

Das Euphrat-Kraftwerk Birecik Geotechnik und Bauausführung

H. GÖRRES & H. HALBMAYER

Einführung

Bereits seit Jahrzehnten verfolgt die türkische Regierung einen Entwicklungsplan zum energiewirtschaftlichen und industriellen Aus- und Aufbau der südanatolischen Region, das sog. GAP-Projekt. Dieser Generalplan, der eine Gesamtfläche von ca. 74.000 km² - 1/10 der Fläche der Türkei - umfaßt, beinhaltet 13 Dammprojekte an Euphrat und Tigris und dient im wesentlichen der Energiegewinnung und zu Bewässerungszwecken. Im Endausbau sollen ca. 17.000 km² Land bewässert werden und über 22.000 GWh elektrische Energie erzeugt werden.

Das Kraftwerk Birecik - Teil dieses GAP-Projektes - liegt am Euphrat, ca. 30 km nördlich der syrischen Grenze und ist das Unterliegerkraftwerk der Kraftwerkskette Keban, Karakaya und Atatürk.

Projektstruktur nach dem BOT-Modell

Vorarbeiten für das Kraftwerk Birecik wurden bereits 1970 getätigt. In den Jahren 1982 - 1984 wurde der Feasibility Report ausgearbeitet, auf dessen Grundlage ein Ausschreibungsprojekt erstellt wurde. Aufgrund von Haushaltsengpässen der türkischen Regierung konnte aber die Finanzierung aus dem Budget nicht verwirklicht werden, sodaß man sich entschloß, einer privaten Firmengruppe die Errichtung des Projektes nach einem BOT-Modell anzuvertrauen. Alle an der Errichtung beteiligten Firmen haben sich mit der TAES, der türkischen EVU, zu einer privaten Projektgesellschaft, der Birecik Company A.S., zusammengeschlossen, die die Anlage finanziert, errichtet, betreibt und nach einer Nutzungszeit von 15 Jahren an die türkische Regierung übergibt.

Die Gesamtinvestitionskosten belaufen sich auf ca. 2,3 Mrd. DM. Davon werden 15 % in Form von Eigenkapital der Aktionäre aufgebracht, 60 % aus Exportkrediten aus Deutschland, Österreich, Frankreich und Belgien und ca. 20 % mit freien Krediten finanziert. Die verbleibenden 5 % werden mit Stromverkäufen während der Bauzeit finanziert.

Aus Finanzierungsgründen wurde während der Projektentwicklung die Bauzeit auf 66 Monate verkürzt.

Sehr zeitaufwendig waren in der Projektgeschichte der Abschluß von mehr als 30 verschiedenen Verträgen mit der türkischen Regierung, Behörden, Banken, Versicherungen, Errichtungskonsortium, Betreiber und Independent Consultant.

Der derzeit wichtigste Vertrag ist der Bauvertrag (Construction Contract), der als Lumpsum Turnkey Contract mit Indexsicherung an ein Konsortium, bestehend aus 3 Konsorten, ergangen ist:

- der Planer Verbundplan aus Österreich
- der Bauarge mit der Fa. **STRABAG** Österreich AG, Philipp Holzmann AG Deutschland und Gama Türkei
- dem Elektro-Mechanischen Konsortium, bestehend aus Sulzer Hydro Ravensburg und Firmen aus dem Alcatel-Konzern aus Belgien und Frankreich.

Weiters wurde im Rahmen der Verträge festgelegt, daß der 15 Jahre dauernde Betrieb von Verbundplan GmbH und Strabag Österreich AG durchgeführt wird.

Beispielhaft noch einige weitere Verträge die von der Birecik Company abgeschlossen wurden:

- Der Auftrag an den unabhängigen Consultant, Coyne et Bellier, der für die türkische Regierung die vertragsgetreue Ausführung der Arbeiten überwacht
- Der Vertrag mit der türkischen Wasserbehörde zur Regelung der Wassernutzung (Water Utilization Agreement)
- Der Vertrag mit der EVU TEAS über den Verkauf der erzeugten Energie zu einem Preis, der sich aus der Investitionssumme ableitet (Energy Sales Agreement).

Die türkische Regierung garantiert die Stromabnahme. Darüberhinaus stellt sie noch Gelder aus einem Energiefond zur Verfügung, aus dem Kostenanteile aus Steuern und Abgaben sowie aus Umständen höherer Gewalt abgedeckt werden.

Geologie

Der Untergrund der Sperrenstelle baut sich aus einer alttertiären Kalkabfolge, dem Birecikkalk, der von quartären Flußablagerungen, Konglomeraten und Hangschutt bedeckt wird auf (siehe Abb. 1).

Die **Birecikkalke** sind sehr feinkörnig und zeigen stellenweise diffuse Übergänge in geringmächtige Kalkmergel und Mergeleinschaltungen. Manchmal finden sich auch Einschaltungen bzw. Übergänge zu kreidehaltigen, sehr hellen Kalken. In unregelmäßigen Abständen finden sich noch konkordante, wenige Zentimeter starke Einlagerungen von Hornstein- und Tonlagen. Auffällig ist die hohe Porosität von 30 - 40 %. Die einachsige Druckfestigkeit streut je nach der petrographischen Zusammensetzung der Probe und dem Wassergehalt sehr stark. Sie liegt im Mittel bei 20 - 35 MPa.

