

Wasserstoff als Beruf: Aus- und Weiterbildung zur Sicherung der Fachkräftebedarfe

Wasserstoff-Dialog | 10.-12.10.2022 | Berlin



Herausforderungen

- Kein etablierter Referenzrahmen: Es gibt eine Gleichzeitigkeit von aufkommenden Technologien, aufkommenden Geschäftsmodellen, aufkommenden gesetzlichen Regelungen und aufkommenden Qualifikationsanforderungen.
- Für die Herstellung von technischen Systemen und Ausrüstungen für die Produktion, Speicherung, Verteilung und Nutzung von grünem Wasserstoff und die damit verbundene Systemintegration werden Kompetenzen benötigt.
- Das Gleiche gilt für Fachpersonal für den Betrieb und die Wartung solcher Systeme und Anlagen.
- Auf der administrativen Seite sind regulatorische, rechtliche und verwaltungstechnische Kenntnisse für die Anwendung in Planungs- und Genehmigungsverfahren und Ähnlichem erforderlich (Bovenschulte 2021).

Unterschiedliche Arten und Niveaus von Fähigkeiten und Kenntnissen

- "Grundkenntnisse H2" und damit verbundene Sicherheitsfragen
- Kenntnisse in den Bereichen Marktanalyse und Geschäftsentwicklung, einschließlich Regulierung und Genehmigungsverfahren.
- Kenntnisse für Durchführbarkeitsstudien (technische, wirtschaftliche und rechtliche Durchführbarkeit).
- Know-how für Pilotierung und Systemintegration sowie Scale-up
- Branchenspezifisches technologisches Wissen für den Maschinen- und Anlagenbau (Elektrolyseure, Brennstoffzellen, Rohre, Tanks etc.), die H2-Produktion (Anlagenbetrieb und -integration) und die H2-Anwendung (Stahlindustrie, chemische Industrie, Mobilität)
- Rechts-, Verwaltungs- und Verfahrenskennntnisse für Behörden.

Bestehende Bedarfe: Deutschland

- In Deutschland beziehen sich die bestehenden Anforderungen auf die Bereiche "Technische Forschung und Entwicklung", "Maschinenbau und Betriebstechnik", "Elektrotechnik", "Chemie" und "Energietechnik".
- Ähnlich wie in der Wind- und Solarenergiebranche gibt es auch Arbeitsplätze in den Bereichen "Unternehmensorganisation und -strategie", "Ver- und Entsorgung" sowie "Einkauf und Vertrieb".
- Insgesamt entsprechen etwa 90 % der Arbeitsplätze mit einem Bedarf an Wasserstoffkompetenzen in ihrem Anforderungsniveau "technisch orientierten Tätigkeiten" und "hochkomplexen Tätigkeiten" (Grimm et al. 2021).


Bestehende Bedarfe: Frankreich

- Eine französische Studie zeigt, dass von 84 Berufen, die für eine Wasserstoffwirtschaft relevant sind, 58 % einen fünfjährigen Abschluss erfordern.
- Der derzeitige Bedarf konzentriert sich aufgrund der Phase der industriellen Reife auf Ingenieure etc. und beruht auf der Konzeption und Entwicklung von Materialien, Komponenten, Technologien und Systemen.
- Der Bedarf an Technikern (40 %) und Betreibern (16 %) ist noch geringer (France Hydrogène 2021).
- **Der entstehende H2-Arbeitsmarkt verlangt heute in erster Linie nach fortgeschrittenen MINT-Qualifikationen durch Hochschulbildung und Weiterqualifizierung erfahrener Mitarbeiter. Darüber hinaus werden H2-relevante Kenntnisse/Fertigkeiten in technische Berufslaufbahnen integriert.**

(Akademische) Berufe:

Das Wasserstoffsystem ist multidisziplinär

- Energie / Erneuerbare Energie
- Bauingenieurwesen / Hoch- und Tiefbau
- Klimatechnik
- Elektrotechnik und Industrieinformatik
- Software-Entwicklung
- Werkstofftechnik
- Maschinenbau
- Wirtschaftsingenieurwesen / Verfahrenstechnik
- Handhabung von Metall
- Strömungsmechanik
- Metrologie
- Montage
- Entwurfswerkzeuge
- Qualität, Sicherheit, Umwelt



Wasserstoffspezifische Kenntnisse und Fertigkeiten, um Elektrolyseure, Brennstoffzellen und andere technische Ausrüstungen zu entwerfen und herzustellen, und um z. B. Stahl-(DRI) oder Chemieanlagen (PtX) zu realisieren und zu betreiben.

