

# Aus der Kraftwerkspraxis

## Neue Dampfturbine auf altem Fundament

*Nutzung des vorhandenen Turbinenunterbaus durch elastische Entkopplung der neuen Turbinentischplatte*

Anlagen zur Erzeugung von Energie in Kraftwerken oder der Industrie, insbesondere Dampfturbinen, sind auf lange Laufzeiten hin ausgelegt, die in der Regel der Betriebszeit der gesamten Energieerzeugungsanlage entspricht. Es gibt aber auch Beispiele, die belegen, dass Turbinen oder andere Anlagen in Kraftwerken modernisiert und somit durch moderne Maschinen mit veränderten Leistungsparametern ersetzt werden mussten. Ein solcher Fall trat bei Rohrbach Zement GmbH & Co KG, Dotternhausen, ein.

Die Geschichte dieses Unternehmens begann 1939, als es der Firma gelang, aus Kalkstein und Ölschiefer hochwertigen Zement herzustellen. Gleichzeitig erkannte man, dass zerkleinerte Ölschiefer nicht nur zur mineralischen Verwertung, sondern auch zur Energiegewinnung verwendet werden kann. Der Ölschiefer wird seit 1961 in zwei werkeigenen Wirbelschichtblöcken thermisch aufbereitet. Das Produkt dient der Herstellung von Bindemitteln. Die Abwärme wird über Abhitzeessel und Turbinen zur Stromerzeugung genutzt.

Mit dem Bau eines weiteren Kraftwerksblockes sowie eines Abhitzeessels im System des Wärmetauscherturmes der Drehrohr-ofenanlage war die Leistungsfähigkeit der drei alten Turbinen überschritten (Baujahr 1961/1980). Des Weiteren waren die Turbinen an der Grenze ihrer industriellen Laufzeit und des Wirkungsgrades angelangt.

Es wurde daher beschlossen, Turbine 2 (Baujahr 1961) und Turbine 3 (Baujahr 1980) durch größere und im Wirkungsgrad bessere Turbinen zu ersetzen. Die neuen Kondensationsturbinen der Firma Blohm & Voss, Hamburg, haben eine Frischdampfaufnahme-menge von 28 t/h und eine elektrische Klemmenleistung von 7,77 MW (alte Turbinen 14 t/h).

Die Turbinen standen auf Tischfundamenten mit einer Grundabmessung von etwa 5 m × 15 m und einer Höhe von 4,4 m. Die Turbinentischplatte hatte eine Dicke von 1 m.

Die neuen Turbinen passten von den geometrischen Massen auf das alte Fundament, unterschieden sich jedoch von den Anschlussbedingungen wesentlich. Die Öffnungen in der Tischplatte passten nicht mehr. Die Belastungen auf das Fundament waren infolge

der veränderten Parameter und der neuen Lasteintragungspunkte so zu bewerten, dass das Fundament unverändert nicht zu verwenden war. Laut statisch-dynamischer Berechnung des beauftragten Ingenieurbüros Dietz & Partner, Essen, musste die Dicke der Turbinentischplatte auf 1,3 m erhöht werden. Der Bau eines komplett neuen Fundamentes wäre somit erforderlich gewesen.

Aus diesem Grunde suchte man eine Möglichkeit, bei der zumindest Teile des vorhandenen Fundamentes erhalten bleiben konnten. Weil Turbinenfundamente fugenlos auszubilden sind, nutzte man in diesem Fall die Vorzüge der dynamischen Entkopplung durch GERB-Federelemente und entschloss sich, die obere Tischplatte und einen entsprechenden Teil der Turbinentischstützen zurückzubauen. Nachdem die Stützenköpfe der abgestimmten Turbinentischstützen wieder hergestellt wurden – die Oberfläche ist dabei auf eine exakt festgelegte Höhe zu bringen –, dienten sie nunmehr als Auflager für die Federelemente, über die nur noch minimale dynamische Lasten in die Stützen eingeleitet werden. Der verbliebene Teil des Turbinenfundamentes – Grundplatte und Stützen – übernahm die Funktion eines statisch belasteten Fundamentes, auf das, entkoppelt durch GERB-Federelemente, eine völlig neu konstruierte und neu berechnete Tischplatte betoniert werden konnte.

Die Entkopplung trägt zusätzlich dazu bei, Schwingungsübertragungen auf andere Bauteile oder Maschinen zu vermeiden. Das bedeutete in diesem Fall, dass sich die dicht nebeneinander stehenden Turbogeneratoren nicht mehr gegenseitig dynamisch beeinflussen können.

Beim Bau einer solchen Tischplatte werden in der Bodenschalung des Turbinentisches Aussparungen vorgesehen, durch die die Federelemente mittels Baukran auf die Auflagerflächen gesetzt werden. Beim Betonieren der Tischplatte senkt sich dann das Lehrgerüst mit der Schalung soweit, dass der Turbinentisch mit den Unterseiten der Abdeckbleche kraftschlüssig auf den Federelementen liegt. Nach Ablauf der Abbindefrist für den Beton kann das Lehrgerüst entfernt und der Turbinentisch ausgeschalt werden.

