

## Überwachung von gelöstem Sauerstoff in Hochdruck-Kesselsystemen

### Wir leben im Dampfzeitalter

Kraftwerke verwenden regenerative oder fossile Brennstoffe oder Kernkraft als Wärmequelle, um gereinigtes Wasser für die Dampferzeugung zu erhitzen. Der unter Druck stehende Dampf treibt Turbinen zur Stromerzeugung an. Die Qualität des Kesselspeisewassers muss während des gesamten Betriebs sorgfältig kontrolliert werden, um die Systemleistung zu optimieren. Eine ordnungsgemäße Wartung der Wasserqualität maximiert die Betriebseffizienz und die Lebensdauer der Kesselanlagen.

### Die Aufrechterhaltung der Wasserqualität in Hochdruckkesseln

Gelöster Sauerstoff, oder DO, gehört zu den wichtigsten Wasserqualitätsparametern, die in einer Kesselanlage überwacht werden sollten. Er ist das primäre Grund für Korrosion in Dampferzeugungssystemen. Selbst niedrige DO-Konzentrationen können hochgradig zerstörerisch sein und lokale Korrosion und Lochfraß an metallischen Systemkomponenten verursachen. Lochfraß ist eine Korrosionskonzentration in einem kleinen Bereich der gesamten Metalloberfläche, wodurch effektiv ein Loch in das Metall gebohrt wird. Mit der Zeit kann DO dazu führen, dass sich über dem ursprünglichen Angriffspunkt ein Sauerstoff-tuberkel oder Schorf bildet. Sobald sich der Schorf bildet, setzt sich die Korrosion fort, selbst wenn das System dann ordnungsgemäß gewartet wird. Die hohen Temperaturen und Drücke in dampferzeugenden Systemen beschleunigen die Korrosionsgeschwindigkeit. Unsachgemäßes Wasserqualitätsmanagement führt nicht nur zu Ineffizienz, sondern auch zu kostspieligen Reparaturen und Ausfallzeiten. Betreiber von Hochdruckkesseln versuchen, DO vollständig aus dem Speisewasser zu eliminieren.

Mechanische Entlüftung ist im Allgemeinen die erste Wahl und in der Regel die wirt-

schaftlichste Technik, die von Anlagenbetreibern zur Entfernung von DO eingesetzt wird. Entlüftungsausrüstung erwärmt das Speisewasser und entlüftet die freigesetzten Gase, einschließlich Sauerstoff. Richtig gewartete Entlüfter können die DO-Werte in der Regel auf bis zu 10 ppb (parts per billion oder µg/L) reduzieren.

Anlagenbetreiber ergänzen die mechanische Entlüftung durch eine chemische Behandlung, bei der Sauerstofffänger (sogenannte Scavenger) wie Hydrazin, DEHA und Carbohydrazid eingesetzt werden, um den verbleibenden DO zu verbrauchen. Theoretisch würde die Aufrechterhaltung einer hohen Konzentration eines Sauerstofffängers den gesamten gelösten Sauerstoff verbrauchen. In Wirklichkeit ist es wahrscheinlicher, dass es zu konkurrierenden chemischen Reaktionen zwischen Sauerstoff und Kesseloberflächen kommt, was zu erheblicher Korrosion innerhalb des Systems führt.

Folglich bietet die Aufrechterhaltung hoher Scavengerkonzentrationen keinen ausreichenden Schutz. Die routinemäßige Überwachung der DO-Konzentrationen ist entscheidend, um eine ausreichende Entfernung von DO innerhalb des Systems zu gewährleisten.

### Methoden zur Überwachung von DO

Verschiedene Arten von Messsystemen für gelösten Sauerstoff sind im Handel erhältlich. Sonden und Analysegeräte mit galvanischen, polarographischen und optischen Sensoren werden oft zur permanenten Überwachung eingesetzt.

Tragbare kolorimetrische Testkits, die empfindlich genug sind, um niedrige Konzentrationen von gelöstem Sauerstoff zu messen, werden auch routinemäßig in Kesselanlagen als primäre oder sekundäre Messmethode eingesetzt. Betriebsingenieure berücksichtigen die Geräteleistung, Zuverlässigkeit, Messfrequenz und Wartungs-

kosten, um die am besten geeigneten Methoden zur Überwachung des DO in ihren Systemen zu bestimmen.

Online-Analysatoren bieten eine kontinuierliche DO-Messung, erfordern jedoch eine routinemäßige Kalibrierung der Sensoren. Die Kalibrierung basiert in der Regel auf Messungen von wassergesättigter Luft, was durch Platzierung der Sonde im Luftraum über dem Wasserspiegel in einem geschlossenen Wasserbehälter erreicht werden kann. Die Kalibrierhäufigkeit hängt von der Anleitung des Herstellers, dem Sensortyp und den Wasserqualitätsbedingungen ab, denen die Sonde ausgesetzt ist. Bei Verwendung entweder eines Sensors oder eines Analysegeräts wird empfohlen, dass Anlagenbetreiber regelmäßig Online-Daten mit Ergebnissen vergleichen, die mit einer alternativen Prüfmethode erzielt wurden, um sicherzustellen, dass gleichwertige Ergebnisse erzielt werden. Auf diese Weise lassen sich Kalibrierdrift, Sensorkorrosion oder andere Faktoren identifizieren, die die Gültigkeit der Online Ergebnisse beeinträchtigen könnten.

