

V. Bericht Arbeitspaket Nr. 5 Akzeptanzanalyse Innovativer Tech- nologien

Mitglieder:

Leonie Wagner, KIT-DFIU

Dr. Daniel Sloot, KIT-DFIU

Dr. Kristin Limbach, KIT-DFIU

Dr. Nora Baumgartner, KIT-DFIU

Stephanie Stumpf, KIT-DFIU

Prof. Dr. Wolf Fichtner, KIT-DFIU



Interreg



Cofinancé par
l'Union Européenne
Kofinanziert von
der Europäischen Union

Rhin Supérieur | Oberrhein

V.1. Hintergrund und Zielsetzung

Das CO2InnO-Projekt untersucht verschiedene Maßnahmen zur Gestaltung einer CO₂-neutralen Oberrheinregion. Im Vordergrund stehen dabei insbesondere die technische Erforschung von Wasserstoff-Blockheizkraftwerken (BHKWs) in kommunalen Gebäuden sowie die Analyse von öffentlicher E-Ladeinfrastruktur. Über die technischen und wirtschaftlichen Analysen hinaus versteht sich das Projekt als Reallabor mit partizipativem Charakter: Die Perspektiven verschiedener Stakeholder an den Technologien sollen dadurch besonders in die Forschung integriert werden. Arbeitspaket 5 berücksichtigt diese Perspektive auf besondere Weise durch eine integrative, begleitende Akzeptanzforschung.

Ziel des Arbeitspakets ist erstens die Erforschung von Akzeptanzfaktoren wie relevanten Treibern und Barrieren von Akzeptanz mittels empirischer Analysen. Zweitens sollen daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, die einen effektiven Rollout der Technologien in der Bevölkerung fördern können. Dabei finden die Analysen vergleichend für Deutschland und Frankreich statt. Die Forschung des Arbeitspakets ist innovativ und integrativ, indem sie die beschriebene Akzeptanzforschung mit einem Co-Creation-Prozess verknüpft. Konkret werden die Ergebnisse der Akzeptanzanalysen in Co-Creation-Workshops eingespeist. Umgekehrt findet eine Rückspeisung der aus den Co-Creation-Workshops gewonnenen Erkenntnissen in empirischen Akzeptanzanalysen statt. Weitere ExpertInnen Diskussionen zu techno-ökonomischen und sozio-technischen Aspekten der untersuchten Technologien bereichern die Untersuchungen, indem sie ebenfalls in die Akzeptanzforschung und die Co-Creation Workshops einfließen.

Die Untersuchung der sozialen Akzeptanz neuer Technologien ist von großer Bedeutung, um die Technologien erfolgreich zu implementieren. Akzeptanzuntersuchungen finden dabei häufig auf mehreren Ebenen statt. Einerseits geht es um die Analyse der sozio-politischen Akzeptanz, die die gesellschaftliche Unterstützung oder Ablehnung einer (neuen) Technologie insgesamt beleuchtet. Einflussfaktoren auf die Akzeptanz, wie subjektiv wahrgenommene Risiken, Kosten oder Vorteile einer Technologie stehen hierbei besonders im Vordergrund. Demgegenüber fokussiert die Dimension der lokalen Akzeptanz nicht auf die Akzeptanz einer Technologie an sich, sondern auf konkrete Umsetzungsprojekte im lokalen Kontext. Hierbei ist beispielsweise relevant, wo konkrete Technologieprojekte örtlich umgesetzt werden, wie die lokale Bevölkerung davon betroffen ist und wie die Kosten der Umsetzung verteilt werden. Die Untersuchung dieser Dimensionen ermöglicht eine Abschätzung des realistischen Potenzials bestimmter Technologien oder Projekte sowie die Identifizierung von gesellschaftlichen Barrieren und Treibern von Akzeptanz. Sie ermöglicht auch die Ableitung von akzeptanzfördernden Maßnahmen.

Im Fokus von Arbeitspaket 5 stehen mit Wasserstoff-BHKW und öffentlichen E-Ladepunkten

zwei Technologien, die sich in ihren Merkmalen im Hinblick auf die soziale Akzeptanz der Öffentlichkeit unterscheiden. Öffentliche E-Ladepunkte stellen dabei die etabliertere der beiden Technologien dar, die durch ihre Sichtbarkeit einen vergleichsweise hohen Bekanntheitsgrad haben. In der Akzeptanzforschung spielen öffentliche E-Ladepunkte bisher keine bedeutende Rolle (siehe z. B. Sun et al., 2016), was darin begründet sein könnte, dass sie auch in der öffentlichen Debatte kaum kontrovers diskutiert werden und vergleichsweise geringe Risiken mit sich bringen. Vor dem Hintergrund der Parkplatzknappheit in urbanen Räumen und dem geplanten weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur ist es jedoch denkbar, dass es in Zukunft zu vermehrten Konflikten zwischen E-Auto-BesitzerInnen und den BesitzerInnen von Verbrennerfahrzeugen kommt, was aufgrund des Mangels an Untersuchungen zur Akzeptanz der notwendigen Bauvorhaben eine Forschungslücke darstellt. Lediglich Morton et al. (2025) untersuchten die Akzeptanz für öffentliche Ladeinfrastrukturprojekte und identifizierten das Vertrauen in die Industrie und Umweltproblembewusstsein sowie Interventionen für eine verstärkte Effektivitätswahrnehmung als relevante akzeptanzfördernde Faktoren.

Ein für die soziale Akzeptanz relevanter Faktor sind die anfallenden Kosten und insbesondere die Frage, in welcher Weise diese auf verschiedene Stakeholder (z. B. NutzerInnen, BetreiberInnen, öffentliche Gemeinden) verteilt werden. Bisherige empirische Arbeiten zeigen eine geringe Zahlungsbereitschaft von E-Auto-NutzerInnen für öffentliche Ladeinfrastruktur (Globisch et al., 2019). Dieses Arbeitspaket geht daher unter anderem der Frage nach, inwieweit die öffentliche Akzeptanz neuer öffentlicher Ladepunkte durch eine Kostenverteilung auf einzelne NutzerInnen bzw. der Finanzierung aus dem öffentlichen Haushalt bedingt ist.

Wasserstoff-BHKW stellen gegenüber öffentlichen E-Ladepunkten eine neuere Technologie dar, die in der allgemeinen Öffentlichkeit noch weitgehend unbekannt ist. Dementsprechend ist die Akzeptanz auch vergleichsweise unerforscht. In der Oberrhein-Region existieren bisher nur wenige Pilotprojekte, anhand derer sich die tatsächliche Akzeptanz analysieren ließe, was für großflächige Studien einen Rückgriff auf die Analyse von hypothetischer Akzeptanz notwendig macht. Mögliche Rückschlüsse auf das Akzeptanzpotential lassen sich darüber hinaus aus vergleichbaren Wasserstoff-Technologien ableiten. Beispielsweise untersuchten Schönauer und Glanz (2022) die sozio-politische sowie lokale Akzeptanz von Wasserstoffinfrastruktur und stellen ein allgemein hohes Akzeptanzpotential fest. Huijts et al. (2014) untersuchen zudem die Einflussfaktoren auf die öffentliche Akzeptanz von Wasserstofftankstellen in den Niederlanden. Im Fall von Wasserstoff-BHKW spielt neben der allgemeinen Akzeptanz auch die Frage der Partizipation bei der Umsetzung von Projekten eine entscheidende Rolle. Dieses Arbeitspaket geht daher sowohl der Frage der sozialen Akzeptanz und ihrer Einflussfaktoren nach. Daneben werden auch die verschiedenen Stakeholder, die zur Umsetzung notwendig sind, näher analysiert sowie die Einbeziehung der Öffentlichkeit in lokale Wasserstoff-BHKW-Projekte beleuchtet. Auch kann vermutet werden, dass die Akzeptanz von Wasserstoff-

Technologien (z.B. gegenüber E-Ladeinfrastruktur) durch vielschichtige Einflussfaktoren bedingt ist. So spielen hier möglicherweise nicht nur Fragen der Finanzierung bzw. Kostenverteilung eine Rolle, sondern auch grundsätzlichere wahrgenommene Risiken von Wasserstoff als Energieträger wie Sicherheitsbedenken, Verfügbarkeit von regionaler oder nationaler Erzeugung sowie Abhängigkeiten von Importen. Da sich diese Faktoren nachgelagert auch auf die öffentliche Akzeptanz konkreter Anwendungen wie Wasserstoff-BHKW auswirken können, werden sie in diesem Arbeitspaket ebenfalls thematisiert.

Die im Arbeitspaket durchgeführten Untersuchungen nutzen eine große Bandbreite an Methoden, um Fragestellungen der Akzeptanz und öffentlichen Beteiligung aus möglichst vielen Perspektiven zu beleuchten. Die Methoden reichen dabei von Literaturanalysen und der Erforschung bestehender Pilotprojekte als Best-Practice-Beispiele (einschließlich qualitativer Experteninterviews) über quantitative Expertenbefragungen bis hin zu großen repräsentativen Befragungen der allgemeinen Öffentlichkeit. Diese Methoden werden im nächsten Abschnitt näher erläutert.

Die letzte Maßnahme von WP 6 untersucht die öffentliche Akzeptanz von intelligenten Stromzählern, wobei insbesondere auch wahrgenommene Cyber-Risiken betrachtet werden. Damit intelligente Stromzähler in der Breite ihre volle Wirkung entfalten können, müssen sie von Akteuren wie privaten Haushalten sowohl adoptiert werden (d.h. dem Einbau muss zugestimmt werden) als auch anschließend effektiv genutzt werden. Effektive (z.B. netzdienliche) Nutzungsentscheidungen von Haushalten setzen die vorherige Akzeptanz der Technologie voraus: dies umfasst die subjektive Wahrnehmung der Vorteile und Chancen, die intelligente Stromzähler bieten, aber auch die wahrgenommenen Risiken der Technologie. In Bezug auf letztere werden in der öffentlichen Debatte besonders mögliche Eingriffe in die Privatsphäre sowie die Datensicherheit diskutiert. Die öffentlichen Wahrnehmungen hinsichtlich der Vorteile und Risiken von intelligenten Stromzählern können sich kontextuell (z. B. über verschiedene Konsumentengruppen hinweg), aber auch kulturell (z. B. durch eine unterschiedliche Auffassung der Relevanz von Privatsphäre) unterscheiden. Der deutsch-französische Vergleich bietet in diesem Fall große Chancen, denn der Rollout von intelligenten Stromzählern ist in den beiden Ländern unterschiedlich gehandhabt worden und bis zu diesem Zeitpunkt (2025) unterschiedlich weit vorangeschritten: während Frankreich mittlerweile eine sehr hohe Abdeckung von intelligenten Stromzählern aufweist, ist die Anteil abgedeckter Haushalte in Deutschland noch im einstelligen Prozentbereich.

Um die Akzeptanz von intelligenten Stromzählern in der Bevölkerung näher zu untersuchen, wurden im Rahmen dieser Maßnahme empirische Studien durchgeführt. Eine erste quantitative Befragung zur Akzeptanz wurde im Rahmen eines gemeinsamen Seminars zwischen dem KIT-DFIU und der UHA gemeinsam entwickelt, wodurch die deutsch-französische Perspektive sehr gut eingebracht werden konnte. Die durchgeführte Befragung lieferte erste Erkenntnisse

mit einem Fokus auf dem vorhandenen Wissen in der Bevölkerung über intelligente Stromzähler. Sie ermöglichte auch einen direkten Vergleich zwischen deutschen und französischen Befragten, basierte jedoch auf einer Gelegenheitsstichprobe.

