

Geophysikbüro Munstermann Industriepark Str. A Nr. 1
39245 Gommern



Büro Boden und Wasser
Dr. Klaus März
Degersheim, Am Bücklein 5
91719 Heidenheim

Tel. / Fax : 09833 – 777 09833 – 989315

E-Mail: DR_KLAUS.MAERZ@t-online.de

GBM Geophysikbüro Munstermann
Industriepark Str. A Nr. 1
D-39245 Gommern
Tel.: ++49 (0) 39200-76222
Fax: ++ 49 (0) 39200-76224
Mobil: ++ 49 (0) 171-6594881
DE213955527
E-Mail: munstermann.geo@t-online.de

Gommern, d. 06.06.2002

**Nachinterpretation geoelektrische Tiefensondierungen Wasserschutz-
gebiet Ebenhofen Stadt Kaufbeuren (OG200216a)**

Sehr geehrter Herr Dr. März,

hiermit sende ich Ihnen die Auswertung zum o.g. Objekt in 2 – facher Ausfer-
tigung zu. Wie schon telefonisch angesprochen, sind bei der Darstellung der
Auswertung der 2D-Profile (Anlage 4.1 vom 30.04.2002; Profil 3 und 2 und
zum Teil Profil 4a) einige Zuordnungen nicht richtig gewesen. Das habe ich
hiermit korrigiert. Nach mehrmaliger Durchsicht ist jetzt alles richtig.

Außerdem ist den Ausführungen die Rechnung beigelegt.

Mit freundlichen Grüßen

Dirk Munstermann
Diplom - Geophysiker

Bericht

Nachinterpretation geoelektrische Tiefensondierungen

Wasserversorgung Kaufbeuren

Überprüfung / Neufestsetzung

Wasserschutzgebiet Ebenhofen

Kreis Ostallgäu

Bayern

Juni 2002

Bericht

Nachinterpretation geoelektrische Tiefensondierungen

Wasserversorgung Kaufbeuren

Überprüfung / Neufestsetzung

Wasserschutzgebiet Ebenhofen

Auftraggeber : Städtisches Wasserwerk Kaufbeuren
König – Rudolf – Straße 1
87600 Kaufbeuren

Auftragnehmer : GBM Geophysikbüro Munstermann
Industriepark
Straße A Nr. 1
39245 Gommern

Aufgabe : Geophysikalische Untersuchungen zur Erfassung der
Struktur des Untergrundes

Methodik: Geoelektrische Tiefensondierungen

Bearbeiter : Diplom - Geophysiker Dirk Munstermann

Gommern, den 06. Juni 2002



Dirk Munstermann
Bearbeiter

1. Theoretische Betrachtungen zu den geoelektrischen Tiefensondierungen

Die Geologie des Untergrundes ist zumeist durch eine 3 – dimensionale Widerstandsverteilung des Untergrundes gekennzeichnet. Sehr viele geologische Situationen lassen sich allerdings auf einen 2 bzw. 1 – dimensionalen Fall reduzieren, das heißt es wird angenommen, dass der Untergrund aus horizontal lagernden Schichten besteht. Die Schichten sind in sich homogen, isotrop leitend und besitzen eine Schichtneigung von $< 10^\circ$. Das stellen ideale Bedingungen für geoelektrische Tiefensondierungen dar, die 1 – dimensionale Messungen sind. Die aufzulösenden Schichten im Untergrund besitzen dabei eine bestimmte Mächtigkeit und einen bestimmten elektrischen Schichtwiderstand.

Die Messwerte der elektrischen Messungen entstehen dabei durch die Überlagerung von Signalen aus bestimmtem Tiefen. Es werden durchschnittliche Widerstandswerte gemessen. Aus der Kurve mit den gemessenen elektrischen Widerstandswerten wird durch einen mathematischen Inversionsalgorithmus ein Widerstands – Tiefenmodell des Untergrundes ermittelt. Dieses Modell bezieht sich auf den Mittelpunkt der Messanordnung.

