

# **INTEGRIERTE ENERGIESYSTEMMODELLIERUNG FÜR WASSERSTOFF-VALLEYS: EIN DREISTUFIGER ANSATZ VON DER REGION BIS ZUM WELTMARKT**

**Stefan REUTER<sup>1</sup>, Florian HASENGST<sup>2</sup>, Hannes KOLLER<sup>2</sup>, Philipp ORTMANN<sup>2</sup>,  
Anna SCHEIBLAUER<sup>2</sup>, Stefan STRÖMER<sup>2</sup>, Jürgen ZAJICEK<sup>2</sup>**

## **Ausgangsbasis und Motivation**

Wasserstoff wird eine zentrale Rolle in der Transformation des Energiesystems einnehmen, sei es als Ersatz für fossile Energieträger in energieintensiven Industrieprozessen, als nachhaltiger Kraftstoff im Verkehrssektor (direkt oder in Form von Derivaten) oder als langfristiges und großskaliges Speichermedium für saisonal fluktuierende erneuerbare Stromerzeugung. Der Aufbau einer tragfähigen Wasserstoffwirtschaft ist jedoch herausfordernd, da Erzeugung, Infrastruktur und Nachfrage gleichzeitig entstehen müssen und voneinander abhängig sind. Wasserstoff-Valleys adressieren dieses „Chicken-and-Egg“-Problem, indem sie Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette in einem definierten geografischen Gebiet zusammenführen und dadurch die koordinierte Entwicklung eines lokalen Wasserstoffökosystems ermöglichen [1].

Ein zentrales Element eines erfolgreichen Valleys ist das Verständnis der Interaktionen eines regionalen Wasserstoffsystems mit dem übergeordneten Energiesystem und den Energiemärkten. Im Projekt **H2REAL** [2] wurde dafür ein systemischer Modellierungsansatz entwickelt, der die regionale Ebene mit europäischen und globalen Entwicklungen koppelt.

## **Modellierungsansatz**

Für die Analyse eines Wasserstoff-Valleys wurde ein flexibles, dreistufiges Modellierungsframework im sektorgekoppelten Optimierungsframework IESopt [3] implementiert (Abbildung 1). Es verbindet eine hochaufgelöste regionale Abbildung einzelner Projekte mit marktgetriebenen Wechselwirkungen auf europäischer und globaler Ebene.

### ***Regionales Wasserstoffsystemmodell***

Auf Basis projektspezifischer Daten werden Standorte für Elektrolyseure, H<sub>2</sub>-Speicher, H<sub>2</sub>-Nachfrage und Pipelineinfrastruktur hochaufgelöst abgebildet. Die Detailtiefe ermöglicht die Bewertung individueller Projekte hinsichtlich Kosten, Erlöspotenzialen und Systemnutzen. Eine integrierte Logistikoptimierung identifiziert geeignete H<sub>2</sub>-Hubs für die Versorgung von nicht-leitungsgebundenen Bedarfen, die wiederum ins Systemmodell integriert werden.

### ***Integriertes europäisches Strom- & Wasserstoffsystemmodell***

Zur Einbettung des Valleys in den europäischen Kontext wird ein sektorgekoppeltes Modell eingesetzt, das die Interaktionen zwischen Strom- und Wasserstoffsystem berücksichtigt. Das Modell liefert zonale Strom- und Wasserstoffpreise, Infrastrukturerfordernisse sowie Last- und Erzeugungsprofile, welche die wirtschaftliche Bewertung regionaler Projekte wesentlich bestimmen. Eine hohe (geografische) Detailtiefe innerhalb Österreichs, eingebettet in ein europäisches Modell, erlaubt gezielte Analysen ohne (inter-)nationale Einflüsse zu vernachlässigen.

### ***Globales Wasserstoffmarktmodell***

Da sich ein europäisches Wasserstoffsystem nicht isoliert entwickelt, bildet ein globales Handelsmodell internationale Produktionskapazitäten, Lieferketten, Transportkosten und Handelsströme ab. Damit

---

<sup>1</sup> AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 4, 1210 Wien, +43 664 88964995, [stefan.reuter@ait.ac.at](mailto:stefan.reuter@ait.ac.at), [www.ait.ac.at](http://www.ait.ac.at)

<sup>2</sup> AIT Austrian Institute of Technology, Giefinggasse 4, 1210 Wien

lassen sich Importkosten für Europa und deren Auswirkungen auf regionale Entscheidungen im Valley quantifizieren [4].

