

Mai 2015

Case Study


www.emw.de

Leistungsverluste einer Gasturbine EMW® (H)EPA Filtration vs. Kompressor-Fouling

von Detlef Marx & Florian Winkler

Mit Leistungsverlusten ist über die Betriebsdauer einer Gasturbine zu rechnen. Alterungsprozesse sind unaufhaltsam und verringern den Wirkungsgrad einer Gasturbine. Ein großer Anteil der Verluste lässt sich allerdings vermeiden.

Verschmutzungen am Kompressor, besser bekannt als Fouling, sind für 70-85% der Leistungsverluste einer Gasturbine verantwortlich. On-/Offline Washing gilt als eine Technik Fouling zu beseitigen, führt aber nur zu einem kurzen Leistungsschub der Maschine. Ausfallzeiten, kostspielige Schäden, bis hin zum Austausch ganzer Anlagenteile sind die Folgen von Fouling.

Die Ursache ist eine schlechte Qualität der angesaugten Zuluft. Über die Zuluft gelangen Partikel in die Maschine. Das Filtersystem hat den Job dies zu verhindern. Dessen Standardkonfiguration sieht meist einen Endfilter der Klasse F7-F9 vor. Diese Filterklassen eignen sich jedoch nicht Gasturbinen der neuesten Generation vor Fouling zu schützen.

Worauf kommt es an?

Ein passendes Filtersystem auszuwählen ist nicht leicht. Im Wesentlichen lassen sich drei Punkte auf einem „Wunschzettel“ notieren.

- hohe Effizienz
- niedrige Druckdifferenz
- lange Standzeit

Der Wunsch nach besserem Schutz des Kompressors kann durch eine höhere Filtereffizienz erfüllt werden. Dabei fragen viele Anwender zu Recht: Sind die Vorteile einer verbesserten Filtration nicht zu gering, um eine erhöhte Druckdifferenz in Kauf zu nehmen? Verkürzt sich die Standzeit der Filter aufgrund der besseren Filtereffizienz? Welchen wirtschaftlichen Vorteil verspricht eine erhöhte Filtereffizienz überhaupt?

Inhalt der Studie

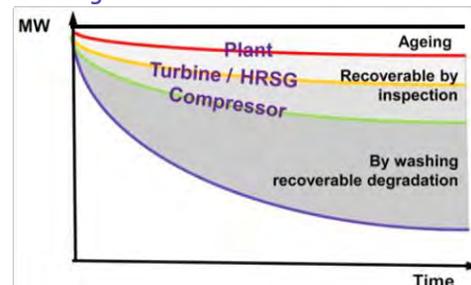
Auf die vorherigen Fragen geht diese Studie ein. Ausgangspunkt ist ein Referenzprojekt von EMW®. Sämtliche Daten wurden vom Betreiber selbst erfasst und ausgewertet.



Zusammenfassung Case Study

Der Betreiber eines Gaskraftwerks verbuchte vermehrt Leistungsverluste seiner Gasturbinen. On-/Offline-Washing der Kompressoren behob das Defizit nur temporär und störte vielmehr den Betrieb der Anlagen. Mit EMW® erfolgte ein Upgrade des Filtersystems ohne Modifikation des Filterhauses. Als Resultat erzielt der Betreiber eine erhöhte MW-Leistung, bei reduzierter Heat Rate. Außerdem sind die Gasturbinen seit 2012 ohne On-/Offline-Washing des Kompressors im Betrieb.

Leistungsverluste einer Gasturbine



Kompressor Fouling ist für ca. 70-85% der Leistungsverluste einer Gasturbine verantwortlich. Mit effizienter Filtration und sauberer Zuluft lässt sich dieses Problem vermeiden. EMW® realisiert passende Filter-Upgrades ohne Umbau des Filterhauses.

Problemstellung

Der Betreiber eines GuD-Kraftwerks in Südostasien besitzt 2 Gasturbinen des Typs Siemens SGT5-4000F. Beide laufen im Grundlastbetrieb, bei einer Kapazität von je 244 MW (el.).

Aufbau des Filterhauses



Abbildung 1.1

Die Zuluft gelangt über drei Seiten in das Filterhaus. Dieses ist mit einem 3-stufigen Filtersystem ausgestattet. Pro Stufe sind 540 Filter installiert. Die erste Filterstufe war ehemals mit Koaleszern der Filterklasse G3 ausgestattet. In der zweiten Stufe folgten Vorfilter der Filterklasse G4. Die finale, dritte Stufe bestand aus Luftfiltern der Feinfilterklasse F7.

