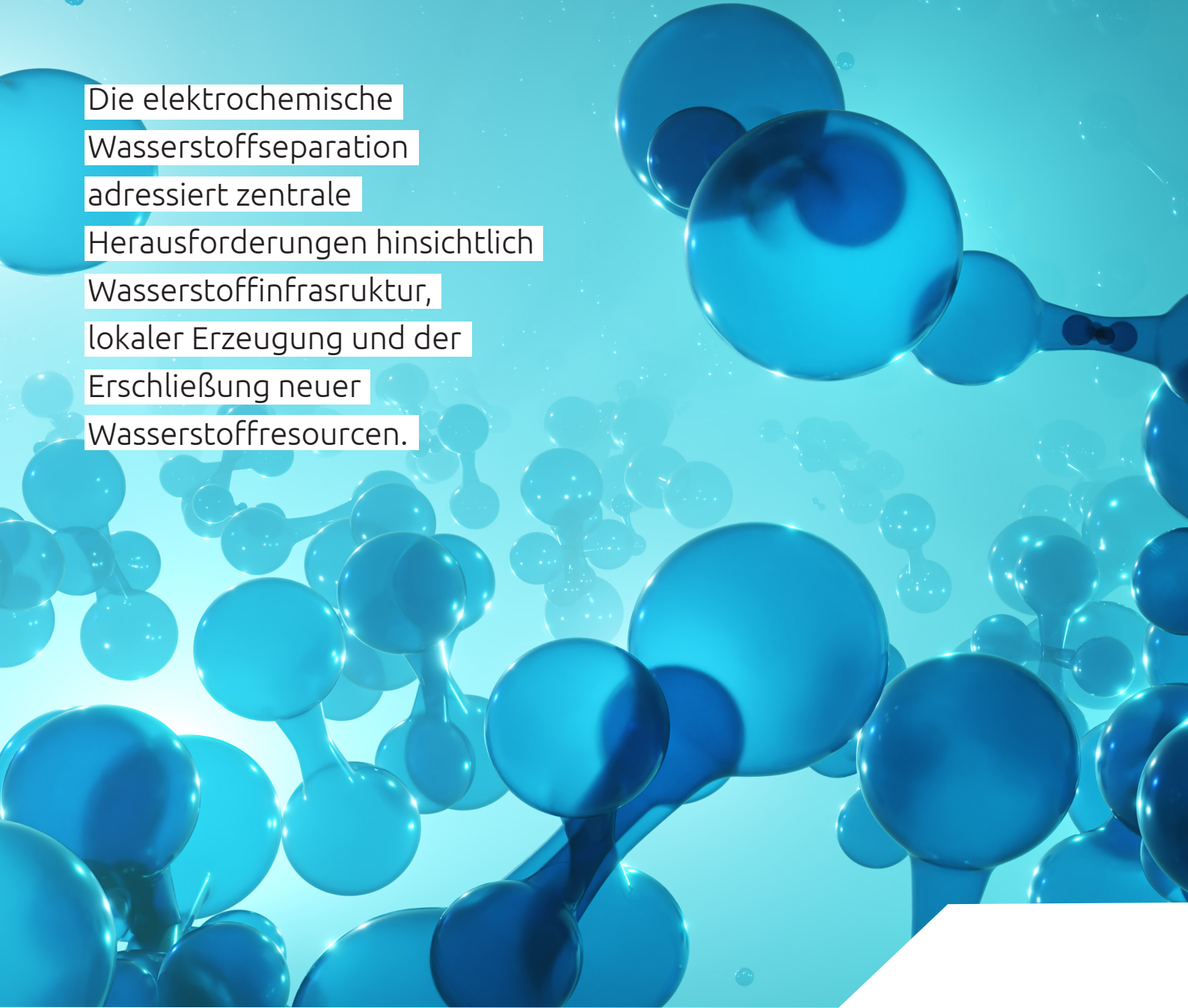




SIQENS Elektrochemische Wasserstoff Separation

Aufreinigung, Abtrennung und Rückgewinnung
von Wasserstoff





Die elektrochemische
Wasserstoffseparation
adressiert zentrale
Herausforderungen hinsichtlich
Wasserstoffinfrastruktur,
lokaler Erzeugung und der
Erschließung neuer
Wasserstoffressourcen.

