

Reinstwasser als Schlüssel für effiziente Elektrolyse und PtX-Verfahren

Effiziente Speicherung von erneuerbarer Energie zur CO₂-Reduktion in der Energiewirtschaft



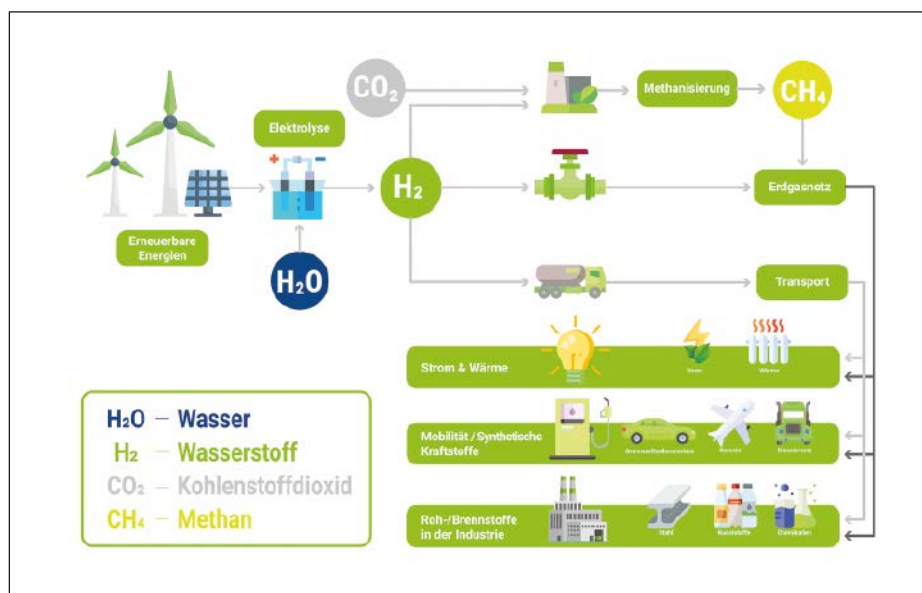
Keywords

- Reinstwasser, Prozesswasser
- Kreislauführung
- Elektrolyse, PtX



EnviroFalk Reinstwasseraufbereitungsanlagen sind in verschiedene Elektrolyseuren bereits im Einsatz.

Die Zukunft der Energiewirtschaft hängt von innovativen Speicherlösungen ab. Power-to-X ermöglicht die Nutzung überschüssiger erneuerbarer Energien für grünen Wasserstoff, klimaneutrale Kraftstoffe (E-Fuels) und chemische Grundstoffe. Reinstwasser ist dabei unverzichtbar für effiziente Elektrolyseprozesse. Ein Anlagenbauer liefert modulare Systeme zur Wasseraufbereitung und Kreislauführung von Prozesswasser. Das Unternehmen bringt viel Erfahrung in Wasserstoff und PtC-Projekten mit.



Speicherung von grüner elektrischer Energie in chemischen Molekülen.

Ein großes Problem der zukünftigen Energiewirtschaft durch fluktuierende erneuerbare Energien ist die Speicherung. Das Stromnetz ist nicht in der Lage, Energie bei Bedarfsmangel zu speichern, was dazu führt, dass die Anlagen abgeregelt werden müssen und somit ineffizient arbeiten. Für die kurzfristige Stromspeicherung des sogenannten Ökostroms kommen zwar bisher Pumpenspeicherwerke und Batterien zum Einsatz, diese reichen jedoch nicht aus, um die Energieversorgung langfristig zu sichern.

Power-to-X für eine bessere CO₂-Bilanz

Power-to-X steht als Oberbegriff für Technologien, die es ermöglichen, überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energien weiterzuverarbeiten und zu speichern, um somit fossile Energieträger zu ersetzen.

- Energieträger Gas – Power-to-Gas (PtG)
- Flüssigtreibstoffe – Power-to-Liquid (PtL)
- Chemische Grundstoffe – Power-to-Chemicals (PtC)

Beim PtG-Verfahren wird überschüssiger grüner Strom zur Erzeugung von grünem Wasserstoff genutzt, der als Energieträger der Zukunft anschließend Wasser als Verbrennungsrückstand hinterlässt. Zum Einsatz kommen hier verschiedene Arten von Elektrolysesystemen. Besonders die Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse (PEM) spielt aufgrund ihrer Beständigkeit gegen die Lastwechsel der fluktuierenden erneuerbaren Energien, sowie ihrer hohen Effizienz und schnellen Reaktionszeiten eine große Rolle. Nach der Elektrolyse wird H₂ komprimiert, um ihn speichern und transportieren zu können.

Zum Transport und zur weiteren Nutzung kann Wasserstoff, unter bestimmten Bedingungen, in bereits bestehende Erdgasnetze eingespeist werden. Jedoch ist dies aufgrund seiner geringeren Energiedichte nur in begrenzten Mengen möglich. Für die Einspeisung größerer Mengen wird aus H₂ zunächst das brennbare Gas Methan erzeugt und anschließend dem Erdgasnetz zugeführt, wo es für Heizzwecke und/oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

Darüber hinaus können auch gasbetriebene Pkws und Lkws direkt mit grünem Wasserstoff betankt und somit annähernd klimaneutral betrieben werden.

