

Die Kleinwasserkraftanlage in Apolda-Oberroßla. Bis 2024 soll hier grüner Wasserstoff erzeugt und unter anderem an eine kompakte H<sub>2</sub>-Betriebstankstelle geliefert werden.

# h<sub>2</sub>-well-Initiative für den Aufbau einer dezentralen Wasserstoffwirtschaft

**Tabea Lerch, Mark Jentsch – Bauhaus-Universität Weimar, Professur Energiesysteme**

Der Energieträger Wasserstoff, der im Verfahren der Elektrolyse „grün“ also treibhausgasneutral erzeugt werden kann, besitzt ein großes Potenzial für die Dekarbonisierung der Wirtschaft. Das WIR!-Bündnis h<sub>2</sub>-well lotet deshalb bereits seit 2018 die Perspektiven dezentraler Wasserstoffsysteme für den regionalen Strukturwandel in Thüringen und den angrenzenden Regionen aus.

Grünen Wasserstoff in bestehende Infrastruktursysteme einzubetten und die regionale Wertschöpfung durch eine sektorenübergreifende Wasserstoffwirtschaft zu forcieren, das sind die Ziele der Wasserstoffquell- und Wertschöpfungsregion Main-Elbe-LINK, kurz „h<sub>2</sub>-well“. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das in Thüringen und im angrenzenden mitteldeutschen und fränkischen Raum verteilte WIR!-Bündnis h<sub>2</sub>-well. WIR! steht hierbei für „Wandel durch Innovation in der Region“, den die über 70 in h<sub>2</sub>-well organisierten Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Kommunen und Gesellschaft bottom-up durch die dezentrale Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff beschleunigen wollen.

## Dezentrale Infrastrukturen für eine breitenwirksame Wasserstoffwende

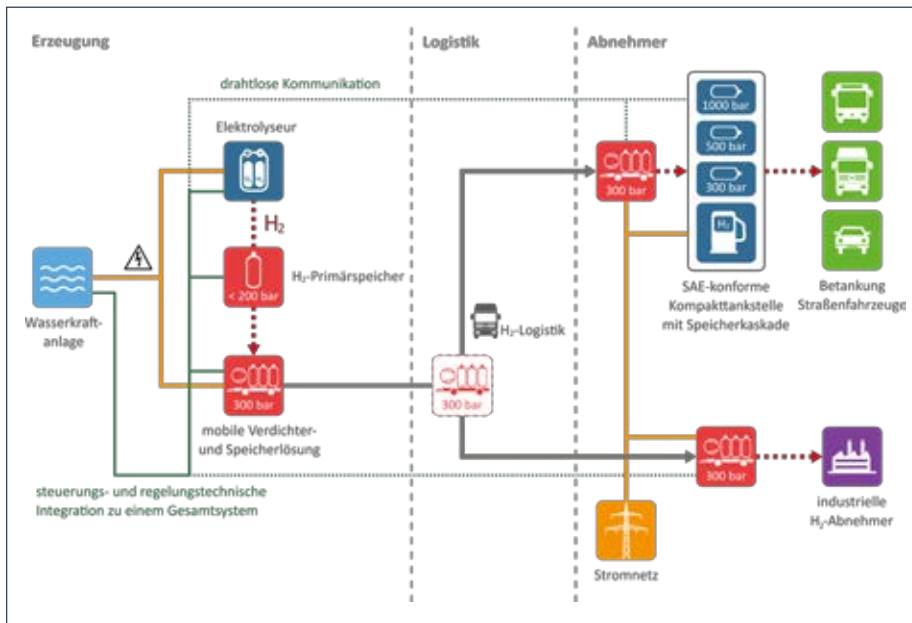
In der globalen Debatte um die Zukunftstechnologie Wasserstoff liegt der Fokus häufig auf großen, zentral

organisierten H<sub>2</sub>-Erzeugungskapazitäten. So wird zum Beispiel der konzentrierte Aufbau von Elektrolyseanlagen im Industriemaßstab in Ländern mit großem Potential zur solaren Stromerzeugung, wie Marokko oder Chile, diskutiert. Dies sind unbestritten wichtige Ansätze, um den weltweiten Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft zu erreichen. Das WIR!-Bündnis h<sub>2</sub>-well setzt in Ergänzung zu diesen Bestrebungen bewusst auf dezentrale Wasserstoff-Versorgungskonzepte in Deutschland, um den grünen Energieträger breitenwirksam und regional im Wirtschaftssystem zu verorten und lokalen Unternehmen eine Beteiligung an der Technologieentwicklung zu ermöglichen. Im Rahmen von h<sub>2</sub>-well entwickelte und erprobte kleinmaßstäbliche H<sub>2</sub>-Infrastrukturen – z.B. Erzeugungsanlagen, Tankstellen, Energiespeicher und Heizsysteme – sollen auf diese Weise die Basis für eine lokale Wasserstoffwende schaffen, von der kleine und mittlere Unternehmen ebenso profitieren wie regionale Energieversorger oder ÖPNV-Betreiber.

