

Anwendungsbeispiel: Messung des Kieselsäuregehalts im Dampf-Wasser-Kreislauf

Messung des Kieselsäuregehalts im Dampf-Wasser-Kreislauf und Demineralisierungsanlagen

Die Entwicklung moderner Kraftwerke mit neuartigen Dampfkesseln führt zu immer höheren Betriebsdrücken, während versucht wird, Wirkungsgrade von bis zu 50% oder mehr zu erreichen. Für jede Steigerung des Wirkungsgrads um 1% fallen zudem 3% weniger Emissionen an.

Eine genaue Überwachung der Kieselsäurekonzentration in wichtigen Bereichen ermöglicht einen effizienteren Kraftwerksbetrieb und reduziert die Ausfallzeiten aufgrund kostspieliger Abschaltungen und Reparaturen der Anlage.



Was ist Kieselsäure?

Silicium (Si) ist ein Halbmetall und das am zweithäufigsten vorkommende Element der Erdkruste. Bei der Zersetzung von Gestein gelangt Siliciumdioxid in natürliche Gewässer. Siliciumdioxid, auch als Silikat (vom lateinischen silex) oder Kieselsäure bezeichnet, ist ein Oxid des Siliciums mit der Summenformel SiO₂.

Unter den zahlreichen Verunreinigungen im Dampf-Wasser-Kreislauf spielt Kieselsäure eine besondere Rolle, da sie eine hohe Löslichkeit im Wasserdampf aufweist. Kieselsäure ist eine sehr schwache Säure und bei einem pH-Wert von 10 nicht vollständig dissoziiert (ionisiert). 50% der im Kesselwasser vorkommenden Kieselsäure ist undissoziiert, und es ist diese undissoziierte Kieselsäure, die sich im Wasserdampf löst.

Bei den zwei Phasen Wasser und Dampf hängt die Löslichkeit vom Druck ab. Bei einem gewissen Druck wird ein Gleichgewicht geschaffen, welches zu einer bestimmten Konzentrationsverteilung von SiO_2 in den jeweiligen Phasen führt: also Dampf und Wasser.

Welche Probleme entstehen durch Kieselsäure?

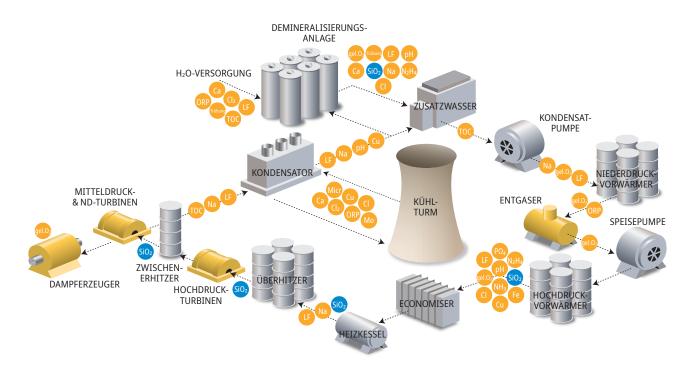
Kieselsäure führt zu säurefesten Ablagerungen, die den thermischen Wirkungsgrad einer Anlage beeinträchtigen können. Schon Ablagerungen von 0,1 mm können die Wärmeübertragung um 5% reduzieren.

Beim Durchströmen der Turbine kühlt sich der Dampf ab und gelöste Kieselsäure lagert sich auf den Turbinenblättern ab. Dies führt langfristig zu Schäden; im schlimmsten Fall muss die Anlage für Reparaturen heruntergefahren werden.

Um Turbinenschäden zu vermeiden, sollte bei einem Betriebsdruck von 180 bar die maximale SiO₂-Konzentration im Wasserdampf 100 ppb SiO₂ nicht überschreiten, um – bei idealen Kesselbedingungen – einen Wert 5 ppb im Wasserdampf sicher einhalten zu können.

Beim Betrieb von Durchlaufkesseln wird das gesamte Wasser (einschließlich der darin enthaltenen Verunreinigungen) in Dampf umgewandelt. Ohne Möglichkeit zur Abschlämmung, erfordert dieses Verfahren geringere SiO₂-Konzentration als Trommelkessel.

Die kontinuierliche Überwachung der SiO₂-Konzentration im Kesselwasser verhindert nachhaltig mögliche drastische Einbrüche beim Wirkungsgrad.



