



Zuverlässige Messtechnik für Wasserstoff – Herausforderungen und Lösungen

Wasserstoff ist ein vielversprechender Energieträger, stellt jedoch hohe Anforderungen an die Messtechnik. Welche besonderen Eigenschaften erschweren die Messung? Welche Herausforderungen ergeben sich bei Hochdruck- und Kryo-Anwendungen? Und welche technischen Lösungen gibt es? Hier beantworten wir Ihnen die wichtigsten Fragen rund um die zuverlässige Wasserstoffmesstechnik.

Warum ist Wasserstoff so anspruchsvoll für die Messtechnik?

Im Vergleich zu anderen Gasen hat Wasserstoff außergewöhnliche chemische und physikalische Eigenschaften. Er ist das leichteste Element im Universum und besitzt eine extrem hohe Diffusionsfähigkeit. Das bedeutet, dass er in viele Materialien eindringen kann, was bei Sensoren zu Materialermüdung und Undichtigkeiten führen kann. Zudem ist Wasserstoff hochreaktiv: Bereits kleinste Mengen Sauerstoff reichen aus, um explosionsfähige Gemische zu bilden. [Drucksensoren](#) und [Füllstandmessgeräte](#) müssen daher nicht nur äußerst präzise arbeiten, sondern auch speziell gegen Diffusion und Versprödung geschützt sein.

Welche besonderen chemischen Eigenschaften machen Wasserstoff zur Herausforderung?

Trotz seiner einfachen atomaren Struktur aus nur einem Proton und einem Elektron weist Wasserstoff komplexe chemische Eigenschaften auf. Besonders kritisch sind:

- **Hohe Reaktivität:** Wasserstoff bildet mit Sauerstoff explosionsfähige Gemische – die Zündenergie ist 15-mal niedriger als die von Methan.
- **Diffusionsfähigkeit:** Die kleinen Moleküle dringen in metallische Werkstoffe ein, was zu Leckagen führen kann. In ölfüllten Drucksensoren kann es beispielsweise dazu kommen, dass sich die Ölfüllung aufbläht.
- **Wasserstoffversprödung:** Wasserstoff sammelt sich an Korngrenzen in Metallen, was langfristig zur Schwächung und sogar zum plötzlichen Bruch führen kann.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, setzen Hersteller von Wasserstoff-Messtechnik auf spezielle Materialien wie Edelstahl 316L sowie auf innovative Beschichtungen wie Gold-Rhodium.

Warum ist die Druck- und Füllstandmessung bei Wasserstoff so anspruchsvoll?

Wasserstoff wird entweder unter sehr hohem Druck oder bei extrem niedrigen Temperaturen gelagert. Diese Bedingungen setzen die Messtechnik erheblichen Belastungen aus. Wasserstoff wird oft bei 400 bis 700 bar gespeichert, beispielsweise in Hochdrucktanks oder Verdichtersystemen. Die Herausforderung dabei:

- Sensoren müssen extremen Drücken standhalten, ohne an Genauigkeit zu verlieren.
- Materialermüdung durch Wasserstoffversprödung muss verhindert werden.
- Diffusion kann langfristig die Stabilität von Druckmesszellen beeinträchtigen.

Für diese Anwendungen bietet VEGA robuste Lösungen wie den **VEGABAR 83**, der Drücke bis 1.000 bar messen kann. Die ölfreie metallische Messzelle verhindert Drift durch Wasserstoffdiffusion, während die Gold-Rhodium-Beschichtung zusätzlichen Schutz bietet.

Um das Volumen zu reduzieren, wird Wasserstoff außerdem verflüssigt und flüssig gelagert. Dazu wird das Gas auf -240 bis -253 °C abgekühlt. Die extremen Temperaturen stellen die Messtechnik vor besondere Herausforderungen:

- Sensoren müssen bei Temperaturen nahe des absoluten Nullpunkts stabil arbeiten.
- Dichtungsmaterialien müssen extrem niedrige Temperaturen aushalten, ohne spröde zu werden.
- Wärmebrücken müssen vermieden werden, da kleinste Temperaturunterschiede zur Verdampfung führen können.

VEGA setzt hier auf geführte Radarsensoren der **VEGAFLEX**-Serie, die auch bei niedrigen Dielektrizitätszahlen zuverlässige Füllstandmessungen ermöglichen.



Welche Lösungen bietet VEGA für die Wasserstoffmesstechnik?

VEGA entwickelt speziell auf Wasserstoffanwendungen zugeschnittene Sensoren, die selbst unter extremen Bedingungen zuverlässig arbeiten. Einige der wichtigsten Merkmale sind:

- CERTEC®-Messzellen: Keramische Messzellen, die ohne Druckmittleröl auskommen und somit keine Diffusionsprobleme haben.
- Gold-Rhodium-Beschichtungen: Reduzieren die Diffusion von Wasserstoff in metallische Sensorbauteile und verhindern Materialermüdung.
- Temperatur- und Druckkompensation: Stellt präzise Messwerte auch bei dynamischen Prozessen sicher.
- Diffusionsdichte Dichtungssysteme: Verhindern Wasserstoffleckagen an Prozessanschlüssen.

Für den industriellen Einsatz in Hochdrucksystemen bietet sich der **VEGABAR 83** an, während der **VEGABAR 82** mit keramischer Messzelle speziell für aggressive Medien wie Kalilauge in Elektrolyseuren konzipiert ist.