Die anschließend durchgeführte quantitative Befragung komplementierte die erste Studie dadurch, dass eine größere und bevölkerungsrepräsentative Stichprobe in Deutschland und Frankreich akquiriert wurde. Zudem lag der Fokus in dieser Studie noch stärker auf den subjektiven Wahrnehmungen zu Vorteilen sowie Cyber-Risiken und stellte neben der grundsätzlichen Akzeptanz von intelligenten Stromzählern auch die Akzeptanz für ihre konkreten Anwendungsmöglichkeiten in den Vordergrund.

V.2. Methoden und Material

V.2.1. Literaturüberblick und Identifikation von Best-Practice-Beispielen

Mittels einer Literaturrecherche wurden als erster Schritt bestehende theoretische Ergebnisse zur Akzeptanz innovativer Energien gesammelt. Zum Sammeln bestehender Erkenntnisse zu Verfahren, Methoden, Theorien, sowie akzeptanzfördernden und -mindernden Aspekten wurde ein Literaturüberblick erstellt. Die Studien wurden mittels einer systematischen Suche in einer wissenschaftlichen Suchmaschine identifiziert. In einer Tabelle wurden relevante Aspekte zur Einordnung der Studien zusammengetragen, wie AutorInnen, Veröffentlichungsjahr, Forschungsdisziplin, Ziel und Fragestellungen, Theorien, Design, Datenerfassung und -analyse und betrachtete Technologien. Des Weiteren wurden Ergebnisse zu Akzeptanz, Legitimität, Gerechtigkeit, Widerstand, Vertrauen, *Place Attachment* (emotionale oder psychologische Bindungen an einen bestimmten Ort), Barrieren, Chancen und Policy-Empfehlungen der Studien zusammengefasst und genannte Best Practices zusammengetragen.

Ergänzt wurden diese Befunde durch eine Übersicht aktueller Best-Practice-Beispiele der in CO2InnO untersuchten Technologien in Deutschland und Frankreich. Dabei wurden zusätzlich graue Literatur und Materialien der Öffentlichkeitskommunikation (z. B. Internetseiten) genutzt, um ein vollständiges Abbild von Best Practices zu erhalten.

V.2.2. Einspeisung des Stands der Wissenschaft in den partizipativen Prozess

Zur Einspeisung in den partizipativen Prozess wurden mehrere Methoden genutzt. Projektintern wurden die Ergebnisse der ersten Maßnahmen in Diskussionsrunden mit ProjektpartnerInnen eingebracht, wobei diese protokolliert wurden.

In Zusammenarbeit mit anderen ProjektpartnerInnen wurde der Co-Creation-Prozess organisiert. Der Austausch zu Ergebnissen mit außenstehenden Teilnehmenden wurde mittels Befragungen und Workshops durchgeführt.

Die Befragung von ExpertInnen auf dem europäischen Wasserstoffgipfel in Straßburg fand anstelle des ersten Co-Production-Workshops statt. Der Wasserstoffgipfel bot die Möglichkeit,

eine größere und internationalere Stichprobe an ExpertInnen zu erreichen, als es mit einem regulären Workshop möglich gewesen wäre. Während die meisten Studien, die sich mit ExpertInnenmeinungen befassen, kleine Stichproben (z. B. in Einzelinterviews oder Fokusgruppen) umfassen (bspw. Barth et al., 2016; Hasankhani et al., 2024), konnten im Rahmen dieses Events ausreichend Antworten erhoben werden, um Verteilungen und Zusammenhänge auch quantitativ zu untersuchen. Diese Erhebung von Erkenntnissen zur Akzeptanz unter ExpertInnen ist im Abschnitt „fragebogenbasierte Akzeptanzstudien“ beschrieben.

Die Workshops wurden veranstaltet, um die Ergebnisse der abgeschlossenen Projektmaßnahmen an interessierte Personen aus der Öffentlichkeit und Stakeholder weiterzugeben und deren Perspektiven in die weiteren Maßnahmen einfließen zu lassen. Die Workshops enthielten Inputs von ProjektpartnerInnen zur Information über die Technologien und Anwendungsmöglichkeiten sowie moderierte Diskussionen und eine Vorab- und Nachabfrage zum Wissensstand. Protokolle der Diskussion und die Auswertung des Wissensstands wurden in den Leitfaden einbezogen.

V.2.3. Leitfadeninterviews

Die in der Übersicht zu Best-Practice-Beispielen identifizierten InterviewpartnerInnen wurden zum Zweck der ExpertInnenbefragung für Interviews angefragt. Aufgrund der ohnehin limitierten Anzahl infrage kommender Projekte und der geringen Resonanz gestaltete sich die Akquise von InterviewpartnerInnen schwierig und es wurden letztendlich lediglich drei Interviews durchgeführt. Aus diesem Grund wurden die Erkenntnisse aus den Interviews mit denen anderer Methoden integriert.

Für die Durchführung der Interviews wurde ein halbstrukturiertes Verfahren gewählt, wobei die Fragen und eventuelle Rückfragen durch einen eigens entwickelten Leitfaden im Voraus feststanden und frei beantwortet werden konnten. Bei der Vorbereitung des Leitfadens wurden bereits gesammelte Erkenntnisse früherer Maßnahmen für die inhaltliche Auswahl der Fragen, sowie methodische Empfehlungen aus empirischen Studien berücksichtigt.

V.2.4. Policy Brief

Ein Policy Brief ist eine kurze Informationsschrift, die auf Basis wissenschaftlicher, bspw. empirischer, Arbeit Empfehlungen für die Politik bereitstellt. Für das Arbeitspaket 5 wurde auf Basis der Ergebnisse der ersten vier Maßnahmen ein Policy Brief zu wasserstoffbetriebenen BHKWs auf Quartiersebene verfasst.

Hierfür wurden Erkenntnisse aus Literaturrecherchen, Diskussionsrunden und Interviews auf die identifizierten Best-Practice-Beispiele bezogen. Dies geschah mit dem Ziel, für die Akzeptanzforschung relevante Erkenntnisse für diese noch nicht etablierte Technologie zusammenzutragen.

Der Schwerpunkt des Policy Briefs lag neben einer zusammenfassenden Beschreibung von

Best Practices der technischen Umsetzung insbesondere auf der Rolle verschiedener Akteure, die für eine erfolgreiche Umsetzung von wasserstoffbetriebenen BHKWs notwendig sind. Daran gliederte die Hochschule Kehl Informationen zu anwendbaren rechtlichen Bestimmungen und Beteiligungsverfahren an. Die gebündelten Informationen wurden in verkürzter Form auch in einem Flyer zusammengestellt, der als Output der Maßnahme 5.2 diente. Darüber hinaus bilden die im Policy Brief dargestellten Informationen gemeinsam mit den Erkenntnissen aus den fragebogenbasierten Akzeptanzstudien die Grundlage des Leitfadens als Output von Maßnahme 5.8.

V.2.5. Fragebogenbasierte Akzeptanzstudien

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden zwei fragebogenbasierte Akzeptanzstudien als quantitative Befragungsmethode eingesetzt. Durch mehrstufige Antwortformate können den erfassten Antworten Zahlenwerte zugeordnet werden, was eine Quantifizierung von bspw. Zustimmung erlaubt. Über die ganze Stichprobe hinweg können anhand der Verteilung Aussagen über das Stimmungsbild getroffen werden. Im Kontext erneuerbarer Energien können so bspw. das Mittel und die Streuung von Meinungen zu Technologien, Bauprojekten, Importstrategien etc. erfasst werden.

Darüber hinaus erlaubt diese Art der Datensammlung die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Konstrukten und kann so bestehende Forschungsergebnisse bestätigen oder neue Ergebnisse hervorbringen. Die quantitativen Akzeptanzstudien bilden damit eine wichtige Ergänzung zu den oben beschriebenen qualitativen Studien und Analyse der Best-Practice-Beispiele. Sie haben eine größere Reichweite, wodurch sich allgemeinere Schlüsse zu Akzeptanzfaktoren ableiten lassen. Insbesondere ermöglichen die Studien auch einen direkten Vergleich zwischen Deutschland und Frankreich, was elementar für die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Oberrhein-Region ist.

Für dieses Arbeitspaket wurden im Rahmen zweier Maßnahmen Fragebögen zur Akzeptanz der interessierenden Technologien eingesetzt. Als Schritt des Co-Creation-Prozesses wurde eine Expertenbefragung unter Teilnehmenden des Wasserstoffgipfels durchgeführt. Diese Stichprobenauswahl fokussiert die Perspektive derjenigen Personen, die für die technische und politische Umsetzung von Wasserstofftechnologien verantwortlich sind, um das wahrgenommene Potenzial von Wasserstoff für die Energiewende aus ExpertInnensicht analysieren zu können. Erhoben wurden die Einschätzungen von $n = 43$ Personen aus Deutschland, Frankreich und der Schweiz, die überwiegend in der Politik, Verwaltung oder Industrie tätig waren. Konkret wurden diese Personen zu dem Potenzial von Wasserstoff in verschiedenen Einsatzbereichen und als Energieträger in Privathaushalten und Kommunen, zu Transportwegen und zu Erzeugungsformen befragt. Die Ergebnisse wurden graphisch und nach Ländern getrennt ausgewertet.

Für die Maßnahmen 5.5 und 5.6 wurde eine bevölkerungsrepräsentative Studie in Deutschland und Frankreich durchgeführt. In dieser Studie wurden mittels eines Online-Fragebogens potenzielle Einflussfaktoren auf die lokale Akzeptanz dezentraler Energiestrukturen erfasst. Hierfür wurde ein experimentelles Design entworfen, in welchem den Teilnehmenden jeweils ein Kurztexzt zur elektrischen Ladesäuleninfrastruktur und ein Kurztexzt zum Wasserstoff-BHKW vorgelegt wurde, wobei eine von zwei möglichen Finanzierungsformen genannt wurde. Während als Rahmenszenario immer die Errichtung der Energieinfrastruktur in der Wohnumgebung beschrieben wurde, wurde in den Texten der einen Gruppe aufgeführt, dass diese durch Nutzende der Ladesäulen bzw. eines kommunalen Gebäudes finanziert werden sollte, und in der anderen Gruppe, dass die Energieinfrastrukturen durch Steuergelder der Kommune finanziert werden sollten.

Im Anschluss daran wurden Akzeptanz und solche Konstrukte, die laut Fachliteratur damit im Zusammenhang stehen, erhoben. Dies erlaubt den Vergleich relevanter Überzeugungen und Einstellungen zwischen den beiden Technologien und Finanzierungsformen. Die genutzten Konzepte wurden aus der Fachliteratur übernommen oder für den Kontext des Wasserstoff-BHKW bzw. der Ladesäulen adaptiert.

Die Bevölkerungsrepräsentativität wurde hierbei durch eine ausreichend große Stichprobe mit einer Quotierung von Repräsentativitätsmerkmalen gesichert. Hierfür wurde die Verteilung der Merkmale Geschlecht, Alter, Bildung und Einkommen in der deutschen und französischen Bevölkerung bestimmt und in gleicher Weise in der Erhebung selektiert. Vor dem Hintergrund der bislang niedrigen Prävalenz von E-AutobesitzerInnen sowohl in Deutschland als auch in Frankreich wurde der Anteil von E-AutobesitzerInnen überselektiert, sodass die Daten einen Akzeptanzvergleich zwischen Personen, die ein E-Auto besitzen, und solchen, die keines besitzen, ermöglichen.

