

## Hybride Verbrennungsluftkonditionierung an den Gasturbinen SGT-600 im HKW Süd der Energie und Wasser Potsdam GmbH

Die EWP betreibt am Standort Süd seit 1996 ein Heizkraftwerk als GuD-Anlage mit zwei Siemens SGT-600-Gasturbinen (vorm. ABB/ALSTOM GT10B). Zur besseren Luftfilterung, zum Schutz vor Vereisung und zur Leistungssteigerung und Wirkungsgradanhebung wurde im Jahr 2007 an der GT 1 ein neues Filterhaus mit Hybrider Verbrennungsluftkonditionierung und dreistufiger Luftfilterung errichtet. Die ersten Betriebserfahrungen stimmten so positiv, dass bereits im Jahr 2008 an der GT 2 dieselbe Anlage ebenfalls realisiert wurde.

Die Gasturbinen der EWP im Heizkraftwerk Süd waren ohne Anti-Icing-System ausgerüstet. Vereisungsprobleme waren der Grund, dass eine Zumschung der Package-Abluft zur Ansaugluft zusätzlich nachgerüstet wurde.



Ehemaliges Filterhaus der GT 1 mit Anti-Icing mit Abluft

Auch diese provisorische Einrichtung war nicht vollständig vereisungssicher.

Aus diesem Grund wurde im Jahr 2006 bei Thermo Integral eine Studie zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit der Nachrüstung einer Anlage zur Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung in Auftrag gegeben. In dieser Studie wurde das neue Verfahren für den konkreten Anwendungsfall untersucht. Dabei wurden folgende Betriebsfälle zugrunde gelegt:

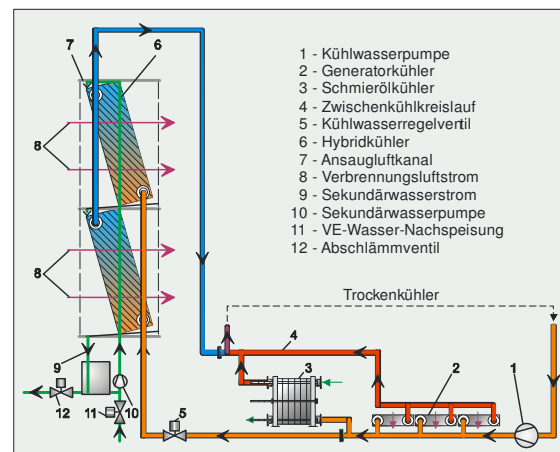
- Brenngasvorwärmung mit (Ab)wärme
- Anti-Icing mit (Ab)wärme über 300 h/a
- Leistungssteigerung mit adiab. Luftbefeuchtung über 5.205 h/a in Grundlastbetrieb
- Leistungsreduzierung mit (Ab)wärme über 780 h/a.

Im Ergebnis der Studie wurde für das Verfahren der Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung an sich eine Rückflussdauer von ca. 2,2 bis 2,5 Jahren ermittelt. Auf dieser Basis wurde die Entscheidung gefällt, im Jahr 2007 die erste Anlage zur Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung an der Gasturbine 1 der EWP im HKW Süd zu errichten. Diese Maßnahme wurde mit dem Aufbau eines komplett neuen Filterhauses mit dreistufiger Luftfilterung verbunden, in dem die Hybridkühlelemente ein wesentlicher Bestandteil werden sollten.

### Anti-Icing mit Kühlwasser

Die Hybride Verbrennungsluftkonditionierung basiert auf der bewährten Hybridkühlertechnik. Hybridkühler werden in der kalten Jahreszeit wie berippte Trockenluftkühler betrieben. In der wärmeren Jahreszeit werden sie zusätzlich außen mit Wasser benetzt. Dadurch wird die Kühlluft bei der Strömung zwischen den Rippen der Kühlelemente befeuchtet. Das vollständig entsalztes Benetzungswasser verdunstet und der adiabatische Kühleffekt bewirkt, dass das in den Rohren der Kühlelemente strömende Kühlwasser bis unter die Temperatur der Umgebungsluft abgekühlt werden kann. Für die Hybride Verbrennungsluftkonditionierung werden die Hybridkühlelemente direkt im Verbrennungsluftstrom der Gasturbine im Filterhaus angeordnet.

Für das Anti-Icing werden die Hybridkühler in das Kühlsystem des Kraftwerkes parallel zur Gasturbine eingebunden. Sie werden so mit bereits gekühltem Wasser-Glykol-Gemisch beaufschlagt, welches lediglich seine Restwärme an die Ansaugluft abgibt. Im Winter wird der Wärmeträger deshalb in den äußerst effektiven Hybridkühlelementen bis unter den Gefrierpunkt abgekühlt. Dies genügt jedoch, um die Verbrennungsluft bei kritischen Luftzuständen vor der Gasturbine von -5 °C bis +5 °C und einer relativen Feuchte von > 80 % in einen unkritischen Bereich vorzuwärmen. Nach den Hybridkühlelementen wird das abgekühlte Kühlmedium mit dem in der Gasturbine vorgewärmten Medium gemischt und den Trockenkühlern zugeführt. Die Ventilatoren der Trockenkühler können so bei niedrigerer Drehzahl oder in einer geringeren Anzahl betrieben werden.