Dabei wird zuerst aus einem Startmodell, bestehend aus Schichten mit Schichtmächtigkeiten und elektrischen Schichtwiderständen, eine Sondierungskurve berechnet. Das Startmodell wird aus der Kenntnis der allgemeinen Geologie, Bohrergebnissen, anderer direkter Aufschlüsse oder aus den Ergebnissen anderer Messungen abgeleitet. Der weitere Prozess besteht in der schrittweisen Anpassung der berechneten Kurve aus dem Startmodell an die gemessene Sondierungskurve durch die Veränderung dieses Modells. Diese Anpassung erfolgt bis zu einer plausiblen Fehlergrenze von ca. 5% bzw. bis zu einem plausiblen Untergrundmodell.

Dieses ermittelte Modell stellt nur eine Möglichkeit der Widerstands – Untergrundverhältnisse dar. Denn auch hier gilt das Äquivalenzprinzip. Das bedeutet folgendes: Durch die Verletzung der Randbedingungen (Messfehler, keine horizontale Schichtung, mehrdimensionale Geologie) und die Ermittlung von 2 Parametern (Schichtmächtigkeit und – widerstand) sind auch andere Widerstandsmodelle des betreffenden Untergrundes möglich, die die gleiche Sondierungskurve besitzen.

2. Beispiel der Äquivalenzberechnung

Ein Ausdruck dieser Vieldeutigkeit ist die Angabe der äquivalenten Modelle im Rahmen des Fehlerbereichs der ermittelten berechneten Sondierungskurve (Parameter bounds from equivalence analysis). Als Beispiel wird hier die Berechnung des Untergrundmodells im Bereich der geoelektrischen Tiefensondierung Bies 16 angeführt. Bei der Berechnung von 1995 wurde folgendes Modell ermittelt:

Elektrischer Widerstand [Ohm*m]	Schichtmächtigkeit [m]	Unterkante der Schicht [mNN]
163,1	0,41	710,5
39,31	1,38	709,2
185,3	4,02	705,51
80,46		

Dabei besteht zwischen der gemessenen und berechneten Sondierungskurve eine Fehlertoleranz von 2,451%. Unter Beibehaltung der Fehlertoleranz ergeben sich aus der modellierten Sondierungskurve folgende Schwankungsbreiten der Untergrundmodelle:

Elektrischer Widerstand [Ohm*m]	Schichtmächtigkeit [m]	Unterkante der Schicht [mNN]
100,396 - 430,922	0,257 - 0,546	710,743 - 710,454
31,527 - 50,187	0,963 - 2,088	709,491 - 708,605
148,338 - 260,705	2,383 - 6,214	706,632 - 703,083
76,873 - 84,772		

Das angegebene plausibelste Modell (siehe oben) befindet sich dabei nicht immer in der Mitte der Schwankungsbreiten. Für eine weitere geologische Bearbeitung kann natürlich nur ein Modell verwendet werden, die Schwankungsbreite der Parameter sollte aber nicht außer acht gelassen werden.

3. Neuinterpretation der geoelektrischen Tiefensondierungen

Im November 2001 erfolgten entlang von 4 Profilen 2 D – geoelektrische Messungen im Bereich der Wasserfassung Kaufbeuren – Ebenhofen, im Januar 2002 wurde eine veränderte Modellierung von einem Teil der geoelektrischen Tiefensondierungen durchgeführt und im April 2002 erfolgte entlang von 3 weiteren Profilen 2D – geoelektrische Messungen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in den jeweiligen Berichten vom Dezember 2001, Januar 2002 und April 2002 dargestellt.

Auf der Grundlage der oben angeführten Arbeiten und der neu abgeteufte Bohrungen sind neue Erkenntnisse über die Struktur des Untergrundes gewonnen worden. Unter Ausnutzung des Äquivalenzprinzips ist eine Neuinterpretation der geoelektrischen Tiefensondierungen vom September 1995 möglich. Die Ergebnisse der 2 D – Geoelektrik vom November 2001, April 2002 und die Bohrergebnisse dienen dabei als Randinformation bzw. Randbedingung für die geologische Untergrundstruktur in dem jeweiligen Gebiet der gemessenen Tiefensondierung. Dabei ist auch eine erneute Überprüfung von Tiefensondierungen, die im Januar erfolgte, notwendig.

