

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 30/31

Artikel: Der Bau des thermischen Kraftwerkes Mae Moh in Thailand
Autor: Waidyasekera, Eric / Meier, Robert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75852>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

denen die eigentlichen Kraftwerkanlagen wie folgt angeordnet sind:

- Die Schaltanlage befindet sich im Bereich der untersten Terrasse.
- Daneben, etwas höher gelegen, ist der Kraftwerksblock, bestehend aus dem Turbinenhaus für die vier 150-MW-Dampfturbinenanlagen und für die geplanten Erweiterungen mit den 300-MW-Einheiten, die Kesselanlagen und die Kohlenförderungsanlage sowie das Dienstgebäude, die Kompressorenanlage und die Notstromversorgung.
- Weiter östlich, auf der mittleren Terrasse, sind die Kühlwasserpumpenhäuser sowie die mechanisch ventilierten Kühltürme angelegt.
- Auf den zwei obersten Terrassen sind die Wasseraufbereitungsanlagen und die Trockenbeete angeordnet.

Rund um dieses Kraftwerk befinden sich folgende Nebenanlagen:

- Verwaltungsgebäude,
- Werkstatt und Lager, Fahrzeugunterhalt,
- Kohlenaufbereitungs- und -förderungsanlagen,
- Öllager,
- Rohwasserausgleichsbecken und Pumpenhaus,
- Ascheabsetzbecken und Hilfsanlagen.

Diese Anlagen sind so angeordnet, dass während der Erweiterungsarbeiten der Betrieb der fertiggestellten Kraftwerksblöcke so wenig wie möglich gestört wird.

Baubeschreibung

Erdarbeiten und Foundationen

Das Gebiet besteht aus einer mächtigen, 150 bis 250 m starken Lehmschicht, die auf einer tonhaltigen Kalksandsteinschicht liegt. Die Oberfläche dieser Lehmschicht weist eine

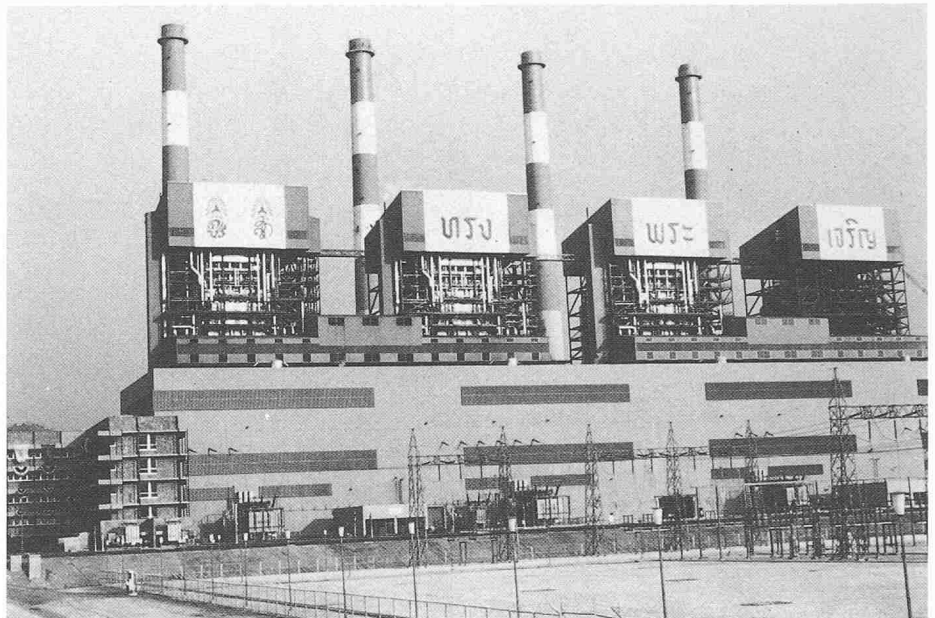
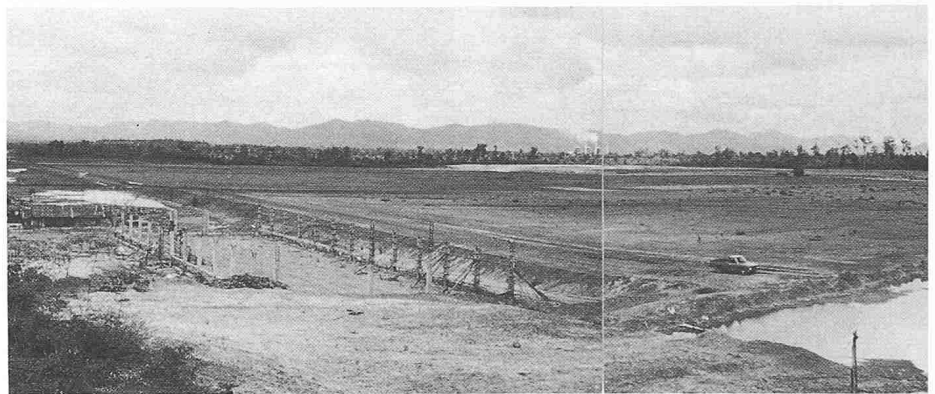


