

Kontinuierliche Filtration zur Kondensatreinigung im Kraftwerksbetrieb

Die Anforderungen an Effizienz, Umweltschutz sowie Betriebssicherheit in der Energiegewinnung sind in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Dies veranlasst Kraftwerksbetreiber, ihre Prozesse zu analysieren und mit geeigneten Maßnahmen stetig zu optimieren. Der Lenzing OptiFil® bietet ein Instrument zur Prozessoptimierung für einen essentiellen Schritt in der Energieproduktion mit Dampfturbinen – der Kondensatreinigung.

Kondensatreinigung: ein Anwendungsbeispiel

Ein europäischer Stahlproduzent betreibt zur Energieversorgung ein eigenes Dampfkraftwerk. Zur Dampferzeugung werden Hochofengas sowie Erdgas thermisch umgesetzt. Um einen ausfallsicheren Betrieb zu ermöglichen, müssen die Anlagenteile bestmöglich gegen Abrasions- und Korrosionsrückstände geschützt werden. In einem Versuch wurde die Eignung des Rückspülfilters Lenzing OptiFil®, zur Entfernung dieser Rückstände getestet. Abbildung 1 zeigt schematisch den Dampfkreislaufprozess inklusive Kondensataufbereitung mit einem Lenzing OptiFil® als Filtrationseinheit vor einem Ionentauscher.

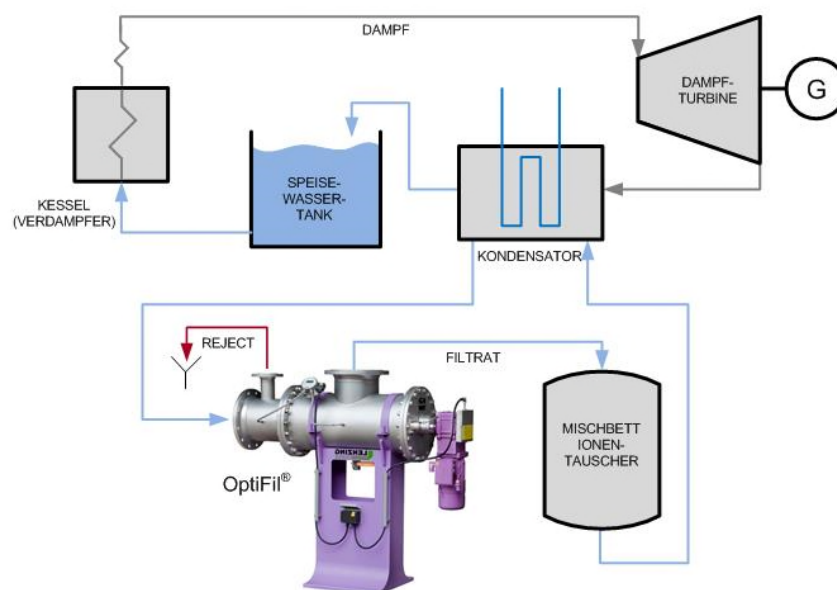


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Installation

Der Verbrennungskessel, der mit Hochofengas und Erdgas befeuert wird, dient der Dampferzeugung aus dem zugeführten Kesselspeisewasser. Mit dem erzeugten Dampf wird eine Turbine zur Stromerzeugung angetrieben. In der Turbine wird der Dampf entspannt und anschließend kondensiert. Das Kondensat wird dem Kesselspeisetank rückgeführt. Mit andauernder Betriebszeit reichert sich der Kreislauf mit Feststoffen an, die durch Abrasion in der Turbine und Korrosion von Anlagenkomponenten entstehen. Im Kondensat sammeln sich diese Korrosionspartikel sowie Salze an. Um diese partikulären und gelösten (Salze) Verunreinigungen zu beseitigen, wird eine kontinuierliche Kondensataufbereitung betrieben. Diese umfasst eine mechanische Abtrennung der Feststoffe sowie eine Ionentauscherstufe zur Salzabtrennung. Aktuell ist dies im Bypass zum Hauptstrom mit rückspülbarem Kerzenfiltersystem, teilweise nicht automatisiert, und nachgeschaltetem Mischbettionentauscher realisiert.

Anforderungen für die mechanische Kondensatfiltration

Das Anlagendesign der Aufbereitung richtet sich in erster Linie nach Art und Herkunft der Verunreinigungen sowie nach den benötigten Qualitätskriterien an das Kondensat selbst. Während das Kondensat bei der Erstinbetriebnahme eher grobe Partikel enthält, werden diese während des kontinuierlichen Betriebs zu fein dispergierten und kolloidalen Partikeln. Diese feinen Partikel gilt es zu separieren, um Schäden an der Turbine zu vermeiden. In der Vergangenheit wurden Sandfilter verwendet, die jedoch kaum mehr installiert werden, da das erwärmte Kondensat in Kombination mit der Kiesfüllung Kieselsäure bildet. Diese Kieselsäure belastet das System zusätzlich und kann in den Ionentauschern nur unzureichend abgebaut werden.

