



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**

Sebastian Schmidt¹, Michael Maurer¹,
Wolfgang Voigt¹, E.-Müller Huber² und Frank Börner²

Einsatzmöglichkeiten bohrlochgeophysikalischer Messverfahren

zur Erkundung von Erzen und seltenen Erden



Vorstellung des Unternehmens

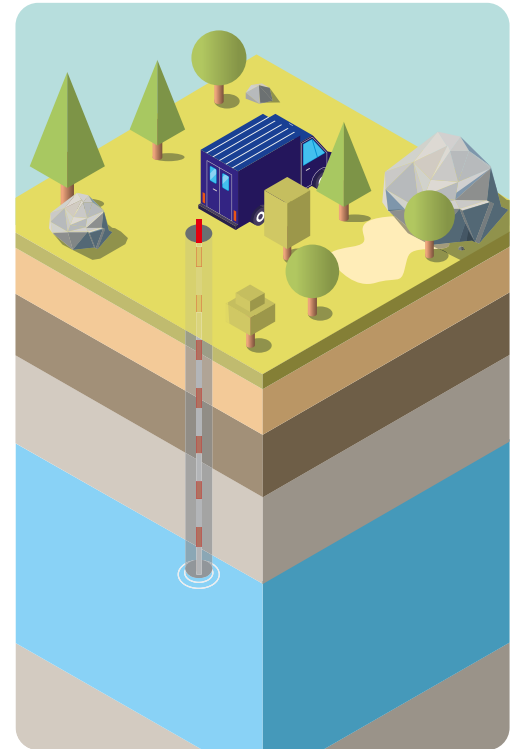
- Bohrlochgeophysikalische und optische Messverfahren

Motivation des Forschungsprojekts zum Element spezifischen Nachweis:

- Prinzip des Messverfahrens (Karlsruher Nuklidkarte)
- Testmessungen an Proben (Neutronenaktivierung)
- Messungen und Ergebnisse in echten Bohrungen

Zusammenfassung

Aussicht





Firmensitz:

Salzstraße 21 in Gommern

Dienstleistungen:

Bohrlochgeophysikalische Messungen, Kamerabefahrungen
Ingenieurleistungen, geothermische Erkundungen



Messverfahren:

GR, CAL, BFEL, GG, NN, ML, Flow, GS und optische Messverfahren



Einsatzmöglichkeiten:

Funktionsprüfung von Grundwassermessstellen sowie Brunnen,
Überprüfung von Cavernen und Solbohrungen, Lagerstättenerkundu-
ng sowie die Bestimmung der Lithologie in offenen Bohrungen

Ausgangssituation

- Schlüsseltechnologien benötigen sehr viele Ressourcen (Li, Cu, Mg, Nb, Cr, Ni, SEE)
- **Zwei Probleme:** Exploration / Wirtschaftlichkeit
- Interesse und Nachfrage gestiegen
- Stetig steigende preise (Li-Erze um 2-7% seit 2010)
- EU 2014 kritische Einstufung folgender Elemente Cr, Mg, Nb, W und SEES

