

## Kombikraftwerke – Bauplanung und Bauausführung im europäischen Umfeld

DI Dr. techn. Timur Uzunoglu  
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen  
convex ZT GmbH, Graz

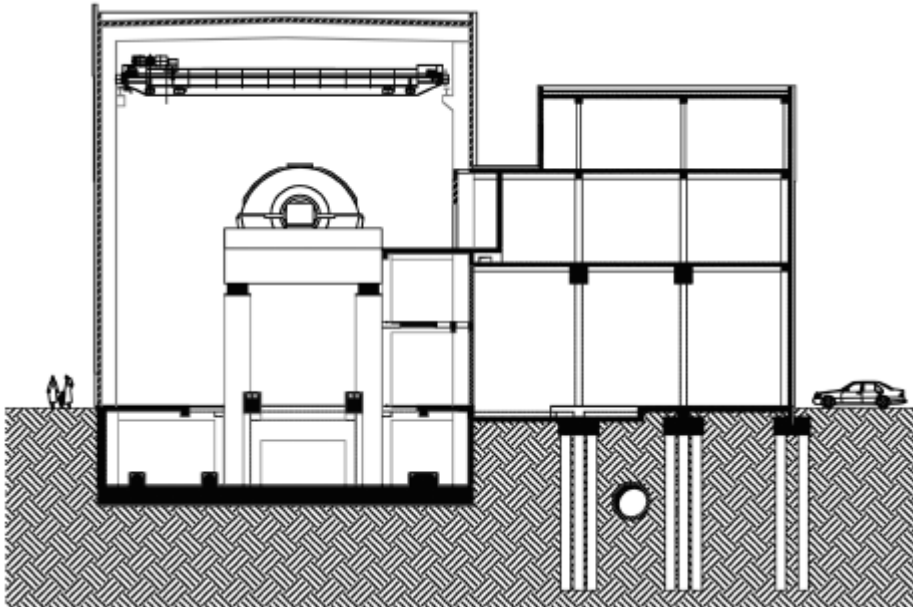


Abb. 1: Querschnitt durch die Maschinenhalle und Schaltwartengebäude, KW Csepel II in Budapest/Ungarn [2]  
Grafik: © Uzunoglu & Konstruktionsbüro der AST BaugesmbH

### 1 Einleitung

Kombikraftwerke stellen eine neue, umweltfreundliche Technologie zur Stromerzeugung dar. Bei einem Kombikraftwerk wird die Wärme der heißen Gasturbinenabgase in einem Abhitzeessel zur Dampferzeugung genutzt. Der erzeugte Dampf wird anschließend in einer nachgeschalteten Dampfturbine „verstromt“. Deshalb werden diese Kraftwerke, in denen ein Gas- und ein Dampfturbinenprozess miteinander kombiniert sind, Kombikraftwerke genannt (GuD®-Kraftwerke; englisch „combined cycle“). Der Dampfturbine kann zusätzlich je nach Auslegung Prozessdampf für industrielle Zwecke oder Fernwärme entnommen werden (Kraft-Wärme-Kopplung; englisch „co-generation“). Ein Vorteil der Kombikraftwerke liegt in dem hohen Brennstoffaus-

nutzungsgrad zufolge dieser Kraft-Wärme-Kopplung. Moderne Kombikraftwerke erreichen Wirkungsgrade von bis zu 60 Prozent und lassen sich zudem auch rasch und kostengünstig bauen. Die Investitionskosten sind deutlich geringer als bei Kernkraftwerken, ein Umstand, der sie für die Elektrizitätswirtschaft in einem liberalisierten Strommarkt besonders attraktiv macht. Die Leistung von Kombikraftwerken bewegt sich zwischen 100 – 1.600 MW.

Die Bauplanung und Bauausführung von Kombikraftwerken stellt in mehrfacher Hinsicht eine besondere Herausforderung dar: Die besonderen Anforderungen an die Bauwerke und die kurzen Planungs- und Bauzeiten erfordern ein solides Verständnis aller Fachgebiete und eine hohe Flexibilität.

In dem vorliegenden Artikel werden einige wesentliche Aspekte der Bauplanung und Bauausführung von Kombikraftwerken anhand von verschiedenen Projekten in Ungarn, in der Türkei, in Nordirland und in Griechenland beschrieben, an denen der Autor beteiligt war.

