

# Das Bauxit- und Tonerdeprojekt der Alusuisse in Australien. 8. Teil: Aus der Geschichte der Planung und Bauausführung des Werkes

Autor(en): **Judin, J.M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **92 (1974)**

Heft 48

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72521>

## **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.

## Das Bauxit- und Tonerdeprojekt der Alusuisse in Australien

### 8. Teil: Aus der Geschichte der Planung und Bauausführung des Werkes<sup>1)</sup>

Von J. M. Judin, Zürich

DK 669.712:553.492

#### Die Projektstudie

Mit den ersten technischen Vorstudien zur Auslegung des Prozesses wurde bereits in der ersten Hälfte der 60er Jahre begonnen. Im Herbst 1966 wurde in Zürich ein kleiner Stab von Konstrukteuren mit der Aufgabe betraut, innerhalb eines Jahres auf Grund der bereits vorhandenen Prozessunterlagen einen ersten konstruktiven Entwurf des Tonerdewerkes auszuarbeiten und im Einvernehmen mit dem im Aufbau begriffenen Ingenieurteam der *Nabalco* einen Investitionskosten-Voranschlag vorzulegen.

Die in Zürich verfassten Entwürfe für Gebäude, Behälter, Rohrleitungssystem sowie Pflichtenhefte für Pumpen, Maschinen und Apparate wurden laufend dem Büro in Sydney zugestellt und dort an eine Reihe von Unternehmen verteilt, welche bereit waren, kurzfristig Richtangebote vorzulegen. Gegen Ende 1967 lag eine umfangreiche Dokumentation vor, welche Rückschlüsse auf die Erfahrungen grosser australischer Unternehmen auf abgelegenen, tropischen Bauplätzen zuließ. Das Studium dieser Dokumente gestattete unter anderem die Abschätzung des sogenannten «Gove-Faktors», welcher neben logistischen Zuschlägen auch die Verringerung der menschlichen Produktivkraft als Folge des tropischen Klimas und der Abgeschiedenheit berücksichtigt, und der erlaubte, trotz zahlreicher Unbekannter ein Baubudget zu berechnen, welches

sich am Ende als erstaunlich genau erwies. Um die Rentabilitätsrechnung und die Konkurrenzfähigkeit dieses ausserordentlich schwierigen Projektes nicht unnötig zu belasten, war mit minimalen Sicherheitszuschlägen zu rechnen, was ein sehr viel weiteres Vordringen in die Einzelheiten erforderte, als dies üblicherweise der Fall ist, denn für jeden Budgetposten wurden genaue Berechnungsunterlagen verlangt.

Im Frühjahr 1968 konnten die Vorarbeiten abgeschlossen und die Projektstudie den Verwaltungsräten vorgelegt werden. Damit lag die Auslegung aller Anlageteile und des Gesamtwerkes in technischer und baulicher Hinsicht in groben Zügen fest, und man hatte auch eine klare Vorstellung über das Vorgehen bei der Abwicklung gewonnen.

Bestellungen für schlüsselfertige Anlagen, welche das gesamte Engineering, die Materiallieferung, Bau und Inbetriebsetzung einschlossen, waren grundsätzlich nur für Anlagen vorgesehen, welche verhältnismässig wenig prozessspezifisches Know-How erforderten. Solche Verträge sind für das 14-MW-Dieselmotorkraftwerk und das 110-MW-Dampfkraftwerk abgeschlossen worden. Ähnliche Verträge waren auch für die Eindampfanlage zur Konzentration der Natronlauge und die Ofenanlagen zum Kalzinieren der Tonerde und zum Brennen des Kalkes vorgesehen, mit dem Unterschied, dass die Fundamente und sonstigen Betonarbeiten sowie die elektrischen In-

<sup>1)</sup> Fortsetzung von H. 40, 1974, S. 913-920.



