©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.	ISSN 0253-097X	Band 5	S. 7–14	Wien, September 1984

Methoden zur Substanzschätzung am Beispiel ausgewählter Bentonit- und Glastuffvorkommen in der Steiermark

Von HEINRICH AIGNER, FRITZ EBNER, CHRISTIAN SCHMID*)

Mit 6 Abbildungen und 1 Tabelle

Steiermark
Tertiär
Miozän
Bentonit
Glastuff
Induzierte Polarisation
Geoelektrische Tiefensondierung
Widerstandskartierung

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 163, 189

Inhalt

Zusammenfassung, Summary 7
1. Einleitung und Problemstellung 7
2. Durchführung und Auswertung der Messungen 9
3. Ergebnisse in den Untersuchungsgebieten 10
3.1. Bürgerwald/Tregistsattel 10
3.2. Holzbaueregg/S Groß St. Florian 11
3.3. Ruzendorf/NNE Stainz 12
4. Beurteilung der Prospektionsmöglichkeiten auf Bentonit/Glasstuff 14
Literatur 14

Zusammenfassung

An drei geologisch und morphologisch unterschiedlichen Gebieten in der Steiermark wurde die Prospektion auf Bentonit und Glastuff mittels geophysikalischer Methoden erprobt. Die ausgewählten Bentonit- und Glastuffvorkommen im Bürgerwald/Tregistsattel (NE Voitsberg), Holzbaueregg (S Groß St. Florian) und Ruzendorf (NE Stainz) variieren sowohl in Morphologie, Bentonit-Glastuffmächtigkeit, Überlagerung wie auch im Montmorin-Gehalt. Vorliegende Untersuchungen haben gezeigt, daß die Methoden der geoelektrischen Tiefensondierung, der geoelektrischen Widerstandskartierung und auch die Induzierte Polarisation befriedigende Ergebnisse hinsichtlich eines Nachweises von Bentonit-/Glastuffhorizonten liefern.

Abstract

The prospection for bentonites and glastuffs with geophysical methods was tested in Styria (Austria) on three very different types of geologic and morphologic areas: Bürgerwald/Tregistsattel (NE Voitsberg), Holzbaueregg (S Groß St. Florian) and Ruzendorf (NE Stainz). These selected deposits differ in morphology, thickness of bentonite/tuff, overburden and content of montmorillonite. The discussed investigation shows good results in the prospection for bentonites/tuffs with methods of resistivity mapping, geoelectric depth-sounding and induced polarisation.

*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Ing. HEINRICH AIGNER, Dipl.-Ing. Dr. mont. CHRISTIAN SCHMID, Forschungsgesellschaft Joanneum, Institut für Angewandte Geophysik, Roseggerstraße 17, A-8700 Leoben; Univ.-Doz. Dr. FRITZ EBNER, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz-Burg, Abteilung für Umweltgeologie, Elisabethstraße 5/1, A-8010 Graz.

1. Einleitung und Problemstellung

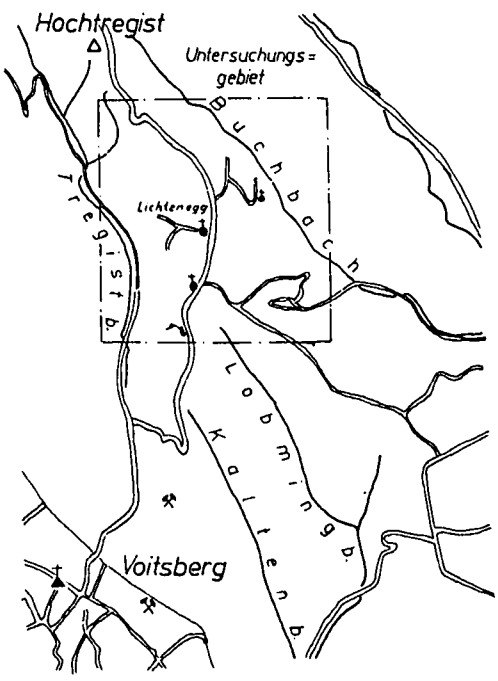
Im Rahmen der Erfassung heimischer Rohstoffe wurden einzelne Bentonit- und Glastuffvorkommen in der Steiermark durch F. EBNER & W. GRÄF in den Jahren 1977 bis 1980 (EBNER & GRÄF, 1982) montangeologisch untersucht. Dabei zeigte sich, daß von den über 100 steirischen Bentonit- und Glastuffvorkommen auf Grund der Feldgeologie eventuell sechs wirtschaftlich verwertbar sein könnten.

Gesteinsphysikalische Messungen an einzelnen Bentonit-/Glastuffproben ergaben, daß diese niedrige elektrische Widerstände um 15 Ohmmeter aufweisen, was eine geophysikalische Prospektion möglich erscheinen läßt. Daher sollten einerseits geophysikalische Methoden zum Nachweis von Bentonit/Glastuff bzw. zur Abgrenzung gegen das Hangende und Liegende getestet werden, andererseits sollten diese Untersuchungen bei einer positiven Anwendbarkeit zu einer Substanzabschätzung in den ausgewählten Vorkommen führen. Zum Einsatz kamen die geoelektrische Widerstandskartierung, geoelektrische Tiefensondierung und die Induzierte Polarisation.

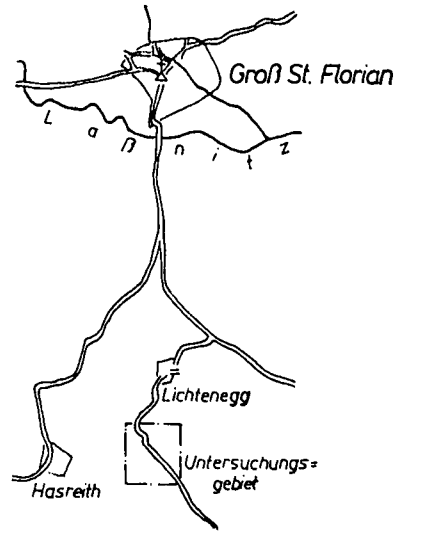
Nach Möglichkeit sollten die Testgebiete geologisch so gut bekannt sein, daß auch ohne Geophysik eine ungefähre Substanzabschätzung möglich erscheint. Der direkte Vergleich beider Arbeitsweisen sollte eine qualitative wie auch quantitative Bewertung der angeführten geophysikalischen Methoden ermöglichen.

