

## 6 Geohydraulische Teste

Die Begründung zur Bedeutung und Notwendigkeit der geohydraulischen Teste ist im KTB-Report 87-3 ausführlich beschrieben. Das hieraus resultierende Testprogramm für die Bohrung KTB-Oberpfalz VB kann der Tab. 6.1 entnommen werden. Neun Drill Stem Teste (DST) sind bis zur Teufe von 3 000 m vorgesehen. Daraus wurde für die ersten 478,5 m ein DST abgeleitet und eingeplant.

Der DST ist nach Möglichkeit in einem Teufenbereich anzusetzen, der mit einiger Sicherheit Porenfluide erwarten läßt. Für die Auswahl von Zuflußzonen standen zum Zeitpunkt der Festlegung dieser Zonen am 31.10.1987 die ersten Bohrlochmeßergebnisse der Arbeitsgruppe Bohrlochgeophysik sowie die ersten Untersuchungsergebnisse von Bohrkernen des Feldlabors zur Verfügung.

Aus Zeitgründen konnte nur eine qualitative ad hoc-Auswertung der Bohrlochmeßergebnisse vorgenommen werden, wobei folgende Log-Aufzeichnungen mit den nachstehenden Begründungen herangezogen wurden:

- **Temperaturlog (TEMP)**. Unmittelbar nach Einstellung der Spülungszirkulation ist das Temperaturfeld am stärksten gestört. Es folgt die Reequilibrierungsphase, in der sich die Störungen zurückbilden. Permeable Zonen, Störungszonen etc., die während des Bohrvorganges Spülungsflüssigkeit und damit in verstärktem Maße Wärme (Kälte) aufgenommen haben, bilden sich langsamer zurück. Dies wird durch die Abb. 5.3 bestätigt; vergl. hierzu auch Abb. 7.19 im KTB-Report 87-3.
- **Induzierte Polarisation (IP)**. Entsprechend den F- und E-Vorhaben DFG 15 (KTB-Report 87-3) läßt die Methode der Indu-

Tabelle 6.1: Geohydraulisches Test-Programm

Anzahl Messungen	Detail-Ziel	Testdauer Testinterv.	Parameter	Ausführung	Auswertung	
<b>Phase 1: Während des Abtaufens der Bohrung</b>						
9	Drill Stem Tests, DST	repräs. Fluidge- winnung,	je < 24 h	Chemismus, Isotopen	Firma, KTB	x)
		erste Inform. zur Gehydraulik Druckspiegelhöhen	5 - 10 m	p, k, s	Firma	Firma, ITE (Pusch)
5	Repeat Format. Tests, RFT	Erprobung einer repräs. Anwend., Fluidentnahme, erste Inform. zur Gehydraulik	je < 1 h		Firma	
				Chemismus, Isotopen (k)	Firma	x) Firma, ITE (Pusch)
	Fluidsampling nach Bedarf	Fluidgewinnung		Chemismus, Isotopen	KTB	x)
<b>Phase 2: Nach Fertigstellung der Bohrung</b>						
<b>A - Thermische Flowmetermessungen, TF</b>						
4 - 6	Intervall-Teste über größere Bohrloch-Abschnitte mittels TF (Auffüllteste)	Aufsuchen von per- meablen Zonen, Klassif. nach Fluid- aufnahme-fähigkeit Orient.-Hilfe für Einzelmessungen	3 - 4 d (?) 50 - 500 m	T, ΔT,	Firma KTB	NLFB (Schulz)
<b>B - Druck-Teste</b>						
20	Kurzzeit-Gestänge- teste in Kluffzonen	Klufftransporteigen- schaften, Kluff- speichereigenschaften, sofern möglich, Fluidgewinnung	je < 8 h > 3 m	k, p, s P, S Chem., Isotopen	Firma	Firma ITE (Pusch) *)
3 - 5	Langzeit-Gestänge- teste in Kluffzonen (Injektionsteste) sofern möglich druckabhängig	Erfassung von Kluff- systemen, Transp. + Speicher-Eigensch., Kluffgeometrie	je 4 d 3 - 30 (100) m	k, T <sub>b</sub> , p, s P, S k = f(p), w, l	BGR (Jung) (Firma)	BGR (Jung)
10	Matrix-Teste in mögl. klufffreiem Gebirge (Injek- tionsteste)	Matrixpermeabilität Transp. + Speicher- Eigensch.	je ca. 24 h > 1 m	k, p, s P, S	Firma	Firma ITE (Pusch) TM (Zimmermann)
	Fluidsampling nach Bedarf	Änderungen im Chemismus Hinweise auf Fluid- bewegungen		Chemismus	KTB	x)