Bild 3. Kraftwerkanlage Mae Moh

Bild 4. Rohplanie



unregelmässige Topographie infolge natürlicher Entwässerungsrinnen auf; wegen der natürlichen Verwitterung nimmt die Schichtdicke gegen die Oberfläche hin ab. Die SPT-Tests ergaben Widerstände von etwa 20 bis 40 Schläge/Fuss an der Oberfläche, bei einer Tiefe von 4 bis 10 m nahm der Widerstand auf 100 Schläge/Fuss und mehr zu.

Diese Lehmschicht schützten ursprünglich Teak- und Bambuswälder. Durch die Rodungen besteht nun die Gefahr,

dass die Oberfläche infolge des Monsunregens verwittert und weicher wird. Deshalb wurde eine konsequente Entwässerung des kahlgelegten Areals vorgenommen. Entsprechend wurden auch wichtige Bauwerke für die Kanalisation ausgeführt, unter anderem zwei unterirdische, bis zu 15 m tief liegende Ortsbetonkanäle (etwa 5 m² im Querschnitt und je etwa 1,5 km lang).

Für die Foundation der verschiedenen Objekte wurden zwei Konzepte gewählt: Leichte Strukturen und Gebäu-

Bild 5. Braunkohlenmine

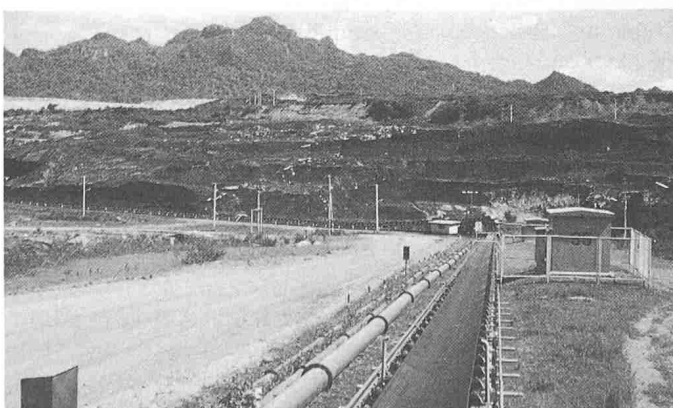


Bild 6. Werkstattgebäude. Sheddächer für minimale Sonneneinstrahlung. Hinten Braunkohlenmine



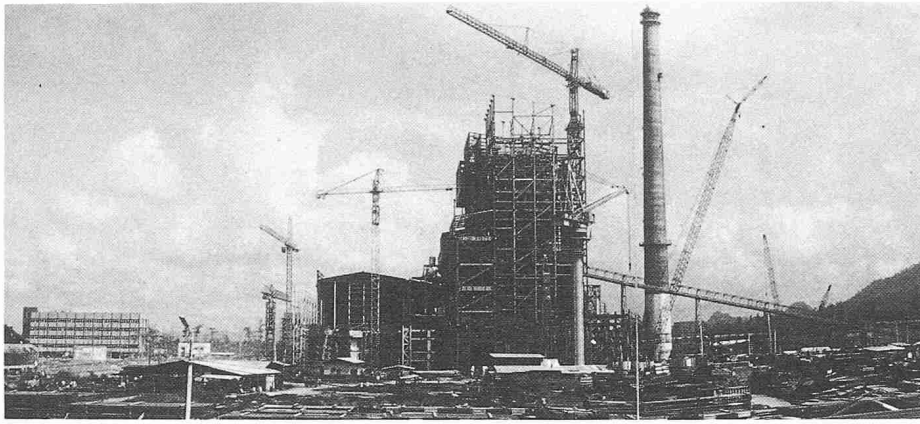


Bild 7. Baustelle. Von links: Verwaltungsgebäude, Turbinenhaus, Kesselhaus, Hochkamin, Lignitförderband

