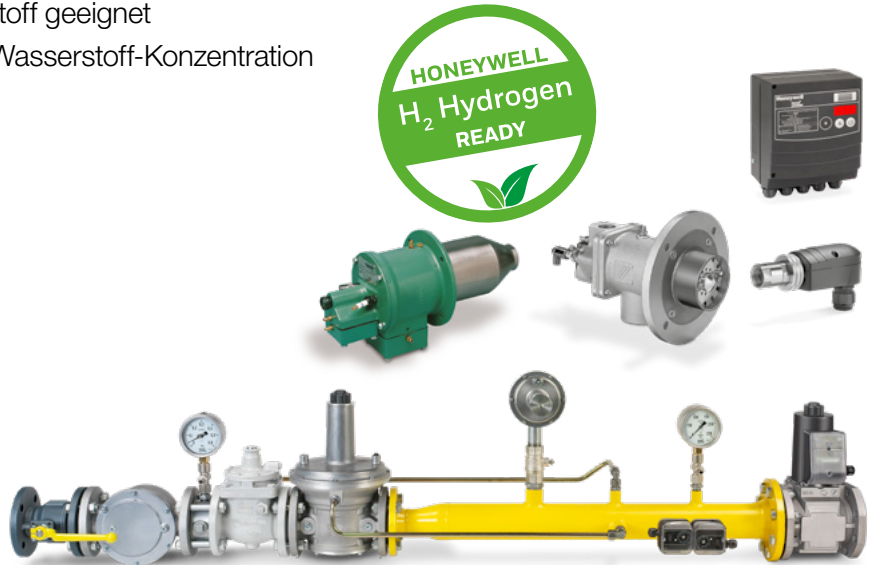


## Produkte für Wasserstoff H<sub>2</sub>

### TECHNISCHE INFORMATION

- Fast alle Armaturen für 100 % Wasserstoff geeignet
- Die meisten Brenner sind bis zu 50 % Wasserstoff-Konzentration einsetzbar.
- Für Altanlagen einsetzbar



---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Einsatz von Wasserstoff</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Zertifizierung</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Wasserstoff geeignet</b> .....	<b>5</b>
3.1 Armaturen und Zubehör .....	5
3.2 Brenner .....	6
<b>4 Dichtheit</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Nennweite berechnen</b> .....	<b>8</b>
<b>6 Projektierungshinweise</b> .....	<b>9</b>
6.1 Verbrennungstechnische Grundlagen bei Zumischung von Wasserstoff zu Erdgas .....	9
6.2 Umstellung von vorhandenen Brennersystemen .....	9
6.3 Brennerüberwachung und -steuerung bei Wasserstoff .....	10
<b>Für weitere Informationen</b> .....	<b>11</b>

### 1 Einsatz von Wasserstoff

Die Bedeutung von Wasserstoff als klimaneutraler Energie-lieferant nimmt zu.

Honeywell Thermal Solutions liefert Ihnen Armaturen und Brenner, die für die Verwendung von Wasserstoff in der Prozesswärme geeignet sind.

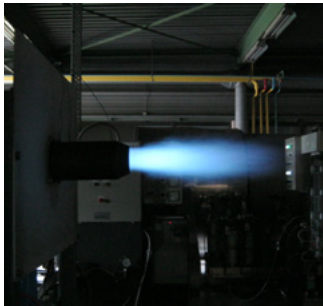
Wasserstoff ist das kleinste und leichteste Element im Periodensystem. Es tritt normalerweise in molekularer Form  $H_2$  auf, ein farb- und geruchloses Gas. Bei bestimmten chemischen Reaktionen tritt Wasserstoff vorübergehend atomar als H auf. In dieser Form zeichnet er sich durch eine im Vergleich zu den normalen  $H_2$ -Molekülen wesentlich höhere Reaktivität aus. Eine sogenannte Wasserstoffversprödung z. B. durch das Eindringen von atomarem Wasserstoff in Metalle, verursacht durch hohe Drücke, hohe Temperaturen, Vibrationen und Säure, kann bei Produkten dieser Technischen Information ausgeschlossen werden.

Durch die geringe Dichte im Vergleich zu Erdgas kann Wasserstoff leichter entweichen, z. B. an Verbindungsstellen.

Alle Armaturen und Brenner, die für Wasserstoff geeignet sind, siehe Seite 5 (Wasserstoff geeignet).