Von den sechs eventuell wirtschaftlich verwertbaren Vorkommen wurden drei für geophysikalische Testmes-

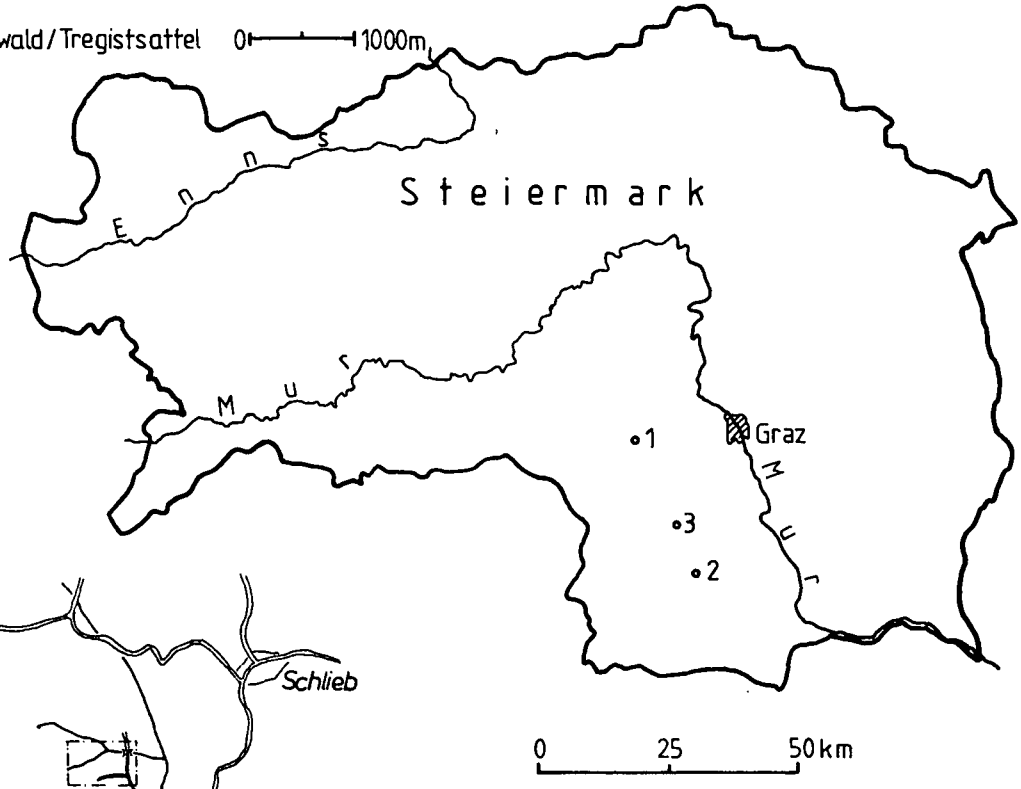
©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

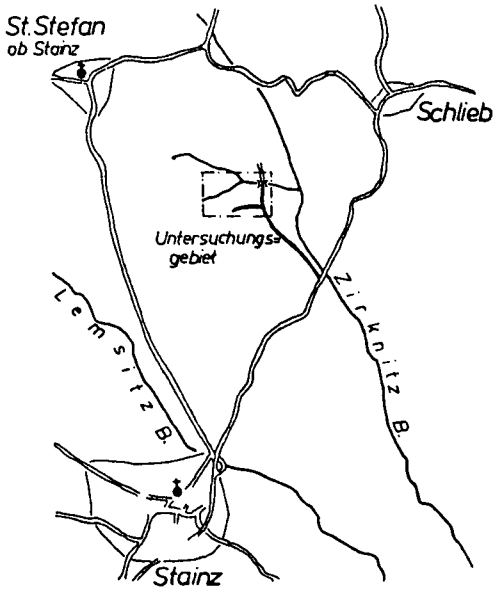


1-Bürgerwald/Tregistsattel 0 1000m



2-Holzbauerregg 0 1000m





3-Ruzendorf 0 1000m

Abb. 1: Lageplan der Meßgebiete

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Meßgebiete.

Testgebiet	Materialansprache	Montmoringehalt	Überlagerung		Geländemorphologie
			Mächtigkeit	Material	
Holzbaueregg	Bentonit	85–90 %	m-Bereich	toniger Sand	flach
Ruzendorf	Bentonit	40–60 %	m-Bereich	toniger Sand	flach
Bürgerwald/Tregistsattel	Glastuff	10–20 %	bis ca. 60 m	Kies, Sand	steil

sungen ausgewählt. Dabei handelt es sich um die Vorkommen Bürgerwald/Tregistsattel (Lichtenegg) im Raum von Voitsberg, Ruzendorf in der näheren Umgebung von Stainz und Holzbaueregg nahe Groß St. Florian (Abb. 1).

Für die Auswahl der drei Testgebiete waren neben ihrer ausreichenden Kenntnis aus den geologischen Kartierungsarbeiten unterschiedliche Verhältnisse in
- Montmoringehalt (Bentonit-Glastuff)
- Mächtigkeit der Überlagerung
- Materialbeschaffenheit der Überlagerung
- Geländemorphologie

maßgeblich. Diesbezüglich können die drei Testgebiete wie in Tabelle 1 angeführt charakterisiert werden.

Auf Grund der hier durchgeführten Untersuchungen sollten einzelne Vorkommen aus dem Status wissenschaftlicher Bearbeitung in firmenmäßige Nutzung überführt werden, bzw. es sollte eine wirtschaftlich nutzbare Untersuchungsmethodik erarbeitet werden.

2. Durchführung und Auswertung der Messungen

Für die geoelektrische Widerstandskartierung kam ein Norma-Erdungsmeßgerät mit der Typenbezeichnung 1805 GB 2 D/E zum Einsatz. Bei diesem Instrument handelt es sich um ein niederfrequentes Wechselstrommeßgerät, welches vorwiegend für Erdmessungen konstruiert worden war. In Wenner-Anordnung wurden mit drei verschiedenen Elektrodenabständen (2,5 und 10 m) vermutete Ausbißlinien kartiert bzw. Tuff/Bentonit-Horizonte verfolgt. Mit diesen Elektrodenabständen wurden je Untersuchungsgebiet etwa 900 Profilmeter aufgenommen.

Die elektrische Tiefensondierung wies nach den ersten Voruntersuchungen die größten Erfolgsaussichten auf. Als Elektrodenanordnung kam einheitlich die Schlumbergerkonfiguration zur Anwendung. Einzig und allein die maximalen Elektrodenabstände, die ein Maß für die Eindringtiefe dieses Verfahrens sind, wurden je nach Meßgebiet geändert. In den Meßgebieten Holzbaueregg und Ruzendorf wurde mit maximalen Elektrodenabständen von AB = 300 m gearbeitet. Dies würde im Idealfall einer Eindringtiefe von etwa 100 m entsprechen. Sind jedoch die oberflächennahen Widerstände sehr gering, so reduziert sich diese Eindringtiefe bis auf etwa 1/10 der maximalen Elektrodenabstände. Die einzelnen Untersuchungspunkte wurden in allen 3 Meßgebieten so gelegt, daß aus den Einzelpunkten Profile konstruiert werden konnten. So wurden im Meßgebiet Ruzendorf 51 Tiefensondierungspunkte, die entlang von 6 Profilen mit einer Gesamtprofillänge von 1600 m liegen, gemessen. Im Meßgebiet Holzbaueregg wurden 30 Sondierungspunkte registriert, die entlang von 4 Profilen mit einer Gesamtlänge von 960 m liegen.

