

Zuverlässig dichte Lkw-Brennstoffzellen

Praxisbeispiel: Roboter-Lecksuche für eine flexible Brennstoffzellen-Fertigung

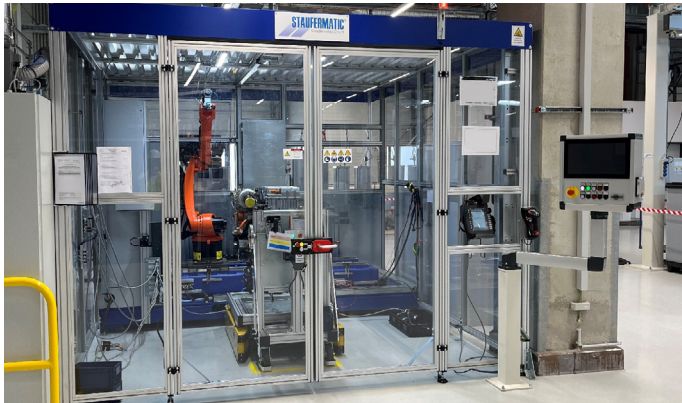


Bild 1: Gesamtanlage – die Einhausung der Roboter-Prüfanlage sorgt für Sicherheit und vermeidet Luftzug (Bild: Staufermatic Maschinenbau)

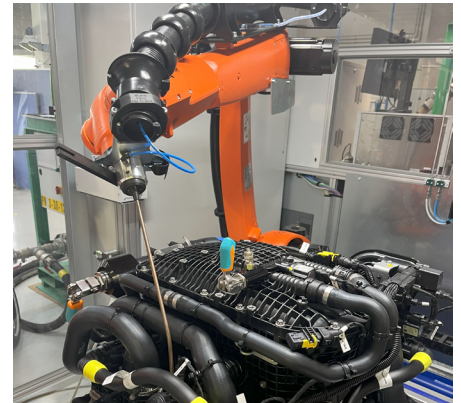


Bild 2: Eine hohe Ansaugkraft erlaubt eine verlässliche Schnüffellecksuche auch an schwer zugänglichen Stellen (Bild: Staufermatic Maschinenbau)

Optimale Qualitätssicherung ist bei der Fertigung von Brennstoffzellen genauso wichtig wie bei der Produktion von Antriebsbatterien. Für die End-of-Line-Dichtheitsprüfung an neuen Fuel Cells hat Staufermatic Maschinenbau beim Brennstoffzellen-Hersteller cellcentric deshalb eine automatische Roboterprüfanlage (Bild 1,2) gebaut. Das Herzstück ist ein industrielles Schnüffellecksuchgerät.

Brennstoffzellen-Aggregate sind eine Antriebsvariante, die deutlich größere Nachhaltigkeit verspricht als Verbrennungsmotoren. Auch gegenüber herkömmlichen batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen haben Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV) zwei klare Vorteile: Ein Wasserstofftank ist viel schneller vollständig gefüllt, als eine Batterie geladen ist, und die Reichweite von FCEV liegt deutlich über der von Battery Electric Vehicles (BEV). Deshalb gilt die Brennstoffzelle vielen Lkw-Herstellern als ernsthafte Alternative.

Nachhaltige Brennstoffzellen für schwere Nutzfahrzeuge

Das 50:50-Joint-Venture cellcentric zwischen der Daimler Truck AG und der Volvo Group AB bündelt Know-how und Erfahrungen aus mehreren Jahrzehnten Entwicklungsarbeit an Brennstoffzellen in den Vorgängerunternehmen. Mit Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Brennstoffzellen-Systemen

für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen und für Anwendungen mit vergleichbaren Anforderungen will das Joint-Venture zu einem klimaneutralen und nachhaltigen Transport bis zum Jahr 2050 beitragen. Eine zentrale Rolle spielt dabei die sorgfältige Prüfung der Dichtheit der gefertigten Aggregate. Schon für eine erste manuelle Prüfanlage hatte man sich auf die Erfahrung und das Know-how des Prüfgeräteherstellers Inficon verlassen. Bei der Automatisierung einer End-of-Line-Dichtheitsprüfung stand schnell fest, dass Staufermatic auch dieses Projekt zusammen mit Inficon umsetzt.

