

KRAFTWERK REMSACH

BAD GASTEIN

RÜCKBLICK

Auftraggeber: Salzburger AG für Energiewirtschaft

Bauzeit: November 1993 - Juni 1996

Projektart: Kraftwerk

Ausführung: in Arbeitsgemeinschaft
Technische Geschäftsführung
Örtliche Bauleitung



Nachdem die Turbinen des Kraftwerkes Remsach längst in Betrieb gegangen sind und elektrische Energie ans Netz liefern, ist ein Rückblick auf die erbrachten Bauleistungen längst überfällig. Insbesondere soll der vollmechanische Vortrieb anhand einiger Daten analysiert werden.

Vorweg ist zu sagen, daß die Bauleistung in technischer Hinsicht ansprechend und vorzeigbar war; der finanzielle Erfolg trotz großer Anstrengung jedoch sehr zu wünschen übrig ließ.

Was war geschehen:

Im Zuge der Errichtung des Kraftwerkprojektes Remsach waren folgende wesentliche Bauwerke auszuführen:

- eine 4.200 m³ große unterirdische Kaverne (Schwammkammer) im Bereich des bestehenden und in Betrieb befindlichen Kraftwerkes Böckstein
- 4.978 m Druckstollen mit einem Ausbruchsdurchmesser von 3,20 m
- 2.888 m Beileitungsstollen mit einem Ausbruchsdurchmesser von 3,20 m
- ein 85 m hoher Wasserschloß- und Entlüftungsschacht mit einem ϕ von 9,30 m/2,13 m
- ein 203 m tiefer Lotschacht als Kraftabstieg mit einem Ausbruchsdurchmesser von 2,13 m
- 160 m Zugangsstollen mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 15 m²
- 752 m unterer Horizontalstollen mit einem Ausbruchsquerschnitt von ca. 10 m²
- 50 m Rohrstollen, sowie schließlich
- das Krafthaus samt aufwendiger Umschließung mittels Schlitz- und Schmalwänden



Sämtliche Arbeiten wurden technisch einwandfrei ausgeführt und alle vom Auftraggeber vorgegebenen Termine eingehalten, dies trotz erheblicher Schwierigkeiten bei der Grundwasserabsenkung im Krafthausbereich.

Wesentliche Kernstücke der Kraftwerksanlage waren der Druckstollen Böckstein sowie der Beileitungsstollen Angerbach und wurde dem auch in der Angebotsphase und später bei der Ausführung entsprechend Rechnung getragen.

Die vom Auftraggeber übermittelten Unterlagen für die Erarbeitung des Angebotes enthielten unter anderem eine umfangreiche und sorgfältig erarbeitete Prognose über die zu erwartenden geologischen und geotechnischen Verhältnisse.

Daraus war zu entnehmen, daß der Druckstollen Böckstein auf die ganze Länge im granitoiden Zentralgneis lag, der kompakt anstand und im wesentlichen standfest war.

Für den Beileitungsstollen Angerbach mußte angenommen werden, daß aufgrund des großräumigen tektonischen Baues nur das erste Drittel im ungestörten Zentralgneis des Tauernfensters zu liegen kam, während in der Folge Störungszonen sowie der Übergang zum Hülschiefer prognostiziert wurden. Dies kam auch im Leistungsverzeichnis des Auftraggebers zum Ausdruck, wonach auf langen Strecken mit umfangreichen Sicherungsmaßnahmen zu rechnen war.

Die Ausbruchsarbeiten sollten mittels Vollschnittmaschine durchgeführt werden.

Da bereits während der Bearbeitung des Angebotes erkennbar wurde, daß die eigentlich im Auftragsfall vorgesehene Bohrausrüstung aufgrund einer Verzögerung auf einer Auslandsbaustelle nicht verfügbar war, mußte Vorsorge getroffen werden, daß eine geeignete andere Bohrausrüstung im Bedarfsfall bereitstand.

Die Firma G. Hinteregger & Söhne Baugesellschaft m.b.H. Salzburg entschloß sich, diese gegebenenfalls neu anzuschaffen.

