

Energie aus der Erde

JOB EVERSON
MARCEL DELFGAAUW
SULZER TURBO SERVICES

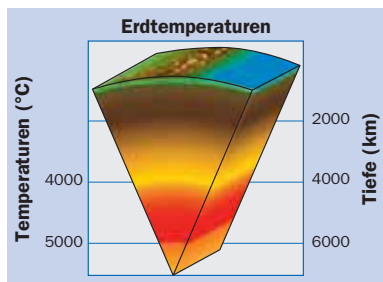
Geothermische Energie ist die in der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie kann direkt zum Heizen oder indirekt für das Erzeugen von elektrischer Energie in Kraftwerken verwendet werden. Abhängig von der Art des Kraftwerks sind die Maschinen in Geothermiekraftwerken stark verunreinigtem und korrosivem Wasser und Dampf ausgesetzt. Folglich sind Reparatur und Wartung der geothermischen Turbinen besonders aufwändig. In einigen tektonisch aktiven Regionen hat Sulzer Turbo Services vor kurzem mehrere geothermische Kraftwerke überholt.

▶ Es gehört heute zum Allgemeinwissen, dass die Erde einen sehr heißen Kern und eine feste Kruste hat. Mit einer maximalen Stärke von ungefähr 200 km ist der Erdmantel, die Lithosphäre, dünn verglichen mit dem Erddurchmesser von durchschnittlich 6371 km (Bild 1). In einigen Regionen der Erde ist die Kruste jedoch noch dünner. Dort sind das Gestein und das darin enthaltene Wasser heißer als üblich. Dies ist eine Quelle thermischer Energie, die zum Heizen oder für das Erzeugen elektrischer Energie genutzt werden kann.

Drei Prinzipien

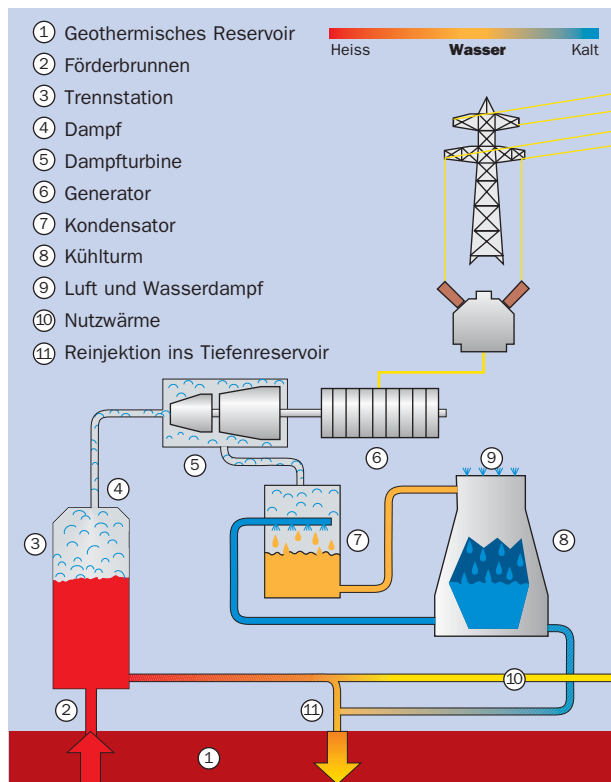
Die meisten geothermischen Kraftwerke nutzen eines von 3 Verfahrensprinzipien: direkte Nutzung des Tiefenwassers (*flash steam*), Pumpen von Oberflächenwasser über das heiße Gestein (*hot dry rock*) oder Einsatz von Wärmetauschern und einem Arbeitsmittel, das bei tiefen Temperaturen verdampft. Das System ist abhängig von Temperatur, Tiefe sowie Qualität des Wassers und des Dampfes in der jeweiligen Region. Flash-Steam-Kraftwerke sind heute die weitestverbreitete Methode der geothermischen Stromerzeugung.

