

Gasanlagen-Instandhaltung bei Wasserstoffeinsatz

# Zündung vermeiden!

Für die angestrebte Energiewende kommt Wasserstoff bei *der Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen* eine Schlüsselrolle zu. Er lässt sich klimafreundlich durch Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen. Dabei sind aber spezielle Gefährdungen zu beachten.

**B**ei vielen Energieversorgungsunternehmen werden bereits Elektrolyseanlagen zur Herstellung von Wasserstoff betrieben. Wasserstoff kann direkt in das Erdgasnetz eingespeist werden oder auch in Wasserstoff-Rohrnetzen der weiteren Verwendung zugeführt werden.

Bei Arbeiten an Gasleitungen oder -anlagen sind für die Beschäftigten im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung geeignete Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der speziellen Eigenschaften von Wasserstoff festzulegen. Deshalb folgt zunächst ein kurzer Überblick über die sicherheitstechnischen Eigenschaften von Wasserstoff und ausgewählte Schutzmaßnahmen.

## Sicherheitstechnische Eigenschaften

Wasserstoff ist das leichteste Gas (Dichteverhältnis zu Luft ca. 0,070) sowie farb- und geruchlos. Austretender Wasserstoff strömt bevorzugt nach oben. Zusammen mit Luft bildet Wasserstoff im Konzentrationsbereich von 4 Vol.-% (untere Explosionsgrenze – kurz: UEG) bis 75,6 Vol.-% (obere Explosionsgrenze – OEG) explosionsfähige Gemische. Der Explosionsbereich von Erdgas reicht dagegen von 4 Vol.-% (UEG) bis 17 Vol.-%. (OEG).

Die Mindestzündenergie von Wasserstoff beträgt 0,019 mJ (zum Vergleich: Die Mindestzündenergie von Methan beträgt 0,28 mJ). Durch die hohe Zündempfindlichkeit des Wasserstoffs können im Vergleich zum Methan (Erdgas) Wasserstoff-Luft-Gemische bereits durch Zündquellen mit vergleichsweise geringer Energie gezündet werden.

Wasserstoff ist der Explosionsgruppe IIC zugeordnet, Erdgas der Explosionsgruppe IIA. Diese Kenngröße ist u. a. bei der Auswahl von elektrischen Geräten, die in explosionsfähiger Atmosphäre (Zo-

ne) eingesetzt werden, zu berücksichtigen.

Die Zündtemperatur von Wasserstoff liegt bei 560 °C. Wasserstoff und Erdgas sind jeweils der Temperaturklasse T1 zugeordnet. Die höchstzulässige Oberflächentemperatur der Betriebsmittel darf dabei 450 °C nicht übersteigen. Zugeordnet zur Temperaturklasse T1 sind Gase, deren Zündtemperatur über 450 °C liegt. Die Wasserstoffflamme ist im Tageslicht kaum sichtbar.

## Spezielle Gefährdungen

Gasgemische aus Luft und Wasserstoff entmischen sich nicht unter der Wirkung der Schwerkraft. Aufgrund der geringen Dichte von Wasserstoff gegenüber Luft strömt freigesetzter Wasserstoff sofort nach oben und kann sich insbesondere unter der Raumdecke ansammeln (z. B. in gefangenen Räumen oder Dachvorsprüngen). In nicht oder schlecht durchlüfteten Aufstellungsräumen von Wasserstoffanlagen können sich gefährliche Gasansammlungen bilden.

Wasserstoff führende Anlagenteile oder Gasleitungen mit erkennbaren Leckagen sind nicht betriebssicher. Deshalb müssen Dichtheitskontrollen stattfinden – und zwar vor Inbetriebnahme und wiederkehrend.

Aufgrund der niedrigen Mindestzündenergie können Gas-Luftgemische bereits durch Zündquellen mit sehr geringer Energie gezündet werden. Beispiele dafür sind:

- Rostteilchen, die von einem schnell strömenden Wasserstoffstrahl mitgerissen werden, können infolge elektrostatischer Aufladung oder beim Aufprall auf ein Hindernis zündfähige Funken erzeugen.
- Mechanische Reib-, Schlag- und Abriebvorgänge beim Einsatz von Werkzeugen können zündfähige Funken verursachen.

- Zündfunken infolge elektrischer Potentialunterschiede beim Trennen von Leitungen
- elektrostatische Aufladung von Personen, Arbeitsmitteln und Bauteilen (z. B. metallische Ausblasevorrichtungen)
- Verschiedentlich findet sich auch der Hinweis, dass durch Erwärmung des Gases infolge eines Druckstoßes beim schnellen Einströmen von Wasserstoff in ein luftgefülltes Anlagenteil eine Zündung auftreten kann.

Explosionsgefährdete Bereiche an Abblase- und Entspannungsleitungen an Gasanlagen für Erdgas können mithilfe des vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) in G 442 (M) beschriebenen Verfahrens ermittelt werden (räumliche Ausdehnung des gefährdeten Bereiches – siehe „info“). Für reinen Wasserstoff ist das in DVGW G 442 beschriebene Verfahren derzeit noch nicht geeignet.

Die gefährdeten Bereiche an Abblase- und Entspannungsleitungen von Wasserstoffanlagen lassen sich mithilfe spezieller Berechnungsprogramme ermitteln (Freistrahlberechnungen). Sofern beim Abblasen von Wasserstoff mit einer Zündung der Gaswolke zu rechnen ist, muss der Ort der Ausblastele so gewählt werden, dass das zeitlich begrenzte Abblenden des Wasserstoffs keine Gefährdung für die Umgebung darstellt.