EINFÜHRUNG

Reinheit zählt

Wasserstoff ist das häufigste Element im Universum, kommt auf der Erde jedoch nur selten in seiner reinen Form vor. In der Natur neigt Wasserstoff dazu, sich mit anderen Elementen zu kombinieren und Verbindungen zu bilden. Die Herstellung von Wasserstoff beruht in erster Linie auf der Aufspaltung dieser Verbindungen, wodurch ein wasserstoffreicher Gasstrom entsteht. Je nach Ausgangsmaterial enthält der Gasstrom Verunreinigungen wie Kohlenstoff, Schwefel, Stickstoff und andere Schadstoffe. Diese Verunreinigungen können die Qualität und die Eigenschaften des Wasserstoffgases beeinträchtigen und Schäden an den nachgeschalteten Anlagen verursachen. Um Beschädigungen an Geräten und Maschinen zu unterbinden, beispielsweise Niedertemperatur-Brennstoffzellen, muss der Gasstrom aufbereitet und von Verunreinigungen befreit werden.

Die Abtrennung von Wasserstoff von anderen Gasen oder Verunreinigungen kann schwierig sein, vor allem wenn diese ähnliche physikalische oder chemische Eigenschaften haben. Darüber hinaus können Verunreinigungen feste Ablagerungen auf der Oberfläche von Aufbereitungsanlagen bilden, was zu einem Zusetzen der Anlagen führt und die Effizienz verringert. Herkömmliche Reinigungsmethoden erfordern einen hohen Druck- und Energieaufwand. Solche Reinigungsverfahren sind für kleine, dezentrale Anlagenkonzepte nur bedingt geeignet. Darüber hinaus ist die Rückgewinnung geringerer Mengenanteile von Wasserstoff, z. B. aus industriellen Abgasen oder Erdgasgemischen, in der Regel nicht wirtschaftlich.

SIQENS Elektrochemische Wasserstoffseparation (EHS) ist für die Trennung und Reinigung von Wasserstoff aus verschiedenen Gasströmen konzipiert. Sie ermöglicht die Extraktion und Rückgewinnung von hochreinem Wasserstoff dort, wo er benötigt wird - für den lokalen Bedarf, für die Speicherung oder für den Weiterverkauf.