Im September 2021 hat das h<sub>2</sub>-well Bündnis das Positionspapier „Dezentrale Infrastrukturen für die Wasserstoffwende“ verfasst. Hierin wird in fünf Thesen die Vision dargelegt, die das Bündnis mit dem Aufbau einer dezentralen Wasserstoffwirtschaft verbindet und verfolgt. Das Positionspapier kann über die Webseite [www.h2well.de](http://www.h2well.de) heruntergeladen werden.

## h<sub>2</sub>-well Wasserstoffversorgungskonzepte werden in Apolda und Sonneberg erprobt

Ausgangspunkte für den Praxistest der h<sub>2</sub>-well-Ansätze sind die Thüringer Kreisstädte Apolda und Sonneberg. Als



Das *h<sub>2</sub>well-compact* Wasserstoffversorgungskonzept, das aktuell für die Umsetzung am Standort Apolda entwickelt wird.

Mittelzentren im ländlichen Raum bieten sie ideale Voraussetzungen für die Implementierung dezentraler Wasserstoffversorgungskonzepte.

### **h<sub>2</sub>well-compact – Kompaktes Wasserstoffversorgungssystem mit Strom aus Wasserkraft**

In Apolda, der Kreisstadt des Weimarer Landes, soll in den nächsten 3 Jahren im Rahmen des *h<sub>2</sub>-well* Umsetzungsvorhabens „*h<sub>2</sub>well-compact*“ ein kompaktes Wasserstoffinfrastruktursystem entstehen. Von der lokalen Erzeugung über ein innovatives Logistikmodell bis zur Wasserstoffnutzung in der Mobilität wird das System sämtliche *H<sub>2</sub>*-Wertschöpfungssegmente im kleinen Maßstab abdecken. Vorgehen ist hierbei, an einer Kleinwasserkraftanlage in Apolda-Oberroßla grünen Wasserstoff mit Wasserkraft aus der Ilm herzustellen. Dafür entwickeln die *h<sub>2</sub>-well* Bündnispartner einen kompakten, modularen Proton-Exchange-Membrane-(PEM)-Elektrolyseur, der regelungstechnisch auf das fluktuierende Stromdargebot an kleinen Erneuerbaren-Energien-Anlagen abgestimmt ist. Erforscht wird in diesem Zuge auch ein neues membranbasiertes System zur Nutzwasser- und *H<sub>2</sub>*-Gasaufbereitung. Für den Einsatz in Brennstoffzellenfahrzeugen muss Wasserstoff nämlich einen hohen Grad an Reinheit aufweisen. Über eine in *h<sub>2</sub>well-compact* entwickelte kompakte Betriebstankstelle kann dann

unweit des Erzeugungsorts in Apolda der Wasserstoff getankt werden. Das Besondere an dieser Tankstelle ist, dass die Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen dank einer Wasserstoffspeicherkaskade mit Drucktanks allein nach dem Überströmprinzip erfolgen soll. Ein dem Betankungsvorgang direkt vorgeschalteter Verdichter, eine energie- und kostenintensive Komponente von *H<sub>2</sub>*-Tankstellen, ist damit nicht notwendig. Mittels einer mobilen Lösung, die Wasserstoffspeicherung und Verdichtung vereint, können die Speichertanks befüllt werden. Dieses System kann auch der Belieferung von Industriekunden dienen und so eine sektorübergreifende Nutzung von grünem Wasserstoff über kurze Logistikketten ermöglichen. Bei einer erfolgreichen Umsetzung des *h<sub>2</sub>well-compact* Konzeptes entstehen somit neue Möglichkeiten der Wertschöpfung.

