

Das Gasturbinenkraftwerk Riyadh 8, Saudi-Arabien: die Stahlbauarbeiten

Autor(en): **Simioni, Bruno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 20

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75788>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Auftragserteilung an BBC	23.12.1981
Vertragsunterzeichnung	12.01.82
Auftragserteilung an den Planer	15.01.1982
Beginn Erdarbeiten	10.02.1982
Beginn Bauunternehmer	20.04.1982
GT-Fundament Nr. 1 betoniert	01.07.1982
Setzen der ersten Gasturbine auf das Fundament	01.08.1982
Lieferung erster Stahlbau auf Baustelle	15.07.1982
Inbetriebnahme GT 1 und 2	Ende 1982

Tabelle 6. Haupttermine

Zu Beginn der Planungsarbeiten diente ein einfach gehaltenes Balkendiagramm allen Beteiligten als erste Richtlinie. In Etappen mussten dann jedoch die Objekte einzeln terminiert und mit den entsprechenden Daten der dazugehörigen Sparten (HLK, Elektro, Sanitär, Brennstoffversorgung, Feuerschutz usw.) ergänzt werden.

Der grosse Zeitdruck war bedingt durch die verlangte Inbetriebnahme der ersten Gasturbinen vor dem Sommer 1983. Dies kann durch einige der wesentlichen Haupttermine bekräftigt werden (Tabelle 6). Nur durch engste Zusammenarbeit aller beteiligten Planer und Unternehmer am Sitz des Auftragnehmers (BBC) konnten die gesetzten Termine eingehalten werden; die Disziplin aller Beteiligten und eine enge Gesamtleitung führten zum vorgegebenen Ziele.

Die Stahlbauarbeiten

Von Bruno Simioni, Bülach

Umfang des Stahlbauprojektes

Die Ausschreibung des Stahlbaus für das Gasturbinenkraftwerk Riyadh 8 erfolgte im Februar 1982. Am 2. April 1982 wurde dem Konsortium Geilinger AG/Zwahlen & Mayr SA (im folgenden GZM genannt) unter der Federführung der Geilinger AG der Auftrag für die Fabrikation, Lieferung, Transport und Montage zugesprochen. Schwerpunkt der Stahlbauarbeiten waren die zwei Turbinenhallen von je rund 275 m Länge und einer Tonnage von total 2850 t Stahlkonstruktion. Daneben mussten weitere 25 Gebäude erstellt werden, wie Lager- und Reparaturwerkstätten, Unterstationen, Pumpenhäuser, Entladestation für den Betriebsstoff, Fahrzeugunterstände und dergleichen. Neben der gesamten Stahlkonstruktion von total 4200 t wurden

- 22 300 m² Deckenbleche für Verbunddecken,

Baukostenplanung

Die gesamten Ausschreibungsdokumente wurden auf der Basis von F.I.D.I.C. (Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseil) erstellt und mit den Kundenspezifikationen ergänzt. Weiter wurden die bauspezifischen sowie die Abrechnungsrichtlinien integriert.

Da bei Auftragserteilung an die Bauunternehmer der Arbeitsumfang bzw. die Grundlagen noch nicht genau definiert waren, erfolgte die Abrechnung - teilweise parallel zur Ausführung - auf der Basis von vereinbarten Einheitspreisen nach Abschluss der Bauarbeiten.

Hier galt es, aufgrund der As-Built-Pläne die Massen zu ermitteln, um möglichst rasch in einer Schlusszusammenstellung die Gesamtbaukosten zuverlässig zu ermitteln.

Aussichten

Ende August 1984 haben die Arbeiten am Gasturbinenkraftwerk Riyadh 8 mit der Bereinigung der langwierigen und umfangreichen Abnahmen zwischen BBC/IP4 und dem Kunden ihren

Abschluss gefunden. Alle Gasturbinen mit den sehr komplexen und automatisch arbeitenden Nebenanlagen sind in Betrieb und grösstenteils auch dem Kunden übergeben. Die im Eingangsbereich gepflanzten Sträucher und Palmen haben die heissen Sommermonate überlebt.

