

Prozessüberwachung des Wasser-/Dampfkreislaufs in Kraftwerken

Lukas Graf

Endress+Hauser AG

Der niedrige Energiepreis und gestiegene Anforderungen an eine flexible Anlagenführung stellen Kraftwerke vor immer größere Herausforderungen. Daher liegt der Fokus auf der Maximierung der Anlagenlebensdauer bei möglichst geringem Aufwand. Moderne Systeme zur Überwachung des Wasser-/Dampfkreislaufs, sogenannte Steam and Water Analysis Systems (SWAS), unterstützen Anlagenbetreiber dabei eine hohe Qualität des Prozesswassers sicherzustellen und so ihre Anlagen zu schützen.

Dampfanalysesysteme werden zur Korrosions- und Schadstoffüberwachung im Dampfkreislauf eingesetzt. Hierbei wird aus dem Dampfkreislauf eine Probe gekühlt und auf Verunreinigungen untersucht. Das Hauptaugenmerk liegt auf gelösten Salzen und Sauerstoff, die Korrosion verursachen und zum Stillstand des Kraftwerks führen können. Ziel der Überwachung ist die lückenlose Dokumentation der Verunreinigungen, um Korrosion vorzubeugen und Lieferanten wie Turbinenhersteller einen Nachweis zu liefern, dass die Wasserqualität stets im geforderten Bereich lag.

Individuelle Alarmmeldung zur Temperaturüberwachung

Bei der Kühlung einer Dampfprobe wird diese von bis zu 575°C und 320 bar auf Umgebungstemperatur und -druck konditioniert. Fällt die Kühlung aus, verhindert ein Temperaturabschaltventil (TSV) die Überhitzung der Messtechnik. Hierfür werden häufig mechanische Ventile mit einem Bimetall eingesetzt. Da diese jedoch anfällig für hohe Umgebungstemperaturen und Störstoffe sind, verwenden die SWAS-Panels von Endress+Hauser ein elektromagnetisches Ventil. Gesteuert wird dieses über den Liquiline Multiparameter-Messumformer, an den auch die Analysensensoren und Durchflussüberwachung angeschlossen werden. Alle Memosens-Sensoren, die in der Dampfanalyse eingesetzt werden, besitzen einen Temperaturfühler zur Temperaturkompensation. Über diesen kann das



Bild 1: SWAS-Lösung für das Heizkraftwerk Zwickau

TSV bei zu hoher Proben temperatur geschaltet werden. Die Kraftwerkbetreiber können für Störungen Meldungen im Klartext eingeben, die dann dem Personal vor Ort eine schnelle Fehlersuche ermöglichen.

Leitfähigkeitsmessung ist der Schlüssel für die zuverlässige Wasser-/Dampfüberwachung

Anhand der Leitfähigkeit lassen sich Aussagen über Korrosionsverhalten, Verunreinigungen und Konditionierung von Wasser treffen. In Kraftwerken werden verschiedene Arten von Leitfähigkeit bestimmt. Die Gesamt-Leitfähigkeit ist ein Maß für die Reinheit des Wassers. Eine plötzliche Zunahme der Gesamt-Leitfähigkeit ist häufig ein Hinweis auf Leckagen (Luft eintritt) oder Durchbrüche im Wärmetauscher bzw. der Ionenaustauscherharze. Sie spiegelt auch die Menge an zudosierten Additiven und Alkalien wider. Die Säureleitfähigkeit macht kleinste Verunreinigungen im Kationenaustauscher sichtbar, denn diese werden im Austauscher in Säuren umgewandelt, welche eine wesentlich höhere Leitfähigkeit verursachen. Beim Anfahren der Turbinen wird Luft und somit Kohlendioxid in das Kondensat eingebracht und dadurch die Säureleitfähigkeit erhöht. Ob diese Erhöhung nur

durch das weniger problematische Kohlendioxid oder auch durch Verunreinigungen ausgelöst wird, zeigt die entgaste Säureleitfähigkeit. Kann man Verunreinigungen als Ursache ausschließen, verkürzt sich die Anlaufphase wesentlich: Die Stromproduktion kann früher starten, was Zeit und Geld spart.

Die Differenzleitfähigkeit ist ein Maß für die Konzentration von Alkalien im Reinstwasser. Aus ihr lässt sich zudem der pH-Wert errechnen – und somit regeln. Zur genauen Bestimmung aller Leitfähigkeitsarten im unteren Messbereich sind die SWAS-Panels (Steam Water Analysis Systeme) von Endress+Hauser mit dem konduktiven Memosens-Leitfähigkeitssensor Condumax CLS15D bestückt. Dieser ist wartungsarm und dank Plug-and-Play äußerst einfach in der Handhabung.