Messpunkte für die Messung des Kieselsäuregehalts in der Anlage

Überwachung des Kieselsäuregehalts bei der Demineralisierung

Die Leistung von Anionenaustauschern und Mischbettfiltern wird üblicherweise anhand des Parameters SiO₂ überwacht. Sowohl die Effizienz der Austauscherharze als auch die Erschöpfung der Aufnahmekapazität (Durchbruch) lassen sich mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit überprüfen. Dadurch ergeben sich entscheidende Vorteile:

- Genaue Überwachung der Effizienz des Demineralisierungsprozesses
- Verbesserte Ausnutzung der Austauscherkapazität der Harze
- Optimierte Regenerationszyklen. Der Kieselsäuregehalt sollte zwischen 5 und 20 ppb liegen.

Kesselspeisewasser

Der wichtigste Messort für Kieselsäure ist das Kesselspeisewassersystem. Richtlinien des internationalen Fachverbands für die Strom- und Wärmeerzeugung VGB sehen eine normale und zwei Alarmstufen für die Konzentration vor: Normalbetrieb < 5 ppb, Alarm 1:20 ppb, Alarm 2:50 ppb. Je nach Überschreiten des Normalwerts werden verschiedene Maßnahmen empfohlen:

- 5 ppb < 20 ppb Die Überwachung der Chemie im Dampf-Wasser-Kreislauf sollte um Komponenten der Analysemesstechnik erweitert werden, um ggf. Optimierungspotenzial zu ermitteln.
- 20 ppb < 50 ppb Es sollten geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Ursache innerhalb einer Woche zu ermitteln und zu beheben. Zudem werden weitere Maßnahmen empfohlen, um eine mögliche Beschädigung der Anlage auf ein Minimum zu begrenzen.
- > 50 ppb Es sollten geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um die Ursache innerhalb eines Tages zu ermitteln und zu beheben. Zudem werden weitere Maßnahmen empfohlen, um eine mögliche Beschädigung der Anlage auf ein Minimum zu begrenzen.



Dampfkesselabschlämmung

Ziel des Abschlämmungsprozesses ist das Ablassen verunreinigten Wassers aus dem Dampfkessel, wodurch auch eine Reihe an Verunreinigungen wie Fällschlamm und gelöste Feststoffe entfernt werden. Zur geeigneten Steuerung der Abschlämmung ist eine kontinuierliche Überwachung von Steuerparametern wie dem Kieselsäuregehalt erforderlich, um die Effektivität der Wasserchemie im Dampfkessel beurteilen zu können. Zudem werden dadurch hohe Schwankungen bei der Kesselchemie vermieden. Die SiO₂-Konzentration kann zum Teil auf bis zu mehrere tausend ppb ansteigen.



Kieselsäureablagerungen auf Turbinenblättern stellen ein großes Problem dar





Die Lösung von Hach®: Der Hach 5500 sc Kieselsäure-Analysator

Der Hach 5500 sc Kieselsäure-Analysator bietet neben weiteren Vorteilen eine unübertroffene Leistungsfähigkeit. Als Analysator der dritten Generation verbindet er zuverlässige Online- und Stichproben-Analysen und mit modernster Technik.

90 Tage Dauerbetrieb

Mit zwei Liter je Reagenz läuft der Analyser 3 Monate im Dauerbetrieb.

Zeitersparnis bei der Wartung

Höchste Zuverlässigkeit – Druckzuführungssystem für Reagenzien, KEINE PUMPEN, keine Verschleißteile.

Vermeidung von Ausfallzeiten

Vorausschauende Diagnosewerkzeuge wie die patentierte PROGNOSYS-Technologie von Hach, LED-Warnleuchten und sehr gut erkennbare Benachrichtigungen.

Sauberer, schneller und einfacher Reagenzienwechsel

Die gebrauchsfertigen Reagenzien von Hach sind konzipiert für optimale Genauigkeit. Versiegelte Reagenzienflaschen mit farblichen Kennungen und optimierten Anschlüssen erlauben einen schnellen, sauberen Reagenzien-Austausch Das spart Zeit und tropfende Schläuche gehören der Vergangenheit an.

Einfache Überprüfung mit Hach Laborprodukten, damit Sie keine Zeit mit Zweifeln verschwenden Proben-Ein-und Auslässe ermöglichen das Zuführen einer Stichprobe und erleichtern die Probenentnahme für die Laboranalyse.



Systemkonfiguration

5500.KTO.S0.XYZ

S0 = Kieselsäure

X=Stromversorgung AC oder DC

Y=Anzahl der Kanäle

Z=EU (Dokumentation nur in EU-Sprachen) oder US/ROW-Version (andere Sprachen)

