

Forschungs- und Entwicklungsbedarfe der Wasserelektrolyse: Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie sichern

HINTERGRUND

Die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) hat zum Ziel, einen beschleunigten Markthochlauf für Wasserstoff und seine Derivate zu erreichen, um Anwendungen in allen Sektoren zu etablieren. Nur so kann Deutschland eine starke Marktposition für Wasserstofftechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette sicherstellen. Der Schlüsselprozess für die Bereitstellung von grünem Wasserstoff ist die Wasserelektrolyse.

Der Bund fördert in großem Umfang ressortübergreifend die Wasserstoffforschung. Ein Beispiel für den Forschungsbereich sind die drei Wasserstoffleitprojekte H2Giga, H2Mare und TransHyDE des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Sie sind seit 2021 ein zentraler Beitrag zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie im Bereich der Forschung. Im Leitprojekt H2Giga soll der Übergang von der kostenintensiven Manufaktur von Elektrolyseuren auf eine automatisierte Serienfertigung und Skalierung erreicht werden. Dabei wird ein technologieoffener Ansatz verfolgt, um alle Elektrolysetechnologien mit ihren Vorteilen und Anwendungsfeldern weiterzuentwickeln und wettbewerbsfähig für die Umsetzung am Markt zu machen. Im Rahmen des 2025 auslaufenden Leitprojekts H2Giga wurden die Forschungs- und Entwicklungsbedarfe durch systematische von der Dechema e. V. koordinierte Analysen ermittelt, die in Form einer Roadmap veröffentlicht werden sollen. Dabei ergab sich, dass es einerseits weiteren übergreifenden Forschungsbedarf gibt und andererseits technologiespezifische Lösungen entwickelt werden müssen, um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie angesichts der rasch wachsenden internationalen Konkurrenz zu erhalten.

FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARFE

Der Nationale Wasserstoffrat (NWR) unterstützt mit Nachdruck eine Weiterführung der Wasserstoffforschung und -entwicklung wie z. B. der Wasserstoffgrundlagenforschung sowie Wasserstoffleitprojekte und sieht im Rahmen von H2Giga insbesondere folgenden Handlungsbedarf:

Der NWR empfiehlt einen technologieoffenen Ansatz, um alle Elektrolyseverfahren weiterzuentwickeln, da sie über jeweils spezifische Vorteile verfügen und maßgeschneiderte Lösungen für die Bereitstellung

von grünem Wasserstoff in unterschiedlichen Anwendungsfeldern liefern. In absehbarer Zeit liegt der Fokus auf folgenden vier Technologien.

Die Alkalische Elektrolyse (AEL) ist die Elektrolysetechnologie mit der längsten Betriebserfahrung im kommerziellen Einsatz. Sie ist nicht zwingend auf Edelmetalle und hochpreisige Membranen angewiesen. Herstellerspezifisch stehen bei dieser Technologie die digitale Anlagenüberwachung und Optimierung der Auslegung im Vordergrund. Des Weiteren empfiehlt der NWR, Forschungsvorhaben zur Optimierung der Elektrodenmaterialien, insbesondere der Anode, in den Vordergrund zu stellen. Dies insbesondere vor dem Hintergrund der Verlängerung der Betriebszeiten der einzelnen Elektroden im Stack. Zusätzlich ist auch das dynamische Verhalten zu charakterisieren.

Die Polymer-Elektrolyt-Membran-(PEM-)Elektrolyse zeichnet sich durch hohe Leistungsdichten und die Unterstützung eines dynamischen Betriebs aus. Hier sollen Betriebserfahrungen im industriellen Maßstab gesammelt werden, um Fehlermechanismen im anwendungsnahen Maßstab zu vermeiden. Eine weitere zentrale Herausforderung in der PEM-Elektrolysetechnologie ist die Reduktion der PGM-Belastung (Platingruppenmetalle), während gleichzeitig die lange Lebensdauer der Zellen erhalten bleibt. Darüber hinaus sind Methoden zur Qualitätskontrolle zu entwickeln. Herstellerspezifisch ist auch die Automatisierung für das Assembling und Disassembling voranzubringen.

