

Fuel Cell Analyzer (FCA)

VF-Gasanalytik in der Brennstoffzellentechnologie

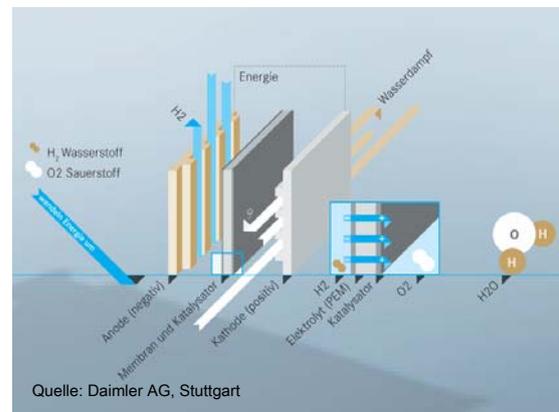
Wasserstoff und damit die Brennstoffzelle gelten als die Eckpfeiler eines nachhaltigen Energiesystems mit neuen ökonomischen Strukturen. Sie sichern den Übergang vom Verbrennungsmotor zum lokal emissionsfreien elektrifizierten Antrieb und ermöglichen damit eine der tief greifendsten Veränderung der individuellen Mobilität. Eine Entwicklung, bei der gerade die VF Analyse- und Messtechnik GmbH mit ihrem umfangreichen Know-how einen wertvollen Beitrag leisten kann.

Unabhängig aller Kritik hat sich die Brennstoffzelle fast unbemerkt in nahezu allen industriellen Bereichen durchgesetzt. Ob in der IT-Branche, wie zum Beispiel in Laptops, der Luftfahrtindustrie bis hin zu Heizungskellern und vor allem aber in der Automobilindustrie. Dabei hat sie sich von einer reinen Vision hin zum nahezu alltagstauglichen Antriebskonzept und damit zu einem prosperierenden Technologiemarkt entwickelt. Obgleich William R. Grove bereits 1839 mit ersten Experimenten das elektrochemische Prinzip der Brennstoffzelle entdeckte, konnten erst den letzten zwanzig Jahre entscheidende Fortschritte in Sachen „Praxistauglichkeit der Brennstoffzelle“ erzielt werden. Ihr Wirkungsprinzip ist aber nach wie vor immer das Gleiche: Ob Wasserstoff, Erdgas oder Methanol – immer reagiert ein Energieträger in einer galvanischen Zelle (=Brennstoffzelle) mit Sauerstoff aus der Luft - unter Freisetzung von Wärme und Elektrizität. Da Brennstoffzellen modular aufgebaut sind, können sie in einem großen Leistungsbereich von einigen Watt bis Megawatt eingesetzt werden.

Brennstoffzellen im Fahrzeugbau

Mit ihrer niedrige Arbeitstemperatur und ihrer kompakt-robusten Bauweise ist die PEFC (Polymer Electrolyte Fuel Cell) zum Einsatz im Fahrzeugbau am besten geeignet.

Im Kern der PEFC-Brennstoffzelle befindet sich eine Membran, die beidseitig mit einer Katalysatorschicht aus Platin und Kohlenstoff und mit einer Gasdiffusionsschicht (Gas Diffusion Layer, GDL) beschichtet ist. Die GDL sorgt für eine gleichmäßige Verteilung von Wasserstoffgas und Luft auf der Oberfläche der Zelle. Abgeschlossen werden die



Brennstoffzellen schließlich von einer sogenannten Bipolarplatte. Das sind durch Kanäle für den Gasaustausch strukturierte Metallplatten, die gleichzeitig als Elektroden und Kühlelemente dienen: An der Anode wird der Wasserstoff zugeführt, an der Kathode die komprimierte Luft zur Sauerstoffversorgung. Feine Wasserkanäle in den Bipolarplatten dienen zur Kühlung. Wasserstoff und Luft liefern den Zellen die Zutaten für die kontinuierlich ablaufende Reaktion, die das Fahrzeug mit Energie versorgt. Der Wasserstoff

Fuel Cell Analyzer (FCA)

VF-Gasanalytik in der Brennstoffzellentechnologie

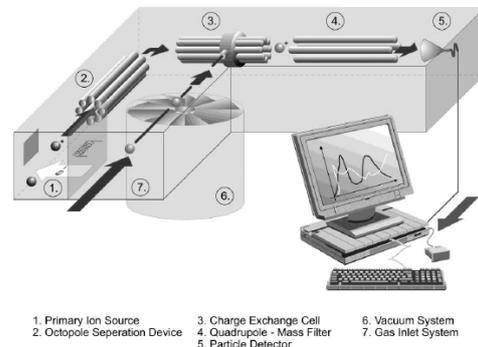
reagiert - von der Platin/Kohlenstoff-Katalysatorschicht aus angeregt - mit dem Sauerstoff zu Wasser. Dabei werden die Protonen durch die Membran hindurch an den Sauerstoff gebunden. Die Elektronen des Wasserstoffatoms erzeugen dagegen einen Gleichstrom von der Anode zur Kathode. Und diese elektrische Energie treibt schließlich den Elektromotor an.

Gasanalytik an Brennstoffzellen

Im Fokus umfangreicher Forschungsaktivitäten zum Thema „Brennstoffzelle“ stehen mehrere Probleme: die hohen Kosten der PEFC und die Bereitstellung von reinem Wasserstoff, der für den Betrieb von PEFC unerlässlich ist und für den es derzeit keine Infrastruktur gibt. Darüber hinaus müssen auch technische Probleme, wie zum Beispiel die Verunreinigung der Brennstoffzellen durch das Brenngas (von außen) oder durch die Zelle selbst (Werkstoffe) gelöst werden. Außerdem muss sichergestellt sein, dass zur Optimierung und Effizienzsteigerung solcher Antriebskonzepte umfassende Analysedaten zur Verfügung stehen. Sowohl über den gesamten Ablauf der Energiegewinnung als auch über den Grad der Emissionen.

Mit der Geräteserie Fuel Cell Analyzer (FCA) von V&F lässt sich die geforderte Flexibilität stark variierender Gaszusammensetzungen innerhalb des gesamten Prozessablaufes schnell und diskriminierungsfrei erfassen und auswerten. Bereits in der Entwicklung lässt sich so die genaue Gaskomposition zusammen mit Spurenverun-

reinigungen ermitteln. Das dynamische Messsystem kann speziell die instationären Bedingungen an den Zellen beschreiben. Es ist in der Lage, das gesamte Gasspektrum der Zusammensetzung zu 100 Prozent zu erfassen. Die Molekularliste umfasst alle relevanten Matrixgase, wie H₂, H₂O, O₂, CO₂, N₂, Ar sowie die gasförmigen Spurenverunreinigungen wie CO, Schwefel- und Stickstoffverbindungen. So dient der FCA zur Entwicklung und zum Monitoring von H₂ Reformertechnologien, um aus unterschiedlichen Treibstoffen von Methan über Benzin bis hin zum Alkohol brauchbaren Wasserstoff zu generieren.



Anwendungsspezifische Technologie

Der FCA ist ein zweifaches Massenspektrometersystem. Gaskonzentrationen in Volumenprozent werden mit einem Elektronenstoß-Massenspektrometer gemessen; ppm und ppb Spurengase werden über drei verschiedene Ionenstrahlen ionisiert und in einem weiteren Quadrupolsystem quantitativ nachgewiesen. Gerätetechnisch ist der FCA eine Kombination aus dem INERTIZER und der bewährten AIRSENSE Compact. Im INERTIZER findet eine speziell für diese Anwendung entwickelte Gasaufbereitung statt,

Fuel Cell Analyzer (FCA)

VF-Gasanalytik in der Brennstoffzellentechnologie

welche das Rohabgas selbst bei hohem Wassergehalt, völlig unabhängig von der Matrix diskriminierungsfrei auf die Betriebsbedingungen des Massenspektrometers aufbereitet. Der Analyzer selbst ist eine Kombination von IMR (Ionen Molekül Reaktion) und EIMS (Elektronenstoß-Ionisierung) auf einer äußerst kompakten Plattform.

Bestechende FCA-Leistungsmerkmale

Die sehr schnelle Ansprechzeit des Analysensystems von 50 msec auf Konzentrationsänderungen in der Gasmatrix erlaubt das genaue Studium instationärer Prozesse, wie schnelle Lastwechsel, Druckschwankungen in der Gasversorgung oder der Anfahrcharakteristik. Mit ihrer hohen Grenzempfindlichkeit von 0,02 ppm können bereits kleinste Spurenverunreinigungen in den Brenngasen – sie reduzieren den Wirkungsgrad – und bei der Eigenverunreinigung der Zelle – sie vermindern ihre Funktion – aufgezeigt werden. CO₂ und CO, die die Autokorrosion der Zelle indizieren, werden im untersten ppm Bereich angezeigt. Dabei kann eine Vielfalt organischer aber auch anorganischer Gaskomponenten gemessen werden. Die Messtechnik im Umfeld von Brennstoffzellen benötigt eine hohe Wasserdampfverträglichkeit die mit bis zu 50 Volumenprozent Wasserdampf im Messgas keine Querempfindlichkeit der Messwerte zum Wasser erzeugt.

