

## VERMEIDEN SIE UNGEPLANTE STILLSTANDSZEITEN MIT DER NEUEN TECHNOLOGIE ZUM ERKENNEN VON WASSERSTOFFLECKS

Die Wartung von wasserstoffgekühlten Generatoren ist eine entscheidende Voraussetzung für den sicheren und effizienten Betrieb eines Kraftwerks. Das Aufspüren und Reparieren von Wasserstofflecks am Kühlsystem kann eine langwierige Suche an Bauteilen, Ventilen, Formstücken und anderen Stellen erfordern. Mit herkömmlichen Methoden zum Erkennen von Wasserstofflecks lässt sich oftmals nur ungefähr der Bereich ermitteln in dem der Wasserstoff austritt. Durch den technischen Fortschritt bei den Gasdetektionskameras hat sich die Effizienz und Leistungsfähigkeit der Gasleckerkennung in den letzten Jahren erheblich verbessert. Wenn die Versorger ihren Messgerätebestand durch eine spezielle Wärmebildkamera zur CO<sub>2</sub>-Leckerkennung ergänzen, steht ihnen eine effiziente Methode zum Aufspüren von Wasserstofflecks unter Verwendung von CO<sub>2</sub> als Tracergas zur Verfügung.

Beim Betrieb eines Elektrizitätskraftwerks entstehen große Wärmemengen, die abgeleitet werden müssen, um dessen Effizienz nicht zu beeinträchtigen. Je nach

seiner Nennleistung ist ein Generator entweder luft-, wasserstoff- oder wassergekühlt. Bei Generatoren mit besonders hoher Nennleistung erfolgt



Die Sicherheit bei Arbeiten an Behältern mit gasförmigem Wasserstoff ist obligatorisch.



Die GF343 ist eine Gasdetektionskamera, mit der Sie CO<sub>2</sub>-Lecks schnell, einfach und aus sicherer Entfernung lokalisieren und visualisieren können

die Kühlung der Statorwicklungen und des Rotors getrennt voneinander mit Wasser und Wasserstoff. Wegen seiner geringen Dichte und besonders hohen spezifischen Wärme- und Temperaturleitfähigkeit eignet sich Wasserstoff hervorragend als besonders effizientes Kühlmittel. Wenn sich aber Wasserstoff durch ein Leck unbemerkt in der Umgebung ansammelt, bildet er zusammen mit Luft ein brandgefährliches und hochexplosives Gemisch. Turbinengeneratoren verlieren beim normalen Betrieb immer eine gewisse Menge Wasserstoff an die Umgebung. Durch eine ordnungsgemäße Belüftung lassen sich hier jedoch potenziell zündfähige und explosive Konzentrationen vermeiden. Deshalb spielt der sichere Umgang mit gasförmigem Wasserstoff für Kraftwerksbetreiber eine entscheidende Rolle.

Da Wasserstoffmoleküle besonders klein und leicht sind, lassen sie sich nur sehr schwer auffangen oder zurückhalten. Zwischen den Stillstandszeiten können sich durch Verschleiß und Abnutzungen an Ventilen, Dichtungen und anderen Komponenten große Lecks bilden. Wenn

dar aus Wasserstoff entweicht und sich in bestimmten Bereichen ansammelt, ist die Kraftwerkssicherheit ernsthaft gefährdet. Die Wasserstoffmenge, die täglich nachgefüllt werden muss, wird sorgfältig überwacht. Steigt diese plötzlich an, muss die Ursache umgehend ermittelt werden.

Herkömmliche Methoden zur Lecksuche und Reparatur (LDAR) sind sehr zeitaufwändig, sodass das Leck in den meisten Fällen nicht rechtzeitig lokalisiert werden kann, um eine einstweilige Stilllegung des Kraftwerks zu verhindern. Solch eine Stilllegung dauert in der Regel zwei bis drei Wochen – dabei kann allein die Lecksuche schon mehrere Tage in Anspruch nehmen. Durch jede einzelne ungeplante Stilllegung können dem jeweiligen Elektrizitätskraftwerk Kosten in Millionenhöhe entstehen. Um solche Stillstandszeiten zu vermeiden, suchen die Kraftwerksbetreiber schon seit langem nach einer Möglichkeit, mit der sich die Lecksuche und Reparatur (LDAR) online ausführen lässt. Dies scheiterte jedoch bislang stets an einer geeigneten technischen Möglichkeit zum schnellen und einfachen Aufspüren von Lecks.