Bild 8. Turbinenhaus. Stahlkonstruktion mit Nelsondübel

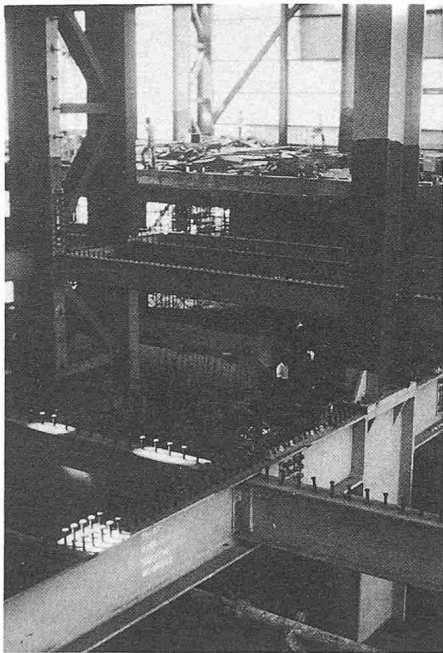
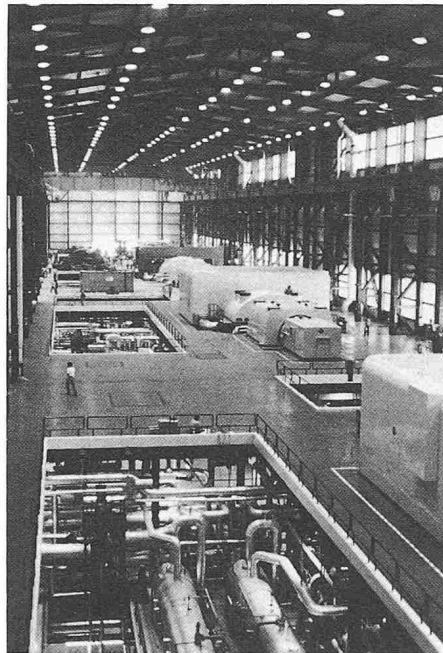


Bild 9. Turbinenhaus



de wurden auf Flachfundamente bei einer Bodenpressung von etwa 1 bis 1,5 kg/cm² gestellt, schwerere Objekte auf Pfähle fundiert.

Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten wurden Ortsbetonpfähle von 50 und 90 cm Durchmesser gewählt. Sie sind armiert und wurden für Lasten von 120 t bzw. 380 t als Reibungspfähle ausgelegt. Die Länge beträgt maximal 25 m und richtet sich nach der Stärke der Auffüllung und der Tiefe der weichen oberen Lehmschicht, der Pfahlgruppenwirkung und der effektiven Belastung.

Gebäude

Für die erste Realisierungsphase, zu der die Inbetriebnahme der ersten 4×150-MW-Turbineneinheiten gehörte, mussten nicht weniger als gut zwei Dutzend Gebäude erstellt werden. Je nach Grösse, Verwendungsart und Belastungen wurden sie in folgende Gebäudetypen gegliedert:

– Technische Gebäude (z.B. Turbinenhaus, Pumpenhäuser, Werkstatt und Lager, Kohlegebäude).

Diese Bauten wurden in Stahl ausgeführt, die Zwischendecken in Beton als Verbunddecken ausgebildet. Normalerweise wurde eine Rahmenkonstruktion gewählt. Einige Gebäude (z.B. die Werkstatt) wurden mit einem Sheddach versehen (Bilder 6 bis 8).

– Verwaltungs- und Betriebsgebäude Für diese meist mehrstöckigen Gebäude wählte man eine Tragkonstruktion mit Stahlstützen, Flachdecken und Geilinger-Pilze.

– Spezielle Gebäude

Gebäude für die Wasseraufbereitungsanlagen, die mit einem grossen Wasserreservoir kombiniert sind, wurden als Eisenbetonkonstruktionen ausgeführt. Ebenfalls aus Eisenbeton sind solche Gebäude, die für spezielle Bedingungen wie Brand- und Explosionsschutz ausgelegt werden mussten.

Im allgemeinen wurde auf traditionelle

Bauarten und im Land verfügbare Materialien geachtet. Für den Stahlbau wurden die Profile aus Japan und Europa importiert und in Thailand verarbeitet. Die Fassaden- und Dachelemente in Sandwichkonstruktion sowie einige haustechnische Installationen wurden aus Australien, Japan und Europa eingeführt.

Der Umfang der Bauarbeiten für die vier 150-MW-Einheiten lässt sich durch folgende Zahlen illustrieren:

- Pfahlarbeiten 1600 St. bzw. 25 000 m
- umbauter Raum der Gebäude 750 000 m³
- Betonmenge 130 000 m³
- Stahlbau (ohne Kesselhäuser) 11 000 t

Planungsaspekte

Die Bauplanung wurde wesentlich von den Aspekten der Finanzierung und der Aufteilung der Lieferpakete beeinflusst. Für die Ausführung dieser Anlage hatte sich der Bauherr entschlossen, die elektromechanische Ausrüstung in folgende Hauptlose aufzuteilen:

- Kessel (Kanada und Japan),
- Dampfturbinenanlage (Japan),
- elektrische Anlagen (Europa und Japan),
- Kohlebeschickungsanlagen (Korea und Japan),
- Kühlwassersystem (Thailand, Japan und USA),
- Wasseraufbereitungsanlage (Japan).

Die übrigen Anlagen wurden in verschiedene Nebenlose aufgeteilt wie Klima, Lifts, Ascheaufbereitung, Kühlwasserleitungen aus Stahl, Notstrom-, Druckluft- und Ölversorgung.

Die Bauarbeiten wurden wie folgt aufgeteilt:

- Rohplanum (lokal),
- Pfählung und Fundation (lokal),
- Stahlbau (lokal),
- Betonarbeiten (lokal),
- Dach und Fassaden in Metall (Australien),
- Gebäudeinstallationen (Japan, lokal),
- Innenausbau (Schweiz, lokal).

Dadurch ergab sich eine bunte Mischung von Lieferanten, was die Koordinationsaufgabe des Ingenieurs nicht leicht machte. Zudem kamen noch folgende Erschwernisse dazu:

- Die Verträge waren als Lieferverträge für Material und Anlage mit dazugehöriger Detailplanung und Montagevorschriften verfasst.
- Die Vertragspreise der Anlage wur-

den pauschal definiert. Nur in einzelnen Bereichen fanden Einheitspreise Anwendung, wobei diese im Vergleich zum schweizerischen NPK global definiert waren. Dies bedingte jedoch, dass der Lieferumfang der einzelnen Lose bei der Vergabe gut bekannt sein musste.

- Der Lieferumfang der Nebenanlagen konnte erst definiert werden, wenn die Planung der Hauptlose genügend weit gediehen war. Dies hatte zur Folge, dass die Vergaben gestaffelt erfolgten.

Diese Gegebenheiten waren die Grundlage für eine interessante Koordinationsaufgabe, welche die Bauplanung wesentlich beeinflusste. Wie oft in ähnlichen Situationen, zeigte es sich, dass die Bauplanung eine Schlüsselfunktion hat: Es geschieht schlussendlich auf dem Bau, dass die Lieferungen der verschiedenen Lose und Arbeitsgattungen zusammentreffen. Dies setzt eine straffe Terminplanung voraus, bei welcher die Lieferanten zur terminierten Abgabe von Planungsunterlagen zwecks Koordination ihrer Lieferungen verpflichtet sind.

Diese Aufgabe wurde dadurch erschwert, dass verschiedene Arbeiten nicht termingemäss vergeben werden konnten und einige Lieferanten Mühe hatten, die Planungstermine einzuhalten. So mussten manchmal Projektänderungen vorgenommen und bautechnische Lösungen gefunden werden, um Verspätungen bei der Ausführung zu minimieren oder aufzufangen.