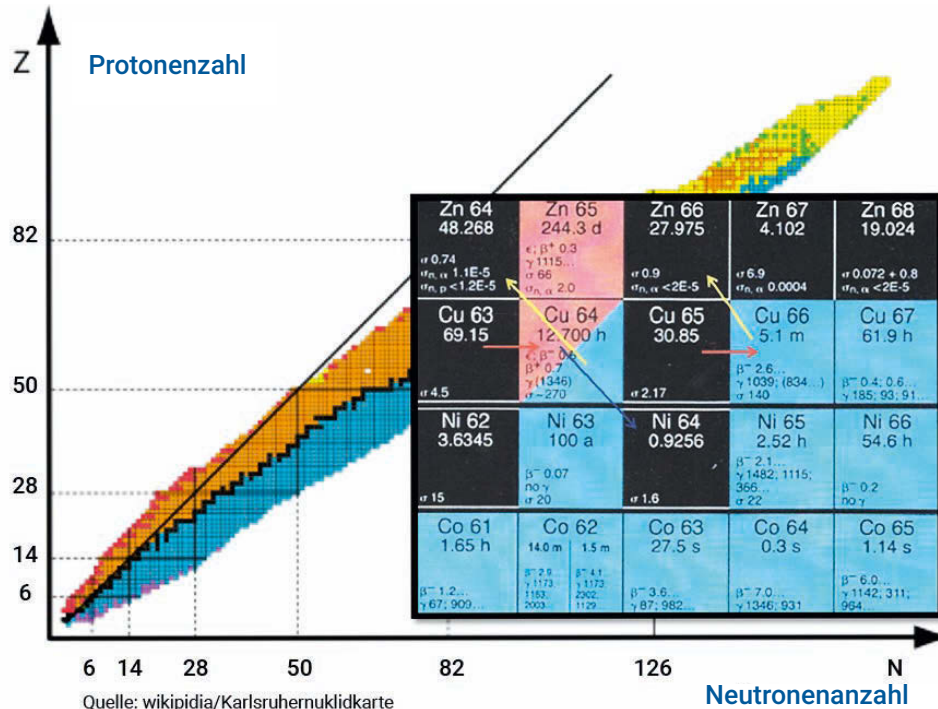
Zielsetzung

- Forschungsprojekt explore TEC: „Element spezifischer Nachweis“
- Praktikable, effiziente und universelle Bohrlochmesstechnik zur Exploration von verschiedenen Elementen
- Kostenminimierung

Prinzip des Messverfahrens



Brunnen- und Bohrlochinspektion GmbH



- Wirkungsquerschnitt σ
- Halbwertszeiten $T_{1/2}$
- Zerfallsenergien E

Beispiel: Kupfer Cu



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**

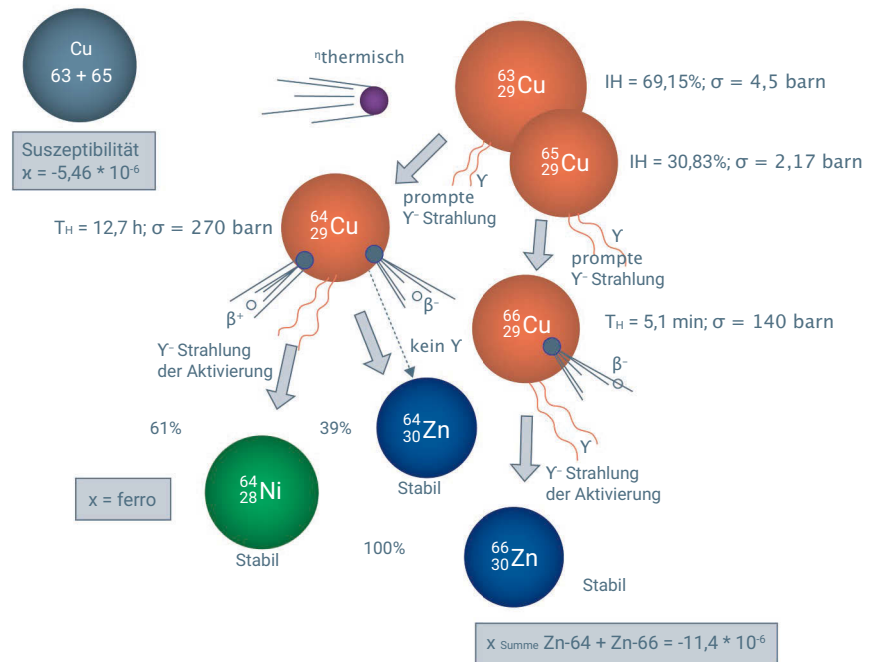
Neutronenaktivierung

- Element wird mit einer Neutronenquelle (Cf-252) aktiviert
- Wirkungsquerschnitts [σ]
- Neutronenüberschuss
- Jedes neuerzeugte Isotop wandelt sich durch β^- bzw. β^+ Zerfall um

