Eigentümer*innen und die Komplexität des Mieterstromgesetzes wurden als besondere Hemmnisse für Energiegemeinschaften identifiziert.

Empfehlung: Die Problematiken um Energy Sharing, Identitätsnachweis und Mieterstrom sollten adressiert werden. Weitreichende Vereinfachungen in allen diesen Bereichen sollten auch tatsächlich regulatorisch umgesetzt werden, sollte es im Interesse der Regierung sein, dass Energiegemeinschaften in Deutschland florieren.

Übergeordnete Empfehlung: Systemische Aspekte beachten

Erkenntnis aus der Analyse: Bei der Entscheidung einer Energiegemeinschaft beizutreten bzw. zu gründen spielen die Vorerfahrung guter Bekannter eine wichtige Rolle. Mit einer zunehmenden Verbreitung von Energiegemeinschaften, ist somit mit einer Eigendynamik zu rechnen. Zu berücksichtigen, dass ein vermehrter Einsatz von fluktuierenden Stromerzeugungstechniken eventuell die Energieversorgungssicherheit negativ beeinflusst, Dies könnte die Bereitschaft Energiegemeinschaften beizutreten oder zu gründen begünstigen bzw. hemmen. Auch hieraus könnten sich selbst verstärkende Dynamiken resultieren.

Empfehlung: Dieser Umstand sollte von den politischen Entscheidungsträgern frühzeitig bedacht und entsprechend gehandelt werden.

7 Zusammenfassung

Ohne zusätzliche Anstrengungen wird Deutschland seine Emissionsreduktionsziele wahrscheinlich verfehlen [104]. Insbesondere im Bereich der Haushalte sind die Fortschritte langsamer als erhofft. Die Europäische Union (EU) betrachtet die aktive Beteiligung von Bürger*innen an der nachhaltigen Energiewende – vor allem in Energiegemeinschaften – als entscheidend für eine erfolgreiche Transformation des europäischen Energiesystems. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden Bedeutung von Energiegemeinschaften konzentriert sich unser Projekt auf die folgenden Forschungsfragen: (1) Inwieweit bzw. wie können private Haushalte motiviert werden, sich an gemeinschaftlichen Aktivitäten zu beteiligen? (2) Inwieweit bzw. wie können bestehende ökonomische

Erklärungsansätze von Verhaltensweisen durch die Integration psychologischer Aspekte weiterentwickelt werden? Und (3) Im Hinblick auf Transformationsprozesse: Welche Relevanz haben gemeinschaftliche Aktivitäten privater Haushalte aus gesamtwirtschaftlicher Sicht?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein Mixed-Method Ansatz gewählt, der aus Fallstudien, Umfragen, Diskrete Choice Experimenten, Cross-Impact-Balance-Analysen und Input-Output-Analysen besteht. Die Umfragen, Fallstudien und Experimente dienten dazu, Faktoren zu identifizieren, die die Bereitschaft zum Gründen einer lokalen Energiegemeinschaft bzw. zum Beitritt beeinflussen. Mit der Cross-Impact-Balance-Analyse wurde gezeigt, wie diese Informationen zur Identifizierung möglicher Transformationspfade genutzt werden können. Die Input-Output-Analysen wiederum dienten dazu die Transformation im Hinblick auf makroökonomische Effekte zu bewerten, da solche Effekte für die Motivation politischer Entscheidungsträger Entwicklungen in diesen Bereich zu unterstützen, relevant sein könnten.

