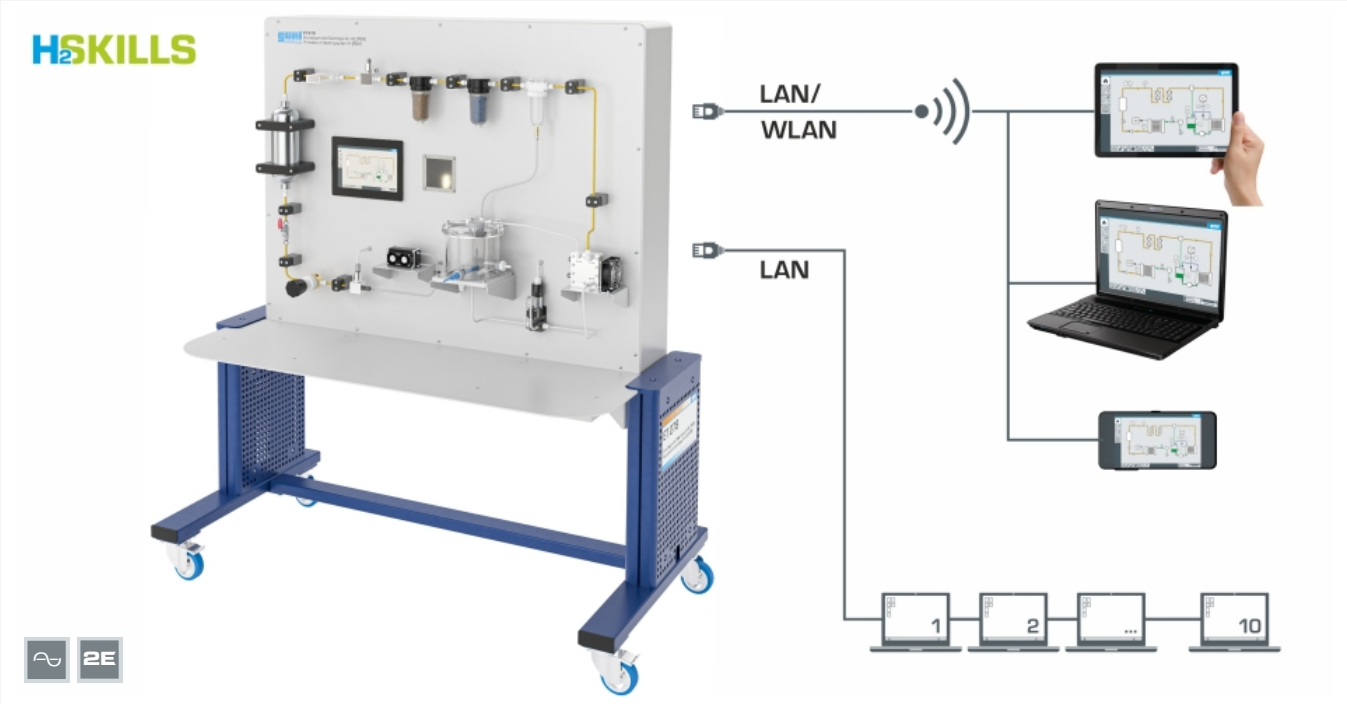
ET 278
Grundlagen des H2-Kreislaufs (PEM)



Screen-Mirroring ist an bis zu 10 Endgeräten möglich

Beschreibung

- **PEM-Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion**
- **einfacher Wasserstoffkreislauf mit Elektrolyseur und Brennstoffzelle**
- **Speicherung des Wasserstoffs**
- **Anlagensteuerung über integrierte SPS mit Datenerfassung**

In vernetzten Energieversorgungssystemen wird überschüssige elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen vorübergehend als chemische Energie in Form von Wasserstoff gespeichert. Der Wasserstoffkreislauf ermöglicht eine Wasserstoffspeicherung und bei Bedarf die Rückwandlung in elektrische Energie. Abweichungen zwischen Energieangebot und -bedarf werden so ausgeglichen.

Der Versuchsstand ET 278 enthält alle Komponenten, um die Umwandlung von elektrischer Energie in Wasserstoff und die umgekehrte Umwandlung in einem Kreislauf zu untersuchen. Aus Reinstwasser wird in einem Elektrolyseur Wasserstoff erzeugt. Dabei wird mit Hilfe der Protonenaustauschmembran (PEM-Technologie) Wasser (H_2O) in Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zerlegt. Über eine Gleichspannungsquelle wird die benötigte Zellspannung im Elektrolyseur bereit gestellt.

