

Dienstleistungen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette

Verbrauch/Anwendung:

Brennstoffzellensystem

H₂-Kompetenz @ HydroHub

Unsere Dienstleistungen erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft – von der Erzeugung über Transport und Speicherung bis hin zur Nutzung in unterschiedlichen Anwendungsbereichen.

Energieerzeugung

Renewables
(z. B. Windenergie,
Solarenergie)

Konventionelle Kraftwerke

Geothermie

H₂-Erzeugung

Elektrolyse
Meerwasserent-
salzungsanlage

Reformierprozesse

Methanpyrolyse

Verteilung/Transport

Stromnetz
Pipelines
Wärmenetz

Intelligente Netze
Füllstationen/
Tanksysteme

Tankfahrzeuge
(Lkw, Zug, Schiff)

Speicherung

Batteriespeicher
Gasspeicher

Kavernenspeicher
(H₂ und CO₂)

Druckbehälter
H₂-Hydridspeicher

Verbrauch/Anwendung

Brennstoffzellensystem
Methanol-Synthese-
Einheit

Carbon Capture and Utilization
Mobilität (z. B. eFuels)
Rückverstromung

Power-to-X (Gas, Heat, Liquid)
Industrielle Anwendungen
(z. B. Raffinerie)

H₂-Kompetenz @ HydroHub

Wir begleiten Wasserstoffprojekte ganzheitlich und bieten je nach Anwendungsbereich ein breites Leistungsportfolio in den Phasen Konzept/Planung, Herstellung, Betrieb sowie Stilllegung/Entsorgung.



Konzept/Planung

Wir unterstützen Sie von Anfang an bei Forschungs- und Projektvorhaben sowie spezifischen Aufgabenstellungen. Schon in der Konzeptionierungsphase stehen wir Ihnen mit Machbarkeitsstudien, strategischer und finanzieller Beratung und einer großen Bandbreite organisatorischer und technischer Dienstleistungen zur Seite. Neben der Konzepterstellung unter Betrachtung rechtlicher, technischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen übernehmen wir die Anforderungsanalyse und begleiten Sie im Prozess der Machbarkeitsermittlung über die Grundlagen- und Entwurfsplanung bis hin zur Genehmigungsplanung.



Herstellung

Seit über 150 Jahren gehört es zu unseren Aufgaben, technische Gefahrenquellen zu analysieren und zu beherrschen. Mit einer großen Bandbreite an spezifischen Services sind wir daher in der Lage, Sie bei der Integration von Wasserstofftechnologien in die industrielle Wertschöpfungskette kompetent zu begleiten. Unser Spektrum an Dienstleistungen reicht hier von Erkundung und Bau über Projektleitung, Dokumenten- und Betreiberpflichtenmanagement, Basic und Detail Engineering für den verfahrenstechnischen Prozess bis hin zur herstellungsbegleitenden Projektunterstützung mit umfangreichen geo-, umwelt- und ingenieurtechnischen Dienstleistungen.



Betrieb

Einen reibungslos laufenden Betrieb unterstützen wir mit einem umfassenden Leistungsportfolio und dem primären Ziel, die Betriebszuverlässigkeit zu optimieren und Schäden zu verhindern. Unsere Dienstleistungen unterstützen Sie bei der Umsetzung Ihrer Betriebsstrategien sowie bei den damit verbundenen Optimierungs-, Wartungs- und Instandhaltungskonzepten. Unser sicherheitsorientiertes Vorgehen sowie die Betriebsüberwachung und die Erstellung von Konzepten zur Schadensvermeidung tragen letztlich dazu bei, Wasserstoff in der öffentlichen Wahrnehmung als sichere und beherrschbare Technologie zu etablieren.



Stilllegung/Entsorgung

So wie wir von der ersten Projektidee in der Konzeptphase für Sie da sind, stehen wir Ihnen auch in der Stilllegung von Anlagen mit allen erforderlichen Services für den Rückbau und die Entsorgung zur Seite – inklusive der Projektleitung und umfassenden Dienstleistungen im Rahmen des Betreiberpflichtenmanagements. Wir erstellen Konzepte nach aktuellen gesetzlichen Vorgaben, Normen und Regelwerken und unterstützen Sie mit der Identifikation, Analyse und Vermeidung potenzieller Risiken bei Eingriffen.

