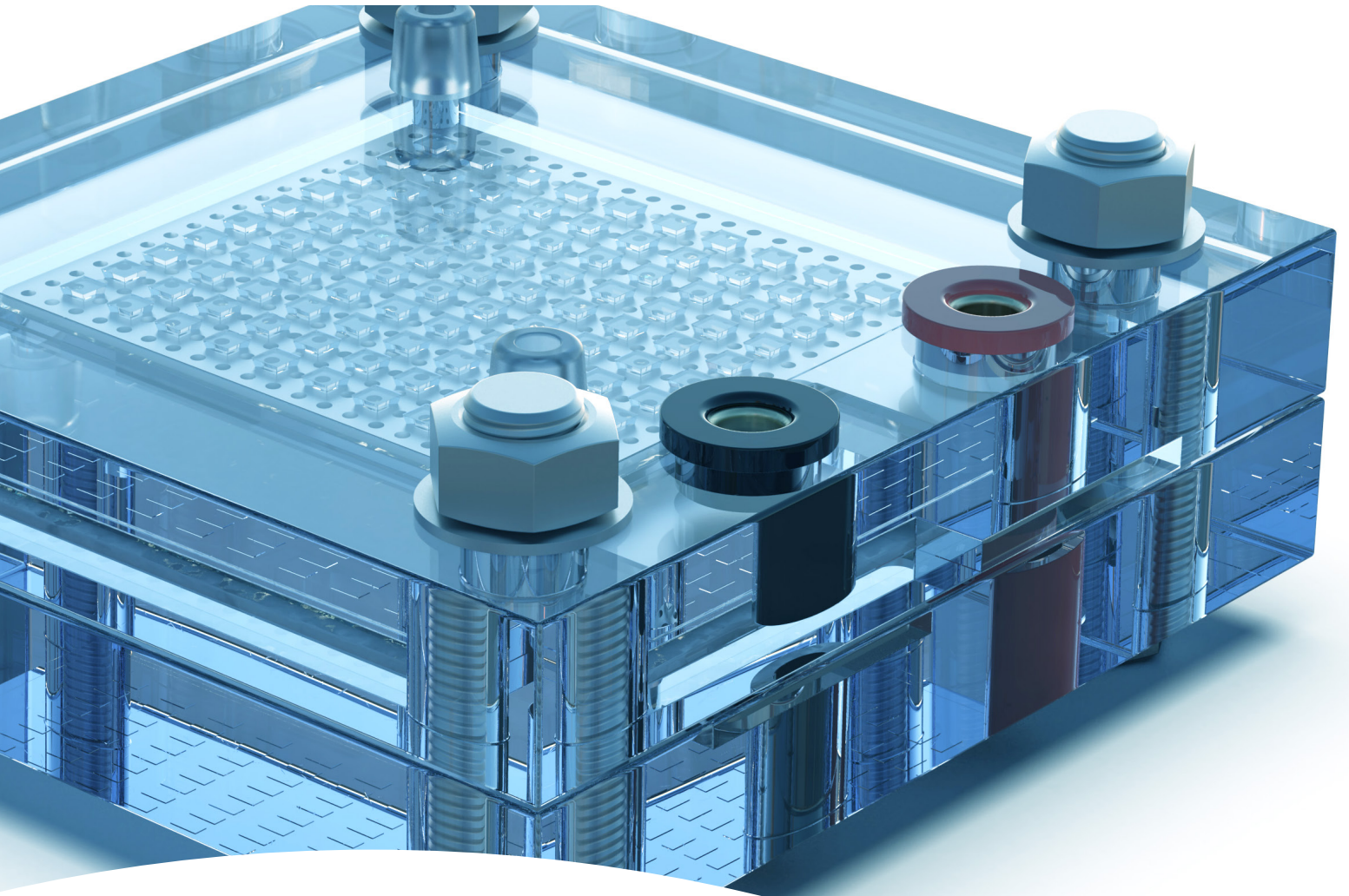

Dienstleistungen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette

Verbrauch/Anwendung:

Brennstoffzellensysteme



TÜV®

TÜV NORD GROUP

TÜV NORD

H₂-Kompetenz @ TÜV NORD

1. Energieerzeugung

Windenergie ■■■

2. H₂-Erzeugung

Elektrolyse ■■■

Meerwasserentsalzungsanlage ■■■

3. Verteilung/Transport

Stromnetz ■■■

Pipelines ■■■

Wärmenetz ■■■

Intelligente Netze ■■■

Rohrleitungen ■■

Füllstationen/Tanksysteme ■

Tankfahrzeuge (Lkw, Zug, Schiff) ■

4. Speicherung

Batteriespeicher ■■■

Gasspeicher ■■■

Kavernenspeicher (H₂ und CO₂) ■■■

Druckbehälter ■■■

H₂-Hydridspeicher ■

5. Verbrauch/Anwendung

Brennstoffzellensystem ■■■

Methanol-Synthese-Einheit ■■■

Raffinerie ■■■

Mobilität ■■

In jedem Dienstleistungsbereich unterstützen wir Sie in folgenden Phasen:

■ Konzept/Planung ■ Herstellung ■ Betrieb



Konzept/Planung

Wir unterstützen Sie in der Konzeptphase mit umfassenden Dienstleistungen, die Ihrem Projekt in technisch und rechtlich relevanten Aspekten von Anfang an die nötige Sicherheit geben. Vom Produktentwurf über die Prüfung von Lasten- und Pflichtenheften bis hin zur Anlagenentwicklung und Prozessoptimierung haben unsere Spezialisten die Details und das angestrebte Ziel im Blick und sind mit modernsten IT- und KI-Instrumenten sowie einer großen Bandbreite von Risikoanalyse-, Zertifizierungs-, Prüf- und Bewertungsdienstleistungen auf Ihre Aufgabenstellung vorbereitet.



Herstellung

Mit spezifischen Prüfungs-, Auditierungs- und Abnahmedienstleistungen stehen wir Herstellern neutral und fachlich kompetent als notifizierte und akkreditierte Stelle zur Seite. Hierzu gehören auch die Überprüfung und Zertifizierung als Werkstoffhersteller, was für die Herstellung bestimmter Produkte unerlässlich ist. Zu unserem Leistungsportfolio gehören darüber hinaus die Prüfung von Herstellungsverfahren, Werkstoffbewertungen, Belastungstests, Schadensgutachten und Produktzertifizierungen. Zudem bieten wir neben der Überwachung der Fertigung auch die Begleitung von Inbetriebnahmen sowie Montagearbeiten und die Einweisung des Personals in Herstellungsprozesse an.



Betrieb

Nach Aufstellung und Inbetriebnahme helfen wir Ihnen im laufenden Betrieb Stillstandszeiten zu vermeiden, technische Gefahrenpotenziale sowie Schwachstellen zu beseitigen und unter Einsatz softwaregestützter Wartungssysteme Kosten zu senken. Wir übernehmen sämtliche wiederkehrenden Prüfungen sowie spezifische Prüfungen elektrischer und mechanischer Anlagen und Systeme. Zudem können wir risikobasierte Instandhaltungspläne erstellen und Ihnen maßgeschneiderte Strategien zur Reduzierung von Betriebsrisiken sowie zur nachhaltigen Erhöhung der Anlagensicherheit liefern.

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-Rezyklisierung 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 Anwen-

dungen 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 100kW	60%-70%
Membran-brennstoffzelle PEMFC	Wasserstoff	Luftsauerstoff	Polymer-membran	20°C-80°C	bis 500kW	50%-70%
Direkt-Methanol-brennstoffzelle DMFC	Methanol	Luftsauerstoff	Polymer-membran	20°C-130°C	bis 100kW	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 100MW	65%
Oxidkeramische Brennstoffzelle SOFC	Erd-, Kohle-, Biogas	Luftsauerstoff	Yttriumstabilisiertes Zirkonoxid	800°C-1000°C	bis 100MW	60%-65%