Bild 1. Fabrikansicht von Süden, Bauzustand Oktober 1970

stationen und Regelsysteme nicht Teil der betreffenden Verträge waren. Diese wurden an Spezialfirmen vergeben, wobei die einschlägigen Ingenieurarbeiten im eigenen Büro auszuführen waren. Ähnlich wurde verfahren bei den mechanischen und pneumatischen Förderanlagen. Für alle anderen Anlagen, also den eigentlichen technischen Teil des Werkes zur Extraktion der Tonerde aus dem Bauxit, umfassend die Mahlanlagen und den Druckaufschluss bis zur Zersetzung der übersättigten Natronlauge (Kristallisation des Aluminiumhydroxides) und der Filtration zur Abscheidung des kristallisierten Produktes aus der Mutterlauge, einschliesslich aller Anlagen zur Behandlung des Rotschlammes, der Zwischenspeicher und der Energie- und Wasserverteilnetze, waren die Ingenieurarbeiten Aufgabe der eigenen Organisation. Die entsprechenden Bauarbeiten waren auf horizontale Verträge – Hoch- und Tiefbau, Tank- und Behälterbau, Rohrleitungsbau, Wärmeisolierungen, elektrische Installationen, Regeltechnik usw. – sinngemäss zu verteilen und die dazu notwendigen Baubeschreibungen, Konstruktionszeichnungen, Masse und Materialauszüge vorzubereiten. Ferner waren auch die Bestelldaten für alle Maschinen und Apparate, welche mit oder ohne Montage als fertige Einheiten bestellt werden sollten, zu verfassen. Dazu gehörten die Pumpen, Mühlen, Rühr- und Krählwerke, Vakuumpumpen, Gebläse, Plattenwärmeaustauscher, Scheiben- und Trommelfilter, Schalter, Transformatoren und Antriebe.

#### Die Planungsarbeiten

Angesichts eines solchen Arbeitsumfanges, welcher laut Zeitprogramm in zwei Jahren zu bewältigen war, entschloss man sich, mit dem ganzen Ingenieurteam von Zürich nach Sydney umzuziehen. Im Laufe des ersten Halbjahres 1968 trafen hochqualifizierte Ingenieure in Sydney ein und begannen unverzüglich mit dem Aufbau der mechanischen und elektrischen Konstruktionsabteilung, welche in sechs Sektionen unterteilt war, nämlich:

Sektionen I+II	Allgemeine Planung, Apparate, Behälter und Rohrleitungsbau
Sektion III	Förderanlagen
Sektion IV	Elektrotechnik
Sektion V	Mess- und Regeltechnik
Sektion VI	Kraftwerk

Das Personalproblem war auch in Australien, wo zu jener Zeit eine nie dagewesene Konjunktur auf dem Gebiete des Bergbaues und der Schwerindustrie herrschte, nicht leicht zu lösen; im Laufe der Zeit gelang es aber, junge, fähige Ingenieure heranzuziehen, welche schon nach kurzer Einarbeitungszeit selbstständig und mit gutem Erfolg arbeiteten. Auch kam zugute, dass andere Grossprojekte zum Abschluss kamen, wodurch erfahrene Leute kurzfristig gewonnen werden konnten. Auf der Zeichner-Konstrukteur-Stufe erwies es sich zunächst als besonders schwierig, genügend geeignetes Personal zu finden. Tüchtige australische Zeichner und Konstrukteure ziehen oft die Arbeit als Freierwerbende vor und ziehen von Projekt zu Projekt. Es wurden im Laufe der Konstruktionsarbeiten über 30 solcher Leute beschäftigt; ihre Leistungen, welche die etwas höheren Kosten wettmachten, waren sehr zufriedenstellend.

Zu den ersten Arbeiten gehörte das Entwickeln und Bereinigen der Prozessflussbilder und Rohrleitungs- und Instrument-Diagramme, welche die Grundlage jeder weiteren Tätigkeit bilden. Alle Gefässe, Apparate, Maschinen und Pumpen, alle Rohrleitungen mit Ventilen und Armaturen müssen unter Angabe der charakteristischen Dimensionen, wie Volumen, Kapazität, Durchmesser, Bauklassen usw. eingetragen sein, ebenso alle Messinstrumente und Steuerkreise.

Sodann musste der Werkgrundriss endgültig festgelegt werden, damit die Tiefbauabteilung mit der Planung und Aus-

