

Überblick und Politikempfehlungen

Basierend auf den in Deliverable 3.1 spezifizierten Forschungsfragen wurden die Einstellungen der Bevölkerung zu Brennstoffzellensystemen zur Hausenergieversorgung und Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeugen (FCEV) untersucht. Dafür wurden in sieben europäischen Ländern Befragungen durchgeführt, welche es ermöglichen, die Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Wasserstoff-Brennstoffzellen (HFC)-Anwendungen zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen:

1. Die Probleme, die die Technologien lösen sollen, sind für die Mehrheit der Befragten wichtig

Die Mehrheit der Befragten erachten die Reduktion lokaler Luftverschmutzungen sowie der Treibhausgasemissionen, die Verbesserung der Sicherheit der Energieversorgung und das Schaffen von Möglichkeiten für die deutsche Wirtschaft zur Entwicklung innovativer Technologien – in dieser Reihenfolge – als Themen mit hoher Bedeutung für das Land. Zudem zeigen sich Tendenzen, dass Befragte, für die die Reduktion von Luftverschmutzung sowie die Auswirkungen des Klimawandels besonders relevant sind, Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien als nützlicher und positiver wahrnehmen als solche, die sich um diese Themen weniger Gedanken machen.

2. Die Bekanntheit von HFC-Technologien bewegt sich auf einem mittleren bis niedrigen Niveau. Hier bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Ländern und den Anwendungen

Weniger als der Hälfte der Bevölkerung in den sieben europäischen Ländern sind HFC-Technologien im Zusammenhang mit Energieerzeugung bekannt. Das öffentliche Bewusstsein unterscheidet sich signifikant zwischen den Ländern; die Unterschiede betragen ungefähr 20 Prozentpunkte. Die *Bekanntheit* von Wasserstoff-

Brennstoffzellen für den Heimgebrauch ist signifikant niedriger als die von FCEVs. Die angegebene *Vertrautheit* mit den Anwendungen ist sehr gering; weniger als 10% der Bevölkerung geben an, sich mit HFC-Technologien auszukennen oder mit diesen vertraut zu sein (wie die Bekanntheit ist auch das Ausmaß der Vertrautheit mit Wasserstoff-Brennstoffzellen für den Heimgebrauch signifikant niedriger als mit FCEVs).

3. Wasserstoff-Brennstoffzellen für den Heimgebrauch und FCEVs werden insgesamt positiv bewertet

Die Befragten bewerten HFC-Technologien – ohne vorher genauere Informationen erhalten zu haben – als eine gute oder sehr gute Lösung für zukünftige Herausforderungen im Bereich Energie und Umwelt. Diese positive Grundhaltung lässt darauf schließen, dass „Wasserstoff und Brennstoffzellen“ positive Empfindungen (Interesse) und Gedanken bei den Befragten auslösen, das heißt, dass diese positiven Symbolcharakter besitzen. Nachdem die Befragten Informationen über die Eigenschaften und möglichen Folgen von HFC-Technologien erhalten hatten, zeigen die meisten eine positive Haltung gegenüber beiden Systemen und bewerten diese als akzeptabel bis gut. Die Auffassung, dass beide Anwendungen mehr Vor- als Nachteile aufweisen, scheint bei der Bewertung eine wichtige Rolle zu spielen. Wasserstoff-Brennstoffzellen für den Heimgebrauch und FCEVs werden als positiv und vorteilhaft sowohl für das eigene Leben als auch die Umwelt wahrgenommen. In Bezug auf den potentiellen Nutzen aber auch die potentiellen Kosten der Anwendungen haben viele Befragte jedoch keine genaue Vorstellung.

4. Verschiedene Bevölkerungsgruppen bewerten Wasserstoff Brennstoff-Anwendungen unterschiedlich

Zwischen unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen wurden geringe, aber signifikante Unterschiede hinsichtlich der Bewertung von Wasserstoff-Brennstoffzellen für den Heimgebrauch und FCEVs gefunden. Männliche Befragte mit Hochschulabschluss, wohnhaft in Städten mit mehr als eine Millionen Einwohner und mit gutem Einkommen, zeigen die höchste Akzeptanz der Technologien.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass soziodemografische Gruppen unterschiedlich auf die Technologien und damit auch auf Maßnahmen zur Förderung der Technologien reagieren können.

5. Bestehende kulturelle Orientierungen und Einstellungen können hinsichtlich der Akzeptanz eine Rolle spielen

Wertvorstellungen und Einstellungen gegenüber der Umwelt sowie gegenüber Technologien zur Lösung von Umweltproblemen können die Einstellungen gegenüber HFC-Technologien beeinflussen.

Dies impliziert, dass bestehende kulturelle Orientierungen von Individuen einen Einfluss auf ihre Wahrnehmung von Technologien und Maßnahmen zur Förderung der Technologien haben können.