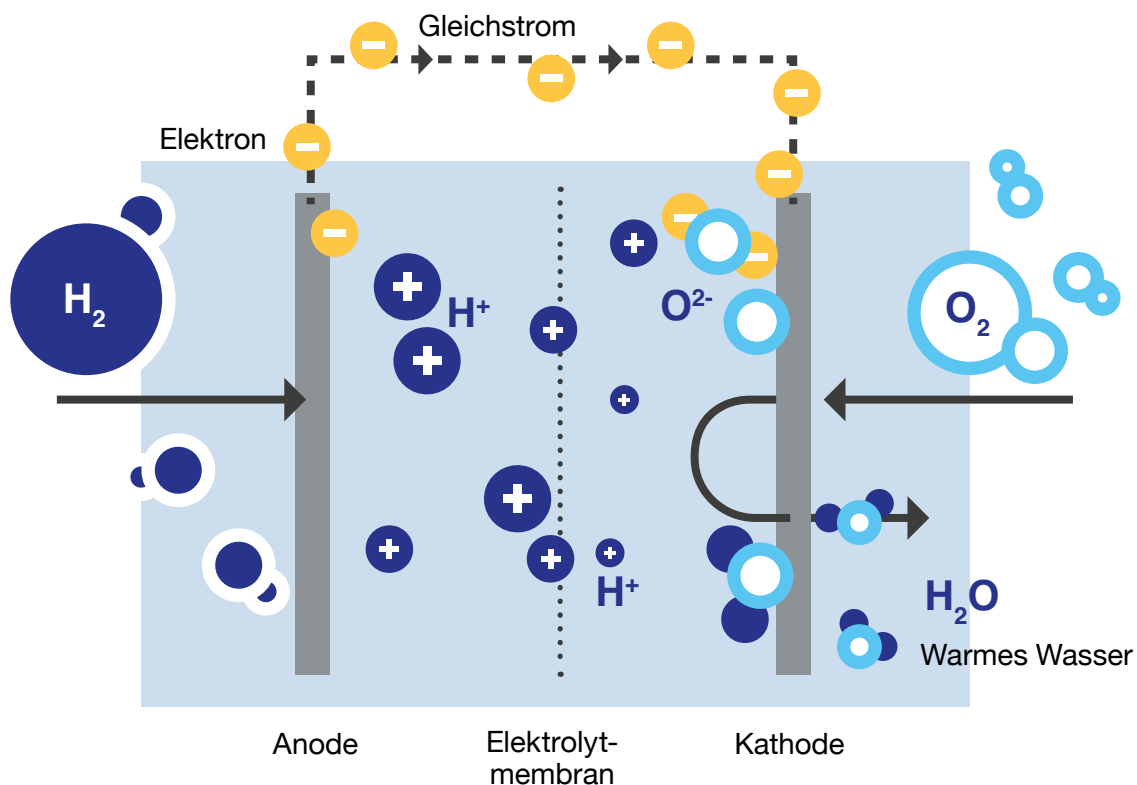
Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise

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 Dif-

fusion Layer), die die Reaktionsgase über eine edelmetallbeschichtete 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, kommen in der portablen und mobilen Nutzung hauptsächlich Membran-Brennstoffzellen und Direktmethanolbrennstoffzellen zum Einsatz.

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 Telekom-

munikation sowie die Absicherung kritischer industrieller Infrastrukturen oder Rechenzentren. Kleinere Brennstoffzellensysteme kommen 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 Mitteltempe-




raturbrennstoffzelle 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 Testing, Inspection und Certification unterstützen wir Hersteller und Anwender in folgenden Phasen:

	Konzept/ Planung	Herstellung	Betrieb
			
Prüfung von Konzepten nach aktuellen gesetzlichen Vorgaben, Normen und Regelwerken	■		
Prüfung von Pflichtenheften	■		
Prüfung von Lastenheften	■		
Prüfung von Komponentenauslegungen auf Basis von Normen, Anforderungskatalogen Dritter oder Kundenanforderungen	■		
Zertifizierung von Schutzgeräten	■		
Prüfung von Schutzstaffelplänen, Schutzprüfungen	■		
Analyse von Stromnetzen	■		
Zertifizierung des Netzanschlusses	■		
Zertifizierung von Schutzgeräten, Schutzprüfungen, Schutzauslegung	■		
Konformitätsbewertungen von elektronischen Komponenten/Systemen	■		
Prüfung von Aufbau, Konstruktion, Funktionsweise und Zuverlässigkeit von Hebezeugen, Krananlagen und Lastaufnahmeeinrichtungen	■		
Prüfung von Risikoanalysen zur Festlegung des Gefährdungspotenzials bei Eingriffen Unbefugter	■		
Prüfung von Sicherungskonzepten	■		
Prüfung bei Festlegung von Interventionsmaßnahmen durch Wach-/Sicherheitsunternehmen oder Polizei	■		

Dienstleistungen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette: Verbrauch/Anwendung

	Konzept/ Planung	Herstellung	Betrieb
			
Prüfung bei Festlegung von administrativen Sicherungsmaßnahmen	■		
Prüfung von Inbetriebnahme- und WKP-Konzepten	■		
Technical Due Diligence	■		
Technical, Financial, Legal Due Diligence (mit externen Partnern)	■		
Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit	■		■
Prüfung bei Errichtung und Betrieb von Alarmempfangsstellen		■	
Fertigungsüberwachung und -auditierung		■	
Prüfung und Begleitung von Inbetriebnahmen und Montagearbeiten		■	
Abnahme- und Funktionsprüfungen		■	
Abnahmeprüfungen (IBN, WKP) von Inselnetzen unter Einbindung von bspw. dezent. Erzeugungseinheiten, Elektrolyseur und etwaigen Speichersystemen (on- und offshore)		■	
Prüfung von Schaltgeräten/Schaltschränken nach EN 61439-1			■
Prüfung von elektrischen und mechanischen Sicherungssystemen			■
Wiederkehrende Prüfungen			■

TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG

Große Bahnstraße 31, 22525 Hamburg

wasserstoff@tuev-nord.de

www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff

