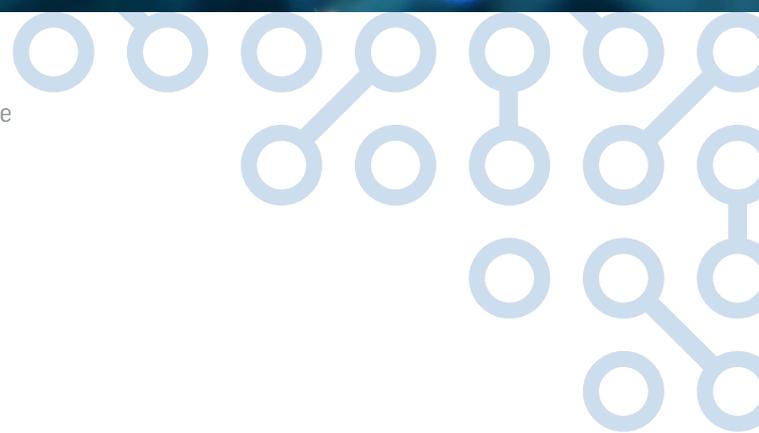




Dienstleistungen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette

H₂-Erzeugung:

Elektrolyse



HydroHub

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.

Elektrolyseure – die Technologie zur Wasserstoffherzeugung

Für die Wasserelektrolyse kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, die aufgrund spezifischer Technologien, Materialien, Stromdichten, Temperaturen und weiterer Faktoren unterschiedliche energetische Wirkungsgrade erreichen. Was die Verfahren verbindet, ist ihr Prinzip mithilfe von elektrischem Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zu spalten. Dabei gewinnen sie aus zwei Wassermolekülen ($2\text{H}_2\text{O}$) je zwei Wasserstoffmoleküle (2H_2) und ein Sauerstoffmolekül (O_2). Unter Verwendung von Strom aus regenerativen Energien entsteht dabei der sogenannte grüne Wasserstoff.

Wir sind Ihr Partner für die Entwicklung, Erprobung und Integration leistungsfähiger Elektrolyseure in Ihre Prozessketten – vom Einsatz kleinerer Systeme in Forschungseinrichtungen oder im Mobilitätssektor bis hin zu großen Anlagen im Bereich energieintensiver Industrien. Mit modernsten Analyse- und Messmethoden 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.