Die **Konglomerate**, sie treten im Bereich der linken Flanke unmittelbar über dem Birecikkalk auf, sind sehr gut zementiert, jedoch sehr durchlässig und sind aus Kalken und Magmatiten der Kornfraktion S-Gi-X aufgebaut. Der Anschluß zur deutlich reliefbetonten Birecikkalkoberfläche ist sehr kompakt, ähnlich dem Anschluß eines Felsanschlußbetons (auch

in Hinblick auf die Korngrößen). Das Reißen mit dem Zahn einer schweren Schubraupe war nicht zielführend.

Die Flußablagerungen, Sande, Kiese und Steine sowie vereinzelte Blöcke bestehen ebenfalls aus Kalken (wenig Birecikkalk), Hisarköykalk und Magmatiten.

Der Hangschutt besteht dann aus sehr feinkörnigen Ablagerungen, aus tonigen Schluffen, mit poröser Struktur. Diese Ablagerungen weisen jedoch einen extrem hohen Bettungsmodul auf (Lastplattenversuche). Dieses Slope-Wash Material wurde dem Augenschein nach durch kalkhaltige Wässer verfestigt (Stützgerüst).

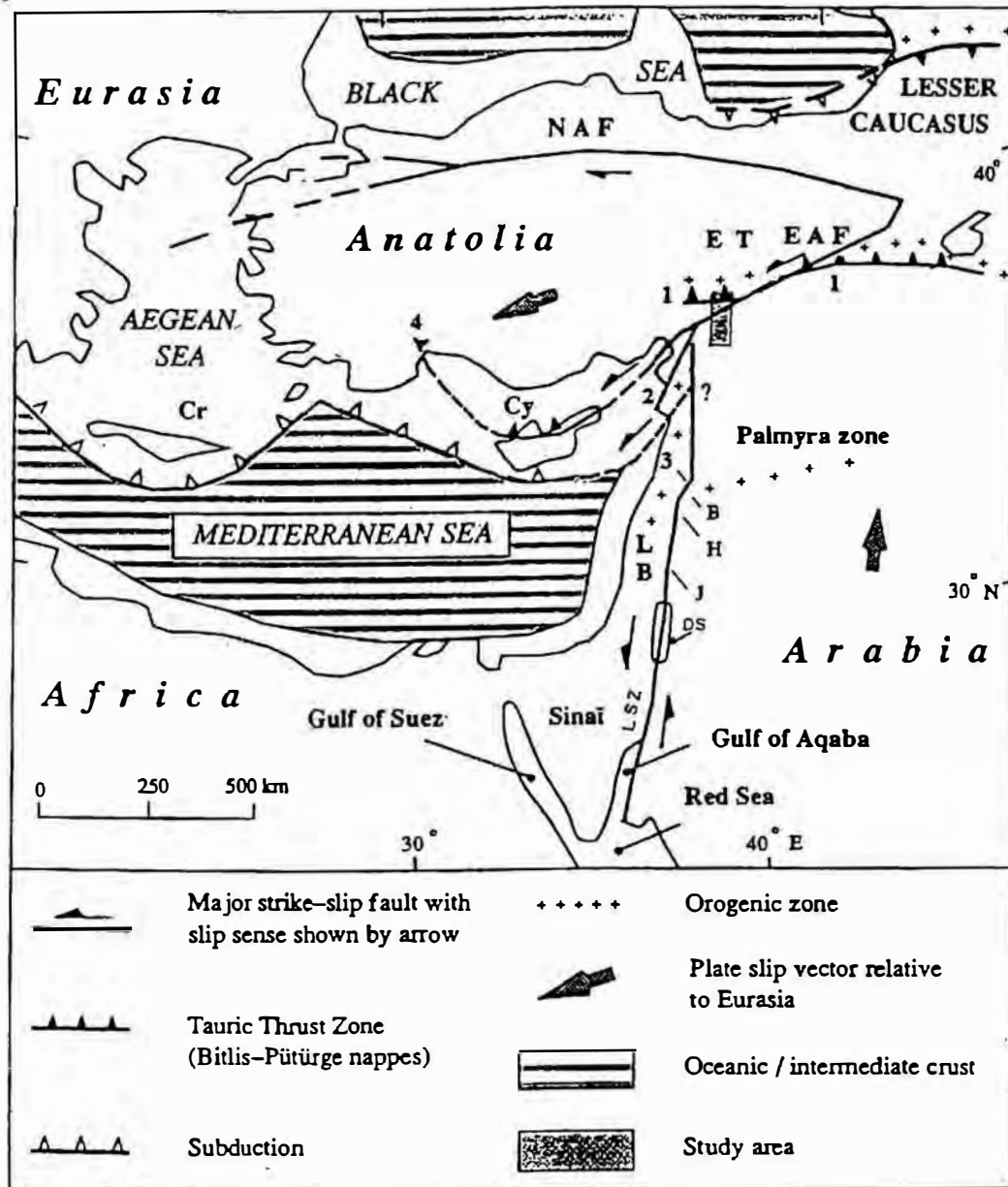
Bei kurzfristiger Wasserbenetzung konnte eine 30 % Reduktion des Bettungsmoduls gemessen werden

LAKE AREA AND PERIMETER STRATIGRAPHIC SECTION

SYSTEM	SERIES	GROUP	FORMATION MEMBER	SYMBOL	THICKNESS m.	LITHOLOGY	DESCRIPTION
TERTIARY	QUATERNARY	PLIOCENE		Qd	50		Qal: Alluvion Basalt Qym: Side Aggregate
				Qb	50		
				Qm	150		Weak cemented sand, clay, silt and pebble
	MYOCENE	Top		Tb	100		Basalt
				Tg	200		Weak cemented sandstone, pebble and shale
				Tm	300		Cavernous limestone, cilecs taped
	OLIGOCENE	Sub-mid		Tmgo	500		Cretaceous limestone, Cretaceous marl Cilecs Moduled
				Tmh	300		Dolomitic limestone
				Tmg	200		Conglomerate, sandstone, siltstone and Mudstone
	Eocene	Sub		KTg	800		Marl, shale, sandstone taped
CRETACEOUS	PALAEOCENE			Kk2	450		Flaky limestone
				Kk1	> 600		Dolomitic limestone
	TOP						