Im Gebiet von Bürgerwald/Tregistsattel wurden 51 Punkte entlang 4 Profilen mit 3,1 km Länge mit maximalen Elektrodenabständen von 700 m gemessen, was unter ungünstigsten Verhältnissen einer Eindringtiefe von ca. 70 m entsprechen würde. Da aus der geologischen Kartierung hier Hangendmächtigkeiten bis etwa 50 m bekannt sind, ermöglichen die maximalen Elektrodenabstände ein eindeutiges Erfassen der Liegendschichten. Allerdings sind bei derartig großen Hangendmächtigkeiten Zonen von wenigen Metern nicht mehr zu erfassen, da die Mindestschichtmächtigkeit über 10 % der Hangendmächtigkeit ausmachen muß. Es konnte mittels Geoelektrik daher im Gebiet von Bürgerwald/Tregistsattel nur eine Abgrenzung der Liegendpartien von den Hangendschottern gewährleistet werden.

Die Induzierte Polarisation (IP) ist eine relativ neue Meßtechnik in der Geophysik und wird hauptsächlich in der Erzprospektion zum Aufsuchen feinverteilter Mineralien und zur Grundwasserprospektion angewendet (BERTIN & LOEB, 1976; SUMNER, 1976; BODMER et al., 1968; VACQUIER et al., 1957).

Bei dem hier verwendeten IP-Meßverfahren handelt es sich um die „frequency domain" IP-Methode, wobei der Widerstand bei 5 Hz (ϱ_{ac}) und 0,31 Hz (ϱ_{dc}) gemessen wird. Als Maß für den IP–Effekt bezeichnet man den sogenannten Frequenzeffekt (FE), definiert durch $FE = (\varrho_{dc} - \varrho_{ac})/\varrho_{ac}$.

Die notwendige Leistung wird von einem AC-Motorgenerator der Firma Briggs & Stratton erzeugt und beträgt maximal 2 kW. Im IP-Transmitter der Firma Phönix (Modell IPT-1) wird die gelieferte AC-Spannung gleichgerichtet, auf einen eingestellten Spannungswert (zwischen 0 und 1200 Volt) transformiert und entsprechend der eingestellten Frequenz an den beiden Stromelektroden angelegt. Mit dem IP-Receiver der Firma Phönix (Modell IPV-1HS) kann die Spannung an den beiden Potentialelektroden bei den verwendeten Frequenzen gemessen werden. Es zeigte sich, daß mit Hilfe der IP die Liegend- von der Hangendschicht getrennt werden konnte, die Bentonit-/Tufflagen sich jedoch meist frequenzneutral bemerkbar machen. Da kein entscheidender Vorteil zur Widerstandskartierung ersichtlich war, die Kosten für eine IP-Messung aber etwa 20-fach höher liegen, wurde dieses IP-Verfahren nur bei einigen Testmessungen eingesetzt.

Der Auswertung der geophysikalischen Untersuchung kam je Meßmethode eine unterschiedliche Bedeutung bzw. ein unterschiedlicher Arbeitsaufwand zu. Die Interpretation der geoelektrischen Widerstandskartierung kann nur qualitativ vorgenommen werden. Es können Zonen höherer Widerstände von Zonen niedrigerer Widerstände abgegrenzt werden. Neben der Auskartierung der Ausbißlinie kann auch ein eventuelles Abtauchen der Bentonit-/Glastuffhorizonte nachgewiesen werden. Eine ähnliche Auswertemethodik, wie sie bei der geoelektrischen Widerstandskartierung angewandt

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

wurde, kam auch bei der Induzierten Polarisation zum Tragen. Hierbei wurde zusätzlich zum elektrischen Widerstand das frequenzabhängige Widerstandsverhalten des Bodens auskartiert.

Ein wesentlich größerer Zeitaufwand war bei der Auswertung der geoelektrischen Tiefensondierung von Nöten. Das zur Interpretation verwendete Rechenprogramm stammt von A. R. ZODY und wurde 1973 am US Geological Survey in Denver, Colorado, entwickelt. Die Theorie und die detaillierte Beschreibung dieses Programmes wird von D. D. GOSCH sowie von A. R. ZODY gegeben. Nach Eingabe der digitalisierten Sondierungskurven werden je nach vorgegebener Schichtanzahl die Tiefen und wahren Widerstände der einzelnen Horizonte berechnet.

Im Anschluß daran wurden die einzelnen Tiefensondierungspunkte profilmäßig dargestellt und auf Grund der sich daraus ergebenden Mächtigkeiten des Bentonites eine Isopachenkarte (Mächtigkeitskarte) des Bentonites/der Glastuffe gezeichnet. Analog dazu wurde die Mächtigkeit der Hangendschichten ebenfalls kartenmäßig dargestellt. Bei Korrelation beider Karten ist eine wirtschaftliche Abschätzung der Substanz bzw. der notwendigen Arbeiten, um diese Substanz bergmännisch hereinzugewinnen, möglich.

3. Ergebnisse in den Untersuchungsgebieten

3.1. Bürgerwald/Tregistsattel

Das Vorkommen Tregist/Bürgerwald liegt am Lobmingbergrücken NE von Voitsberg im Bereich der Kapelle Pkt. 611/Lichtenegg. Die geologischen Verhältnisse dieses Bereiches wurden bei EBNER & GRÄF (1980, 1982) ausführlich dargestellt. Danach lagern hier in einer aus Oberkreide-Sandsteinen der Kainacher Gosau bestehenden Grundgebirgsbucht unterbadenische klastische Gesteine (Eckwirtschotter) eines limnisch-fluviatilen Ablagerungsbereiches. Nach Bohrbefunden der GKB überlagern sie die kohlenführende Formation (Karpat) von Voitsberg/Köflach. In den überwiegend Kristallingeröll führenden Eckwirtschottern sind in den tieferen Profilteilen graugrüne, sandig-siltig-tonige Sedimente eingeschaltet, über denen 1,2–4,8 m mächtige Glastuffe, bisweilen mit geringmächtigen Bentoniten an der Basis, folgen. Ausbisse der Tuffe, die beiderseits des Lobmingbergrückens zwischen 560 und 480 m Seehöhe zu liegen kommen, wiesen auf ein Schichteinfallen mit 3–4° nach SE. Die Kiesüberlagerung bis zur Höhe des Lobmingbergrückens beträgt ca. 50–60 m.

Zur weiteren Kenntnis der Schichtfolge können Kohle-Bohrungen der GKB im Untersuchungsgebiet herangezogen werden. Indikationen der Tuffe lassen sich daraus nicht ableiten.

Da in der Literatur keine Hinweise auf Frequenzeffekte (FE) innerhalb von Bentoniten (Glastuffen) bzw. in reinen Tonen gefunden werden konnten, wurden zunächst IP-Messungen durchgeführt, um Aufschlüsse über die FE-Verteilung einzelner Schichtpakete zu erhalten. Dabei ergaben sich für die Hangendschichten, die meist aus Sanden und Kiesen bestehen, ein FE von 3 bis 5 %. Die Liegendschichten, die in diesem Meßgebiet tonig-siltig-sandigen Sedimenten zuzuordnen sind, schwanken zwischen −1 und −4 %; die eigentlichen Glastuffhorizonte zeigten einen FE zwischen 0 und −1 %. Widerstands- und FE-Minima lagen jedoch immer bei einem Bentonit-/Tuff-Ausbiß, sodaß ein Nachweis der Ausbißlinie möglich ist.