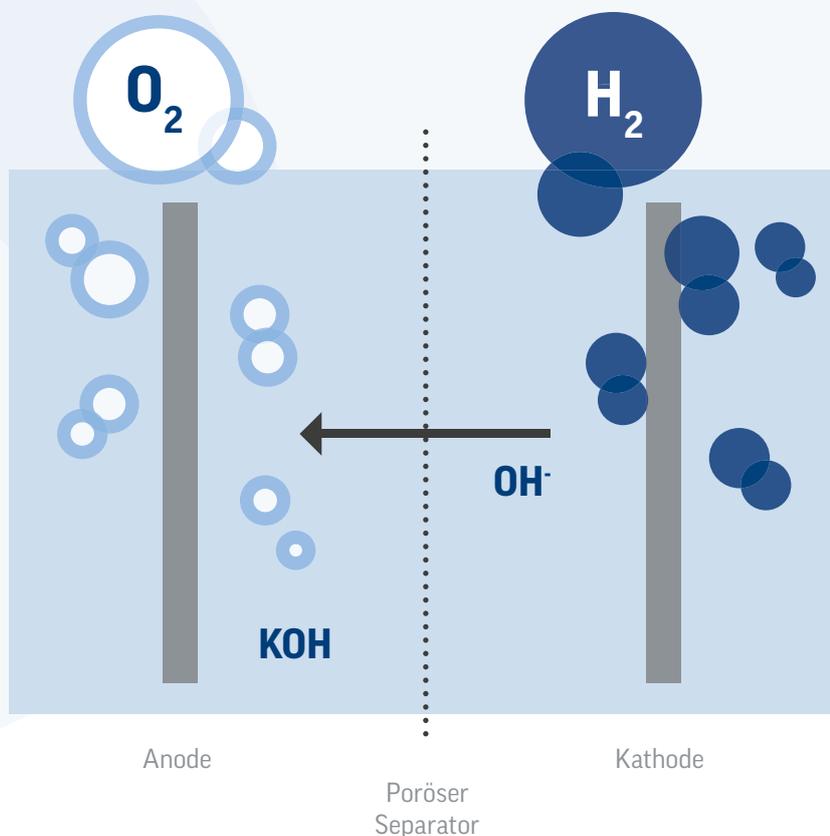


Übersicht der Verfahren zur Wasserelektrolyse

AEL-ELEKTROLYSE (ALKALISCHER ELEKTROLYSEUR)

Alkalische Elektrolyseure sind weltweit in industriellem Maßstab im Einsatz, da sie mit vergleichsweise günstigen Materialien arbeiten. Als Elektrolyt nutzen sie eine Kaliumhydroxid-Lösung (KOH) mit einer Konzentration von 20–40%. Unter einer Gleichspannung von mindestens 1,5 Volt wird dabei an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff gebildet. Als Elektroden dienen nickelbasierte Elektroden sowie rutheniumoxid- oder iridiumoxidbeschichtete Titanelektroden.

Limitierte Effizienz: Anode und Kathode werden bei alkalischen Elektrolyseuren durch eine poröse, semipermeable Zirfon-Membran getrennt, die nur einem begrenzten Druck standhält und nur bei geringen Stromdichten betrieben werden kann (max. 600 Milliampere pro Quadrat-zentimeter Membranfläche). Der Wasserstoff muss daher anschließend unter hohem Energieaufwand komprimiert werden, damit er sich speichern und weitertransportieren lässt.

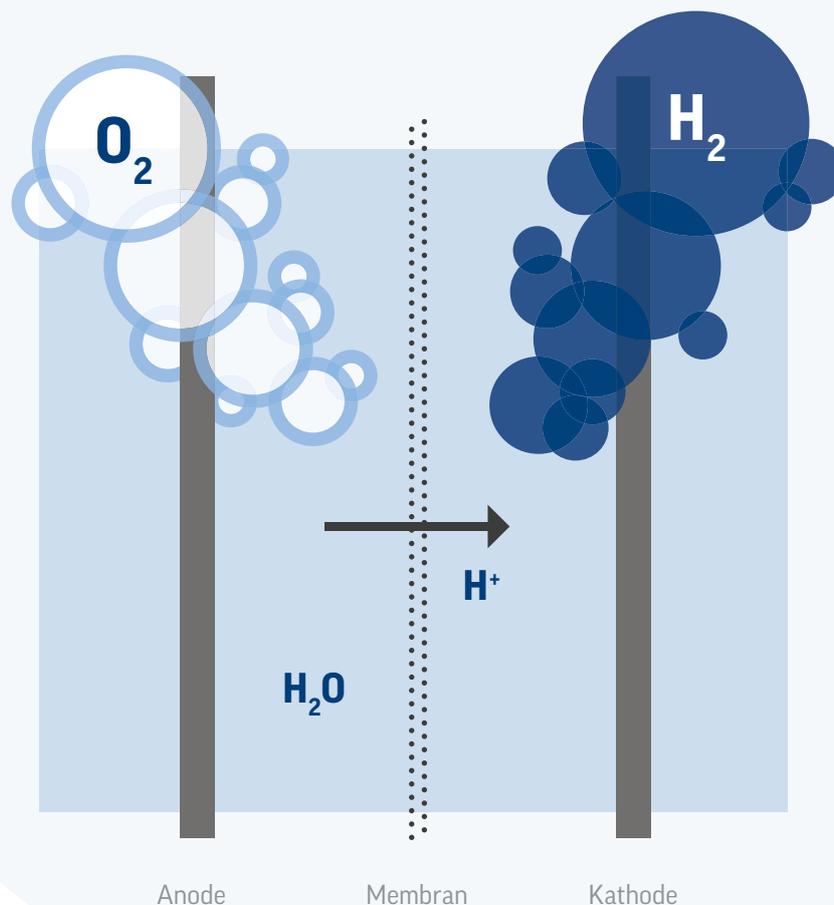


PEM-ELEKTROLYSE (SAURER ELEKTROLYSEUR)