Zudem waren bei der Planung die Zwänge des weiteren etappenweisen Ausbaus der Kraftwerksanlage zu berücksichtigen. Einerseits mussten die zukünftigen Platzverhältnisse beachtet, andererseits zum Teil Vorkehrungen getroffen werden, damit gewisse Bauwerke (z.B. Entwässerungskanalisationen und Versorgungssysteme) entweder genügend dimensioniert oder ausbaubar konzipiert wurden.

Aspekte bei der Ausführung

Die Bauarbeiten wurden in der Regel von der Bauabteilung des Bauherrn, einer staatlichen Organisation mit insgesamt etwa 25 000 Angestellten und Arbeitern selbst ausgeführt, insbesondere die wichtigsten Objekte wie Turbinenhaus und Kesselgebäude. Die Roh- und Ausbauarbeiten für einzelne Gebäudegruppen wurden an lokale Bauunternehmungen vergeben. Der Hauptgrund dafür war, dass der Bauherr den eigenen Personalbestand nicht zeitwei-

se wesentlich verstärken und nach Abschluss der Bauarbeiten wieder abbauen wollte.

Spezialarbeiten, für deren Ausführung ihm keine Installationen zur Verfügung standen, wurden ebenfalls an Bauunternehmungen vergeben. Die Pfahlarbeiten (etwa 1600 Pfähle) wurden von einer lokalen Pfahlbaufirma ausgeführt, der Bau der 150 m hohen Kamine in Gleitschalbauweise wurde an ein japanisch-thailändisches Unternehmenskonsortium vergeben.

Die Montage der elektromechanischen Einrichtungen wurde durchwegs von der Montageabteilung des Bauherrn durchgeführt. Für die Überwachung dieser Arbeiten standen ihm neben der Bauleitung Spezialisten der verschiedenen Lieferfirmen zur Verfügung.

Die Inbetriebnahme der Kraftwerke wurde ebenfalls vom Bauherrn vorgenommen, unterstützt von der Bauleitung und den Spezialisten der Lieferanten. Der Personalbestand des Bauherrn belief sich auf maximal 3000; davon entfielen etwa 1000 Personen auf die Bauabteilung und 2000 auf die Montageabteilung. Die Anzahl der sich auf der Baustelle befindlichen Spezialisten der Bauleitung und der Lieferfirmen variierte zwischen 10 zu Beginn der Montage und etwa 50 während der intensivsten Montagephase.

Eine auf der Baustelle erfreulich gute Zusammenarbeit zwischen Bauherrn, lokalen Unternehmern, Lieferanten und Bauleitung ermöglichte es, die Bau- und Montagearbeiten praktisch termingemäss durchzuführen. Die gesamte Bau- und Montagezeit eines Blockes belief sich auf etwa drei Jahre. Davon entfielen – einander überlappend – sechs Monate bis ein Jahr auf die Pfählungs- und Fundamentarbeiten. Der Stahlbau, Rohbau und Ausbau benötigte je nach Gebäudegrösse zwischen sechs Monaten und zwei Jahren, und die eigentlichen Montagearbeiten dauerten etwa zwei Jahre. Die Blöcke wurden um je sechs Monate gestaffelt in Betrieb gesetzt. Das relativ gedrängte Bauprogramm hatte zur Folge, dass die einzelnen Phasen der Bau-, Montage-, Inbetriebnahme- und Fertigstellungsarbeiten einander stark überlappten.

Erschwerend wirkte die grosse Anzahl von Lieferanten, indem besonders die Ausführung der Schnittstellen zwischen den einzelnen Lieferanten grosse Flexibilität voraussetzte sowie Änderungen und Anpassungen auf der Baustelle notwendig machte.

Die klimatischen Verhältnisse hatten einen wesentlichen Einfluss auf den Baufortschritt. Während der im Juli bis Oktober stattfindenden Monsunregen

wurden vor allem Fundationsarbeiten erheblich erschwert. Andererseits konnten die Arbeiten während der Trockenzeit zügig vorangetrieben werden.

Das gewählte Konzept für die verschiedenen Gebäudetypen hat sich in der Praxis bewährt, vor allem die Verbundbauweise zwischen Stahlbau und Betonverbunddecken.