Der erzeugte Wasserstoff wird nach Aufbereitung in einem Pufferbehälter zwischengespeichert. Anschließend wird der gespeicherte Wasserstoff in einer Brennstoffzelle mit Hilfe der PEM-Technologie und zusammen mit dem Sauerstoff aus der Umgebungsluft wieder in Wasser zurückgewandelt. Dabei entsteht elektrische Energie und der Wasserstoffkreislauf schließt sich. Mit der elektrischen Energie wird ein Verbraucher (Halogenleuchtmittel) versorgt.

Messwerte für Wasserstoffdurchfluss und -druck sowie Strom und Spannung am Elektrolyseur werden überwacht. Aus den erfassten Messwerten kann eine energetische Bilanzierung erfolgen.

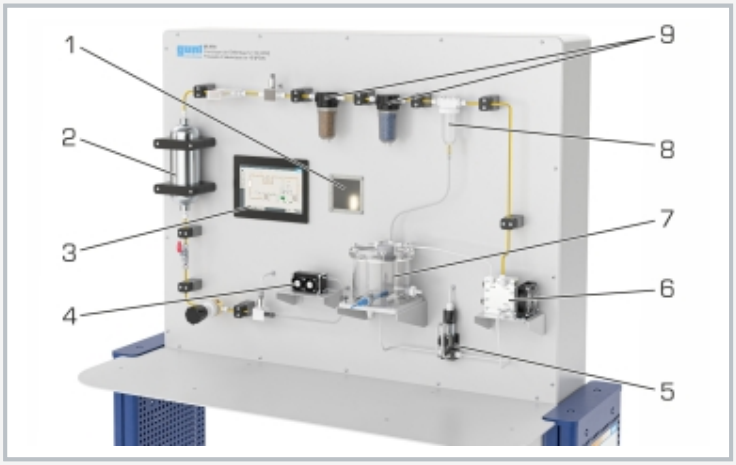
Die Steuerung der Anlage erfolgt über eine integrierte SPS mit Touchscreen. Mittels integrierten Routers kann die Versuchsanlage alternativ über ein Endgerät bedient und gesteuert werden. Die Bedienoberfläche kann zusätzlich an weiteren Endgeräten dargestellt werden (Screen-Mirroring). Über die SPS können die Messwerte intern gespeichert werden. Der Zugriff auf gespeicherte Messwerte ist von Endgeräten via WLAN mit integriertem Router/ LAN-Anbindung mit dem kundeneigenen Netzwerk möglich.

Lerninhalte / Übungen

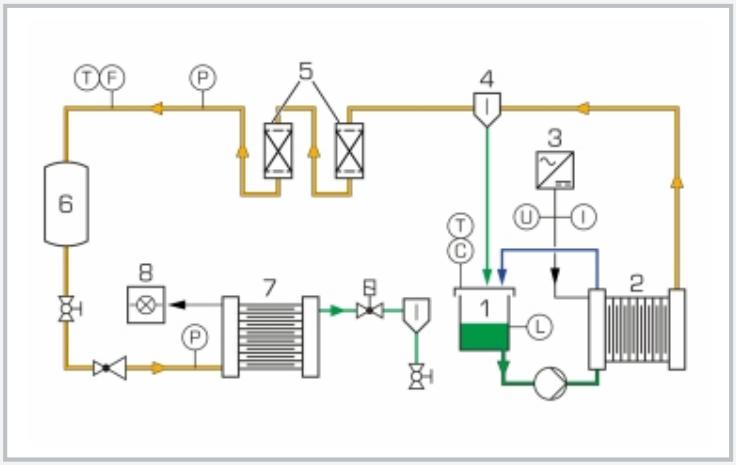
- H_2 Kreislauf: Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie (Wasserstoff) und wieder zurück in elektrische Energie
- Erzeugung von H_2 mittels PEM-Elektrolyseur
- Erzeugung von elektrischer Energie mittels PEM-Brennstoffzelle für direkten H_2 Verbrauch
- Zusammenhänge zwischen den Betriebsparametern des Elektrolyseurs
- Berechnung der relevanten Parameter
- Bestimmung der energetischen Bilanz

- Screen-Mirroring: Spiegelung der Bedienoberfläche an bis zu 10 Endgeräten
  - Navigation im Menü unabhängig von gezeigter Oberfläche am Touchscreen
  - verschiedene Benutzerebenen am Endgerät wählbar: zur Verfolgung von Versuchen oder zur Steuerung und Bedienung