Mit Hilfe der Widerstandskartierung konnte die Grenze zu den Gosau-Schichten festgestellt werden, die sich mit Widerständen von 100–200 Ohmmeter abhebt. Lokale Widerstandsminima sind auf einen unterschiedlichen Durchfeuchtungs- und Verfestigungsgrad des Bodens zurückzuführen. Bei einer Verifizierung der vermuteten Glastuff-Ausbißlinien im Gelände zeigte sich, daß örtlich anstelle der Glastuffe auch feinklastisches Material mit gleichem Widerstandsverhalten auftritt.

Die Auswertung der geoelektrischen Tiefensondierung ergab meist einen geoelektrischen Fünfschichtfall. Ein NS-Profil wird in der Abb. 2 dargestellt. Die Widerstandsunterschiede der einzelnen Horizonte waren bis auf zwei sehr gering. Interessanterweise zeigen sich auch in den Hangendschichten, die laut Geologie aus Sanden aund Kiesen bestehen, nur relativ niedrige Widerstände. Eine Reinterpretation der geologischen Daten ergab, daß die hier anstehenden Kiese einen hohen Kristallinanteil mit reichlich „morschen" Komponenten besitzen. Diese Sedimente mit zahlreichen Verwitterungsprodukten zeigen daher wesentlich niedrigere Widerstände als Kalk- und Dolomit-Schotter.

Die oberflächennahen Schichten schwanken zwischen 30 und 60 Ohmmeter, die mittleren zwischen 9 und 64 Ohmmeter. Da im Randbereich dieser Hügelkette einzelne Quellaustritte festzustellen sind, könnte es sein, daß die Schotter teilweise wasserführend sind, was ebenfalls die Widerstände vermindert. Im Liegenden der Glastuffe stehen besonders im Nordteil Gosau-Sandsteine an. Diese zeigten im Mittel Widerstände von 244±85 Ohmmeter. Weiter gegen Süden hin, etwa ab dem Meßpunkt 25, konnte die Gosau auf Grund der großen Tiefe nur mehr teilweise erfaßt werden. Da jedoch in diesem Gebiet von der GKB 2 Bohrungen abgeteuft wurden, mußten die unteren Schichten der Gosau, überlagert von Tonen (116±64 Ohmmeter) und Tegel (12±4 Ohmmeter), zugeordnet werden. Die oberen Lagen bestehen aus Kiesen und Sanden, wodurch sich relativ einheitliche niedrige Widerstandswerte ergeben.

Vom Ergebnis her ist das abgebildete Profil sehr klar aufgebaut. Der Grund dafür sind die anstehenden Gosauschichten mit den überlagernden Tonschichten, die einen signifikanten Leithorizont ergaben. Die eigentlichen Glastufflagen konnten entlang dieses Profiles nur im Mittelteil etwa in der Position 600 m geoelektrisch nachgewiesen werden. Inwieweit in den nördlichen und südlichen Profilteilen Glastuff vorhanden ist, aber auf Grund seiner ungünstigen Mächtigkeitsverhältnisse zum Hangenden geoelektrisch nicht nachgewiesen werden kann, konnte mit diesen Untersuchungen nicht geklärt werden. Generell zeigt das gesamte Profil ein Einfallen von 5° gegen Süden hin. Dieser Einfallswinkel paßt exakt mit den geologischen Kartierungsergebnissen überein.

Im mittleren Teil dieses NS-Profiles konnte ein WE-Profil gemessen werden. Dabei ergab sich, daß die Glastufflage nach W auskeilt und Richtung 0 abfällt. Im 0-Teil war die Überlagerung bereits so groß, daß ein geoelektrischer Nachweis nicht mehr gegeben war. Auf Grund der geologischen und geophysikalischen Kartierung kann ein Glastuff-Vorrat von ca. 630.000 m³ bei einer bis zu 50 m mächtigen Überlagerung abgeschätzt werden, wobei das Auskeilen der Glastuffe nach W, S und N faziell interpretiert werden kann.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

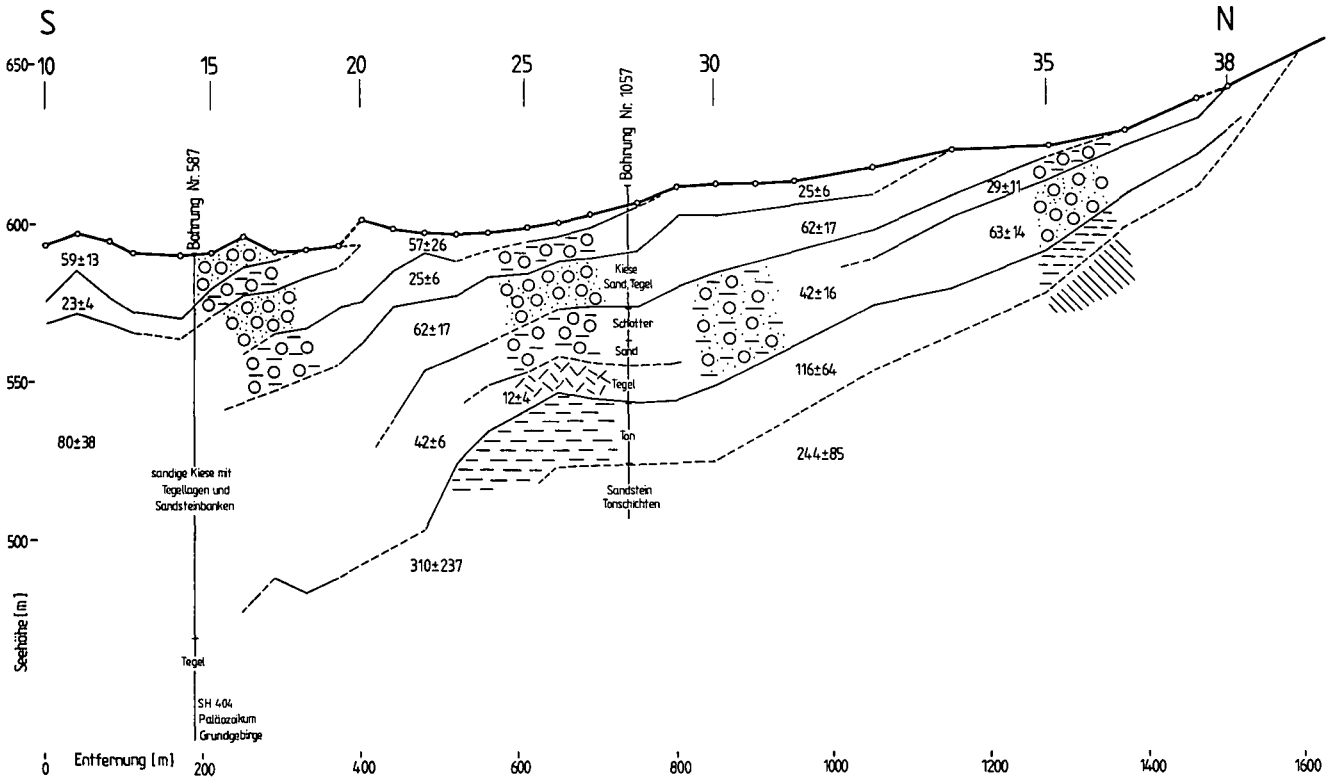


Abb. 2: NS-Profil einer geoelektrischen Tiefensondierung im Gebiet Bürgerwald/Tregistsattel

Insgesamt ergab sich innerhalb der tertiären Schichtglieder ein Einfallen von 3,5° Richtung SE, die Tone scheinen einen stärkeren Einfallswinkel aufzuweisen. Die Ursache dafür kann jedoch infolge der großen Tiefenlage und dem damit verbundenen ungenauen Erfassen der Tonschichten nicht eindeutig geklärt werden. Inwieweit die Morphologie einen Einfluß auf die Meßergebnisse bzw. auf die Profildarstellung hat, kann nur vermutet werden. Es sieht jedoch so aus, als würde sich die Oberfläche im nicht dargestellten WE-Profil auch im Untergrund bei einzelnen Horizonten durchpausen. Dies ist durchaus möglich, da die Profile auf einer Hügelkuppe liegen, deren Breite etwa dem maximalen Abstand der Elektroden entspricht.