Nach der Montage der Turbine werden die Federelemente entspannt und das Fundament ausgerichtet. Unmittelbar vor dem Entspannen der Federelemente werden die Messpunkte nochmals vermessen und protokolliert.

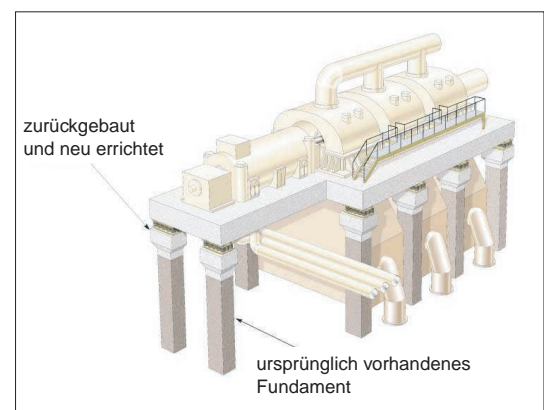
Ein weiterer, besonderer Gesichtspunkt, der für diese Art der Sanierung der Turbinenfundamente sprach, waren die beengten Bedingungen, unter welchen diese ausgeführt werden musste. Die Errichtung eines komplett neuen Fundamentes, welches den Aus-hub einer Baugrube erfordert hätte, wäre nicht möglich gewesen. Zum anderen war der Bauablauf so zu gestalten, dass eine der beiden Turbinen immer in Betrieb sein musste, während die andere erneuert wurde. Beim Abbruch des alten Turbinenfundamentes der Turbine T2 waren schwere Betonblöcke über die laufende Turbine T3 zu heben. Die Bauzeit je Fundament betrug je rund acht Wochen. Am 24. April 2000 ist die Turbine T2 und am 14. Februar 2001 die Turbine T3 wieder in Betrieb genommen worden.

Je Fundament waren rund 100 m<sup>3</sup> Beton zu demontieren und neu herzustellen. Hinzu kam die Montage der Federelemente. Die alternative Lösung, der komplette Neubau eines Turbinenfundamentes, hätte etwa den dreifachen Aufwand an Abbruch- und Betonbauarbeiten erfordert und den Zeitrahmen weit überschritten.

Die Kosten für die Sanierung eines Turbinenfundamentes nach der hier beschriebenen Technologie betragen rund 130 000 €, der Anteil für die GERB-Federelemente etwa 12 % davon.

Daraus ist ersichtlich, dass der finanzielle Aufwand, der zur Entkopplung der oberen Tischplatte durch Federelemente erforderlich wird, im Verhältnis zu den Gesamtkosten relativ gering ist. Ein wichtiger Vorteil bei der Sanierung von Turbinenfundamenten entsteht jedoch dadurch, dass das ursprüngliche Fundament in zwei eigenständige Fundamenteile – den nunmehr nur statisch belasteten Restteil des alten Fundamentes und einen neu erbauten, dynamisch wirkenden Fundamenteil – unterteilt wird.

Hierin begründet liegt der große Vorteil, der sich bei Anwendung von GERB-Federele-



*Schematische Darstellung der neu errichteten Turbinentischplatte auf dem vorhandenen Turbinenfundament.*

menten im Bereich der Fundamentsanierung ergibt. Das betrifft nicht nur, wie hier beschrieben, Turbinenfundamente, sondern auch Fundamente anderer Anlagen im Energieerzeugungsbereich.

Nicht immer ist die Erneuerung eines Ausrüstungsteiles der Ausgangspunkt für eine notwendige Fundamentsanierung. Das beschriebene Verfahren der Fundamentsanierung unter Einsatz einer elastischen Lagerung kann auch in anderen Fällen zur Anwendung kommen, z. B. wenn:

- Fundamente durch Schadstoffe teilweise kontaminiert sind und noch ein ausreichend verbleibender Teil des Fundamentes weiter nutzbar ist,
- Setzungen oder Schiefstellungen des Fundamentes eingetreten sind und die plane Auflageroberfläche des Fundamentes wieder hergestellt werden soll (z. B. Rückführung einer Turbinentischplatte in die ursprüngliche Lage),
- Probleme im Schwingungsverhalten der Fundamente auftreten.

Als weiterer Vorteil ist auch zu werten, dass mit dem Einbau von Federelementen im Zuge der Sanierung die Möglichkeit geschaffen wird, die Fundamente langfristig zu überwachen und bei Setzungen ohne Betriebsunterbrechung der Anlagen wieder auszurichten.

Das Fundament befindet sich somit nach der Sanierung auf dem neuesten Stand der Technik.