

8.3 Die orientierte Kernentnahme unter Verwendung eines Neigungs- und Richtungsrekorders am Innenkernrohr

Ausführender: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Hannover, KTB-Projektleitung, Dr. W. Kessels

1. Einleitung

Anfang des Jahres 1988 wurde deutlich, daß eine Kernorientierung unter Zuhilfenahme des Formation MicroScanners und des akustischen Televiewers nur mit großen zeitlichen Verzögerungen möglich ist. Der Grund hierfür liegt darin, daß zur Orientierung die vorstehend genannten Messungen durchgeführt sein müssen und die Orientierung selbst mit Kernaufnahme und Untersuchung der Strukturen im FMST- und Televiewer-Bild sehr zeitaufwendig sind.

Für viele Untersuchungen und auch für die technische Durchführung der Bohrung ist es aber in vielen Fällen wichtig, das Schichteinfallen im Bezug auf die Nordorientierung möglichst frühzeitig zu kennen. Eine orientierte Kernentnahme mit konventionellen Methoden ist dabei finanziell sehr aufwendig und im allgemeinen nur sehr begrenzt einsetzbar. Die Verwirklichung der Idee, mit Hilfe des KTB-eigenen Memory Rekorders der Fa. Christensen, eine orientierte Kernentnahme vorzunehmen, bot sich als relativ preisgünstiges Verfahren an. Es hat außerdem den Vorteil einer sehr guten Reproduzierbarkeit der Bewegung von Kern und Kernrohr vor, nach und während der Kernentnahme. Hierzu mußte allerdings die bis dato vorliegende Neigungs- und Temperaturregistrierung um eine Relative Bearing Registrierung (Tool Face Registrierung) erweitert werden.

Glücklicherweise zeigte sich, daß nicht, wie anfangs geplant, ein Relative Bearing Pendel neu in das Memory-Tool integriert werden mußte, sondern daß die vorhandene Pendelanordnung des Neigungsrekorders in der Lage war, den Relative Bearing Winkel mitzuregistrieren.

Im folgenden soll in Anlehnung an die üblichen Bezeichnungen im Logging der Winkel zwischen der durch Bohrlochachse und Schwerevektor aufgespannten Ebene und der Ebene, die durch die Bohrlochachse und einen markierten Punkt der Sonde gegeben ist, als Relative Bearing Winkel bezeichnet werden. Von einigen Firmen wird dabei auch der Ausdruck Tool Face benutzt.

2. Auswerteverfahren

Für die Auswertung einer orientierten Kernentnahme unter Zuhilfenahme des Memory-Tools müssen drei Beobachtungen gekoppelt betrachtet werden:

1. Die Bestimmung der Bohrlochorientierung und Bohrlochlage im Raum durch konventionelles Logging z. B. durch das Orientierungssystem der Kalibermessung.
2. Die Orientierung eines festgelegten Punktes des Kernrohres im Raum während eines Kerngewinnes.
3. Die Orientierung einer beim Kerngewinn vorgenommenen Markierung am Kern bezüglich der Richtung des Einfallens.

Im folgenden soll der für KTB relevante Fall betrachtet werden, daß die Bohrung nur kleine Bohrlochneigungen aufweist (Bohrlochneigung $< 15^\circ$).

Dies ermöglicht, die Kernorientierung ohne Bemühung der sphärischen Geometrie vornehmen zu können, da die Projektion eines Winkels in einer Ebene, die orthogonal zur Bohrlochachse aufgespannt ist, auf eine Ebene, die senkrecht zum Schwerevektor steht, bei kleinen Neigungswinkeln der Bohrung nur zu vernachlässigbar kleinen Winkelunterschieden zwischen dem projizierten Winkel horizontal zum Schwerfeld und dem Winkel senkrecht zur Bohrlochachse führt. Eine Änderung der Bohrlochorientierung, d. h. des Bohrlochazimuts kann also dem projizierten Winkel gleichgesetzt werden, wie dies in Abb. 1 geschehen ist.

Der kleine Neigungswinkel führt allerdings dazu, daß der Fehler einer orientierten Kernentnahme sehr groß werden kann, da meßtechnisch eine obere Seite des Bohrloches (durch den Relative Bearing Winkel) nur sehr fehlerhaft oder u. U. gar nicht mehr bestimmbar ist (KESSELS 1988).

In Abb. 1 sind alle auf die Horizontalebene projizierten Winkel, die für eine Bestimmung eines orientierten Kernes notwendig sind, aufgezeigt. Auf eine entsprechende sphärische Darstellung, die für Bohrungen mit größeren Neigungen notwendig wird, ist hier verzichtet worden, kann aber ohne weiteres unter Benutzung der entsprechenden trigonometrischen Funktionen analog durchgeführt werden.

