

Regensburg, 27.02.2026

H2Giga: NG 1: StaR – Stack Revolution

Sachbericht zum Verwendungsnachweis - Teil I: Kurzbericht

Stand:	27.02.2026
Einreichungsdatum TIB (Teil I+II):	25.03.2026
Partnerin/Partner:	Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg - Fakultät Maschinenbau
Autorinnen/Autoren:	S. Galka, L. Schuhegger, S. Weiß, F. Schmid, M. Philipp, J. Wagner, A. Weigert
Fördertitel:	Verbundvorhaben H2Giga_NG1 StaR - Stack Revolution: Reduktion der Kosten für alkalische Elektrolyseure auf einen Wert unter den Prognosen für 2030
Laufzeit:	01.04.2021 bis 31.12.2025
Förderkennzeichen:	03HY102D
Disclaimer:	Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Teil I: Kurzbericht

1. Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Herstellung von Elektrolyseuren und insbesondere der Stacks war zu Beginn des Projekts noch weitgehend durch manuelle, werkstatt- bzw. manufakturähnliche Prozesse geprägt. Diese Form der Fertigung ist mit einem hohen Zeit-, Personal- und Kostenaufwand verbunden und weist zugleich inhärente Grenzen hinsichtlich Reproduzierbarkeit, Prozesssicherheit und wirtschaftlicher Skalierbarkeit auf. Insbesondere der hohe Anteil manueller Tätigkeiten führt zu erhöhten Herstellkosten und erschwert die Sicherstellung einer gleichbleibend hohen Produktqualität. Gleichzeitig zeigten vorliegende Studien einen stark wachsenden Bedarf an grünem Wasserstoff und damit eine deutlich steigende Nachfrage nach Elektrolyseuren, die künftig im industriellen Maßstab gefertigt werden müssen.

Vor diesem Hintergrund bestand die Aufgabenstellung des Vorhabens in der Entwicklung anwendungsnaher Konzepte für eine automatisierte und skalierbare Serienfertigung von Elektrolyseuren. Im Mittelpunkt standen dabei die Konzeption geeigneter Produktions- und Logistiksysteme sowie die Entwicklung eines Digitalen Zwillings als zentrales Planungs- und Bewertungsinstrument.

Bereits zu Projektbeginn war bekannt, dass die Abmessungen der Elektrolysezellen, die eingesetzten empfindlichen und teils biegeschlaffen Materialien sowie die engen Toleranzanforderungen besondere Herausforderungen an Handhabung, Positionierung, Montage und Qualitätssicherung stellen. Für eine industrielle Hochskalierung waren daher nicht nur einzelne Automatisierungslösungen erforderlich, sondern ein integrierter Ansatz, der Produktion, Intralogistik, Materialbereitstellung, Qualitätsmanagement und Fabrikplanung gemeinsam betrachtet. Zudem erforderten die erwartete dynamische Marktentwicklung sowie die parallele Weiterentwicklung und Optimierung des Stacks flexible, robuste und stufenweise erweiterbare Produktions- und Logistikkonzepte. Hier setzte das Vorhaben an, indem bestehende Methoden der Fabrikplanung und der simulationsgestützten Systemauslegung auf die spezifischen Anforderungen der Elektrolyseurfertigung übertragen und weiterentwickelt wurden. Dabei sollten insbesondere Konzepte für mitwachsende Produktionsstrukturen, eine anforderungsgerechte Materialversorgung sowie eine effiziente Verknüpfung von Fertigungs- und Logistikprozessen erarbeitet werden.

Der Einsatz eines Digitalen Zwillings als integrative Planungsplattform von der Produktentwicklung bis zur Fabrikplanung sollte dabei den Entwicklungsprozess beschleunigen sowie eine durchgängige Planung und Untersuchung unterschiedlicher Entwicklungsphasen und der schrittweisen Skalierung der Produktions- und Logistiksysteme ermöglichen. Zugleich sollte hierdurch eine möglichst hohe Planungssicherheit gewährleistet werden. Der Digitale Zwilling war damit von Beginn an als Werkzeug zur datenbasierten Planung, zur simulationsgestützten Entscheidungsunterstützung und zur übergreifenden Zusammenführung relevanter Produkt-, Prozess- und Systeminformationen vorgesehen. Auf diese Weise sollte eine belastbare

Grundlage geschaffen werden, um die Fertigung von Elektrolyseuren systematisch in Richtung einer wirtschaftlichen, qualitätsgesicherten und industriell skalierbaren Serienproduktion weiterzuentwickeln und damit einen Beitrag zur Senkung der Herstellkosten sowie zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Wasserstofftechnologie zu leisten.