Abb. 1:
Geologisches
Säulenprofil

Die flach lagernden Birecikkalke, sie sind marine Seichtwasserkalke, gehören zu den jüngsten Schichtgliedern einer mächtigen Transgressionsserie, die das kristalline Grundgebirge der sich langsam hebenden, nordwärts bewegenden arabischen Platte diskordant überlagert (Abb. 2).



Compiled sketch of the global geodynamics around the Anatolian Block:
 B: Bekaa valley; Cr: Crete; Cy: Cyprus; EAF: East Anatolian Fault; ET: Eastern Taurus; H: Houle depression; J: Jordan valley; LB: Levant block; LSZ: Levant Shear Zone; NAF: North Anatolian Fault; DS: Dead Sea; 1: Taurus thrust front (Bitlis); 2: Karasu Fault; 3: Yammouneh Fault

Abb. 2:

Marker dieser Bewegungen konnten in Form von Plumose Strukturen und Hackle Plume beobachtet werden (Abb. 3 und 4), wobei der daraus ermittelte Spannungszustand von baugeologischer Bedeutung ist. Die der Sperrenstelle am nächsten gelegene, aktive Störung (Kurt Fault) befindet sich 34 km nördlich davon.

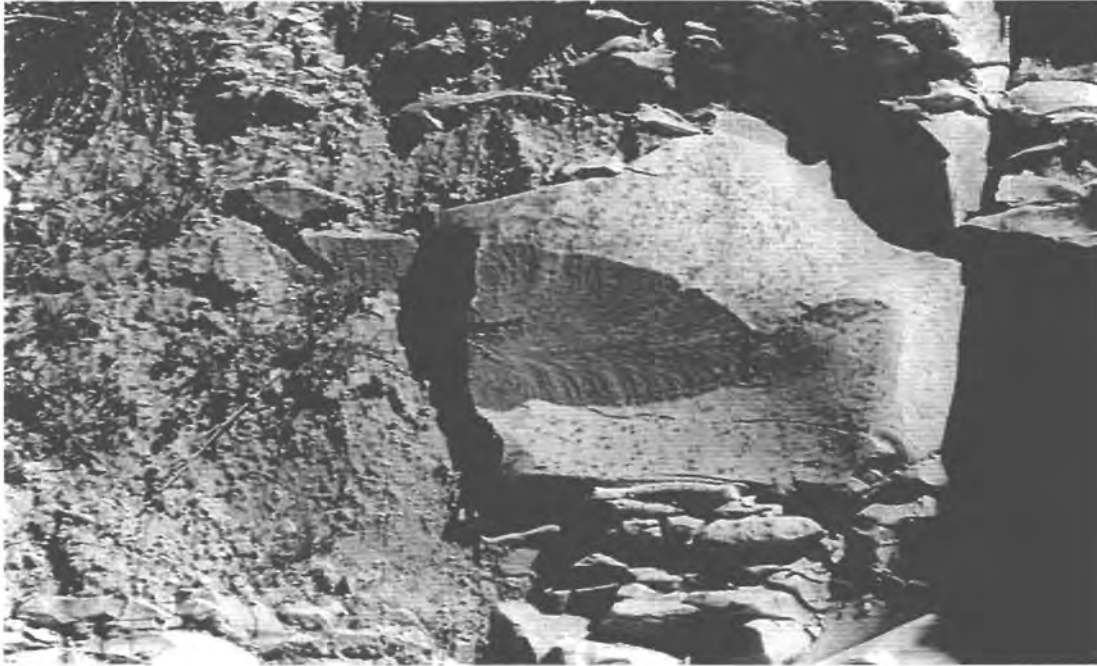


Abb. 3: Plumose Strukturen



Abb. 4: Hackle plumes

Im Laufe der jüngsten geologischen Entwicklung, vom Alttertiär bis in das Quartär, wurden diese Kalke von insgesamt ca. 800 m mächtigen Sedimentserien und Basaltdecken überlagert. Tektonische Vorgänge (bruchhafte und duktile), die bis ins Quartär andauern, haben in dieser tertiären Gesteinsabfolge flache Antiklinalen und Synklinalen ausgebildet, die durch steil stehende Kluftscharen und schmale Störungen zerlegt wurden. Die statistische Auswertung läßt ein Trennflächensystem erkennen, das aus mehr oder weniger horizontalen Bankungsfugen und vertikalen N-S, E-W sowie WNW-ESE streichenden Hauptkluftscharen gebildet wird. Als Störungen dominieren NW-SE streichende Blattverschiebungen mit dextralem Bewegungssinn. Sie versetzen geologisch ältere N-S streichende Abschiebungen. An einer Stelle konnte eine Benutzung einer älteren Abschiebungsstörung durch eine jüngere Blattverschiebung beobachtet werden.

Aus den analysierten aufgesammelten Daten konnte festgestellt werden, daß ein annähernd horizontaler, N-S orientierter Schwerpunktsvektor von Verkürzungsachsen und ein im rechten Winkel dazu E-W gerichteter Schwerpunktsvektor von Dehnungsachsen vorliegt.