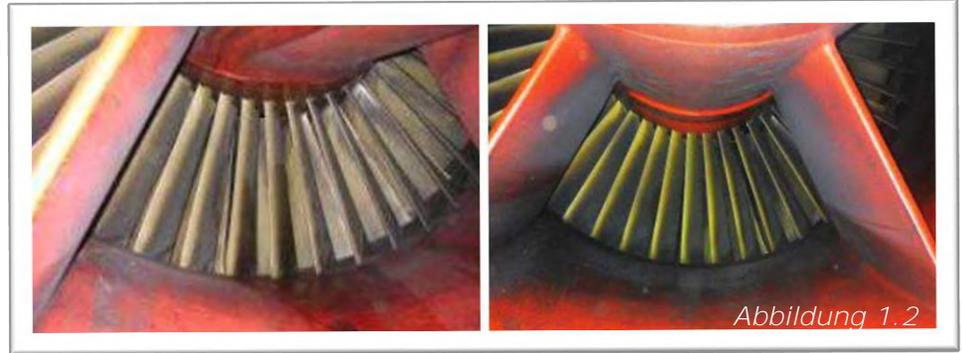


Abbildung 1.2 zeigt schwere Verschmutzungen im Bereich des Kompressors. Die Ursache war eine zu geringe Leistung des Filtersystems. Dadurch gelangten Partikel ungehindert über die Zuluft in die Gasturbine.

Filter-Standzeit

Die Koaleszer wurden nach 4 Monaten und die Vorfilter nach 12 Monaten gewechselt. Die Feinfilter erzielten eine Standzeit von 3 Jahren. Klingt soweit positiv, die Effizienz der gewählten Filterkonfiguration zeigte aber ein anderes Bild auf.

Filter-Effizienz

Der Wirkungsgrad des Filtersystems lag bei ca. 35%. Mittels Luftanalyse wurde im Filterhaus eine \emptyset -Staubbelastung von 750 kg pro Jahr festgestellt, mit Partikelgrößen meist kleiner 0,4 Mikron.

Abbildung 1.2 zeigt den hohen Verschmutzungsgrad des Kompressors zur damaligen Zeit. Das Filtersystem agierte zu schwach und somit gelangte eine große Menge an besonders kleinen Partikeln ungehindert in die Gasturbine.

Innerhalb von 120 Tagen erfolgte 3-mal ein Offline-Washing - ohne langfristigen Erfolg. Trotz regelmäßiger Reinigung war innerhalb kürzester Zeit ein identisches Schadensbild erkennbar. Dies schlug sich ebenfalls auf die Leistungsbilanz der Gasturbinen nieder.

Leistungsbilanz der Gasturbinen vor dem (H)EPA-Upgrade

Analyse MW-Output & Heat Rate

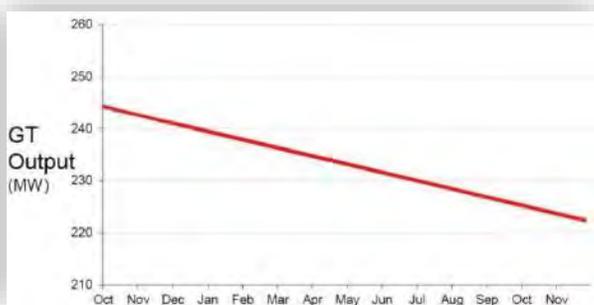


Abbildung 1.3

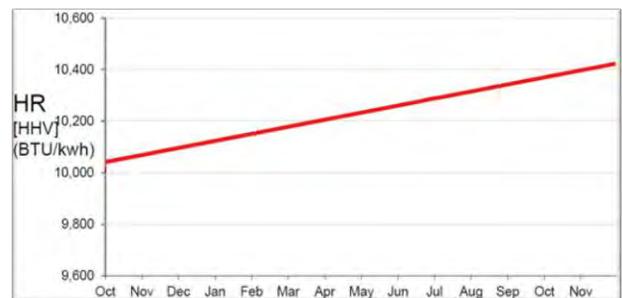
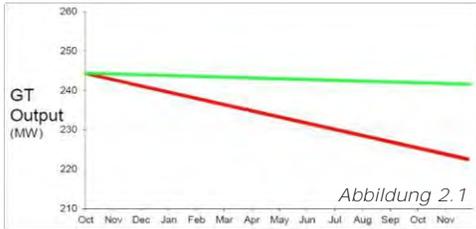


Abbildung 1.4

Die Diagramme zeigen die Entwicklung der MW-Leistung bzw. der Heat Rate auf, allerdings ohne den Einfluss von Kompressor-Washing einzubeziehen. Bezieht man diesen Vorgang mit ein, fiel die Leistung der Anlage innerhalb eines Jahres um ca. 3%. Die Heat-Rate stieg parallel um ca. 1,3% an. Der Betreiber stellte bei 6000 OH eine Leistungslücke von 22.320 MW fest. Rechnet man dieser Lücke den erhöhten Brennstoffbedarf hinzu, verlor der Betreiber ca. 925.000,-€*. Die Ursache lautet Kompressor-Fouling.