x) = Fluidabnehmer

zierten Polarisation an der Grenze von impermeablen Gesteinen (z. B. Kristallin) zu gering permeablen Gesteinen (z. B. Zuflußzonen) eine Ladungsverschiebung und damit ein Meßsignal erwarten. Diese Annahme wurde durch die Meßergebnisse bestätigt.

- **Spontaneous Potential (SP)**. Das SP liefert in der Kohlenwasserstoff-Exploration ausgezeichnete Hinweise beim Übergang von tonigen Ablagerungen (impermeabel) zum Reservoir (permeabel). Die verallgemeinernde Annahme, "Übergang: impermeabel/permeabel" ließ somit auch im Bereich der Zuflußzonen der KTB-Oberpfalz VB entsprechende Meßsignale erwarten. Dies wurde ebenfalls durch die Meßergebnisse bestätigt.
- **Dual Laterolog (DLL), Dual Induction Log (DIL)**. Es ist bekannt, daß eine wassergefüllte permeable Zone i. a. niedrigere elektrische Widerstände aufweist als ein impermeables Gestein. Sofern die in die permeable Zone eindringende Spülungsflüssigkeit einen anderen Widerstand als die originäre Porenflüssigkeit aufweist, zeigen das LL-deep (LLD) und das LL-shallow (LLS) außerdem unterschiedliche Widerstände an. Der niedrigere Gesamtwiderstand zeigte sich bei allen Zonen, die bereits mittels TEMP, IP und SP lokalisiert wurden. Die zusätzlichen Informationen von unterschiedlichen Widerständen innerhalb einer permeablen Zone (Invasionszone) konnten im Bereich von 230,0 - 255,0 m deutlich nachgewiesen werden.
- **Akustischer Borehole Televiewer (BHTV)**. Der BHTV zeigt u.a. die Klüftigkeit des Gebirges an, wobei jedoch nicht zwischen offenen und geschlossenen Klüften unterschieden werden kann. In allen lokalisierten Zonen konnte Klüftigkeit nachgewiesen werden. Die Zone von 230,0 - 255,0 m ist stark ausgebrochen und brachte daher keine verwertbare Aussage durch BHTV.

Die ermittelten testwürdigen Zonen wurden gemeinsam mit Vertretern des Feldlabors diskutiert. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse lieferte folgende Zonen, wobei die Priorität mit 1., 2. bzw. 3. angegeben worden ist:

Bohrlochgeophysik (m)	Geologie (m)	Feldlabor	Geochemie (m)
40 - 60	40 - 50		38 - 43 ( 110)
190 - 210			
230 - 255 (1.)	228 - 237	(3.)	
(270 - 310)			
348 - 351			
362 - 365 (2.)	352 - 364		
381 - 385 (3.)	381 - 382 (387)	(1.)	
	(396 - 397)		
(444 - 447)	493 - (478)	(2.)	

Die Zone in 40 - 60 m Tiefe wurde von allen Beteiligten als die für eine Fluidgewinnung am besten geeignete angesehen. Wegen der geringen Tiefe, der großen Auskesselung und der Gefahr, lediglich Oberflächenwasser zu gewinnen, blieb diese Zone bei den weiteren Betrachtungen unberücksichtigt.

Die technischen Vorbereitungen für die Tests erfolgten in enger Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen Bohrlochgeophysik und Bohrtechnik der Projektleitung sowie der Beraterfirma PREUSSAG AG und der Firma Baker Production Technology/Lynes. Die Baker Production Technology erhielt den Auftrag zur Durchführung des DST. Der Test erfolgte in der Zeit vom 05. - 07.11.1987 mit der in Abb. 6.1 dargestellten Test-Garnitur.

Zunächst wurde die Zone zwischen 220,0 bis 257,0 m getestet (DST 1). Das Hauptziel, Porenflüssigkeit zu gewinnen, konnte aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht erreicht werden.