### 2 Aufgabe und Umfeld

Kombikraftwerke werden in der Regel von als Generalunternehmer fungierenden Anlagenbauunternehmen errichtet. Der Anteil der Baukosten an den Gesamtkosten ist relativ gering (8 – 15 %), aber der Bau spielt eine wesentliche Rolle hinsichtlich der Einhaltung der Gesamterrichtungszeit. Die kurzen Errichtungszeiten von zwei Jahren setzen die Bauplanung unter hohen Druck. Die Angaben für die Bauplanung werden meistens zeitlich am spätesten festgelegt, die Baupläne allerdings zeitlich am ehesten verlangt. Ein hoher Grad an Vorkenntnis und auch an Improvisation des Bauplaners ist erforderlich, um diesem Umstand gerecht werden zu können.

Die Bauplanung von Kombikraftwerken umfasst ein breites Spektrum, wobei der Baustoff Stahlbeton eine sehr wichtige Rolle spielt: Die Maschinenhallen mit sehr schwer belasteten Hallendecken, die dynamisch beanspruchten Gas- und Dampfturbinenfundamente, das Schaltwartengebäude mit unterschiedlich genutzten Geschossen, die als „Weiße Wanne“ auszuführenden Kühltürme erfordern einen für Industriebauvorhaben dieser Größe typischen, hohen Detaillierungsgrad der Schal- und Bewehrungspläne. Eine aufwändige Dokumentation insbesondere der statischen und dynamischen Berechnungen ergibt sich aus dem Umstand, dass die gesamte Bauplanung in der Regel eine Prüfinstanz des Eigentümers sowie die Prüfinstanzen der lokalen Behörden durchläuft.

### 3 Die Schnittstelle zwischen Bau- und Anlagenplanung

Eine funktionierende Schnittstelle zwischen Anlagen- und Bauplanung ist Voraussetzung für eine termingerechte und richtige Bauplanung. Alle in diesem Beitrag dargestellten Projekte wurden innerhalb von 27 Monaten errichtet (Zeitraum zwischen Vergabe und Inbetriebnahme), es handelt sich um so genannte „fast-track“-Projekte. Um die sehr engen terminlichen Vorgaben zu halten, ist eine intensive und kontinuierliche Koordination und Überprüfung der Bauplanung erforderlich. Alle Baudokumente müssen von einer zentralen, koordinierenden Stelle aus mit den Lieferanten, den Systemingenieuren und dem Kunden abgestimmt werden. Dabei müssen die oftmals vertraglich festgelegten, spezifischen Anforderungen der Systemlieferanten sowie der Kraftwerksbetreiber berücksichtigt werden.

Für den Anlagenbauer stellt der Bau (nur) eine weitere Funktionalität dar, eine Betrachtungsweise, die der Bauplaner nicht gewohnt ist. Aus diesem Grund werden Stan-

dardisierungen vorgenommen, die sowohl Informationsgehalte (Anforderungen, Lastangaben) als auch Vorgangsweisen (Bauweisen, Konstruktionsdetails) betreffen. Die Bauplanung muss dem Baufortschritt vorauslaufen, wird aber von den oftmals nur begrenzt vorhandenen Informationen beherrscht. Dieser Umstand enthält Elemente des „simultaneous engineering“ und kann nur mit einer methodischen Vorgangsweise bewältigt werden. Zu diesem Zweck wurde für diese Projekte ein standardisiertes Freigabe-Verfahren entwickelt, welches die einzelnen Schritte der Bauplanung definiert. Um diese Vorgehensweise zu verfolgen, wird ein Planungsterminplan erstellt, der eine Vorausschau aller erwarteten Dokumente der Bauplanung und die Termine der einzelnen Schritte des Freigabeverfahrens in Abhängigkeit von dem Bauterminplan festlegt. Dieser Terminplan ist ein lebendiges Dokument, wird wöchentlich revidiert und gibt somit den aktuellen Status der Bauplanung wieder. Der Planungsstatus und der aktuelle Revisionsindex von jedem Dokument werden dabei mit angeführt.