Messverfahren zum Nachweis von Kupfer

- Gammaspektroskopie [keV]
- Halbwertszeit [$T_{1/2}$]
- Magnetisierbarkeit [X]

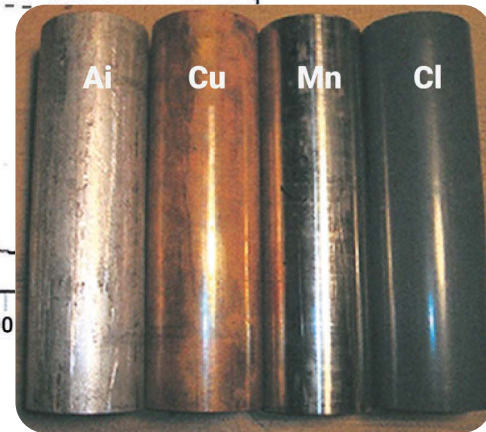
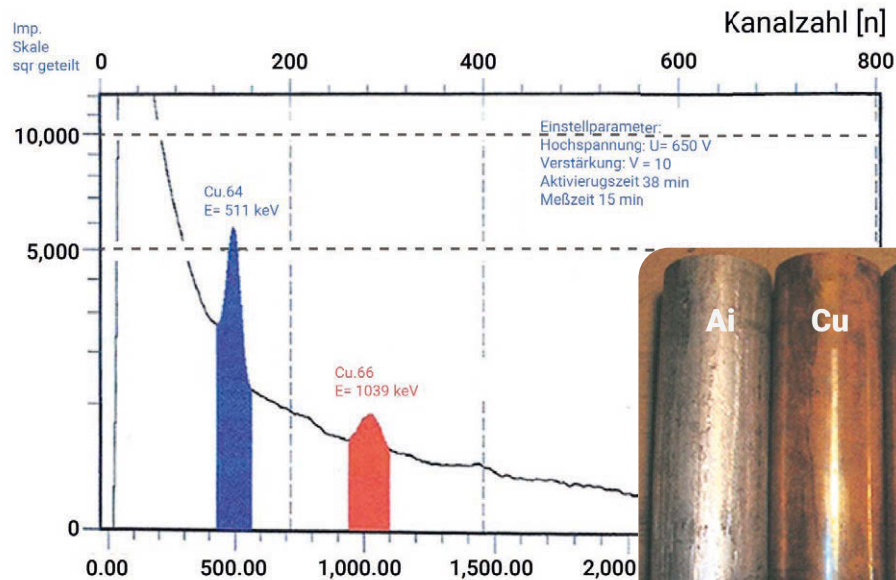
Cu – Aktivierung mit thermischen Neutronen



