



## TECHNISCHE MITTEILUNG

# Wärmebildgebung zur Erkennung und Überwachung von Wasserstoffflammen

Visualisierung „unsichtbarer“ Wasserstoffflammen, Verbesserung des Situationsbewusstseins und Schutz des technischen Personals

*Erneuerbarer Wasserstoff wird bei der Energiewende eine entscheidende Rolle spielen. Die europäischen Mitgliedsstaaten experimentieren bereits mit diesem vielversprechenden Energieträger und testen, wie sie bestehende Erdgasverteilungsnetze umfunktionieren können, um den Verbraucher mit Wasserstoff zu versorgen. Wasserstoff ist ein hochentzündliches Gas. Aus diesem Grund müssen technische Mitarbeiter, die an diesen Wasserstoffverteilungsnetzen arbeiten, in Bezug auf die Sicherheit geschult werden. Sie müssen auch mit den richtigen Werkzeugen ausgestattet sein, um Wasserstofflecks zu entdecken und Wasserstoffflammen rechtzeitig zu erkennen. Ein solches Werkzeug ist die Wärmebildkamera.*

Wasserstoff erfreut sich weltweit einer neuen und wachsenden Aufmerksamkeit. In Europa beispielsweise gilt Wasserstoff als eine der Hauptprioritäten, um den europäischen Green Deal und den Übergang zu sauberer Energie in Europa zu erreichen. Es kann als Rohstoff, Brennstoff oder Energieträger und -speicher verwendet werden und

hat viele Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie, im Transportwesen und im Energiesektor. Wasserstoff ist auch eine interessante Alternative zur Beheizung alter oder historischer Gebäude, die in der Regel schwer zu isolieren sind und in denen rein elektrische Wärmepumpen daher nicht sinnvoll sind.

### Grüne Energie

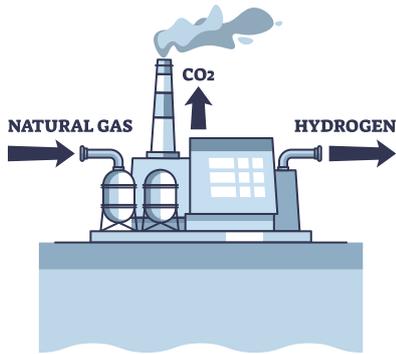
Obwohl als sauberer Energieträger angesehen, wird Wasserstoff nicht immer auf saubere Weise hergestellt. Es gibt mehrere Möglichkeiten, ihn zu erzeugen. **Grauer Wasserstoff** wird aus fossilen Brennstoffen (Methan) durch einen Prozess namens Dampfreformierung hergestellt und führt zur Emission von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Auch der **blaue Wasserstoff** beruht auf diesem Prinzip, obwohl 80 bis 90 % des während des Prozesses emittierten CO<sub>2</sub> aufgefangen und unterirdisch gespeichert werden. Wie der Name schon sagt, ist **grüner Wasserstoff** die umweltfreundlichste Art, Wasserstoff zu produzieren. Dies geschieht durch Elektrolyse, d. h., durch die Verwendung von erneuerbarem Strom zur Aufspaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff.



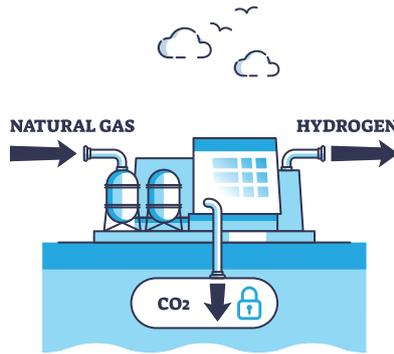
*Im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien hat Wasserstoff das Potenzial, in großen Mengen für eine spätere Nutzung gespeichert zu werden.*

An diesem Punkt wird Wasserstoff aus Sicht der Umwelt und des Klimas interessant. Wenn erneuerbarer „grüner Wasserstoff“ zu Zeiten produziert wird, in denen Sonnen- und Windenergie im Überfluss vorhanden sind, kann dieser den weltweiten Strombedarf decken und langfristig und in großem Umfang gespeichert werden. Das Speicherpotenzial von Wasserstoff ist für Stromnetze

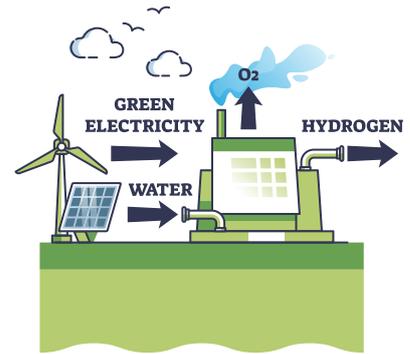
## GREY HYDROGEN



## BLUE HYDROGEN



## GREEN HYDROGEN



besonders vorteilhaft, denn dieser ermöglicht es, erneuerbare Energie nicht nur in großen Mengen, sondern auch über lange Zeiträume hinweg zu speichern.

### Verteilung an den Verbraucher

Trotz seines Potenzials für grüne Energie stellt sich die Frage, wie Wasserstoff, sobald dieser produziert ist, effizient in großen Mengen an den Verbraucher oder an den Einsatzort geliefert werden kann. Bislang wurde der Markt durch die erheblichen Kosten, die mit dem Aufbau einer eigenen Wasserstoff-Pipeline oder Lieferinfrastruktur verbunden sind, abgeschreckt.

Eine weitere Option, die in den letzten Jahren immer mehr an Aufmerksamkeit gewonnen hat, ist die Umrüstung des bestehenden Erdgasverteilungsnetzes für die Durchleitung von Wasserstoff. Natürlich haben Wasserstoff und Erdgas unterschiedliche Eigenschaften – zum Beispiel in Bezug auf die Entflammbarkeit, Dichte und leichte Verteilbarkeit –, aber da die Infrastruktur für Erdgas bereits vorhanden ist, könnte eine Umstellung auf die Verteilung von Wasserstoff wirtschaftlich interessant sein.

Mehrere Demonstrationsprojekte und Machbarkeitsnachweise in ganz Europa haben bereits gezeigt, dass Wasserstoff mit einigen Anpassungen in bestehende Erdgasleitungen eingespeist und an eine breite Palette von Endanwendungen geliefert werden kann.

- Im Jahr 2020 ging in Großbritannien ein Wasserstoff-Pilotprojekt in Betrieb. Die **HyDeploy**-Demonstration hat gezeigt, dass es möglich ist, bis zu 20 % Wasserstoff mit der normalen Gasversorgung in das private Gasnetz der Universität Keele zu mischen, das 17 Fakultätsgebäude und 100 Wohnhäuser versorgt.
- Auch in Großbritannien wurde eine Machbarkeitsstudie – der **H21 Leeds City Gate Report** – durchgeführt, die bestätigte, dass die Umstellung des britischen Gasnetzes auf 100 % Wasserstoff sowohl technisch möglich ist als auch zu realistischen Kosten durchgeführt werden kann.
- Ein weiteres Pilotprojekt begann 2022 im Berkeloord-Viertel von **Lochem** (Niederlande). Dort werden zwölf Häuser mit Wasserstoff beheizt, der über das bestehende Erdgasnetz transportiert wird.
- Im niederländischen **Hoogeveen** wurde die Entwicklung des weltweit ersten Wasserstoffviertels für 2023 geplant.

Diese Projekte müssen zeigen, dass Wasserstoff eine sichere, komfortable und erschwingliche Alternative zu Erdgas ist. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Artikels werden viele weitere Demonstrations- und Pilotprojekte entwickelt, was das wachsende Interesse an der Entwicklung von Wasserstoffverteilungsnetzen zeigt.

### Rohrarbeiten und Abfackeln

Da wir nun wissen, dass bestehende Infrastrukturen genutzt werden können, stellt sich die Frage, wie bestehende

### Eigenschaften von Wasserstoff

Wasserstoff (H) ist ein Gas und das am leichtesten zugängliche Element in der Familie der chemischen Elemente. Unter normalen Bedingungen ist Wasserstoffgas eine lose Ansammlung von Wasserstoffmolekülen, die jeweils aus einem Paar von Atomen bestehen, also ein zweiatomiges Molekül – H<sub>2</sub>.

- **Verfügbarkeit:** Wasserstoff ist das am häufigsten vorkommende Element im Universum, macht aber nur etwa 0,14 Gewichtsprozent der Erdkruste aus.
- **Diffusionsfähigkeit:** Der größte Vorteil von Wasserstoff im Hinblick auf die Sicherheit ist seine Fähigkeit, viel schneller durch die Luft zu diffundieren als andere gasförmige Brennstoffe, wodurch dieser sich weniger leicht ansammelt.
- **Toxizität:** Farblos, geruchlos, geschmacklos und ungiftig
- **Entzündlichkeit:** Wasserstoff ist ein hochentzündliches Gas. Die breiten Entflammareitsgrenzen und die niedrige Zündenergie erhöhen das Risiko.
- **Sichtbarkeit:** Im Gegensatz zu Methan- und Benzinbränden brennt Wasserstoff mit einer bei Tageslicht fast unsichtbaren Flamme. Allerdings können Verunreinigungen in der Luft für eine gewisse Sichtbarkeit sorgen.