### 4 Wesentliche Bauteile eines Kombikraftwerkes

#### 4.1 Maschinenhalle

In der Maschinenhalle befinden sich die Gas- und Dampfturbinen sowie die Generatoren. Der Bereich der Dampfturbine ist in der Regel unterkellert, um ausreichend Platz für den unter der Dampfturbine gelegenen Kondensator zu schaffen. Die Halle ist mit schweren Hallenkränen mit einer Tragfähigkeit von bis zu 100 t ausgerüstet, um die Wartungsarbeiten bei den Maschinen durchführen zu können.

Im Inneren der Halle befinden sich Schwerlastbühnen um die Turbinen auf verschiedenen Ebenen. Die Stahlbetondecke auf Kote  $\pm 0,00$  m wird als Transport- und Wartungsbereich in definierten Schwerlaststraßen für eine Befahrbarkeit beispielsweise mit einem SLW 60 gemäß DIN 1072, Abschnitt 3.3 ausgelegt (entspricht einer äquivalenten Flächenlast von  $33,3 \text{ kN/m}^2$ ). Falls nicht anders angegeben, werden die Nutzlasten für Decken und Bühnen gemäß der VGB-Richtlinie „Angabe und Verarbeitung von Lasten beim Bau konventioneller Kraftwerke“ [1] gewählt. Weiters müssen die vertikalen und horizontalen Lasten der Hoch- und Niederdruckdampfverrohrung, der Kabeltassen, der Luftfilter für die Gasturbine sowie verschiedener mechanischer und elektrischer Geräte bei der Berechnung des Hallentragwerks berücksichtigt werden (Abb. 1).

#### 4.2 Turbinenfundamente

Sehr anspruchsvolle Teile der Bauplanung betreffen die Gas- und Dampfturbinenfundamente aus Stahlbeton. Sie tragen die statischen und dynamischen Lasten der Turbinen-Generator-Einheiten. Aufgrund der massiven Bauweise liegen die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit oftmals mehr im Vordergrund als die der Standsicherheits-

Abb. 2: Federelemente zur Lagerung des Gasturbinenfundaments, KW Coolkeeragh in Londonderry/Nordirland  
Foto: © Uzunoglu





Abb. 3: Gasturbinenfundament mit Gasturbine (rechts) und Generator (links), KW Coolkeeragh in Londonderry/Nordirland  
Fotos: © Uzunoglu



Abb. 4: Dampfturbinenfundament, KW Thessaloniki/Griechenland

nachweise. Es gilt sowohl die Regelwerke wie DIN 4024, VDI 2056, ISO 10816 als auch die projektspezifischen Anforderungen der Turbinen- und Generatorhersteller zu erfüllen [3]. Das dynamische Verhalten der Fundamente wird anhand der Lage seiner Eigenfrequenzen zu den Betriebsfrequenzen (Umdrehungen der Turbine pro Zeiteinheit) beurteilt. Dabei ist ein Abstand der Eigenfrequenzen des Systems von  $\pm 10\%$  zur Betriebsfrequenz einzuhalten. Weiters werden die Schwingungsamplituden bzw. Schwinggeschwindigkeiten an den Lagerstellen der rotierenden Massen berechnet und mit den zulässigen Grenzwerten gemäß

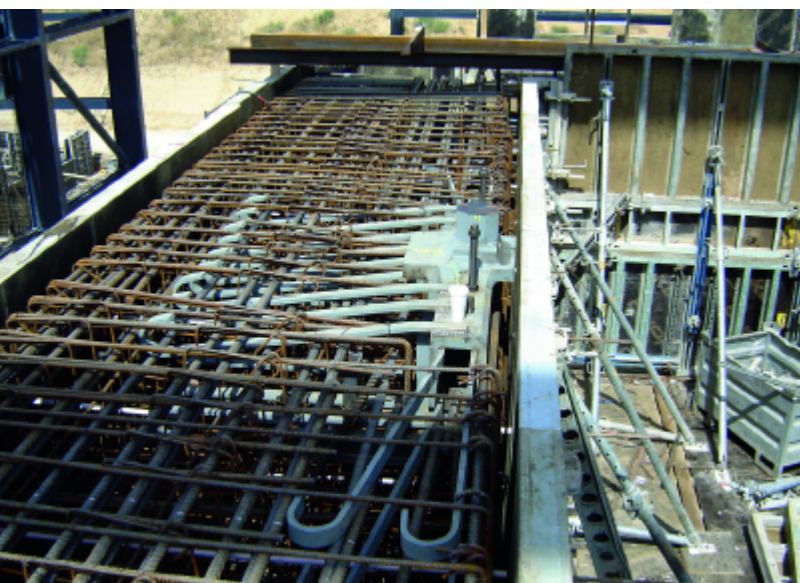
Angabe der Maschinenhersteller verglichen. Um einen frühzeitigen Verschleiß der Turbinenwelle zu verhindern, werden zusätzlich die absoluten und relativen statischen Verformungen an diesen Lagerstellen untersucht und die Erfüllung der so genannten „Misalignment Tolerance Matrix“ nachgewiesen.