schreibung der Erdbewegungs- und Terrassierungsarbeiten beginnen konnte. Der Bauplatz liegt auf einer kleinen hügeligen Halbinsel, deren Baugrund, von Norden nach Süden fallend, erst aus Granit und dann aus Sand besteht (Bild 1). Der Bauplatz ist gerade gross genug, um bei bester Nutzung die geforderte Kapazität von 2 Mio t/Jahr, in vier Ausbaustufen unterzubringen; gesucht war eine optimale Auslegung, welche minimale Erdbewegungen erforderte bei bester Nutzung des Felsgrundes und der natürlichen Gefälle, mit einer kompakten und übersichtlichen Anordnung der Anlagen mit kurzen, möglichst kreuzungsfreien Rohrbrücken und bequemen Zugängen zu allen Teilen, mit gradlinigen Förderstrecken und nach dem Wind orientierten Hochkaminen. Diese Aufgabe beanspruchte das ganze Jahr 1968. Es wurde mit grossmassstäblichen Modellen gearbeitet und mit zahllosen Skizzen, aber letztlich war es der erlösende Einfall eines Mitarbeiters zu spät abendlicher Stunde, die Drehrohröfen unkonventionell gegen das Hanggefälle aufzustellen, und um den Preis eines etwas vergrösserten Aushubes das Materialfliessproblem einwandfrei zu lösen. Der Transport der staubförmigen kalzinierten Tonerde vom Ofenaustrag zum Silo soll wenn möglich ausschliesslich mit pneumatischen Mitteln erfolgen, welche den beim «Schies-sen» des Ofens gelegentlich auftretenden, hohen Guttemperat-uren weit besser standhalten als Förderbänder. Die mit pneumatischen Elevatoren und Fluidisierrinnen überbrückbaren Entfernungen sind aber beschränkt, und deshalb sind, sofern andere Gesichtspunkte dies zulassen, die Silos unmittelbar hinter dem Ofenaustragsgebäude anzuordnen. In diesem Fall ergab sich noch der zusätzliche Vorteil der unmittelbaren Nachbarschaft des Transportbandes zum Hafen, so dass auch der Austrag aus den Silos keine zusätzlichen Förderbänder erforderte.

Dies war aber noch nicht das Ende: Als die Rodung begann, entdeckte man auf dem für die Werkstätten vorgesehenen Gelände einen *Heiligen Baum*, einen vielstämmigen alten Banyan-Tree, in dessen ausladende Krone der Geist eines der Eingeborenen von Yirrkala, der mal einst zurückkehren soll. Die Baulinien wurden verschoben, der Baum blieb stehen, ein Wahrzeichen der Urzeit inmitten industrieller Betriebsamkeit.

Die nächste Aufgabe war die Schaffung einer umfassenden Normensammlung und die Standardisierung aller Bauelemente. Unseren Bauvorschriften wurden die einschlägigen australischen, britischen und amerikanischen Normen zugrunde gelegt. Aus dem grossen Angebot an Ventilen, Armaturen, Pumpen, Schaltern, Motoren usw. wurden die technisch und preislich vorteilhaftesten Muster ausgesucht und für jeden Verwendungszweck vorgeschrieben.

Besondere Aufmerksamkeit galt der Auswahl der Pumpen. Das Werk enthält rund 300 Pumpen mit Förderleistungen zwischen 20 und 1500 m<sup>3</sup>/h, welche sich in zwei Klassen einteilen lassen und gesamthaft etwa 10 verschiedene Modelle umfassen. Für klare Flüssigkeiten wurde mit Ausnahme der kleinsten Modelle ein bewährtes Fabrikat mit horizontal getrenntem Gehäuse, doppeltem Laufrad und direktem Antrieb gewählt. Schwieriger gestaltete sich die Wahl der Suspension- und Schlamm-pumpen. Diese sind starkem Verschleiss ausgesetzt und bilden die Achillesferse der Anlage. Die Wahl fiel schliesslich auf ein sehr schweres, langsam laufendes amerikanisches Baumuster mit Keilriemenantrieb, Nihard-Gehäuse und abnehmbare Stirnplatte, was ein rasches Auswechseln des Laufrades ermöglicht.

Sehr viel Arbeit wurde für die Berechnung der hydraulischen Systeme aufgewendet, die gute Regelbarkeit und kavitationsfreien Betrieb bei wechselnden rheologischen Eigenschaften der Medien, bei variablem Mengenfluss und verschiedenen Temperaturen aufweisen müssen. Der Gefahr der Verstopfung von Suspensions- und Schlammleitungen musste vor-

gebeugt werden, und umfangreiche Reinigungssysteme wurden vorgesehen. Alle wichtigen Systeme verfügen über zwei Pumpen, wobei oft die eine mit einem regelbaren hydraulischen Getriebe, die andere mittels Drosselventil geregelt wird.

Bevor an die Detailkonstruktion der einzelnen Anlagen herangetreten werden konnte, musste Klarheit über die Abmessungen der einzubauenden Maschinen und Apparate gewonnen werden. Diese Informationen sind jedoch in der Regel erst bei der Bestellung erhältlich, es sei denn, man lege sich für ein bestimmtes Produkt schon im voraus fest, was in diesem Falle höchst unerwünscht war. Die Anfrageunterlagen mussten so schnell wie möglich ausgearbeitet werden, wozu die einzelnen Sektionen Dutzende von Bänden zu verfassen hatten.