Kaum sind die Arbeiten der 800-MW-Anlage beendet, beginnt bereits die Erweiterung. Im Juli 1984 wurde BBC - wiederum gegen internationale Konkurrenz - mit dem Ausbau um 2 x 2 Gasturbinen einschliesslich Infrastruktur beauftragt; dies entspricht im Endausbau einer Leistung von 1000 MW; wenn 1985/86 20 Einheiten den Betrieb aufnehmen, wird Riyadh 8 das grösste mit Rohöl betriebene Gasturbinenkraftwerk der Welt sein.

Weitere Verhandlungen und Abklärungen innerhalb der SCECO werden zeigen, ob die Erweiterung von Riyadh 8 den Bedarf der Region decken kann oder ob man in einigen Monaten bereits wieder von einem neuen Kraftwerk spricht, diesmal Riyadh 9!

Adresse der Verfasser: Rolf U. Rutishauser, Bauingenieur HTL, Leiter der Generalplanung Interplan 4 AG, Inseliquai 8, 6002 Luzern. Teil Entwässerung: Josef Studer, dipl. Ing. ETH, Interplan 4 AG - Partnerbüro Dr. Lombardi + Balestra, Sonnenplatz 6, 6430 Schwyz.

die Dispositions- und die Werkstattpläne für die erste Turbinenhalle sowie für die Lager- und Reparaturwerkstätte und die Unterstation zu erstellen. Dabei war es möglich, die verschiedenen Details wie Stützenfüsse, Rahmenekken, Kranbahnkonsolen usw. so zu entwerfen, dass nachher eine rasche Produktion sichergestellt war. Den Termindruck sollen zwei Beispiele verdeutlichen:

Am 2. April 1982 wurde der Auftrag an die Stahlbauunternehmer erteilt. Auf den 5. August 1982, d. h. vier Monate nach Auftragserteilung, musste ein dreissig Meter langes Gebäude fertig montiert, das Verbunddach betoniert und der 32-Tonnen-Kran für die Montage der Turbinen bereit sein. In diesen vier Monaten wurden Dispositions- und Werkstattpläne erstellt und die Stahlkonstruktion transportiert und montiert.

Die Anfrage für die Spenglerarbeiten ging am 10. August 1982 ein. Die Vergabe erfolgte am 20. August, der erste Transport am 20. September, Montageende war der 23. Dezember 1982.

Diese äusserst knappen Termine der technischen Planung konnten nur dank

- 7200 m² isolierte Blechdächer,
- 12 100 m² nicht isolierte Blechdächer,
- 2800 m² Zäune für Transformer,
- 850 m² Sonnenlamellen für Autounterstände, sowie
- alle Spenglerarbeiten bei den isolierten Dächern

geplant, fabriziert, transportiert und montiert:

Die Planung und die Statik der einzelnen Gebäude betreute das Interplan-4-AG-Partnerbüro Plüss & Meyer Bauingenieure AG, Luzern.

Termine und administrative Hürden

Sofort nach Auftragserteilung begann eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem Planer und den technischen Büros der beiden Stahlbauunternehmungen. Es galt, innert vier Wochen