Um Zeit zu sparen, wurde mit den in Frage kommenden Herstellern bereits vor Angebotsabgabe und bis zur tatsächlich stattgefundenen Auftragserteilung für den Ernstfall der genaue Lieferumfang bis in die kleinsten Details abgehandelt und die komplette Ausrüstung für das Projekt Remsach maßgeschneidert. Insbesondere wurde einer optimal möglichen Anpassung an die zu erwartenden schwierigen Gebirgsverhältnisse mit hohem Stützmittelausbau im Beileitungsstollen Angerbach Rechnung getragen, auch wenn dies zu erheblichen Mehrkosten in der Anschaffung führte.



Dies bedeutete für die
TUNNELBOHRMASCHINE

Verlängerung des Führerstandes auf den ersten Nachlaufschlitten und Steuerung des Gerätes über Videokameras, Monitor und PC; dies um für den TBM-Fahrer auch dann optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen, wenn Ringausbau und Spritzbetonarbeiten im unmittelbaren Maschinenbereich notwendig wären.

Konsequent wurde diese Anpassung auch weiterverfolgt beim

NACHLAUF

Verlängerung des Übergabebandes, damit gegebenenfalls bei Erfordernis ein bereits entwickeltes Sohlenreinigungsgerät eingebaut werden könnte.

Verlängerung des Nachlaufschlittens I zur Durchführung von Spritzbetonsicherungsarbeiten unter möglichst geringer Beeinträchtigung der Vortriebsleistung.

Besonders gedrungene Bauart des kompletten Nachlaufes, sodaß auf den vollen Umfang der Ausbruchslaubung Stützmittel bis zu 20 cm Stärke aufgebracht werden können, ohne daß beim Durchziehen des Nachlaufes durch diese Strecken der verbleibende Lichtraum zu eng wäre.

Ausführung der Kufen bei sämtlichen Nachlaufschlitten auf die volle Länge aus Rohren, sodaß ein Auffahren der Schlitten auf die Ausbaubögen bei Vollringausbau leichter möglich wäre.

Einbau eines Rückfuhrbandes für die Sohlenreinigung.

Einbau einer Spritzbetonstation samt Hilfsschiebebühne für das seitliche Einfahren des Spritzbeton-Transportwagens.

Einbau einer Kompressorstation.

All diese Maßnahmen bedingten eine entsprechende Verlängerung des kompletten Nachlaufes einschließlich des Beladebandes.

Zusätzlich wurde eine Sekundärbewitterung eingebaut, welche Frischluft von der Hauptlutte bis vor zum Arbeitsraum der Mannschaften führt, um auch im Falle umfangreicher Spritzbetonarbeiten entsprechende Arbeitsbedingungen zu schaffen.

Weiters war für all diese Zusatzeinrichtungen ein erhöhter Installationsbedarf für die elektrische Versorgung sowie für diverse Leitungen erforderlich.

Die aus Vorsorge für die erwarteten Schwierigkeiten in den zu durchörternden Gebirgsformationen des Beileitungsstollens Angerbach installierten Zusatzausrüstungen zur möglichst klaglosen Durchfahrung der

Störzone, haben Mehrkosten gegenüber einer einfachen Ausführung der Bohrausrüstung in erheblichem Ausmaß verursacht.

Dazu kamen noch zusätzliche Kosten für Antransport und Montage des erhöhten Lieferumfanges.

All dies mußte nach tatsächlicher Auftragserteilung vom Projekt kurzfristig in die Tat umgesetzt werden, sodaß schließlich die Fertigstellung der kompletten Anlage innerhalb der zur Verfügung stehenden Zeit von nur sechs Monaten möglich wurde.

Daß dies gelang, war nur einer entsprechenden Kooperation und straffen Herstellungs- und Montagevorgabe zu danken und nur durch Heranziehung entsprechend kompetenter und technisch versierter Hersteller möglich.

Nach Beendigung der Ausbrucharbeiten, sowohl des Druckstollens Bockstein als auch des Beileitungsstollens Angerbach, stellte sich jedoch heraus, daß das Gebirgsverhalten für beide Stollen während des Ausbruches aus maschinentechnischer Sicht nahezu gleich war. Das heißt, die gemäß Prognose vorliegenden Störzonen mit geringer Gesteinsfestigkeit, häufig wechselnden Gebirgsarten mit teilweise hohem Zerlegungsgrad und generell starke Tektonisierung wurden nicht angetroffen und das Eintauchen in den Hüllschiefer im allerletzten Abschnitt des Angerbach-Beileitungsstollens brachte keine signifikante Veränderung des Bohrbetriebes gegenüber dem ansonst vorwiegend angetroffenen Granitgneis.

Dies wird auch aus der in der Folge angeführten Aufstellung und der während der Vortriebsarbeiten gewonnenen Parameter deutlich ersichtlich.

Gebirgsgüteklassenverteilung gemäß Ausschreibung, verglichen mit dem tatsächlich angetroffenen Gebirge:

Prognose			tatsächliche Verteilung	
Druckstollen Bockstein				
F1 + F2	2.756 m	55,0 %	4.978 m	100 %
F3 + F4	1.754 m	35,0 %	-	-
F5	250 m	5,0 %	-	-
F6	250 m	5,0 %	-	-
		100,0 %		100,0 %
Beileitung Angerbach				
F1 + F2	934 m	36,7 %	2.832 m	98,1 %
F3 + F4	1.304 m	51,3 %	56 m	1,9 %
F5	152 m	6,0 %	-	-
F6	152 m	6,0 %	-	-
		100,0 %		100,0 %

Die wesentlichen technischen Daten der zum Einsatz gebrachten Tunnelbohrmaschine waren:

Bohrdurchmesser	m	3,20
Antriebsleistung am Bohrkopf	KW	1.260
Antriebsleistung Hydraulik	KW	75
Bohrkopfdrehzahl	upm	13
maximale Anpreßkraft	KN	6.970
Drehmoment am Bohrkopf	KNm	8.650
maximaler Druck der Verpreßhydraulik	bar	300
empfohlener Druck	bar	275
Anzahl der Meißelrollen	Stk	26
maximal zulässige Anpreßkraft / Meißelrolle	KN	277
empfohlene mittlere Anpreßkraft / Meißelrolle	KN	231
Hublänge	m	1,55
Stromversorgung	KVA	1.800
Spannung	V	10.000/660

Die größten Vortriebsleistungen im Zweischichtbetrieb während eines Arbeitstages betragen im

Druckstollen Bockstein	72,1 m
Beileitungstollen Angerbach	70,0 m

Es herrschten für beide Stollen, vom rein maschinen-technischen Standpunkt, ähnliche Betriebsbedingungen vor.

Über die Granit- und Migmatitgneise des Druckstollens Bockstein liegen einige wenige Festigkeitswerte über die einachsige Druckfestigkeit des Gebirges vor. Sie wurden im Labor aus Bohrkernen $I/d = 220/103$ mm ermittelt. Die Werte liegen zwischen $82 - 170 \text{ MN/m}^2$. Die mittlere einachsiale Druckfestigkeit kann daher mit etwa $130 - 150 \text{ MN/m}^2$ geschätzt werden. Leider liegen keine Werte über die Zugfestigkeit bzw. Zähigkeit des Gebirges vor. Diese scheint jedoch im Verhältnis der Druckfestigkeit erheblich gewesen zu sein.

Der für die Anpreßhydraulik empfohlene Druck wurde im Mittel nur bis zu 82 % ausgenutzt. Was lag also näher als durch Erhöhung des Andruckes noch bessere Penetrationswerte zu erzielen?

Diese Möglichkeit wurde auch versucht, doch stellte sich bei der Erhöhung des Hydraulikdruckes um ca. 25 bar sofort heraus, daß es nach kurzer Zeit zum Versagen des gesamten Zentrummeißel-Blockes kam.