Kupfernachweis: Gammaspektroskopie



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**

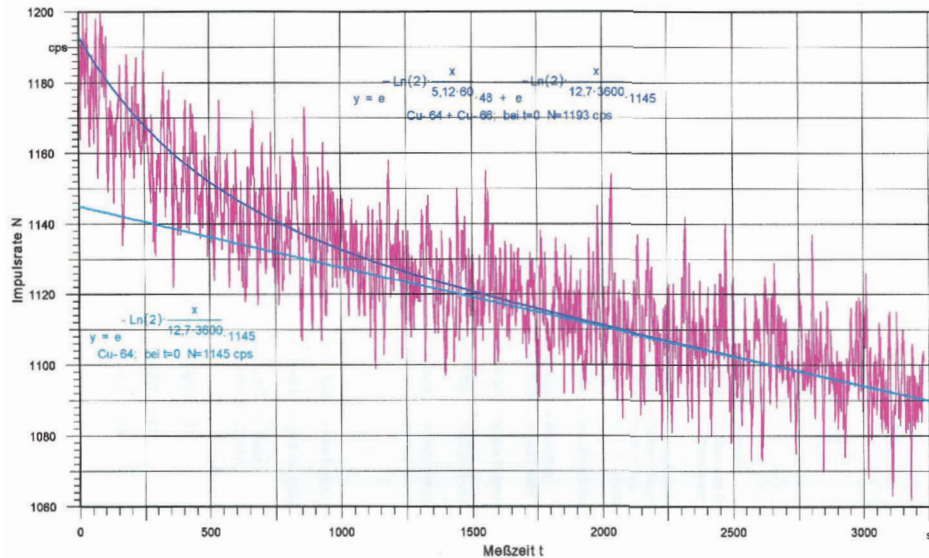


Durch die Gammaspektroskopie nachweisbar!

Kupfernachweis: Gammaspektroskopie



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**



Halbwertszeiten $T_{1/2}$

Cu-64 mit 5,12m

Cu-66 mit 12,7h

Durch die Halbwertszeit nachweisbar!

Kupferschieferflöz im Schacht in Wettelrode

- ca. 15 cm mächtig
- 5 Horizontalbohrungen
- Bohrkernmaterial konnte analysiert werden:
 - Cu-Gehalt von 0-5%



Durchgeführte Messverfahren

- Gammaskpektroskopie in Bohrungen
- Neutronenaktivierung an Probenmaterial
- Laboranalyse der Bohrkerne
- Probenzuordnung problematisch,
stammen aus den Horizontalbohrungen

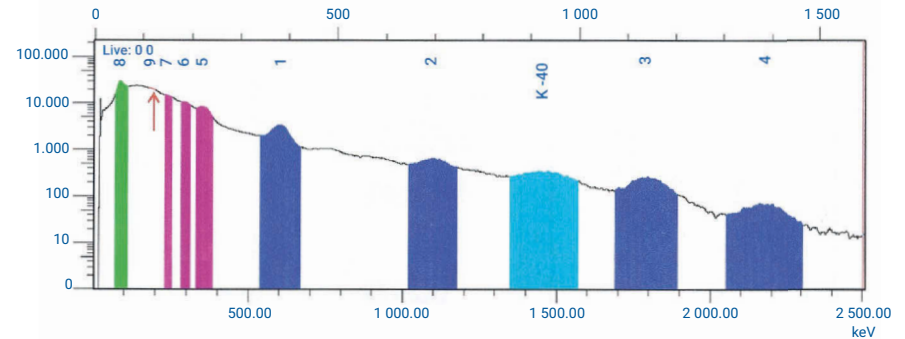


Ergebnisse der Gammaskopie im Kupferschiefer



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**

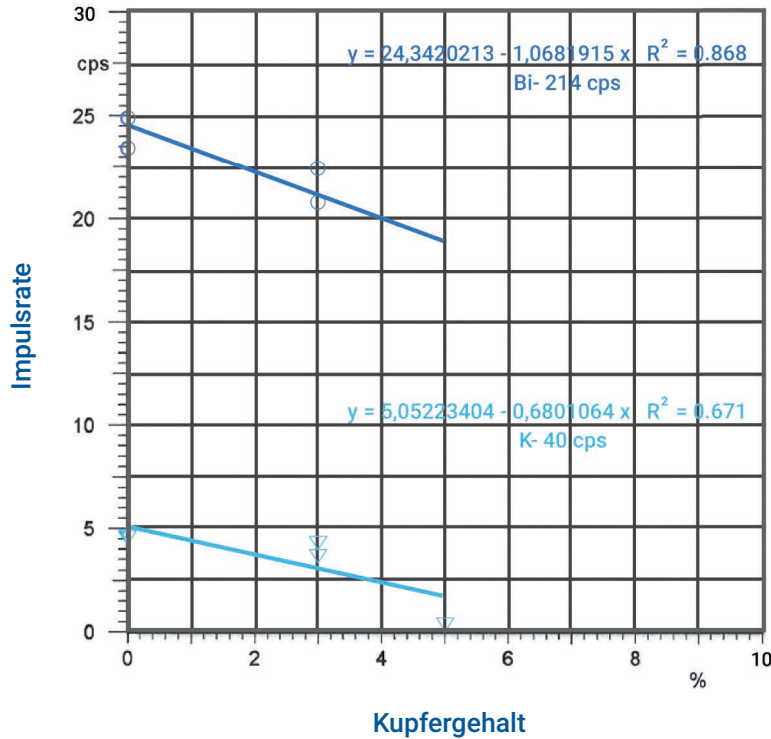
Peak	Isotop	E-soll [keV]	E-ist [keV]
1	Bi-241	609	1
2	Bi-241	1.120	2
3	Bi-241	1.765	3
4	Bi-241	2.204	4
5	Pb-241	352	5
6	Pb-241	295	6
7	Pb-241	2.472	7
K-40	K-40	1.461	1.474
8	X-Ray Pb-214	87	
9	Bereich vom vorhandenen Peak, Radium Radium Ra-226		