Digitale Kompetenzen für H2-Technologie/-Wirtschaft

- Software-Ingenieur
- Data Scientist
- Software-Entwickler
- [...]

- Modellierung und Konstruktion von Teilen, Komponenten und Systemen (CAD).
- Simulation von Teilen, Komponenten und Systemen.
- Herstellung von Teilen und Komponenten (CNC).
- Prüfung von Teilen, Komponenten und Systemen.
- Planung und Bau von Anlagen und Infrastrukturen.
- Integration und Echtzeitbetrieb von Anlagen und Systemen.
- Optimierung, Modernisierung und Aufrüstung von Anlagen und Systemen.

- Maschinenbauingenieur
- Elektriker
- Mechaniker für Industrieanlagen
- Elektroingenieur
- [...]

Qualitätsstandards für die H₂-Technologie

- Ein genormtes Qualitätssicherungssystem muss sicherstellen, dass alle Teile und Komponenten eines Systems die grundlegenden Qualitätsanforderungen erfüllen, die auf den chemischen und physikalischen Eigenschaften von Wasserstoff beruhen.
- Dazu gehören die Verwendung von geeignetem (zertifiziertem) Material, Vorprodukten und Halbfertigprodukten, spezielle Qualitätsschulungen und -prüfungen für das Schweißen und die Herstellung von Hochdrucksystemen (Rohre und Speichersysteme) etc.
- **Da sich die Wasserstoffwirtschaft derzeit in einer sehr dynamischen Phase befindet, muss neues Wissen, das sich aus dem technischen Fortschritt ergibt, ständig in kontinuierliche Lernprozesse integriert werden, was eine häufige Aktualisierung der Fähigkeiten und Kompetenzen voraussetzt.**

Safety first: Grundlegende Module

- Modul “Einführung in Wasserstoff als Energieträger”
- Modul “Grundlagen der Wasserstoffsicherheit”
- Modul “Freisetzung, Mischung und Verteilung”
- Modul “Wasserstoffzündung”
- Modul “Wasserstoffbrände”
- Modul “Explosionen und Verpuffungen”
- **Ein *Sicherheitscurriculum* kann als universelle Voraussetzung für eine funktionierende Industrie angesehen werden, die auf der Erzeugung, dem Transport, der Speicherung und der Anwendung von (grünem) Wasserstoff basiert. Alle Mitarbeiter, die direkt oder indirekt mit Wasserstoff arbeiten, sollten die grundlegenden Module abdecken (Dahoe & Molkov 2006).**

Grundkenntnisse (hier: Kfz-Werkstätten)

Zielsetzung	Erwerb von Grundkenntnissen über Wasserstoff als vielseitigem Energieträger sowie von Kenntnissen über Produktionsverfahren und verschiedene Anwendungsbeispiele.
Anforderungen	Wenn möglich: Grundkenntnisse "Gase"
Inhalt	<ul style="list-style-type: none">• Die Ausbreitung von Wasserstoff in der Luft• Die phys./chem. Eigenschaften von Wasserstoff• Ideale Gase und Wasserstoff• Herstellungsverfahren von Wasserstoff• Transportmöglichkeiten• Wasserstoffantriebe und ihre Merkmale• Gefahrenwarnungen• Unterscheidung der H₂-Druckbehälterkategorien für Landfahrzeuge• Andere Lagermöglichkeiten• Anwendungen in Pkw, Bussen, Lkw und Baumaschinen• Materialien• Infrastruktur• Verordnungen
Dauer	1 Tag