FUNKTIONSWEISE

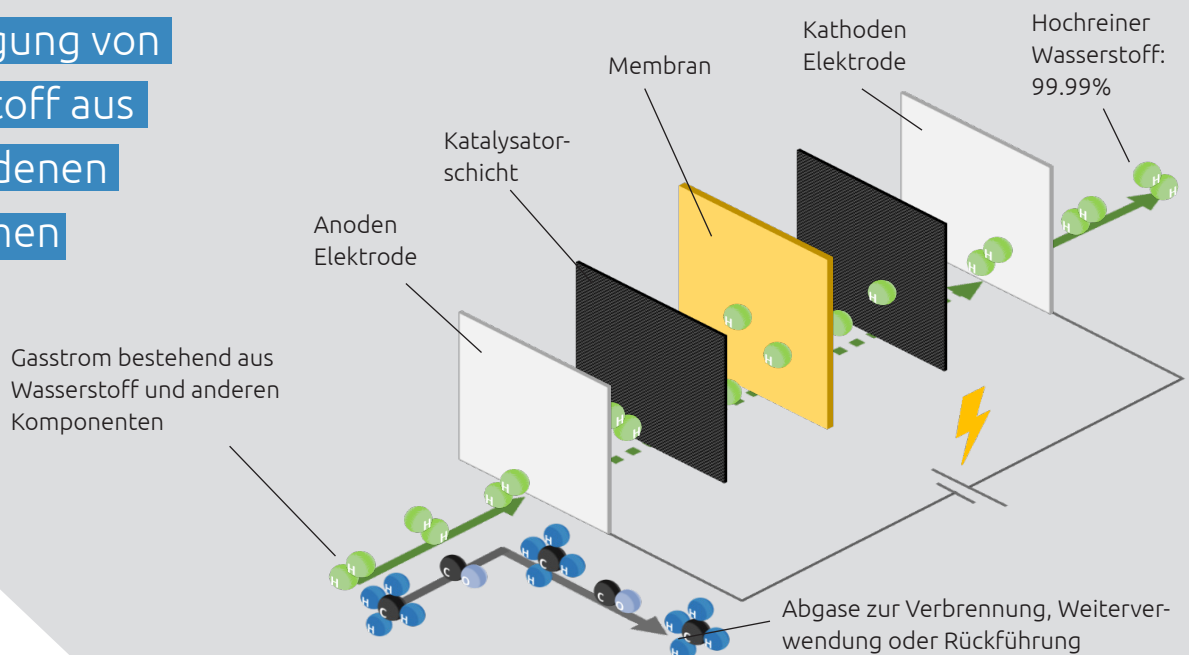
Der Separations-Prozess

Die SIQENS EHS-Technologie basiert auf dem SIQENS HT-PEM Stack (Hochtemperatur-Polymer-Membran), der serienmäßig in den SIQENS Ecoport Methanol-Brennstoffzellenmodulen enthalten ist. Der Stack ist bereits seit mehreren Jahren im kommerziellen Einsatz. Im Gegensatz zur Stromerzeugung in den Brennstoffzellensystemen dient der Stack zur Abscheidung und Reinigung von Wasserstoff aus verschiedenen Gasströmen.

Effiziente und skalierbare Abtrennung und Aufreinigung von Wasserstoff aus verschiedenen Gasströmen

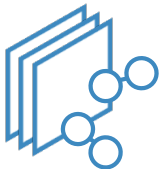
Auf der Stapelmembran bindet ein speziell entwickelter Katalysator Wasserstoffmoleküle in wasserstoffhaltigen Gasströmen. Durch Zufuhr einer geringen Menge Strom werden die Wasserstoffmoleküle in einzelne Wasserstoffprotonen und freie Elektronen aufgespalten.

Die Membran ist so konzipiert, dass sie nur Wasserstoffprotonen passieren lässt. Diese verbinden sich auf der anderen Seite wieder zu Wasserstoffmolekülen. Das Verfahren liefert hochreinen Wasserstoff, der in industriellen Prozessen, in der chemischen Industrie, bei Projekten zur Dekarbonisierung von Versorgungsnetzen oder in Brennstoffzellenfahrzeugen verwendet werden kann.



Vorteile

Die elektrochemische Wasserstoffseparation ist eine attraktive Alternative zu anderen Wasserstoffreinigungstechnologien wie der Druckwechseladsorption oder der Membrantrennung, da sie einen relativ geringen Energieverbrauch erfordert und eine hohe Selektivität für Wasserstoff aufweist. Darüber hinaus handelt es sich um eine flexible und skalierbare Technologie, die an ein breites Spektrum von Einsatzgasen angepasst werden kann



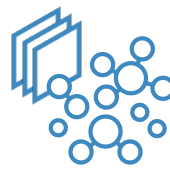
Hohe Reinheit

Wasserstoff in Brennstoffzellenqualität:
> 99.97%
ISO 14687:2019
SAE J2719-202003



Effizient

Wasserstoffaufbereitung bei geringem elektrischem Energiebedarf:
1 – 6 kWh_{el}/kg H₂



Vielseitig

Extraktion aus Gasen mit unterschiedlichem Wasserstoff-Gehalt:
3 – 99%



Modular

Skalierbare Aufreinigung von Wasserstoff bereits in kleinen Mengen:
2 – 1,000 kg/day

Technische Parameter

Die technische Spezifikation basiert auf Demonstratorsystemen mit einer Abscheiderate von 5 kg/Tag H₂, die in Forschungseinrichtungen und industriellen Partnern betrieben werden. Anwendungsspezifische Anforderungen an den Eingangs- und Ausgangsdruck oder die Adaptierung für den Betrieb in unterschiedlichen Umgebungsbedingungen können über das Anlagen-design und die Peripheriekomponenten abgedeckt werden.

