

Magnetitprospektion in der Türkei

E. Niesner, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik der Montanuniversität Leoben

Home/Kontakt: www.unileoben.ac.at, erich.niesner@unileoben.at

Einleitung und Problemstellung

In Zusammenarbeit des Departments für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik der Montanuniversität Leoben mit der Firma RHI wird zur Zeit ein Projekt zur Entwicklung von Prospektionsmethoden für Magnetit-Lagerstätten durchgeführt. In diesem Projekt arbeiten Geologen und Geophysiker eng zusammen.

Im Folgenden werden die Zielstellungen des Projektes genauer dargestellt, wobei schwerpunktmäßig auf die geophysikalischen Methoden, deren Prinzip und deren Einsatzmöglichkeiten eingegangen werden soll.

Projekte dieser Art sind von großer Bedeutung für die Montanuniversität, da an aktuellen Problemstellungen gearbeitet werden kann und auch für die mitarbeitenden Studenten, Diplomanten und Dissertanten ein direkter Bezug zur wirtschaftlichen Anwendung hergestellt werden kann. Zusätzlich werden diese angewandten Projekte, die natürlich Vorteile für die Firmen bringen, von diesen auch finanziell gefördert. Mit der Darstellung der Arbeiten an diesem Projekt soll versucht werden, die Arbeitsweise der Geophysiker und damit die Tätigkeiten in diesem Beruf zu zeigen.

Die Aufgabenstellung bei den vorliegenden Arbeiten war es, Prospektionsmethoden für Magnetit zu entwickeln. Die zugehörigen Feldmessungen wurden und werden in der Türkei durchgeführt. Es handelt sich um ein aktuelles Projekt – im Sommer 2007 wurde bereits eine Feldkampagne vor Ort durchgeführt – und 2009 ist ein weiterer Aufenthalt vor Ort geplant.

Magnetit kommt in der Natur in verschiedenen Erscheinungsformen vor. Abbildung 1 zeigt ein Magnetit-Handstück – typische Arten sind Spatmagnetit und Gelmagnetit.



Abb. 1: Magnetit-Handprobe (Spatmagnetit)

Magnesit bildet sich durch den Zerfall von Serpentinolith bzw. durch das Eindringen magnesiumhaltiger Wässer in Klüfte und Spalten. Serpentinolith ist daher oftmals das Umgebungsgestein.

Magnesit wird für die Herstellung von feuerfesten Produkten, z. B. Ziegel für die Auskleidung von Hochöfen verwendet.

Die Türkei liefert einen bedeutenden Anteil zur globalen Produktion von Magnesit und verfügt noch über größere Magnesitreserven. Da der Rohstoffbedarf stetig steigt, ist es aber dringend notwendig, neue Lagerstätten zu finden. Mittels der Methoden der Geophysik ist es möglich, weitere Lagerstätten zu finden. Eine typische Lagerstätte zeigt die Abbildung 2.



Abb. 2: Typische Magnesitlagerstätte – horizontal gelagertem, weiße Magnesitlinse (Gelmagnesit)

Die Suche nach Lagerstätten ist eines der vielen Aufgabengebiete der Geophysik. Der Bogen reicht von der Suche nach Erzen und Erdölvorkommen, über die Suche nach Massenrohstoffen bis hin zu geotechnischen und umweltrelevanten Fragestellungen.

Von großer Bedeutung ist bei diesen Explorationsarbeiten die Teamarbeit – wobei besonders die Geologie sehr wichtig ist. Je nach Fragestellung müssen auch Experten anderer Fachgebiete, wie Geotechniker, Bergbauingenieure, Umweltingenieure und Archäologen etc. eingebunden werden. Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist hier wie auch in anderen Fachgebieten unbedingt notwendig, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Arbeitsweise der Geophysik

In der Geophysik werden physikalische Messverfahren eingesetzt, um die physikalischen Parameter des Untergrundes zu bestimmen. Die Angewandte Geophysik beschäftigt sich mit der Untersuchung der Erdkruste im Bereich von Zentimetern bis zu maximal ca. 70km Erdtiefe. Dort liegt die sogenannte Mohorovicic-Diskontinuität – der Übergang von der Erdkruste zum Erdmantel.