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, werden für die Bestimmung des orientierten Kernes vier markierte Punkte benötigt. Dies sind in dem raumfesten, nach Nord orientierten Koordinatensystem:

- die Nordrichtung selbst,
- die hochliegende Seite der Bohrung (high-site),

- die Markierung am Kern, die vom Kernrohr beim Abbohren des Kernes hinterlassen wird, hervorgerufen von einer Markierungsvorrichtung, die definiert zum Memory-Tool eingebaut ist,
- der Punkt der Einfallorientierung, der durch den Azimut des Schichteinfallens (EAK) auf die Nordrichtung bezogen festgestellt wird.

Wesentlich für eine richtige Auswertung ist, daß alle Winkel konsequent rechtsdrehend in der Berechnung verwandt und mit positiven Vorzeichen versehen werden. In Abb. 1 wurde diese Rechtsdrehung durch einen Pfeil markiert.

In Gleichung 1 ist die Beziehung zur Berechnung des Winkels EAK, die man auch direkt aus Abb. 1 entnehmen kann, dargestellt:

$$EAK = BAZ + RBM + EKM - n \cdot 360^\circ \quad (1)$$

mit

$$n = \text{INT} \left(\frac{BAZ + RBM + EKN}{360^\circ} \right)$$

Die vorstehende Formel wurde unter Benutzung der Integer-Funktion (INT) so umgeschrieben, daß die Winkelgrößen auf den ersten Hauptwert bezogen bleiben und Winkelgrößen über 360° vermieden werden.

Im folgenden soll als Berechnungsbeispiel die erste orientierten Kernentnahme mit dem Memory-Tool dienen. Die orientierte Kernentnahme wurde am 27.07.1988 durchgeführt. Gegen Ende der Kernentnahme nach dem Abreißen des Kernes ergab sich für den Relative Bearing Winkel des Memory-Gerätes ein Wert von

$$RBM = 240^\circ.$$

Im Teufenbereich der Kernentnahme ergab sich aus der Kalibermessung ein Bohrlochazimut-Winkel von

$$BAZ = 69^\circ.$$

In Abb. 2 ist dieser Wert des Stillstandes von Gestänge und Kernrohr mit einem Pfeil markiert. Die geringe Streuung auch des mit abgebildeten Neigungswertes zeigt, daß das Pendelmeßsystem des Memory-Tools keinen dynamischen Belastungen durch das sich bewegende Gestänge ausgesetzt war.

Der letzte zur Bestimmung der Kernorientierung notwendige Winkel ergab sich zu

$$EKM = 80^\circ$$

und wurde am Kern im KTB-Feldlabor bestimmt (Dietrich et al. 1988). Mit diesen Werten ergibt die INT-Funktion einen Wert von $n = 1$, und somit erhält man für den Azimut des Schichteinfallens, bezogen auf die Nordrichtung einen Wert von

$$EAZ = 29^\circ.$$

3. Abschließende Bemerkungen

Neben der relativ sicheren Bestimmung der Orientierung des untersten Kernstückes mit der Markierung am frisch abgekernten Kern sollte auch der Bestimmung der Gesamtorientierung des Kernes große Aufmerksamkeit gewidmet werden. Insbesondere wenn horizontale Brüche im Kern vorhanden sind, die beim Bohren schon zwischen Bohrlochsohle und der etwas höher liegenden Markierung im Kernrohr auftreten, kann es zu einer Verdrehung der einzelnen Kernteile gegeneinander kommen, so daß eine kontinuierliche Fortsetzung der Markierungsspirale nicht möglich ist. Es erscheint aber durchaus möglich, auch die Markierung am Kern, die sich während des Bohrens in Kopplung mit Drehung des Memory-Tools ergibt, weiter zu verfolgen und durch eine entsprechende Ausgleichsrechnung quantitativ auszuwerten.

Die in Abb. 2 anhand der Änderung des Relative Bearing Winkels dokumentierte Drehung des Kernrohres läßt es hier vernünftig erscheinen, in der Rechnung auch Winkel $> 360^\circ$ zuzulassen. Für die Drehung des Kernrohres kann im allgemeinen davon ausgegangen werden, daß durch nicht zu verhindernde Lager- und Flüssigkeitsreibung der Kern eine Drehung entsprechend der Drehorientierung des Bohrvorganges ausführt. Kleinere, scheinbar rückläufige Relative Bearing Aufzeichnungen im Memory-Tool sind zu erklären durch die dynamischen Belastungen, denen das Sensorsystem des Memory-Tools ausgesetzt ist, so daß die Aufzeichnungen während des Bohrens relativ stark streuen. Eine leichte Rückdrehung des Gerätes in der Relative Bearing Anzeige braucht sich daher nicht unbedingt in der Kernmarkierung wiederzufinden, sondern markiert nur den meßtechnischen Streubereich, der sich um die am Kern vorhandene Markierung ergibt.

