

Westfälische Berggewerkschaftskasse  
Abteilung Geophysik

Herner Straße 45  
4630 Bochum 1

## Das WBK Kontrollsystem zur Erfassung und zur Übertragung von Bohrlochmeßdaten

K. Siever



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zielsetzung.....	509
2. Das entstandene System.....	509
2.1 Besondere Anforderungen.....	509
2.2 Systembeschreibung.....	510
2.3 Sondensteuerung und Datenübergabe.....	513
2.4 Kabeltreiber und Empfänger.....	517



## 1. ZIELSETZUNG

Im Rahmen der verschiedensten Bohrlochmeßgeräteentwicklungen galt es ein Datenübertragungssystem zu schaffen, das möglichst vielen Anwendungen gerecht wird. Das bedeutet, eine Integration in beliebige Meßsysteme sollte ohne erheblichen Aufwand möglich sein. Das Schwergewicht der Entwicklung lag natürlich auf der Sondenseite, da die Konzipierung von übertägigen Rechnerinterfaces keine besondere Problematik darstellt.

## 2. DAS ENTSTANDENE SYSTEM

### 2.1 BESONDERE ANFORDERUNGEN

Die an das System gestellten Anforderungen ergeben sich zum einen aus den Forderungen der möglichen Anwender und zum anderen aus den physikalischen Gegebenheiten eines Bohrloches. Hierzu gehören hauptsächlich Temperatur, Druck und Kaliber. Die Anwenderforderungen beschränken sich auf Datendurchsatz und Programmierbarkeit in einer gängigen Programmiersprache. Eine weitere Forderung der Anwender ist eine leichte Integration des Datenübertragungssystems in bestehende bzw. in noch zu entwickelnde Sonden.

## 2.2 SYSTEMBESCHREIBUNG

Das Datenübertragungssystem gliedert sich in folgende Segmente:

Sondenprozessor

Sende- und Empfangseinrichtung sondenseitig (Kabeltreiber)

Sende- und Empfangseinrichtung übertägig (Kabeltreiber)

Rechnerinterface

Unterstützt wird das System von verschiedenen Softwaremodulen, die eine einfache Handhabung sonden- und rechnerseitig ermöglichen. Die Struktur des gesamten Systems ist als Blockbild in der Abbildung 1 erläutert.

Das Sondenprozessorsystem wurde konzipiert für einen Montagerohrdurchmesser von 50 mm, was den Einsatz in 60 mm Druckrohren ermöglicht, sofern Bohrlochtemperaturen von 125 Grad Celsius nicht wesentlich überschritten werden. Bei einem Außendurchmesser von 60 mm lassen sich Druckrohre für einen Druckbereich bis 800 bar realisieren. Für den Hochtemperaturbereich kann das System Dank seines geringen Durchmessers in Hitzeschutzeinrichtungen montiert werden, ohne daß ein maximaler Druckrohrdurchmesser von 88 mm überschritten wird. Das Druckrohr ist dann für ein Druckbereich bis 1500 bar geeignet. Die Platinenbreite von nur 48 mm läßt eine rückseitige Montage der anwenderspezifischen Interfaceschaltung im Abstand von 10 mm zu.

Eine Datenübertragungstrecke nach dem Prinzip der Puls Code Modulation bildet das Kernstück des Systems. Diese Übertragungstrecke arbeitet normalerweise halbduplex und kann somit auch auf nur einer Signalader betrieben werden. Im Sonderfall ist es auch möglich die Daten einer Sondenbetriebsspannung zu überlagern. Ein Vollduplexbetrieb ist nur bei zwei zur Verfügung stehenden Signaladern möglich.

Der Benutzer hat die Wahl zwischen drei verschiedenen Wortlängen und acht verschiedenen Übertragungsfrequenzen. Die Einstellung dieser Parameter erfolgt softwaremäßig.

Vorgegebene Wortlängen: 8,16,24, Bit zuzüglich eines Übertragungsrahmens von 4 Bit.