Auswertung

- Gammastrahlung resultiert aus der U-238 Reihe
- K-40 in allen Bohrungen vorhanden (Mergelschiefer, K₂O)
- Kein Thorium

Korrelationsversuch zwischen Cu-Gehalte zu K-40 und Bi-214



**Korrelation der Kupfergehalte
zu Bi-214 und K-40**

- paralleler Kurvenverlauf
- gleiche Steigung

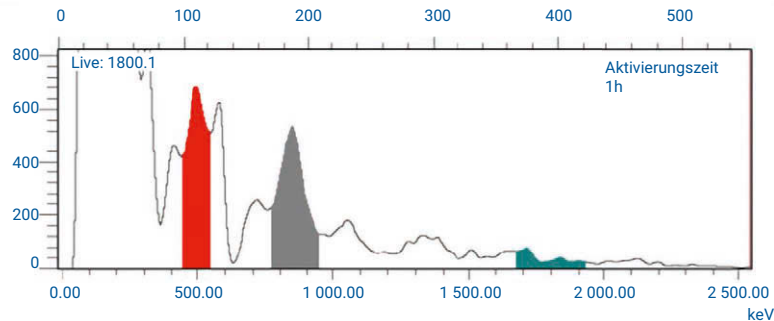
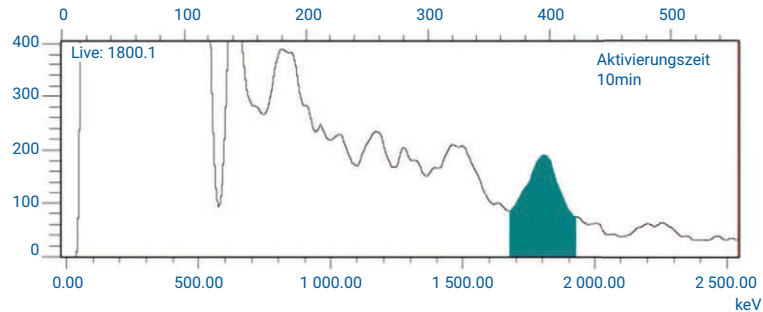