Diese Dokumente lagen im grossen und ganzen zum Versand bereit, als im Januar 1969 die Verhandlungen mit den Partnern und der Regierung zum Abschluss kamen und das «grüne Licht» aufleuchtete. Den Anbietern waren sehr kurze Fristen gesetzt, und Angebote im Werte vieler Millionen Dollars mussten innerhalb weniger Monate eingereicht werden. Entsprechend wurde auch das Prüf- und Zuschlagsverfahren beschleunigt und der Instanzweg bis zur Verwaltungsratssitzung nach einem vorgegebenen Zeitprogramm durchlaufen. In der Regel konnte der Auftrag wenige Wochen nach Angebotsschluss erteilt werden – für lange Verhandlungen fehlte die Zeit.

Im Frühjahr 1969 setzte die grosse Arbeit an den Reissbrettern ein und der Zeichnerstab musste innerhalb von Wochen verdreifacht werden.

Das Rohrleitungssystem bildet das Rückgrat eines jeden Chemiewerkes und beansprucht den Hauptteil der Konstruktionsarbeit. Erst wenn der letzte der vielen hundert Rohrstränge seinen Platz gefunden hat, kann an die Detailkonstruktion der Gebäude, Unterstützungen und Bedienungsbühnen herangetreten werden. Innerhalb knapp eines Jahres wurden alle Zusammenstellungszeichnungen der einzelnen Anlagen und der Rohrbrücken fertiggestellt und der Bauabteilung übergeben, welche unverzüglich mit den Ausführungszeichnungen für die Hoch- und Tiefbauten begann. Nur dank einer ausgezeichneten Zusammenarbeit beider Abteilungen wurde es möglich, die Baupläne rechtzeitig den Unternehmern zu übergeben.

Ferner erwies es sich als notwendig, das gesamte Material für den Rohrleitungsbau, alle Rohre, Ventile, Armaturen usw. selber zu beschaffen. Dazu waren mit Hilfe eines Computerprogrammes sehr genaue Materialauszüge auszuarbeiten, welche laufend nachgeführt wurden; jedes fehlende Stück war später über eine Entfernung von 2000 Meilen mit hohen Kosten einzufliessen.

Grundsätzlich wurden im eigenen Büro nur Zusammenstellungspläne gezeichnet. Die Anfertigung der Werkstattzeichnungen und der isometrischen Darstellungen der einzelnen Rohrstränge einschliesslich des Spannungsnachweises war Sache der Unternehmer, doch wurden die wichtigsten dieser Zeichnungen und Berechnungen überprüft.

Parallel zu diesen Arbeiten liefen die Planungsarbeiten für das Hoch- und Niederspannungsnetz und die Mess-, Regel- und Verriegelungssysteme. Besonders die letzteren Arbeiten nahmen einen Umfang an, der den Beizug eines auswärtigen Ingenieurteams, welches unserer technischen Leitung unterstand, unerlässlich machte. Grundsätzlich wurde das Vergeben von Konstruktions- und Planungsarbeiten an auswärtige Organisationen vermieden, doch ergaben sich im zweiten Halbjahr 1969 Belastungsspitzen, die keinen anderen Ausweg offen liessen. Zu dieser Zeit war der Stab der Konstruktionsabteilung auf über 80 Personen angewachsen, wozu noch rund 20 Leute in der inzwischen ins Leben gerufenen Technologischen Abteilung kamen. Diese Abteilung wurde im Frühjahr 1970 mit der Konstruktionsabteilung verschmolzen.