Vorgegebene Übertragungsfrequenzen:

256kHz, 128kHz, 64kHz, 32kHz, 16kHz, 8kHz, 4kHz, 2kHz

Durch Austausch des Quarzoszillators lassen sich aber ohne Probleme auch andere Frequenzen realisieren. Die zu nutzenden Frequenzen sind jedoch abhängig von der verwendeten Meßkabeltype und -länge, sowie von den zur Verfügung stehenden Adern oder Adernpaaren. Bei den in der Bohrlochmeßtechnik gebräuchlichen 7- Aderkabeln mit Längen von ca. 7500m ist eine Übertragungsfrequenz von 64 kHz mit relativ geringem Aufwand durchaus praktikabel. Voraussetzung ist allerdings die Nutzung aller sieben Adern. Der bereits erwähnte Übertragungsrahmen beinhaltet ein Synchronbit, was den Beginn der Übertragung kennzeichnet. Ob es sich bei dem folgenden Wort um ein Kommando- oder Datenwort handelt, ist aus der Polarität des Synchronbits zu entnehmen. Die genaue Bedeutung von Kommandoworten wird zu einem späteren Zeitpunkt erklärt. Der Rahmen wird abgeschlossen durch das Paritybit, das vom Decoder ausgewertet wird. Diese Auswertung bzw. die Erzeugung des Paritybit ist nicht abschaltbar.

Die Kontrolle der Datenübertragung übernimmt ein kleines Mikroprozessorsystem mit einer NSC 800 CPU. Diese CPU ist hardwarekompatibel zu einer 8085 CPU und softwarekompatibel zu der ebenso bekannten Z80 CPU, was die Benutzung der weit verbreiteten Z80 Assembler oder Z80 - C Crosscompiler ermöglicht. Die Hardware des Prozessorsystems wurde auf ein Minimum beschränkt, da die meisten Aufgaben der Anwender eine spezielle Hardware erfordern. Die 2K Byte Eprom und 2K Byte Ram ermöglichen entweder die Installation kleiner Benutzerprogramme oder die Installation des sogenannten "Bootprogrammes" zum Laden von Benutzersoftware in den Sondenprozessor. Die Nutzung der letztgenannten Möglichkeit bietet den großen Vorteil, die Software in der bereits montierten Sonde zu verändern.

Das Prozessorsystem verfügt ferner zur Überwachung von Betriebsparametern innerhalb der Sonden über einen 8 Bit A/D Wandler mit 4 Kanälen. Ein Kanal dieses Wandlers ist fest mit einem Temperatursensor verbunden der thermisch an temperaturkritische Bauteile gekoppelt werden soll. Die drei verbleibenden Kanäle können für beliebige Kontrollaufgaben vom Anwender eingesetzt werden. Da wie bereits erwähnt das Prozessorsystem selbst nur über einen recht kleinen Speicherplatz verfügt, muß falls erforderlich das Interface zur jeweiligen Sonde mit dem notwendigen Speicherplatz ausgestattet werden. Für die Ansteuerung dieser externen Speicher sind bereits decodierte Adressleitungen vorhanden, was eine solche Decodierung auf dem Interface überflüssig macht. Eine Decodierung wurde auf der Prozessorplatine nicht nur für den Speicheradressbereich sondern auch für bestimmte I/O Adressbereiche vorgenommen.

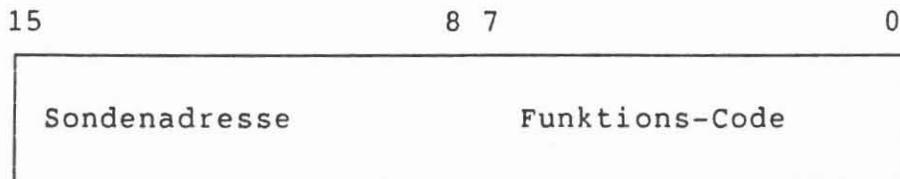
### 2.3 SONDENSTEUERUNG UND DATENÜBERGABE

Der Sondenprozessor kontrolliert auf der einen Seite die gesamte Datenübertragung, ist aber mit dieser Aufgabe bei weitem nicht ausgelastet. Es ist daher konsequent die Steuerung der jeweiligen Sonde auch durch diesen Prozessor zu realisieren. Die gesamte Software der Datenübertragung ist auf genau diesen Einsatzfall abgestimmt. Der Benutzer hat die Möglichkeit seine Sondensoftware zu installieren ohne große Rücksicht auf die Übertragungssoftware nehmen zu müssen. Die Datenübertragung ist Interruptgesteuert und kann so zu jedem Zeitpunkt von der entsprechenden "Surface Unit" (hier PC Interface) aktiviert werden. Ein festgelegtes Übertragungsprotokoll ermöglicht das problemlose Betreiben einer Gammasonde. Die Daten einer zweiten oder dritten Sonde können direkt in den Datenstrom der eigentlichen Anwendersonde eingebunden werden.