Ein Testaufbau mit Erdgas- und Wasserstoffackeln: Mit einer visuellen Kamera sind die Wasserstoffackeln nicht oder kaum sichtbar. Eine Wärmebildkamera kann diese jedoch anhand der Wärmestrahlung, die die Wasserstoffackeln aussenden, sichtbar machen.

Gasverteilungsleitungen bei der Umstellung auf ein Wasserstoffnetz sicher als Erdgaspipeline stillgelegt und (gleichzeitig) als Wasserstoffpipeline in Betrieb genommen werden können.

Aus praktischer Sicht müssen die Verteilungsrohre gespült werden. Erdgas muss abgelassen werden und Wasserstoffgas muss eingelassen werden. Die Forschung hat gezeigt, dass Wasserstoff zur Ersetzung von Erdgas aus bestehenden Erdgaspipelines verwendet werden kann und dass eine Erdgasverteilungspipeline unmittelbar nach der Ersetzung des Erdgases als Wasserstoffverteilungspipeline wieder in Betrieb genommen werden kann.

Eine häufig verwendete Technik beim Spülen von Rohren ist das Abfackeln. Dies ist eine Sicherheitsmaßnahme, die häufig in industriellen Umgebungen eingesetzt wird, in denen Wasserstoff verwendet wird. Bei diesem Prozess wird überschüssiger Wasserstoff kontrolliert verbrannt. Das Abfackeln von Wasserstoff erfolgt in der Regel bei Wartungsarbeiten, bei einer Lecksuche oder in anderen Situationen, in denen überschüssiger Wasserstoff anfällt, der nicht sicher gespeichert oder kontrolliert entsorgt werden kann.

Obwohl Wasserstoff nicht giftig ist, birgt die Arbeit mit Wasserstoffgas besondere Gefahren, und das Abfackeln

ist mit gewissen Risiken verbunden. Wie viele andere Gase ist auch Wasserstoff hochentzündlich und kann sich in Gegenwart von Sauerstoff schnell entzünden. Wartungsarbeiter sollten daher Schutzkleidung tragen, die der Hitze standhält, und auf die Temperaturbedingungen achten, um Verbrennungen zu vermeiden. Wartungsarbeiter sollten außerdem Werkzeuge verwenden, die eigensicher sind, um Unfälle durch Funkenentladung zu vermeiden.

#### Konventionelle Verfahren zum Aufspüren von Wasserstoffflammen

Für die sichere Arbeit mit Wasserstoff muss das technische Personal geschult sein und entsprechende Werkzeuge verwenden. Eine der Schwierigkeiten bei der Arbeit mit Wasserstoff beim Abfackeln ist, dass eine Wasserstoffflamme nicht immer sichtbar ist. Wasserstoff ist außerdem sehr leicht, und da das Abfackeln unter freiem Himmel erfolgt, müssen die Techniker immer auf unerwartete Flammenbewegungen durch Windstöße gefasst sein.

Zur Gewährleistung der Sicherheit muss das technische Personal während der Abfackelarbeiten einen besseren Blick auf die Flamme haben. Einige der am häufigsten verwendeten Technologien zur Überwachung von Wasserstoffackeln sind Thermoelemente, ultraviolette (UV)

Sensoren und Infrarotsensoren (IR). Manchmal werden dem Wasserstoff bestimmte Verunreinigungen wie Wasser oder Staub zugesetzt, wodurch die Flamme sichtbar wird.

#### Wärmebildtechnik zur Erkennung von Wasserstoffflammen

Obwohl alle oben genannten Technologien nützlich sind, um Wasserstoff schnell und genau aufzuspüren, fehlt ihnen ein wesentliches Merkmal: Diese erlauben es nicht, eine Wasserstoffflamme tatsächlich zu sehen. Deshalb sind Wärmebildkameras das ideale ergänzende Werkzeug. Obwohl Wasserstoffflammen bei Tageslicht unsichtbar sind, geben sie Wärmestrahlung ab. Wärmebildkameras können diese Temperaturveränderungen aufspüren und ermöglichen es technischem Personal, die genaue Bewegung der Flammen zu erkennen und sich einer Wasserstoffflamme sicher zu nähern.