SIQENS EHS - Technische Parameter		
H ₂ Gehalt im Gasstrom		2% – 100%
H ₂ Recovery Rate ¹		bis zu 90%
Betriebstemperatur Stack		140 – 160°C
CO-Toleranz		10 vol%
Schwefel-Toleranz (H ₂ S)		100 ppmv
Eingangsdruck ²		2 – 15 bar
Eingangstemperatur Gasstrom ²		1 – 60 °C
Umgebungstemperatur ²		1 – 45 °C
Energieverbrauch ¹		1 – 6 kWh/kg H ₂
Ausgangsdruck ²		0 – 0.5 bar(g)
Reinheit ³		99.99 %

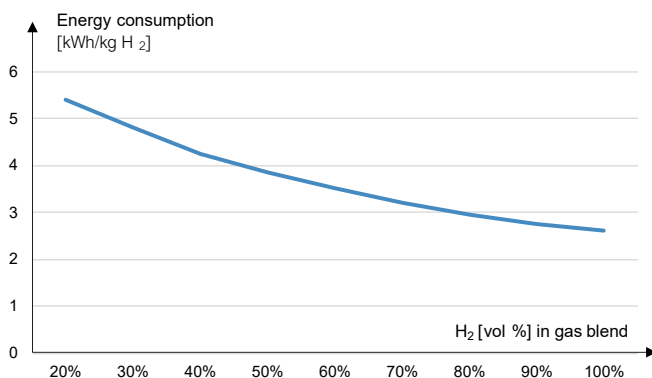
¹ Abhängig vom Medium

² Kann durch eine zusätzliche Kompressionsstufe, Gehäuse und Gesamtkonzeption angepasst werden

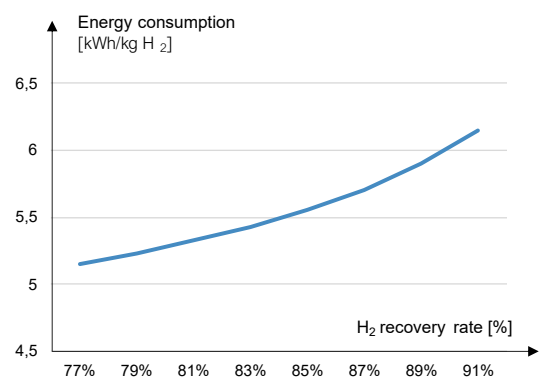
³ Abhängig vom Medium; mehrere Stufen möglich, um einen noch höheren Reinheitsgrad zu erreichen

Beispiel: Abtrennung von Wasserstoff aus einem Gemisch aus Wasserstoff und Erdgas

Energieverbrauch nach Wasserstoffgehalt [vol %]



Energieverbrauch nach Recovery Rate [%]



Der Stromverbrauch hängt vom Wasserstoffgehalt des zugeführten Gases und der gewünschten Rückgewinnungsrate (Recovery Rate) ab. Der Stromverbrauch sinkt mit zunehmendem Wasserstoffgehalt und steigt, wenn eine höhere Rückgewinnungsrate erreicht werden soll.



WO HOCHREINER WASSERSTOFF BENÖTIGT WIRD

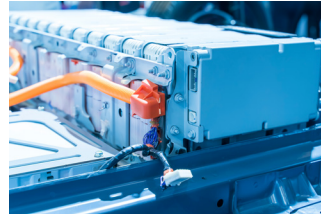
Endanwendungen, die auf hochreinen Wasserstoff angewiesen sind

Industrieprozesse und Brennstoffzellen sind auf hochreinen Wasserstoff angewiesen. Die elektrochemische Wasserstoffseparation ermöglicht in einer Vielzahl von Bereichen die Erzeugung, kostengünstige Verteilung und Rückgewinnung von Wasserstoff vor Ort:



Wasserstoffbetankung

Wasserstoff als wesentlicher Bestandteil bei der Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs



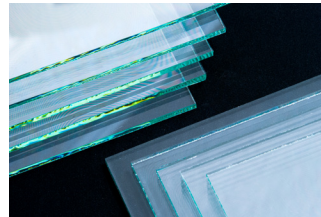
Brennstoffzellen

Ersatz von Diesel in der dezentralen Stromversorgung und bei Notstromsystemen.



