Leitprojekt
TransHyDE

TransHyDE-Projekt Systemanalyse

Systemanalyse zu Transportlösungen für grünen Wasserstoff: Teilvorhaben der FfE GmbH: Systemanalyse mit Schwerpunkt auf der Integration von industrieller Transformation und prospektiver Infrastruktur

Sachbericht zum Verwendungsnachweis Teil I: Kurzbericht

Stand:	31.03.2026
Einreichungsdatum (TIB):	31.03.2026
Partnerin/Partner:	FfE Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH
Autorin/Autor:	Ryan Harper
Fördertitel:	Verbundvorhaben TransHyDE_FP1: Systemanalyse zu Transportlösungen für grünen Wasserstoff
Förderkennzeichen:	03HY201E
Disclaimer:	*Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor/den Autoren.*

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:

Leitprojekt TransHyDE

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

Finanziert von der Europäischen Union NextGenerationEU

Inhaltsverzeichnis

I. Ursprüngliche Aufgabenstellung....3
II. Vormaliger Stand des Wissens....3
III. Ablauf des Vorhabens....4
IV. Wesentliche Ergebnisse....4

Gefördert durch:

Leitprojekt TransHyDE

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

Finanziert von der Europäischen Union NextGenerationEU

I. Ursprüngliche Aufgabenstellung

Im Verbundprojekt TransHyDE-Sys übernimmt die FfE mbH zentrale Aufgaben in der systemischen Analyse der Transformation hin zu einer treibhausgasneutralen Energie- und Industrielandschaft. Die Arbeiten der FfE konzentrieren sich dabei nicht nur auf die Beschreibung eines zukünftigen Zielsystems, sondern insbesondere auf den Transformationsprozess dorthin, inklusive der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Erzeugung, Verbrauch und sektorenkoppelnder Infrastruktur.

Dazu erhebt die FfE techno-ökonomische Kennwerte industrieller Prozesse, analysiert relevante Industrieregionen und schafft durch AP 2.1 und 2.2 eine regional aufgelöste Datengrundlage für den Szenarienprozess in AP 2.3. Auf dieser Basis werden verbrauchsseitige Entwicklungen in der Grundstoffindustrie quantifiziert und in das Industriemodell SmInd integriert. Parallel entwickelt die FfE Methoden zur Abbildung bestehender und prospektiver Infrastrukturen und konstruiert das integrierte Infrastrukturmodell InfraInt, welches Strom-, Gas-, Wasserstoff- und CO_2-Infrastrukturen gemeinsam optimiert. Die Ergebnisse werden systematisch mit den Resultaten anderer Partner modellvergleichend bewertet (AP 4) und dienen der Weiterentwicklung der Modelle.

II. Vormaliger Stand des Wissens

Vor Projektbeginn war die Entwicklung einer integrierten Wasserstoff-, CO_2- und Energieinfrastruktur in Deutschland und Europa nur unzureichend wissenschaftlich erschlossen. Während für Strom- und Erdgasnetze etablierte Planungsprozesse existierten (u. a. Netzentwicklungspläne, angekündigter Systementwicklungsplan), lagen für neue Energieträger wie Wasserstoff oder für CO_2-Transportnetze keine vergleichbaren, strukturierten Entwicklungsansätze vor. Insbesondere fehlte ein methodischer Rahmen, der die zukünftige räumliche und zeitliche Verteilung von Erzeugung, Verbrauch und Infrastrukturen konsistent miteinander verknüpft.

Auch die Bedarfsseite war vor Projektstart unzureichend abgebildet. Die energie- und emissionsintensiven Industrien hatten zwar unterschiedliche Transformationspfade formuliert, diese lagen jedoch fragmentiert vor, waren methodisch heterogen und wurden nie konsolidiert. Dadurch fehlten belastbare, regional hochaufgelöste und technologisch abgestimmte Angaben zu zukünftigen Energie- und Rohstoffbedarfen der Industrie. Diese Lücke betraf insbesondere die Grundstoffindustrien (Chemie, Stahl, Zement, Glas, Papier), deren potenzielle Umstellungsoptionen unterschiedliche Anforderungen an zukünftige Wasserstoff-, CO_2- und Strominfrastrukturen stellen und damit zentral für die Infrastrukturauslegung sind.

Auf Modellseite fehlte ein integriertes, sektorübergreifendes Modellierungsverständnis, das die Transformation eines Energiesystems über mehrere Jahrzehnte, inklusive Wechselwirkungen zwischen Industrieprozessen, Erzeugungskapazitäten und Transportinfrastrukturen, dynamisch abbilden kann. Die Kopplung von Industrie-, Energiesystem- und Infrastrukturmodellen war ebenfalls nicht systematisch verfügbar.