Die Staufermatic Maschinenbau GmbH verfügt über mehr als drei Jahrzehnte Erfahrung bei der Entwicklung und Umsetzung technischer Lösungen, wobei der Schwerpunkt auf der Automobilindustrie liegt. Diese Gesamtlösungen erstrecken sich von der Konstruktion über die Automatisierung bis hin zur Montage und Inbetriebnahme der Anlagen. Dazu gehören auch zukunftsorientierte Konzepte im Bereich der E-Mobilität, wie z.B. Anlagen für die Batteriemontage von Elektrofahrzeugen, Maschinen und Anlagen für die Montage von Brennstoffzellaggregaten und deren Prüfung.

Die erneute Zusammenarbeit resultiert aus den positiven Erfahrungen bei der manuellen Prüfung und dem guten Support. Vorteilhaft

bei der Realisierung der neuen, automatischen Prüfstation war zudem die Unterstützung bei der Auswahl der geeignetsten Komponenten. Dabei wurden Detailfragen wie die optimale Gestaltung der Schnüffelspitze, die ideale Länge der Schnüffelleitung oder die Kalibrierung und Auswertung der Daten geklärt.

Wasserstoff ist verständlicherweise keine Prüfgas-Option

Bei den End-of-Line-Tests war es für cellcentric seit jeher wichtig, alle 24 oder 25 relevanten Stellen der Brennstoffzellen-Aggregate auf ihre Dichtheit zu prüfen – bei der anfänglichen manuellen Prüfung ebenso wie bei der automatisierten, eingehausten Roboterprüfanlage, die jetzt im Einsatz ist. Deren Herzstück ist das Schnüffellecksuchgerät XL3000flex, das eigens für die Anforderungen im industriellen Einsatz konzipiert wurde. Dieser Schnüffellecksucher kann ebenso Helium als Prüfgas verwenden wie ein unbrennbares Gemisch aus 95% N₂ und 5% H₂, das als vergleichsweise kostengünstiges Formiergas handelsüblich ist. Mit beiden Gasen prüft das Gerät, falls erforderlich, auch gegen sehr kleine Leckraten im Bereich 10⁻⁷ mbar·l/s. Naturgemäß verbietet es sich im Anwendungsszenario der Brennstoffzellen-Prüfung allerdings, Wasserstoff als Prüfgas zu verwenden: Denn mit Wasserstoff beaufschlagt, würde das Brennstoffzellen-Aggregat sofort eine Spannung erzeugen. So war

Interessant für

Automotive, Energietechnik

Weitere Informationen

INFICON GmbH ¹
www.inficon.com

Staufermatic Maschinenbau GmbH ²
www.staufermatic.de



Sandra Seitz ¹,
Market Manager Automotive
Leak Detection Tools

Rainer Raab ²,
Leiter Konstruktion

die Entscheidung für Helium als Prüfgas praktisch alternativlos.

Flexibilität der Dichtheitsprüfanlage eröffnet neue Optionen

Derzeit stehen zwei Brennstoffzellen-Aggregate im Fokus, eines mit 100 kW Leistung und eines mit 150 kW. Beide werden jeweils noch in etwas unterschiedlichen Mustern gefertigt. Zudem testet cellcentric auch noch etwas ältere und ggf. reparierte Brennstoffzellen auf der automatischen Dichtheitsprüfanlage. Darum war für die neue, automatische Prüfstation Flexibilität ein wichtiges Kriterium. Entsprechend wurde die Anlage so ausgelegt, dass sie auch für zukünftige Brennstoffzellen-Generationen nutzbar sein wird. Nicht zuletzt durch die große Reichweite des Roboterarms ist die Anlage für die Prüfung verschiedenster Brennstoffzellen-Aggregate gerüstet. Als Prüfgas dient bei der Schnüffellecksuche kein reines Helium, sondern ein kostengünstigeres Gemisch aus 90% N₂ und nur 10% He. Möglich wird dies wegen der hohen Empfindlichkeit des Schnüffellecksuchers: Sie lässt genügend Reserven. Die Grenzleckratenvorgabe liegt bei 10⁻⁴ mbar·l/s. Ist die Prüfgaskonzentration auf ein Zehntel reduziert, bedeutet dies, dass das Lecksuchgerät faktisch gegen eine Leckrate von 10⁻⁵ mbar·l/s prüfen muss.

