



**IZES**  
Jan Hildebrand  
hildebrand@izes.de



**IZES**  
Irina Rau  
rau@izes.de

Eva Hauser  
hauser@izes.de

**Fraunhofer ISE**  
Dr. Sebastian Gözl  
sebastian.goelz@ise.fraunhofer.de

**KIT**  
Dr. Dirk Scheer  
dirk.scheer@kit.edu

Davi Francois  
davi.francois@kit.edu

**Wuppertal Institut**  
Katja Witte  
katja.witte@wupperinst.org

# Gesellschaftliche Akzeptanzfragen bei der Umsetzung von Wasserstofftechnologien

## Einleitung

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2045 klimaneutral zu werden. Das kann nur funktionieren, wenn fossile Rohstoffe durch erneuerbare Energien ersetzt werden – insbesondere in den Bereichen Industrie und Verkehr. Ein wesentlicher Baustein in diesem Transformationsprozess ist die Errichtung einer Wasserstoffwirtschaft, innerhalb derer Strom aus erneuerbaren Energien in grünen Wasserstoff umgewandelt und dieser als Energieträger vor allem in den Bereichen Industrie und Verkehr angewendet wird.

Für eine schnelle technische Umsetzung und erfolgreiche Nutzung von Wasserstofferzeugungstechnologien sowie Transport- und Verteilungsinfrastruktur ist neben anderen Bedingungen die öffentliche Akzeptanz ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Die bundesweit wahrnehmbaren Proteste auf lokaler Ebene beim Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere bei Windenergieprojekten, aber auch bei anderen Energieinfrastrukturen wie dem Stromnetzausbau (Stichwort Südlink) oder Carbon Capture and Storage-Projekten (CCS) illustrieren eindrücklich, dass technische Infrastrukturen als soziotechnische Systeme stets in einen soziokulturellen Kontext eingebunden sind.

Die offensichtliche Nicht-Akzeptanz im Sinne einer Nicht-Nutzung bei den ersten Einführungsversuchen der Elektromobilität seit 2010 verdeutlicht zudem, dass gesellschaftlichen Akzeptanzlagen auf unterschiedlichen Akteursebenen für die erfolgreiche Diffusion technischer Innovationen relevant sind; sie reichen dementsprechend von der lokalen Technikakzeptanz von Anwohnenden gegenüber Erzeugungsanlagen bis hin zur Nutzungsakzeptanz von Anwendern im Verkehrsbereich. Diese Erfahrungen sind bei der Forschung zu gesellschaftlichen Akzeptanzfragen beim „System Wasserstoff“ zu berücksichtigen.

Bei der Akzeptanzforschung geht es zum einen darum, zu verstehen, welche Faktoren oder Merkmale existieren, die die Akzeptanz von Technologien oder Produkten bei unterschiedlichen Akteursgruppen beeinflussen. Akzeptanz meint dabei ein breites Spektrum von Reaktionen, das von Ablehnung über

Duldung und Befürwortung bis hin zu aktiver Unterstützung reicht, also sowohl die Bewertungs- als auch die Verhaltensebene einschließt. Perspektivisch wird so versucht zu zeigen, unter welchen Umständen bzw. nach welchen Kriterien eine Technologie oder ein Produkt gesellschaftlich akzeptabel wäre, um so möglichst frühzeitig auch Erkenntnisse über zukünftige Akzeptanzkonflikte zu gewinnen. Zum anderen ist es auch ein Ziel der Akzeptanzforschung, für die Bedeutung von sozialen Prozessen bei der Technologieentwicklung zu sensibilisieren und diese im Sinne eines sozio-technischen Systemverständnisses von Anfang an mitzudenken.

## Akzeptanzforschung zu Wasserstofftechnologien

Hinsichtlich der Akzeptanzfragen bezogen auf die Wasserstoffnutzung ist zunächst zu spezifizieren, was die genauen Bezugsebenen sind:

- Akzeptanzsubjekt: Wessen Akzeptanz steht im Fokus: Industrie / Hersteller; NGOs, spezifische Nutzer\*innen oder die allgemeine Bevölkerung?
- Akzeptanzobjekt: Was ist der genaue Gegenstand der Befragung: z. B. Technologie (Elektrolyseur, Leitung, Speicher), Produkt oder politische Maßnahme?
- Akzeptanzkontext: Welcher Rahmen liegt zu Grunde: z. B. Wasserstoffproduktion in einer Region oder internationale PtX-Strategie?

Davon abhängig können sich die Akzeptanzlagen dann sehr unterscheiden. Während auf der Ebene eines potenziellen Nutzers nach der Nachricht über einen Tankstellenunfall (bspw. Juni 2019 bei Oslo) die Risikowahrnehmung möglicherweise der stärkste Akzeptanzfaktor ist, spielt in der übergeordneten gesellschaftlichen Akzeptanzdebatte vor allem die tatsächlich verfügbaren Mengen an grünem Wasserstoff bzw. Annahmen hinsichtlich der internationalen Import-Potenziale und damit einhergehenden Bedingungen eine wesentliche Rolle.

Transformation ist ein sozialer Prozess und damit stark von der akteurspezifischen Perspektive und dem Anwendungskontext abhängig. Ebenso muss bei der Frage nach grünem Wasserstoff die Verbin-

derung zur Akzeptanz des verstärkten Ausbaus erneuerbarer Energien in Deutschland gezogen werden. Dem Ausbau der Windenergie und den damit einhergehenden Diskussionen vor Ort kommt dabei zentrale Bedeutung zu. Daraus lässt sich die These ableiten, dass Wasserstoff selbst gar nicht in starkem Maße problembehaftet ist, sondern sich mögliche Konflikte bzw. Akzeptanzprobleme eher auf spezifische Teilbereiche (Erzeugung durch EE, kleinere bei Nutzung, z.B. PKW), oder übergeordnet auf den systemischen Gesamtkontext z.B. (Importe, Kosten) fokussieren.

Bisherige Befragungsergebnisse zeigen, dass die Gesellschaft dem Thema Wasserstoff prinzipiell positiv und offen gegenübersteht – selbst wenn noch kein vertieftes Wissen bzw. noch keine konkreten Erfahrungen vorliegen. Wichtig ist hierbei vor allem der Aspekt der positiven Umwelt- und Klimaschutzwirkungen – quasi „das Versprechen“, dass diese Technologien dann auch tatsächlich zu einer Treibhausgasminde rung beitragen bzw. im Lebenszyklus nachhaltig sind. Insofern wäre eine Empfehlung der Akzeptanzforschung an die Politik, für Entwicklung und Förderung von Wasserstofftechnologien entsprechende Standards und Rahmenbedingungen festzusetzen, damit die positiven Umweltwirkungen wie Treibhausgasminde rung und Nachhaltigkeit auch tatsächlich eintreten können. Nachhaltigkeit bedeutet neben den ökologischen Vorteilen dann auch die gerechte Verteilung von Kosten und Nutzen im ökonomischen wie im sozialen Sinne, wodurch die Transformation akzeptabel wird.

Nicht zuletzt ist es wichtig, ebenso wie die EE in der Vorkette, auch die Ebene der möglichen Folgeprodukte von Wasserstoff in die Akzeptanzbetrachtungen mit einzubeziehen. Hier sind z.B. strombasierte synthetische Kraftstoffe zu nennen, welche im aktuellen gesellschaftlichen Diskurs hinsichtlich ihrer möglichen Rolle innerhalb der Verkehrswende als Alternative zur Wasserstoffbrennstoffzelle oder der Elektromobilität kontrovers diskutiert werden.

### Beispielhafte Forschungsprojekte der FVEE-Institute

Die oben skizzierten Forschungsfragen zu verschiedenen Aspekten der gesellschaftlichen Akzeptanz von Wasserstoff werden aktuell in unterschiedlichen Forschungsprojekten mit jeweils spezifischen inhaltlichen Schwerpunkten und Anwendungsbereichen adressiert. Im Folgenden werden ausgewählte Projekte zur Veranschaulichung kurz vorgestellt.

#### Projekt Kopernikus P2X (IZES)

Das methodische Vorgehen der Akzeptanzanalysen im Projekt P2X umfasst zum einen vertiefende Akzeptanzanalysen in Form von Interviews und Fokusgruppen mit Akteuren aus verschiedenen Anwendungsbereichen. Dabei geht es um die Rolle von PtX in der Mobilität – nicht nur im Straßenverkehr, sondern auch im Schiffs- und Flugverkehr – sowie um PtX-Produkte als Grundstoffe für die chemische Industrie und als Energieträger in industriellen Prozessen, wie z.B. der Glas- oder Stahlproduktion.

Zum anderen wurde für ein generelles Bild zur Akzeptanz von PtX-Technologien im Dezember 2020 eine Onlinebefragung durchgeführt. Dabei wurde eine repräsentative, deutschlandweite Stichprobe von N = 1123 Personen zwischen 16 bis 25 Jahren (junge Erwachsene) und N = 1134 Personen im Alter von über 25 Jahre erhoben. Die Akteursgruppe junger Erwachsener scheint für das P2X-Projekt besonders relevant, da sie aufgrund ihres Alters zukünftig am stärksten von den Veränderungen in den Forschungs-, Transformationsprozessen und der Anwendung von PtX-Technologien tangiert sein wird.

Der Fragebogen umfasste unterschiedliche inhaltliche Ebenen bezogen auf die Einschätzung der verschiedenen PtX-Technologien in den Anwendungsbereichen Mobilität, Energie und Chemie, damit verbundene Nutzungsintentionen und Zahlungsbereitschaft, Wissensstand, Umweltbewusstsein und Nachhaltigkeitsorientierungen, Selbstwirksamkeit, soziale Norm, Technologieoffenheit.

Zusätzlich findet eine zweite repräsentative Befragungswelle im November 2021 statt, sodass die Ergebnisse zwischen dem ersten und dem zweiten Erhebungszeitpunkt verglichen werden können.

#### STOA-Projekt (KIT-ITAS)

Gerade auf europäischer Ebene spielt die Etablierung einer Wasserstoffwirtschaft zur Erreichung von Klimaneutralität eine große Rolle. Die Europäische Kommission hat dazu die sogenannte Wasserstoffstrategie im Jahr 2020 auf den Weg gebracht.

Im Forschungsprojekt 'The potential of hydrogen for decarbonising EU industry' – durchgeführt vom Fraunhofer ISI und KIT-ITAS – wurde eine Studie zur Technikfolgenabschätzung von Wasserstoff für die industrielle Nutzung für das Europäische Parlament durchgeführt. Die Studie analysierte das komplexe System Wasserstoff aus unterschiedlicher Perspektive.

Im Einzelnen wurden folgende Ebenen des „Systems Wasserstoff“ beleuchtet:

- Nutzung von Wasserstoff in Industrie und anderen Sektoren
- Produktion und Import von Wasserstoff
- Wasserstoffinfrastruktur und -märkte

- EU und internationale Perspektive
- Akteure und Regionen

Aus einer Akzeptanzperspektive betrachtet, wird damit vor allem das Akzeptanzobjekt differenziert und detailliert.

Akzeptanzfragen spielen an spezifischen Elementen des Systems Wasserstoff eine Rolle:

- Fragen von Nachhaltigkeit beim Import (Wasserverbrauch, Strombezug)
- Anlagenbau bei punktuellen Wasserstoffregionen
- Infrastruktur über Pipelines und Güterverkehr
- Ausbau von erneuerbaren Energien für grünen Strombezug
- Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in verschiedenen Segmenten
- eine gerechte Energiewende in der EU und den Partnerländern.

Es zeigt sich dabei vor allem, dass Akzeptanzfragen an verschiedenen Stellen des Systems Wasserstoff auftauchen. Daraus lässt sich die These ableiten, dass beim System Wasserstoff Akzeptanzfragen nur an bestimmten Stellen relevant sind.

#### **Projekt H2-SO – Wasserstofftechnologien am Südlichen Oberrhein (ISE)**

Das Projekt H2-SO unterstützt dabei, Wasserstoff in das Energiesystem und die unterschiedlichen Sektoren einzuführen. Ziel des Projekts ist es, am Südlichen Oberrhein eine Vielzahl relevanter Akteure aus allen Sektoren in Bezug auf die Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu verknüpfen. In intensiver Diskussion werden im Rahmen eines Reallabors und am Beispiel mehrerer Anwendungen und Technologiedemonstrationen wesentliche aktuelle Hemmnisse bei der Implementierung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie benannt und Lösungsvorschläge zu einer künftigen Verbreitung erarbeitet. Adressiert wird dabei der Einsatz von Wasserstoff in Industrie und Mobilität, bei der netzfernen Stromversorgung, im Gasnetz und im kommunalen Umfeld. Zusätzlich wird auch der Transport und Handel von Wasserstoff in Gasnetzen und mittels Transporttrailern sowie dessen Erzeugung / Versorgung in der Region adressiert.