Aus jetziger Sicht können folgende Vorschläge für eine Verbesserung der orientierten Kernentnahme unter Verwendung des Memory-Tools ausgesprochen werden:

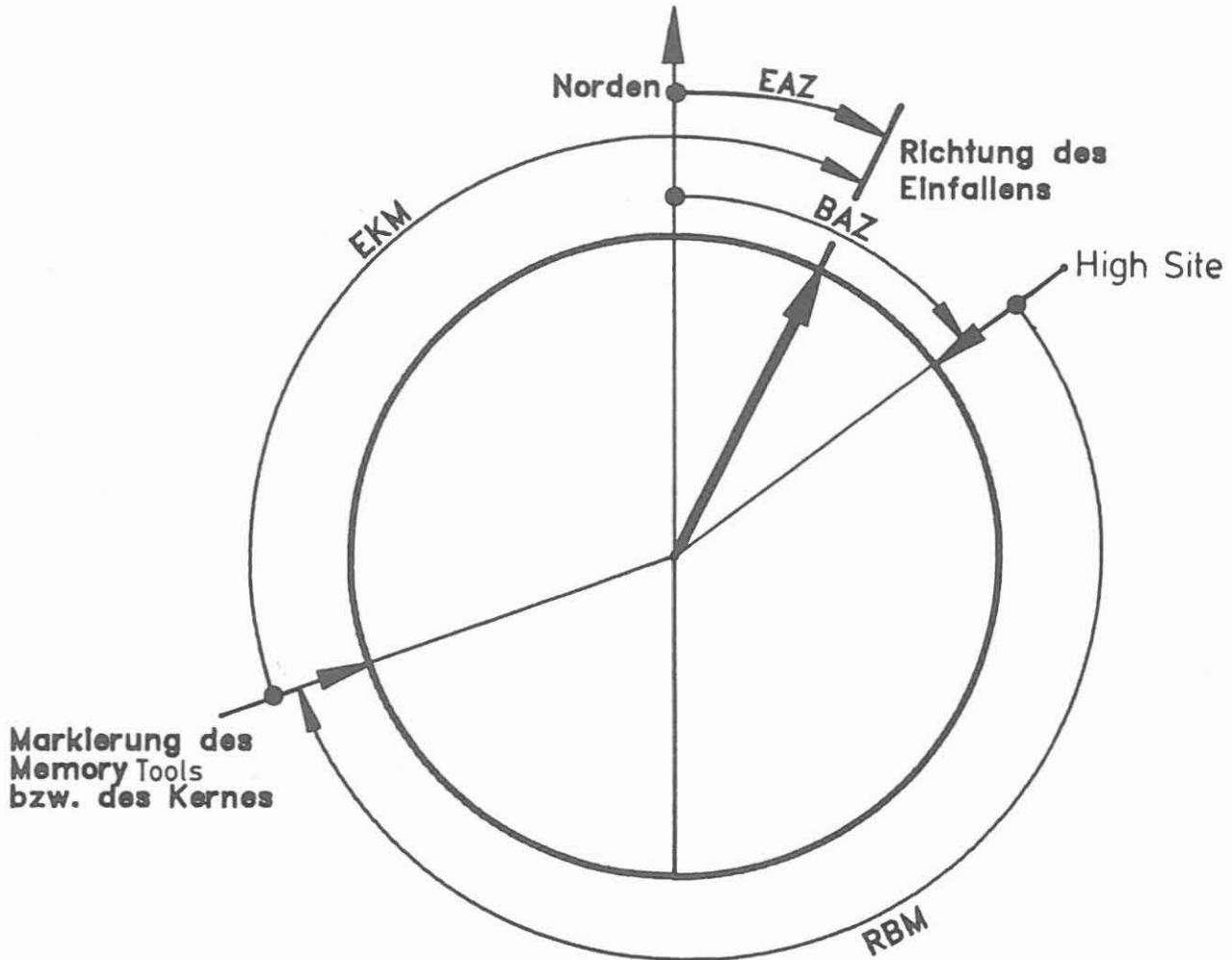
- Die Aufzeichnungsrate des Memory-Tools sollte auf eine kleinere Abfragerate gestellt werden, um die Drehung des Kernrohres genau mitverfolgen zu können.
- Da die Relative Bearing Aufzeichnung nur im Stillstand mit kleinem Fehler erfolgt, sollte die Stillstandszeit zur Aufzeichnung nicht, wie jetzt vorgenommen, nach dem Abreißen des Kernes, sondern vor dem Abreißen angesetzt werden, da sonst die Gefahr besteht, daß das Kernrohr durch den Abreißvorgang noch einmal ein Drehmoment erhält und sich dann in nicht mehr nachzuvollziehender Weise weiterdreht.
- Sollte es notwendig erscheinen, einen an mehreren Punkten gut orientierten Kern zu entnehmen, so ließe sich das unter Umständen dadurch erreichen, daß z. B. nach einer Bohrteufe von z. B. 1 m der Bohrvorgang für einige Minuten unterbrochen wird und in dieser Zeit der Spülungsdruck und/oder die Meißelbelastung geändert wird, da anzunehmen ist, daß in beiden Fällen am Kern eine schwache senkrechte Markierung entstehen wird.