Nach Bereinigung des Datensatzes verblieben $n = 1603$ Personen. Die Stichprobenverteilung ist in Abb. 1 dargestellt. Die Ergebnisse wurden graphisch und nach Ländern getrennt ausgewertet.

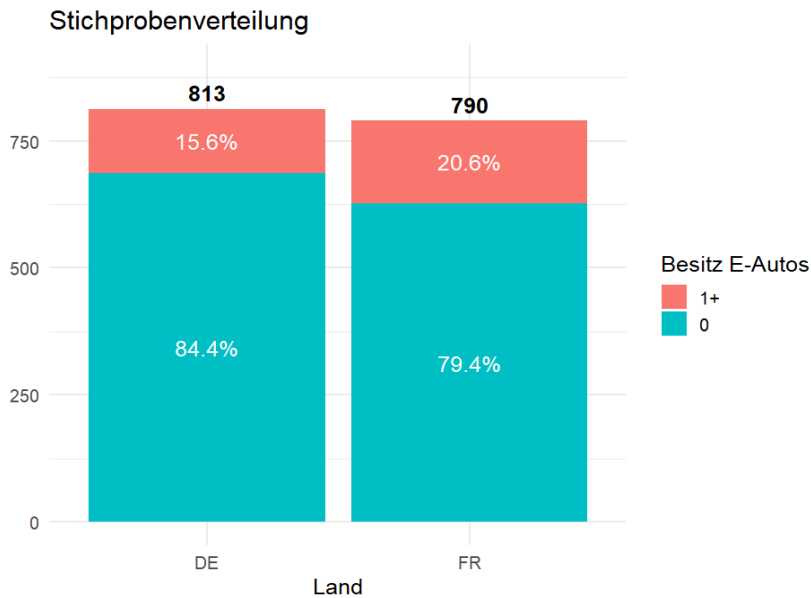


Abbildung V-1: Stichprobenverteilung bevölkerungsrepräsentativer Akzeptanzbefragung nach Land und E-Auto-Besitz

V.2.6. Empirische Studien zur Erhebung der Risiken von Cybersicherheit und Akzeptanz von intelligenten Stromzählern

Für die fünfte Maßnahme wurden zwei quantitative Akzeptanzbefragungen unter der deutschen und französischen Bevölkerung durchgeführt. Die mehrstufigen Antwortformate ermöglichen die Zuordnung von Zahlenwerten zu den erfassten Skalen und somit eine Quantifizierung von bspw. Zustimmung. Dies erlaubt die Untersuchung des Stimmungsbildes zu Smart Metern im Allgemeinen und den Ländervergleich zwischen Deutschland und Frankreich.

Die erste quantitative Akzeptanzbefragung wurde mit einer Gelegenheitsstichprobe (n = 264) durchgeführt. 79% der französischen, aber nur 12% der deutschen Befragten gaben an, bereits einen Smart Meter zu besitzen. Die Umfrage fokussierte sich auf den Wissenstand in der Bevölkerung zu intelligenten Stromzählern allgemein. Dazu wurde die Kenntnis verschiedener Begriffe, die Wahrnehmung von Datenschutz, Technikaffinität, Informiertheit zu Smart-Meter-Einbau, wahrgenommene Chancen und Risiken, Bereitschaft zum Einbau und soziodemographische Daten erfasst. Die Ergebnisse wurden grafisch und nach Ländern getrennt ausgewertet.

Ergänzend hierzu wurde eine bevölkerungsrepräsentative Umfrage in Deutschland und Frankreich durchgeführt. Für diese Maßnahme wurden mittels eines Online-Fragebogens die Akzeptanz verschiedener Smart-Meter-Anwendungen sowie potenzielle Einflussfaktoren darauf untersucht.

Zur generellen Verständlichkeit wurde zunächst ein einleitendes Szenario präsentiert, d. h. die Teilnehmenden wurden in einem Kurzttext gebeten, sich ein Szenario vorzustellen, in der ihr

Energieversorger die aktive Smart-Meter-Nutzung fördern möchte. Im Anschluss daran wurden sie zu der Akzeptabilität verschiedener Smart-Meter-Anwendungen befragt, welche sich auf Bedarfsüberwachung, dynamische Tarife, Energieverbrauchsdarstellung, manuelle und automatische Lastverschiebung sowie direkte Laststeuerung bezogen und für die allgemeine Bevölkerung verständlich beschrieben wurden. Dieses Studiendesign stellt die Nutzungsmöglichkeiten von Smart Metern (gegenüber der Anschaffung) in den Vordergrund und wurde vor dem Hintergrund des deutlich geringeren Smart-Meter-Rollouts in Deutschland ausgewählt, da ein Szenario notwendig war, das sowohl für deutsche als auch französische Befragte vorstellbar ist. Nach der Akzeptabilitätsabfrage wurden die Faktoren wahrgenommene Effektivität, wahrgenommenes Risiko, wahrgenommene Fairness, wahrgenommene Intrusion sowie Vertrauen in verschiedene Institutionen erfasst. Sie wurden ausgewählt, da sie in bisheriger Akzeptanzforschung einen Einfluss auf Smart Meter im Speziellen oder die Einführung neuer Haushaltstechnologien im Allgemeinen zeigten. Zusätzlich wurden die Konstrukte Umweltidentität, Innovationsorientierung, persönliche und soziale Normen sowie Problemwahrnehmung erhoben, welche mit der Wahrnehmung von Policies zu erneuerbaren Energien in Verbindung stehen. Alle Konstrukte wurden aus der bisherigen Akzeptanzliteratur abgeleitet bzw. für den Smart-Meter-Kontext adaptiert.

Die Bevölkerungsrepräsentativität wurde hierbei durch eine ausreichend große Stichprobe mit einer Quotierung von Repräsentativitätsmerkmalen gesichert. Hierfür wurde die Verteilung der Merkmale Geschlecht, Alter, Bildung und Einkommen in der deutschen und französischen Bevölkerung bestimmt und in gleicher Weise in der Erhebung selektiert. Nach Bereinigung des Datensatzes verblieben n = 1070 Personen. Die Stichprobenverteilung ist in Abbildung V-2 dargestellt. Die Ergebnisse wurden grafisch und nach Ländern getrennt ausgewertet.

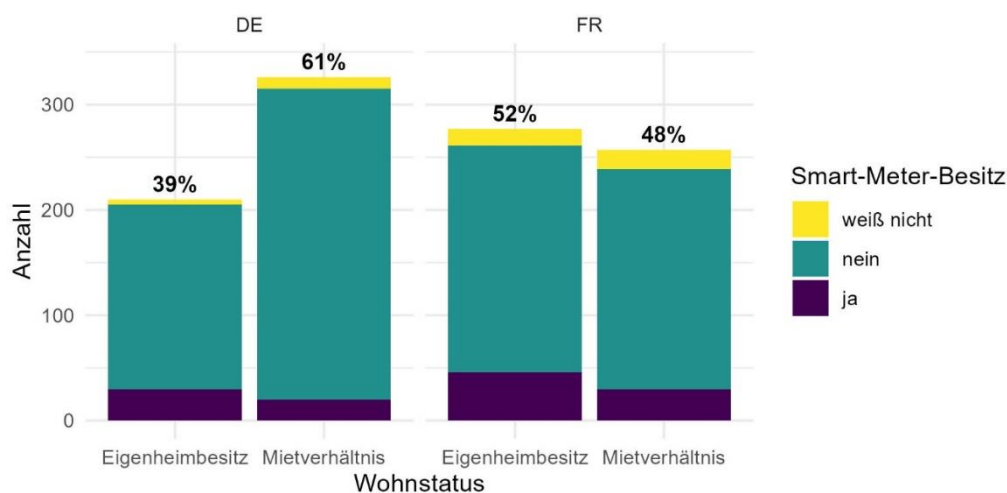


Abbildung V-2: Stichprobenverteilung bevölkerungsrepräsentativer Akzeptanzbefragung nach Land, Wohnstatus und selbstberichtetem Smart-Meter-Besitz

V.3. Ergebnisse

V.3.1. Pilotprojekte mit Fokus auf dezentrale Energietechnologien

In der Literaturanalyse wurden Fallstudien, Reviews, sowie empirische Studien zu Wasserstoff und elektrischen Ladesäulen als relevante Forschungsergebnisse identifiziert. Dabei war die Anzahl relevanter Studien zu elektrischen Ladesäulen geringer im Vergleich zu solchen zu Wasserstoff-BHKW. Dies lässt sich möglicherweise damit erklären, dass vor allem E-Autos und ihre Attribute (wie etwa Reichweite oder Ladedauer) Gegenstand der öffentlichen Diskussion sind, es aber weniger Anhaltspunkte dafür gibt, dass die Ladesäulen selbst als besonders kontrovers angesehen werden.

Als Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Wasserstoff durch die Öffentlichkeit wurden beispielsweise Wissen, wahrgenommene Kosten, Nutzen und Risiken genannt. Als Barrieren und Chancen wurden soziodemographische Variablen, der Wissensstand, Werte, Vertrauen in Unternehmen und Regierungen, Wahrnehmung von Nutzen (z. B. auf die Umwelt, Gemeinschaft), Risiko, Kosten und Fairness (distributiv, prozedural) sowie örtliche Faktoren (z. B. Distanz, Place Attachments) identifiziert. Dabei nahmen diese Variablen sowohl direkten Einfluss auf die Akzeptanz als auch gegenseitigen Einfluss aufeinander. Insbesondere Wissen über die Technologie und die Wahrnehmung von Effekten auf Umwelt und Klima ergaben sich als zentrale Einflussfaktoren. Bezüglich der Akzeptabilität von Ladesäulen wurden wahrgenommene Vorteile und Vertrauen in die Industrie als Einflussfaktoren identifiziert, wobei die geringe Studienanzahl in diesem Feld keine vergleichenden Aussagen zur Wichtigkeit bestimmter Faktoren erlaubt.

Für die Best-Practice-Beispiele wurden Projekte auf Quartiersebene mit Wasserstoffbezug identifiziert, darunter zehn in Deutschland und zwei in Frankreich. Während die französischen Projekte eher industriellen Zwecken zuzuordnen waren, wurden die deutschen Projekte konzipiert, um neue Quartiere nachhaltig mit Energie zu versorgen oder bestehende Quartiere neu zu versorgen. Alle Projekte hatten eine Dekarbonisierung bzw. Klimaneutralität der Energieversorgung im Sinn, wobei die InitiatorInnen zwischen Forschungseinrichtungen, Kommunen und Unternehmen variierten. Abhängig von Kontext und angestrebtem Versorgungsumkreis variierte auch der Energiebedarf erheblich.

Als Output der ersten Maßnahme wurde ein Bericht zu den Ergebnissen der Literaturrecherche und den Best-Practice-Beispielen verfasst. Eine Übersicht über die Best-Practice-Beispiele ist in Tabelle V.1 dargestellt.