Verschiedene Arten von Grundkenntnissen für berufliche Laufbahnen

Ausgangsniveau	Art der Ausbildung	Typischer Inhalt
Keine oder rudimentäre theoretische Kenntnisse in Technik und Arbeit; nicht spezifisch für Gas und H ₂	"Absolute Anfänger" (z. B. Schüler, Studenten im Grundstudium)	Chemische und physikalische Charakterisierung von H ₂ , sein Verhalten und entsprechende praktische Experimente (Herstellung und Anwendung).
Ausbildung und Erfahrung in technischen Berufen; nicht spezifisch für H ₂	H ₂ -spezifische Elemente, die in die Berufsausbildung integriert werden sollen	Alle Inhalte der Schulung für "absolute Anfänger" plus Erweiterung der spezifischen Fähigkeiten und Kenntnisse zur Vorbereitung auf den ersten realen Kontakt mit H₂ in traditionellen Umgebungen wie dem Automobil.
Nachgewiesene (zertifizierte) branchenspezifische technische Fähigkeiten, Kenntnisse und Erfahrungen	Übergangsausbildung (Up-Skilling)	Vergleichbar mit den Elementen, die in die Berufsausbildung integriert werden sollen, aber komprimierter und detaillierter aufgrund der reichen Berufserfahrung und des Know-hows .

Stichwort „Gase“:

Die Modulreihe Wasserstoff des DVGW

- Modul 1: Umgang mit Wasserstoff (30000)
- Modul 2: Erzeugung und Einspeisung von Wasserstoff (50001)
- Modul 3: Wasserstoff im Netz – Transport, Verteilung und Speicherung (60001)
- Modul 4: Wasserstoff in der Gasanwendung – Auswirkungen auf Bauteile und Gasgeräte (70001)

Zudem: Schulung „Wasserstoff im Gasverteilnetz“ (6000), Schulung „Die Zukunft mit Wasserstoff gestalten – jetzt schon an morgen denken!“ (60003), Veranstaltung „Power-to-Gas – Anlagentechnik und Wasserstoffeinspeiseanlagen“ (50002).

Seminar vs. Nano-Abschluss vs. CAS

Name	Crashkurs Wasserstoff	Wasserstofftechnologien	Wasserstoff für Fach- und Führungskräfte
Typ	Akademisches Seminar	Nano-Degree	Certificate of Advanced Studies
Dauer	15 Stunden	2 Monate (online)	6 Monate
Kosten	1.390 €	1.080 €	5.000 €
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Märkte und Werbung • Wasserstoff als zusätzliche Energieform der Zukunft • Technologien und Infrastruktur • Anwendungen und Verwendung von Wasserstoff • Technische Herausforderungen und Probleme • Ausblick auf weitere Entwicklungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Verfahren zur Herstellung und Speicherung von Wasserstoff einschließlich der physikalischen Grundlagen • Wasserstoffspeicher für die Brennstoffzelle • Chemische Hydride für die Wasserstoffspeicherung • Wasserstoff als Zwischenspeicher im Konzept der Energieversorgung durch erneuerbare Energien • Geologische Konzepte der langfristigen Wasserstoffspeicherung • Effizienz und Bilanz der Wasserstofferzeugung und -speicherung - einschließlich der langfristigen Effizienz - im Vergleich zur elektrischen Speicherung (Akkumulatoren) • Ansätze und Konzepte zur Steigerung der Effizienz von wasserstoffbasierten Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoff als Schlüssel zur Defossilisierung • Wasserstoff in der Energie- und Industriepolitik • Perspektiven für den Einsatz in der Industrie • H₂-Erzeugung • Transport einschließlich aller Komponenten und Prozesse • Anwendungen und Beispiele aus den Sektoren • Sichtweise der Nachfrageseite • Energiewirtschaftlicher und rechtlicher Rahmen • Bewertung von Versorgungskonzepten • Konzepte und Grobplanung für Lieferketten <ul style="list-style-type: none"> ➤ Exkursionen und Abschlussarbeit
Quelle	VDI Wissensforum 2022	Wilhelm Büchner Hochschule 2022	Universität Oldenburg 2022