Die Lagerung der Turbinenfundamente wird auf die Baugrundverhältnisse und auf die eventuell vorhandene Seismizität abgestimmt. Bei gutem Baugrund und tief liegendem Grundwasserspiegel können die Fundamente direkt auf den Baugrund ge-

setzt werden. Sie werden durch eine Trennfuge von den restlichen Hallenfundamenten getrennt, um eine Übertragung von Schwingungen zu vermeiden. Auf diese Fuge kann verzichtet werden, wenn durch entsprechende Maßnahmen die dynamischen Lasten der Turbinen-Generator-Einheiten isoliert werden. So können bei schlechtem Baugrund und zu erwartenden Differenzsetzungen die Fundamente auf Federelemente gesetzt werden, welche eine nachträgliche Nivellierung erlauben (Abb. 2). Ebenfalls ist bei Vorhandensein von Grundwasser eine dynamische Isolierung unerlässlich. Bei hohen Erdbebenlasten müssen zusätzlich viskose Dämpfer angeordnet werden, um die horizontalen Verformungen im Erdbebenfall zu reduzieren.

Um einen möglichst reibungslosen und sicheren Bauablauf bei der Bauausführung von Turbinenfundamenten zu gewährleisten, werden so genannte „Method Statement of Construction“ erarbeitet, bei denen die Verantwortlichen, die Vorgangsweisen und die erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen festgehalten werden. Das Betonieren der Gas- und Dampfturbinenfundamente erfordert eine sehr genaue Arbeitsvorbereitung. Um mögliche Schwachstellen bei Arbeitsfugen zu vermeiden, müssen die Fundamente in einem Arbeitsgang gegossen werden, das entspricht bei einem Blockfunda-

Abb. 5: Verankerungsbolzen im Dampfturbinenfundament, KW Thessaloniki/Griechenland



ment für eine Gasturbine einer Betonmenge von bis zu 1.100 m<sup>3</sup>. Deshalb wird eine Risikoanalyse durchgeführt und das Vorhalten eines Ersatzes für alle verwendeten Geräte sowie einer Stand-by-Betonlieferanlage vorgeschrieben. Eine mit den lokal vorhandenen Zementen und Zuschlägen erarbeitete Betonrezeptur stellt sicher, dass der in der dynamischen Berechnung angenommene Beton-E-Modul mit einer Genauigkeit von  $\pm 10\%$  erreicht wird. Eine sehr genaue Arbeitsvorbereitung ist erforderlich, um u. a. die sehr geringen Einbautoleranzen der Einbauteile ( $\pm 5$  mm) einzuhalten, ein Verschieben des Bewehrungskorbes zu verhindern sowie ein rasches Ansteigen der Hydratationstemperatur und die daraus resultierende Rissbildung zu vermeiden. In der Regel wird mit mehreren Betonpumpen in wagrechten Lagen von 45–50 cm und mit einer Betoniergeschwindigkeit von 16–32 cm/h betoniert. Durch kontinuierliche Messungen der Betontemperatur wird die Temperaturdifferenz zwischen Kern und Rand berechnet und die entsprechenden Nachbehandlungsmaßnahmen werden festgelegt.

#### 4.2.1 Blockfundamente

Die Abmessungen der Blockfundamente für Gasturbine und Generator ergeben sich einerseits aus dem Platzbedarf der Maschinen und andererseits aus den zulässigen Schwinggeschwindigkeiten an den Lagerstellen. Die statische und dynamische Berechnung erfolgt in der Regel nach der DIN 4024, Teil 1. Zur Ermittlung der Eigenfrequenzen wird das Fundament mit einem 3-D-Finite-Elemente-Modell abgebildet. Bei der Modellierung mit Schalenelementen muss darauf geachtet werden, dass die Dicken der Elemente gegenüber den Abmessungen klein sind, da ansonsten die Schalentheorie nicht zutrifft und die Eigenfrequenzen unterschätzt werden. Der dynamische E-Modul des Betons wird üblicherweise um 10 % höher als der statische E-Modul, die Dämpfung im Bereich von 2–5 % angenommen.