3.2. Holzbaueregg/S Groß St. Florian

Dieser Bentonitfundpunkt liegt ca. 2,8 km S Groß St. Florian im marinen (Lagunen-)Bereich des unterbadenischen Sedimentationsraumes. Die Schichtfolge setzt sich bei Holzbaueregg aus wechselnd tonigen gelben Sanden zusammen, die auf ca. 350 m Seehöhe von dunkelgrauen, glimmerigen, sandigen Tonen unterteuft werden. Innerhalb dieses Schichtpaketes treten nach DILLER (1957) zumindest in zwei Niveaus vulkanische Tuffe bzw. Bentonite auf. Das obere, nun geophysikalisch untersuchte Niveau, wurde in den 50er Jahren auch von der Firma Brandner beschürft. Der 50 cm mächtige, höchstprozentige Bentonit wurde dabei in einer Tiefe von 1–1,5 m im Bereich des Gehöftes Holzbaueregg Nr. 32 angetroffen. Von hier aus konnte anhand von Lesestückfunden der Bentonit sowohl in N- wie auch in S-Richtung auf einer Gesamtlänge von insgesamt ca. 400 m, weiter verfolgt werden (EBNER & GRÄF, 1980).

Auf Grund der Ausbißlinien und der Topographie des Untersuchungsgebietes ließ sich auf Überlagerungen im Meterbereich bei einer Bentonitmächtigkeit von maximal 1 m schließen.

Dadurch konnte der Horizont mit Widerstandskartierungen relativ leicht verfolgt werden. Auch hier zeigt sich beim Übergang vom Hangenden zum Liegenden beim Frequenzeffekt ein Wechsel von positiv auf negativ. Der Tuff-/Bentonit-Horizont weist dabei einen Frequenzeffekt von 0 bis −1 % auf. Die IP-Messungen zeigten sich als nicht aussagekräftiger als die Widerstandskartierungen, weshalb die Ausbißlinien meist nur mit Hilfe der Widerstandskartierung eruiert wurden.

Auf Grund der geringen Überlagerung und relativ stetigen Morphologie des Geländes brachte die geoelektrische Tiefensondierung gute Ergebnisse. Insgesamt konnten 3 Horizonte mit verschiedenen Widerstandswerten aufgelöst werden. Es handelt sich hierum um einen hochohmigen Hangendhorizont (37±14 Ohmmeter), dem eigentlich gesuchten Bentonithorizont (5 Ohmmeter), der in zwei Ebenen vorhanden war, und dem Basishorizont von etwa 24 Ohmmeter. Die Widerstandskontraste sind also groß genug, um geoelektrische Tiefensondierungen anzuwenden; außerdem ist das Verhältnis von Hangendschichten zu Bentonitmächtigkeit nie größer als 5 : 1.

Die gewonnenen Daten wurden verwendet, um eine Karte der Bentonit-Mächtigkeit sowie dessen Überlagerung (Abb. 3) zu erstellen. Der obere Tuffhorizont wird strichpunktiert dargestellt, der untere mit durchzogenen Linien. Der obere Bentonithorizont ist nur im NW und SE des Untersuchungsgebietes vorhanden und wesentlich kleiner in seiner Ausdehnung und Mächtigkeit als der untere Horizont, bei dem es sich um einen ellipsenförmigen Körper handelt, der am Rande eine Mächtig-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

keit von 0,2 m und im Zentrum höchstens 1 m aufweist. Aus dieser Abbildung ergibt sich ein Vorrat an Bentoniten von 10.000 m³, wenn nur die Bereiche innerhalb der 0,5 m Tuffisopache berücksichtigt werden.

Da die Mächtigkeit des unteren Bentonithorizontes wesentlich größer als die des oberen ist, wird in der Abb. 3 nur die Überlagerung des Basishorizontes aufgetragen, die im Mittel etwa 3 m beträgt und im Westen des Untersuchungsgebiets bis auf 5 m ansteigt. Das mittlere Verhältnis von Überlagerung zu Bentonitmächtigkeit beträgt etwa 3 : 1. Da das Gebiet bebaut ist und eine Straße über die mächtigsten Bentonitzonen führt, kann nur eine genaue Kostenrechnung über die Wirtschaftlichkeit dieses Vorkommens entscheiden.

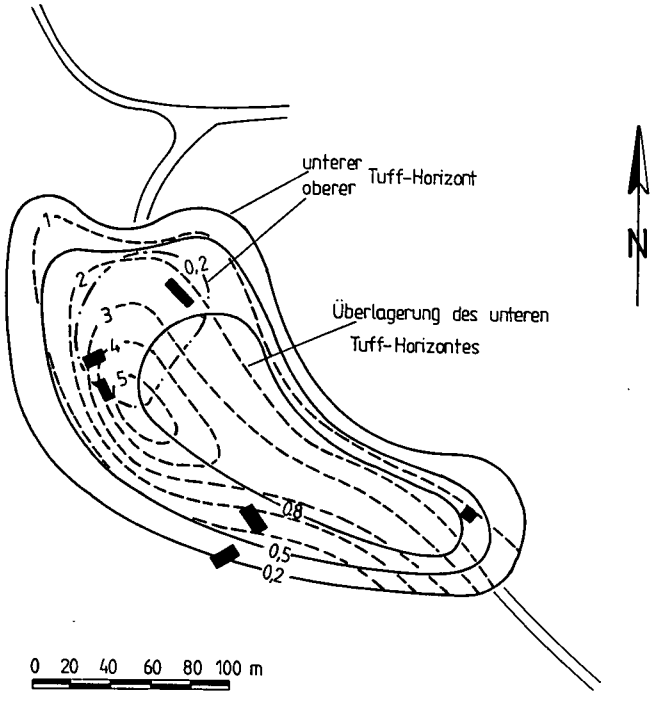


Abb. 3: Mächtigkeiten (in m) der Bentonit-/Tuff-Horizonte und deren Überlagerung im Raum Holzbaueregg

3.3. Ruzendorf/NNE Stainz

Vulkanische Tuffe sind in den unterbadenischen Sedimenten der Umgebung von Stainz weit verbreitet (EBNER & GRÄF, 1980, 1982; EBNER, 1981). Faziell kommen die hier auftretenden Tone, Sande und Feinkiese im Grenzbereich eines marin/brackisch und limnisch/fluviatilen Sedimentationsgebiets zu liegen. Das größte Tuffvorkommen ist hier jenes von Ruzendorf ca. 3 km NNE Stainz. Die geologischen Verhältnisse dieses Vorkommens wurden bereits 1942 durch Bohrungen erkundet (vgl. ASIMUS & LACKENSCHWEIGER, 1942; EBNER & GRÄF, 1980, 1982). Danach liegen in einem linsenförmigen Körper über Sanden und Tegeln auf einer Fläche von ca. 65.000 m² 30–325 cm mächtige, unterschiedlich stark montmorillonitisierte (50–80 % Montmoringehalt) vulkanische Tuffe, die von geringmächtigen feinklastischen Sedimenten überlagert werden.