Ein umfassender "M. Sc. in Wasserstofftechnologie und -wirtschaft"

1. Semester	Modul 1	Zukünftige Rolle von Wasserstoffanwendungen - Aussichten und Potenziale wasserstoffbasierter Energiesysteme	5 ECTS
	Modul 2	Hydrogen Basics - Grundlagen des Sekundärenergieträgers Wasserstoff	5 ECTS
	Modul 3	Märkte für Wasserstoffenergie	5 ECTS
2. Semester	Modul 4	Wasserstoffbasierte Energiesysteme - Wertschöpfungskette des Wasserstoffs	5 ECTS
	Modul 5	Wasserstoff in der Mobilität - Anwendung von Wasserstoff in der Mobilität	5 ECTS
	Modul 6	Wasserstoff in der Industrie - Anwendung von Wasserstoff in der Industrie	5 ECTS
	Modul 7	Hydrogen in Smart Building - Anwendung von Wasserstoff in der Gebäudetechnik	5 ECTS
	Modul 8	Sicherheit und öffentliche Akzeptanz - Sicherheitsaspekte, Akzeptanz und materialtechnische Herausforderungen von Wasserstoff	5 ECTS
3. Semester	Modul 9	Wasserstoffnetze - national und international	5 ECTS
	Dissertation	Masterarbeit und Kolloquium	15 ECTS

Berufliche Bildung: Ausweitung bestehender Lehrpläne

- Bestehende Berufsbilder wie Mechatroniker/in, Kfz-Mechatroniker/in, Elektroniker/in für Energie- und Gebäudetechnik, (sicher auch Gas- und Wasserinstallateur/in, Anlagenmechaniker/in, Rohrleitungsbauer/in oder Gas- und Wärmenetzmonteur/in) müssen um spezifische H₂-Qualifikationen ergänzt werden, um für die zukünftige Verbreitung von Wasserstoffanwendungen über qualifizierte Arbeitskräfte zu verfügen.
- Die Staatliche Berufsschule Sonneberg, Thüringen, entwickelte zusätzliche Module, die in drei bestehende Lehrpläne integriert werden. Die 40 Unterrichtseinheiten zu je 45 Minuten angeleitetes Lernen sind Teil des Wahlpflichtbereichs in den Ausbildungsberufen über 2 oder 3 Jahre.
- Sie verbinden theoretisches Wissen mit praktischen Elementen unter Verwendung hochwertiger Demonstrationskästen. Ergänzende Exkursionen (Unternehmensbesuche) bieten zusätzliches Lernen in der "realen Welt" und sind nicht in den 40 Unterrichtseinheiten enthalten.