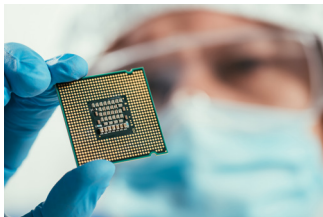
Lebensmittelindustrie

Wasserstoff wird als Prozessgas bei der Herstellung von Ölen und Fetten verwendet.



Glasherstellung

Wasserstoff wird als Prozessgas beim Flotationsverfahren der Flachgaserzeugung benötigt.



Elektronikindustrie

Wasserstoff wird als Form-, Träger- und Spülgas in der Halbleiterproduktion eingesetzt.



Raffinerien

Wasserstoff wird unter Anderem zur Reaktivierung von Katalysatoren in der petrochemischen Industrie benötigt.



Chemische Industrie

Wasserstoff wird für die Herstellung von Feinchemikalien wie Sorbitol oder Fettsäuren verwendet.



Metallurgie

Wasserstoff dient der Aufrechterhaltung einer streng kontrollierten Temperatur und Atmosphäre bei Wärmebehandlungsprozessen.

Die elektrochemische
Wasserstoffseparation liefert
Wasserstoff in Anwendungen
mit einem hohen
Dekarbonisierungseinfluss

Anwendungsfälle für elektrochemische Wasserstoffseparation

EHS ermöglicht die einfache und breite Verwendung von Wasserstoff in höherwertigen und dezentralen Anwendungen, indem die wichtigsten Herausforderungen in Bezug auf eine kostengünstige Wasserstoffinfrastruktur, die Wasserstoffproduktion vor Ort oder die Erschließung ungenutzter Wasserstoffressourcen adressiert werden.



WASSERSTOFF PRODUKTION

Wasserstofferzeugung vor Ort

Wasserstoff kann aus verschiedenen Ausgangsstoffen wie Methanol, Methan oder Biogas gewonnen werden. Diese Wasserstoffträger können vor Ort durch Dampfreformierung aufgespalten werden. Das entstehende Gas enthält freie Wasserstoffmoleküle, andere Komponenten und Verunreinigungen. Der modulare Aufbau von EHS bietet selbst bei geringen Produktionsmengen einen erheblichen Mehrwert und macht hochreinen Wasserstoff vor Ort verfügbar.

WASSERSTOFF VERTEILUNG

Kostengünstiger Transport

Der kostengünstige Transport von Wasserstoff ist nach wie vor eine große Herausforderung beim Aufbau der Wasserstoffwirtschaft. Durch die Trennung und Reinigung vor Ort können die Vorteile der bestehenden Pipeline-Infrastruktur genutzt werden:

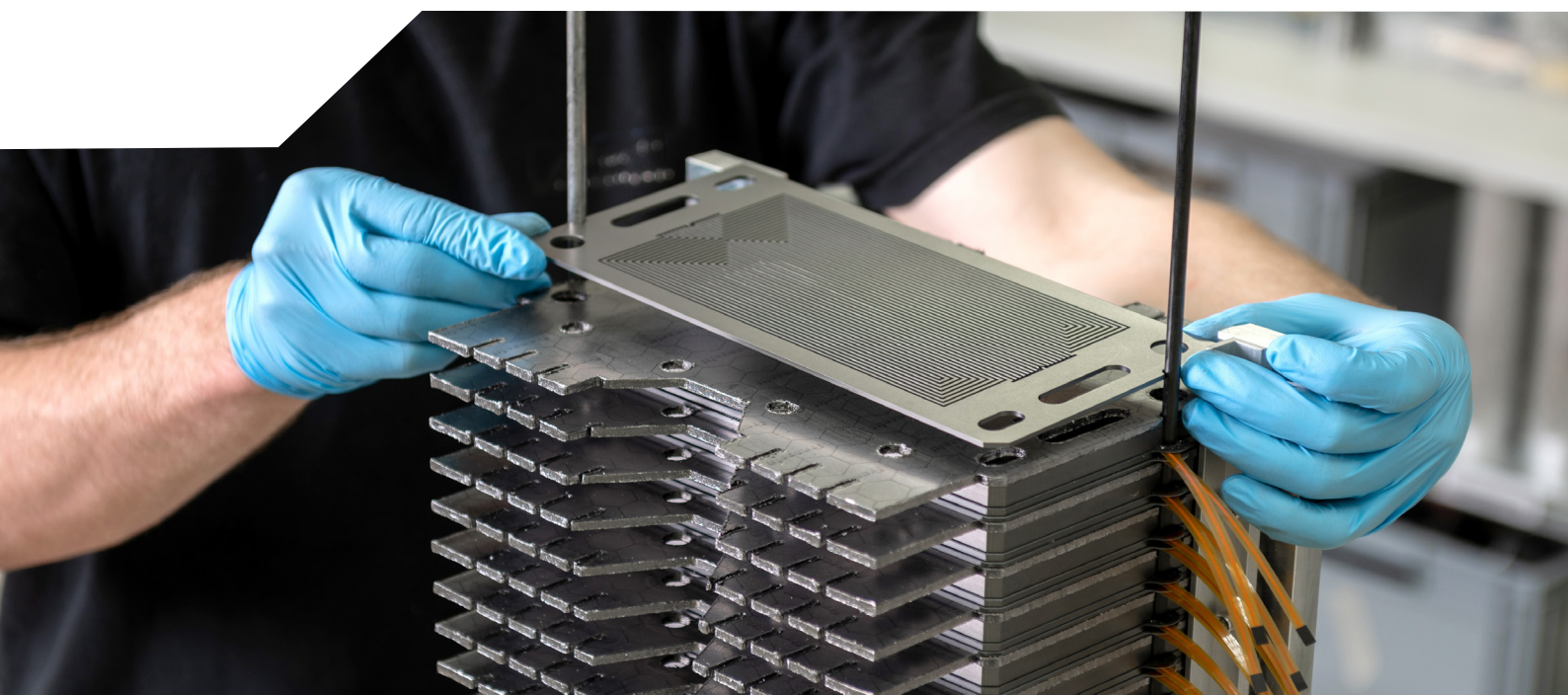
- » Wasserstoff-Deblending
Trennung von Beimischungen ins Erdgasnetz
- » Stadtgas
Gewinnung von Wasserstoff aus Stadtgasnetzen
- » Wasserstoff-Pipelines
Reinigung von Wasserstoff nach Langstreckentransport
- » LOHC and andere H₂-Träger
Reinigung nach Dehydrierung oder Rückumwandlung