Die Ergebnisse zeigen, dass soziale Bedürfnisse, Sozialkapital, soziale Normen, soziale Identität und Umweltbewusstsein die Bereitschaft zur Beteiligung an Energiegemeinschaften erheblich beeinflussen können. Daher sollten Informationskampagnen nicht nur Umweltthemen ansprechen, sondern auch andere Aspekte (wie z.B. das Gemeinschaftsgefühl, das durch die Teilnahme an Energiegemeinschaften entsteht). Außerdem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass kleine Energiegemeinschaften mit nur wenigen Nachbarn größeren Energiegemeinschaften vorgezogen wurden. Daher sollten die rechtlichen und administrativen Rahmenbedingungen solche kleinen Energiegemeinschaften ermöglichen und erleichtern. Die Errichtung gemeinschaftlicher Strom- und Wärmeversorgungssysteme erfordert umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen Planung und Finanzierung, aus diesem Grund sollte die Vernetzung von Energiegemeinschaften weiter gestärkt werden. Derzeit ist der Aufbau solcher Versorgungssysteme ohne finanzielle Anreize wirtschaftlich nicht attraktiv. Der Gesamtbedarf an Fördermitteln steigt mit der Anzahl der Energiegemeinschaften mit gemeinschaftlichen Energieversorgungssystemen. Daher ist von staatlicher Seite eine Ausweitung der entsprechenden finanziellen Mittel erforderlich. Zu berücksichtigen ist, dass ohne Gegenfinanzierungsmaßnahmen eine Zunahme der Eigen- oder gemeinschaftliche Energieversorgung zu einem niedrigen Niveau von Netzentgelten, Umlagen, Konzessionsabgaben, geringeren Steuereinnahmen und einem höheren Zuschussbedarf führt.

Grundsätzlich unterstützen die Ergebnisse die These, dass Energiegemeinschaften in Zukunft eine wichtige Rolle spielen könnten. Es ist jedoch zu beachten, dass viele der angegebenen Präferenzen möglicherweise nicht dem tatsächlichen Verhalten entsprechen. Die Forschungsergebnisse sollten u.a: durch Beobachtungsergebnisse in größerem Maßstab (z. B. in Reallaboren) ergänzt werden.

8 Literatur

- [1] Directive (EU), 2018/2001 of the European Parliament and of the council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources, 2018.
- [2] European Commission, Energy communities (2020) https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en#citizens-and-renewable-energy-communities. (Accessed April 27, 2021).

- [3] AEE, Neue Studie zeigt: Bürgerenergie bleibt zentrale Säule der Energiewende (2021) Agentur für Erneuerbare Energien. <https://www.unendlich-viel-energie.de/studie-buergerenergie-bleibt-zentrale-saeule-der-energiewende>.
- [4] I. Wittenberg, L.H. Broska, S. Vögele, H. Shamon, Menschliches Verhalten & Energiewende - Erklärungsansätze aus Psychologie, Ökonomie und Soziologie, REsCO Diskussionspapier I (2019).
- [5] L. Robbins, An essay on the nature and significance of economic science, THE MACMILLAN PRESS LIMITED, London (1932).
- [6] K.J. Lancaster, A New Approach to Consumer Theory, Journal of Political Economy 74(2) (1966) 132-157.
- [7] G. Kirchgässner, Homo oeconomicus: das ökonomische Modell individuellen Verhaltens und seine Anwendung in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, J.C.B. Mohr (1991).
- [8] S.H. Schwartz, Normative influences on altruism, in: L. Berkowitz (Ed.), Advances in experimental social psychology, Academic Press, New York (1977) 221-279.
- [9] I. Ajzen, The theory of planned behavior, Organizational Behavior and Human Decision Processes 50(2) (1991) 179-211.
- [10] P.C. Stern, Toward a coherent theory of environmentally significant behavior, Journal of Social Issues 56(3) (2000) 407-424.
- [11] F.G. Kaiser, K. Byrka, T. Hartig, Reviving Campbell's paradigm for attitude research, Personality and social psychology review : an official journal of the Society for Personality and Social Psychology, Inc 14(4) (2010) 351-67.
- [12] H. Esser, Soziologie: allgemeine grundlagen, Campus Verlag (1993).
- [13] H. Meulemann, Soziologie von Anfang an: Eine Einführung in Themen, Ergebnisse und Literatur, Springer, Wiesbaden (2012).
- [14] M. Weber, Wirtschaft und Gesellschaft: Grundriß der verstehenden Soziologie, Mohr, Tübingen (1980).
- [15] J.S. Coleman, Foundations of social theory, Belknap Press, Cambridge, Mass. (1990).
- [16] L.H. Broska, S. Vögele, H. Shamon, I. Wittenberg, On the Future(s) of Energy Communities in the German Energy Transition: A Derivation of Transformation Pathways, ((forthcoming)).
- [17] L.H. Broska, It's all about community: On the interplay of social capital, social needs, and environmental concern in sustainable community action, Energy Research & Social Science 79 (2021) 102165.
- [18] G. Dubois, B. Sovacool, C. Aall, M. Nilsson, C. Barbier, A. Herrmann, S. Bruyère, C. Andersson, B. Skold, F. Nadaud, F. Dorner, K.R. Möberg, J.P. Ceron, H. Fischer, D. Amelung, M. Baltruszewicz, J. Fischer, F. Benevise, V.R. Louis, R. Sauerborn, It starts at home? Climate policies targeting household consumption and behavioral decisions are key to low-carbon futures, Energy Research & Social Science 52 (2019) 144-158.
- [19] UBA, Energieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren (2021) Umweltbundesamt/German Environment Agency. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren>. (Accessed Mar 27, 2021).
- [20] I. Wittenberg, E. Matthies, Solar policy and practice in Germany: How do residential households with solar panels use electricity?, Energy Research & Social Science 21 (2016) 199-211.
- [21] Ö. Yildiz, J. Rommel, S. Debor, L. Holstenkamp, F. Mey, J.R. Müller, J. Radtke, J. Rognli, Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda, Energy Research & Social Science 6 (2015) 59-73.
- [22] I. Öhrlund, B. Stikvoort, M. Schultzberg, C. Bartusch, Rising with the sun? Encouraging solar electricity self-consumption among apartment owners in Sweden, Energy Research & Social Science 64 (2020) 101424.
- [23] H. Lovell, Eco-Communities, in: S.J. Smith (Ed.), International Encyclopedia of Housing and Home, Elsevier, San Diego (2012) 1-5.
- [24] G.J. Coates, The sustainable urban district of Vauban in Freiburg, Germany, International Journal of Design & Nature and Ecodynamics 8(4) (2013) 265-286.
- [25] R.H.W. Boyer, Intermediacy and the diffusion of grassroots innovations: The case of cohousing in the United States, Environmental Innovation and Societal Transitions 26 (2018) 32-43.

