

---

Dienstleistungen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette

H<sub>2</sub>-Erzeugung:

# Elektrolyse



TÜV®



TÜV NORD GROUP

# H<sub>2</sub>-Kompetenz @ TÜV NORD

## 1. Energieerzeugung

Windenergie ■■■

## 2. H<sub>2</sub>-Erzeugung

Elektrolyse ■■■

Meerwasserentsalzungsanlage ■■■

## 3. Verteilung/Transport

Stromnetz ■■■

Pipelines ■■■

Wärmenetz ■■■

Intelligente Netze ■■■

Rohrleitungen ■■

Füllstationen/Tanksysteme ■

Tankfahrzeuge (Lkw, Zug, Schiff) ■

## 4. Speicherung

Batteriespeicher ■■■

Gasspeicher ■■■

Kavernenspeicher (H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>) ■■■

Druckbehälter ■■■

H<sub>2</sub>-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.

# 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 (2H<sub>2</sub>O) je zwei Wasserstoffmoleküle (2H<sub>2</sub>) und ein Sauerstoffmolekül (O<sub>2</sub>). 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.

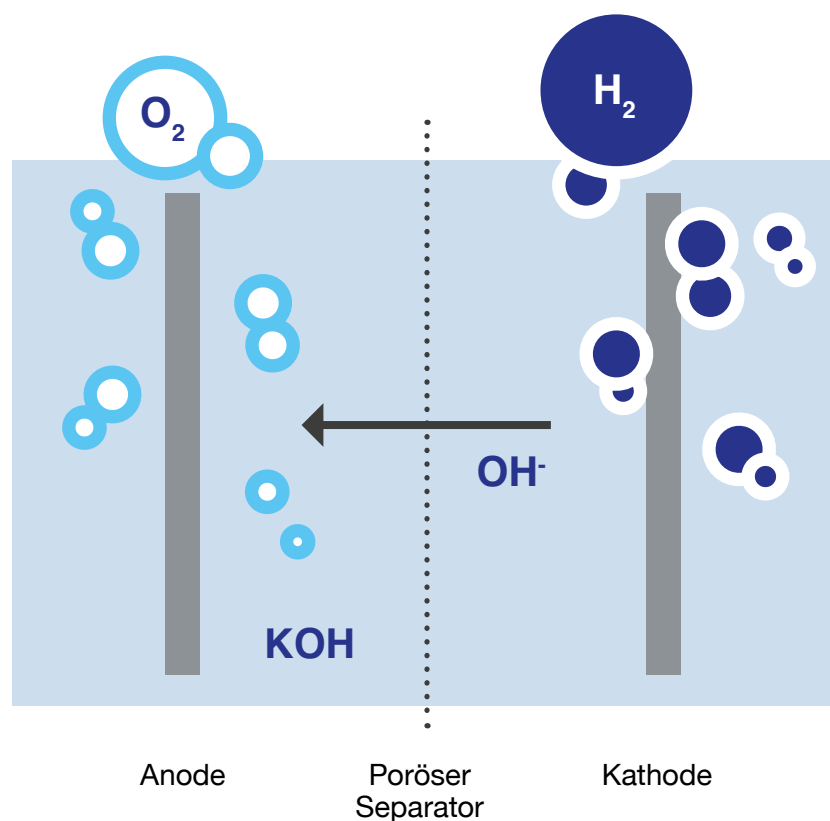


# Übersicht der Verfahren zur Wasserelektrolyse

## 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 Quadratcentimeter Membranfläche). Der Wasserstoff muss daher anschließend unter hohem Energieaufwand komprimiert werden, damit er sich speichern und weitertransportieren lässt.

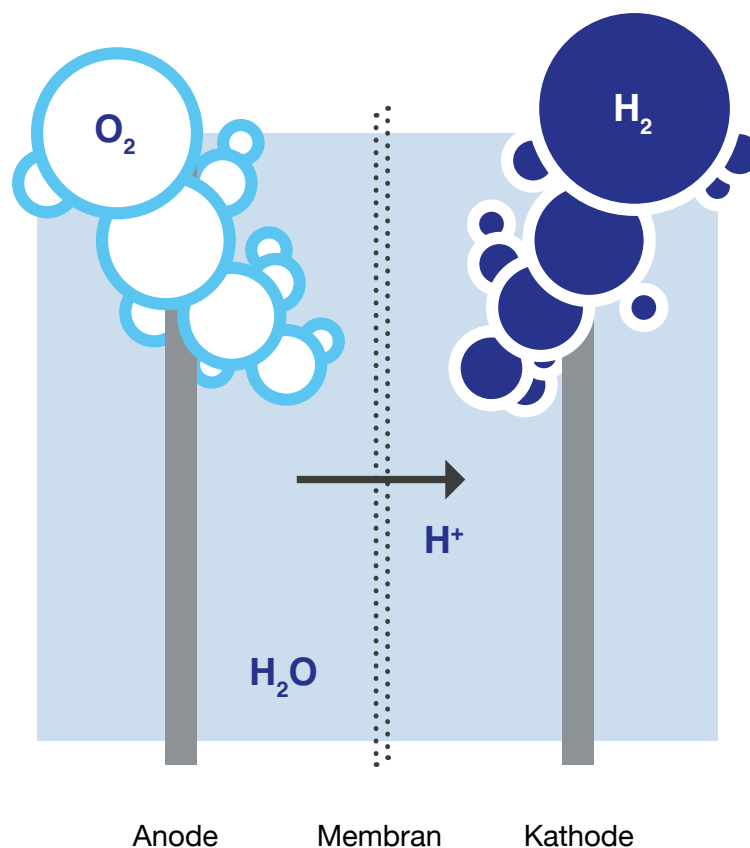


### PEM-Elektrolyse (Saurer Elektrolyseur)

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 Quadratcentimeter 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

Mit umfassenden Dienstleistungen in den Bereichen Testing, Inspection und Certification unterstützen wir Hersteller und Anwender von Elektrolyseuren in folgenden Phasen:

|  | Konzept/<br>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: H<sub>2</sub>-Erzeugung

|  | Konzept/<br>Planung   | Herstellung   | Betrieb   |
|--|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Prüfung bei Festlegung von administrativen Sicherungsmaßnahmen   | ■   |   |   |
| Prüfung von Inbetriebnahme- und WKP-Konzepten  | ■   |   |   |
| Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit  | ■   |   | ■   |
| Zertifizierung von Elektrolyseuren u. a. nach ISO 22734  | ■   |   |   |
| Werkstoffeinzeltgutachten für den Einsatz eines Kunststoffes im Bereich der DGRL-Entwurfsprüfung von Elektrolyseuren   | ■   |   |   |
| Technical Due Diligence  | ■   |   |   |
| Technical, Financial, Legal Due Diligence (mit externen Partnern)  | ■   |   |   |
| 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](mailto:wasserstoff@tuev-nord.de)

[www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff](http://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff)