#### **Projekt Protanz.NRW (WI)**

Das Projekt untersucht, welche Faktoren die Akzeptanz von Infrastrukturprojekten für die CO<sub>2</sub>-Einsparung im großindustriellen Bereich beeinflussen und welche Wechselwirkungen sich mit Protestbewegungen im Bereich Klima und Energie in NRW ergeben können. Das Projekt Protanz.NRW generiert somit Wissen über Belange und Vereinbarkeit von gesellschaftlich-heterogenen Interessen und Bewegungen mit Transformationsprozessen der nordrhein-westfälischen (energieintensiven) Industrie.

Das interdisziplinär angelegte Forschungsprojekt zielt folglich darauf ab, Protestformen und Akzeptabilitätsvorstellungen in der Bevölkerung aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Perspektiven und mit verschiedenen Methoden zu verstehen. Dabei wird über ein partizipativ angelegter Prozess – analog wie digital – auch die Haltung der schweigenden Bevölkerungsmehrheit zu den Protestformen erforscht.

Die übergreifenden Fragestellungen des Vorhabens lauten:

- Welche Faktoren beeinflussen maßgeblich die gesellschaftliche Akzeptanz von Infrastrukturprojekten für CO<sub>2</sub>-Einsparungen im großindustriellen Bereich?
- Welchen Einfluss haben Protestbewegungen aus den Bereichen Energie und Klima auf die Einstellung und Akzeptanz von Infrastrukturprojekten zur Dekarbonisierung der energieintensiven Industrie in NRW?

Das Projekt bezieht sich auf innovative Technologiepfade im Kontext industrieller Dekarbonisierungsstrategien in NRW. Dazu gehören aus rein technischer Sicht auch Anwendungen aus dem Bereich des (grünen) Wasserstoffs inklusive ihrer Infrastrukturherausforderungen.

#### **Ausblick**

Technische Innovationen benötigen immer eine Form von Akzeptanz, um in der Gesellschaft zu diffundieren. Denn technische Anlagen sind immer in einen sozio-technischen Systemkontext eingebettet. Das heißt, es sind immer Menschen in einem bestimmten Setting beteiligt, beeinflusst oder betroffen. Dementsprechend sollten die technischen Entwicklungen Hand in Hand mit sozialwissenschaftlichen Aspekten wie Beteiligungsmöglichkeiten, Akzeptabilitätskriterien und transparenter Kommunikation gehen.

Für die Akzeptanzbewertungen von Wasserstofftechnologien ist, wie in den vorangegangenen Abschnitten skizziert, eine systemische Perspektive notwendig. Dementsprechend sollte sowohl der Ausbau erneuerbarer Energien als notwendige Vorbedingung einbezogen werden als auch eine differenzierte Betrachtung der jeweils spezifischen Akteursgruppen und Wasserstofftechnologien sowie möglicher Folgeprodukte in ihren Anwendungsbereichen (z. B. Verkehr, Industrie) erfolgen.

Für die zukünftige Forschung sind neben den konkreten Gestaltungsfragen aus Sicht der Technologieakzeptanz insbesondere die Perspektiven und Ansprüche der unterschiedlichen Akteursebenen wie z. B. Gesellschaft, Industrie, spezifischen Nutzergruppen, aber beispielsweise auch der Kommunen als relevante Umsetzungsebene, zu beachten. Analog zu den Erfahrungen bei den erneuerbaren Energien besteht dabei eine Herausforderung auf der Verfahrensebene hinsichtlich der möglichen Beschleunigungsoptionen bei Planungs- und Genehmigungsverfahren.

Nicht zuletzt ist bei der Gestaltung eines erfolgreichen und gesellschaftlich akzeptablen Transformationsprozesses hin zu einer Wasserstoffrepublik die Frage der Gerechtigkeit zentral, d. h., wie sowohl hinsichtlich der Verteilung von Kosten und Nutzen (ökonomisch, ökologisch und sozial, insbesondere bezüglich der steigenden Energiepreise und Teilhabe) als auch bei der Gestaltung von Entscheidungsprozessen, faire Lösungen erreicht werden können. Die sozialwissenschaftliche Akzeptanzforschung kann hierzu wichtige Impulse für eine frühzeitige Identifikation von potenziellen Akzeptanzkonflikten beisteuern.