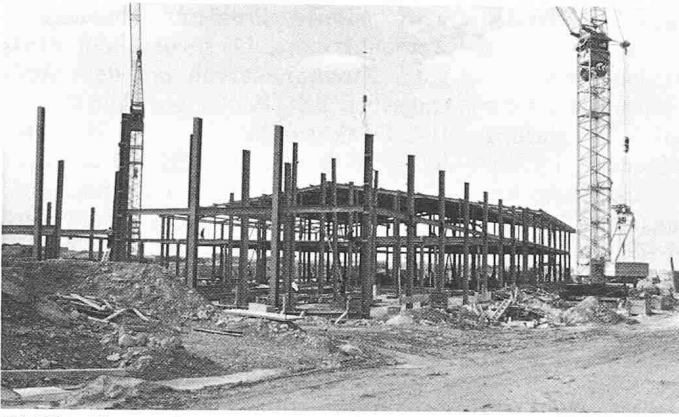


Bild 18. Montage der Lagerhalle und der Werkstatt

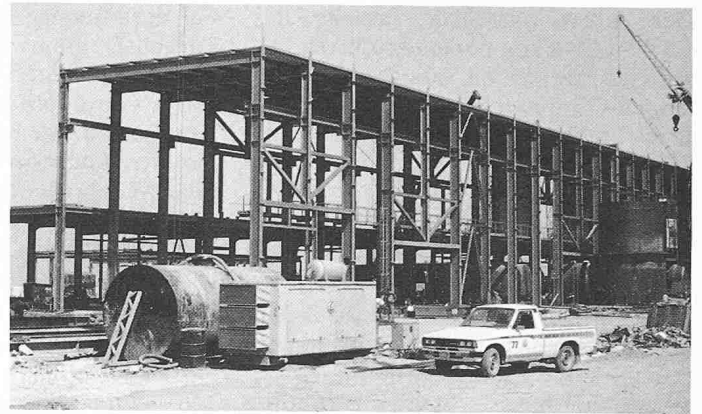


Bild 19. Stützenabfangungen der Turbinenhalle

optimaler Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro der Interplan 4 AG und dank eines Grosseinsatzes beider Partnerfirmen in den Konstruktionsbüros und in den Werkstätten eingehalten werden.

Parallel zur technischen Planung waren einige administrative Hürden zu nehmen. Da das Konsortium GZM weder als direkter Unterlieferant des Generalunternehmens BBC noch als ARGE-Partner des Bauunternehmers auftreten konnte, musste die Registrierung in Saudi-Arabien vorgenommen werden. Dies bedeutete im Detail:

- einen Saudi-Sponsor suchen,
- die Arbeitsgemeinschaft GZM in Saudi-Arabien beim Handelsministerium als Saudiunternehmung registrieren lassen,
- die Arbeitsgemeinschaft GZM bei der Handelskammer registrieren lassen,
- Blockvisa beantragen,
- Einzelvisa einholen,
- die Registrierung bei der Sozialversicherung vornehmen,
- die Registrierung beim Steueramt vornehmen.

In einem Wettlauf mit der Fabrikation waren die meisten dieser Punkte vor Aufnahme der Montage am 17. Juli 1982 erledigt.

Turbinenhalle als Beispiel

Die Tragkonstruktion der zweischiffigen Turbinen- und Generatorenhalle mit Grundrissabmessungen von 265×29 m besteht aus eingespannten Stahlrahmen in Abständen von 5 m und einer Höhe von 15 m bzw. 7 m. Die Rahmenriegel sind als Vollwandprofile HEA 550 bis HEA 900 ausgebildet. Für die Rahmenstützen wurden HEA 550 bis HEA 800 verwendet, welche unter Verwendung von Swiss-Gewi-Ankern in den Fundamenten eingespannt sind. Das Untergiessen erfolgte mit einem speziellen Fließmörtel. Die von den Stützenverankerungen aufzunehmenden maximalen Kräfte betragen:

- Vertikalkraft = 650 kN
- Moment = 550 kNm

Die Rahmenecken und die Stützenstöße - durch die Transportlänge bedingt - sind mit HV-Schrauben biegesteif ausgebildet.

Das Gebäude ist für je 2 Turbinen alle 60-80 m mittels Doppelrahmen dilatiert. Windverbände in der Mitte dieser Abschnitte gewährleisten die Stabilität in Längsrichtung (Bilder 18 und 19).

Bedingt durch die Ansaugkanäle und die Kamine sind in den Fassaden auf den Turbinenachsen keine durchgehen-

den Stützen möglich. Diese sind durch Fachwerkbinder abgefangen. In der Generatorenhalle entfällt zudem in jeder Turbinenachse der Rahmenriegel.

Die Turbinenhalle verfügt über zwei Laufkrane von je 320 kN Nutzlast. Eine Laufkatze von 30 kN ist in jeder Turbinenachse der Generatorenhalle angeordnet. Der Kranbahnträger für die zwei Laufkrane, bestehend aus HEA-400-Profilen, wurde auf der Baustelle verschweisst und als Durchlaufträger ausgebildet. Für die Montage der Turbinen sowie für Unterhalt wurden diese Krane fortwährend benötigt (Bild 20).