1 Erdwärme kann als saubere Energiequelle genutzt werden. Sulzer Turbo Services überholt geothermische Kraftwerke und verbessert deren Betriebsverhalten.



gung (Bild 2). Wegen des hohen Drucks in großen Tiefen ist das heiße Wasser dort flüssig, obgleich seine Temperatur über dem Siedepunkt von Wasser bei Oberflächendruck liegt. Wird das Wasser zur Oberfläche und in das Kraftwerk gepumpt, bewirkt der Druckabfall das Verdampfen des Wassers. Dieser Dampf treibt dann die Turbine an. Das nicht verdampfte Wasser wird zur Wiederverwendung zurück in das Tiefenreservoir gepumpt.

2 In Flash-Steam-Kraftwerken treibt Dampf aus dem unterirdischen Reservoir direkt die Turbinen an. Diese sind deshalb korrosiven Gasen und den im Tiefenwasser gelösten Mineralien ausgesetzt.



Große Revision in Indonesien

Eine Arbeitsgemeinschaft indonesischer Staatsunternehmen aus den Bereichen Öl und Gas und Energieerzeugung beauftragte Anfang 2007 Sulzer Hickham Indonesia, eine Firma von Sulzer Turbo Services, mit der Großrevision eines geothermischen Kraftwerks. Diese Überholung einer Dampfturbinen/Generator-Einheit einschließlich der Hilfs- und Nebenanlagen war eine neue Herausforderung für Sulzer Hickham Indonesia.

Korrosiver Dampf

Das geothermische Kraftwerk liegt auf Java auf einer Hochebene auf rund 2500 m. Es wurde 1998 in Auftrag gegeben und nahm 2002 den kommerziellen Betrieb auf. Mit einer Dampfturbinen/Generator-Einheit kann es 60 MW elektrische Energie erzeugen. Dampf (450 t/h) aus 4 Förderbohrungen treibt die doppelflutige Dampfturbine, die unter stark schwankendem Druck arbeitet und über lange Zeiten Naßdampf, der korrosive Gase enthält, ausgesetzt ist. Regelmäßig wird im Gehäuse harter Kesselstein gefunden (Bild 3). Vor der Revision kontrollierten die Spezialisten von Sulzer Turbo Services den Rotor mit einem Endoskop. Die dem Dampf ausgesetzten Bauteile, Leitschaufeln, Rotor-schaufeln und Zwischenleiträder, zeigten Abnutzung und Korrosion.

Vor Ort bereitete das Team von Sulzer Hickham Indonesia den Rotor der Dampfturbine und eine der 2 sehr großen Förderpumpen für den Transport in die Werkstatt vor. Für die Arbeiten dort waren 60 Tage vorgesehen. Der Hauptteil der Arbeit in der Sulzer-Werkstatt

waren Ersatz und Schweißreparaturen der Schaufeln sowie Schweißreparaturen an Leitschaufeln und Zwischenleiträdern der 1., 2. und 3. Turbinenstufe.

Während der Rotorreparatur überholte die Mannschaft im Kraftwerk die Hilfs- und Nebenanlagen wie Schalldämpfer, Ventile, Anlagen zur Reinigung des Dampfes, Generator, Kondensator sowie Pumpen und Motoren inklusive aller elektrischen Einrichtungen und Instrumente.

Erhöhte Leistung

Der Rotor des Generators wurde für die erste Vollinspektion seit seiner Installation zum ersten Mal aus dem Gehäuse ausgebaut. Dafür mussten die Dächer des Generatorshauses demontiert werden, eine Arbeit, die durch das Wetter in der Regenzeit sehr erschwert wurde. Bei der Kontrolle des Generatorrotors entdeckte Sulzer, dass die Öldichtungen und der Erregerring durch Abrieb stark beschädigt waren. Diese Reparaturen erforderten spanendes Bearbeiten vor Ort – noch eine unerwartete Herausforderung für Sulzer Hickham Indonesia. Der Wiederausammenbau der Dampfturbine dauerte 24 Tage einschließlich Inbetriebnahme. Mit einem Vibrationsniveau von nur einem Fünftel desjenigen vor der Überholung ist, läuft die Einheit nun sehr ruhig und produziert 45 MW mit 300 t/h Dampf gegenüber 40 MW mit 400 t/h vorher.