Die jüngsten landschaftsgestaltenden Ereignisse sind der flächenhafte Abtrag durch Schichtfluten - *Zeugen sind kantengrundete Blöcke, die eingestreut in einem ausgereiften Kies eines Schwemmkegels an der linken Flanke auftreten (Abb. 5)* - und die quartäre Flußerosion, wodurch eine charakteristische Tafellandschaft mit Pedimenten, Sohlentälern und Flußterrassen entstanden ist.

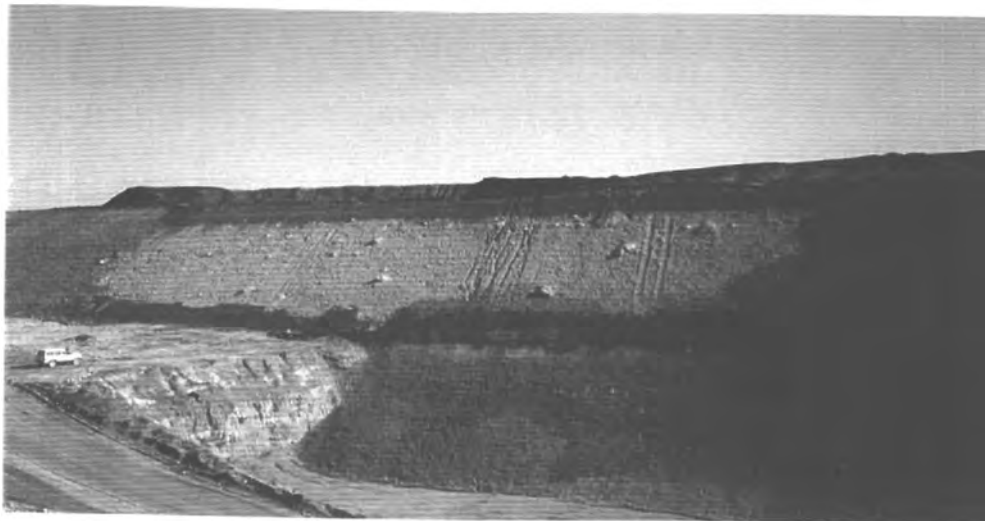


Abb. 5: Linke Flanke

Diese kurz skizzierten, geologisch-geotechnischen Erkenntnisse hatten und haben natürlich Auswirkungen auf die technische Gestaltung der Kraftwerksanlagenteile und zwar:

- Bemessung der möglichen Seismizität auf das Abschlußbauwerk (OBE und MCE)
- Verhalten des Hangschuttes im Erdbebenfall (Liquifaction risk)
- Standsicherheit der Betonbauwerke gegen Abschieben bei einem Reibungswinkel von $22,4^\circ$ in den konkordanten, tonverfüllten Bankungsfugen (Gewichtsdamm, Einlaufbauwerk, Krafthaus und Hochwasserüberfall)

- Ausbildung des Dichtschildes. Die N-S streichenden, wasserwegigen (mehr als 100 Lugeon) Kluftbündel und Störungen sind im Bereich der Betonbauwerke durch die NW-SE und WNW-ESE streichenden Blattverschiebungen bis mindestens ca. 50 m dextral versetzt (Abb. 6).
- Gestaltung des Felsaushubes und der Aufstandsflächen und dessen Sicherung.



Abb. 6: Störzone (Abschiebung)

Auf all diese und noch viele andere geologisch-geotechnische Gegebenheiten wurde und wird bei der Planung und Ausführung eingegangen. So wurde das Hangschuttmaterial an der Wasserseite zur Gänze, an der Luftseite bis zu einer rechnerisch ermittelten Höhe auch unter dem Stützkörper entfernt. Im luftseitigen Stützkörper wurden noch zusätzliche Drainagemaßnahmen ausgeführt.

Im Bereich des Einlaufbauwerkes und des Hochwasserüberfalles mußte aufgrund der ungünstigen Lage von tonverfüllten Bankungsfugen ein Mehraushub von ca. 60.000m³ durchgeführt werden.

Der Dichtschild wird aufgrund der strukturgeologischen Gegebenheiten mit schrägen Bohrungen ausgeführt. In Bereichen mit wasserwegigen Störungen wird er als zwei- oder dreireihiger Schild niedergebracht. Das Mischverhältnis der Zementsuspension wird ebenso wie der Injektionsdruck und der Bohrlochabstand nach den nunmehr erfolgten Injektionsversuchen und in Bezug auf die detaillierten geologisch-geotechnischen Aufnahmen bereichsweise festgelegt.

Projektbeschreibung

Das Sperrenbauwerk - eine Betonschergewichtsmauer mit links und rechts anschließenden Schüttdämmen mit Innenkerndichtung - ist 2.510 m lang.

Die max. Dammhöhe über der Aufstandsfläche beträgt 62,5 m.

Die Kronenhöhe liegt bei 389,5 m a.S.L.

Stauziel ist 385,0 m.a.S.L.

Die Hochwasserentlastungsanlage besteht aus 10 Segmentverschlüssen 12,5 x 14,7 m und 5 Tosbecken und ist auf ein Höchsthochwasser von 17.353 m³/s ausgelegt.

Die Grundablässe (4 Schütztafeln 2 x 4 m) sind in der Wehranlage integriert und leisten bei Absenkziel 640 m³/s.

Das Krafthaus ist mit 6 Francisturbinen mit vertikaler Achse bestückt mit einer Nennleistung von 6 x 112 = 672 MW.