2. Ablauf des Vorhabens

Das Teilvorhaben der OTH Regensburg wurde entsprechend der im Verbundvorhaben definierten Arbeitsstruktur planmäßig bearbeitet. Die inhaltlichen Schwerpunkte der OTH Regensburg lagen insbesondere in der Entwicklung von Produktionskonzepten sowie eines Digitalen Zwillings, der die Entwicklung des Elektrolyseurs und des Produktionssystems im industriellen Maßstab unterstützen sollte.

Zu Beginn des Vorhabens wurden in Arbeitspaket 1 eine fragebogenbasierte Studie zu den Herausforderungen beim Produktionshochlauf technologieorientierter Start-ups durchgeführt. Darüber hinaus wurden gemeinsam mit den Projektpartnern geeignete Produktionsverfahren für die Fertigung von Elektrolyseuren identifiziert und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung bewertet.

Im Arbeitspaket 3 lag der Schwerpunkt auf der Konzeption, Dimensionierung und Absicherung eines durchgängigen und skalierbaren Produktionssystems für die Fertigung alkalischer Elektrolyse-Stacks. Die Produktions- und Logistikprozesse wurden dabei entlang des gesamten Hochlaufs – von der Musterfertigung über definierte Ausbaustufen bis hin zur Gigawattproduktion – strukturiert entwickelt und technisch ausgearbeitet. Ergänzend wurde für eine konkrete Fabrikhalle eine Layoutplanung durchgeführt und die Integration der entwickelten Produktions- und Logistiksysteme überprüft. Darüber hinaus wurden in diesem Arbeitspaket verschiedene Fertigungsschritte mithilfe von Versuchsaufbauten und Studien in der Musterfertigung untersucht und evaluiert. Auch diese Arbeiten erfolgten in enger Abstimmung mit den Projektpartnern, insbesondere an den Schnittstellen zwischen Produktentwicklung, Fertigung, Logistik und Fabrikplanung.

In Arbeitspaket 5 wurde zur Unterstützung der durchgängigen Entwicklung und Bewertung der Konzepte eine ganzheitliche Planungsplattform in Form eines Digitalen Zwillings aufgebaut. Diese Plattform unterstützt den gesamten Entwicklungsprozess entlang der Wertschöpfungskette – von der konstruktiven Auslegung des Stacks über Untersuchungen und Erprobungen im Testfeld bis hin zur Entwicklung der Produktions- und Logistikkonzepte sowie zur Gestaltung der externen Logistik. Der Digitale Zwilling bildete damit das zentrale Datenrückgrat des Projekts, indem er relevante Informationen aus den beteiligten Bereichen zusammenführte und den jeweiligen Akteuren konsistente Daten und Modelle für ihre Aufgaben bereitstellte. Für die Evaluierung der entwickelten Konzepte wurden dabei nicht nur reale Abläufe in der Musterfertigung herangezogen, sondern auch die im Digitalen Zwilling integrierten Simulationsfunktionalitäten für vorausschauende Untersuchungen genutzt, beispielsweise zur Bewertung von Szenarien einer 1-GW-Fertigung. Gerade in diesem Arbeitspaket wurde die enge Zusammenarbeit mit den übrigen Verbundpartnern besonders deutlich, da produkt-, produktions-

, logistik- und kostenbezogene Informationen in einer gemeinsamen Plattform zusammengeführt und für die weitere Bewertung nutzbar gemacht wurden.

Darüber hinaus war die OTH Regensburg auch in Arbeitspaket 4, in dem Konzepte für die Supply Chain untersucht wurden, sowie in Arbeitspaket 6, das sich mit der Analyse der Herstellkosten befasste, eingebunden. Hierdurch wurde sichergestellt, dass die von der OTH Regensburg entwickelten Produktions- und Logistikkonzepte nicht isoliert betrachtet, sondern mit den Untersuchungen zu Beschaffung, Netzwerkgestaltung und Wirtschaftlichkeit eng verknüpft wurden.