- [26] K.T. Litfin, Reinventing the future: The global ecovillage movement as a holistic knowledge community, in: G. Kütting, R. Lipschutz (Eds.), *Environmental Governance - Power and Knowledge in a Local-Global World*, Routledge (2012) 138-156.
- [27] P. Mayring, *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 11. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim (2010).
- [28] V. Brummer, Of expertise, social capital, and democracy: Assessing the organizational governance and decision-making in German Renewable Energy Cooperatives, *Energy Research & Social Science* 37 (2018) 111-121.
- [29] K. Sperling, How does a pioneer community energy project succeed in practice? The case of the Samsø Renewable Energy Island, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 71 (2017) 884-897.
- [30] P. Boos, Rechtliche Stellungnahme: Umsetzung der EU-Richtlinie zur Förderung der Eigenversorgung aus Erneuerbaren Energien und der Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften durch das EEG 2021? (aktualisierte Fassung vom 03. August 2021), Boos Hummel & Wegerich (2021).
- [31] BMWi, Gesetz zur Förderung von Mieterstrom und zur Änderung weiterer Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Gesetzes / landlord-to-tenant electricity (supply) law (2017) Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/mieterstrom.html>. (Accessed Nov 2, 2021).
- [32] Y. Rydin, M. Pennington, Public Participation and Local Environmental Planning: The collective action problem and the potential of social capital, *Local Environment* 5(2) (2000) 153-169.
- [33] S. Wirth, Communities matter: Institutional preconditions for community renewable energy, *Energy Policy* 70 (2014) 236-246.
- [34] L. Korcaj, U.J.J. Hahnel, H. Spada, Intentions to adopt photovoltaic systems depend on homeowners' expected personal gains and behavior of peers, *Renewable Energy* 75 (2015) 407-415.
- [35] C. Schelly, Residential Solar Electricity Adoption: What Motivates, and What Matters? A Case Study of Early Adopters, *Energy Research & Social Science* 2 (2014a) 183-191.
- [36] P. Stern, I. Wittenberg, K. Wolske, I. Kastner, Household production of photovoltaic energy: issues in economic behavior, *The Cambridge Handbook of Psychology and Economic Behaviour*, Cambridge University Press (2017) 541-566.
- [37] P.D. Conradie, O. De Ruyck, J. Saldien, K. Ponnet, Who wants to join a renewable energy community in Flanders? Applying an extended model of Theory of Planned Behaviour to understand intent to participate, *Energy Policy* 151 (2021) 112121.
- [38] D. Sloot, L. Jans, L. Steg, In it for the money, the environment, or the community? Motives for being involved in community energy initiatives, *Global Environmental Change* 57 (2019) 101936.
- [39] P. Jugert, K.H. Greenaway, M. Barth, R. Büchner, S. Eisentraut, I. Fritsche, Collective efficacy increases pro-environmental intentions through increasing self-efficacy, *Journal of Environmental Psychology* 48 (2016) 12-23.
- [40] E.M. Rogers, *Diffusion of innovations*, 2nd. ed., Free Press, New York (2003).
- [41] T. van der Schoor, B. Scholtens, Power to the people: Local community initiatives and the transition to sustainable energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 43 (2015) 666-675.
- [42] Bundesverband Solarwirtschaft, *Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)*, Berlin (2021).
- [43] DGRV, *Energiegenossenschaften 2021 - Jahresumfrage des DGRV*, Berlin (2021).
- [44] B. Bollinger, K. Gillingham, Peer Effects in the Diffusion of Solar Photovoltaic Panels, *Marketing Science* 31 (2012) 900-912.
- [45] A. Palm, Peer effects in residential solar photovoltaics adoption—A mixed methods study of Swedish users, *Energy Research & Social Science* 26 (2017) 1-10.
- [46] A. Caramizaru, A. Uihlein, *Energy Communities: An Overview of Energy and Social Innovation*, EUR 30083 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg (2020).
- [47] BMWi, *Marktanalyse Photovoltaik-Dachanlagen* Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, Germany (2015).
- [48] H. Wirth, K. Schneider, *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*, Fraunhofer ISE (2020).