Die Datenübertragungsroutinen in der Sonde werden durch die sogenannten Kommandoworte aktiviert. Ein Kommandowort enthält sowohl die Sondenadresse als auch eine Codierung für die auszuführende Funktion. Bedingt durch die Hardware der Prozessorplatine sind 128 Funktionen pro Sonde zulässig. Der Aufruf der Funktionen hat stets über gradzahlige Hexadezimalzahlen zu erfolgen.

Hierzu einige Beispiele:

Die Gliederung eines Kommandowortes:





Bei dem letzten übertragenen Wort bestehend aus Sonden-  
adresse und Abschluß - Code handelt es sich wiederum um  
ein Kommandowort.

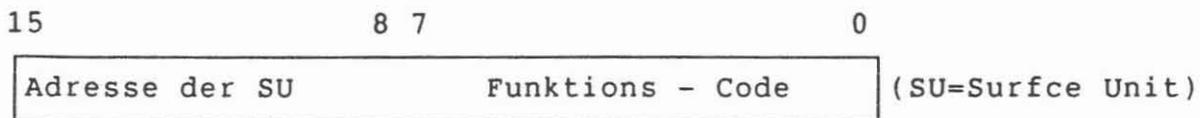
Nachdem die eigentlichen Betriebsprogramme in eine Sonde  
geladen sind und alle erforderlichen Parameter gesetzt sind,  
kann der Betrieb einer Sonde z.B. mit dem Kommando SA ge-  
startet werden. Darauf würde dann die Sonde mit dem Über-  
tragen von Datenblöcken folgender Struktur reagieren:

Funktions - Code	leer	
Daten		
Adresse der SU	Abschluß - Code	(Kommando- wort)

Die Datenübertragung von den Sonden zur Surface Unit wird  
mit Kommandoworten abgeschlossen sofern es sich um die  
Übertragung formatierter Daten handelt. Auch diese Komman-  
doworte können 128 verschiedene Funktionen auslösen, falls  
die zu dem System gehörige Empfangsplatine verwendet wird.  
Einige bereits realisierte Funktionen (Statusmeldungen):

Initialisierung abgeschlossen	(CR)	62
Sonde ist bereit zum Empfang von Kommandos	(SR)	60
Initialisierungsfehler erkannt	(NC)	64
Datenpuffer Überlauf	(DO)	68
Abschluß von Datenblöcken (Typ 1)	(AB)	68
Abschluß von Datenblöcken (Typ 2)	(TB)	6E

Datenblock Typ 1 und Typ 2 sind in diesem Fall vom Benutzer zu definierende Blockstrukturen innerhalb der Daten. Jedes von der Sonde zur Surface Unit gesendete Kommandowort (Status) gliedert sich wie folgt.:



Die Empfangsplatine ist auf den IBM-XT-Bus zugeschnitten und erlaubt den Empfang von 32K Byte Datenblöcken. Ein kontinuierlicher Datenstrom kann durch 32 K Byte Wechselbuffer-Betrieb erreicht werden. Die Empfangsplatine verfügt ebenso wie der Sondenprozessor über eine NSC800 CPU. Die zur Kommunikation notwendige Software ist bereits auf der Platine installiert. PC-seitig bleibt also der Aufwand zur Steuerung des Sondenprozessors auf ein Minimum beschränkt. In der unten stehenden Tabelle können Sie am Beispiel einer Televiever-Messung den "Handshake" zwischen Sonde und Interface verfolgen.

zur Sonde	zur SU	Beschreibung
RR		warten auf Bereitschaft der Sonde
RR		
DP	SR	Sonde bereit Vorbereitung zum Laden des Sondeprogrammes
Programm-Code		
UP	Prog.Code	zurückladen des Prog.
DS		Vorbereitung zum Laden Sondenparameter
Parameter		
RR		warten auf Bereitschaft
	CR	Sonde bereit
SA		Start der Messung
	Daten	
TA		Unterbrechung

## 2.4 Kabeltreiber und Empfänger

Die Sende- und Empfangsstufe des Übertragungssystems, in diesem Text als Kabeltreiber bezeichnet, sorgt für eine optimale Anpassung an das Meßkabel. Für die bislang gestellten Anforderungen genügte ein digitales System, das mit recht geringem Aufwand zu realisieren war. Es besitzt den großen Vorteil, daß es von einer 5V Betriebsspannung zu versorgen ist. Eine präzise Stabilisierung dieser Spannung ist nicht erforderlich. Unter Verwendung dieser Kabeltreibertypen war es möglich Daten mit einer Übertragungsfrequenz von 64 kHz über ein Standard 7 - Ader Kabel von 7500 m zu senden und zu empfangen. Ein Kabeltreiber für größere Kabellängen und andere Aderkonfiguration steht kurz vor der Fertigstellung.