# INFLATABLE DRILL STEM TEST (DST) ASSEMBLY FOR KTB



O D	I D	
IN	IN.	
6.125	2.875	5' DP W/ 4 1/2" IF
6.125	2.375	REVERSE CIRCULATING SHP PUMP OUT W/ 4 1/2" IF
4.750	2.375	X-OVER 4 1/2" IF X 3 1/2" FH X-OVER 3 1/2" FH X 3 1/2" IF
5.00	2.00	DRILL PIPE SAFETY VALVE
4.750	2.250	X-OVER 3 1/2" IF X 3 1/2" FH
6.000	2.750	X-OVER 3 1/2" FH X 4" IF
6.250	2.8125	DRILL COLLAR 3 STUECK
6.00	2.375	X-OVER 4" IF X 3-1/2" FH
5.00	2.250	SAMPLER CHAMBER HOUSING (INLET)
5.00	NO I.D.	HYDRAULIC SHUT-IN VALVE
5.00	NO I.D.	POSITIVE CONTROL SAMPLER
4.75	2.00	HYDRAULIC JAR
4.75	2.50	SAFETY JOINT
4.37	1.00	DOWNHOLE INFLATION PUMP
5.00	1.00	
5.11	1.00	
5.00	1.00	
5.00	1.00	
5.00	1.00	MODEL "B" SCREEN
5.625	1.00	
9.50	1.00	TOP PACKER SECTION
5.625	1.00	PORTED COMBINATION SUB WITH TEST PORTS
5.50		
5.00	1.25	OUTSIDE RECORDER CARRIER
5.00	2.25	D. P. SPACING
6.125	2.375	X-OVER 3 1/2" FH X 4" IF
6.250	2.8125	DC 6 1/4"
6.250	2.8125	DC 6 1/4"
6.125	2.375	X-OVER 4" IF X 3 1/2" FH
5.00	1.00	
9.500	1.00	BOTTOM PACKER SECTION
4.625	1.00	
		PERFORATED SPACER
5.00	2.50	DRAG SPRING DEVICE



Das Fluid-Einlaß-Ventil wurde sofort nach dem Öffnen verstopft, wodurch die Formation einem kurzzeitigen Druckpuls ausgesetzt wurde; vergl. hierzu die Druckaufbaukurve in Abb. 6.2. Danach erfolgte eine Druckaufbauphase. Da es sich hier um eine kurze versuchte Fluidentnahme handelte, ist es möglich, diesen Testverlauf als Puls-Withdrawal-Test zu betrachten und entsprechend zu analysieren. Die Ergebnisse sind in Tab. 6.2 dargestellt.

Ein weiterer Test wurde für den Teufenbereich 347,8 - 365,0 m angesetzt (DST 2). Er blieb erfolglos. Als Ursache der technischen Schwierigkeiten stellte sich später sowohl für DST 1 als auch für DST 2 die verwendete und bisher nirgendwo erprobte Spülflüssigkeit heraus. Im Ruhezustand ist die Spülung dick wie ein Gel und trägt Cuttings jeder Größe. Erst bei Bewegung der Spülung verhält sich diese wie Wasser. In dem abgepackerten Bereich befand sich in den Auskesselungen Gel mit Cuttings, die bei Druckentlastung der DST-Garnitur die Siebe innerhalb der DST-Garnitur verstopften.

Zur Verfügung stehen ein technischer Ablaufbericht für DST 1 und DST 2; ein Bericht, in dem die Ursachen der technischen Schwierigkeiten erläutert werden. Außerdem steht ein Bericht zur Auswertung von DST 1 zur Verfügung.