Weitere Informationen zur Dichtheit, siehe Seite 7 (Dichtheit).

### Flammenvergleich beim ThermJet TJ mit 213 kW, $\lambda = 1,15$



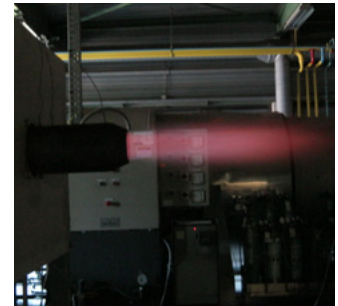
100 % Erdgas



Verhältnis Erdgas/Wasserstoff  
40/60



Verhältnis Erdgas/Wasserstoff  
20/80



100 % Wasserstoff

### 2 Zertifizierung

Die aktuellen Anwendungsnormen ISO 13577 und EN 746 für Thermoprozessanlagen sowie EN 676 und ISO 22967 für Gasbrenner mit Gebläse enthalten nur wenige Aussagen zu Wasserstoff. Allerdings wird bei den derzeit laufenden Überarbeitungen bereits diskutiert, welche zusätzlichen Regelungen für Brenngase mit hohem Wasserstoffanteil aufgenommen werden sollen.

Unter der Gasgeräteverordnung (GAR) (EU) 2016/426 gibt es nun den neuen Technischen Bericht „CEN TR 17924 Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige und/oder flüssige Brennstoffe – Leitfaden zu wasserstoffspezifischen Aspekten“ für die Verwendung von Wasserstoff.

Das Dokument bezieht sich auf Gasgeräte mit einem deklarierten maximalen Eingangsdruck bis einschließlich 500 kPa (5 bar) und einer Anschlussnennweite bis einschließlich DN 250. Der Zweck des Dokuments ist es, eine Anleitung zu wasserstoffspezifischen Themen zu geben, die bei der zukünftigen Normung der vom CEN/TC 58 abgedeckten Bereiche berücksichtigt werden müssen, wie z. B. Gas-Sicherheitsventile, Gas-Druckregler, Gas-Druckwächter, Zünd- und Überwachungskomponenten.

Fast alle Fittinge, Dichtungen, Kugelhähne, Filter, Druckregler, Ventile, Klappen, Druckwächter, Zünd- und Überwachungskomponenten sind für 100 % Wasserstoff und alle Erdgas-H<sub>2</sub>-Mischungen geeignet. Eine sogenannte Wasserstoffversprödung, z. B. durch das Eindringen von atomarem Wasserstoff in Metalle, verursacht durch hohe Drücke, hohe Temperaturen, Vibrationen und Säure, kann im Bereich geringerer Druckwerte unter 500 kPa (5 bar) und damit bei den meisten Brenner- und Steuerungskomponenten ausgeschlossen werden.

Messungen, die von unabhängigen Instituten durchgeführt wurden, haben bestätigt, dass die Grenzwerte für innere und äußere Leckagen auch für reinen Wasserstoff oder Wasserstoffgemische bestehen bleiben können und nicht angepasst werden müssen.

## 3 Wasserstoff geeignet

### 3.1 Armaturen und Zubehör

Typ	Name	100 % H <sub>2</sub>
<b>Kugelhähne und Filter</b>		
AKT	Kugelhähne	✓
TAS	Thermische Armaturen-Sicherungen	✓
GFK	Gasfilter	✓
<b>Druckregler</b>		
J78R	Gas-Druckregler	✓
GDJ	Gas-Druckregler	✓
VGBF	Gas-Druckregler	✓
JSAV	Sicherheitsabsperrentile	✓
VSEBV	Abblaseventil	✓
VAR	Umlauf- und Abblaseregler	✓
GIK, GIK..B	Gas-Gleichdruckregler	✓
GIKH	Verhältnisdruckregler	✓
<b>Ventile und Klappen</b>		
VAS	Gas-Magnetventile	✓
VCS	Doppel-Magnetventile	✓
VAD	Druckregler mit Magnetventil	✓
VAG	Gleichdruckregler mit Magnetventil	✓
VAH	Volumenstromregler mit Magnetventil	✓
VRH	Volumenstromregler	✓
VAV	Verhältnisdruckregler mit Magnetventil	✓
VBY	Bypassventile	✓
VMV	Feineinstellventile	✓
VMO	Messblenden	✓
VMF	Filterbausteine	✓
VGP	Gas-Magnetventile	✓
VG	Gas-Magnetventile	✓
VAN	Abblase-Magnetventile	✓
VK	Motorventile	✓
BVG, BVGF	Drosselklappen für Gas	✓

Typ	Name	100 % H <sub>2</sub>
VFC	Linearstellglieder	✓
VR4xx	Gasregelblöcke	✓
VRB	Gasregelblöcke	✓
V4730, V8730	Gasregelblöcke	✓
VMU	Mixer	✓
RV	Regelventile	✓
<b>Druckwächter</b>		
DG	Gas-Druckwächter	✓
C6097	Gas-Druckwächter	✓
C60VR	Gas-Druckwächter	✓
DGM	Gas-Druckwächter	✓
<b>Zünd- und Überwachungskomponenten</b>		
UVS	UV-Sonden	✓
UVC 1	UV-Flammenwächter	✓
<b>Zubehör</b>		
KFM..M, RFM..M	Manometer	✓
GEH, GEHV	Mengeneinstellhähne	✓
DH	Druckknopfhähne	✓
DMG	Elektronisches Druckmessgerät	✓
EKO	Edelstahlkompensatoren	✓
ES	Edelstahlschläuche	✓
GRS, GRSF	Gasrücktrittsicherungen	✓

DM, DE Durchflussmengenähler sind für 20 % Wasserstoff geeignet.

### 3.2 Brenner

Typ	Name	H <sub>2</sub>
ZAI	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZMI(C)	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZKIH	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZKIH...-2	Zündbrenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
ZIO 40	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZIO 40HB...-2	Zündbrenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
ZT 40	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZTA	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZTI	Zündbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
BIO(W), BIC(W)	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
BIO(W)...HD...-2, BIC(W)...HD...-2	Brenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
BIOA, BICA	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
BIOA...HD...-2, BICA...HD...-2	Brenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
ZIO(W), ZIC(W)	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ZIO(W)...HD...-2, ZIC(W)...HD...-2	Brenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
BIO(W)..L, BIC(W)..L	mit Zündbrenner	≤ 10 % <sup>1)</sup>
ZIO(W)..L, ZIC(W)..L	mit Zündbrenner	≤ 10 % <sup>1)</sup>
BICR	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
GLG, GLA, GLH	Haubenbrenner	≤ 100 % <sup>3)</sup>
ECOMAX	Rekuperatorbrenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
ECOMAX LE	Rekuperatorbrenner	≤ 100 % <sup>4)</sup>
ThermJet	Brenner	≤ 50 % <sup>2)</sup>
Wide Range	Brenner	≤ 30 %
UNIRAD-Vilvoorde	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
PrimeFire FH (Next Gen)	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
OXYTHERM 300	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
OXYTHERM LE	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
PrimeFire 100	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
OXYTHERM FHR	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
OXYTHERM Titan	Brenner	≤ 50 % <sup>2)</sup>
NP-RG	Brenner	≤ 50 % <sup>2)</sup>
LV Airflo	Brenner	≤ 50 % <sup>2)</sup>
COMBUSTIFUME	Brenner	≤ 50 % <sup>2)</sup>

Typ	Name	H <sub>2</sub>
HC AIRFLO	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>
OVENPAK 400	Brenner	≤ 30 % <sup>3)</sup>
OVENPAK 500	Brenner	≤ 30 %
VALUPAK-II	Brenner	≤ 30 % <sup>2)</sup>
UnoPak	Brenner	≤ 30 % <sup>2)</sup>
MEGAFIRE HD	Brenner	≤ 30 % <sup>2)</sup>
KINEMAX	Brenner	≤ 50 % <sup>1)</sup>

- 1) Höhere Wasserstoff-Konzentration auf Anfrage
- 2) Die angegebene Wasserstoff-Menge kann mit geringfügigen Anpassungen des Brenners und nach Überprüfung der Anwendung verbrannt werden.
- 3) Auf Anfrage und nach Überprüfung der Anwendung
- 4) Ab 95 % H<sub>2</sub> Überwachung mit UV-Sonde erforderlich

## 4 Dichtheit

Aufgrund der kleineren Molekülgröße und der veränderten dynamischen Viskosität von Wasserstoff ( $H_2$ ) verändern sich die Leckraten im Vergleich zu Methan ( $CH_4$ ).

### Innere und äußere Dichtheit nach EN 13611

Gasgeräte müssen dicht sein, die angegebenen Leckraten nach EN 13611 für Luft müssen eingehalten werden.

Nennweite	Medium	Innere Dichtheit [cm <sup>3</sup> /h]	Äußere Dichtheit [cm <sup>3</sup> /h]
DN < 10	Luft		≤ 20
10 ≤ DN ≤ 25	Luft		≤ 40
25 ≤ DN ≤ 80	Luft		≤ 60
80 ≤ DN ≤ 150	Luft	≤ 100	≤ 60
150 ≤ DN ≤ 250	Luft	≤ 150	≤ 60

Wenn die  $H_2$ -Beimischung kleiner ist als 10 %, werden die Leckraten nach EN 13611 eingehalten.

Die folgende Tabelle zeigt ermittelte Leckraten für 100 % Wasserstoff ( $H_2$ ):

Nennweite	Medium	Innere Dichtheit [cm <sup>3</sup> /h]	Äußere Dichtheit [cm <sup>3</sup> /h]
DN < 10	Wasserstoff ( $H_2$ )		≤ 25
10 ≤ DN ≤ 25	Wasserstoff ( $H_2$ )		≤ 80
25 ≤ DN ≤ 80	Wasserstoff ( $H_2$ )		≤ 120
80 ≤ DN ≤ 150	Wasserstoff ( $H_2$ )	≤ 200	≤ 120
150 ≤ DN ≤ 250	Wasserstoff ( $H_2$ )	≤ 300	≤ 120

Bei einer Anwendung mit 100 %  $H_2$  oder einer  $H_2$ -Beimischung größer als 10 % ist die Einhaltung der Leckraten nach EN 13611 aufgrund der geringeren Dichte und der veränderten dynamischen Viskosität von Wasserstoff nicht gewährleistet. **Die Eignung** der Anwendung für den Betrieb mit Erdgas-Wasserstoff-Gemischen mit einem Anteil

≥ 10 % Wasserstoff **muss mit einer Risikobeurteilung ermittelt werden.**

### Atmungsöffnungen nach EN 13611

Atmungsöffnungen von Gasgeräten mit Membranen, z. B. Druckregler, die nicht mit einem Anschluss für ein Entlüftungrohr ausgestattet sind, müssen so ausgelegt sein, dass bei einer Beschädigung der Membran beim höchsten Eingangsdruck nicht mehr als 70 dm<sup>3</sup>/h Luft entweicht. Diese Luftmenge von 70 dm<sup>3</sup>/h entspricht in einem Schadensfall einer Leckage von 100 dm<sup>3</sup>/h Erdgas ( $CH_4$ ) oder 270 dm<sup>3</sup>/h Wasserstoff ( $H_2$ ).

Bei Druckwächtern nach EN 1854 wird diese Vorgabe durch eine Membranbruchprüfung ersetzt.

### Zündgrenzen

Gasgemisch	untere Grenze [Vol%]	obere Grenze [Vol%]
$H_2$	4,0	77
$CH_4$	4,4	16,5

Bei Anwendungen mit Wasserstoff wird die untere Zündgrenze schneller erreicht.

### Volumenstromberechnung

Bei einer „turbulenten Strömung“, wie sie z. B. bei einer Atmungsbohrung vorherrscht, lässt sich der Volumenstrom über das Dichteverhältnis berechnen:

Umrechnungsfaktor aus Dichteverhältnis (Bezugsgröße Luft):

Medium	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Umrechnungsfaktor
Luft	1,29	1
Erdgas H	0,81	1,3
$H_2$	0,09	3,79

## *Nennweite berechnen*

---

Die Dichtheit von Systemen ist vor der Inbetriebnahme zu prüfen. Dabei werden neben den Geräten auch die Gewinde- und Flanschverbindungen geprüft.

## **5 Nennweite berechnen**

Eine Web-App zur Berechnung der Nennweite liegt unter [www.adlatus.org](http://www.adlatus.org).

Geben Sie für Wasserstoff oder Wasserstoff-Erdgas-Mischungen die passende Dichte manuell ein.