6. Ein geringer Anteil an Personen lehnt die Technologien ab oder ist nicht an diesen interessiert

Insgesamt zeigen 6 von 10 der Befragten eine positive Haltung gegenüber HFC-Systemen und können somit als Befürworter der Technologie angesehen werden, 3 von 10 haben eine neutrale Haltung. Weniger als eine von 10 Personen weisen dagegen eine negative Haltung gegenüber solchen Systemen auf. Befürworter und Kritiker unterscheiden sich signifikant in ihren Bewertungen der Technologien. Zudem reagieren beide Gruppen unterschiedlich auf neue Informationen: Kritiker zeigen eine etwas negativere Bewertung der Tech-

nologien, nachdem sie Informationen über deren Folgen und Eigenschaften erhalten haben.

Dies lässt darauf schließen, dass einige VerbraucherInnen diese Technologien ablehnen und nicht bereit sind, in diese zu investieren oder diese durch öffentliche Unterstützung zu fördern. Insofern sind einfache Informationskampagnen nicht ausreichend, um diese Gruppen zu erreichen.

7. Konsumentenpräferenzen können ein wichtiges Hemmnis für die Diffusion von HFC-Technologien darstellen

Einige Verbraucherinnen und Verbraucher bevorzugen konventionelle, etablierte Technologien; andere präferieren neue Technologien, wie solarthermische Technologien für die heimische Erzeugung von Strom und Wärme oder Hybridfahrzeuge und FCEVs. Unabhängig davon, wie das jeweilige HFC-System wahrgenommen wird, können Präferenzen für alternative Technologien eine Rolle für die Diffusion spielen.

Es gibt Verbraucherinnen und Verbraucher, die für die Strom- und Wärmeerzeugung als auch für die Mobilität konventionelle Systeme bevorzugen. Diese werden mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit HFC-Systeme akzeptieren und unterstützen.

Anwendung	Hauptvorteile (von am wichtigsten bis am wenigsten wichtig)	Hauptnachteile (von am wichtigsten bis am wenigsten wichtig)	Weitere gefundene Aspekte sowie Hürden der Adoption
Heimische Wasserstoff-Brennstoffzellen-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenreduzierung in der Energieproduktion • Reduzierung von CO2-Emissionen • Geringere Notwendigkeit, Strom von einem Energieversorger beziehen zu müssen • Wohnraum-Anforderungen • Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Anfängliche Investitionskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Anschaffungspreis eines Brennstoffzellen-Systems • Potenzielle Risiken bei der Nutzung von Brennstoffzellen-Einheiten • Informationsdefizite • Umweltrelevante Vorteile und Risiken • Produktion von Wasserstoff • Probleme bei der Wartung der Systeme • Eignung des Systems für verschiedene Haustypen • Die Rolle von Unternehmen und Regierungen • Bedenken bei der Installation • Recycling der Brennstoffzellen • Begrenzte Entscheidungsfreiheit bei Mietverhältnis • Alternative Formen der Energieerzeugung sind bereits installiert
Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV)	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrigerer Bedarf an konventionellem Treibstoff (z. B. Benzin) • Geringere CO2-Emissionen • Preis von Wasserstoff • Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> • Preis der Brennstoffzellen-Elemente • Bedarf an Infrastruktur • Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Anschaffungs- und Wartungskosten • Zeit für die Betankung • Reichweite • Infrastruktur nicht vorhanden und teuer • Umweltrelevante Vorteile und Risiken • Wahrgenommene Gefahren und Risiken • Vor- und Nachteile von Treibstoffproduktion • Verfügbarkeit von Tankstellen • Informationsdefizite • Zuverlässigkeit und Leistung • Zu wenig Unterstützung seitens der Staates und der Öl-Industrie • Vor- und Nachteile bezüglich Geräuschentwicklung • Notwendigkeit einer Einstellungsänderung • Andere Fahrbedürfnisse • Präferenz für Alternativen

8. Es existiert eine breite Anzahl an Faktoren, die die Wahl einer Technologie beeinflussen; nicht alle sind technologiebezogen

Die Studie ermöglichte die Untersuchung verschiedener einstellungsbezogener oder interner Einflussfaktoren für die Akzeptanz von HFC-Anwendungen, welche wiederum die Nutzungsabsicht, Adoption und Wahl der Technologien beeinflussen können. Im Einzelnen zeigt die Analyse, dass positive Emotionen (z. B. Interesse an der Technologie), wahrgenommene Vorteile (z. B. die Überzeugung, die Technologie ist sicher, praktisch oder günstig im Betrieb), Präferenzen für alternative Technologien, Vertrautheit oder das Vertrauen in Industrie und Regierung, gute Entscheidungen zugunsten der Technologie zu treffen, die Akzeptanz von Wasserstoff-Brennstoffzellen für den Heimgebrauch und von FCEVs beeinflussen können.