*Strompreis 28€/MWh und Brennstoffpreis 21€/MWh

POWER OUTPUT & HEAT RATE



Leistungsabfall vorher ca. 3% für beide GTs und ca. 0,8% nach dem EMW®-Upgrade

Die Aufnahmen rechts (Abb.2.3), weisen ein deutlich verringertes Fouling auf. Dies hat erkennbare Auswirkungen auf die Leistungsbilanz der Gasturbine. Der Leistungsverlust beträgt im Mittel nur noch ca. 0,8% pro Jahr statt ehemals ca. 3%.



Heat Rate vorher ca. 1,3% für beide GTs und ca. 0,6% nach dem EMW®-Upgrade

Bedeutet: Höheren Leistungsausstoß der Gasturbine mit dem Upgrade von EMW® und Mehreinnahmen für den Betreiber von ca. 695.000 € p.a. (Strompreis 28€/MWh und Brennstoffpreis 21€/MWh)

EMW® MINIPLEAT KOMPAKTKASSETTEN



Statt ehemals Feinfilter in F7, erfolgte der Wechsel zu [EMW® \(H\)EPA-Filtern](#) der Filterklasse E12. Diese scheiden selbst kleinste Partikelgrößen zu fast 100% ab und beeindrucken durch einen moderaten Anstieg der Druckdifferenz über die Gesamtlaufzeit.



www.emw.de



Nach dem EMW® Upgrade ist von Kompressor-Fouling kaum mehr eine Spur. Seit 2012 werden die Anlagen ohne On-/Offline Washing betrieben.

Kompressor-Fouling vermeiden!

Mit dem EMW® Filter-Upgrade

Das Leistungsdefizit der Anlagen wurde durch verunreinigte Zuluft verursacht. Zu viele Partikel gelangten ungehindert in die Gasturbine und verursachten starke Verschmutzungen der Maschine.

Ausschlaggebend für die Qualität der Zuluft ist die Filtereffizienz des finalen Luftfilters. Üblicherweise wird als finaler Filter ein Feinfilter der Filterklassen F7-F9 eingesetzt. Im konkreten Fall war die finale Filterstufe mit Feinfiltern der Klasse S7 ausgestattet. Mit diesen ließen sich zwar große Partikel gut abscheiden, allerdings gelangte die Masse an kleinen Partikeln ungehindert über die Zuluft zur Gasturbine.

Das Upgrade von EMW® Für eine verbesserte Filterleistung wurde ein Upgrade der Filterklasse von F7 auf (H)EPA E12 vorgenommen. Dies bedeutet einen Sprung um 5 Filterklassen. Eingesetzt wird der Filtertyp [MPK 412-31 GT](#) von EMW®.

Ebenso wurde die Vorfiltration angepasst. Statt Grobstaubfiltern der Klasse G4 sind jetzt EMW® -Feinfilter der Klasse F8 vorgeschaltet. Diese sorgen für optimalen Schutz der (H)EPA-Endfilter und verlängern deren Standzeit. Für die erste Stufe des Filtersystems eignet sich der Poret® Koaleszer optimal. Für das Filter-Upgrade war keine Modifikation am Filterhaus notwendig.

Die Standzeit

Der Endfilter in (H)EPA E12 erzielt eine Standzeit von zwei Jahren und die Vorfilter von einem Jahr. Die Koaleszer erreichen eine Standzeit von 4 bis 6 Monaten, wobei diese waschbar und wiederverwendbar sind.

Filter-Effizienz

Das Upgrade von EMW® bewirkt einen Anstieg der Filtereffizienz von ehemals ca. 35% auf über 99%. Fouling der Gasturbine wurde fast komplett beseitigt. On-/Offline Washing ist seit 2012 nicht mehr notwendig.

Fazit

Die MW-Leistung reduziert sich über die Laufzeit von 6000 OH nur noch um ca. 0,8% statt vormals um ca. 3%. Wie eingangs erwähnt, sind einige Verluste aufgrund von Alterungsprozessen unabwendbar. Die für einen Betreiber vermeidbaren Verluste durch Kompressor-Fouling wurden durch das EMW® Upgrade verhindert. Ebenso ist die Entwicklung der Heat Rate von ehemals ca. 1,3% auf ca. 0,6% gesunken.

Die Mehrkosten für das verbesserte Filtersystem amortisieren sich innerhalb kürzester Zeit aufgrund des erhöhten MW-Outputs und geringerem Brennstoffbedarfs der Gasturbinen. Geringere CO₂-Emissionen sind zudem erwähnenswert.

Sind Sie an weiteren Ergebnissen der Studie interessiert? Dann senden Sie uns einfach eine Mail an mail@emw.de.