Der Durchmesser der Triebwasserführung beträgt 8,4 m. Bei einer Bruttofallhöhe von 44,65 werden im Regeljahr 2.500 GWh erzeugt.

Die Mittelwasserführung beträgt 963 m³/s, die Ausbauwassermenge ist 6 x 316,67 = 1.900 m³/s.

Die Hauptmassen des KW Birecik stellen sich wie folgt dar:

Aushub Alluvium	~9,0 Mio. m ³	
Felsaushub	~1,1 Mio. m ³	
Unterwassereintiefung	~12,0 Mio. m ³	
Dammschüttung:		
Kern	1,3 Mio. m ³	
Stützkörper etc.	7,0 Mio. m ³	~8,3 Mio. m ³
Betonbauwerke	1,75 Mio. m ³ Beton	
	20.000 t Stahl	
	440.000 m ² Schalung	

Zur Bewältigung der o.a. Massen in der extrem kurzen, vorgegebenen Bauzeit wurden insgesamt Geräte mit 68.400 PS Dieselleistung

Erdbau	~30.000 PS
Betonbau	~11.000 PS
Allgemein	~28.000 PS

und 10.700 kw Stromleistung installiert.

Baustelleneinrichtung

Die gesamte Baustelleneinrichtung ist am rechten Ufer situiert.

Als Betonzuschlagstoff werden die anstehenden Flußalluvionen verwendet. Die Gewinnung des Naturkieses erfolgt sowohl mittels konventionellen Erdbaugeräten beim Aushub des Dammkörpers als auch durch Einsatz eines Saugbaggers für die Unterwassereintiefung.

Die Naßaufbereitung und fraktionsweise Trennung der Zuschlagstoffe erfolgt in einer eigens für dieses Projekt konzipierten, zweibahnigen Aufbereitungsanlage der Fa. Binder / Gleisdorf mit einer Aufgabelleistung von 950 t/h.

Die Trennung der Kiese erfolgt in die Fraktionen 4/12, 12/32 und 32/63. Zur Sand-Klassierung wird eine "Eagle-Anlage" eingesetzt, mit der der Sand 0/4 mit der gewünschten Sieblinie genau hergestellt werden kann.

Die Zuschläge werden in große Freideponien ausgetragen, wo sie unterirdisch abgezogen und mittels einer 2340 m langen Förderbandstraße zum Mischturm transportiert werden.

Der Mischturm besteht aus zwei Einzeltürmen mit je 180 m³/h Leistung die mit je zwei Stück BHS Doppelwellenzwangsmischer mit 3 m³ Inhalt ausgerüstet sind. Die gesamte Steuerung des Materialabzuges von der Freideponie, deren zielgerechte Zuteilung in die Zwischenbehälter im Turm als auch der gesamte Mischvorgang erfolgt vollautomatisch mit einer DORNER-Anlage.

In die vollautomatische Steuerung integriert sind eine Scherbeneisanlage mit einer Stundenleistung von 16 Tonnen als auch Zement- und Hochofenschlackesilos mit einer Lagerkapazität von insgesamt 6000 Tonnen.

In unmittelbarer Nähe ist das Laborgebäude situiert, in dem von der bauausführenden Arge sämtliche Untersuchungen im Rahmen eines eigens erstellten Project Quality Management Plans für die Beton- als auch für die Erdbauaktivitäten durchgeführt werden.

Die Baustelleneinrichtung wird ergänzt durch eine zweibahnige Bewehrungsbiegeanlage, eine Zimmerei, diverse Werkstatthallen, Magazine, Büros, Tanklager, ein Arbeiter-Camp für 2000 Mann, ein Staff-Camp mit 152 Wohneinheiten inklusive Wasseraufbereitung und Kläranlagen, einer Fertigungshalle für den Stahlwasserbau sowie einer Betonfertigteilanlage.

Weiters sind noch ca. 20.000 m² Freilagerflächen vorhanden.

Betonkonzept

Ausgehend von den Anforderungen der technischen Spezifikationen, die eine maximale Abbinde temperatur von 40°C festlegten, und dem Wunsch generell mit 4 m Blockhöhen zu arbeiten, ergibt sich folgendes Betonkonzept, das unter Beihilfe der Materialversuchsanstalt Strass und basierend auf den Erfahrungen aus den österreichischen Sperrenbaustellen erstellt wurde.

- Verwendung von Zement mit 30% Pozzolananteil, geliefert vom Zementwerk Adana
- Beigabe von Hochofenschlacke

Beide Maßnahmen ergeben eine adiabatische Temperaturerhöhung von ~23°C.

- Beigabe von bis zu 60 kg/m³ Scherbeneis, um vor allem im Hochsommer die Frischbetontemperatur um 15°C zu halten
- Kühlung des Mischwassers auf 4°C
- Besprühen der Freideponien mit 13°C Euphratwasser
- Beigabe von LPV-Mitteln

Durch die Anwendung der in Österreich im Sperrenbau üblichen 180 Tage Festigkeit als Qualitätskriterium konnte beim Massenbeton der Bindemittelgehalt auf 170 kg /m³ (bei 45 % Schlackeanteil) festgelegt werden.

Durch Temperaturmessungen in den ersten Massenbetonblöcken mit Dimensionen 25 x 25 x 4 m konnte sowohl mit herkömmlichen Thermometern als auch mit faseroptischen Messungen die Richtigkeit des Betonkonzeptes bestätigt werden (Abb. 7).