So kann beispielsweise bei gegebenen Unwuchtkräften von 65 kN und bei einer Betriebsfrequenz von 50 Hz (3.000 min<sup>-1</sup>) die vom Turbinenlieferanten geforderte Schwing-

geschwindigkeit von 1,52 mm/s (entspricht einer Schwingamplitude von 6,8 mm) bei einer Höhe des Blockfundamentes von 2,9 m eingehalten werden (Abb. 3).

#### 4.2.2 Tischfundamente

Das Erfordernis für Tischfundamente ergibt sich bei Dampfturbinen aus der vertikalen Anordnung des Kondensators unter der Dampfturbine. Auch spielt die Anschlussart des Kondensators an die Dampfturbine eine entscheidende Rolle bei der Auslegung des Fundamentes: Ein starrer Anschluss verursacht große Verformungen im Lastfall Vakuumzug, sodass flexible Anschlüsse mit Kompensatoren in der Regel bevorzugt werden. In diesem Fall wird der Kondensator auf Federelemente gestellt, um eben diese Bewegung zu erlauben. Die obere Platte kann durch Federelemente dynamisch vom restlichen Fundament getrennt (Abb. 4) oder biegesteif mit den Stützen verbunden werden.

Um die Anforderungen an die Betriebsbereitschaft der Anlage nach einem Erdbeben zu erfüllen, müssen die Verformungen der Maschinenfundamente im Erdbebenfall begrenzt werden. Insbesondere bei Tischfundamenten sollte dabei die statische und dynamische Berechnung am Gesamtsystem obere Platte, Stützen und Bodenplatte erfolgen, um eine korrekte Prognose der Verformungen zu erhalten. Sowohl die Turbine und Generator als auch der Kondensator müssen mit ihren Massen und ihrer höhen-

mäßigen Lage in der Berechnung berücksichtigt werden.

Aufgrund der großen Maschinenmassen kann eine vereinfachte Erdbebenberechnung (Quasi-statische Methode oder auch die Antwortspektren-Methode) zu unwirtschaftlichen Ergebnissen führen. In diesem Fall führt die Zeitverlaufsmethode zu realistischen Ergebnissen.

Die Höhe und Stärke der oberen Platte (zwischen 2–2,5 m) stellen auch die Bauausführung vor erhebliche Schwierigkeiten. Aufgrund der großen Öffnung in der Platte unter der Dampfturbine ergeben sich stark bewehrte Balken mit einer großen Anzahl von Einbauteilen, auf die bei den Bewehrungszeichnungen besonders zu achten ist (Abb. 5).

#### 4.3 Schaltwartengebäude

Das Schaltwartengebäude ist in der Regel eine drei- bis viergeschossige unterkellerte Stahlbetonkonstruktion, die entweder direkt oder durch einen Kabelkanal mit der Maschinenhalle verbunden ist. Während im obersten Geschoss die Steuerungsräume untergebracht sind, befinden sich in den unteren Geschossen Batterien, Schaltschränke und Trafos mit schweren Geschosslasten. Falls eine gemeinsame Achse zwischen der Maschinenhalle und dem Schaltwartengebäude vorhanden ist, kann an dieser eine Stützenreihe eingespart werden (Abb. 6).

Abb. 6: Schaltwartengebäude im Bauzustand, KW Coolkeeragh in Londonderry/Nordirland



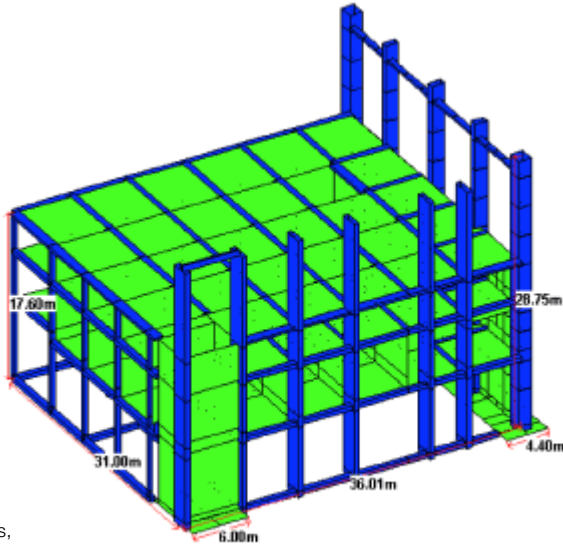


Abb. 7: Statisches Modell des Schaltwartengebäudes, KW Coolkeeragh in Londonderry/Nordirland  
Grafiken: © Uzunoglu & Babbie Group Ltd