Optimaler pH-Wert durch Messung der Differenzleitfähigkeit und Einsatz speziell entwickelter pH-Sensoren

Neben der Leitfähigkeit ist der pH-Wert ein wichtiger Messwert im Wasser-/Dampfkreislauf. Er kann durch Zugabe von Alkalien so optimal eingestellt werden, dass eine schützende Schicht aufgebaut und die Korrosion minimiert wird.



Bild 2: Der konduktive Memosens-Leitfähigkeitssensor Condumax CLS15D misst alle Arten von Leitfähigkeiten auch im niedrigen Messbereich

Sofern der Dampfkreislauf keine zusätzlichen Chemikalien zum Schutz vor Korrosion enthält, kann der pH-Wert mit der Differenzleitfähigkeitsmessung berechnet werden. Dabei wird die Leitfähigkeit vor und nach einem Kationentauscher gemessen.

Zuerst muss die Gesamtleitfähigkeit am Kationentauschereingang gemessen werden. Da das Prozesswasser neben H₂O auch OH-Ionen enthält, ist die Leitfähigkeit höher als bei reinem Wasser. Um die Querempfindlichkeit zu Verunreinigungen auszuschließen, werden die OH-Ionen über einen Kationentauscher getauscht. Der Tauscher enthält Harz, das mit Schwefelsäure regeneriert wurde und somit H⁺-Ionen enthält. Werden diese im Tauscher nun mit dem OH⁻ gebunden, entsteht wieder H₂O. Zeigt sich am Leitfähigkeitssensor im Auslauf eine sehr geringe Leitfähigkeit enthält die Probe nur minimale Verunreinigungen. Falls die Probe jedoch zu viele Salze wie Chloride enthält, werden diese im Tauscher zusammen mit den H⁺ Ionen in Salzsäure umgewandelt. Dadurch steigt am Auslauf des Kationentauschers die Leitfähigkeit. Über eine Berechnungsformel im Liquiline Messumformer kann aus den beiden Leitfähigkeitswerten der pH-Wert errechnet und die Dosierung der Alkalisierungsmittel gesteuert werden.

Falls die Probe jedoch Zusatzstoffe wie Amine enthält, wird der Kationentauscher verunreinigt. Außerdem verursachen Abbauprodukte der Amine auch Gase, die die Leitfähigkeit erhöhen. In dieser Anwendung wird der pH-Wert direkt über pH-Elektroden gemessen.

Um im Reinstwasser mit sehr geringer Leitfähigkeit eine zuverlässige Messung sicherzustellen, wird der Memosens pH-Sensor mit Salzring Orbisint CPS11D eingesetzt, der regelmäßig Ionen abgibt. Da aber auch dieser Ring ausgezehrt wird, muss der Sensor regelmäßig getauscht werden. Ein neuer Sensor kann vor Ort einfach per Plug-and-Play eingesetzt und die Kalibrierung im Labor vom Fachpersonal vorgenommen werden.

Präzise Erkennung von Sauerstoffspuren

Ein weiterer entscheidender Parameter für die Wasser-/Dampfüberwachung ist der Sauerstoff. Denn er ist für die Korrosion von Rohrleitungen, Turbinen und Armaturen im Dampfkreislauf verantwortlich. Sauerstoff wird vor der Verdampfung chemisch gebunden, mit Dampf ausgetrieben oder über Vakuum abgetrennt. Der Nachweis von Sauerstoff liegt in einem sehr geringen Messbereich. Um hier präzise Messergebnisse zu erzielen, muss der Sensor regelmäßig fachgerecht kalibriert und gewartet werden. Die Liquiline-Plattform führt den Anwender gezielt durch die einzelnen Kalibrierschritte. Fehler werden praktisch eliminiert. Dank der digitalen Memosens-Technologie werden Kalibrierzeitpunkt und Kalibrierwert gespeichert und transparent dokumentiert, so dass alle notwendigen Informationen für eine vorausschauende Wartungsstrategie zur Verfügung stehen.

Vorbeugende Wartung des Kationentauschers

Kationentauscher müssen regelmäßig mit Säure regeneriert werden. Daher verfügt der Liquiline Messumformer über ein Programm zur Erschöpfungsberechnung. Da die Beladung am Anfang bekannt ist, wird über den Durchflussmesser am Kationentauscherausgang die Beladung des Harzes berechnet.

Für die vorbeugende Wartung dieses Filters bietet Liquiline die Möglichkeit einen Alarmwert auf 20% der Restleitfähigkeit zu setzen. Hierdurch können Wartungsarbeiten besser geplant werden und tägliche Rundgänge entfallen, bei denen der Erschöpfungsgrad anhand eines chemischen Farbindikators ermittelt wird.



Bild 3: Die Komplettlösung enthält alle Komponenten zur Überwachung der relevanten Analyseparameter im Dampf-/Wasserkreislauf.