### **PEM4Heat – Wasserstoff in der Wärmeversorgung optimal nutzen**

Während in *h<sub>2</sub>well-compact* das Ziel verfolgt wird, ein replizier- und skalierbares regionales Wasserstoffversorgungssystem zu entwickeln, wird im Umsetzungsvorhaben „*PEM4Heat*“ in Sonneberg die Wärmebereitstellung mit Wasserstoff neu gedacht. Ziel des im März 2021 gestarteten Projektes ist es nämlich, am Beispiel des Sonneberger Rathauses im Zentrum der Stadt den Nachweis zu erbringen, dass neuartige Heizsysteme auf Basis von Wasserstoff

zur Versorgung großer Objekte geeignet sind. Die Heizwärme soll dabei sowohl über ein *H<sub>2</sub>*-Blockheizkraftwerk mit neu entwickeltem Wasserstoff-Sauerstoff-Kreislauf-Motor als auch über die bei der Wasser-Elektrolyse entstehenden Prozesswärme bereitgestellt werden. Die *H<sub>2</sub>*-Erzeugung erfolgt dabei über einen PEM-Hochdruckelektrolyseur, der in der Lage sein soll, das Gas in einer hohen Druckstufe von 300 bar, statt der üblichen 30-100 bar, auszugeben. Dank dieses hohen Druckniveaus kann dann die weitere Gaskomprimierung für nachgelagerte Anwendungen, ein wesentlicher Kostenpunkt der energetischen *H<sub>2</sub>*-Anwendung, reduziert oder ganz eingespart werden. Der *H<sub>2</sub>*-Kreislaufmotor, der in einem Argonkreislauf geführt wird, bietet gegenüber dem konventionellen Verbrennungsmotor den Vorteil, dass Kohlenstoffdioxid und Stickoxide nicht entstehen. Mit seinen im Vergleich zum *H<sub>2</sub>*-Brennstoffzellen-BHKW kostengünstigeren Komponenten stellt der Kreislaufmotor darüber hinaus nicht nur zu Erdgas-BHKW eine interessante Alternative dar. PEM4Heat trägt ganz wesentlich zur Entwicklung und Umsetzung von Dekarbonisierungslösungen im Wärmemarkt bei. Grüner Wasserstoff könnte nämlich über neue Systeme wie das von PEM4Heat zukünftig Erdgas als dominierenden Wärmeträger ablösen, da die vorhandene Gasinfrastruktur unter Anpassungen weitergenutzt werden kann.

### **Wasserstoff im Markthochlauf – von der Nischen- zur Systeminnovation mit Gesellschaftswirkung**

Noch sind Wasserstofftechnologien eine Nischeninnovation. Unter welchen spezifischen Rahmenbedingungen die Markteinführung von *H<sub>2</sub>*-Innovationen gelingen kann, untersucht das *h<sub>2</sub>-well* Vorhaben zum Markthochlauf. Analysen zum global entstehenden Wasserstoffmarkt sollen die Marktperspektiven und die Wettbewerbsfähigkeit der in *h<sub>2</sub>-well* entwickelten Innovationen beleuchten. Für den wasserstoffbasierten Strukturwandel, den das Bündnis anstrebt, ist jedoch nicht allein das Marktgeschehen ausschlaggebend. Ein wesentlicher Faktor ist auch die soziale Akzeptanz. Für das Frühjahr 2022 ist daher eine regionale Bevölkerungsbefragung geplant. Das Ergebnis einer ersten Erhebung zeigt: Mobilitätsnutzer, für die ein reines Batterieauto keine Alternative ist, könnten durchaus zum Umstieg auf ein



Das Rathaus Sonneberg, in dem das PEM4Heat Wärmekonzept erprobt werden soll.

Brennstoffzellenfahrzeug bewegt werden. In Reichweite und Betankungszeiten gelten sie nämlich als den Verbrennerfahrzeugen ebenbürtig.

### Wasserstoff (be-)greifbar machen – Bildungsangebote des h<sub>2</sub>-well Bündnisses

Kritisch für die Etablierung der regionalen Wasserstoffwirtschaft ist die Verfügbarkeit von gut ausgebildeten Fachkräften. Den Grundstein hierfür legen neue Lehrmodule für Auszubildende der Elektrik und (KFZ-)Mechatronik, die im Rahmen des h<sub>2</sub>-well Vorhabens PEM4Heat in Sonneberg und an weiteren Berufsschulstandorten in den Lehrplan aufgenommen werden sollen. Aber auch die Bevölkerung muss über die Möglichkeiten von Wasserstoffanwendungen informiert werden. Eine Pop-Up-Ausstellung mit interaktiven Exponaten, welche die Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten der Wasserstofftechnologien für ein breites Publikum veranschaulichen sollen, ist daher Teil des Vorhabens h<sub>2</sub>-well-compact in Apolda. Eigene Ideen zu entwickeln, wie Wasserstoff lokal erzeugt und genutzt werden kann, dazu ruft der h<sub>2</sub>-well Ideenwettbewerb „grüner Wasserstoff lokal“ Schülerinnen und Schüler auf. Der bis Mitte Juli 2022 laufende Wettbewerb steht unter dem Motto: Mehr H<sub>2</sub> für weniger CO<sub>2</sub>. Dies ist nicht nur der Leitsatz für den Wettbewerb, sondern auch für die in h<sub>2</sub>-well vorangetriebenen F&E-Vorhaben.