Brennstoffzellen: Motor der Wasserstoffwirtschaft

Brennstoffzellen werden zur Verstromung von Wasserstoff benötigt. Indem sie chemische Energie direkt in elektrische Energie und Wärme umwandeln, verfügen sie über signifikant höhere Wirkungsgrade als konventionelle Kraftwerke. In Kombination mit einem Brennstoffspeicher und einer Wasserstoff-Rezyklierung ermöglichen Brennstoffzellensysteme eine vollständig schadstofffreie Energieerzeugung. Das Leistungsspektrum von Brennstoffzellen reicht vom Sub-kW-Bereich einzelner Zellen bis in den MW-Bereich in Form virtueller Kraftwerke. Ihr Einsatzgebiet erstreckt sich von der Wärme- und Stromversorgung in Gebäuden über netzferne Anwendungen bis hin zum Antrieb von Fahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen.

Wir sind Ihr Partner für die Erforschung, Entwicklung und den Markteinsatz von Brennstoffzellentechnologien – insbesondere mit Blick auf kommunale und industrielle Akteure, die sich auf die Nutzung von Wasserstoff ausrichten. Mit modernsten Analysemethoden und kompetenten Fachleuten stehen wir Ihnen zur Seite, um Ihr Projekt sicher und erfolgreich durchzuführen und Sie nach Möglichkeit von Förderungen profitieren zu lassen. Sprechen Sie uns an.

Brennstoffzellen-Technologien

Aktuell kommen 6 verschiedene Typen von Brennstoffzellen zum Einsatz. Sie verstromen unterschiedliche Gase, nutzen verschiedene Elektrolyten und werden abhängig

von ihrer Betriebstemperatur in Nieder-, Mittel- und Hochtemperaturbrennstoffzellen klassifiziert.

Typ	Anodengas	Kathodengas	Elektrolyt	Arbeits-temperatur	Leistungsbereich	Zellen-Wirkungsgrad
Alkalische Brennstoffzelle AFC	Wasserstoff	Sauerstoff	Kalilauge	20 °C–90 °C	bis 100 kW	60%–70%
Membran-brennstoffzelle PEMFC	Wasserstoff	Luftsauerstoff	Polymermembran	20 °C–80 °C	bis 500 kW	50%–70%
Direkt-Methanol-brennstoffzelle DMFC	Methanol	Luftsauerstoff	Polymermembran	20 °C–130 °C	bis 100 kW	20%–30%
Phosphorsäure-Brennstoffzelle PAFC	Wasserstoff, Erd- bzw. Biogas	Luftsauerstoff	Phosphorsäure	160 °C–220 °C	bis 10 MW	55%
Karbonatschmelzen-Brennstoffzelle MCFC	Erd-, Kohle-, Biogas	Luftsauerstoff	Alkalicarbonat-schmelzen	620 °C–660 °C	bis 100 MW	65%
Oxidkeramische Brennstoffzelle SOFC	Erd-, Kohle-, Biogas	Luftsauerstoff	Yttriumstabilisiertes Zirkonoxid	800 °C–1000 °C	bis 100 MW	60%–65%