Die Dachkonstruktion besteht aus Stahlpfetten mit darüberliegendem profiliertem Blech, armiertem Überbeton von 15 cm Stärke, Isolation und einem Überzug von 5 cm Stärke. Während im Normalfall PE 240 als Pfetten eingesetzt werden, mussten im Bereiche der Turbinen in der Generatorenhalle grössere Profile verwendet werden - dies aufgrund der Spannweite von 10 m sowie der wesentlich grösseren Nutzlasten. Die Profilgrössen bewegen sich hier zwischen PE 550 und HEA 600.

Zu der Nutzlast von 4000 N/m^2 ist in diesem Bereich eine zusätzliche Nutzlast von 1000 kN für den Ansaugkanal berücksichtigt.

Bild 20. Turbinenhallen in Montage

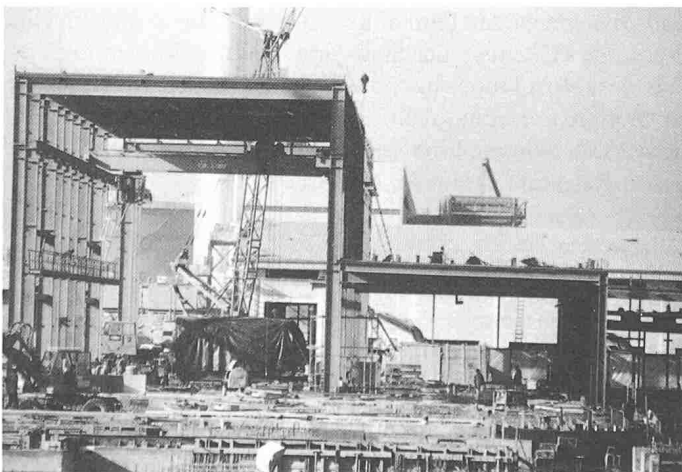


Bild 21. Stahltransport auf Lastwagen



Der Korrosionsschutz besteht aus $2 \times 40\text{-}\mu\text{-Zweikomponenten-Zinkstaub-anstrich}$ mit 40 bis $50\text{-}\mu\text{-Zweikomponenten-Glimmerfarbe}$. Den Deckanstrich brachte der Bauunternehmer auf der Baustelle auf.

Fabrikation und Transport

Die Fabrikation der Stahlkonstruktion bot, abgesehen von den knappen Termi-
nen, keine Probleme, die das Mass einer normalen Stahlkonstruktion übersteigen. Zu erwähnen ist, dass die Werkstattpläne für beide Turbinenhallen bei Geilinger AG gezeichnet wurden, dass jedoch die Fabrikation je bei einer der beiden Partnerfirmen erfolgte.

Ursprünglich war vorgesehen, die zwei ersten Lose der Turbinenhalle A, die erste Hälfte des Schaltgebäudes und einige kleine Gebäude mit Lastwagen, den Rest mit Schiffen zu transportieren. Aus Termingründen musste dann auch das dritte Los der ersten Turbinenhalle auf dem Landweg expediert werden.

Folgende Transporte wurden demzufolge abgewickelt:

- 56 Lastwagen mit etwa 300 t Stahlkonstruktion, Blechen und Isolationsmaterial (Bild 21),
- 13 Seetransporte mit etwa 3900 t Stahl und Blechen.

Für die Montage wurden Offerten der Firmen Geilinger AG und Giovanola SA eingeholt. Aus verschiedenen Gründen - Giovanola SA hatte bereits die Kraftwerkanlage Riyadh 5 Erweiterung montiert und war im Konsortium mit Buss AG als Montagefirma für die Kamine bereits auf der Baustelle - hat sich das Konsortium GZM für eine Untervergabe an die Firma Giovanola SA entschieden.

Ab Montagebeginn wurden während der ersten Monate pro Woche 100 bis 150 t Stahl fertig montiert und rund 1000 m^2 Profilbleche als Schalung für die Verbunddecken verlegt. Für diese Arbeiten wurden etwa 8 Europäer und 8 bis 10 Inder eingesetzt. Auftretende Probleme konnten dank der guten Zusammenarbeit mit der Bauleitung von IP4, die während langer Zeit den für die Statik verantwortlichen Ingenieur auf der Baustelle hatte, immer rasch und kooperativ gemeistert werden.

