

Wissensvermittlung Wasserstoff: Der H₂-Markthochlauf braucht heute Fachkräfte (Teil 2)

Das Thema Fachkräftemangel ist weder neu, noch beschränkt es sich auf spezielle Branchen. Wenn sich dieser mit einem **technologischen Wandel überlagert**, werden mit Engagement und gebündelten Kräften aufgrund der veränderten Anforderungen merkliche Kapazitätsengpässe und Wissenslücken zu schließen sein. Wenn bisherige Nischentechnologien in die breite Anwendung kommen, werden neue Kompetenzen und ggf. neue Berufsbilder gebraucht, die mitunter das Potenzial besitzen können, **bisherige Berufe disruptiv zu verändern oder zumindest zu hinterfragen**. Die Integration von Wasserstoff in unsere bestehenden Infrastruktursysteme löst eine solche Kettenreaktion aus. Zudem drängt angesichts des sich verschärfenden Klimawandels die Zeit und **die selbstgesteckten Klimaziele setzen einen fixen Zeitrahmen**. Dieser Beitrag soll eine erste Übersicht über den Kompetenzbedarf im Wasserstoffbereich geben und wichtige Fragen aufwerfen, um Bildungseinrichtungen auf die Komplexität des Themas hinzuweisen.

von: Andrea Appel, Michael Schanz (beide: VDE), Marc Bovenschulte (VDI/VDE-IT), Stefan Garche (VDE Renewables), Anja Heilmann (TEAG Thüringer Energie AG), Ursula Hoffmann, Peter Preuss (beide: DVGW e. V.), Thomas Kunz, Kathrin Pilz-Lansley, Simon Reichenwallner (alle: ENERGIEregion Nürnberg e. V.) & Alexander Mack

INFORMATIONEN

Der erste Teil des Beitrags ist in der Januar-Ausgabe 2023 dieser Fachzeitschrift erschienen.

Im zweiten Teil des Beitrags sollen nachfolgend beispielhaft einzelne Bereiche aus der Wasserstoffwertschöpfungskette unter den Aspekten „involvierte Berufsgruppen“ und „Querschnittsthemen“ näher betrachtet werden, um einen ersten Einblick in die Bildungsbedarfe zu bieten.¹ Sowohl das chemisch-physikalische Grundlagenwissen wie auch Arbeitssicherheit (insbesondere Explosionsschutz in Bezug auf Wasserstoff) wird in allen Bereichen und Berufsgruppen vorausgesetzt.

Erzeugung

In der elektrolytischen Herstellung können die in **Tabelle 1** aufgeführten Berufsgruppen mit den aufgelisteten Querschnittsthemen in Berührung kommen. Bei der Herstellung über Carbon Capture and Storage-Verfahren (Fokus blauer Wasserstoff) wiederum gibt es bei den in **Tabelle 2**

gezeigten Berufsgruppen Berührungspunkte mit den aufgelisteten Querschnittsthemen.

Infrastruktur und Gesamtsystemintegration

In der Gesamtsystemintegration geht es darum, sämtliche Energieanlagen (wie z. B. Elektrolyseure und Brennstoffzellen) passgenau in die bestehenden Systeme (Strom und Gas) einzubinden. Folglich bestehen bei den in **Tabelle 3** aufgeführten Berufsgruppen Verbindungen zu den aufgelisteten Querschnittsthemen. Für den Bereich der leitungsgebundenen Infrastruktur gibt **Tabelle 4** eine Übersicht über ebendiese Berührungspunkte.

Anwendung und Nutzung

Im Bereich der stationären Anwendungen (Brennstoffzelle) können die in **Tabelle 5** gezeigten Berufsgruppen mit den aufgelisteten Querschnittsthemen in Berührung kommen. Die Studie von France Hydrogène beschreibt in diesem Zusammenhang, dass es bei insgesamt 55 Berufen mit stationären Anwendungen von Wasserstoff – vor allem mit Fokus auf die Brenn-

¹ Dieses Papier erhebt nicht den Anspruch, eine vollständige Übersicht zu Bildungsbedarfen im Wasserstoffbereich zu sein. Vielmehr soll es einen Ausgangspunkt für Gespräche und Diskussionen darstellen, um letztlich zu einer vollständigen Übersicht, die Orientierung in der Transformation bietet, zu gelangen.

