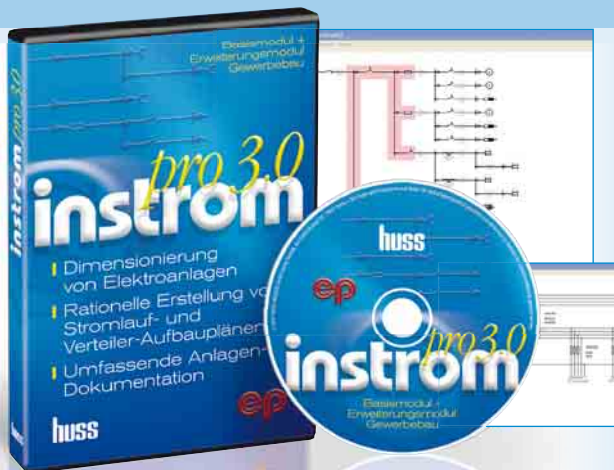


Jetzt Verteiler- Aufbaupläne erstellen!



**Pläne erstellen so leicht wie nie –
normgerecht, schnell und zuverlässig!**

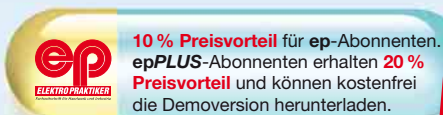
instrom^{pro 3.0} ist eine speziell für die Elektrobranche entwickelte Software für die Planung, Berechnung und Dimensionierung von Niederspannungsanlagen.

Erstellen Sie eine komplette Dokumentation mit detaillierten Anlagenplänen – ganz ohne einen Plan zu zeichnen.

Für jeden Anlagenplan können Sie beliebig viele Verteiler-Aufbaupläne erstellen und diese für zukünftige Projekte verwenden.

Mit den vielen flexiblen Druckvarianten für Ihre erstellten Projekte ist **instrom^{pro 3.0}** das optimale Planungsprogramm.

Mehr Informationen unter:
www.instrom.de



**Testen
Sie jetzt
25 Tage
instrom^{pro 3.0}!**

**shop
huss**
HUSS-MEDIEN GmbH
10400 Berlin

Direkt-Bestell-Service:
Tel. 030 42151-325 · Fax 030 42151-468
E-Mail: bestellung@huss-shop.de
www.huss-shop.de

Preisänderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten

Jetzt bestellen!

Ich bestelle zur Lieferung gegen Rechnung zzgl. Versandkosten zu den mir bekannten Geschäftsbedingungen beim
**huss-shop
HUSS-MEDIEN GmbH
10400 Berlin**

Expl.	Bestell-Nr.	Titel	€/Stück
	7341-1542	instrom pro 3.0 Basismodul (Wohnungsbauprojekte)	249,00
	7341-1536	instrom pro 3.0 Basismodul und Erweiterungsmodul (Wohnungs- u. Gewerbebauprojekte)	499,00
	7341-1539	instrom pro 3.0 Demoversion (uneingeschränkte 25-Tage- Vollversion aller Module)	12,50

Alle Preise zzgl. MwSt.

KUNDEN-NR. (siehe Adressaufkleber
oder letzte Warenrechnung)

Firma/Name, Vorname

Branche/Position z. Hd.

Telefon Fax

E-Mail

Straße, Nr. Postfach

Land/PLZ/Ort

Datum Unterschrift 0811ep

GuD-Kraftwerke: Neue Rekorde beim Wirkungsgrad

In Irsching bei Ingolstadt ist die größte jemals gebaute Gasturbine im Einsatz. Noch läuft die Prototypanlage im Testbetrieb, um die Maschine unter realen Betriebsbedingungen auf Herz und Nieren zu testen. Auf dieser Basis wird es dann möglich sein, Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerke (GuD) mit einem Gesamtwirkungsgrad von über 60 % zu bauen.