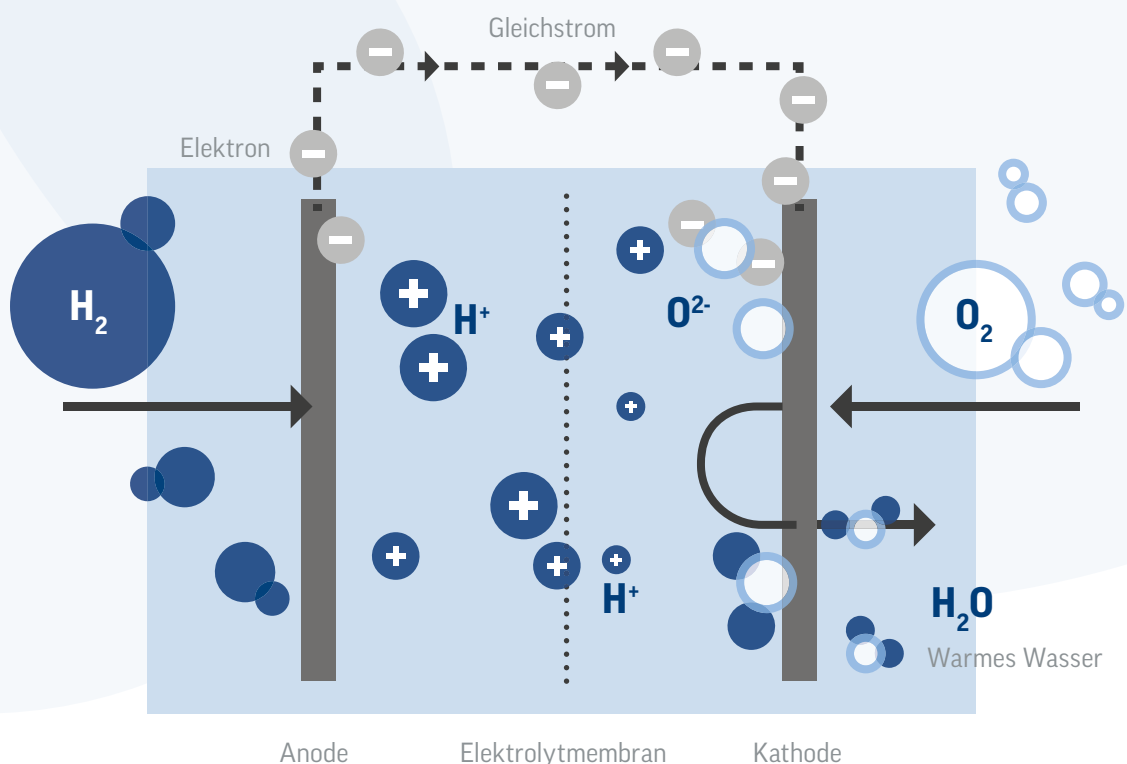
Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise

Eine Brennstoffzelle besteht aus einem Verbund von mehreren Zellen, die durch Separatoren getrennt werden und zu einem Stapel oder Stack angeordnet sind. Der Aufbau erfolgt planar in Schichten oder bei oxidkeramischen Brennstoffzellen auch tubulär als Röhrensystem.

Den Kern einer einzelnen Zelle bildet ein flüssiger oder fester Elektrolyt, der beidseitig von bipolaren Elektrodenplatten (Anode und Kathode) eingefasst ist. Die Platten besitzen eine poröse Diffusionsschicht (GDL – Gas Diffusion Layer), die die Reaktionsgase über eine edelmetallbeschich-

tete Katalysatorfläche führt (Nieder- und Mitteltemperaturbereich) oder über einen Katalysator aus Nickel, Keramik oder Stahl (Hochtemperaturbereich).

Auf diese Weise wird bei den meisten Brennstoffzellentypen der Wasserstoff anodenseitig gespalten und die Elektronen zum elektrischen Verbraucher abgeführt. Die Wasserstoffprotonen wandern durch den Elektrolyten zur Kathodenseite und verbinden sich dort mit dem zugeführten Sauerstoff zu Wasser.



Einsatzgebiete und Nutzung

Das Einsatzspektrum für Brennstoffzellen ist groß und wächst ständig, da sie im Betrieb zuverlässig, wartungsarm und umweltschonend sind. Während sich alle Brennstoffzellentypen für stationäre Anwendungen eignen,

NIEDERTEMPERATURBRENNSTOFFZELLEN

Alkalische Brennstoffzelle (AFC – Alkaline Fuel Cell)

Dieser Brennstoffzellentyp setzte Meilensteine in der Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie, vor allem in der Raumfahrt und beim Antrieb von U-Booten. Auch das weltweit erste Brennstoffzellen-Passagierboot wurde von alkalischen Brennstoffzellen angetrieben.