Feuer und Eis

Island hat eine Fläche von 103 000 km² und besteht hauptsächlich aus Lava. Die Mehrheit der 313 000 Einwohner lebt in der Region der Hauptstadt Reykjavik.



3 Harte Kesselsteinablagerungen hinter dem Leitring.

In Island gibt es 2 Hauptenergiequellen: geothermische Energie und Wasserkraft. Erdwärme ist eine von Islands größten natürlichen Ressourcen. 90% der Häuser haben geothermische Heizungen, und die Hauptstadt nutzt diese wertvolle Energiequelle seit mehr als 60 Jahren. Dank der guten Verfügbarkeit von natürlich heißem Wasser sind die Preise für Heizung und Warmwasser vergleichsweise niedrig.

Auf Island gibt es 4 große geothermische Kraftwerke:

- ▶ Nesjavellir (180MW elektrische Leistung, 300MW Warmwasser)

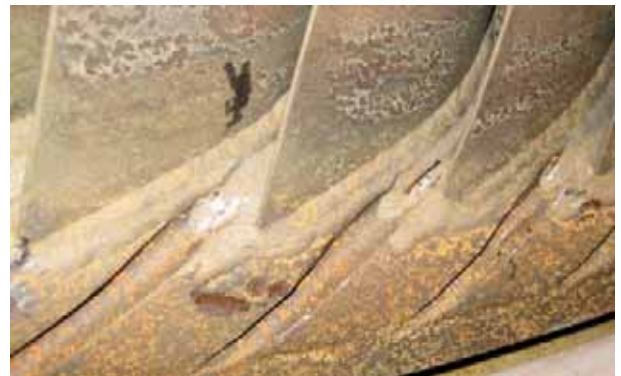
- ▶ Svartsengi (75MW elektrische Leistung, 80MW Warmwasser)
- ▶ Krafla Landsvirkjun (60MW elektrische Leistung)
- ▶ Hellisheidi (124MW elektrische Leistung)

Im Kraftwerk Hellisheidi werden 2008 weitere 90MW elektrische Leistung ans Netz gehen, und 2009 beginnt die Produktion von Warmwasser.

Erfolgreiche Reparatur

Sulzer Repco, ein niederländisches Unternehmen von Sulzer Turbo Services, hat 2007 Aktivitäten auf dem Geothermie-Markt in Island aufgenommen. Im Februar 2007 besichtigten Experten von Sulzer Turbo Services das geothermische Kraftwerk Nesjavellir, Islands größtes mit 6 Niederdruckdampfturbinen von je 30MW (Bild 4). Wegen des ungünstigen Dampfzustands (195°C, 14 bar) ist in diesem Kraftwerk Erosion ein ernsthaftes Problem (Bild 5). Während des Besuchs evaluierten die Sulzer-Fachleute eine Schweißreparatur von 8 kompletten Zwischen-

leiträdern. Aufgrund der Erfahrung mit derartigen Arbeiten erhielt Sulzer Repco vom Kunden den Auftrag für die Schweißreparatur, die bereits erfolgreich beendet worden ist. Zu Beginn des Jahres 2008 hat Sulzer Repco den Rotor einer 30-MW-Turbine und Zwischenleiträder aus Nesjavellir in Reparatur.



5 Der Dampf aus dem Tiefenreservoir verursacht Erosion am Zwischenleitrad.

Gute Aussichten

Nach dieser ersten Arbeit für geothermische Kraftwerke auf Island hat Sulzer Turbo Services weitere Anfragen erhalten, von denen einige bereits zu Aufträgen geführt haben. Da derartige Erosion in allen geothermischen Kraftwerken auf Island und in vielen weltweit den Betrieb beeinträchtigt, rechnet die Division mit einer zunehmenden Nachfrage für Reparaturdienstleistungen in diesem Markt. ◀

4 Das geothermische Kraftwerk Nesjavellir auf Island.



Kontakt

Sulzer Turbo Services
Sue Hudson
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur
Schweiz
Telefon +41 52 262 34 44
Fax +41 52 262 00 45
sue.hudson@sulzer.com