## 6 Projektierungshinweise

### 6.1 Verbrennungstechnische Grundlagen bei Zumischung von Wasserstoff zu Erdgas

Der Heizwert von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen reduziert sich deutlich mit zunehmender  $H_2$ -Zumischung, d. h. ein größerer Gasvolumenstrom ist erforderlich für die gleiche thermische Leistung. Aufgrund der geringen Dichte von Wasserstoff reduziert sich der Wobbe-Index deutlich weniger, trotzdem ist ein um bis zu 65 % höherer Gasdruck für die gleiche Leistung erforderlich. Die bei Erdgas empfohlene Fließgeschwindigkeit von 20-30 m/s sollte bei  $H_2$ -Zumischungen ebenfalls beachtet werden.

Die laminare Flammgeschwindigkeit von Wasserstoff ist deutlich höher als die von Erdgas. Die sichtbare Flammenlänge verändert sich bei vielen Brennern mit  $H_2$ -Zumischung aber kaum. Jedoch kann die hohe Flammgeschwindigkeit abhängig vom Brennerdesign zu Resonanzen und Geräuschbildung führen.

Der Verbrennungsluftbedarf reduziert sich mit zunehmender  $H_2$ -Zumischung, d. h. bei gegebenem System entsteht bei  $H_2$ -Zumischung kein zusätzliches Risiko durch Gasüberschuss. Bei unveränderter Brenneinstellung steigt der Luftüberschuss aber um bis zu 45 % und daher ist zu prüfen, ob der Brenner mit höherer  $H_2$ -Zumischung noch stabil betrieben werden kann.

Die adiabate Verbrennungstemperatur und die Flammentemperatur steigen mit zunehmender  $H_2$ -Zumischung. Hierdurch steigt die thermische  $NO_x$ -Bildung und insbesondere ab ca. 50 %  $H_2$ -Zumischung setzt ein exponentieller Anstieg der  $NO_x$ -Emission ein, der zusätzliche  $NO_x$ -Minde-

rungsmaßnahmen, z. B. die Auswahl geeigneter Low- $NO_x$ -Brenner, erforderlich macht.

### 6.2 Umstellung von vorhandenen Brennersystemen

Bei 10–20 % Zumischung von Wasserstoff zu Erdgas ist in der Regel nur eine Neueinstellung der Brenner erforderlich, besonders bei Low- $NO_x$ -Lösungen, bei denen eine präzise Einstellung des Gas/Luft-Verhältnisses entscheidend ist.

Bei variabler Zumischung muss eine erweiterte Gas/Luft-Verhältnisregelung eingesetzt werden.

Bei höheren Wasserstoffanteilen muss ein Brenner ausgewählt werden, der für die Gasart geeignet ist.

## **6.3 Brennerüberwachung und -steuerung bei Wasserstoff**

Aufgrund des physikalischen Prinzips kann die Flammenüberwachung bei reinem Wasserstoff oder Wasserstoffzumischung zu Erdgas größer ca. 95 % nicht über Ionisation erfolgen, sondern nur über UV-Sonden.

Wegen der deutlich höheren Zündgrenze von Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas ist im Einzelfall zu prüfen, ob nach Abschalten des Brenners (Schließen der automatischen Absperrventile) eine Spülung der Gasleitung zwischen Absperrventil und Brenner erforderlich ist. Es besteht unter Umständen die Möglichkeit, dass sich zwischen Brenner und Absperrventil ein zündfähiges Gemisch bildet und bei Neustart des Brenners ein Flammenrückschlag in die Gasleitung erfolgt. In jedem Fall sollten Absperrventile und gegebenenfalls Flammenrückschlagsicherungen bei Wasserstoff möglichst nahe an den Brenner gesetzt werden, um die Gefahr eines potenziell zündfähigen Gemischs zu minimieren.

## Für weitere Informationen

Das Produktspektrum von Honeywell Thermal Solutions umfasst Honeywell Combustion Safety, Eclipse, Exothermics, Hauck, Kromschroder und Maxon. Um mehr über unsere Produkte zu erfahren, besuchen Sie [ThermalSolutions.honeywell.com](https://ThermalSolutions.honeywell.com) oder kontaktieren Sie Ihren Honeywell-Vertriebsingenieur.

Elster GmbH  
Strothweg 1, D-49504 Lotte  
T +49 541 1214-0  
[hts.lotte@honeywell.com](mailto:hts.lotte@honeywell.com)  
[www.kromschroeder.com](http://www.kromschroeder.com)

© 2025 Elster GmbH

Technische Änderungen, die dem Fortschritt dienen, vorbehalten.