Trotz seines robusten Systems hat dieser Brennstoffzellentyp jedoch eine verhältnismäßig niedrige Lebensdauer und erreicht nicht die hohe Leistungsdichte der heute weitverbreiteten Membran-Brennstoffzellen.

Membran-Brennstoffzelle (PEMFC – Proton Exchange Membrane Fuel Cell)

Kein anderer Brennstoffzellentyp lässt sich so vielseitig einsetzen. Aufgrund der hohen Dynamik in der Leistungsabgabe werden Membran-Brennstoffzellen häufig im mobilen Bereich genutzt, z. B. in Pkw, Kleintransportern und Bussen, aber auch für Anwendungen in der Luft- und Schifffahrt.

Ein weites Einsatzfeld ist die Notstromversorgung, etwa im Schienenverkehr und in der Telekommunikation sowie die Absicherung kritischer industrieller Infrastrukturen oder Rechenzentren. Kleinere Brennstoffzellensysteme kommen

kommen in der portablen und mobilen Nutzung hauptsächlich Membran-Brennstoffzellen und Direktmethanolbrennstoffzellen zum Einsatz.

z. B. bei portablen Generatoren zum Einsatz oder stationär im Bereich der Hausenergieversorgung durch Blockheizkraftwerke. Größere Systeme finden sich z. B. in Krankenhäusern, Schwimmbädern oder anderen kommunalen Versorgungseinrichtungen.

Direktmethanolbrennstoffzelle (DMFC – Direct Methanol Fuel Cell)

Dank ihrer unkomplizierten Handhabung findet diese Brennstoffzellentechnologie große Verbreitung. Stationär z. B. für die netzferne Stromversorgung von Messstationen, Überwachungssystemen oder Kommunikationseinrichtungen. Portabel z. B. im Freizeitbereich, etwa beim Camping, und mobil häufig als Range Extender für Elektrofahrzeuge, denen sie aufgrund ihrer hohen Speicherdichte eine große, umweltfreundliche Reichweite ermöglichen.

Durch die Reaktion von Methanol mit Sauerstoff fällt bei der Direktmethanol-Technologie zusätzlich zum Wasserdampf ein geringer Anteil CO_2 an.



MITTEL- UND HOCHTEMPERATURBRENNSTOFFZELLEN

Phosphorsäurebrennstoffzelle (PAFC – Phosphoric Acid Fuel Cell)

Als Mitteltemperaturbrennstoffzelle verfügt dieser Zellentyp nicht nur über eine höhere Arbeitstemperatur als Niedertemperaturbrennstoffzellen, sondern auch über eine gewisse CO- und CO₂-Toleranz, sodass sie vorwiegend mit reformiertem Erdgas betrieben werden kann. Aufgrund ihres sauren, aggressiven Elektrolyten besitzt sie jedoch auch eine vergleichsweise geringe Lebensdauer. Sie kommt im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung zum Einsatz, z. B. in der stationären Energieversorgung für Industrieanlagen, Einkaufszentren, Krankenhäuser oder Wohnsiedlungen.

Schmelzkarbonatbrennstoffzelle (MCFC – Molten Carbonate Fuel Cell)

Als Hochtemperaturbrennstoffzelle hat die Schmelzkarbonatbrennstoffzelle den Vorteil, unempfindlich gegenüber CO zu sein und Erd-, Kohle, Bio- und Synthesegas ohne den Prozess der Reformierung direkt nutzen zu können. Allerdings erfordert ihr interner CO₂-Kreislauf ein zusätzliches Elektrolyt- und CO₂-Management. Wie bei der Mitteltemperaturbrennstoffzelle steht die Wärmeproduktion

gegenüber der Stromproduktion im Vordergrund. Da sie über eine längere Anfahrphase verfügt und ihre Lebensdauer maßgeblich durch die Anzahl der Start-Stopp-Zyklen bestimmt wird, arbeitet sie in Kraftwerken und Heizkraftwerken idealerweise im Grundlastbetrieb.

