

## DIE NUTZUNG DER RADIOMETRISCHEN MESSUNGEN IN DEN HORIZONTALBOHREN

D.G. Soltanowa, E.A. Sysa

Wissenschaftlicher Leiter: E.A. Sysa

Polytechnische Universität Tomsk, Russland, Tomsk, Pr. Lenina 30, 634050,

E-mail: DianaSol@sibmail.com

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЦИИ В БУРЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Д.Г. Солтанова, Е.А. Сыса

Научный руководитель: Е. А. Сыса

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: DianaSol@sibmail.com

*В данной работе рассмотрены проблемы измерения гамма-излучения для ориентирования бурового инструмента в процессе строительства горизонтальных нефтяных скважин и основные методы измерения гамма-излучения горных пород.*

Die Verbesserung der Systeme der Geoposition des Bohrinstrumentes in den produktiven Erdölschichten im Laufe des horizontalen Bohrens ist eine aktuelle Frage.

Das Ziel dieses Artikels ist das Problem der Gammastrahlungsmessung für die Bohrerposition zu forschen und Hauptmethoden der Gammastrahlung im Prozess des horizontalen Bohrens zu behandeln.

Erdöl und Erdgas entstehen aus abgestorbenem organischem Material, wie zum Beispiel Meeresorganismen, Wäldern und Pflanzen. Die Abwesenheit von Sauerstoff in diesem Ablagerungsmilieu verhindert die vollständige Verwesung der Biomasse. Im Laufe von Jahrtausenden wird der Biomasse durch Überdeckung mit weiteren Sedimenten hohen Drücken und Temperaturen (60 bis 150°C) ausgesetzt und es setzt allmählich die Umwandlung in Erdöl und Erdgas ein. In den Poren und Hohlräumen der Erde befindet sich üblicherweise Grundwasser. [1, S. 16]. Auf der Abbildung 1 [2, S. 2] ist eine Erdöl-Lagerstätte mit Bohrung dargestellt.

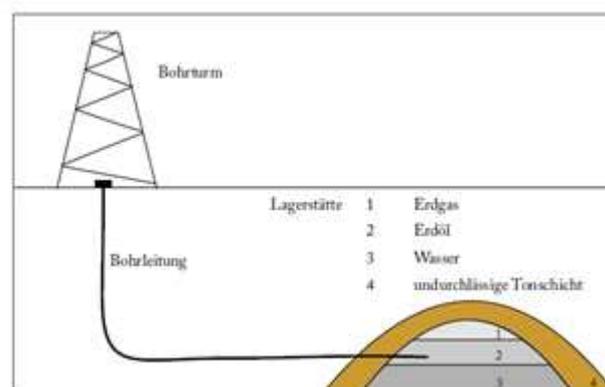


Abb. 1. Schematische Darstellung einer Erdöl-Lagerstätte mit Bohrung

Allerdings durch die Lagerung der Gesteinsschichten zueinander und die wechselnden Gesteinhärten von der Senkrechten kann man am Ende nicht sicher sein, ob die gewünschte Lagerstätte erfolgreich angebohrt wurden. Deshalb müssen moderne Bohrlöcher sehr exakt platziert werden, was durch Einsatz moderner und

präziser Messgeräte möglich ist, die zusammen mit den Bohrgeräten in das Bohrloch eingefahren werden. Diese Messgeräte vermessen das Loch bereits beim Bohren und geben Auskunft darüber, wo gerade gebohrt wird. Zusätzlich geben sie Aufschluss darüber, welches Gestein am Meißel vorliegt und ob sich in den Poren Öl oder Gas befindet und wie gebohrt wird [2, S. 3–4].

Eine perspektivische Richtung ist die radiometrische oder auch kernphysikalische Messung der Gamma- und der Neutronenstrahlung. Gammastrahlung ist eine elektromagnetische Strahlung, die physikalisch ähnlich dem sichtbaren Licht, erheblich energiereicher ist und hohes Durchdringungsvermögen in die Materie besitzt. Eine Abschirmung ist z. B. mit dicken Betonwänden oder mit Blei möglich [3, S. 1].