Derzeit werden hauptsächlich rückspülbare Kerzenfilter installiert, welche Filterkerzen aus verschiedenen Materialien (z. B. Baumwolle, Kunststoff oder Drahtgewebe) beinhalten. Aufgrund steigender Druckverluste müssen die Filterkerzen durch eine Rückspülung gereinigt, chemisch regeneriert oder ausgetauscht werden.

Im dargelegten Anwendungsfall werden PP-Kerzen ohne Filterhilfsmittel und mit einer Filtereinheit von 5 µm betrieben. Bei einem definierten, maximalen Differenzdruck wird der Filter zurückgespült. Gleiches gilt für den Ionenaustauscher. Die Mischbett-Ionenaustauscheinheit besteht aus körnigen Harzschichten, die nach vollständiger Beladung regeneriert werden müssen. Die Betriebsdauer der Ionentauscher liegt zwischen 40 und 45 Tagen, die dann erforderliche Regeneration dauert ca. einen halben Tag. Um die Aufbereitung des Kondensats während der Regeneration aufrecht zu halten, muss eine baugleiche, redundante Einheit installiert werden. Die Zirkulationsmenge im Kondensat -Aufbereitungssystem liegt im vorliegenden Prozess, je nach Verunreinigungsgrad des Kondensats, zwischen 30 und 55 t/h.

Partikuläre Verunreinigungen wie Abrieb von Pumpen, Turbinen oder Rohrleitungen würden den Ionenaustauscher zusetzen und die Entsalzung des Kesselspeisewassers erschweren. Um einen störungsfreien Betrieb der Dampfturbine zu gewährleisten, muss das Kondensat vor dem Eintritt in den Mischbett-Ionenaustauscher mit einer Feinheit von 5 µm filtriert werden. Im vorliegenden Fall wurde die Funktionsfähigkeit des automatischen Rückspülfilters Lenzing OptiFil® in einer Langzeit-Testphase von zwei Jahren nachgewiesen.

Lenzing OptiFil®: die wirtschaftliche, kontinuierliche Alternative

Der Lenzing OptiFil® ist ein vollautomatisches, kontinuierlich arbeitendes System, welches je nach installiertem Filtermedium nach dem Prinzip der Oberflächen-, Tiefen-, oder Kuchenfiltration arbeiten kann. Die Partikel werden dann, je nach Größe, an der äußeren Oberfläche oder im Inneren des Filtermediums zurückgehalten.

Das Filtermedium des Lenzing OptiFil® ist außen auf eine Trommel mit Bohrungen („Lochmantel“) aufgespannt. Während der Filtration lagern sich in den Bohrungen Partikel ab, die einen dünnen Filterkuchen bilden. Nachdem ein vorbestimmter Grad an Verschmutzung erreicht wurde, setzt ein Rückspülvorgang mit einer kleinen Menge Filtrat ein, der das Filtermedium freispült. Die Rückspülung der Verunreinigung wird von der Rejecteinheit im Filter ausgeführt. Innerhalb weniger Sekunden wird der Filter durch die partielle

Rückspülung regeneriert, ohne dabei die Filtration zu unterbrechen. Abbildung 2 zeigt die Funktionsweise des Filters anhand einer Schnittdarstellung.

Filterfeinheiten sind bis 3 µm mit Metallfaservlies und bis 5 µm mit Gewebe realisierbar. Bei Kuchenbildung ist sogar eine Mikrofiltration bis zu 1 µm möglich.