Gasturbine so groß wie ein Eigenheim

Mit einer Länge von 13 m und einem Durchmesser von über 5 m ist die Gasturbine SGT5-8000 nahezu so groß wie ein Eigenheim (Bild 1). Die Leistung, die die Ingenieure von ihr erwarten, reicht aus, um die Bevölkerung einer Großstadt wie Hamburg mit Strom zu versorgen: 340 MW steht auf dem Typenschild. Das ist eine Leistung, die der von 13 Triebwerken eines Jumbo-Jets entspricht. Die Neuentwicklung der Gasturbine SGT5-8000 bedeutet für den Hersteller Siemens eine Ergänzung und Vervollständigung des Gasturbinen-Produktportfolios. Die Verantwort-

lichen können mit dieser Turbine künftig alle Marktsegmente in der elektrischen Energieversorgung bedienen, und so ihren Kunden immer das geeignete Produkt bei allen denkbaren Kraftwerksanwendungen anbieten. Das Portfolio umfasst das komplette Leistungsspektrum von 5 bis zu 340 MW.

Die SGT5-8000 ist das Ergebnis jahrelanger Forschung und Entwicklung. Diese nur mit Luft gekühlte Turbine ist die erste Baureihe, die nach der Fusion von Siemens und der fossilen Kraftwerkssparte von Westinghouse entwickelt wurde. Die Auslegung und Konstruktion baut auf den Erfahrungen auf, die man dort mit den 50-Hz- und 60-Hz-Vorgänger-

1 Montage der Gas- turbine SGT5-8000



modellen gemacht hat. Wo immer es möglich war, übernahmen die Ingenieure bereits bewährte Komponenten. Dieses Turbinenkonzept wurde nach einer umfassenden Machbarkeitsstudie während der Entwurfsphase aus diversen möglichen Konstruktionsvarianten ausgewählt. Das luftgekühlte Konzept ist nach Überzeugung der Spezialisten wegen der erwarteten höheren Betriebsflexibilität optimal für einen liberalisierten Energiemarkt.

Ansporn für diese personalintensive Entwicklung waren in erster Linie die Anforderungen der Stromerzeuger und auch der Umweltschützer, die aus gutem Grund immer effizientere GuD-Kraftwerke verlangen. Deshalb soll bei diesen Anlagen endlich die 60-Prozent-Grenze beim Nettowirkungsgrad überschritten werden. Auch die Schnellstartfähigkeit und hohe Betriebsflexibilität bei gleichzeitig minimalen Lebenszykluskosten gehören zum Anforderungskatalog aus der Energiewirtschaft. Vervollständigt

wird diese Liste durch Forderungen nach niedrigen Emissionen und nach besserem Teillastverhalten. Schnell war klar, dass die Berücksichtigung all dieser Einflussfaktoren eine Gasturbine erfordert, die in weiten Teilen völlig neu entwickelt werden muss.

Personalintensive Entwicklungsarbeit

Einzigartig bei diesem Entwicklungsprojekt: Das Aggregat wurde von Teams an verschiedenen Standorten entwickelt. Mehr als 250 Fachleute aus Erlangen, Berlin und Mülheim an der Ruhr sowie aus den nordamerikanischen Standorten in Orlando und Jupiter waren an der Entwicklung beteiligt. Weitere 500 Mitarbeiter arbeiten in der Fertigung und bei der Testvorbereitung der Prototyp-Turbine. Eine wichtige Komponenten-Neuentwicklung ist der 13-stufige Axialverdichter mit hohem Massenstrom. Dieser hat auch schon für sich einen opti-

mierten Wirkungsgrad. Auch das luftgekühlte Hochtemperatur-Verbrennungssystem sowie die vierstufige Turbine mit Einkristallschaufeln in Stufe eins und mit Wärmedämmschicht auf den Schaufeln der Stufen eins bis zwei – ebenfalls luftgekühlt – sind Neuentwicklungen.