Gammastrahlung tritt auf, wenn bei einem Zerfall ein Atomkern in einem angeregten Zustand entsteht, der unter Emission von Gammastrahlung direkt oder zeitlich verzögert in einen energieärmeren, z.B. den Grundzustand, übergeht. [4, S. 13]. Die Fähigkeit, Ionen zu erzeugen, ist nicht nur die namensgebende Eigenschaft ionisierender Strahlung. Das ist auch die messtechnisch einfachste und nutzbare Eigenschaft [4, S. 44].

Eines der häufigsten und wichtigsten Bohrlochmessverfahren ist das Messen der natürlichen Gammastrahlung des Gebirges, die durch radioaktive Zerfallsprodukte, wie z.B. das radioaktive Kalium-Isotop, der radioaktive Thorium und die Uran-Radium-Reihe des Periodensystems, entsteht. Anhand der unterschiedlichen Intensität der Gammastrahlung kann man die Zusammensetzung des Gesteinsmaterials bestimmen. Einige U-, Th- und K-Gehalte von verschiedenen Mineralen sind in der Tabelle 1 aufgelistet [2, S.5].

Tabelle 1. U-, Th- und K-Gehalte einiger Minerale

Mineral	U-Gehalt in ppm	Th-Gehalt in ppm	K-Gehalt in %
Montmorillonit	2 ... 5	14 ... 24	0 ... 4,9
Chlorit		3 ... 5	0 ... 0,35
Kaolinit	1,5 ... 9	6 ... 42	0 ... 0,6
Illit	1,5	10 ... 25	3,5 ... 8,3
Glaukonit		<10	3,2 ... 5,8
Bentonit	10 ... 36	4 ... 55	
Hornblende	1 ... 30	5 ... 50	<0,5
Biotit	1 ... 40	0,5 ... 50	6,2 ... 10,1
Muskovit	2 ... 8	10 ... 25	7,9 ... 9,8
Mikroklin			10,9
Orthoklas			11,8 ... 14
Plagioklas	0,2 ... 5	0,5 ... 3	
Sylvinit			52,4
Carnallit			15,1
Polyhalit			14,1
Monazit	500 ... 3000	25000 ... 200000	13,4
Zirkon	300 ... 3000	100 ... 2500	

Die Messung der natürlichen Radioaktivität und Leitfähigkeit des Gesteins ermöglicht Aussagen darüber, welches Gestein gerade gebohrt wird und ob Gas, Wasser oder Öl in den Poren zu finden ist [1, S. 48]. Um die Messungen durchführen zu können, braucht man verschiedene Sensoren, die sich hinter dem Bohrmeißel in den Schwerstangen befinden.

Zum Beispiel, kann man Geiger-Müller-Zähler verwenden. Hohe Feldstärken führen zu Stoßionisation und Ionenlawinen, einem großen Verstärkungsfaktor mit messbaren Stromstößen, die von einem einzigen primären Ionisationsakt ausgehen und somit einzeln zählbar sind. Mit einem Lautsprecher kann an den wechselnden Zeitabständen zwischen den einzelnen Knacktönen der statistische Charakter des radioaktiven Zerfalls hörbar gemacht werden [4, S.72]. Je weniger porös das Gestein ist, desto öfter trifft die Gammastrahlung auf ihrem Weg zum Detektor auf Atome des Gesteins und desto schwächer ist das Signal am Detektor [1, S. 54].