Hoher Gasfluss – ein zentraler Vorteil

Während viele andere Lecksuchgeräte das Luft- und Prüfgasgemisch an etwaigen Leckstellen nur mit einem Gasfluss von vielleicht 60 sccm ansaugen, erreicht der eingesetzte Lecksucher einen hohen Gasfluss von 3.000 sccm. Nicht zuletzt in automatisierten Dichtheitsprüfanlagen, in denen ein Roboterarm die Schnüffelspitze zu sämtlichen kritischen

Verbindungs- und Dichtstellen führt, ist dies ein großer Vorteil. Ohne diese hohe Ansaugkraft wäre die Lecksuche an den eher schwer zugänglichen Stellen eines Brennstoffzellen-Aggregats nicht möglich.

Prüfung mit verschiedenen Prüfgas-Druckstufen

Der Druck, mit dem das Prüfgas in die Brennstoffzelle geleitet wird, variiert. Während das gesamte Aggregat bei der End-of-Line-Prüfung mit einem Druck von 2 bar beaufschlagt wird, gibt es Bereiche, in denen auch ein höherer Druck herrschen darf. Die höchste Druckstufe im Brennstoffzellen-Aggregat liegt in der Versorgungsleitung bis zum Hauptventil vor. Dort arbeitet man mit einem Prüfgasdruck von 19 bar. Der Vorteil des höheren Prüfdrucks ist, dass selbst kleine Lecks sich auf diese Weise schneller und leichter identifizieren lassen, denn bei hohem Druck ist die Menge des austretenden Prüfgases höher – genauer gesagt: die in mbar·l/s gemessene Leckrate.

Helium-Lecksuche an Anode und Kathode

Ursprünglich war der Plan, anodenseitig mit 100% He als Prüfgas zu arbeiten und an der Kathode der Brennstoffzelle – per Masseflusssensor – mit reinem N₂ zu prüfen. Man entschied sich aber dann doch dafür, sowohl an den Anoden als auch an den Kathoden das 10%ige He-Gemisch zu verwenden – also in beiden Fällen zusätzlich mit einer Helium-Schnüffellecksuche zu testen und damit gegen eine kleine effektive Grenzleckrate von 10⁻⁴ mbar·l/s. Gegenüber dem Masseflussverfahren hat die Helium-Lecksuche den Vorzug weitaus höherer Empfindlichkeit. Masseflusssensoren und damit End-of-Line-Prüfungen mittels Luft oder Stickstoff sind

Fakten für die Produktion

- Flexibles System für unterschiedlichste Zellen

Fakten für das Qualitätsmanagement

- Hohe Qualitätsstandards durch hohe Empfindlichkeit des Messkonzeptes

bei der Anlage jetzt nur noch im Kontext der Kühlkreisläufe des Brennstoffzellen-Aggregats im Einsatz. Dort sind Grenzleckraten von 40 Normlitern pro Minute üblich. Das heißt, dass dieser parallele Test im Sinne einer Grobleckprüfung größere Lecks im Kühlkreislauf identifiziert.

Auch die Prüfung von Antriebsbatterien als denkbare Anwendungsszenario

Die Teststation für die automatisierte Helium-Schnüffellecksuche wurde zwar eigens für den Bedarf von cellcentric und damit für flexible End-of-Line-Prüfungen an unterschiedlichen Brennstoffzellen konzipiert, aber schon heute zeichnen sich weitere Einsatzszenarien für die Prüfanlage ab. End-of-Line-Prüfungen der Dichtheit sind ja in anderen Bereichen der modernen, nachhaltigen Mobilität genauso wichtig. So sind bei einer Traktionsbatterie Dichtheitsprüfungen am Ende der Produktion ähnlich unverzichtbar wie bei der Herstellung von Brennstoffzellen. Denn um die Sicherheit, Zuverlässigkeit und die lange Lebensdauer einer Lithium-Ionen-Antriebsbatterie zu garantieren, muss sie dauerhaft dicht sein. Und grundsätzlich lässt sich eine fertig montierte Antriebsbatterie mit der Anlage für die automatisierte Helium-Schnüffellecksuche genauso auf ihre Dichtheit testen, wie das jetzt schon mit den Brennstoffzellen-Aggregaten geschieht.