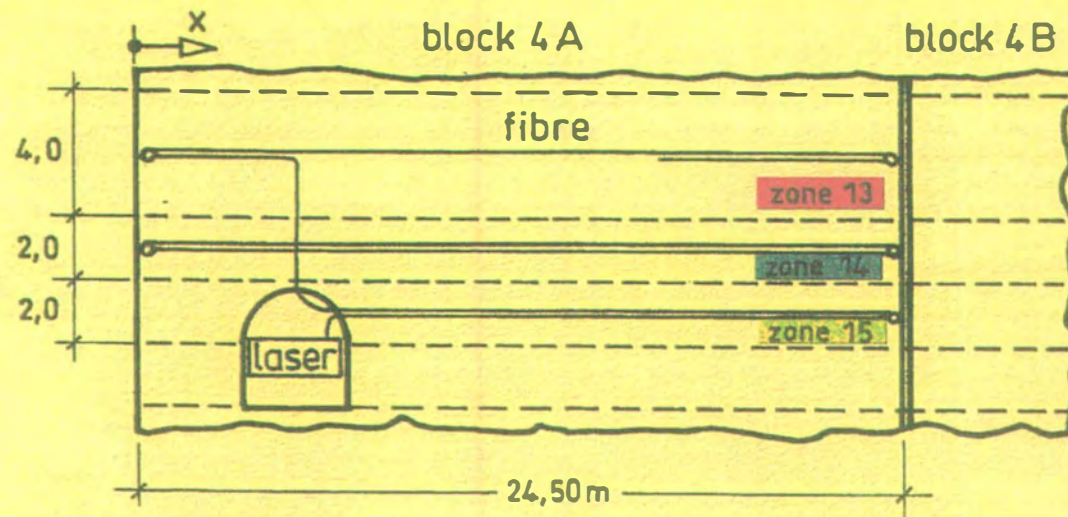
Der Einsatz der faseroptischen Messung bietet die Möglichkeit, nicht nur das Temperaturmaximum, sondern auch einen annähernd kontinuierlichen Temperaturverlauf über die gesamte Meßstrecke zu erhalten. Die Länge der Meßstrecke hat dabei keinerlei Einfluß auf die Durchführung der Messung.

Bauausführung

Die Bauausführung erfolgt in zwei Bauphasen.

In der Phase 1 verbleibt der Euphrat in seinem Bett. Gleich zu Baubeginn wurde am rechten Ufer im Trockenen mit dem Bau einer 265 m langen Baubrücke begonnen.

Parallel dazu erfolgte die Erstellung eines 2 km langen Fangedammes mit bis zu 18 m tiefen Schmalwanddichtungen. Die Durchführung der Schmalwandarbeiten wurde an die Arge Strabag / Universale Grundbau vergeben. Durch die Anwendung von Standards aus dem Deponiebau wurden für diese Arbeiten besonders strenge Maßstäbe angewandt, mit denen wir bei der Ausführung auch zu kämpfen hatten. Das erreichte Ziel, nämlich eine Restwassermenge von nur 200 l/sec in der ca. 2 km² großen Baugrube, hat den hohen Standard gerechtfertigt.