Die natürliche Radioaktivität kann man mit einer Gamma-Ray-Sonde, auch Szintillationszähler genannt, gemessen. Von Szintillation spricht man, wenn die Lumineszenz eines Stoffes durch Strahlung des radioaktiven Zerfalls verursacht wird [4, S.61]. Jedes vom Detektor registrierte Strahlungsereignis führt zur Freisetzung von

Photonen in dem Szintillator. Die Photonen auslösen Elektronen an der Photokathode des Photomultipliers durch äußeren Photoeffekt. Diese Elektronen werden über die Dynoden des Photomultipliers vervielfacht und ergeben schließlich an dessen Anode einen Spannungsimpuls, dessen Amplitude zur absorbierten Strahlungsenergie des registrierten Ereignisses proportional ist [5, S.73].

Während der Messung nimmt die Sonde die Strahlungswerte auf und speichert die Daten digital. Die Strahlung wird in API-Einheiten (American Petroleum Institut/Houston, Texas) wiedergegeben. Die natürliche Radioaktivität in Sedimentgesteinen reicht von einigen API in Anhydrit bis zu 200 API und mehr in Tonsteinen und Schiefen. In der Tabelle 2 sind die mittleren API-Werte für verschiedene Minerale und Gesteine dargestellt [2, S. 5–6].

Tabelle 2. Wertebereiche der Gammaaktivität in API-Einheiten

Mineral, Gestein	Gammaaktivität in API	Mineral, Gestein	Gammaaktivität in API
Quarz, Dolomit	0	Ton (Mittelwert)	80...150
Kalzit	0	Kaolinit	80...150
Plagioklas	0	Chlorit	180...250
Alkalifeldspat	250	Illit	250...300
Glimmer	270	Moermordant	150...200
Sylvin	300		
Canalit	250		
Phyladit	300		

In Zusammenfassung kann man sagen, dass Untersuchung der Verteilung von Gammastrahlung des Gesteins lasst das Bohrinstrument genau zu orientieren. Die genaue Position des Bohrinstruments ist sehr schwierig, weil die Poren mit Erdöl, Gas und Grundwasser nahe gelegen sind und einen komplizierten Bau haben. Die Berücksichtigung der obengenannten Schwierigkeiten beim Bohren des Bohrlochs und der Messung der Gammastrahlung ermöglicht die Effektivität der Arbeiten zu erhöhen und die Zahl der Unfälle zu reduzieren.

## QUELLEN

1. Reich Matthias. Die faszinierende Welt der Bohrtechnik [Elektronische Ressource]. – Mode für den Zugang: [http://www.bakerhughes.de/download/Bohrtechnik\\_dt\\_120.pdf](http://www.bakerhughes.de/download/Bohrtechnik_dt_120.pdf). – 25.11.2013.
2. Hentschke Juliane. LWD – geophysikalische Messmethoden [Elektronische Ressource]. – Mode für den Zugang: [http://www.geo.tu-freiberg.de/Hauptseminar/2009/Juliane\\_Hentschke.pdf](http://www.geo.tu-freiberg.de/Hauptseminar/2009/Juliane_Hentschke.pdf) – 5.12.13.
3. UmweltWissen – Strahlung. Radioaktivität und Strahlung [Elektronische Ressource]. – Mode für den Zugang: [http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw\\_56\\_radioaktivitaet\\_strahlung\\_grundbegriffe.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_56_radioaktivitaet_strahlung_grundbegriffe.pdf). – 26.11.13.
4. Von Philipsborn Henning, Geipel Rudolf. Radioaktivität und Strahlungsmessung [Elektronische Ressource]. – Mode für den Zugang: [http://www.wolkersdorfer.info/publication/pdf/stmugv\\_app000009.pdf](http://www.wolkersdorfer.info/publication/pdf/stmugv_app000009.pdf). – 11.2013.
5. Grundpraktikum Physik Teil I (WiSe) [Elektronische Ressource]. – Mode für den Zugang: [http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user\\_upload/physik/ag/physikpraktika/download/GPR/Skript\\_GPR\\_Physik\\_WiSe\\_1314\\_deutsch.pdf](http://www.unioldenburg.de/fileadmin/user_upload/physik/ag/physikpraktika/download/GPR/Skript_GPR_Physik_WiSe_1314_deutsch.pdf). – 30.11.2013.