Insgesamt zeigte der damalige Forschungsstand, dass zwar erste Grundlagen vorhanden waren – etwa in Form etablierter Energiemodelle oder einzelner Branchenstrategien –, jedoch keine integrierte, räumlich und zeitlich konsistente Analyse der Transformation von Industrie, Energiesystemen und Infrastrukturen existierte. Das Verbundprojekt TransHyDE-Sys setzte genau an diesen Punkten an und schloss die identifizierten Lücken durch die Entwicklung konsistenter Datengrundlagen, abgestimmter Szenarien, sektorübergreifender Modellierungsansätze und strukturierter Stakeholderprozesse.

III. Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Vorhabens folgte der in der Teilvorhabensbeschreibung enthaltenen Arbeitsteilung. Der entsprechende Arbeitsplan enthielt neben der Projektkoordination (AP1) das Arbeitspaket der Infrastrukturentwicklung (AP2) mit Fokus auf der Akteursperspektive, unterteilt in fünf Unterarbeitspakete: Erfassung des Status quo der regionalen Energieerzeugung und -verbräuche (AP 2.1), Untersuchung der Technologieentwicklung in Erzeugung und Industrieanwendung (AP2.2), Szenarienbildung in den Erzeugungs- und Verbrauchssektoren (AP2.3), techno-ökonomische Analyse der Infrastruktur (AP2.4) und die Modellierung der Infrastruktur durch Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch (AP2.5). Zudem wurden in AP4 die Ergebnisse, die resultierenden Aussagen und die Limitationen der Akteurspespektive mit denen der Systemperspektive verglichen. In AP6 wurden diverse Stakeholder durch einen aktiven Dialogs einbezogen und das Projekt über an der Öffentlichkeit kommuniziert.

IV. Wesentliche Ergebnisse

Ein zentrales Ergebnis ist die Erstellung detaillierter, NUTS-3-scharfer und stündlich aufgelöster Verbrauchszeitreihen für 46 Industrieprozesse, die den energetischen Status quo umfassend abbilden und als Grundlage für die Energiesystemmodellierung dienen. Ergänzend wurden im Rahmen der Technologieanalyse (AP 2.2) umfangreiche Daten zu konventionellen und transformativen Industrieprozessen erhoben, validiert und in strukturierter Form bereitgestellt. Diese Datensätze bildeten das Fundament für die industrielle Szenarienmodellierung, deren Kernergebnis das Szenario „Best-Guess aus Akteursperspektive“ ist. Dieses liefert für EU27+3 konsistente Daten zu Endenergieverbräuchen, stofflichen Strömen und Emissionen für die Jahre 2019 bis 2050 – sowohl als Jahreswerte als auch in stündlicher Auflösung.

Wesentliche Resultate ergaben sich auch aus der Szenarienbildung und den vertieften Regionalstudien, insbesondere der Regionalstudie Trans4In für das Chemiedreieck Bayern, deren Transformationspfade, Datengrundlagen und Ergebnisse öffentlich verfügbar gemacht wurden. Im Bereich der techno-ökonomischen Infrastrukturentwicklung (AP 2.4) wurden umfangreiche Datengrundlagen zu bestehender Gasinfrastruktur sowie zukünftigen Wasserstoff-, CO_2- und Ammoniak-Transporttechnologien erhoben und in Modellsteckbriefen systematisch aufbereitet. Darauf aufbauend liefert die Weiterentwicklung des Infrastrukturmodells InfraInt (AP 2.5) ein zentrales Ergebnis: die modellgestützte Analyse zukünftiger Wasserstoff- und CO_2-Infrastrukturpfade auf europäischer Ebene, inklusive Brownfield- und Greenfield-Szenarien, Importoptionen und Sensitivitätsanalysen. Die Ergebnisse sind in der Flagship-Publikation dokumentiert.

Für den Modellvergleich (AP 4) stellte die FfE validierte Industrie- und Infrastrukturdaten bereit, die in die Gegenüberstellung von Akteurs- und Systemperspektive einflossen. Im Bereich der Kommunikation und Integration (AP 6) wurden regelmäßige Stakeholderdialoge, Begleitkreistreffen, Visualisierungen, Social-Media-Beiträge und ein Projektvideo realisiert, die zur breiten Vermittlung der Projektergebnisse beitrugen.