Zusammenfassung und Aussichten

Ende November 1983 haben die letzten Monteure des Konsortiums GZM die Baustelle verlassen. Rückblickend kann gesagt werden, dass das Projekt, trotz verschiedener Spezialfälle, vor allem in administrativer Richtung, ohne

nennenswerte Probleme abgewickelt werden konnte. Dies vor allem dank guter Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, BBC Baden, und dem Planer IP4. Dank gebührt aber auch allen Beteiligten in den Bereichen Konstruktion, Fabrikation, Transportadministration und Finanz- und Rechnungswesen.

Leider sind die Aussichten für weitere derartige Projekte für Stahlbauunternehmungen nicht sehr vielversprechend. Die Gründe, die den Export z.B. nach Saudi-Arabien erschweren, sind:

- Verknappung der Mittel, selbst bei den reichsten Ländern unserer Erde,
- harte Konkurrenz aus dem Fernen Osten,
- protektionistische Massnahmen zum Schutz der einheimischen Stahlbauindustrie.

Es bleibt zu hoffen, dass sich auch für die Schweizer Stahlbauindustrie baldmöglichst der vielzitierte Silberstreifen am Export-Horizont einstellt. Dadurch könnte der Druck auf dem Schweizer Markt etwas abgebaut und der ruinöse Konkurrenzkampf reduziert werden.

Adresse des Verfassers: *Bruno Simioni*, dipl. Ing. ETH/SIA, Leiter der technischen Büros Bülach des Stahlbaudepartementes, Geilinger AG, 8180 Bülach

Hansjörg Zingg, Bau-Ing. HTL, Interplan-4-AG-Partnerbüro Plüss + Meyer Bauingenieure AG, Grendelstrasse 5, 6004 Luzern.

Vereinfachte hydraulische Berechnung von Sammelkanälen

Willi H. Hager, Lausanne

Mittelwertbetrachtungen erlauben die vereinfachte, hydraulische Berechnung von stetigen Abflüssen in Sammelkanälen aufgrund des Impulssatzes. Durch Einführung eines Ersatzquerschnitts gelten die Resultate für beliebige Profile. Das Berechnungsverfahren wird durch Beispiele erläutert; es wird vorteilhaft tabellarisch durchgeführt. Der prismatische Sammelkanal weist geringe mechanische Energieverluste sowie kleine Wasserspiegeländerungen über die Einleitungsstrecke auf.

Application of the momentum equation in the flow direction yields the hydraulic flow features in channels with spatially increasing discharge and arbitrary cross-section. The computation procedure is best performed in a tabulated scheme and is illustrated by examples. The prismatic channel is characterized by minimum energy dissipation and by the smallest change of the flow depths.

1. Einleitung

Sammelrinnen sind Vereinigungsbauwerke mit relativ grosser Längsausdehnung; sie nehmen Flüssigkeit aus Becken und parallel liegenden Kanälen seitlich auf. Diese Zuflussverteilung ist nahezu uniform je Längeneinheit und bezüglich der

Einleitungsrichtung ungefähr senkrecht zur Achse der Sammelrinne.

Die Grundlagen zur Berechnung von Sammelkanälen stammen von *Favre* [1]; seine experimentellen und theoretischen Untersuchungen beziehen sich auf stetige Abflüsse mit zu- und abnehmendem Durchfluss. Als Resultat erhält er eine erweiterte Gleichung der Stau- und Senkungskurven mit örtlich variablem Durchfluss, die für Spezialfälle einfach lösbar ist. Weitere Forschungsbeiträge sind hauptsächlich von Italienern erzielt worden. Eine Zusammenstellung der bisher gefundenen Resultate ist aus [3] ersichtlich.

2. Anwendung des Impulssatzes

Bild 1 zeigt die möglichen Wasserspiegel in der prismatischen Sammelrinne nach *de Marchi* [4]. Sie lassen sich aus Differentialgleichungen berechnen, die in [3] ausführlich diskutiert und gelöst sind.