# KTB VOHRBOHRUNG DRILLSTEM TEST NR. 1

PERFORMED BY: LYNES CELLE

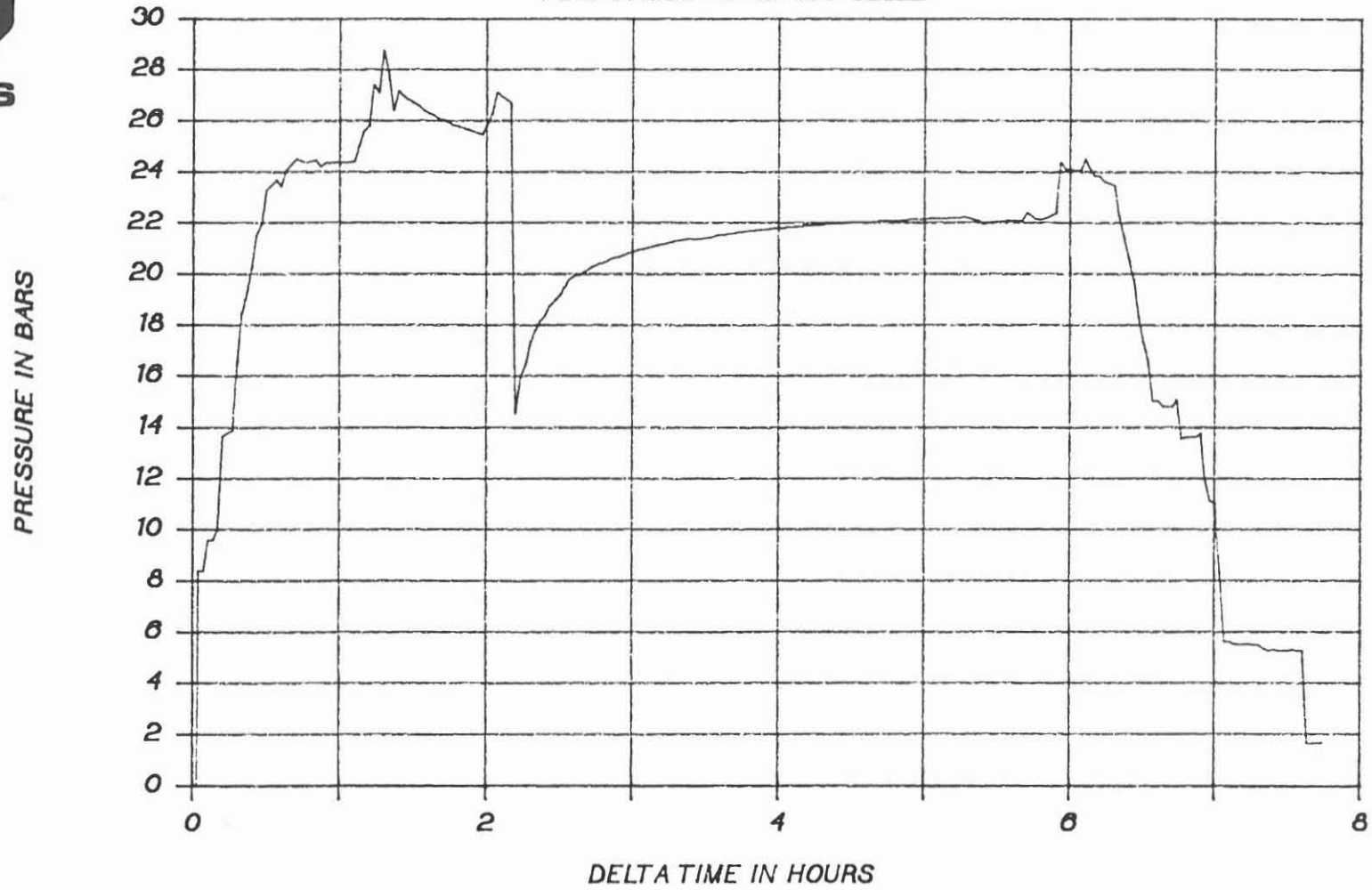


Tabelle 6.2: Auswertergebnisse des Drill Stem Testes DST 1

Permeabilität $k$	$4,5 \cdot 10^{-17} \text{ m}^2$
Abgepackerte Mächtigkeit $h$	37,19 m
Transmissibilität $T_b = kh$	$1,7 \cdot 10^{-15} \text{ m}^3$
Hydraulische Leitfähigkeit, $k_f$ -Faktor $k_f = k \rho g / \mu$	$5,0 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$
Transmissivität $T_v = k_f \cdot h$	$1,9 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
Skin Faktor $s$	-0,5
Dimensionslose Wellbore Storage CD	12,5
Storativität SE	$6,6 \cdot 10^{-6}$
Statischer Formationsdruck $P_i$	22,52 bar