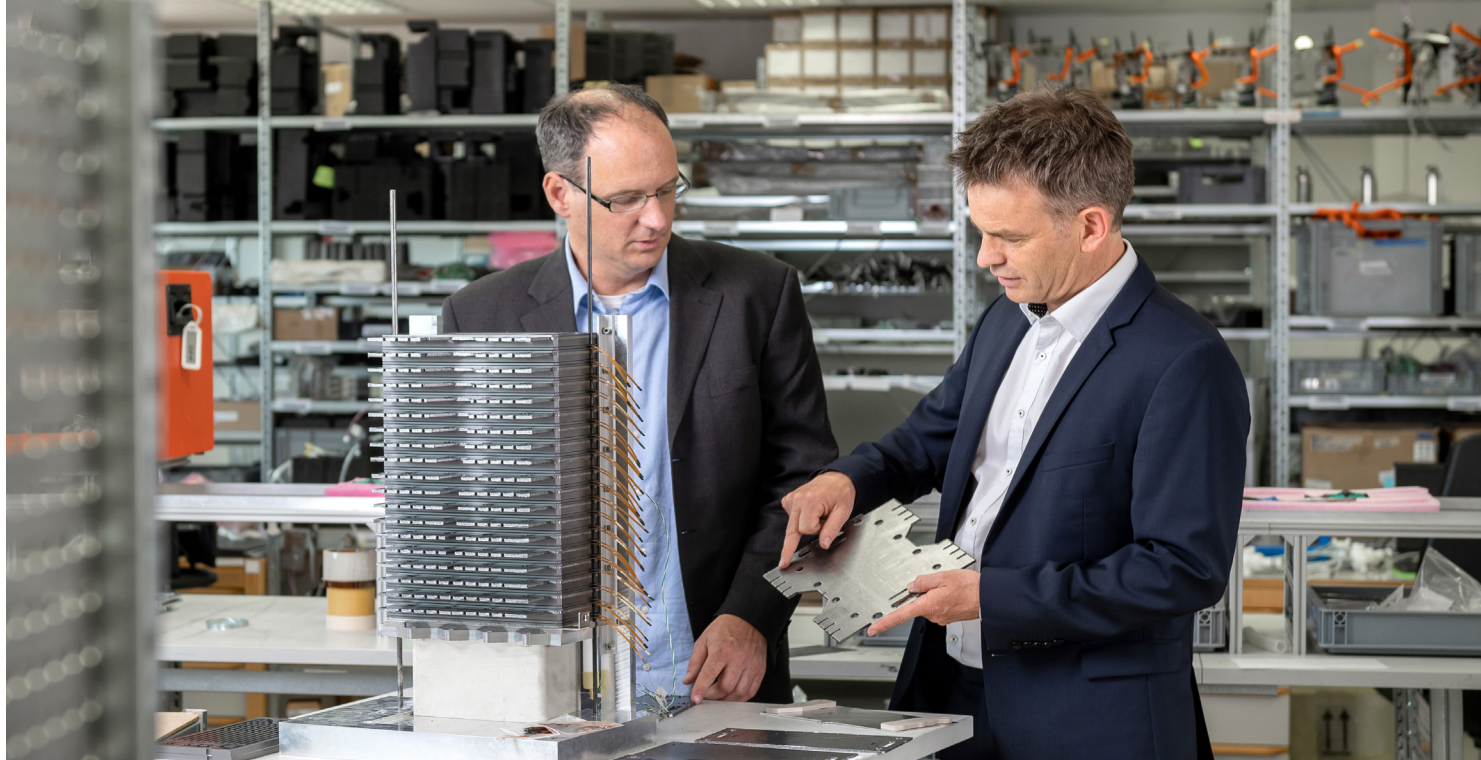
WASSERSTOFF RECYCLING

Reinigung von Rohgasen

Verschiedene Rohgasströme oder Abgase aus industriellen Prozessen enthalten Wasserstoff, der mit herkömmlichen Mitteln nicht wirtschaftlich abgetrennt werden kann. EHS ermöglicht die Rückgewinnung von hochreinem Wasserstoff in Bereichen wie:

- » Gewinnung aus natürlichen Reservoiren
- » Heliumproduktion
- » Rückgewinnung aus Abgasen
z.B. in der Elektroindustrie





ARBEITEN SIE MIT UNS

Wasserstoff für Endverbraucher

Als industrieller Anwender hat die elektrochemische Wasserstoffseparation das Potenzial, Sie mit hochreinem Wasserstoff zu niedrigen Kosten zu versorgen und dabei vorhandene Ressourcen wie Abgasströme aus Ihren Produktionsprozessen zu nutzen. Wir hören Ihnen aufmerksam zu und arbeiten eng zusammen, um Ihre Anforderungen zu erfüllen. Über unser Partnernetz können wir schlüsselfertige Lösungen für die Wasserstoffversorgung vor Ort anbieten.