Während die Qualitätskontrolle der vom Ausland gelieferten Materialien bereits im Lieferwerk erfolgte, wurden örtlich gelieferte Materialien gemäss lokalen Vorschriften geprüft. So wurden beispielsweise die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Kaminverkleidung an der Universität in Bangkok bestimmt und mit den von der Planung verlangten Werten verglichen.

Die Qualitätskontrolle auf der Baustelle umfasste hauptsächlich die Kontrolle von Schweissnähten (Kesselanlage) sowie laufende Qualitätskontrollen am Beton.

Gegenüber den in Europa üblichen Zementmengen pro m³ fertigen Beton wurde die minimal vorgeschriebene Zementmenge für das Mae-Moh-Projekt für armierten Beton auf 350 kg/m³ erhöht. Die minimale Zylinderdruckfestigkeit nach 28 Tagen wurde auf $\beta_{28} = 25 \text{ N/mm}^2$ festgelegt. Dieser Wert entspricht bei Zylinderabmessungen von $D = 15 \text{ cm}$ und $H = 30 \text{ cm}$ etwa einer Würfeldruckfestigkeit von $\beta_{W28} = 28$ bis 30 N/mm^2 . Mit dem erhöhten Zementgehalt wurde die in nichtwestlichen Ländern übliche, durch die zur Verfügung stehenden Zuschlagstoffe und die Verarbeitung bedingte Qualitätseinbisse des Betons kompensiert. Pro 100 m³ Beton oder weniger wurden mindestens sechs Zylinder pro Tag geprüft. Ausserdem wurden regelmässig «Slump-Tests» durchgeführt. Nach anfänglichen Schwierigkeiten, bedingt durch zu hohen Feinanteil in den Zuschlagstoffen, konnten später die verlangten Betonfestigkeiten praktisch immer eingehalten werden.

Technologietransfer

Die Durchführung eines grossen Projektes, wie das Kraftwerk in Mae Moh, gibt dem betreffenden Land Gelegenheit, sich moderne Technologie anzueignen. Zwei Umstände begünstigen im vorliegenden Fall einen solchen Lerneffekt im besonderen. Einerseits bot die Organisationsform des Bauherrn gute Voraussetzungen, die Zusammenarbeit zwischen ausländischen und lokalen Mitarbeitern zu fördern. Bei der Bauherrschaft waren verschiedene Abteilungen beteiligt, darunter

Braunkohle	
Heizwert	8400...13 800 kJ/kg
Schwefelgehalt	1,3...3,5%
Wassergehalt	etwa 35%
Aschegehalt	etwa 25%
Kesselanlagen	
Kesselart	Trommel, Naturumlauf
Dampfdruck	145 bar / 34,5 bar
Dampftemperatur	535 °C / 535 °C
Turbinenanlagen	
Generatorleistung	150 MW pro Einheit
Haupttransformatoren	
Art	Dreiphasen-Transformatoren 50 Hz, Typ ONAN-ONAF
Leistung	170 MVA pro Einheit
Spannung	13,8 kV / 230 kV
Kühlwassersystem	
Kühlwasserdurchfluss (pro Einheit)	4,2 m³/s
Vorlauftemperatur	28,5 °C
Rücklauftemperatur	39,5 °C
Ventilator-kühltürme	bestehend aus 5 Zellen pro Einheit

Tabelle 1. Technische Daten eines Kraftwerkblockes

jene für die Planung, Ingenieurtechnologie, Bauarbeiten, Montagearbeiten und Unterhalt und Betrieb der Anlagen. Das Personal war eng mit dem Bauvorhaben verbunden, und die Tatsache, dass z.T. beträchtliche Eigenleistungen, insbesondere in bezug auf Bau, Montage und Inbetriebsetzung, erbracht wurden, wirkte motivierend, als auch ihnen eine Selbstverantwortung für das gute Gelingen des Projektes übertragen wurde. So konnten Kontakte mit den Spezialisten, den beratenden Ingenieuren und den Lieferanten, sowohl auf Kader- wie auch auf Sachbearbeiterebene, erstellt werden. Dies ge-

schah sowohl bei gelegentlichen Besprechungen oder Landesmissionen als auch permanent durch die Bauleitung.