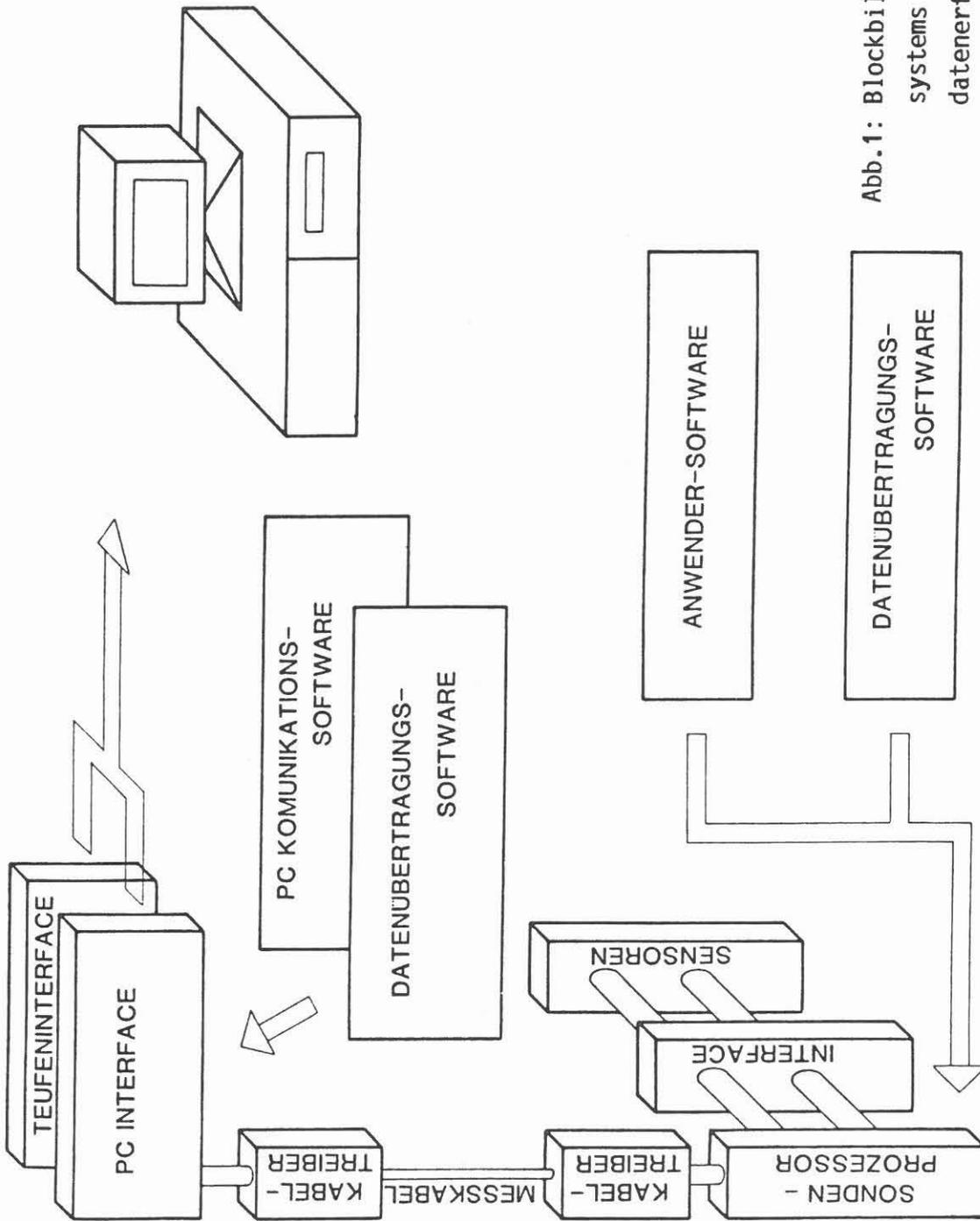


Abb.1: Blockbild des MBK Kontrollsystems zur Bohrlochmeßdatenerfassung