Als Netzbetreiber unterstützt EHS Sie dabei, Ihr Netz zukunftssicher zu gestalten. EHS ermöglicht den Umstieg auf hochwertige grüne Gase, indem es die nachgelagerte Extraktion ermöglicht und die Reinheitsanforderungen verschiedener Nutzer entlang Ihres Netzes erfüllt.

OEMs und Lösungsanbieter

Unser Ziel bei SIQENS ist es, Produkte mit Fokus auf die Endanwendung zu entwickeln. Starke und nachhaltige Partnerschaften mit industriellen Pionieren sind Teil unserer DNA.

EHS bietet eine modulare und hocheffiziente Alternative zur Druckwechseladsorption und anderen Reinigungstechnologien in Wasserstoffherzeugungssystemen, beispielsweise mit Erdgasreformern. Wir bieten technische Unterstützung und die Komponenten, mit denen Sie Ihr Produktportfolio erweitern und Ihren Kunden das passende Equipment zur Verfügung stellen können.

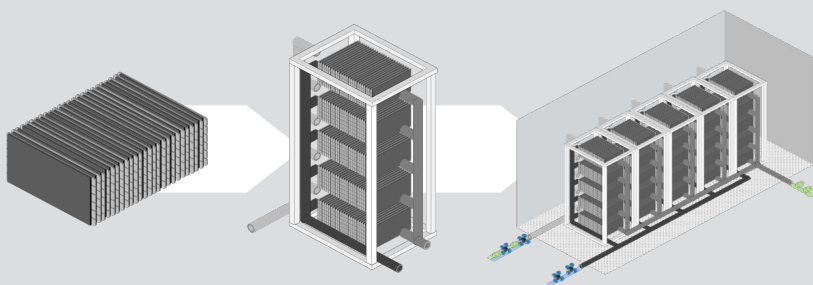
Kontaktieren Sie uns

E-Mail: sales@siqens.de

Telefon: + 49 89 452 4463 0

Skalierung auf Ihre Bedürfnisse

Ähnlich wie Batteriespeichersysteme sind die modular aufgebauten EHS-Stacks so konzipiert, dass sie parallel oder in Reihe betrieben werden können, um höhere Abscheidungsmengen zu realisieren.



**Lösungen zur
Aufreinigung von
Gasströmen ab
5 kg Wasserstoff
pro Tag**

Über Uns

Bei SIQENS engagieren wir uns für die Entwicklung regenerativer Energie- und Wasserstofflösungen auf der Grundlage von Brennstoffzellen und elektrochemischer Technologie. Unser Ziel: die Dekarbonisierung der dezentralen Energieerzeugung beschleunigen und die Kosten für Wasserstoffproduktion und -verteilung senken.

Wasserstoff ist zwar ein idealer Brennstoff, lässt sich aber nur sehr schwer transportieren und speichern. Wir sind der Meinung, dass der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft nur mit wirtschaftlichen Lösungen für die lokale Erzeugung und eine kostengünstige Infrastruktur möglich ist.

SIQENS Ecoport Methanol-Brennstoffzellenmodule erzeugen sauberen Strom aus Methanol - einem global gehandelten, wasserstoffreichen Kraftstoff. Heute vertrauen Unternehmen und Behörden weltweit auf unsere Brennstoffzellen, wenn es darum geht, Strom an den entlegensten Orten zu erzeugen oder ihre kritische Infrastruktur abzusichern.

Auf Basis unserer patentierten Technologieplattform, ermöglicht **SIQENS Elektrochemische Wasserstoffseparation** die Trennung, Rückgewinnung und Reinigung von Wasserstoff aus verschiedenen Gasströmen. Dadurch eröffnen sich Wege zur kostengünstigen Verteilung und Produktion von hochreinem Wasserstoff in dezentralen Anwendungen und die Erschließung neuer Wasserstoff-Ressourcen in Industrie-Prozessen.



SIQENS GmbH

Landsberger Straße 318D
80687 München,, +49 89 45244630
sales@siqens.de, www.siqens.de