Als Beispiel wurden in der Abb. 4 alle geophysikalischen Meßmethoden kombiniert in einem über die Lagerstätte E-W verlaufenden Profil dargestellt. Die Lage des Profils ist in der Abb. 5 strichpunktiert eingezeichnet. Mit Hilfe der geoelektrischen Tiefensondierung konnten im E bis zu Pkt. 17 fünf Schichten und nur zwei im Westen ausgemacht werden. Die Tuff-/Bentonitlage ist dabei gestrichelt mit einem Widerstand von 13±9 Ohmmeter eingezeichnet. Das Auskeilen der Schichten nach W hin sowie das Absinken des gesuchten Tuff-Horizontes bei Meßpunkt 19 wird durch das Ansteigen der Widerstände bei der Widerstandskartierung bestätigt. Der Frequenzeffekt variiert entsprechend den Widerstandsdaten und beträgt für das Liegende 1 bis 2 %, den Tuff-Horizont etwa 0 bis −1 % und für die Hangend-Schicht etwa −1 bis −2 %. Auch hier ist ein eindeutiges Auskeilen von Schichten Richtung W zu erkennen.

Störend macht sich bei diesem Profil in der Tiefensondierung im E-Teil eine niederohmige Schicht bemerkbar, die etwa dieselbe Widerstandsverteilung wie der Bentonit-/Tuff-Horizont aufweist, bei der Einzelinterpretation der Sondierungskurven jedoch durch eine dünne hochohmige Schicht abgetrennt war. Geoelektrisch konnte nicht ausgeschlossen werden, daß diese Schicht ebenfalls aus Bentonit/Tuff besteht. Die Bohrungen von ASIMUS & LACKENSCHWEIGER (1942) ergeben in dieser Teufe eine Tegellage, die bei einem erhöhten Tonanteil die niedrigen Widerstände des Tuff-/Bentonithorizontes von 13 Ohmmeter erreichen kann.

Unterhalb dieser niederohmigen Schicht bzw. ab dem Meßpunkt 20 unterhalb des Bentonites folgt eine höherohmige Formation mit mittleren Widerständen von 84±41 Ohmmeter. Auf Grund dieser Widerstandsverteilung dürfte es sich dabei um kompakte sandige Tone handeln. Als letztes Schichtglied ergab sich wiederum ein niederohmiger Horizont von 23±8 Ohmmeter, wobei hier reinere Tone vorhanden sein dürften.

Die Bentonitmächtigkeit schwankt entlang dieses Profiles beträchtlich. So zeigen sich minimale Werte in der Nähe von Untersuchungspunkt 24 mit einer Mächtigkeit von etwa einem halben Meter, während das Maximum in der Nähe von Untersuchungspunkt 20 bei 3 m liegt. Der Nachweis der Bentonitlage war mit zwei Ausnahmen entlang aller Profile sehr gut möglich. Schwierigkeiten zeigten sich nur im o. a. E-Teil und im Profil E, senkrecht zu Punkt 2, wo die Bentonitwiderstände beträchtlich über den normalerweise ermittelten Werten lagen. Hier wäre es ohne Bohrungen kaum möglich gewesen, eine zufriedenstellende Interpretation zu liefern.

In Abb. 5 wird eine Isopachenkarte des Bentonitlagers dargestellt. Diese Karte ermöglicht eine Abschätzung der Bentonitvorräte. Dabei ist ersichtlich, daß im Osten des Untersuchungsgebietes, nördlich des Anwesens Reinbacher, die größten Bentonitmächtigkeiten auftreten. Auch die N–S-Breite des Bentonitvorkommens scheint in diesemTeil des Untersuchungsgebietes am größten zu sein. Die Gesamtfläche des Bentonitvorkommens beträgt annähernd 65.000 m², wobei für die Ermittlung dieser Fläche die 0,5 m Isopache herangezogen wurde. Rechnet man aus wirtschaftlichen Überlegungen erst ab einer Mächtigkeit von 1 m, so ergibt sich daraus ein Bentonitvorkommen von ca. 50.000 Kubikmeter bei einer mittleren Überlagerung von 1,5 m.

Nach bergmännischen Erkenntnissen wäre das Verhältnis von Bentonit- zu Überlagerungsmächtigkeit von etwa 1 : 1 extrem günstig für ein im Tagebau gewonnenes Material. Dies trifft auch dann noch zu, wenn, so wie in diesem Fall, nur ein billiges Massenprodukt bergmännisch hereingewonnen werden muß. Allerdings muß die Güte des Vorkommens entsprechend hoch sein.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