Tabelle V.1: Übersicht über Wasserstoff-BHKW-Pilotprojekte in Deutschland und Frankreich

Name	Dauer	Art des Quartiers
H2 Hanse	n.a.	Bestandswohnungen
Energiezentrale von Vonovia OpenDistrictHub	13 Jahre	Bestandswohnungen
Brucklyn Quartier	Seit 2019	Neubau
Pioneer Park Hanau	Seit 2015	Neubau
Green Hydrogen Esslingen	Seit 2011	Sanierung, Neubau
Stadtquartier 2050 - Herausforderungen gemeinsam lösen	Seit 2011	Sanierung, Neubau
QUARREE100	Seit 2016	Bestandswohnung und Neubau
ENaQ Energetisches Nachbarschaftsquartier	Seit 2011	Sanierung und Neubau
Quartier Hugos	Seit 2021	Neubau
H2 Revier	Verworfen	Neubau
HYFLEXPOWER	Vier Jahre	Umbau
Moulin environnement	Seit 2022	Umbau

Mit drei Personen der Best-Practice-Beispiele wurden leitfadengestützte Interviews geführt. Diese Interviews fokussierten den Anlass der Projekte, wirtschaftliche und technische Überlegungen und Barrieren und Chancen in der Umsetzung. So wurden beispielsweise kommunale oder unternehmerische Ziele der Umsetzung besprochen und die Eingliederung in die Energiewende thematisiert. Bezüglich Technik und Wirtschaftlichkeit wurden bspw. Platzbedarfe, Energiebedarfe, Betriebskosten und die Integration mit anderen Technologien erläutert. Bezüglich Barrieren und Chancen wurden unter anderem bürokratische und planerische Hürden, sowie Faktoren, die die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen oder senken, besprochen. Häufig genannt wurden die Vergabe von Fördermitteln und die Kommunikation über das Projekt, zum Beispiel in Form von Bürgerbeteiligungsverfahren.

Diese ersten Ergebnisse zu Best-Practice-Beispielen wurden in fünf Runden mit ProjektteilnehmerInnen institutionenübergreifend diskutiert. Über mehrere Monate hinweg wurden die Diskussionsrunden von verschiedenen Veranstaltern an verschiedenen Orten, teils im Onlineformat, durchgeführt. Im Fokus standen bei diesen Diskussionen zur Ergebnisbeschaffung, Methoden, bisherigen Ergebnissen, sowie die Ergänzung von Potenzialen der ProjektpartnerInnen und organisatorischer Austausch. Die Berichte der Protokolle bilden den Output der dritten Maßnahme.

Des Weiteren dienten die Ergebnisse der Diskussionsrunden, ebenso wie die der Literaturrecherchen und Interviews, als Grundlage für den Policy Brief, den Output der vierten Maßnahme. In diesem wurden insbesondere die Hintergründe sowie der Technologiemarkt der identifizierten Pilotprojekte beleuchtet. Die Energietechnologien, die in Kombination mit einem wasserstoffbetriebenen BHKW zum Einsatz kommen, sind in Abbildung V-3 dargestellt.

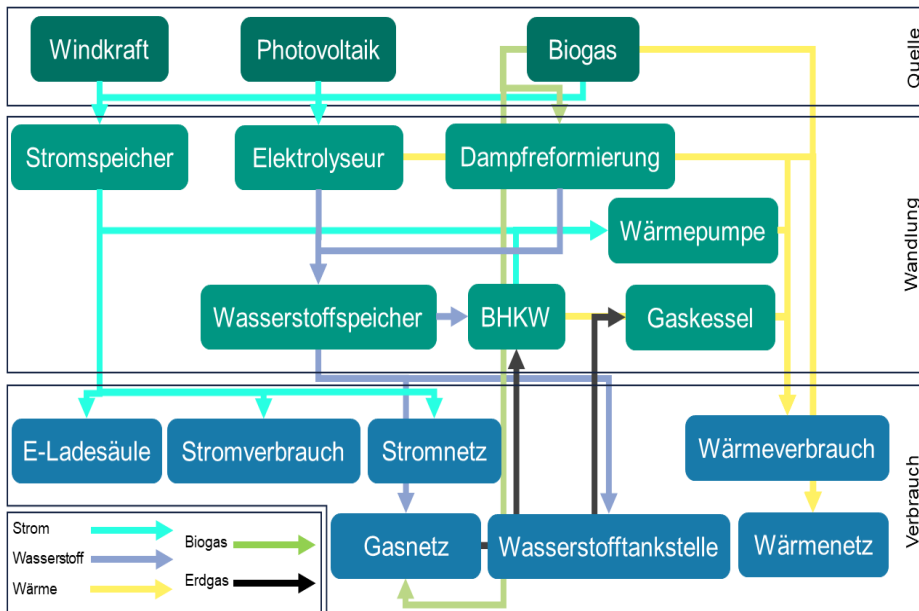


Abbildung V-3: Technologiemix im Zusammenhang mit einem Wasserstoff-BHKW

V.3.2. Stakeholder und partizipative Prozesse

In der Analyse mit der Hochschule Kehl wurden zahlreiche Stakeholder identifiziert, die sich fünf Phasen (Durchführung, Planung, Finanzierung, Genehmigung, Beteiligung) zuordnen lassen, wobei einzelne Stakeholder in mehreren Phasen eine Rolle spielen können. Dies ist in Abbildung V-4 dargestellt.

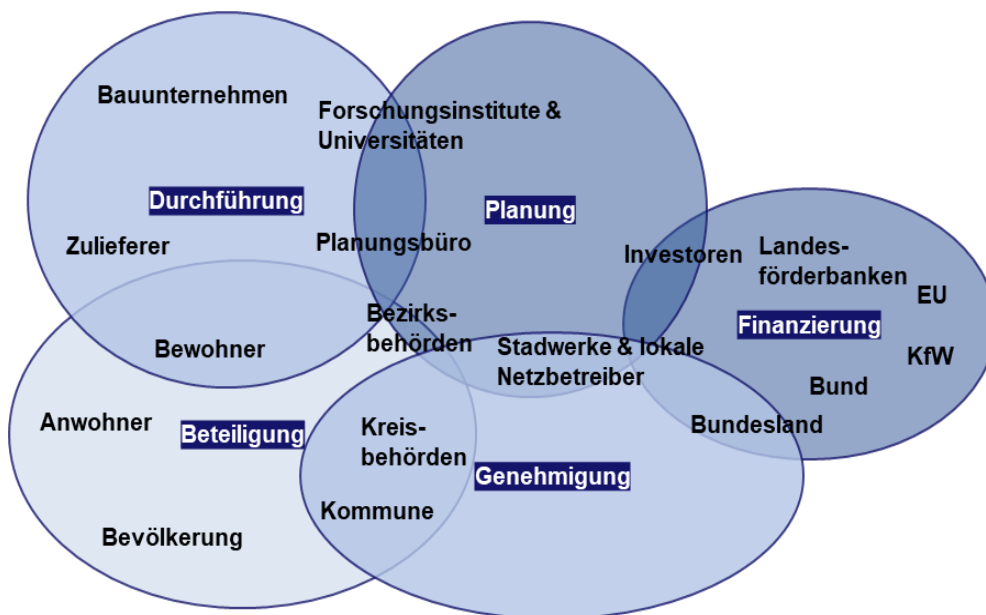


Abbildung V-4: Übersicht relevanter Akteure der Energiewende

Des Weiteren wurden Informationen zu informellen und formellen Beteiligungsformaten im Allgemeinen und im Speziellen für relevante Wasserstoff-Pilotprojekte zusammengestellt. Dies beinhaltet mögliche Formate und die Relevanz für den Projektverlauf.

Hinzu kamen noch die rechtlichen Aspekte dieser Beteiligungsformen, wobei die jeweiligen zum Tragen kommenden Gesetze erläutert wurden. Insbesondere ist hier das Fazit für die Errichtung von wasserstoffbetriebenen BHKWs hervorzuheben, welches die relevanten Gesetzgebungen, die im Wärmeplanungsgesetz aufgeführt sind, kondensiert.

Darüber hinaus beinhalten die gemeinsam mit der HS Kehl zusammengestellten Informationen auch finanzielle Aspekte, eine Übersicht von gewonnen Erkenntnissen aus konkreten Projekten, und ein Gesamtfazit zur Umsetzung eines wasserstoffbetriebenen BHKW. Diese Ergebnisse gingen gemeinsam mit den Erkenntnissen des Policy Briefs zu Pilotprojekten in den Flyer (Output der zweiten Maßnahme) ein.

In den durchgeführten Co-Production-Workshops wurde das subjektive Wissen zu Wasserstoff im Vorhinein als niedrig bewertet, wie auf Basis von Befunden zum Wissensstand der Bevölkerung zu erwarten war. Im Anschluss an die Inputs und Diskussionsrunden der Workshops erhöhte sich das selbsteingeschätzte Wissen. In den Diskussionsrunden stand die Relevanz für die Energiewende im Vordergrund, wobei von Teilnehmenden auch betont wurde, dass die Erzeugungs- und Importstrategien so ausgewählt werden müssen, dass keine drastische Verteuerung der Energieversorgung zulasten einkommensschwacher Gruppen stattfindet.

Zusätzlich bilden die Erkenntnisse zu Stakeholdern, partizipatorischen und rechtlichen Aspekten gemeinsam mit den Erkenntnissen aus ExpertInnen- und Bevölkerungsbefragung (s. folgende Abschnitte) sowie den Erkenntnissen aus den Co-Production-Workshops die Grundlage für den Leitfaden (Output der achten Maßnahme).

V.3.3. Potenzialanalyse anhand von ExpertInnenmeinungen

Um eine Potenzialanalyse für Wasserstoff als Energietechnologie aus der Sicht von ExpertInnen zu erstellen, wurde für die erhobenen Daten zunächst nach Frage und Land getrennt die Zustimmung oder Ablehnung analysiert. Zuletzt wurden auch Zusammenhänge zwischen Aspekten betrachtet.

Die ExpertInnen aller untersuchten Länder schätzten das Potenzial von Wasserstoff für Industrieprozesse und Schwerlastmobilität hoch ein, für die Individualmobilität und Wärmeerzeugung aber gering. Die Chancen für die Energiebedarfsdeckung in privaten Haushalten und Kommunen durch Wasserstoff wurden als eher niedrig eingeschätzt.

In Bezug auf Wasserstoffproduktionsorte und -wege schätzten die Befragten, dass der Anteil des Wasserstoffs, der innerhalb Europas über Pipelines transportiert wird, den Anteil, der per LKW, Schiff oder Schiene transportiert wird, übersteigt. Für den Import von außerhalb Europas wurde geschätzt, dass der Transport per Pipeline oder per Fahrzeug einen ähnlichen Stellenwert einnimmt. Zwischen den Ländern bestanden deutliche Unterschiede in der Einschätzung dazu, wie viel Wasserstoff in nationaler Eigenproduktion bzw. innerhalb Europas hergestellt werden kann und wie viel von außerhalb Europas importiert wird. Die französischen Befragten

gingen sowohl von einem höheren europäischen Anteil als auch einem höheren Anteil nationaler Eigenproduktion aus.

Die Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien wurde überwiegend als akzeptabel bewertet. Die Erdgas-Erzeugungsformen wurden als weniger akzeptabel bewertet, wobei sich zwischen Wasserstoff aus Erdgas allgemein und Wasserstoff aus Erdgas in Verbindung mit CCS keine deutlichen Unterschiede erkennen lassen und diese als eher nicht akzeptabel oder nicht akzeptabel bewertet wurden. Dies lässt sich unter Umständen dadurch erklären, dass viele Teilnehmende insbesondere für Wasserstoff aus Erdgas in Verbindung mit CCS angaben, dass bislang keine konkrete Strategie bekannt sei, wie dies umgesetzt werden könnte. Wasserstoff aus Kernkraft wurde von den französischen Befragten als akzeptabler bewertet als von den Befragten aus Deutschland und der Schweiz.