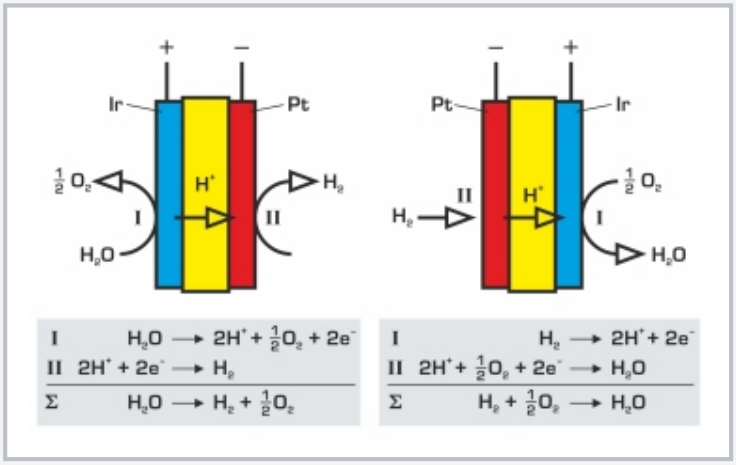
ET 278
Grundlagen des H2-Kreislaufs (PEM)



1 Halogenleuchtmittel als elektrischer Verbraucher, 2 Pufferbehälter für H_2, 3 Touchscreen, 4 PEM-Brennstoffzelle, 5 Membranpumpe, 6 PEM-Elektrolyseur, 7 Wasserbehälter, 8 Wasserabscheider, 9 Trocknungseinheiten



Wasserstoffkreislauf: 1 Wasserbehälter, 2 PEM-Elektrolyseur, 3 Gleichspannungsquelle, 4 Wasserabscheider, 5 Trocknungseinheiten, 6 Pufferbehälter für H_2, 7 PEM-Brennstoffzelle, 8 elektrischer Verbraucher; P Druck, F Durchfluss, T Temperatur, L Füllstand, C Leitfähigkeit, U Spannung, I Strom, orange: H_2, blau: O_2, grün: H_2O



links: Funktionsweise der PEM-Elektrolyse
rechts: Funktionsweise der PEM-Brennstoffzelle
blau: Anode, rot: Kathode, gelb: Protonenaustauschmembran

Spezifikation

[1] vollständiger H_2 Kreislauf mit Elektrolyseur und Brennstoffzelle: Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie und wieder in elektrische Energie
[2] Wasserbehälter für Reinstwasser mit Überwachung der Temperatur, Leitfähigkeit und Füllstand
[3] H_2 Erzeugung im PEM-Elektrolyseur
[4] H_2 Aufbereitung: Wasserabscheider und Trocknungseinheiten
[5] Zwischenspeicherung des H_2
[6] PEM-Brennstoffzelle erzeugt elektrische Energie
[7] Halogenleuchtmittel als elektrischer Verbraucher
[8] Erfassung von H_2 Durchfluss und Druck, Strom, Spannung am Elektrolyseur
[9] Datenerfassung über SPS auf internem USB-Speicher, Zugriff auf gespeicherte Messwerte über WLAN/LAN mit integriertem Router/LAN-Anbindung zu kundeneigenem Netzwerk oder direkter LAN-Anbindung ohne Kundennetzwerk
[10] Screen-Mirroring: Spiegelung der Bedienoberfläche an bis zu 10 Endgeräten möglich

Technische Daten

SPS: Weintek cMT3108XP

Elektrolyseur (PEM-Technologie)
- Wasserstoffproduktion: 300mL/min
- Sauerstoffproduktion: 150mL/min
- Wasserverbrauch: 17mL/h
- max. Druck: 10bar

Brennstoffzelle (PEM-Technologie)
- Nennleistung: 30W
- Wasserstoffdruck: 0,5bar
- Wasserstoffverbrauch: 350mL/min
- Wasserstoffreinheit: min. 99,95%

Membranpumpe
- Förderstrom: 0,6L/min
- Förderhöhe: 10mWS

Messbereiche
- Strom: 0...25A
- Spannung: 0...24V
- Leitfähigkeit: 0,1...5000µS/cm
- Durchfluss: 0...300mL/min
- Druck: 0...10bar

230V, 50Hz, 1 Phase; 230V, 60Hz, 1 Phase
LxBxH: 1520x790x1760mm, Gewicht: ca. 180kg

Für den Betrieb erforderlich

2L doppelt destilliertes Wasser mit TDS (Total Dissolved Solids) von 10 ppm

Lieferumfang

Elektrolyseur, Brennstoffzelle, Online-Zugang zum GUNT Media Center, Satz didaktisches Begleitmaterial