temperature distribution (DTS-data) _ 8.2.98 _ 4A

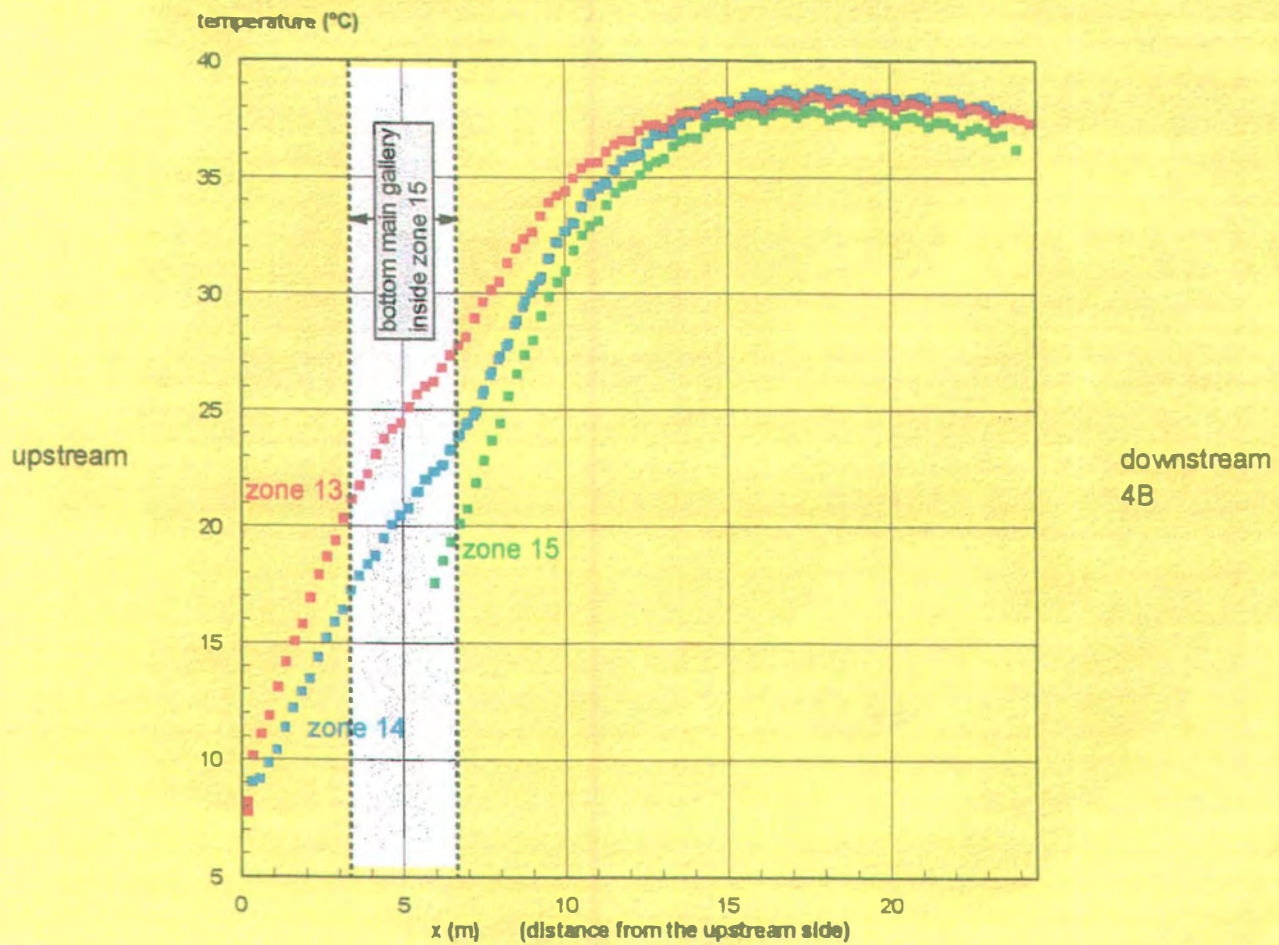


Abb. 7: Temperaturmessungen

Im gleichen Zeitraum erfolgten weiters der Bau von 35 km Zufahrtsstraßen zur Anbindung der Sperrenstelle an das öffentliche Straßennetz, die Erstellung der Baustelleneinrichtung und des Operator's Village am linken Ufer.

Vor Betonierbeginn waren für die Betonbauwerke noch ca. 1,8 Mio.m³ Alluviumabtrag und ca. 1 Mio. m³ Felsabtrag zu erstellen. Mit dem vorhandenen Gerätepark, bestehend aus 28 Großraummulden mit 35 bzw. 55 t Kapazität und entsprechenden Ladegeräten, konnten durch Lieferverzögerungen entstandene Rückstände nicht nur aufgeholt sondern der Zeitplan auch unterschritten werden.

Max. Leistung:

Alluvium	960.000 m ³ / Monat
Felsabtrag	290.000 m ³ / Monat

Danach werden sämtliche Betonbauwerke sowie der rechtsufrige Schüttdamm in Trockenbauweise errichtet. Im Unterwasser wird der Euphrat durch die fertiggestellte Baubrücke geleitet.

In Phase 2, nachdem der Fluß durch die Umleitungsöffnungen der Hochwasserentlastungsanlage umgeleitet ist, erfolgt die Errichtung des linksufrigen Schüttdammes im Schutze von 2 Fangedämmen sowie die Injektionsarbeiten für den Dichtschirm.

Besonders anzumerken ist, daß in Phase 1 in nur 24 Monaten 1,75 Mio. m³ Beton sowie 20.000 t Bewehrungsstahl einzubringen sind. Dies führt zu Spitzenleistungen über einen Zeitraum von sechs Monaten von 110.000 bis 115.000 m³ pro Monat.

Bemerkenswert ist, daß trotz des Gewichtsmauerkonzepts nur etwa die Hälfte der auszuführenden Betonmassen auf echten Massenbeton entfallen.

Ein Jahr nach Baubeginn waren sowohl die Baustelleneinrichtung als auch die Aushubarbeiten fertiggestellt, sodaß die Betonarbeiten früher als geplant beginnen konnten.

Der Betontransport erfolgt mit isolierten und abdeckbaren, 6 m³ fassenden Betonmuldenfahrzeugen zum Einbauort. Dort erfolgt die Übergabe in 7 m³ fassende ROTEC Auger Max.

Der Einbau des Betons erfolgt fast ausnahmslos mit vier Rotec Creter Cranes 200. Das sind mobile Betonförderbänder, auf 100 t Mobilkränen aufgebaut, die beliebig schwenkbar und bis zu 61 m teleskopierbar sind. Durch die hervorragende Beweglichkeit der Creter Kräne konnte auf Verteilerraupen größtenteils verzichtet werden. Dies ist vor allem in bewehrten Massenbetonblöcken ein großer Vorteil.

Aufgrund der Höhe des Betonbauwerkes war der maximale Steigungswinkel der Förderbänder von 30° nicht ausreichend, sodaß von uns ein entsprechendes Konzept zur Betoneinbringung mittels Verlängerung durch zusätzliche Förderbänder und Swinger erstellt wurde. Außerdem konnte durch das Vermeiden des maximalen Steigungswinkels der Förderbänder eine Minderung der Einbauleistung verhindert werden

Die Betonverdichtung der 50 cm hohen Lagen erfolgte mittels 7 t Rüttelbagger mit 4 Stück Flaschenrüttler \varnothing 150 mm.

Aufgrund der extremen Witterungsbedingungen wurde der Betonnachbehandlung besonderes Augenmerk geschenkt.

Derzeit werden je Arbeitstag ca. 3.200 m³ Beton eingebaut; die maximale Betoneinbauleistung lag bei 6.762 m³ pro Tag; die Einbauleistung je Creter Cranes konnte bei optimalen Aufstellungsbedingungen, d.h. maximale Steigung von 5° mit 150 m³/h erzielt werden.