Daneben existieren jedoch auch eine Reihe „externe Faktoren“, welche nicht in das Akzeptanzmodell aufgenommen wurden und die einen Einfluss auf die Diffusion der Technologie haben. Einige beziehen sich auf die Wohnbedingungen, die die Verbraucherinnen und Verbraucher nicht direkt beeinflussen können, wie zum Beispiel die Charakteristika der Wohnung, das Mietverhältnis oder der Zugang zu Gas. Andere beziehen sich dagegen auf Faktoren, wie Vertrauen in die beteiligten Unternehmen; das Marktumfeld (z. B. Verfügbarkeit der Produkte) und das erweiterte gesellschaftliche Umfeld (Anreize, Regelungen und Verordnungen, soziale Normen).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass viele unterschiedliche Faktoren Einfluss auf

die Akzeptanz und Adoption neuer Technologien haben. Einerseits beeinflussen Hintergrundvariablen, wie soziodemografische, kulturelle und sozio-ökonomische Variablen, aber auch Interventionen und die Medienberichterstattung, individuelle Überzeugungen und Emotionen in Bezug auf die Technologie, welche wiederum die Akzeptanz beeinflussen. Auf der anderen Seite ist es wichtig, festzuhalten, dass die Entwicklung von der Akzeptanz zur Adoption eine schwierige ist, da Adoption die Transformation von Einstellung in Handeln voraussetzt. Hierbei können verschiedene Rahmenbedingungen und persönliche Faktoren eine wesentliche Rolle spielen.

Politikempfehlungen

Europa muss seine Wirtschaft dekarbonisieren, was Maßnahmen sowohl innerhalb des Haushalts- als auch des Verkehrssektors erfordert. Unter den alternativen Technologien, die kohlenstoffarm Wärme und Strom produzieren sowie konventionelle Antriebe ersetzen, erfahren heimische Mikro-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und FCEVs Unterstützung für ihre Kommerzialisierung. Präferenzen und Entscheidungen von Verbraucherinnen und Verbrauchern werden einen Einfluss darauf haben, in welchem Umfang diese Technologien ihr Potential zur Reduktion von Emissionen und des Primärenergieverbrauchs ausschöpfen können. Die Akzeptanz der Bevölkerung kann ein Hemmnis für die Zukunft von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien darstellen. Erkenntnisse zu Einstellungen und Verhaltensweisen können bei der Identifikation von Faktoren unterstützen, welche die Wahl von Technologien zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie im Verkehrsbereich durch Individuen und Haushalte beeinflussen.

Europäische Ziele in Bezug auf die Senkung der Kohlenstoffemissionen sollten – zusammen mit anderen Maßnahmen – durch eine Evaluation der Rolle der Bevölkerung und der Verbraucherpräferenzen- und -entscheidungen begleitet werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die europäische Bevölkerung HFC-Technologien im Allgemeinen positiv gegenüber steht und die Förderung und Diffusion der Technologie – im Haushalts- als auch Verkehrssektor – unterstützt.

Die Analysen zeigen aber auch, dass Individuen Technologien und Kraftstoffe nachfragen, die wirtschaftlich und erschwinglich (Kauf, Installation und Betrieb) sind und die einfach, zuverlässig und mit ihren momentanen Systemen und Lebensstilen kompatibel sind (Hoggett, Ward and Mitchell, 2011).

Auch wenn Individuen persönliche und umweltrelevante Chancen und Vorteile in neuen Systemen zur Wärme- und Stromerzeugung sowie im Transportsektor sehen, kann Trägheit sowie eine geringe Priorität zum Wechsel der Systeme – neben anderen Faktoren – die Adoption der Technologien erschweren.

Basierend auf den Ergebnissen und vor dem Hintergrund des Vorantreibens von Wasserstoff und Brennstoffzellen-Technologien wurden die folgenden Empfehlungen entwickelt:

- Es besteht weiterer Bedarf nach der Untersuchung von Verbraucherpräferenzen und -einstellungen gegenüber neuen Technologien im Verkehrsbereich sowie zur Wärme- und Stromerzeugung.
- Einstellungen, Wahrnehmungen und Emotionen sollten in Kampagnen zur Förderung der Technologien berücksichtigt werden, um Bedürfnisse und etwaige Bedenken auf Konsumentenseite identifizieren zu können. Die Einführung von HFC-Technologien sollte in einem positiven Kontext erfolgen, welcher im Einklang mit den Lebensstilen und verschiedenen Identitäten steht. Dadurch werden die Vorteile und der Nutzen der Technologien für die VerbraucherInnen konkreter, realer und die Vertrautheit und das Interesse an den Technologien werden gesteigert, was die zukünftige Adoption erleichtern kann. Die Untersuchung der Einstellungen der jeweiligen Zielgruppen erlaubt eine bessere und gezieltere Ansprache der Bevölkerung.
- Zudem besteht die Notwendigkeit, Hemmnisse für die Adoption von alternativen Technologien abzubauen (z. B. durch staatliche Zuschüsse, Mikrokredite).