- [49] Dir, ective (EU), 2019/944 of the European Parliament and of the council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU, 2019.
- [50] B. Kampman, J. Blommerde, M. Afman, The potential of energy citizens in the European Union, Ce Delft, Delft (2016).
- [51] REScoop, Friends of the Earth Europe, Greenpeace, EREF, Potential for citizen-produced electricity in the EU, (2016).
- [52] V. Rai, S.A. Robinson, Agent-based modeling of energy technology adoption: Empirical integration of social, behavioral, economic, and environmental factors, *Environmental Modelling & Software* 70 (2015) 163-177.
- [53] S.A. Robinson, V. Rai, Determinants of spatio-temporal patterns of energy technology adoption: An agent-based modeling approach, *Applied Energy* 151 (2015) 273-284.
- [54] A. Mittal, C.C. Krejci, M.C. Dorneich, D. Fickes, An agent-based approach to modeling zero energy communities, *Solar Energy* 191 (2019) 193-204.
- [55] J. Fouladvand, M. Aranguren Rojas, T. Hoppe, A. Ghorbani, Simulating thermal energy community formation: Institutional enablers outplaying technological choice, *Applied Energy* (2021) 117897.
- [56] W. Weimer-Jehle, S. Vögele, W. Hauser, H. Kosow, W.-R. Poganietz, S. Prehofer, Socio-technical energy scenarios: state-of-the-art and CIB-based approaches, *Climatic Change* 162(4) (2020) 1723-1741.
- [57] W. Weimer-Jehle, Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis, *Technological Forecasting and Social Change* 73(4) (2006) 334-361.
- [58] S. Vögele, W.-R. Poganietz, P. Mayer, How to deal with non-linear pathways towards energy futures, *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 28(3) (2019).
- [59] BMU, BfN, Umweltbewusstsein in Deutschland 2018 - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) & Federal Agency for Nature Conservation (BfN) (2019).
- [60] E.S. Kim, Y. Chen, I. Kawachi, T.J. VanderWeele, Perceived neighborhood social cohesion and subsequent health and well-being in older adults: An outcome-wide longitudinal approach, *Health & Place* 66 (2020) 102420.
- [61] R.A. Smith, Measuring neighborhood cohesion: A review and some suggestions, *Human Ecology* 3(3) (1975) 143-160.
- [62] W. An, B. Western, Social capital in the creation of cultural capital: Family structure, neighborhood cohesion, and extracurricular participation, *Social Science Research* 81 (2019) 192-208.
- [63] J. Hicks, N. Ison, Community-owned renewable energy (CRE): Opportunities for rural Australia, *Rural Society* 20(3) (2011) 244-255.
- [64] A.L. Berka, E. Creamer, Taking stock of the local impacts of community owned renewable energy: A review and research agenda, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 82 (2018) 3400-3419.
- [65] G.W. de Vries, W.P.C. Boon, A. Peine, User-led innovation in civic energy communities, *Environmental Innovation and Societal Transitions* 19 (2016) 51-65.
- [66] P. van den Berg, K. van der Wielen, S. Maussen, T. Arentze, A path analysis of factors influencing social cohesion and neighbor support in collective self-build housing. The importance of getting to know future neighbors, *Journal of Housing and the Built Environment* 36(3) (2021) 965-989.
- [67] I. Kastner, E. Matthies, Investments in renewable energies by German households: A matter of economics, social influences and ecological concern?, *Energy Research & Social Science* 17 (2016) 1-9.
- [68] E.H. McWhirter, B.T. McWhirter, Adolescent Future Expectations of Work, Education, Family, and Community Development of a New Measure, *Youth & Society* 40(2) (2008) 182-202.
- [69] I. Ben-David, E. Femand, C.M. Kuhnen, G. Li, Expectations uncertainty and household economic behavior, Working Paper 25336 (2018).
- [70] R.C. O'Connor, C. Cassidy, Predicting hopelessness: The interaction between optimism/pessimism and specific future expectancies, *Cognition and Emotion* 21(3) (2007) 596-613.
- [71] A.T. Beck, A. Weissman, D. Lester, L. Trexler, The measurement of pessimism: the hopelessness scale, *Journal of consulting and clinical psychology* 42(6) (1974) 861.
- [72] T. Pregger, T. Naegler, W. Weimer-Jehle, S. Prehofer, W. Hauser, Moving towards socio-technical scenarios of the German energy transition—lessons learned from integrated energy scenario building, *Climatic Change* 162(4) (2020) 1743-1762.