Aus grünem Wasserstoff lassen sich auch synthetische Flüssigkraftstoffe herstellen. Bei der PtL-Technologie wird ein Synthesegas aus Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid erzeugt, aus dem flüssige synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) hergestellt werden. Die E-Fuels können Benzin und Diesel schrittweise ersetzen und auch in der Luftfahrt und im Schiffsverkehr eingesetzt werden. Ein großer Vorteil dieser Technologie ist die Nutzung bestehender Infrastrukturen, wie Tankstellen und Transportsysteme. Da die synthetische Herstellung von E-Fuels aus Ökostrom die gleiche Menge CO₂ bindet wie sie bei der Verbrennung freigibt, werden diese Kraftstoffe als klimaneutral angesehen.

Bei der PtC-Technologie werden, aufbauend auf dem PtG-Verfahren, aus Wasserstoff, CO₂ und Stickstoff chemische Grundstoffe synthetisiert, die sich als Basis für Kunststoffe, Waschmittel und Additive eignen.

Reinstwasser ist unverzichtbar für PtX-Technologien

Reinstwasser spielt eine zentrale Rolle in allen PtX-Technologien, insbesondere bei der Elektrolyse. Das Wasser ist nahezu frei von Verunreinigungen, wie organischen Stoffen, Bakterien, Partikeln und gelösten Gasen und weist eine sehr geringe Leitfähigkeit von typischerweise 0,055 µS/cm auf, was es ideal für den Einsatz in sensiblen Prozessen wie der PEM-Elektrolyse macht. Reinstwasser wird aus verschiedenen Ausgangswässern gewonnen, die je nach Herkunft stark in ihrer Qualität variieren können. Diese Vielfalt erfordert eine individuell angepasste Reinstwasseraufbereitung, um alle unerwünschten Mineralstoffe und Gase zu entfernen, die ansonsten die Elektrolyseprozesse stören könnten. Ohne die richtige Wasserqualität können Salzablagerungen auf den Membranen und Elektroden der Elektrolyseure entstehen und deren Effizienz und Lebensdauer erheblich beeinträchtigen.

Vom Rohwasser zum Reinstwasser

Bei der Planung einer Wasseraufbereitungsanlage ist die nahtlose Integration in das PtX-System von entscheidender Bedeutung. Dazur zählen z.B. die standortorientierte Einplanung in das Gesamtsystem, die steuerungstechnische Verknüpfung über spezialisierte Kommunikationsschnittstellen, einheitliche Fabrikate von Anlagenkomponenten und eine konsistente Dokumentation. Ebenso gilt es bei der Planung einer Wasseraufbereitungsanlage die LCOE (Levelized Cost Of Electricity) zu betrachten, bei denen neben den Investitionskosten auch



Die Kreislaufführung von EnviroFalk senkt den Wasserverbrauch in PtX-Verfahren.

die laufenden Betriebskosten mit einzubeziehen sind. Hierzu zählen Energie- und Medienverbräuche, Abwassermengen, Betriebsmittel und Servicekosten.

Die Aufbereitung des Rohwassers für die Wasserelektrolyse erfolgt in mehreren Verfahrensstufen in spezifischer Reihenfolge, die jeweils an die örtliche Wasserqualität in einem Detailengineering angepasst wird. Dabei kommen verschiedene Verfahrensstufen zum Einsatz, wie:

- Vorfiltration mittels Rückspülfilter, Kiesfilter oder Ultrafiltration
- Entfernung der Härtebildner Calcium und Magnesium mittels Ionentauscher Enthärtungsanlagen (Alternativ Antiscalant-Dosierung zur Härtestabilisierung)
- CO₂-Entfernung/-bindung mittels Membranentgasung oder Natronlauge
- Entsalzung um > 98 % mittels Reverse Osmose (RO)
- Vollentsalzung mittels 2. Reverse Osmose Stufe oder Elektrodeionisierung (EDI)
- Prozesswasser-Recyclinganlagen zur kontinuierlichen Entsalzung auf < 0,1 µS/cm und Partikelfiltration auf unter 1 µm
- Entgasungsanlagen zur Restentfernung von H₂ und O₂
- Prozesswasser-Vorlagesystem mit Lager-tank und Druckerhöhungsanlagen
- Prozesswasserkühleinrichtung (optional)

Reinstwasserqualitäten, die prozessbedingt variieren:

Qualitätsparameter	Grenzwert
Leitfähigkeit	< 0,1 µS/cm
Kieselsäure	< 100 µg/l
Gesamteisen	< 100 µg/l
Natrium und Kalium	< 20 µg/l
Partikelkonzentration	Partikelfrei

Hauptmerkmal der EnviroFalk Reinstwasser-aufbereitungsanlagen, speziell für Hochdruck- und Hochtemperaturanwendungen, wie der PEM-Elektrolyse, ist die Kreislaufführung des „verunreinigten“ Prozesswasser. Die Kreislaufsysteme sind speziell darauf ausgelegt, Prozesswasser unter hohem Betriebsdruck von bis zu 50 bar und Temperaturen von über 65 °C, aufzubereiten.