#### **Herkömmliche Suchmethoden**

Bislang wurden zur Lecksuche verschiedene Methoden wie eine Seifenlösung, die an undichten Stellen Blasen schlägt, oder mikroelektronische Wasserstoffsensoren („Sniffer“) verwendet, die Wasserstoffansammlungen in einem größeren Bereich erkennen können. Wenn



*Mit einer Gasdetektionskamera können Sie selbst kleinste Lecks aus sicherer Entfernung erkennen und lokalisieren.*

die Position des Lecks unbekannt ist, kann die Suche mit der Seifenlösung durchaus mehrere Wochen dauern. Diese Methode funktioniert nur bei relativ kleinen Lecks, da die Seifenlösung bei größeren Lecks einfach durch den ausströmenden Wasserstoff weggeblasen wird und somit die Ortung unmöglich macht. Beim sogenannten „Sniffer“ handelt es sich um ein kleines Handmessgerät, das einen akustischen Warnton ausgibt,

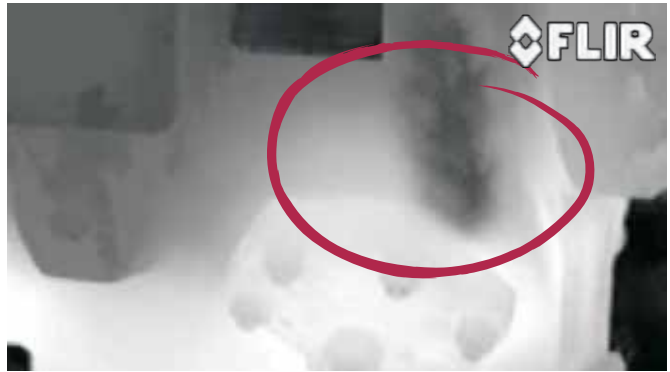
sobald es in einem bestimmten Bereich eine zu hohe Wasserstoffkonzentration feststellt. Obwohl es sich hierbei um eine relativ preiswerte Suchmethode handelt, ist diese auch mit einigen Nachteilen und Unsicherheiten verbunden. Generatoren stehen immer in gut durchlüfteten Bereichen. Dadurch kann die Wasserstoffkonzentration auch im unmittelbaren Umkreis des Lecks soweit absinken, sodass der Sensor erst dann



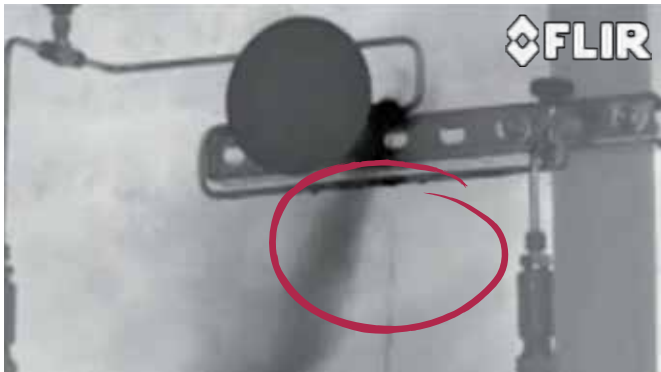
*Mit dem "Sniffer" erkennt man das Leck nur wenn man ihn gerade zufällig genau davor oder dicht daneben hält. Gasdetektionskameras erkennen innerhalb ihres Sichtfelds alle vorhandenen Gaslecks*



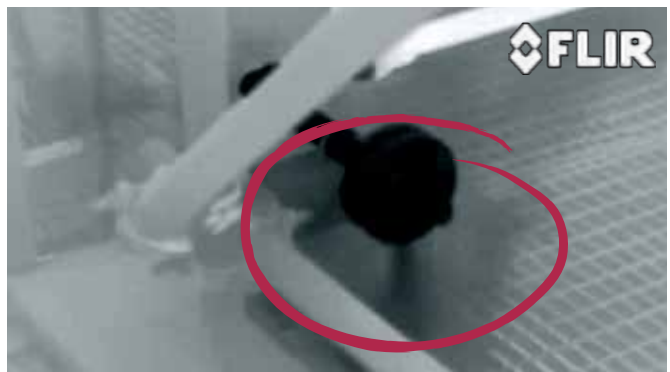
Erkanntes Gasleck an einem Produktionsstandort