## Gaswarngeräte

Gaswarngeräte für den Explosionsschutz (tragbar oder fest installiert) werden für die Arbeitsplatzüberwachung oder zur Überwachung des Auftretens von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in Aufstellungsräumen von Gasanlagen eingesetzt. Bei der Auswahl dieser Geräte sind die wasserstoffspezifischen Eigenschaften zu berücksichtigen.



Wasserstoff erfährt wieder viel Beachtung. Für die Energiewende spielt der umweltfreundlich herzustellende Energieträger eine wichtige Rolle.

Für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Wasserstoff-Luft-Gemische) müssen die Geräte auf der Grundlage der Europäischen Richtlinie 2014/34/EU als sicheres elektrisches Betriebsmittel geeignet und entsprechend gekennzeichnet sein. Zudem muss bei Gaswarngeräten, die eine Messfunktion für den Explosionsschutz wahrnehmen sollen, die messtechnische Funktionsfähigkeit für die vorgesehene Anwendung entsprechend den Anforderungen der Richtlinie 2014/34/EU nachgewiesen sein (z. B. für Wasserstoff).

In den Explosionsschutz-Regeln (EX-RL) – DGUV Regel 113-001, Anlage 3 – ist eine Liste funktionsgeprüfter Gaswarngeräte enthalten, die für die beschriebenen Anwendungsfälle als geeignet angesehen werden können.

### Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an Gasleitungen/Gasanlagen

Wenn bei Instandhaltungsarbeiten gasführende Leitungen/Anlagenteile geöffnet werden müssen, ist das Auftreten gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden (gasfreier Zustand). Das kann unter anderem bedeuten:

- Anlagenteile sind gasdicht abzusperrern, z. B. durch eine Doppelabsperrung mit Zwischenentspannung.
- Unter Druck stehende Leitungsabschnitte oder Baugruppen müssen entspannt und der druckfreie Zustand mit Druckmessarmaturen überprüft werden.
- Abgesperrte Abschnitte mit Inertgas (z. B. Stickstoff) entleeren, um die Bil-

dung von Gas-Luft-Gemischen zu vermeiden. Das Freispülen ist durch Messung mit geeigneten Gas-Konzentrationsmessgeräten zu kontrollieren (geeignet für Wasserstoff).

Die Beschäftigten sind bei Arbeiten an Wasserstoff-Gasleitungen oder Wasserstoffanlagen über die relevanten Gefährdungen und Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Schutzmaßnahmen müssen in einer Betriebsanweisung dokumentiert werden, die den Beschäftigten zur Verfügung gestellt wird.

### Erdgas-Wasserstoff-Gemische

Die Auswirkungen von Wasserstoffzusätzen zum Erdgas (bis zu 10 Mol-%) im Hinblick auf den Explosionsschutz und die sicherheitstechnischen Kenngrößen für Erdgas-Wasserstoff-Gemische wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) untersucht. Die Ergebnisse sind im Abschlussbericht zusammengestellt (siehe „info“). In der Studie analysiert wurden

- die Explosionsgrenzen,
- die Sauerstoffgrenzkonzentrationen,
- die maximalen Explosionsdrücke,
- die KG-Werte (KG-Wert: die aus dem maximalen zeitlichen Druckanstieg errechnete Kenngröße eines brennbaren Gases oder Dampfes) und
- die Normspaltweiten.

Die Untersuchungen ergaben, dass bei einem Zusatz von bis zu 10 Mol-% Wasser-

stoff keine der untersuchten Kenngrößen relevant beeinflusst wird (gegenüber Erdgas). Die Gemische haben nur geringfügig erweiterte Explosionsbereiche und bleiben, wie beim reinen Erdgas, in der Explosionsgruppe IIA. Auch die maximalen Explosionsdrücke und die zeitlichen Druckanstiege bei den Gasexplosionen werden nur wenig beeinflusst.

Vergleichende Berechnungen zur Festlegung von explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Zonen) auf Basis von Gasausbreitungsberechnungen ergaben ebenfalls nur geringfügige Unterschiede – im Rahmen der Fehlertoleranz – für Erdgas und Erdgas-Wasserstoff-Gemische mit bis zu 10 Mol-% Wasserstoff. Der Einsatz von Gaswarngeräten, die für reines Erdgas geeignet sind, ist für Erdgas-Wasserstoff-Gemische mit bis zu 10 Mol-% Wasserstoff grundsätzlich möglich. Dies erfordert aber eine gesonderte Sicherheitsbewertung und ggf. eine Nachkalibrierung.

*Dr. Albert Seemann*

### info

Weitere Informationen zu diesem Thema:

- [www.bgetem.de](http://www.bgetem.de), Webcode 18809257
- [www.bgetem.de/redaktion/arbeits-sicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/brancheninformatio-nen/energie-und-wasserwirtschaft/gasversorgung/abschlussbericht-zum-forschungsvorhaben-2539-sicherheitstechnische-eigenschaften-von-erdgas-wasserstoff-gemischen](http://www.bgetem.de/redaktion/arbeits-sicherheit-gesundheitsschutz/dokumente-und-dateien/brancheninformatio-nen/energie-und-wasserwirtschaft/gasversorgung/abschlussbericht-zum-forschungsvorhaben-2539-sicherheitstechnische-eigenschaften-von-erdgas-wasserstoff-gemischen)
- [www.dvgw-regelwerk.de](http://www.dvgw-regelwerk.de), Suche „G 442“