**erkennbarer Zusammenhang
zwischen Bi-214 und K-40**

Ergebnisse der Neutronen-aktivierung an Proben



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**



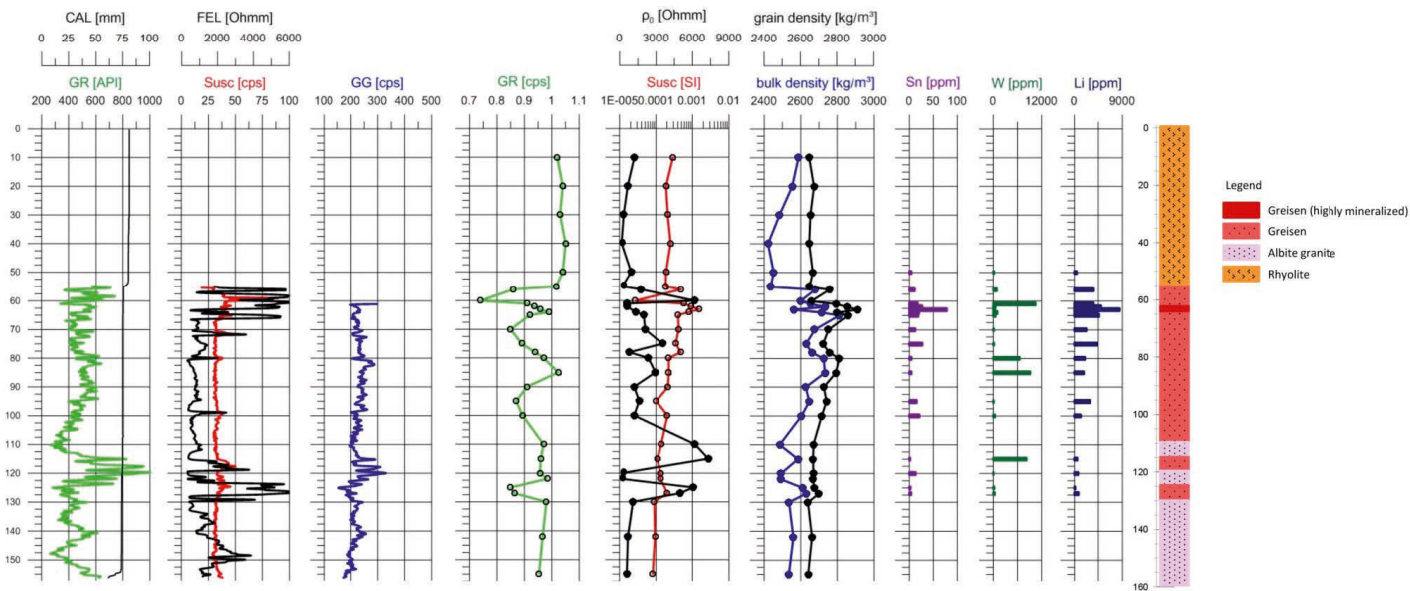
Begleitelemente

- Peak1 Al-28, 1779 keV
- Peak2 Mn-56, 847 keV
- Peak3 Cu-64, 511 keV

Bohrung: Zinnwald



**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**



- Bohrlochmessungen erweisen sich als sinnvolle und hilfreiche Messverfahren im Bezug auf:
 - Bohrkernauswahl für die Analyse
 - Komplexinterpretationen in offenen Bohrungen
 - Neutronenaktivierung in Bohrungen sind theoretisch und praktisch möglich
- Messungen zeigen, dass ein prinzipieller Nachweis von Elementen durch die Bohrlochmessung erfolgreich durchgeführt werden kann:
 - Messung des Gammaspektrums mit der GS-36
 - Messung der Halbwertzeiten mit der NNS-36
 - Messung der Magnetisierbarkeit mit der KS-38
- Auswertung der Daten wird durch Begleitelement erschwert, Arbeitsaufwand sowie Recherche somit erhöht
- Kaum Literaturwerte der Magnetisierbarkeit von radioaktiven Elementen
- Zur Zeit keine geeignete Forschungsbohrung zur Verfügung

Bau eines Kalibrierstandes

- Kalibrierung der Messsonden
- Sammlung von praktischen Bohrlochmessdaten
- Probekörper können mit Material gefüllt werden, jedes lithologische Szenario realistisch nachstellbar

Softwareentwicklung

- Berechnet aus einer exponentiell Zerfallskurve deren Zusammensetzung aus zwei oder drei Termen/ Elementen





**Brunnen- und
Bohrlochinspektion GmbH**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Kontakt:

BBI – Brunnen- und Bohrlochinspektion GmbH
Salzstraße 21 • 39245 Gommern

Fon +49-39200 500-33 • Fax +49-39200 500-32

Dipl. Geophysiker Michael Maurer
Dipl. Geophysiker Wolfgang Voigt

Website: www.bbi.de • E-Mail: info@bbi.de