Es bestand kein Zusammenhang zwischen einer höheren Einschätzung der nationalen Eigenproduktion mit einer besseren Bewertung der Energiebedarfsdeckung. Die Gruppe derjenigen, die Kernkraft-Wasserstoff als akzeptabler bewerteten, schätzte den nationalen Eigenproduktionsanteil höher ein, verglichen mit denjenigen, die diese Erzeugungsform als (eher) nicht akzeptabel bewerteten. Die steigende Bedeutung von Energieversorgungsunabhängigkeit kann sich auf die Akzeptanz solcher Erzeugungsformen auswirken, die den Produktionsanteil im eigenen Land steigern.

Insgesamt wurde das Potenzial von Wasserstoff für die kommunale Energieversorgung (die bei CO2InnO im Fokus steht) durch die ExpertInnen als eher gering eingeschätzt. Dies könnte mit der Einschätzung der Möglichkeiten, Wasserstoff durch inländische bzw. europäische Produktion bereitzustellen, und der Akzeptabilität verschiedener Energieerzeugungsformen zusammenhängen. Genauere Ergebnisse und Abbildungen können dem Anhang entnommen werden. Sie bilden gemeinsam mit den Berichten zu den anderen Co-Production-Workshops den Output der siebten Maßnahme sowie eine wesentliche Grundlage für den Leitfaden.

V.3.4. Akzeptanz von Wasserstoff-BHKWs und E-Ladesäuleninfrastruktur in der Bevölkerung

Die Basis der Onlineerhebung und den Output der fünften Maßnahme bildet der Fragebogen in deutscher und französischer Ausführung. Der eigens für diesen Kontext entwickelte Fragebogen umfasst insgesamt vier Vignetten (kurze, variierende Beschreibungen für je zwei Technologien und je zwei Finanzierungsformen) sowie neun sozio-demografische Fragen und vierzehn Skalen zur Erfassung von Akzeptanz und Einflussfaktoren.

Die nachfolgend berichteten Ergebnisse beschreiben deskriptive Unterschiede im durchschnittlichen Wert der Zustimmung zwischen beiden Ländern. Detailliertere Rückschlüsse auf statistisch signifikante Unterschiede in den Umfrageergebnissen lassen sich auf Basis des Posters, das den Output der sechsten Maßnahme bildet, ziehen.

V.3.5. Ländervergleich der Technologiewahrnehmung

Vor der Präsentation der Vignetten wurden die Teilnehmenden zu ihrer subjektiven Bewertung ihres eigenen Wissens zu der jeweils nachfolgend beschriebenen Technologie befragt, d. h. zu Wasserstoff als Energieträger und zu Strom bzgl. der Elektrifizierung verschiedener Energieanwendungen. Sowohl in Bezug auf elektrische Ladesäulen als auch auf Wasserstoff-BHKWs gaben die französischen Befragten dabei ein höheres subjektives Wissen an als die deutschen Befragten.

Die Bewertung der Errichtung elektrischer Ladesäulen fiel in Frankreich hinsichtlich mehrerer Faktoren positiver aus als in Deutschland. Die französischen Befragten gaben an, die Implementierung akzeptabler zu finden. Bei der Frage danach, wie auf eine geplante Umsetzung reagiert werden würde, zeigte sich in Frankreich eine stärkere Polarisierung, da die Befragten durchschnittlich sowohl mehr Unterstützungsintention als auch mehr Protestintention angaben, als die deutschen Befragten. Die Bereitschaft, an einem Bürgerbeteiligungsverfahren teilzunehmen zu wollen, war in Frankreich ähnlich ausgeprägt. Zusätzlich gaben mehr französische als deutsche Befragte an, bereits Ladesäulen zu nutzen und in Zukunft (nach Implementierung der Maßnahme) nutzen zu wollen.

Die französischen Befragten gaben an, die Implementierung in Bezug auf gesellschaftliche, ökonomische und Umweltfolgen als effektiver wahrzunehmen als die deutschen Befragten. Zugleich gaben die französischen Befragten aber auch an, dass die Implementierung der elektrischen Ladesäulen in Bezug auf diese Folgen als riskanter eingeschätzt wird, im Vergleich zu den deutschen Befragten.

In Bezug auf wahrgenommene Fairness gaben französische Befragte sowohl an, dass die Implementierung für verschiedene Gruppen zu einer Verbesserung im Vergleich zu vorher führen würde, als auch, dass sie etwas weniger erwartete Nachteile für weniger privilegierte Gruppen im Vergleich zu den deutschen Befragten sehen.. Auch die Erwartungen an das Bürgerbeteiligungsverfahren (prozedurale Fairness) wurden dabei etwas positiver bewertet.

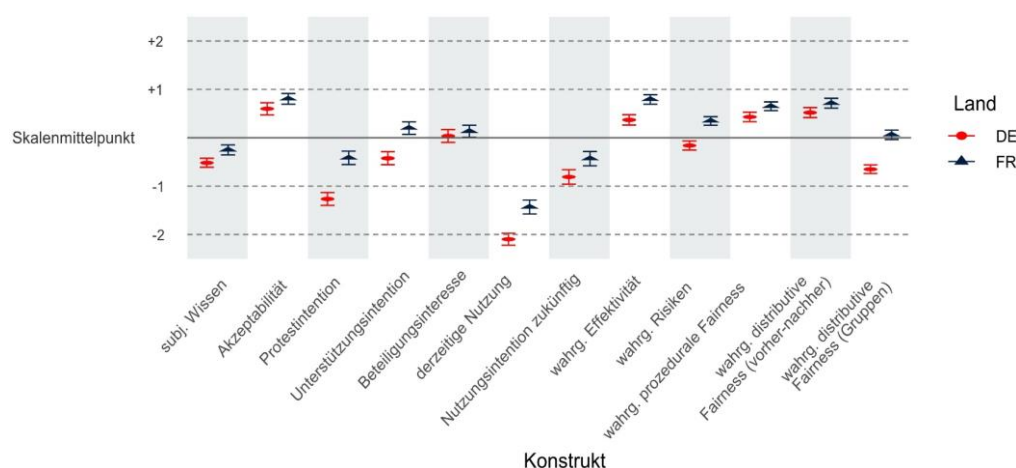


Abbildung V-5: Wahrnehmung elektrischer Ladesäulen in Deutschland und Frankreich

Die Implementierung des Wasserstoff-BHKW wurde in Frankreich ebenfalls allgemein positiver bewertet als in Deutschland, wobei die Unterschiede weniger ausgeprägt waren im Vergleich zu den Ladesäulen. Die Akzeptabilität und die Bereitschaft zur Teilnahme an einem Bürgerbeteiligungsverfahren wurden von Befragten beider Länder etwa gleich bewertet. Auch für diese Maßnahme gaben die französischen Befragten an, eher an Unterstützungsaktionen sowie an Protestaktionen teilnehmen zu wollen. Wenngleich mehr deutsche als französische Befragte angaben, bereits das kommunale Gebäude zu nutzen, war das Interesse daran, es in Zukunft (nach Implementierung der Maßnahme) zu nutzen, gleich hoch.

Die französischen Befragten gaben an, diese Maßnahme in Bezug auf gesellschaftliche, ökonomische und Umweltfolgen als effektiver wahrzunehmen als die deutschen Befragten. Auch für die Implementierung des Wasserstoff-BHKWs gaben die französischen Befragten im Vergleich zu den deutschen Befragten an, dass sie die Folgen als riskanter einschätzen.

In Bezug auf wahrgenommene Fairness gaben französische Befragte sowohl an, dass diese Maßnahme für verschiedene Gruppen zu einer Verbesserung im Vergleich zu vorher führen würde, als auch, dass sie weniger Nachteile für weniger privilegierte Gruppen im Vergleich zu den deutschen Befragten sehen. Auch die Erwartungen an das Bürgerbeteiligungsverfahren (prozedurale Fairness) wurden dabei etwas positiver bewertet.

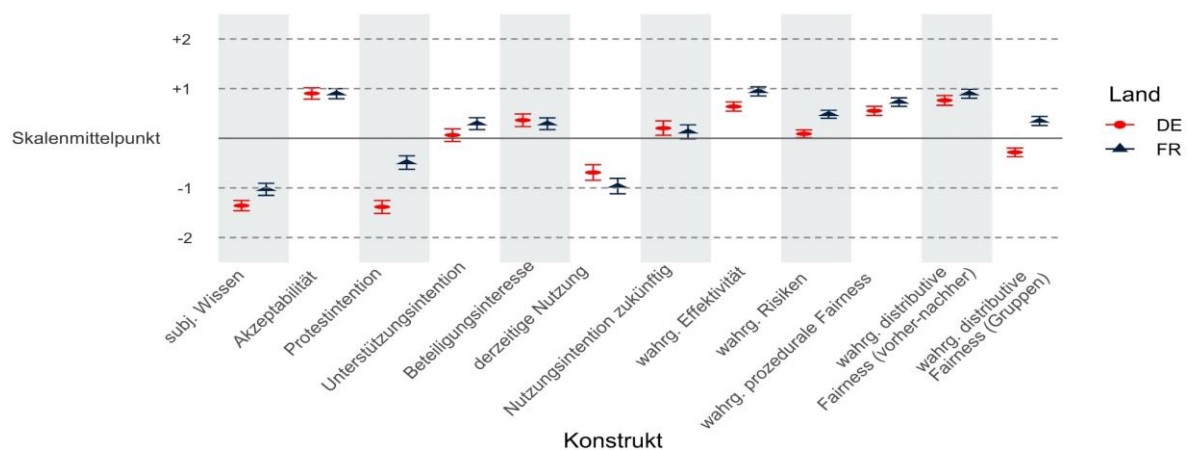


Abbildung V-6: Wahrnehmung Wasserstoff-Blockheizkraftwerk in Deutschland und Frankreich

Diese Ergebnisse fanden sich unabhängig von der Finanzierungsform, wobei die Finanzierung durch kommunale Gelder in beiden Ländern für beide Technologien positiver wahrgenommen wurde. Dieser Effekt war in Deutschland größer als in Frankreich.

V.3.5.1. Technologievergleich

Im Technologievergleich ergab sich, dass das Wasserstoff-BHKW über beide Länder hinweg durchschnittlich etwas positiver bewertet wurde als die E-Ladesäulen, in Bezug auf Akzeptabilität, Handlungsintentionen, Nutzungsintentionen, wahrgenommene Effektivität und wahrgen-

nommene Fairness. Lediglich die Risiken wurden bezüglich des Wasserstoff-BHKWs als etwas höher wahrgenommen. Das subjektive Wissen zu Wasserstoff wurde aber im Vorhinein in beiden Ländern als niedriger bewertet als das Wissen zu Strom. Im Gegensatz zu Befunden aus der Literatur stellten der Wissensstand und die Risikowahrnehmung hier also keine Barriere für die Akzeptanz dar. Das könnte durch das Forschungsdesign zu erklären sein, in welchem Vignettenbeschreibungen möglicher Szenarien in der eigenen Wohnumgebung beschrieben wurden. Wenngleich die elektrischen Ladesäulen nicht auf ein großes Maß an Ablehnung stießen, wurde das BHKW als etwas fairer und effektiver wahrgenommen. Unter Umständen wurde dies als der größere Zugewinn für die Umgebung angesehen. Dies sollte in zukünftiger Forschung und bei der tatsächlichen Umsetzung von kommunalen Energieprojekten weiter untersucht werden.