Die Hochtemperatur-Elektrolyse (HTEL) arbeitet mit Wasserdampf bei sehr hohen Wirkungsgraden und ist insbesondere in Kopplung mit Prozessen, bei denen Abwärme anfällt (Ammoniaksynthese), sehr attraktiv. Neben dem Wärmemanagement sind die wichtigsten Forschungsthemen die Verbesserung der Robustheit gegen Druckschwankungen, die Weiterentwicklung der Zellen, insbesondere im Hinblick auf große Zellflächen, sowie das Design for Recycling.

Die Alkalische-Membran-(AEM-)Elektrolyse ist die jüngste Wasserelektrolysetechnologie. Sie könnte zukünftig die Vorteile der AEL (preisgünstig, iridiumfrei) mit der Leistungsfähigkeit und Dynamik der PEM-Elektrolyse verbinden. Hier stehen die Langzeitvalidierung, die Verbesserung der Katalysatoren, die Entwicklung von Membranen und Beschichtungsverfahren sowie Technologien für die Automatisierung der Produktion sowie das Scale-up von Membran-Elektroden-Einheiten und Stacks im Fokus.

Speziell zeitkritisch aufgrund des laufenden Regulierungsverfahrens ist eine übergeordnet validierte Betrachtung des vollumfänglich sicheren Betriebs der Elektrolyse bezüglich PFAS. Dies gilt insbesondere für die aktuelle technische Generation der PEM aufgrund der in der Membran und im Ionomer verwendeten Fluorpolymere. PFAS-haltige Materialien (z. B. Dichtungen) werden allerdings auch für die AEL benötigt. Der NWR hat bereits in seiner [Stellungnahme vom 15. September 2023](#) darauf hingewiesen, dass spezielle PFAS-Materialien essenziell für das Entstehen und den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft sind.

Der NWR empfiehlt weiterhin, einen besonderen Fokus auf die Verringerung der Kosten für Elektrolyseure zu legen. In China und Indien sind in den letzten Jahren zahlreiche neue Anbieter insbesondere von AEL-Elektrolyseuren in den Markt eingetreten, die deutsche Unternehmen erheblich unter Druck setzen. Kooperationen in diesem Bereich können zu Synergien führen. Die Aspekte der Rohstoffversorgung liegen teilweise außerhalb des FuE-Bereichs und haben dennoch einen großen Einfluss auf die Preisgestaltung. Zudem ist bei Förderprogrammen zur Markteinführung zu erwägen, ob die von der EHB aktuell eingeführte Resilienzklausele auch für deutsche Förderprogramme eingeführt werden sollte. Für die Reduktion der Kosten sind eine automatisierte Fertigung von Elektrolyseuren, die Verringerung des Materialeinsatzes und die Erhöhung der Lebensdauer erforderlich.



DER NATIONALE WASSERSTOFFRAT

Mit der Verabschiedung der Nationalen Wasserstoffstrategie hat die Bundesregierung am 10. Juni 2020 den Nationalen Wasserstoffrat berufen. Der Rat besteht aus 26 hochrangigen Expertinnen und Experten der Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft, die nicht Teil der öffentlichen Verwaltung sind. Die Mitglieder des Wasserstoffrats verfügen über Expertise in den Bereichen Erzeugung, Forschung und Innovation, Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Gebäude/Wärme, Infrastruktur, internationale Partnerschaften sowie Klima und Nachhaltigkeit. Der Nationale Wasserstoffrat wird geleitet durch Katherina Reiche, Parlamentarische Staatssekretärin a. D.

Aufgabe des Nationalen Wasserstoffrats ist es, den Staatssekretärsausschuss für Wasserstoff durch Vorschläge und Handlungsempfehlungen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der Wasserstoffstrategie zu beraten und zu unterstützen.

◆ **Kontakt:** info@leitstelle-nws.de, www.wasserstoffrat.de