Die Hintergrundmatrix ist bei der Konzentrationsbestimmung von Spurengasen für viele Messtechniken eine besondere Hürde. Speziell die hohen Konzentrationen von Wasserstoff bzw. die hohen

Konzentrationen von Wasserdampf verursachen für den Gastransport, für die Schaltventile und die Dichtungen, aber auch für das Messprinzip der Absorptionsmessungen zum Teil unüberwindbare Probleme. Durch die Verwendung eines Hochvacuums (je geringer der Druck, desto eher ist ein Gas ein ideales Gas) und der spezifischen Ionisationsmethode können die Effekte der Hintergrundmatrix in V&F-Geräten unterdrückt werden.

Umfangreiches VF-Dienstleistungsangebot

VF Analyse- und Messtechnik GmbH bietet ein weites Spektrum an sehr individuellen Dienstleistungen an. Der Bogen spannt sich von Schulungsinformationen bei Kurzprojekten bis hin zu hohem Betreuungsaufwand bei Großprojekten. Auch bei Entwicklungsprojekten leistet VF mit seinem Applikations-Know-how wertvolle Unterstützung. Das Zielgruppenspektrum im Bereich der Gasanalytik bei Brennstoffzellen ist groß. Die Entwicklung von Gasreformern, die Aufbereitung der Brenngase, notwendige Tests der Bauteile, sowie die differenzierte Leistungssteuerung von Brennstoffzellen wird durch die Messung der Haupt- und Spurenkomponten mit den FCA-Analysatoren begleitet. Die Konzentrationswerte der Komponenten beschreiben ihren Wirkungsgrad, mögliche Fehlfunktionen und vorzeitige Alterung der Brennstoffzellen.

Zur Optimierung des Wirkungsgrades werden die Konzentrationen von H₂, O₂ und H₂O im Volumenprozent-Bereich bei der Gaszuführung und im Abgas gemessen. Diese Messungen sind aus

Fuel Cell Analyzer (FCA)

VF-Gasanalytik in der Brennstoffzellentechnologie

unterschiedlichen Gründen von großer Bedeutung: In falschen Betriebszuständen entwickelt sich Autokorrosion und führt zu Degradation der Elektroden. Diese werden durch die Konzentrationen CO_2 , CO , HCHO im Bereich über einem ppm beschrieben. Darüber hinaus ergibt sich ein Membranabbau, der durch das Auftreten von Aminen und organischen Säuren im Bereich über 0,05 ppm, aber auch durch die Querströmung von O_2 und H_2 in die jeweilige Elektrodenfläche erkannt werden kann. Die „Vergiftung des Katalysators“ und der damit verbundene Abfall des elektrischen Outputs wird durch die Spuren von H_2S , SO_2 , COS , NO , NO_2 und NH_3 , im Messbereich über 0,05 ppm eingeleitet.

Die Bildung von H_2 aus Treibstoffen über Reformern, aber auch durch den inversen Betrieb in *solid oxide fuel cells* (SOFC) bedarf einer genauen Abstimmung von Temperaturen und Gasflüssen in den Reaktorstufen, welche wiederum über das Monitoring von Gaskomponenten von den Primärmolekülen wie Methanol, Methan, ... bis zum gewünschten Produkt H_2 und den Verunreinigungen abgestimmt werden. Um an den unterschiedlichen Kammern Gas zu entnehmen, bietet V&F eine Sechs-Kanal-Gasumschaltung in beheizter Form über das Analysegerät an.

Zusammenfassung

Die Wasserstofftechnologie und mit ihr die Brennstoffzelle gilt schon heute als die Kerntechnologie alternativer Antriebsarten. Allein durch die fast grenzenlosen Förderprogramme der Regierungen der Industrienationen ist ein neuer Zukunftsmarkt entstanden, der immer neuere anwendungsspezifische Technologien fordert.

Der Fuel Cell Analyzer der VF Analyse- und Messtechnik GmbH ist eine der Technologien, die sowohl bei der Entwicklung, wie auch beim Einsatz der Brennstoffzelle sinnvoll eingesetzt werden kann. Mit ihm lassen sich die Gasversorgung und ihre möglichen Verunreinigungen und Störungen erfassen und - daraus abgeleitet - Abhilfemaßnahmen entwickeln. Gezielt eingesetzt ist die VF-Technologie zum Monitoring für Funktionsweisen und Störproblemen in der Brennstoffzellentechnologie nicht mehr wegzudenken.

(1.287 Wörter – 10.056 Zeichen)