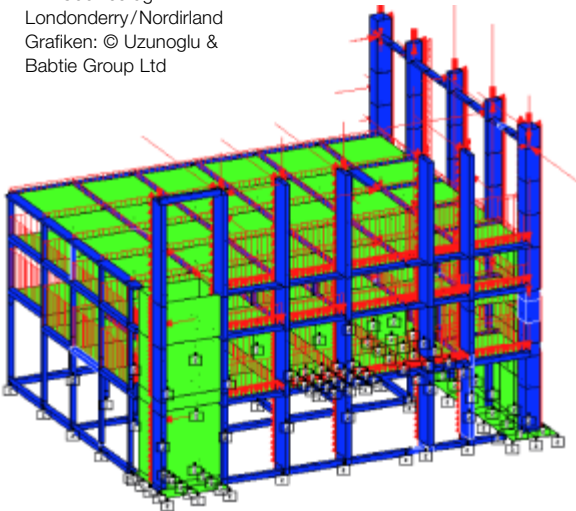


Abb. 8: Fundierung des Abhitzekessels, KW Ankara/Türkei

In so einem Fall ist allerdings eine genaue Ermittlung der Beanspruchungen erforderlich, weil das Schaltwartengebäude aufgrund der Steifigkeitsverhältnisse auch als aussteifender Kern für die Maschinenhalle dient. So wurde bei dem Schaltwartengebäude des KW Coolkeeragh ein 3-D-Finite-Elemente-Modell erstellt, um die Lastverteilung auf die zwei Stieghäuser und die bauwerkshohe Querwand aus Stahlbeton zu ermitteln (Abb. 7).

#### 4.4 Abhitzekessel- und Kaminfundamente

Im Abhitzekessel wird mit den heißen Abgasen der Gasturbine Dampf für den Betrieb der Dampfturbine erzeugt. Üblicherweise wird der Abhitzekessel von einem Hauptgerüst aus 6 oder 8 Stahlstützen getragen. Je nach Projekt wird der Abhitzekessel mit einer Einhausung versehen oder auch freistehend gelassen. Als Fundierung sind eine