Welche Rolle spielt die Sicherheit in der Wasserstoffmesstechnik?

Sicherheit ist ein zentraler Aspekt in der Wasserstofftechnik. Der Explosionsbereich von Wasserstoff ist sehr breit: Gemische mit Sauerstoff oder Luft sind bei Wasserstoff-Anteilen von 4 bis 77 Volumenprozent explosiv. Zudem hat Wasserstoff eine extrem niedrige Zündenergie. Um Risiken zu minimieren, werden mehrstufige Schutzkonzepte angewendet:

1. Primärer Explosionsschutz: Vermeidung explosionsfähiger Gemische, z. B. durch sichere Trennung von Wasserstoff und Sauerstoff in Elektrolyseuren.
2. Sekundärer Explosionsschutz: Eliminierung von Zündquellen durch eigensichere Sensoren mit geringer elektrischer Energie.
3. Tertiärer Explosionsschutz: Maßnahmen zur Schadensbegrenzung, falls es doch zur Zündung kommt.

Die VEGA-Sensoren sind nach ATEX, IECEx und SIL zertifiziert und ermöglichen den sicheren Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen sowie in Sicherheitsfunktionen.

Wie trägt Digitalisierung zur Prozesssicherheit bei?

Neben der reinen Messung bietet moderne Sensortechnik digitale Zusatzfunktionen, die zur Betriebssicherheit beitragen. VEGA-Sensoren verfügen über:

- Selbstdiagnosefunktionen: Permanente Überwachung des Sensorzustands, um Anomalien frühzeitig zu erkennen.
- Digitale Datenübertragung: Nahtlose Integration in **Industrie 4.0**-Systeme über **IO-Link** und **HART-Protokolle**.
- Remote-Zugriff via **Bluetooth**: Wartung und Parametrierung aus sicherer Entfernung.

Zudem ermöglicht das **VEGA Inventory System** eine vorausschauende Bestandsüberwachung, um Engpässe zu vermeiden und Nachschub rechtzeitig zu planen.

Wie schützt VEGA ihre Geräte vor Hackerangriffen?

Mit der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung industrieller Prozesse steigt die Anfälligkeit von Prozessanlagen für Cyberangriffe. Auch Messgeräte geraten zunehmend ins Visier von Hackern. Manipulationen an diesen Geräten gefährden nicht nur die Datensicherheit, sondern beeinträchtigen auch die Betriebssicherheit erheblich. Daher ist es entscheidend, die Operational Technology (OT) wirksam zu schützen, um sowohl die Produktionssteuerung als auch die Integrität der Messsysteme vor Angriffen zu bewahren. VEGA begegnet diesen Herausforderungen mit einem umfassenden Sicherheitskonzept, das beispielsweise im **VEGAPULS 6X** integriert ist. Dieser Radarsensor erfüllt die Anforderungen der IEC 62443-4-2 und bietet dank eines mehrstufigen Schutzansatzes (Defense-in-Depth) zuverlässigen Schutz vor Datenmanipulation, Spionage und Denial-of-Service-Angriffen. Zu den wichtigsten Sicherheitsmaßnahmen gehören:

- Verschlüsselte Datenübertragungen zur Abwehr von Cyberangriffen
- Benutzerauthentifizierung zur Verhinderung unbefugten Zugriffs
- Firmware-Integritätsprüfung zur Sicherstellung, dass nur autorisierte Software-Updates erfolgen
- Ereignisspeicher, der Manipulationsversuche dokumentiert

Ein weiteres zentrales Element von VEGAs Sicherheitsstrategie ist das firmeneigene Product Security Incident Response Team (PSIRT). Dieses Team überwacht kontinuierlich die Sicherheitslage, entwickelt präventive Updates und reagiert schnell auf potenzielle Bedrohungen. Durch die Kombination aus Cybersecurity, funktionaler Sicherheit und digitalen Schutzmechanismen trägt VEGA dazu bei, dass Wasserstoff-Anlagen auch in einer vernetzten Welt sicher bleiben.

Fazit: Präzise und sichere Messtechnik für Wasserstoffanwendungen

Wasserstoff stellt hohe Anforderungen an die Messtechnik – von Hochdruckanwendungen über Kryotechnik bis hin zur Explosionssicherheit. VEGA bietet mit robusten [Drucksensoren](#), [Füllstandmessgeräten](#) und [digitalen Lösungen](#) eine zuverlässige Basis für effiziente und sichere Wasserstoffprozesse. Durch innovative Materialtechnologien, fortschrittliche Kompensationssysteme und digitale Analysetools setzt VEGA neue Maßstäbe in der Wasserstofftechnik. So kann dieser vielversprechende Energieträger optimal genutzt werden – sicher, präzise und effizient.

Verwandte Branchen



Produkte



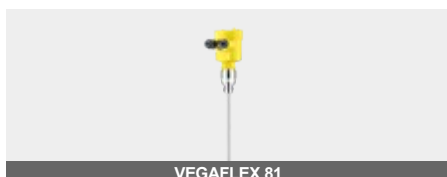
VEGAPULS 6X



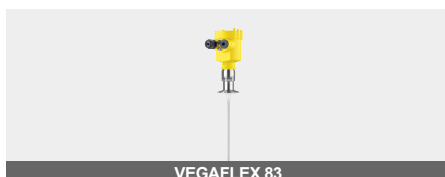
VEGABAR 82



VEGABAR 83



VEGAFLEX 81



VEGAFLEX 83



VEGAFLEX 86