CHEMetrics®, Inc. ist der einzige Hersteller eines tragbaren Testkits zum Nachweis von Spuren von gelöstem Sauerstoff in Kesselanlagen. CHEMetrics® Testkits zeichnen sich durch die einfache Handhabung der selbstfüllenden Reagenzampullen aus, die sogenannte "Snap-and-Read-Technology". Anlagenbetreibern haben hierdurch eine schnelle, zuverlässige und wartungsfreie Möglichkeit zur Hand, ppb-Werte von DO innerhalb einer Minute zu bestimmen. Im Laufe von fast 50 Jahren hat sich CHEMetrics® den Ruf erworben, qualitativ hochwertige DO-Testkits auf diesem Markt anzubieten.

Die Testkits enthalten alle für die Analyse erforderlichen Komponenten und erfordern keine Kalibrierung durch den Anwender. Die Ampullen von CHEMetrics® werden einem strengen Qualitätskontrollprozess unterzogen, bei dem die Produktleistung mit zertifizierten Sauerstoffgasstandards überprüft

wird, wodurch genaue Ergebnisse gewährleistet werden. Darüber hinaus ist CHEMetrics der einzige Lieferant für Testkits, die der US-Spezifikation ASTM D5543-15 entsprechen (*ASTM D5543-15 Standard Test Method for Low-Level Dissolved Oxygen in Water*). CHEMetrics® Testkits werden häufig als primäres Mittel zur Messung von DO in Kesselanlagen verwendet. Sie werden auch als sekundäres Mittel zur Überprüfung von Online-Messsystemen oder als Backup-Methode verwendet, wenn Online-Geräte außer Betrieb sind.

## Probenahme und Analyse

Jeder Online-Analysator überwacht kontinuierlich einen einzelnen Standort, typischerweise in der Nähe der Druckseite der Kesselspeisewasserpumpe. Ein einzelnes tragbares CHEMetrics-Testkit kann dagegen von einer Probenahmestelle zu einer anderen bewegt werden, um Tests am Entgaser oder an potenziellen Leckagepunkten im gesamten System zu ermöglichen.

Sowohl bei Online- als auch bei Testkit-Analysemethoden ist es unbedingt erforderlich, dass das Probenwasser nicht der Luft ausgesetzt wird. Luftsauerstoff würde die Probe kontaminieren und fälschlicherweise zu hohen Ergebnissen führen. Daher ist die Entnahme einer Greiferprobe für die DO-Analyse inakzeptabel.

CHEMetrics®-Testkits sind mit einem speziellen "Probenahmerohr" ausgestattet, das vertikal montiert und mit dem Probenahmestelle des Kesselsystems verbunden wird.



# Gelöster Sauerstoff - in der Praxis

[www.wasseranalyse.shop](http://www.wasseranalyse.shop)

Ein kontinuierlicher Probenstrom durch das Rohr verhindert eine Kontamination durch Luftsaauerstoff. Wenn der Anwender die vakuumversiegelte Ampulle in die strömende Probe eintaucht und die Spitze abbricht, wird die Probe in die Ampulle gesogen. Das hochempfindliche kolorimetrische Reagenz Rhodazin D™ reagiert instantan und erzeugt eine rosa Färbung.



Die Farbintensität wird visuell mit einem Farbkomparator abgeglichen, um die DO-Konzentration zu bestimmen. CHEMetrics bietet auch eine Komparator-Lichtquelle (CLS) für den Einsatz bei schlechten Lichtverhältnissen an. Ein Video, das die Verwendung der DO-Testkits von CHEMetrics veranschaulicht, ist auf den DO-Produktseiten unter [www.wasseranalyse.shop](http://www.wasseranalyse.shop) verfügbar.

## Schlussfolgerung

Gelöster Sauerstoff muss überwacht und kontrolliert werden, um ein katastrophales Versagen der dampferzeugenden Kesselsysteme zu vermeiden. Die tragbaren, einfach zu verwendenden Testsätze für gelösten Sauerstoff von CHEMetrics bieten Anlagenbetreibern viele Vorteile, wenn sie als primäre Überwachungsmethode oder neben Online-Geräten für DOTests eingesetzt werden. Mit einer Empfindlichkeit von bis zu 2 ppb ( $\mu\text{g} / \text{L}$ ) verwenden die Ampullen von CHEMetrics® eine ASTMkonforme Methode zur Messung von Spuren von DO in Kesselanwendungen. Weitere Informationen über gelösten Sauerstoff und andere Testkits für die industrielle Wasseraufbereitung finden Sie unter [www.wasseranalyse.shop](http://www.wasseranalyse.shop).

CHEMetrics® visuelle Testsets: K-7511, K-7518, K-7540 und K-7599

CHEMetrics and Rhodazine D are trademarks of CHEMetrics, Inc. ©2019 CHEMetrics, Inc.

# KARMINA

Karmina Ltd.  
Postfach 10 03 53  
42579 Heiligenhaus  
Tel. +49 (0)2056-989 42 60  
Fax +49 (0)2056-989 42 61  
E-Mail: [kontakt@karmina.de](mailto:kontakt@karmina.de)