Alles in allem scheint die orientierte Kernentnahme unter Verwendung des Memory-Tools ein erfolgversprechender Weg auch für die Kernentnahme in der Hauptbohrung zu sein.

Literaturverzeichnis

Kessels, W. (1988): Fehlerbetrachtung zur Bestimmung von Bohrlochorientierung und Orientierung der Kalibermeßsonde mit einer Pendelanordnung. - Hannover, NLFb, Archiv-Nr. 103693

Dietrich, H.G., Röhr, C. & Keyssner, S. (1988): Persönliche Mitteilung. - Windischeschenbach, NLFb



BAZ = Bohrlochazimut aus der Kallbermessung

RBM = Relative Bearing Winkel des Memory Tools

EKM = Winkel von der Markierung zur Richtung des Schichteinfallens (am Kern ausgemessen)

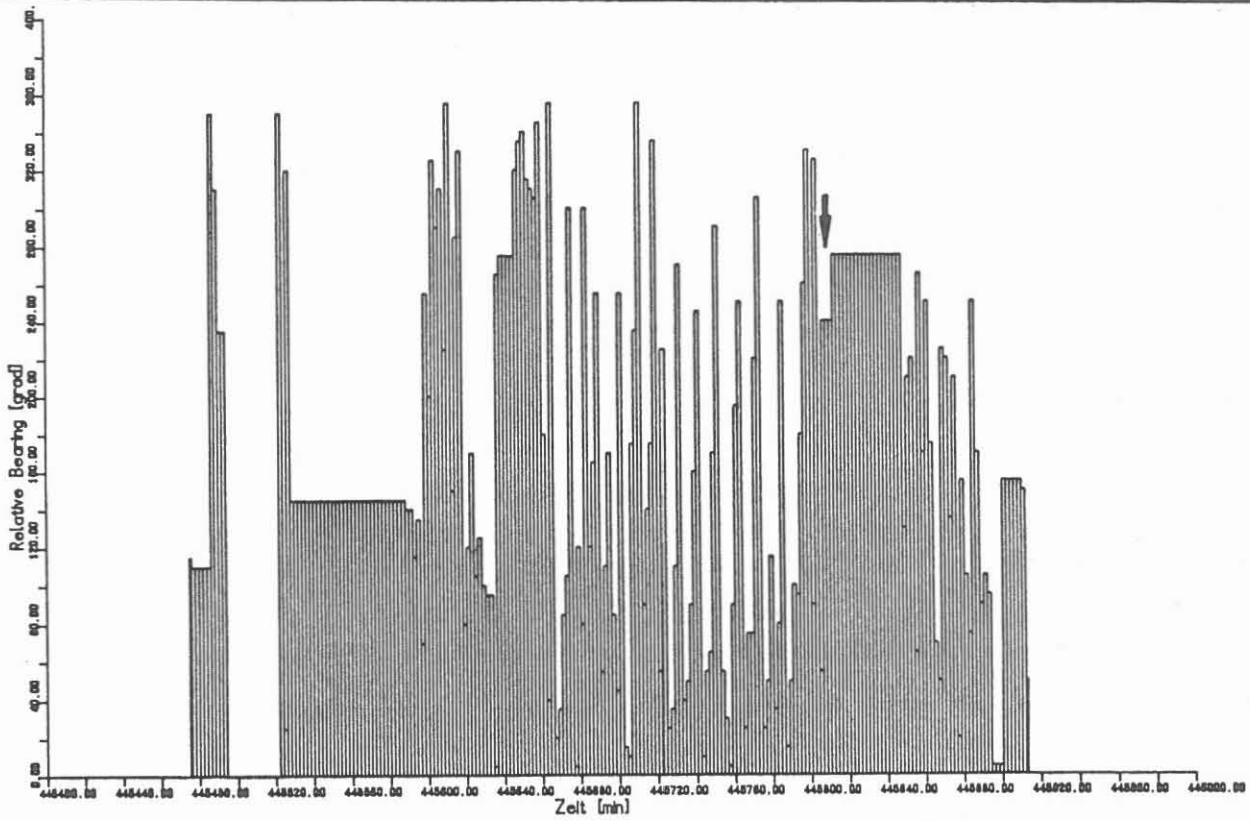
EAZ = Azimut des Schichteinfallens als gesuchte Größe