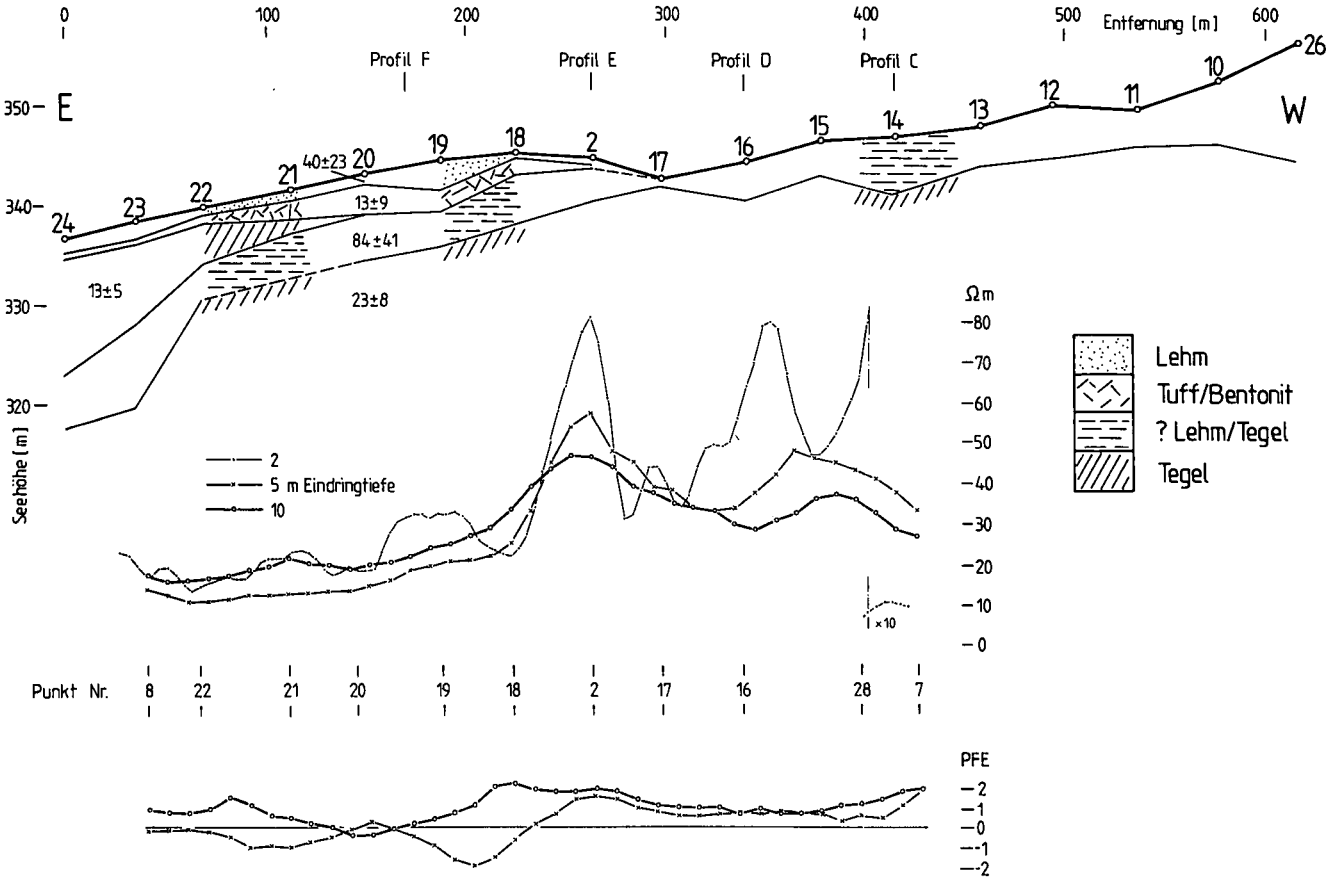


Abb. 4: Darstellung aller geophysikalischen Meßmethoden an einem EW-Profil über die Bentonit-/Tuff-Lagerstätte im Raum Ruzendorf

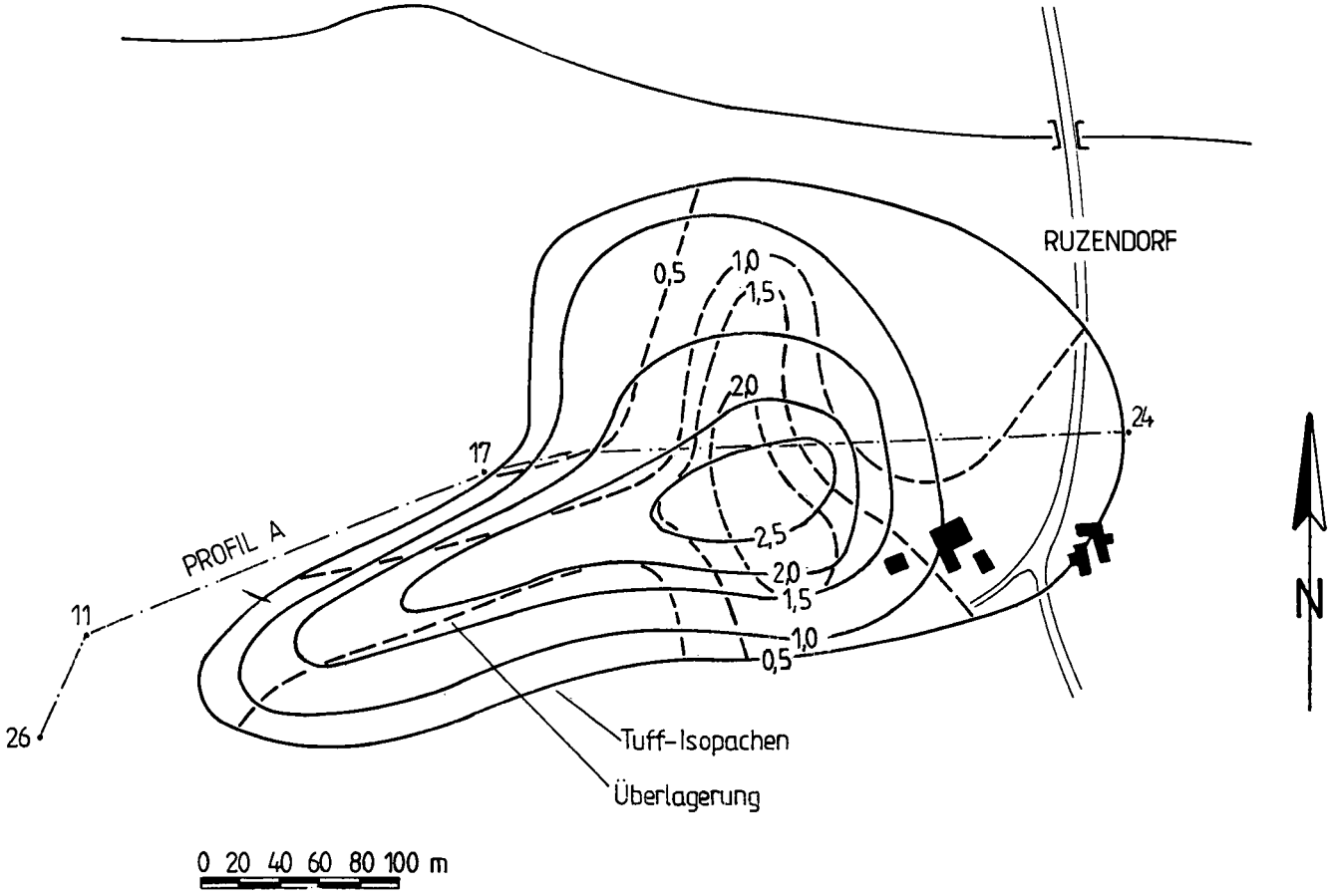


Abb. 5: Mächtigkeiten (in m) des Bentonit-/Tuff-Horizontes und dessen Überlagerung im Gebiet Ruzendorf

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

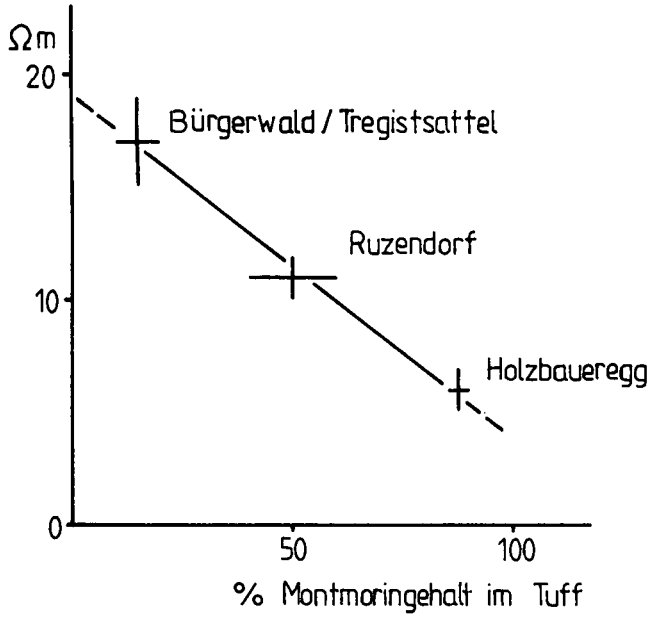


Abb. 6: Zusammenhang zwischen Montmoringehalt und spezifischem elektrischen Widerstand im jeweiligen Untersuchungsgebiet