Erfasstes Gasleck



Undichtes Manometer



Das Gasleck lässt sich auf dem Wärmebild deutlich erkennen

anschlägt, wenn man quasi direkt vor dem Leck steht. Außerdem transportiert der Luftstrom den Wasserstoff oft in entferntere Bereiche, sodass er sich erst dort in Konzentrationen ansammelt, bei denen der „Sniffer“ anschlägt. Dann weiß man zwar, dass irgendwo im System ein Leck besteht, aber noch lange nicht welche Komponenten undicht sind und repariert werden müssen. Mit einem „Sniffer“ kann man Lecks also in den meisten Fällen nicht genau erkennen und lokalisieren. Neben viel Geduld gehört auch immer eine gewisse Portion Glück dazu, um die genaue Position eines Lecks zu lokalisieren.

### Ein neuer Ansatz

Infrarotkameras, die sich in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt haben, werden inzwischen von immer mehr Wartungsteams als bevorzugte Gasdetektionsmethode eingesetzt. Infrarotkameras oder – wie sie auch genannt werden – Wärmebildkameras werden schon seit langem erfolgreich genutzt, um Dämmungsmängel an Gebäuden oder wärmebasierte Sicherheitsgefahren in elektrischen Installationen aufzuspüren.

Seit einigen Jahren werden Wärmebildkameras auch für die optische Gasdetektion (Optical Gas Imaging/OGI) mit SF<sub>6</sub> als Tracergas effizient eingesetzt. Jedoch haben einige Versorger hinsichtlich der Verwendung von SF<sub>6</sub> als Tracergas Bedenken. Hauptsächlich wegen der Kosten und des hohen Treibhauspotentials (GWP-Wert von 23.000) sowie der zusätzlichen Einschränkungen, die in einigen Fällen für die erweiterte Nutzung von SF<sub>6</sub> gelten. Deshalb hat FLIR Systems in enger Zusammenarbeit mit der Industrie eine neue Generation von Gasdetektionskameras entwickelt, die ein unbedenkliches Tracergas verwendet. Die neue FLIR GF343 Gasdetektionskamera nutzt CO<sub>2</sub> als Tracergas, das an jeder Generatorstation vorhanden ist. CO<sub>2</sub> kostet weniger, hat einen deutlich geringeren GWP-Wert und ist im Vergleich zu SF<sub>6</sub> auch mit weniger Nutzungsbeschränkungen behaftet. Daraus resultieren umfangreichere Anwendungsmöglichkeiten für Gasdetektionskameras bei der Lecksuche.

Da dem Wasserstoff nur eine sehr geringe CO<sub>2</sub>-Konzentration (in der Regel 3 – 5 %) als Tracergas beigemischt werden

muss damit die Gasdetektionskamera potentielle Lecks erkennen kann, lässt sich nicht nur die Reinheit des Wasserstoffs in der Turbine, sondern auch der normale Generatorbetrieb unterbrechungsfrei gewährleisten. Mit der FLIR GF343 steht den Ingenieuren ein neues Messinstrument zur Verfügung mit dem sie Lecks schnell, einfach und genau lokalisieren und visualisieren können, ohne dass dafür eine Stilllegung erforderlich ist.

### Erkennung von CO<sub>2</sub> als Tracergas

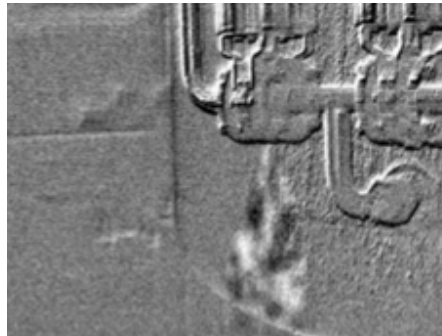
Wenn man dem Wasserstoff CO<sub>2</sub> in einer geringen Konzentration (< 5 %) als Tracergas beimengt, bleibt der sichere und effiziente Betrieb des Generators gewährleistet. Dadurch können der Betreiber und die Wartungsteams die Anlage während des normalen Betriebs auf potentielle Wasserstofflecks überwachen und überprüfen.