Verfahren mit geringen Untersuchungstiefen kommen in der Archäologie zum Einsatz, während für die großen Tiefen die Tiefenseismik oder auch die Magnetotellurik Aussagen über tiefliegende geologische Strukturen erlaubt. Die vorliegende Aufgabenstellung zählt zur Lagerstättenexploration mit notwendigen mittleren Eindringtiefen von einigen 100 Metern. Erdöllagerstätten können aber auch in Tiefen von einigen 1000 Metern angetroffen werden. Auch für diese Ziele gibt es geeignete Messverfahren, wie z. B. die Seismik, die zu diesem Zweck weltweit eingesetzt wird.

Um geophysikalische Verfahren einsetzen zu können, ist es notwendig, dass sich das Zielobjekt von der Umgebung in mindestens einer physikalischen Eigenschaft unterscheidet. Für die Vorbereitung der Messungen ist es daher notwendig, möglichst viele Informationen über die Eigenschaften und auch die zu erwartende Tiefenlage zu recherchieren. Falls Gesteinsproben vorhanden sind, können die Eigenschaften im Labor gemessen werden, ansonsten muss man auf Literaturdaten zurückgreifen. Zur Planung der Feldmessungen müssen oftmals zusätzlich auch Modellrechnungen herangezogen werden, um die Anomaliegröße abzuschätzen und die Feldmessungen in Hinsicht auf Auflösungsvermögen und Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Bei jeder Methode gibt es noch eine Vielzahl von verschiedenen Ausführungsformen bzw. Feldmesskonfigurationen.

Einerseits muss sichergestellt werden, dass das zu erwartende Signal ausreichend groß ist bzw. das eingesetzte Messgerät empfindlich genug ist, um die Signale sicher zu erfassen. Dabei müssen natürlich auch mögliche Störquellen von Infrastruktur, wie z. B. Stromleitungen, Eisenbahnlinien und Strassen, in Betracht gezogen werden.

Ist das berechnete Messsignal zu schwach, kann z. B. ein stärkeres Messsignal (z. B. stärkerer Strom) in den Untergrund geschickt werden oder es muss ein empfindlicheres Messgerät eingesetzt werden. Ansonsten hat es keinen Sinn, die Messungen durchzuführen.

Weiters ergeben sich auch noch wirtschaftliche Gesichtspunkte. So kann der Messpunkt-Abstand nicht beliebig klein gewählt werden, da ansonsten die Messkosten zu hoch werden. Eine Optimierung der Feldparameter ist daher unbedingt notwendig.

Auch die politischen Rahmenbedingungen sind von großer Bedeutung für die Durchführbarkeit der Messungen.

Die Feldmessungen ergeben die 1-, 2-, 3- bzw. 4-dimensionale Verteilung dieser Parameter im Untergrund. Für die Berechnung dieser Verteilungen aus den Feldmesswerten sind noch einige mathematische Bearbeitungsschritte der Daten, wie z. B. Inversionsrechnungen notwendig.

Bei der nachfolgenden Interpretation der Messergebnisse werden alle verfügbaren Informationen, wie z. B. Geologie, Ergebnisse anderer geophysikalischer bzw. geochemischer Messmethoden, Labormessungen an Handstücken und Bohrkernen u. a. miteinbezogen, um die gewünschte Information mit möglichst großer Sicherheit zu extrahieren. Ein Bergbaubetrieb ist z. B. am Erzgehalt interessiert, eine Erdölfirma an dem Anteil von förderbarem Öl in der Formation, d. h. Wassersättigung, Porosität und Permeabilität.

Geophysikalische Messverfahren

Im vorliegenden Projekt wurden wegen der guten Erfolgsaussichten bislang geoelektrische und geomagnetische Messverfahren eingesetzt, wobei diese Auswahl noch nicht ausschließlich ist – auch andere Verfahren könnten noch herangezogen werden. Daher werden diese beiden Verfahren hier genauer vorgestellt. Allgemein gilt jedoch: je mehr der geeigneten Verfahren eingesetzt werden, desto sicherer wird die Aussage.

Geoelektrische Messmethode

Bei der geoelektrischen Messmethode wird der elektrische Widerstand des Untergrundes gemessen, indem über zwei in den Boden gesteckte Stahlelektroden Strom in den Untergrund geleitet und die resultierende Spannung gemessen wird. Diese ist ja vom Bodenwiderstand abhängig. Unter Berücksichtigung der Geländegeometrie lässt sich damit der spezifische elektrische Widerstand des Untergrundes bestimmen.

Die Eindringtiefe wird über den Abstand der Stromelektroden gesteuert – je größer der Elektrodenabstand, desto tiefer dringt der Strom in den Untergrund ein.