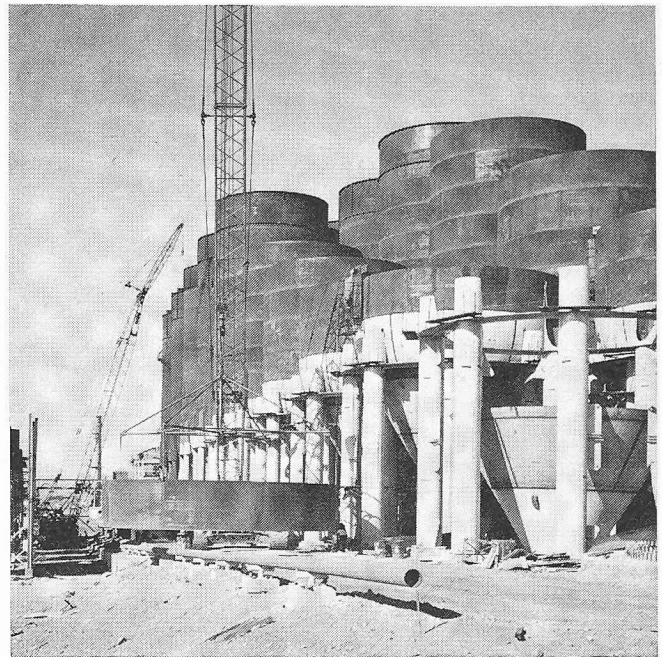


Bild 2. Montage der 3000-m<sup>3</sup>-Hochzerstzer

Gegen Ende 1969, also ein knappes Jahr nach Baubschluss, waren alle wichtigen Verträge für die erste Ausbaustufe vergeben und alle notwendigen Unterlagen in den Händen der Unternehmer, doch dauerte es noch ein gutes halbes Jahr, bis die letzten Dokumente endgültig bereinigt waren, wonach unverzüglich mit den Planungsarbeiten für die zweite Ausbaustufe begonnen wurde.

In rund vier Jahren (1968 bis 1971) wurden von den Ingenieurabteilungen der *Nabalco* für das Tonerdewerk mit einer Kapazität von 1 Mio t/Jahr, Hafen, Brennstoff- und Natronlauge-Lager, Wasser- und Elektrizitätsversorgung, Bauxitbrecher und Transportsystem 150 Bände Spezifikationen verfasst und rund 6000 Zeichnungen angefertigt und genehmigt. Ausserdem mussten rund 13000 Lieferantenzeichnungen geprüft werden. In dieser Zahl nicht enthalten sind alle Zeichnungen für Werkstatteinrichtungen sowie die Rohrleitungs-isometrien, welche gänzlich in den Verantwortungsbereich der Unternehmer fielen.

### Die Montage

Im Frühjahr 1970 waren die vorbereitenden Arbeiten auf dem Bauplatz soweit fortgeschritten, dass mit der Montage des Werkes begonnen werden konnte. Die Terrassierungsarbeiten waren beendet, die Arbeiterunterkünfte und die Wohnkolonie für die Angestellten bezugsbereit, die Wasserversorgung funktionierte, die provisorische Stromversorgung mit mobilen Dieselgeneratoren war in Betrieb, das Hochspannungsnetz und das Dieselmotorkraftwerk näherten sich stufenweise der Vervollständigung. Im Mai konnte die Anlegebrücke des Stückguthafens dem Betrieb übergeben werden, welche das gleichzeitige Ausladen von zwei grossen Frachtern gestattete. Bis zum April 1973, dem Zeitpunkt der Fertigstellung der zweiten Ausbaustufe, haben 314 Schiffe mit mehr als 1 Mio t Fracht den Hafen von Gove angelaufen – gelegentlich lagen bis zu 5 Schiffe im Hafen – wobei in der Spitzenzeit bis zu 60000 t Fracht monatlich auszuladen und wegzuführen waren. Angesichts der verhältnismässig bescheidenen Hebe- und Transportmittel, mit welchen Gewichte bis zu 90 t zu bewegen waren, stellte dieser Hafenbetrieb ganz ausserordentliche Anforderungen an die zuständige *Nabalco*-Organisation.