## Ergebnisse und Ausblick

Erste Ergebnisse für ein Basisszenario zeigen, dass für die Versorgung von nicht-pipelineversorgten H<sub>2</sub>-Bedarfen (0,64 TWh im Jahr 2030) sechs H<sub>2</sub>-Hubs und rund 200 Trailer notwendig sind. Regionale Erzeugungsprojekte entstehen insbesondere in Gebieten mit hoher Nachfrage und guter Verfügbarkeit erneuerbarer Stromerzeugung. Für den Aufbau einer regionalen Wasserstoffherzeugung im H2REAL Valley-Gebiet (275 MW in 2030) wären Fördermittel in der Größenordnung von 65 Mio. €/Jahr erforderlich, um Kostenparität mit alternativen Versorgungsoptionen zu erreichen. Bei durchschnittlichen Wasserstoffkosten von 81 €/MWh innerhalb des Valleys ergibt sich ein notwendiger Zuschuss von 155 €/MWh zur Deckung fixer Kosten.

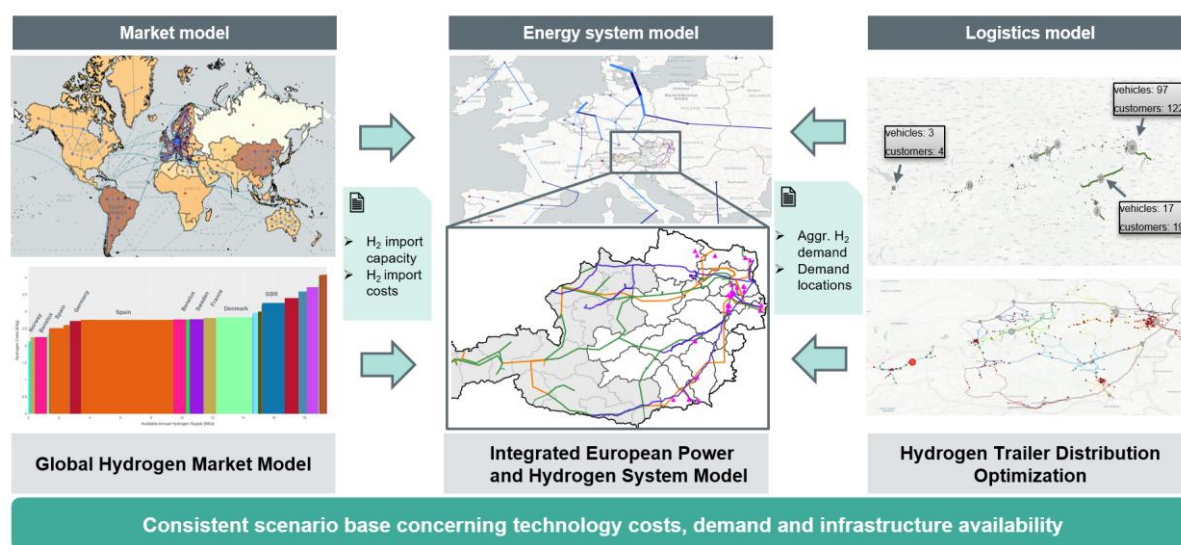


Abbildung 1 Skizze der Modelllandschaft für die systemische Modellierung eines Wasserstoff-Valleys.

## Fördergeberhinweis

Diese Arbeit ist Teil des Projekts H2REAL und wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms „Vorzeigeregion Energie“ gefördert, welches von der FFG abgewickelt wird.

## Referenzen

- [1] European Commission, "COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Towards a roadmap for accelerating the deployment of Hydrogen Valleys across Europe: challenges and opportunities, SWD(2024) 159 final," 2024. [Online]. Available: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-12091-2024-INIT/en/pdf>
- [2] H2REAL consortium, "H2REAL," 2023. [Online]. Available: [www.wiva.at/project/h2real](http://www.wiva.at/project/h2real)
- [3] S. Strömer et al., "IESopt: Integrated Energy System Optimization," AIT Austrian Institute of Technology GmbH, 2021-2024. [Online]. Available: [github.com/ait-energy/IESopt](https://github.com/ait-energy/IESopt)
- [4] P. Ortmann et al., "Development of a Global Market Model for Renewable Hydrogen," 2024 20th International Conference on the European Energy Market (EEM), Istanbul, Türkiye, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/EEM60825.2024.10608856.