Eine einfache Methodik, bei der ein eindimensionaler Tiefenaufschluss, ähnlich einer Bohrung erzielt werden kann, ist die geoelektrische Tiefensondierung. Bei der Tiefensondierung werden die Abstände der Stromelektroden, symmetrisch zu einem Aufschlagpunkt sukzessive vergrößert. Als Resultat erhält man die Veränderungen des elektrischen Widerstandes unter diesem Punkt in Abhängigkeit von der Tiefe – also eine „geoelektrische“ Bohrung, wobei aber in diesem Fall kein Eingriff in den Boden stattfindet.



Abb. 3: Geoelektrische Tiefensondierung

Eine Erweiterung dieser Messmethode stellt die Multielektroden-Geoelektrik dar. Bei dieser Messmethode werden die Aufschlagpunkte sukzessive, z. B. entlang eines Profils, verschoben. Diese einzelnen Sondierungen entlang eines Profils können nun zusammengesetzt werden und ergeben einen zweidimensionalen geoelektrischen Tiefenschnitt. Auch dreidimensionale Verteilungen bzw. zeitliche Wiederholungsmessungen (4d) sind damit möglich. Da der Feldaufwand bei dieser Messmethode enorm hoch ist, muss eine Automatisierung des Systems durchgeführt werden. In diesem Fall werden intelligente Schaltelektroden verwendet und die Steuerung der gesamten Messanlage erfolgt über einen Rechner, in dem gleichzeitig auch alle Daten gespeichert werden.

Bislang wurden in der Türkei geoelektrische Sondierungen eingesetzt, um die charakteristischen Widerstände der einzelnen Gesteinskomponenten, wie Magnesit, Serpentin, Sedimente etc. zu erfassen. Die Messung mit der Multielektrodenanlage erfolgte im Sommer 2009.

Geomagnetik

Als weitere Methode wurde die Geomagnetik eingesetzt. Bei der Geomagnetik wird die unterschiedliche Magnetisierbarkeit der Gesteine, die sogenannte Suszeptibilität zur Unterscheidung herangezogen. Entsprechend der Größe der magnetischen Suszeptibilität wird durch das Erdmagnetfeld ein zusätzliches Magnetfeld induziert; dieses überlagert sich dem Erdmagnetfeld. Durch eine genaue Messung des Erdmagnetfeldes können damit über die Verteilung der Suszeptibilität im Untergrund Rückschlüsse auf die Gesteine im Untergrund gezogen werden.

Das Umgebungsgestein Serpentin hat deutlich höhere Suszeptibilitäten als der Magnesit. Die Suszeptibilität kann also als Unterscheidungsmerkmal bei der Prospektion herangezogen werden. Die Messungen wurden mit einem Protonenmagnetometer (Abb. 4) durchgeführt. Dieses Gerät arbeitet über die Polarisation einer protonenreichen Flüssigkeit in Sensoren, die auf einer Messstange in unterschiedlicher Höhe montiert sind.



Abb. 4: Magnetik Feldmessungen – zwei Magnetfeldsensoren montiert auf einer Stange

Im Sommer 2008 wurden in einer größeren Feldkampagne Magnetikmessungen über verschiedenen Lagerstättentypen in der Türkei durchgeführt. Dabei wurde sowohl an bereits bekannten Vorkommen, aber auch im noch nicht explorierten Gelände gemessen.

Diskussion der Ergebnisse und weiterführende Schritte und Arbeiten

Bei der Interpretation werden dann die Ergebnisse der geophysikalischen Messungen herangezogen, um daraus relevante Aussagen zu der spezifischen Aufgabenstellung zu extrahieren. Die Messungen sowohl der Geomagnetik aber auch der Geoelektrik über bekannten Lagerstätten sind sehr wichtig für die Interpretation der Messergebnisse über noch unbekanntes Lagerstätten. Die Charakteristika der Messkurven können dadurch besser erfasst und damit gute Aussagesicherheiten erreicht werden.



Abb. 5: Bohrung

Im vorliegenden Fall konnten mittels der Ergebnisse der geophysikalischen Messungen Zonen ausgewiesen werden, in denen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Magnesit besteht. Auf Grund dieser Ergebnisse wurden dann Bohrpunkte festgelegt, damit über einen definitiven Tiefenaufschluss (Abb. 5) die Aussagen überprüft werden konnten. Wo Magnesit angetroffen wurde, konnte der bergmännische Aufschluss der Lagerstätte beginnen.