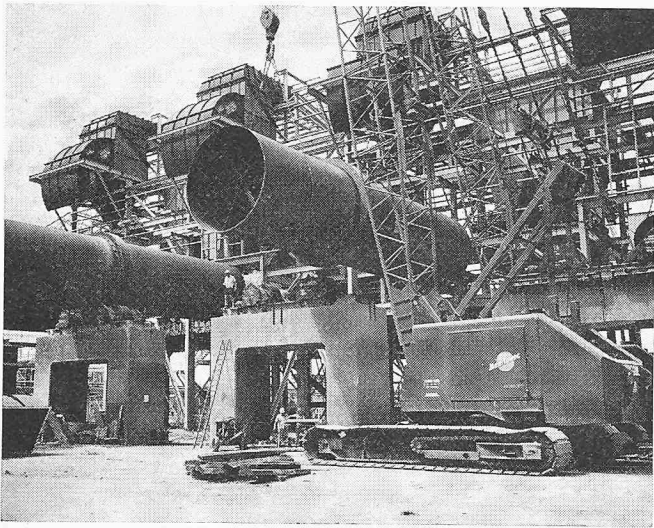
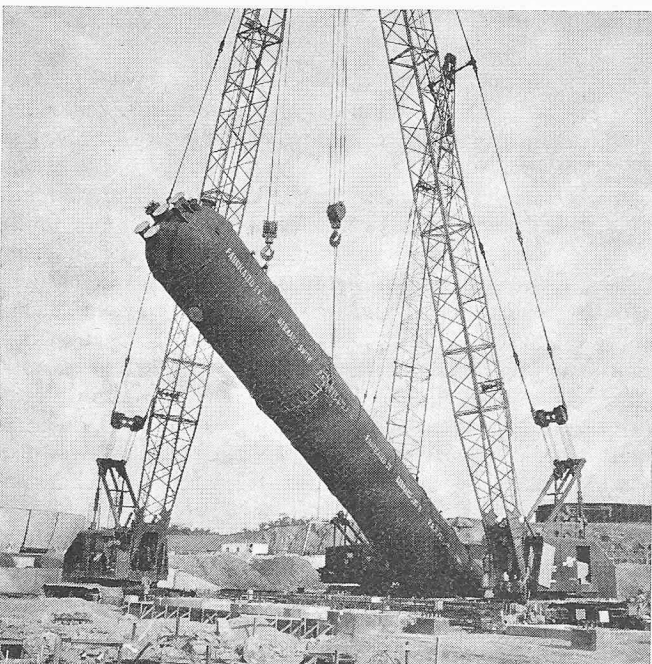


Bild 3. Montage der Drehöfen zur Kalzinierung der Tonerde

Sobald die ersten Fundamente bereit waren, begann der Tank- und Behälterbau. Gesamthaft wurden für beide Ausbaustufen rund 21 000 t Kesselblech verbaut. Von besonderem Interesse war der Bau der zweiundvierzig 35 m hohen und 12 m im Durchmesser messenden, stelzengetragenen Hochzersetzer (Bild 2). Die schweren Bleche wurden in den Werkstätten des Unternehmers in Sydney zugeschnitten, gerollt und in diesem Zustand verschifft. Auf dem Bauplatz wurden der Bodenkonus sowie die einzelnen Schüsse am Boden zusammenschweisst und sodann mit schweren raupengetragenen Kranen zur Einbaustelle gebracht und mit vollautomatischen Maschinen beidseitig geschweisst. Die Schweissnähte wurden geprüft und erwiesen sich durchwegs von ausgezeichneter Qualität.

Sobald die ersten Behälter, Gebäude und Stützkonstruktionen standen, setzte unverzüglich die Montage der Pumpen und der Rohrleitungsbau ein, dicht gefolgt von den elektro- und mess- und regeltechnischen Installationen. Wo grosse Be-

Bild 4. Aufrichten eines 70-t-Druckgefässes für den Bauxitaufschluss



hälter im Erdgeschoss von Gebäuden stehen, wurden diese zeitlich vor den Gebäuden errichtet, um ungehinderten Kranzugang zu haben; die Pumpenaggregate wurden so früh wie möglich installiert, um den Rohrleitungsbau und die elektrischen Installationen nicht aufzuhalten.

Beim Rohrleitungsbau wurden zunächst die einzelnen Leitungsabschnitte, im besonderen Kollektoren, Verzweigungen usw. in Werkstätten fertiggeschweisst und erst nachdem alle Tragwerke, Unterstützungen, Behälter und Pumpen installiert waren, im Felde mit Hilfe weniger Feldschweisungen eingebaut. Gesamthaft wurden über 180 000 m Rohrleitungen von 4 bis 42 Zoll verlegt und an rund 300 Pumpen aller Grössen angeschlossen. Auf den Rohrbrücken folgte dem Rohrleitungsbau die Verlegung der Kabel der Energienetze und der Mess- und Regelsysteme.

Auch dem Korrosionsschutz wurde grosse Aufmerksamkeit geschenkt, um Schäden durch den kombinierten Angriff der Meeratmosphäre und alkalischer Dämpfe vorzubeugen. Innerhalb des Werkareals wurden alle Stahlbauteile und Behälter mit Epoxyharzen gestrichen, während ausserhalb des Werkgeländes eine Kaltverzinkung (Diamet) zur Anwendung kam. Gesamthaft waren gegen 19 000 t Stahl zu behandeln, wobei der Grossteil der Arbeiten vor dem Einbau in einer besonders eingerichteten Werkstatt vorgenommen wurden. Engpässe ergaben sich während der Regenzeit, wenn die Luftfeuchtigkeit gegen 100% stieg und man nur noch um die Mittagszeit arbeiten konnte.