4. Beurteilung der Prospektionsmöglichkeiten auf Bentonit/Glastuff

Generell ergaben die Untersuchungen des vorliegenden Projektes Widerstandswerte für Bentonite und Glastuffe zwischen 5 und 20 Ohmmeter. Diese Widerstände wurden entweder direkt an anstehenden Bentoniten ermittelt oder ergaben sich durch die Auswertung der geoelektrischen Tiefensondierung. Die Schwankungen der Widerstände für die einzelnen Meßgebiete sind auf unterschiedlichen Montmorillonitgehalt zurückzuführen (Abb. 6), wobei höherer Montmoringehalt einen niedrigeren Widerstand aufweist.

Im Frequenzeffekt ergaben sich Werte von −1 bis 0 % FE. Da die Hangendschichten einen positiven Frequenzeffekt aufwiesen, konnte auch mittels IP eine Auskartierung einzelner Bentonit-/Glastuff-Horizonte getätigt werden. Mit Hilfe der Widerstandskartierung können Ausbißlinien relativ erfolgreich kartiert werden. Die etwa um einen Faktor 20 teurere IP-Kartierung zeigte ähnliche Ergebnisse wie die Widerstandskartierung; ein Vorteil der IP-Kartierung, der die erhöhten Kosten aufwiegen würde, konnte bei diesen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden.

Generell ist zu sagen, daß der Nachweis von Bentonit/Glastuff geoelektrisch möglich ist, wenn das Verhältnis der Bentonit-/Glastuff-Mächtigkeit zur Hangendmächtigkeit nicht größer als 1 : 7 ist und der Widerstandskontrast der Hangend- und Liegendpartien zum eigentlichen Tuffhorizont in etwa 1,5 : 1 beträgt. Wesentlich günstigere Zahlen würden sich bei den neuesten elektromagnetischen Verfahren zeigen, die ein Auflösungsvermögen von 5 % der Überlagerungsmächtigkeit bei 10 % Widerstandsänderungen ergeben (System Maxi-Probe, I. FARKAS).

Einzusetzen wäre diese Methode jedoch nur bei größeren Prospektionstiefen und hoher Qualität, da die Kosten wesentlich höher als für die konventionelle Geoelektrik liegen. Andere geophysikalische Methoden wie etwa Gravimetrie, Magnetik, aber auch Seismik, bringen hier kein befriedigendes Ergebnis, da die meßspezifischen Parameter im Gegensatz zum Hangenden und Liegenden nicht für einen Nachweis ausreichen.

Auf Grund dieser Erkenntnisse läßt sich nun für die Bentonit-/Glastuffprospektion ein Schema erstellen. Bei der Erstellung dieses Vorschlages wurde natürlich auch die Kostenseite der Geophysik bzw. einzelner geologischer Aufschlußverfahren in Relation gesetzt. So ergab sich für eine Tiefe der Bentonit-/Glastufflagen, die zwischen 0 und 5 m liegt, daß Schurfgräben und mittels Handbohrer abgeteufte Bohrungen von der Kostenseite und vom Ergebnis her am günstigsten sind. Ab einer Tiefe von 5 m bringt die Geoelektrik, falls die Mächtigkeit zum Hangenden ein Verhältnis von weniger als 1 : 7 aufweist, gute Ergebnisse. Voraussetzung dafür ist allerdings eine genügende Kenntnis der geologischen Verhältnisse. Bei größeren Tiefen scheint die Kombination Geophysik (eventuell mit Maxi-Probe) mit Bohrungen sehr zeilführend zu sein. Allerdings bleibt die Frage offen, inwieweit ein Material wie Bentonit/Glastuff bei größeren Hangendmächtigkeiten überhaupt noch wirtschaftlich interessant ist.

Literatur

ASIMUS & LACKENSCHWEIGER, H.: Übersicht über die Tätigkeit der Schurf- und Planungsstelle der Österr. Alp. Mont. Ges., Trassvorkommen Stainz. – Unveröff. Ber., 1 S., Arch. Geol. B.-A., Wien 1942.

BERTIN, J. & LOEB, J.: Experimental and theoretical aspects of induced polarisation. – 335 S., Berlin–Stuttgart (Borntraeger) 1976.

BODMER, R., WARD, S. H. & MORRISON, H. F.: On induced electrical polarisation and groundwater. – Geophysics, **33**/5, 805–821, 1968.

DILLER, W.: Der miozäne Sedimentationsraum zwischen Gleinzbach und Schwarzer Sulm in Südweststeiermark. – Unveröff. Diss. Univ. Graz, Graz 1957.

EBNER, F.: Vulkanische Tuffe im Miozän der Steiermark. – Mitt. Naturw. Ver. Stmk., **111**, 39–55, 3 Abb., Graz 1981.

EBNER, F. & GRÄF, W.: Die Tuffvorkommen in der Umgebung von Stainz. – Unveröff. Ber., 12 S., 6 Abb., Graz 1979.

EBNER, F. & GRÄF, W.: Kartierung von Bentoniten im Tertiär der Ost-, West- und Obersteiermark und Untersuchung der anfallenden Proben (III). – Unveröff. Ber., 141 S., 24 Abb., 4 Tab., 2 Beil., Graz 1980.

EBNER, F. & GRÄF, W.: Bentonite und Glastuffe der Steiermark. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., **2**, 31–45, 16 Abb., 2 Tab., Wien 1982.

FARKAS, I. et al.: Development of the Multifrequency Electromagnetic Method with Inductive Coupling. – Annual report of the Eotvös Loránd Geophysikal Institute of Hungary for 1980, 73–80, 157–161, Budapest 1981.

FARKAS, I. et al.: Examples showing the application of the electromagnetic method. – Annual report of the Eotvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1981, 57–60, 133–134, Budapest 1982.

GOSCH, D. P.: The Application of Linear Filter Theory to the Direct Interpretation of Geoelectrical Resistivity Sounding Measurements. – Geophys. Prosp., **19**/2, 192–217, 1971.

SUMNER, J. S.: Principles of induced polarisation for geophysical exploration. – 277 S., Amsterdam (Scientific Publishing Company) 1976.

VACQUIER, V., HOLMES, C. R., KINTZINGER, P. R. & LAVERGNE, M.: Prospecting for ground water by induced electrical polarisation. – Geophysics, **22**/3, 660–687, 1957.

ZODY, A. R.: Automatic Interpretation of Schlumberger Sounding Curves, Using Modified Dar Zarrouk Functions. – Geological Survey Bulletin 1313-E, 1974.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 15. Februar 1984.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Aigner Heinrich, Ebner Fritz, Schmid Christian

Artikel/Article: Methoden zur Substanzschätzung am Beispiel ausgewählter Betonit- und Glastuffvorkommen in der Steiermark 7-14