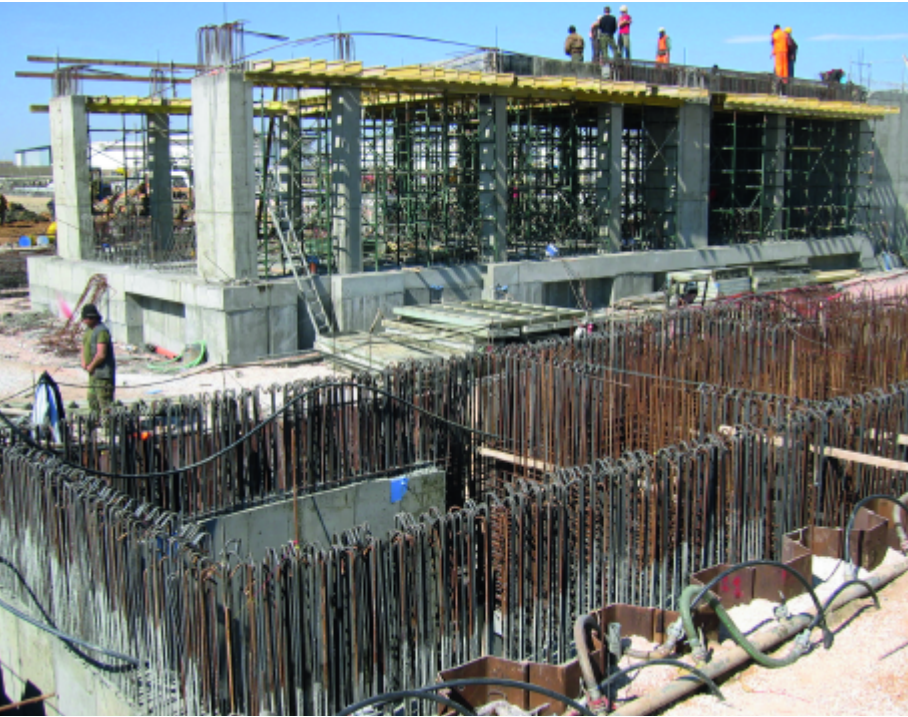


Abb. 9: Kühlwassereinlaufbauwerk, KW Thessaloniki/Griechenland

Fotos: © Uzunoglu

steife Bodenplatte und/oder eine Pfahlgründung erforderlich, um die strengen Grenzwerte der Differenzsetzungen einzuhalten. In Erdbebengebieten wird oftmals das Stahlbetonfundament einige Meter unter Niveau gelegt, um mit der Auflast des Erdreiches wirtschaftlich den hohen Kippmomenten entgegenzuwirken (Abb. 8).

#### 4.5 Kühlwasserbauwerke

Zur Kühlung und Kondensierung des Dampfs in dem der Dampfturbine angeschlossenen Kondensator ist Kühlwasser erforderlich. Aus diesem Grund werden Kombikraftwerke in der Nähe von Flüssen mit ausreichenden Wasseraufkommen oder in der Nähe des Meeres errichtet. Das Kühlwasser wird mit vertikalen Tauchmotorpumpen mit Axialpropellern angesogen und weitergepumpt. Deshalb ist eine Pumpenkammer mit einer Tiefe von 7–8 m unter Niveau erforderlich (Abb. 9). Diese Pumpenkammer wird als wasserdichtes Bauwerk aus Stahlbeton ausgeführt, wobei die Regeln der ÖVBB-Richtlinie „Weiße Wanne“ eingehalten werden. Bei Anlagen am Meer ist darauf zu achten, dass die Bauwerke

auch meereswasserbeständig sind. In Erdbebengebieten kann die Gefahr der Bodenverflüssigung eine Pfahlfundierung erforderlich machen. Über der Pumpenkammer wird eine Halle mit Kran zur Wartung der Pumpen vorgesehen. Die temporären Maßnahmen zur Sicherung der Baugrube sind oftmals schwierig, bedingt durch die Nähe zum Wasser (Abb. 10). Verschiedene Möglichkeiten wie rückverankerte Schlitzwände oder Bohrpfahlwände, die nachträglich in die endgültigen Bauwerkswände integriert werden, oder ausgespreizte Spundwände sowie Wasserhaltungsmaßnahmen müssen untersucht werden. Die Nähe zum Wasser birgt immer ein gewisses Risiko, so müssen auch Risikoanalysen für die Bauzustände durchgeführt werden, um eine Überflutung der Baugrube zu vermeiden.

Weiters werden Kühltürme zur Abkühlung des Wassers vorgesehen, bevor es wieder in den Kühlwasserkreislauf eingespeist wird. Auch diese Bauwerke müssen wasserdicht und meereswasserbeständig ausgeführt werden.

Abb. 10: Standort des Kühlwassereinlaufbauwerks, KW Thessaloniki/Griechenland



## 4.6 Wasseraufbereitung

Ein wichtiges Element eines Kombikraftwerkes ist das Wasseraufbereitungsgebäude mit den zugehörigen Wassertanks. Insbesondere in Erdbebengebieten muss auf die Fundierung der bis zu 20 m hohen Tanks mit einem Durchmesser von 25–30 m besonders geachtet werden. Die Tanks werden in der Regel auf ein Ringfundament aus Stahlbeton gesetzt und mit massiven Bolzen verankert (Abb. 11).

## 4.7 Besondere Anforderungen in Erdbebengebieten

In Erdbebengebieten kommt dem erdbebengerechten Entwurf der Bauwerke eine besondere Bedeutung zu. Die Grundsätze in der Grundriss- und Aufrissgestaltung sind in der Entwurfsphase der Tragwerke

zu berücksichtigen, insbesondere sind Höhengsprünge in der Fundierungsebene zu vermeiden und die Kontinuität der vertikalen Tragwerksglieder ist zu gewährleisten. In der Detailplanung sind die konstruktiven Regelungen der lokalen Erdbebennormen besonders zu beachten, da diese von der gängigen Praxis im deutschsprachigen Raum abweichen [5, 6].