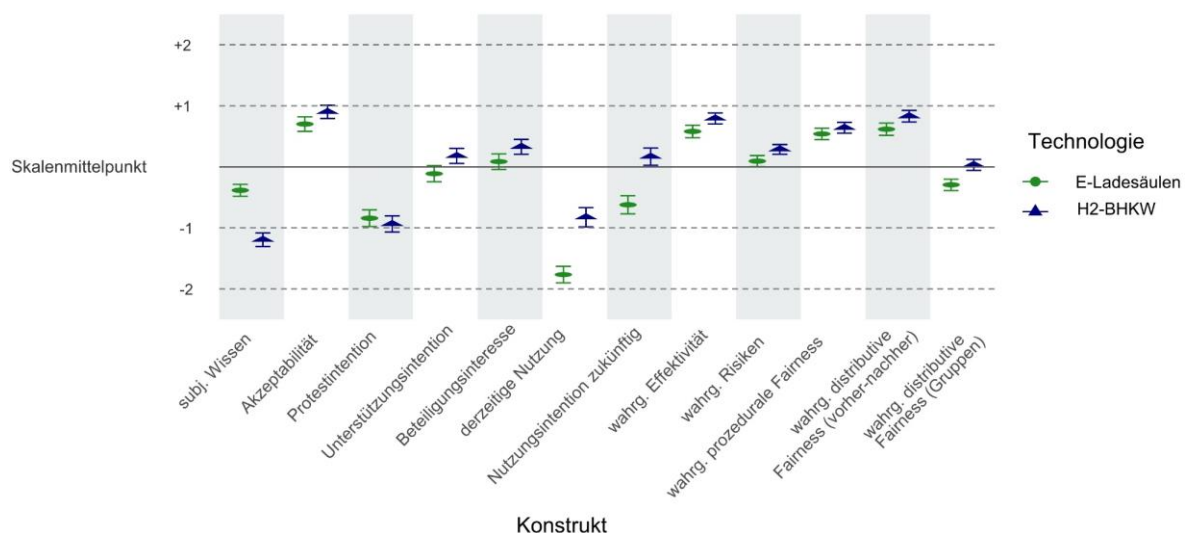


Abbildung V-7: Wahrnehmung elektrischer Ladesäulen und Wasserstoff-Blockheizkraftwerk im Vergleich

V.3.5.2. Ländervergleich der psychologischen Variablen

Zusätzlich gaben französische Befragte ein höheres Maß an Vertrauen in verschiedene politische und wirtschaftliche Institutionen sowie ihr soziales Umfeld an als deutsche Befragte. Sie identifizierten sich stärker als umweltfreundliche Person, die umweltschützend handelt (Umweltidentität). Außerdem berichteten die französischen Befragten eine höhere Innovationsorientierung (Streben nach Neuheit, Innovation und Interesse an Informationen über und Tests von neuen Dienstleistungen und Produkten). In Bezug auf persönliche Normen (individuelle Empfindung moralischer Verpflichtung) und subjektive Normen (Wahrnehmung von Verhalten und Erwartungen des sozialen Umfelds) bezüglich der Energiewende wurden unter den französischen Befragten ebenfalls höhere Werte verzeichnet. Zudem gaben sie eine höhere Problemwahrnehmung an (hier die Erwartung, dass negative Umweltfolgen als Konsequenz des aktuellen Energiemix auftreten werden).

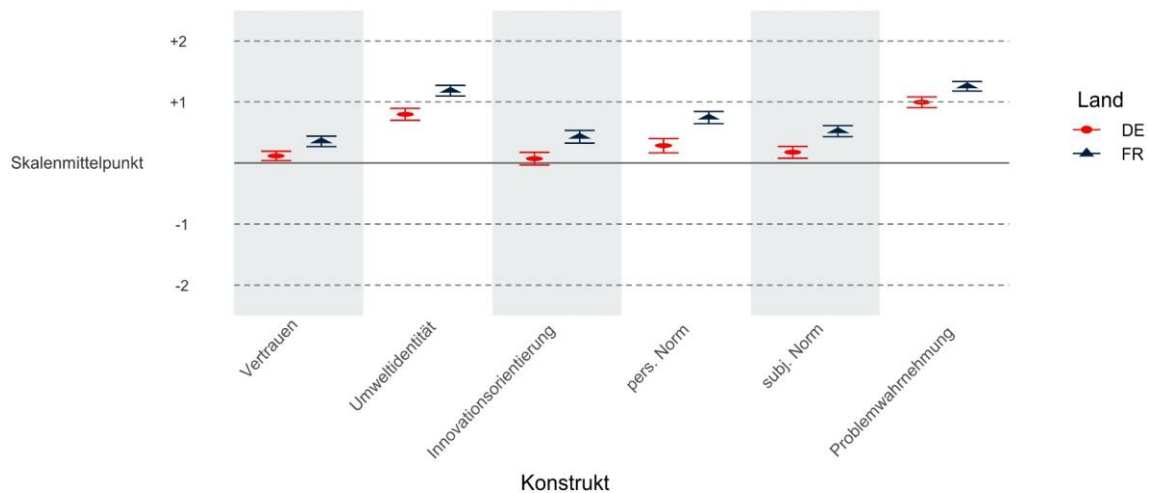


Abbildung V-8: Vergleich der deutschen und französischen Stichprobe

V.3.5.3. Wahrnehmung von Cyberrisiken in vernetzten Energiesystemen

Der Bekanntheitsgrad der Begriffe „moderne Messeinrichtung“, „Smart Meter“ und „Smart Grid“ war unter den französischen Befragten höher als unter den deutschen Befragten, wohingegen der Begriff „dynamische Tarifgestaltung“ mehr deutschen Befragten bekannt war. Unter denjenigen, denen die abgefragten Begriffe bekannt waren, gaben die deutschen Befragten bei der Bewertung ihres subjektiven Kenntnisstandes auf einer Likert-Skala für alle Begriffe eine bessere Kenntnis an als die französischen Befragten.

Bezüglich ihres eigenen Stromverbrauchs gaben mehr französische als deutsche Befragte an, den in ihrem Haushalt verbauten Stromzähler zu kennen und das Wissen über ihren eigenen Stromverbrauch wichtiger zu finden, gleichzeitig gab aber ein höherer Anteil im Vergleich zu den deutschen Befragten an, den eigenen Stromverbrauch nicht zu kennen.

Bei der Frage nach der wahrgenommenen Relevanz verschiedener Datenschutz-Bereiche gaben die französischen Befragten durchschnittlich eine niedrigere Relevanz an, ebenso gaben sie bei der Beurteilung einer Skala zur eigenen Technikaffinität / zum Innovationsdenken geringere Zustimmung an.

Bezüglich des Smart-Meter-Einbaus berichteten französische Befragte, sich von verschiedenen Institutionen besser informiert im Vergleich zu den deutschen Befragten zu fühlen, ebenso bewerteten sie ihre Zufriedenheit mit Geschwindigkeit und Fortschritt der Energiewende ihres Landes höher.

Bei der Bewertung von Risiken und Chancen gaben die Befragten beider Länder an, dass für Smart Meter im Allgemeinen die Chancen überwiegen, wobei die Bewertung in Deutschland etwas positiver ausfiel. Entsprechend war unter den deutschen Befragten die Zustimmung zu verschiedenen Chancen höher und zu verschiedenen Risiken niedriger, verglichen mit den französischen Befragten.

Unter denjenigen Befragten, die nicht bereits über einen Smart Meter verfügten, war die Bereitschaft, sich einen Smart Meter einbauen zu lassen, bei den deutschen Befragten höher als

bei den französischen.

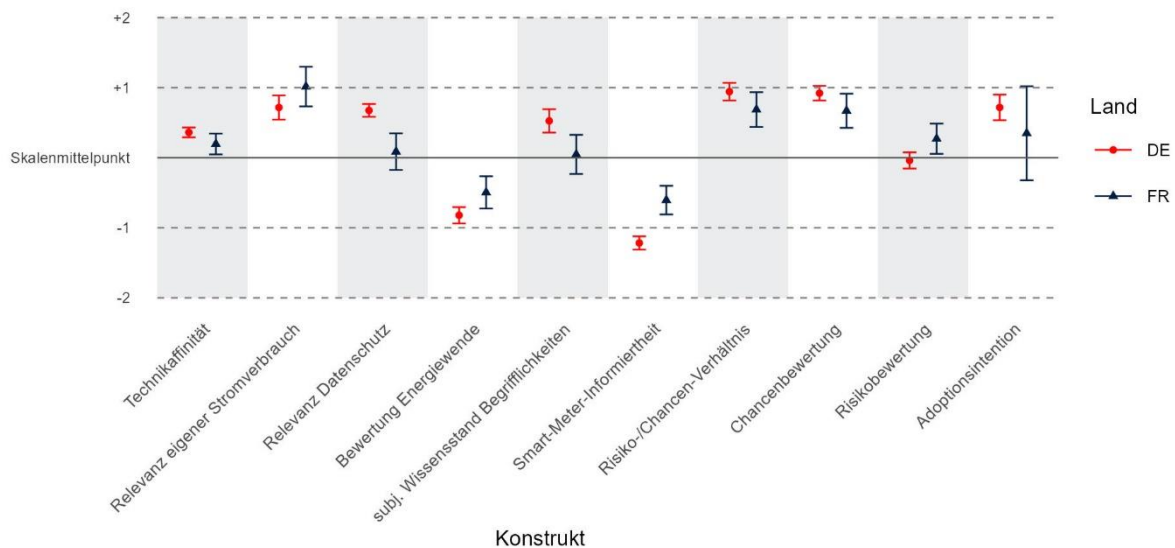


Abbildung V-9: Ländervergleich der Kenntnisse und Bewertung von Smart-Metern

V.3.5.4. Bevölkerungsakzeptanz von Smart-Meter-Anwendungen

Die nachfolgend berichteten Ergebnisse beschreiben Unterschiede im durchschnittlichen Wert der Zustimmung zwischen beiden Ländern. Detailliertere Rückschlüsse auf statistisch signifikante Unterschiede in den Umfrageergebnissen lassen sich auf Basis des Berichts, das einen Teil des Outputs dieser Maßnahme bildet, ziehen.

Vor der Präsentation der Szenarien wurden die Teilnehmenden zu ihrer subjektiven Bewertung ihres eigenen Wissens zu Smart Metern und dem Unterschied zwischen konventionellen und dynamischen Tarifen befragt. Trotz des substantiell weiter vorangeschrittenen und früher begonnenen Smart-Meter-Rollouts in Frankreich gaben die französischen Befragten ein geringeres Wissen zu beiden an. Unter Umständen hängt dies mit Unwissen darüber zusammen, dass die häufig vertretenen „Compteur Linky“ Smart Meter bzw. intelligente Stromzähler sind.

Bezüglich der Akzeptabilität der Nutzung eines Smart Meters im eigenen Haushalt und der Akzeptabilität verschiedener Anwendungen waren die Antworten in beiden Ländern durchschnittlich ähnlich ausgeprägt, unterschieden sich aber für bestimmte Anwendungen (s. Abb. 2).

Die Effekte auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt durch eine Förderung der Smart-Meter-Nutzung wurden unter den französischen Befragten als positiver eingeschätzt. In Bezug auf die erwarteten Folgen im Vergleich zu vorher und für verschiedene Gruppen nahmen französische Befragte durchschnittlich eine etwas stärkere Verbesserung und weniger Benachteiligung für marginalisierte Gruppen an. Die wahrgenommenen Cyber-Risiken waren durchschnittlich für beide Länder gleich, wobei französische Befragte besorgter über die Vertraulichkeit der Datenübermittlung und weniger besorgter über die Verfügbarkeit der Dienstleistung waren als deutsche Befragte.