Andere Länder: SENAI in Brasilien



Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PARA VOCÊ

PARA INDÚSTRIA

O SENAI

UNIDADES

BLOG

TRANSPARÊNCIA

CONTATO

INTRODUÇÃO AO HIDROGÊNIO VERDE - EAD

1. A transformação Energética - Hidrogênio: 1.1. O hidrogênio e o movimento global pela descarbonização; 1.2. Oportunidades para o H2V; 1.3. Novos negócios; 1.4. Projetos em operação no Brasil; 1.5. Consumo global do hidrogênio; 1.6. Principais aplicações: 1.6.1. Indústria petroquímica; 1.6.2. Indústria alimentícia; 1.6.3. Siderúrgicas; 1.6.4. Cimenteiras; 1.6.5. Indústria de fertilizantes. 2. O Hidrogênio e a Tecnologia de Célula a Combustível: 2.1. Propriedades químicas do hidrogênio para cada tipo de célula; 2.2. O estado da arte das tecnologias de eletrólise e gaseificação: 2.2.1. Eletrólise alcalina; 2.2.2. Eletrólise por membrana Polimérica; 2.2.3. Gaseificação (biomassa); 2.3. Armazenamento; 2.4. Célula à combustível. 3. Fontes e Tecnologias - Power to X - de Produção de H2 Verde: 3.1. Fontes de hidrogênio; 3.2. Eletrólise: 3.2.1 Power to Hydrogen; 3.2.2. Power to Fuel; 3.2.3. Power to Power; 3.2.4. Power to Gas; 3.2.5. Power to Mobility; 3.3. Reforma do etanol; 3.4. Reforma do biometano. 4. A Integração do Hidrogênio Verde com as Fontes Solar, Eólica e Biomassa: 4.1. Fontes de energia renovável: 4.1.1 Energia hidráulica; 4.1.2 Energia eólica; 4.1.3 Energia solar fotovoltaica; 4.1.4 Energia de biomassa; 4.2. Produção de hidrogênio: 4.2.1. Eletrólise da água; 4.2.2 Reforma a vapor: 4.2.2.1 Biomassa; 4.2.2.2 Etanol; 4.2.2.3 Glicerol. 5. O Potencial de Energias Renováveis do Estado do Ceará: 5.1. Geração de energia eólica no Brasil: 5.1.1 Potência Instalada; 5.1.2 Fator de Capacidade; 5.2. Geração de energia solar: 5.2.1 Irradiação solar. 6. Veículos movidos à célula a combustível e Abastecimento de Hidrogênio: 6.1. Eficiência energética em veículos automotores; 6.2. Configurações para propulsão veicular; 6.3. Características principais dos veículos elétricos; 6.4. Fontes de energia elétrica embarcada; 6.5. Célula combustível automotiva; 6.6. Integração de sistemas híbridos embarcados e gerenciamento de energia; 6.7. Abastecimento de veículos a célula combustível; 6.8. Aspectos de segurança para veículos a hidrogênio; 6.9. Overview sobre o projeto e construção do ônibus a célula combustível Brasileiro. 7. Tecnologias de transporte sustentável com hidrogênio e eletricidade: 7.1. O setor de transportes e a transição energética; 7.2. Hidrogênio como combustível para os transportes; 7.3. Mobilidade com hidrogênio; 7.4. Veículos com pilha a combustível movidos a hidrogênio; 7.5. Ônibus a hidrogênio. 8. A Segurança no armazenamento e no transporte do Hidrogênio: 8.1. Armazenamento e transporte: 8.1.1 Armazenamento subterrâneo; 8.1.2 Vasos de alta pressão; 8.1.3 Hidrogênio Comprimido (C-H2); 8.1.4 Hidrogênio Liquefeito (LH2); 8.1.5 Amônia (NH3); 8.1.6 Gasodutos. 9. Hidrogênio verde Aliança Brasil - Alemanha: 9.1. Aliança verde Brasil-Alemanha; 9.2. O contexto global do hidrogênio verde; 9.3. Sector mapping hydrogen Brazil; 9.4. A estratégia alemã para o hidrogênio. 10. Profissionais do futuro e áreas de atuação na indústria do hidrogênio verde: 10.1. Estimativa de empregos e crescimento do setor; 10.2. Demanda do setor produtivo; 10.3. Perfis profissionais demandados na indústria do hidrogênio verde.

Lehrpläne für drei Ausbildungsberufe:

- Operador de Logística de Transporte de Gases
- Especialista Técnico em Operação de Usinas de Produção de Hidrogênio Verde
- Especialista em Sistemas de Hidrogênio Verde

Expertenbasierter Prozess zur Lehrplanentwicklung

CERTIFICADO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial confere o presente certificado a

Marc Boverschulte

Por participar do **Comitê Técnico Setorial Nacional de Energia Renovável Hidrogênio Verde**,
realizado nos dias **18, 19, 20, 25 e 26 de maio de 2022**
com duração de **20 horas**, de **Forma Virtual**.



Participante



Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor Geral do SENAI
Departamento Nacional



SENAI

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO



www.iit-berlin.de/en

Contact: bovenschulte@iit-berlin.de