- [73] T. Pregger, T. Naegler, W. Weimer-Jehle, S. Prehofer, W. Hauser, ENERGY-TRANS - Erstellung von Kontextszenarien für die deutsche Energiewende: Faktor-Essays, zirius (2014).
- [74] A. Hornik, G. Klose, T. Stehnken, F. Spalthoff, H. Glockner, C. Grünwald, D. Bonin, J. Sachs, Zukunft von Wertevorstellungen der Menschen in unserem Land - Die wichtigsten Ergebnisse und die Szenarien im Überblick, Prognos AG & Z_punkt GmbH (2020).
- [75] D. Schlosberg, From postmaterialism to sustainable materialism: the environmental politics of practice-based movements, *Environmental Politics* (2019) 1-21.
- [76] A.O. Salonen, M. Åhlberg, Towards sustainable society: from materialism to post-materialism, *International Journal of Sustainable Society* 5(4) (2013) 374-393.
- [77] E.M. Rogers, *Diffusion of innovations*, Free Press, New York (1962).
- [78] V. Karnowski, A.S. Kumpel, *Diffusion of Innovations*, in: M. Potthoff (Ed.), *Schlüsselwerke der Medienwirkungsforschung*, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden (2016) 97-107.
- [79] G. Seyfang, A. Smith, Grassroots innovations for sustainable development: Towards a new research and policy agenda, *Environmental Politics* 16(4) (2007) 584-603.
- [80] M. Hossain, Grassroots innovation: A systematic review of two decades of research, *Journal of Cleaner Production* 137 (2016) 973-981.
- [81] J. Li, X. Zhang, S. Ali, Z. Khan, Eco-innovation and energy productivity: New determinants of renewable energy consumption, *Journal of Environmental Management* 271 (2020) 111028.
- [82] V. Brummer, Community energy – benefits and barriers: A comparative literature review of Community Energy in the UK, Germany and the USA, the benefits it provides for society and the barriers it faces, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94 (2018) 187-196.
- [83] European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), *Solar Ordinances* (2021) http://www.estif.org/policies/solar_ordinances/. (Accessed Sep 16, 2021).
- [84] Ministry of the Environment and Climate Protection and the Energy Sector Baden-Württemberg, *Sonnenenergie: Photovoltaik-Pflicht* (2021) <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/erneuerbare-energien/sonnenenergie/>. (Accessed Sep 15, 2021).
- [85] L.H. Broska, W.-R. Poganietz, S. Vögele, Extreme events defined—A conceptual discussion applying a complex systems approach, *Futures* 115 (2020) 102490.
- [86] A. Wierling, J.P. Zeiss, W. Hubert, C. Candelise, J.S. Gregg, V.J. Schwanitz, Who participates in and drives collective action initiatives for a low carbon energy transition?, in: A. Diemer, E. Nedelciu, M. Schellens, M. Morales, M. Oostdijk (Eds.), *Paradigms, Models, Scenarios and Practices for Strong Sustainability*, Editions Oeconomia, Clermont-Ferrand, France (2020) 239-256.
- [87] J. Rommel, J. Radtke, G. von Jorck, F. Mey, Ö. Yildiz, Community renewable energy at a crossroads: A think piece on degrowth, technology, and the democratization of the German energy system, *Journal of Cleaner Production* 197 (2018) 1746-1753.
- [88] S. Dharshing, Household dynamics of technology adoption: A spatial econometric analysis of residential solar photovoltaic (PV) systems in Germany, *Energy Research & Social Science* 23 (2017) 113-124.
- [89] J. Torrens, P. Johnstone, J. Schot, Unpacking the Formation of Favourable Environments for Urban Experimentation: The Case of the Bristol Energy Scene, *Sustainability* 10(3) (2018) 879.
- [90] M. Schipperges, *Soziale Milieus in Deutschland - Das Modell der sozialen Milieus von sociodimensions 2019*, Sociodimensions, Institute for Socio-cultural Research (2019).
- [91] VuMA Touchpoints, *VuMA Touchpoints Monitor 2020 (VTM) - Zielgruppen* (2020) <https://touchpoints.vuma.de/#/zielgruppen/>. (Accessed Nov 5, 2020).
- [92] Sinus-Institut, *Milieus in der Microgeographie* (2020) <https://www.sinus-institut.de/sinus-milieus/milieus-in-der-microgeographie>. (Accessed Nov 20, 2020).
- [93] Viessmann Climate Solutions Berlin, *Energiekosten berechnen und sparen* (2021) <https://heizung.de/heizung/wissen/energiekosten-berechnen-und-sparen/>. (Accessed 22/09/2021).
- [94] co2online, *Heizspiel für Deutschland 2020*, Berlin (2020).
- [95] Bundesnetzagentur, *Monitoringbericht 2020*, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn (2021).
- [96] ITG Institut für Technischen Gebäudeausrüstung Dresden, *BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021*, BDEW, Berlin (2021).