Die Grundlage für die Neuinterpretation bildete das Modell von 1995, der Fehler zwischen der gemessenen und modellierten Sondierungskurve, die Angabe des Äquivalenzbereiches und die neuen Angaben über die geologische Situation im Umfeld der jeweiligen Tiefensondierung.

Bei folgenden Tiefensondierungen erfolgte keine Neuinterpretation, da die Anpassung der Kurven relativ gut ist und die Ergebnisse der Tiefensondierungen mit den Ergebnissen der 2 D – Geoelektrik gut übereinstimmen, bzw. die Ansatzpunkte sich nicht im Bereich der vermessenen Profile befinden :

- BIES 1 - BIES 13-1, BIES 16 – BIES 17, BIES 20, BIES 21, BIES S21-1, BIES S23 - BIES S28, BIES S29 - BIES S35, BIES S38, BIES S41, BIES S42 – BIES S57, BIES S66-3, BIES 69 – BIES 75-1 und BIES S77

Bei folgenden aufgeführten Tiefensondierungen wurden ausgehend vom Modell 1995 und zum Teil vom Januar 2002 starke Veränderungen der Kiesbasis (+ 10 und -10m) vorgenommen und mit diesen Modellen eine Inversion bis in etwa zur Fehlergrenze des Modells von 1995 bzw. Januar 2002 durchgeführt. Das neue Modell wurde übernommen, wenn die Fehlergrenze zwischen gemessener und berechneter Sondierungskurve sich im Bereich des Modells von 1995 bzw. vom Januar 2002 befindet oder niedriger ist und mit den Ergebnissen der 2 D –Geoelektrik und den Bohrerergebnissen übereinstimmt bzw. bei größerem Abstand zwischen den 2 D-Geoelektrik Profilen und Messpunkten der Tiefensondierungen in der Tendenz übereinstimmt.

- BIES S14, BIES S15, BIES S18 - BIES S 19-1, BIES S22, BIES 22-1, BIES S28-1, BIES S36, BIES S37, BIES 39, BIES S40, BIES S41-1, BIES S58 - BIES S66-2, BIES S67, BIES S68-2, BIES S76 und BIES S76-1

Natürlich unterliegen diese Modelle auch dem Äquivalenzprinzip. Durch die Informationen aus den 2 D- Messungen und den neuen Bohrerergebnissen besitzt die Interpretation der geoelektrischen Tiefensondierungen allerdings eine höhere Sicherheit.

Die folgende Tabelle gibt eine zusammenfassende Übersicht über die alten und neuen Angaben der Basis der Kiesrinne auf mNN bezogen wieder.

Tiefensondierung	Kiesbasis (alt) [mNN]	Kiesbasis (neu) [mNN]	Differenz [m]
BIES S14	---	701	
BIES S15	691 ?	703	
BIES S18	692	700	8
BIES S18-1	693	701	8
BIES S19	685	689	4
BIES S19-1	687	697	10
BIES S22	---	701	
BIES S22-1	700	700	0
BIES S28-1	690	684	-6
BIES S36	696	688	-8
BIES S37	---	694	
BIES S39	702	699	-3
BIES S40	---	696	
BIES S41-1	696	686	-10
BIES S58	700	697	-3
BIES S59	---	697	
BIES S60	699	690	-9
BIES S61	702	689	-13

BIES S62	714	707	-7
BIES S63	--	715	
BIES S63-1	--	712	
BIES S64	698	707	9
BIES S65	707	690	-17
BIES S66	684	679	-5
BIES S66-1	701	701	0
BIES S66-2	700	685	-15
BIES S67	687	679	-8
BIES S67-1	685	680	-5
BIES S67-2	693	689	-4
BIES S68	675	678	3
BIES S68-1	682	684	2
BIES S68-2	686	682	-4
BIES S76	704	707	3
BIES S76-1	699	703	4