Winkelanordnung zur Bestimmung des Schichteinfallens bei der orientierten Kernentnahme mit dem Memory-Tool

[Kessels]

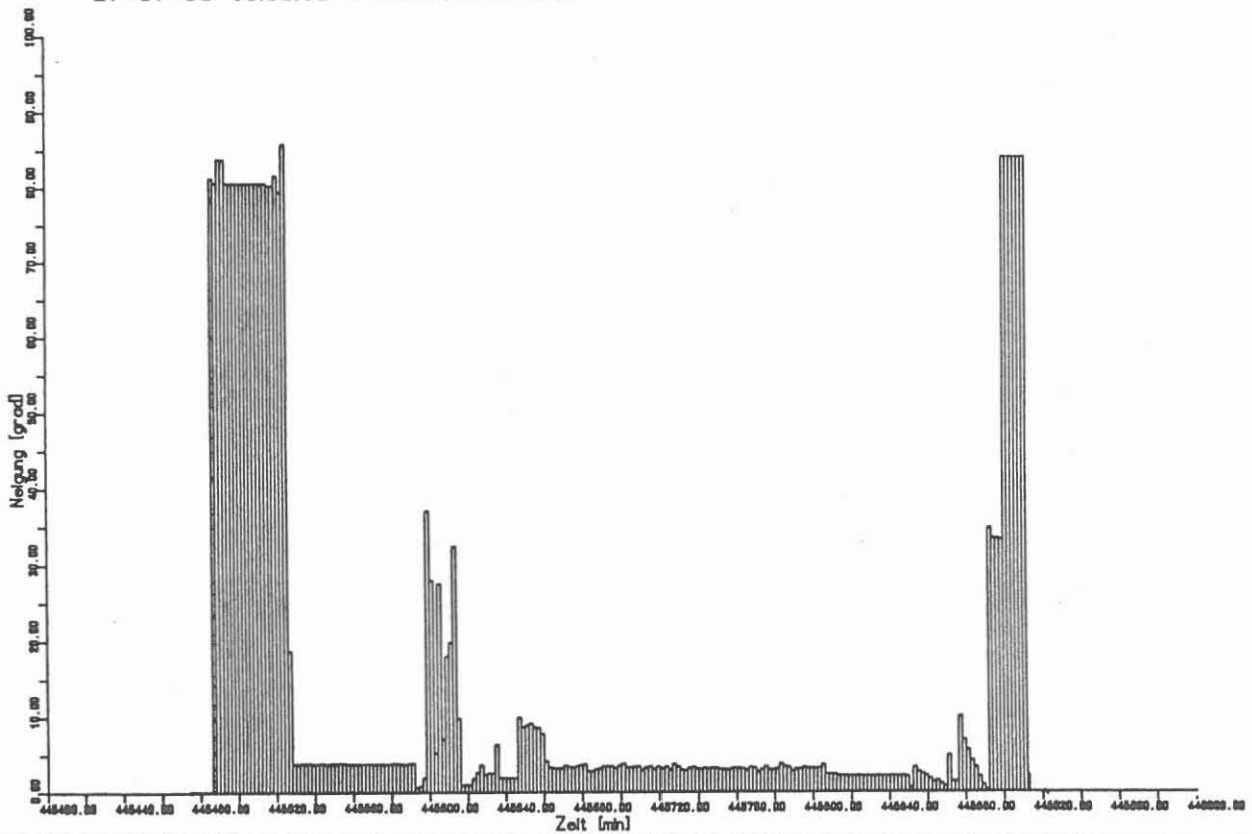
KTB

Abb. 1



27-07-88 08:35:12 = 445475.19 [min]

27-07-88 15:53:12 = 445913.19 [min]



Relative Bearing und Neigungsaufzeichnung bei der Kerngewinnung am 27.07.1988

KT B

Abb. 2