Im PEM-Elektrolyseur kommt statt eines flüssigen Elektrolyts ein Festpolymer-Elektrolyt zum Einsatz (Proton Exchange Membrane). Die Membran wird von destilliertem Wasser oder von Trinkwasser umspült. Das aggressive, saure Milieu stellt hohe Anforderungen an die Materialien, weshalb die Polymermembran kathodenseitig mit einer porösen platinbeschichteten Kohlenstoffelektrode ausgerüstet ist und anodenseitig meist eine Ruthenium- oder Iridiumoxidbeschichtung besitzt.

Hohe Effizienz: Mit 2.000 Milliampere pro Quadratmeter Membranfläche erlaubt die feste, semipermeable

Polymermembran eine dreimal höhere Stromdichte als die Zirfon-Membran in AEL-Anlagen. Darüber hinaus erträgt sie größere Lastschwankungen. Da PEM-Elektrolyseure unter hohem Druck betrieben werden können, reduzieren sie zudem den Energieaufwand für die anschließende Wasserstoffkomprimierung zwecks Speicherung und Transport. Die höhere Effizienz der PEM-Elektrolyse macht es möglich, mit kleineren Elektrolyseuren die gleiche Menge Wasserstoff herzustellen wie mit größeren AEL-Einheiten. Bei Ersatz des teuren Katalysators Platin durch Molybdänsulfid lassen sich zudem in der Herstellung Investitionskosten reduzieren.



HTE-ELEKTROLYSE (HOCHTEMPERATUR- ODER DAMPFELEKTROLYSEUR)

Ein Hochtemperatur-Elektrolyseur arbeitet im Temperaturspektrum zwischen 100 °C bis ca. 900 °C, wobei der Wirkungsgrad der Temperatur entsprechend zunimmt. Im Vergleich zu AEL- und PEM-Elektrolyseuren benötigt er keine Edelmetallkomponenten. Der Wasserdampf trifft auf eine Festoxid-Elektrolysezelle, in der die Spaltung der Wassermoleküle über Nickel-Cermet Dampf-Wasserstoffelektroden und Mischoxide aus Lanthan, Strontium und Kobalt-Sauerstoffelektroden erfolgt.

Höchste Effizienz: Mit Wirkungsgraden von bis zu 90% gilt die Hochtemperatur-Elektrolyse als besonders effizienter Weg zur industriellen Wasserstoffherzeugung. Ihre Vorteile liegen im Bereich energieintensiver Sektoren, wie etwa der Stahlindustrie, wo große Mengen an Abwärme verfügbar sind und in der Hochtemperatur-Elektrolyse genutzt werden können.

Unsere Dienstleistungen

In der Entwicklung und im Betrieb von Elektrolyseuren stehen wir Ihnen mit allen erforderlichen Services zur Seite. Von der Erstellung normenkonformer Konzepte, Pflichten- und Lastenhefte über spezifische Risikoanalysen bis hin zur kompletten Projektleitung bieten wir Ihnen umfassende Dienstleistungen in den Bereichen Consulting, Engineering und Training – in allen Phasen des jeweiligen Projekts:

	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 Risikoanalysen und Gefährdungsbeurteilungen	●			●
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	●	●	●	●
Erstellung von Sicherheitsabschaltmatrizen für die Sicherheitskette	●			
Erstellung von Brand- und Explosionsschutzkonzepten	●			
Berechnung von Druckwellen (Explosion oder Bersten)	●			
Strömungstechnische Optimierung von Komponenten	●			
Dimensionierung von Sicherheitsarmaturen	●			
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