Wärmebildkameras sind ein unverzichtbares Werkzeug für alle, die an Wasserstoffpipelines arbeiten oder Wasserstoffackeln überwachen. Hier ist der Grund dafür:

- **Verbessertes Situationsbewusstsein:** Wärmebildkameras liefern eine visuelle Darstellung der gesamten Szene, einschließlich der Installation der Wasserstoffackel. Dies bietet ein verbessertes Situationsbewusstsein, das besonders in industriellen Umgebungen, in denen mehrere Prozesse ablaufen, nützlich sein kann.
- **Verbesserte Mitarbeitersicherheit:** Wärmebildkameras ermöglichen es dem technischen Personal, Flammen aus sicherer Entfernung zu überwachen. Dieses muss sich der Flamme nicht nähern, und die Erkennungssensoren in einer Wärmebildkamera müssen nicht in physischen Kontakt mit der Flamme kommen.
- **Mehrere Verwendungen:** Wärmebildkameras verfügen über eine breite Palette an Anwendungen, die über die Flammenerkennung hinausgehen.

Sie können für elektrische Inspektionen, mechanische Inspektionen und mehr verwendet werden. Diese Vielseitigkeit lässt sie zu einem sehr wirtschaftlichen Werkzeug für eine Reihe von Wartungs- und Sicherheitsaufgaben werden.

- **Erkennen von Temperaturunterschieden:** Mit Wärmebildkameras können Wartungsmitarbeiter subtile Temperaturunterschiede sichtbar machen. Hierdurch können sie nicht nur Flammen, sondern auch Hotspots, Überhitzungsprobleme und andere potenzielle Probleme im Zusammenhang mit möglichen Fehlfunktionen der Geräte erkennen.
- **Weniger Fehlalarme:** Im Gegensatz zu Flammendetektoren sind Wärmebildkameras in bestimmten Umgebungen weniger anfällig für Fehlalarme, die durch Nicht-Flammenquellen wie Sonnenlicht, Schweißbögen oder heiße Oberflächen verursacht werden.

BESUCHEN SIE FÜR WEITERE INFORMATIONEN ÜBER WÄRMEBILDKAMERAS ODER ÜBER DIESE ANWENDUNG [WWW.FLIR.COM](http://WWW.FLIR.COM)

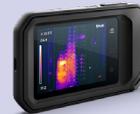
### Tragbare Lösungen zur Wasserstoffdetektion von FLIR

Wärme- und Schallbildkameras von FLIR unterstützen technische Wartungsfachleute bei der sicheren Arbeit in Wasserstoffumgebungen. Kameras von FLIR liefern dem Benutzer detailreiche Wärmebilder in einer Vielzahl von Wärmefarben, die ein besseres Situationsbewusstsein und -verständnis ermöglichen.

Einige der am besten geeigneten Kameralösungen für die Überwachung von Wasserstoffflammen sind:



*FLIR ONE® Edge-Serie  
Wärmebildkameras mit drahtloser Konnektivität*



*FLIR Cx-Serie  
Kompakte Wärmebildkameras*



*FLIR Cx5  
Wärmebildkamera für Gefahrenbereiche*



*FLIR Ex Pro-Serie  
Infrarotkameras mit Ignite™ Cloud*



*FLIR K-Serie  
Hochleistungs-TIC für die Brandbekämpfung*

Zusätzlich können Inspektoren mit der folgenden Technologie Gaslecks aufspüren, indem sie entweder ein zugesetztes Prüfgas (CO<sub>2</sub>) sichtbar machen oder das Geräusch eines Lecks wahrnehmen.



*FLIR G343  
Optische Gasbildgebungskamera (Optical Gas Imaging, OGI) für CO<sub>2</sub>*



*FLIR Si2-LD  
Industrielle akustische Bildgebungskamera zur Erkennung von Drucklecks und mechanischen Fehlern*



Teledyne FLIR, LLC  
27700 SW Parkway Avenue  
Wilsonville, OR 97070  
USA  
Tel.: +1 866.477.3687

Die technischen Daten können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.

©Copyright 2024, Teledyne FLIR, LLC.

Alle anderen Marken- und Produktnamen sind eingetragene Marken ihrer jeweiligen Rechteinhaber. Die dargestellten Bilder zeigen eventuell nicht die tatsächliche Auflösung der Kamera. Alle Bilder dienen nur zur Veranschaulichung.

Hydrogen\_Fire\_Tech\_Note\_RH24-0195-INS