Sämtliche Rüstungen und Schalungen, im besonderen die 4 m hohe Sperrenschalung wurde von DOKA-Armstetten geliefert. Zum Umheben der Schalungselemente sowie zum Einheben der Bewehrung, sämtlicher Einbauteile, der Triebwasserrohre und der Verankerungen der Radialverschlüsse sind insgesamt 6 Turmdrehkrane mit Tragmomenten bis zu 5000 kNm und Auslegerlängen von 65 m installiert.

Nach 12 Monaten Bauzeit ist mit über 900.000 m³ bereits mehr als die Hälfte der Betonkubatur eingebaut, wobei eine monatliche Spitzenleistung von 116.000 m³ erreicht wurde. Damit ist heute ein Bauzustand erreicht, bei dem auch die Montagen im Stahlwasserbau voll im Gange sind.

Zeitgleich mit dem Beginn der Betonarbeiten wurde auch der Aushub des rechten Schüttdammes und danach des linken Einschnittes durchgeführt. Zum heutigen Tag sind nahezu 80 % aller Aushubarbeiten, d.s. ca. 7,0 Mio m³ Alluvium fertiggestellt worden.

Vor ca. 1 Monat wurde mit der Dammschüttung des rechten Dammes termingerecht begonnen. [Datum des Vortrages: 22.4.1998; Anm.d.Red.]

Die durchgeführten Stabilitätsberechnungen bestätigten, daß sowohl im Ober- als auch im Unterwasser des Schüttdammes ein Teil des bestehenden Materials (Slopewash) an Ort und Stelle belassen werden und der Stützkörper des Dammes darauf gegründet werden kann.

Der Lehmkern und die benachbarten Filter werden auf Fels gegründet.

Geforderte Werte des Kernes:

Verdichtung > 98% kein Wert < 97%

Einbau auf der feuchten Seite von OMC (W_{opt})

$k_f \leq 10^{-9}$ m/s

Filter:

$k_f \geq 10^{-2}$ m/s

Zur Einhaltung der Bauzeit sind bei der Dammschüttung Monatsleistungen bis zu 550.000 m³, im Durchschnitt ~450.000 m³ notwendig.

Weiters seien noch die Arbeiten der Unterwassereintiefung kurz erwähnt. Zur Erhöhung der Fallhöhe für die Energiegewinnung wird der Unterlauf des Euphrat auf einer Länge von 12 km reguliert und eingetieft. Um die geplanten Abflußmengen zu gewährleisten, ist ein Aushub von mehr als 12 Mio. m³ notwendig. Dafür wird die Methode eines Aushubs mittels Saugbagger angewandt.

Dieser Saugbagger löst mit seinem Schneidkopf die anstehenden Flußschotter und fördert mittels einer Kreiselpumpe ein Feststoff-Wasser-Gemisch über eine Rohrleitung mit 600 mm Durchmesser in die vorbereiteten Spülfelder.

Infolge der für diese Arbeiten günstigen Sieblinie des Schotters können Gemische mit mehr als 25 % Feststoffanteil gefördert werden. Dadurch werden Stundenleistungen über 1.000 m³ Festschotter pro Stunde erreicht. Im Spülfeld wird das austretende Material mit 2 Schubraupen seitlich verteilt. Das mitgeführte Wasser rinnt durch Steinkästen, welche in die Spüldämme eingebaut wurden, in den Euphrat zurück.

Schlußbetrachtung:

Das Kraftwerk Birecik wird im Rahmen eines BOT-Modells in qualitativer Eigenverantwortung (d.h. eines Project Quality Management Plans) der beteiligten Firmen praktisch ohne herkömmliche Bauaufsicht erstellt.

Das Kraftwerk Birecik ist das erste sperrenartige Bauwerk, das mit 4 m hohen Betonierabschnitten hergestellt wird. Die maximale Größe der Massenbetonblöcke beträgt 25 x 25 x 4 m.

Sämtliche wasserseitigen Sperrbauwerke sind durch eine Längsfuge in einen luft- und wasserseitigen Teil unterteilt. Das erfordert gerade bei der Betonierung mit den Creter Kränen eine genau abgestimmte Betonierfolge, da im besonderen das Einlaufbauwerk und der Hochwasserüberlauf nur von der Wasserseite zugänglich sind.

All diese Aufgaben müssen neben den sonst üblichen Randbedingungen im Sperrerbau zusätzlich bewältigt werden. Es war von Anfang an klar, daß die Einhaltung der kurzen Bauzeit von 66 Monaten nur mit Hilfe einer entsprechenden Baustelleneinrichtung und durch eine straffe Baustellenorganisation zu erreichen ist. Dementsprechend wurden die Anlagen ausreichend dimensioniert.

Da bei der Durchführung der Arbeiten ausnahmslos türkische, größtenteils ungelernte Arbeitskräfte eingesetzt werden, kommt dem Einsatz von Polieren und Meistern aus Österreich und Deutschland für das Anlernen und Überwachen der Arbeiten größte Bedeutung zu. Glücklicherweise stehen uns hervorragende, erfahrene Fachleute zur Verfügung. Unsere Erwartungen wurden bisher nicht nur erfüllt, sondern sogar übertroffen, sodaß bereits eine frühere Inbetriebnahme angestrebt wird.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Errichtung des Kraftwerks Birecik sowohl aus planerischer als auch aus bautechnischer Sicht ein äußerst anspruchsvolles Bauvorhaben ist, das nur durch entsprechende Vorausplanung und enge Zusammenarbeit der beteiligten Firmen im besonderen in der Planungsphase in qualitativer und terminlicher Hinsicht zum Erfolg geführt werden kann.