Tabelle 1: Elektrolytische Herstellung

involvierte Berufsgruppen

- Elektrotechnik Ingenieur*in
- Maschinenbauingenieur*in
- Planer*innen / Projektierer*in von Speichern und erneuerbaren Energien
- Anlagenbauer*in (Elektrolyse)
- Netzingenieur*in

Querschnittsthemen

Strom

- Stromerzeugungsanlagen insbesondere erneuerbare Energieanlagen (Fokus Strombezug und -verfügbarkeit)
- Netzanschlussbedingungen
- Leistungselektronik
- Netzdienlichkeit, Systemdienlichkeit (Strommärkte allgemein)

Gas

- Netzanschlussbedingungen (z. B. Gasdruckregelung, Gasqualität, Odorierung)
- Transporttechnologien allgemein (z. B. Trailer, Trägermedium etc.)
- Speichertechnologien allgemein (z. B. Aggregatzustand, Speicherinfrastruktur)
- Aufwände (Transportaufwand, Energiebedarf, Kapazität)
- Gasqualität

Wasser

- Wasserverfügbarkeit, Wasserversorgung und -bereitstellung
- erforderliche Wasserqualität (Aufbereitungsgrad, Verunreinigungen, Härtegrade etc.)
- Wasserbedarf
- Wasserspeicherung
- Hydraulik

Wirtschaftlichkeit

- Wasserstoffhandel
- Strommärkte/Gas /Energiemärkte allgemein
- rechtliche Rahmenbedingungen

stoffzelle – entsprechende Berührungspunkte gibt.

Allgemeine Empfehlungen an Bildungseinrichtungen (Hochschulen, Schulen und Weiterbildungseinrichtungen)

Die Querschnittsthemen sind in den einzelnen Bereichen der Wasserstoffwertschöpfungskette

vielfältig. In einigen Bereichen sind diese Schnittstellen bereits bekannt, häufig wird die Komponente Erdgas lediglich durch Wasserstoff ersetzt. Das bedeutet, dass an dieser Stelle chemisch-physikalisches Wissen zu Wasserstoff benötigt wird. Manche Berufsgruppen erweitern ihren Horizont um zusätzliche Aspekte, wie beispielsweise Wasserverfügbarkeit und umfassende Rahmenbedingungen aus der Systemintegration. ►

Tabelle 2: Carbon Capture and Storage-Verfahren

involvierte Berufsgruppen

- Mitarbeitende von Gasversorgungsunternehmen
- Mitarbeitende von Gasnetzbetreibern
- Anlagenbauer*in (Erdgas)
- Facharbeiter*innen, Meister*innen, Techniker*innen und Ingenieure
- Vertragsinstallationsunternehmen
- Mitarbeitende von Leitwarten

Querschnittsthemen

Gas

- Grundlagenwissen zu Kohlenstoffverbindungen
- Aufwände (Transportaufwand, Energiebedarf)
- Gasqualität
- Technologieverständnis zur Abgasreinigung von Erdgas

Strom

- Strombedarf der Gesamtanlage

Geologie

- geologische Beschaffenheiten allgemein
- Bohrungen
- Lagerstätten

Wirtschaftlichkeit

- CO₂-Marktverständnis
- Small-Scale-Anwendungen

Quelle: die Autoren

Quelle: die Autoren

Dies betrifft u. a. Planerinnen und Planer, Projektierinnen und Projektierer sowie Netzingenieurinnen und -ingenieure. In anderen Berufsgruppen werden Technologien sukzessive ersetzt oder erweitert (z. B. im Mobilitätssektor). Weitere Berufsgruppen in der Wertschöpfungskette sehen den Bedarf für Weiterbildung erst zu einem späteren Zeitpunkt. Dies ist z. B. im Bereich der stationären Brennstoffzellen und der entsprechenden Berufsgruppe Installateurinnen/Installateure der Fall, da diese an die Entscheidungen der Endkonsumenten gebunden sind, welche wiederum von der Versorgungsinfrastruktur abhängig sind. In diesem Fall bedingt die aktuell mäßige Nachfrage nach Brennstoffzelleninstallationen also, dass Installateurinnen und Installateure die Marktentwicklung vorerst abwarten [1, 2]. Dennoch wird in den „Technischen Regeln für Gasinstallations-Schulungen“ (TRGI-Schulung) Wasser-

stoff unter dem Aspekt „H₂-Readiness“ bereits behandelt. Der Hintergrund ist, dass eine H₂-Readiness in den Haushalten jetzt wichtig wird.