Reinstwasserlösungen für maximale Prozesssicherheit und Flexibilität

Eine hohe Serviceverfügbarkeit und kurze Reparaturzeiten (Mean Time To Recover – MTTR) sowie eine hohe Systemverfügbarkeit (Service Level Agreement – SLA) sind für Wasseraufbereitungsanlagen unerlässlich. Um Betriebsausfälle zu minimieren, sind Maßnahmen wie Redundanz kritischer Bauteile, optimierte Ersatzteilhaltung, der Einsatz bewährter

Komponenten und die genaue Überwachung von Prozessparametern erforderlich. Diese Strategien ermöglichen eine Systemverfügbarkeit von über 99 %. EnviroFalk bietet hierfür eine breite Palette an qualitativ hochwertigen Komponenten. Die Reinstwasser-Prozesssysteme zeichnen sich durch ihre modulare Bauweise aus, die eine flexible Integration in bestehende Anlagenkonzepte erlaubt. Ob nebeneinander, übereinander oder in separaten Räumen – die Systeme lassen sich optimal an die jeweiligen Bedingungen anpassen.

Belegbare Projekterfahrung

In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen durch die enge Zusammenarbeit mit namhaften Herstellern von Elektrolysesystemen zahlreiche anwendungsorientierte Reinstwasser-Prozesssysteme für PtX-Projekte entwickelt und bereitgestellt. Von den frühen Anfängen in 2012 bis heute wurden mehr als 100 Reinstwasser-Prozesssysteme in unterschiedlichen Konzepten und Leistungsstufen für verschiedene PtX-Projekte realisiert. Darunter einer im Jahr 2015 weltweit größten, regelflexiblen Wasserstoffanlagen mit einer elektrischen Leistung von 6 MW im Wirtschaftspark Mainz-Hechtsheim. Dort werden heute mittels PEM-Elektrolyseuren von Siemens stündlich bis zu 1.000 Nm³ grünem Wasserstoff aus „überschüssiger“ elektrischer Windenergie erzeugt. Der produzierte Wasserstoff wird vor Ort zwischengespeichert und anschließend in verschiedene Anwendungen, wie Verkehrswesen, Industrie und dem Erdgasnetz zugeführt. Das Wasser wird mit einer 1.000 l/h Reinstwasseranlage bereitgestellt und mittels einer 4.200 l/h Prozesswasser-Kreislaufreinigungsanlage von feinsten Partikeln und gelösten Salzen befreit.

2023 errichtete Air Liquide gemeinsam mit Siemens Energy am Standort Oberhausen das Projekt Trailblazer – einen 20 MW PEM-Elektrolyseur zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Der Trailblazer versorgt über eine bestehende Wasserstoffpipeline Schlüsselindustrien wie Stahl, Chemie, Raffinerien und Verkehr mit 2.900 t grünem Wasserstoff pro Jahr sowie Sauerstoff. EnviroFalk lieferte hierzu eine Kreislaufanlage mit einer Durchsatzleistung von 30.000 l/h. Die modular aufgebaute Anlage wurde im Herstellerwerk in Leverkusen anschlussfertig vormontiert und konnte somit innerhalb kürzester Zeit vor Ort aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Weitere überzeugende Erfolgsbeispiele wurden realisiert mit Windgas in Haßfurt, elektrische Leistung 1,25 MW aus Windenergie, Wasserstofferzeugung ca. 200 Nm³/h, Reinstwasseranlage 300 l/h, Kreislaufreinigung 600 l/h, mit Salzgitter Flachstahl, elektrische Leistung 2,2 MW aus Windenergie, Wasserstofferzeugung ca. 400 Nm³/h, Reinstwasser-

anlage 900 l/h, Kreislaufreinigung 4.200 l/h und in Ludwigshafen (PtC-Projekt), elektrische Leistung 54 MW Wasserstofferzeugung 8.000 t/a, Reinstwasseranlage 10.500 l/h, Kreislaufreinigung 150.000 l/h,

PtX-Projekte für ein klimaneutrales Europa

Der erste globale PtX-Atlas^[1], erstellt vom Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik, zeigt das enorme Potenzial. Insbesondere in Regionen, die reich an erneuerbaren Energiequellen sind. Solche Projekte können nicht nur Europa, sondern auch die globale Energieinfrastruktur transformieren und eine Win-win-Situation für Umwelt und Wirtschaft schaffen. EnviroFalk hat sich darauf eingestellt, PtX-Projekte mit modernsten Reinstwasseranlagen zu unterstützen und damit die Klimaneutralität weiter voranzutreiben.

Referenz

[1] <https://devkopsys.de/ptx-atlas/> (abgerufen am 9.10.2024)



Christopher Lenz,
Business Development Manager,
EnviroFalk

Wiley Online Library



EnviroFALK PharmaWaterSystems GmbH,
Leverkusen
Tel.: +49 171 15 25 65 -9
christopher.lenz@envirofalk-pharma.com
www.envirofalk.com