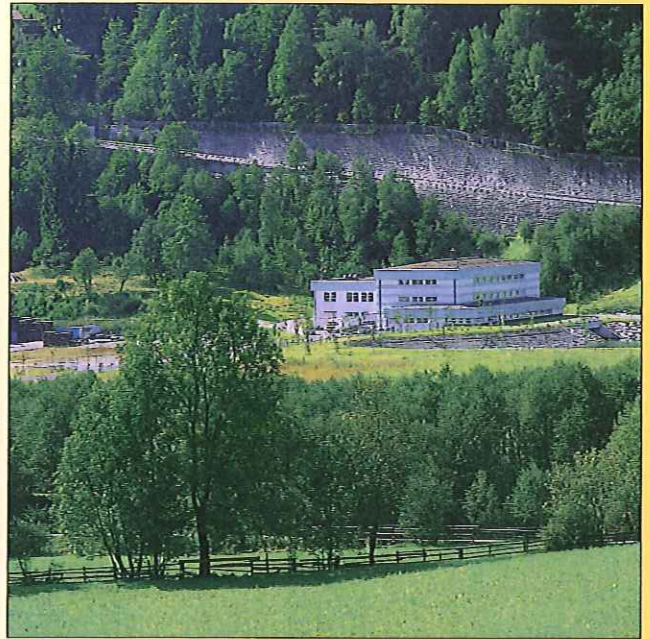


Es kann angenommen werden, daß infolge hoher Zähigkeit des Gebirges mehrere Überrollungen notwendig waren, bis der Bruch eintrat. Dabei kam es insbesondere bei den unter äußerst ungünstigen geometrischen Schneidbedingungen arbeitenden vier Zentrummeißelrollen infolge zu geringer Wärmeab-leitung zur Überhitzung des Schmieröles in den Meißelrollen, Versagen der Schleifringdichtungen, Blockieren der Lager, was schlußendlich zum Stehenbleiben der Rollen und Durchschleifen der Schneidringe, Meißelkörper und sonstiger Meißelteile führte, die dabei infolge der hohen Hitzeentwicklung direkt verschweiß wurden.

Um derart kostspielige und die tägliche Vortriebsleistung erheblich mindernde Ereignisse möglichst zu vermeiden, wurde letztlich der Hydraulikdruck und damit die Anpreßkraft auf die Meißelrollen wieder zurückgenommen.

Für den Beileitungstollen Angerbach liegt nur ein Wert über die einachsige Druckfestigkeit vor, der jedoch nicht aussagekräftig ist.

Nach Ausmerzen anfänglicher Kinderkrankheiten bei der



TBM haben sich die Stillstände derselben beim Auffahren des Beileitungstollens Angerbach verringert. Auffällig ist auch, daß die Stillstandszeiten infolge von Sicherungsarbeiten und Wassereinbrüchen in dem lt. Prognose geologisch günstigeren Druckstollen Bockstein ca. 2,5 mal so hoch wie im wesentlich schlechter beschriebenen Beileitungstollen Angerbach waren. In Summe waren Sie jedoch für beide Stollen äußerst gering.

Sonstige Stillstandszeiten beim Vortrieb des Beileitungstollens Angerbach resultierten im wesentlichen aus einer auf den letzten etwa 220 m Stollen zu fahrenden Besonderheit der Stollen-trasse. Es mußte hier aus hydraulischen Gründen für den späteren Betrieb die normale Stollenneigung von 2,5 Promille durch Fahren eines vertikalen Bogens nach oben die Stollenneigung auf 13,9 % gebracht werden, um nach einer Strecke von etwa 90 m wieder durch Fahren eines vertikalen Bogens nach unten auf 3,3 % gebracht zu werden. Daß dies für eine Nachlaufausrüstung, welche für maximal 1,5 % Neigung ausgelegt ist, zusätzlicher Maßnahmen bedarf und daher zu größeren Stillständen führt, ist einleuchtend. Dies gilt natürlich auch für das gleisgebundene Transportgerät, welches bei derartigen Steigungen überfordert ist und daher die Transportleistung erheblich absinken läßt. Letztlich konnte auch diese Situation - wohl mit reduzierter Vortriebsleistung - ohne größere Schwierigkeiten gemeistert werden.