Diese Beschreibung zeigt, dass der akute Bedarf zur Weiterbildung und Umschulung innerhalb der einzelnen Berufsgruppen und Bereiche stark variieren kann. Zusätzlich benötigen auch fachfremde Erwerbstätige Fertigkeiten, um Quereinstiege bewältigen zu können. Dabei sollten Umschulungen oder „Transition Trainings“ passgenaue Inhalte vermitteln. Vor diesem Hintergrund gibt es aktuell ein großes Angebot von Weiterbildung oder Zusatzqualifikationen, um „on the Job“ notwendige Fähigkeiten zu erlangen. Hier sollte genau geschaut werden, welche Schulungen zu welchem Bereich passen. Im Idealfall sind Schulungen sogar auf die Bedarfe der Unternehmen zugeschnitten [2].

DVGW und VDE plädieren für die Entwicklung standardisierter Qualifikationszertifikate, die den Standard der Schulungen vergleichbar machen und das notwendige Wissen der Regelwerke beinhalten. Auch die Studie von IHK und HKW Lüneburg [2] schlussfolgert: „Kurse sollten möglichst mit einem Zertifikat abschließen, welches die Teilnehmenden zu bestimmten Aufgaben berechtigt. Allgemein werden konkrete Qualifikationsanforderungen seitens der Regelwerkssetzung an Mitarbeitende beim Umgang mit Wasserstoff gewünscht.“

Im Ausbildungsbereich ist es sinnvoll, keine neuen Ausbildungsgänge zu entwickeln, sondern an bereits bestehende Ausbildungen anzuknüpfen. Hierzu wurden seitens der Berufsschulen, der Handwerkskammern sowie der Industrie- und Handelskammern bereits erste Testläufe für Aufbaumodule unternom-

Tabelle 3: Gesamtsystemintegration

involvierte Berufsgruppen

- Infrastruktur Planer*in /Projektierer*in
- Anlagenbauer*in / Netzbauer*in (Strom und Gas)
- Mitarbeitende in Verwaltungsorganen
- Elektrotechnik Ingenieur*in
- Ingenieur*in für Versorgungstechnik
- Maschinenbau Ingenieur*in
- (Netz-)Meister*in
- Berufsspezialist*in für Verteilnetztechnik

Querschnittsthemen

regionale nachhaltige Funktionalität

- überregionale Zusammenhänge (Rolle des Wasserstoffes weltweit, Importbedingungen etc.)
- Fokus Bedarfsplanung und Bilanzierung
- Wirtschaftlichkeit und Marktzusammenhänge

Strom

- Projektierung (erneuerbare Energien, gekoppelt an Elektrolyseure inkl. Speichereinheit und Rückverstromung)
- Stromnetzkapazität
- Netzüberwachung

Gas

- Projektierung inkl. lokale Wasserstoffbedarfe
- Netzberechnung (Transport- und Verteilnetz)
- Gasspeicherkapazität

Wasser

- Wasserverfügbarkeit
- Wassermanagement allgemein

Kommunikationsinfrastruktur

- Standortvoraussetzungen – Stichwort Smart Grid
- Cybersicherheit

Verwaltung

- Rechtsrahmen
- Genehmigungsvorgänge/Zulassungsvorgänge

Weitere

- Geologie
- Geografie

Tabelle 4: Leitungsgebundene Infrastruktur

involvierte Berufsgruppen

- Netzingenieur*in
- Schweißfachingenieur*in
- Anlagentechniker*in / Anlagenmechaniker*in für Rohrsystemtechnik
- Netzmeister*in
- Berufsspezialist für Verteilnetztechnik
- Rohrleitungsbauer*in
- Schweißer*in

Querschnittsthemen

Gas

- Materialkunde
- Verbindungstechnik und Armaturentechnik
- Verdichtertechnik, Verdichterstationen, Gasdruckregelung
- Netzberechnung
- Speicher
- Odorierung
- Netzanschluss
- Schweißen

Kommunikation

- Überwachung/Sensorik (Lecküberwachung und Leckortung)
- Mengenummessung, Eichung, Kalibrierung