Das ausserordentlich gedrängte Bauprogramm enthielt nur minimale Totzeiten; daher zog jede Verspätung eines Unternehmers unweigerlich Produktionsausfälle des folgenden nach sich, der seine Leute und Mittel termingerecht über eine grosse Entfernung herangeschafft hatte.

Deshalb kam der Terminüberwachung ganz besondere Bedeutung zu; ebenso wichtig war aber auch die Feststellung, bei welchem Stand der Vorarbeiten ein Unternehmer seinen Arbeitsplatz beziehen konnte, worüber die Meinungen oft auseinandergingen. Die Koordination der Tätigkeit verschiedener Unternehmer innerhalb einer bestimmten Anlage mit dem Zwecke minimalster gegenseitiger Behinderung war denn auch eine der Hauptsorgen der Bauleitung. Eine Planungsgruppe von sechs Ingenieuren war eingesetzt zur laufenden Überwachung und Koordinierung der Bauprogramme der einzelnen Unternehmer, und die zuständigen Sektionsingenieure hatten ständig über den Stand des kritischen Pfades des ihnen zugeteilten Bauabschnittes auf dem Laufenden zu sein. Trotzdem liessen sich Verschiebungen im Bauprogramm nicht vermeiden. Der Umfang der Hoch- und Tiefbauarbeiten war etwas unterschätzt worden, und die verspätete Fertigstellung der Hochbauten machte da und dort sogenannte *Crash-program* erforderlich, wobei die termingerechte Fertigstellung einer Anlage oder eines Anlageteiles ohne Rücksicht auf zusätzliche Kosten angestrebt wurde, wo immer eine Verspätung zu noch grösseren Unkosten geführt hätte.

Parallel zum Bau der technischen Anlagen, die möglichst gleichmässig vorangetrieben wurden, wurde auch die Montage des Dampfkraftwerkes beschleunigt. Im August 1970 war die fünfte 2750-kW-Einheit des Dieselkraftwerkes in Betrieb genommen worden, doch liess die fortschreitende Besiedelung der Stadt, die Betriebsaufnahme der Bauxitbrech- und -förderanlage sowie die stärker als vorgesehen ansteigende Zahl der Arbeitskräfte im Frühjahr 1971 mögliche Engpässe in der Energieversorgung erkennen, welche mit der rechtzeitigen Inbetriebsetzung der 7,5-MW-Niederdruck-Kondensations-Turbine im August 1971 beseitigt werden konnte. Dagegen ergaben sich infolge von Arbeitsausständen in einem italienischen Zweigwerk einer Schweizer Firma erhebliche Verzögerungen bei der Fertigstellung der beiden 35-MW-Gegendruckturbinen. Da eine verspätete Inbetriebsetzung des Werkes unbedingt

vermieden werden musste, entschloss man sich, diese Einheiten mit Herkules-Frachtflugzeugen einzufliegen.

Zu den interessantesten Montageproblemen gehörte der Bau der Kalzinieröfen. Bild 3 zeigt die Montage eines 70t schweren Ofenschusses, wozu zwei Krane nötig waren. Tadellose Kranarbeit war auch erforderlich beim Aufrichten der 80t schweren und 30 m hohen Druckgefäße der Aufschluss-Anlagen, welche in den Werkstätten in Sydney zusammengesweisst und spannungsfrei geglüht worden waren (Bild 4).

Die Verfügbarkeit schwerer Krane war eine wichtige Voraussetzung des Baufortschrittes. In der zweiten Hälfte 1971 waren auf dem Bauplatz vorhanden: 2 Baukrane von 160 Mp mit 66-m-Ausleger, 2 Autokrane von 90 Mp, 5 Autokrane von 65 Mp und 14 Autokrane von 20 bis 45 Mp Hubkraft.

Trotz dieses ansehnlichen Bestandes war eine ständige Knappheit spürbar, und in Zeiten des Spitzenbedarfs, beispielsweise wenn Schiffe auszuladen waren (ein Hafenkran war der hohen Kosten wegen nicht vorgesehen worden), musste jede Bewegung auf das Sorgfältigste geplant werden, um den Gang der Bauarbeiten nirgends zu unterbrechen.