Computer-Simulation: Neue Schaufelgeometrie

Weil die Turbinenschaufeln eine entscheidende Rolle bei der Wirkungsgraderhöhung spielen, wurde gerade an dieser Stelle ein besonders hoher Entwicklungsaufwand betrieben. Zum Einsatz kamen neue Simulationsverfahren, mit denen schon sehr früh die Strömungsverhältnisse der bis zu 1500 °C heißen Gase in der Turbine berechnet und optimiert werden konnten. Die Turbinenschaufeln wurden im Computer mit Hilfe eines engmaschigen Netzes mathematisch beschrieben und durch sogenannte Navier-Stokes-Gleichungen model-

liert. Aus den Ergebnissen dieser Berechnungen ermittelten die Entwickler die optimale Schaufelform. Am Computer erkannten sie frühzeitig mögliche Unregelmäßigkeiten der Strömung und korrigierten diese relativ schnell mit einer Veränderung der Schaufelgeometrie.

Zusätzlich wendeten die Experten noch ein akustisches Messverfahren an, mit dem Schwingungen in der Turbine berechnet werden konnten. Die Brenner in der Gasturbine entwickeln nämlich bei ungünstigen Betriebszuständen ein Brummen, dessen Frequenzen sich gegenseitig aufschaukeln können. Das würde die Turbine schädigen. Sie müsste dann früher als geplant abgeschaltet werden, was einen teuren Stillstand mit sich brächte. Diese Akustik-Messung, die nun auch in der Testphase eingesetzt wird, erkennt sofort, in welchem Betriebszustand der Turbine solche Frequenzen entstehen und regelt die Prozessabläufe so, dass diese Schwingungen im Betrieb verhindert werden.



Messepaket für nur 699,- €
zzgl. MwSt



Messetermine:
GET Nord Hamburg
19. – 21.11
SPS Nürnberg
25. – 27.11

Top Messe-Preise im Paket!

Extra für Sie geschnürt: Der Eurotest LITE mit dem Spannungsprüfer MD 1000 und der ZVEH Software, im Messepaket. Jetzt zugreifen und nicht vergessen: Besonders kurze Lieferzeit und extraschnelle Kalibrierung gibt es bei Metrel nicht nur zur Messe! Weitere Angebote im Internet oder auf unserem Messestand.



Hohen Belastungen standhalten

Die Belastung der Turbinenschaufeln ist nicht zuletzt wegen der hohen Umfangsgeschwindigkeiten beim Betrieb sehr hoch. Die Spitzen der längsten Schaufeln erreichen Schallgeschwindigkeit. Die dabei auftretenden Kräfte müssen von der Wellenkonstruktion aufgenommen werden. Selbst im planmäßigen Betrieb zerren an jedem Quadratzentimeter der Schaufel Kräfte, die dem Gewicht eines Mittelklasseautos entsprechen.

Aber auch die thermische Belastung steigt mit der Erhöhung des Wirkungsgrades. Deshalb müssen trotz der umfangreichen Simulationsrechnungen während der Entwicklung die tatsächlich auftretenden Belastungen genau registriert und interpretiert werden. Um jederzeit über das „Innenleben“ der Turbine informiert zu sein, sind während des Testbetriebes zusätzlich 3000 Sensoren eingebaut, die Temperaturen, Drücke, Verformungen und Durchflussgeschwindigkeiten messen. So wird sich herausstellen, ob im Betrieb tatsächlich die

Werte erreicht werden, die vorher berechnet wurden. Sollte es tatsächlich zu den immer wieder zitierten Unterschieden zwischen Theorie und Praxis kommen, bleibt dieses nicht verborgen, und es können rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Wird die Turbine belastet, verändert sich mit der steigenden Temperatur der Abstand zwischen Schaufel und Gehäuse. Es sind zwar nur wenige Millimeter. Doch dieser geringe Abstand reicht bereits aus, dass zwei Zehntel Prozentpunkte am Wirkungsgrad verloren gehen können. Während der Testphase wird daher ermittelt, wie weit bei Volllast die Welle verschoben werden muss, um den Spalt zwischen den Schaufelspitzen und dem Gehäuse möglichst klein zu machen. Dazu wird ein Hydrauliksystem eingesetzt, mit dem sich später während des Betriebs die Spaltbreite genau einstellen lässt.