3. Wesentliche Ergebnisse

Im Rahmen des Teilvorhabens der OTH Regensburg wurden wesentliche Beiträge zur Entwicklung eines skalierbaren Produktions- und Logistikkonzepts für die industrielle Fertigung alkalischer Elektrolyse-Stacks erarbeitet. Für das initiale Zelldesign wurde ein Produktionskonzept für eine getaktete Fertigungsstraße entwickelt. Dieses umfasste neben der Strukturierung der einzelnen Fertigungsschritte auch Konzepte für die Handhabung der Materialien, deren lagegerechte Positionierung und Überwachung sowie die Förderung zwischen den einzelnen Bearbeitungs- und Montageschritten. Ziel war es, ein durchgängiges und technisch belastbares Konzept für eine automatisierbare Fertigung zu schaffen, das die besonderen Anforderungen der empfindlichen und toleranzkritischen Komponenten berücksichtigt.

Für das im Projekt weiterentwickelte und optimierte Zelldesign wurde darüber hinaus ein Konzept für eine automatisierte Standplatzmontage erarbeitet. Einzelne Teilprozesse dieses Ansatzes wurden mithilfe eines an der OTH Regensburg aufgebauten Versuchsstands experimentell untersucht und bewertet. Dadurch konnten sowohl die technische Umsetzbarkeit als auch die spezifischen Anforderungen an Betriebsmittel, Materialhandhabung und Prozesssicherheit systematisch analysiert werden. Ergänzend wurden für die entwickelten Produktionskonzepte geeignete Logistik- und Bereitstellungskonzepte erarbeitet. Diese umfassten insbesondere die Versorgung der Montage- und Bearbeitungsprozesse mit Materialien und Komponenten sowie die Gestaltung der innerbetrieblichen Materialflüsse. Aufbauend auf den von der WEW in Dortmund genutzten Hallenflächen wurden zudem Fabriklayouts entwickelt, in denen die Produktions- und Logistiksysteme in räumlicher Hinsicht integriert und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit überprüft wurden.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Untersuchung unterstützender Technologien für die spätere industrielle Umsetzung. Hierzu wurden die Einsatzmöglichkeiten der Bildverarbeitung analysiert und Spezifikationen für ihre Einbindung in das Produktionskonzept abgeleitet. Dies betrifft insbesondere Aufgaben der Lageerkennung, Positionskontrolle und Prozessüberwachung, die für einen robusten und qualitätsgesicherten Betrieb automatisierter Fertigungssysteme von zentraler Bedeutung sind. Darüber hinaus wurden gemeinsam mit der WEW und der Hochschule Rhein-Waal Entwicklungsmöglichkeiten für den Aufbau eines Produktionsnetzwerks untersucht. Hierbei wurden unterschiedliche Szenarien betrachtet, die neben Absatzmengen auch geopolitische Randbedingungen einbeziehen. Auf dieser Grundlage konnten Empfehlungen für den stufenweisen Aufbau eines geeigneten Produktionsnetzwerks abgeleitet werden.

Neben den Arbeiten zur Produktions- und Logistikplanung wurde durch die OTH Regensburg ein ganzheitlicher Digitaler Zwilling als integrative Planungsplattform entwickelt. Dieser unterstützt den Entwicklungsprozess von der konstruktiven Auslegung des Stacks über die strukturierte Ablage und Nutzung von Testdaten aus dem Testfeld bis hin zur Fabrik- und Produktionsplanung. Für die Produktentwicklung wurde damit eine Lösung geschaffen, mit der relevante Informationen und Revisionsstände systematisch dokumentiert und für nachgelagerte Planungsschritte nutzbar gemacht werden können. Gleichzeitig ermöglicht der Digitale Zwilling einen schnellen und kontinuierlichen Austausch von Daten zwischen der Produktentwicklung und der Fabrikplanung.