Zu dieser Zeit erreichte die Bautätigkeit ihren Höhepunkt. Im September/Oktober 1971 befanden sich rund 30 Unternehmer mit mehr als 2300 Arbeitern auf dem Werkareal (auf dem Bauplatz der Stadt zählte man weitere 1100 Arbeiter), und die Unternehmer beeilten sich, die Arbeiten der ersten Ausbaustufe soweit wie möglich noch vor Weihnachten zum Abschluss zu bringen. In diesem Zusammenhang sei auch vermerkt, dass trotz der notorischen Streiklust der australischen Gewerkschaften der Arbeitsfriede auf dem Bauplatz nur unwesentlich gestört und das Bauprogramm von den gelegentlichen kurzen Arbeitsniederlegungen kaum tangiert wurde. Die Arbeitswoche betrug 60h (74 einfache Stundenlöhne), und was das bedeutet, vermag nur zu ermessen, wer ungeschützt unter einer tropischen Sonne 10 Stunden am Tag die heissen Bleche eines Kesselbodens schweisst. Der Arbeiterschaft, die aus allen Richtungen der Windrose sich in Gove zusammenfand, *gebührt unser Dank*. Dankbar sei hier auch vermerkt, dass die Unfallstatistik nur sehr wenige schwere Unfälle aufweist, doch sind Todesopfer zu beklagen.

Im Januar 1972 konnte mit den Fahrversuchen begonnen werden. Nach und nach wurden die Kreisläufe der einzelnen Prozessstufen erst mit Wasser, dann mit Lauge in Betrieb genommen und langsam auf Druck und Temperatur gebracht.

Sodann wurden die Mühlen angefahren, womit der Extraktionsprozess in Gang kam. Mit dem Anheizen der Drehöfen im Juni begann das erste Produkt in die Silos zu fließen. Am 1. Juli 1972 konnte die erste Ausbaustufe des Werkes mit einer Kapazität von 500 000 t/Jahr in Anwesenheit des damaligen australischen Premierministers, Mr. *Mc Mahon*, programmgemäß dem Betrieb übergeben werden. Die zweite Ausbaustufe gleicher Leistung wurde in der ersten Hälfte des Jahres 1973, einige Wochen vor dem vorgesehenen Termin, fertiggestellt und hat ebenfalls die Produktion aufgenommen.

Bild 5 zeigt in einer Ansicht von Osten (Juli 1972) die fertig montierte erste und den Baufortschritt der zweiten Ausbaustufe. Im rechten oberen Bildviertel erkennt man das Mühlenwerk mit der Aufschlussanlage und dahinter die beiden Hochzersetzerbatterien, überragt von den beiden Tonerdesilos, denen vier Drehöfen vorgelagert sind. In Bildmitte die zwei Filtrieranlagen zur Filtrierung der gesättigten Lauge bzw. der Hydratsuspension. Zwischen Filterstation und Turbinenhalle das flache Dach des zentralen Leitstandes, der Turbinenhalle vorgelagert die zwei Eindampferstrassen; im Vordergrund die grossen Absetz- und Waschbecken der Rotschlamm-anlage, und am linken Rande, vor der Werkstatt, ist der Heilige Baum zu sehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Hauptprobleme der Bauleitung auf dem Gebiete der Logistik, d. h. der Bereitstellung von Material, der Transporte, der Unterkünfte usw. sowie der Programmierung und Koordination der Vertragsarbeiten lagen. Der Qualitätskontrolle wurde grosse Aufmerksamkeit geschenkt, doch haben sich hier kaum Probleme ergeben. Ebenso haben sich sowohl während des Baues wie während der Inbetriebsetzung keine Konstruktionsfehler gezeigt, welche den Fortschritt der Bauarbeiten behindert hätten. Nachträgliche, im Zuge der Inbetriebsetzung vorgenommene Änderungen und Korrekturen hielten sich in sehr bescheidenem Rahmen und dienten vor allem dem verbesserten Schutz des Personals und der leichten Bedienbarkeit. Einmal mehr hat sich erwiesen, dass die sorgfältige Arbeit im Konstruktionsbüro die beste Garantie für eine reibungslose und termingerechte Bauausführung und Inbetriebsetzung ist.

Adresse des Verfassers: *J. M. Judin*, Vizedirektor, ALESA, Alusuisse Engineering AG, 8048 Zürich, Postfach 390, Buckhauserstrasse 5.



Bild 5. Ansicht des Tonerde-werkes von Osten. Zustand Sommer 1972