Weitere

- Geologie
- Geografie

Quelle: die Autoren

men. In Südthüringen beispielsweise wurde ein Grundlagenmodul entwickelt, welches sich an Auszubildende in technischen Berufen (wie Mechatronikerinnen/Mechatroniker und Elektronikerinnen/Elektroniker) wendet. Als komplementäre Säule zur bewährten dualen beruflichen Ausbildung sind Mechanismen nötig, die unter Anerkennung auch informell erworbener Fähigkeiten und Fertigkeiten einen Quereinstieg sowohl für fachfremde Erwerbstätige als auch für un- und angelernte Erwerbstätige ermöglichen [3]. Für die Gruppe der an- und ungelernten Erwerbstätigen sind Modelle für eine „kleine Berufsach-

lichkeit“ zu entwickeln, die zum einen den Einstieg in die entsprechenden Tätigkeitsfelder und zum anderen eine Weiterqualifizierung zum regulären Abschluss gemäß dualer Ausbildung ermöglichen.

Viele Querschnittsthemen können auch über die modulare und interdisziplinäre Erweiterung von bestehenden Studiengängen auf Wasserstoff abgedeckt werden. Nach aktuellem Wissensstand scheint es auch hier nicht zielführend, neue technische Studiengänge explizit für Wasserstoff aufzusetzen [4]. Für die Studiengänge Maschinenbau und Elek-

tratechnik könnten beispielsweise Modulschwerpunkte auf Brennstoffzellen sowie Wasserstoff-Verbrennungsmotoren gelegt werden. Ebenso könnte in den Modulen zu Materialkunde die Komponente Wasserstoff näher betrachtet werden. In Deutschland gibt es seit Jahrzehnten verschiedene Studiengänge (wie Umwelttechnik, Umweltmanagement oder Energietechnik), die in ihrer breiten Themenaufstellung das Thema Wasserstoff integriert haben und lehren. Deutschlandweit werden weitere interdisziplinäre Studiengänge aufgebaut. Kernelemente dieser Angebote sind die Themen Erzeugungsprozesse, rege- ▶

Tabelle 5: Stationäre Anwendungen

involvierte Berufsgruppen

- Anlagenbauer*in
- Planer*in
- Bauingenieur*in
- Installateur*in
- Anlagenbetreiber*in

Querschnittsthemen

Strom

- Netzanschlussbedingungen
- Projektierung/Auslegung (Strom- und Wärmebedarf)
- Stromerzeugungsanlagen, insbesondere erneuerbare Energieanlagen (Fokus Strombezug und -verfügbarkeit)

Gas

- Netzanschluss Gasnetz (Gasdruckregelung, Gasströmungswächter, Odorierung)
- Materialkunde
- Transporttechnologien allgemein (Anlieferung von H2)
- Aufwände (Transportaufwand, Energiebedarf)
- Gasqualität

Wirtschaftlichkeit

- Wasserstoffhandel
- Strommärkte/Energiemärkte allgemein
- rechtliche Rahmenbedingungen

Quelle: die Autoren

nerative Energien, Energiewirtschaft allgemein, physikalische und chemische Grundlagen, Steuerungs- und Regelungstechnik, Sicherheit, Verteilung, Speicherung und Anwendung.

Obwohl aktuell der Hauptfokus auf der berufsbegleitenden Aus- und Weiterbildung liegt, sollte die schulische Wissensvermittlung nicht außer Acht gelassen werden, da im Idealfall gerade in den höheren Klassenstufen die Orientierung hinsichtlich späterer Berufsoptionen oder Studien-/Ausbildungsmöglichkeiten relevant wird. Die Schülerinnen und Schüler sollten hierbei im Kontext von MINT-Fächern – und neben den chemischen Grundlagen zu Wasserstoff – auch die Chancen und Grenzen der Wasserstoffwirtschaft kennenlernen. Erste Ansatzpunkte können beispielsweise über Projekte wie „HYPOS macht Schule“ oder auch die Bildungspartnerschaften der Wasserstoff-Metropolregion Nürnberg hy+ liefern. Hier erhalten Lehrkräfte über ausgearbeitete Bildungskonzepte passende Bausteine (z. B. Exkursionen, Berufsinformationstage und Unterrichtsmaterialien) für die Integration des Wasserstoffthemas in den Unterricht. Ergänzend werden auch Workshops für den Lehrkörper angeboten, um die Einbettung anhand von praxisorientierten Toolkits zu unterstützen. Sinnvoll erscheint es zudem, Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer anzubieten, denn laut [4] ist die Transformation von naturwissenschaftlichem Unterricht auf spätere Berufsbilder nicht immer klar. Schülerinnen und Schüler können zudem durch direkte Angebote, z. B. über Workshops im Rahmen einer Kinder-Uni oder durch externe Laborkurse, an die Thematik herangeführt werden. Hierbei nehmen insbesondere auch außerschulische Lernorte (wie MINT-Initiativen, Fab-Labs, Maker Spaces oder technische Museen) eine wichtige Rolle ein.