Zur formalen und datengetriebenen Beschreibung der entwickelten Produktions- und Logistikkonzepte wurde ein eigenes Datenmodell entwickelt. Dieses erlaubt die effiziente Abbildung von Planungsvarianten sowie der zeitlichen Entwicklung von Produktionssystemen über verschiedene Aufbaustufen hinweg. Der Detaillierungsgrad des Datenmodells kann bedarfsgerecht und sukzessive erhöht werden. Damit wird das in der Fabrikplanung typische Vorgehen einer schrittweisen Variantenentwicklung methodisch unterstützt. Auf Grundlage dieses Datenmodells können automatisiert prozessorientierte Simulationsmodelle generiert und für Simulationsstudien genutzt werden. Hierdurch wird der Einsatz der Simulation als Planungswerkzeug wesentlich erleichtert, da der Modellierungsaufwand reduziert und Ergebnisse zeitnah verfügbar gemacht werden. Dies ermöglicht auch Anwenderinnen und Anwendern ohne vertiefte Simulationskenntnisse die Nutzung simulationsgestützter Untersuchungen im Planungsprozess.

Der entwickelte Digitale Zwilling umfasst darüber hinaus die Möglichkeit, Planungsergebnisse in einer virtuellen Realitätsumgebung darzustellen. In dieser können mehrere Beteiligte Modelle parallel betrachten, diskutieren und in Bezug auf die räumliche Anordnung von Betriebsmitteln anpassen. Hierdurch wird die standortübergreifende Zusammenarbeit im Planungsprozess unterstützt. Da die VR-Modelle automatisiert auf Basis vorhandener 3D-Modelle der Betriebsmittel generiert werden können, wurde zugleich eine wesentliche Voraussetzung für eine praxisgerechte Nutzung von Virtual-Reality-Technologien in der Fabrikplanung geschaffen. Insgesamt wurden durch die Arbeiten der OTH Regensburg belastbare Grundlagen für die Entwicklung, Bewertung und Weiterführung skalierbarer Produktions-, Logistik- und Planungsansätze für die industrielle Fertigung alkalischer Elektrolyseure geschaffen.

4. Zusammenarbeit mit anderen (Forschungs-)Einrichtungen

Die Bearbeitung des Teilvorhabens erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den weiteren Partnern des Verbundprojekts. Hervorzuheben ist insbesondere die Zusammenarbeit mit der WEW GmbH, da die durch die OTH Regensburg entwickelten Produktions-, Logistik- und Fabrikkonzepte fortlaufend mit den produktseitigen Anforderungen, den technologischen Entwicklungen sowie den standortspezifischen Rahmenbedingungen abgestimmt wurden. Dies betraf insbesondere die Auslegung der Produktionssysteme, die Entwicklung von Bereitstell- und Logistikkonzepten, die Erstellung und Bewertung von Layoutvarianten sowie die Betrachtung unterschiedlicher Aufbaustufen und Hochlaufsznarien. Auch bei der Entwicklung und Nutzung des Digitalen Zwillings erfolgte eine enge Abstimmung, da produkt-, prozess- und planungsbezogene Informationen zusammengeführt und für die weitere Konzeptbewertung nutzbar gemacht wurden.

Darüber hinaus bestand eine kontinuierliche Zusammenarbeit mit den weiteren Forschungs- und Entwicklungspartnern des Verbunds, insbesondere an den Schnittstellen zu Supply Chain, Produktionsnetzwerk und Kostenbewertung. Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die von der OTH Regensburg erarbeiteten Ergebnisse konsistent in den Gesamtzusammenhang des Vorhabens eingebunden und mit den Beiträgen der übrigen Teilprojekte verzahnt wurden.

Insbesondere zu Beginn des Vorhabens erfolgte ein ergänzender Austausch mit anderen Verbänden und Forschungseinrichtungen. Dieser fand im Rahmen der Querschnittsthemen sowie projektübergreifender Abstimmungsformate statt. Darüber hinaus wurden gemeinsame Workshops durchgeführt, unter anderem mit der Universität Bochum im Projekt FertiRob. Gegenstand des Austauschs waren insbesondere die jeweiligen Ansätze zur Entwicklung von Planungsplattformen und Digitalen Zwillingen. Ziel war es, methodische Gemeinsamkeiten und Unterschiede frühzeitig zu identifizieren und die eigenen Arbeiten in den übergreifenden fachlichen Kontext einzuordnen.