Schema der Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung

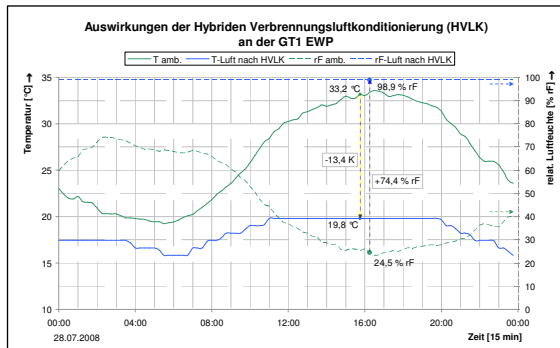
Die Einbindung der Hybridkühlelemente in das vorhandene Kühlsystem parallel zur Gasturbine ermöglichte die einfache Nachrüstung der Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung ohne zusätzliche Umwälzpumpe. Die Nutzung von (Ab)wärme für das Anti-Icing entlastet das vorhandene Kühlsystem. Eine Verdichterluftrezirkulation oder andere übliche Anti-Icing-Verfahren können entfallen.

## Künstliche Leistungsreduzierung mit (Ab)wärme

Ein in Kraft-Wärme-Kopplung betriebenes GuD arbeitet vornehmlich wärmegeführt, unterliegt heute aber auch den Anforderungen des Marktes für Elektroenergie. So besteht verstärkt der Anspruch, Gasturbinen in Teillast zu betreiben. Üblicherweise wird dies durch Anstellen der Leitschaukeln des Verdichters der Gasturbine erreicht. Dies drosselt jedoch den Luftmassenstrom und damit die elektr. Leistung im Dampfteil und senkt so den Gesamtwirkungsgrad des GuD. Alternativ kann nun durch die Luftvorwärmung mit (Ab)wärme aus dem Hybridkühler die Leistung der Gasturbine auch künstlich herabgesetzt werden. Die eliminierten Drosselverluste und der (Ab)wärmeeintrag führen zu einem höheren Teillastwirkungsgrad des GuD.

### Leistungssteigerung mit adiab. Luftbefeuchtung

Mit den Hybridkühlern besteht die Möglichkeit, etwa **von März bis November** die Gasturbine mit Ansaugluftbefeuchtung zu betreiben. Die Hybridkühler erlauben eine **relat. Luftfeuchte** vor der Gasturbine von fast durchgehend **nahezu 99 %** - ohne Aerosole oder mitgerissene Tropfen in der Luft. Die damit verbundene natürliche Abkühlung der Ansaugluft stabilisiert die Leistung der Gasturbine. Im Sommer des Jahres 2008 in den heißen Monaten Juli - August wurden bei **Außenlufttemperaturen bis 34 °C vor der Gasturbine 1 stets Ansauglufttemperaturen von z. T. weit unterhalb von 20 °C** gemessen.



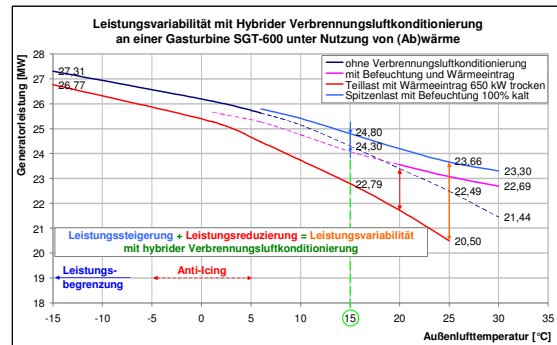
### Absenkung der Ansauglufttemperatur an GT 1

Im Resultat der Einführung der Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung an einer SGT-600 steigen die **Leistungsvariabilität** und der Wirkungsgrad in einem weiten Betriebsfeld. So kann z. B. bei einer **Außenlufttemperatur von 25 °C die Gasturbinenleistung von 20,5 MW bis ca. 23,7 MW** - also um **ca. 3,2 MW** variiert werden.

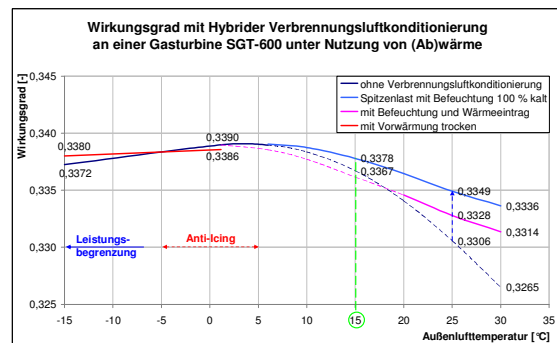
Die **seriengemäße** Leistung beträgt **22,5 MW**. Damit kann die Leistung bei Bedarf **durch Luftvorwärmung - ohne Drosselverluste - um ca. - 2 MW / - 9,1 %** künstlich abgesenkt, oder **durch Luftbefeuchtung - ohne Spitzenlastbetrieb - um ca. + 1,2 MW / + 5,3 %** gesteigert werden.

Der **Wirkungsgrad** der Gasturbine **steigt** durch Ansaugluftbefeuchtung **bei 25 °C um ca. 0,43 % absolut**.

Für die Luftbefeuchtung werden pro Stunde max. **1,75 t vollständig entsalztes Wasser verdunstet**.



### Leistungsvariabilität mit HVLK an einer SGT-600



### Wirkungsgradsteigerung mit HVLK an einer SGT-600

Die komplette Erneuerung der Filterhäuser mit der Hybriden Verbrennungsluftkonditionierung und einer dreistufigen Luftfilterung ermöglichte somit:

- **sicheren Anti-Icing-Betrieb**
- **Senkung des Ansaugdruckverlustes** trotz Hybridkühler und dreistufiger Luftfilterung
- **Verlängerung der Verdichterwaschintervalle**
- **Kühlung bzw. Luftvorwärmung** der Ansaugluft, d. h. eine **größere Leistungsvariabilität**.



Filterhaus mit HVLK und dreistufiger Luftfilterung an GT 1