Tests in den USA und Italien haben ergeben, dass sich mit der FLIR GF343 bei einem Leck im System bereits sehr geringe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen (~2,5 %) als Tracergas nachweisen lassen. Dadurch können die Wartungsteams Lecks erkennen, genau lokalisieren und

## Sichtbarkeit eines kleinen CO<sub>2</sub>-Lecks:



Wärmebild



Wärmebild (HSM-Modus)



Realbild

markieren. Bei der nächsten geplanten Stillstandszeit oder bei größeren Lecks können diese umgehend repariert werden.

Einer der Vorteile, den die GF343 gegenüber anderen Erkennungstechnologien bietet, ist, dass sich die Leckerkennung jetzt auch während des normalen Betriebs durchführen lässt. Dadurch sparen Sie viel Zeit und Geld und vermeiden unnötige Stillstandszeiten. Die Stillstandszeiten lassen sich um zwei oder sogar drei Tage verkürzen. Wenn man bedenkt, dass jeder Stillstandstag (je nach Generatortyp und -größe) Kosten in Höhe von ca. 80.000 – 100.000 Euro verursacht, macht sich die Verwendung von CO<sub>2</sub> als Tracergas und die Anschaffung einer FLIR GF343 CO<sub>2</sub> binnen kürzester Zeit mehr als bezahlt. Kleine Lecks treten leider nicht nur sehr häufig auf, sondern können sich auch rasch zu größeren Lecks ausdehnen. Mit der

FLIR GF343 können die Wartungsteams die Wasserstoffkonzentration in der Umgebungsatmosphäre rechtzeitig eindämmen, um Brände und Explosionen zu vermeiden.

### Funktionsweise der FLIR GF343

Die FLIR GF343 Kamera verwendet einen Focal Plane Array (FPA) Indiumantimonid-(InSb)-Detektor, welcher bei einer Wellenlänge von 3-5 µm arbeitet. Durch Einsatz eines speziellen Filters (Kaltfilter) der bei 4,3 µm liegt wird die hohe Sensitivität für die CO<sub>2</sub>-Detektion realisiert. Die Kühlung des Detektors erfolgt mittels Stirlingmotor der den Quantendetektor auf kryogene Temperaturen (ca. -203 °C) herunterkühlt. Diese Spektraltuning- bzw. Kaltfilterungsmethode spielt für die Gasdetektionstechnik eine entscheidende Rolle und macht die FLIR GF343 insbesondere für die Infrarot-Absorption

von CO<sub>2</sub>-Gas empfindlich, sodass sie diese besonders schnell erkennen und darstellen kann.

Dabei wird praktisch die Hintergrundenergie – beispielsweise vom Himmel, Boden oder anderen Quellen, die sich im Blickfeld der Kamera befinden – vom Gas absorbiert. Die Kamera macht diese Energieabsorption mit dem Wärmekontrast im Bild sichtbar. Da die Kamera dabei nicht nur die spektrale Absorption, sondern auch die Bewegung des Gases sichtbar macht, können Sie das ausströmende Gas quasi als „Rauchwolke“ erkennen.

Darüber hinaus ist die GF343 mit einer speziellen Bildsubtraktionstechnik ausgestattet, die die Gasbewegung verstärkt. Der High Sensitivity Mode (HSM) ist eine entscheidende Voraussetzung, um selbst kleinste Lecks aufzuspüren. Durch den HSM-Modus ergibt sich auch eine Verbesserung der thermischen Empfindlichkeit der Kamera. Dabei wird ein bestimmter Anteil der einzelnen Pixelsignale von den im Videostream enthalten Einzelbildern von den nachfolgenden Bildern subtrahiert. Das verstärkt die Gasbewegung, verbessert die allgemeine praktische Empfindlichkeit der Kamera und ihre Fähigkeit, auch ohne Verwendung eines Stativs selbst kleinste CO<sub>2</sub>-Gaslecks zuverlässig zu erkennen und präzise darzustellen.



Der HSM-Modus ist Teil einer bildsubtraktionsbasierten Videoverarbeitungstechnik, die die thermische Empfindlichkeit der Kamera erhöht.

Weitere Informationen  
finden Sie auf  
[www.flir.de](http://www.flir.de)

Die hierin enthaltenen Bilder entsprechen möglicherweise nicht der tatsächlichen Auflösung der gezeigten Kamera(s). Alle Bilder dienen nur zur Veranschaulichung.