- [97] Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen KohlendioxidEmissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020, Dessau-Roßlau (2021).
- [98] DEPI, DEPI-Informationsblatt: Emissionsfaktoren Wärmebereitstellung, Deutsches Pelletinstitut, Berlin, 2018.
- [99] EnergieAgentur.NRW, PV.Rechner (2021) <https://www.energieagentur.nrw/tool/pv-rechner/>. (Accessed 22/09/2021).
- [100] Stadtwerke Warendorf, Wärmeversorgung eines Neubaugebietes in Warendorf, Warendorf (2017).
- [101] L. Rhomberg, E. Baier, M. Köhler, Sinus-Milieus in Konstanz 2019: Kleinräumige Verteilung der Sinus-Milieus, Stadt Konstanz, Konstanz (2020).
- [102] UBA, Befragungsergebnisse der Umweltbewusstseinsstudie 2018 nach sozialen Milieus als Tabellenband (2019) <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/befragungsergebnisse-der-umweltbewusstseinsstudie-2>. (Accessed Apr 18, 2022).
- [103] A.T. Flegg, C.D. Webber, On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables: Reply, Regional Studies 31(8) (1997) 795-805.
- [104] Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft, Stellungnahme zum achten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für die Berichtsjahre 2018 und 2019, Kommission zum Monitoring-Prozess, Berlin (2021).