Alle abgefragten Smart-Meter-Anwendungen wurden von den französischen Befragten als aufdringlicher wahrgenommen im Vergleich zu deutschen Befragten, mit Ausnahme der direkten Laststeuerung. Zusätzlich gaben deutsche Befragte ein höheres Ausmaß an Vertrauen in verschiedene Institutionen an als französische Befragte.

Bezüglich der Konstrukte, die erhoben wurden, um allgemeine Einflüsse auf die Wahrnehmung von Energiemaßnahmen zu untersuchen, fand sich ein höheres Ausmaß an Umweltidentität und Innovationsorientierung, eine stärkere Wahrnehmung persönlicher Normen bezüglich der Energiewende, eine höhere Problemwahrnehmung und eine ähnliche hohe Wahrnehmung subjektiver Normen unter den französischen Befragten.

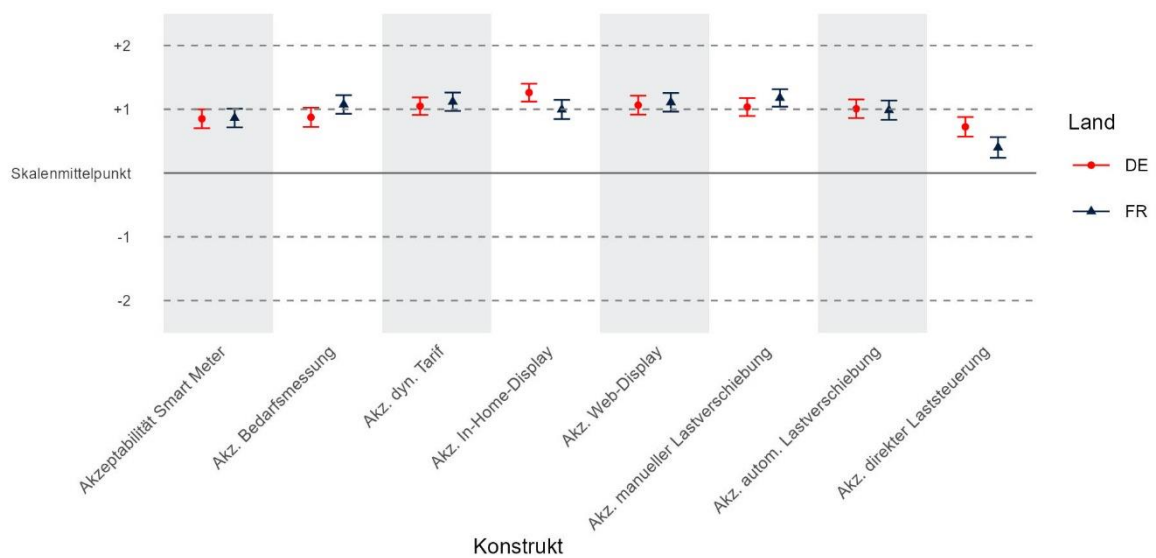


Abbildung V-10: Ländervergleich der Akzeptabilität von Smart-Meter-Anwendungen

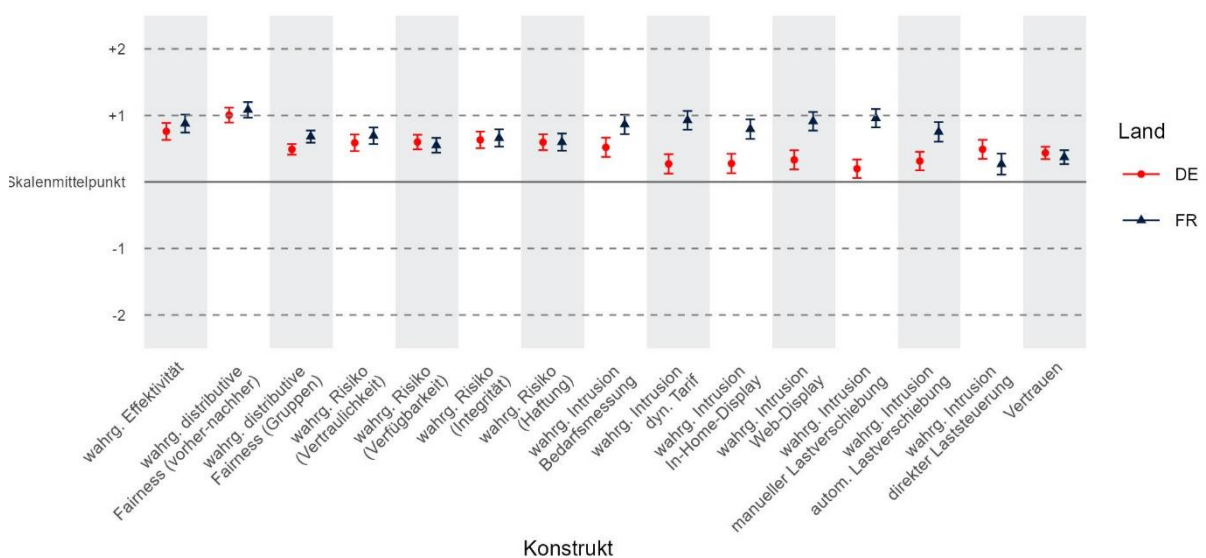


Abbildung V-11: Ländervergleich der Wahrnehmung von Smart-Meter-Anwendungen

V.4. Probleme und Risiken

Im Rahmen der ersten Maßnahme bestand das Ziel darin, Best-Practice-Beispiele in beiden Ländern zu identifizieren. Bei der Recherche zu Pilotprojekten, die wasserstoffbetriebene BHKWs einsetzen, überwog der Anteil deutscher Projekte. In Frankreich konnten bisher nur wenige Projekte identifiziert werden. Im Gegensatz zu den identifizierten deutschen Projekten wiesen diese einen geringeren kommunalen Fokus und eine stärkere industrielle Ausrichtung auf. Somit wird die Vergleichbarkeit erschwert, da sich der Einfluss verschiedener Stakeholder auf den Projekthergang unterscheiden kann und Akzeptanzfragen eine andere Rolle spielen können.

Im Zusammenhang damit standen auch die Schwierigkeiten in der Akquise geeigneter Interviewpartner. Unter den identifizierten Pilotprojekten gestaltete sich die Kontaktaufnahme auch in Deutschland schwierig. Die Bereitschaft, Interviews zu geben, war gering, sowohl bei solchen Projekten, die bereits nicht mehr aktiv waren als auch bei laufenden Projekten. Angeführte Gründe, wie Zeitmangel oder Sorge um Falschaussagen über Projekthinhalte, deuten darauf hin, dass Konzepte für die Öffentlichkeitsarbeit, die über die Vorabbeteiligung hinausgehen, noch besser ausgearbeitet werden könnten.

Des Weiteren entstanden Probleme im Rahmen des Co-Creation-Prozesses. Die Durchführung der drei zugehörigen Co-Production-Workshops, deren inhaltliche Planung einen Bestandteil dieses Arbeitspakets bildete, musste von der ursprünglichen Planung abweichen. Ursprünglich war geplant, drei Workshops zu veranstalten, um einen Austausch mit verschiedenen Personengruppen der Öffentlichkeit zu erzielen. Letztendlich wurden jedoch etwas andere Formate gewählt. Für verschiedene Stakeholder bestehen unterschiedliche Herausforderungen, etwa zeitliche Engpässe und rechtliche Vorgaben für ExpertInnen aus Wirtschaft und Politik oder mangelnde Erreichbarkeit der nicht-akademischen Öffentlichkeit. Aufgrund von Problemen bei der Erreichung notwendiger Anmeldungszahlen und den daraus resultierenden Verschiebungen wurde zur Lösung auf die Integration von Umfragen und Workshops in existierende Rahmenveranstaltungen zurückgegriffen. Nähere Informationen finden sich unter „Abweichungen“.

V.5. Abweichungen

Aufgrund der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Schwierigkeiten bei der Akquise geeigneter Interviewpartner ergab sich bei der Maßnahme 5.4 eine geringfügige Abweichung. Da weniger Interviews geführt werden konnten als ursprünglich geplant, wurden die Interviewdaten mit einer Literaturanalyse von Best Practices sowie einer weiteren Recherche zu öffentlicher Beteiligung ergänzt. Die Ergebnisse der verschiedenen Methoden wurden in einem Policy Brief zu Wasserstoff-BHKW integriert.

Des Weiteren kam es aufgrund der Schwierigkeiten bei der Planung der Co-Production-Workshops als eigenständige Öffentlichkeitsworkshops zu Abweichungen. Der Co-Creation-Prozess wurde für zwei der drei Termine in den Rahmen anderer Veranstaltungen eingebunden, einerseits in den Europäischen Wasserstoffgipfel und andererseits in eine universitäre Vorlesung. Im Falle des Wasserstoffgipfels bot dies den Vorteil, das mit einer größeren Zahl an ExpertInnen eine Umfrage durchgeführt werden konnte. Die Einbindung ihrer Perspektive als relevante Stakeholder in die Projektergebnisse wäre andernfalls in diesem Umfang nicht möglich gewesen. Der andere Workshop, der im Rahmen einer Vorlesungsreihe angeboten wurde, wich inhaltlich nicht von dem Öffentlichkeits-Workshop ab. Während Studierende eine eher homogene Stichprobe darstellen, können sie durchaus die Perspektive verschiedener Stakeholder abbilden, etwa die von AnwohnerInnen und zukünftigen EntscheidungsträgerInnen. Zusätzlich können sie die Sichtweise einkommensschwächerer Personen einbringen, was vor dem Hintergrund von Finanzierungsfragen, insbesondere bezüglich Wasserstoff-BHKWs, wertvoll ist.

V.6. Ausblick

Für weitere Forschung und Praxis bieten sich eine Vielzahl von Untersuchungen an, die auf den Ergebnissen aufbauen. Zunächst kann sich insbesondere bei noch nicht etablierten Technologien Langzeitforschung anbieten. Dies ermöglicht die Erfassung von gesellschaftlichen Entwicklungen und Einstellungen, z. B. bezüglich der Akzeptanz der in CO2InnO relevanten Technologien. Bei Literaturrecherchen im Rahmen des fünften Arbeitspakets war die Unterrepräsentation von Studien zu Infrastruktur auffällig. Denn während die Studienlage zu E-Autos selbst umfassend ist, existiert bislang wenig Forschung zur Ladeinfrastruktur. Da die Einstellung zur Infrastruktur, welche zur Errichtung einer neuen Technologie notwendig ist, aber durchaus akzeptanzmindernd sein kann (s. z. B. Stromtrassen zum Transport von Windpark-Elektrizität), sollte dies in zukünftiger Forschung berücksichtigt werden. Während die Errichtung von elektrischen Ladesäulen wenig kontrovers zu sein scheint, sollte auch die Akzeptanz des Netzausbaus, der ggf. zur Errichtung ohne Gefährdung der Netzstabilität notwendig ist, betrachtet werden. Im gleichen Sinne sollte bei der Akzeptanzforschung zu wasserstoffbetriebenen Blockheizkraftwerken auch die eventuell notwendige Errichtung von Transportwegen mitbedacht werden.