### CO<sub>2</sub>-neutrale Industrie, H<sub>2</sub>-Motoren in der Mobilität und nachhaltige Kläranlagen – die h<sub>2</sub>-well Zukunftsthemen

Mit h<sub>2</sub>well-compact und PEM4Heat bringen bereits zwei Umsetzungsvorhaben im Rahmen des WIR!-Bündnisses h<sub>2</sub>-well den Aufbau von Wasserstoffinfrastrukturen in Apolda und Sonneberg voran. Doch die langfristige Perspektive des Bündnisses ist es, in der gesamten Region und vor allem in weiteren Sektoren die Wertschöpfung mit grünem Wasserstoff zu fördern. Für die Zukunft hat sich das Bündnis daher neue Schwerpunkte gesetzt, so zum Beispiel die Entwicklung eines H<sub>2</sub>-basierten Energie-Multistorage-Systems zur Energieeinsparung in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes oder einen Lösungsansatz für die Dekarbonisierung der CO<sub>2</sub>-intensiven Baustoffindustrie durch eine Verknüpfung von Elektrolyse und Methanisierung. Weitere Themen, die das Bündnis angehen will, sind die Nutzung von Wasserstoffmotoren in Sonderfahrzeuganwendungen und die Einbringung von aus Elektrolysesauerstoff erzeugtem Ozon in die Abwasserreinigung zur Elimination von Mikroschadstoffen.

Das gemeinsame Ziel der bereits begonnenen und geplanten h<sub>2</sub>-well Projekte ist es, Komponenten und Systeme für kleinskalige H<sub>2</sub>-Infrastrukturen zu entwickeln, die skalier- und verknüpfbar sind. In Zukunft könnte so beispielsweise Wasserstoff im Zusammenspiel mit der Elektrolysesauerstoffnutzung deutsch-

landweit regional an Kläranlagen erzeugt werden, um vor Ort Brennstoffzellenfahrzeuge zu betanken oder Industrieabnehmer zu beliefern. Und dies ist nur ein Beispiel für die diversen Optionen, regional mittels grünem Wasserstoff Infrastrukturen innovativ zu denken und neu zu konfigurieren sowie hierdurch den beteiligten Unternehmen zu neuen Wertschöpfungsmöglichkeiten zu verhelfen.

### Wer ist an h<sub>2</sub>-well beteiligt?

In h<sub>2</sub>-well arbeiten über 70 Unternehmen, Kommunen, Forschungseinrichtungen und Vereine zusammen. Zu den an den h<sub>2</sub>-well Umsetzungsvorhaben beteiligten Partnern aus der Wirtschaft gehören der Elektrolyseur-Hersteller AVX/KUMATEC Hydrogen GmbH & Co. KG, der Wasserstofftankstellenhersteller Maximator GmbH, die IMG Electronic & Power Systems GmbH, die Energieversorgung Apolda GmbH, die Höschel & Baumann Elektro GmbH und der Stahlflaschenhersteller eurocylinder systems AG sowie die isle Steuerungstechnik und Leistungselektronik GmbH und der Gaslieferant Rießner-Gase GmbH. Aus der Wissenschaft und Forschung sind die TU Chemnitz, die Friedrich-Schiller-Universität Jena, die WTZ Roßblaug GmbH, das Institut für Angewandte Bauforschung Weimar gGmbH und das Fraunhofer IKTS Hermsdorf sowie die Bauhaus-Universität Weimar an bereits begonnenen Vorhaben beteiligt. Aktive Partner sind außerdem die Kreisstädte Apolda und Sonneberg, der HySON – Förderverein Institut für Angewandte Wasserstoffforschung Sonneberg e. V. sowie die Staatliche Berufsbildende Schule Sonneberg, der SolarInput e. V. und das Science-Museum Imaginata e. V.