Oxidkeramische Brennstoffzelle (SOFC – Solid Oxide Fuel Cell)

Im Vergleich zur Schmelzkarbonatbrennstoffzelle zeichnet sich die oxidkeramische Brennstoffzelle durch ein vergleichsweise einfaches System, hohe Lebensdauer und hohe Wirkungsgrade aus. Ihre Arbeitstemperatur von bis zu 1.000 °C prädestiniert diese leistungsfähigen Hochtemperaturbrennstoffzellen zur Auskoppelung von Prozesswärme und damit zum stationären Einsatz in Kraftwerken und Heizkraftwerken, aber auch für Heizanlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern. In Kombination mit Gasturbinen werden oxidkeramische Brennstoffzellen auch in kleineren Blockheizkraftwerken und Großanlagen zur Stromerzeugung eingesetzt.



Unsere Dienstleistungen

Brennstoffzellen und Brennstoffzellensysteme besitzen ein großes Marktpotenzial in nahezu allen Bereichen der emissionsfreien Energieversorgung. Mit umfassenden Dienstleistungen in den Bereichen Consulting, Engineering und Training unterstützen wir Hersteller und Anwender in folgenden Phasen:

	Konzept/ Planung	Herstellung	Betrieb	Stilllegung/ Entsorgung
				
Erstellung von Konzepten nach aktuellen gesetzlichen Vorgaben, Normen und Regelwerken	●			●
Erstellung von Pflichtenheften	●			●
Erstellung von Lastenheften	●			●
Erstellung von Inbetriebnahme- und WKP-Konzepten	●			
Schwachstellenanalysen, Identifikation und Analyse von potenziellen Risiken	●			●
Erstellung, Beratung von Schutzstaffelplänen, Schutzprüfungen	●			●
Konzeption und Beratung (IBN, WKP) von Inselnetzen unter Einbindung von bspw. dezentralen Erzeugungseinheiten, Elektrolyseuren und etwaigen Speichersystemen (on- und offshore)	●			
Erstellung von Risikoanalysen zur Festlegung des Gefährdungspotenzials bei Eingriffen	●			●
Erstellung von Sicherungskonzepten	●			●
Beratung, Bewertung von elektrischen und mechanischen Sicherungssystemen	●			●
Beratung, Bewertung bei Errichtung und Betrieb von Alarmempfangsstellen	●			●
Beratung, Bewertung bei Festlegung von Interventionsmaßnahmen durch Wach-/Sicherheitsunternehmen oder Polizei	●			●

	Konzept/ Planung 	Herstellung 	Betrieb 	Stilllegung/ Entsorgung 
Beratung, Bewertung bei Festlegung von administrativen Sicherungsmaßnahmen	•			•
Technical Advisory Services	•			
Projektleitung und Dokumentenmanagement	•	•	•	•
Schadenbegutachtungen und Analyse der Schadensursachen, Erstellung Vermeidungskonzepte			•	
Analyse und Bewertung von Schäden und Maßnahmen zur Verhinderung vergleichbarer Störungen			•	
Pflege von Ausfallstatistiken zur Bewertung der Betriebszuverlässigkeit vergleichbarer Anlagen/Komponenten			•	
Analyse von Stromnetzen: z. B. Kurzschluss-, Lastflussberechnungen, Auslastungs- und Optimierungsbetrachtungen			•	





HydroHub

Eine Initiative von Unternehmen
der TÜV NORD GROUP

EE ENERGY ENGINEERS GmbH
TÜV NORD GROUP
Wissenschaftspark
Munscheidstraße 14
45886 Gelsenkirchen

wasserstoff@hydrohub.de
www.hydrohub.de

Ihr Ansprechpartner

Dr. Carsten Gelhard
Leiter HydroHub
Mobil: +49 (0)160 888-2036
Tel.: +49 (0)201 825-2026
gelhard@energy-engineers.de