Zuletzt sollte auch im Bereich Forschung und Entwicklung für Nachwuchs und Weiterbildung gesorgt werden, schließlich sollten die derzeit verfügbaren Technologien konstant weiterentwickelt werden. Dazu benötigt es ausreichend Kompetenzen und Fachkräfte.

Letztendlich sind Markthochlauf und Wissensmanagement eng miteinander verknüpft: Je schneller der Markthochlauf, desto eher werden Kompetenzen benötigt und je mehr Kompetenzen vorhanden sind, desto schneller kann der Markthochlauf auch umgesetzt werden. Dies ist vor allem im Bereich des Handwerks deutlich ersichtlich, denn bereits heute wird mit dem Aus-

bau der erneuerbaren Energien mit einem deutlichen Fachkräftemangel gerechnet.

Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft bietet die Chance, parallel zu den sich herausbildenden technischen und regulativen Standards auch einheitliche Bildungsstandards zu entwickeln [5]. Auf diese Weise ist es möglich, bei diesem mit zahlreichen Chancen wie auch Gefährdungspotenzialen verbundenen Thema einen sicheren Umgang und Betrieb zu gewährleisten. Ausgehend von zahlreichen sektoralen und zum Teil jahrzehntelangen Erfahrungen (etwa in der chemischen Industrie) bietet es sich an, ein universelles Sicherheits-Curriculum „Wasserstoff“ zu entwickeln und auch international zu verankern [6]. Diese Maßnahmen sind auf die Gesteuerung, Speicherung, den Transport und die Nutzung von Wasserstoff inkl. aller Optionen von Power-to-X-Energien anwendbar.

Grundsätzlich ist zu empfehlen, dass Aus- und Weiterbildung über Systemgrenzen (Wasser, Strom, Gas, Mobilität und Kommunikation) hinausgehen. Die Komplexität des Klimawandels betrifft unsere Energieflüsse auf allen Ebenen. Fundierte Kenntnisse in den jeweiligen Fachgebieten sind deshalb dringend im Zusammenwirken mit anderen Gebieten zu verstehen [7]. ■

Literatur

- [1] Tietze, M.: Austausch Handwerk – BTZ-Rohr, September 2022.
- [2] IHK-Lüneburg, Industrie und Handelskammer Lüneburg-Wolfsburg, Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade: Projekt „H2Skills“. Online unter www.ihk.de/ihklw/online-magazin/unsere-ihk/h2skills-ihklw-hwk-projekt-5334398, abgerufen am 4. Januar 2023.
- [3] Westdeutscher Handwerkskammertag: VALIKOM: Berufsrelevante Kompetenzen bewerten und zertifizieren. Online unter www.validierungsverfahren.de/startseite, abgerufen am 4. Januar 2023.
- [4] Wald, M., Grigorjan, M., Uhlmann, M.: Berufliche Qualifikationen in der Wasserstoffindustrie, 2022.
- [5] Krichewsky-Wegener, L., Abel, S., Bovenschulte, M.: Skills Development for Hydrogen Economies – Damit aus einer Wasserstoffstrategie eine Wasserstoff(weiter)bildungsstrategie wird, 2020.
- [6] Skiba, R.: Competency Standards for Emerging Hydrogen Related Activities, in: Open Journal of Safety Science and Technology, 2020.
- [7] Deutscher Industrie- und Handwerkskammertag e. V.: Qualifikationsrahmen für den Erwerb und die Sicherung technischer Handlungskompetenz bei Fach- und Führungskräften, 2020.

Kontakt:

Andrea Appel
 VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik
 Informationstechnik e. V.
 Kaiserleistr. 8a
 63067 Offenbach am Main
 E-Mail: andrea.appel@vde.com
 Internet: www.vde.com