Werts erreicht werden, die vorher berechnet wurden. Sollte es tatsächlich zu den immer wieder zitierten Unterschieden zwischen Theorie und Praxis kommen, bleibt dieses nicht verborgen, und es können rechtzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Die Turbine belastet, verändert sich mit der steigenden Temperatur der Abstand zwischen Schaufel und Gehäuse. Es sind zwar nur wenige Millimeter. Doch dieser geringe Abstand reicht bereits aus, dass zwei Zehntel Prozentpunkte am Wirkungsgrad verloren gehen können. Während der Testphase wird daher ermittelt, wie weit bei Volllast die Welle verschoben werden muss, um den Spalt zwischen den Schaufelspitzen und dem Gehäuse möglichst klein zu machen. Dazu wird ein Hydrauliksystem eingesetzt, mit dem sich später während des Betriebs die Spaltbreite genau einstellen lässt.

Das Eon-Hochspannungsnetz der Eon so stabil ist, dass es den Strom, der während des Tests der neuen Gasturbine erzeugt wird, aufnehmen kann. Auch das Erdgas muss in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen, verbraucht doch die neue Turbine bis zu 85 000 m³ pro Stunde. Dass immer genügend Brennstoff vorhanden ist, garantiert Eon-Ruhrigas. Das Gas wird einer in der Nähe verlaufenden Pipeline entnommen.

Die Prototyp-Testanlage ist in der ersten Phase mit folgenden Komponenten ausgestattet worden: Neben der SGT-8000H sind bereits ein wassergekühlter Generator SGen5-3000W, ein Abgaskamin und ein Heizgasversorgungssystem vorhanden. Auch die Hilfsanlagen für Gasturbine und Generator sowie ein Hochspannungs-Transformator (705 MVA, 420 kV auf 21 kV, Bild 3) sind installiert. Der Transformator aus dem Siemens-Werk in Nürnberg stellt die Verbindung zum Eon-Hochspannungsnetz her. Die Kraftwerks-Leittechnik (SPPA-T3000, Bild 4) ist durch zusätzliche Funktionen erweitert. Funktionen wie Maschinenschutz, thermodynamische Überwachung von Anlagen oder ein Kraftwerkssimulator zur Schulung von Kraftwerkspersonal können nun vollständig integriert werden. Damit ist eine einheitliche Benutzeroberfläche für unterschiedlichste Anwendungen gewährleistet. Entsprechend der Einwellenanordnung wurden ebenfalls alle Vorbereitungen für die anschließende Installation der Dampfturbine, der Wasserdampf-Kreislaufkomponenten und der Rohrleitungen getroffen. Der Test wird rund eineinhalb Jahre lang andauern. Läuft während dieser Zeit alles zur Zufriedenheit der Ingenieure ab, werden die Sensoren entfernt und die Anlage schließlich zum GuD-Kraftwerk erweitert. Der so entstandene Block 4 des Kraftwerkes Irsching leistet dann 530 MW und soll im Jahr 2011 an Eon übergeben werden. Gleich neben Nummer 4 ist ein weiterer gasbefuehrter Kraftwerksblock im Bau. Dieser Doppelblock 5 mit 840 MW Gesamtleistung wird bereits 2009 den Betrieb aufnehmen, weil er mit zwei ausgetesteten Serienturbinen geringerer Leistung bestückt ist.

H.-U. Tschätsch



2 Hans-Otto Rohwer, Gesamtprojektleiter der Kraftwerksprojekte Irsching 4 und 5 vor seinem Testobjekt



3 Zu den Vorbereitungen für den Betrieb als komplettes GuD-Kraftwerk gehört auch der Einbau des Hochspannungs-Transformators. Er hat eine Leistung von 705 MVA bei Spannungen von 420/21 kV



4 Anfahren der Gasturbine SGT5-8000H mit dem erweiterten Leittechniksystem

Fotos: Siemens