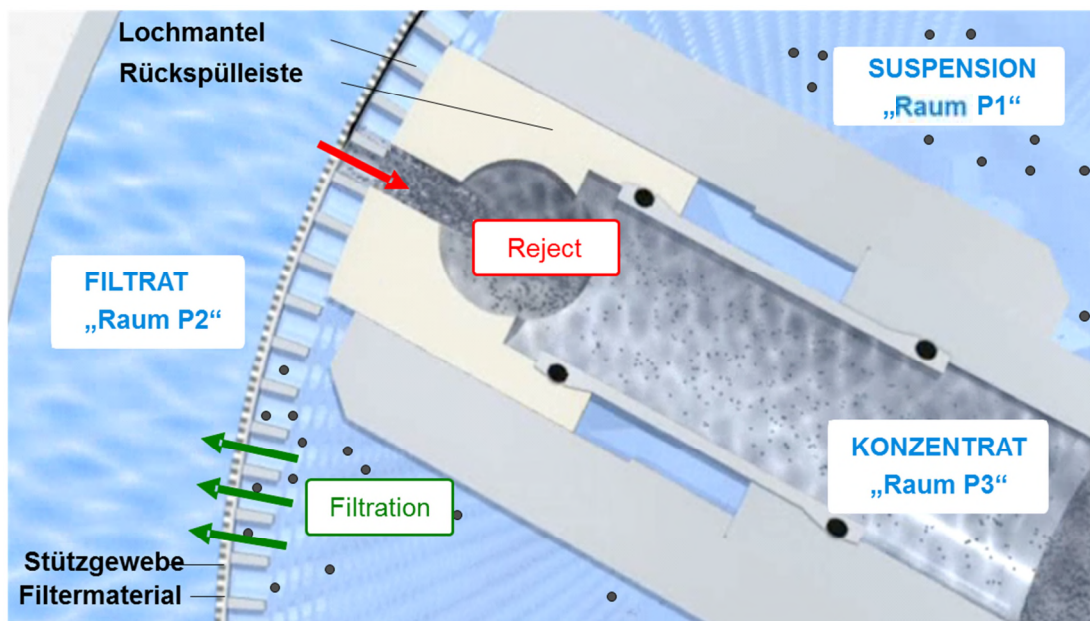


Abbildung 2: Funktionsweise Lenzing OptiFil®

Aufgrund des einzigartigen Regenerationssystems garantiert der Filter eine effiziente Abreinigung selbst feinsten Filtermaterialien. Der Lenzing OptiFil® kann entweder im Voll- oder Bypass-Strom installiert werden.

Ergebnisse und Erkenntnisse für die Kondensataufbereitung

In diesem Anwendungsfall wurde für einen Durchfluss von 30-55 m³/h ein OptiFil®-150-0720 benötigt. Dieser ist für Durchflussmengen von 25-140 m³/h ausgelegt – abhängig vom Medium, Filterfeinheit und dem Grad der Verunreinigung. Das bietet dem Betreiber bei der Installation von nur einem platzsparenden Filterapparat Potential für eine Kapazitätserhöhung.

Die hauptsächliche Verunreinigung entsteht durch Abrasion, welche der OptiFil® effizient mit einer durchschnittlichen Rückspülrate von nur 0,04% beseitigt. Der Feststoffanteil des Kondensats wurde somit um den Faktor 2.500 aufkonzentriert.

Da sich der Rückspülzyklus automatisch dem Betriebszustand des Kessels und der Turbine anpasst, ermöglicht der OptiFil® einen umfassenden Einblick in den Kondensat-Regenerations-Prozess. Während der zweijährigen Testphase, in der sich die durchschnittliche Rückspülzykluszeit, das heißt die Zeit zwischen zwei Rückspülungen, auf 2,5 Stunden belief, benötigte man für die Reinigung des Filtermediums nur 20 Liter Kondensat pro Rückspülung.

Es konnte eine Filtermaterialstandzeit von bis zu 10 Monaten erreicht werden, wonach dann mit wenigen Handgriffen ein kostengünstiges, weil flaches Filtergewebe ausgetauscht werden musste. Aufgrund des kontinuierlichen, vollautomatischen Betriebs des Rückspülfilters ist nur ein minimaler Bedienungsaufwand

nötig, was zu einer Minimierung der Betriebskosten führt. Betriebseffizienz, aber auch Prozesssicherheit und Zuverlässigkeit, lassen sich mit dem Lenzing OptiFil® verbessern.

Einen weiteren großen Vorteil gegenüber dem Kerzenfilter stellt beim OptiFil® der zyklische Austrag der abgetrennten Verunreinigungen durch die Rückspülungen dar. Im Gegensatz dazu, verweilen die Verunreinigungen beim Kerzenfilter während des gesamten Betriebes im System, bis bei der nächsten Regenerierungsphase der Filter manuell gespült wird (Regenerierungsintervalle von bis zu 45 Tage sind möglich!). Ohne Ausschleusung aus dem System werden immer wieder Partikel durch den Filter gedrückt und wiederholt in jedes Prozessaggregat mitgetragen. Diese Partikel werden nach und nach zerrieben und damit immer feiner. Das kann dazu führen, dass die Verunreinigungen nicht mehr abgetrennt werden können. Langfristig führt dies zu einer erhöhten Abrasion und einer verminderten Betriebsdauer aller Prozessaggregate, wodurch mit höheren Instandhaltungskosten zu rechnen ist.

Der Lenzing OptiFil® stellt damit eine effiziente Alternative zu einem traditionellen Rückspül-Kerzenfilter dar. Basierend auf den Erfahrungen im Stahlwerk gelang es, den Zuschlag für die Lieferung einer Filteranlage für eine Dampfturbine zu erhalten, die bis zu 190 kg/s im Vollstrom filtern kann. Die tschechische Kraftwerksfirma Doosan Skoda Power übernimmt die Projektleitung und der Kopenhagener öffentliche Nahversorger HOFOR wird das 170 MW Kraftwerk betreiben.

Die Entscheidung zu Gunsten des Lenzing OptiFil Systems fiel, weil es das einzige verfügbare Rückspülfiltersystem ist, welches bis zu einer Filterfeinheit von 5 µm filtert und die Filtration auch während des Reinigungsprozesses nicht unterbricht. Der Wert von 5 µm ist wichtig, um die hochpräzise Doosan Skoda Dampfturbine vor Verschleiß zu schützen. Dabei sind nicht nur die feine Filtration, sondern auch Temperaturen von bis zu 180°C und einen Druck von bis zu 40 Bar spezifiziert. Abbildung 3 zeigt ein Bild einer Anlage ähnlich jener, wie sie bei HOFOR installiert wird.



Abbildung 3: Mehrfachinstallation Lenzing OptiFil®