Des Weiteren wurde in diesem Arbeitspaket die generelle Akzeptanz der beiden Technologien betrachtet sowie das Ausmaß an Unterstützung und Widerstand, der bei einer Planung zu erwarten wäre. In der Praxis müssen, insbesondere wenn öffentliche Gelder eingesetzt werden müssen, in der Strom- und Wärmeplanung verschiedene Konzepte abgewogen werden. In vergleichenden Designs sollte deshalb untersucht werden, welche Aspekte Stakeholder wie

heranziehen, um Technologien zu priorisieren. Zwar liefern die hier präsentierten Untersuchungen bereits Aufschlüsse dazu, welche Faktoren eine Rolle spielen, zur Gewichtung sind allerdings dedizierte Untersuchungen dazu erforderlich. Vor dem Hintergrund europäischer Klimaziele spielt dabei insbesondere die Frage eine Rolle, unter welchen Umständen klimafreundliche Technologien umgesetzt werden können, die bspw. aufgrund mangelnder Etablierung finanzielle und planerische Hürden aufweisen.

Vor dem Hintergrund der Entscheidung zwischen verschiedenen Energietechnologien oder im Allgemeinen beim Aufbau neuer Strukturen kann es darüber hinaus zu Nutzungskonflikten kommen. Diese können sich beispielsweise als Raumnutzungskonflikte oder andere Ressourcennutzungskonflikte äußern. Raumnutzungskonflikte können sowohl in dicht besiedelten urbanen Räumen als auch in landwirtschaftlich genutzten Bereichen oder natürlichen Räumen eine Rolle spielen. Für die Auflösung dieser Konflikte können Beteiligungsverfahren, die die gerechte Verteilung von Kosten und Nutzen sowie die Kommunikation von Effekten auf die Gemeinschaft und Umwelt in den Vordergrund stellen, von Bedeutung sein. Die Relevanz von Raumnutzungskonflikten in Bezug auf die in CO2InnO betrachteten Technologien und die spezifischen Strategien für die Auflösung dieser Konflikte müssen in zukünftiger Forschung untersucht werden. Neben Raumnutzungskonflikten könnte auch noch die Nutzung benötigter oder erzeugter Ressourcen eine Rolle spielen. Dies beinhaltet die Herkunft von Rohstoffen und Energie (z. B. Wasser und erneuerbare oder klimafreundliche Energie für Wasserstoff) sowie die Nutzung der gelieferten Energie. Diese Fragen sollten in zukünftiger Forschung im regionalen Kontext, aber vor dem Hintergrund von Bestrebungen für europäische Vernetzung betrachtet werden. Vermutlich stehen die Einstellungen zu diesen Konflikten in starkem Zusammenhang mit Beteiligung und Finanzierung, weshalb die Interaktion dieser Faktoren berücksichtigt werden sollte.

In diesem Arbeitspaket wurde bereits die Relevanz von Beteiligungsformaten und zwei mögliche Varianten der Finanzierung thematisiert. Während die Effektivität von Beteiligungsformaten gut erforscht ist, sollte der genauen Ausgestaltung insbesondere bezüglich spezifischer Technologien noch mehr Forschung gewidmet werden. In der quantitativen, bevölkerungsrepräsentativen Akzeptanzbefragung, die in diesem Arbeitspaket durchgeführt wurde, zeigte sich bereits ein Unterschied in der Akzeptanz der Technologien allgemein und in den Erwartungen an die Fairness des Beteiligungsverfahrens, obwohl die Beschreibung des Beteiligungsverfahrens zwischen den Technologien nicht variierte. Auf welche Faktoren dies zurückzuführen ist und wie das Verfahren auch für ursprünglich weniger akzeptable Technologien zu einer erfolgreichen Umsetzung beitragen kann, muss in zukünftigen Studien näher untersucht werden.

Hinzu kommt noch, dass es neben den beiden untersuchten Finanzierungsmodellen noch wei-

tere Verteilungsprinzipien gibt, die unter Umständen eine akzeptanzfördernde oder akzeptanzmindernde Wirkung haben können. Im Kontext der interessierenden Technologien könnten insbesondere noch das *Ability-to-Pay*-Prinzip (größerer Finanzierungsanteil durch wohlhabendere Gruppen) und das *Beneficiary-Pays*-Prinzip (Profiteure der umgesetzten Maßnahmen sollten stärker beitragen) untersucht werden. Beide Prinzipien berücksichtigen Aspekte der Energiegerechtigkeit. Während das *Ability-to-Pay*-Prinzip vor allem die Einkommens- und Vermögensgerechtigkeit berücksichtigt, wird im *Beneficiary-Pays*-Prinzip auch berücksichtigt, dass die Nutzen von Energiemaßnahmen ungleichmäßig verteilt sein können, z. B. durch die Aufwertung von Grundstückspreisen oder neuem Kundenzulauf. Die Auswirkungen der Einbindung von Finanzierungsmodellen, die auf diesen Prinzipien beruhen, in politische Maßnahmen sollten für verschiedene Technologien und nationale oder regionale Kontexte differenziert betrachtet werden.

Die genannten Aspekte sollten für alle Stakeholder, die an der erfolgreichen Umsetzung von Energietechnologieprojekten beteiligt sind, berücksichtigt werden. Unter den gelieferten Outputs stellt insbesondere die gemeinsame Arbeit mit der HS Kehl heraus, welche Stakeholder eine Rolle spielen. Insbesondere die Akzeptanz der lokalen Bevölkerung, aber auch die der kommunalen EntscheidungsträgerInnen, denen in der europäischen Energiewende eine besondere Bedeutung zukommt, sollten dabei berücksichtigt werden.

Der unterschiedliche Fortschritt des Smart-Meter-Rollout in beiden Ländern erfordert eine differenzierte Herangehensweise in Forschung und Praxis. Während in Frankreich der Rollout schon weit vorangeschritten ist, scheint die Informiertheit sich im Wesentlichen auf die Linky-Zähler zu beschränken und Untersuchungen dazu, wie das Wissen über die Funktionalität und Chancen von Smart Metern im Allgemeinen erhöht werden kann, bieten sich dort an. In Deutschland hingegen, wo bislang nur ein geringer Anteil der Haushalte über einen Smart Meter verfügt, könnte der Rollout selbst im Fokus stehen. Der Rollout könnte durch Langzeitforschung begleitet werden, was die Überprüfung verschiedener Strategien zur Akzeptanzförderung von Einbau und aktiver Nutzung ermöglicht.

V.7. Empfehlungen zur Roadmap bzw. politischen Handeln

Aus den gesammelten Ergebnissen des fünften Arbeitspakets lassen sich zahlreiche Empfehlungen für verschiedene Stakeholder ableiten, die im Output der Maßnahme 5.8 ausführlich beschrieben sind. Besonders hervorzuheben ist, dass die Übersicht des Zusammenspiels verschiedener Akteure eine wichtige Erkenntnis darstellt. Dadurch können die unterschiedlichen relevanten Perspektiven für eine Roadmap der Akzeptanzforschung berücksichtigt werden.

Für die elektrische Ladeinfrastruktur wurde eine Forschungslücke in der Akzeptanzforschung identifiziert. Aufgrund der großen Bedeutung von Ladesäulen für die E-Auto-Adoption und die

zentrale Rolle bei der Verkehrswende darf die Wahrnehmung der Bevölkerung bezüglich notwendiger Infrastrukturprojekte jedoch nicht vernachlässigt werden, um den weiteren Ausbau nicht zu gefährden. Es empfiehlt sich daher, zukünftige Ausbauprojekte mit Akzeptanzforschung zu begleiten, um die Wirksamkeit von Interventionen (z. B. Maßnahmen zur gesteigerten Effektivitätswahrnehmung) zu untersuchen und zukünftig gezielt einzusetzen. Für Kommunen und private InvestorInnen können bestimmte Modelle – etwa solche, die besonders platzsparend sind, zur Netzstabilisierung beitragen oder gewinnbringend sind – besonders attraktiv sein. Derartige Variationen in der Technologie können die Akzeptanz der AnwohnerInnen und anderer Stakeholder unterschiedlich beeinflussen und sollten daher in der weiteren Infrastrukturentwicklung und begleitenden Forschung berücksichtigt werden.

Im Hinblick auf wasserstoffbasierte Blockheizkraftwerke weisen die erarbeiteten Ergebnisse, dass die Akzeptanz der Bevölkerung keine wesentliche Barriere für die Umsetzung darstellt. Die in der deutschen und französischen Bevölkerung durchgeführten Umfragen und Co-Creation-Workshops deuten darauf hin, dass die Energieversorgung der eigenen Kommune durch ein solches Kraftwerk positiv wahrgenommen wird. Vor dem Hintergrund der Diskrepanz zwischen solchen hypothetischen Abfragen und der Reaktion auf reale Projekte ist es jedoch wichtig, diese Befunde in konkreten Pilotprojekten unbedingt durch begleitende Akzeptanzforschung zu überprüfen und mit den vorliegenden Ergebnissen abzugleichen.

Die Untersuchungen im Rahmen des Arbeitspakets sowie die bestehende Forschung unterstreichen, dass insbesondere Wasserstoff aus erneuerbaren Energien zu einer hohen Akzeptanz führt. Dementsprechend ist es empfehlenswert, Projekte so zu konzipieren, dass ein hoher Anteil an erneuerbaren Energien in der Wasserstoffherstellung möglich ist.

In den durchgeführten Umfragen und Interviews mit ExpertInnen sowie in der Untersuchung der aktuellen rechtlichen Situation wurden fehlende Standardisierung, der damit verbundene hohe Verwaltungsaufwand und hohe Kosten als größte Umsetzungshürden identifiziert. Diese Kosten können derzeit meist nur von großen InvestorInnen getragen werden. Für die Machbarkeit von wasserstoffbetriebenen Blockheizkraftwerken ist einerseits entscheidend, dass ExpertInnen von der Realisierbarkeit überzeugt sind, andererseits ist zu berücksichtigen, dass hohe Kosten und lange Bauzeiten zu Bevölkerungswiderstand gegen derartige Projekte führen können. Entsprechend sollte die Vereinfachung kommunaler Prozesse für diese und andere Wasserstofftechnologien oberste Priorität haben, um zukünftig erfolgreiche Projekte realisieren zu können.

Als akzeptanzfördernde Faktoren für die beiden im Rahmen von CO2InnO untersuchten Technologien wurden Faktoren identifiziert, die aus früherer Forschung zu erneuerbaren und innovativen Technologien bekannt sind. Bei der Auswahl und Durchführung von Akzeptanzmaßnahmen sollten daher bewährte Interventionen eingesetzt werden, wie, wie die transparente

und frühzeitige Kommunikation mit der Öffentlichkeit, die Steigerung der Effektivitätswahrnehmung sowie eine gerechte Kosten- und Nutzenverteilung.

In der bevölkerungsrepräsentativen Studie, die im Rahmen des sechsten Arbeitspakets durchgeführt wurde, war die Akzeptanz verschiedener Smart-Meter-Einsatzmöglichkeiten (bspw. die Darstellung des aktuellen Stromverbrauchs) in Frankreich trotz hohem Smart-Meter-Rollout ähnlich wie in Deutschland ausgeprägt. Zudem unterschieden sich in beiden empirischen Studien die Risiko- und Chancenbewertung von Smart Metern zwischen beiden Ländern kaum. Dies deutet darauf hin, dass für ein effektiv genutztes Smart Grid neben dem Smart-Meter-Rollout ebenfalls Incentivierungen zur aktiven Nutzung dieser Möglichkeiten erforderlich sind. Eine Kommunikation vonseiten politischer und wirtschaftlicher Akteure über die Effektivität der aktiven Nutzung, die Auswirkung auf Verteilungsgerechtigkeit von Kosten und Zugang sowie über Risikomanagement könnten die Akzeptanz beeinflussen und sich förderlich auf die aktive Nutzung von Smart Metern auswirken.