

## **Abschlussbericht der Master Thesis „Cross-sectoral collaboration for a green hydrogen value chain“ von Katharina Wildgruber**

Im Rahmen meiner Masterthesis in der Sustec Research Gruppe der ETH Zürich habe ich die sektorübergreifende Kollaboration (cross-sectoral collaboration, kurz CSC) in grünen Wasserstoff Projekten untersucht.

Die Entwicklung, die Verbreitung und der Einsatz von sogenannten „Sektorkopplungstechnologien“ (Technologien, die den Elektrizitätssektor mit Sektoren wie Wärme, Mobilität oder Industrie koppeln) ist für die Dekarbonisierung unseres Energiesystems maßgebend (IEA, 2021b).

Auch grüner Wasserstoff spielt als Sektorkopplungstechnologie eine wesentliche Rolle bei der Erreichung der Klimaziele des Pariser Klimaabkommens (Europäische Kommission, 2018; Vereinte Nationen, 2015). Wasserstoff kann im Verkehrssektor als Kraftstoff, in Haushalten zum Heizen und in der Industrie verwendet werden (BMWi, 2020; Europäische Kommission, 2020b; IEA, 2021b). Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, muss der Anteil des mit Strom erzeugten Wasserstoffs, der heute bei weniger als 1% liegt, bis 2050 auf etwa 60 % steigen (IEA, 2021b).

In den letzten Jahren wurden mehrere Förderprogramme und Kooperationen für die Einführung und den Einsatz von Wasserstoff eingeführt. So hat die Europäische Kommission im Jahr 2004 das Gemeinsame Unternehmen für Brennstoffzellen und Wasserstoff (Fuel Cells and Hydrogen Joint Venture, kurz FCH JU) gegründet. Das FCH JU unterstützt seither Projekte und den Austausch zu Wasserstoff auf europäischer Ebene (FCH JU, 2022a). Der derzeit prominenteste Wasserstoff-Förderrahmen in Europa sind die „Important Projects of Common European Interest“ (kurz IPCEI) für Wasserstoff, die den Weg für eine sauberere Wasserstoff-Wertschöpfungskette ebnen und eine Integration von Wasserstoff in unser Energiesystem beschleunigen sollen (Europäische Kommission, 2020a).

Um einen zuverlässigen Übergang zu einem sektorgekoppelten Energiesystem zu gewährleisten, müssen viele Akteure aus verschiedenen Sektoren zusammenarbeiten. Trotz zunehmender Innovationsaktivitäten für Sektorkopplungstechnologien in der Praxis wurde diesen in der akademischen Forschung bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Studien, die sich mit der Sektorkopplung im Bereich der Energiesysteme befassen, haben hauptsächlich technische, wirtschaftliche und politische Perspektiven beleuchtet. Die Studien in diesem Bereich, die sich mit Innovationen befassen, haben sich auf die Analyse von regulatorischen Rahmenbedingungen fokussiert (Cambini et al., 2020; Frank et al., 2020; Ornetzeder & Sinozic, 2020), aber nur begrenzte Einblicke in Innovationsprozesse gegeben.

Im Rahmen meiner Masterthesis habe ich deshalb 125 europäische Projekte im Hinblick auf die sektorübergreifende Zusammenarbeit der beteiligten Kollaborateuren analysiert, die gemeinsam die gesamte Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff abdecken.

Mithilfe der Methode „fuzzy set Qualitative Comparative Analysis“ (kurz fsQCA) identifizierte ich Projektkonfigurationen (im Folgenden auch Archetypen genannt), die mit der sektorübergreifenden Diversität von Kollaborationsprojekten assoziiert sind. Eigenschaften dieser Archetypen von Projektkonfigurationen sind, dass sie viele Partner und eine gute Finanzierung haben, groß und lokal sind, nicht international sind, oder viele Beteiligte kommerzielle Kollaborateure haben.

Das Auftreten dieser Archetypen variiert entlang der Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff. Meine Ergebnisse deuten darauf hin, dass die sektorübergreifende Diversität in Industrie- und Querschnittsprojekten (Standardisierung, Sicherheit, Bildung, Recycling) gefördert werden sollte und dass sie von den politischen Entscheidungsträgern durch die gezielte Förderung bestimmter Projektmerkmale angesprochen werden kann.

Während des gesamten Forschungsprozesses stand ich in ständigem Austausch mit Branchenexpertinnen und -experten, um Einblicke in die Wasserstoffprojektlandschaft zu erhalten, meine Ansätze zu verifizieren und meine Ergebnisse zu diskutieren. Den Zugang zu den Expertinnen und Experten bekam ich durch meine Forschungsgruppe sowie mein persönliches Netzwerk.

Derzeit setze ich gemeinsam mit meinen Betreuenden Dr. Annegret Stephan, Prof. Dr. Johannes Meuer und Prof. Dr. Martin Wietschel die Analysen aus meiner Masterthesis fort. Ziel ist es, die Ergebnisse zu veröffentlichen und damit eine Wissenslücke im Bereich sektorübergreifende Kollaborationen entlang der Wertschöpfungskette von grünem Wasserstoff zu schließen. Ich bedanke mich herzlich bei der Ludwig-Bölkow-Stiftung für die ideelle und finanzielle Unterstützung für meine Masterthesis und freue mich, dass ein Link zur Publikation nach der Veröffentlichung auf dieser Website zu finden sein wird.

## Quellen

BMWi. (2020). Die Nationale Wasserstoffstrategie.

[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile) [accessed 17.11.2021]

Cambini, C., Congiu, R., Jamasb, T., Llorca, M., & Soroush, G. (2020). Energy Systems Integration: Implications for public policy. *Energy Policy*, 143.

<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111609>

Europäische Kommission. (2018). A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN> [accessed 07.02.2022]

European Commission. (2020a). IPCEIs on hydrogen.

[https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/hydrogen/ipceis-hydrogen\\_en](https://ec.europa.eu/growth/industry/strategy/hydrogen/ipceis-hydrogen_en) [accessed 05.10.2021]

European Commission. (2020b). The hydrogen strategy for a climate-neutral Europe.

[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf) [accessed 13.11.2021]

FCH JU. (2022a). About the FCH JU. <https://www.fch.europa.eu/page/who-we-are> [accessed 04.01.2022]

Frank, L., Jacob, K., & Quitzow, R. (2020). Transforming or tinkering at the margins? Assessing policy strategies for heating decarbonisation in Germany and the United Kingdom. *Energy Research and Social Science*, 67(March). <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101513>

IEA. (2021b). Global Hydrogen Review 2021. *Global Hydrogen Review 2021*.

<https://doi.org/10.1787/39351842-en>

IEA. (2021b). Global Hydrogen Review 2021. *Global Hydrogen Review 2021*.

<https://doi.org/10.1787/39351842-en>

Ornetzeder, M., & Sinozic, T. (2020). Sector coupling of renewable energy in an experimental setting. *TATuP - Zeitschrift Für Technikfolgenabschätzung in Theorie Und Praxis*, 29(2), 38–44. <https://doi.org/10.14512/TATUP.29.2.38>

Vereinte Nationen. (2015). The Paris Agreement. <https://doi.org/10.4324/9789276082569-2>