Andererseits verlangte die Aufteilung des Projektes in mehrere Lose, wie oben angedeutet, einen Koordinationsaufwand, der die Bearbeitung von sehr vielen technischen Problemen erlaubt. Die dafür erforderliche Zusammenarbeit und Absprachen zwischen allen Beteiligten hatten zur Folge, dass die thailändischen Mitarbeiter Einsicht in sehr viele Aspekte der Planung, Projektierung und Ausführung der Anlagen erhielten. Auch die repetitive Bearbeitung derselben Aspekte für die Erstellung der verschiedenen Einheiten erlaubte ihnen, ihr angeeignetes Wissen zu vertiefen und zu festigen.

Dieser Vorgang bewirkte positive Aspekte in zwei Hauptbereichen. Einerseits gab dieses Projekt dem Bauherrn die Gelegenheit, seine Planungs- und Ingenieurabteilungen qualitativ zu verbessern und auszubauen. Andererseits konnte die Qualität der Bau- und Montagearbeiten erhöht werden.

Schlussbetrachtung

Das Mae-Moh-Projekt wurde von der Bauherrschaft im Rahmen seines Programmes für die Deckung des Energiebedarfs in Thailand gebaut. Es wurde insbesondere erstellt, um die eigenen Energieresourcen zu verwerten und die Abhängigkeit von importierten Brennstoffen zu vermindern.

Das Kraftwerk deckt gegenwärtig etwa 10% des Elektrizitätsbedarfs im Land; dieser Anteil nimmt mit dem Bau von weiteren Einheiten noch zu.

Das Mae-Moh-Projekt stellt wesentliche Ansätze für die Entwicklung der nord-thailändischen Region. Es schafft für die Bevölkerung und den Handel interessante Verdienstmöglichkeiten und wirkt heute als Anziehungspunkt in dieser Gegend.

Dieses Projekt gibt Gelegenheit, mit den thailändischen Behörden und Ingenieuren zusammenzuarbeiten. Dadurch entstehen Kontakte, die einen Einblick in das fachliche Niveau und Können dort verschaffen. Gewisse Ingenieur- und Architekturenarbeiten wurden unter Schweizer Anleitung in Bangkok durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Berufskollegen dort einen beachtlichen Wissensstand haben und sehr bestrebt sind, ihn weiter zu erhöhen. Zudem erweisen sie sich als sehr fleissig und arbeitsam, und die Führung und Zusammenarbeit gestalteten sich in angenehmer Atmosphäre. Dass der lokale Anteil an Leistungen für den Ausbau der nächsten Einheiten dieses Projekts zunimmt, ist deshalb nicht erstaunlich.

Adresse der Verfasser: E. Waidyasekera, dipl. Bauing. ETHL/SIA, und R. Meier, dipl. Bauing. ETHZ, c/o Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestrasse 36, 8022 Zürich.

Tabelle 2. Am Werk Beteiligte

Bauherr	Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), Bangkok	Wasseraufbereitungsanlage	Marubeni Corporation, Japan
Projektierung und Oberbauleitung	Ingenieurgemeinschaft Mae Moh Consultants, bestehend aus	Kohlebeschickungsanlage	Hyundai Corporation, Korea;
	Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich,	Stahlbau	Unterakkordant: Krupp Industrie und Stahlbau, Deutschland
	Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, Baden;	Fassaden- und Dachelemente	Italian-Thai Development Corporation, Thailand
	Unterakkordant: Metropolitan Engineering Consultants Co. Ltd., Bangkok	Bau- und Montagearbeiten	H.H. Robertson Pty Ltd., Australien
Hauptlieferanten	Konsortium, bestehend aus	Bauarbeiten	Electricity Generating Authority of Thailand;
			Unterakkordanten:
Kesselanlage	Combustion Engineering, Kanada,		Nawarat, Thailand,
	Marubeni Corporation, Japan		Sinothai, Thailand,
Turbinenanlage und Kühlwassersystem	Fuji Electric Co. Ltd., Japan		Lampang Soha, Thailand,
			Karnchang/Tokyu/Thai So-Lon, Thailand/Japan
Elektrische Anlagen und Steuerung	Konsortium, bestehend aus	Montagearbeiten	Electricity Generating Authority of Thailand
	Brown, Boveri & Cie, Deutschland und Schweiz,	Beratung und Überwachung	Lieferanten und
	Marubeni Corporation, Japan, und Sulzer, Schweiz		Ingenieurgemeinschaft Mae Moh Consultants