In Erdbebengebieten stellt sich dem Bauplaner zusätzlich zu den Nachweisen der Standsicherheit die Problematik des Zulassens von Schäden an der Baustruktur infolge Annahme duktilen Verhaltens. Die einschlägigen Normen lassen eine Spannungsumlagerung zu, indem die elastischen Erdbebenlasten durch die Anwendung von Duktilitätsfaktoren reduziert werden. Allerdings sind die Normen in erster Linie auf den Schutz von Menschenleben ausgerichtet

und dementsprechend nicht immer anwendbar, wenn besondere Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit gestellt werden. Kraftwerke gehören zu den als „life-lines“ bezeichneten Bauwerken, welche eben gerade nach einem Erdbebenfall eine besondere Bedeutung erlangen, um die Stromversorgung sicherzustellen. Oftmals sind Vorgaben der Kraftwerksbetreiber über die Nutzung der Anlage nach einem Erdbeben Vertragsbestandteil. So wird beispielsweise verlangt, dass es zu keinem Ausfall der Maschinen nach einem Erdbebenereignis definierter Stärke kommt und der Betrieb innerhalb von einigen Stunden nach dem Erdbeben wieder aufgenommen werden kann. Um diese Forderung zu erfüllen, sind die mechanischen, elektrischen und baulichen Spezifikationen zu koordinieren. Die Turbinen und Generatoren werden mit Be-

Abb. 11: Wasseraufbereitungsgebäude, Tankfundamente und Becken der Kühltürme, KW Ankara/Türkei

Foto: © Uzunoglu



schleunigungsmessern versehen, welche die Maschinen bei Erreichen von unzulässigen Beschleunigungen abschalten (um z. B. einen Schaden durch das Anschlagen der Schaufeln an das Gehäuse zu verhindern). Rohrleitungen und deren Verbindungen werden darauf ausgelegt, gewisse Verformungen aufnehmen zu können. Schlussendlich werden dem Bauplaner Grenzwerte der Verformungen im Erdbebenfall vorgegeben, die nachweislich einzuhalten sind.

## 5 Zusammenfassung

Die Bauplanung von Kombikraftwerken stellt den Bauplaner vor eine Herausforderung. Die Vielfalt der zu lösenden Aufgaben erfordert Kenntnisse in fast allen Sparten des Bauingenieurwesens. Die kurze Bauzeit

setzt alle Beteiligte unter großen Druck – eine pragmatische, problemlösungsorientierte Zusammenarbeit aller Parteien ist notwendig. Unterschiedliche Vorschriften und lokale Gegebenheiten wie z. B. das Erdbeben erfordern ein Einarbeiten in die Planungsgepflogenheiten des betreffenden Landes, um später Schwierigkeiten bei den Behörden und Prüfüngenieuren zu vermeiden. In dieser Hinsicht stellt die Einführung der EUROCODEs eine Verbesserung und Vereinfachung dar.

Wenn auch nur im europäischen Raum, stellen die unterschiedlichen Sprachen und Mentalitäten noch immer eine wesentliche Barriere dar. Aber genau dieser Umstand ist der besondere Reiz der Bauplanung im Ausland – und macht jedes Projekt zu einem einmaligen „Erlebnis“.

## 6 Literatur

- [1] VGB R-602 U: Angabe und Verarbeitung von Lasten beim Bau konventioneller Kraftwerke. VGB Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber E.V., Essen. 1994.
- [2] Nesitka, W.; Uzunoglu, T.: Cespel II Combined Cycle Power Plant. Structural Engineering International, 3/2002.
- [3] Uzunoglu, T.; Nawrotzki, P. und Hüffmann, G.: Statische und dynamische Berechnung von Turbinenfundamenten aus Stahlbeton. Beton- und Stahlbetonbau 100, Heft 10, Ernst & Sohn, Berlin. 2005.
- [4] Uzunoglu, T.; Özdemir, H.: Ankara Combined Cycle Power Plant, Turkey. Structural Engineering International, 4/2004.
- [5] Specification for Structures to be Built in Disaster Areas, Ministry of Public Works and Settlement, Government of Republic of Turkey. 1998.
- [6] EAK 2000 Greek Code for Seismic Resistant Structures. 2004.